



SÉRIE RELATÓRIOS

---

QUALIDADE DAS ÁGUAS  
**C O S T E I R A S**  
NO ESTADO DE SÃO PAULO

---

2 0 1 8

GOVERNO DO ESTADO DE SÃO PAULO  
SECRETARIA DE INFRAESTRUTURA E MEIO AMBIENTE  
CETESB - COMPANHIA AMBIENTAL DO ESTADO DE SÃO PAULO



---

SÉRIE RELATÓRIOS

QUALIDADE DAS ÁGUAS  
C O S T E I R A S  
NO ESTADO DE SÃO PAULO

---

2 0 1 8

GOVERNO DO ESTADO DE SÃO PAULO  
SECRETARIA DE INFRAESTRUTURA E MEIO AMBIENTE  
CETESB - COMPANHIA AMBIENTAL DO ESTADO DE SÃO PAULO

São Paulo  
2019

## Dados Internacionais de Catalogação

(CETESB – Biblioteca, SP, Brasil)

C418r CETESB (São Paulo)

Relatório de qualidade das águas costeiras no estado de São Paulo 2018 [recurso eletrônico] / CETESB ; Coordenação geral Maria Helena R.B. Martins ; Coordenação técnica Nelson Menegon Jr., Cláudia Condé Lamparelli ; Equipe técnica Cláudia Condé Lamparelli ... [et al.]. -- São Paulo : CETESB, 2019. 1 arquivo de texto (200 p.) : il. color., PDF ; 40 MB. -- (Série Relatórios / CETESB, ISSN 0103-4103).

Publicado anteriormente como: Qualidade das águas superficiais no estado de São Paulo.

Disponível em:

<<http://cetesb.sp.gov.br/aguas-costeiras/publicacoes-e-relatorios/>>  
ISBN 978-85-9467-077-9

1. Água – qualidade 2. Água – poluição 3. Águas salinas 4. Águas salobras  
5. São Paulo (Est.) I. Título. II. Série.

CDD (21.ed. esp.) 363.739 463 169 0816 1  
CDU (2.ed. port.) 502.175:628.515 (261.67:815.6)

Catalogação na fonte: Margot Terada CRB 8.4422

Direitos reservados de distribuição e comercialização.  
Permitida a reprodução desde que citada a fonte.

© CETESB 2019.  
Av. Prof. Frederico Hermann Jr., 345  
Pinheiros – SP – Brasil – CEP 05459900



**GOVERNO DO ESTADO  
DE SÃO PAULO**

Governador João Doria

**SECRETARIA DO MEIO AMBIENTE**

Secretário Marcos Penido

**CETESB – Companhia Ambiental do Estado de São Paulo**

Diretora-Presidente Patrícia Iglecias

Diretor de Gestão Corporativa Clayton Paganotto

Diretor de Engenharia e Qualidade Ambiental Carlos Roberto dos Santos

Diretora de Controle e Licenciamento Ambiental Zuleica Maria de Lisboa Perez

Diretor de Avaliação de Impacto Ambiental Domenico Tremaroli

São Paulo

2019

# FICHA TÉCNICA

## Diretoria de Engenharia e Qualidade Ambiental

Eng. Carlos Roberto dos Santos  
Diretor

### Coordenação geral

Quím. Maria Helena R. B. Martins  
Gerente do Departamento de Qualidade Ambiental

### Coordenação técnica

Eng. Nelson Menegon Jr.  
Gerente da Divisão de Qualidade das Águas e do Solo  
Biól. Cláudia Conde Lamparelli  
Gerente do Setor de Águas Litorâneas

### Equipe técnica

Biól. Cláudia Conde Lamparelli  
Biól. Karla Cristiane Pinto  
Biól. Marta Ferreira de Lima de Cano  
Geóg. Aparecida Cristina Camolez  
Eng. Felipe Bazzo Tomé

### Estagiários

Marcia Regina Costa Nunes  
Beatriz Amaral da Costa Julião

### Mapas e figuras

Geóg. Aparecida Cristina Camolez

### Colaboradores

#### Departamento de Análises Ambientais

Farm. Bioq. Maria Inês Zanoli Sato

#### Divisão de Análises Hidrobiológicas

Marta Condé Lamparelli

#### Setor de Comunidades Aquáticas

Biól. Adriana C. C. Ribeiro de Deus  
Biól. Denise Amazonas Pires  
Biól. Helena Mitiko Watanabe  
Biól. Luciana Haipek Mosolino Lerche  
Biól. Maria do Carmo Carvalho

#### Setor de Ecotoxicologia Aquática

Farm. Bioq. Rosalina Pereira de Almeida Araújo  
Biól. Valéria Aparecida Prósperi

#### Setor de Atendimento a Emergências

Biól. Carlos Ferreira Lopes  
Biól. Iris Regina Poffo

#### Setor de Hidrologia

Eng. Luís Altivo Carvalho Alvim  
Quím. Vinícius Marques da Silva

CEBIMar – Centro de Biologia Marinha da Universidade de São Paulo

### Amostragens e/ou análises laboratoriais

Divisão de Amostragem	Setor de Análises Toxicológicas
Divisão de Laboratório de Taubaté	Divisão de Microbiologia e Parasitologia
Divisão de Laboratório de Cubatão	Setor de Toxicologia e Genotoxicidade
Divisão de Laboratório de Limeira	Setor de Química Inorgânica
Setor de Ecotoxicologia Aquática	Setor de Química Orgânica

### Projeto editorial

Centro de Editoração da Secretaria de Infraestrutura e Meio Ambiente  
Capa: Vera Severo

### Editoração/Diagramação

Phábrica de Produções

### Produção Editorial, Fitolito e Impressão

CETESB - Companhia Ambiental do Estado de São Paulo  
Concluído em setembro/2019

### Distribuição:

CETESB - Companhia Ambiental do Estado de São Paulo  
Av. Prof. Frederico Hermann Jr., 345 - Alto de Pinheiros  
Tel.: 3133-6000 - CEP 05459-900 - São Paulo - SP

# Apresentação

Nos últimos anos o Brasil presenciou atônito dois desastres ambientais de grande envergadura, com graves consequências ao meio ambiente e à população. Além de danos irreparáveis à vida humana, a recuperação ambiental dessas áreas envolverá um longo período de tempo e recursos vultosos. Esses fatos reforçam a importância em se buscar o desenvolvimento sustentável, que tem como um dos pilares a questão ambiental, além da econômica e da social. Não por poucas vezes se torna clara a importância do monitoramento das diferentes atividades como forma de prevenir, quando não mesmo eliminar, a ocorrência de desastres ambientais.

Embora essa busca envolva responsabilidades e ações que são compartilhadas entre as diversas esferas do poder e da sociedade, a CETESB tem um papel importante na complexa tarefa de realizar a gestão de qualidade ambiental do Estado de São Paulo, buscando conciliar a sustentabilidade com as pressões oriundas da expansão urbana e do desenvolvimento econômico.

Nesse sentido, o monitoramento ambiental permite um diagnóstico amplo, identificando vulnerabilidades e áreas prioritárias de atuação. Dessa forma, norteia e subsidia o desenvolvimento dos programas e ações de controle, incluindo o licenciamento ambiental.

Para tanto, a CETESB possui e opera, há várias décadas, diversas redes de monitoramento ambiental visando avaliar a qualidade do ar, das águas superficiais e subterrâneas, assim como das praias e águas costeiras.

O comprometimento e a excelência das equipes multidisciplinares da CETESB envolvidas nas atividades de planejamento das redes, coleta, análise, monitoramento e interpretação dos dados de qualidade ambiental são reconhecidos pela coletividade e contribuem para a grande credibilidade das informações geradas.

Com objetivo de prestar conta do trabalho desenvolvido e de apresentar à sociedade, de forma transparente, os resultados desse monitoramento, a CETESB publica, periodicamente, os Relatórios de Qualidade Ambiental. Este ano estão disponíveis na página da CETESB, na internet, as seguintes publicações: Relatório de Qualidade das Praias Litorâneas, de Qualidade das Águas Interiores, de Qualidade das Águas Costeiras e de Qualidade do Ar e o Relatório de Qualidade das Águas Subterrâneas, que é publicado a cada três anos. Sintetizam os resultados apresentando dados medidos, comparação com valores legais, desconformidades, evolução do comportamento dos poluentes, tendências históricas dos indicadores de qualidade ambiental, entre outros.

Todo este trabalho e esforço colocam a CETESB em destaque como uma agência ambiental de referência, estando em consonância com sua própria missão na busca da melhoria contínua da qualidade do meio ambiente no Estado de São Paulo.

Boa leitura!

**Patrícia Iglecias**

Diretora-Presidente da CETESB





# Listas

## LISTA DE TABELAS

<b>Tabela 1.1</b> – Área e extensão da linha de costa dos municípios litorâneos.....	18
<b>Tabela 1.2</b> – Proporção da população dos municípios litorâneos em relação às UGRHs .....	22
<b>Tabela 1.3</b> – Crescimento populacional no período entre 2009 e 2018 .....	22
<b>Tabela 1.4</b> – ETEs e EPCs em funcionamento no Litoral Paulista .....	25
<b>Tabela 1.5</b> – Informações sobre saneamento básico nos municípios do litoral paulista .....	27
<b>Tabela 1.6</b> – Elementos de composição do ICTEM .....	27
<b>Tabela 2.1</b> – Variáveis determinadas na água .....	32
<b>Tabela 2.2</b> – Variáveis determinadas no sedimento .....	33
<b>Tabela 2.3</b> – Valores de referência para concentrações de nutrientes nos sedimentos .....	34
<b>Tabela 2.4</b> – Parâmetros que compõem o IQAC.....	35
<b>Tabela 2.5</b> – Valores e classificação para cada faixa do IQAC.....	36
<b>Tabela 2.6</b> – Classes de níveis tróficos baseada nas concentrações de clorofila <i>a</i> , nitrogênio e fósforo, para ambientes marinhos, proposta por Hakanson (1994 apud Smith <i>et al.</i> 1999).....	37
<b>Tabela 2.7</b> – Classes de níveis tróficos baseada nas concentrações de clorofila <i>a</i> , nitrogênio e fósforo, para ambientes estuarinos, proposta por Bricker <i>et al.</i> (2003).....	38
<b>Tabela 2.8</b> – Classificação das amostras de acordo com os resultados ecotoxicológicos.....	39
<b>Tabela 2.9</b> – Pontos de monitoramento das águas salinas e salobras por município .....	41
<b>Tabela 2.10</b> – Subgrupos das Áreas de monitoramento .....	42
<b>Tabela 2.11</b> – Profundidade dos pontos de amostragem da Rede Costeira .....	46
<b>Tabela 3.1:</b> Classificação dos pontos monitorados na Rede Costeira e média das áreas de acordo com o IQAC – 2018 (continua) .....	56
<b>Tabela 3.2</b> – Valores médios de clorofila <i>a</i> ( $\mu\text{g/L}$ ) e suas classificações nos pontos monitorados de acordo com o Índice de Estado Trófico Costeiro (IETC) – primeira e segunda campanhas de 2018.....	58
<b>Tabela 3.3</b> - Qualidade ecotoxicológica dos sedimentos em 2018.....	63
<b>Tabela 3.4:</b> Classificação dos pontos monitorados na Rede Costeira de acordo com o critério microbiológico – primeira e segunda campanhas de 2018.....	64
<b>Tabela 3.5:</b> Resultados de Granulometria das 20 áreas por ponto, nos dois semestres de 2018 (continua).....	65
<b>Tabela 3.6:</b> Médias (Aritmética e Geométrica), valores mínimos e máximos e porcentagem de não conformidades (NC) dos resultados de qualidade de água de Picinguaba.....	67
<b>Tabela 3.7:</b> Médias, valores mínimos e máximos e porcentagem de não conformidades (NC) dos resultados de qualidade de sedimento de Picinguaba.....	68
<b>Tabela 3.8:</b> Médias, valores mínimos e máximos e porcentagem de não conformidades (NC) dos resultados de qualidade de água da Baía de Itaguá.....	69
<b>Tabela 3.9:</b> Médias, valores mínimos e máximos e porcentagem de não conformidades (NC) dos resultados de qualidade de sedimento da Baía de Itaguá.....	70
<b>Tabela 3.10:</b> Médias, valores mínimos e máximos e porcentagem de não conformidades (NC) dos resultados de qualidade de água do Saco da Ribeira .....	71
<b>Tabela 3.11:</b> Médias, valores mínimos e máximos e porcentagem de não conformidades (NC) dos resultados de qualidade de sedimento do Saco da Ribeira .....	73
<b>Tabela 3.12:</b> Médias, valores mínimos e máximos e porcentagem de não conformidades (NC) dos resultados de qualidade de água de Tabatinga .....	74
<b>Tabela 3.13:</b> Médias, valores mínimos e máximos e porcentagem de não conformidades (NC) dos resultados de qualidade de sedimento de Tabatinga .....	75
<b>Tabela 3.14:</b> Médias, valores mínimos e máximos e porcentagem de não conformidades (NC) dos resultados de qualidade de água de Cocanha.....	76
<b>Tabela 3.15:</b> Médias, valores mínimos e máximos e porcentagem de não conformidades (NC) dos resultados de qualidade de sedimento de Cocanha.....	77
<b>Tabela 3.16:</b> Médias, valores mínimos e máximos e porcentagem de não conformidades (NC) dos resultados de qualidade de água da Baía de Caraguatatuba .....	78
<b>Tabela 3.17:</b> Médias, valores mínimos e máximos e porcentagem de não conformidades (NC) dos resultados de qualidade de sedimento da Baía de Caraguatatuba.....	79
<b>Tabela 3.18:</b> Médias, valores mínimos e máximos e porcentagem de não conformidades (NC) dos resultados de qualidade de água do Canal de São Sebastião.....	80
<b>Tabela 3.19:</b> Médias, valores mínimos e máximos e porcentagem de não conformidades (NC) dos resultados de qualidade de sedimento do Canal de São Sebastião.....	82

<b>Tabela 3.20:</b> Médias, valores mínimos e máximos e porcentagem de não conformidades (NC) dos resultados de qualidade de água de Barra do Una.....	83
<b>Tabela 3.21:</b> Médias, valores mínimos e máximos e porcentagem de não conformidades (NC) dos resultados de qualidade de sedimento da Barra do Una.....	84
<b>Tabela 3.22:</b> Médias, valores mínimos e máximos e porcentagem de não conformidades (NC) dos resultados de qualidade de água da área de influência da foz do Rio Itaguapé.....	85
<b>Tabela 3.23:</b> Médias, valores mínimos e máximos e porcentagem de não conformidades (NC) dos resultados de qualidade de sedimento da área de influência da foz do Rio Itaguapé.....	86
<b>Tabela 3.24:</b> Médias, valores mínimos e máximos e porcentagem de não conformidades (NC) dos resultados de qualidade de água do Canal de Bertiooga....	87
<b>Tabela 3.25:</b> Médias, valores mínimos e máximos e porcentagem de não conformidades (NC) dos resultados de qualidade de sedimento do Canal de Bertiooga .....	89
<b>Tabela 3.26:</b> Médias, valores mínimos e máximos e porcentagem de não conformidades (NC) dos resultados de qualidade de água do Canal de Piaçaguera ..	90
<b>Tabela 3.27:</b> Médias, valores mínimos e máximos e porcentagem de não conformidades (NC) dos resultados de qualidade de sedimento do Canal de Piaçaguera.....	92
<b>Tabela 3.28:</b> Médias, valores mínimos e máximos e porcentagem de não conformidades (NC) dos resultados de qualidade de água da área de influência do Emissário do Guarujá .....	93
<b>Tabela 3.29:</b> Médias, valores mínimos e máximos e porcentagem de não conformidades (NC) dos resultados de qualidade de sedimento da área de influência do Emissário do Guarujá.....	94
<b>Tabela 3.30:</b> Médias, valores mínimos e máximos e porcentagem de não conformidades (NC) dos resultados de qualidade de água da área de influência do Emissário de Santos.....	95
<b>Tabela 3.31:</b> Médias, valores mínimos e máximos e porcentagem de não conformidades (NC) dos resultados de qualidade de sedimento da área de influência do Emissário de Santos.....	96
<b>Tabela 3.32:</b> Médias, valores mínimos e máximos e porcentagem de não conformidades (NC) dos resultados de qualidade de água do Canal de Santos.....	97
<b>Tabela 3.33:</b> Médias, valores mínimos e máximos e porcentagem de não conformidades (NC) dos resultados de qualidade de sedimento do Canal de Santos.....	99
<b>Tabela 3.34:</b> Médias, valores mínimos e máximos e porcentagem de não conformidades (NC) dos resultados de qualidade de água do Canal de São Vicente .....	100
<b>Tabela 3.35:</b> Médias, valores mínimos e máximos e porcentagem de não conformidades (NC) dos resultados de qualidade de sedimento do Canal de São Vicente .....	102
<b>Tabela 3.36:</b> Médias, valores mínimos e máximos e porcentagem de não conformidades (NC) dos resultados de qualidade de água da área de influência do Emissário de Praia Grande 1 .....	103
<b>Tabela 3.37:</b> Médias, valores mínimos e máximos e porcentagem de não conformidades (NC) dos resultados de qualidade de sedimento da área de influência do Emissário de Praia Grande 1 .....	104
<b>Tabela 3.38:</b> Médias, valores mínimos e máximos e porcentagem de não conformidades (NC) dos resultados de qualidade de água da área de influência da foz do Rio Itanhaém.....	105
<b>Tabela 3.39:</b> Médias, valores mínimos e máximos e porcentagem de não conformidades (NC) dos resultados de qualidade de sedimento da área de influência da foz do Rio Itanhaém.....	106
<b>Tabela 3.40:</b> Médias, valores mínimos e máximos e porcentagem de não conformidades (NC) dos resultados de qualidade de água da área de influência do Rio Preto .....	107
<b>Tabela 3.41:</b> Médias, valores mínimos e máximos e porcentagem de não conformidades (NC) dos resultados de qualidade de sedimento da área de influência da foz do Rio Preto.....	108
<b>Tabela 3.42:</b> Médias, valores mínimos e máximos e porcentagem de não conformidades (NC) dos resultados de qualidade de água do Mar Pequeno.....	109
<b>Tabela 3.43:</b> Médias, valores mínimos e máximos e porcentagem de não conformidades (NC) dos resultados de qualidade de sedimento do Mar Pequeno.....	110
<b>Tabela 3.44:</b> Médias, valores mínimos e máximos e porcentagem de não conformidades (NC) dos resultados de qualidade de água do Mar de Cananeia....	111
<b>Tabela 3.45:</b> Médias, valores mínimos e máximos e porcentagem de não conformidades (NC) dos resultados de qualidade de sedimento do Mar de Cananeia .....	112
<b>Tabela 4.1</b> – Concentração média anual da clorofila a e as tendências da qualidade das águas de acordo com o IETC entre 2014 e 2018.....	123
<b>Tabela 4.2</b> – Porcentagem de amostras de sedimentos com compostos de HPAs no Litoral Paulista em 2018.....	125
<b>Tabela 4.3</b> – Ocorrência de metais no litoral paulista em 2018.....	126
<b>Tabela 4.4</b> – Classificação da qualidade do sedimento costeiro, de acordo com os ensaios ecotoxicológicos realizados em 2018 com <i>Grandidierella bonnieroides</i> .....	129
<b>Tabela 4.5</b> – Classificação ecotoxicológica dos sedimentos costeiros de 2014 a 2018.....	130
<b>Tabela 5.1</b> – Distribuição das ocorrências atendidas pela CETESB, por atividade, nos diferentes municípios do Litoral de São Paulo.....	147
<b>Tabela 5.2</b> – Mortandade de peixes ocorridas em 2018 na região costeira do estado de São Paulo .....	150
<b>Tabela 1</b> – Características das cinco zonas oceânicas definidas pela CNUDM .....	159
<b>Tabela 2</b> – Características das APAs marinhas do Estado de São Paulo .....	165
<b>Tabela 3</b> – Linhas de corte e licenciamento pertinente para as atividades de aquicultura .....	166

## LISTA DE GRÁFICOS

<b>Gráfico 1.1</b> – Médias pluviométricas mensais históricas para o Litoral Norte e Baixada Santista (Fonte: DAEE e CIAGRO).....	19
<b>Gráfico 1.2</b> – Médias de chuva por municípios, de acordo com a época do ano (Fonte: DAEE e CIAGRO) .....	20
<b>Gráfico 1.3</b> – Aumento populacional baseado nas contagens populacionais oficiais de 2009 e 2018.....	23
<b>Gráfico 1.4</b> – Intensidades de chuva mensais e anuais na UGRHI 3 – Litoral Norte em 2018 .....	23
<b>Gráfico 1.5</b> – Intensidades de chuva mensais e anuais na UGRHI 7 – Baixada Santista em 2018 .....	24
<b>Gráfico 1.6</b> – Intensidades de chuva mensais e anuais na UGRHI 11 – Ribeira de Iguape/Litoral Sul em 2018.....	24
<b>Gráfico 3.1</b> – Porcentagem da densidade de organismos fitoplanctônicos por grupos nos pontos amostrados na primeira e na segunda campanha no ano de 2018. 1C: Primeira Campanha (abril, maio, junho); 2C: Segunda Campanha (agosto, setembro, novembro) .....	60
<b>Gráfico 3.2</b> – Densidades de organismos fitoplanctônicos nos pontos amostrados, nas duas campanhas, no ano de 2018 .....	61
<b>Gráfico 4.1</b> – Distribuição Percentual da classificação das áreas pelo IQAC médio em 2018.....	113
<b>Gráfico 4.2</b> – Classificação das áreas pelo IQAC médio em 2018 .....	114
<b>Gráfico 4.3</b> – Evolução da proporção do IQAC de todos os pontos de 2012 a 2018 .....	115
<b>Gráfico 4.4</b> – Porcentagem de áreas que apresentaram não conformidade por variável em 2018.....	115
<b>Gráfico 4.5</b> – Porcentagem de amostras não conformes por variável em 2018 na Rede costeira (A), Águas Salobras (B) e Águas Salinas (C).....	116
<b>Gráfico 4.7</b> – Média das concentrações de carbono orgânico total (COT) (mg/L) nas amostras de água das áreas da rede costeira em 2018.....	118
<b>Gráfico 4.8</b> – Média das concentrações de nitrogênio amoniacal (mg/L) nas amostras de água das áreas da rede costeira em 2018.....	118
<b>Gráfico 4.9</b> – Média das concentrações de fósforo total (PT) (mg/L) nas amostras de água das áreas da rede costeira em 2018.....	119
<b>Gráfico 4.10</b> – Média das concentrações de clorofila <i>a</i> (µg/L) nas amostras de água das áreas da rede costeira em 2018 e valores de referência para águas salobras (hachurado) e salinas (cor sólida) .....	119
<b>Gráfico 4.11</b> – Porcentagem por classes de Estado Trófico nas amostras de superfície e meio da coluna de água, 1ª e 2ª campanha de 2018 .....	120
<b>Gráfico 4.12</b> – Evolução da Distribuição do IETC – 2014 a 2018 .....	122
<b>Gráfico 4.13</b> – Média geométrica das concentrações de enterococos (UFC/100 mL) - 1ª e 2ª campanhas de 2018.....	124
<b>Gráfico 4.14</b> – Porcentagem de amostras de sedimentos com compostos de HPAs no Litoral Paulista em 2018 .....	124
<b>Gráfico 4.15</b> – Ocorrência de metais nos sedimentos do Litoral Paulista em 2018 .....	125
<b>Gráfico 4.16</b> – Concentração de COT (%) dos sedimentos nas áreas da rede de monitoramento costeiro (média dos três pontos) em 2018 .....	126
<b>Gráfico 4.17</b> – Ocorrências de nitrogênio kjeldahl total (NKT) no Litoral Paulista em 2018.....	127
<b>Gráfico 4.18</b> – Concentração média de nitrogênio kjeldahl total (mg/kg) dos sedimentos nas áreas da rede de monitoramento costeiro em 2018.....	127
<b>Gráfico 4.19</b> – Concentração média de fósforo total (mg/kg) dos sedimentos nas áreas da rede de monitoramento costeiro em 2018 .....	128
<b>Gráfico 4.20</b> – Porcentagem de amostras com presença ou ausência de efeito tóxico nos ensaios ecotoxicológico agudo nos últimos cinco anos.....	130
<b>Gráfico 4.21</b> – Percentual de amostras nas três grandes regiões costeiras que não apresentaram toxicidade nos ensaios com sedimento entre 2014 e 2018 .....	132
<b>Gráfico 4.22</b> – Médias das concentrações de <i>Clostridium perfringens</i> (NMP/100g) nos sedimentos costeiros em 2018.....	133
<b>Gráfico 4.23</b> – Médias das concentrações de coliformes termotolerantes (NMP/100g) nos sedimentos em 2018 .....	133
<b>Gráfico 4.24</b> – Porcentagem de amostras em cada classe de qualidade microbiológica de acordo com concentração de bactéria fecal nos sedimentos em 2018.....	134

## LISTA DE QUADROS

<b>Quadro 3.1:</b> Presença de microalgas potencialmente produtoras de biotoxinas nas análises qualitativas 2018.....	62
<b>Quadro 4.1:</b> Evolução do IQAC médio das áreas entre 2012 e 2018 .....	114
<b>Quadro 4.2</b> – Siglas das áreas avaliadas.....	117
<b>Gráfico 4.6</b> – Média das concentrações de OD nas amostras de água das áreas da rede costeira em 2018.....	117

## LISTA DE FIGURAS

<b>Figura 1.1</b> – Classificação das águas .....	16
<b>Figura 1.2</b> – Fatores que influenciam a qualidade das águas costeiras.....	17
<b>Figura 2.1</b> – Modelo conceitual do índice .....	35
<b>Figura 2.2</b> – Resultados dos quartis 25%, 50% e 75% para clorofila <i>a</i> , ambiente marinho (superfície, meio e fundo).....	37
<b>Figura 2.3</b> – Proposta de classificação do ambiente marinho com base nas concentrações de clorofila <i>a</i> .....	37
<b>Figura 2.4</b> – Resultados dos quartis 25%, 50% e 75% para clorofila <i>a</i> , ambiente estuarino (superfície e meio).....	38
<b>Figura 2.5</b> – Proposta de classificação do ambiente estuarino com base nas concentrações de clorofila <i>a</i> .....	38
<b>Figura 2.6</b> – Classificação para os parâmetros microbiológicos (em NMP).....	40
<b>Figura 2.7</b> – Localização dos pontos de amostragem da rede costeira.....	47
<b>Figura 3.1:</b> Fotos dos gêneros <i>Skeletonema</i> e <i>Asterionellopsis</i> .....	61
<b>Figura 5.1</b> – Emergências atendidas pela CETESB no período de janeiro de 1978 a dezembro de 2018, por região (região metropolitana, interior e litoral).....	145
<b>Figura 5.2</b> – Emergências químicas atendidas pela CETESB no ano de 2018, distribuídas por região (região metropolitana, interior e litoral) .....	146
<b>Figura 5.3</b> – Emergências químicas atendidas pela CETESB no ano de 2018, distribuídas por atividade.....	146
<b>Figura 1</b> – Limites estabelecidos pela Convenção das Nações Unidas sobre o Direito do Mar .....	160
<b>Figura 2</b> – Linha de base reta no litoral de São Paulo e coordenadas dos pontos.....	161
<b>Figura 3</b> – Plataforma continental brasileira .....	162
<b>Figura 1</b> – Modelo conceitual do índice .....	189

## LISTA DE MAPAS

<b>Mapa 1.1</b> – Municípios do Litoral Paulista.....	18
<b>Mapa 1.2</b> – Percentual de coleta de esgoto (a) e Índice de coleta e tratabilidade de esgotos da população urbana (ICTEM) (b) no Litoral Paulista – 2018 .....	28
<b>Mapa 2.1</b> – Áreas do monitoramento da Rede Costeira no Litoral Norte .....	43
<b>Mapa 2.2</b> – Áreas do monitoramento da Rede Costeira na Baixada Santista .....	44
<b>Mapa 2.3</b> – Áreas do monitoramento da Rede Costeira no Litoral Sul .....	45
<b>Mapa 4.1</b> – Índice de Qualidade de Água Costeira 2018 – Litoral Norte (norte) .....	135
<b>Mapa 4.2</b> – Índice de Qualidade de Água Costeira 2018 – Litoral Norte (sul).....	136
<b>Mapa 4.3</b> – Índice de Qualidade de Água Costeira 2018 – Baixada Santista (região norte).....	137
<b>Mapa 4.4</b> – Índice de Qualidade de Água Costeira 2018 – Baixada Santista (região sul) .....	138
<b>Mapa 4.5</b> – Índice de Qualidade de Água Costeira 2018 – Litoral Sul .....	139
<b>Mapa 4.6</b> – Avaliação da qualidade dos sedimentos 2018 – Litoral Norte.....	140
<b>Mapa 4.7</b> – Avaliação da qualidade dos sedimentos 2018 – Baixada Santista (região norte).....	141
<b>Mapa 4.8</b> – Avaliação da qualidade dos sedimentos 2018 – Baixada Santista (região sul).....	142
<b>Mapa 4.9</b> – Avaliação da qualidade dos sedimentos 2018 – Litoral Sul .....	143

## LISTA DE ABREVIATURAS

CCME –	Canadian Council of Ministers of the Environment
CONAMA –	Conselho nacional do meio ambiente
COT –	Carbono orgânico total
HPA –	Hidrocarbonetos policíclicos aromáticos
IETC –	Índice de estado trófico costeiro
IQAC –	Índice de qualidade de águas costeiras
ISQG –	Interim sediment quality guidelines
LQ –	Limite de quantificação
NKT –	Nitrogênio Kjeldahl total
OD –	Oxigênio dissolvido
PCB –	Bifenilas policlorados
PCG –	Plataforma continental geomorfológica
PCJ –	Plataforma continental jurídica
PEGC –	Plano estadual de gerenciamento costeiro
PEL –	Probable effect level
PNGC –	Plano nacional de gerenciamento costeiro
PEGC –	Plano estadual de gerenciamento costeiro
PT –	Fósforo total
TEL –	Threshold effect level
UGRHI –	Unidade de gerenciamento de recursos hídricos



# Sumário

<b>1 • As Águas Costeiras do Estado de São Paulo .....</b>	<b>15</b>
1.1 Qualidade da Água.....	15
1.1.1 Resolução CONAMA nº 357/2005 .....	15
1.1.2 Enquadramento.....	17
1.1.3 Fatores que influenciam a qualidade das águas costeiras.....	17
1.2 Características da Zona Costeira do Estado de São Paulo .....	17
1.2.1 Aspectos climáticos e físicos .....	17
1.2.2 Aspectos econômicos.....	20
1.2.3 Aspectos demográficos .....	21
1.2.4 Balanço hídrico nas UGRHs do litoral .....	23
1.3 Aspectos de Saneamento.....	25
<b>2 • Metodologia e Rede Costeira.....</b>	<b>31</b>
2.1 Metodologia .....	31
2.1.1 Distribuição espacial e temporal do monitoramento .....	31
2.1.2 Qualidade das águas .....	31
2.1.3 Qualidade dos sedimentos .....	32
2.1.3.1 Critérios de qualidade para sedimentos .....	33
2.2 Índices de Qualidade de Água.....	34
2.2.1 Índice de qualidade de águas costeiras (IQAC) .....	34
2.2.2 Índice de estado trófico costeiro (IETC).....	36
2.2.3 Microalgas (fitoplâncton).....	39
2.3 Índices de Qualidade de Sedimento .....	39
2.3.1 Índice de qualidade ecotoxicológica do sedimento .....	39
2.3.2 Índice de qualidade microbiológica de sedimento costeiro (IQMSC) .....	39
2.4 Rede de Águas Costeiras .....	40
<b>3 • Qualidade das Águas Salinas e Salobras e Sedimentos: Índices e Resultados.....</b>	<b>55</b>
3.1 IQAC - Índice de Qualidade de Águas Costeiras.....	56
3.2 IETC - Índice de Estado Trófico .....	58
3.3 Fitoplâncton – Microalgas Tóxicas.....	59
3.4 Índices de Qualidade dos Sedimentos e Granulometria.....	63
3.4.1 Classificação ecotoxicológica dos sedimentos .....	63
3.4.2 Classificação microbiológica dos sedimentos .....	63
3.5 Avaliação da da Qualidade Ambiental da Áreas .....	67
3.5.3 Saco da Ribeira .....	71
3.5.4 Tabatinga .....	74
3.5.5 Cocanha .....	76
3.5.6 Baía de Caraguatatuba.....	78
3.5.7 Canal de São Sebastião .....	80
3.5.8 Barra do Una.....	83
3.5.9 Área de influência do Rio Itaguapé .....	85
3.5.10 Canal de Bertióga.....	87
3.5.11 Canal de Piaçaguera.....	90
3.5.12 Área de influência do emissário do Guarujá.....	93

3.5.13 Área de influência do emissário de Santos.....	95
3.5.14 Canal de Santos.....	97
3.5.15 Canal de São Vicente.....	100
3.5.16 Área de influência do emissário submarino da Praia Grande 1.....	103
3.5.17 Área de influência do Rio Itanhaém.....	105
3.5.18 Área de influência Rio Preto.....	107
3.5.19 Mar Pequeno.....	109
3.5.20 Mar de Cananeia.....	111
<b>4 • Síntese da Qualidade das Águas Costeiras no Estado de São Paulo.....</b>	<b>113</b>
4.1 Qualidade das Águas.....	113
4.1.1 Índice de Qualidade de Águas Costeiras - IQAC.....	113
4.1.2 Atendimento aos padrões de qualidade de água.....	115
4.1.3 Índice de Estado Trófico Costeiro - IETC.....	120
4.1.4. Qualidade microbiológica.....	123
4.2 Qualidade dos sedimentos.....	124
4.2.2. Avaliação ecotoxicológica dos sedimentos.....	128
4.2.3. Qualidade microbiológica dos sedimentos.....	132
<b>5 • Emergências Químicas em Águas Costeiras.....</b>	<b>145</b>
5.1 Panorama das Principais Ocorrências no Litoral Paulista.....	145
5.2 Conclusão.....	149
5.3 Mortandade de Peixe na Região Costeira.....	150
<b>6 • Conclusões.....</b>	<b>151</b>
<b>7 • Referências.....</b>	<b>153</b>
<b>Apêndices.....</b>	<b>159</b>
Apêndice 1 - Legislação Pertinente.....	159
Apêndice 2 - Caracterização dos Pontos de Amostragem da Rede Costeira.....	167
Apêndice 3 – Índice de Qualidade de Água – CCME Canadá.....	189



# 1 • As Águas Costeiras do Estado de São Paulo

As águas costeiras, muito utilizadas para recreação de contato primário e secundário, também abrigam fauna e flora importantes no ecossistema marinho. As águas próximas ao litoral são as mais produtivas do oceano, pois recebem a contribuição de nutrientes carreados pelos rios, são também as que sofrem maior pressão antrópica. A manutenção da qualidade dessas águas é imprescindível não só para garantir o lazer da população, mas também para a preservação da vida aquática e a manutenção da produtividade pesqueira.

Para cada uso pretendido para as águas costeiras, requer-se um nível de qualidade e faz-se necessário um monitoramento específico, adequado às necessidades criadas pela atividade desenvolvida. Dessa forma, o monitoramento adotado deve dar subsídios tanto para garantir a qualidade requerida ao uso do recurso hídrico, como também para manter sua qualidade ambiental, visando ao bem-estar e à saúde da população que utiliza esse recurso.

O monitoramento da qualidade das águas costeiras, no formato de Rede Costeira, como apresentado neste relatório, com **66 pontos** fixos distribuídos em **20 áreas** ao longo do litoral do Estado de São Paulo e de caráter permanente, iniciou-se em 2010. Esse monitoramento tem como objetivo geral conhecer a qualidade da água da costa paulista, a partir da análise dos compartimentos água e sedimento, em pontos de monitoramento e frequência preestabelecidos e em concordância com as atividades econômicas desenvolvidas.

A obtenção de uma série histórica de dados em pontos fixos do Litoral Paulista permitirá acompanhar a evolução da qualidade ambiental, ao longo do tempo, possibilitando a identificação de alterações tanto no compartimento água como no sedimento. Essa análise servirá de subsídio para tomadas de decisão das Agências Ambientais.

Cabe ressaltar que, além da rede costeira, a CETESB realiza o Programa de Balneabilidade das praias para avaliar sua qualidade cujos resultados são apresentados anualmente em um Relatório específico - *Relatório da qualidade das praias litorâneas do Estado de São Paulo*.

## 1.1 Qualidade da Água

A qualidade das águas costeiras é regida principalmente por dois instrumentos legais: a Resolução do CONAMA nº 357/2005, que define as classes de água, seus usos e padrões de qualidade para os principais poluentes e a Resolução do CONAMA nº 274/2000, que trata especificamente das condições de balneabilidade. No Apêndice 1 encontra-se a legislação geral pertinente sobre as águas costeiras e seus diversos usos.

### 1.1.1 Resolução CONAMA nº 357/2005

A Resolução do CONAMA nº 357/05 é o resultado do processo de revisão da Resolução do CONAMA nº 20/86 iniciado em 2002, e que foi concluído em março de 2005. Sua publicação trouxe ganhos importantes em termos técnicos e institucionais para gestão dos recursos hídricos e para o controle da poluição.

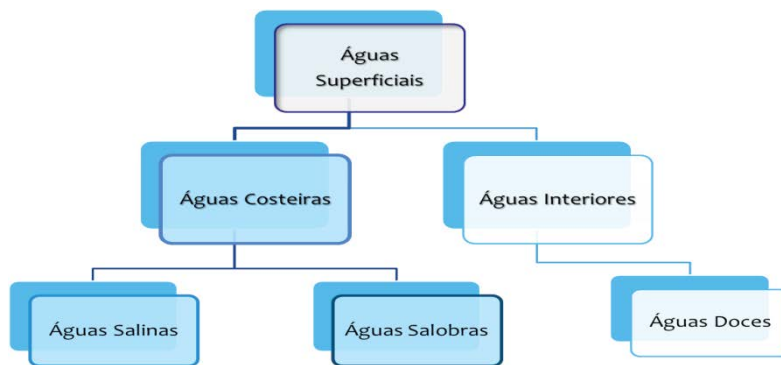
No que se referem às águas costeiras que englobam as águas salinas e salobras, os avanços foram, principalmente: a inclusão de padrões para os nutrientes, que permite a identificação de condições de eutrofização do ambiente; e o estabelecimento de quatro categorias de classes de qualidade de água (Especial, Classes 1, 2 e 3), tanto para as águas salinas quanto para as águas salobras.

## Classes de água salinas e salobras

**Definição:** Nessa Resolução são definidos três tipos de água classificadas com base na salinidade:

I Águas doces	Águas com salinidade igual ou inferior a 0,5%;
I Águas salobras	Águas com salinidade superior a 0,5% e inferior a 30%;
I Águas salinas	Águas com salinidade igual ou superior a 30%;

**Figura 1.1** – Classificação das águas



Dentro dessas categorias foram estabelecidas classes de qualidade para atender aos usos predominantes. Para as águas salinas e salobras foram definidas **quatro classes**, a saber:

**Classe Especial:** são águas destinadas à preservação dos ambientes aquáticos em unidades de conservação e proteção integral e à preservação do equilíbrio natural das comunidades aquáticas;

**Classe 1:** são águas destinadas

- a recreação de contato primário, conforme Resolução do CONAMA nº 274/00;
  - a proteção das comunidades aquáticas; e
  - a aquicultura e a atividade de pesca;
- e para as águas salobras, ainda:
- ao abastecimento para consumo humano após tratamento convencional ou avançado: e
  - a irrigação de hortaliças que são consumidas cruas e de frutas que se desenvolvam rentes ao solo e que sejam ingeridas cruas sem remoção de película, e a irrigação de parques, jardins, campos de esporte e lazer, com os quais o público possa vir a ter contato direto.

**Classe 2:** são aquelas destinadas a:

- a pesca amadora; e
- a recreação de contato secundário.

**Classe 3:** são águas destinadas à:

- a navegação; e
- a harmonia paisagística.

### 1.1.2 Enquadramento

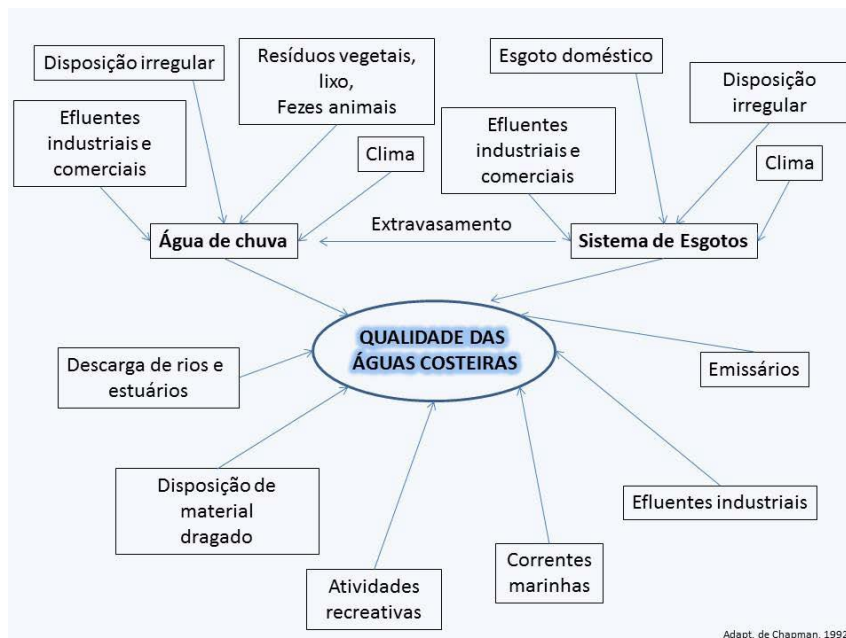
Ressalta-se que como ainda não foi aprovado o enquadramento das águas salinas e salobras estas deverão se consideradas de Classe 1, ou seja, deverão atender aos padrões estabelecidos para essa classe, conforme previsto no Artigo 42:

*Art. 42. Enquanto não aprovados os respectivos enquadramentos, as águas doces serão consideradas classe 2, as salinas e salobras classe 1, exceto se as condições de qualidade atuais forem melhores, o que determinará a aplicação da classe mais rigorosa correspondente.*

### 1.1.3 Fatores que influenciam a qualidade das águas costeiras

Existem inúmeros fatores que influenciam a qualidade das águas costeiras. A Figura 1.2 exemplifica esses fatores.

**Figura 1.2** – Fatores que influenciam a qualidade das águas costeiras



## 1.2 Características da Zona Costeira do Estado de São Paulo

### 1.2.1 Aspectos climáticos e físicos

O litoral de São Paulo possui cerca de 880 km de extensão de linha de costa e abrange 16 municípios, com área total de 7.759 km<sup>2</sup>. As três UGRHs (Unidades de Gerenciamento de Recursos Hídricos) que englobam os municípios do litoral são: Litoral Norte (UGRHI 3), Baixada Santista (UGRHI 7) e Ribeira do Iguape/Litoral Sul (UGRHI 11) (Mapa 1.1). A Tabela 1.1 mostra as áreas dos municípios litorâneos e a extensão da linha de costa de cada um.

Mapa 1.1 – Municípios do Litoral Paulista



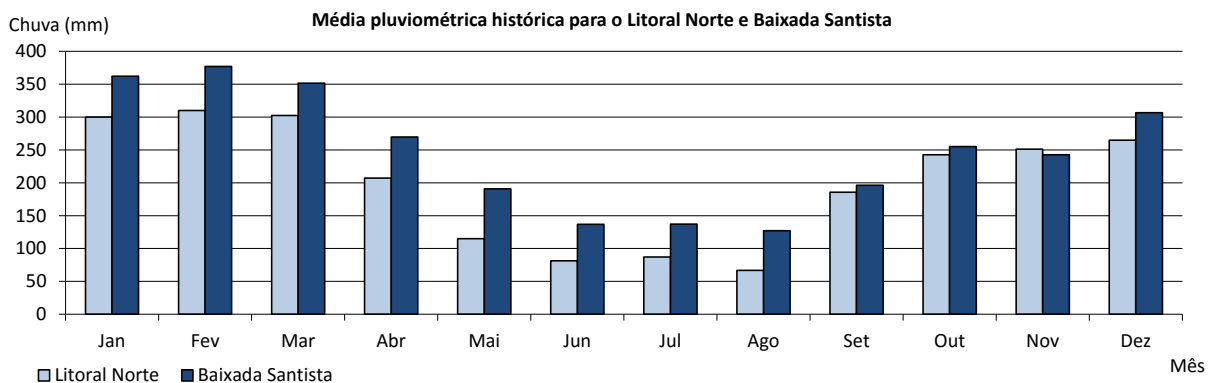
Tabela 1.1 – Área e extensão da linha de costa dos municípios litorâneos

Município	Área (km <sup>2</sup> )	Extensão (km)
Ubatuba	711	200
Caraguatatuba	484	38
São Sebastião	401	107
Ilhabela	347	134
<b>Total Litoral Norte</b>	<b>1.943</b>	<b>479</b>
Bertioga	491	45
Guarujá	143	64
Cubatão	142	0
Santos	280	7
São Vicente	148	17
Praia Grande	144	22
Mongaguá	137	13
Itanhaém	596	26
Peruíbe	321	52
<b>Total Baixada Santista</b>	<b>2.402</b>	<b>246</b>
Iguape	1.981	30
Ilha Comprida	189	65
Cananeia	1.244	62
<b>Total Litoral Sul</b>	<b>3.414</b>	<b>157</b>
<b>Total Litoral Paulista</b>	<b>7.759</b>	<b>883</b>

O estado de São Paulo encontra-se numa área de transição entre os Climas Tropicais Úmidos de Altitude, com estação seca bem definida, devido a menor ação de atividades frontais, e os Subtropicais, sempre úmidos pela intensa ação das frentes vindas do sul (TARIFA & ARMANI, in: TARIFA *et al*, 2001). Essa localização tem como característica a alternância de períodos com chuvas intensas nos meses de verão (novembro a março/abril) e períodos mais secos nos demais. Devido à geografia do litoral paulista, marcada principalmente pela proximidade da Serra do Mar, é comum a ocorrência de chuvas intensas mesmo nos períodos mais secos. Isso porque a umidade formada sobre o oceano, ao se encaminhar para o continente, encontra uma barreira de serras que impede sua passagem, fazendo com que precipite na vertente leste da serra e na planície litorânea.

O Gráfico 1.1 mostra as médias pluviométricas mensais históricas<sup>1</sup> para as regiões do Litoral Norte e Baixada Santista. Nota-se que a Baixada Santista é a região mais chuvosa do litoral, mesmo nos meses mais secos (inverno). Verifica-se também a sazonalidade da precipitação ao longo do ano. No inverno, há sensível diminuição de chuvas, principalmente em junho, julho e agosto, se comparados aos meses de verão.

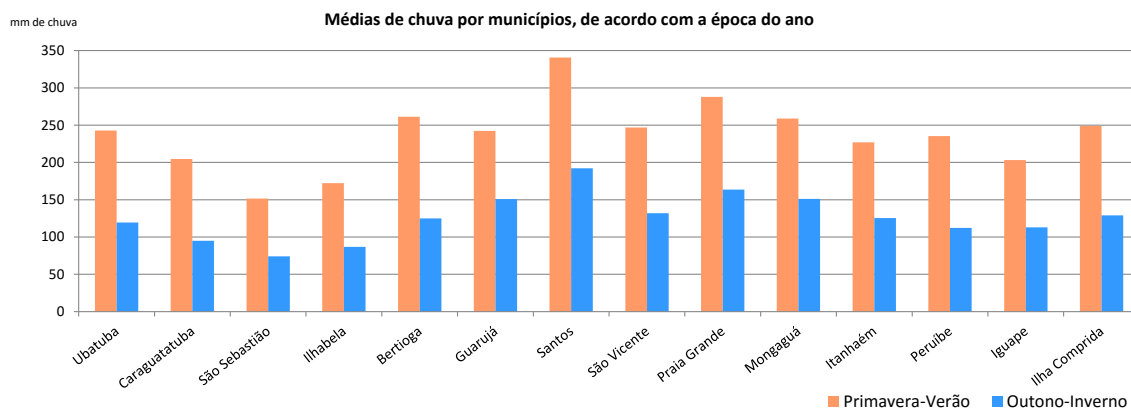
**Gráfico 1.1** – Médias pluviométricas mensais históricas para o Litoral Norte e Baixada Santista (Fonte: DAEE e CIAGRO<sup>2</sup>)



O Gráfico 1.2 mostra a diferença no volume de chuva entre os meses de primavera-verão (outubro a março) e outono-inverno (abril a setembro). Nota-se que o município de Santos possui a maior média pluviométrica do litoral tanto para os meses de primavera-verão quanto para os meses de outono-inverno, com média mensal em torno dos 266 mm. O município com a menor média pluviométrica é São Sebastião, com média mensal de 113 mm, seguido por Ilhabela, com 129 mm, ambos no Litoral Norte. Deve-se considerar que esses valores de chuva correspondem a um determinado posto pluviométrico e à sua área de influência, sendo extrapolados para todo o município, podendo dessa forma não refletir a real quantidade de chuva do mesmo.

1 O cálculo da média histórica foi feito a partir de dados pluviométricos adquiridos desde a década de 1930 até o ano 2000, com um mínimo de 30 anos de dados utilizados para cada município, exceção feita ao município de Praia Grande, com 18 anos de dados.

2 <http://www.sigrh.sp.gov.br/cgi-bin/bdhtm.exe/plu>; <http://www.ciaagro.sp.gov.br/>

**Gráfico 1.2** – Médias de chuva por municípios, de acordo com a época do ano (Fonte: DAEE e CIAGRO)

### 1.2.2 Aspectos econômicos

O Litoral Norte abriga quatro municípios com extensão territorial de 1.948 km<sup>2</sup>. Com relação a sua economia, o turismo de veraneio é a principal atividade, devido ao grande potencial paisagístico da região, representado pelas praias e pela vegetação exuberante de Mata Atlântica, em sua maior parte protegida pelo Parque Estadual da Serra do Mar. Nesse cenário, destaca-se setor terciário - comércio, serviços e construção civil.

O Porto de São Sebastião, localizado no Canal de São Sebastião, tem como principais produtos de importação a barrilha, sulfato de sódio, malte, cevada, animais vivos e veículos<sup>3</sup>. Possui uma área de mais de 270.000 m<sup>2</sup> em pátios de armazenagem. No ano de 2018, o porto de São Sebastião movimentou mais de 700 mil toneladas em cargas.

Anexo ao porto fica o terminal aquaviário "Almirante Barroso" de uso privado da Petrobrás (Tebar), um terminal para óleo, derivados de petróleo e álcool combustível, que conta com 43 tanques com capacidade de armazenamento de mais de 2.000.000t. A movimentação de graneis líquidos acumulada em 2018 foi de mais de 44.000.000 toneladas; quanto aos navios, foram mais de 570 atracações<sup>3</sup>.

Entre as atividades industriais destaca-se a exploração de minerais não metálicos. A pesca marinha é também importante como atividade comercial (SMA, 2012), assim como maricultura, sendo a área de cultivo de mexilhões da Cocanha (Caraguatatuba) a maior do litoral paulista.

A Baixada Santista apesar de seu potencial turístico tem sua economia classificada como industrial. Com território de 2.818 km<sup>2</sup>, contempla nove municípios que integram a Região Metropolitana da Baixada Santista (RMBS). Ela é responsável por, aproximadamente, 2,8% do PIB estadual e concentra cerca de 4% da população paulista<sup>4</sup>.

3 Fonte: <http://portoss.sp.gov.br/home/porto/caracteristicas> (consultado em 12/03/19)

4 Fonte: <https://www.emplasa.sp.gov.br/>

A região abriga o Parque Industrial de Cubatão que concentra o mais importante complexo da indústria de base do Brasil e o Complexo Portuário de Santos, o maior e mais importante da América do Sul (SMA, 2012).

O movimento acumulado de carga no Porto de Santos em 2018 foi de mais de 130 milhões de toneladas; em relação aos contêineres, foram mais de 2.500.000 unidades<sup>5</sup>. Os principais produtos são: sólidos a granel (açúcar, adubo, milho, soja etc.); líquidos a granel (álcool, amônia, combustíveis, sucos etc.); carga em geral (solta ou em contêiner). O movimento de carga e contêineres no Porto de Santos em 2018 atingiu sua marca recorde e, por envolver cargas potencialmente poluentes, faz com que seja essencial o monitoramento da qualidade das águas e sedimentos do canal do porto.

O Litoral Sul é composto por 23 municípios embora apenas três deles sejam costeiros. A região abriga o Complexo Estuarino-Lagunar de Iguape Cananeia, na foz do rio Ribeira de Iguape. Em sua economia notam-se atividades diversificadas. Na agricultura, predominam as culturas da banana e do chá além da atividade pesqueira. Na mineração, as extrações de areia e calcário. As atividades turísticas também merecem especial destaque, muito em razão da grande variedade de atividades possíveis, desde a prática do turismo de sol e praia no Complexo Estuarino-Lagunar como a prática do espeleoturismo e do ecoturismo. (SMA, 2012)

### 1.2.3 Aspectos demográficos

É sabido que as condições de balneabilidade das praias de São Paulo estão relacionadas com as condições sanitárias desses municípios que, por sua vez, são determinadas pela infraestrutura de saneamento básico, pela população fixa, pelo afluxo de turistas (população flutuante) além das condições climáticas, entre outros aspectos. Dessa forma, com o intuito de compreender melhor as flutuações da qualidade das águas das praias do litoral é importante correlacioná-la não só com índices de pluviosidade, mas também com os investimentos em saneamento básico e com o crescimento populacional, ocupação irregular e com a população flutuante.

### Distribuição e crescimento populacional

Todo ano, o IBGE publica uma estimativa atualizada da população no Brasil, por municípios. Por ser uma estimativa pode apresentar diferenças em relação à população real, contudo, é o valor utilizado para o cálculo de indicadores socioeconômicos e demográficos nos anos em que não são realizados os censos<sup>6</sup>. Essa também é a população utilizada para as análises desse relatório.

A distribuição da população nas diferentes regiões é bastante desigual. A Baixada Santista concentra mais de 80% da população fixa, sendo que os quatro municípios mais centrais, Guarujá, Santos, São Vicente e Praia Grande são os que apresentam população muito superior aos outros (acima de 200 mil habitantes) concentrando 50% de toda a população. Os quatro municípios do Litoral Norte representam 15%, e os três municípios do Litoral Sul somam menos de 3%.

5 Fonte: <http://www.portodesantos.com.br/relações-com-o-mercado/estatísticas> (consultado em 12/02/19)

6 Fonte: <https://www.ibge.gov.br/estatísticas-novoportal/sociais/populacao/9103-estimativas-de-populacao.html?&t=o-que-e>

**Tabela 1.2** – Proporção da população dos municípios litorâneos em relação às UGRHs

Região	População	%
Litoral Norte	331.301	15,7
Baixada Santista	1.718.894	81,7
Litoral Sul*	54.225	2,6

\*Iguape, Ilha Comprida e Cananéia

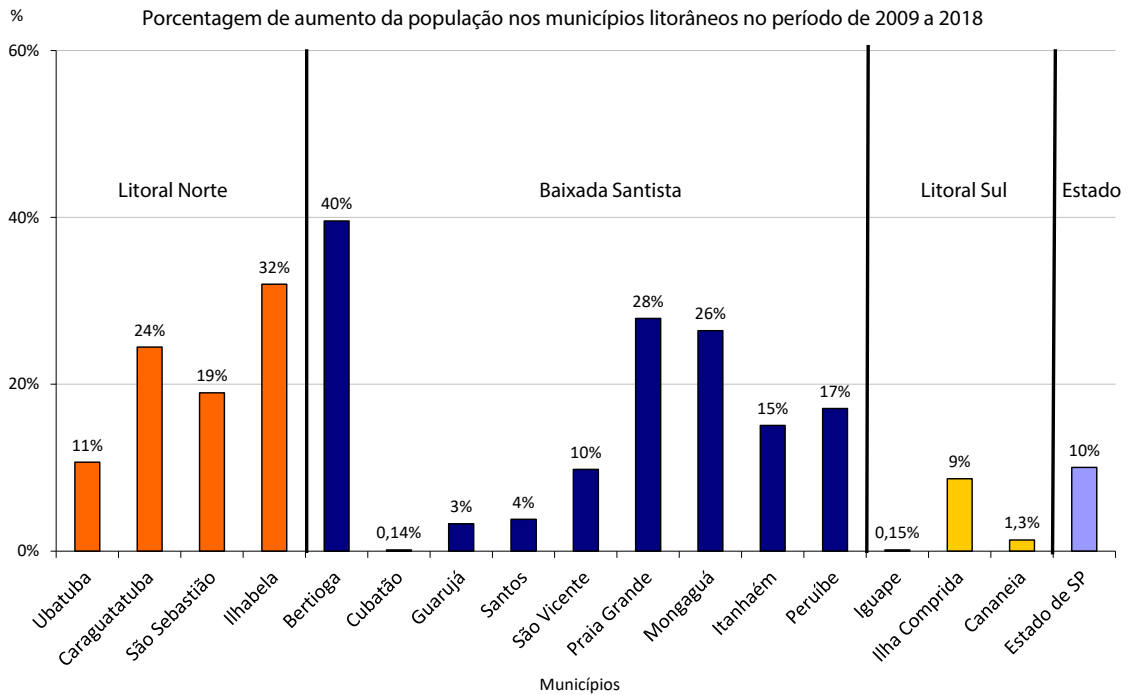
Os dados populacionais divulgados mostram que no litoral de São Paulo cinco dos 16 municípios apresentam crescimento populacional superior à 20% no período entre 2009 e 2018. O Gráfico 1.3 mostra a porcentagem de aumento populacional dos municípios litorâneos, considerando as estimativas do IBGE. Os maiores crescimentos ocorreram nos municípios de Bertioga (40%) e Ilhabela (32%). Os municípios com menores taxas de crescimento são Cubatão e Iguape (ambos com 1%). Observa-se que os municípios do Guarujá, Cubatão, Santos, Iguape e Cananea crescem num ritmo inferior aos demais municípios litorâneos. Já os demais municípios apresentam características de atração populacional. A Tabela 1.3 apresenta a população dos municípios litorâneos em 2009, 2018 e a taxa de crescimento no período.

**Tabela 1.3** – Crescimento populacional no período entre 2009 e 2018

	Município	Estimativa populacional		Aumento absoluto (nº habitantes)	Crescimento no período
		2009	2018		
Litoral Norte	Ubatuba	81.096	89.747	8.651	11%
	Caraguatatuba	96.125	119.625	23.500	24%
	São Sebastião	73.631	87.596	13.965	19%
	Ilhabela	26.011	34.333	8.322	32%
Baixada Santista	Bertioga	44.233	61.736	17.503	40%
	Cubatão	129.582	129.760	178	0,14%
	Guarujá	308.058	318.107	10.049	3%
	Santos	417.098	432.957	15.859	4%
	São Vicente	330.795	363.173	32.378	10%
	Praia Grande	249.551	319.146	69.595	28%
	Mongaguá	44.087	55.731	11.644	26%
	Itanhaém	87.338	100.496	13.158	15%
	Peruíbe	57.686	67.548	9.862	17%
Litoral Sul	Iguape	30.675	30.721	46	0,15%
	Ilha Comprida	10.090	10.965	875	9%
	Cananea	12.374	12.539	165	1%
	<b>Estado de São Paulo</b>	<b>41.384.039</b>	<b>45.538.936</b>	<b>4.154.897</b>	<b>10,04%</b>



**Gráfico 1.3** – Aumento populacional baseado nas contagens populacionais oficiais de 2009 e 2018



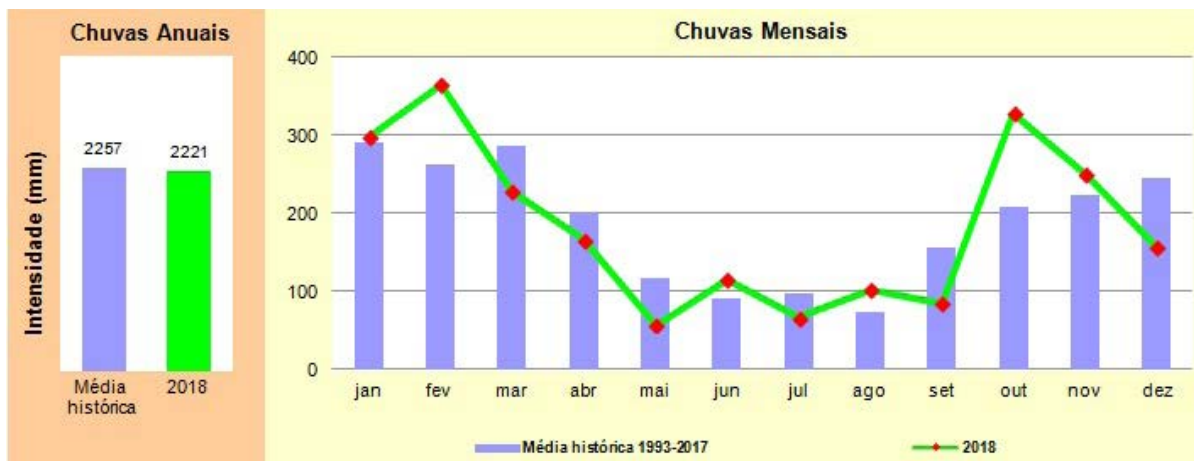
Fonte: [http://www.ibge.gov.br/home/estatimtiva\\_tcu.shtm](http://www.ibge.gov.br/home/estatimtiva_tcu.shtm) (consultado em 29/08/2018)

### 1.2.4 Balanço hídrico nas UGRHs do litoral

A avaliação da disponibilidade hídrica no litoral do estado de São Paulo foi realizada tomando-se as médias mensais dos valores registrados nos postos pluviométricos nas UGRHs da região. Os gráficos a seguir mostram a chuva anual e as chuvas mensais de 2018 comparadas à média histórica (1993-2017).

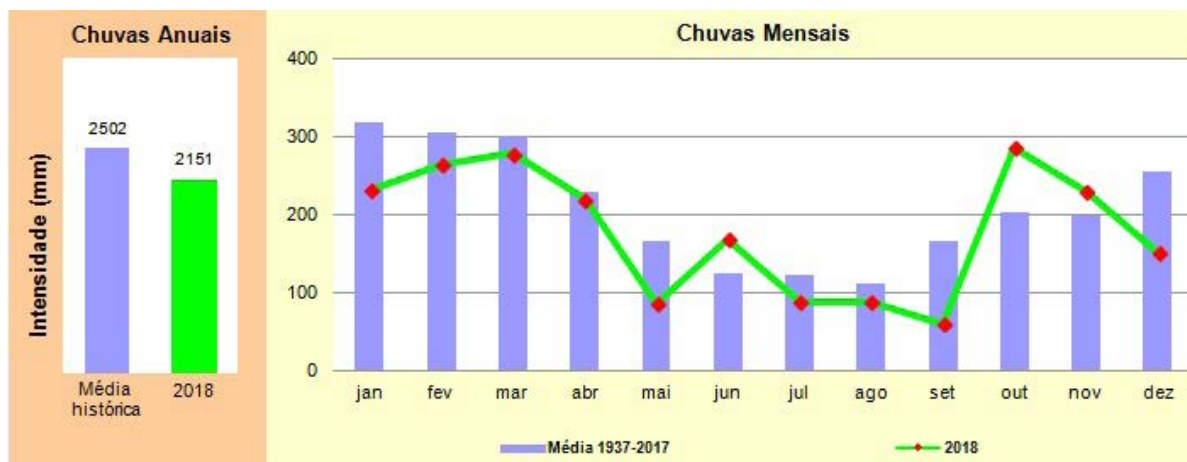
O Gráfico 1.4, com a intensidade de chuvas no Litoral Norte em 2018, mostra que o valor total de chuvas no ano foi muito semelhante à média histórica. Destacam-se, em volume de chuva, os meses de fevereiro e outubro com chuvas superiores à média para o mês.

**Gráfico 1.4** – Intensidades de chuva mensais e anuais na UGRHI 3 – Litoral Norte em 2018



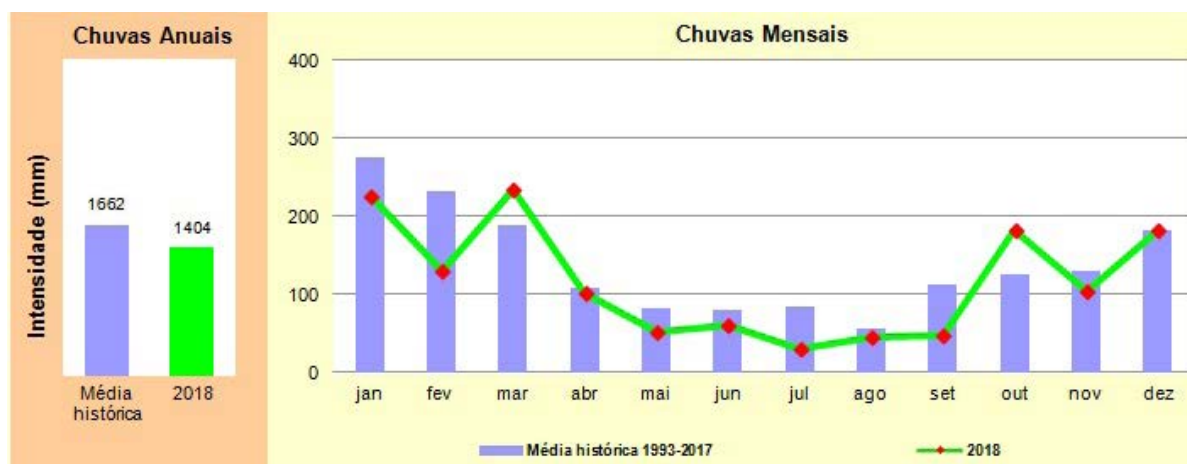
No Gráfico 1.5, sobre as chuvas da Baixada Santista, os meses de junho e outubro tiveram acumulados de chuva acima da média histórica, e maio, setembro e dezembro, se destacam pelo oposto, com acumulados de chuva bastante inferiores à média. O acumulado anual ficou 85% da média histórica.

**Gráfico 1.5** – Intensidades de chuva mensais e anuais na UGRHI 7 – Baixada Santista em 2018



O Gráfico 1.6, da UGRHI 11 mostra o total de chuvas de toda a região e não apenas dos municípios litorâneos (Iguape, Ilha Comprida e Cananeaia), contudo, é possível observar que os meses de março e outubro apresentaram acumulados acima da média histórica. O acumulado anual ficou 16% menor que média histórica.

**Gráfico 1.6** – Intensidades de chuva mensais e anuais na UGRHI 11 – Ribeira de Iguape/Litoral Sul em 2018



Considerando-se as três UGRHIs, verifica-se que as diferenças entre as médias históricas e o acumulado anual não foram muito significativas. Destaca-se, nas três UGRHIs o mês de outubro, com acumulado bastante superior à média do mês. Comparando-se com o ano anterior, observa-se que o ano de 2018 foi mais chuvoso.

### 1.3 Aspectos de Saneamento

A qualidade das águas costeiras brasileiras, e principalmente das praias, é bastante influenciada pelas condições de saneamento básico existentes nas cidades litorâneas. Muitas das capitais brasileiras estão localizadas à beira-mar e na maioria dos casos não possuem infraestrutura de saneamento suficiente para atender a toda população. Dessa forma, o aporte de esgotos domésticos para as praias se torna condição bastante comum em muitos locais. Quanto maior a cobertura da rede de esgotos menor a chance de que esse aporte ocorra, o que contribui para a manutenção das boas condições de balneabilidade.

Assim sendo, a avaliação dos sistemas de saneamento básico existentes nos municípios costeiros do estado de São Paulo pode explicar, em parte, o diagnóstico de qualidade das praias resultante do monitoramento. Por esse motivo, a seguir é apresentada a situação de cada um deles no que se refere a esse aspecto.

Há dois tipos principais de destinação do esgoto sanitário coletado no litoral de São Paulo: as ETEs (estações de tratamento de esgoto), cujo efluente é lançado em corpos-d'água na região; e as EPCs (estações de condicionamento), cujo efluente é lançado no mar, por meio de um emissário submarino. Segundo informações da Sabesp (Cia. de Saneamento Básico do Estado de São Paulo), há no litoral 31 estações de tratamento de esgoto e 9 estações de condicionamento (Tabela 1.4).

