



SÉRIE RELATÓRIOS

QUALIDADE DAS ÁGUAS COSTEIRAS NO ESTADO DE SÃO PAULO

2019



Governo do Estado de São Paulo
João Doria - Governador do Estado de São Paulo

Secretaria de Infraestrutura e Meio Ambiente
Marcos Penido - Secretário de Estado

CETESB - Companhia Ambiental do Estado de São Paulo
Patrícia Iglecias - Diretora-Presidente

CETESB - Companhia Ambiental do Estado de São Paulo

Diretoria de Gestão Corporativa
Clayton Paganotto - Diretor

Diretoria de Controle e Licenciamento Ambiental
Zuleica Maria de Lisboa Perez - Diretora

Diretoria de Avaliação de Impacto Ambiental
Domenico Tremaroli - Diretor

Diretoria de Engenharia e Qualidade Ambiental
Carlos Roberto dos Santos - Diretor

GOVERNO DO ESTADO DE SÃO PAULO
SECRETARIA DE INFRAESTRUTURA E MEIO AMBIENTE DO ESTADO DE SÃO PAULO



QUALIDADE DAS ÁGUAS COSTEIRAS NO ESTADO DE SÃO PAULO

CETESB COMPANHIA AMBIENTAL DO ESTADO DE SÃO PAULO

2019

SÉRIE RELATÓRIOS

São Paulo ▪ 2020

Dados Internacionais de Catalogação

(CETESB – Biblioteca, SP, Brasil)

C418q CETESB (São Paulo)
Qualidade das águas costeiras no estado de São Paulo 2019 [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, 2020.
1 arquivo de texto (203 p.) : il. color., PDF ; 24,5 MB. - - (Série Relatórios / CETESB, ISSN 0103-4103).

Publicado anteriormente como: Qualidade das águas superficiais no estado de São Paulo; e Relatório de qualidade das águas costeiras no estado de São Paulo.

Disponível em:

<<http://cetesb.sp.gov.br/aguas-costeiras/publicacoes-e-relatorios/>>
ISBN 978-65-5577-005-6

1. Água – qualidade 2. Água – poluição 3. Águas salinas 4. Águas salobras
5. São Paulo (BR) 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 2020.
Av. Prof. Frederico Hermann Jr., 345
Pinheiros – SP – Brasil – CEP 05459900

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

Biól. Fábio Netto Moreno
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

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, Fotelito e Impressão

CETESB - Companhia Ambiental do Estado de São Paulo
Concluído em abril/2020

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

São inúmeros os problemas causados pela poluição ambiental, gerando prejuízos à saúde humana, ao bem-estar público e causando danos à flora e à fauna, o que torna a discussão sobre a sustentabilidade assunto premente que deve ser encarado visando à preservação do planeta.

O conceito de desenvolvimento sustentável é matéria de preocupação constante, pois num mundo em permanente transformação suprir as necessidades das gerações atuais garantindo as das gerações futuras é tarefa que impõe grandes responsabilidades a toda sociedade.

Tanto assim que a Organização das Nações Unidas na sua Agenda 2030 pontua dentre os 17 Objetivos de Desenvolvimento Sustentável o compromisso dos governos de reduzir substancialmente o número de mortes e doenças por produtos químicos perigosos, contaminação e poluição do ar, da água e do solo.

O Estado de São Paulo vem se aparelhando ao longo dos anos para o enfrentamento das questões ambientais, sem deixar de lado o relacionamento com outras esferas de governo que também se responsabilizam, pelo menos em parte, pela gestão do meio ambiente.

Nesse sentido são diversos os instrumentos utilizados para gestão ambiental dentre os quais podem ser citados os padrões de qualidade ambiental, os limites de emissão/lançamento, o zoneamento ambiental, o licenciamento, os programas de controle, as penalidades disciplinares, os inventários das fontes de poluição e o diagnóstico e os relatórios de qualidade ambiental.

O monitoramento ambiental realizado pela CETESB há diversas décadas permite um diagnóstico amplo e um acompanhamento da evolução da qualidade do meio ambiente no Estado, identificando vulnerabilidades e áreas prioritárias de atuação. Diversas redes de monitoramento ambiental vêm sendo operadas, ao longo do tempo, avaliando a qualidade do ar, das águas superficiais e subterrâneas, assim como das praias e águas costeiras.

Os dados gerados são consolidados em relatórios, que são que são instrumentos de gestão ambiental, sendo publicados anualmente pela CETESB. Esses relatórios também incluem comparação com limites legais, desconformidades, evolução do comportamento dos poluentes, tendências históricas dos indicadores de qualidade ambiental, entre outros. Desempenham um papel fundamental para o balizamento e a adoção de ações de controle e de políticas públicas visando à melhoria do meio ambiente.

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, além do Boletim de Qualidade das Águas Subterrâneas.

Como faz anualmente, a CETESB disponibiliza informações para a sociedade de forma sistemática e transparente.

Boa leitura!

Listas

LISTA DE TABELAS

Tabela 1.1 – Área e extensão da linha de costa dos municípios litorâneos	18
Tabela 1.2 – Proporção da população dos municípios litorâneos em relação às UGRHs	22
Tabela 1.3 – Crescimento populacional no período entre 2010 e 2019	22
Tabela 1.4 – ETEs e EPCs em funcionamento no Litoral Paulista	26
Tabela 1.5 – Cálculo do ICTEM para os municípios litorâneos	28
Tabela 1.6 – Elementos de composição do ICTEM para municípios com ETE (A) e para municípios com EPC (B)	29
Tabela 1.7 – Informações sobre saneamento básico nos municípios do litoral paulista	30
Tabela 2.1 – Variáveis determinadas na água	34
Tabela 2.2 – Variáveis determinadas no sedimento	35
Tabela 2.3 – Valores de referência para concentrações de nutrientes nos sedimentos	35
Tabela 2.4 – Parâmetros que compõem o IQAC	37
Tabela 2.5 – Valores e classificação para cada faixa do IQAC	38
Tabela 2.6 – 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)	38
Tabela 2.7 – Classes de níveis tróficos baseadas nas concentrações de clorofila <i>a</i> , nitrogênio e fósforo, para ambientes estuarinos, proposta por Bricker <i>et al.</i> (2003)	39
Tabela 2.8 – Classificação das amostras de acordo com os resultados ecotoxicológicos	42
Tabela 2.9 – Pontos de monitoramento das águas salinas e salobras por município	44
Tabela 2.10 – Subgrupos das Áreas de monitoramento	45
Tabela 2.11 – Profundidade dos pontos de amostragem da Rede Costeira	48
Tabela 3.1 – Classificação dos pontos monitorados na Rede Costeira e média das áreas de acordo com o IQAC – 2019	58
Tabela 3.2 – 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 2019	60
Tabela 3.3 – Qualidade ecotoxicológica dos sedimentos em 2019	70
Tabela 3.4 – Classificação dos pontos monitorados na Rede Costeira de acordo com o critério microbiológico – primeira e segunda campanhas de 2019	71
Tabela 3.5 – Resultados de Granulometria das 20 áreas por ponto, nos dois semestres de 2019 (continua)	72
Tabela 3.5 – Resultados de Granulometria das 20 áreas por ponto, nos dois semestres de 2019 (conclusão)	73
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	74
Tabela 3.7 – Médias, valores mínimos e máximos e porcentagem de não conformidades (NC) dos resultados de qualidade de sedimento de Picinguaba	75
Tabela 3.8 – Médias, valores mínimos e máximos e porcentagem de não conformidades (NC) dos resultados de qualidade de água da Baía de Itaguá	76
Tabela 3.9 – Médias, valores mínimos e máximos e porcentagem de não conformidades (NC) dos resultados de qualidade de sedimento da Baía de Itaguá	78
Tabela 3.10 – Médias, valores mínimos e máximos e porcentagem de não conformidades (NC) dos resultados de qualidade de água do Saco da Ribeira	79
Tabela 3.11 – Médias, valores mínimos e máximos e porcentagem de não conformidades (NC) dos resultados de qualidade de sedimento do Saco da Ribeira	80
Tabela 3.12 – Médias, valores mínimos e máximos e porcentagem de não conformidades (NC) dos resultados de qualidade de água de Tabatinga	81
Tabela 3.13 – Médias, valores mínimos e máximos e porcentagem de não conformidades (NC) dos resultados de qualidade de sedimento de Tabatinga	82
Tabela 3.14 – Médias, valores mínimos e máximos e porcentagem de não conformidades (NC) dos resultados de qualidade de água de Cocanha	83
Tabela 3.15 – Médias, valores mínimos e máximos e porcentagem de não conformidades (NC) dos resultados de qualidade de sedimento de Cocanha	84
Tabela 3.16 – Médias, valores mínimos e máximos e porcentagem de não conformidades (NC) dos resultados de qualidade de água da Baía de Caraguatatuba	85
Tabela 3.17 – Médias, valores mínimos e máximos e porcentagem de não conformidades (NC) dos resultados de qualidade de sedimento da Baía de Caraguatatuba	86
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	87