**Tabela 1.4** – ETEs e EPCs em funcionamento no Litoral Paulista

Litoral Norte		Baixada Santista		Litoral Sul	
Município	ETE / EPC	Município	ETE / EPC	Município	ETE / EPC
Ubatuba	Taquaral (CDHU)	Bertioga	Vista Linda	Iguape	Iguape
	Ipiranguinha		Bertioga		Ilha Comprida
	Principal	Cubatão	Casqueiro	Ilha Comprida 2	
	Enseada (EPC + emissário)		Lagoa	Cananeia	Itapitangui 1
	Toninhas	Guarujá	Vila Zilda (EPC + emissário)		Cananeia
Caraguatatuba	Massaguaçu		Vicente de Carvalho	Itapitangui 2	
	Martin de Sá	Santos	Porto de Santos (*)		
	Indaiá		José Menino (EPC + emissário)		
	Porto Novo	São Vicente	Humaitá		
São Sebastião	Cigarras (EPC + emissário)		Samaritá		
	Itatinga (EPC + emissário)	Praia Grande	Canto do Forte (EPC + emissário)		
	Baraqueçaba		Tupi (EPC + emissário)		
	Paúba		Caíçara (EPC + emissário)		
	Boiçucanga	Mongaguá	Bichoró		
	Baleia-Sai		Barigui		
	Juquehy	Itanhaém	Anchieta		
Praia do Pinto	Guapiranga				
Ilhabela	Itaquanduba (EPC + emissário)	Peruibe	P1		
			P2		

(EPC + emissário)

(\*) ETE não operada pela Sabesp

Na Tabela 1.5 constam outras informações sobre o saneamento básico nos municípios do litoral paulista, incluindo os percentuais de coleta e tratamento de esgoto para cada um dos municípios, bem como as cargas orgânicas (potencial, removida e remanescente). Os percentuais de coleta apresentados nesta tabela foram calculados com base na população total do município.

Outra informação apresentada é o Índice de Coleta e Tratabilidade de Esgotos da População Urbana de Municípios – ICTEM. Seu objetivo é obter uma medida entre a efetiva remoção da carga orgânica, em relação àquela, gerada pela população urbana (carga potencial), sem deixar, entretanto, de observar a importância de outros elementos responsáveis pela formação de um sistema de tratamento de esgotos, que leva em consideração, a coleta, o afastamento e o tratamento dos esgotos. O atendimento à legislação quanto à eficiência de remoção (superior a 80% da carga orgânica) e ao respeito aos padrões de qualidade do corpo receptor dos efluentes também são considerados. A Tabela 1.6 mostra como é composto o cálculo do ICTEM, permitindo notar que a eficiência de remoção do sistema de tratamento tem um peso bem maior do que os demais elementos.

Ressalta-se que no caso dos emissários submarinos, precedidos por EPC, a eficiência de remoção é considerada nula pela CETESB, no cálculo do ICTEM. Portanto, municípios como Santos, com 97% de coleta de esgoto que é totalmente enviado para um emissário submarino, tem um ICTEM bastante baixo.

Os emissários submarinos têm papel importante no afastamento dos esgotos das praias, o que contribui para a proteção da saúde pública. No entanto, não existe tratamento prévio antes do lançamento no mar, realiza-se apenas o Precondicionamento dos esgotos, com remoção de parte dos sólidos e da areia (gradeamento, peneiramento e caixa de areia) e em alguns casos a desinfecção com a cloração.

Dos 16 municípios costeiros, sete apresentam ICTEM acima de 5,0. Aqueles com ICTEM inferior a 2,0 são municípios atendidos por emissários submarinos, uma vez que se considera que não há remoção da carga orgânica pela EPC. O município de Mongaguá possui o maior ICTEM da Baixada Santista e do litoral pelo segundo ano seguido (8,32). No Litoral Norte, Caraguatatuba com 7,46 tem o maior ICTEM. Por outro lado, o município de Ilhabela é o que possui o menor ICTEM do litoral paulista (1,18), resultado do pequeno percentual de coleta de esgotos e do tipo de destinação por meio de emissário submarino precedido de EPC. Na Baixada Santista, os municípios com menores ICTEM são Praia Grande e Santos, respectivamente, com 1,31 e 1,67.

A média de porcentagem de coleta nos municípios litorâneos está em torno de 70%, variando de 34,1% em Bertioga a 97,7% em Santos. No Mapa 1.6 é possível observar a distribuição dos percentuais de coleta de esgoto nos municípios litorâneos bem como suas faixas do ICTEM.

**Tabela 1.5** – Informações sobre saneamento básico nos municípios do litoral paulista

UGRHI	Município	População IBGE (2018) <sup>1</sup>		Atendimento (%) <sup>2</sup>		Carga Poluidora (kg DBO/dia)			ICTEM	Corpo Receptor
		Total	Urbana	Coleta	Tratamento	Potencial	Removida	Remanescente		
4	Ubatuba	89.747	87.575	39,1%	99,6%	4.729	1.657	3.072	4,85	Rios Diversos / Mar
	Caraguatuba	119.625	115.534	75,1%	100,0%	6.239	4.217	2.022	7,46	Rios Diversos / Mar
	São Sebastião	87.596	86.606	40,5%	54,8%	4.677	934	3.743	3,12	Rios Diversos / Mar
	Ilhabela	34.333	34.096	35,3%	4,0%	1.841	23	1.818	1,18	Rios Diversos / Mar
<b>Sub-total</b>	<b>4 Municípios</b>	<b>331.301</b>	<b>323.811</b>	<b>51,9%</b>	<b>43,4%</b>	–	–	–	–	–
7	Bertioga	61.736	60.761	34,1%	100,0%	3.281	1.007	2.274	4,36	Rio Itapanhaú
	Guarujá	318.107	318.043	64,7%	6,0%	17.174	600	16.574	1,81	Enseada/Est. de Santos
	Cubatão	129.760	129.760	49,3%	100,0%	7.007	3.109	3.898	5,70	Rio Cubatão
	Santos	432.957	432.654	97,7%	0,0%	23.363	0	23.363	1,67	Baía de Santos e Canal S. Jorge
	São Vicente	363.173	362.483	72,6%	18,0%	19.574	2.302	17.272	2,00	Humaitá, R. Mariana, Samaritá, R. Branco; Insular, Est. de Santos
	Praia Grande	319.146	319.146	74,2%	0,0%	17.234	0	17.234	1,31	Mar
	Mongaguá	55.731	55.486	82,4%	100,0%	2.996	2.222	774	8,32	Mar e Rio Aguapeú
	Itanhaém	100.496	99.551	39,2%	100,0%	5.376	1.897	3.479	3,85	Rios Poço, Itanhaém e Curitiba
Peruíbe	67.548	66.791	75,1%	100,0%	3.607	2.167	1.440	7,12	Rio Preto	
<b>Sub-total</b>	<b>9 Municípios</b>	<b>1.848.654</b>	<b>1.844.675</b>	<b>73,1%</b>	<b>15,1%</b>	–	–	–	–	–
3	Iguape	30.721	26.306	74,0%	100,0%	1.421	946	474	6,33	R. Ribeira de Iguape
	Ilha Comprida	10.965	10.965	68,0%	100,0%	592	362	230	7,02	Rio Candupuí
	Cananeaia	12.539	10.703	77,0%	100,0%	578	356	222	7,22	Mar Pequeno
<b>Sub-total</b>	<b>3 Municípios</b>	<b>54.225</b>	<b>47.975</b>	<b>73,3%</b>	<b>73,3%</b>	–	–	–	–	–
<b>Total</b>	<b>16</b>	<b>2.234.180</b>	<b>2.216.461</b>	<b>70,0%</b>	<b>20,5%</b>	–	–	–	–	–

Obs.: considera-se porcentagem de tratamento nula para emissário submarino precedido de EPC.

**Tabela 1.6** – Elementos de composição do ICTEM

Elementos do indicador	Composição (%)	Ponderação
Coleta	15	1,5
Tratamento e eficiência de remoção	15	1,5
Eficiência global de remoção	65	6,5
Destino adequado de lodos e resíduos de tratamento	2	0,2
Efluente da estação não desenquadrada a classe do corpo receptor	3	0,3
<b>Total</b>	<b>100</b>	<b>10</b>

Notas:

- i. coleta: % da população urbana atendida por rede de esgotos ou sistemas isolados;
- ii. tratamento e eficiência de remoção: % da população urbana com esgoto tratado;
- iii. a eficiência global de remoção depende da eficiência unitária das ETEs. Se a eficiência global for igual ou maior que 90%, o valor para esse elemento do indicador será de 6,5.

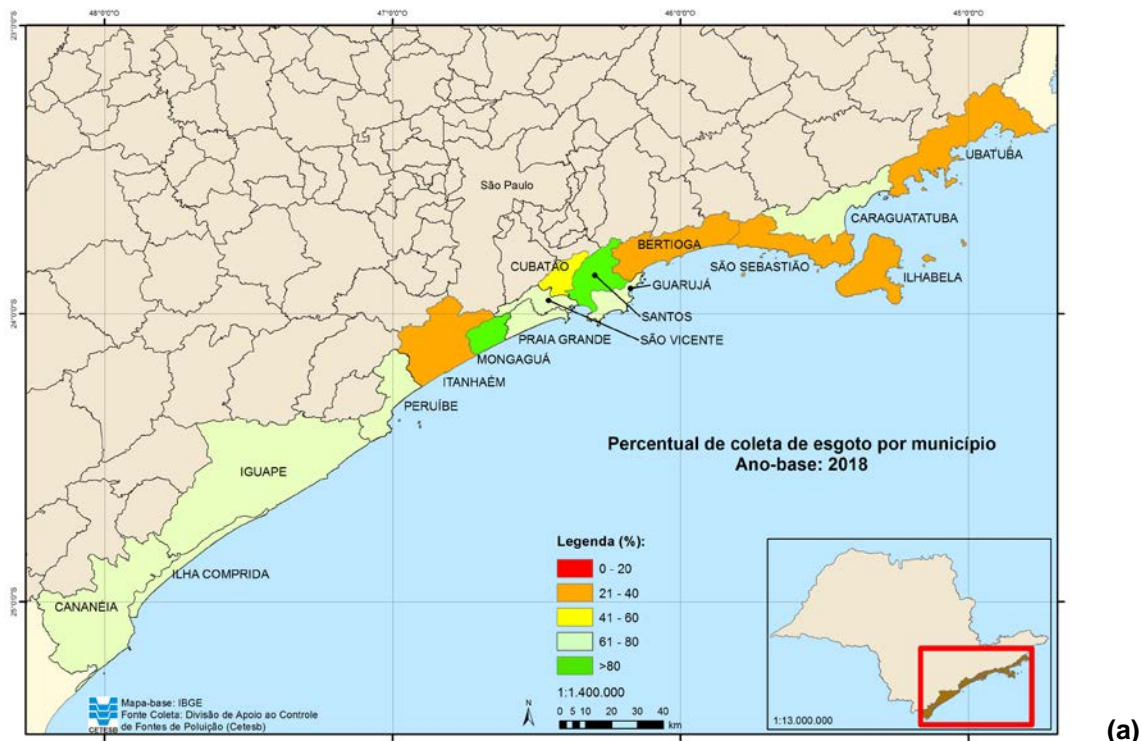
Há ainda outras questões que devem ser consideradas no que se refere ao saneamento básico no litoral. Uma delas é o fato de que parte da população não tem interesse ou condições financeiras em conectar sua residência à rede coletora de esgotos. Segundo a Sabesp, com o Programa Onda Limpa foram construídos mais de 1.100 km de redes coletoras distribuídas pelos municípios da Baixada Santista com mais de 124 mil ligações possíveis, contudo, parte dessas ligações ainda não foi realizada. Ainda segundo a Sabesp, esse programa avança na meta de universalização do atendimento em esgotamento sanitário dos municípios da Baixada Santista e Litoral Norte.

Outro grande problema no litoral é o número de pessoas vivendo em áreas ocupadas irregularmente. Nesses locais não é possível a instalação de equipamentos de saneamento básico. Dessa forma, mesmo que a coleta de esgoto abranja toda a população estabelecida regularmente, o esgoto gerado pela parcela da população que apresenta ocupação irregular pode continuar a comprometer a qualidade das praias.

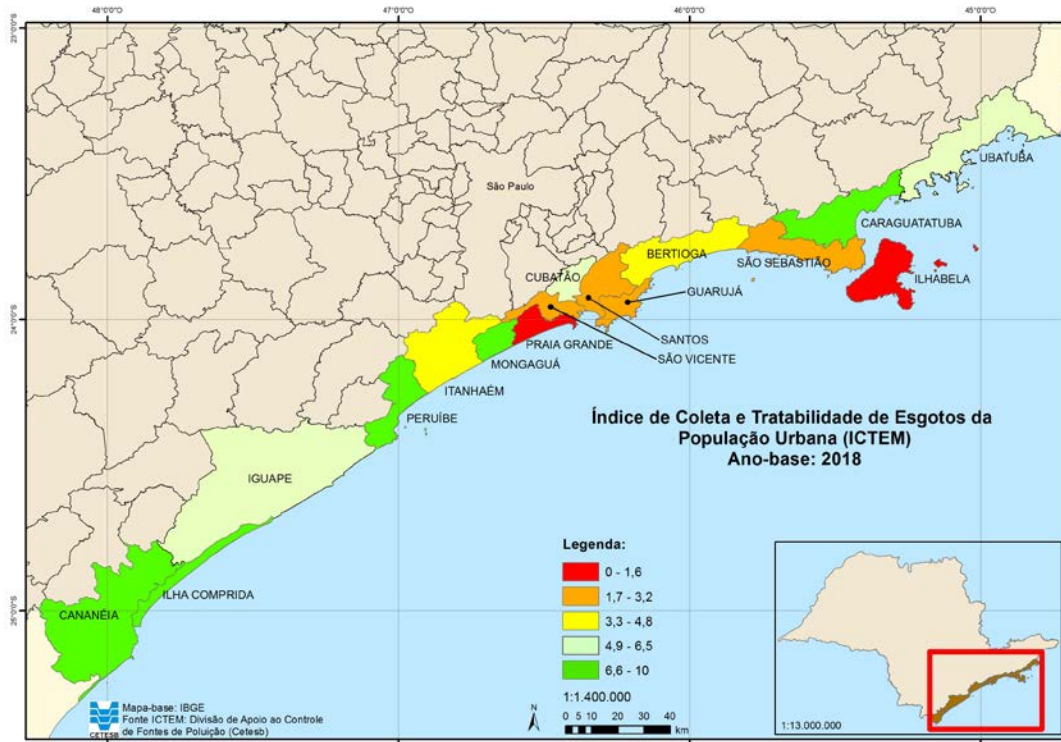
Assim sendo, seria necessária a regularização dessas áreas ou a transferência da população para áreas regularizadas o que permitiria que a infraestrutura de saneamento pudesse ser instalada.

Isso mostra que a qualidade da água das praias é uma questão bastante complexa que depende de outros aspectos envolvendo questões habitacionais e de conscientização da população para que as ligações na rede sejam feitas.

**Mapa 1.2** – Percentual de coleta de esgoto (a) e Índice de coleta e tratabilidade de esgotos da população urbana (ICTEM) (b) no Litoral Paulista – 2018







(b)





## 2 • Metodologia e Rede Costeira

### 2.1 Metodologia

#### 2.1.1 Distribuição espacial e temporal do monitoramento

Na definição da Rede Costeira da CETESB, procurou-se, primeiramente, abranger todas as regiões da costa paulista. Além disso, a seleção dos pontos de amostragem da rede de monitoramento das águas costeiras priorizou locais onde ocorrem usos específicos, para verificar se as águas apresentam qualidade necessária para a utilização pretendida ou se esses usos têm causado alteração na qualidade dessa água. Paralelamente à avaliação da qualidade da água, realiza-se também a avaliação da qualidade dos sedimentos, por ser um compartimento mais estável e importante na caracterização do ambiente aquático.

A frequência amostral é semestral, sendo considerada mínima em estudos desse tipo, pois existem características distintas nas massas de água entre as épocas de verão e inverno, condicionadas por variáveis climáticas como temperatura e pluviosidade, assim como correntes marinhas, além da influência sazonal das atividades humanas na zona costeira.

É importante salientar que a Rede é distribuída por áreas de amostragem e cada uma delas é representada por um grupo de pontos, usualmente três, dependendo de suas características e extensão. Existem dois tipos básicos de áreas, os canais e áreas mais homogêneas de massa de água englobando áreas de influência de rios ou emissários, e baías. As áreas estudadas também podem ser subdivididas em salinas (14 áreas) e salobras ou estuarinas (seis áreas).

#### 2.1.2 Qualidade das águas

As amostragens para avaliação da qualidade das águas são realizadas da seguinte forma: em campo, em cada ponto de amostragem, realiza-se o perfil da coluna de água com medições contínuas utilizando-se uma sonda multiparâmetros. Essa sonda possui vários eletrodos, que são sensores capazes de medir e de fornecer resultados imediatamente ao entrar em contato com a água. A sonda registra resultados das seguintes variáveis: oxigênio dissolvido, temperatura, pH, condutividade, turbidez, profundidade, cloreto, salinidade, clorofila *a*, sólidos totais dissolvidos e potencial redox. Além disso, realiza-se a coleta de amostras de água do mar em três profundidades, (superfície, meio e fundo), pois pode haver diferenças na qualidade das várias camadas da coluna de água. Nessas amostras de água do mar, são realizadas determinações microbiológicas, físicas, químicas e ecotoxicológicas.

As variáveis selecionadas para a avaliação da qualidade das águas salinas e salobras abrangem os principais critérios estabelecidos na Resolução CONAMA nº 357/05 e estão listadas na Tabela 2.1. Em casos

específicos podem ser analisados parâmetros adicionais dependendo de atividades comerciais e industriais próximas aos pontos de monitoramento.

A avaliação das variáveis de qualidade de água é realizada de acordo com os padrões de qualidade para a Classe 1 de águas salinas e salobras, definidos na Resolução CONAMA nº 357/05, uma vez que o enquadramento dessas águas não foi realizado. Para os cálculos como médias e o Índice de qualidade, nos casos em que não foi possível a quantificação de determinado parâmetro, é utilizado o limite de quantificação (LQ) da análise química realizada.

**Tabela 2.1** – Variáveis determinadas na água

VARIÁVEIS	DESCRIÇÃO	
Físicos	Oxigênio Dissolvido, Temperatura da Água, Transparência, Turbidez, Condutividade, Série de Sólidos.	
Químicos	Nutrientes	Fósforo total, Orto-fosfato solúvel Nitrogênio Kjeldahl total Nitrogênio Amoniacal total Nitrato, Nitrito
	Metais e semimetais	Alumínio, Boro total, Cádmio total, Chumbo total, Cromo total, Cromo Hexavalente, Cobre dissolvido, Estanho total, Ferro dissolvido, Níquel total, Zinco total
	Orgânicos	Fenóis totais Carbono Orgânico Total (COT) Compostos Orgânicos Voláteis (COV)
	Outros	pH Salinidade Óleos e Graxas
Microbiológicos	Enterococos e Coliformes Termotolerantes	
Hidrobiológicos	Clorofila <i>a</i> e feofitina	
Ecotoxicológico	Toxicidade (Microtox)	

O ensaio de toxicidade aguda com bactéria luminescente de origem marinha *Vibrio fischeri* é também conhecido comercialmente como Sistema Microtox®. A bactéria emite luz naturalmente em ambientes aquáticos favoráveis, com concentrações de oxigênio dissolvido superiores a 0,5 mg/L. O ensaio baseia-se em expor a bactéria a uma amostra, durante 15 minutos. Na presença de substâncias tóxicas à bactéria a luminescência diminui, sendo essa diminuição de intensidade de luz proporcional à toxicidade da amostra. Os resultados são expressos como concentração efetiva 20% (CE20) (15 minutos), que é a concentração de amostra (em % ou mg/L) que provoca 20% de redução na emissão de luz da bactéria, após um tempo de exposição de 15 minutos. Assim, quanto menor a CE20, mais tóxica é a amostra. Várias substâncias são tóxicas para o *V. fischeri*, dentre elas metais, fenóis, benzeno e seus derivados, hidrocarbonetos aromáticos policíclicos, praguicidas, antibióticos, compostos clorados etc.

### 2.1.3 Qualidade dos sedimentos

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. Dessa forma, o sedimento passa a ter papel importante na análise da qualidade desses ambientes, pois retém parte dos possíveis poluentes da região podendo inclusive fornecer um histórico da região em suas camadas menos superficiais.

Para a avaliação da qualidade dos sedimentos são coletadas amostras em pontos coincidentes com os de amostragem de água. Nessas amostras de sedimento superficial, são realizadas determinações de variáveis físicas, químicas, microbiológicas e ecotoxicológicas similares às da coluna de água. As variáveis determinadas no sedimento encontram-se listadas na Tabela 2.2.

Para atendimento da Rede Costeira, as amostras de sedimento coletadas só no primeiro semestre foram analisadas por meio de ensaio agudo com o anfípodo *Grandidierella bonnieroides*, que consiste na exposição de jovens à amostra de sedimento por um período de 10 dias (ABNT, 2016). A avaliação ecotoxicológica adicional, com *Lytechinus variegatus*, não foi realizada, uma vez que este ouriço-do-mar foi incluído na lista de espécies vulneráveis publicada na Portaria do Ministério do Meio Ambiente MMA nº 445/2014. Outras espécies de ouriço-do-mar *Echinometra lucunter* e *Arbacia lixula* estão em avaliação, com o apoio do Centro de Biologia Marinha da USP (CEBIMar), para obtenção de dados que subsidiem a tomada de decisão para a substituição do *Lytechinus variegatus* no monitoramento futuro.

Para detectar diferenças significativas de cada amostra em relação ao controle, foi utilizado o teste de bioequivalência contido no programa estatístico TOXSTAT 3.5 (WEST INC. & GULLEY, 1996).

**Tabela 2.2** – Variáveis determinadas no sedimento

VARIÁVEIS	DESCRIÇÃO	
Físicos	Granulometria, Umidade, Sólidos.	
Químicos	Nutrientes	Fósforo total Nitrogênio Kjeldahl total
	Metais	Alumínio total, Arsênio total, Cádmio total, Chumbo total, Cobre total, Cromo total, Estanho total, Ferro total, Níquel total, Zinco total
	Orgânicos	Hidrocarbonetos Aromáticos Policíclicos (HAPs) Compostos Orgânicos Voláteis Aromáticos (COVar) Óleos e Graxas Fenóis totais Carbono Orgânico total (COT)
	Outros	pH, Potencial Redox (E <sub>h</sub> )
Microbiológicos	Coliformes Termotolerantes e <i>Clostridium perfringens</i>	
Ecotoxicológico	Teste de Toxicidade Aguda com <i>Grandidierella bonnieroides</i>	

### 2.1.3.1 Critérios de qualidade para sedimentos

Como não existem padrões de qualidade para sedimentos na legislação brasileira, os resultados de metais e hidrocarbonetos policíclicos aromáticos foram comparados com os critérios de qualidade estabelecidos pela Legislação Canadense (CCME, 2002). Esse guia estabelece dois tipos de valores limites para substâncias tóxicas, um para o efeito limiar (ISQG ou TEL – Threshold Effect Level) e outro, acima do qual, são observados efeitos severos (PEL – Probable Effect Level). Com relação aos nutrientes a CETESB adota valores de referência (Tabela 2.3). Ressalta-se que os critérios da Resolução CONAMA nº 454/2012 são valores de alerta para o gerenciamento de material dragado de qualidade ambiental.

**Tabela 2.3** – Valores de referência para concentrações de nutrientes nos sedimentos

NUTRIENTE	ÁGUAS SALINAS	ÁGUAS SALOBRAS
	Valor de Referência	Valor de Referência
COT (%)	1,3	1,8
NKT (mg/kg)	1000	1500
PT (mg/kg)	500	700

COT: Carbono Orgânico Total

NKT: Nitrogênio Kjeldahl Total

PT: Fósforo Total

## 2.2 Índices de Qualidade de Água

### 2.2.1 Índice de qualidade de águas costeiras (IQAC)

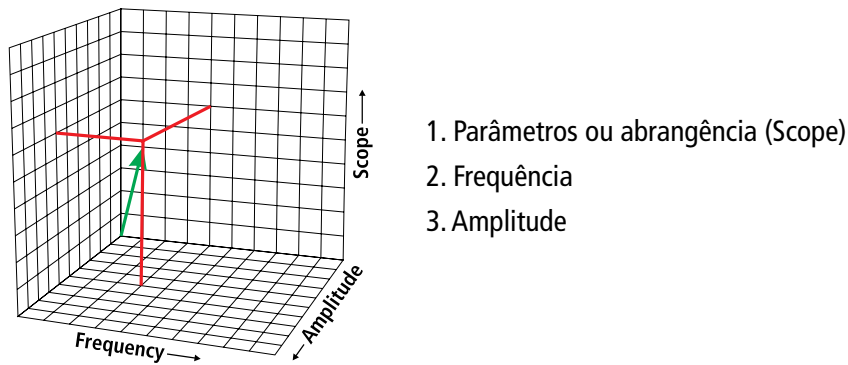
A Rede de Monitoramento das Águas Costeiras da CETESB, embora relativamente nova, oferece valiosas informações sobre a qualidade dessas águas. Contudo, dados apresentados de forma discreta fornecem informações limitadas no que se refere ao diagnóstico geral das áreas monitoradas. Não obstante, essas informações são usadas na gestão da qualidade dessas águas. No sentido de aperfeiçoar a apresentação e integrar as informações geradas optou-se pelo cálculo de um Índice de qualidade para as águas costeiras que possa agregar os dados mais relevantes gerando uma classificação que reflète um diagnóstico das áreas avaliadas no litoral paulista.

Com esse objetivo a CETESB adotou o Índice de Qualidade elaborado pelo Canadian Council of Ministers of the Environment - CCME (2001), pois se trata de uma ferramenta devidamente testada e validada com base estatística e aplicável também para águas salinas e salobras.

O índice canadense consiste em uma análise estatística que relaciona os resultados obtidos nas análises com um valor padrão para cada parâmetro incluído no cálculo. Por ser um método estatístico, o modelo não pode ser utilizado para menos de quatro valores obtidos em um ano. Para tanto, o índice foi calculado para cada ponto de amostragem utilizando-se os resultados obtidos nas três profundidades em duas campanhas, totalizando seis valores. O cálculo detalhado do índice e as equações empregadas encontram-se descritos no Anexo 2. Ao final chega-se a um resultado dentro de uma escala de 1 a 100.

A metodologia canadense contempla três fatores que se referem às desconformidades em relação a um padrão legal ou valor de referência (Figura 2.1). O número de parâmetros desconformes, a frequência das ocorrências dessa desconformidade e sua amplitude em relação ao critério. Mais detalhes sobre o cálculo desse índice, consultar o Apêndice 3.

Figura 2.1 – Modelo conceitual do índice



Na Tabela 2.4 são apresentados os parâmetros selecionados para compor o índice.

Tabela 2.4 – Parâmetros que compõem o IQAC

PARÂMETROS	UNIDADE	ÁGUA SALINA	ÁGUA SALOBRA
pH		6,5 a 8,5	6,5 a 8,5
OD	mg/L	6,0	5,0
Fósforo total	mg/L	0,062	0,124
COT	mg/L	3,0	3,0
Nitrogênio amoniacal	mg/L	0,4	0,4
Fenóis totais	mg/L	0,06	0,003
Colorofila <i>a</i>	µg/L	2,5	10
Enterococos	UFC/100mL	100	100
Coliformes termotolerantes	UFC/100mL	1.000	1.000

### 1. Abrangência: Parâmetros Desconformes – F1

Esse fator do índice avalia a quantidade de parâmetros que apresenta não conformidades. Uma área que apresente desconformidade em poucos parâmetros será menos penalizada no cálculo do que uma área que apresente desconformidade em muitos parâmetros analisados. Esse fator não considera a frequência das não conformidades de forma que apenas uma ocorrência é suficiente para a inclusão do parâmetro. Na Tabela 2.4 são apresentados os parâmetros selecionados para compor o índice.

### 2. Frequência de desconformidade - F2

Esse fator avalia a quantidade de não conformidades como um todo e não diferencia os parâmetros entre si. Dessa forma, uma área que tenha poucos parâmetros com não conformidades e que esses parâmetros apresentem resultados sistematicamente não conformes será penalizada da mesma forma que uma área em que muitos parâmetros apresentem não conformidades ocasionais. Esse fator temporal é impactado pelo fato da CETESB não

realizar quatro amostragens anuais. A deficiência em número de campanhas por ano foi compensada considerando-se as amostras de superfície, meio e fundo de cada uma das duas campanhas anuais realizadas atualmente.

### 3. Amplitude da desconformidade – F3

Esse fator avalia a amplitude das não conformidades. Nesse caso a quantidade de amostras desconformes e a amplitude do desvio em relação ao padrão utilizado serão determinantes. Dessa forma um valor 50% acima do padrão teria um peso igual a dois valores que excedessem em apenas 25%. Cada amostra não conforme deve ser comparada ao padrão e o valor total dos desvios deve ser somado.

O CCME determinou faixas de classificação para o índice que se mostraram bastante satisfatórias em testes realizados pela CETESB e optou-se por utilizar estas faixas. As classificações são apresentadas na Tabela 2.5.

**Tabela 2.5** – Valores e classificação para cada faixa do IQAC

FAIXA DE VALORES DO ÍNDICE	CLASSIFICAÇÃO DA FAIXA
≥ 95	Ótima
< 95 e ≥ 80	Boa
< 80 e ≥ 65	Regular
< 65 e ≥ 45	Ruim
< 45	Péssima

#### 2.2.2 Índice de estado trófico costeiro (IETC)

O estado trófico das águas costeiras é uma informação importante para compor o diagnóstico dessas águas. Para tanto a CETESB desenvolveu uma classificação das águas litorâneas do estado de São Paulo baseada em levantamentos realizados na região.

Para a classificação delas utilizou-se os resultados de clorofila *a* sendo estabelecidas faixas de concentrações diferenciadas para os ambientes marinho e estuarino, já que esses sistemas possuem características tróficas naturalmente diferentes. Em geral, ambientes estuarinos (salobros) possuem concentrações de clorofila mais elevadas.

Com o objetivo de se estabelecer as faixas de concentrações de clorofila *a* para cada classe de estado trófico foram utilizados os dados de clorofila *a* disponíveis dos monitoramentos marinhos e estuarinos realizados em anos anteriores, no período de 2004 a 2011. Com esses dados foram calculados os quartis 25%, 50% e 75% para as diferentes profundidades (superfície, meio e fundo) e ambientes (marinho e estuarino).

#### IETC para ambientes marinhos

Para se definir o índice trófico a ser utilizado, foram observadas outras classificações feitas para ambientes marinhos. Hakanson (1994 apud Smith *et al.* 1999) propôs uma classificação para ambiente

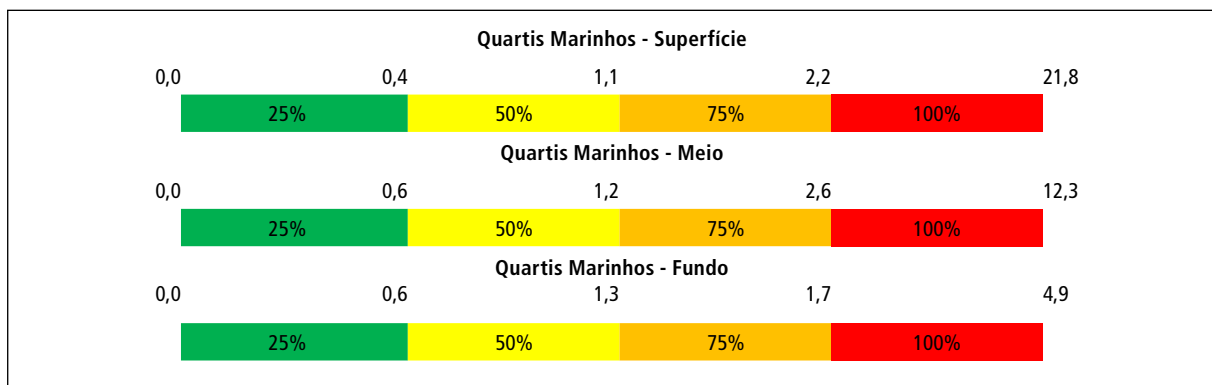
marinho dividindo o estado trófico em quatro classes, considerando, além da clorofila *a*, as concentrações dos nutrientes fósforo e nitrogênio (Tabela 2.6).

**Tabela 2.6** – Classes de níveis tróficos baseada nas concentrações de clorofila *a*, nitrogênio e fósforo, para ambientes marinhos, proposta por Hakanson (1994 apud Smith *et al.* 1999)

Estado trófico	Clorofila <i>a</i> (µg/L)	Nitrogênio (mg/L)	Fósforo (mg/L)
Baixo	1 < CL	< 0,26	< 0,01
Médio	1 - 3	0,26 - 0,35	0,01 - 0,04
Alto	3 - 5	0,35 - 0,40	0,03 - 0,04
Hipereutrófico	> 5	> 0,40	H > 0,04

Considerando a análise dos resultados obtidos de 2004 a 2011 (Figura 2.2) assim como a classificação desenvolvida por Hakanson (1994 apud Smith, 1999) foi elaborada uma proposta de classificação para ambientes marinhos com quatro classes como apresentada na Figura 2.3.

**Figura 2.2** – Resultados dos quartis 25%, 50% e 75% para clorofila *a*, ambiente marinho (superfície, meio e fundo)



**Figura 2.3** – Proposta de classificação do ambiente marinho com base nas concentrações de clorofila *a*

MAR	
Estado Trófico	Clorofila <i>a</i> µg/L
Oligotrófico	CL < 1,00
Mesotrófico	1,00 < CL < 2,50
Eutrófico	2,50 < CL < 5,00
Supereutrófico	CL > 5

### IETC para ambientes estuarinos

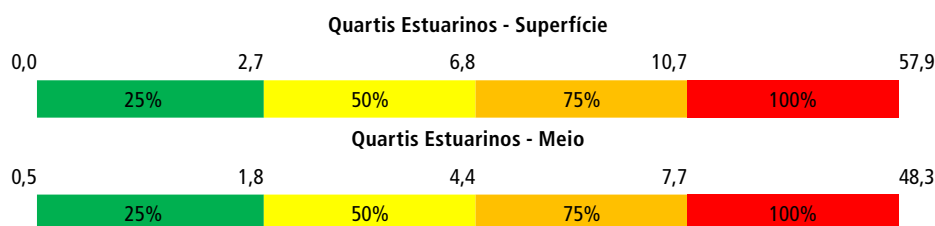
Bricker *et al.* (2003) propuseram uma classificação para ambiente estuarino dividindo o estado trófico em quatro classes, e, assim como a classificação de Hakanson (1994) foram levados em conta também, além de clorofila *a*, os nutrientes (nitrogênio e fósforo) (Tabela 2.7).

**Tabela 2.7** – Classes de níveis tróficos baseada nas concentrações de clorofila *a*, nitrogênio e fósforo, para ambientes estuarinos, proposta por Bricker *et al.* (2003)

Estado trófico	Clorofila <i>a</i> (µg/L)	Nitrogênio (mg/L)	Fósforo (mg/L)
Baixo	5<L	0<L<0,1	0<L<0,01
Médio	5<M<20	0,1<M<1,0	0,01<M<0,1
Alto	20<H<60	H>1,0	H>0,1
Hipereutrófico	>60		

No que se refere ao ambiente estuarino pode-se observar resultados superiores aos do ambiente marinho. Os resultados dos quartis 25%, 50% e 75% dos resultados de 2004 a 2011 do ambiente estuarino, incluindo os projetos de Águas Costeiras, encontram-se na Figura 2.4.

**Figura 2.4** – Resultados dos quartis 25%, 50% e 75% para clorofila *a*, ambiente estuarino (superfície e meio)



Considerando o conjunto de dados dos monitoramentos realizados assim como a classificação proposta por Bricker *et al.* (2003) foi desenvolvida uma classificação, apresentada na Figura 2.5.

**Figura 2.5** – Proposta de classificação do ambiente estuarino com base nas concentrações de clorofila *a*

ESTUÁRIO	
Estado Trófico	Clorofila <i>a</i> µg/L
Oligotrófico	CL<3
Mesotrófico	3<CL<10
Eutrófico	10<CL<30
Supereutrófico	CL>30

Os valores máximos do estado mesotrófico (2,50 µg/L, para ambiente marinho e 10,0 µg/L, para ambiente estuarino) foram utilizados para compor o Índice de Qualidade de Águas Costeiras.



### 2.2.3 Microalgas (fitoplâncton)

Para análise de fitoplâncton foram coletadas amostras superficiais em galões totalizando um volume de 10 litros. Uma alíquota foi retirada para análise quantitativa e o restante da amostra foi filtrada em rede de 20µm para análise qualitativa.

Para análise quantitativa, as amostras foram acondicionadas em frascos de vidro âmbar de 150 mL e preservadas com solução de Lugol, segundo Norma Técnica CETESB L5.303 (2012). Em laboratório foram preparadas câmaras de sedimentação segundo o método de Utermöhl (1958) e os organismos foram identificados e contados com auxílio de microscópio invertido Zeiss (aumento de 400x).

Para a análise qualitativa, a amostra concentrada foi preservada com formaldeído 40%, com concentração final de 2%. As análises foram realizadas pela observação de ao menos 10 transectos em câmara de Utermöhl. Foram utilizadas diversas fontes de referência para a identificação dos organismos, como livros, teses e artigos.

## 2.3 Índices de Qualidade de Sedimento

### 2.3.1 Índice de qualidade ecotoxicológica do sedimento

A Tabela 2.8 apresenta as faixas de classificação para os resultados ecotoxicológicos, onde as amostras que não apresentam diferença significativa em relação ao controle, ou seja, ausência de toxicidade, são classificadas como Ótimas. Por outro lado, nas amostras com toxicidade significativa, a intensidade dos efeitos observados, isto é, a porcentagem de mortalidade nos ensaios com *Grandidierella bonnieroides*, foi utilizada para definir a classificação da amostra entre Ruim e Péssimo.

**Tabela 2.8** – Classificação das amostras de acordo com os resultados ecotoxicológicos

CLASSIFICAÇÃO	<i>Grandidierella bonnieroides</i>
Ótimo	Não tóxico <sup>(a)</sup>
Ruim	Mortalidade <50% <sup>(b)</sup>
Péssimo	Mortalidade ≥50%

(a) Não apresenta diferença significativa em relação ao controle.

(b) Mortalidade inferior a 50%, porém apresentando diferença significativa em relação ao controle

### 2.3.2 Índice de qualidade microbiológica de sedimento costeiro (IQMSC)

Para a avaliação da qualidade microbiológica de sedimentos usualmente é realizada a pesquisa e quantificação de *Clostridium perfringens* e de coliformes termotolerantes.

Os coliformes termotolerantes são os microrganismos de primeira escolha para avaliação da poluição de origem fecal no ambiente, uma vez que são constituídos predominantemente pela bactéria

*Escherichia coli*, considerada atualmente o indicador mais adequado. Os clostrídios, também constituintes da flora fecal humana e de animais de sangue quente, são considerados importantes indicadores biológicos e a sua presença pode ser natural ou causada por descargas de origem antrópica. Por serem microrganismos produtores de esporos são capazes de resistir por muito mais tempo no ambiente em comparação aos coliformes termotolerantes. *Clostridium perfringens* é usado como indicador de poluição fecal remota. Sabe-se que a concentração dessa espécie diminui com a profundidade e com a distância das fontes de esgoto.

Nesse monitoramento, esses indicadores foram analisados pela Técnica de Tubos Múltiplos, e, portanto, as concentrações nas amostras de sedimento são expressas em “Número Mais Provável” (NMP) por 100 gramas de amostra. A interpretação dos resultados pode ser de difícil compreensão já que não existem padrões ou valores orientadores para microrganismos nesse compartimento, e *C. perfringens* tem sido sempre detectado em concentrações bastante elevadas em todas as amostras de sedimento. Assim, a fim de interpretar essa informação, foi elaborada uma proposta tentativa de classificação em cinco categorias utilizando-se os resultados obtidos desde 2006 em várias regiões do litoral. Para a definição das classes foram levadas em consideração algumas características das regiões do litoral, como o nível de impacto (baixo impacto: Cocanha e Mar de Cananeia; médio impacto: Saco da Ribeira e Canal de São Sebastião; alto impacto: Canal de Santos, Canal de São Vicente e Canal de Bertioga), a qualidade dos compartimentos água e sedimento nessas regiões e a presença de descargas de esgoto doméstico. Essa análise associada ao conjunto de resultados de quatro anos de monitoramento permitiu construir a proposta de classificação. A Figura 2.6 apresenta esta classificação.

**Figura 2.6** – Classificação para os parâmetros microbiológicos (em NMP)

CATEGORIA	CTt	<i>Clostridium perfringens</i>
ÓTIMA	≤ 200	≤ 10.000
BOA	≤ 500	≤ 50.000
REGULAR	≤ 1.000	≤ 100.000
RUIM	≤ 10.000	≤ 500.000
PÉSSIMA	> 10.000	> 500.000

CTt: coliformes termotolerantes

## 2.4 Rede de Águas Costeiras

Para atender à avaliação da qualidade das águas litorâneas do estado de São Paulo, a CETESB possui redes específicas de monitoramento da água do mar, de acordo com seu uso principal:

- **Balneabilidade** e qualidade dos cursos-d’água afluentes às praias, para verificação da qualidade da água para fins de recreação de contato primário como natação, mergulho etc.<sup>1</sup>;

1 Os resultados de balneabilidade e qualidade dos cursos-d’água encontram-se no Relatório de Qualidade das Praias Litorâneas no Estado de São Paulo – 2018.

- **Rede de águas costeiras**, para verificação da qualidade da água para outros fins como portos, maricultura, lançamento de efluentes domésticos e industriais, áreas de proteção ambiental etc.

A rede de qualidade das águas salinas e salobras, denominada Rede Costeira, foi criada em 2010 com o intuito de monitorar a qualidade das águas para esses outros usos. Esse foi o ponto de partida para a escolha das atuais 20 áreas (66 pontos) de amostragem distribuídas pelo litoral (Tabela 2.9), cuja água será monitorada continuamente com o objetivo de se fazer um diagnóstico a partir do acompanhamento dos resultados ao longo dos anos. Essas áreas foram selecionadas a partir de pontos de outros programas de monitoramento costeiro anteriores e também com a inclusão de novos locais de interesse ambiental em razão dos usos e atividades potencialmente poluidoras nessas regiões.

**Tabela 2.9** – Pontos de monitoramento das águas salinas e salobras por município

UGHRI/ Região	MUNICÍPIO	BALNEABILIDADE	CURSOS-D'ÁGUA	REDE COSTEIRA
3 Litoral Norte	Ubatuba	26	67	9
	Caraguatatuba	15	29	9
	São Sebastião	30	85	8
	Ilhabela	19	45	-
7 Baixada Santista	Bertioga	9	75	6
	Guarujá	12	41	4
	Cubatão	1	-	3
	Santos	7	8	7
	São Vicente	6	9	3
	Praia Grande	12	145	4
	Mongaguá	7	23	-
	Itanhaém	12	38	3
	Peruíbe	6	29	4
11 Litoral Sul	Iguape	1	-	3
	Ilha Comprida	4	18	-
	Cananeia	-	-	3
<b>Total</b>		<b>167</b>	<b>612</b>	<b>66</b>

Para a determinação de cada um dos pontos de amostragem após a escolha da área a ser monitorada, foi realizada uma primeira visualização do local a partir das imagens do Google Earth, de onde foram extraídas as coordenadas geográficas. Em campo, com o uso de GPS, esses pontos foram localizados e analisados quanto à viabilidade de realização de coleta de água e sedimento para então serem incluídos em definitivo na rede.

Muitos dos locais escolhidos encontram-se na foz dos principais rios litorâneos, cujo objetivo é detectar alguma influência das águas desses rios na região costeira. As distâncias dos locais de amostragens variam

de 1 a 3 km da costa, exceção feita aos emissários de Santos e do Guarujá (aproximadamente 4 km da costa) em profundidades em torno de 10 metros em média. Os Mapas 2.1, 2.2 e 2.3 mostram as áreas e os pontos de amostragem nas três UGRHs do litoral.

O Canal de Piaçaguera foi incluído em 2014 nas áreas de monitoramento da Rede Costeira dada sua função de escoamento da produção de algumas indústrias de Cubatão, bem como por receber as contribuições da cidade por meio dos rios. Em 2015, com base nas cartas náuticas e no comportamento histórico do ponto 3 do Canal de Santos, optou-se por transferir esse ponto para a área do Canal de Piaçaguera.

Portanto, em 2015, o ponto 3 do Canal de Santos foi realocado e agora faz parte da área do Canal de Piaçaguera. O ponto 4 do Canal de Santos, introduzido recentemente, quando passou a ser o terceiro ponto desse canal. Essa mudança reflete uma adequação aos limites geográficos de cada área na figura das cartas náuticas. Além disso, notou-se que a qualidade do ponto 3 do Canal de Santos apresentou resultados mais parecidos com os encontrados no Canal de Piaçaguera, fator esse que acabou corroborando a ideia de mudança.

Das 20 áreas monitoradas na Rede de Qualidade das Águas Costeiras (RC) seis estão localizadas em regiões estuarinas que correspondem às águas salobras. As outras 14 que correspondem às águas salinas, podem ser subdivididas em dois grupos: aquelas próximas à foz de rios de volume significativo ou que deságuam em baías que são seis e oito áreas predominantemente marinhas (Tabela 2.10).

**Tabela 2.10** – Subgrupos das Áreas de monitoramento (continua)

		Código	Área	Município
Águas Salinas	Áreas marinhas próximas à foz dos rios	BIRC	Baía de Itaguá	Ubatuba
		BCRC	Baía de Caraguatatuba	Caraguatatuba
		BURC	Barra do Una	São Sebastião
		IGRC	Rio Itaguapé	Bertioga
		ITRC	Rio Itanhaém	Itanhaém
		PERC	Rio Preto	Peruíbe
	Áreas marinhas	PIRC	Picinguaba	Ubatuba
		SRRC	Saco da Ribeira	Ubatuba
		TARC	Tabatinga	Caraguatatuba
		CORC	Cocanha	Caraguatatuba
		SSRC	Canal de São Sebastião	São Sebastião
		EGRC	Emissário do Guarujá	Guarujá
		ESRC	Emissário de Santos	Santos
		PGRC	Emissário de Praia Grande	Praia Grande

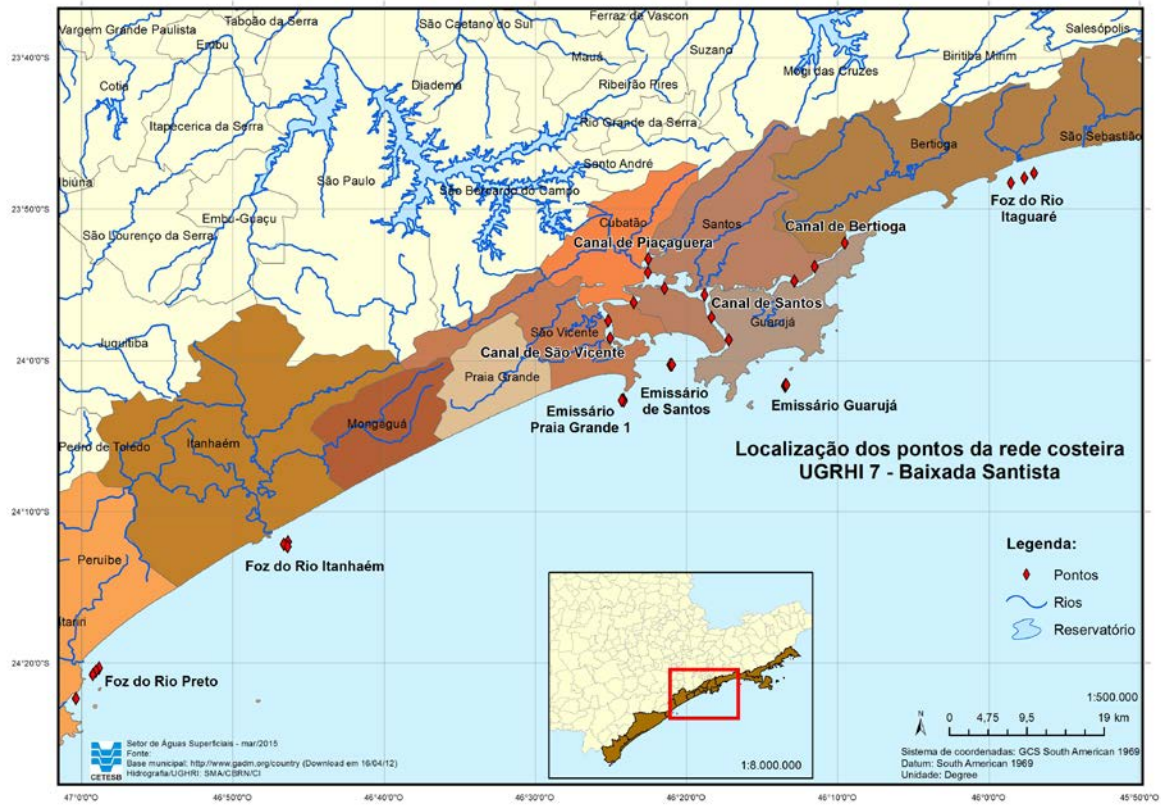
Tabela 2.10 – Subgrupos das Áreas de monitoramento (conclusão)

		Código	Área	Município
Águas Salobras	Áreas estuarinas	CBRC	Canal de Bertioga	Bertioga
		CSRC	Canal de Santos	Santos
		CPRC	Canal de Piaçaguera	Cubatão
		SVRC	Canal de São Vicente	São Vicente
		MPRC	Mar Pequeno	Iguape
		MCRC	Mar de Cananeia	Cananeia

Mapa 2.1 – Áreas do monitoramento da Rede Costeira no Litoral Norte



Mapa 2.2 – Áreas do monitoramento da Rede Costeira na Baixada Santista





**Mapa 2.3 – Áreas do monitoramento da Rede Costeira no Litoral Sul**

Cada ponto de água é amostrado em três profundidades: superfície, meio e fundo, para que seja possível uma análise de toda a coluna de água. A Tabela 2.11 mostra as profundidades de cada ponto do monitoramento.

Tabela 2.11 – Profundidade dos pontos de amostragem da Rede Costeira

LITORAL NORTE				BAIXADA SANTISTA				LITORAL SUL			
Área	Ponto	Profundidades (em metros)		Área	Ponto	Profundidades (em metros)		Área	Ponto	Profundidades (em metros)	
		Meio	Fundo			Meio	Fundo			Meio	Fundo
Picinguaba	1	6	12	Canal de Bertioga	1	1,5	3	Mar de Cananeia	1	1	2
	2	7	13		2	2	5		2	3	6
	3	8	15		3	4,5	9		3	4	8
Baía de Itaguá	1	4	7	Canal de Santos	1	2	4	Mar Pequeno	1	2,5	5
	2	4	7		2	1	3		2	0,5	1
	3	6	11		3	2	4		3	2	4
Saco da Ribeira	1	1	2	Canal de Piaçaguera	1	0,5	1				
	2	2	4		2	4	8				
	3	3	6		3	5	11				
Tabatinga	1	1,5	3	Canal de São Vicente	1	2	4				
	2	1,5	3		2	1	2				
	3	1,5	3		3	1	2				
Cocanha	1	1,5	3	Emissário Guarujá	1	7	14				
	2	2	4		2	7	14				
	3	2,5	5		3	7	14				
			4		7	14					
Baía de Caraguatatuba	1	3	6	Emissário Santos	1	5	11				
	2	4	8		2	5	10				
	3	4	7		3	5	10				
			4		6	11					
Canal de São Sebastião	1	17	29	Emissário Praia Grande 1	1	6	12				
	2	12	23		2	6	12				
	3	8	16		3	7	13				
	4	1	2		4	7	13				
	5	1,5	3								
Barra do Una	1	5	9	Rio Itanhaém	1	4	8				
	2	5	9		2	4	8				
	3	3	5		3	4	8				
Foz Rio Itaguapé	1	5	10	Rio Preto	1	3	5				
	2	5	10		2	3	5				
	3	5	9		3	2	4				
			4		1,5	3					

Água marinha

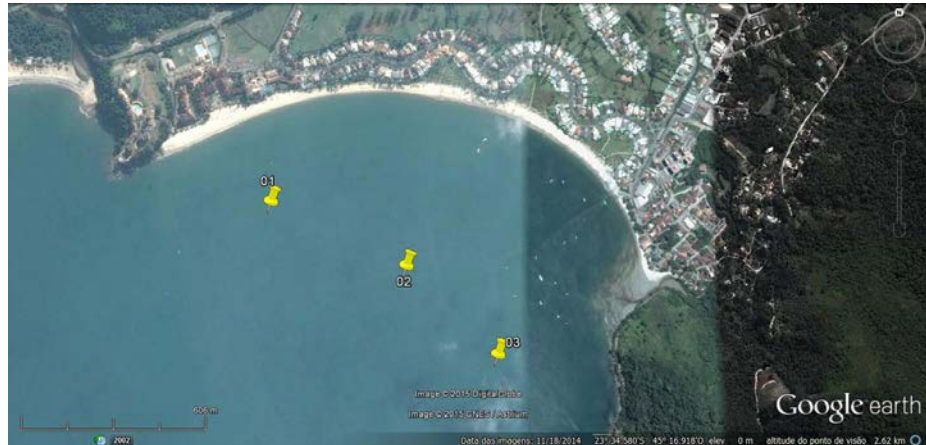
Água salobra

No Apêndice 1, encontram-se as coordenadas e a caracterização de todos os pontos de amostragem. A Figura 2.7 mostra a localização dos pontos de amostragem, em cada uma das áreas monitoradas.



**Figura 2.7** – Localização dos pontos de amostragem da rede costeira**PICINGUABA****BAÍA DE ITAGUÁ****SACO DE RIBEIRA**

**TABATINGA**



**COCANHA**



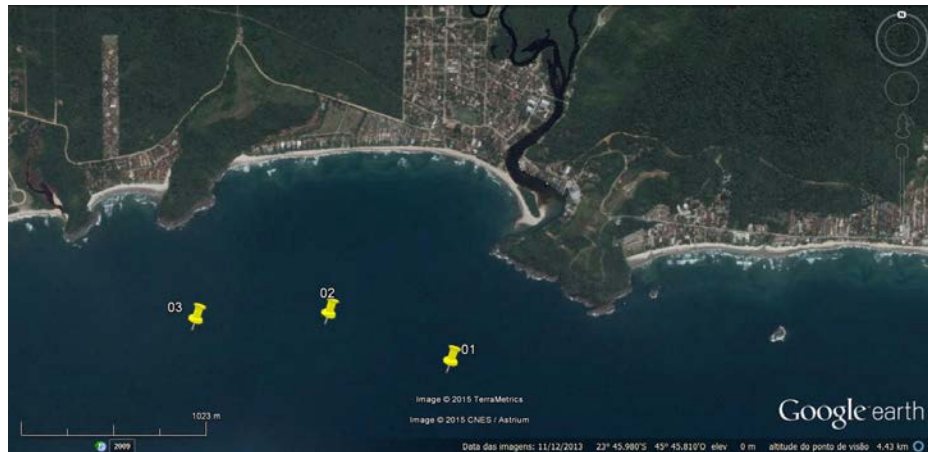
**BAÍA DE  
CARAGUATATUBA**



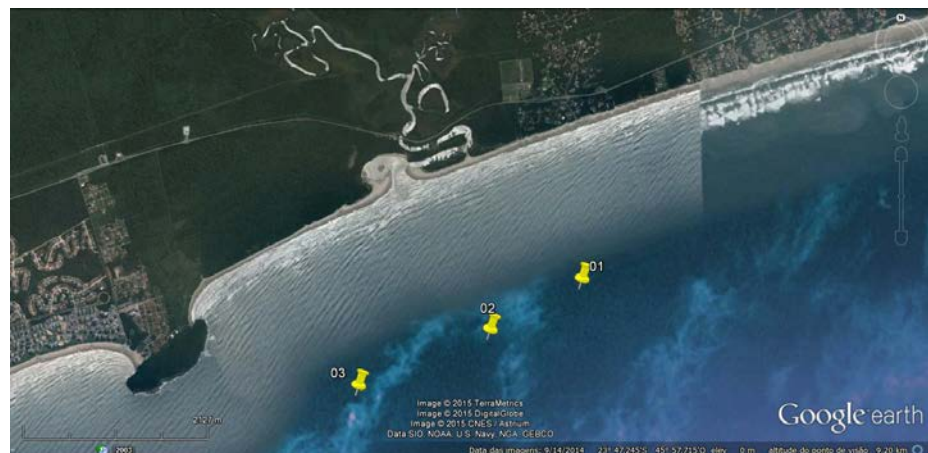
**CANAL DE  
SÃO SEBASTIÃO**



**BARRA DO UNA**

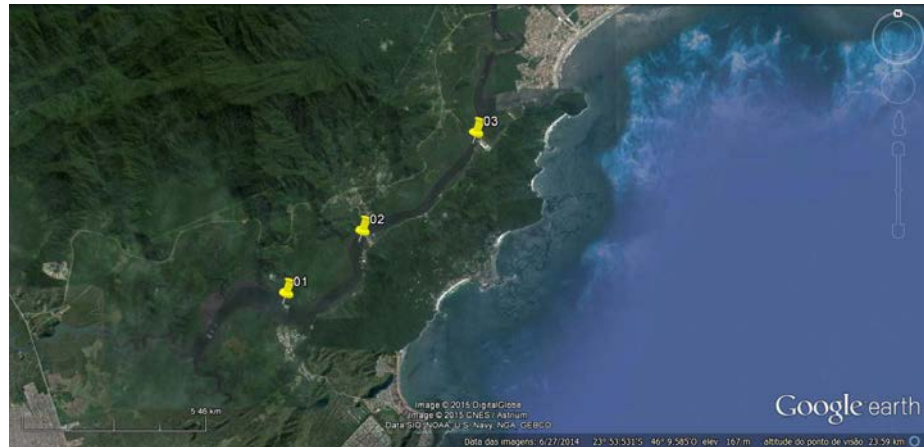


**FOZ DO RIO  
ITAGUARÉ**





**CANAL DE BERTIOGA**



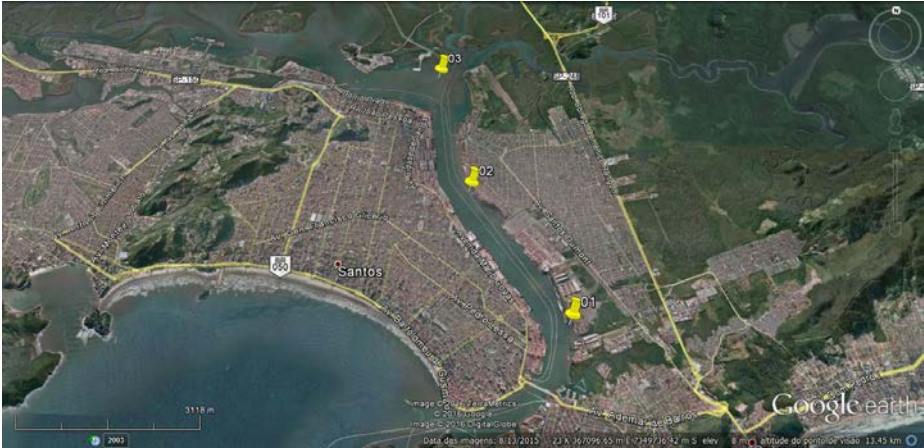
**EMISSÁRIO DO GUARUJÁ**



**CANAL DE PIAÇAGUERA**



CANAL DE SANTOS



CANAL DE SÃO VICENTE

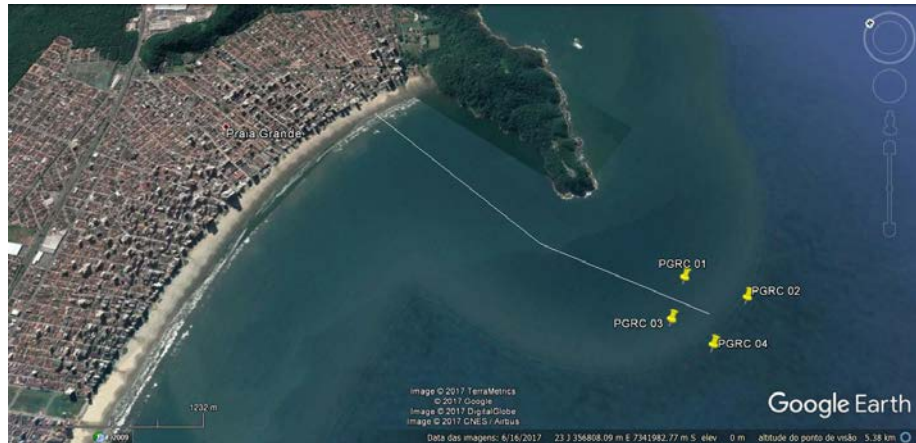


EMISSÁRIO DE SANTOS





**EMISSÁRIO  
DE PRAIA GRANDE I**



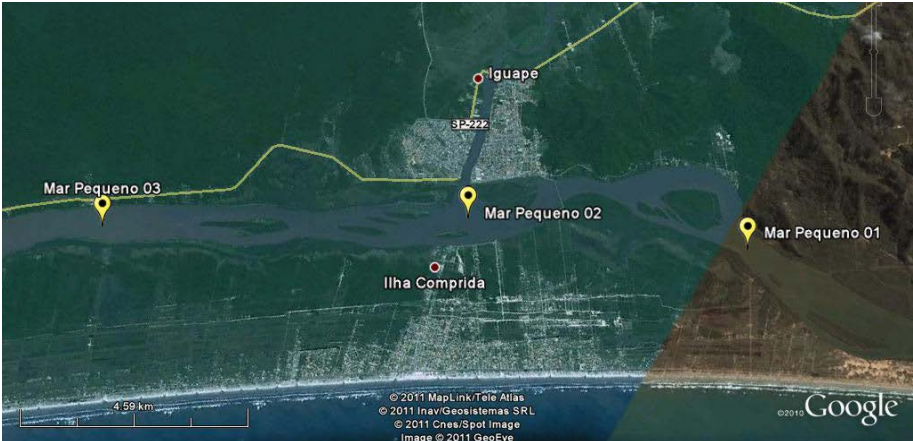
**FOZ DO  
RIO ITANHAÉM**



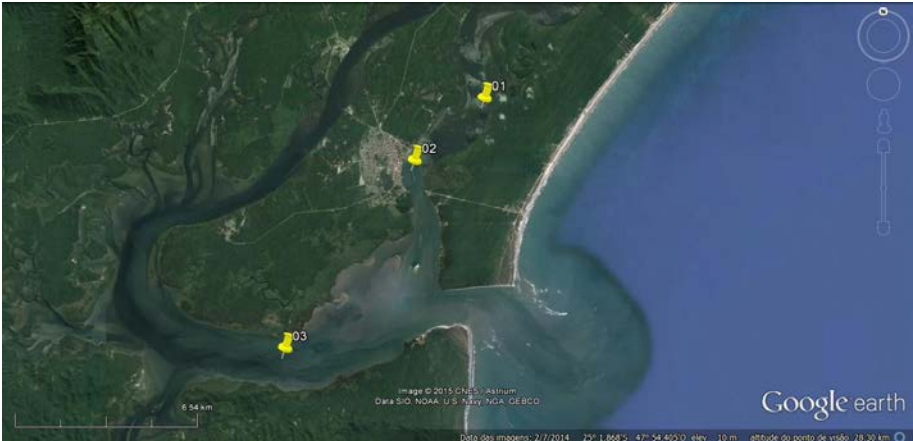
**FOZ DO  
RIO PRETO**



MAR PEQUENO



MAR DE CANANEIA







## 3 • Qualidade das Águas Salinas e Salobras e Sedimentos: Índices e Resultados

Neste capítulo são apresentadas as tabelas resumo e a discussão dos resultados de qualidade de água e sedimento obtidos no monitoramento. Além disso, são analisados diversos índices calculados para cada compartimento. As planilhas com os dados brutos encontram-se no Apêndice 1.

Os resultados serão comparados aos padrões de qualidade da Classe 1 para águas salinas e salobras conforme estabelecido na Resolução CONAMA nº 357/2005 e seu artigo 42 por não terem sido ainda objeto de enquadramento.

Para a interpretação integrada dos resultados de água empregou-se um índice de qualidade de água desenvolvido no Canadá para a avaliação de corpos-d'água, que se utiliza da ocorrência de não conformidades de parâmetros selecionados em relação a um valor de referência em um universo de amostragens realizadas. Para esse índice (IQAC) foram selecionados nove parâmetros. Classifica as águas em cinco categorias de acordo com a qualidade observada: Ótima, Boa, Regular, Ruim e Péssima. A descrição completa do índice encontra-se no Capítulo 1.

Também é apresentado o Índice de Estado Trófico Costeiro (IETC), que descreve a condição de eutrofização da água com base na concentração de clorofila.

Os resultados de sedimento serão comparados com os valores de referência do Canadá (CCME, 2002) para os HPAs e metais e valores de referência adotados pela CETESB para nutrientes conforme detalhado na metodologia.

Para os sedimentos foram empregados dois índices, o de qualidade microbiológica que resultou na classificação desse compartimento em cinco categorias: Ótima, Boa, Regular, Ruim e Péssima e ecotoxicológica em três categorias: Ótima, Ruim e Péssima.

Problemas operacionais tanto em laboratório quanto em campo podem impedir alguma determinação ou gerar alguma restrição analítica quanto aos resultados. Nota-se que alguns grupos de substâncias são avaliados somente uma vez por ano como os metais em água. A seguir são apresentadas considerações referentes às coletas e aos resultados analíticos das amostras de água e sedimento da rede costeira obtidas em 2018.

Com relação aos ensaios ecotoxicológicos realizados na água com *Vibrio fischeri*, todas as amostras tiveram resultado >81,9% o que significa que nenhuma amostra apresentou toxicidade aguda para a referida bactéria nas condições do teste.

### Amostras de água:

O limite de quantificação (LQ) da maior parte das análises para o fósforo total, nitrogênio amoniacal e o grupo dos metais (exceto boro) esteve acima dos padrões legais. Optou-se por considerar esse o valor de LQ mais alto como o "limite legal" para efeito do cálculo do IQAC e avaliação de não conformidades.

O mesmo problema foi observado para quase todos os metais. Nesse caso não se pode considerar um limite maior em virtude do potencial tóxico aumentar muito com baixíssimas concentrações e devido à amplitude da diferença entre o limite legal e o LQ. Dessa forma não serão avaliados os resultados de metais em água.

As águas costeiras (salinas) apresentam uma concentração natural de boro muito próxima do limite legal, que é 10 vezes superior ao limite para regiões estuarinas (águas salobras) de forma que não conformidades desse parâmetro são comuns e não necessariamente fruto de uma contaminação de fonte antropogênica.

#### Amostras de sedimento:

O litoral paulista apresenta valor de concentração basal de 9,84 mg/kg de arsênio (Quinaglia, 2006), superior ao valor orientador adotado pela CETESB (ISQG).

### 3.1 IQAC - Índice de Qualidade de Águas Costeiras

Como o IQAC utiliza os padrões de qualidade para gerar as classificações e considerando que os critérios estabelecidos na Resolução CONAMA nº 357/2005 são diferentes para águas salinas e águas salobras, o índice das seis áreas que se caracterizam por apresentarem águas salobras: Canal de Bertioga, Canal de Santos, Canal de São Vicente, Canal de Piaçaguera, Mar de Cananeia e Mar Pequeno é calculado com limites diferentes das outras áreas.

Os resultados do índice por ponto de amostragem e a média obtida para cada uma das 20 áreas estudadas encontram-se na Tabela 3.1. A maioria delas possui três pontos de amostragem, exceto as áreas de influência dos emissários com quatro e o Canal de São Sebastião com cinco pontos.

**Tabela 3.1:** Classificação dos pontos monitorados na Rede Costeira e média das áreas de acordo com o IQAC – 2018 (continua)

Classificação - IQAC 2018					Local de amostragem	MÉDIA	(% de amostras não conformes por parâmetro)
1	2	3	MÉDIA				
Picinguaba	99	99	93	97	Enterococos (6%)		
Baía de Itaguá	93	99	99	97	Clorofila a (8%)		
Saco da Ribeira	99	99	93	97	Fósforo (6%)		
Tabatinga	78	93	85	85	Fósforo (11%), N Amoniacal (6%), Enterococos (11%), Clorofila (17%)		
Cocanha	93	93	85	90	Fósforo(12%), N Amoniacal (6%), Enterococos (6%)		
Baía de Caraguatatuba	85	85	85	85	Clorofila (67%), OD (17%)		
Barra do Una	78	92	93	88	OD (22%), N Amoniacal (6%), Clorofila (17%)		
Rio Itaguaré	92	93	85	90	OD (18%), COT (11%), Clorofila (8%)		

**Tabela 3.1:** Classificação dos pontos monitorados na Rede Costeira e média das áreas de acordo com o IQAC – 2018 (conclusão)

Classificação - IQAC 2018					Local de amostragem	MÉDIA	(% de amostras não conformes por parâmetro)
1	2	3	MÉDIA				
Canal de Bertioga	51	59	57	55	Canal de Bertioga	55	OD (44%), COT (44%), Fósforo (17%), N Amoniacal (28%), Enterococos (44%), Clorofila (42%)
Canal de Santos	60	52	74	62	Canal de Santos	62	OD (53%), COT (39%), Fósforo (56%), N Amoniacal (17%), Enterococos (50%)
Canal de Piaçaguera	44	61	74	60	Canal de Piaçaguera	60	OD (71%), COT (33%), Fósforo (83%), N Amoniacal (33%), Enterococos (17%), Clorofila (25%)
Canal de São Vicente	66	51	45	54	Canal de São Vicente	54	OD (61%), COT (56%), Fósforo (89%), N Amoniacal (28%), Enterococos (33%), Clorofila (58%)
Rio Itanhaém	76	75	76	76	Rio Itanhaém	76	OD (41%), Fósforo (29%), Clorofila (100%)
Rio Preto	75	74	74	74	Rio Preto	74	OD (20%), Fósforo (50%), Enterococos (6%), Clorofila (100%)
Mar Pequeno	75	81	84	80	Mar Pequeno	80	COT (50%), Enterococos (33%), Clorofila (33%)
Mar Cananeia	76	82	92	83	Mar Cananeia	83	OD (6%), COT (61%), Clorofila (33%)

Classificação do IQAC 2018							Local de amostragem	MÉDIA	% de não conformidade por parâmetro
1	2	3	4	5					
Canal de São Sebastião	93	85	85	92	92	89	Canal de São Sebastião	89	OD (13%), Clorofila (45%)
Emissário Guarujá	83	76	75	75		77	Emissário Guarujá	77	OD (67%), Fósforo (46%), Clorofila (38%)
Emissário Santos	68	49	73	68		65	Emissário Santos	65	OD (33%), COT (8%), Enterococos (42%), Clorofila (56%)
Emissário Praia Grande	82	76	76	77		78	Emissário Praia Grande	78	OD (54%), COT (4%), Enterococos (13%), Clorofila (63%)

Legenda:

Ótima	Boa	Regular	Ruim	Péssima
≥ 95	< 95 e ≥ 80	< 80 e ≥ 65	< 65 e ≥ 45	< 45

Obs.: para o parâmetro fósforo total foi utilizado o limite de quantificação (0,07 mg/L) como referência para o cálculo do IQAC.

## 3.2 IETC - Índice de Estado Trófico

Com relação à eutrofização, nas duas campanhas realizadas em 2018, foram monitoradas 20 áreas nas quais os pontos de amostragem foram avaliados em duas profundidades (superfície e meio) e classificados segundo o Índice de Estado Trófico Costeiro (IETC). Na Tabela 3.2 são apresentados os resultados das médias das concentrações de clorofila *a* das duas profundidades por ponto, a média por campanha e a média anual, além de suas respectivas classificações pelo IETC.

**Tabela 3.2** – Valores médios de clorofila *a* ( $\mu\text{g/L}$ ) e suas classificações nos pontos monitorados de acordo com o Índice de Estado Trófico Costeiro (IETC) – primeira e segunda campanhas de 2018

Local	Ponto	1ª CAMPANHA					MÉDIA 1ª C	2ª CAMPANHA					MÉDIA 2ª C	MÉDIA ANUAL
		1	2	3	4	5		1	2	3	4	5		
Picinguaba		0,56	0,56	0,95			0,69	0,56	0,56	0,56			0,56	0,63
Baía de Itaguá		0,97	0,68	1,16			0,94	2,07	2,17	1,40			1,88	1,41
Saco da Ribeira		1,11	0,82	0,56			0,83	0,68	0,69	0,56			0,64	0,74
Tabatinga		0,85	0,81	2,16			1,27	2,18	0,94	1,40			1,50	1,39
Cocanha		1,22	0,70	0,97			0,96	0,68	0,56	0,56			0,60	0,78
Baía de Caraguatatuba		3,09	2,75	2,46			2,77	2,22	0,95	3,75			2,30	2,53
Canal de São Sebastião		1,09	2,67	2,81	3,21	1,47	2,25	0,56	2,29	1,36	1,38	5,84	2,28	2,27
Barra do Una		2,01	1,77	2,60			2,12	0,86	0,99	0,97			0,94	1,53
Rio Itaguaré		0,56	0,56	2,19			1,10	0,70	0,68	0,94			0,77	0,94
*Canal de Bertioga		11,40	8,51	5,48			8,46	1,94	20,75	12,26			11,65	10,05
Emissário do Guarujá		1,22	2,45	1,58	0,82		1,51	1,05	3,49	2,66	3,14		2,58	2,05
*Canal de Santos		4,01	2,42	5,09			3,84	1,17	1,57	2,80			1,85	2,84
Emissário de Santos		12,14	9,29	3,85	7,25		8,13	1,89	1,89	1,86	2,27		1,98	5,05
*Canal de Piaçaguera		29,13	15,45	6,90			17,16	7,03	3,44	3,19			4,55	10,85
*Canal de São Vicente		10,50	8,24	10,55			9,76	23,69	10,17	3,69			12,52	11,14
Emissário de Praia Grande - 1		9,79	5,65	6,05	5,03		6,63	2,54	2,62	1,63	2,01		2,20	4,41
Rio Itanhaém		4,58	4,15	4,08			4,27	3,52	4,81	8,78			5,70	4,98
Rio Preto		3,43	6,69	5,73	6,68		5,63	5,57	5,89	6,55	8,02		6,51	6,07
*Mar Pequeno		1,62	0,56	0,95			1,04	14,42	7,62	10,26			10,77	5,90
*Mar de Cananeia		22,79	18,98	6,89			16,22	4,71	4,14	2,47			3,77	10,00

\*ambientes estuarinos

Estado Trófico	Mar Clorofila <i>a</i> $\mu\text{g/L}$	Estuário Clorofila <i>a</i> $\mu\text{g/L}$
Oligotrófico	CL<1,00	CL<3
Mesotrófico	1,00<CL<2,50	3<CL<10
Eutrófico	2,50<CL<5,00	10<CL<30
Supereutrófico	CL>5	CL>30

### 3.3 Fitoplâncton – Microalgas Tóxicas

As microalgas são organismos microscópicos de vital importância para os ecossistemas por serem a base da cadeia alimentar, sendo que a maioria das espécies não são prejudiciais à saúde, ao meio ambiente e às atividades econômicas. Dentre as 5.000 espécies de microalgas marinhas, cerca de 300 podem ocorrer em grande número e provocar florações ou “Blooms” e apenas 80 tem a capacidade de produzir biotoxinas.

As florações de microalgas ocorrem naturalmente nos oceanos, geralmente associadas às mudanças sazonais no regime de luz solar, disponibilidade de nutrientes e condições hidrodinâmicas, que modificam a estabilidade da coluna de água (Solé *et al.*, 2005). As consequências são diminuição drástica do oxigênio dissolvido e bloqueio de luz solar, podendo prejudicar outros organismos.

As florações também podem representar um risco ao meio ambiente e à saúde pública devido ao fato de algumas espécies pertencentes ao grupo dos dinoflagelados e das diatomáceas terem a capacidade de produzir biotoxinas, que são metabólicas resistentes ao calor, não sendo eliminadas com o cozimento ou em outro tipo de processamento, podendo levar a sérias complicações à saúde.

O monitoramento das microalgas em amostras de água bruta da rede costeira foi iniciado em 2017 devido à crescente ocorrência de florações a partir de 2016.

Em junho de 2016, foi observada uma importante floração do dinoflagelado *Dinophysis*, potencialmente produtor de toxinas que causam intoxicação diarreica (*Diarrhetic Shellfish Poisoning – DSP*), sendo registrada a ocorrência de gastroenterite em pessoas que ingeriram moluscos bivalves provenientes de uma colônia de cultivo em Cocanha – Caraguatatuba. Esses registros são inquietantes do ponto de vista ecológico e com relação à saúde humana devido, principalmente, à ocorrência de florações de organismos potencialmente produtores de toxinas.

Em 2017, foram registrados três eventos importantes na região costeira. Em agosto, banhistas relataram a ocorrência de grande quantidade de espuma no mar e coloração escura nas praias do Guarujá e Peruíbe, devido ao crescimento intensivo de diatomáceas dos gêneros *Anaulus* e *Asterionellopsis* na zona de arrebentação. Em setembro, uma extensa mancha vermelha foi avistada no litoral sul, afetando várias praias e áreas de produção de moluscos bivalves. Não foi possível identificar o dinoflagelado responsável pela floração em nível de gênero, devido à dificuldade de identificação taxonômica inerente a esse grupo. Em novembro, em São Sebastião – Praia de Santiago, foi registrada uma mancha similar a óleo, porém o Centro de Biologia Marinha da USP - CEBIMar confirmou tratar-se da cianobactéria *Trichodesmium*, por análise em microscópio.

Desse modo, o objetivo principal dessa avaliação é identificar a presença de espécies potencialmente tóxicas e dependendo das densidades encontradas desencadear medidas preventivas no intuito de proteger a saúde pública.

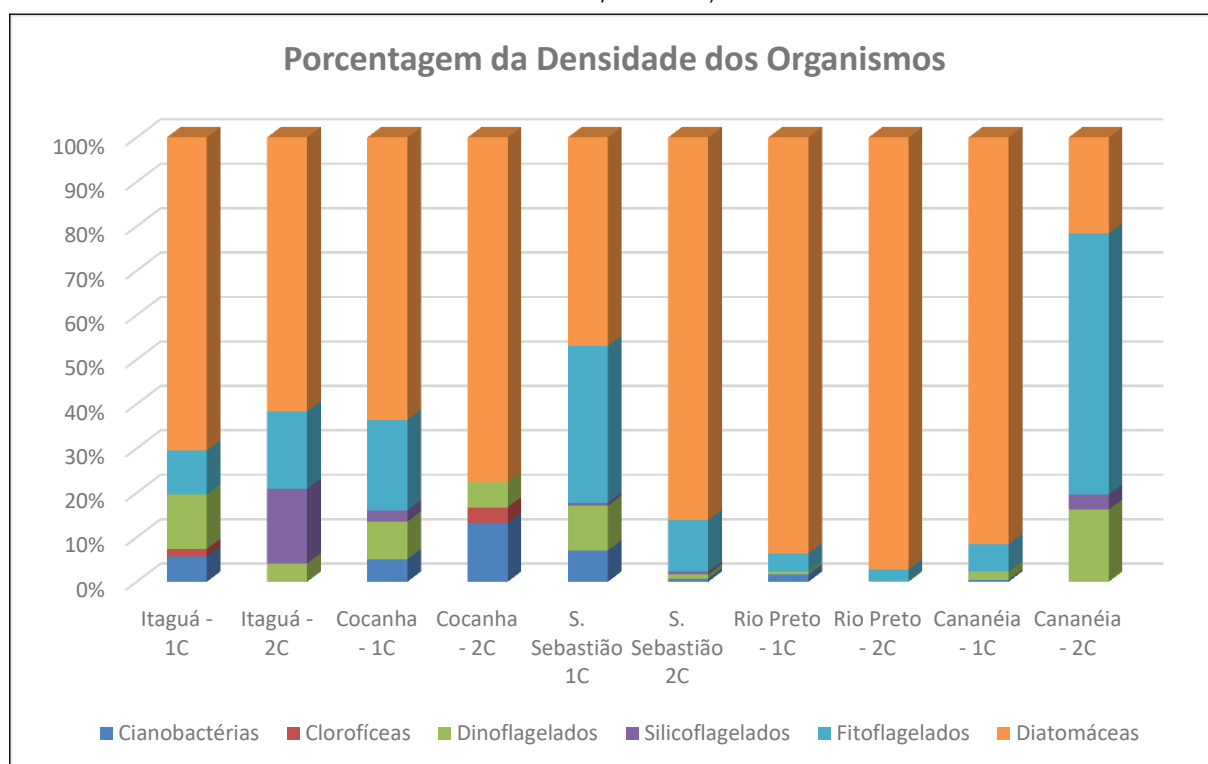
Para esse monitoramento de microalgas foram selecionadas cinco áreas, por serem áreas de cultivo ou de extrativismo de moluscos bivalves, como mexilhões e ostras.

1. Baía de Itaguá (Ubatuba) - ponto 1 (BIRC 11 011);
2. Praia da Cocanha - ponto 1 – (CORC 11 011);
3. Canal de São Sebastião - ponto 5 (SSRC 11 051);
4. Rio Preto (Peruíbe) - ponto 4 (PERC 11 041) e
5. Mar de Cananeia - ponto 3 (MCRC 21 031).

As amostragens são realizadas em superfície, semestralmente. As análises, para determinação de fitoplâncton foram quantitativas (identificação e quantificação do número de organismos na amostra de água bruta) e qualitativas (identificação, com busca ativa de organismos nocivos em amostra concentrada em rede de 20 µm).

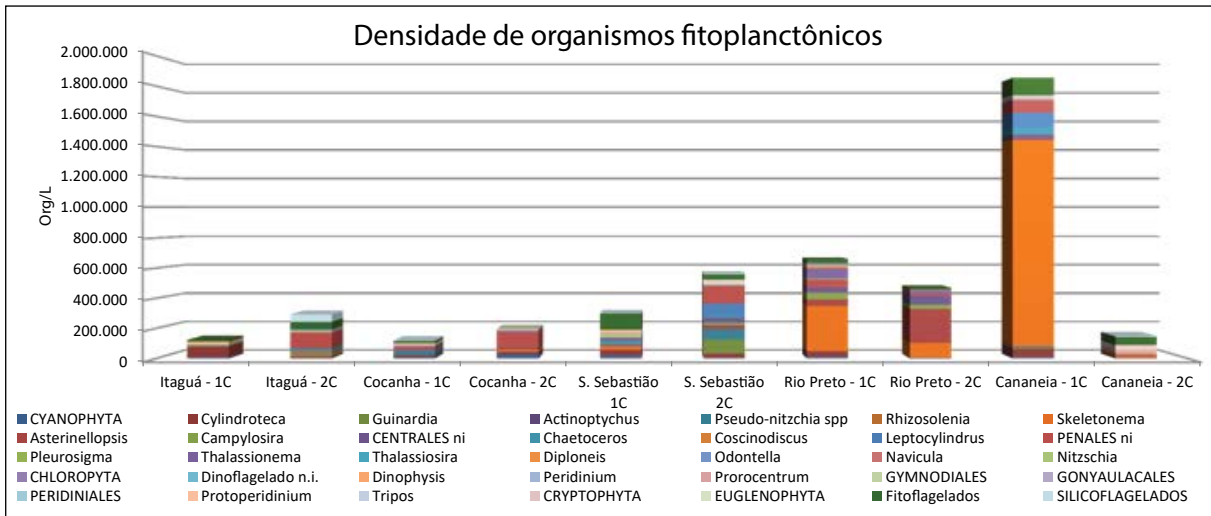
As análises das amostras mostraram que as diatomáceas foram as microalgas que mais contribuíram para a densidade total, sendo o grupo dominante em praticamente todas as amostragens, com exceção da 2ª Campanha de agosto (em Cananeia), quando foi registrada dominância de fitoflagelados. Na maioria das outras amostragens os fitoflagelados foram o segundo grupo mais importante, em termos de densidade (Gráfico 3.1). A predominância de diatomáceas é comum em ambientes marinhos (RÉ, 2005; VILLAC *et al.*, 2008).

**Gráfico 3.1** – Porcentagem da densidade de organismos fitoplanctônicos por grupos nos pontos amostrados na primeira e na segunda campanha no ano de 2018. 1C: Primeira Campanha (abril, maio, junho); 2C: Segunda Campanha (agosto, setembro, novembro)



As maiores densidades de microalgas no Litoral Norte (Itaguá, Cocanha e São Sebastião) foram obtidas na 2ª Campanha, já na Baixada Santista e Litoral Sul (Rio Preto e Cananeia) foram registradas na 1ª Campanha. O maior valor foi obtido em Cananeia (1.855.000 org.L<sup>-1</sup>, 1C) e o menor na Cocanha (118.000 org.L<sup>-1</sup>, 1C) (Gráfico 3.2).

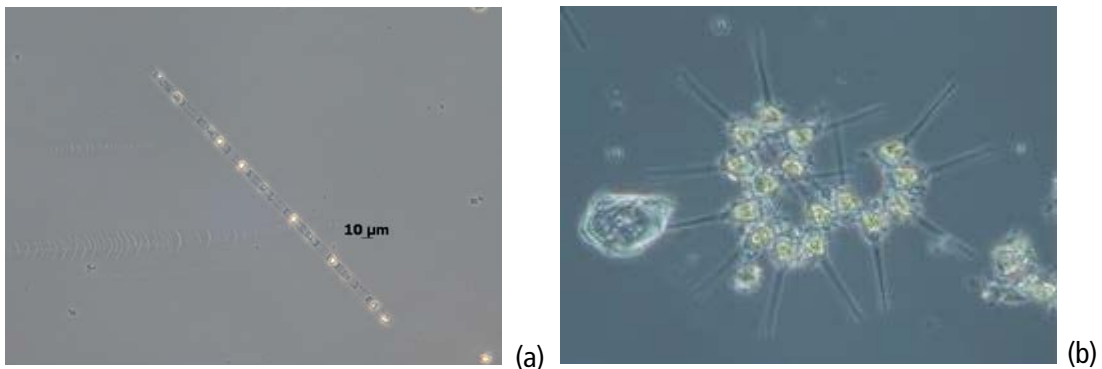
**Gráfico 3.2** – Densidades de organismos fitoplanctônicos nos pontos amostrados, nas duas campanhas, no ano de 2018



**Nota:** 1C: Primeira Campanha (abril, maio, junho); 2C: Segunda Campanha (agosto, setembro, novembro).

No gráfico 3.2 pode-se observar que na Baixada Santista e no Litoral Sul houve dominância do gênero *Skeletonema*, (Figura 3.1, Foto a) principalmente na 1ª campanha. Também houve dominância do gênero *Asterionellopsis* (Figura 3.1, Foto b) no ponto do Rio Preto na 2ª campanha. Ambos os gêneros apesar de não serem produtores de biotoxinas (PROCOPIAK *et al.*, 2006) podem causar problemas na qualidade da água, alterando a coloração e provocando espumas, quando em grandes quantidades. Elevadas densidades do gênero *Skeletonema* têm sido recorrentes em Cananeia. Em 2017, também foi registrada uma elevada densidade desses organismos na 1ª campanha.

**Figura 3.1:** Fotos dos gêneros *Skeletonema* e *Asterionellopsis*.



Fotos: Denise A. Pires e Luciana H. M. Lerche (400X)

A análise qualitativa foi realizada concentrando 10 litros de amostra em uma rede de 20 µm, com o intuito de registrar a presença de organismos potencialmente produtores de biotoxinas. Foram registradas as presenças de diatomáceas do gênero *Pseudo-nitzschia* e de dinoflagelados dos gêneros *Dinophysis* e *Prorocentrum*. (Quadro 3.1).

**Quadro 3.1:** Presença de microalgas potencialmente produtoras de biotoxinas nas análises qualitativas 2018

	Baía de Itaguá		Cocanha		São Sebastião		Rio Preto		Cananeia	
	1C	2C	1C	2C	1C	2C	1C	2C	1C	2C
Campanhas amostrais	1C	2C	1C	2C	1C	2C	1C	2C	1C	2C
Data da coleta	08.05.18	07.08.18	26.06.18	06.12.18	17.04.18	12.09.18	06.06.18	06.11.18	04.04.18	22.08.18
<b>DIATOMÁCEA</b>										
<i>Pseudo-nitzschia</i> spp	-	X	X	X	-	X	-	X	X	-
<b>DINOFLAGELADO</b>										
<i>Dynophysis</i>	X	X	X	X	X	-	-	-	X	X
<i>Prorocentrum</i>	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X

x : presença / - : ausência

As diatomáceas do gênero *Pseudo-nitzschia*, potencialmente nocivas por serem produtoras de ácido domóico, agente causador da *Amnesic Shellfish Poisoning* (ASP, ou Intoxicação Amnésica por Moluscos, TRAINER *et al.*, 2012), foram quantificadas em todos os pontos amostrados em pelo menos uma campanha, sendo o maior valor encontrado em novembro (69.000 org.L<sup>-1</sup>), no ponto de São Sebastião. Verificou-se em 2018 um aumento da quantificação desses organismos, tanto em densidades de organismos, o maior valor encontrado em 2017 foi 36.000 org.L<sup>-1</sup>, quanto em relação à quantidade de pontos nos quais foram encontrados: em 2017 foram verificados em três pontos (Baía de Itaguá, São Sebastião e Cananeia).

Os dinoflagelados do gênero *Prorocentrum*, (Figura 3.1, Foto a) potencialmente nocivos por serem produtores de toxinas DSP (Toxina diarreica), foram encontrados em todas as amostragens. Sua presença na amostra de água bruta, na qual foi possível sua quantificação, ocorreu nos pontos Cocanha, São Sebastião, Rio Preto e Cananeia, com valores que variaram de 1.000 a 16.000 org.L<sup>-1</sup>.

Os dinoflagelados do gênero *Dinophysis*, (Figura 3.1, Foto b) também potencialmente nocivos, produtores de DSP, (MIOTTO & TAMANAHA, 2012), estiveram presentes nas amostras de praticamente todos os pontos, com exceção do situado no Rio Preto. Esse gênero foi registrado, e quantificado, na amostra bruta da Baía de Itaguá (2.000 org.L<sup>-1</sup> na 1C) e de Cananeia (2.000 org.L<sup>-1</sup> na 1C e 7.000 org.L<sup>-1</sup> na 2C).

Em 2018, também foram registradas ocorrências importantes do ponto de vista da balneabilidade. Foram constatadas elevadas densidades de diatomáceas do gênero *Anaulus* em Guarujá e Bertioga nos meses de maio e julho, respectivamente. Nessas ocasiões, banhistas avistaram uma mancha escura na água do mar e entraram em contato com a CETESB e a Sabesp. As análises dessas amostras evidenciaram dominância de *Anaulus*, que, por pertencer ao grupo das diatomáceas, apresenta carapaça de sílica que pode provocar irritação dérmica em pessoas expostas pela recreação de contato primário.



## 3.4 Índices de Qualidade dos Sedimentos e Granulometria

### 3.4.1 Classificação ecotoxicológica dos sedimentos

Como não existem padrões de qualidade de sedimentos na legislação brasileira, a CETESB utiliza, no caso de substâncias tóxicas, os critérios de qualidade do CCME (ISQG ou TEL e PEL) e para as concentrações de outras substâncias como nutrientes adota alguns valores de referência propostos pela CETESB baseados em bibliografia e resultados dos monitoramentos realizados na zona costeira (BERBEL, 2008). Para os relatórios futuros estão sendo discutidas novas metodologias e alternativas de classificação da qualidade dos sedimentos costeiros que poderão integrar este estudo tornando-o mais representativo.

A Tabela 3.3 mostra a classificação dos sedimentos das áreas monitoradas com os ensaios ecotoxicológicos, totalizando 65 amostras. Ressalta-se que em 2018 foi realizado apenas o ensaio agudo com o anfípodo *Grandidierella bonnieroides* no primeiro semestre.

**Tabela 3.3** - Qualidade ecotoxicológica dos sedimentos em 2018

Regiões	Área	Amostras	1ª campanha 2018 (ensaio agudo)				
			1	2	3	4	5
Litoral Norte	Pinguaba						
	Baía de Itaguá						
	Saco da Ribeira						
	Baía de Caraguatatuba						
	Tabatinga						
	Cocanha						
	Canal de São Sebastião						
	Barra do Una						
Baixada Santista	Rio Itaguapé						
	Canal da Bertioga						
	Emissário do Guarujá						
	Emissário de Santos						
	Canal de Santos						
	Canal de São Vicente						
	Canal de Piaçaguera						
	Emissário de Praia Grande 1						
	Rio Itanhaém						
	Rio Preto						
Litoral Sul	Mar Pequeno						
	Mar de Cananeia						

Critérios Ecotoxicológicos:

Ótima

Ruim

Péssima

Não Tóxico <sup>(a)</sup>

< 50% <sup>(b)</sup>

≥ 50%

<sup>(a)</sup> não apresenta diferença significativa em relação ao controle

<sup>(b)</sup> mortalidade inferior a 50% com diferença significativa em relação ao controle

### 3.4.2 Classificação microbiológica dos sedimentos

A Tabela 3.4 mostra a classificação do sedimento de acordo com critérios microbiológicos. Para isso foram utilizados dois indicadores de contaminação fecal: coliformes termotolerantes, que indicam contaminação fecal recente, e os *Clostridium perfringens*, que indicam contaminação fecal remota.

**Tabela 3.4:** Classificação dos pontos monitorados na Rede Costeira de acordo com o critério microbiológico – primeira e segunda campanhas de 2018

Campanha 1 - 2018		1		2		3		4		5	
Ponto	coliformes termotolerantes (NMP/100g)	<i>Clostridium perfringens</i> (NMP/100g)	coliformes termotolerantes (NMP/100g)	<i>Clostridium perfringens</i> (NMP/100g)	coliformes termotolerantes (NMP/100g)	<i>Clostridium perfringens</i> (NMP/100g)	coliformes termotolerantes (NMP/100g)	<i>Clostridium perfringens</i> (NMP/100g)	coliformes termotolerantes (NMP/100g)	<i>Clostridium perfringens</i> (NMP/100g)	
Pinguaba	18	2.300	18	2.300	18	1.300					
Baía de Itaguá	18	4.900	20	7.900	18	3.300					
Saco da Ribeira	78	3.300	18	3.300	18	17.000					
Tabatinga	1.700	170	3.500	170	5.400	330					
Cocanha	5.400	2.300	16.000	2.300	490	1.700					
Baía de Caraguatatuba	18	470	20	7.900	18	11.000					
Canal de São Sebastião	220	33.000	130	23.000	5.400	49.000	18	33000	170	23000	
Barra do Una	18	7.900	18	2.200	18	790					
Rio Itagaré	18	7.000	18	9.400	18	7.000					
Canal de Bertioiga	330	240.000	2.200	110.000	1.300	110.000					
Canal de Santos	790	13.000	790	6.300	45	49.000					
Canal de Piaçaguera	330	240.000	330	240.000	330	46.000					
Canal de São Vicente	2.200	23.000	5.400	49.000	130	49.000					
Emissário do Guarujá	93	33.000	78	33.000	130	94.000	45	330.000			
Emissário de Santos	1.300	22.000	16.000	9.400	5.400	22.000	490	1.600.000			
Emissário de Praia Grande 1	230	79.000	170	13.000	1.300	4.900	2200	7000			
Rio Itanhaém	18	170	18	110	18	40					
Rio Preto	18	460	18	45	18	7.900					
Mar Pequeno	16.000	79.000	790	220.000	700	170.000					
Mar de Cananeia	18	130.000	20	2.300	45	11.000					

Campanha 2 - 2018		1		2		3		4			
Ponto	coliformes termotolerantes (NMP/100g)	<i>Clostridium perfringens</i> (NMP/100g)	coliformes termotolerantes (NMP/100g)	<i>Clostridium perfringens</i> (NMP/100g)	coliformes termotolerantes (NMP/100g)	<i>Clostridium perfringens</i> (NMP/100g)	coliformes termotolerantes (NMP/100g)	<i>Clostridium perfringens</i> (NMP/100g)			
Pinguaba	18	330	18	170	18	210					
Baía de Itaguá	18	33.000	18	22.000	20	4.900					
Saco da Ribeira	18	23.000	20	23.000	18	49.000					
Tabatinga	330	130.000	20	1.300	330	3.300					
Cocanha	18	1.400	18	700	18	1.400					
Baía de Caraguatatuba	18	3.300	18	3.300	20	7.900					
Canal de São Sebastião	20	3.300	18	1.700	790	2.300	18	240000	18	130000	
Barra do Una	18	490	18	230	18	790					
Rio Itagaré	330	4.900	230	490	20	700					
Canal de Bertioiga	20	11.000	40	35.000	68	22.000					
Canal de Santos	460	22.000	5.400	7.900	130	22.000					
Canal de Piaçaguera	230	350.000	2.400	220.000	310	240.000					
Canal de São Vicente	490	13.000	1.100	49.000	5.400	7.900					
Emissário do Guarujá	18	3.300	20	33.000	78	33.000	45	79.000			
Emissário de Santos	160.000	130.000	160.000	920.000	35.000	790.000	1.300	170.000			
Emissário de Praia Grande 1	230	17.000	45	11.000	17.000	3.300	220	70000			
Rio Itanhaém	45	170	700	3.100	3.300	13.000					
Rio Preto	18	3.500	170	790	20	7.900					
Mar Pequeno	1.400	230.000	4.900	230.000	110	350.000					
Mar de Cananeia	220	14.000	78	2.300	18	7.900					

Legenda:

Categoria	CTt (NMP/100g)	<i>Clostridium perfringens</i> (NMP/100g)
ÓTIMA	≤ 200	≤ 10.000
BOA	≤ 500	≤ 50.000
REGULAR	≤ 1000	≤ 100.000
RUIM	≤ 10.000	≤ 500.000
PÉSSIMA	> 10.000	> 500.000

### 3.4.3 Classificação granulométrica

A Granulometria dos sedimentos das áreas estudadas é apresentada na Tabela 3.5. Os resultados do grão com maior porcentagem estão ressaltados, em cada ponto, conforme a legenda. A maioria das áreas apresenta sedimento arenoso (grãos maiores). Apenas seis áreas mostraram sedimentos mais finos em maior proporção em alguns pontos. Essas são aquelas mais propensas para reter contaminantes (Baía de Itaguá, Saco da Ribeira, Canal de São Sebastião – P3), Canal de Bertioga (P1), Canal de Santos (P3) Canal de Piaçaguera e Canal de São Vicente (P3).

**Tabela 3.5:** Resultados de Granulometria das 20 áreas por ponto, nos dois semestres de 2018 (continua)

Área	Ponto	(%) 1º Semestre - 2018			(%) 2º Semestre - 2018		
		Areia	Argila	Silte	Areia	Argila	Silte
PICINGUABA	1	82,9	9,1	8,0	94,7	0,0	5,3
	2	97,5	0,0	2,5	96,5	0,0	3,5
	3	99,5	0,0	0,5	99,4	0,0	0,6
BAÍA DE ITAGUÁ	1	43,0	18,0	39,0	46,1	14,9	39,0
	2	42,6	13,8	43,5	40,0	15,3	44,7
	3	63,0	19,2	17,8	55,4	22,9	21,7
SACO DA RIBEIRA	1	16,1	47,0	37,0	32,0	38,8	29,1
	2	20,9	46,7	32,4	18,1	49,1	32,8
	3	56,1	16,5	27,5	13,6	42,7	43,7
TABATINGA	1	84,1	0,0	15,9	78,7	3,3	18,0
	2	87,3	0,0	12,7	91,8	0,0	8,2
	3	84,6	0,0	15,4	83,6	3,7	12,8
COCANHA	1	80,2	0,6	19,2	75,5	4,0	20,5
	2	78,1	0,0	21,9	79,2	0,0	20,8
	3	82,6	0,0	17,4	86,9	0,0	13,1
B. DE CARAGUATATUBA	1	87,8	0,0	12,2	80,0	1,3	18,7
	2	71,2	0,0	28,8	71,1	0,0	28,9
	3	75,7	10,9	13,4	84,1	7,0	8,9
CANAL DE S. SEBASTIÃO	1	62,8	18,9	18,4	40,4	34,5	25,1
	2	51,9	23,5	24,6	42,6	30,0	27,5
	3	27,7	37,8	34,6	21,0	39,9	39,1
	4	51,4	25,2	23,4	76,0	6,1	17,9
	5	53,7	26,5	19,8	38,7	24,9	36,4
BARRA DO UNA	1	97,2	0,0	2,8	96,6	0,0	3,4
	2	97,0	0,0	3,0	97,0	0,0	3,0
	3	99,4	0,0	0,6	99,3	0,0	0,8
RIO ITAGUARÉ	1	97,5	0,0	2,5	96,4	0,0	3,6
	2	96,9	0,0	3,1	98,1	0,0	1,9
	3	98,4	0,0	1,6	97,9	0,0	2,1
CANAL DE BERTIOGA	1	24,7	45,2	30,1	32,9	39,4	27,7
	2	68,3	18,7	13,0	87,0	6,1	6,9
	3	84,1	8,6	7,3	77,8	11,2	11,1

**Tabela 3.5:** Resultados de Granulometria das 20 áreas por ponto, nos dois semestres de 2018 (conclusão)

Área	Ponto	1º Semestre - 2018			2º Semestre - 2018		
		Areia	Argila	Silte	Areia	Argila	Silte
CANAL DE SANTOS	1	53,3	25,6	21,1	69,2	18,5	12,3
	2	81,2	10,6	8,3	46,9	26,2	26,9
	3	21,3	44,6	34,1	38,8	31,3	30,0
CANAL DE PIAÇAGUERA	1	28,4	40,9	30,7	45,0	28,6	26,4
	2	15,4	47,9	36,7	17,1	49,5	33,5
	3	87,6	4,6	7,9	22,6	44,4	33,0
CANAL DE S. VICENTE	1	99,6	0,0	0,4	99,6	0,0	0,4
	2	100,0	0,0	0,0	100,0	0,0	0,0
	3	12,3	55,9	31,8	17,3	51,6	31,1
EMISSÁRIO DO GUARUJÁ	1	69,5	7,8	22,7	64,1	10,9	25,1
	2	56,3	18,2	25,5	46,0	18,9	35,1
	3	64,0	9,7	26,3	61,9	12,0	26,2
	4	79,5	2,8	17,6	58,8	18,9	22,3
EMISSÁRIO DE SANTOS	1	97,5	0,0	2,5	86,6	4,5	8,9
	2	96,8	0,0	3,2	94,9	0,0	5,1
	3	97,5	0,0	2,5	88,0	3,1	8,9
	4	65,7	18,9	15,5	81,5	7,4	11,1
EMISSÁRIO DE P GRANDE	1	97,8	0,6	4,6	52,1	20,0	27,9
	2	97,7	0,0	2,3	49,3	25,3	25,4
	3	98,1	0,0	1,9	93,8	0,4	5,8
	4	98,5	0,0	1,5	49,5	24,1	26,4
RIO ITANHAÉM	1	98,7	0,0	1,3	98,8	0,0	1,3
	2	98,3	0,0	1,7	98,3	0,0	1,7
	3	99,0	0,0	1,0	78,9	7,3	13,8
RIO PRETO	1	69,1	8,8	22,1	50,8	16,1	33,2
	2	97,7	0,0	2,3	97,8	0,0	2,2
	3	71,7	7,6	20,8	56,3	15,0	28,8
MAR PEQUENO	1	95,6	0,9	3,5	89,6	4,6	5,8
	2	91,2	3,1	5,7	66,1	17,5	16,4
	3	83,6	7,2	9,2	55,2	15,0	29,8
MAR DE CANANEIA	1	73,2	12,6	14,2	84,6	7,1	8,3
	2	100,0	0,0	0,0	100,0	0,0	0,0
	3	91,0	4,4	4,6	93,7	2,2	4,1

■ Arenoso ■ Argiloso ■ Siltoso

## 3.5 Avaliação da da Qualidade Ambiental da Áreas

A seguir são discutidos os resultados de qualidade de água e sedimentos obtidos em 2018 nas 20 áreas monitoradas. Algumas análises não foram realizadas por questões operacionais ou por impossibilidade de coleta das amostras ou dados. Os resultados de IQAC encontram-se na Tabela 3.1, no início deste capítulo.

### 3.5.1 Picinguaba

#### Qualidade da água

A área de Picinguaba apresentou não conformidade na qualidade da água apenas para o boro (Tabela 3.6). No entanto, em anos anteriores, apresentou outras não conformidades que comprometeram o índice de qualidade. Assim, em 2018, foi classificada como Ótima.

Em relação à eutrofização, nos três pontos e em ambas as campanhas de amostragem as concentrações de clorofila *a* (Tabela 3.2) foram semelhantes indicando baixa trofia. Segundo o IETC (Índice de Estado Trófico Costeiro), a média anual apontou ambiente Oligotrófico. No ano anterior a média anual indicou ambiente Mesotrófico. Assim, nota-se melhora na qualidade dessas águas.

**Tabela 3.6:** Médias (Aritmética e Geométrica), valores mínimos e máximos e porcentagem de não conformidades (NC) dos resultados de qualidade de água de Picinguaba

Parâmetro	Unidade	Padrão classe 1 águas salinas Res. CONAMA nº 357/05	mín	máx	% NC	Média aritmética 2018	Média aritmética 2013-2017
<b>Campo</b>							
OD	mg/L	6	6,17	7,56	0%	6,94	6,77
pH	0	6,5 a 8,5	7,38	8,27	0%	8,04	7,99
Salinidade	0		32,12	35,92		34,54	34,62
Temperatura da Água	°C		21,1	24,9		22,81	22,78
Turbidez	UNT		1	8,1		1,94	1,96
<b>Metais</b>							
Alumínio Dissolvido	mg/L	1,5	0,5	0,5	0%	0,50	0,20
Boro Total	mg/L	5	3,89	5,22	44%	4,75	3,95
Cádmio Total	mg/L	0,005	0,05	0,05	n.d	0,050	0,013
Chumbo Total	mg/L	0,01	0,1	0,1	n.d	0,10	0,03
Cobre Dissolvido	mg/L	0,005	0,05	0,05	n.d	0,05	0,02
Crômio Hexavalente	mg/L		0,004	0,004		0,004	0,004
Crômio Total	mg/L	0,05	0,1	0,1	n.d	0,10	0,04
Estanho Total	mg/L		1	1		1,00	0,33
Ferro Dissolvido	mg/L	0,3	0,5	0,5	n.d	0,50	0,20
Níquel Total	mg/L	0,025	0,100	0,100	n.d	0,100	0,04
Zinco Total	mg/L	0,09	0,10	0,10	n.d	0,10	0,04
<b>Nutrientes</b>							
Carbono Orgânico Total	mg/L	3	1	2,6	0%	1,31	2,76
Orto-fosfato Solúvel	mg/L		0,007	0,02			
Fósforo Total	mg/L	0,062	0,070	0,070	n.d	0,07	0,04
Nitrogênio Amoniacal Total	mg/L	0,4	0,1	0,5	0%	0,30	0,13
Nitrogênio Kjeldahl Total	mg/L		0,5	1,06		0,75	0,70
<b>Outros</b>							
Clorofila <i>a</i>	µg/L	2,5	0,56	1,07	0%	0,62	0,90
Fenóis Totais	mg/L	0,06	0,003	0,003	0%	0,003	0,003
<b>Microbiológicos</b>							
Enterococos	UFC/100mL	100	1	111	6%	2	2

■ Médias geométricas

n.d. - Não determinado pelo fato do limite de quantificação do método de medição ser maior do que o padrão de qualidade. Nesse caso, nas colunas mín, máx e média consta o limite de quantificação

## Qualidade dos sedimentos

Os sedimentos do local possuem granulometria predominantemente arenosa em todos os pontos, característica que indica tendência de não reter substâncias. Não foram observadas não conformidades nesta área, no ano de 2018 (Tabela 3.7).

No primeiro semestre, a avaliação ecotoxicológica dos três pontos da região de Picinguaba, com as amostras de sedimento no ensaio agudo, indicou qualidade Ótima para esse ambiente (Tabela 3.3), da mesma forma que em 2017.

Conforme o critério microbiológico, as densidades dos microrganismos indicadores de poluição fecal, coliformes termotolerantes e *Clostridium perfringens*, classificaram os três pontos como Ótimos nas duas campanhas de amostragem, assim como no ano anterior (Tabela 3.4).

**Tabela 3.7:** Médias, valores mínimos e máximos e porcentagem de não conformidades (NC) dos resultados de qualidade de sedimento de Picinguaba

Parâmetro	Unidade	Critério CCME, 2002		mín	máx	% NC (resultados acima de ISQG)	Média aritmética 2018	Média aritmética 2013-2017
<b>Nutrientes</b>								
Fósforo Total *	mg/kg	500		121	325	0,0%	181	305
Nitrogênio Kjeldahl Total *	mg/kg	1000		199	828	0,0%	404	342
Potencial Redox	mV			-56,00	29,50	-	-13	-18
<b>Orgânicos</b>								
Carbono Orgânico Total *	%	1,3		0,08	0,66	0,0%	0,3	1
Fenóis Totais	mg/kg			1,84	2,5	-	2	1
Óleos e Graxas Totais	mg/kg			350	350	-	350	457
<b>Hidrocarbonetos Arom. Polinucleares</b>		<b>ISQG</b>	<b>PEL</b>					
2-metilnaftaleno	µg/kg	20,2	201	20	20	0,0%	20	20
Acenafteno	µg/kg	6,71	88,9	6	6	0,0%	6	15
Acenaftileno	µg/kg	5,87	128	5	5	0,0%	5	5
Antraceno	µg/kg	46,9	245	20	20	0,0%	20	20
Benzo(a)antraceno	µg/kg	74,8	693	20	20	0,0%	20	20
Benzo(a)pireno	µg/kg	88,8	763	10	10	0,0%	10	10
Benzo(b)fluoranteno	µg/kg			20	20	-	20	20
Benzo(g,h,i)perileno	µg/kg			80	80	-	80	80
Benzo(k)fluoranteno	µg/kg			30	30	-	30	18
Criseno	µg/kg	108	846	20	20	0,0%	20	20
Dibenzo(a,h)antraceno	µg/kg	6,22	135	6	6	0,0%	6	21
Fenantreno	µg/kg	86,7	544	20	20	0,0%	20	20
Fluoranteno	µg/kg	113	1494	20	20	0,0%	20	20
Fluoreno	µg/kg	21,20	144	15	15	0,0%	15	18
Indeno(1,2,3-cd)pireno	µg/kg			20	20	0,0%	20	58
Naftaleno	µg/kg	35	391	20	20	0,0%	20	26
Pireno	µg/kg	153	1398	20	20	0,0%	20	20
<b>Metais</b>		<b>ISQG</b>	<b>PEL</b>					
Alumínio Total	mg/kg			2890	8544	-	4.993	5.746
Arsênio Total	mg/kg	7,24	41,6	2,3	6,11	0,0%	3,5	6
Cádmio Total	mg/kg	0,7	4,2	0,2	0,5	0,0%	0,4	0,5
Chumbo Total	mg/kg	30,2	112	2,61	11,8	0,0%	6	8
Cobre Total	mg/kg	18,7	108	4	5	0,0%	4,5	4
Crômio Total	mg/kg	52,3	160	4	16,1	0,0%	8	9
Estanho Total	mg/kg			0,6	5	-	3	5
Ferro Total	mg/kg			3380	8697	-	5.812	7.156
Mercúrio Total	mg/kg	0,13	0,7	0,01	0,01	0,0%	0,01	0,01
Níquel Total	mg/kg	15,9	42,8	1,24	6,44	0,0%	3	3
Zinco Total	mg/kg	124	271	8,04	27,40	0,0%	14	12

\* valores adotados pela CETESB, vide metodologia no capítulo 2

Os parâmetros sem as médias aritméticas dos cinco anos anteriores não possuem dados para realização adequada do cálculo

### 3.5.2 Baía de Itaguá

#### Qualidade da água

A Baía de Itaguá, considerando o IQAC, foi classificada Ótima conforme a média das classificações dos pontos. As concentrações de clorofila *a* (Tabela 3.2) foram menores na 1ª campanha, variando de Oligotrófico a Mesotrófico, com média indicando condição Oligotrófica para o local. Na 2ª campanha os três pontos apresentaram condição Mesotrófica (Tabela 3.8). Com base no IETC, a média anual indicou local Mesotrófico, mantendo a mesma qualidade observada no ano anterior.

**Tabela 3.8:** Médias, valores mínimos e máximos e porcentagem de não conformidades (NC) dos resultados de qualidade de água da Baía de Itaguá

Parâmetro	Unidade	Padrão classe 1 águas salinas Res. CONAMA nº 357/05	mín	máx	% NC	Média aritmética 2018	Média aritmética 2013-2017
<b>Campo</b>							
OD	mg/L	6	6,02	7,41	0%	6,82	6,78
pH	0	6,5 a 8,5	7,28	8,29	0%	8,00	7,95
Salinidade	0		31,36	35,8		34,28	34,81
Temperatura da Água	°C		20,8	25,3		23,21	23,21
Turbidez	UNT		1	6,6		2,42	2,05
<b>Metais</b>							
Alumínio Dissolvido	mg/L	1,5	0,5	0,5	0%	0,50	0,20
Boro Total	mg/L	5	3,21	4,73	0%	4,02	3,93
Cádmio Total	mg/L	0,005	0,05	0,5	n.d	0,100	0,013
Chumbo Total	mg/L	0,01	0,1	0,1	n.d	0,10	0,03
Cobre Dissolvido	mg/L	0,005	0,05	0,05	n.d	0,05	0,02
Crômio Hexavalente	mg/L		0,004	0,004		0,004	0,004
Crômio Total	mg/L	0,05	0,1	0,1	n.d	0,10	0,04
Estanho Total	mg/L		1	1		1,00	0,33
Ferro Dissolvido	mg/L	0,3	0,5	0,5	n.d	0,50	0,20
Níquel Total	mg/L	0,025	0,100	0,100	n.d	0,100	0,04
Zinco Total	mg/L	0,09	0,10	0,10	n.d	0,10	0,04
<b>Nutrientes</b>							
Carbono Orgânico Total	mg/L	3	1,4	2,6	0%	1,67	3,71
Orto-fosfato Solúvel	mg/L		0,007	0,02		0,01	0,01
Fósforo Total	mg/L	0,062	0,070	0,070	0%	0,07	0,03
Nitrogênio Amoniacal Total	mg/L	0,4	0,1	0,5	0%	0,31	0,11
Nitrogênio Kjeldahl Total	mg/L		0,5	1		0,75	0,70
<b>Outros</b>							
Clorofila <i>a</i>	µg/L	2,5	0,56	2,8	8%	1,41	1,37
Fenóis Totais	mg/L	0,06	0,003	0,003	0%	0,003	0,003
<b>Microbiológicos</b>							
Enterococos	UFC/100mL	100	1	86	0%	6	6

■ Médias geométricas

n.d. - Não determinado pelo fato do limite de quantificação do método de medição ser maior do que o padrão de qualidade. Nesse caso, nas colunas mín, máx e média consta o limite de quantificação

## Qualidade dos sedimentos

Com relação à qualidade dos sedimentos, os valores de potencial redox negativos e as concentrações de nutrientes apresentaram comportamento semelhante ao ano de 2017 indicando ambiente redutor com maior composição de argila e silte, rico em matéria orgânica, reflexo de uma maior contribuição de material continental na área e da hidrodinâmica que favorece maior deposição em baías. Nesse ano não foi identificado chumbo, o que sugere que a ocorrência verificada em 2017 deva ter sido pontual (Tabela 3.9).

Na avaliação ecotoxicológica das amostras de sedimento dos três pontos da Baía de Itaguá no 1º semestre, os resultados do ensaio agudo indicaram ausência de efeitos tóxicos, sendo classificados com qualidade Ótima (Tabela 3.3), como em 2017.

Conforme o critério de classificação microbiológico, todos os pontos foram considerados Ótimos nas duas campanhas, com base nos coliformes termotolerantes. Considerando o indicador *C. perfringens*, os três pontos foram classificados como Ótimos na primeira campanha. Na segunda campanha os pontos 1 e 2 foram classificados como Bons e o ponto 3 como Ótimo (Tabela 3.4).

**Tabela 3.9:** Médias, valores mínimos e máximos e porcentagem de não conformidades (NC) dos resultados de qualidade de sedimento da Baía de Itaguá (continua)

Parâmetro	Unidade	Critério CCME, 2002	mín	máx	% NC (resultados acima de ISQG)	Média aritmética 2018	Média aritmética 2013-2017	
<b>Nutrientes</b>								
Fósforo Total *	mg/kg	500	458	659	83,3%	578	556	
Nitrogênio Kjeldahl Total *	mg/kg	1000	672	1733	83,3%	1.347	1.407	
Potencial Redox	mV		-193,00	-49,00	-	-130	-114	
<b>Orgânicos</b>								
Carbono Orgânico Total *	%	1,3	1,04	1,89	83,3%	1,50	1,48	
Fenóis Totais	mg/kg		2,06	3,43	-	3	2	
Óleos e Graxas Totais	mg/kg		350	635	-	467	531	
<b>Hidrocarbonetos Arom. Polinucleares</b>								
		ISQG	PEL					
2-metilnaftaleno	µg/kg	20,2	201	20	20	0,0%	20	20
Acenafteno	µg/kg	6,71	88,9	6	6	0,0%	6	18
Acenaftileno	µg/kg	5,87	128	5	5	0,0%	5	5
Antraceno	µg/kg	46,9	245	20	20	0,0%	20	20
Benzo(a)antraceno	µg/kg	74,8	693	20	20	0,0%	20	20
Benzo(a)pireno	µg/kg	88,8	763	10	10	0,0%	10	10
Benzo(b)fluoranteno	µg/kg			20	20	-	20	20
Benzo(g,h,i)perileno	µg/kg			80	80	-	80	80
Benzo(k)fluoranteno	µg/kg			30	30	-	30	13
Criseno	µg/kg	108	846	20	20	0,0%	20	20
Dibenzo(a,h)antraceno	µg/kg	6,22	135	6	6	0,0%	6	26
Fenantreno	µg/kg	86,7	544	20	20	0,0%	20	20
Fluoranteno	µg/kg	113	1494	20	20	0,0%	20	24
Fluoreno	µg/kg	21,20	144	15	15	0,0%	15	19
Indeno(1,2,3-cd)pireno	µg/kg			20	20	0,0%	20	71
Naftaleno	µg/kg	35	391	20	20	0,0%	20	29
Pireno	µg/kg	153	1398	20	20	0,0%	20	20
<b>Metais</b>								
		ISQG	PEL					
Alumínio Total	mg/kg			8310	36903	-	24.800	31.194
Arsênio Total	mg/kg	7,24	41,6	10,9	20,4	100,0%	14	10
Cádmio Total	mg/kg	0,7	4,2	0,5	0,5	0,0%	0,50	0,52
Chumbo Total	mg/kg	30,2	112	6,76	26,4	0,0%	19	19
Cobre Total	mg/kg	18,7	108	4	9,28	0,0%	7	8
Crômio Total	mg/kg	52,3	160	8,15	32,5	0,0%	25	29



**Tabela 3.9:** Médias, valores mínimos e máximos e porcentagem de não conformidades (NC) dos resultados de qualidade de sedimento da Baía de Itaguá (conclusão)

Parâmetro	Unidade	Critério CCME, 2002		mín	máx	% NC (resultados acima de ISQG)	Média aritmética 2018	Média aritmética 2013-2017
		ISQG	PEL					
<b>Metais</b>								
Estanho Total	mg/kg			0,6	5	-	3	5
Ferro Total	mg/kg			20240	30590	-	24.392	25.283
Mercúrio Total	mg/kg	0,13	0,7	0,01	0,04	0,0%	0,02	0,03
Níquel Total	mg/kg	15,9	42,8	2,62	13,6	0,0%	10	11
Zinco Total	mg/kg	124	271	11,90	69,30	0,0%	51	51

\* valores adotados pela CETESB, vide metodologia no capítulo 2

Os parâmetros sem as médias aritméticas dos cinco anos anteriores não possuem dados para realização adequada do cálculo

### 3.5.3 Saco da Ribeira

#### Qualidade da água

Considerando-se as duas campanhas de amostragem realizadas em 2018 no Saco da Ribeira, foi verificada não conformidade no parâmetro fósforo total em 6% (Tabela 3.10). A região foi classificada, conforme a média do IQAC, na categoria Ótima.

As concentrações de clorofila *a* (Tabela 3.2) indicaram ambiente Oligotrófico em ambas as campanhas, porém os resultados da 2ª campanha foram menores. A média anual do IETC apontou ambiente Oligotrófico. Observou-se melhora em relação ao ano anterior que, de acordo com a média anual, indicou condição Mesotrófica às águas do Saco da Ribeira.

**Tabela 3.10:** Médias, valores mínimos e máximos e porcentagem de não conformidades (NC) dos resultados de qualidade de água do Saco da Ribeira (continua)

Parâmetro	Unidade	Padrão classe 1 águas salinas Res. CONAMA nº 357/05	mín	máx	% NC	Média aritmética 2018	Média aritmética 2013-2017
<b>Campo</b>							
OD	mg/L	6	6,64	7,34	0%	6,98	6,93
pH	0	6,5 a 8,5	7,21	8,05	0%	7,83	8,05
Salinidade	0		34,7	35,6		34,97	34,45
Temperatura da Água	°C		22,2	23,7		23,14	23,55
Turbidez	UNT		1,16	11		2,87	2,31
<b>Metais</b>							
Alumínio Dissolvido	mg/L	1,5	0,5	0,5	0%	0,50	0,20
Boro Total	mg/L	5	5,27	9,05	100%	6,89	4,01
Cádmio Total	mg/L	0,005	0,05	0,05	n.d	0,050	0,013
Chumbo Total	mg/L	0,01	0,1	0,1	n.d	0,10	0,03
Cobre Dissolvido	mg/L	0,005	0,05	0,05	n.d	0,05	0,02
Crômio Hexavalente	mg/L		0,004	0,004		0,004	0,005
Crômio Total	mg/L	0,05	0,1	0,1	n.d	0,10	0,04
Estanho Total	mg/L		1	1		1,00	0,31
Ferro Dissolvido	mg/L	0,3	0,5	0,5	n.d	0,50	0,20
Níquel Total	mg/L	0,025	0,100	0,100	n.d	0,100	0,04
Zinco Total	mg/L	0,09	0,10	0,10	n.d	0,10	0,04

**Tabela 3.10:** Médias, valores mínimos e máximos e porcentagem de não conformidades (NC) dos resultados de qualidade de água do Saco da Ribeira (conclusão)

Parâmetro	Unidade	Padrão classe 1 águas salinas Res. CONAMA nº 357/05	mín	máx	% NC	Média aritmética 2018	Média aritmética 2013-2017
<b>Nutrientes</b>							
Carbono Orgânico Total	mg/L	3	1	2	0%	1,08	2,66
Orto-fosfato Solúvel	mg/L		0,01	0,02		0,01	0,01
Fósforo Total	mg/L	0,062	0,070	0,085	6%	0,07	9,67
Nitrogênio Amoniacal Total	mg/L	0,4	0,1	0,18	0%	0,12	0,12
Nitrogênio Kjeldahl Total	mg/L		1	1		1,00	0,74
<b>Outros</b>							
Clorofila <i>a</i>	µg/L	2,5	0,56	1,13	0%	0,74	2,51
Fenóis Totais	mg/L	0,06	0,003	0,003	0%	0,003	0,004
<b>Microbiológicos</b>							
Enterococos	UFC/100mL	100	1	7	0%	1	1

■ Médias geométricas

n.d. - Não determinado pelo fato do limite de quantificação do método de medição ser maior do que o padrão de qualidade. Nesse caso, nas colunas mín, máx e média consta o limite de quantificação

### Qualidade dos sedimentos

Observa-se a presença de metais (chumbo, cobre e zinco) na região acima do limite de ISQG de acordo com o comportamento histórico, provavelmente devido à presença de marinas e o tráfego de embarcações. Verificaram-se altas concentrações de nutrientes, todos com não conformidade superior a 80% apesar dos valores de potencial redox não se apresentarem tão negativos quanto o esperado para um ambiente tão rico em nutrientes (Tabela 3.11). Contudo, os valores de concentração de fósforo foram menores do que a média 2013-2017. É importante notar que se trata de uma baía, local com hidrodinâmica que favorece o acúmulo da contribuição continental e da atividade náutica ali presente e a granulometria fina confere ao local uma tendência de acúmulo de substâncias no local.

Apesar desse quadro, os ensaios ecotoxicológicos com as amostras de sedimento dos três pontos dessa região indicaram qualidade Ótima para esse ambiente (Tabela 3.3) no primeiro semestre. Essa situação indica que essas substâncias não estavam biodisponíveis para causar efeito tóxico aos organismos teste. Conforme mencionado anteriormente, é fato que existe um histórico de presença de contaminantes nessa baía que demanda atenção e a eventual ressuspensão do sedimento poderá causar efeitos deletérios nas comunidades aquáticas.

Quanto ao aspecto microbiológico, considerando os coliformes termotolerantes, os pontos foram classificados como Ótimos em ambas as campanhas. Quanto aos *C. perfringens*, os pontos foram classificados como Ótimos (pontos 1 e 2) e Bom (ponto 3) na primeira campanha e como Bons na segunda campanha (Tabela 3.4).

**Tabela 3.11:** Médias, valores mínimos e máximos e porcentagem de não conformidades (NC) dos resultados de qualidade de sedimento do Saco da Ribeira

Parâmetro	Unidade	Critério CCME, 2002		mín	máx	% NC (resultados acima de ISQG)	Média aritmética 2018	Média aritmética 2013-2017
<b>Nutrientes</b>								
Fósforo Total *	mg/kg	500		451	788	83,3%	628	768
Nitrogênio Kjeldahl Total *	mg/kg	1000		1127	2146	100,0%	1.746	1.475
Potencial Redox	mV			-113,00	79,00	-	-21	-150
<b>Orgânicos</b>								
Carbono Orgânico Total *	%	1,3		1,30	1,84	83,3%	1,55	1,50
Fenóis Totais	mg/kg			3,17	5,01	-	4	3
Óleos e Graxas Totais	mg/kg			350	350	-	350	478
<b>Hidrocarbonetos Arom. Polinucleares</b>		<b>ISQG</b>	<b>PEL</b>					
2-metilnaftaleno	µg/kg	20,2	201	20	20	0,0%	20	20
Acenafteno	µg/kg	6,71	88,9	6	6	0,0%	6	15
Acenaftileno	µg/kg	5,87	128	5	5	0,0%	5	5
Antraceno	µg/kg	46,9	245	20	20	0,0%	20	20
Benzo(a)antraceno	µg/kg	74,8	693	20	20	0,0%	20	20
Benzo(a)pireno	µg/kg	88,8	763	10	11,6	0,0%	10	12
Benzo(b)fluoranteno	µg/kg			20	20	-	20	24
Benzo(g,h,i)perileno	µg/kg			80	80	-	80	80
Benzo(k)fluoranteno	µg/kg			30	30	-	30	17
Criseno	µg/kg	108	846	20	20	0,0%	20	20
Dibenzo(a,h)antraceno	µg/kg	6,22	135	6	6	0,0%	6	22
Fenantreno	µg/kg	86,7	544	20	20	0,0%	20	20
Fluoranteno	µg/kg	113	1494	20	20	0,0%	20	21
Fluoreno	µg/kg	21,20	144	15	15	0,0%	15	18
Indeno(1,2,3-cd)pireno	µg/kg			20	20	0,0%	20	61
Naftaleno	µg/kg	35	391	20	20	0,0%	20	27
Pireno	µg/kg	153	1398	20	20	0,0%	20	21
<b>Metais</b>		<b>ISQG</b>	<b>PEL</b>					
Alumínio Total	mg/kg			20311	48158	-	36.396	48.610
Arsênio Total	mg/kg	7,24	41,6	8,42	14,6	100,0%	12	15
Cádmio Total	mg/kg	0,7	4,2	0,2	0,29	0,0%	0,2	0,5
Chumbo Total	mg/kg	30,2	112	13,9	32,4	16,7%	24	36
Cobre Total	mg/kg	18,7	108	6,11	49	66,7%	24	59
Crômio Total	mg/kg	52,3	160	18,1	33,4	0,0%	29	36
Estanho Total	mg/kg			1,27	10,7	-	5	5
Ferro Total	mg/kg			19180	39590	-	32.433	37.140
Mercúrio Total	mg/kg	0,13	0,7	0,02	0,11	0,0%	0,07	0,08
Níquel Total	mg/kg	15,9	42,8	6,03	11	0,0%	9	13
Zinco Total	mg/kg	124	271	37,30	132,00	16,7%	82	120

\* valores adotados pela CETESB, vide metodologia no capítulo 2

Os parâmetros sem as médias aritméticas dos cinco anos anteriores não possuem dados para realização adequada do cálculo

### 3.5.4 Tabatinga

#### Qualidade da água

Foram identificadas não conformidades nos parâmetros fósforo, nitrogênio amoniacal, clorofila *a* e enterococos (Tabela 3.12). A área foi classificada como Boa segundo o IQAC. As não conformidades se concentraram no ponto 1 que foi classificado como Regular.

Quanto ao estado trófico (Tabela 3.2.), as concentrações de clorofila *a* classificaram os pontos, conforme o IETC, como Oligotróficos e Mesotróficos. A média das concentrações classificou o ambiente como Mesotrófico nos dois semestres, porém as concentrações foram menores no 1º semestre. A média anual apontou ambiente Mesotrófico, mantendo, em relação à eutrofização, a classificação exibida no ano anterior.

**Tabela 3.12:** Médias, valores mínimos e máximos e porcentagem de não conformidades (NC) dos resultados de qualidade de água de Tabatinga

Parâmetro	Unidade	Padrão classe 1 águas salinas Res. CONAMA nº 357/05	mín	máx	% NC	Média aritmética 2018	Média aritmética 2013-2017
<b>Campo</b>							
OD	mg/L	6	6,82	7,24	0%	6,99	7,20
pH	0	6,5 a 8,5	7,15	8,01	0%	7,78	8,12
Salinidade	0		34,5	35,3		34,91	34,02
Temperatura da Água	°C		22,6	24,2		23,47	23,43
Turbidez	UNT		2	9,3		4,21	3,87
<b>Metais</b>							
Alumínio Dissolvido	mg/L	1,5	0,5	0,5	0%	0,50	0,20
Boro Total	mg/L	5	6,02	7,43	100%	6,87	3,66
Cádmio Total	mg/L	0,005	0,05	0,05	n.d	0,050	0,013
Chumbo Total	mg/L	0,01	0,1	0,1	n.d	0,10	0,03
Cobre Dissolvido	mg/L	0,005	0,05	0,05	n.d	0,05	0,02
Crômio Hexavalente	mg/L		0,004	0,004		0,004	0,006
Crômio Total	mg/L	0,05	0,1	0,1	n.d	0,10	0,04
Estanho Total	mg/L		1	1		1,00	0,31
Ferro Dissolvido	mg/L	0,3	0,5	0,5	n.d	0,50	0,20
Níquel Total	mg/L	0,025	0,100	0,100	n.d	0,100	0,04
Zinco Total	mg/L	0,09	0,10	0,10	n.d	0,10	0,04
<b>Nutrientes</b>							
Carbono Orgânico Total	mg/L	3	1,5	2,2	0%	1,82	3,66
Orto-fosfato Solúvel	mg/L		0,01	0,03		0,02	0,01
Fósforo Total	mg/L	0,062	0,070	0,081	12%	0,07	0,03
Nitrogênio Amoniacal Total	mg/L	0,4	0,1	0,52	6%	0,12	0,10
Nitrogênio Kjeldahl Total	mg/L		1	1		1,00	0,81
<b>Outros</b>							
Clorofila <i>a</i>	µg/L	2,5	0,56	3,02	17%	1,39	1,64
Fenóis Totais	mg/L	0,06	0,003	0,003	0%	0,003	0,003
<b>Microbiológicos</b>							
Enterococos	UFC/100mL	100	1	292	11%	5	5

■ Médias geométricas

n.d. - Não determinado pelo fato do limite de quantificação do método de medição ser maior do que o padrão de qualidade. Nesse caso, nas colunas mín, máx e média consta o limite de quantificação

## Qualidade dos sedimentos

Os sedimentos do local possuem granulometria predominantemente arenosa em todos os pontos, com baixa tendência de retenção de substâncias. Verifica-se que os resultados de nutrientes de 2018 apresentaram médias inferiores às médias históricas e houve apenas uma não conformidade de NKT. Não foram verificadas não conformidades em nenhum outro parâmetro (Tabela 3.13).

Verificou-se, também, que na avaliação ecotoxicológica no primeiro semestre com as amostras de sedimento dos três pontos dessa região, o ensaio agudo indicou qualidade Ótima para esse ambiente (Tabela 3.3).

De acordo com o critério de classificação microbiológico, na primeira campanha os três pontos foram classificados como Ruins para coliformes termotolerantes e na segunda como Bons (pontos 1 e 3) e Ótimo (ponto 2). Para *C. perfringens* todos os pontos foram classificados como Ótimos, exceção feita ao ponto 1, segundo semestre, que foi classificado como Ruim (Tabela 3.4).

**Tabela 3.13:** Médias, valores mínimos e máximos e porcentagem de não conformidades (NC) dos resultados de qualidade de sedimento de Tabatinga

Parâmetro	Unidade	Critério CCME, 2002		mín	máx	% NC (resultados acima de ISQG)	Média aritmética 2018	Média aritmética 2013-2017
<b>Nutrientes</b>								
Fósforo Total *	mg/kg	500		171	272	0,0%	222	230
Nitrogênio Kjeldahl Total *	mg/kg	1000		172	1098	16,7%	411	473
Potencial Redox	mV			-52,00	113,00	-	25	-124
<b>Orgânicos</b>								
Carbono Orgânico Total *	%	1,3		0,08	0,87	0,0%	0	1
Fenóis Totais	mg/kg			2,02	2,86	-	2	2
Óleos e Graxas Totais	mg/kg			350	350	-	350	463
<b>Hidrocarbonetos Arom. Polinucleares</b>								
		<b>ISQG</b>	<b>PEL</b>					
2-metilnaftaleno	µg/kg	20,2	201	20	20	0,0%	20	20
Acenafteno	µg/kg	6,71	88,9	6	6	0,0%	6	15
Acenaftileno	µg/kg	5,87	128	5	5	0,0%	5	5
Antraceno	µg/kg	46,9	245	20	20	0,0%	20	20
Benzo(a)antraceno	µg/kg	74,8	693	20	20	0,0%	20	20
Benzo(a)pireno	µg/kg	88,8	763	10	10	0,0%	10	10
Benzo(b)fluoranteno	µg/kg			20	20	-	20	20
Benzo(g,h,i)perileno	µg/kg			80	80	-	80	80
Benzo(k)fluoranteno	µg/kg			30	30	-	30	18
Criseno	µg/kg	108	846	20	20	0,0%	20	20
Dibenzo(a,h)antraceno	µg/kg	6,22	135	6	6	0,0%	6	21
Fenantreno	µg/kg	86,7	544	20	20	0,0%	20	20
Fluoranteno	µg/kg	113	1494	20	20	0,0%	20	20
Fluoreno	µg/kg	21,20	144	15	15	0,0%	15	18
Indeno(1,2,3-cd)pireno	µg/kg			20	20	0,0%	20	58
Naftaleno	µg/kg	35	391	20	20	0,0%	20	26
Pireno	µg/kg	153	1398	20	20	0,0%	20	20
<b>Metais</b>								
		<b>ISQG</b>	<b>PEL</b>					
Alumínio Total	mg/kg			5678	10440	-	7.194	11.486
Arsênio Total	mg/kg	7,24	41,6	3,41	5,95	0,0%	4	5
Cádmio Total	mg/kg	0,7	4,2	0,2	0,2	0,0%	0,2	0,5
Chumbo Total	mg/kg	30,2	112	5,67	8,01	0,0%	7	12
Cobre Total	mg/kg	18,7	108	4	4	0,0%	4	4
Crômio Total	mg/kg	52,3	160	10,5	13,6	0,0%	12	14
Estanho Total	mg/kg			0,6	3,82	-	1	5
Ferro Total	mg/kg			9908	14130	-	12.436	13.762
Mercúrio Total	mg/kg	0,13	0,7	0,01	0,01	0,0%	0,01	0,01
Níquel Total	mg/kg	15,9	42,8	3	3,01	0,0%	3,0	4,6
Zinco Total	mg/kg	124	271	20,80	26,50	0,0%	22,52	27,13

\* valores adotados pela CETESB, vide metodologia no capítulo 2

Os parâmetros sem as médias aritméticas dos cinco anos anteriores não possuem dados para realização adequada do cálculo

### 3.5.5 Cocanha

A amostra de fundo do ponto 2 no segundo semestre não teve os parâmetros determinados em laboratório por problemas operacionais. Apenas os parâmetros enterococos (ponto 1 – fundo) e nitrogênio amoniacal (ponto 3 – superfície) apresentaram não conformidade no primeiro semestre (Tabela 3.14). No segundo semestre o parâmetro fósforo total apresentou não conformidades nos pontos 2 (meio) e 3 (superfície). A região foi classificada como Boa segundo o IQAC.

As concentrações de clorofila *a* (Tabela 3.2) foram similares em ambas as campanhas exibindo como resultado final das médias por campanhas, bem como média anual a condição Oligotrófica, segundo o IETC, indicando baixa trofia, ou seja, qualidade das águas desejável. Quando comparada ao ano anterior, o cenário se repete.