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	89
Tabela 3.20 – Médias, valores mínimos e máximos e porcentagem de não conformidades (NC) dos resultados de qualidade de água de Barra do Una	90
Tabela 3.21 – Médias, valores mínimos e máximos e porcentagem de não conformidades (NC) dos resultados de qualidade de sedimento da Barra do Una	91
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 Itaguapé	92
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	93
Tabela 3.24 – Médias, valores mínimos e máximos e porcentagem de não conformidades (NC) dos resultados de qualidade de água do Canal da Bertoga	94
Tabela 3.25 – Médias, valores mínimos e máximos e porcentagem de não conformidades (NC) dos resultados de qualidade de sedimento do Canal de Bertoga	95
Tabela 3.26 – Médias, valores mínimos e máximos e porcentagem de não conformidades (NC) dos resultados de qualidade de água do Canal de Piaçaguera	96
Tabela 3.27 – Médias, valores mínimos e máximos e porcentagem de não conformidades (NC) dos resultados de qualidade de sedimento do Canal de Piaçaguera	98
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	99
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	100
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	101
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	102
Tabela 3.32 – Médias, valores mínimos e máximos e porcentagem de não conformidades (NC) dos resultados de qualidade de água do Canal de Santos ..	103
Tabela 3.33 – Médias, valores mínimos e máximos e porcentagem de não conformidades (NC) dos resultados de qualidade de sedimento do Canal de Santos	105
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	106
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	108
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	109
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	110
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	111
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	112
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	113
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	115
Tabela 3.42 – Médias, valores mínimos e máximos e porcentagem de não conformidades (NC) dos resultados de qualidade de água do Mar Pequeno	116
Tabela 3.43 – Médias, valores mínimos e máximos e porcentagem de não conformidades (NC) dos resultados de qualidade de sedimento do Mar Pequeno	117
Tabela 3.44 – Médias, valores mínimos e máximos e porcentagem de não conformidades (NC) dos resultados de qualidade de água do Mar de Cananeia	118
Tabela 3.45 – Médias, valores mínimos e máximos e porcentagem de não conformidades (NC) dos resultados de qualidade de sedimento do Mar de Cananeia	119
Tabela 4.1 – Concentração média anual da clorofila <i>a</i> e as tendências da qualidade das águas de acordo com o IETC entre 2015 e 2019	131
Tabela 4.2 – Porcentagem de amostras de sedimentos com compostos de HPAs no Litoral Paulista em 2019	133
Tabela 4.3 – Ocorrência de metais no litoral paulista em 2019	134
Tabela 4.4 – Classificação final da qualidade do sedimento costeiro, de acordo com os ensaios ecotoxicológicos realizados em 2019 com <i>Grandidierella bonnieroides</i>	136
Tabela 4.5 – Classificação ecotoxicológica dos sedimentos costeiros de 2015 a 2019	138
Tabela 5.1 – Distribuição das ocorrências atendidas pela CETESB, por atividade, nos diferentes municípios do Litoral de São Paulo	155
Tabela 5.2 – Mortandade de peixes ocorridas em 2019 na região costeira do estado de São Paulo	158
Tabela 1 – Características das cinco zonas oceânicas definidas pela CNUDM	167
Tabela 2 – Características das APAs marinhas do Estado de São Paulo	173
Tabela 3 – Linhas de corte e licenciamento pertinente para as atividades de aquicultura	174