**Tabela 3.14:** Médias, valores mínimos e máximos e porcentagem de não conformidades (NC) dos resultados de qualidade de água de Cocanha

Parâmetro	Unidade	Padrão classe 1 águas salinas Res. CONAMA nº 357/05	mín	máx	% NC	Média aritmética 2018	Média aritmética 2013-2017
<b>Campo</b>							
OD	mg/L	6	6,73	7,24	0%	6,92	7,10
pH	0	6,5 a 8,5	7,16	8,06	0%	7,83	8,08
Salinidade	0		34,52	35,5		34,92	33,85
Temperatura da Água	°C		22,5	24,1		23,18	23,33
Turbidez	UNT		1,3	7,7		2,69	3,19
<b>Metais</b>							
Alumínio Dissolvido	mg/L	1,5	0,5	0,5	0%	0,50	0,20
Boro Total	mg/L	5	4,9	7,05	89%	6,10	3,61
Cádmio Total	mg/L	0,005	0,05	0,05	n.d	0,050	0,013
Chumbo Total	mg/L	0,01	0,1	0,1	n.d	0,10	0,03
Cobre Dissolvido	mg/L	0,005	0,05	0,05	n.d	0,05	0,02
Crômio Hexavalente	mg/L		0,004	0,004		0,004	0,006
Crômio Total	mg/L	0,05	0,1	0,1	n.d	0,10	0,04
Estanho Total	mg/L		1	1		1,00	0,31
Ferro Dissolvido	mg/L	0,3	0,5	0,5	n.d	0,50	0,20
Níquel Total	mg/L	0,025	0,100	0,100	n.d	0,100	0,04
Zinco Total	mg/L	0,09	0,10	0,10	n.d	0,10	0,04
<b>Nutrientes</b>							
Carbono Orgânico Total	mg/L	3	1,3	2,8	0%	1,88	3,78
Orto-fosfato Solúvel	mg/L		0,01	0,02		0,01	0,01
Fósforo Total	mg/L	0,062	0,070	0,094	12%	0,07	0,03
Nitrogênio Amoniacal Total	mg/L	0,4	0,1	0,43	6%	0,15	0,10
Nitrogênio Kjeldahl Total	mg/L		1	1		1,00	0,80
<b>Outros</b>							
Clorofila <i>a</i>	µg/L	2,5	0,56	1,37	0%	0,78	1,17
Fenóis Totais	mg/L	0,06	0,003	0,003	0%	0,003	0,003
<b>Microbiológicos</b>							
Enterococos	UFC/100mL	100	1	172	6%	4	4

■ Médias geométricas

n.d. - Não determinado pelo fato do limite de quantificação do método de medição ser maior do que o padrão de qualidade. Nesse caso, nas colunas mín, máx e média consta o limite de quantificação

## Qualidade dos sedimentos

Os sedimentos da região são predominantemente arenosos, porém com alguma presença de silte (cerca de 20%). Não houve registro de não conformidades em 2018. Observaram-se valores um pouco elevados de fósforo total devido à presença de maricultura na área, o que deixa o potencial redox ligeiramente negativo. (Tabela 3.15).

Na avaliação ecotoxicológica realizada no primeiro semestre, com as amostras de sedimento dos três pontos da região da Cocanha, o ensaio agudo indicou qualidade Ótima para esse ambiente (Tabela 3.3).

Conforme o critério de classificação microbiológico, na primeira campanha os pontos foram classificados como Ruim, Péssimo e Bom para coliformes termotolerantes e na segunda campanha os três pontos foram classificados como Ótimos. Para *C. perfringens* os três pontos foram classificados como Ótimos em ambas as campanhas (Tabela 3.4).

**Tabela 3.15:** Médias, valores mínimos e máximos e porcentagem de não conformidades (NC) dos resultados de qualidade de sedimento de Cocanha

Parâmetro	Unidade	Critério CCME, 2002		min	máx	% NC (resultados acima de ISQG)	Média aritmética 2018	Média aritmética 2013-2017
<b>Nutrientes</b>								
Fósforo Total *	mg/kg	500		195	286	0,0%	249	294
Nitrogênio Kjeldahl Total *	mg/kg	1000		301	766	0,0%	467	444
Potencial Redox	mV			-112,00	61,00	-	-16	-116
<b>Orgânicos</b>								
Carbono Orgânico Total *	%	1,3		0,19	0,48	0,0%	0	1
Fenóis Totais	mg/kg			2,08	2,62	-	2	2
Óleos e Graxas Totais	mg/kg			350	350	-	350	466
<b>Hidrocarbonetos Arom. Polinucleares</b>								
		ISQG	PEL					
2-metilnaftaleno	µg/kg	20,2	201	20	20	0,0%	20	20
Acenafteno	µg/kg	6,71	88,9	6	6	0,0%	6	15
Acenaftileno	µg/kg	5,87	128	5	5	0,0%	5	5
Antraceno	µg/kg	46,9	245	20	20	0,0%	20	20
Benzo(a)antraceno	µg/kg	74,8	693	20	20	0,0%	20	20
Benzo(a)pireno	µg/kg	88,8	763	10	10	0,0%	10	10
Benzo(b)fluoranteno	µg/kg			20	20	-	20	20
Benzo(g,h,i)perileno	µg/kg			80	80	-	80	80
Benzo(k)fluoranteno	µg/kg			30	30	-	30	18
Criseno	µg/kg	108	846	20	20	0,0%	20	20
Dibenzo(a,h)antraceno	µg/kg	6,22	135	6	6	0,0%	6	21
Fenantreno	µg/kg	86,7	544	20	20	0,0%	20	20
Fluoranteno	µg/kg	113	1494	20	20	0,0%	20	20
Fluoreno	µg/kg	21,20	144	15	15	0,0%	15	18
Indeno(1,2,3-cd)pireno	µg/kg			20	20	0,0%	20	58
Naftaleno	µg/kg	35	391	20	20	0,0%	20	26
Pireno	µg/kg	153	1398	20	20	0,0%	20	20
<b>Metais</b>								
		ISQG	PEL					
Alumínio Total	mg/kg			7886	13999	-	10.093	13.717
Arsênio Total	mg/kg	7,24	41,6	3,79	5,74	0,0%	5	5
Cádmio Total	mg/kg	0,7	4,2	0,2	0,2	0,0%	0,2	0,5
Chumbo Total	mg/kg	30,2	112	6,49	10,5	0,0%	8	14
Cobre Total	mg/kg	18,7	108	4	4	0,0%	4	4
Crômio Total	mg/kg	52,3	160	14,2	19,5	0,0%	16	20
Estanho Total	mg/kg			0,6	1,93	-	1	5
Ferro Total	mg/kg			14610	19920	-	16.642	18.472
Mercurio Total	mg/kg	0,13	0,7	0,01	0,01	0,0%	0,01	0,01
Níquel Total	mg/kg	15,9	42,8	3,89	4,44	0,0%	4	6
Zinco Total	mg/kg	124	271	24,00	37,40	0,0%	30	34

\* valores adotados pela CETESB, vide metodologia no capítulo 2

Os parâmetros sem as médias aritméticas dos cinco anos anteriores não possuem dados para realização adequada do cálculo



### 3.5.6. Baía de Caraguatatuba

Na Baía de Caraguatatuba verificou-se ocorrência de não conformidade de OD no fundo em todos os pontos e do parâmetro clorofila *a* no primeiro semestre (Tabela 3.16). Na média a região foi classificada como Boa, de acordo com o IQAC.

As concentrações de clorofila *a* (Tabela 3.2) na 1ª campanha indicaram condições Eutróficas com uma média maior em relação à 2ª campanha, onde foram observadas variações na condição trófica de Oligotrófica a Eutrófica entre os pontos, resultando em classificação Mesotrófica. A média anual apontou ambiente Eutrófico, situação que indica piora quando comparada ao ano anterior.

**Tabela 3.16:** Médias, valores mínimos e máximos e porcentagem de não conformidades (NC) dos resultados de qualidade de água da Baía de Caraguatatuba

Parâmetro	Unidade	Padrão classe 1 águas salinas Res. CONAMA nº 357/05	mín	máx	% NC	Média aritmética 2018	Média aritmética 2013-2017
<b>Campo</b>							
OD	mg/L	6	5,07	7,51	17%	6,89	6,90
pH	0	6,5 a 8,5	7,42	8,34	0%	7,97	8,07
Salinidade	0		31,8	35,41		33,35	34,57
Temperatura da Água	°C		21,2	26,3		23,76	23,78
Turbidez	UNT		1	10		3,21	1,83
<b>Metais</b>							
Alumínio Dissolvido	mg/L	1,5	0,5	0,5	0%	0,50	0,19
Boro Total	mg/L	5	3,39	3,8	0%	3,65	4,10
Cádmio Total	mg/L	0,005	0,05	0,05	n.d	0,050	0,013
Chumbo Total	mg/L	0,01	0,1	0,1	n.d	0,10	0,03
Cobre Dissolvido	mg/L	0,005	0,05	0,05	n.d	0,05	0,02
Crômio Hexavalente	mg/L		0,004	0,004		0,004	0,004
Crômio Total	mg/L	0,05	0,1	0,1	n.d	0,10	0,04
Estanho Total	mg/L		1	1		1,00	0,33
Ferro Dissolvido	mg/L	0,3	0,5	0,5	n.d	0,50	0,20
Níquel Total	mg/L	0,025	0,100	0,100	n.d	0,100	0,04
Zinco Total	mg/L	0,09	0,10	0,10	n.d	0,10	0,04
<b>Nutrientes</b>							
Carbono Orgânico Total	mg/L	3	1,6	2,7	0%	2,22	3,89
Orto-fosfato Solúvel	mg/L		0,007	0,01		0,01	0,01
Fósforo Total	mg/L	0,062	0,070	0,070	n.d	0,07	0,03
Nitrogênio Amoniacal Total	mg/L	0,4	0,1	0,5	0%	0,31	0,10
Nitrogênio Kjeldahl Total	mg/L		0,5	1		0,75	0,75
<b>Outros</b>							
Clorofila <i>a</i>	µg/L	2,5	0,56	4,22	67%	2,53	1,21
Fenóis Totais	mg/L	0,06	0,003	0,003	0%	0,003	0,003
<b>Microbiológicos</b>							
Enterococos	UFC/100mL	100	1	9	0%	1	1

■ Médias geométricas

n.d. - Não determinado pelo fato do limite de quantificação do método de medição ser maior do que o padrão de qualidade. Nesse caso, nas colunas mín, máx e média consta o limite de quantificação

## Qualidade dos sedimentos

Os sedimentos da região são predominantemente arenosos, porém com alguma presença de silte (cerca de 20%). Baías são naturalmente regiões deposicionais devido às suas características que dificultam a circulação das águas no local. Dessa forma a média do potencial redox observada é moderadamente negativa. Não foram verificadas não-conformidades em 2018 (Tabela 3.17).

Na avaliação ecotoxicológica realizada no primeiro semestre, com as amostras de sedimento dos três pontos da Baía de Caraguatatuba, o ensaio agudo indicou qualidade Ótima para esse ambiente (Tabela 3.3).

Com base no critério de classificação microbiológico, em ambas as campanhas de amostragem os pontos foram classificados como Ótimos para os coliformes termotolerantes e para *C. perfringens*. Exceção feita ao ponto 3 que foi classificado como Bom para *C. perfringens* na primeira campanha (Tabela 3.4).

**Tabela 3.17:** Médias, valores mínimos e máximos e porcentagem de não conformidades (NC) dos resultados de qualidade de sedimento da Baía de Caraguatatuba

Parâmetro	Unidade	Critério CCME, 2002		min	máx	% NC (resultados acima de ISQG)	Média aritmética 2018	Média aritmética 2013-2017
<b>Nutrientes</b>								
Fósforo Total *	mg/kg	500		201	287	0,0%	234	228
Nitrogênio Kjeldahl Total *	mg/kg	1000		313	744	0,0%	428	487
Potencial Redox	mV			-111,00	-90,00	-	-98	-99
<b>Orgânicos</b>								
Carbono Orgânico Total *	%	1,3		0,20	0,65	0,0%	0	1
Fenóis Totais	mg/kg			1,76	2,6	-	2	2
Óleos e Graxas Totais	mg/kg			350	350	-	350	463
<b>Hidrocarbonetos Arom. Polinucleares</b>								
		<b>ISQG</b>	<b>PEL</b>					
2-metilnaftaleno	µg/kg	20,2	201	20	20	0,0%	20	20
Acenafteno	µg/kg	6,71	88,9	6	6	0,0%	6	14
Acenaftileno	µg/kg	5,87	128	5	5	0,0%	5	5
Antraceno	µg/kg	46,9	245	20	20	0,0%	20	20
Benzo(a)antraceno	µg/kg	74,8	693	20	20	0,0%	20	20
Benzo(a)pireno	µg/kg	88,8	763	10	10	0,0%	10	10
Benzo(b)fluoranteno	µg/kg			20	20	-	20	20
Benzo(g,h,i)perileno	µg/kg			80	80	-	80	80
Benzo(k)fluoranteno	µg/kg			30	30	-	30	18
Criseno	µg/kg	108	846	20	20	0,0%	20	20
Dibenzo(a,h)antraceno	µg/kg	6,22	135	6	6	0,0%	6	20
Fenantreno	µg/kg	86,7	544	20	20	0,0%	20	20
Fluoranteno	µg/kg	113	1494	20	20	0,0%	20	20
Fluoreno	µg/kg	21,20	144	15	15	0,0%	15	18
Indeno(1,2,3-cd)pireno	µg/kg			20	20	0,0%	20	56
Naftaleno	µg/kg	35	391	20	20	0,0%	20	26
Pireno	µg/kg	153	1398	20	20	0,0%	20	20
<b>Metais</b>								
		<b>ISQG</b>	<b>PEL</b>					
Alumínio Total	mg/kg			9367	12526	-	11.106	12.592
Arsênio Total	mg/kg	7,24	41,6	4,17	6,93	0,0%	5	5
Cádmio Total	mg/kg	0,7	4,2	0,37	0,51	0,0%	0,46	0,50
Chumbo Total	mg/kg	30,2	112	9,73	13,2	0,0%	11	14
Cobre Total	mg/kg	18,7	108	4	5	0,0%	5	4
Crômio Total	mg/kg	52,3	160	16,1	18,5	0,0%	17	22
Estanho Total	mg/kg			0,6	5	-	3	5
Ferro Total	mg/kg			15200	21050	-	17.803	16.561
Mercúrio Total	mg/kg	0,13	0,7	0,01	0,01	0,0%	0,01	0,01
Níquel Total	mg/kg	15,9	42,8	4,91	6,76	0,0%	6	6
Zinco Total	mg/kg	124	271	28,10	35,30	0,0%	32	32

\* valores adotados pela CETESB, vide metodologia no capítulo 2

Os parâmetros sem as médias aritméticas dos cinco anos anteriores não possuem dados para realização adequada do cálculo

### 3.5.7 Canal de São Sebastião

#### Qualidade da água

As amostras coletadas em 2018 nos cinco pontos do Canal de São Sebastião indicaram não conformidades nos resultados de OD nos pontos 1 a 3 e clorofila *a* nas duas campanhas de amostragem, resultando em um IQAC médio Bom (Tabela 3.18).

As concentrações de clorofila *a* (Tabela 3.2) na 1ª campanha mostraram pontos Mesotróficos e Eutróficos e na 2ª campanha os pontos foram classificados como Oligotróficos, Mesotróficos e Supereutróficos. A média anual indicou ambiente Mesotrófico, mantendo a condição trófica em relação ao ano anterior.

**Tabela 3.18:** Médias, valores mínimos e máximos e porcentagem de não conformidades (NC) dos resultados de qualidade de água do Canal de São Sebastião

Parâmetro	Unidade	Padrão classe 1 águas salinas Res. CONAMA nº 357/05	mín	máx	% NC	Média aritmética 2018	Média aritmética 2013-2017
<b>Campo</b>							
OD	mg/L	6	5,68	7,37	13%	6,78	6,70
pH	0	6,5 a 8,5	7,15	8,35	0%	7,96	8,04
Salinidade	0		32,1	35,4		33,82	34,76
Temperatura da Água	°C		20,9	26,3		23,55	23,43
Turbidez	UNT		1	7		3,11	2,55
<b>Metais</b>							
Alumínio Dissolvido	mg/L	1,5	0,5	0,5	0%	0,50	0,20
Boro Total	mg/L	5	1	3,9	0%	3,49	3,88
Cádmio Total	mg/L	0,005	0,05	0,05	n.d	0,050	0,013
Chumbo Total	mg/L	0,01	0,1	0,1	n.d	0,10	0,03
Cobre Dissolvido	mg/L	0,005	0,05	0,05	n.d	0,05	0,02
Crômio Hexavalente	mg/L		0,004	0,004		0,004	0,004
Crômio Total	mg/L	0,05	0,1	0,1	n.d	0,10	0,04
Estanho Total	mg/L		1	1		1,00	0,33
Ferro Dissolvido	mg/L	0,3	0,5	0,5	n.d	0,50	0,20
Níquel Total	mg/L	0,025	0,100	0,100	n.d	0,100	0,04
Zinco Total	mg/L	0,09	0,10	0,10	n.d	0,10	0,04
<b>Nutrientes</b>							
Carbono Orgânico Total	mg/L	3	1	2,8	0%	1,45	3,71
Orto-fosfato Solúvel	mg/L		0,007	0,02		0,01	0,01
Fósforo Total	mg/L	0,062	0,070	0,070	n.d	0,07	0,04
Nitrogênio Amoniacal Total	mg/L	0,4	0,1	0,5	0%	0,30	0,10
Nitrogênio Kjeldahl Total	mg/L		0,5	1		0,75	0,77
<b>Outros</b>							
Clorofila <i>a</i>	µg/L	2,5	0,56	5,88	45%	2,27	1,23
Fenóis Totais	mg/L	0,06	0,003	0,003	0%	0,003	0,003
<b>Microbiológicos</b>							
Enterococos	UFC/100mL	100	1	89	0%	3	3

■ Médias geométricas

n.d. - Não determinado pelo fato do limite de quantificação do método de medição ser maior do que o padrão de qualidade. Nesse caso, nas colunas mín, máx e média consta o limite de quantificação

### Qualidade dos sedimentos

Os sedimentos do canal de São Sebastião possuem granulometria variada em razão das diferentes características dependentes da localização do ponto no canal. Pontos localizados em maiores profundidades e mais próximos ao canal principal apresentam granulometria mais arenosa e potencial redox mais próximo de zero enquanto pontos mais próximos do continente apresentam granulometria mais fina e potencial redox mais negativo devido à deposição de material continental, incluindo material orgânico do esgoto doméstico. Em relação aos nutrientes as não conformidades se concentraram nesses últimos pontos.

Não foi registrada não conformidade em relação ao chumbo como em 2017, mas verificou-se 40% de não conformidades nos resultados de cádmio, sendo a maioria das amostras do segundo semestre. A média histórica para esse elemento, de 0,12 mg/kg é substancialmente mais baixa do que o limite de ISQG de 0,7 mg/kg, de forma que o cenário pode ser pontual ou fruto de alguma anomalia analítica. Uma melhor avaliação será possível com os resultados de 2019 que confirmarão ou não uma possível tendência (Tabela 3.19).

Nessa região, os ensaios ecotoxicológicos agudos com amostras de sedimento indicaram ausência de efeitos tóxicos em todos os cinco pontos no primeiro semestre, sendo classificados com qualidade Ótima (Tabela 3.3). Apesar de verificadas concentrações, no ponto 3, de Cd e de As acima do ISQG, essas substâncias não estavam biodisponíveis e não causaram efeito tóxico aos organismos teste.

O Canal de São Sebastião tem grande importância sob o ponto de vista econômico. Recebe efluentes domésticos (três emissários) e industriais (Tasse), além da contribuição proveniente das atividades do Porto de São Sebastião. Embora em 2018 os resultados não tenham mostrado valores elevados de contaminantes, essa região exige atenção especial, considerando a futura ampliação do Porto. Além disso, assim como no Saco da Ribeira, a eventual ressuspensão do sedimento poderá causar efeitos deletérios nas comunidades aquáticas.

Com base no critério microbiológico, para coliformes termotolerantes os pontos foram classificados como Ótimos e Bons, exceto o ponto 3 que foi classificado como Ruim no primeiro semestre e como Regular no segundo. Para *C. perfringens* os pontos foram classificados como Ótimos e Bons em ambos os semestres, exceção feita aos pontos 4 e 5 que foram classificados como Ruins no segundo semestre (Tabela 3.4).

**Tabela 3.19:** Médias, valores mínimos e máximos e porcentagem de não conformidades (NC) dos resultados de qualidade de sedimento do Canal de São Sebastião

Parâmetro	Unidade	Critério CCME, 2002		mín	máx	% NC (resultados acima de ISQG)	Média aritmética 2018	Média aritmética 2013-2017
<b>Nutrientes</b>								
Fósforo Total *	mg/kg	500		312	656	40,0%	460	346
Nitrogênio Kjeldahl Total *	mg/kg	1000		394	1800	30,0%	889	860
Potencial Redox	mV			-126,00	-98,00	-	-106	-113
<b>Orgânicos</b>								
Carbono Orgânico Total *	%	1,3		0,56	1,88	50,0%	1	1
Fenóis Totais	mg/kg			1,62	3,76	-	2	2
Óleos e Graxas Totais	mg/kg			350	674	-	409	490
<b>Hidrocarbonetos Arom. Polinucleares</b>								
		ISQG	PEL					
2-metilnaftaleno	µg/kg	20,2	201	20	20	0,0%	20	20
Acenafteno	µg/kg	6,71	88,9	6	6	0,0%	6	14
Acenaftileno	µg/kg	5,87	128	5	5	0,0%	5	5
Antraceno	µg/kg	46,9	245	20	20	0,0%	20	20
Benzo(a)antraceno	µg/kg	74,8	693	20	21,6	0,0%	20	20
Benzo(a)pireno	µg/kg	88,8	763	10	27,6	0,0%	12	11
Benzo(b)fluoranteno	µg/kg			20	32,4	-	21	20
Benzo(g,h,i)perileno	µg/kg			80	80	-	80	80
Benzo(k)fluoranteno	µg/kg			30	30	-	30	18
Criseno	µg/kg	108	846	20	33,7	0,0%	21	20
Dibenzo(a,h)antraceno	µg/kg	6,22	135	6	6	0,0%	6	20
Fenantreno	µg/kg	86,7	544	20	26,4	0,0%	21	20
Fluoranteno	µg/kg	113	1494	20	64,8	0,0%	25	21
Fluoreno	µg/kg	21,20	144	15	15	0,0%	15	18
Indeno(1,2,3-cd)pireno	µg/kg			20	26,4	0,0%	21	55
Naftaleno	µg/kg	35	391	20	20	0,0%	20	26
Pireno	µg/kg	153	1398	20	48,5	0,0%	23	20
<b>Metais</b>								
		ISQG	PEL					
Alumínio Total	mg/kg			12188	33605	-	20.960	15.611
Arsênio Total	mg/kg	7,24	41,6	4,94	11,7	80,0%	8	6
Cádmio Total	mg/kg	0,7	4,2	0,47	1,39	40,0%	0,76	0,50
Chumbo Total	mg/kg	30,2	112	10,9	27,1	0,0%	18	16
Cobre Total	mg/kg	18,7	108	4	9,8	0,0%	7	6
Crômio Total	mg/kg	52,3	160	15,4	35,9	0,0%	25	23
Estanho Total	mg/kg			0,6	5	-	3	5
Ferro Total	mg/kg			17310	32650	-	24.302	18.700
Mercúrio Total	mg/kg	0,13	0,7	0,01	0,04	0,0%	0,03	0,02
Níquel Total	mg/kg	15,9	42,8	6,27	15	0,0%	10	8
Zinco Total	mg/kg	124	271	29,80	63,30	0,0%	48	36

\* valores adotados pela CETESB, vide metodologia no capítulo 2

Os parâmetros sem as médias aritméticas dos cinco anos anteriores não possuem dados para realização adequada do cálculo

### 3.5.8 Barra do Una

#### Qualidade da água

Nesta área, no primeiro semestre, os parâmetros OD, nitrogênio amoniacal e clorofila *a* apresentaram concentrações maiores do que o padrão de qualidade (Tabela 3.20). A classificação do ponto 1 foi Regular, mas a média de todos os pontos classificou a região como Boa.

Quanto às condições tróficas, observou-se que as concentrações de clorofila *a* foram maiores na 1ª campanha, variando de Mesotrófica a Eutrófica com a média indicando condição Mesotrófica. Na 2ª campanha as concentrações diminuíram, indicando condição Oligotrófica nos três pontos. A média anual indicou, para o local, classificação Mesotrófica (Tabela 3.2 e 3.21), condição igual ao ano anterior.

**Tabela 3.20:** Médias, valores mínimos e máximos e porcentagem de não conformidades (NC) dos resultados de qualidade de água de Barra do Una

Parâmetro	Unidade	Padrão classe 1 águas salinas Res. CONAMA nº 357/05	mín	máx	% NC	Média aritmética 2018	Média aritmética 2013-2017
<b>Campo</b>							
OD	mg/L	6	5,75	7,51	22%	6,81	7,04
pH	0	6,5 a 8,5	7,58	8,24	0%	8,06	8,08
Salinidade	0		31,08	34,8		33,30	34,30
Temperatura da Água	°C		21,9	23,4		22,48	22,29
Turbidez	UNT		1	10		2,25	4,77
<b>Metais</b>							
Alumínio Dissolvido	mg/L	1,5	0,5	0,5	0%	0,50	0,20
Boro Total	mg/L	5	5,68	8,58	100%	7,26	4,04
Cádmio Total	mg/L	0,005	0,05	0,05	n.d	0,050	0,013
Chumbo Total	mg/L	0,01	0,1	0,1	n.d	0,10	0,03
Cobre Dissolvido	mg/L	0,005	0,05	0,05	n.d	0,05	0,02
Crômio Hexavalente	mg/L		0,004	0,004		0,004	0,004
Crômio Total	mg/L	0,05	0,1	0,1	n.d	0,10	0,04
Estanho Total	mg/L		1	1		1,00	0,33
Ferro Dissolvido	mg/L	0,3	0,5	0,5	n.d	0,50	0,20
Níquel Total	mg/L	0,025	0,100	0,100	n.d	0,100	0,04
Zinco Total	mg/L	0,09	0,10	0,10	n.d	0,10	0,04
<b>Nutrientes</b>							
Carbono Orgânico Total	mg/L	3	1,5	2,5	0%	1,93	3,72
Orto-fosfato Solúvel	mg/L		0,006	0,02		0,01	0,01
Fósforo Total	mg/L	0,062	0,070	0,070	n.d	0,07	0,04
Nitrogênio Amoniacal Total	mg/L	0,4	0,1	0,44	6%	0,16	0,12
Nitrogênio Kjeldahl Total	mg/L		1	1		1,00	0,65
<b>Outros</b>							
Clorofila <i>a</i>	2,5	0,56	2,94	17%	1,53	2,51	2,51
Fenóis Totais	0,06	0,003	0,003	0%	0,003	0,003	0,003
<b>Microbiológicos</b>							
Enterococos	UFC/100mL	100	1	9	0%	1	1

■ Médias geométricas

n.d. - Não determinado pelo fato do limite de quantificação do método de medição ser maior do que o padrão de qualidade. Nesse caso, nas colunas mín, máx e média consta o limite de quantificação

## Qualidade dos sedimentos

Os sedimentos da região são predominantemente arenosos e não apresentaram ocorrência de não conformidades em 2018. De acordo com o critério microbiológico, nas duas campanhas de amostragem, os pontos foram classificados com Ótimos para coliformes termotolerantes e para *C. perfringens* (Tabela 3.4).

Na avaliação ecotoxicológica das amostras de sedimento dos três pontos dessa região, o ensaio agudo indicou qualidade Ótima para os pontos 1 e 2 (Tabela 3.3). Por outro lado, o ponto 3 que apresentou toxicidade foi classificado como Ruim, com 32% de mortalidade dos organismos-teste. Embora o sedimento dessa região seja arenoso e, portanto, com baixa tendência para retenção de contaminantes, o ponto 3 apresentou toxicidade em 3 das quatro amostragens anuais realizadas desde 2015. Considerando que dentre as substâncias analisadas, os valores de referência foram atendidos (Tabela 3.20), é possível que outra(s) substância(s) não analisada(s) na amostra, ou mesmo sua interação, tenha provocado a toxicidade observada.

**Tabela 3.21:** Médias, valores mínimos e máximos e porcentagem de não conformidades (NC) dos resultados de qualidade de sedimento da Barra do Una

Parâmetro	Unidade	Critério CCME, 2002		mín	máx	% NC (resultados acima de ISQG)	Média aritmética 2018	Média aritmética 2013-2017
<b>Nutrientes</b>								
Fósforo Total *	mg/kg	500		59,4	139	0,0%	96,70	138,84
Nitrogênio Kjeldahl Total *	mg/kg	1000		98,9	235	0,0%	158,32	321,83
Potencial Redox	mV			-257,00	89,00	-	-13,17	-5,46
<b>Orgânicos</b>								
Carbono Orgânico Total *	%	1,3		0,03	0,11	0,0%	0,07	0,92
Fenóis Totais	mg/kg			1,81	2,08	-	2	2
Óleos e Graxas Totais	mg/kg			350	350	-	350	463
<b>Hidrocarbonetos Arom. Polinucleares</b>								
		ISQG	PEL					
2-metilnaftaleno	µg/kg	20,2	201	20	20	0,0%	20	20
Acenafteno	µg/kg	6,71	88,9	6	6	0,0%	6	14
Acenaftileno	µg/kg	5,87	128	5	5	0,0%	5	5
Antraceno	µg/kg	46,9	245	20	20	0,0%	20	20
Benzo(a)antraceno	µg/kg	74,8	693	20	20	0,0%	20	20
Benzo(a)pireno	µg/kg	88,8	763	10	10	0,0%	10	11
Benzo(b)fluoranteno	µg/kg			20	20	-	20	20
Benzo(g,h,i)perileno	µg/kg			80	80	-	80	80
Benzo(k)fluoranteno	µg/kg			30	30	-	30	18
Criseno	µg/kg	108	846	20	20	0,0%	20	20
Dibenzo(a,h)antraceno	µg/kg	6,22	135	6	6	0,0%	6	20
Fenantreno	µg/kg	86,7	544	20	20	0,0%	20	20
Fluoranteno	µg/kg	113	1494	20	20	0,0%	20	21
Fluoreno	µg/kg	21,20	144	15	15	0,0%	15	18
Indeno(1,2,3-cd)pireno	µg/kg			20	20	0,0%	20	56
Naftaleno	µg/kg	35	391	20	20	0,0%	20	26
Pireno	µg/kg	153	1398	20	20	0,0%	20	21
<b>Metais</b>								
		ISQG	PEL					
Alumínio Total	mg/kg			3082	7338	-	4.962	6.882
Arsênio Total	mg/kg	7,24	41,6	2,11	4,19	0,0%	3	5
Cádmio Total	mg/kg	0,7	4,2	0,2	0,58	0,0%	0,28	0,50
Chumbo Total	mg/kg	30,2	112	3,35	7,74	0,0%	5	9
Cobre Total	mg/kg	18,7	108	4	4	0,0%	4	4
Crômio Total	mg/kg	52,3	160	5,93	10,6	0,0%	8	15
Estanho Total	mg/kg			0,6	0,6	-	0,6	5
Ferro Total	mg/kg			5506	12630	-	8.997,00	10.593,54
Mercúrio Total	mg/kg	0,13	0,7	0,01	0,01	0,0%	0,01	0,01
Níquel Total	mg/kg	15,9	42,8	1,55	3,58	0,0%	2,5	4,8
Zinco Total	mg/kg	124	271	10,70	22,00	0,0%	17	21

\* valores adotados pela CETESB, vide metodologia no capítulo 2

Os parâmetros sem as médias aritméticas dos cinco anos anteriores não possuem dados para realização adequada do cálculo



### 3.5.9 Área de influência do Rio Itaguareé

#### Qualidade da água

Nessa área foram identificadas não conformidades nas concentrações de OD, COT e clorofila *a*, o que manteve sua classificação como Boa em 2018.

As concentrações de clorofila *a* (Tabela 3.2) variaram na 1ª campanha de Oligotrófica a Mesotrófica, com média indicando ambiente Mesotrófico. Já na 2ª campanha o ambiente foi classificado como Oligotrófico. A média anual indicou, segundo o IETC, a classificação Oligotrófica, ou seja, indicativa de baixa trofia, condição essa desejável, visto que se trata de uma área de preservação ambiental. Essa condição é igual à observada no ano anterior.

**Tabela 3.22:** Médias, valores mínimos e máximos e porcentagem de não conformidades (NC) dos resultados de qualidade de água da área de influência da foz do Rio Itaguareé

Parâmetro	Unidade	Padrão classe 1 águas salinas Res. CONAMA nº 357/05	mín	máx	% NC	Média aritmética 2018	Média aritmética 2013-2017
<b>Campo</b>							
OD	mg/L	6	4,88	7,55	18%	6,53	6,99
pH	0	6,5 a 8,5	7,5	8,25	0%	8,01	8,06
Salinidade	0		32,03	34,6		33,30	34,50
Temperatura da Água	°C		21,1	23,5		22,46	22,36
Turbidez	UNT		1	4,4		1,78	2,91
<b>Metais</b>							
Alumínio Dissolvido	mg/L	1,5	0,5	0,5	0%	0,50	0,20
Boro Total	mg/L	5	5,68	8,2	100%	7,20	4,15
Cádmio Total	mg/L	0,005	0,05	0,05	n.d	0,050	0,013
Chumbo Total	mg/L	0,01	0,1	0,1	n.d	0,10	0,03
Cobre Dissolvido	mg/L	0,005	0,05	0,05	n.d	0,05	0,02
Crômio Hexavalente	mg/L		0,004	0,004		0,004	0,004
Crômio Total	mg/L	0,05	0,1	0,1	n.d	0,10	0,04
Estanho Total	mg/L		1	1		1,00	0,33
Ferro Dissolvido	mg/L	0,3	0,5	0,5	n.d	0,50	0,20
Níquel Total	mg/L	0,025	0,100	0,100	n.d	0,100	0,04
Zinco Total	mg/L	0,09	0,10	0,10	n.d	0,10	0,04
<b>Nutrientes</b>							
Carbono Orgânico Total	mg/L	3	1,2	3,4	11%	2,16	3,16
Orto-fosfato Solúvel	mg/L		0,009	0,02		0,01	0,01
Fósforo Total	mg/L	0,062	0,070	0,070	0%	0,07	0,04
Nitrogênio Amoniacal Total	mg/L	0,4	0,1	0,17	0%	0,11	0,11
Nitrogênio Kjeldahl Total	mg/L		1	1		1,00	0,63
<b>Outros</b>							
Clorofila <i>a</i>	µg/L	2,5	0,56	2,94	8%	0,94	1,67
Fenóis Totais	mg/L	0,06	0,003	0,003	0%	0,003	0,003
<b>Microbiológicos</b>							
Enterococos	UFC/100mL	100	1	1	0%	1	1

■ Médias geométricas

n.d. - Não determinado pelo fato do limite de quantificação do método de medição ser maior do que o padrão de qualidade. Nesse caso, nas colunas mín, máx e média consta o limite de quantificação

## Qualidade dos sedimentos

Os sedimentos da região são predominantemente arenosos e não apresentaram ocorrência de não conformidades em 2018.

Com relação aos ensaios ecotoxicológicos no primeiro semestre, os resultados do ensaio agudo indicaram ausência de toxicidade para as amostras de sedimento nos três pontos do Rio Itaguapé, resultando na classificação Ótima (Tabela 3.3).

Com base no critério microbiológico, os pontos foram classificados como Ótimos para *C. perfringens* nas duas campanhas de amostragem. Para coliformes termotolerantes os pontos foram classificados como Ótimos na primeira campanha; na segunda campanha os pontos 1 e 2 foram classificados como Bons e o ponto 3 como Ótimo (Tabela 3.4).

**Tabela 3.23:** Médias, valores mínimos e máximos e porcentagem de não conformidades (NC) dos resultados de qualidade de sedimento da área de influência da foz do Rio Itaguapé

Parâmetro	Unidade	Critério CCME, 2002		min	máx	% NC (resultados acima de ISQG)	Média aritmética 2018	Média aritmética 2013-2017
<b>Nutrientes</b>								
Fósforo Total *	mg/kg	500		77,3	140	0,0%	104	97
Nitrogênio Kjeldahl Total *	mg/kg	1000		127	597	0,0%	244	190
Potencial Redox	mV			-83,00	167,00	-	50	1
<b>Orgânicos</b>								
Carbono Orgânico Total *	%	1,3		0,07	0,28	0,0%	0,13	0,89
Fenóis Totais	mg/kg			1,78	2,06	-	2	2
Óleos e Graxas Totais	mg/kg			350	1000	-	673	509
<b>Hidrocarbonetos Arom. Polinucleares</b>								
		<b>ISQG</b>	<b>PEL</b>					
2-metilnaftaleno	µg/kg	20,2	201	20	20	0,0%	20	20
Acenafteno	µg/kg	6,71	88,9	6	6	0,0%	6	15
Acenaftileno	µg/kg	5,87	128	5	5	0,0%	5	5
Antraceno	µg/kg	46,9	245	20	20	0,0%	20	20
Benzo(a)antraceno	µg/kg	74,8	693	20	20	0,0%	20	20
Benzo(a)pireno	µg/kg	88,8	763	10	10	0,0%	10	10
Benzo(b)fluoranteno	µg/kg			20	20	-	20	20
Benzo(g,h,i)perileno	µg/kg			80	80	-	80	80
Benzo(k)fluoranteno	µg/kg			30	30	-	30	18
Criseno	µg/kg	108	846	20	20	0,0%	20	20
Dibenzo(a,h)antraceno	µg/kg	6,22	135	6	6	0,0%	6	21
Fenantreno	µg/kg	86,7	544	20	20	0,0%	20	20
Fluoranteno	µg/kg	113	1494	20	20	0,0%	20	20
Fluoreno	µg/kg	21,20	144	15	15	0,0%	15	18
Indeno(1,2,3-cd)pireno	µg/kg			20	20	0,0%	20	58
Naftaleno	µg/kg	35	391	20	20	0,0%	20	26
Pireno	µg/kg	153	1398	20	20	0,0%	20	20
<b>Metais</b>								
		<b>ISQG</b>	<b>PEL</b>					
Alumínio Total	mg/kg			3496	5765	-	4.647	5.198
Arsênio Total	mg/kg	7,24	41,6	2,01	3,8	0,0%	3	4
Cádmio Total	mg/kg	0,7	4,2	0,2	0,27	0,0%	0,2	0,5
Chumbo Total	mg/kg	30,2	112	4,55	7,38	0,0%	5	8
Cobre Total	mg/kg	18,7	108	4	4	0,0%	4	3
Crômio Total	mg/kg	52,3	160	7,3	10,9	0,0%	9	10
Estanho Total	mg/kg			0,6	0,6	-	0,6	5
Ferro Total	mg/kg			7769	9884	-	8.832	8.302
Mercúrio Total	mg/kg	0,13	0,7	0,01	0,01	0,0%	0,01	0,01
Níquel Total	mg/kg	15,9	42,8	1,19	3,53	0,0%	2	4
Zinco Total	mg/kg	124	271	6,66	18,80	0,0%	15	15

\* valores adotados pela CETESB, vide metodologia no capítulo 2

Os parâmetros sem as médias aritméticas dos cinco anos anteriores não possuem dados para realização adequada do cálculo

### 3.5.10 Canal de Bertioga

#### Qualidade da água

Em 2018, o Canal de Bertioga apresentou classificação Ruim. Foram observadas não conformidades nos parâmetros OD, COT, fósforo total, nitrogênio amoniacal, enterococos e clorofila *a* de forma distribuída entre os pontos e as campanhas (Tabela 3.24). Vale destacar que na primeira campanha de amostragem todos os pontos nas três profundidades apresentaram concentrações de enterococos acima de 100 UFC/100 mL, exceção feita ao ponto 3 na amostra de fundo.

Quanto à condição trófica, as concentrações de clorofila *a* (Tabela 3.2) na 1ª campanha variaram entre Mesotrófica e Eutrófica, apresentando média Mesotrófica. Na 2ª campanha, as concentrações indicaram condições Oligotrófica e Eutrófica e a média para essa campanha foi Eutrófica. Pela média anual esse local foi classificado, segundo o IETC, como Eutrófico, indicando um ambiente já eutrofizado, mas mantendo a condição observada no ano anterior.

**Tabela 3.24:** Médias, valores mínimos e máximos e porcentagem de não conformidades (NC) dos resultados de qualidade de água do Canal de Bertioga

Parâmetro	Unidade	Padrão classe 1 águas salobras Res. CONAMA nº 357/05	min	máx	% NC	Média aritmética 2018	Média aritmética 2013-2017
<b>Campo</b>							
OD	mg/L	5	2,79	7,53	44%	5,25	5,68
pH	0	6,5 a 8,5	7,24	8,13	0%	7,58	7,68
Salinidade	0		9,65	33		25,54	27,09
Temperatura da Água	°C		20,4	29		24,78	24,34
Turbidez	UNT		2,6	16		8,40	4,18
<b>Metais</b>							
Alumínio Dissolvido	mg/L	0,1	0,5	0,5	0%	0,50	0,10
Boro Total	mg/L	0,5	1,43	4,03	100%	2,77	2,92
Cádmio Total	mg/L	0,005	0,05	0,05	n.d	0,050	0,001
Chumbo Total	mg/L	0,01	0,1	0,1	n.d	0,10	0,01
Cobre Dissolvido	mg/L	0,005	0,05	0,05	n.d	0,05	0,01
Crômio Hexavalente	mg/L		0,004	0,004		0,004	0,006
Crômio Total	mg/L	0,05	0,1	0,1	n.d	0,10	0,02
Estanho Total	mg/L		1	1		1,00	0,10
Ferro Dissolvido	mg/L	0,3	0,5	0,5	n.d	0,50	0,10
Níquel Total	mg/L	0,025	0,100	0,100	n.d	0,100	0,02
Zinco Total	mg/L	0,09	0,10	0,10	n.d	0,10	0,02
<b>Nutrientes</b>							
Carbono Orgânico Total	mg/L	3	1	11,8	44%	2,89	7,33
Orto-fosfato Solúvel	mg/L		0,007	0,15		0,07	0,14
Fósforo Total	mg/L	0,124	0,070	0,170	17%	0,10	0,17
Nitrogênio Amoniacal Total	mg/L	0,4	0,1	0,8	28%	0,45	0,19
Nitrogênio Kjeldahl Total	mg/L		0,5	1,43		0,82	0,79
<b>Outros</b>							
Clorofila <i>a</i>	µg/L	10	1,41	22,45	42%	10,05	12,58
Fenóis Totais	mg/L	0,06	0,003	0,003	0%	0,003	0,003
<b>Microbiológicos</b>							
Enterococos	UFC/100mL	100	2	5500	44%	45	45

■ Médias geométricas

n.d. - Não determinado pelo fato do limite de quantificação do método de medição ser maior do que o padrão de qualidade. Nesse caso, nas colunas min, máx e média consta o limite de quantificação

### Qualidade dos sedimentos

Os sedimentos do ponto 1, localizado no Largo do Candinho que tem influência do estuário de Santos, apresentaram granulometria fina com maior fração de silte enquanto, que ponto 3, próximo ao rio Itapanhaú e ao mar na boca leste do canal, e submetido a correntes mais intensas, apresentam granulometria mais arenosa. O largo do Candinho é uma área onde ocorre o encontro das águas sendo, portanto, uma área deposicional, por esse motivo possui características bastante diversas dos outros dois pontos. Em geral os sedimentos da região possuem altas quantidades de substâncias e apresentam potencial redox negativo, ou seja, ambiente redutor.

O ano de 2018 manteve o mesmo comportamento do ano anterior com relação aos resultados de concentração de nutrientes que foram inferiores à média histórica com frequência de não conformidades similares (50% no caso do NKT e 33% no caso do COT, sem ocorrências de fósforo). Não foi registrada ocorrência de não conformidades em relação aos HPAs ou metais (Tabela 3.25).

Os ensaios ecotoxicológicos, nas amostras de sedimento dos três pontos dessa região indicaram qualidade Ótima para esse ambiente no primeiro semestre (Tabela 3.3). Na avaliação dessa região é necessário considerar o histórico de contaminação, como por exemplo, a presença HPAs e metais que, embora abaixo dos limites de ISQG nas amostragens desse ano, podem causar problemas com uma eventual movimentação e ressuspensão da camada de sedimento, aumentando a probabilidade de ocorrência de efeitos deletérios nas comunidades aquáticas.

Considerando o critério microbiológico, as amostras do primeiro semestre, para coliformes termotolerantes, foram classificadas como Boa (ponto 1) e Ruins (pontos 2 e 3) e para *C. perfringens* os três pontos foram classificados como Ruins. No segundo semestre o cenário melhora e as amostras são classificadas como Ótimas para coliformes termotolerantes e Boas para *C. perfringens* (Tabela 3.4).

**Tabela 3.25:** Médias, valores mínimos e máximos e porcentagem de não conformidades (NC) dos resultados de qualidade de sedimento do Canal de Bertiooga

Parâmetro	Unidade	Critério CCME, 2002		mín	máx	% NC (resultados acima de ISQG)	Média aritmética 2018	Média aritmética 2013-2017
<b>Nutrientes</b>								
Fósforo Total *	mg/kg	700		221	688	0,0%	422	496
Nitrogênio Kjeldahl Total *	mg/kg	1500		592	3838	33,3%	1.782	1.809
Potencial Redox	mV			-63,00	-312,00	-	155	-189
<b>Orgânicos</b>								
Carbono Orgânico Total *	%	1,8		1,06	6,08	50,0%	3	4
Fenóis Totais	mg/kg			2,23	6,41	-	4	4
Óleos e Graxas Totais	mg/kg			350	1680	-	684	1.555
<b>Hidrocarbonetos Arom. Polinucleares</b>								
		ISQG	PEL					
2-metilnaftaleno	µg/kg	20,2	201	20	20	0,0%	20	20
Acenafteno	µg/kg	6,71	88,9	6	6	0,0%	6	18
Acenaftileno	µg/kg	5,87	128	5	5	0,0%	5	8
Antraceno	µg/kg	46,9	245	20	20	0,0%	20	22
Benzo(a)antraceno	µg/kg	74,8	693	20	20	0,0%	20	20
Benzo(a)pireno	µg/kg	88,8	763	10	19,9	0,0%	13	14
Benzo(b)fluoranteno	µg/kg			20	20	-	20	36
Benzo(g,h,i)perileno	µg/kg			80	80	-	80	80
Benzo(k)fluoranteno	µg/kg			30	30	-	30	15
Criseno	µg/kg	108	846	20	20	0,0%	20	20
Dibenzo(a,h)antraceno	µg/kg	6,22	135	6	6	0,0%	6	26
Fenantreno	µg/kg	86,7	544	20	20	0,0%	20	20
Fluoranteno	µg/kg	113	1494	20	33,4	0,0%	22	27
Fluoreno	µg/kg	21,20	144	15	15	0,0%	15	19
Indeno(1,2,3-cd)pireno	µg/kg			20,0	20,9	0,0%	20	70
Naftaleno	µg/kg	35	391	20	20	0,0%	20	28
Pireno	µg/kg	153	1398	20	31,2	0,0%	22	24
<b>Metais</b>								
		ISQG	PEL					
Alumínio Total	mg/kg			5216	22390	-	12.470,0	26.750,7
Arsênio Total	mg/kg	7,24	41,6	4,94	12,9	33,3%	7,3	7,3
Cádmio Total	mg/kg	0,7	4,2	0,2	0,5	0,0%	0,37	0,51
Chumbo Total	mg/kg	30,2	112	6,54	25,7	0,0%	13	18
Cobre Total	mg/kg	18,7	108	4	12,6	0,0%	7	10
Crômio Total	mg/kg	52,3	160	6,74	25,6	0,0%	15	23
Estanho Total	mg/kg			0,6	5	-	3	5
Ferro Total	mg/kg			8040	23520	-	14.765	20.843
Mercúrio Total	mg/kg	0,13	0,7	0,01	0,09	0,0%	0,05	0,07
Níquel Total	mg/kg	15,9	42,8	2,74	11,7	0,0%	6	9
Zinco Total	mg/kg	124	271	25,90	71,90	0,0%	41	51

\* valores adotados pela CETESB, vide metodologia no capítulo 2

Os parâmetros sem as médias aritméticas dos cinco anos anteriores não possuem dados para realização adequada do cálculo

### 3.5.11 Canal de Piaçaguera

#### Qualidade da água

A área apresentou não conformidades para os parâmetros OD (71%), fósforo total (83%), nitrogênio amoniacal total (33%), COT (33%), enterococos (17%) e clorofila a (29%), classificando a região na categoria Ruim (Tabela 3.26). Destaca-se que este conjunto de parâmetros está associado às cargas poluidoras de esgotos domésticos e outras contribuições difusas da região.

As concentrações de clorofila a (Tabela 3.2) na 1ª campanha foram maiores do que na 2ª, variando da condição Mesotrófica a Eutrófica, classificando o ambiente como Eutrófico. Já na 2ª campanha as concentrações de clorofila a classificaram o ambiente como Mesotrófico. Pelo IETC, a média anual, classificou esse local como Eutrófico, situação que indica piora em relação ao ano anterior.

**Tabela 3.26:** Médias, valores mínimos e máximos e porcentagem de não conformidades (NC) dos resultados de qualidade de água do Canal de Piaçaguera

Parâmetro	Unidade	Padrão classe 1 águas salobras Res. CONAMA nº 357/05	mín	máx	% NC	Média aritmética 2018	Média aritmética 2013-2017
<b>Campo</b>							
OD	mg/L	5	2,35	6,58	71%	4,46	4,68
pH	0	6,5 a 8,5	7,03	7,81	0%	7,59	7,44
Salinidade	0		22,66	31,3		28,39	24,53
Temperatura da Água	°C		20,8	29,8		24,99	23,45
Turbidez	UNT		2,7	10		5,14	11,07
<b>Metais</b>							
Alumínio Dissolvido	mg/L	0,1	0,5	0,5	100%	0,50	0,10
Boro Total	mg/L	0,5	3	3,95	100%	3,46	2,49
Cádmio Total	mg/L	0,005	0,05	0,05	n.d	0,050	0,001
Chumbo Total	mg/L	0,01	0,1	0,1	n.d	0,10	0,01
Cobre Dissolvido	mg/L	0,005	0,05	0,05	n.d	0,05	0,01
Crômio Hexavalente	mg/L		0,004	0,004		0,004	0,005
Crômio Total	mg/L	0,05	0,1	0,1	n.d	0,10	0,02
Estanho Total	mg/L		1	1		1,00	0,10
Ferro Dissolvido	mg/L	0,3	0,5	0,5	n.d	0,50	0,10
Níquel Total	mg/L	0,025	0,100	0,100	n.d	0,100	0,02
Zinco Total	mg/L	0,09	0,10	0,10	n.d	0,10	0,02
<b>Nutrientes</b>							
Carbono Orgânico Total	mg/L	3	2,4	5,1	33%	3,14	5,98
Orto-fosfato Solúvel	mg/L		0,11	0,64		0,25	1,36
Fósforo Total	mg/L	0,124	0,120	0,670	83%	0,26	1,75
Nitrogênio Amoniacal Total	mg/L	0,4	0,38	0,79	33%	0,52	0,60
Nitrogênio Kjeldahl Total	mg/L		0,5	1,52		0,85	1,19
<b>Outros</b>							
Clorofila a	µg/L	10	2,38	42,77	25%	10,85	7,99
Fenóis Totais	mg/L	0,06	0,003	0,003	0%	0,003	0,003
<b>Microbiológicos</b>							
Enterococos	UFC/100mL	100	6	220	17%	44	44

■ Médias geométricas

n.d. - Não determinado pelo fato do limite de quantificação do método de medição ser maior do que o padrão de qualidade. Nesse caso, nas colunas mín, máx e média consta o limite de quantificação

## Qualidade dos sedimentos

O monitoramento da granulometria dos sedimentos da região apresentou valores significativamente diferentes entre as duas campanhas de 2018, mas com predominância de finos. É fato conhecido que o canal de Piaçaguera é um ambiente naturalmente deposicional, com predominância das frações silte e argila.

Sobre os nutrientes, especialmente nitrogênio e fósforo, cabe ressaltar que as elevadas concentrações presentes no sedimento são normalmente encontradas e se devem à componente difusa da atividade industrial do setor de fertilizantes além das contribuições dos esgotos domésticos. Dessa forma, os potenciais redox negativos registrados são devidos à presença dessa carga orgânica acumulada no fundo do ambiente aquático.

Em relação aos metais, verificou-se que as médias das concentrações em 2018 foram, em sua maioria, inferiores às do período de 2013 a 2017, embora com maior número de resultados acima dos valores de referência em relação ao ano anterior. No caso do mercúrio, registrou-se uma ocorrência cujo valor mostrou-se entre ISQG e PEL (0,47 mg/kg), fato esse que pode estar associado à exposição de camada sedimentar pretérita, muito embora seja uma condição temporária em razão da remoção desses sedimentos pela dragagem do canal.

Quanto aos parâmetros HPAs, as concentrações observadas foram mais elevadas que as do ano anterior. Verificou-se a ocorrência no Ponto 3 de concentrações superiores a PEL para: Benzo(a)antraceno, Benzo(a)pireno, Fluoranteno, Criseno e Pireno. Os demais HPAs investigados foram quantificados entre ISQG e PEL, o que constitui um comportamento típico desses compostos no Alto Estuário da Baixada Santista ao longo do tempo em que são monitorados.

A avaliação ecotoxicológica demonstrou que, apesar dos resultados de alguns HPAs acima de PEL e outros HPAs e mercúrio entre ISQG e PEL, já mencionados anteriormente, essas substâncias não se mostraram biodisponíveis para causar efeito tóxico agudo aos organismos teste, uma vez que os ensaios ecotoxicológicos indicaram qualidade Ótima para os sedimentos da região.

Com base no critério microbiológico, considerando o grupo dos coliformes termotolerantes, os pontos foram classificados como Bons em ambas as campanhas, exceto o ponto 2 que foi classificado com Ruim no segundo semestre. Quanto aos *C. perfringens* as amostras foram classificadas como Ruins nos dois semestres, exceto o ponto 3 que teve classificação Boa no primeiro semestre (Tabela 3.4).



**Tabela 3.27:** Médias, valores mínimos e máximos e porcentagem de não conformidades (NC) dos resultados de qualidade de sedimento do Canal de Piaçaguera

Parâmetro	Unidade	Critério CCME, 2002		mín	máx	% NC (resultados acima de ISQG)	Média aritmética 2018	Média aritmética 2013-2017
<b>Nutrientes</b>								
Fósforo Total *	mg/kg	700		700	2429	83,3%	1.574	1.665
Nitrogênio Kjeldahl Total *	mg/kg	1500		968	2682	66,7%	1.878	1.899
Potencial Redox	mV			-148,00	-274,00	-	221	-203
<b>Orgânicos</b>								
Carbono Orgânico Total *	%	1,8		1,69	3,97	83,3%	3	3
Fenóis Totais	mg/kg			3,14	5,27	-	5	4
Óleos e Graxas Totais	mg/kg			350	1990	-	1.022	1.873
<b>Hidrocarbonetos Arom. Polinucleares</b>								
		ISQG	PEL					
2-metilnaftaleno	µg/kg	20,2	201	30,7	160	100,0%	88	45
Acenafteno	µg/kg	6,71	88,9	9,18	73,1	100,0%	42	23
Acenaftileno	µg/kg	5,87	128	5	28,7	66,7%	13	14
Antraceno	µg/kg	46,9	245	30,3	230	83,3%	121	65
Benzo(a)antraceno	µg/kg	74,8	693	56,6	888	83,3%	397	247
Benzo(a)pireno	µg/kg	88,8	763	102	954	100,0%	494	367
Benzo(b)fluoranteno	µg/kg			206	715	-	408	262
Benzo(g,h,i)perileno	µg/kg			80	487	-	289	267
Benzo(k)fluoranteno	µg/kg			47,2	442	-	224	151
Criseno	µg/kg	108	846	85,7	849	83,3%	430	122
Dibenzo(a,h)antraceno	µg/kg	6,22	135	20,4	110	100,0%	59	40
Fenantreno	µg/kg	86,7	544	48,8	484	83,3%	267	74
Fluoranteno	µg/kg	113	1494	133	1770	100,0%	834	643
Fluoreno	µg/kg	21,20	144	15	83,2	83,3%	49	25
Indeno(1,2,3-cd)pireno	µg/kg			70	600	0,0%	312	251
Naftaleno	µg/kg	35	391	20	55,8	50,0%	34	31
Pireno	µg/kg	153	1398	144	1600	83,3%	895	648
<b>Metais</b>								
		ISQG	PEL					
Alumínio Total	mg/kg			17740	30590	-	25.047	35.814
Arsênio Total	mg/kg	7,24	41,6	7,88	12,6	100,0%	10	10
Cádmio Total	mg/kg	0,7	4,2	0,36	0,53	0,0%	0,46	0,55
Chumbo Total	mg/kg	30,2	112	20,2	37,8	33,3%	28	29
Cobre Total	mg/kg	18,7	108	12,9	23,8	50,0%	19	23
Crômio Total	mg/kg	52,3	160	25	40,2	0,0%	34	43
Estanho Total	mg/kg			1,14	5	-	3	5
Ferro Total	mg/kg			21390	39550	-	31.342	35.844
Mercúrio Total	mg/kg	0,13	0,7	0,13	0,47	83,3%	0,32	0,27
Níquel Total	mg/kg	15,9	42,8	11,4	16,1	16,7%	13,6	18,3
Zinco Total	mg/kg	124	271	76,60	147,00	33,3%	108,2	145,8

\* valores adotados pela CETESB, vide metodologia no capítulo 2

Os parâmetros sem as médias aritméticas dos cinco anos anteriores não possuem dados para realização adequada do cálculo

### 3.5.12 Área de influência do emissário do Guarujá

#### Qualidade da água

O ano de 2017 marca a inclusão de um quarto ponto na área de influência dos emissários para compreender a variação de regimes de corrente ao longo do ano. No caso do Emissário do Guarujá todos os quatro pontos apresentaram alguma amostra não conforme: OD (67%), fósforo (46%) e clorofila *a* (38%) (Tabela 3.28). Em 2018 a classificação dos pontos 2 a 4 foi Regular enquanto o ponto 1 foi classificado como Bom. A classificação média foi Regular e piorou em relação a 2017.

Quanto à eutrofização, as concentrações de clorofila *a* (Tabela 3.2) na 1ª campanha foram menores do que na 2ª campanha, indicando condição Mesotrófica. Na 2ª campanha, as concentrações de clorofila *a* exibiram aumento de seus valores, indicando condição Eutrófica. Pela média anual, o local foi classificado como Mesotrófico, apresentando melhora na condição trófica quando comparado ao ano anterior.

**Tabela 3.28:** Médias, valores mínimos e máximos e porcentagem de não conformidades (NC) dos resultados de qualidade de água da área de influência do Emissário do Guarujá

Parâmetro	Unidade	Padrão classe 1 águas salinas Res. CONAMA nº 357/05	mín	máx	% NC	Média aritmética 2018	Média aritmética 2013-2017
<b>Campo</b>							
OD	mg/L	6	4,57	6,77	67%	5,70	6,67
pH	0	6,5 a 8,5	7,28	8,16	0%	7,88	8,00
Salinidade	0		31,64	36,02		34,61	34,72
Temperatura da Água	°C		21,6	29,1		24,41	24,45
Turbidez	UNT		1	4,6		2,03	3,27
<b>Metais</b>							
Alumínio Dissolvido	mg/L	1,5	0,5	0,5	0%	0,50	0,26
Boro Total	mg/L	5	4,2	4,64	0%	4,45	3,93
Cádmio Total	mg/L	0,005	0,05	0,05	n.d	0,050	0,020
Chumbo Total	mg/L	0,01	0,1	0,1	n.d	0,10	0,05
Cobre Dissolvido	mg/L	0,005	0,05	0,5	n.d	0,09	0,03
Crômio Hexavalente	mg/L		0,004	0,004		0,004	0,005
Crômio Total	mg/L	0,05	0,1	0,1	n.d	0,10	0,05
Estanho Total	mg/L		1	1		1,00	0,46
Ferro Dissolvido	mg/L	0,3	0,5	0,5	n.d	0,50	0,26
Níquel Total	mg/L	0,025	0,100	0,100	n.d	0,100	0,05
Zinco Total	mg/L	0,09	0,10	0,10	n.d	0,10	0,05
<b>Nutrientes</b>							
Carbono Orgânico Total	mg/L	3	1,4	2,4	0%	1,83	2,93
Orto-fosfato Solúvel	mg/L		0,007	0,007		0,01	0,01
Fósforo Total	mg/L	0,062	0,070	0,150	96%	0,09	0,04
Nitrogênio Amoniacal Total	mg/L	0,4	0,5	0,5	0%	0,50	0,11
Nitrogênio Kjeldahl Total	mg/L		0,5	1		0,54	0,78
<b>Outros</b>							
Clorofila <i>a</i>	µg/L	2,5	0,56	5,64	38%	2,05	3,30
Fenóis Totais	mg/L	0,06	0,003	0,003	0%	0,003	0,003
<b>Microbiológicos</b>							
Enterococos	UFC/100mL	100	1	12	0%	2	2

■ Médias geométricas

n.d. - Não determinado pelo fato do limite de quantificação do método de medição ser maior do que o padrão de qualidade. Nesse caso, nas colunas mín, máx e média consta o limite de quantificação

## Qualidade de sedimento

O sedimento apresenta concentrações um pouco mais elevadas de nutrientes com ocorrências acima dos valores orientadores distribuídos ao longo das amostragens (Tabela 3.29). A granulometria do sedimento apresenta grande quantidade de finos (de 30 a 40%), atípica para regiões costeiras bem como potencial redox bastante negativo, resultado da influência do emissário na área.

Na avaliação ecotoxicológica realizada no primeiro semestre com as amostras de sedimento dos quatro pontos dessa região, o ensaio agudo indicou qualidade Ótima para esse ambiente (Tabela 3.3).

Com relação ao critério microbiológico, as densidades de coliformes termotolerantes classificaram as amostras como Ótimas nas duas campanhas de amostragem. As densidades de *C. perfringens* classificaram as amostras da primeira campanha como Boas, Regulares e Ruins. Na segunda campanha, as amostras foram classificadas como Ótimas, Boas e Regulares (Tabela 3.4).

**Tabela 3.29:** Médias, valores mínimos e máximos e porcentagem de não conformidades (NC) dos resultados de qualidade de sedimento da área de influência do Emissário do Guarujá

Parâmetro	Unidade	Critério CCME, 2002	min	máx	% NC (resultados acima de ISQG)	Média aritmética 2018	Média aritmética 2013-2017	
<b>Nutrientes</b>								
Fósforo Total *	mg/kg	500	220	563	12,5%	341	281	
Nitrogênio Kjeldahl Total *	mg/kg	1000	525	1751	50,0%	1.063	859	
Potencial Redox	mV		-146,00	-140,00	-	-143	-126	
<b>Orgânicos</b>								
Carbono Orgânico Total *	%	1,3	0,45	1,22	0,0%	0,82	1,03	
Fenóis Totais	mg/kg		2,43	3,95	-	3	2	
Óleos e Graxas Totais	mg/kg		350	1062	-	690	451	
<b>Hidrocarbonetos Arom. Polinucleares</b>								
		ISQG	PEL					
2-metilnaftaleno	µg/kg	20,2	201	20	20	0,0%	20	20
Acenafteno	µg/kg	6,71	88,9	6	6	0,0%	6	16
Acenaftileno	µg/kg	5,87	128	5	5	0,0%	5	5
Antraceno	µg/kg	46,9	245	20	20	0,0%	20	20
Benzo(a)antraceno	µg/kg	74,8	693	20	20,5	0,0%	20	20
Benzo(a)pireno	µg/kg	88,8	763	10	33,2	0,0%	17	11
Benzo(b)fluoranteno	µg/kg			20	29,2	-	22	20
Benzo(g,h,i)perileno	µg/kg			80	80	-	80	80
Benzo(k)fluoranteno	µg/kg			30	30	-	30	16
Criseno	µg/kg	108	846	20	23,1	0,0%	20	20
Dibenzo(a,h)antraceno	µg/kg	6,22	135	6	6	0,0%	6	23
Fenantreno	µg/kg	86,7	544	20	20	0,0%	20	20
Fluoranteno	µg/kg	113	1494	20	30,7	0,0%	22	20
Fluoreno	µg/kg	21,20	144	15	15	0,0%	15	18
Indeno(1,2,3-cd)pireno	µg/kg			20	31	0,0%	22	62
Naftaleno	µg/kg	35	391	20	20	0,0%	20	27
Pireno	µg/kg	153	1398	20	30,9	0,0%	22	20
<b>Metais</b>								
		ISQG	PEL					
Alumínio Total	mg/kg			9424	27116	-	15.061	14.553
Arsênio Total	mg/kg	7,24	41,6	5,2	9,24	50,0%	7	6
Cádmio Total	mg/kg	0,7	4,2	0,2	0,5	0,0%	0,35	0,50
Chumbo Total	mg/kg	30,2	112	10,6	23,8	0,0%	16	18
Cobre Total	mg/kg	18,7	108	4	8,5	0,0%	6	5
Crômio Total	mg/kg	52,3	160	11,5	34,3	0,0%	21	21
Estanho Total	mg/kg			1,01	8,17	-	4	5
Ferro Total	mg/kg			14410	29650	-	20.950	18.751
Mercúrio Total	mg/kg	0,13	0,7	0,01	0,04	0,0%	0,03	0,03
Níquel Total	mg/kg	15,9	42,8	5,41	10,9	0,0%	8	8
Zinco Total	mg/kg	124	271	30,50	52,80	0,0%	40	40

\* valores adotados pela CETESB, vide metodologia no capítulo 2

Os parâmetros sem as médias aritméticas dos cinco anos anteriores não possuem dados para realização adequada do cálculo

### 3.5.13 Área de influência do emissário de Santos

#### Qualidade da água

Na área de influência do Emissário de Santos apresentaram não conformidades os parâmetros OD (33%), COT (8%), enterococos (42%) e clorofila *a* (56%) (Tabela 3.30). A área foi classificada como Regular mas no limite do Ruim. O ponto 2 apresentou classificação Ruim e prejudicou a avaliação da área concentrando a maioria das não conformidades.

Quanto à condição trófica (Tabela 3.2), na 1ª campanha as concentrações de clorofila *a* foram elevadas em três pontos, com média apontando ambiente Supereutrófico. Na 2ª campanha as concentrações foram menores, com média indicando ambiente Mesotrófico. Ainda assim, a média anual classificou o local como Supereutrófico, cenário igual ao do ano anterior.

**Tabela 3.30:** Médias, valores mínimos e máximos e porcentagem de não conformidades (NC) dos resultados de qualidade de água da área de influência do Emissário de Santos

Parâmetro	Unidade	Padrão classe 1 águas salinas Res. CONAMA n° 357/05	mín	máx	% NC	Média aritmética 2018	Média aritmética 2013-2017
<b>Campo</b>							
OD	mg/L	6	4,08	8,12	33%	6,02	5,76
pH	0	6,5 a 8,5	7,07	8,27	0%	7,87	7,97
Salinidade	0		27,07	35,51		32,05	33,72
Temperatura da Água	°C		22,6	27,8		24,62	24,83
Turbidez	UNT		1,3	7,2		2,84	6,45
<b>Metais</b>							
Alumínio Dissolvido	mg/L	1,5	0,5	0,5	0%	0,50	0,10
Boro Total	mg/L	5	3,71	4,3	0%	4,05	4,41
Cádmio Total	mg/L	0,005	0,05	0,05	n.d	0,050	0,001
Chumbo Total	mg/L	0,01	0,1	0,1	n.d	0,10	0,01
Cobre Dissolvido	mg/L	0,005	0,05	0,05	n.d	0,05	0,01
Crômio Hexavalente	mg/L		0,004	0,004		0,004	0,004
Crômio Total	mg/L	0,05	0,1	0,1	n.d	0,10	0,02
Estanho Total	mg/L		1	1		1,00	0,10
Ferro Dissolvido	mg/L	0,3	0,5	0,5	n.d	0,50	0,10
Níquel Total	mg/L	0,025	0,100	0,100	n.d	0,100	0,02
Zinco Total	mg/L	0,09	0,10	0,10	n.d	0,10	0,02
<b>Nutrientes</b>							
Carbono Orgânico Total	mg/L	3	1	3,9	8%	1,95	3,57
Orto-fosfato Solúvel	mg/L		0,007	0,07		0,03	0,05
Fósforo Total	mg/L	0,062	0,070	0,070	n.d	0,07	0,08
Nitrogênio Amoniacal Total	mg/L	0,4	0,1	0,31	0%	0,19	0,18
Nitrogênio Kjeldahl Total	mg/L		0,5	1,04		0,75	0,84
<b>Outros</b>							
Clorofila <i>a</i>	µg/L	2,5	1,37	19,65	56%	5,05	8,70
Fenóis Totais	mg/L	0,06	0,003	0,003	0%	0,003	0,003
<b>Microbiológicos</b>							
Enterococos	UFC/100mL	100	1	7900	42%	99	99

■ Médias geométricas

n.d. - Não determinado pelo fato do limite de quantificação do método de medição ser maior do que o padrão de qualidade. Nesse caso, nas colunas mín, máx e média consta o limite de quantificação

## Qualidade dos sedimentos

Os sedimentos da região mostraram-se predominantemente arenosos, apesar da influência do emissário. O potencial redox apresentou valores negativos, indicando ambiente anaeróbio. Os sedimentos apresentaram algumas ocorrências de NKT e COT em concentrações acima dos valores de referência, mas não de fósforo como em 2017 (Tabela 3.31). Além disso, foram quantificados alguns HPAs, sendo o acenaftileno o único que apresentou não conformidade apenas no ponto 4 no primeiro semestre. É possível afirmar que tanto os HPAs quantificados quanto a não conformidade são fatos pontuais à luz do comportamento histórico da área. Apesar da presença dessas substâncias, especialmente no ponto 4, elas não estavam biodisponíveis para causar efeito tóxico agudo aos organismos teste, uma vez que os ensaios indicaram qualidade Ótima para esse ambiente no primeiro semestre (Tabela 3.3).

Considerando o critério microbiológico, as densidades de coliformes termotolerantes classificaram os pontos Bons, Ruins e Péssimos na primeira campanha e como Péssimos e Regulares na segunda. Quanto ao *C. perfringens*, as amostras foram classificadas como Ótimas, Boas e Péssimas na primeira campanha e como Ruins e Péssimas na segunda campanha. Vale destacar que o ponto 4 alcançou concentração da ordem de  $10^6$  NMP/100g na primeira campanha (Tabela 3.4).

**Tabela 3.31:** Médias, valores mínimos e máximos e porcentagem de não conformidades (NC) dos resultados de qualidade de sedimento da área de influência do Emissário de Santos

Parâmetro	Unidade	Critério CCME, 2002		mín	máx	% NC (resultados acima de ISQG)	Média aritmética 2018	Média aritmética 2013-2017
<b>Nutrientes</b>								
Fósforo Total *	mg/kg	500		142	500	0,0%	302	323
Nitrogênio Kjeldahl Total *	mg/kg	1000		208	1811	50,0%	795	869
Potencial Redox	mV			-211,00	-4,00	-	-118	-180
<b>Orgânicos</b>								
Carbono Orgânico Total *	%	1,3		0,16	1,60	12,5%	0,54	1,04
Fenóis Totais	mg/kg			1,97	3,34	-	3	3
Óleos e Graxas Totais	mg/kg			350	1000	-	673	599
<b>Hidrocarbonetos Arom. Polinucleares</b>								
		ISQG	PEL					
2-metilnaftaleno	µg/kg	20,2	201	20	20	0,0%	20	20
Acenafteno	µg/kg	6,71	88,9	6	6	0,0%	6	17
Acenaftileno	µg/kg	5,87	128	5	18,3	12,5%	7	5
Antraceno	µg/kg	46,9	245	20	20	0,0%	20	20
Benzo(a)antraceno	µg/kg	74,8	693	20	20	0,0%	20	21
Benzo(a)pireno	µg/kg	88,8	763	10	27,7	0,0%	14	13
Benzo(b)fluoranteno	µg/kg			20	23,3	-	20	21
Benzo(g,h,i)perileno	µg/kg			80	80	-	80	80
Benzo(k)fluoranteno	µg/kg			30	30	-	30	15
Criseno	µg/kg	108	846	20	20	0,0%	20	21
Dibenzo(a,h)antraceno	µg/kg	6,22	135	6	6	0,0%	6	24
Fenantreno	µg/kg	86,7	544	20	20	0,0%	20	20
Fluoranteno	µg/kg	113	1494	20	29,9	0,0%	21	23
Fluoreno	µg/kg	21,20	144	15	15	0,0%	15	19
Indeno(1,2,3-cd)pireno	µg/kg			20,0	24,2	0,0%	21	65
Naftaleno	µg/kg	35	391	20	20	0,0%	20	28
Pireno	µg/kg	153	1398	20	27,6	0,0%	21	22
<b>Metais</b>								
		ISQG	PEL					
Alumínio Total	mg/kg			6813	21420	-	12.725	14.831
Arsênio Total	mg/kg	7,24	41,6	3,07	9,55	25,0%	6	6
Cádmio Total	mg/kg	0,7	4,2	0,2	0,5	0,0%	0,35	0,52
Chumbo Total	mg/kg	30,2	112	6,24	20,1	0,0%	11	13
Cobre Total	mg/kg	18,7	108	4	6,98	0,0%	5	9
Crômio Total	mg/kg	52,3	160	10,4	25	0,0%	18	20
Estanho Total	mg/kg			1,7	32,8	-	11	5
Ferro Total	mg/kg			11750	22200	-	16.774	18.467
Mercúrio Total	mg/kg	0,13	0,7	0,01	0,03	0,0%	0,02	0,02
Níquel Total	mg/kg	15,9	42,8	3,54	9,43	0,0%	6	8
Zinco Total	mg/kg	124	271	26,00	52,40	0,0%	36	44

\* valores adotados pela CETESB, vide metodologia no capítulo 2

Os parâmetros sem as médias aritméticas dos cinco anos anteriores não possuem dados para realização adequada do cálculo

### 3.5.14 Canal de Santos

#### Qualidade da água

No Canal de Santos apresentaram não conformidade os parâmetros COT (39%), OD (53%), fósforo total (56%), nitrogênio amoniacal (17%) e enterococos (50%) (Tabela 3.32), classificando a área na categoria Ruim pelos critérios do IQAC, repetindo a classificação de 2017. Apenas o ponto 3 foi classificado como Regular.

As concentrações de clorofila *a* (Tabela 3.2) na 1ª campanha indicaram pontos com baixa e média trofia (Oligotrófico e Mesotrófico), com média indicando ambiente Mesotrófico. Na 2ª campanha, as concentrações foram menores, classificando o canal como Oligotrófico. A média anual do IETC indicou condição Oligotrófica exibindo uma melhora na qualidade das águas em relação ano anterior.

**Tabela 3.32:** Médias, valores mínimos e máximos e porcentagem de não conformidades (NC) dos resultados de qualidade de água do Canal de Santos

Parâmetro	Unidade	Padrão classe 1 águas salobras Res. CONAMA nº 357/05	mín	máx	% NC	Média aritmética 2018	Média aritmética 2013-2017
<b>Campo</b>							
OD	mg/L	5	3,12	6,15	53%	4,68	5,37
pH	0	6,5 a 8,5	7,32	7,94	0%	7,72	7,72
Salinidade	0		27,96	32,5		30,65	29,63
Temperatura da Água	°C		20,3	29,5		25,36	23,55
Turbidez	UNT		3,3	80		15,63	5,41
<b>Metais</b>							
Alumínio Dissolvido	mg/L	0,1	0,5	0,5	0%	0,50	0,10
Boro Total	mg/L	0,5	3,64	4,08	100%	3,87	3,54
Cádmio Total	mg/L	0,005	0,05	0,05	n.d	0,050	0,001
Chumbo Total	mg/L	0,01	0,1	0,1	n.d	0,10	0,01
Cobre Dissolvido	mg/L	0,005	0,05	0,05	n.d	0,05	0,01
Crômio Hexavalente	mg/L		0,004	0,004		0,004	0,004
Crômio Total	mg/L	0,05	0,1	0,1	n.d	0,10	0,02
Estanho Total	mg/L		1	1		1,00	0,10
Ferro Dissolvido	mg/L	0,3	0,5	0,5	n.d	0,50	0,10
Níquel Total	mg/L	0,025	0,100	0,100	n.d	0,100	0,02
Zinco Total	mg/L	0,09	0,10	0,10	n.d	0,10	0,02
<b>Nutrientes</b>							
Carbono Orgânico Total	mg/L	3	2,3	7,4	39%	3,21	6,47
Orto-fosfato Solúvel	mg/L		0,05	0,17		0,11	0,33
Fósforo Total	mg/L	0,124	0,090	0,200	56%	0,13	0,42
Nitrogênio Amoniacal Total	mg/L	0,4	0,21	0,67	17%	0,43	0,28
Nitrogênio Kjeldahl Total	mg/L		0,5	1,95		0,82	0,85
<b>Outros</b>							
Clorofila <i>a</i>	µg/L	10	0,56	5,63	0%	2,84	8,92
Fenóis Totais	mg/L	0,06	0,003	0,003	0%	0,003	0,003
<b>Microbiológicos</b>							
Enterococos	UFC/100mL	100	9	1540	50%	174	174

■ Médias geométricas

n.d. - Não determinado pelo fato do limite de quantificação do método de medição ser maior do que o padrão de qualidade. Nesse caso, nas colunas mín, máx e média consta o limite de quantificação

### Qualidade dos sedimentos

Os sedimentos da região são, em geral, predominantemente finos com tendência de acúmulo de substâncias sendo a proporção de finos em relação à areia de 50/50 nos pontos 1 e 2, mas de 80% de finos no ponto 3 que se localiza mais ao norte do canal. As altas concentrações de nutrientes e o resultado de potencial redox substancialmente negativo indicam ambiente onde ocorre degradação anaeróbia dos nutrientes (Tabela 3.33).

As concentrações de nutrientes só foram superiores aos valores orientadores no ponto 3, mais próximo do alto estuário em consonância com os resultados observados no Canal de Piaçaguera. É importante notar também que o tráfego de navios de grande porte pode estar carreando a contaminação observada no Canal de Piaçaguera para os pontos 1 e 2. O Canal de São Vicente, como será discutido adiante, não apresenta tráfego deste tipo de embarcação e seus pontos 1 e 2 mostram qualidade superior.

Os sedimentos do ponto 2 apresentaram, em 2018, algumas ocorrências de concentrações de HPAs ligeiramente acima dos valores orientadores para múltiplos HPAs no primeiro semestre e para um número menor no segundo semestre. O ponto 3 também apresentou algumas ocorrências concentradas no primeiro semestre.

Houve algumas ocorrências de não conformidades esporádicas de metais em geral, mas chama a atenção a ocorrência de mercúrio em todos os pontos no primeiro semestre em concentração variando de 0,17 a 0,24 mg/kg. É possível que as atividades temporárias de dragagem no alto estuário tenham contribuído para esses resultados, considerando-se o comportamento observado no Canal de Piaçaguera que também apresentou mais ocorrências de não conformidades para essa substância no primeiro semestre.

Com relação à avaliação ecotoxicológica, apesar dos resultados de HPAs e metais acima do ISQG, já mencionados anteriormente, essas substâncias não estavam biodisponíveis para causar efeito tóxico agudo aos organismos teste, uma vez que os ensaios indicaram qualidade Ótima para esse ambiente no primeiro semestre (Tabela 3.3).

Essa região de grande importância sob o ponto de vista econômico, apresenta, além da presença de metais, a ocorrência de HPAs e de outros compostos desse grupo que, mesmo abaixo do ISQG, estiveram próximos desses limites. A ocorrência dessas substâncias, verificada desde o início do monitoramento do Canal, pode causar efeitos deletérios aos organismos existentes na região que estão expostos cronicamente à essas concentrações.

No aspecto microbiológico, as densidades de coliformes termotolerantes classificaram as amostras dos pontos 1 e 2 como Regulares no primeiro semestre e como Boa e Ruim no segundo; as amostras do ponto 3 foram classificadas como Ótimas. Quanto ao *C.perfringens*, as amostras foram classificadas como Ótimas e Boas (Tabela 3.4).



**Tabela 3.33:** Médias, valores mínimos e máximos e porcentagem de não conformidades (NC) dos resultados de qualidade de sedimento do Canal de Santos

Parâmetro	Unidade	Critério CCME, 2002		mín	máx	% NC (resultados acima de ISQG)	Média aritmética 2018	Média aritmética 2013-2017
<b>Nutrientes</b>								
Fósforo Total *	mg/kg	700		241	508	0,0%	391	520
Nitrogênio Kjeldahl Total *	mg/kg	1500		898	2049	33,3%	1.293	1.370
Potencial Redox	mV			-254,00	-218,00	-	-57	-164
<b>Orgânicos</b>								
Carbono Orgânico Total *	%	1,8		0,87	2,51	33,3%	1	2
Fenóis Totais	mg/kg			2,57	3,99	-	3	3
Óleos e Graxas Totais	mg/kg			350	504	-	376	1.051
<b>Hidrocarbonetos Arom. Polinucleares</b>		<b>ISQG</b>	<b>PEL</b>					
2-metilnaftaleno	µg/kg	20,2	201	20	20	0,0%	20	20
Acenafteno	µg/kg	6,71	88,9	6	6	0,0%	6	18
Acenaftileno	µg/kg	5,87	128	5	14,6	33,3%	7	13
Antraceno	µg/kg	46,9	245	20	43	0,0%	24	25
Benzo(a)antraceno	µg/kg	74,8	693	20	75,4	16,7%	40	40
Benzo(a)pireno	µg/kg	88,8	763	10	163	33,3%	75	63
Benzo(b)fluoranteno	µg/kg			20	123	-	62	66
Benzo(g,h,i)perileno	µg/kg			80	119	-	87	92
Benzo(k)fluoranteno	µg/kg			30	76,3	-	43	29
Criseno	µg/kg	108	846	20	118	16,7%	56	35
Dibenzo(a,h)antraceno	µg/kg	6,22	135	6	17,2	66,7%	11	29
Fenantreno	µg/kg	86,7	544	20	97,3	16,7%	40	39
Fluoranteno	µg/kg	113	1494	20	176	33,3%	84	116
Fluoreno	µg/kg	21,20	144	15	15	0,0%	15	20
Indeno(1,2,3-cd)pireno	µg/kg			20	134	0,0%	61	90
Naftaleno	µg/kg	35	391	20	20	0,0%	20	31
Pireno	µg/kg	153	1398	20	151	0,0%	75	68
<b>Metais</b>		<b>ISQG</b>	<b>PEL</b>					
Alumínio Total	mg/kg			8522	21690	-	14.619	24.841
Arsênio Total	mg/kg	7,24	41,6	4,67	11,6	66,7%	8	8
Cádmio Total	mg/kg	0,7	4,2	0,2	0,5	0,0%	0,38	0,52
Chumbo Total	mg/kg	30,2	112	11,4	42,1	16,7%	23	24
Cobre Total	mg/kg	18,7	108	6,78	18,6	0,0%	11	18
Crômio Total	mg/kg	52,3	160	13,2	28	0,0%	21	31
Estanho Total	mg/kg			0,6	5	-	3	5
Ferro Total	mg/kg			12270	25370	-	18.133	21.610
Mercurio Total	mg/kg	0,13	0,7	0,05	0,24	66,7%	0,16	0,13
Níquel Total	mg/kg	15,9	42,8	4,99	12,8	0,0%	8	12
Zinco Total	mg/kg	124	271	37,80	83,70	0,0%	54	75

\* valores adotados pela CETESB, vide metodologia no capítulo 2

Os parâmetros sem as médias aritméticas dos cinco anos anteriores não possuem dados para realização adequada do cálculo

### 3.5.15 Canal de São Vicente

#### Qualidade da água

No Canal de São Vicente foram verificadas não conformidades nos parâmetros OD (61%), COT (54%), fósforo total (89%), nitrogênio amoniacal (78%), enterococos (33%) e clorofila *a* (58%) (Tabela 3.34), conferindo classificação Ruim segundo o IQAC em 2018, assim como no ano anterior.

As concentrações de clorofila *a* (Tabela 3.2) tanto na 1ª campanha como na 2ª indicaram condições variando de Mesotrófica a Eutrófica. As médias por campanha indicaram ambiente Mesotrófico e Eutrófico, respectivamente. A média anual indicou ambiente Eutrófico, apontando piora do estado trófico quando comparado ao ano anterior.

**Tabela 3.34:** Médias, valores mínimos e máximos e porcentagem de não conformidades (NC) dos resultados de qualidade de água do Canal de São Vicente

Parâmetro	Unidade	Padrão classe 1 águas salobras Res. CONAMA nº 357/05	mín	máx	% NC	Média aritmética 2018	Média aritmética 2013-2017
<b>Campo</b>							
OD	mg/L	5	2,7	8,71	61%	5,25	4,47
pH	0	6,5 a 8,5	7,18	8,06	0%	7,66	7,44
Salinidade	0		25,65	30,4		27,58	23,52
Temperatura da Água	°C		21,3	29,4		25,19	24,10
Turbidez	UNT		2,7	14		6,07	4,40
<b>Metais</b>							
Alumínio Dissolvido	mg/L	0,1	0,5	0,5	0%	0,50	0,10
Boro Total	mg/L	0,5	3,29	3,71	100%	3,46	2,36
Cádmio Total	mg/L	0,005	0,05	0,05	n.d	0,050	0,001
Chumbo Total	mg/L	0,01	0,1	0,1	n.d	0,10	0,01
Cobre Dissolvido	mg/L	0,005	0,05	0,05	n.d	0,05	0,01
Crômio Hexavalente	mg/L		0,004	0,004		0,004	0,005
Crômio Total	mg/L	0,05	0,1	0,1	n.d	0,10	0,02
Estanho Total	mg/L		1	1		1,00	0,10
Ferro Dissolvido	mg/L	0,3	0,5	0,5	n.d	0,50	0,10
Níquel Total	mg/L	0,025	0,100	0,100	n.d	0,100	0,02
Zinco Total	mg/L	0,09	0,10	0,10	n.d	0,10	0,02
<b>Nutrientes</b>							
Carbono Orgânico Total	mg/L	3	1,27	9,3	56%	3,36	6,84
Orto-fosfato Solúvel	mg/L		0,07	0,18		0,14	0,32
Fósforo Total	mg/L	0,124	0,088	0,200	89%	0,16	0,38
Nitrogênio Amoniacal Total	mg/L	0,4	0,23	0,63	28%	0,47	0,59
Nitrogênio Kjeldahl Total	mg/L		0,5	1		0,75	1,16
<b>Outros</b>							
Clorofila <i>a</i>	µg/L	10	3,56	24,39	58%	11,14	9,57
Fenóis Totais	mg/L	0,06	0,003	0,003	0%	0,003	0,003
<b>Microbiológicos</b>							
Enterococos	UFC/100mL	100	11	400	33%	83	83

■ Médias geométricas

n.d. - Não determinado pelo fato do limite de quantificação do método de medição ser maior do que o padrão de qualidade. Nesse caso, nas colunas mín, máx e média consta o limite de quantificação

### Qualidade dos sedimentos

Os pontos 1 e 2 apresentaram granulometria arenosa e se localizam no baixo estuário. Diferentemente dos demais pontos, o ponto 3, situado no alto estuário, apresenta granulometria fina (mais de 70% de argila e silte), o que pode explicar sua tendência de acúmulo de substâncias. Apesar dessas diferenças, o potencial redox de todos os pontos é negativo evidenciando o acúmulo de nutrientes e outros materiais continentais na área (Tabela 3.35).

Os sedimentos do Canal de São Vicente apresentaram ocorrência de concentrações de mercúrio, cobre e HPAs no ponto 3 acima dos valores orientadores em ambos os semestres todos próximos aos valores de ISQG. O mesmo ponto também apresentou concentrações de nutrientes superiores aos limites adotados, mas no geral verifica-se uma melhora em relação ao ano anterior no que tange esse grupo de substâncias. Novamente nota-se uma possível influência temporária das atividades de dragagem no alto estuário com o ponto mais ao norte apresentando pior qualidade físico-química e maior ocorrência de substâncias como HPAs e metais em 2018 em comparação a 2017.

Com relação à avaliação ecotoxicológica, apesar da ocorrência de alguns HPAs e metais anteriormente citados acima do ISQG no ponto 3, como no ano anterior, essas substâncias não estavam biodisponíveis para causar efeito tóxico agudo aos organismos teste, uma vez que os ensaios indicaram qualidade Ótima para esse ambiente no primeiro semestre (Tabela 3.3).

No entanto, ressalta-se que a região do Canal de São Vicente vem apresentando ocorrência frequente de metais e de HPAs desde 2012, com valores abaixo do ISQG, mas próximos desse limite, podendo causar efeitos subletais aos organismos existentes na região.

Com base no critério microbiológico, as densidades de coliformes termotolerantes classificaram as amostras dos pontos 1 e 2 como Ruins e a amostra do ponto 3 como Ótima, no primeiro semestre. O ponto 1 foi classificado como Bom e os pontos 2 e 3 foram classificados como Ruins no segundo semestre. Com relação ao *C. perfringens*, as amostras foram classificadas como Boas em ambos os semestres, exceção feita ao ponto 3 que foi classificado como Ótimo no segundo semestre (Tabela 3.4).

**Tabela 3.35:** Médias, valores mínimos e máximos e porcentagem de não conformidades (NC) dos resultados de qualidade de sedimento do Canal de São Vicente

Parâmetro	Unidade	Critério CCME, 2002		mín	máx	% NC (resultados acima de ISQG)	Média aritmética 2018	Média aritmética 2013-2017
<b>Nutrientes</b>								
Fósforo Total *	mg/kg	700		59,3	695	0,0%	274	292
Nitrogênio Kjeldahl Total *	mg/kg	1500		145	2384	33,3%	816	796
Potencial Redox	mV			-75,00	-289,00	-	84	-123
<b>Orgânicos</b>								
Carbono Orgânico Total *	%	1,8		0,18	3,06	33,3%	1	2
Fenóis Totais	mg/kg			1,87	5,44	-	3	3
Óleos e Graxas Totais	mg/kg			350	1082	-	493	613
<b>Hidrocarbonetos Arom. Polinucleares</b>		<b>ISQG</b>	<b>PEL</b>					
2-metilnaftaleno	µg/kg	20,2	201	20	46,8	33,3%	26	20
Acenafteno	µg/kg	6,71	88,9	6	15,1	33,3%	8	18
Acenaftileno	µg/kg	5,87	128	5	5	0,0%	5	5
Antraceno	µg/kg	46,9	245	20	30,2	0,0%	22	20
Benzo(a)antraceno	µg/kg	74,8	693	20	64,4	0,0%	32	21
Benzo(a)pireno	µg/kg	88,8	763	10	119	33,3%	42	22
Benzo(b)fluoranteno	µg/kg			20	94	-	42	29
Benzo(g,h,i)perileno	µg/kg			80	90,5	-	82	80
Benzo(k)fluoranteno	µg/kg			30	55	-	36	15
Criseno	µg/kg	108	846	20	95,9	0,0%	41	22
Dibenzo(a,h)antraceno	µg/kg	6,22	135	6	17,6	40,0%	10	26
Fenantreno	µg/kg	86,7	544	20	82,8	0,0%	36	21
Fluoranteno	µg/kg	113	1494	20	157	16,7%	56	41
Fluoreno	µg/kg	21,20	144	15	19,4	0,0%	16	19
Indeno(1,2,3-cd)pireno	µg/kg			20	84	0,0%	38	72
Naftaleno	µg/kg	35	391	20	25	0,0%	21	28
Pireno	µg/kg	153	1398	20	179	16,7%	66	31
<b>Metais</b>		<b>ISQG</b>	<b>PEL</b>					
Alumínio Total	mg/kg			1660	21590	-	8.687	14.429
Arsênio Total	mg/kg	7,24	41,6	2	10,3	33,3%	5	5
Cádmio Total	mg/kg	0,7	4,2	0,2	0,5	0,0%	0,37	0,51
Chumbo Total	mg/kg	30,2	112	2,42	29	0,0%	11	14
Cobre Total	mg/kg	18,7	108	4	21,9	33,3%	10	9
Crômio Total	mg/kg	52,3	160	4	31,4	0,0%	13	18
Estanho Total	mg/kg			0,6	5	-	3	5
Ferro Total	mg/kg			2054	26000	-	10.101	11.561
Mercurio Total	mg/kg	0,13	0,7	0,01	0,36	33,3%	0,12	0,11
Níquel Total	mg/kg	15,9	42,8	0,9	13,3	0,0%	5	8
Zinco Total	mg/kg	124	271	6,32	103,00	0,0%	39	41

\* valores adotados pela CETESB, vide metodologia no capítulo 2

Os parâmetros sem as médias aritméticas dos cinco anos anteriores não possuem dados para realização adequada do cálculo

### 3.5.16 Área de influência do emissário submarino da Praia Grande 1

#### Qualidade da água

Na área de influência do emissário submarino da Praia Grande apresentaram não conformidades os parâmetros OD (54%), COT (4%), clorofila *a* (63%) e enterococos (13%) (Tabela 3.36), classificando a área na categoria Regular, conforme a média do IQAC, mantendo a classificação dos dois anos anteriores. O ponto 1 apresentou classificação Boa.

As concentrações de clorofila *a* (Tabela 3.2) na 1ª campanha indicaram condição Supertrófica para os quatro pontos monitorados. Já na 2ª campanha a média indicou condição Mesotrófica, tendo variado de Mesotrófica a Eutrófica. Pela média anual, segundo o IETC, o local foi classificado como Eutrófico, apontando piora na condição trófica quando comparado ao ano anterior.

**Tabela 3.36:** Médias, valores mínimos e máximos e porcentagem de não conformidades (NC) dos resultados de qualidade de água da área de influência do Emissário de Praia Grande 1

Parâmetro	Unidade	Padrão classe 1 águas salinas Res. CONAMA n° 357/05	mín	máx	% NC	Média aritmética 2018	Média aritmética 2013-2017
<b>Campo</b>							
OD	mg/L	6	2,95	8,63	54%	5,62	6,35
pH	0	6,5 a 8,5	7,31	8,34	0%	7,90	7,96
Salinidade	0		32,18	35,72		33,75	34,21
Temperatura da Água	°C		21	27,8		24,02	24,18
Turbidez	UNT		1,5	4,31		2,47	4,23
<b>Metais</b>							
Alumínio Dissolvido	mg/L	1,5	0,5	0,5	0%	0,50	0,26
Boro Total	mg/L	5	2,87	4,36	0%	3,99	4,09
Cádmio Total	mg/L	0,005	0,05	0,05	n.d	0,050	0,020
Chumbo Total	mg/L	0,01	0,1	0,1	n.d	0,10	0,05
Cobre Dissolvido	mg/L	0,005	0,05	0,05	n.d	0,05	0,03
Crômio Hexavalente	mg/L		0,004	0,004		0,004	0,006
Crômio Total	mg/L	0,05	0,1	0,1	n.d	0,10	0,05
Estanho Total	mg/L		1	1		1,00	0,46
Ferro Dissolvido	mg/L	0,3	0,5	0,5	n.d	0,50	0,26
Níquel Total	mg/L	0,025	0,100	0,100	n.d	0,100	0,05
Zinco Total	mg/L	0,09	0,10	0,10	n.d	0,10	0,05
<b>Nutrientes</b>							
Carbono Orgânico Total	mg/L	3	1	3,9	4%	1,62	2,14
Orto-fosfato Solúvel	mg/L		0,007	0,03		0,02	0,02
Fósforo Total	mg/L	0,062	0,070	0,070	n.d	0,07	0,05
Nitrogênio Amoniacal Total	mg/L	0,4	0,1	0,16	0%	0,11	0,11
Nitrogênio Kjeldahl Total	mg/L		0,5	1		0,75	0,79
<b>Outros</b>							
Clorofila <i>a</i>	µg/L	2,5	1,34	14,22	63%	4,41	3,02
Fenóis Totais	mg/L	0,06	0,003	0,004	0%	0,003	0,003
<b>Microbiológicos</b>							
Enterococos	UFC/100mL	100	1	190	13%	11	11

■ Médias geométricas

n.d. - Não determinado pelo fato do limite de quantificação do método de medição ser maior do que o padrão de qualidade. Nesse caso, nas colunas mín, máx e média consta o limite de quantificação

## Qualidade dos sedimentos

Os sedimentos da região são predominantemente arenosos com potencial redox negativo devido à contribuição do emissário. Verificou-se em 2018 uma concentração mais elevada de nutrientes com média de aproximadamente 318 mg/kg e 947 mg/kg ante as médias históricas de 231 mg/kg e 637 mg/kg para o fósforo e o nitrogênio respectivamente. A maior parte das não conformidades para os nutrientes se concentra no segundo semestre de 2018.

Na avaliação ecotoxicológica com as amostras de sedimento dos quatro pontos dessa região, o ensaio agudo indicou qualidade Ótima para esse ambiente no primeiro semestre (Tabela 3.3).

Com relação ao aspecto microbiológico, as densidades de coliformes termotolerantes classificaram as amostras como Ótimas, Boas, Ruins e Péssimas. Considerando o *C. perfringens*, as amostras foram classificadas como Ótimas, Boas e Regulares (Tabela 3.4).

**Tabela 3.37:** Médias, valores mínimos e máximos e porcentagem de não conformidades (NC) dos resultados de qualidade de sedimento da área de influência do Emissário de Praia Grande 1

Parâmetro	Unidade	Crítério CCME, 2002	min	máx	% NC (resultados acima de ISQG)	Média aritmética 2018	Média aritmética 2013-2017	
<b>Nutrientes</b>								
Fósforo Total *	mg/kg	500	134	654	25,0%	318	231	
Nitrogênio Kjeldahl Total *	mg/kg	1000	117	2317	37,5%	947	638	
Potencial Redox	mV		-180,00	11,00	-	-111	-66	
<b>Orgânicos</b>								
Carbono Orgânico Total *	%	1,3	0,09	1,91	25,0%	0,77	0,91	
Fenóis Totais	mg/kg		2	4,17	-	3	2	
Óleos e Graxas Totais	mg/kg		350	2024	-	895	448	
<b>Hidrocarbonetos Arom. Polinucleares</b>		<b>ISQG</b>	<b>PEL</b>					
2-metilnaftaleno	µg/kg	20,2	201	20	20	0,0%	20	20
Acenafteno	µg/kg	6,71	88,9	6	6	0,0%	6	16
Acenaftileno	µg/kg	5,87	128	5	5	0,0%	5	5
Antraceno	µg/kg	46,9	245	20	20	0,0%	20	20
Benzo(a)antraceno	µg/kg	74,8	693	20	20	0,0%	20	20
Benzo(a)pireno	µg/kg	88,8	763	10	12,4	0,0%	10	10
Benzo(b)fluoranteno	µg/kg			20	20	-	20	20
Benzo(g,h,i)perileno	µg/kg			80	80	-	80	80
Benzo(k)fluoranteno	µg/kg			30	30	-	30	16
Criseno	µg/kg	108	846	20	20	0,0%	20	20
Dibenzo(a,h)antraceno	µg/kg	6,22	135	6	6	0,0%	6	23
Fenantreno	µg/kg	86,7	544	20	20	0,0%	20	20
Fluoranteno	µg/kg	113	1494	20	20	0,0%	20	20
Fluoreno	µg/kg	21,20	144	15	15	0,0%	15	18
Indeno(1,2,3-cd)pireno	µg/kg			20	20	0,0%	20	62
Naftaleno	µg/kg	35	391	20	20	0,0%	20	27
Pireno	µg/kg	153	1398	20	20	0,0%	20	20
<b>Metais</b>		<b>ISQG</b>	<b>PEL</b>					
Alumínio Total	mg/kg			5301	31517	-	14.588	11.010
Arsênio Total	mg/kg	7,24	41,6	4,13	14,5	37,5%	8	6
Cádmio Total	mg/kg	0,7	4,2	0,2	0,5	0,0%	0,35	0,50
Chumbo Total	mg/kg	30,2	112	5,59	26,8	0,0%	13	11
Cobre Total	mg/kg	18,7	108	4	10,9	0,0%	6	4
Crômio Total	mg/kg	52,3	160	9,08	38,6	0,0%	20	17
Estanho Total	mg/kg			2,27	10,6	-	6	5
Ferro Total	mg/kg			11160	31930	-	19.038	15.501
Mercúrio Total	mg/kg	0,13	0,7	0,01	0,04	0,0%	0,02	0,01
Níquel Total	mg/kg	15,9	42,8	2,94	14,3	0,0%	7	6
Zinco Total	mg/kg	124	271	18,50	61,70	0,0%	33	29

\* valores adotados pela CETESB, vide metodologia no capítulo 2

Os parâmetros sem as médias aritméticas dos cinco anos anteriores não possuem dados para realização adequada do cálculo

### 3.5.17 Área de influência do Rio Itanhaém

#### Qualidade da água

Na área de influência da foz do Rio Itanhaém os parâmetros OD (41%), fósforo total (29%) e clorofila *a* (100%) apresentaram não conformidades. A média do IQAC classificou a área na categoria Regular.

As concentrações de clorofila *a* (Tabela 3.2) na 1ª campanha indicaram condição Mesotrófica para os quatro pontos monitorados. Já na 2ª campanha a média indicou condição Supertrófica, tendo variado de Eutrófica e Supereutrófica. Pela média anual, segundo o IETC, o local foi classificado como Eutrófico, mantendo a classificação obtida no ano anterior.

**Tabela 3.38:** Médias, valores mínimos e máximos e porcentagem de não conformidades (NC) dos resultados de qualidade de água da área de influência da foz do Rio Itanhaém

Parâmetro	Unidade	Padrão classe 1 águas salinas Res. CONAMA nº 357/05	mín	máx	% NC	Média aritmética 2018	Média aritmética 2013-2017
<b>Campo</b>							
OD	mg/L	6	5,79	6,49	41%	6,12	6,75
pH	0	6,5 a 8,5	7,78	8,1	0%	7,94	8,11
Salinidade	0		26,66	35		33,56	33,34
Temperatura da Água	°C		22,2	24,8		23,38	23,06
Turbidez	UNT		4,5	23		11,01	5,57
<b>Metais</b>							
Alumínio Dissolvido	mg/L	1,5	0,5	0,5	0%	0,50	0,20
Boro Total	mg/L	5	5,49	7,21	100%	6,08	3,73
Cádmio Total	mg/L	0,005	0,05	0,05	n.d	0,050	0,013
Chumbo Total	mg/L	0,01	0,1	0,1	n.d	0,10	0,03
Cobre Dissolvido	mg/L	0,005	0,05	0,05	n.d	0,05	0,02
Crômio Hexavalente	mg/L		0,004	0,004		0,004	0,004
Crômio Total	mg/L	0,05	0,1	0,1	n.d	0,10	0,04
Estanho Total	mg/L		1	1		1,00	0,33
Ferro Dissolvido	mg/L	0,3	0,5	0,5	n.d	0,50	0,20
Níquel Total	mg/L	0,025	0,100	0,100	n.d	0,100	0,04
Zinco Total	mg/L	0,09	0,10	0,10	n.d	0,10	0,04
<b>Nutrientes</b>							
Carbono Orgânico Total	mg/L	3	1	2,77	0%	1,53	3,52
Orto-fosfato Solúvel	mg/L		0,01	0,02		0,01	0,01
Fósforo Total	mg/L	0,062	0,070	0,087	28%	0,07	0,04
Nitrogênio Amoniacal Total	mg/L	0,4	0,1	0,22	0%	0,11	0,10
Nitrogênio Kjeldahl Total	mg/L		1	1		1,00	0,75
<b>Outros</b>							
Clorofila <i>a</i>	µg/L	2,5	3,02	12,83	100%	4,98	3,70
Fenóis Totais	mg/L	0,06	0,003	0,003	0%	0,003	0,003
<b>Microbiológicos</b>							
Enterococos	UFC/100mL	100	1	17	0%	2	2

■ Médias geométricas

n.d. - Não determinado pelo fato do limite de quantificação do método de medição ser maior do que o padrão de qualidade. Nesse caso, nas colunas mín, máx e média consta o limite de quantificação



## Qualidade dos sedimentos

Foram identificadas concentrações mais elevadas de NKT no sedimento do ponto 3 acima dos valores orientadores no segundo semestre. Os resultados são melhores do que em 2017 e demonstram que o regime de correntes carrega os nutrientes e substâncias predominantemente no sentido nordeste, reduzindo a qualidade no ponto 3. (Tabela 3.39).

Segundo avaliação ecotoxicológica, as amostras de sedimento dos três pontos dessa região, foram classificadas com qualidade Ótima no primeiro semestre (Tabela 3.3).

Quanto ao aspecto microbiológico, as amostras da primeira campanha foram classificadas como Ótimas para os dois indicadores. Na segunda campanha as amostras de coliformes termotolerantes foram classificadas como Ótima, Regular e Ruim e as amostras de *C. perfringens* foram classificadas como Ótimas (ponto 1 e 2) e Boa (ponto 3) (Tabela 3.4).

**Tabela 3.39:** Médias, valores mínimos e máximos e porcentagem de não conformidades (NC) dos resultados de qualidade de sedimento da área de influência da foz do Rio Itanhaém

Parâmetro	Unidade	Critério CCME, 2002		min	máx	% NC (resultados acima de ISQG)	Média aritmética 2018	Média aritmética 2013-2017
<b>Nutrientes</b>								
Fósforo Total *	mg/kg	500		147	425	0,0%	240	170
Nitrogênio Kjeldahl Total *	mg/kg	1000		119	1106	16,7%	327	350
Potencial Redox	mV			22,00	161,00	-	94	31
<b>Orgânicos</b>								
Carbono Orgânico Total *	%	1,3		0,07	0,64	0,0%	0,17	1,00
Fenóis Totais	mg/kg			1,92	3,03	-	2	2
Óleos e Graxas Totais	mg/kg			350	350	-	350	483
<b>Hidrocarbonetos Arom. Polinucleares</b>								
		ISQG	PEL					
2-metilnaftaleno	µg/kg	20,2	201	20	20	0,0%	20	20
Acenafteno	µg/kg	6,71	88,9	6	6	0,0%	6	15
Acenaftileno	µg/kg	5,87	128	5	5	0,0%	5	5
Antraceno	µg/kg	46,9	245	20	20	0,0%	20	20
Benzo(a)antraceno	µg/kg	74,8	693	20	20	0,0%	20	20
Benzo(a)pireno	µg/kg	88,8	763	10	10	0,0%	10	10
Benzo(b)fluoranteno	µg/kg			20	20	-	20	20
Benzo(g,h,i)perileno	µg/kg			80	80	-	80	80
Benzo(k)fluoranteno	µg/kg			30	30	-	30	18
Criseno	µg/kg	108	846	20	20	0,0%	20	20
Dibenzo(a,h)antraceno	µg/kg	6,22	135	6	6	0,0%	6	21
Fenantreno	µg/kg	86,7	544	20	20	0,0%	20	20
Fluoranteno	µg/kg	113	1494	20	20	0,0%	20	20
Fluoreno	µg/kg	21,20	144	15	15	0,0%	15	18
Indeno(1,2,3-cd)pireno	µg/kg			20	20	0,0%	20	58
Naftaleno	µg/kg	35	391	20	20	0,0%	20	26
Pireno	µg/kg	153	1398	20	20	0,0%	20	20
<b>Metais</b>								
		ISQG	PEL					
Alumínio Total	mg/kg			4164		-	7.011	9.727
Arsênio Total	mg/kg	7,24	41,6	6,75	10,9	33,3%	8	7
Cádmio Total	mg/kg	0,7	4,2	0,2	0,22	0,0%	0,20	0,50
Chumbo Total	mg/kg	30,2	112	6,11	17	0,0%	8	14
Cobre Total	mg/kg	18,7	108	4	6,18	0,0%	4	4
Crômio Total	mg/kg	52,3	160	10,4	24,1	0,0%	13	14
Estanho Total	mg/kg			0,6	0,6	-	1	6
Ferro Total	mg/kg					-	15.022	16.561
Mercurio Total	mg/kg	0,13	0,7	0,01	0,01	0,0%	0,01	0,02
Níquel Total	mg/kg	15,9	42,8	2,68	8,58	0,0%	4	5
Zinco Total	mg/kg	124	271		41,60	0,0%	24	23

\* valores adotados pela CETESB, vide metodologia no capítulo 2

Os parâmetros sem as médias aritméticas dos cinco anos anteriores não possuem dados para realização adequada do cálculo

### 3.5.18 Área de influência Rio Preto

#### Qualidade da água

Na área de influência da foz do Rio Preto os parâmetros OD (20%), fósforo total (50%), clorofila *a* (100%) e enterococos (6%) apresentaram não conformidades (Tabela 3.40). A média do IQAC classificou a área na categoria Regular, mantendo a classificação de 2017.

As concentrações de clorofila *a* (Tabela 3.2), nas duas campanhas, apresentaram média que indica condição Supereutrófica na foz do Rio Preto. Assim, a média anual apontou piora no estado trófico desse local.

**Tabela 3.40:** Médias, valores mínimos e máximos e porcentagem de não conformidades (NC) dos resultados de qualidade de água da área de influência do Rio Preto

Parâmetro	Unidade	Padrão classe 1 águas salinas Res. CONAMA nº 357/05	mín	máx	% NC	Média aritmética 2018	Média aritmética 2013-2017
<b>Campo</b>							
OD	mg/L	6	5,92	7,13	20%	6,45	6,84
pH	0	6,5 a 8,5	7,36	8,08	0%	7,91	8,09
Salinidade	0		30,75	33,7		32,71	32,95
Temperatura da Água	°C		22,4	23,4		22,92	23,05
Turbidez	UNT		5,1	89		17,19	6,68
<b>Metais</b>							
Alumínio Dissolvido	mg/L	1,5	0,5	0,5	0%	0,50	0,22
Boro Total	mg/L	5	5,25	7,09	100%	6,03	3,92
Cádmio Total	mg/L	0,005	0,05	0,05	n.d	0,050	0,015
Chumbo Total	mg/L	0,01	0,1	0,1	n.d	0,10	0,04
Cobre Dissolvido	mg/L	0,005	0,05	0,05	n.d	0,05	0,02
Crômio Hexavalente	mg/L		0,004	0,004		0,004	0,004
Crômio Total	mg/L	0,05	0,1	0,1	n.d	0,10	0,04
Estanho Total	mg/L		1	1		1,00	0,36
Ferro Dissolvido	mg/L	0,3	0,5	0,5	n.d	0,50	0,20
Níquel Total	mg/L	0,025	0,100	0,100	n.d	0,100	0,04
Zinco Total	mg/L	0,09	0,10	0,10	n.d	0,10	0,04
<b>Nutrientes</b>							
Carbono Orgânico Total	mg/L	3	1,9	2,7	0%	2,24	3,14
Orto-fosfato Solúvel	mg/L		0,01	0,04		0,03	0,01
Fósforo Total	mg/L	0,062	0,070	0,190	50%	0,11	0,04
Nitrogênio Amoniacal Total	mg/L	0,4	0,1	0,23	0%	0,12	0,11
Nitrogênio Kjeldahl Total	mg/L		1	1		1,00	0,73
<b>Outros</b>							
Clorofila <i>a</i>	µg/L	2,5	3,12	8,02	100%	5,89	3,15
Fenóis Totais	mg/L	0,06	0,003	0,003	0%	0,003	0,003
<b>Microbiológicos</b>							
Enterococos	UFC/100mL	100	1	188	6%	3	3

■ Médias geométricas

n.d. - Não determinado pelo fato do limite de quantificação do método de medição ser maior do que o padrão de qualidade. Nesse caso, nas colunas mín, máx e média consta o limite de quantificação

## Qualidade dos sedimentos

Os sedimentos da região são predominantemente arenosos com presença de silte (cerca de 20%). O potencial redox é predominantemente negativo verificando-se a ocorrência de concentrações de nutrientes acima dos valores orientadores (Tabela 3.41). As médias de concentração dos nutrientes em 2018 foram inferiores aos valores históricos.

A avaliação ecotoxicológica com as amostras de sedimento dos três pontos da área de influência da foz do Rio Preto indicou qualidade Ótima para esse ambiente (Tabela 3.3).

Quanto ao aspecto microbiológico, as amostras do Rio Preto foram classificadas como Ótimas nas duas campanhas de amostragem para ambos os indicadores (Tabela 3.4).

**Tabela 3.41:** Médias, valores mínimos e máximos e porcentagem de não conformidades (NC) dos resultados de qualidade de sedimento da área de influência da foz do Rio Preto

Parâmetro	Unidade	Critério CCME, 2002		mín	máx	% NC (resultados acima de ISQG)	Média aritmética 2018	Média aritmética 2013-2017
<b>Nutrientes</b>								
Fósforo Total *	mg/kg	500		138	481	0,0%	315	323
Nitrogênio Kjeldahl Total *	mg/kg	1000		308	1347	33,3%	862	1.026
Potencial Redox	mV			-168,00	77,00	-	-58	-93
<b>Orgânicos</b>								
Carbono Orgânico Total *	%	1,3		0,11	1,02	0,0%	0,61	1,06
Fenóis Totais	mg/kg			1,93	3,37	-	3	2
Óleos e Graxas Totais	mg/kg			350	424	-	375	470
<b>Hidrocarbonetos Arom. Polinucleares</b>								
		ISQG	PEL					
2-metilnaftaleno	µg/kg	20,2	201	20	20	0,0%	20	20
Acenafteno	µg/kg	6,71	88,9	6	6	0,0%	6	14
Acenaftileno	µg/kg	5,87	128	5	5	0,0%	5	5
Antraceno	µg/kg	46,9	245	20	20	0,0%	20	20
Benzo(a)antraceno	µg/kg	74,8	693	20	20	0,0%	20	20
Benzo(a)pireno	µg/kg	88,8	763	10	10	0,0%	10	10
Benzo(b)fluoranteno	µg/kg			20	20	-	20	20
Benzo(g,h,i)perileno	µg/kg			80	80	-	80	80
Benzo(k)fluoranteno	µg/kg			30	30	-	30	18
Criseno	µg/kg	108	846	20	20	0,0%	20	20
Dibenzo(a,h)antraceno	µg/kg	6,22	135	6	6	0,0%	6	20
Fenantreno	µg/kg	86,7	544	20	20	0,0%	20	20
Fluoranteno	µg/kg	113	1494	20	20	0,0%	20	20
Fluoreno	µg/kg	21,20	144	15	15	0,0%	15	18
Indeno(1,2,3-cd)pireno	µg/kg			20	20	0,0%	20	56
Naftaleno	µg/kg	35	391	20	20	0,0%	20	26
Pireno	µg/kg	153	1398	20	20	0,0%	20	20
<b>Metais</b>								
		ISQG	PEL					
Alumínio Total	mg/kg			4297	17108	-	10.955	27.866
Arsênio Total	mg/kg	7,24	41,6	3,79	10,8	50,0%	7	8
Cádmio Total	mg/kg	0,7	4,2	0,2	0,2	0,0%	0,2	0,5
Chumbo Total	mg/kg	30,2	112	6,54	19,9	0,0%	13	19
Cobre Total	mg/kg	18,7	108	4	6,98	0,0%	5	6
Crômio Total	mg/kg	52,3	160	10,5	27,6	0,0%	19	23
Estanho Total	mg/kg			0,6	0,6	-	0,6	5,0
Ferro Total	mg/kg			11330	25940	-	18.167	25.537
Mercurio Total	mg/kg	0,13	0,7	0,01	0,03	0,0%	0,02	0,01
Níquel Total	mg/kg	15,9	42,8	2,51	9,44	0,0%	6	8
Zinco Total	mg/kg	124	271	19,50	47,20	0,0%	33	38

\* valores adotados pela CETESB, vide metodologia no capítulo 2

Os parâmetros sem as médias aritméticas dos cinco anos anteriores não possuem dados para realização adequada do cálculo

### 3.5.19 Mar Pequeno

#### Qualidade da água

No Mar Pequeno, considerando as duas campanhas de amostragem, os parâmetros COT (50%), clorofila *a* (33%) e enterococos (33%) apresentaram concentrações acima do padrão de qualidade (Tabela 3.42). A média do IQAC classificou a área como Boa. Os pontos 2 e 3, mais distantes da cidade, foram classificados como Bons apresentando melhora em relação ao ano anterior.

As concentrações de clorofila *a* (Tabela 3.2) na 1ª campanha indicaram condição Oligotrófica para os quatro pontos monitorados. Já na 2ª campanha observou-se um aumento nas concentrações de clorofila *a*, que variaram da condição Mesotrófica a Eutrófica, tendo a média indicando condição Eutrófica. Pela média anual, esse local foi considerado um ambiente em processo de eutrofização, classificado como Mesotrófico, condição igual à observada no ano anterior.

**Tabela 3.42:** Médias, valores mínimos e máximos e porcentagem de não conformidades (NC) dos resultados de qualidade de água do Mar Pequeno

Parâmetro	Unidade	Padrão classe 1 águas salobras Res. CONAMA n° 357/05	mín	máx	% NC	Média aritmética 2018	Média aritmética 2013-2017
<b>Campo</b>							
OD	mg/L	5	5,16	8,32	0%	6,99	7,35
pH	0	6,5 a 8,5	6,68	8,05	0%	7,12	7,10
Salinidade	0		0,03	19,92		3,23	1,82
Temperatura da Água	°C		19,6	26		22,60	22,78
Turbidez	UNT		4,4	124		44,82	39,47
<b>Metais</b>							
Alumínio Dissolvido	mg/L	0,1	0,5	0,5	0%	0,50	0,24
Boro Total	mg/L	0,5	1	1	100%	1,00	0,35
Cádmio Total	mg/L	0,005	0,05	0,05	n.d	0,050	0,013
Chumbo Total	mg/L	0,01	0,1	0,1	n.d	0,10	0,03
Cobre Dissolvido	mg/L	0,005	0,05	0,05	n.d	0,05	0,02
Crômio Hexavalente	mg/L		0,004	0,041		0,010	0,004
Crômio Total	mg/L	0,05	0,1	0,1	n.d	0,10	0,04
Estanho Total	mg/L		1	1		1,00	0,33
Ferro Dissolvido	mg/L	0,3	0,5	0,51	n.d	0,50	0,46
Níquel Total	mg/L	0,025	0,100	0,100	n.d	0,100	0,04
Zinco Total	mg/L	0,09	0,10	0,10	n.d	0,10	0,04
<b>Nutrientes</b>							
Carbono Orgânico Total	mg/L	3	1	14,6	50%	3,71	4,84
Orto-fosfato Solúvel	mg/L		0,01	0,03		0,02	0,06
Fósforo Total	mg/L	0,124	0,070	0,088	0%	0,07	0,11
Nitrogênio Amoniacal Total	mg/L	0,4	0,1	0,5	0%	0,32	0,12
Nitrogênio Kjeldahl Total	mg/L		0,5	1		0,75	0,91
<b>Outros</b>							
Clorofila <i>a</i>	µg/L	10	0,56	15,48	33%	5,90	9,46
Fenóis Totais	mg/L	0,06	0,003	0,003	0%	0,003	0,003
<b>Microbiológicos</b>							
Enterococos	UFC/100mL	100	3	300	33%	25	25

■ Médias geométricas

n.d. - Não determinado pelo fato do limite de quantificação do método de medição ser maior do que o padrão de qualidade. Nesse caso, nas colunas mín, máx e média consta o limite de quantificação

## Qualidade dos Sedimentos

Os sedimentos da região são predominantemente arenosos, ricos em nutrientes, e apresentam resultados de potencial redox negativos. Não houve registro de não conformidade em 2018 (Tabela 3.43).

Os testes de toxicidade aguda com amostras de sedimento no primeiro semestre, na região do Mar Pequeno, apresentaram qualidade Ótima nos três pontos avaliados (Tabela 3.3).

Em relação à poluição fecal, as densidades de coliformes termotolerantes classificaram as amostras como Péssima (ponto 1) e Regulares (pontos 2 e 3) no primeiro semestre e como Ruins (pontos 1 e 2) e Ótima (ponto 3) no segundo. Quanto aos *C. perfringens*, as amostras foram classificadas como Ruins em ambas as campanhas, exceto a amostra do ponto 1 que foi classificada como Regular na primeira campanha (Tabela 3.4).

**Tabela 3.43:** Médias, valores mínimos e máximos e porcentagem de não conformidades (NC) dos resultados de qualidade de sedimento do Mar Pequeno

Parâmetro	Unidade	Critério CCME, 2002		mín	máx	% NC (resultados acima de ISQG)	Média aritmética 2018	Média aritmética 2013-2017
<b>Nutrientes</b>								
Fósforo Total *	mg/kg	700		89,2	379	0,0%	219	377
Nitrogênio Kjeldahl Total *	mg/kg	1500		135	786	0,0%	423	430
Potencial Redox	mV			-158,00	-87,00	-	-117	-118
<b>Orgânicos</b>								
Carbono Orgânico Total *	%	1,8		0,20	0,90	0,0%	0,48	0,97
Fenóis Totais	mg/kg			1,95	2,55	-	2	2
Óleos e Graxas Totais	mg/kg			350	1000	-	675	469
<b>Hidrocarbonetos Arom. Polinucleares</b>								
		ISQG	PEL					
2-metilnaftaleno	µg/kg	20,2	201	20	20	0,0%	20	20
Acenafteno	µg/kg	6,71	88,9	6	6	0,0%	6	17
Acenaftileno	µg/kg	5,87	128	5	5	0,0%	5	5
Antraceno	µg/kg	46,9	245	20	20	0,0%	20	20
Benzo(a)antraceno	µg/kg	74,8	693	20	20	0,0%	20	20
Benzo(a)pireno	µg/kg	88,8	763	10	10	0,0%	10	10
Benzo(b)fluoranteno	µg/kg			20	20	-	20	20
Benzo(g,h,i)perileno	µg/kg			80	80	-	80	80
Benzo(k)fluoranteno	µg/kg			30	30	-	30	14
Criseno	µg/kg	108	846	20	20	0,0%	20	20
Dibenzo(a,h)antraceno	µg/kg	6,22	135	6	6	0,0%	6	25
Fenantreno	µg/kg	86,7	544	20	20	0,0%	20	20
Fluoranteno	µg/kg	113	1494	20	20	0,0%	20	20
Fluoreno	µg/kg	21,20	144	15	15	0,0%	15	19
Indeno(1,2,3-cd)pireno	µg/kg			20	20	0,0%	20	68
Naftaleno	µg/kg	35	391	20	20	0,0%	20	28
Pireno	µg/kg	153	1398	20	20	0,0%	20	20
<b>Metais</b>								
		ISQG	PEL					
Alumínio Total	mg/kg			1916	10328	-	4.831	13.001
Arsênio Total	mg/kg	7,24	41,6	2	3,71	0,0%	2	3
Cádmio Total	mg/kg	0,7	4,2	0,2	0,5	0,0%	0,35	0,52
Chumbo Total	mg/kg	30,2	112	6,28	26,6	0,0%	14	18
Cobre Total	mg/kg	18,7	108	4	12,7	0,0%	7	72
Crômio Total	mg/kg	52,3	160	4,83	21,7	0,0%	10	16
Estanho Total	mg/kg			0,6	5	-	3	5
Ferro Total	mg/kg			3370	16520	-	8.544,33	14.415,96
Mercurio Total	mg/kg	0,13	0,7	0,01	0,05	0,0%	0,03	0,05
Níquel Total	mg/kg	15,9	42,8	2	10	0,0%	5	8
Zinco Total	mg/kg	124	271	9,10	54,70	0,0%	27	36

\* valores adotados pela CETESB, vide metodologia no capítulo 2

Os parâmetros sem as médias aritméticas dos cinco anos anteriores não possuem dados para realização adequada do cálculo

### 3.5.20 Mar de Cananeia

#### Qualidade da água

No Mar de Cananeia apresentaram não conformidades os parâmetros OD (6%), COT (61%) e clorofila *a* (33%) classificando a área na categoria Boa, segundo o IQAC, mantendo as classificações anteriores (Tabela 3.44).

As concentrações de clorofila *a* (Tabela 3.2) na 1ª campanha foram maiores, variando da condição Mesotrófica a Eutrófica, com a média da campanha indicando condição Eutrófica. Na 2ª campanha, com concentrações de clorofila *a* menores, esse local exibiu classificação que variou de Oligotrófica a Mesotrófica, com a média da campanha indicando condição Mesotrófica. Pela média anual, segundo o IETC, esse local foi classificado como Eutrófico, indicativo de um ambiente já eutrofizado, mantendo a classificação exibida no ano anterior.

**Tabela 3.44:** Médias, valores mínimos e máximos e porcentagem de não conformidades (NC) dos resultados de qualidade de água do Mar de Cananeia

Parâmetro	Unidade	Padrão classe 1 águas salobras Res. CONAMA n° 357/05	mín	máx	% NC	Média aritmética 2018	Média aritmética 2013-2017
<b>Campo</b>							
OD	mg/L	5	4,86	7,61	6%	6,36	6,94
pH	0	6,5 a 8,5	7,24	7,7	0%	10,60	7,77
Salinidade	0		9,95	29,6		22,67	23,67
Temperatura da Água	°C		19,4	27,4		23,19	23,46
Turbidez	UNT		2,3	77		20,29	10,66
<b>Metais</b>							
Alumínio Dissolvido	mg/L	0,1	0,5	0,5	0%	0,50	0,20
Boro Total	mg/L	0,5	1	2,94	100%	1,85	2,36
Cádmio Total	mg/L	0,005	0,05	0,05	n.d	0,050	0,013
Chumbo Total	mg/L	0,01	0,1	0,1	n.d	0,10	0,03
Cobre Dissolvido	mg/L	0,005	0,05	0,05	n.d	0,05	0,02
Crômio Hexavalente	mg/L		0,004	0,004		0,004	0,005
Crômio Total	mg/L	0,05	0,1	0,1	n.d	0,10	0,04
Estanho Total	mg/L		1	1		1,00	0,33
Ferro Dissolvido	mg/L	0,3	0,5	0,5	n.d	0,50	0,20
Níquel Total	mg/L	0,025	0,100	0,100	n.d	0,100	0,04
Zinco Total	mg/L	0,09	0,10	0,10	n.d	0,10	0,04
<b>Nutrientes</b>							
Carbono Orgânico Total	mg/L	3	1,37	8,9	61%	4,14	5,43
Orto-fosfato Solúvel	mg/L		0,007	0,02		0,01	0,02
Fósforo Total	mg/L	0,124	0,070	0,094	0%	0,07	0,05
Nitrogênio Amoniacal Total	mg/L	0,4	0,11	0,5	0%	0,31	0,11
Nitrogênio Kjeldahl Total	mg/L		0,5	1		0,75	0,65
<b>Outros</b>							
Clorofila <i>a</i>	µg/L	10	2,41	23,52	33%	10,00	9,57
Fenóis Totais	mg/L	0,06	0,003	0,003	0%	0,003	0,003
<b>Microbiológicos</b>							
Enterococos	UFC/100mL	100	1	17	0%	2	2

■ Médias geométricas

n.d. - Não determinado pelo fato do limite de quantificação do método de medição ser maior do que o padrão de qualidade. Nesse caso, nas colunas mín, máx e média consta o limite de quantificação

## Qualidade dos Sedimentos

Os sedimentos da região são predominantemente arenosos, ricos em nutrientes e apresentam potencial redox negativo, típico de regiões estuarinas com presença de manguezais. Não houve registro de não conformidade em 2018 (Tabela 3.45).

A avaliação ecotoxicológica no primeiro semestre, com as amostras de sedimento dos três pontos da região do Mar de Cananeia, indicou qualidade Ótima para esse ambiente (Tabela 3.3).

Com base nos aspectos microbiológicos, as amostras foram classificadas como Ótimas e Boas para coliformes termotolerantes, nas duas campanhas de amostragem. Com relação aos *C.perfringens*, as amostras foram classificadas como Ótimas e Boas, exceto a amostra do ponto 1 que foi classificada como Ruim no primeiro semestre (Tabela 3.4).

**Tabela 3.45:** Médias, valores mínimos e máximos e porcentagem de não conformidades (NC) dos resultados de qualidade de sedimento do Mar de Cananeia

Parâmetro	Unidade	Critério CCME, 2002		min	máx	% NC (resultados acima de ISQG)	Média aritmética 2018	Média aritmética 2013-2017
<b>Nutrientes</b>								
Fósforo Total *	mg/kg	700		44,4	300	0,0%	145	163
Nitrogênio Kjeldahl Total *	mg/kg	1500		127	1266	0,0%	513	585
Potencial Redox	mV			-149,00	-11,00	-	-65	-149
<b>Orgânicos</b>								
Carbono Orgânico Total *	%	1,8		0,07	0,98	0,0%	0,45	0,99
Fenóis Totais	mg/kg			1,79	3,01	-	2	2
Óleos e Graxas Totais	mg/kg			350	497	-	384	673
<b>Hidrocarbonetos Arom. Polinucleares</b>		<b>ISQG</b>	<b>PEL</b>					
2-metilnaftaleno	µg/kg	20,2	201	20	20	0,0%	20	20
Acenafteno	µg/kg	6,71	88,9	6	6	0,0%	6	17
Acenaftileno	µg/kg	5,87	128	5	5	0,0%	5	5
Antraceno	µg/kg	46,9	245	20	20	0,0%	20	21
Benzo(a)antraceno	µg/kg	74,8	693	20	20	0,0%	20	20
Benzo(a)pireno	µg/kg	88,8	763	10	10	0,0%	10	10
Benzo(b)fluoranteno	µg/kg			20	20	-	20	20
Benzo(g,h,i)perileno	µg/kg			80	80	-	80	80
Benzo(k)fluoranteno	µg/kg			30	30	-	30	14
Criseno	µg/kg	108	846	20	20	0,0%	20	21
Dibenzo(a,h)antraceno	µg/kg	6,22	135	6	6	0,0%	6	25
Fenantreno	µg/kg	86,7	544	20	20	0,0%	20	21
Fluoranteno	µg/kg	113	1494	20	20	0,0%	20	20
Fluoreno	µg/kg	21,20	144	15	15	0,0%	15	19
Indeno(1,2,3-cd)pireno	µg/kg			20	20	0,0%	20	68
Naftaleno	µg/kg	35	391	20	20	0,0%	20	28
Pireno	µg/kg	153	1398	20	20	0,0%	20	20
<b>Metais</b>		<b>ISQG</b>	<b>PEL</b>					
Alumínio Total	mg/kg			1315	10250	-	4.361	8.634
Arsênio Total	mg/kg	7,24	41,6	2	5,63	0,0%	3	4
Cádmio Total	mg/kg	0,7	4,2	0,2	0,5	0,0%	0,35	0,51
Chumbo Total	mg/kg	30,2	112	1,68	13,4	0,0%	6	10
Cobre Total	mg/kg	18,7	108	4	5	0,0%	5	5
Crômio Total	mg/kg	52,3	160	4	13	0,0%	7	11
Estanho Total	mg/kg			0,6	5,04	-	3	5
Ferro Total	mg/kg			1021	12110	-	5.463	7.867
Mercúrio Total	mg/kg	0,13	0,7	0,01	0,01	0,0%	0,01	0,01
Níquel Total	mg/kg	15,9	42,8	0,61	5,44	0,0%	3	5
Zinco Total	mg/kg	124	271	3,92	25,50	0,0%	13	18

\* valores adotados pela CETESB, vide metodologia no capítulo 2

Os parâmetros sem as médias aritméticas dos cinco anos anteriores não possuem dados para realização adequada do cálculo



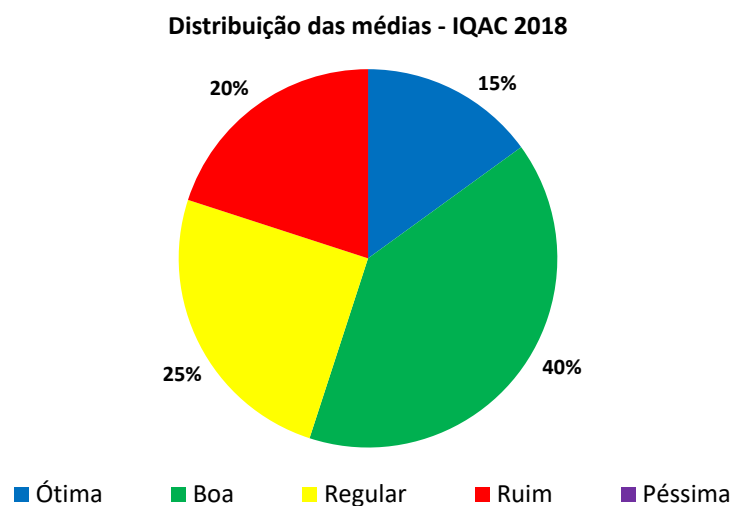
# 4 • Síntese da Qualidade das Águas Costeiras no Estado de São Paulo

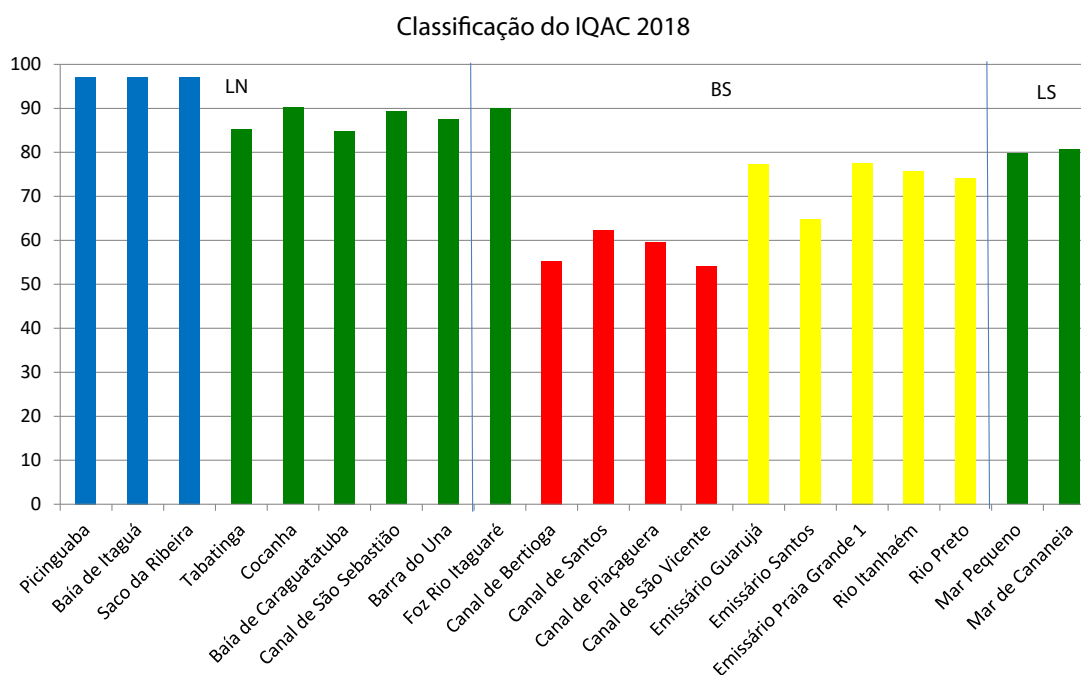
## 4.1 Qualidade das Águas

### 4.1.1 Índice de Qualidade de Águas Costeiras - IQAC

A distribuição das médias do IQAC para as áreas estudadas, obtida em 2018, mostra uma melhora em relação ao ano anterior com manutenção das áreas classificadas como Ótimas (15%), aumento das áreas classificadas como Boas (30 para 40%) e ruins (15 para 20%), redução de áreas classificadas como Regulares (35% para 25%) e a ausência de áreas classificadas como péssimas. Apesar do *aumento* no número de áreas classificadas como ruins a situação está melhor do que no ano de 2017. Os Gráficos 4.1 e 4.2 a seguir mostram a distribuição percentual das classes do IQAC e seus valores médio por área no litoral paulista.

**Gráfico 4.1** – Distribuição Percentual da classificação das áreas pelo IQAC médio em 2018



**Gráfico 4.2** – Classificação das áreas pelo IQAC médio em 2018

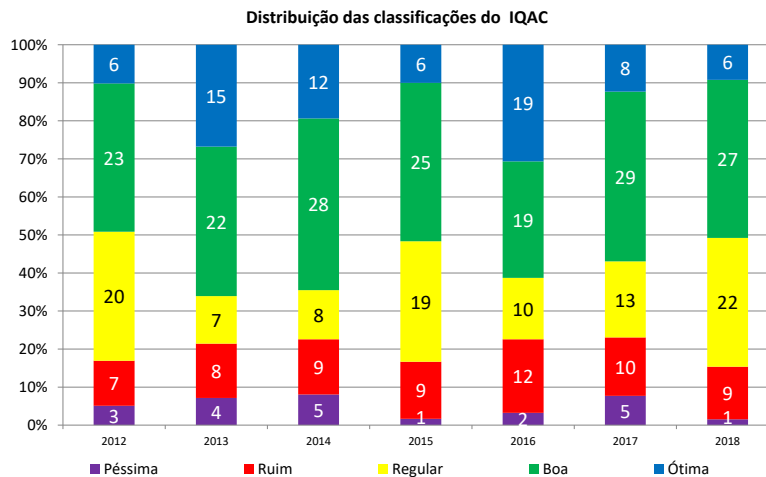
O Quadro 4.1 que apresenta o histórico das médias dos índices por área desde 2012, mostra que, no último ano, houve melhora do índice médio em cinco delas e piora em quatro.

**Quadro 4.1:** Evolução do IQAC médio das áreas entre 2012 e 2018

Local de amostragem	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018
Picinguaba	77	99	85	97	99	79	97
Baía de Itaguá	73	85	90	95	93	79	97
Saco da Ribeira	89	87	92	83	96	97	97
Tabatinga	92	99	99	90	96	99	85
Cocanha	95	99	99	88	97	99	90
Baía de Caraguatatuba	90	97	99	97	99	86	85
Canal de São Sebastião (5pts)	98	98	95	95	92	90	89
Barra do Una	93	90	90	88	92	86	88
Rio Itaguapé	93	90	92	85	97	91	90
Canal de Bertióga	69	58	69	57	75	70	55
Canal de Santos	59	46	47	73	59	55	62
Canal de Piaçaguera				58	58	40	60
Canal de São Vicente	53	43	39	37	54	46	54
Emissário Guarujá	83	80	81	81	78	83	77
Emissário Santos	39	70	47	54	49	47	65
Emissário Praia Grande	60	76	85	71	74	75	78
Rio Itanhaém	87		82	79	87	79	76
Rio Preto	71	92	88	80	83	76	74
Mar Pequeno	68	67	68	78	62	76	80
Mar de Cananeia	69	85	84	84	91	85	81

No Gráfico 4.3, a seguir, é apresentada a evolução da proporção dos pontos nas classificações do IQAC. É possível notar que há uma grande variabilidade para todas as categorias. A mais estável e com maior número de pontos é a categoria de qualidade Boa.

**Gráfico 4.3** – Evolução da proporção do IQAC de todos os pontos de 2012 a 2018



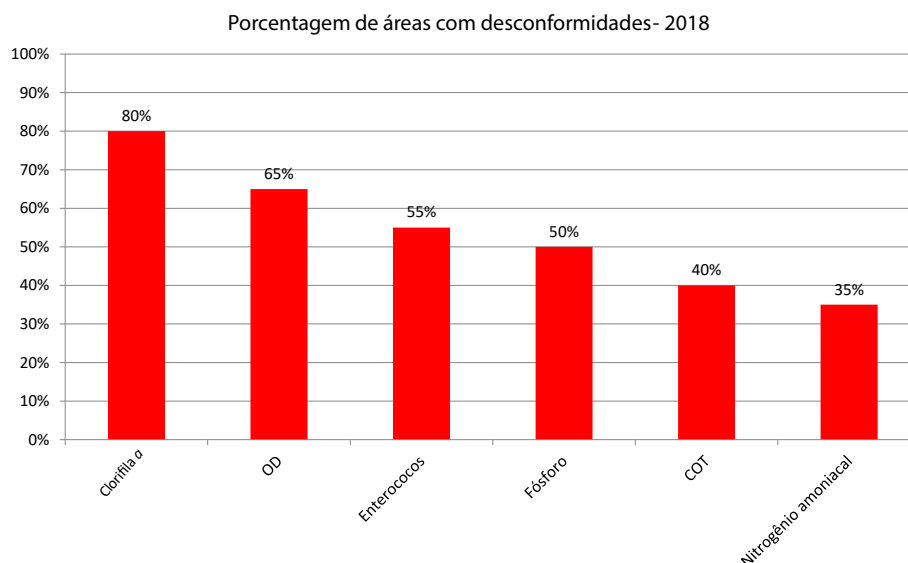
#### 4.1.2 Atendimento aos padrões de qualidade de água

Como nos anos anteriores, nota-se que os nutrientes apresentaram não conformidade em algum momento, em diversas áreas. Além disso, as áreas da Baixada Santista também apresentaram não conformidades nas concentrações de oxigênio dissolvido (OD), clorofila *a*, enterococos, fósforo e compostos nitrogenados de uma forma geral.

##### Distribuição do atendimento nas áreas monitoradas

Nota-se no Gráfico 4.4 que a clorofila *a* e o oxigênio dissolvido são os parâmetros que se apresentam não conformes na maioria das áreas. Em seguida estão os enterococos, fósforo, COT e Nitrogênio Amôniaal.

**Gráfico 4.4** – Porcentagem de áreas que apresentaram não conformidade por variável em 2018

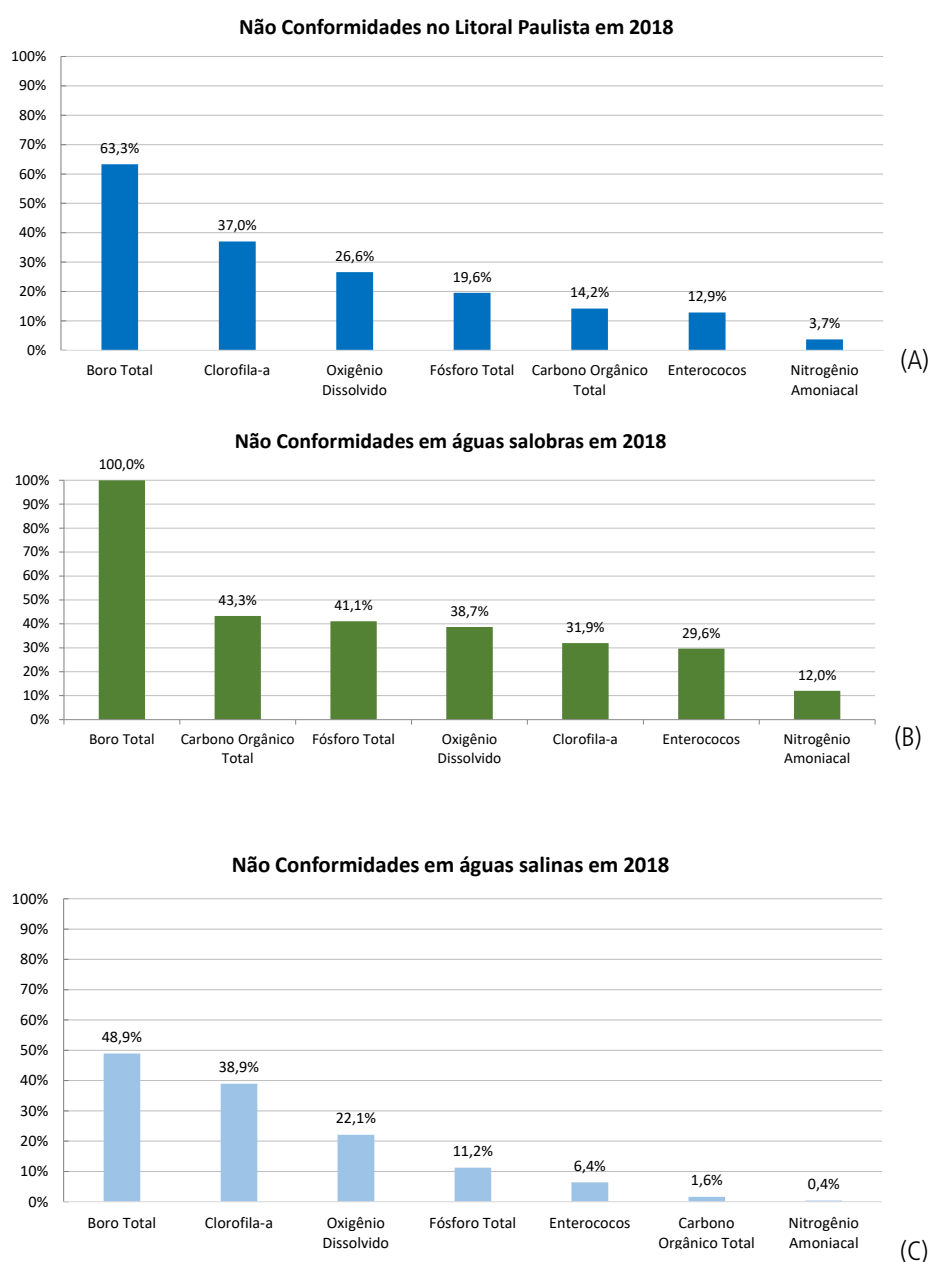


### Proporção de atendimento por variável

Analisando a porcentagem de amostras não conformes para cada variável para toda a rede (Gráfico 4.5 A) e para cada classe de água (Gráfico 4.5 B e C), verifica-se que as variáveis que se apresentam desconformes na maioria das amostras são: COT, clorofila *a*, OD, enterococos e o boro total.

Verifica-se também, que as porcentagens de amostras não conformes nas águas salobras são bem superiores as das águas salinas e que a distribuição das não conformidades nas variáveis é bem diferente para cada classe de água. No caso do boro o padrão de qualidade é bem inferior ao das águas salinas, mas recebem influência destas últimas que em geral possuem concentrações mais elevadas desse elemento.

**Gráfico 4.5 –** Porcentagem de amostras não conformes por variável em 2018 na Rede costeira (A), Águas Salobras (B) e Águas Salinas (C)



### Concentrações médias das principais variáveis não conformes

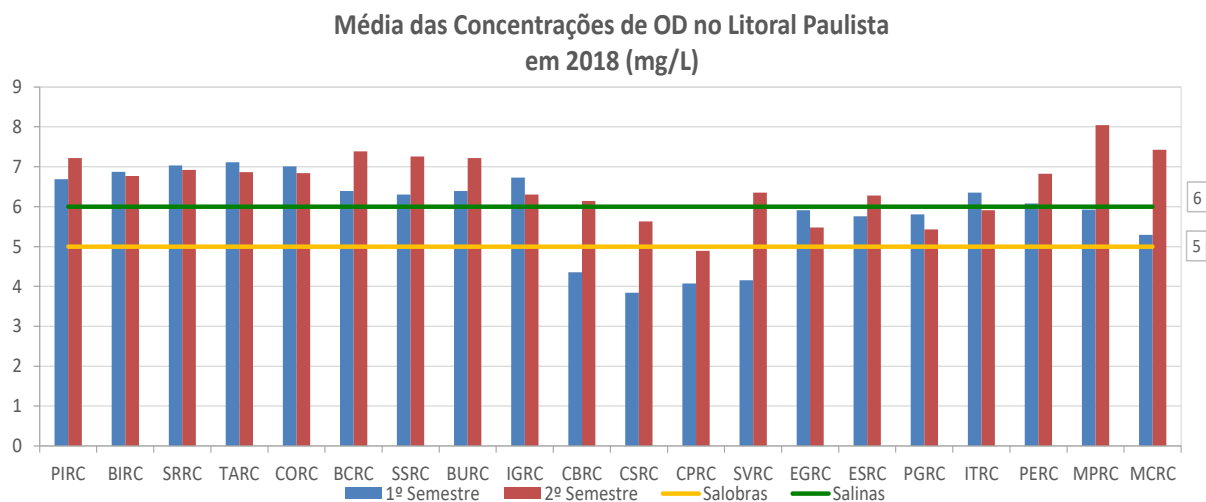
A seguir serão apresentadas em gráficos as concentrações médias das principais variáveis que apresentaram não conformidades em 2018. Como o gráfico apresenta o valor médio dos resultados, não é possível a comparação direta com o padrão legal, que é apresentado no gráfico apenas como referência. O Quadro 4.2 apresenta as siglas das áreas utilizadas nesses gráficos.

**Quadro 4.2** – Siglas das áreas avaliadas

Litoral Norte		Baixada Santista		Litoral Sul	
PIRC	Picinguaba	IGRC	Rio Itaguapé	MPRC	Mar Pequeno
BIRC	Baía de Itaguá	CBRC	Canal da Bertioga	MCRC	Mar de Cananeia
SRRC	Saco da Ribeira	EGRC	Emissário do Guarujá		
BCRC	Baía de Caraguatatuba	ESRC	Emissário de Santos		
TARC	Tabatinga	CPRC	Canal de Piaçaguera		
CORC	Cocanha	CSRC	Canal de Santos		
SSRC	Canal de São Sebastião	SVRC	Canal de São Vicente		
BURC	Barra do Una	PGRC	Emissário de Praia Grande		
		ITRC	Rio Itanhaém		
		PERC	Rio Preto		

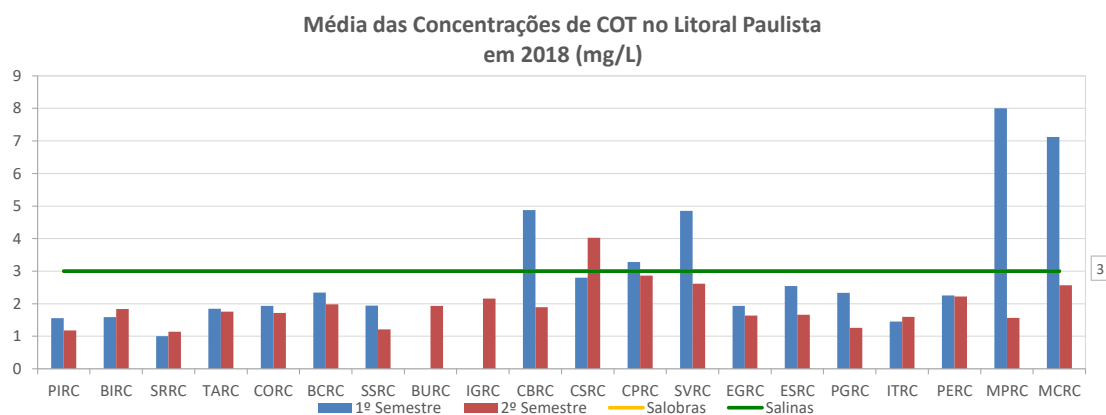
Com relação ao Oxigênio Dissolvido, as menores médias foram registradas nos canais da Baixada Santista com destaque para os canais de Piaçaguera, Santos e São Vicente para águas salobras. As áreas de influência de emissários nas águas salinas também mostraram médias abaixo do limite legal (Gráfico 4.6).

**Gráfico 4.6** – Média das concentrações de OD nas amostras de água das áreas da rede costeira em 2018



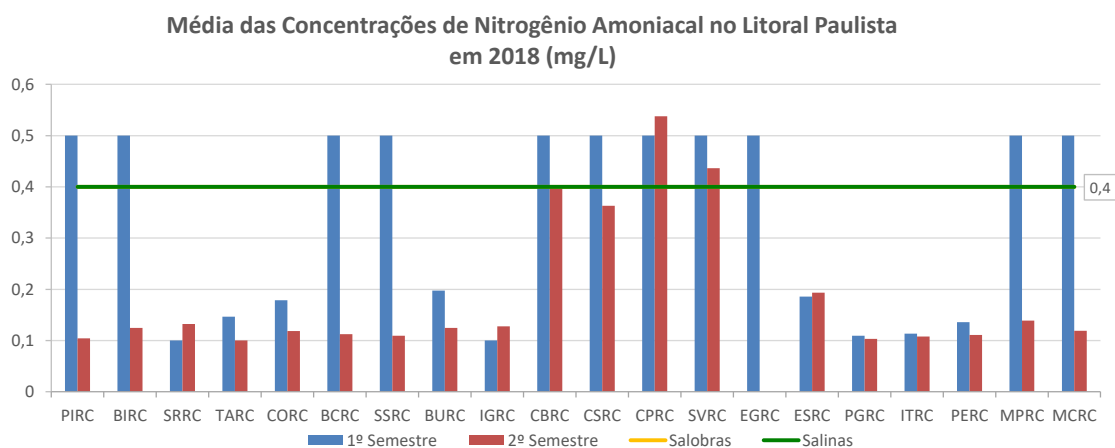
O COT apresentou resultados médios acima do padrão legal nos canais dos estuários principalmente nas áreas estuarinas, e bastante elevados no mar Pequeno e no mar de Cananeia (Gráfico 4.7).

**Gráfico 4.7** – Média das concentrações de carbono orgânico total (COT) (mg/L) nas amostras de água das áreas da rede costeira em 2018



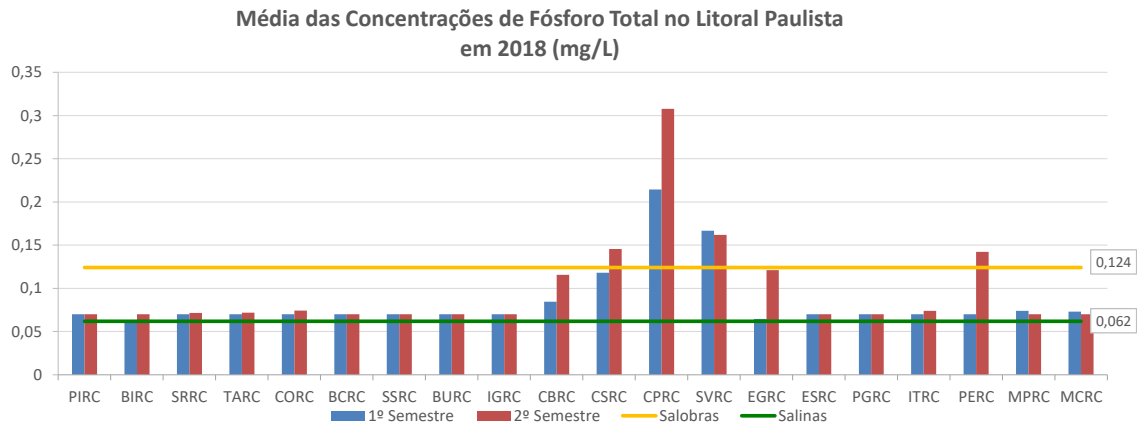
O nitrogênio amoniacal apresentou média bastante elevada na maioria dos casos na primeira amostragem e nas duas campanhas nos canais do estuário de Santos e São Vicente (Gráfico 4.8).

**Gráfico 4.8** – Média das concentrações de nitrogênio amoniacal (mg/L) nas amostras de água das áreas da rede costeira em 2018



As concentrações de fósforo foram elevadas na maioria das amostras de águas salobras. Manteve-se o padrão de outros anos sendo as áreas mais prejudicadas, os canais de Santos, São Vicente e de Piaçaguera provavelmente por influência das indústrias de fertilizantes da região e despejos de esgoto doméstico (Gráfico 4.9). A área de influência do emissário do Guarujá e da foz do Rio Preto em Peruíbe, apresentaram valores elevados na segunda amostragem. Salienta-se que o LQ (0,07 mg/L) para as áreas costeiras foi levemente superior ao padrão legal para águas salinas.

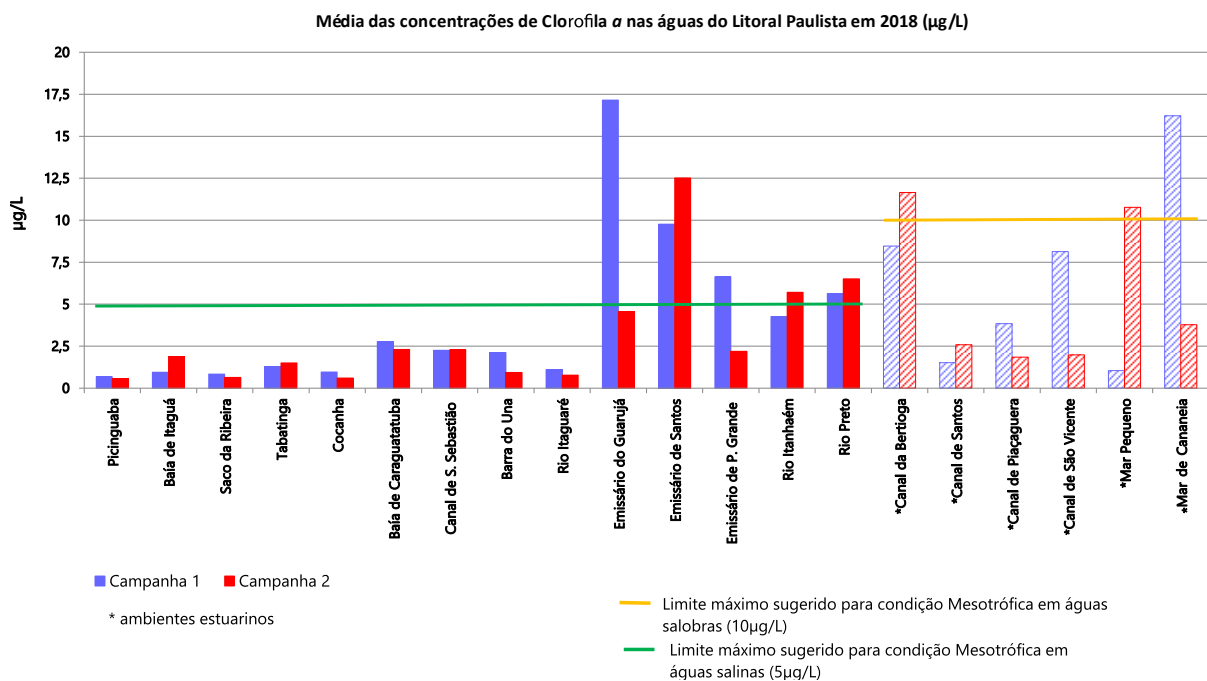
**Gráfico 4.9** – Média das concentrações de fósforo total (PT) (mg/L) nas amostras de água das áreas da rede costeira em 2018



As concentrações de clorofila a variaram nas diferentes regiões, apresentando valores elevados nos canais de Bertioiga e Mar Pequeno e Mar de Cananeia. Nas áreas de águas salinas as médias estiveram abaixo do valor de referência, salvo as áreas de influência dos emissários, com destaque para o emissário do Guarujá e de Santos (Gráfico 4.10).

Diversos fatores podem contribuir para o crescimento da comunidade fitoplanctônica e consequente aumento das concentrações de clorofila a, tais como transparência da água, elevados teores de nutrientes na água, que podem ser carregados de sua origem por meio das águas de chuvas. Além disso, condições oceanográficas e climáticas também podem contribuir para o desenvolvimento de organismos fitoplanctônicos.

**Gráfico 4.10** - Média das concentrações de clorofila a (µg/L) nas amostras de água das áreas da rede costeira em 2018 e valores de referência para águas salobras (hachurado) e salinas (cor sólida)

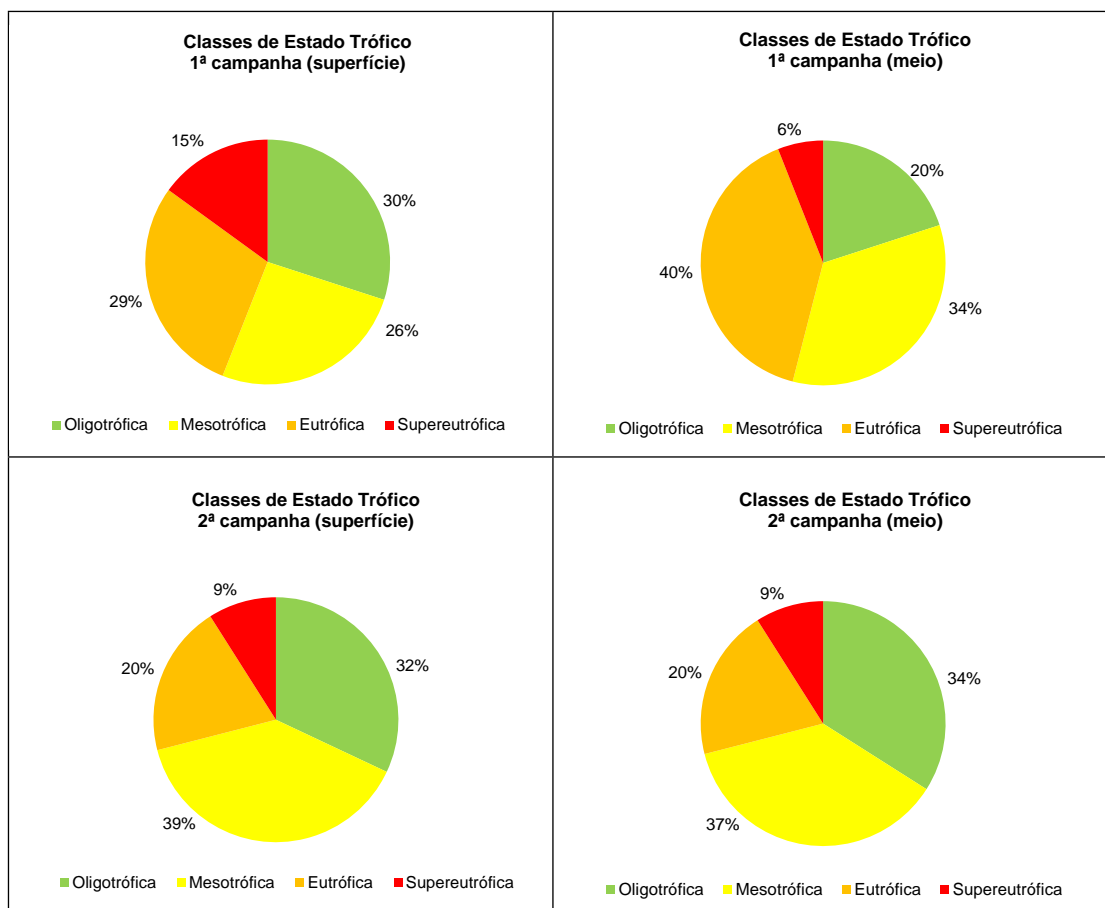




### 4.1.3 Índice de Estado Trófico Costeiro - IETC

O grau de eutrofização da região costeira em 2018 foi avaliado em 20 áreas com 66 pontos no total. Para cada ponto foram realizadas amostragens em duas campanhas e em duas profundidades: superfície e meio da coluna de água, com exceção do ponto 4 do Rio Preto no qual foi amostrada apenas a superfície, perfazendo um total de 262 amostras. Na 1ª campanha a maioria das amostras exibiu condições Mesotrófica (30%) e Eutrófica (34%). Na 2ª campanha, verificaram-se mais amostras indicando condições de baixa (33%) e média (38%) trofia. Na 1ª campanha foi possível observar que 44% das amostras de superfície e 46% das amostras do meio da coluna de água foram indicativas de ambientes eutrofizados (soma das categorias Eutrófica e Supereutrófica). Além disso, em relação ao ano anterior as porcentagens de ambientes eutrofizados na superfície e no meio da coluna de água aumentaram. Já na 2ª campanha, houve redução das amostras indicativas de ambientes eutrofizados, tanto na superfície quanto no meio da coluna de água (29% nas duas profundidades) (Gráfico. 4.11).

**Gráfico 4.11** – Porcentagem por classes de Estado Trófico nas amostras de superfície e meio da coluna de água, 1ª e 2ª campanha de 2018



No Litoral Norte, com oito áreas monitoradas, na 1ª campanha as amostras variaram bastante as classificações, exceto a Eutrófica. Na média, a Baía de Caraguatatuba, o Canal de São Sebastião e Barra do Una apresentaram os maiores valores do IETC com classificação Eutrófica na primeira área e Mesotrófica nas outras duas. Esse fato pode estar relacionado a ocorrência de chuvas. Condições oceanográficas podem favorecer o desenvolvimento de organismos fitoplânctônicos. Na 2ª campanha, as amostras variaram da classificação Oligotrófica a Mesotrófica em sua maioria. O ponto 3 da Baía de Caraguatatuba recebeu classificação Eutrófica e o ponto 5 do Canal de São Sebastião apresentou-se Supereutrófica. A piora na Baía de Itaguá pode estar relacionada a carreamento de nutrientes pelas chuvas. Essa região apresentou apenas um ambiente classificado como Eutrófico na 1ª campanha: Baía de Caraguatatuba. Em 2017, Picinguaba e Baía de Itaguá foram consideradas eutrofizadas na 2ª campanha. Considerando a média anual, os ambientes foram classificados como de baixa a média trofia (categorias Oligotrófica e Mesotrófica), ou seja, ambientes com a melhor qualidade da água do litoral paulista. Exceção feita à Baía de Caraguatatuba, que foi classificada como Eutrófica.

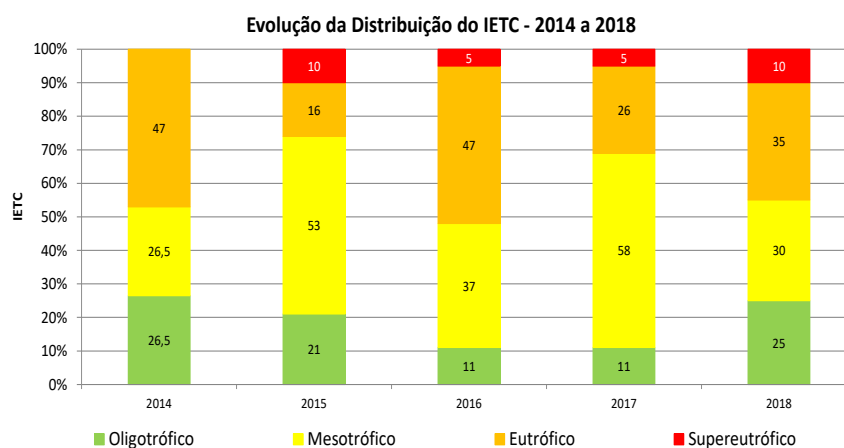
Na Baixada Santista, com 10 áreas monitoradas, na 1ª campanha as amostras foram classificadas de Oligotróficas a Supereutrólicas com 15 de suas amostras indicativas de ambientes eutrofizados (Eutrófico e Supereutrófico). Emissário Submarino de Santos, Canal de Piaçaguera, Emissário Submarino de Praia Grande I e Rio Preto foram classificadas na média da campanha como ambientes eutrofizados. Comparado ao ano anterior foi observado aumento nas porcentagens dessas classes. Na 2ª campanha comparada a 1ª, o número de amostras classificadas como Eutrólicas e Supereutrólicas permaneceu praticamente igual, com três áreas classificadas, pela média da campanha, como Eutrólicas (Canal de Bertioga, Emissário Submarino do Guarujá e Canal de São Vicente) e duas classificadas como Supereutrólicas (Rio Itanhaém e Rio Preto). A Baixada Santista, em ambas as campanhas, foi a região que mais contribuiu para a porcentagem de amostras indicativas de ambientes eutrofizados e isto, provavelmente, está relacionado a diversos fatores tais como: a existência de elevada concentração populacional fixa e de população flutuante decorrente do turismo, visto que é a região mais próxima da capital paulista, existência de um grande complexo industrial e portuário bem como pela ocorrência de chuvas no período de amostragem que tendem a carrear nutrientes advindos de efluentes domésticos, bem como das outras atividades existentes nessa região.

No Litoral Sul, com duas áreas monitoradas, nas duas campanhas as amostras variaram de Oligotrófica a Eutrófica. Tanto o Mar Pequeno como o Mar de Cananeia exibiram amostras classificadas como Eutrófica, na 2ª e 1ª campanha, respectivamente. Portanto, no segundo semestre, em relação à eutrofização, o Mar Pequeno exibiu uma piora na qualidade das águas. Já o Mar de Cananeia, exibiu uma melhora. Esse cenário pode ser ocasionado porque na 2ª campanha não ocorreram chuvas durante as amostragens. Comparando-se a média anual dos dois últimos anos, não se percebe diferença no grau de trofia dessas águas.

Considerando-se a média anual do IETC das 20 áreas monitoradas no período de cinco anos, 2014 a 2018, (Gráfico 4.12) observa-se um aumento dos ambientes classificados como Oligotróficos em 2014, um declínio nos dois anos seguinte, sua manutenção em 2017 em 11% e aumento para 25% das áreas em 2018. Já os ambientes classificados como Mesotróficos vêm alternando, com declínios e aumentos, atingindo em 2017, 58%, a mesma porcentagem exibida em 2013. A porcentagem de áreas com classificação Eutrófica também variou muito ao longo dos anos. A área do Emissário de Santos foi classificada Supereutrófica em todos os anos, exceto em 2014. Em 2015, a área do Emissário de Praia Grande também foi classificada como

Supereutrófica, resultando no aumento dessa classe para 10%. Em relação ao ano anterior houve uma diminuição significativa da porcentagem de ambientes já considerados eutrofizados (de 52 para 31%). Em 2018, duas áreas foram classificadas como Supereutróficas: Emissário de Santos e Rio Preto.

**Gráfico 4.12** – Evolução da Distribuição do IETC – 2014 a 2018



Na Tabela 4.1 a seguir, são apresentadas as concentrações médias anuais da clorofila *a* e as tendências da qualidade das águas, em relação à eutrofização, nos 20 pontos para o período de 2014 a 2018. Para a avaliação da tendência foi utilizada a função linha de tendência estatística Linear do software Excel, considerando-se como significativo o valor do Coeficiente de Variação ( $R^2$ ) a partir de 0,5.

Das 20 áreas avaliadas, uma (5%) apresentou melhora (Saco da Ribeira), três (15%) apresentaram piora (Baía de Caraguatatuba, Canal de São Sebastião, Rio Preto) e as demais (80%) não apresentaram tendência significativa.

**Tabela 4.1** – Concentração média anual da clorofila a e as tendências da qualidade das águas de acordo com o IETC entre 2014 e 2018

	Local	2014	2015	2016	2017	2018	Tendência
LITORAL NORTE	Picinguaba	0,51	0,65	0,63	1,68	0,63	N.S.
	Baía de Itaguá	1,48	0,96	1,20	1,83	1,41	N.S.
	Saco da Ribeira	3,68	2,48	2,82	1,13	0,74	M
	Tabatinga	0,87	2,28	2,36	1,04	1,39	N.S.
	Cocanha	0,66	1,73	1,69	0,60	0,78	N.S.
	Baía de Caraguatatuba	0,84	0,99	1,29	1,72	2,53	P
	Canal de São Sebastião	0,95	1,49	1,52	1,36	2,27	P
	Barra do Una	2,62	1,72	2,61	1,59	1,53	N.S.
BAIXADA SANTISTA	Rio Itaguaré	1,70	2,06	2,14	0,78	0,94	N.S.
	*Canal de Bertioga	13,51	4,73	17,67	13,78	10,05	N.S.
	Emiss. do Guarujá	3,71	2,15	3,70	2,63	2,05	N.S.
	*Canal de Santos	14,80	2,64	11,13	9,74	2,84	N.S.
	Emiss. Santos	2,88	13,51	6,30	9,07	5,05	N.S.
	Canal de Piaçaguera	3,77	5,76	5,87	5,87	10,85	N.S.
	*Canal de São Vicente	11,01	4,88	13,22	9,17	11,14	N.S.
	Emiss. Praia Grande -1	2,80	5,34	1,61	2,43	4,41	N.S.
	Rio Itanhaém	2,22	4,74	3,43	4,43	4,98	N.S.
	Rio Preto	2,79	2,49	3,29	4,14	6,07	P
LITORAL SUL	*Mar Pequeno	7,69	22,78	2,04	5,36	5,90	N.S.
	*Mar de Cananeia	4,83	10,19	13,12	10,15	10,00	N.S.

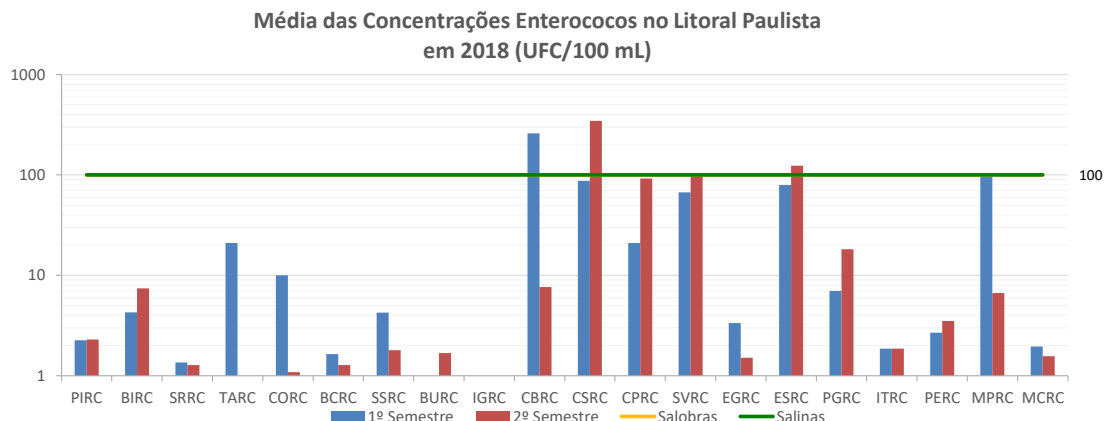
Estado Trófico	Mesotrófico	Eutrófico	Supereutrófico
P = Piora	M = Melhora	N.S. = Não Significativo	

\* Ambientes estuarinos

#### 4.1.4. Qualidade microbiológica

A qualidade microbiológica das águas costeiras apresenta um padrão espacial bem definido, com concentrações de enterococos maiores entre o Canal de Bertioga até área de influência do Emissário Submarino de Praia Grande 1. As áreas do Litoral Norte (de Picinguaba até o Rio Itaguaré; exceto Tabatinga), além do Rio Itanhaém, Rio Preto e Mar de Cananeia, apresentaram médias geométricas inferiores a 10 UFC/100 mL nas duas campanhas. Médias geométricas maiores que 100 UFC/100 mL foram detectadas no Canal de Bertioga na 1ª campanha e no Canal de Santos, Canal de São Vicente e na área de influência do Emissário Submarino de Santos na 2ª campanha. (Gráfico 4.13).

**Gráfico 4.13** – Média geométrica das concentrações de enterococos (UFC/100 mL) - 1ª e 2ª campanhas de 2018

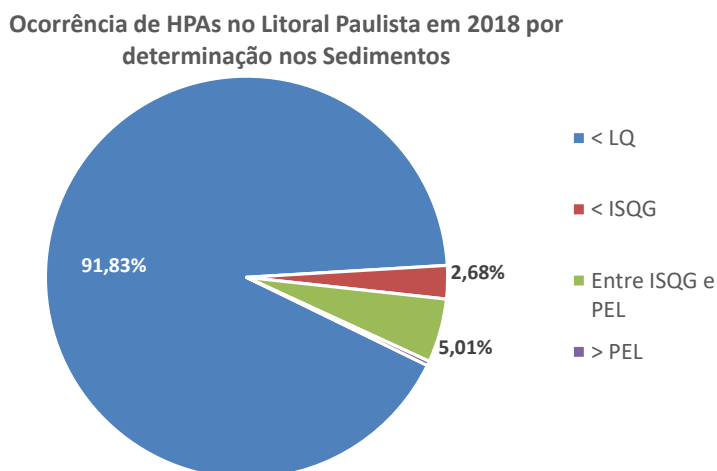


## 4.2 Qualidade dos sedimentos

### Qualidade química

A concentração dos HPAs foi detectada em 2,68% das determinações, mas excedeu os valores orientadores somente em 5,01% delas sendo que não houve ocorrências acima dos valores que causam efeitos deletérios nos organismos aquáticos (PEL) como nos anos anteriores. Todas as áreas que ultrapassaram o limite de ISQG se situam no estuário de Santos e São Vicente (concentradas no Canal de Piaçaguera). No entanto, a verificação da melhoria da qualidade do sedimento do Canal de Piaçaguera se deve à dragagem de “clean up” ocorrida nesse local e cujos resultados poderão ser melhores. No entanto, em geral, a tendência tem sido de melhora desses parâmetros ao longo dos anos. A Tabela 4.2 contém os valores para cada parâmetro bem como os totais, representados também pelo Gráfico 4.14.

**Gráfico 4.14** – Porcentagem de amostras de sedimentos com compostos de HPAs no Litoral Paulista em 2018



**Tabela 4.2** – Porcentagem de amostras de sedimentos com compostos de HPAs no Litoral Paulista em 2018

HPAs	Valores orientadores		Número de determinações					Porcentagem (%)				
	ISQG	PEL	< LQ	< ISQG	Entre ISQG e PEL	> PEL	Total	< LQ	< ISQG	Entre ISQG e PEL	> PEL	Total
Acenafteno(SED)	6,71	88,9	121	0	8	0	129	93,8%	0,0%	6,2%	0,0%	100,0%
Antraceno(SED)	46,9	245	121	3	5	0	129	93,8%	2,3%	3,9%	0,0%	100,0%
Benzo (a) antraceno - (SED)	74,8	693	115	5	5	1	129	89,1%	3,9%	3,9%	0,8%	97,7%
Benzo(a)pireno(SED)	88,8	763	97	12	9	1	129	75,2%	9,3%	7,0%	0,8%	92,2%
Criseno(SED)	108	846	115	3	5	1	129	89,1%	2,3%	3,9%	0,8%	96,1%
Dibenzo(a,h)antraceno (SED)	6,22	135	116	0	12	0	128	90,6%	0,0%	9,4%	0,0%	100,0%
Fenantreno(SED)	86,7	544	116	4	6	0	129	89,9%	3,1%	4,7%	0,0%	97,7%
Fluoranteno(SED)	113	1494	111	3	8	1	129	86,0%	2,3%	6,2%	0,8%	95,3%
Fluoreno(SED)	21,2	144	123	1	5	0	129	95,3%	0,8%	3,9%	0,0%	100,0%
Naftaleno(SED)	34,6	391	123	1	3	0	129	95,3%	0,8%	2,3%	0,0%	98,4%
Pireno(SED)	153	1398	112	5	5	1	129	86,8%	3,9%	3,9%	0,8%	95,3%
<b>Totais</b>			<b>1270</b>	<b>37</b>	<b>71</b>	<b>5</b>	<b>1418</b>	<b>89,6%</b>	<b>2,6%</b>	<b>5,0%</b>	<b>0,4%</b>	<b>97,5%</b>

Os metais ultrapassaram o limite de ISQG em 8,25 % das determinações, um leve aumento em relação ao ano de 2017 quando registraram cerca de 7%. Repetindo o resultado dos anos anteriores, não houve ocorrência de valores acima de PEL. A Tabela 4.3 apresenta os valores usados no Gráfico 4.15 e sua discretização por parâmetro.

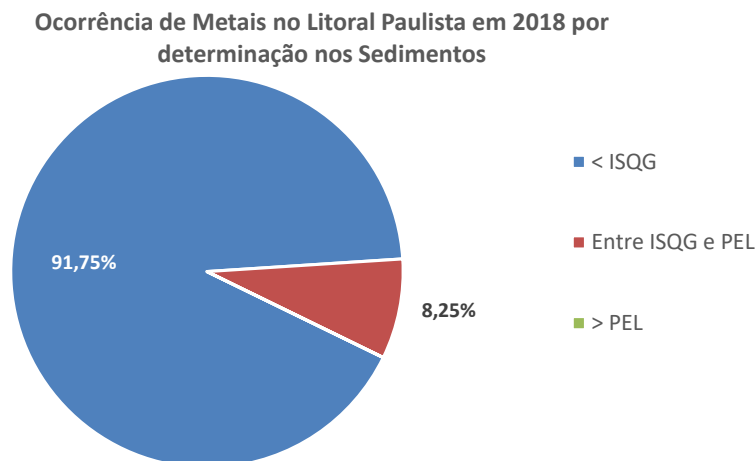
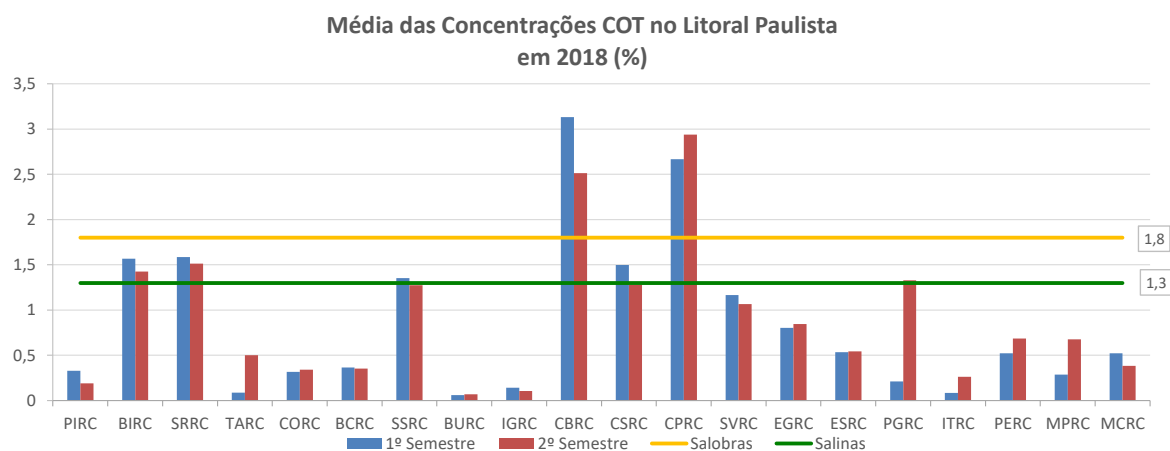
**Gráfico 4.15** – Ocorrência de metais nos sedimentos do Litoral Paulista em 2018

Tabela 4.3 – Ocorrência de metais no litoral paulista em 2018

Metal	Valores orientadores		Número de determinações					Porcentagem (%)				
	ISQG	PEL	< ISQG	Entre ISQG e PEL		> PEL	Total	< ISQG	Entre ISQG e PEL		> PEL	Total
Arsênio	7,24	41,6	82	48		0	130	63,1%	36,9%		0,0%	100,0%
Cádmio	0,7	4,2	122	4		0	127	96,1%	3,1%		0,0%	100,0%
Chumbo	30,2	112	126	4		0	130	96,9%	3,1%		0,0%	100,0%
Cobre	18,7	108	121	9		0	130	93,1%	6,9%		0,0%	100,0%
Crômio	52,3	160	130	0		0	130	100,0%	0,0%		0,0%	100,0%
Níquel	15,9	42,8	120	1		0	121	99,2%	0,8%		0,0%	100,0%
Zinco	124	271	127	3		0	130	97,7%	2,3%		0,0%	100,0%
Mercurio	0,3	1	125	5		0	130	96,2%	3,8%		0,0%	100,0%
<b>Totais</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>953</b>	<b>74</b>		<b>0</b>	<b>1028</b>	<b>92,7%</b>	<b>7,2%</b>		<b>0,0%</b>	<b>100,0%</b>

Em consonância com os anos anteriores, as maiores concentrações de COT em 2018 foram observadas no Canal de Bertioga, Canal de Santos e Canal de Piaçaguera. Também mostraram valores elevados, a Baía de Itaguá e o Saco da Ribeira. (Gráfico 4.16).

Gráfico 4.16 – Concentração de COT (%) dos sedimentos nas áreas da rede de monitoramento costeiro (média dos três pontos) em 2018

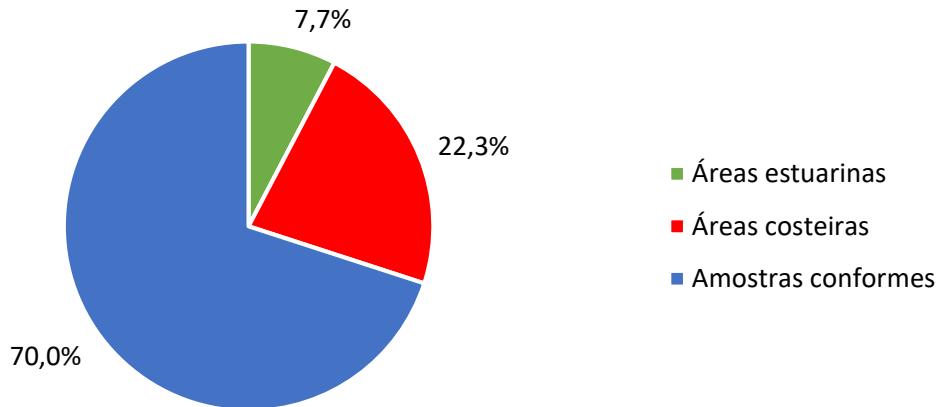


Para o nitrogênio (NKT) foram obtidas concentrações acima de 1000 mg/kg em amostras coletadas (Gráfico 4.17), uma manutenção dos níveis observados anteriormente. Os maiores valores foram encontrados no sistema estuarino de Santos e São Vicente e no Canal de Bertioga. Novamente Baía de Itaguá e Saco da Ribeira apresentaram concentrações elevadas, similares aos anos anteriores (2016 e 2017). As concentrações observadas nessas áreas não são comuns para o Litoral Norte, mas já aparecem pelo segundo ano consecutivo (Gráfico 4.18). No caso dos Canais de Bertioga e Piaçaguera que apresentaram as maiores concentrações na Baixada Santista é notável o impacto das atividades humanas. Já em áreas como a Baía de Itaguá e o Saco da Ribeira sofrem impactos da atividade antrópica local com contribuição de esgoto doméstico bruto, acrescida à hidrodinâmica do local podem contribuir com o acúmulo de nutrientes nessas áreas. É necessário aguardar a

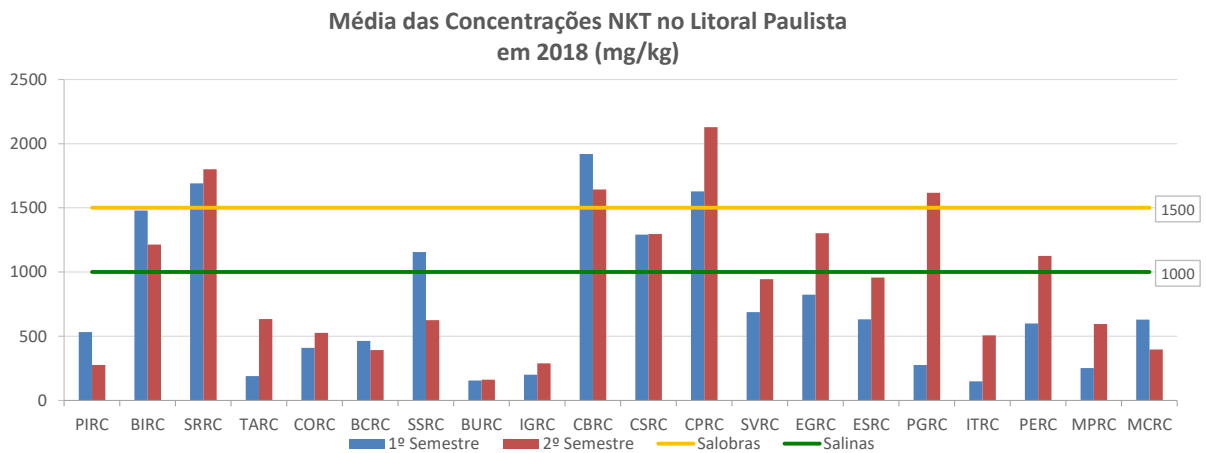
continuidade do monitoramento para obtenção de uma série histórica que possibilite identificar uma eventual tendência.

**Gráfico 4.17** – Ocorrências de nitrogênio kjeldahl total (NKT) no Litoral Paulista em 2018

**Não conformidades de Nitrogênio Kjeldahl Total nos sedimentos do Litoral Paulista**



**Gráfico 4.18** – Concentração média de nitrogênio kjeldahl total (mg/kg) dos sedimentos nas áreas da rede de monitoramento costeiro) em 2018.

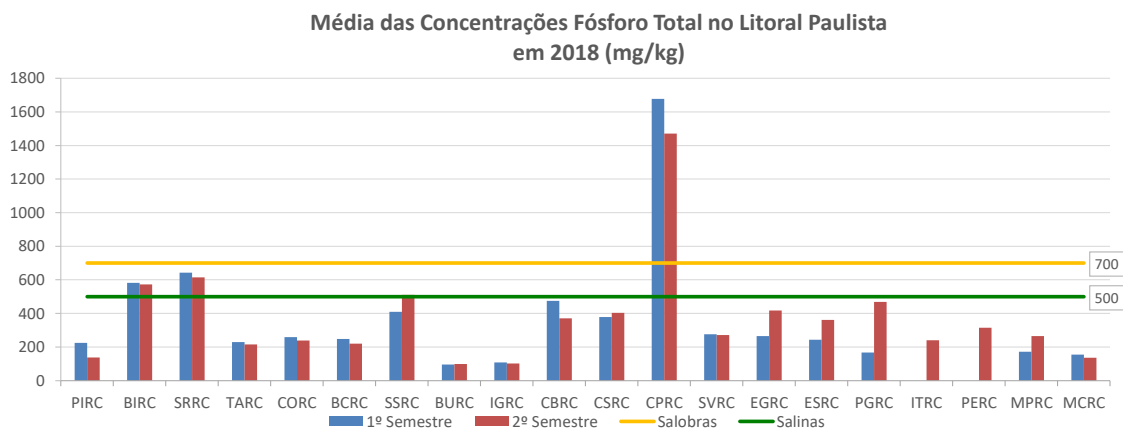




Com relação ao fósforo total (PT) as maiores concentrações foram observadas no Canal de Piaçaguera, seguido pelo Saco da Ribeira e Baía de Itaguá (Gráfico 4.19). Usualmente grandes contribuições de fósforo estão associadas à atividade humana especialmente na forma de descarga de esgoto doméstico e atividade industrial. Atividades específicas como a indústria de fertilizantes podem contribuir para o aumento dos níveis desse nutriente na região de Cubatão.

Mais uma vez, as regiões da Baía de Itaguá e do Saco da Ribeira apresentaram concentrações de nutrientes significativas assim como em anos anteriores. Uma série histórica mais longa é necessária para que seja possível identificar alguma tendência. O canal de Piaçaguera também apresenta resultados por volta de duas vezes maiores do que os valores orientadores. Nas demais áreas os valores têm sido mais baixos ao longo dos anos. Destacam-se, ainda, os canais de Bertioga e de Santos, com valores mais altos e as três áreas de influência dos emissários na segunda campanha.

**Gráfico 4.19** – Concentração média de fósforo total (mg/kg) dos sedimentos nas áreas da rede de monitoramento costeiro em 2018.



#### 4.2.2. Avaliação ecotoxicológica dos sedimentos

A Tabela 4.4 mostra a classificação dos sedimentos das áreas monitoradas com os ensaios ecotoxicológicos, totalizando 65 amostras. Ressalta-se que, em 2018, a classificação foi baseada apenas nos resultados dos ensaios agudos com o anfípodo *Grandidierella bonnieroides* realizados no primeiro semestre. No monitoramento de 2018, apenas o ponto 3 da região da Barra do Una apresentou toxicidade, com 32% de mortalidade dos organismos teste.

**Tabela 4.4** – Classificação da qualidade do sedimento costeiro, de acordo com os ensaios ecotoxicológicos realizados em 2018 com *Grandidierella bonnieroides*

Regiões	Área	Amostras	1ª campanha 2018 (ensaio agudo)				
			1	2	3	4	5
Litoral Norte	Picinguaba						
	Baía de Itaguá						
	Saco da Ribeira						
	Baía de Caraguatatuba						
	Tabatinga						
	Cocanha						
	Canal de São Sebastião						
	Barra do Una						
Baixada Santista	Rio Itaguapé						
	Canal da Bertoga						
	Emissário do Guarujá						
	Emissário de Santos						
	Canal de Santos						
	Canal de São Vicente						
	Canal de Piaçaguera						
	Emissário de Praia Grande 1						
	Rio Itanhaém						
	Rio Preto						
Litoral Sul	Mar Pequeno						
	Mar de Cananeia						

#### Critérios Ecotoxicológicos

ótima	ruim	péssima
Não Tóxico <sup>(a)</sup>	<50% <sup>(b)</sup>	≥50%

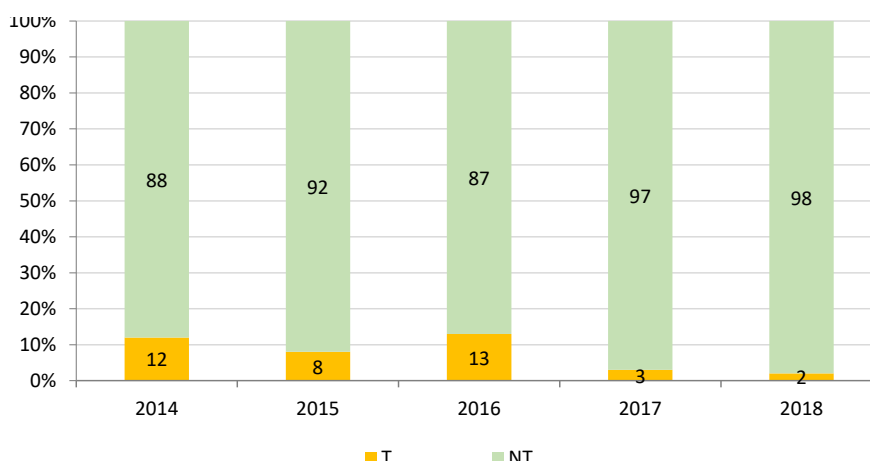
<sup>(a)</sup> não apresenta diferença significativa em relação ao controle

<sup>(b)</sup> mortalidade inferior a 50% com diferença significativa em relação ao controle

Em 2018, dentre as 20 áreas que compõem a Rede de Monitoramento Costeiro, distribuídas entre Litoral Norte, Sul e Baixada Santista, 98% das amostras não apresentaram toxicidade e em apenas 2% foi observado efeito tóxico agudo sobre os organismos teste (Gráfico 4.20).

Historicamente houve uma melhora na qualidade ecotoxicológica dos sedimentos com a diminuição do número de amostras tóxicas em 2017 e 2018 (3 e 2%, respectivamente), comparados aos anos de 2014 a 2016, nos quais os percentuais de efeito foram semelhantes e em torno de 10%.

**Gráfico 4.20** – Porcentagem de amostras com presença ou ausência de efeito tóxico nos ensaios ecotoxicológico agudo nos últimos cinco anos (T = Não tóxico; T = Tóxico)



Na Tabela 4.5 observa-se a evolução dos resultados ecotoxicológicos obtidos com a realização do ensaio agudo a partir de 2014, considerando a classificação de cada ponto amostral. Cabe ressaltar que, até 2015, o ensaio agudo era realizado com o anfípodo *Leptocheirus plumulosus* e, a partir de 2016, o organismo teste passou a ser outro anfípodo, *Grandidierella bonnieroides*.

**Tabela 4.5** – Classificação ecotoxicológica dos sedimentos costeiros de 2014 a 2018

Regiões	Área	Amostras	<i>Leptocheirus plumulosus</i>					<i>Grandidierella bonnieroides</i>																			
			2014					2015					2016					2017					2018				
			1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
Litoral Norte	Picinguaba																										
	Baía de Itaguá																										
	Saco da Ribeira																										
	Baía de Caraguatatuba																										
	Tabatinga																										
	Cocanha																										
	Canal de São Sebastião																										
	Barra do Una																										
Baixada Santista	Rio Itaguapé																										
	Canal da Bertioiga																										
	Emissário do Guarujá																										
	Emissário de Santos																										
	Canal de Santos																										
	Canal de São Vicente																										
	Canal de Piaçaguera																										
	Emissário de Praia Grande 1																										
	Rio Itanhaém																										
Rio Preto																											
Litoral Sul	Mar Pequeno																										
	Mar de Cananeia																										
% de pontos amostrais que não apresentaram toxicidade/ano			88					87					92					97					98				

Critérios Ecotoxicológicos

ótima	ruim	péssima
Não Tóxico <sup>(a)</sup>	<50% <sup>(b)</sup>	≥50%

<sup>(a)</sup> não apresenta diferença significativa em relação ao controle  
<sup>(b)</sup> mortalidade inferior a 50% com diferença significativa em relação ao controle

Nessa tabela, conforme mencionado anteriormente, verificamos que desde 2014 o número de amostras com ausência de toxicidade é bem elevado, com a grande maioria das amostras nos últimos cinco anos apresentando qualidade Ótima. Mesmo com escassos resultados em 2014, observamos que 60% das áreas monitoradas mantiveram qualidade inalterada, classificadas como Ótima: Picinguaba, Baía do Itaguá, Baía de Caraguatatuba, Tabatinga, Canal de Bertioga, Emissário do Guarujá, Emissário de Santos, Canal de Piaçaguera, Emissário de Praia Grande 1, Rio Preto, Rio Itanhaém e Mar de Cananeia.

No Litoral Norte, com oito áreas monitoradas totalizando 24 amostras, no ano de 2015 foi observada toxicidade em sete pontos (29%) nas áreas do Saco da Ribeira, Cocanha e Barra do Una, representando o local com o maior percentual de amostras tóxicas ao longo do monitoramento.

A região do Saco da Ribeira e Cocanha a partir do ano seguinte e do Canal de São Sebastião, a partir de 2017, mostraram excelente recuperação mesmo com o acréscimo de dois pontos em 2016 no Canal de São Sebastião, totalizando 26 amostras na Rede Costeira (Tabela 4.5). Ressalta-se que nos três últimos anos apenas uma amostra a cada ano (4%) apresentou toxicidade: ponto 2 no Canal de São Sebastião e ponto 3 na Barra do Una, sendo que este último merece atenção, pois tem apresentado toxicidade com maior frequência desde 2014.

Na Baixada Santista o monitoramento é realizado em 10 áreas, sendo que em 2017 houve o aumento de três pontos quando comparados aos anos anteriores, totalizando 33 pontos. O Rio Itaguapé apresentou toxicidade no ponto 1 em 2016; o Canal de Santos, no ponto 2 em 2014 e o Canal de São Vicente no ponto 3, em 2016. Nos anos subsequentes, todos os locais amostrados apresentaram resultado satisfatório (Tabela 4.5). Dessa forma, observamos que no primeiro semestre/2018 as amostras foram classificadas como Ótimas em sua totalidade.

No Litoral Sul, duas áreas são monitoradas, com um total de seis amostras. No primeiro semestre de 2018 não foi observada toxicidade aguda e os pontos foram classificados com qualidade Ótima. Esse resultado tem se repetido para a região do Mar de Cananeia nos últimos cinco anos, diferentemente do Mar Pequeno. Por outro lado, observa-se a crescente recuperação do Mar Pequeno que, de 2014 a 2017, apresentou qualidade Péssima e, posteriormente Ruim.

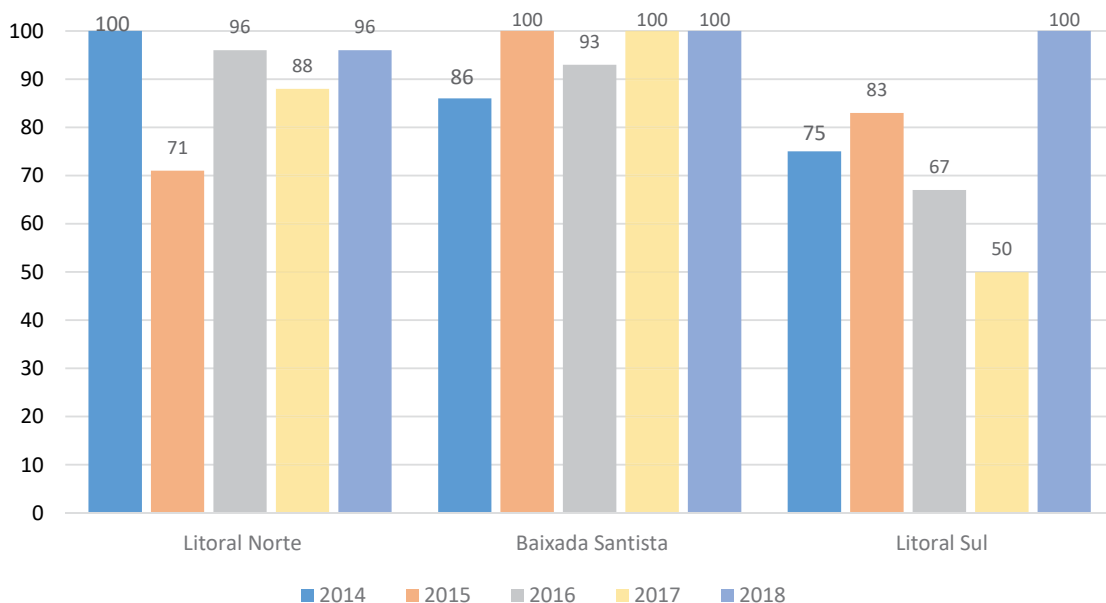
Dentre as amostras analisadas nos últimos cinco anos, Barra do Una e Mar Pequeno apresentaram os maiores percentuais de toxicidade (41,6 e 38,4%, respectivamente), necessitando, portanto, de atenção.

O Gráfico 4.21 apresenta o percentual de amostras com ausência de toxicidade nos últimos cinco anos. Observando-se os dados nas três regiões, é possível afirmar que:

- No Litoral Norte a porcentagem de pontos amostrais com ausência de toxicidade aumentou de 88 para 96% em relação ao ano anterior, superior à média dos últimos quatro anos (89%). A média atual passou para 90,2%;
- Na Baixada Santista a ausência de toxicidade em 100% das amostras foi mantida como no ano anterior. Também foi observada a menor variação entre os anos de monitoramento, entre 86 e 100%, e média atual de 95,8%;
- No Litoral Sul houve um aumento de 50% no número de amostras não tóxicas em relação ao ano anterior. Essa região apresenta a maior variação nos resultados ao longo do monitoramento e a menor média entre as três regiões (61,4%) nos últimos cinco anos.

É necessário ressaltar que na Baixada Santista e em algumas regiões do Litoral Norte foram observadas elevadas concentrações de contaminantes no sedimento ao longo do monitoramento. Embora nem sempre disponíveis para causar efeito tóxico agudo aos organismos teste, sabe-se que os sedimentos são importantes fontes de contaminantes. A ressuspensão do sedimento como consequência das atividades de navegação e de dragagem pode disponibilizar contaminantes para a coluna de água, afetando a comunidade aquática. Dessa forma, a avaliação dessas atividades merece atenção especial e têm sido acompanhadas detalhadamente pela CETESB, por meio dos processos de licenciamento e monitoramento.

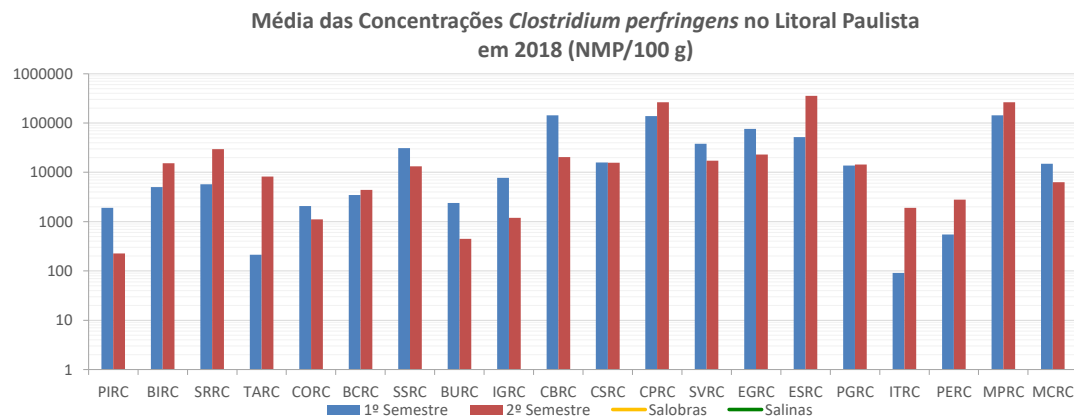
**Gráfico 4.21** – Percentual de amostras nas três grandes regiões costeiras que não apresentaram toxicidade nos ensaios com sedimento entre 2014 e 2018



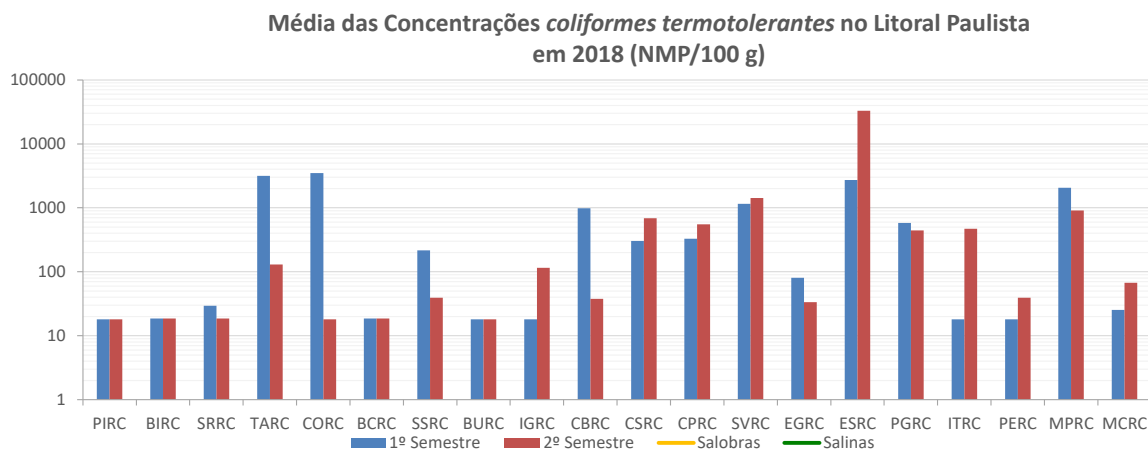
#### 4.2.3. Qualidade microbiológica dos sedimentos

A qualidade microbiológica dos sedimentos foi atribuída de acordo com as concentrações dos indicadores de contaminação fecal: coliformes termotolerantes e *Clostridium perfringens*. Os coliformes termotolerantes são bactérias encontradas nas fezes humanas e de animais. A presença dessas bactérias no sedimento indica contaminação fecal atual. Os *Clostridium perfringens* são bactérias que produzem esporos e apresentam prolongada resistência às condições adversas do ambiente, indicando contaminação fecal remota e em algumas ocasiões, indicam contaminação quando os coliformes termotolerantes já não estão mais presentes nas amostras.

Considerando a média geométrica das concentrações de todos os pontos amostrados em cada local, apresentaram concentrações acima de 100.000 NMP/100g *Clostridium perfringens*, na 1ª campanha de amostragem, o Canal de Bertioga, Canal de Piaçaguera e Mar Pequeno. Já na 2ª campanha apresentaram concentrações superiores à citada apenas o Canal de Piaçaguera, a área de influência do Emissário Submarino de Santos e o Mar Pequeno. Vale ressaltar que o Mar Pequeno apresentou a maior média de concentrações na 1ª campanha de amostragem e a área de influência do Emissário de Santos apresentou a maior média da 2ª campanha (Gráfico 4.22).

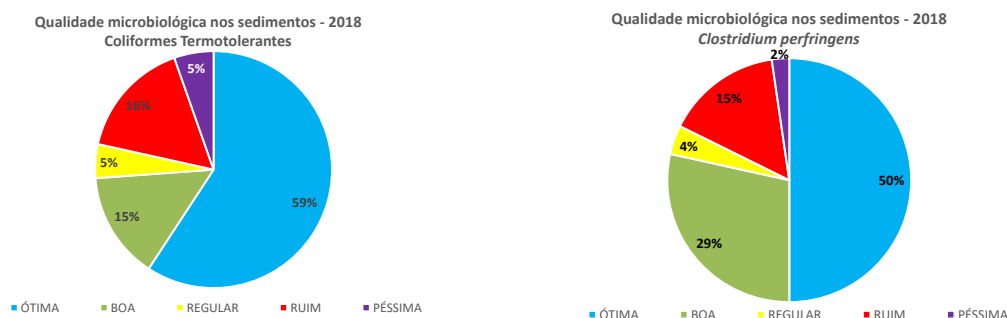
**Gráfico 4.22** – Médias das concentrações de *Clostridium perfringens* (NMP/100g) nos sedimentos costeiros em 2018

Considerando a média geométrica das concentrações de todos os pontos amostrados em cada local, apresentaram concentrações acima de 1.000 NMP/100g coliformes termotolerantes, na 1ª campanha de amostragem, Tabatinga, Cocanha, Canal de São Vicente, área de influência do Emissário Submarino de Santos e o Mar Pequeno. Na 2ª campanha, apresentaram médias das concentrações acima de 1.000 NMP/100g, a área de influência do Emissário Submarino de Santos e Canal de São Vicente. Destaca-se que a área de influência do Emissário Submarino de Santos apresentou a maior média de concentrações na 2ª campanha de amostragem (Gráfico 4.23).

**Gráfico 4.23** – Médias das concentrações de coliformes termotolerantes (NMP/100g) nos sedimentos em 2018

O Gráfico 4.24 apresenta a porcentagem de amostras nas categorias de qualidade microbiológica de acordo com o critério elaborado para os indicadores de poluição fecal: coliformes termotolerantes e *Clostridium perfringens*, com base na Tabela 3.4.

**Gráfico 4.24** – Porcentagem de amostras em cada classe de qualidade microbiológica de acordo com concentração de bactéria fecal nos sedimentos em 2018



Para coliformes termotolerantes, 59% das amostras foram classificadas como Ótimas e 15% como Boas. As categorias Ruim e Péssima somaram 20%. Em 2017, 58% das amostras foram classificadas como Ótimas e 10% como Boas. 30% das amostras foram classificadas nas categorias Ruim e Péssima.

Para *Clostridium perfringens*, 50% das amostras foram classificadas como Ótimas e 29% como Boas. Assim, 17% das amostras foram classificadas como Ruins e Péssimas. Em 2017, 41% das amostras foram classificadas na categoria Ótima, 33% na categoria Boa e 19% foram classificadas como Ruins e Péssimas.

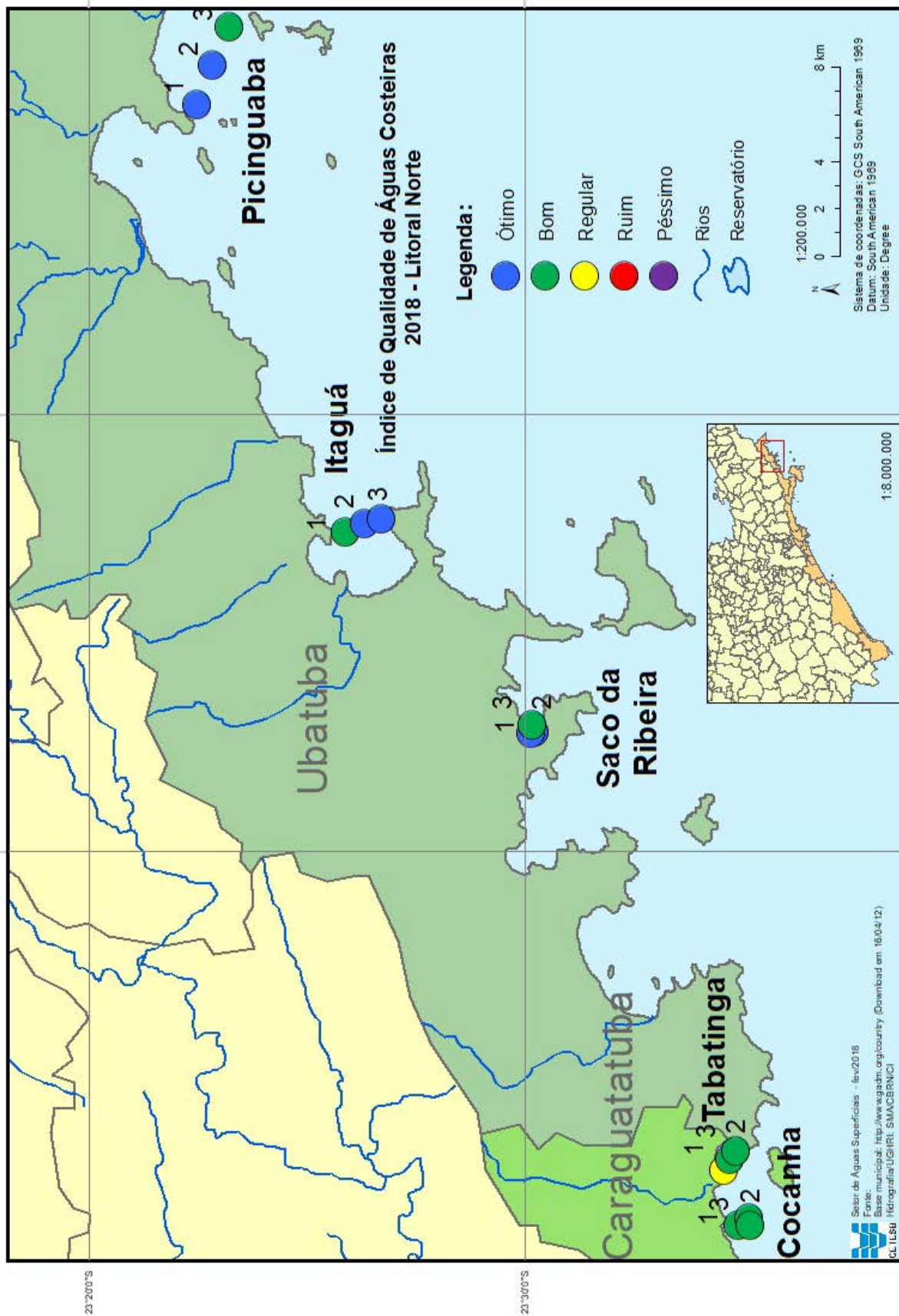
Percebe-se melhora na qualidade das amostras, para os dois indicadores de poluição fecal, pois as categorias Ótima e Boa aumentaram e as categorias Ruim e Péssima diminuíram.

Considerando ambos os indicadores, poucas amostras foram classificadas na categoria Regular: 5% de coliformes termotolerantes e 4% de *Clostridium perfringens*. No ano anterior o cenário foi semelhante.

As porcentagens na categoria Péssima foram maiores para coliformes termotolerantes, indicando que no sedimento predomina contaminação que se refere à poluição fecal atual.

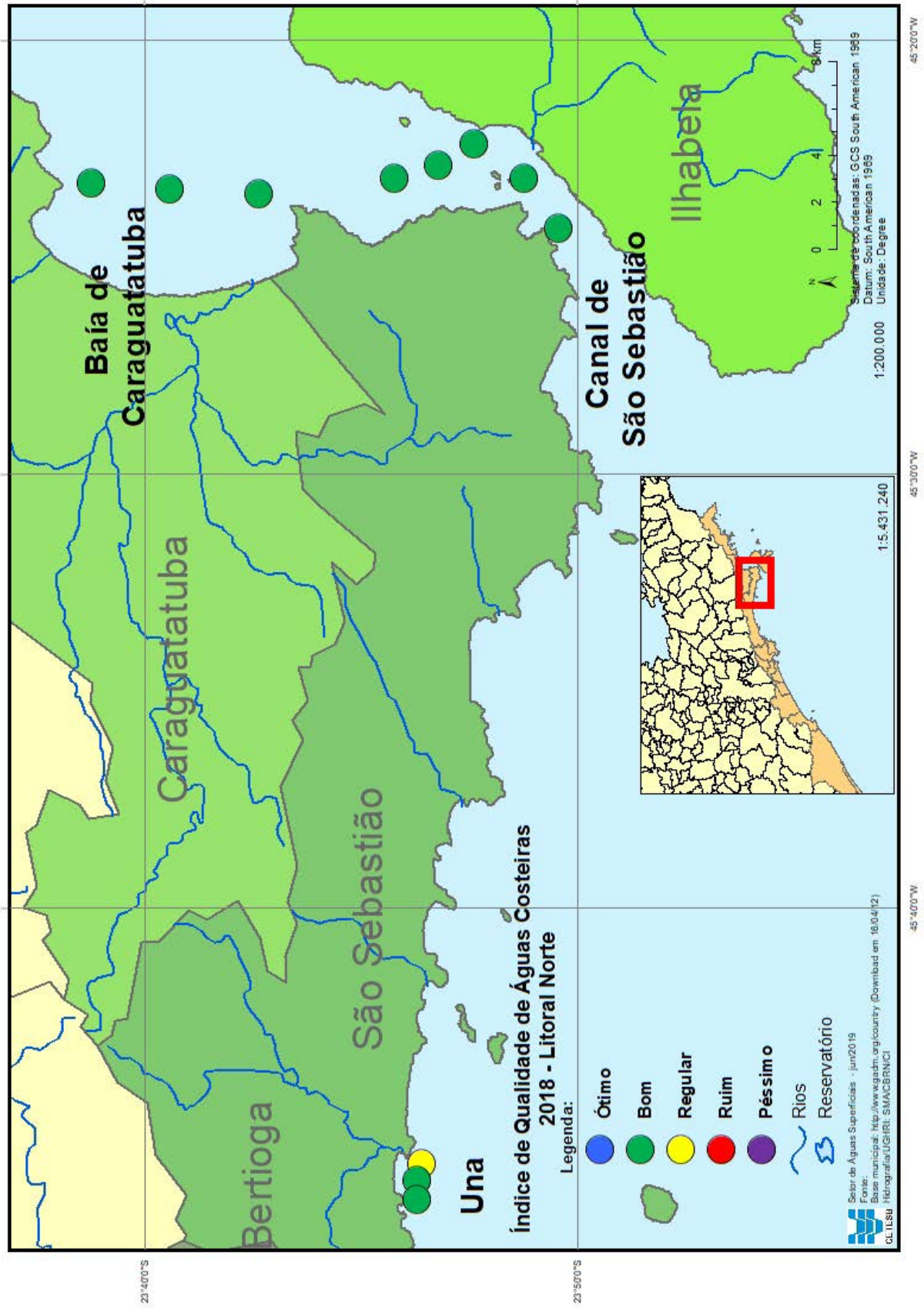
Os mapas 4.6, 4.7, 4.8 e 4.9 mostram as classificações referentes ao ano de 2018 nos critérios de avaliação da qualidade dos sedimentos (ecotoxicológico e microbiológico) das várias áreas nas três regiões do litoral do estado de São Paulo.

Mapa 4.1 – Índice de Qualidade de Água Costeira 2018 – Litoral Norte (norte)

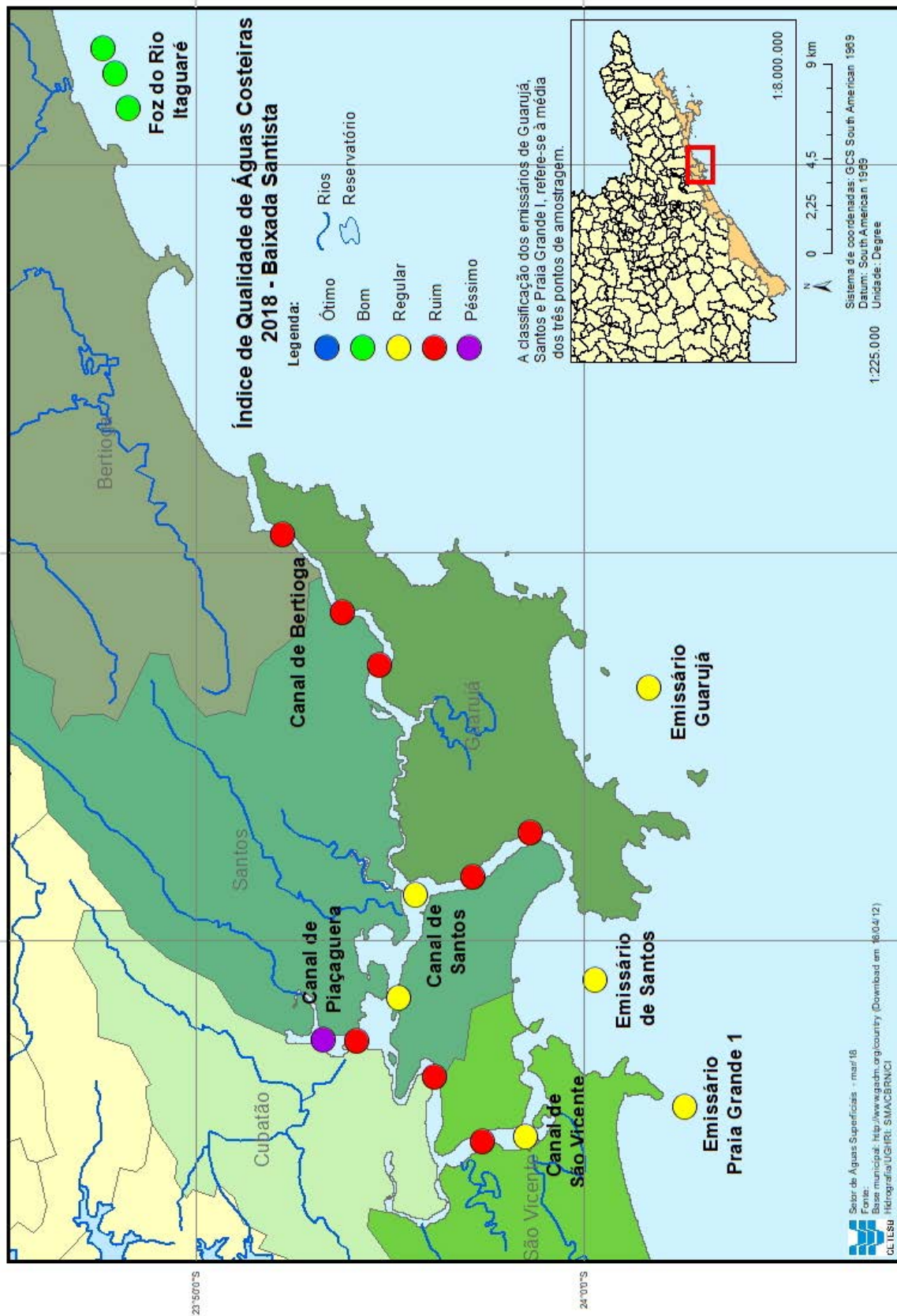




Mapa 4.2 – Índice de Qualidade de Água Costeira 2018 – Litoral Norte (su)

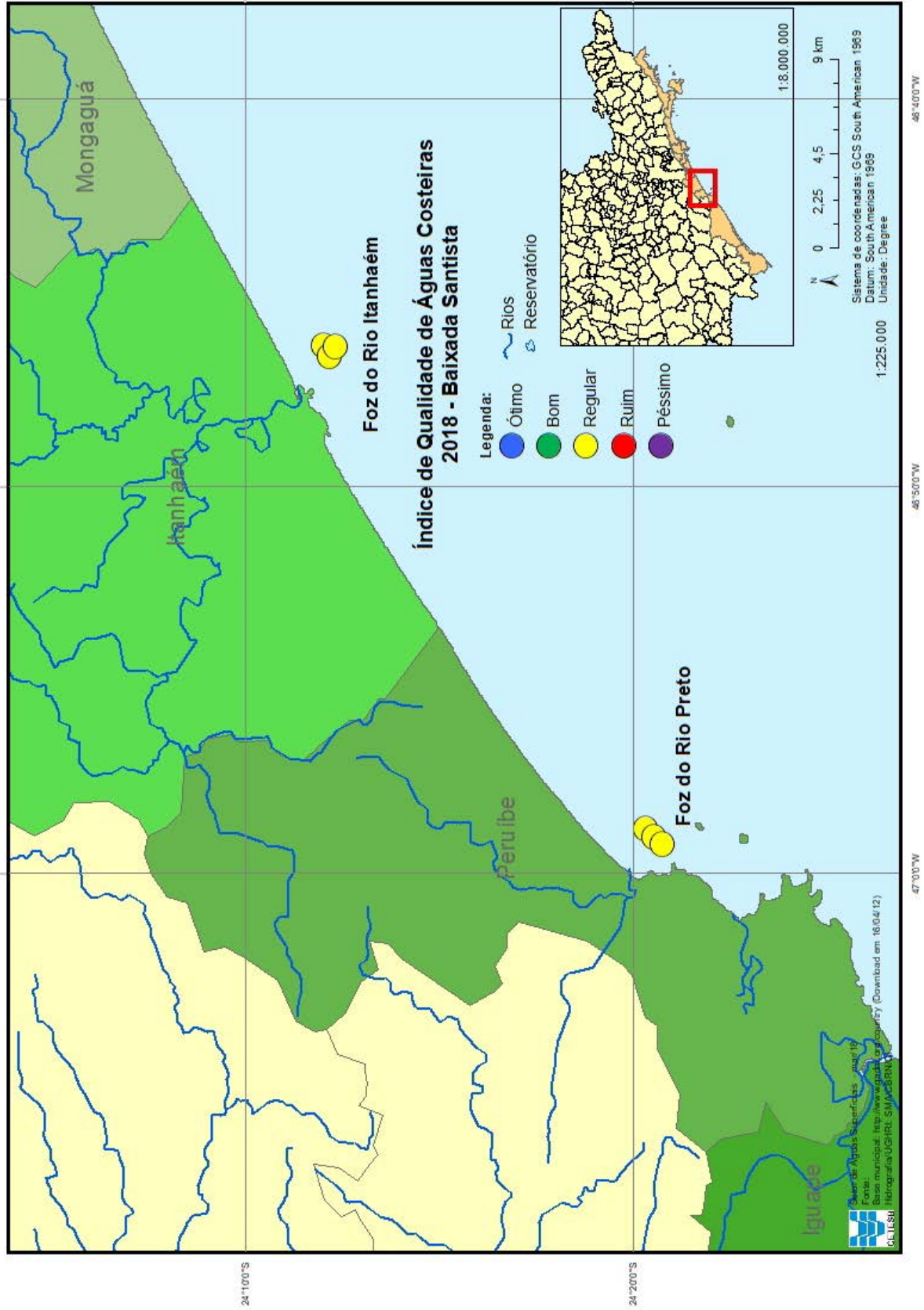


Mapa 4.3 – Índice de Qualidade de Água Costeira 2018 – Baixada Santista (região norte)

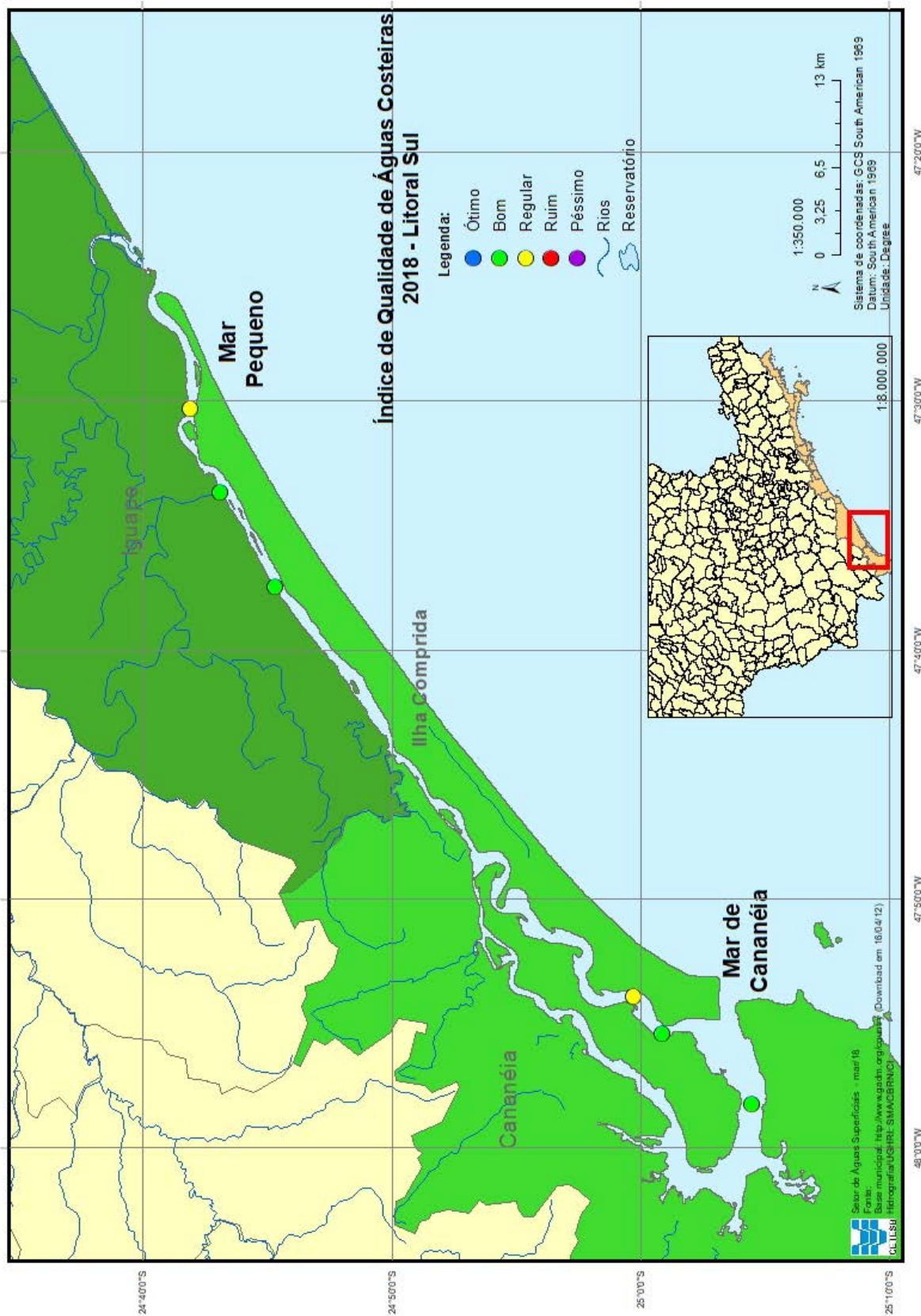




Mapa 4.4 – Índice de Qualidade de Água Costeira 2018 – Baixada Santista (região sul)

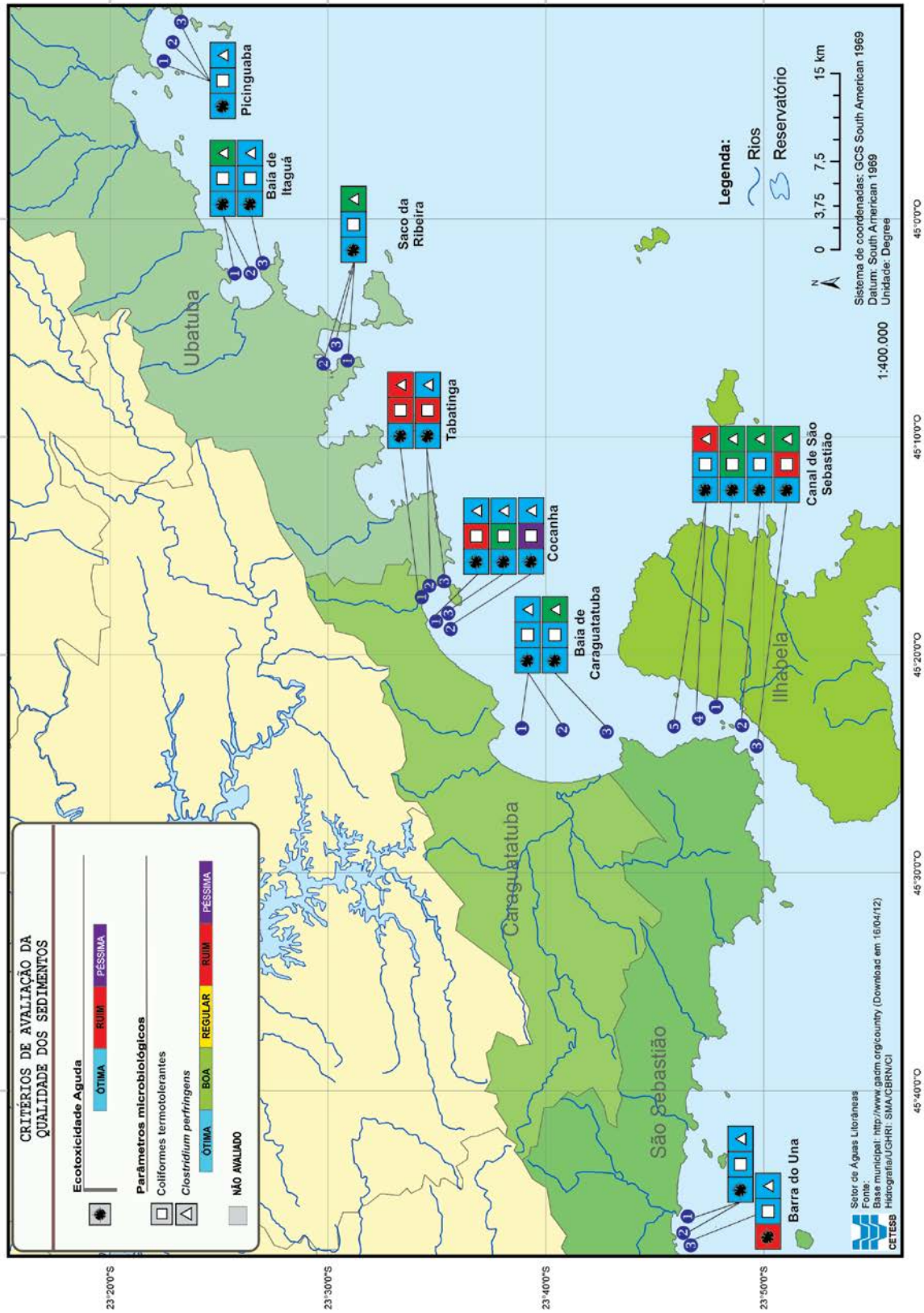


Mapa 4.5 – Índice de Qualidade de Água Costeira 2018 – Litoral Sul

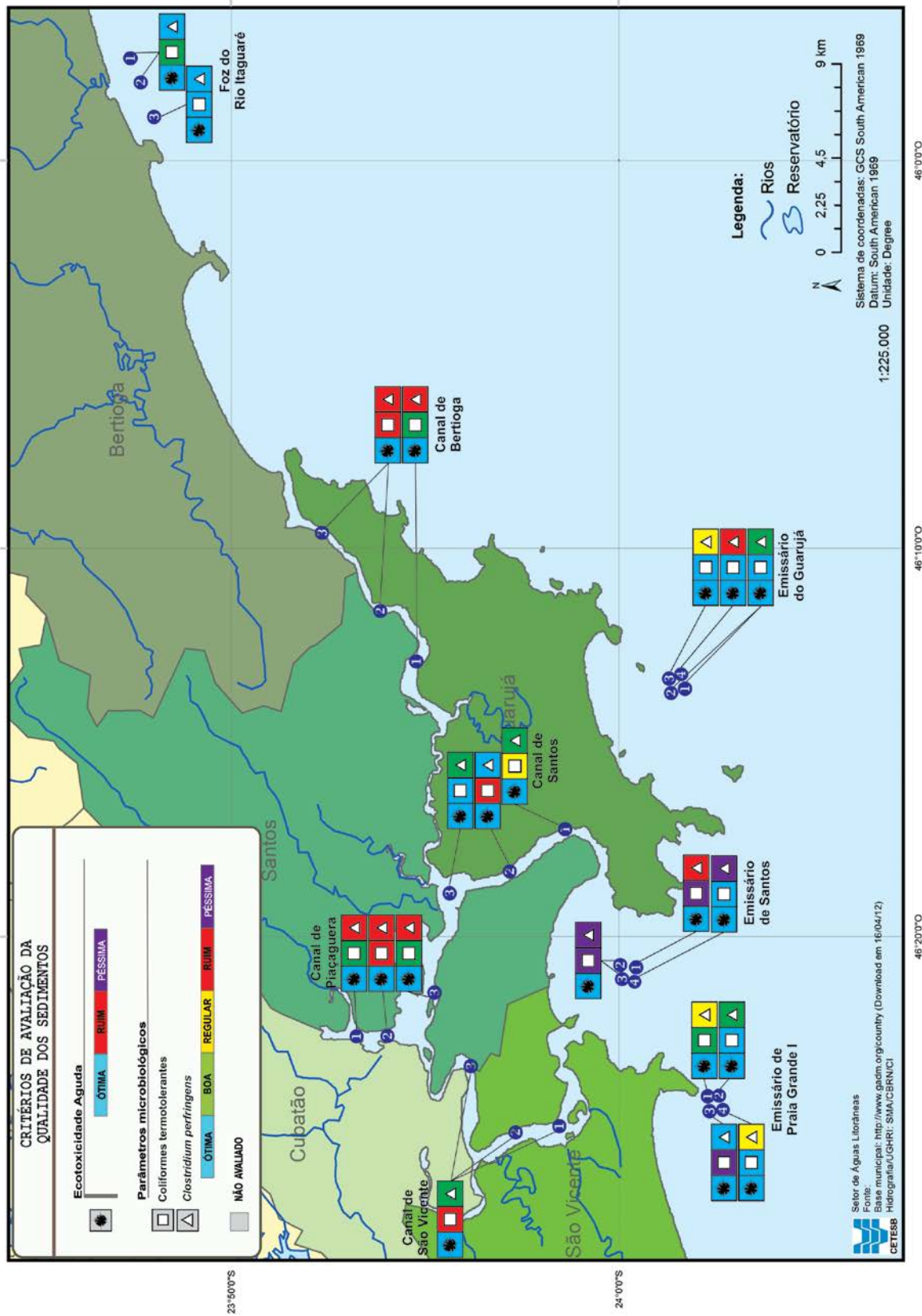




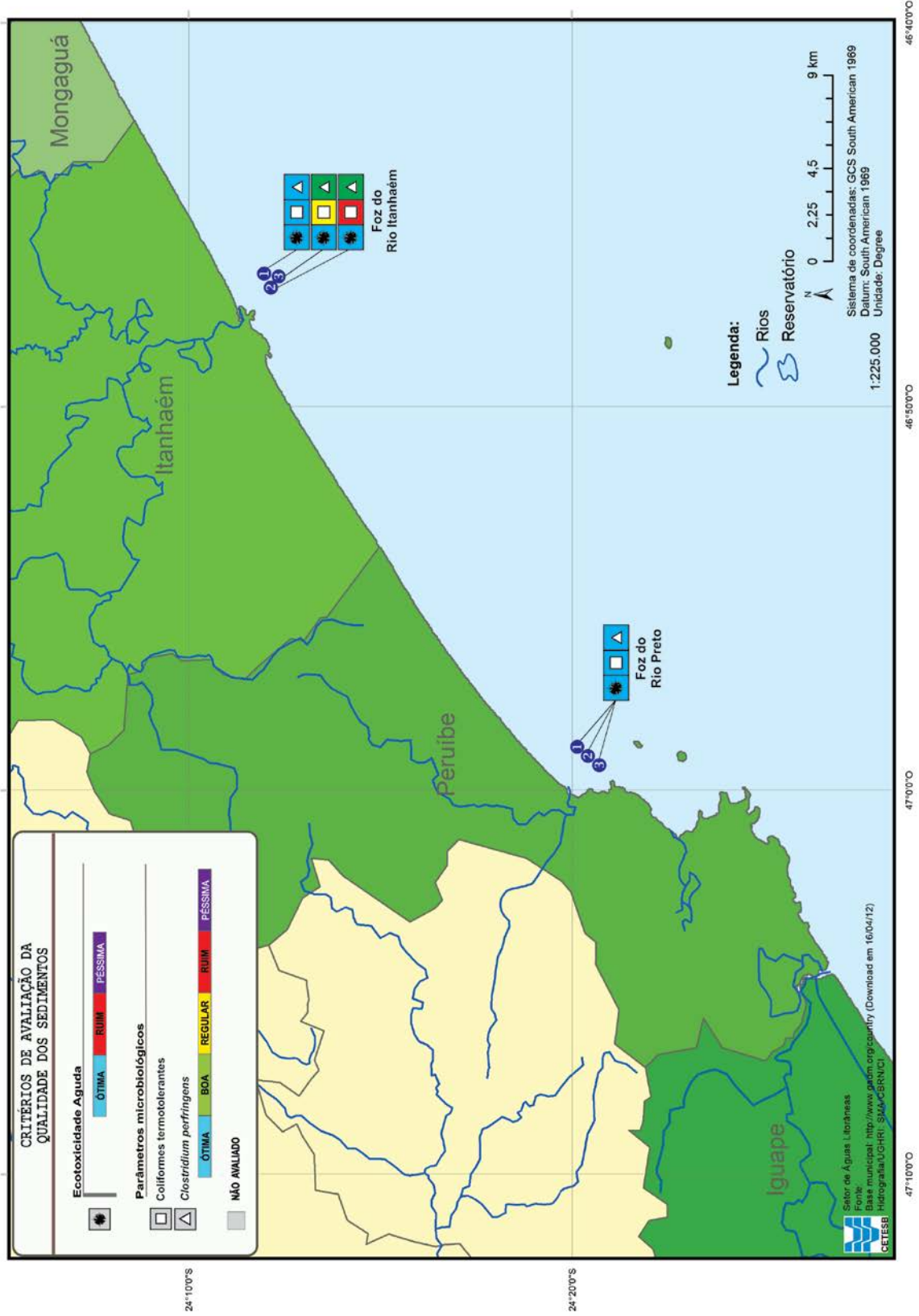
Mapa 4.6 – Avaliação da qualidade dos sedimentos 2018 – Litoral Norte



Mapa 4.7 – Avaliação da qualidade dos sedimentos 2018 – Baixada Santista (região norte)

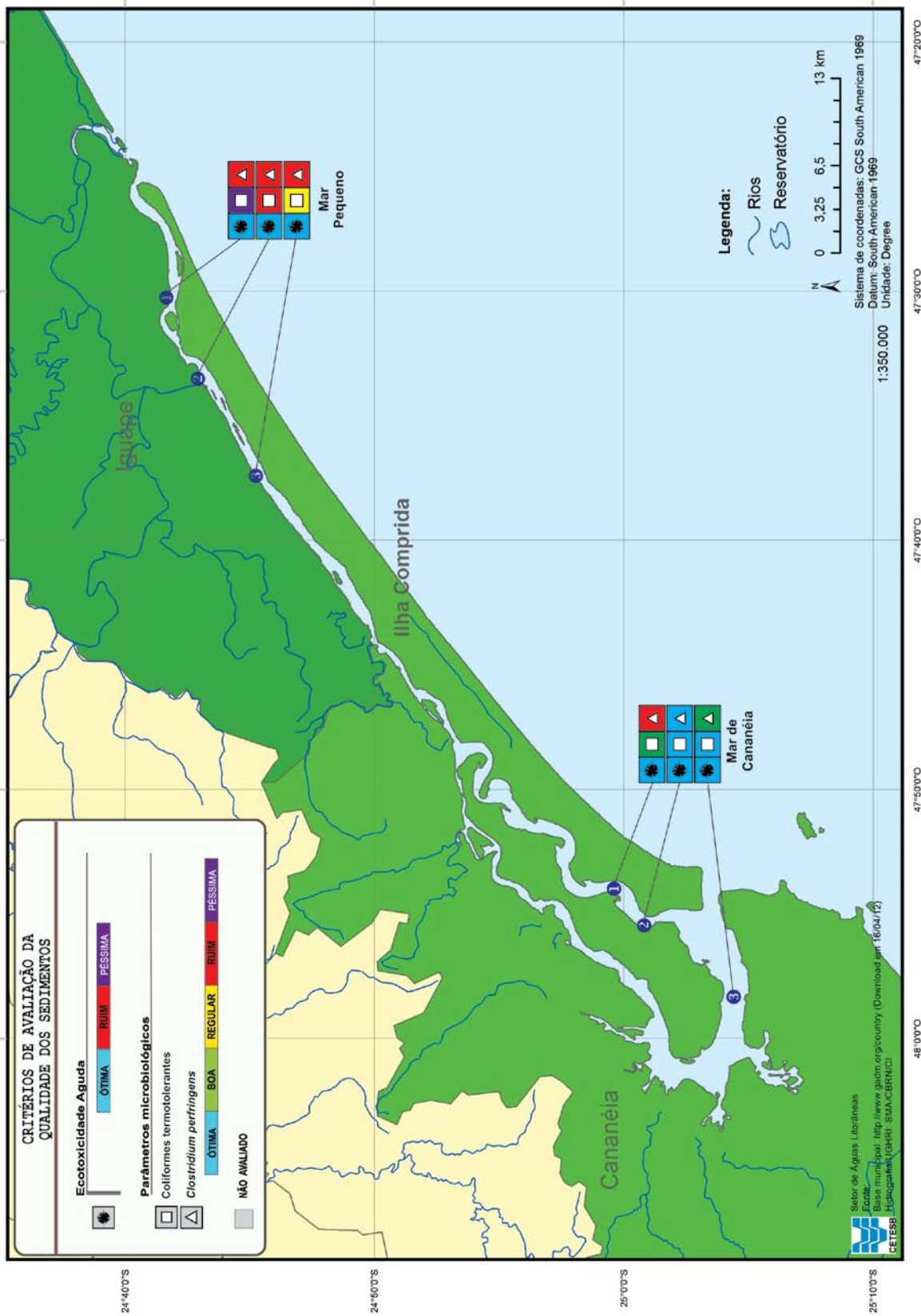


Mapa 4.8 – Avaliação da qualidade dos sedimentos 2018 – Baixada Santista (região sul)





Mapa 4.9 – Avaliação da qualidade dos sedimentos 2018 – Litoral Sul







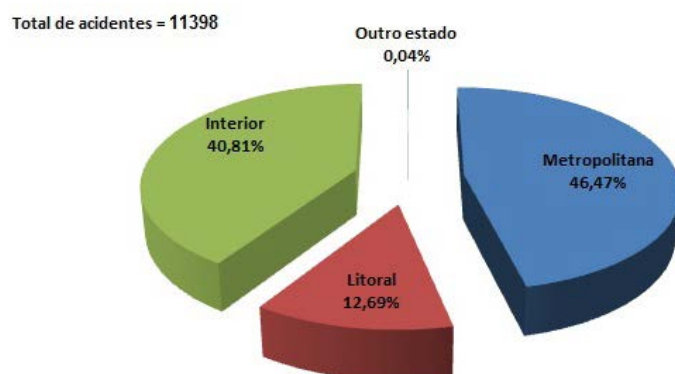
## 5 • Emergências Químicas em Águas Costeiras

Emergências químicas são acontecimentos ou sequência de eventos inesperados que podem ocorrer em todas as atividades nas quais são manuseados produtos químicos como indústrias, transporte por rodovias, ferrovias, vias navegáveis, dutos, postos e sistemas retalhistas de combustíveis entre outras fontes. Esses episódios podem causar consequências indesejáveis à saúde pública, ao meio ambiente, aos bens materiais e, inclusive, prejudicar a qualidade das águas litorâneas. A CETESB atua na prevenção, preparação e resposta às emergências químicas visando minimizar os efeitos negativos dessas ocorrências à população e ao meio ambiente, por meio do Setor de Atendimento a Emergências e das Agências Ambientais da capital, do interior e do litoral. Quando ocorrem vazamentos de produtos químicos, petróleo e seus derivados, os técnicos da CETESB acompanham as atividades desencadeadas e de responsabilidade do poluidor como a contenção e recolhimento do produto vazado, as ações de limpeza das áreas contaminadas e o acondicionamento de resíduos gerados, conforme as características do cenário acidental.

### 5.1 Panorama das Principais Ocorrências no Litoral Paulista

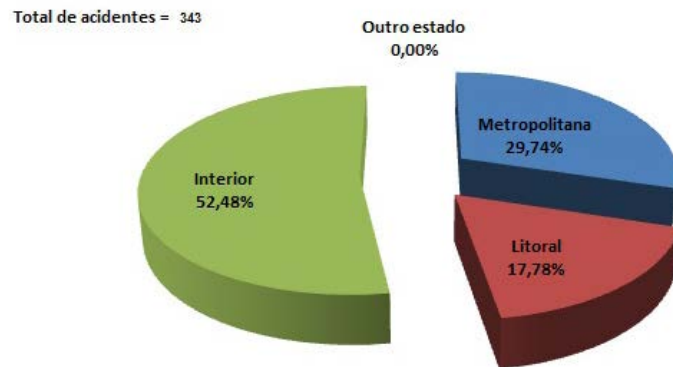
Todas as emergências químicas atendidas pela CETESB são registradas e consolidadas num banco de dados interno denominado SIEQ – Sistema de Informações sobre Emergências Químicas (CETESB, 2018). Com base neste banco de dados, a CETESB, no período de janeiro de 1978 (início dos registros), até dezembro de 2018 atendeu 11.398 ocorrências envolvendo produtos químicos (Figura 5.1). Destas, 46,47% ocorreram na região metropolitana de São Paulo, 40,81% no interior e 12,69% no litoral (Figura 5.1).

**Figura 5.1** – Emergências atendidas pela CETESB no período de janeiro de 1978 a dezembro de 2018, por região (região metropolitana, interior e litoral)



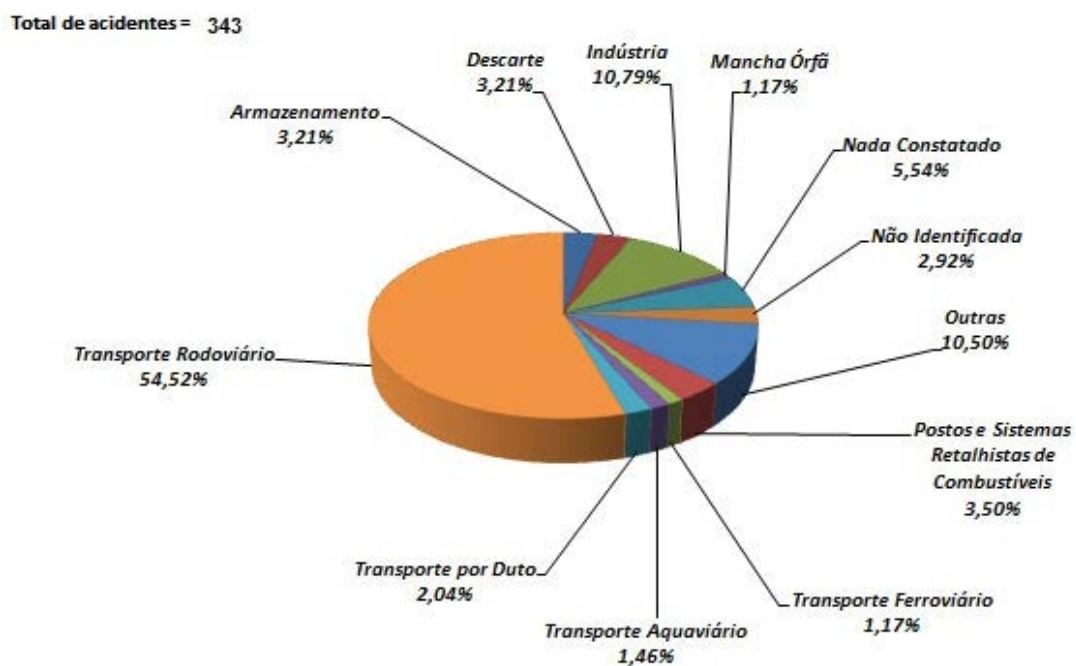
Especificamente para o ano de 2018, foram registradas 343 ocorrências assim distribuídas: 29,74% na região metropolitana, 52,48% no interior e 17,78% no litoral (Figura 5.2).

**Figura 5.2** – Emergências químicas atendidas pela CETESB no ano de 2018, distribuídas por região (região metropolitana, interior e litoral)



No que se refere ao modal, o transporte rodoviário de produtos químicos figurou como a atividade que mais causou emergências, representando uma porcentagem de 54,52% do total de registros. Emergências envolvendo o transporte aquaviário e manchas oleosas de origem desconhecida (manchas órfãs), ocorrências em que normalmente há a contaminação das águas, foram registradas com pouca frequência de ocorrência (1,46% e 1,17%, respectivamente) (Figura 5.3).

**Figura 5.3** – Emergências químicas atendidas pela CETESB no ano de 2018, distribuídas por atividade



As emergências ocorridas no litoral (17,78% ou 61 registros) tiveram maior incidência na Baixada Santista (51 registros), seguido pelo Litoral Norte (9 registros) e Litoral Sul com apenas um registro (Tabela 5.1). Na Baixada Santista, os municípios com maior número de ocorrências registradas foram Santos (24 registros), Cubatão (15 registros) e Guarujá e São Vicente (4 registros). No Litoral Norte, São Sebastião somou seis registros, seguido por Caraguatatuba com dois registros. A região do Litoral Sul, pelo seu perfil particular pouco desenvolvido em termos industriais, teve apenas um registro o qual ocorreu no município de Cananeia (Tabela 5.1).

**Tabela 5. 1** – Distribuição das ocorrências atendidas pela CETESB, por atividade, nos diferentes municípios do Litoral de São Paulo em 2018

Município	Número de Ocorrências	Atividade
<b>Litoral Norte (9 ocorrências)</b>		
Ubatuba	*	
Caraguatatuba	2	Transporte Rodoviário (1)
		Outras Atividades (1)
Ilhabela	1	Transporte Rodoviário
São Sebastião	6	Transporte Rodoviário (3)
		Armazenamento (1)
		Mancha Órfã (1)
		Outras Atividades (1)
<b>Baixada Santista (51 ocorrências)</b>		
Bertioga	3	Transporte Rodoviário (1)
		Indústria (1)
		Outras Atividades (1)
Guarujá	4	Outras Atividades (2)
		Transporte Rodoviário (1)
		Transporte Aquaviário (1)
Santos	24	Transporte Rodoviário (5)
		Armazenamento (4)
		Transporte Aquaviário (4)
		Nada Constatado (3)
		Outras Atividades (3)
		Mancha Órfã (2)
		Postos de Combustível (1)
		Descarte de produtos ou resíduos (1)
		Atividade não identificada (1)
São Vicente	4	Transporte Rodoviário (1)
		Mancha Órfã (1)
		Armazenamento (1)
		Outras Atividades (1)
Cubatão	15	Transporte Rodoviário (8)
		Nada Constatado (2)
		Indústria (2)
		Armazenamento (2)
		Postos de Combustível (1)

Praia Grande	*	
Mongaguá	*	
Itanhaém	*	
Peruíbe	1	Transporte Rodoviário
<b>Litoral Sul (1 ocorrência)</b>		
Iguape	*	
Ilha Comprida	*	
Cananeia	1	Transporte Rodoviário

\* - Não foram registradas ocorrências

Dos 61 registros verificados na região do litoral, 11 ocorrências repercutiram em vazamento de produto químico, óleo ou efluente atingindo as águas costeiras. Dessas, quatro se relacionaram a manchas órfãs, três ao transporte aquaviário, duas ao transporte rodoviário e duas associadas a outras atividades (desmonte de embarcação com posterior vazamento de óleo e vazamento de efluente sanitário em decorrência de falha operacional no sistema de esgoto da Sabesp).

Abaixo, são relatados os acidentes mais relevantes ocorridos em 2018:

#### **Vazamento de óleo diesel proveniente de caminhão**

Na data de 03/01/2018, um caminhão transportando Gás Liquefeito de Petróleo – GLP chocou-se contra a rampa das balsas durante a manobra de desembarque para Ilhabela, SP. Com o choque, o tanque de óleo diesel perfurou dando origem ao vazamento de cerca de 100 litros do produto. Parte do óleo alcançou as águas do Canal de São Sebastião. A maior parte do óleo vazado ficou retida nas estruturas secas (rampa e flutuante de desembarque), a qual foi contida e recolhida pelas equipes da DERSA, com utilização de material absorvente (serragem). A quantidade remanescente alcançou as águas do Canal de São Sebastião, sendo controlada por equipes da Companhia DOCAS, sendo o óleo contido com barreiras absorventes aplicadas no entorno das manchas, favorecendo sua contenção e recolhimento. Todo o resíduo oleoso gerado foi acondicionado em tambores e posteriormente armazenado no pátio de manutenção de embarcações da DERSA. Não foram evidenciadas praias atingidas.

#### **Vazamento de óleo proveniente de navio**

Em 06/02/2018, foi percebida uma mancha de óleo junto ao costado do navio Marcos Dias o qual encontrava-se atracado no cais do Armazém 11 – Santos, SP. Imediatamente, foi acionado o Plano de Emergência Individual – PEI da Codesp sendo então tomadas ações visando controlar a emergência. Foram aplicadas barreiras de contenção no entorno do navio cujo óleo contido (cerca de 100 litros), foi posteriormente removido da água. Não foram evidenciadas praias atingidas por óleo.

#### **Vazamento de óleo proveniente de naufrágio de embarcação**

Na data de 28/06/2018, uma embarcação de pesca denominada Jaguar, que havia se acidentado (colidido com navio) em área distante do Canal de Santos, retornou à costa de forma a providenciar os reparos necessários. Porém, devido aos danos causados, a embarcação atracou junto ao cais central da

empresa SAIPEM, no município de Guarujá, vindo a naufragar na sequência. Como os tanques da embarcação encontravam-se cheios, com cerca de 5.000 litros de óleo, foi notado vazamento de produto nas imediações do local do naufrágio.

Verificando a contaminação da água, a Capitania dos Portos de Santos solicitou à Codesp o cerco da embarcação com barreiras de contenção e barreiras absorventes. Nos dias subsequentes, até a data de 02/07/2018, as atividades realizadas referiram-se à contenção de manchas oleosas, seu recolhimento, bem como ações para a reflutuação da embarcação sinistrada para posterior retirada do local. As praias da região não foram atingidas em razão do acidente.

### **Mancha oleosa de origem desconhecida – mancha órfã**

Em 08/08/2018, um munícipe identificou uma mancha oleosa no Canal de São Sebastião – SP, comunicando o fato à Agência Ambiental de São Sebastião. A agência por sua vez, acionou o Plano de Área do Porto Organizado de São Sebastião – PA POSS, cuja equipe procedeu a um monitoramento ao longo do canal, constatando uma mancha de aspecto prateado, com uma área de cerca de 1.000 m<sup>2</sup>, na proximidade da Marina Igaracê, bairro São Francisco, São Sebastião. Uma vez que a mancha apresentava-se com espessura muito fina, não foi possível realizar sua contenção e remoção. Dessa forma, a técnica utilizada foi a utilização de dispersão mecânica da mancha, promovendo a agitação e turbilhonamento da água e óleo, promovendo a quebra da mancha em pequenas particular de modo a propiciar a dispersão e degradação do óleo. Não foram identificadas praias atingidas pelo produto.

### **Mancha oleosa de origem desconhecida – mancha órfã**

Na data de 04/12/2018, foi avistada uma mancha oleosa no entorno do navio Stena Performance que se encontrava atracado no Cais Bocaina, na Ilha Barnabé, Santos. A CODESP foi contatada e ela mesma acionou seu Plano de Emergência Individual – PEI para o combate à emergência. As técnicas aplicadas consistiram na contenção e remoção de resíduo oleoso presente entre o muro do cais e o costado da embarcação, bem como na dispersão mecânica de manchas presentes no estuário. Não foram evidenciadas praias atingidas por óleo.

## **5.2 Conclusão**

Das 11 emergências ocorridas em 2018 com o comprometimento das águas costeiras, verificou-se que para a grande maioria delas, o ponto de vazamento foi distante das praias e o volume envolvido foi de pequena escala, de forma que as consequências ambientais foram localizadas não repercutindo em contaminação das águas das praias dos diferentes municípios. Observou-se que quando da necessidade de intervenção ativa na resposta aos acidentes, os planos de emergência locais foram acionados demonstrando serem eficientes no controle e minimização da contaminação e possíveis impactos ambientais.

## 5.3 Mortandade de Peixe na Região Costeira

Em 2018 foi registrado apenas um evento de mortandade de peixe no litoral de São Paulo, conforme Tabela 5.2.

**Tabela 5.2** – Mortandade de peixes ocorridas em 2018 na região costeira do estado de São Paulo

DATA	UGRHI	MUNICÍPIO	LOCAL	ORGANISMO	MOTIVO	Atendimento
12-nov-18	7	Cubatão	Córrego dos Pilões	Não identificado	Contaminação por óleo diesel em decorrência de vazamento na empresa Ipiranga.	Atendimento realizado pela Agência Ambiental de Cubatão (CMB)



## 6 • Conclusões

Os resultados do monitoramento das águas costeiras no estado de São Paulo, obtidos na avaliação ao longo do ano de 2018, mostram que houve pequena melhora na qualidade dessas águas em relação a 2017. Isso pode ser verificado pelo Índice de Qualidade de Águas Costeiras - IQAC médio das 20 áreas monitoradas, que apresentou aumento das áreas Boas e ausência de áreas classificadas como Péssimas.

Os resultados desse último ano confirmam as diferenças regionais do litoral, já constatadas em anos anteriores: as áreas monitoradas com melhor qualidade estão localizadas no Litoral Norte e correspondem a ambientes marinhos pouco influenciados pela água doce continental, além de possuírem baixa ocupação urbana e pouca atividade industrial. Nesse ano, todas as áreas com classificação média "Ótima" estavam nessa região. As áreas classificadas como "Boa" foram 40% a maioria no Litoral Norte e duas (10%) no litoral sul. As classificadas como "Regular", 25%; e "Ruim", 20%, estão todas localizadas na Baixada Santista.

Na Baixada Santista foram observadas as maiores alterações na qualidade das águas, na região do estuário de Santos e São Vicente, com as quatro áreas classificadas como Ruim. Nesses ambientes salobros, os principais parâmetros responsáveis pela piora da qualidade foram as altas concentrações de matéria orgânica e nutrientes. Além disso, foram registradas cerca de 30% de não conformidades para o oxigênio dissolvido e enterococos (bactérias fecais). Esses resultados indicam poluição principalmente por esgotos domésticos. Deve-se considerar, também, que na região do estuário de Santos e São Vicente, existe grande influência do polo industrial e das atividades portuárias. Nas águas salinas as não conformidades foram bem menores.

No que se refere ao Índice de Estado Trófico Costeiro - IETC, que avalia o nível de eutrofização, nota-se que em relação ao ano anterior, houve uma diminuição significativa da porcentagem de ambientes já considerados eutrofizados (de 52 para 31%). Em 2018, duas áreas foram classificadas como Supereutróficas: Emissário de Santos e Rio Preto.

Em relação à qualidade dos sedimentos, como no ano anterior, as variáveis que indicam a presença de matéria orgânica e nutrientes nos canais do estuário santista foram as que apresentaram teores mais elevados. No Litoral Norte, notam-se alguns locais com tendência de acúmulo de nutrientes, como a Baía de Itaguá e o Saco da Ribeira.

Quanto aos ensaios ecotoxicológicos agudos com amostras de sedimentos, foram registrados 98% das amostras sem toxicidade em 2018, melhor índice desde 2014. Apenas 2% das amostras apresentaram efeito tóxico, situação muito semelhante ao ano anterior que foi de 3%.



## 7 • Referências

ABNT NBR 15638. *Ecotoxicologia Aquática - Toxicidade aguda – Método de ensaio com anfípodos marinhos e estuarinos em sedimentos*. 3ª edição ABNT, 2016, 19p.

Almeida, K.C.S. Avaliação da contaminação da água do mar por benzeno, tolueno e xileno na região de Ubatuba, Litoral Norte (SP) e estudo de degradação destes compostos por radiação ionizante. 2006. 84 p. Dissertação (Mestrado em Tecnologia Nuclear), Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares, São Paulo.

BRASIL. Constituição (1988). Constituição da República Federativa do Brasil. Brasília, DF: Senado Federal: Centro Gráfico, 1988. 292 p.

BRASIL. Decreto n. 5300, de 7 de dezembro de 2004. Regulamenta a Lei nº 7.661, de 16 de maio de 1988, que institui o Plano Nacional de Gerenciamento Costeiro – PNGC, dispõe sobre regras de uso e ocupação da zona costeira e estabelece critérios de gestão da orla marítima, e dá outras providências.. Diário Oficial da União - Seção 1 - 8/12/2004, Página 3 (Publicação Original). Disponível em [http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_ato2004-2006/2004/decreto/D5300.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2004-2006/2004/decreto/D5300.htm). Acesso em: março de 2017.

BRASIL. Decreto n. 8400, de 4 de fevereiro de 2015. Estabelece os pontos apropriados para o traçado da Linha de Base do Brasil ao longo da costa brasileira continental e insular e dá outras providências. Diário Oficial da União - Seção 1 - 5/2/2015, Página 4 (Publicação Original). Disponível em [http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_Ato2015-2018/2015/Decreto/D8400.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2015-2018/2015/Decreto/D8400.htm). Acesso em: março de 2017

BRASIL. Lei n. 7661, de 16 de maio de 1988. Institui o Plano Nacional de Gerenciamento Costeiro e dá outras providências. Diário Oficial da União - Seção 1 - Suplemento - 31/7/1945, Página 1 (Publicação Original). Disponível em [http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/leis/L7661.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/L7661.htm). Acesso em: março de 2017.

BRASIL. Lei n. 8617, de 4 de janeiro 1993. Dispõe sobre o mar territorial, a zona contígua, a zona econômica exclusiva e a plataforma continental brasileiros e dá outras providências. Diário Oficial da União - Seção 1 - 5/1/1993, Página 57 (Publicação Original). Disponível em [http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/leis/L8617.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/L8617.htm). Acesso em: março de 2017.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. CONAMA. Resolução nº 274, de 29 de novembro de 2000. Dispõe sobre os critérios de balneabilidade em águas. **Diário Oficial da União**: República Federativa do Brasil, Poder Executivo, Brasília, DF, no 18, de 25 de janeiro de 2001, Seção 1, páginas 70-71. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=272>>. Acesso em: fevereiro de 2009.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. CONAMA. Resolução nº 357, de 17 de março de 2005. Dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento, bem como estabelece

as condições e padrões de lançamento de efluentes, e dá outras providências. **Diário Oficial da União:** República Federativa do Brasil, Poder Executivo, Brasília, DF, n. 53, 18 mar. 2005. Seção 1, p. 58-63. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=459>>. Acesso em: junho de 2008.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. CONAMA. Resolução nº 413, de 20 de junho de 2009. Dispõe sobre o licenciamento ambiental da aquicultura, e dá outras providências. **Diário Oficial da União:** República Federativa do Brasil, Poder Executivo, Brasília, DF, n. 112, 30 jun. 2009. p. 126-129. Disponível em: <http://www.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=608>. Acesso em: março de 2017.

Bricker, S.B., Ferreira, J.G. & Simas T. An Integrated methodology for assessment of estuarine trophic status. **Ecological Modelling**. 169: 39-60. 2003.

CARDOSO, LS. Bloom of *Noctiluca scintillans* (Macartney) Kofoid & Swezy (Dinophyceae) in Southern Brazil. *Brazilian Journal of Oceanography*, 60(2):265-268, 2012.

CARR, R.S., NIPPER, M.G.; ADAMS, W.J.; BERRY, W.; BURTON Jr., G.G.; HO, K.; MACDONALD, D.; SCROGGINS, R & WINGER, P.V. (2001). Summary of a SETAC Technical workshop porewater toxicity testing: biological, chemical and ecological considerations with a review of methods and applications, and recommendations for future areas of research, 18-22 march 2000; Pensacola, FL. SETAC. Society of Environmental Toxicology and Chemistry. ([www.setac.org](http://www.setac.org)).

CCME - Canadian Council of Ministers of the Environment. 2001. Canadian water quality guidelines for the protection of aquatic life: CCME Water Quality Index 1.0, Technical Report. In: Canadian environmental quality guidelines, 1999, Canadian Council of Ministers of the Environment, Winnipeg.

\_\_\_\_\_. Canadian sediment quality guidelines for the protection of aquatic life: summary tables. Winnipeg, 2002. Disponível em: <[http://www.ccme.ca/assets/pdf/sedqg\\_summary\\_table.pdf](http://www.ccme.ca/assets/pdf/sedqg_summary_table.pdf)>. Acesso em: fev. 2009.

\_\_\_\_\_. Canadian water quality guidelines for the protection of aquatic life: summary tables. Winnipeg, 2001.

FUKUYO, Y.; KODAMA, M.; OMURA, T.; KEN FURUYA K.; FURIO. E.F.; CAYME, M.; LIM PO TEEN, L.P.; HA, D.V.; KOTAKI, Y.; MATSUOKA K.; IWATAKI, M.; SRIWOON, R.; LIRDWITAYAPRASIT, T. 2011 Ecology and oceanography of harmful marine microalgae (Project-2). Chapter 3. 23-48.

KUHLMANN, M.L. *et al.* Aplicação da tríade na avaliação da qualidade de sedimentos em redes de monitoramento. São Paulo: CETESB, 2007. 107p.

ONU. Convenção das Nações Unidas para o Direito do Mar. 1982. Disponível em [http://www.un.org/depts/los/convention\\_agreements/convention\\_overview\\_convention.htm](http://www.un.org/depts/los/convention_agreements/convention_overview_convention.htm) Acesso em março de 2017.

São Paulo (Estado). Decreto n. 49215, de 7 de dezembro de 2004. Dispõe sobre o Zoneamento Ecológico-Econômico do Setor do Litoral Norte, prevê usos e atividades para as diferentes zonas, estabelece diretrizes, metas ambientais e sócio-econômicas e dá outras providências, nos termos estabelecidos pela Lei nº 10.019, de 3 de julho de 1998. DOE-I 08/12/2004, p. 1/3. Disponível em <http://www.al.sp.gov.br/norma/?id=52251>. Acesso em: março de 2017.

São Paulo (Estado). Decreto n. 53526, de 8 de outubro de 2008. Cria a Área de Proteção Ambiental Marinha do Litoral Centro, e dá providências correlatas. DOE-I 09/10/2008, p. 5/7. Disponível em <http://www.al.sp.gov.br/norma/?id=141553>. Acesso em: março de 2017.

São Paulo (Estado). Decreto n. 53527, de 8 de outubro de 2008. Cria a Área de Proteção Ambiental Marinha do Litoral Sul e a Área de Relevante Interesse Ecológico do Guará, e dá providências correlatas. DOE-I 09/10/2008, p. 7/8. Disponível em <http://www.al.sp.gov.br/norma/?id=141554>. Acesso em: março de 2017.

São Paulo (Estado). Decreto n. 58996, de 25 de março de 2013. Dispõe sobre o Zoneamento Ecológico-Econômico do Setor da Baixada Santista e dá providências correlatas. DOE-I 26/03/2013, p.1. Disponível em <http://www.al.sp.gov.br/norma/?id=169787>. Acesso em: março de 2017.

São Paulo (Estado). Decreto n. 62243, de 1 de novembro de 2016. Dispõe sobre as regras e procedimentos para o licenciamento ambiental da aquicultura, no Estado de São Paulo, e dá providências correlatas. DOE-I 02/11/2016, p. 1. Disponível em <http://www.al.sp.gov.br/norma/?id=179760>. Acesso em: março de 2017.

São Paulo (Estado). Lei n. 10019, de 3 de julho de 1998. Dispõe sobre o Plano Estadual de Gerenciamento Costeiro. DOE-I 04/07/98, p.1. Disponível em <http://www.al.sp.gov.br/norma/?id=6838>. Acesso em: março de 2017.

São Paulo (Estado). Secretaria do Meio Ambiente/Coordenadoria de Planejamento Ambiental. Zona Costeira Paulista: Relatório de Qualidade Ambiental 2012. Organização: Fabiano E. L. Figueiredo. São Paulo: SMA/CPLA, 2012. 148p.

São Paulo. Decreto n. 53525, de 8 de outubro de 2008. Cria a Área de Proteção Ambiental Marinha do Litoral Norte e a Área de Relevante Interesse Ecológico de São Sebastião, e dá providências correlatas. DOE-I 09/10/2008, p. 1/5. Disponível em <http://www.al.sp.gov.br/norma/?id=141552>. Acesso em: março de 2017.

São Paulo. Decreto n. 62.913, de 8 de novembro de 2017. Dispõe sobre o Zoneamento Ecológico-Econômico do Setor do Litoral Norte, e dá providências correlatas. Diário Oficial - Executivo, 09/11/2017, p.1. Disponível em <https://www.al.sp.gov.br/norma/183921>. Acesso em: dezembro de 2017.

São Paulo. Decreto n. 58.996, de 25 de março de 2013. Dispõe sobre o Zoneamento ecológico-econômico do setor da Baixada Santista e dá providências correlatas. Diário Oficial - Executivo, 26/03/2013, p.1. Disponível em <https://www.al.sp.gov.br/norma/?id=169787>. Acesso em: dezembro de 2017.

SMITH, V. H.; TILMAN, G. D.; NEKOLA, J. C. Eutrophication: impacts of excess nutrient inputs on freshwater, marine and terrestrial ecosystems. *Environmental Pollution*, v.100, p.179-196, 1999.

Smith, V.H., Tilman, G.D., Nekola, J.C. Eutrophication: impacts of excess nutrient inputs on freshwater, marine and terrestrial ecosystems. **Environmental Pollution** 100: 179-196. 1999.

Souza, J.M. Mar territorial, zona econômica exclusiva ou plataforma continental? **Rev. Bras. Geof.** vol.17 n.1 São Paulo Mar. Pp 80-82 1999

TARIFA, J. R.; AZEVEDO, T. R. (Org.) **Os climas da cidade de São Paulo**: teoria e prática. São Paulo: FFLCH/USP, 2001. 199 p.

Utermöhl, H. (1958). Perccionamento del Metodo Cuantitativo del Fitoplancton. Asociación Internacional de Limnología Teórica y Aplicada - Comité de metodos limnologicos, comunicación, 9: 1-39.

WEST, Inc.; GULLEY, D. Toxstat 3.5. Wyoming, USA: University of Wyoming.1996. 38p.

CENSO DEMOGRÁFICO. Acesso em dez. 2010. Disponível em: [http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/populacao/censo2010/tabelas\\_pdf/total\\_populacao\\_sao\\_paulo.pdf](http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/populacao/censo2010/tabelas_pdf/total_populacao_sao_paulo.pdf).

GOOGLE EARTH. Software para visualização de imagens de satélite e fotografias aéreas. Disponível para instalação em: <http://earth.google.com/intl/pt/>. Acesso em: dez/2011.

[https://www.mar.mil.br/dhn/dhn/quadros/ass\\_leplac\\_amazul.html](https://www.mar.mil.br/dhn/dhn/quadros/ass_leplac_amazul.html)

<http://fflorestal.sp.gov.br/unidades-de-conservacao/apas/apas-area-de-protecao-ambiental-conceito/>

<http://www.ciiagro.sp.gov.br/dados/entrada.htm>

<http://www.sigrh.sp.gov.br/>

[http://www.ibge.gov.br/home/presidencia/noticias/noticia\\_visualiza.php?id\\_noticia=1435&id\\_pagina=1](http://www.ibge.gov.br/home/presidencia/noticias/noticia_visualiza.php?id_noticia=1435&id_pagina=1),

[http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/populacao/estimativa2016/estimativa\\_tcu.shtm](http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/populacao/estimativa2016/estimativa_tcu.shtm)

\_\_\_\_\_ **SQ PR/LB 095**: ensaio ecotoxicológico com *Lytechinus variegatus*- águas superficiais e sedimentos. São Paulo: CETESB, versão 17. 2017d. 13p.

\_\_\_\_\_ **SQ PR/LB 177**: ensaio ecotoxicológico com anfípodos marinhos - sedimento. São Paulo: CETESB, versão 11. 2017e. 6p.

CETESB, 2018. Sistema de Informações de Emergências Químicas da CETESB – SIEQ. Disponível em: <https://sistemasinter.cetesb.sp.gov.br/emergencia/relatorio.php>. Acessado em 20.03.2019.

BERBEL, G. B. B. Estudo do fósforo sedimentar e de suas especiações químicas em dois sistemas costeiros e Plataforma Continental Sudeste (Brasil) e Baía do Almirantado (região antártica) considerando suas relações biogeoquímicas. 2008. 102 p. Tese (Doutorado em Oceanografia Química e Geológica) - Instituto Oceanográfico, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2008. Disponível em: < <http://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/21/21133/tde-25062008-152427/pt-br.php>>. Acesso em: abr. 2014.

Heezen, B.C., Tharp, M. and Ewing, M., 1959. The floor of the oceans, 1:The North Atlantic. New York, The Geological Society of America Special Paper 65, 122p.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. CONAMA. Resolução nº 454, de 01 de novembro de 2012. Estabelece

as diretrizes gerais e os procedimentos referenciais para o gerenciamento do material a ser dragado em águas sob jurisdição nacional. **Diário Oficial da União**: República Federativa do Brasil, Poder Executivo, Brasília, DF, n. 53, 18 mar. 2005. Seção 1, p. 66. Disponível em <http://www.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=693>. Acesso em: abril de 2017.

São Paulo (Estado). Decreto n. 56.500, de 9 de dezembro de 2010. Cria o Parque Estadual Restinga de Bertioiga e dá providências correlatas. DOE-I 10/12/2010, p. 1. Disponível em <http://www.al.sp.gov.br/norma/?id=160588>. Acesso em: abril de 2017.

ESCARELA, L.; YOLANDA, P.; MORONO, A.; REGUERA, B. *Noctiluca scintillans* may act as a vector of toxigenic microalgae. **Harmful algae**. 6, p.317-320. 2007.

PROCOPIAK, L.K., FERNANDES, L.F. AND MOREIRA FILHO, H. Diatomáceas (Bacillariophyta) marinhas e estuarinas do Paraná, Sul do Brasil: lista de espécies com ênfase em espécies nocivas. **Biota Neotropical**. vol. 6, no. 3, Sep/Dec 2006.

MIOTTO, M. C. & TAMANAHA, M. S. Ocorrência de dinoflagelados tecados potencialmente tóxicos e nocivos em cultivos de moluscos situados no município de Penha, Santa Catarina. **Brazilian Journal of Aquatic Science and Technology**. v.16, n.1, p. 53-67, 2012.

TRAINER, V. L.; BATES, S. S.; LUNDHOLM, N.; THESSSEN, A. E.; COCHLAN, W.P.; ADAMS, N. G.; TRICK, C. G. *Pseudo-nitzschia* physiological ecology, phylogeny, toxicity, monitoring and impacts on ecosystem health. **Harmful Algae**. 14, p. 271–300, 2012.

QUINÁGLIA, G.A., 2006. Caracterização dos níveis basais de concentração de metais nos sedimentos do sistema estuarino da Baixada Santista. São Paulo: Universidade de São Paulo, 239 p. Tese de Doutorado.





# Apêndices

## Apêndice 1 - Legislação Pertinente

As águas salinas e salobras objeto deste monitoramento, encontram-se na zona costeira que segundo a Constituição Federal de 1988 (Art. 225) é patrimônio nacional e seu uso dar-se-á por legislações específicas. Vários são os instrumentos legais que incidem sobre a zona costeira brasileira, tendo implicações na sua gestão ambiental. Os principais estão descritos a seguir.

### 1. Convenção das Nações Unidas sobre o Direito do Mar (CNUDM)

Assinada em 10/02/1982, esta convenção internacional define os conceitos e estabelece os limites para assuntos marítimos que devem servir de orientação para os países costeiros. Essa convenção foi ratificada pelo Brasil em 1988 e serviu de base para a legislação brasileira recente. Ela determina, dentre outras coisas as características das zonas marinhas definidas como (Tabela 1 e Figura 1):

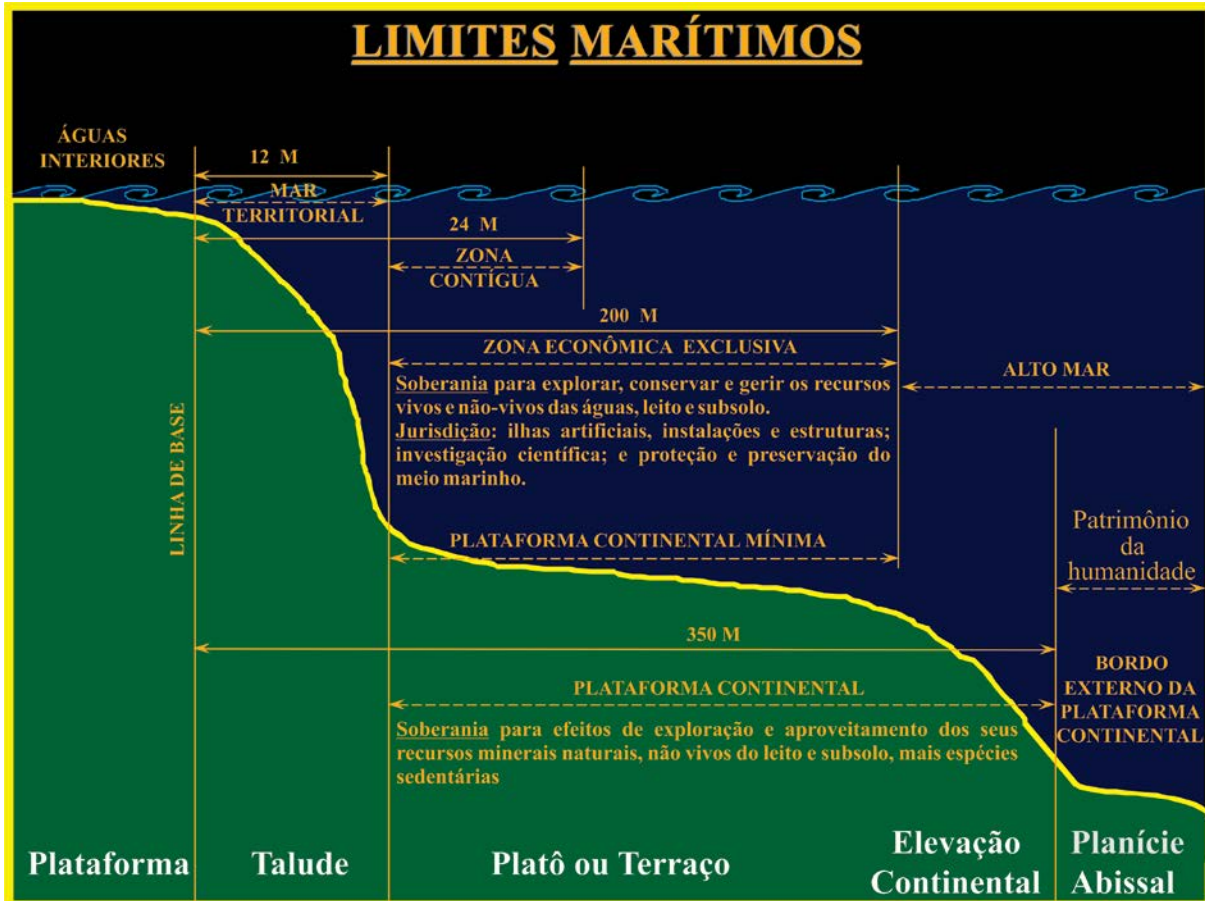
- Mar Territorial
- Linhas de base retas
- Zona contígua
- Zona econômica exclusiva
- Plataforma continental

**Tabela 1** – Características das cinco zonas oceânicas definidas pela CNUDM

ZONA	Extensão	Características legais
<b>Mar territorial</b>	Até 12 milhas náuticas a partir da costa ou linhas de base de cada país.	É considerada parte do território do país costeiro que tem soberania sobre esse espaço.
<b>Zona Contígua</b>	12 milhas adicionais a partir do Mar Territorial.	O país tem direito de controlar imigração, alfândega e poluição.
<b>Zona Econômica Exclusiva</b>	Estende-se até 200 milhas náuticas a partir da costa.	Direitos de soberania para fins de exploração e aproveitamento, conservação e gestão dos recursos naturais das águas sobrejacentes ao leito do mar, do leito do mar ao seu subsolo.
<b>Plataforma Continental*</b>	Compreende o leito e o subsolo das áreas submarinas até a borda da margem continental. No mínimo 200 milhas náuticas podendo chegar até 350 milhas náuticas da costa, caso o Estado em questão queira ampliar seus direitos sobre a plataforma.	O país tem direito sobre os recursos minerais dessa plataforma inclusive petróleo.
<b>Mar aberto</b>	Zona marítima que se estende além das áreas de jurisdição nacional.	Uso comum.

\*O conceito de Plataforma Continental segundo a CNUDM é jurídico e difere do conceito oceanográfico/geomorfológico que seria: Porção do fundo oceânico que margeia os continentes, de inclinação suave, desde a linha da costa até o início do talude oceânico.

**Figura 1** – Limites estabelecidos pela Convenção das Nações Unidas sobre o Direito do Mar. [https://www.mar.mil.br/dhn/dhn/quadros/ass\\_leplac\\_amazul.html](https://www.mar.mil.br/dhn/dhn/quadros/ass_leplac_amazul.html)



A definição de plataforma continental, da CNUDM, tem um enfoque jurídico (PCJ) diferente do conceito geomorfológico de plataforma continental (PCG) de Heezen *et al.* (1959). Segundo esses autores, a PCG é uma área plana, com relevo muito suave e gradiente sempre inferior a 1:1000. Mundialmente, está limitada a profundidades inferiores a -460m, com predominância de profundidades menores que -185m, razão pela qual comumente se utiliza a isóbata de 200 m como o limite da PCG. A sua largura varia de poucas milhas a mais de 200 milhas marítimas. Sua borda externa ou “quebra da plataforma” é marcada quando o gradiente passa, bruscamente, de menos de 1:1000 para mais de 1:40. (Souza, 1999).

## 2. Lei Nº 8.617, de 4 de janeiro de 1993 – regulamenta a Convenção da ONU

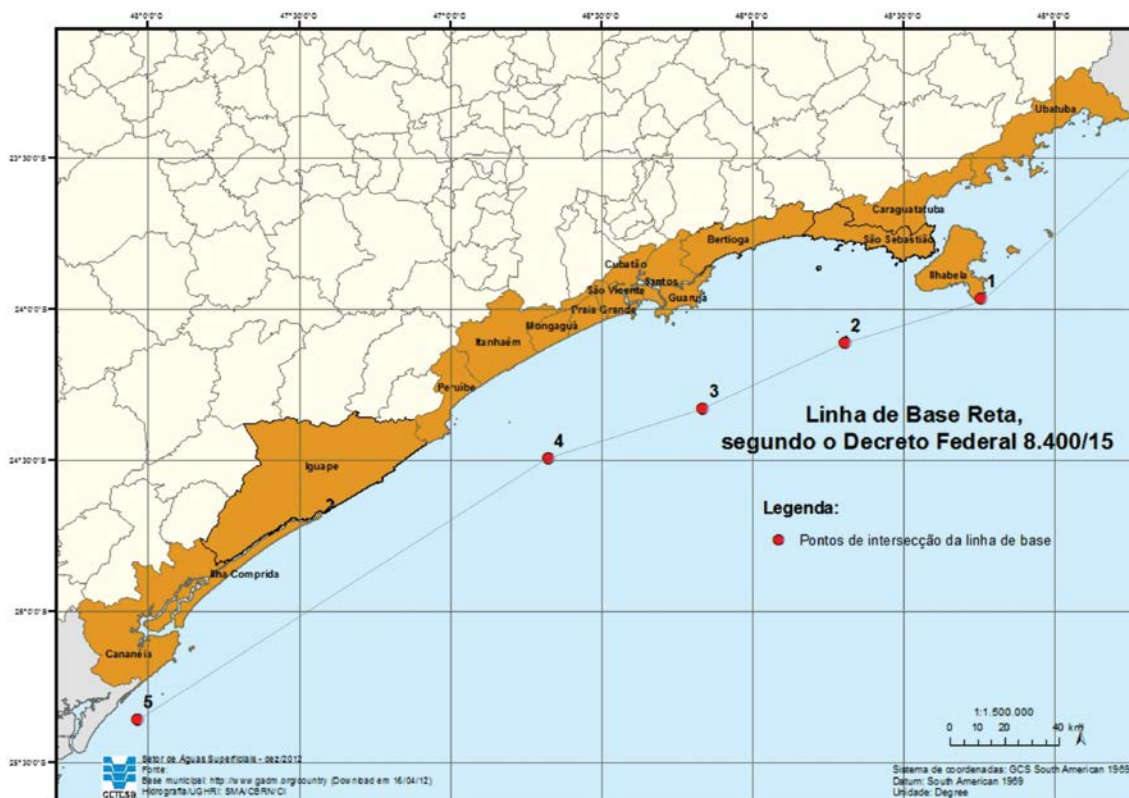
Essa lei dispõe sobre o mar territorial, a zona contígua, a zona econômica exclusiva e a plataforma continental do Brasil, ela “nacionaliza” para o Estado brasileiro os termos da Convenção das Nações Unidas sobre o Direito do Mar e delimita o mar territorial brasileiro a partir de uma linha de base reta; delimita a zona contígua, a ZEE e delimita os usos da plataforma continental. Os limites estabelecidos nessa lei são medidos a partir de uma linha de base reta, conforme o Art. 1º:

*§ único - Nos locais em que a costa apresente recortes profundos e reentrâncias ou em que exista uma*

franja de ilhas ao longo da costa na sua proximidade imediata, será adotado o método das linhas de base retas, ligando pontos apropriados, para o traçado da linha de base, a partir da qual será medida a extensão do mar territorial.

O Decreto Federal nº 8.400/2015 determinou as coordenadas geográficas para a delimitação da linha de base reta (revogando o Decreto Federal nº 4983/04) (Figura 2).

**Figura 2** – Linha de base reta no litoral de São Paulo e coordenadas dos pontos



Ponto	Latitude	Longitude	Localização do Ponto
1	23° 57' 51,0"S	045° 14' 37,5"W	Ponta do Boi
2	24° 06' 49,9"S	045° 42' 22,4"W	Ilha de Alcatrazes
3	24° 19' 51,6"S	046° 09' 45,6"W	Ilha Rochedos
4	24° 29' 28,0"S	046° 40' 33,9"W	Ilha Queimada Grande
5	25° 21' 26,4"S	048° 02' 01,6"W	Ilha da Figueira

Sobre a Zona Econômica Exclusiva, é determinado:

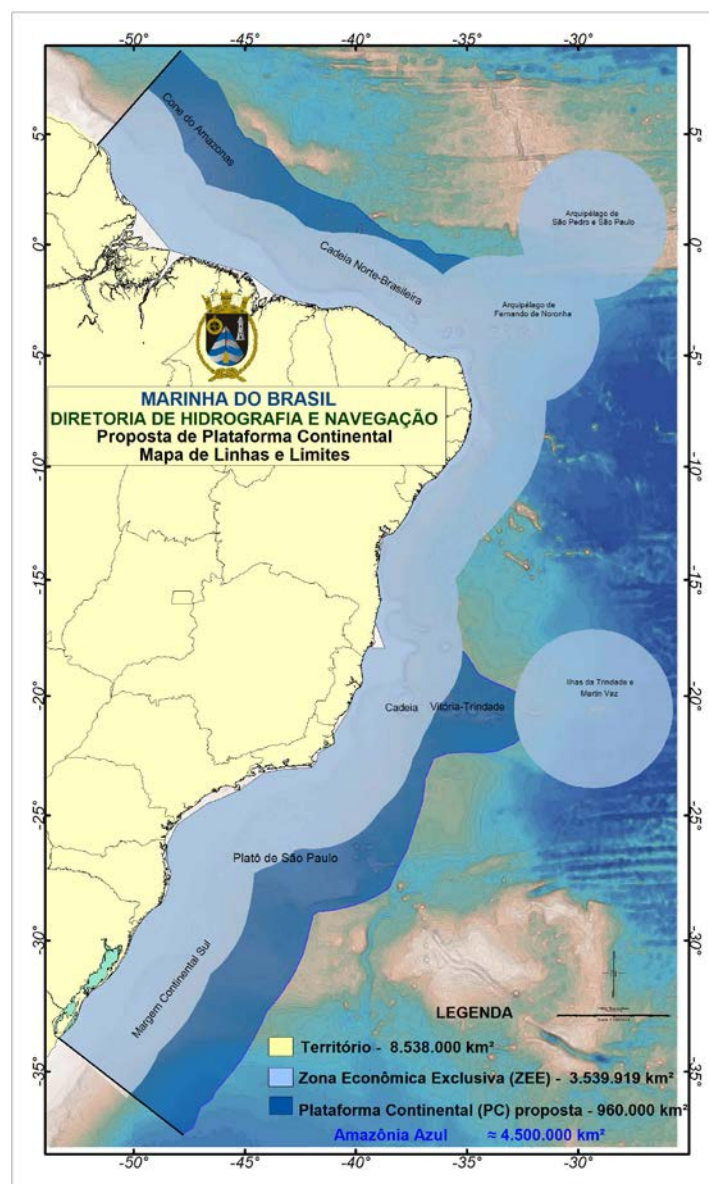
*Art. 6º - A zona econômica exclusiva brasileira compreende uma faixa que se estende das doze às duzentas milhas marítimas, contadas a partir das linhas de base que servem para medir a largura do mar territorial.*

*Art. 7º - Na zona econômica exclusiva, o Brasil tem direitos de soberania para fins de exploração e aproveitamento, conservação e gestão dos recursos naturais, vivos ou não-vivos, das águas sobrejacentes ao leito do mar, do leito do mar e seu subsolo, e no que se refere a outras atividades com vistas à exploração e ao aproveitamento da zona para fins econômicos.*

Sobre a Plataforma Continental (Figura 3), a Lei nº 8617/93 determina os mesmos limites da Convenção das Nações Unidas sobre o Direito do Mar, e também determina que o Brasil tenha o direito exclusivo de exploração, pesquisa científica, uso dos recursos naturais, e para autorização e regulamentação de perfurações. O Brasil solicitou à Comissão de Limites da Plataforma Continental a ampliação do limite externo de sua plataforma para além das 200 milhas náuticas determinadas na Convenção Internacional.

Os 960 mil km<sup>2</sup> correspondentes à área total reivindicada além das duzentas milhas náuticas se distribuem ao longo da costa brasileira, principalmente nas regiões Norte (região do Cone do Amazonas e Cadeia Norte Brasileira), Sudeste (Região da Cadeia Vitória-Trindade e Platô de São Paulo) e Sul (região de Platô de Santa Catarina e Cone do Rio Grande) e equivalem à soma das áreas dos estados de São Paulo, Paraná, Santa Catarina e Rio Grande do Sul. Nesses termos, a área oceânica sob jurisdição brasileira totalizará 4,4 milhões de km<sup>2</sup> o que corresponderá, aproximadamente, à metade da área terrestre do nosso território, e é considerada a nossa Amazônia Azul.

Figura 3 – Plataforma continental brasileira



### 3. Lei nº 7.661, de 16 de maio 1988 - Plano Nacional de Gerenciamento Costeiro (PNGC)

Essa lei define Zona Costeira como sendo “o espaço geográfico de interação do ar, do mar e da terra, incluindo seus recursos renováveis ou não, abrangendo uma faixa marítima e outra terrestre, que serão definidas pelo Plano”.

É previsto nessa lei o zoneamento de usos das diversas atividades na zona costeira, com prioridade à conservação e proteção, dentre outros, de (art.3º):

I – recursos naturais, renováveis e não renováveis; recifes, parciais e bancos de algas; ilhas costeiras e oceânicas; sistemas fluviais, estuarinos e lagunares, baías e enseadas; praias; promontórios, costões e grutas marinhas; restingas e dunas: florestas litorâneas, manguezais e pradarias submersas;

Os Estados e Municípios podem também elaborar seus respectivos Planos de Gerenciamento Costeiro, desde que seguindo as normas do Plano Nacional.

### 4. Decreto Federal nº 5.300/04 - Regulamentação do Plano Nacional de Gerenciamento Costeiro

Este decreto regulamenta o PNGC dispondo sobre regras de uso e ocupação da zona costeira e de gestão da orla marítima, estabelecendo as competências de cada órgão gestor nas três esferas de poder (federal, estadual e municipal). Algumas definições importantes:

- Limites da Zona Costeira:

*Art. 3º A zona costeira brasileira, considerada patrimônio nacional pela Constituição de 1988, corresponde ao espaço geográfico de interação do ar, do mar e da terra, incluindo seus recursos renováveis ou não, abrangendo uma faixa marítima e uma faixa terrestre, com os seguintes limites:*

I - **faixa marítima:** espaço que se estende por doze milhas náuticas, medido a partir das linhas de base, compreendendo, dessa forma, a totalidade do mar territorial;

II - **faixa terrestre:** espaço compreendido pelos limites dos Municípios que sofrem influência direta dos fenômenos ocorrentes na zona costeira.

- Instrumentos de gestão: O artigo 7º define nove instrumentos de gestão para a zona costeira, incluindo aí os planos estaduais e municipais de gerenciamento costeiro e o Zoneamento Ecológico-Econômico Costeiro (ZECC).

- Praias: O artigo 21º estabelece que: As praias são **bens públicos de uso comum do povo**, sendo assegurado, sempre, livre e franco acesso a elas e ao mar, em qualquer direção e sentido, ressalvados os trechos considerados de interesse da segurança nacional ou incluídos em áreas protegidas por legislação específica.

- Limites da orla marítima: De acordo com o Art. 23. Os limites da orla marítima ficam estabelecidos de acordo com os seguintes critérios:

I - **marítimo:** isóbata de dez metros, profundidade na qual a ação das ondas passa a sofrer influência da variabilidade topográfica do fundo marinho, promovendo o transporte de sedimentos;

II - **terrestre:** cinquenta metros em áreas urbanizadas ou duzentos metros em áreas não urbanizadas, demarcados na direção do continente a partir da linha de preamar ou do limite final de ecossistemas, tais como as caracterizadas por feições de praias, dunas, áreas de escarpas, falésias, costões rochosos, restingas, manguezais, marismas, lagunas, estuários, canais ou braços de mar, quando existentes, onde estão situados os terrenos de marinha e seus acréscimos.



Ainda sobre a orla marítima, os artigos 24 ao 27 estabelecem as formas de gestão e classes para os diferentes usos da orla.

### 5. Lei nº 10.019/98 - Plano Estadual de Gerenciamento Costeiro (PEGC)

O PNGC foi adaptado para o Estado de São Paulo por esta lei estadual de 1998. No Estado de São Paulo a zona costeira foi definida como sendo:

*Artigo 2º - Para os fins previstos nesta lei, entende-se por:*

*I - Zona Costeira: o espaço geográfico delimitado, na área terrestre, pelo divisor de águas de drenagem atlântica no território paulista, e na **área marinha** até a isóbata de 23,6 metros representada nas cartas de maior escala da Diretoria de Hidrografia e Navegação do Ministério da Marinha. Engloba todos os ecossistemas e recursos naturais existentes em suas faixas terrestres, de transição e marinha;*

Esta área foi dividida em 4 setores: Litoral Norte, Baixada Santista, Complexo estuarino lagunar de Iguape-Cananéia e Vale do Ribeira. O sistema de gestão do PEGC será elaborado em conjunto entre o estado, os municípios e sociedades civis organizadas. Como instrumentos de gestão foram previstos, de acordo com o artigo 9:

- I - Zoneamento Ecológico-Econômico;
- II - Sistema de Informações;
- III - Planos de Ação e Gestão;
- IV - Controle; e
- V - Monitoramento.

O Zoneamento Ecológico-Econômico (ZEE) tem por objetivo identificar áreas com características físicas, biológicas e sócio-econômicas semelhantes, bem como pela dinâmica e contrastes internos e foram definidas cinco zonas e seus respectivos usos, de Z1 (mais preservada e por consequência de uso mais restritivo) até Z5 (mais degradada, que permite usos mais amplos, como por exemplo, portos).

O artigo 19 define ainda três atividades proibidas na costa paulista:

*Artigo 19 - Ficam proibidas em toda a Zona Costeira, sem prejuízo das disposições legais específicas, as seguintes atividades:*

- I - comercialização de madeira bruta para fora da região;*
- II - pesca de arrasto com utilização de parelha; e*
- III - utilização de agrotóxicos organoclorados na agropecuária*

No âmbito estadual foi promulgado, em 2004, o **Decreto Estadual nº 49.215/2004**, que dispôs sobre o Zoneamento Ecológico-Econômico do Litoral Norte. Em 2013, foi aprovado o **Decreto Estadual nº 58.996/2013**, que dispôs sobre o Zoneamento Ecológico-Econômico do setor da Baixada Santista e estabeleceu as normas de uso e ocupação do solo e de manejo dos recursos naturais.

#### **Zoneamento Econômico Ecológico (ZEE)<sup>1</sup>**

O ZEE é um instrumento de planejamento territorial que visa organizar as decisões dos agentes públicos e privados em relação aos planos, programas projetos, entre outros, que, direta ou indiretamente utilizem recursos naturais, assegurando assim a manutenção dos ecossistemas.

1 Fonte: <http://www.ambiente.sp.gov.br/cpla/zoneamento/zoneamento-ecologico-economico/>



Em 08 de novembro de 2017 foi promulgado o Decreto Estadual nº 62913/17 que revisou o ZEE do Litoral Norte paulista, revogando o DE nº 49215/04.

Nesse decreto foram estabelecidas as zonas de utilização terrestre (Z1, mais restritiva até Z5OD, menos restritiva) e marinha, dividida entre marítimo (Z1 a Z2ME) e entre marés (Z1M a Z5M).

Na Baixada Santista, o ZEE foi regulamentado pelo Decreto Estadual nº 58.996, de 25 de março de 2013, que estabeleceu 9 zonas terrestres, 7 zonas marinhas e 6 zonas entre marés.

O Complexo Estuarino-Lagunar de Iguape-Cananéia, que abrange ainda o município de Ilha Comprida ainda não possui um ZEE regulamentado, estando em fase de reuniões e discussões sobre o assunto.

## 6. APAs Marinhas

Em 2008 foram criadas pelo governo estadual três Áreas de Proteção Ambiental – APAs Marinhas. O processo contou com ampla consulta pública a todos os segmentos da sociedade direta ou indiretamente envolvidos. O objetivo dessas áreas de proteção é compatibilizar a conservação da natureza com a utilização dos recursos naturais; valorizar as funções sociais, econômicas, culturais e ambientais das comunidades tradicionais da zona costeira, através de estímulos a alternativas adequadas ao seu uso sustentável; garantir a sustentabilidade do estoque pesqueiro em águas paulistas; e o uso ecologicamente correto e responsável do espaço marinho, especialmente das atividades turísticas (Tabela 2).

**Tabela 2** – Características das APAs marinhas do Estado de São Paulo

APA Marinha	Área (ha)	Municípios	Legislação
APA Marinha do Litoral Norte	316.242,45	Ubatuba, Caraguatatuba, Ilhabela, São Sebastião	Decreto Estadual 53.526, de 8 de outubro de 2008
APA Marinha do Litoral Centro	449.259,70	Bertioga, Guarujá, Santos, São Vicente, Praia Grande, Mongaguá, Itanhaém, Peruíbe	Decreto Estadual 53.527, de 8 de outubro de 2008
APA Marinha do Litoral Sul	357.605,53	Iguape, Cananéia, Ilha Comprida	Decreto Estadual 53.525, de 8 de outubro de 2008

Fonte: <http://fflorestal.sp.gov.br/unidades-de-conservacao/apas-marinhas/apas-marinhas-area-de-protecao-ambiental-marinha-conceito/>

## 7. Maricultura

Em nível nacional existe a Resolução CONAMA nº 413/2009 que dispõe sobre o licenciamento ambiental da aquicultura, e dá outras providências.

No nível estadual há o Decreto nº 62.243 de 1º de novembro de 2016 que dispõe sobre as regras e procedimentos para o licenciamento ambiental da aquicultura, no Estado de São Paulo, e dá providências correlatas. No artigo 2º a atividade de aquicultura fica reconhecida como de interesse social e econômico. Esse decreto estabelece também as linhas de corte para a dispensa, com apresentação da Declaração de Conformidade da Atividade de Aquicultura (DCAA) ou tipos de licenciamento dessa atividade, conforme descrito na Tabela 3. Ficam sujeitos ao licenciamento ambiental ordinário os empreendimentos não relacionados nos artigos 5º e 8º desse Decreto.

**Tabela 3** – Linhas de corte e licenciamento pertinente para as atividades de aquicultura

Tipo de aquicultura	Dispensa de Licenciamento – DCAA* Artigo 7º	Licenciamento Simplificado Artigo 10º	Licenciamento Ordinário Artigo 11
I - piscicultura e pesque e pague, em viveiros escavados	somatória de superfície de lâmina d'água inferior a 5 ha	somatória de superfície de lâmina d'água igual ou superior a 5 ha e inferior a 50 ha	somatória de superfície de lâmina d'água igual ou superior a 50 ha
II - piscicultura em tanques revestidos	somatória de volume inferior a 1.000m <sup>3</sup>	somatória de volume igual ou superior a 1.000m <sup>3</sup> e inferior a 5.000 m <sup>3</sup>	somatória de volume igual ou superior a 5.000 m <sup>3</sup>
III - piscicultura e pesque e pague com barramento	somatória de superfície de lâmina de água seja inferior a 5 ha	somatória de superfície de lâmina d'água seja igual ou superior a 5ha e inferior a 50ha	somatória de superfície de lâmina d'água seja igual ou superior a 50ha
IV - piscicultura e pesque e pague em sistema com recirculação	somatória de superfície de lâmina de água seja inferior a 5 ha	somatória de superfície de lâmina d'água seja igual ou superior a 5ha e inferior a 50 ha	somatória de superfície de lâmina d'água seja igual ou superior a 50ha (cinquenta hectares);
V - piscicultura em tanques-rede federais, represas rurais e cavas exauridas de mineração);	somatória de volume seja inferior a 1.000 m <sup>3</sup> , em águas públicas estaduais,	somatória de volume igual ou superior a 1.000 m <sup>3</sup> e inferior a 5.000 m <sup>3</sup> , em águas públicas estaduais, federais, represas rurais e cavas exauridas de mineração	somatória de volume igual ou superior a 5.000 m <sup>3</sup> , em águas públicas estaduais, federais, represas rurais e cavas exauridas de mineração
VI - piscicultura em cavas exauridas de mineração	somatória de superfície de lâmina de água seja inferior a 5 ha	somatória de superfície de lâmina de água seja igual ou superior a 5 ha e inferior a 50 ha	somatória de superfície de lâmina de água igual ou superior a 50 ha
VII - ranicultura:	que ocupe área inferior a 400 m <sup>2</sup>	que ocupe área maior ou igual a 400 m <sup>2</sup> ou inferior a 1.200 m <sup>2</sup>	que ocupe área maior que 1.200 m <sup>2</sup>
VIII - carcinicultura em água doce realizada em viveiros escavados,	somatória de superfície de lâmina d'água seja inferior a 5 ha	somatória de superfície de lâmina de água seja igual ou superior a 5 ha e igual ou inferior a 50 ha	somatória de superfície de lâmina de água seja igual ou superior a 5 ha e igual ou inferior a 50 ha
IX - malacocultura	superfície de lâmina d'água inferior a 5 ha	superfície de lâmina de água igual ou superior a 5 ha e inferior a 30 ha	superfície de lâmina de água igual ou superior a 30 ha
X - algicultura	superfície de lâmina d'água inferior a 10 ha	superfície de lâmina de água igual ou superior a 10 ha e inferior a 40 ha	superfície de lâmina de água igual ou superior a 40 ha

\*DCAA: Declaração de Conformidade da Atividade de Aquicultura

## 8. Qualidade da Água

A qualidade das águas costeiras é regida por dois instrumentos legais, a Resolução CONAMA nº 357/05, que define as classes de água, seus usos e padrões de qualidade para os principais poluentes e a Resolução CONAMA nº 274/00, que trata especificamente de balneabilidade (vide item 1.1, no Capítulo 1).

## Apêndice 2 - Caracterização dos Pontos de Amostragem da Rede Costeira

### 1) Locais de amostragem<sup>1</sup>

#### UBATUBA

##### 1) Local: Picinguaba

Justificativa: Área de preservação ambiental

Distante aproximadamente 25 km do centro de Ubatuba, esta praia está inserida no Parque Estadual da Serra do Mar (PESM) - Núcleo Picinguaba, onde encontra-se uma vila de pescadores tombada pelo patrimônio histórico com significativa importância turística. É o único trecho do PESM a atingir o mar e incorpora ecossistemas associados à Mata Atlântica, além de núcleos caiçaras, quilombolas e indígenas. Nos últimos anos, a praia de Picinguaba (que integra o programa de balneabilidade da CETESB), apresentou alguns eventos de impropriedade o que indica certa contaminação das águas por efluentes domésticos. Fez-se então necessário seu monitoramento sistemático para acompanhamento da qualidade da água marinha.



1 Fotos: Setor de Águas Litorâneas

## 2) Local: Baía de Itaguá

Justificativa: Área de influência de ocupação urbana contínua, com predomínio de população fixa e atividades de comércio e serviços

A Baía de Itaguá situa-se defronte à sede do município de Ubatuba, entre a Ponta Grossa ao sul e a Ponta do Alegre ao norte. Suas águas abrigam as praias de Itaguá, Iperoig, Prainha do Matarazzo, Perequê-Açu e Barra Seca. Tratam-se de praias urbanas, com ocupação contínua predominante de população fixa e atividades de comércio e serviços. No seu interior, estão localizados o Farol da Ponta Grossa e o cais do porto de Ubatuba. Nela deságuam os rios Acaraú, Lagoa (ou Tavares), Grande e Indaiá. As praias monitoradas pelo programa de balneabilidade da CETESB apresentam-se bastante comprometidas quanto à qualidade sanitária das águas. Fez-se então necessário o monitoramento sistemático para acompanhamento da qualidade da água marinha.





### 3) Local: Saco da Ribeira

Justificativa: Existência de marinas

A Marina Píer do Saco da Ribeira é pública, administrada pela Fundação Florestal e oferece serviços de garagem náutica, atracação para carga e descarga, pesca e transporte para o Parque Estadual da Ilha Anchieta, além de postos de abastecimento flutuantes para embarcações; abriga também uma base do Instituto Oceanográfico da Universidade de São Paulo. Está localizada no interior da Baía do Flamengo, no trecho sul do município de Ubatuba, onde predomina uma ocupação descontínua por população flutuante; apresenta grande concentração de estabelecimentos voltados para o turismo e atividade náutica, devido à instalação de píeres e atracadouros. Em decorrência do intenso uso e ocupação, sua praia foi praticamente extinta, reduzida a poucos metros de faixa de areia. Na foto é possível observar a grande quantidade de embarcações ancoradas.



## CARAGUATATUBA

### 1) Local: Tabatinga

Justificativa: Uso intenso da água por banhistas e para ancoragem de embarcações

Localizada a 18 km ao norte do centro de Caraguatatuba, na divisa com Ubatuba, Tabatinga é uma praia de águas calmas e rasas, muito utilizada por banhistas e para a prática de esportes náuticos como mergulho livre. A praia possui também intenso tráfego de embarcações como lanchas, jet-skis, caiaques, esqui-aquáticos, windsurfes que podem gerar poluição por óleo e graxas. Ao norte, há ainda a foz do Rio Tabatinga que corre por uma área de crescente urbanização, podendo carrear para o mar efluentes sanitários; o ponto de monitoramento mais próximo a essa área é o ponto 3. Nos últimos anos, a praia de Tabatinga (monitoradas pelo programa de balneabilidade da CETESB com dois pontos de amostragem), apresentou alguns eventos de impropriedade o que indica certa contaminação das águas por efluentes domésticos.





## 2) Local: Cocanha

Justificativa: Área de maricultura

Esta área localiza-se na região norte do município de Caraguatatuba, e possui atividade de maricultura desenvolvida na área próxima às Ilhas da Cocanha Grande (Massaguaçu), da Cocanha Pequena e do Tamanduá. A criação de mexilhões desenvolvida na Cocanha utiliza o sistema de “long lines”, onde os mexilhões, da espécie *Perna perna*, crescem aderidos em linhas presas perpendicularmente ao cabo principal, em profundidade equivalente ao meio da coluna d’água ( $\pm 2$  m). Como encontra-se em área de ocupação urbana, com população flutuante intensificada em períodos de férias, pode receber poluição por efluentes de esgotos domésticos.





### 3) Local: Baía de Caraguatatuba

Justificativa: Área de influência de ocupação urbana contínua, com predomínio de população fixa e atividades industriais, de comércio e serviços

A Baía de Caraguatatuba situa-se defronte à sede do município de Caraguatatuba, Abriga as praias de Porto Novo, Fleixeiras, Romance, Palmeiras, Lagoa, Aruan, Indaiá, Centro e Camaroeiro. Todas essas praias são urbanas, com ocupação contínua predominante de população fixa e atividades de comércio e serviços. Os principais rios que deságuam na baía são o Rio Santo Antônio, o Rio Lagoa e o Rio Juqueriquerê, o maior dos três. As praias monitoradas pelo programa de balneabilidade da CETESB apresentam comprometimento quanto à qualidade sanitária das águas. Fez-se então necessário o monitoramento sistemático para acompanhamento da qualidade da água marinha. Outro fator importante a ser considerado é o aumento da atividade industrial representada pela instalação da Unidade de Tratamento de Gás do Campo de Mexilhão (Petrobras), o que deve também refletir em um aumento da população fixa local.



## SÃO SEBASTIÃO

### 1) Local: Barra do Una

Justificativa: Área de influência do Rio Una

A praia da Barra do Una, distante 56 km ao sul do centro de São Sebastião, localiza-se numa enseada formada entre a Ponta do Una a leste e o Morro do Engenho a oeste. Com extensão aproximada de 1.800 m. É um local bastante procurado por banhistas e a população fixa tem aumentado. O principal curso d'água afluente é o Rio Una, de porte considerável, que tem apresentado níveis elevados de contaminação por esgotos. O rio é navegável e nas suas margens há inúmeras marinas e atracadouros para barcos de pequeno porte.



## SÃO SEBASTIÃO e ILHABELA

### 1) Local: Canal de São Sebastião

Justificativa: Área portuária e efluente de emissários submarinos

O Canal de São Sebastião (CSS) está localizado na costa nordeste do Estado de São Paulo. O canal separa o continente da Ilha de São Sebastião, que abriga o município de Ilhabela. Este canal limita-se, ao norte, pela Ponta das Canas e, ao sul, pela Ponta da Sela, ambas situadas na Ilha de São Sebastião; a extensão é de aproximadamente 25 km e a largura varia entre 6 km na entrada norte, 7 km na entrada sul e 2 km no ponto central. O CSS localiza-se entre duas serras, nas margens continental e insular, sendo abrigado do Oceano Atlântico, funcionando como um funil para os ventos. Já a profundidade é variável e aumenta das desembocaduras para o centro, de 23 m na parte sul e 25 m na parte norte, chegando a mais de 40 metros próximo ao terminal petrolífero TASSE da Petrobras na região central do canal. A água do canal recebe efluentes de quatro emissários submarinos: três de efluentes doméstico e um de efluente industrial (TASSE). Por se tratar de um local abrigado e de grande profundidade nele se localiza também o Porto de São Sebastião.



## BERTIOGA

### 1) Local: Foz do Rio Itaguapé

Justificativa: Área de influência do Rio Itaguapé; preservação ambiental

A praia de Itaguapé é considerada a única praia totalmente preservada da região e é muito procurada por surfistas; por sua vez o Rio Itaguapé, cuja foz é nessa praia, é bastante usado para a prática de canoagem e também para banhos e pesca de arremesso. A praia tem aproximadamente 3,5 km de extensão de mar aberto, a vegetação é formada por mangue, restinga e Mata Atlântica. É uma região confinada entre duas áreas com ocupação urbana: São Lourenço ao Sul e Guaratuba ao norte e sofre com a pressão imobiliária. Com o intuito de proteger os ecossistemas locais foi criado, em dezembro de 2010, por meio do Decreto Estadual Nº 56.500, o Parque Estadual Restinga de Bertioiga, que abriga áreas de restinga em todo o município de Bertioiga, e toda a extensão do Rio Itaguapé.





## 2) Local: Canal de Bertioga

Justificativa: Área de manguezal e de influência da região portuária de Santos

O Canal de Bertioga é o maior canal da Baixada Santista (24 km de extensão). Localiza-se entre o continente e a Ilha de Santo Amaro e possui duas desembocaduras. A desembocadura sul faz a ligação com o sistema estuarino de Santos e a desembocadura norte faz a ligação com o Oceano Atlântico (região também conhecida por Barra de Bertioga). Em todo o seu percurso, o canal recebe aporte de vários rios, sendo o maior deles o Rio Itapanhaú (próximo à Barra de Bertioga). Outros rios que deságuam no canal, são o Rio Crumaú (na Ilha de Santo Amaro) e o Rio Trindade (na porção Continental), ambos localizados junto ao Largo do Candinho, na porção central do canal, região em que este atinge até 1 km de largura e onde as correntes de maré divergentes, provenientes das duas desembocaduras, se encontram. O ecossistema predominante no canal é o manguezal. Há também várias marinas incluindo postos de abastecimento para embarcações. Ressalta-se que os pontos de amostragem localizam-se na porção leste do canal entre o Largo do Candinho e a barra de Bertioga.



## CUBATÃO

### 1) Local: Canal de Piaçaguera

Justificativa: Acesso aos terminais de indústrias como Usiminas e Fosfertil

O Canal de Piaçaguera faz parte do Sistema Estuarino de Santos e São Vicente. Situa-se na parte alta do estuário, possui cerca de 5 Km de extensão até o largo do Caneu terminando na região do terminal da Alemoa, e tem cerca de 450m de largura. Recebe influência de vários tipos de efluentes, domésticos, industriais, além da influência das atividades portuárias. Era um canal natural que foi aprofundado na década de 60 com a finalidade de servir de acesso marítimo aos terminais portuários da Usiminas e da Fosfertil em Cubatão, é uma região considerada crítica em termos de poluição, pois recebe efluentes industriais e passa constantemente por atividades de dragagem de aprofundamento.



## GUARUJÁ

### 1) Local: Emissário submarino do Guarujá

Justificativa: Área de influência do emissário

A enseada do Guarujá, de geometria alongada, é um ambiente costeiro de plataforma continental aberta. Nela localiza-se o sistema de disposição oceânica dos esgotos sanitários do Guarujá composto por uma EPC (Estação de Pré Condicionamento), na qual o efluente passa por gradeamento e peneiras finas (ambos visando à remoção de sólidos), seguido pela cloração (para a eliminação dos coliformes) sendo posteriormente disposto no oceano por meio do Emissário Submarino, localizado na praia da Enseada. Esse sistema atende a uma população de 445.858 habitantes.

Cabe ressaltar que este emissário é o maior em extensão do litoral paulista (4.500m) e o que atinge a maior profundidade na Baixada Santista (14m), e possui a segunda maior vazão em todo o litoral (1.447 m<sup>3</sup>/s).





## SANTOS e GUARUJÁ

### 1) Local: Canal de Santos

Justificativa: Área de influência da região portuária de Santos

O Canal de Santos tem cerca de 13 km de extensão, com profundidade média entre 12 e 14 metros. Localiza-se a leste da Ilha de Santo Amaro, interligando a parte interna do Estuário de Santos à Baía. A principal atividade nessa área é representada pelo Porto de Santos, que ocupa mais de 7 milhões de m<sup>2</sup>. O Canal recebe a drenagem dos municípios de Cubatão, Santos e Guarujá, além de influência do Canal de Bertioga. É uma área intensamente impactada pela atividade portuária e pela presença, nas adjacências, de parque industrial, além de esgotos domésticos. Para manutenção da atividade portuária, há a necessidade de dragagem periódica do canal de navegação e, dada a natureza desse material, é necessário o monitoramento do ambiente.

Os pontos de amostragem foram selecionados com o objetivo de englobar as diversas fontes potenciais de poluição que afluem para essas águas. Na margem esquerda (Guarujá), além de terminais portuários, há também moradias de baixa renda, representada por favelas (ponto 1). No ponto 2 predominam as atividades portuárias e drenagem urbana. O ponto 3 foi escolhido por ser o início do Canal do porto, próximo à saída do Canal de Bertioga.



## SANTOS

### 1) Local: Baía de Santos

Justificativa: Área de mistura da água do mar com as águas salobras dos Canais de Santos e São Vicente; efluente de emissário submarino

A baía de Santos tem cerca de 7 km de largura na parte central e 11 km na parte final, entre as Pontas de Itaipu a oeste e do Munduba a leste e uma profundidade média de 5 a 10 metros. Ao norte, é delimitada pelas praias de Santos e São Vicente. Recebe águas do estuário de Santos e São Vicente, pelas desembocaduras do canal de Santos e do canal dos Barreiros constituindo-se numa área de mistura da água do mar com as águas salobras vindas do continente. Além da poluição produzida pelo Porto de Santos e pelas indústrias da região de Cubatão, outra fonte de poluição são os esgotos domésticos lançados tanto no estuário quanto pelo emissário submarino cuja saída do efluente está localizada a 4 km da costa, no centro da baía. Todos esses fatores contribuem para que este ambiente se apresente bastante impactado.



## SÃO VICENTE

### 1) Local: Canal de São Vicente

Justificativa: Área de manguezal e de influência de ocupação urbana desordenada

O Canal de São Vicente localizado na Baixada Santista é, juntamente com o Canal de Santos, destinatário das águas providas dos rios da região estuarina como o Cubatão, o Perequê, o Piaçaguera e o Casqueiro. O Canal recebe também as águas dos rios Santana, Mariana e Piabuçu, todos na margem direita do Canal, que se encontra em melhor estado de conservação e é composta por manguezais, no município de São Vicente; em contraposição na margem esquerda do canal, a Ilha de São Vicente é uma região densamente ocupada. O processo de ocupação nessa margem foi, em muitos locais, desordenado, com a presença de habitações do tipo palafitas, que possuem pouca ou nenhuma condição de saneamento, incrementando o canal com uma carga considerável de efluentes domésticos. Nesta mesma margem, encontra-se o Rio dos Bagres, na divisa com o município de Santos, onde desde a década de 1950 existia o “Dique de Sambaiatuba” (originalmente um manguezal) que funcionou como um lixão.



## PRAIA GRANDE

### 1) Local: Emissário submarino Praia Grande I

Justificativa: Área de influência do emissário

A Praia Grande é uma região de plataforma continental aberta e está sob a influência direta das massas de águas costeiras da plataforma continental adjacente. Possui uma topografia do fundo submarino uniforme, onde as isóbatas entre 10 e 30 metros são, aproximadamente paralelas à linha de costa. A porcentagem de esgoto coletado nesse município é de 70% encaminhado para as Estações de Pré Condicionamento (EPCs) onde passam por um processo de remoção de sólidos grosseiros (peneiramento) e cloração. Após o pré-condicionamento, o esgoto é disposto no oceano por meio dos três emissários: Subsistema 1, 2 e 3.

O primeiro deles, o subsistema Praia Grande 1 (PG1), localizado no Canto do Forte, atende a uma população de aproximadamente 253.775 habitantes. O segundo subsistema, Praia Grande 2 (PG2) esta localizado na Vila Tupy e atende a uma população de aproximadamente 348.635 habitantes. O terceiro, localizado na Vila Caiçara, atende uma população de aproximadamente 559 mil pessoas.





## ITANHAÉM

### 1) Local: Foz do Rio Itanhaém

Justificativa: Área de influência do Rio Itanhaém

O rio Itanhaém é formado pelas águas dos rios Preto e Branco no município de Itanhaém e é considerado um criadouro natural para peixes e aves aquáticas. Os ecossistemas envolvidos são os manguezais, com área de aproximadamente 278 ha, dos quais 30% encontra-se em área urbana, além de mata de restinga e mata atlântica. Por ser navegável, abriga inúmeras marinas. É um rio ainda bastante preservado em suas margens, contudo, sofre a pressão de áreas de expansão urbana. Recebe o efluente de uma estação de tratamento de esgotos sanitários.



## PERUÍBE

### 1) Local: Foz do Rio Preto

Justificativa: Área de influência do Rio Preto e um ponto em frente à praia do Guaraú, para análise de fitoplâncton

Distante 138 km da capital, Peruíbe é um município tipicamente turístico, com 321 km<sup>2</sup> de área entre a planície litorânea onde encontram-se as praias e as serras, entre elas, a de Serra de Peruíbe e a Serra do Mar. Há poucas áreas de manguezais no município, a vegetação predominante é a de Mata Atlântica dividida entre o Parque Estadual da Serra do Mar e a Estação Ecológica da Juréia (há uma sobreposição entre a Estação Ecológica e a Área de Proteção Ambiental Cananéia – Iguape – Peruíbe), ou seja, grande parte do município pertence a áreas sob proteção legal. O rio Preto recebe efluente de estação de tratamento de esgoto sanitário.



## IGUAPE e ILHA COMPRIDA

### 1) Local: Mar Pequeno

Justificativa: Área de influência do Valo Grande

O Mar Pequeno faz parte do sistema estuarino lagunar de Iguape-Cananeia e é um braço de mar com mais de 50 km de extensão, que separa a Ilha Comprida do município de Iguape na parte continental. Possui duas embocaduras que fazem a ligação com o mar, a barra da Icapara ao norte e a de Canacéia ao Sul. É uma área rica em manguezais e berçário para várias espécies marinhas e aves aquáticas. A área localiza-se próximo a diversas unidades de conservação como a Estação Ecológica Juréia Itatins e Áreas de Proteção Ambiental de Ilha Comprida. Recebe as águas do Rio Ribeira de Iguape, por meio do Valo Grande, no centro urbano de Iguape.

O Valo Grande é um canal artificial inaugurado em 1855 cujo objetivo era encurtar o caminho das canoas que traziam arroz para carregamento no porto marítimo de Iguape, bastante importante para a economia local. Originalmente com 4 metros de largura, foi sofrendo forte e rápida erosão provocada pelas águas do Rio Ribeira. Os sedimentos carreados para o Mar Pequeno assorearam o porto marítimo inutilizando-o para operações no final do século XIX. O aumento da água doce provocou sensíveis mudanças no ambiente local tanto na temperatura quanto na salinidade, turbidez e mesmo na comunidade aquática, fonte de renda para muitos ribeirinhos. Por sua vez, o Rio Ribeira com apenas 1/3 de suas águas chegando até a foz, também sofreu assoreamento e grandes mudanças no sistema hídrico. Obras para contenção da erosão provocada pelo Valo Grande foram realizadas, contudo nenhuma delas obteve o sucesso esperado e outras nem chegaram ao término por falta de recursos financeiros. Hoje, o Valo Grande possui mais de 200 metros de largura em alguns trechos, recebe 2/3 das águas do Rio Ribeira e é uma grande influência no ambiente aquático do Mar Pequeno.





## Cananeia

### 1) Local: Mar de Cananeia

Justificativa: Área de preservação ambiental

O município de Cananeia situa-se no extremo sul do litoral paulista, e é formado por inúmeras ilhas: Cananeia (sede), Cardoso, Bom Abrigo, Filhote, Cambriú, Castilho, Figueira, Casca e Pai do Mato.

Em toda a região, a principal atividade da população é a pesca artesanal e envolve principalmente a captura dos camarões sete-barbas, branco e rosa, além da utilização de armadilhas principalmente para a pesca da tainha. Para a população local o recurso natural é de grande importância econômica e cultural. Segundo o Instituto de Pesca de Cananeia, a economia da região baseia-se na pesca artesanal e industrial, no ecoturismo e na prestação de serviços.



## 2) Coordenadas dos pontos de amostragem

Município	Local	Ponto	UTM		LAT (S)	LONG (W)
Ubatuba	Picinguaba	1	512.128	7.415.005	23° 22' 27,57"	44° 52' 52,79"
		2	513.666	7.414.345	23° 22' 48,88"	44° 51' 58,67"
		3	515.127	7.413.621	23° 23' 12,43"	44° 51' 07,14"
	Itaguá	1	495.420	7.408.739	23° 25' 51,46"	45° 02' 41,43"
		2	495.786	7.407.921	23° 26' 18,04"	45° 02' 28,55"
		3	495.960	7.407.238	23° 26' 40,25"	45° 02' 22,47"
	Saco da Ribeira	1	487.634	7.400.724	23° 30' 12,9"	45° 07' 16,0"
		2	487.600	7.400.892	23° 30' 07,5"	45° 07' 17,1"
		3	487.943	7.400.814	23° 30' 10,0"	45° 07' 05,1"
Caraguatatuba	Tabatinga	1	470.565	7.392.694	23° 34' 33,3"	45° 17' 18,4"
		2	471.009	7.392.481	23° 34' 40,2"	45° 17' 02,7"
		3	471.311	7.392.191	23° 34' 49,7"	45° 16' 52,1"
	Cocanha	1	468.450	7.392.101	23° 34' 51,3"	45° 18' 33,1"
		2	468.729	7.391.649	23° 35' 06,1"	45° 18' 23,3"
		3	468.445	7.391.602	23° 35' 07,6"	45° 18' 33,3"
	Baía de Caragua	1	460.429	7.384.873	23° 38' 46,85"	45° 23' 16,78"
		2	460.231	7.381.531	23° 40' 35,50"	45° 23' 24,09"
		3	460.052	7.377.776	23° 42' 37,58"	45° 23' 30,77"
São Sebastião	Canal de São Sebastião	1	462.019	7.368.621	23° 47' 34,3"	45° 22' 22,1"
		2	460.659	7.366.471	23° 48' 44,1"	45° 23' 10,4"
		3	458.736	7.364.998	23° 49' 31,8"	45° 24' 18,5"
		4	461.161	7.370.128	23° 46' 46,36"	45° 22' 52,31"
		5	460.658	7.371.989	23° 45' 45,81"	45° 23' 9,92"
	Una	1	422.069	7.370.651	23° 46' 24,23"	45° 45' 53,46"
		2	421.395	7.370.885	23° 46' 15,43"	45° 46' 17,19"
		3	420.659	7.370.856	23° 46' 16,20"	45° 46' 43,17"
Bertioga	Itaguaré	1	403.239	7.368.293	23° 47' 36,18"	45° 56' 59,14"
		2	402.176	7.367.723	23° 47' 54,46"	45° 57' 36,80"
		3	400.652	7.367.091	23° 48' 14,60"	45° 58' 30,81"
	Canal de Bertioga	1	376.409	7.354.924	23° 54' 44,1"	46° 12' 51,1"
		2	378.681	7.356.747	23° 53' 45,4"	46° 11' 30,2"
		3	382.069	7.359.622	23° 52' 12,9"	46° 09' 29,6"
Cubatão	Canal de Piaçaguera	1	359.982	7.357.491	23° 53' 16,84"	46° 22' 31,24"
		2	359.959	7.355.860	23° 54' 9,84"	46° 22' 32,61"
		3	361.864	7.353.914	23° 55' 12,6"	46° 21' 25,7"
Santos	Canal de Santos	1	369.107	7.347.706	23° 58' 36,6"	46° 17' 11,6"
		2	367.145	7.350.411	23° 57' 08,1"	46° 18' 20,1"
		3	366.363	7.353.172	23° 55' 39,20"	46° 18' 47,06"
	Emissário de Santos	1	362.909	7.343.984	24° 0' 36,85"	46° 20' 52,33"
		2	362.884	7.344.421	24° 0' 22,64"	46° 20' 53,07"
		3	362.489	7.344.431	24° 0' 22,19"	46° 21' 7,04"
		4	362.419	7.344.012	24° 0' 35,79"	46° 21' 9,66"

Município	Local	Ponto	UTM		LAT (S)	LONG (W)
São Vicente	Canal de São Vicente	1	355.832	7.347.793	23° 58' 29,6"	46° 25' 01,2"
		2	355.575	7.349.873	23° 57' 21,9"	46° 25' 09,5"
		3	358.418	7.352.163	23° 56' 08,4"	46° 23' 28,2"
Guarujá	Emissário Guarujá	1	375.411	7.341.842	24° 1'50.20"	46°13'30.57"
		2	375.359	7.342.258	24° 1'36.66"	46°13'32.28"
		3	375.789	7.342.309	24° 1'35.12"	46°13'17.04"
		4	375.838	7.341.901	24° 1'48.40"	46°13'15.44"
Praia Grande	Praia Grande 1	1	357.387	7.340.387	24° 2'32.02"	46°24'9.01"
		2	357.522	7.339.943	24° 2'46.50"	46°24'4.39"
		3	357.037	7.340.299	24° 2'34.77"	46°24'21.43"
		4	357.046	7.339.965	24° 2'45.63"	46°24'21.23"
Itanhaém	Foz do Rio Itanhaém	1	319.992	7.322.518	24° 11' 57,9"	46° 46' 20,2"
		2	319.530	7.322.232	24° 12' 07,0"	46° 46' 36,7"
		3	319.951	7.321.951	24° 12' 16,3"	46° 46' 21,9"
Peruíbe	Foz do Rio Preto - Peruíbe	1	299.032	7.306.871	24° 20' 17,2"	46° 58' 50,6"
		2	298.705	7.306.452	24° 20' 30,7"	46° 59' 02,5"
		3	298.365	7.306.031	24° 20' 44,2"	46° 59' 14,7"
		4	296.509	7.303.099	24° 22' 19,76"	47° 0' 22,38"
Iguape	Mar Pequeno	1	246.379	7.266.044	24° 41' 55,85"	47° 30' 23,98"
		2	241.203	7.263.550	24° 43' 13,74"	47° 33' 29,65"
		3	234.939	7.259.450	24° 45' 23,03"	47° 37' 15,10"
Cananeia	Cananeia	1	207.464	7.232.504	24° 59' 39,9"	47° 53' 52,6"
		2	204.973	7.230.260	25° 00' 51,1"	47° 55' 23,0"
		3	200.399	7.223.528	25° 04' 26,4"	47° 58' 11,3"

Datum: WGS84

## Apêndice 3 – Índice de Qualidade de Água – CCME Canadá

A Rede de Monitoramento das Águas Costeiras da CETESB, embora relativamente nova, oferece valiosas informações sobre a qualidade dessas águas. Contudo, dados apresentados de forma discreta fornecem informações limitadas no que se refere ao diagnóstico geral das áreas monitoradas. Não obstante, estas informações são usadas na gestão da qualidade dessas águas. No sentido de aperfeiçoar a apresentação e integrar as informações geradas optou-se por introduzir neste ano, o cálculo de um Índice de qualidade para as águas costeiras que possa agregar os dados mais relevantes gerando uma classificação que reflète um diagnóstico das áreas avaliadas no litoral paulista.

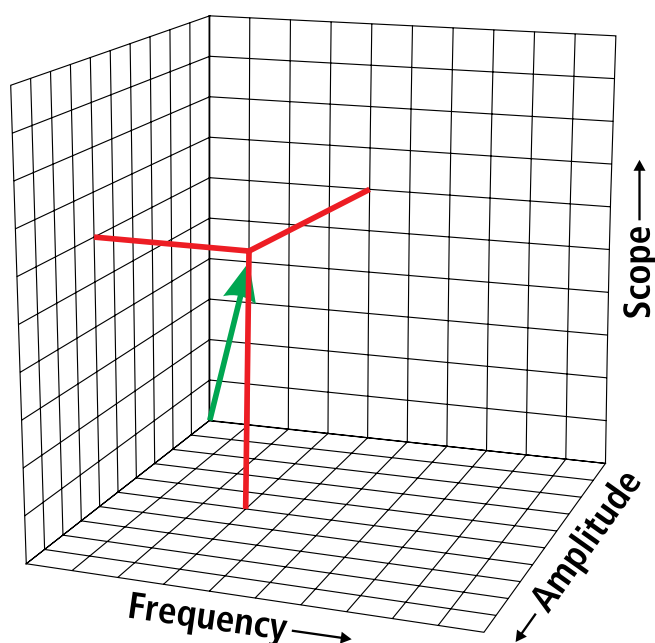
Com esse objetivo foi empregada a metodologia do Índice de Qualidade elaborado pelo CCME - *Canadian Council of Ministers of the Environment* (2001), pois se trata de uma ferramenta devidamente testada e validada com base estatística e aplicável também para águas salinas e salobras.

O método Canadense consiste em uma análise estatística que relaciona os resultados obtidos nas análises com um valor padrão para cada parâmetro incluído no cálculo. Por ser um método estatístico, o modelo não pode ser utilizado para menos de 4 valores. Para tanto, o índice foi calculado para cada ponto de amostragem utilizando-se os resultados obtidos nas três profundidades em duas campanhas, totalizando 6 valores.

A metodologia Canadense contempla 3 fatores principais que se referem às desconformidades em relação à um padrão legal ou valor de referência.

- 1. Parâmetros ou abrangência (Scope)
- 2. Frequencia
- 3. Amplitude

Figura 1 – Modelo conceitual do índice



### 1. Abrangência: Parâmetros Desconformes

Este fator do índice (denominado  $F_1$ ) avalia a quantidade de parâmetros que apresenta não conformidades. Uma área que apresente desconformidade em poucos parâmetros será menos penalizada no cálculo do que uma área que apresente desconformidade em muitos parâmetros analisados. Este fator não considera a frequência das não conformidades de forma que apenas uma ocorrência é suficiente para a inclusão do parâmetro. O cálculo é porcentual simples como apresentado na equação (1):

$$F_1 = \left( \frac{V_{NC}}{V_T} \right) \times 100 \quad (1)$$

Onde:

$V_{NC}$  é o número de variáveis que apresentaram não conformidade em relação aos valores de referência (por exemplo os limites da Resolução CONAMA 357/2005);

$V_T$  é o número total de variáveis analisadas que possuem valores de referência.

### 2. Frequência de desconformidade

Este fator avalia a quantidade de não conformidades como um todo e não diferencia os parâmetros entre si. Desta forma, uma área que tenha poucos parâmetros com não conformidades e que estes parâmetros apresentem resultados sistematicamente não conformes será penalizada da mesma forma que uma área em que muitos parâmetros apresentem não conformidades ocasionais. Este fator temporal é impactado pelo fato da CETESB não realizar quatro amostragens anuais. A deficiência em número de campanhas por ano foi compensada considerando-se as amostras de superfície, meio e fundo de cada uma das duas campanhas anuais realizadas atualmente. O cálculo é apresentado na equação (2).

$$F_2 = \left( \frac{A_{NC}}{A_T} \right) \times 100 \quad (2)$$

Onde:

$A_{NC}$  é o número total de amostras não conformes;

$A_T$  é o número total de amostras.

Nota: incluem-se todas as amostras de todos os parâmetros considerados para o cálculo, mesmo aqueles com menor número (as análises de clorofila consideram apenas superfície e meio).

### 3. Amplitude da desconformidade

Este fator (denominado  $F_3$ ) avalia a amplitude das não conformidades. Neste caso a quantidade de amostras desconformes e o 'tamanho' do desvio em relação ao padrão utilizado serão determinantes. Desta forma um valor 50% acima do padrão teria um peso igual a dois valores que excedessem em apenas 25%. Cada amostra não conforme deve ser comparada ao padrão e o valor total dos desvios deve ser somado segundo as equações (3a), (3b) e (4). A equação (3b) deve ser usada em casos em que existe um valor mínimo e não máximo como é o caso do oxigênio dissolvido.

$$D_i = \left( \frac{NC_j}{R_i} \right) - 1 \quad (3a)$$

$$D_i = \left( \frac{R_i}{NC_j} \right) - 1 \quad (3b)$$

$$S = \frac{\sum_{i=1}^n D_i}{A_r} \quad (4)$$

Onde:

$D_i$  é o desvio do valor da não conformidade em relação ao valor de referência;

$NC_j$  é o resultado das análises não conformes;

$R_i$  é valor de referência para o parâmetro analisado;

$S$  é a somatória normalizada dos desvios.

A parcela  $F_3$  é então calculada seguindo-se uma função assintótica que transpõe o resultado para um número em uma escala de 0 a 100 conforme a equação (5).

$$F_3 = \frac{S}{0,01 \times S + 0,01} \quad (5)$$

### Índice

O índice é então calculado segundo a equação (6).

$$\text{Índice Costeiro} = 100 - \frac{\sqrt{F_1^2 + F_2^2 + F_3^3}}{1,732} \quad (6)$$

O valor 1,732 advém do fato de que o valor máximo para cada fator do índice pode atingir é 100. A visualização gráfica dos três fatores mostra que o vetor resultante pode ser dado pela equação (7).

$$\sqrt{100^2 + 100^2 + 100^2} = \sqrt{30000} = 173,2 \quad (7)$$

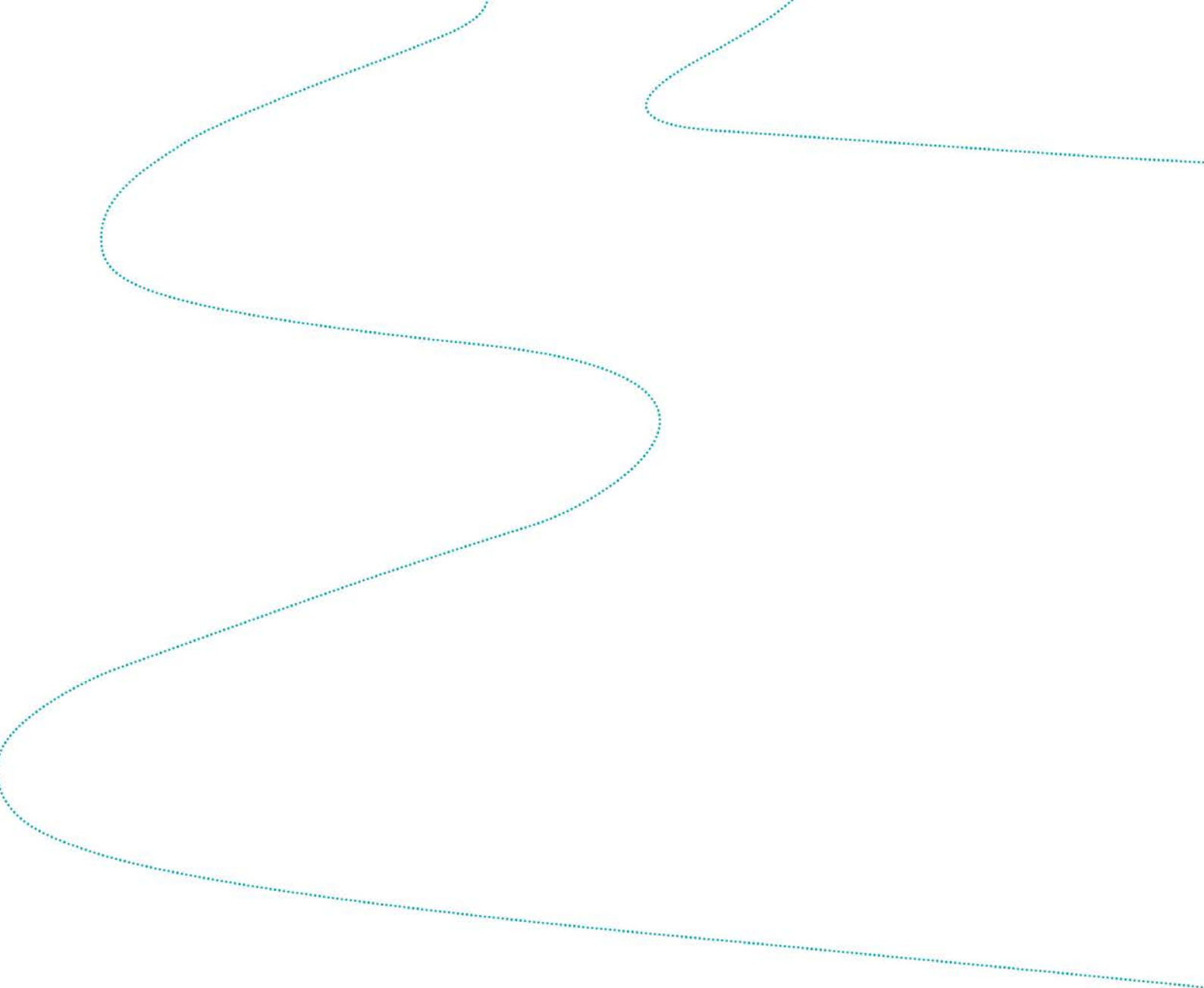
Sendo 173,2 seu valor máximo. Desta forma, faz-se necessário adicionar o divisor 1,732 para trazer a amplitude máxima do vetor para uma escala de 0 a 100.

O CCME determinou faixas de classificação para o índice que se mostraram bastante satisfatórias em testes realizados pela CETESB e optou-se por utilizar estas faixas em um primeiro momento. As classificações são apresentadas na Tabela.

Faixa de valores do índice	Classificação da faixa
$\geq 95$	Ótima
$< 95$ e $\geq 80$	Boa
$< 80$ e $\geq 65$	Regular
$< 65$ e $\geq 45$	Ruim
$< 45$	Péssima







| Secretaria de Infraestrutura e Meio Ambiente