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1.1 – Médias pluviométricas mensais históricas (Fonte: DAEE e CIAGRO)	19
Gráfico 1.2 – Médias de chuva por municípios, de acordo com a época do ano (Fonte: DAEE e CIAGRO)	20
Gráfico 1.3 – Aumento populacional baseado nas contagens populacionais oficiais de 2010 e 2019.....	23
Gráfico 1.4 – Intensidades de chuva mensais e anuais na UGRHI 3 – Litoral Norte em 2019	24
Gráfico 1.5 – Intensidades de chuva mensais e anuais na UGRHI 7 – Baixada Santista em 2019	24
Gráfico 1.6 – Intensidades de chuva mensais e anuais na UGRHI 11 – Ribeira de Iguape/Litoral Sul em 2019.....	25
Gráfico 3.1 – Porcentagem da densidade de organismos fitoplantctônicos por grupos nos pontos amostrados na primeira e na segunda campanha no ano de 2019.....	61
Gráfico 3.2 – Densidades de organismos fitoplantctônicos nos pontos amostrados, nas duas campanhas, no ano de 2019	62
Gráfico 4.1 – Distribuição Percentual da classificação das áreas pelo IQAC médio em 2019	121
Gráfico 4.2 – Classificação das áreas pelo IQAC médio em 2019	122
Gráfico 4.3 – Evolução da proporção do IQAC de todos os pontos de 2012 a 2019	123
Gráfico 4.4 – Porcentagem de áreas que apresentaram não conformidade por variável em 2019.....	123
Gráfico 4.5 – Porcentagem de amostras não conformes por variável em 2019 na Rede costeira (a), Águas Salobras (b) e Águas Salinas (c)	124
Gráfico 4.6 – Média das concentrações de OD nas amostras de água das áreas da rede costeira em 2019	125
Gráfico 4.7 – Média das concentrações de carbono orgânico total (COT) (mg/L) nas amostras de água das áreas da rede costeira em 2019.....	126
Gráfico 4.8 – Média das concentrações de nitrogênio amoniacal (mg/L) nas amostras de água das áreas da rede costeira em 2019.....	126
Gráfico 4.9 – Média das concentrações de fósforo total (PT) (mg/L) nas amostras de água das áreas da rede costeira em 2019	127
Gráfico 4.10 – Média das concentrações de clorofila <i>a</i> (µg/L) nas amostras de água das áreas da rede costeira em 2019 e valores de referência para águas salobras e salinas.....	127
Gráfico 4.11 – Porcentagem por classes de Estado Trófico nas amostras de superfície e meio da coluna de água, 1ª e 2ª campanha de 2019	128
Gráfico 4.12 – Evolução da Distribuição do IETC – 2015 a 2019	130
Gráfico 4.13 – Média geométrica das concentrações de enterococos (UFC/100 mL) - 1ª e 2ª campanhas de 2019.....	132
Gráfico 4.14 – Porcentagem de ocorrência de amostras de sedimentos contendo HPAs no Litoral Paulista em 2019	132
Gráfico 4.15 – Ocorrência de metais nos sedimentos do Litoral Paulista em 2019	133
Gráfico 4.16 – Concentração de COT (%) dos sedimentos nas áreas da rede de monitoramento costeiro (média dos pontos) em 2019.....	134
Gráfico 4.17 – Ocorrências de nitrogênio Kjeldahl total (NKT) no Litoral Paulista em 2019.....	135
Gráfico 4.18 – Concentração média de nitrogênio Kjeldahl total (mg/kg) dos sedimentos nas áreas da rede de monitoramento costeiro em 2019	135
Gráfico 4.19 – Concentração média de fósforo total (mg/kg) dos sedimentos nas áreas da rede de monitoramento costeiro em 2019	136
Gráfico 4.20 – Porcentagem de amostras com presença ou ausência de efeito tóxico nos ensaios ecotoxicológicos agudos com <i>Grandidierella bonnieroides</i> nos últimos cinco anos (NT = Não tóxico; T = Tóxico)	137
Gráfico 4.21 – Percentual de amostras nas três grandes regiões costeiras que não apresentaram toxicidade para <i>Grandidierella bonnieroides</i> nos ensaios com sedimento entre 2015 e 2019	140
Gráfico 4.22 – Médias das concentrações de <i>Clostridium perfringens</i> (NMP/100g) nos sedimentos costeiros em 2019	141
Gráfico 4.23 – Médias das concentrações de coliformes termotolerantes (NMP/100g) nos sedimentos em 2019.....	141
Gráfico 4.24 – Porcentagem de amostras em cada classe de qualidade microbiológica de acordo com concentração de bactéria fecal nos sedimentos em 2019	142

LISTA DE QUADROS

Quadro 3.1 – Presença de microalgas potencialmente produtoras de biotoxinas nas análises qualitativas - 2019.....	63
Quadro 3.2 – Histórico com porcentagem amostragens positiva para cada gênero potencialmente tóxico (análise qualitativa), maior valor obtido e local. 2017-2019	64

LISTA DE FIGURAS

Figura 1.1 – Classificação das águas	16
Figura 1.2 – Fatores que influenciam a qualidade das águas costeiras	17
Figura 2.1 – Modelo conceitual do índice	36
Figura 2.2 – Quartis 25%, 50% e 75% da clorofila <i>a</i> , ambiente marinho (superfície, meio e fundo)	39
Figura 2.3 – Proposta de classificação do ambiente marinho com base nas concentrações de clorofila <i>a</i>	39
Figura 2.4 – Quartis 25%, 50% e 75% para clorofila <i>a</i> , ambiente estuarino (superfície e meio)	40
Figura 2.5 – Proposta de classificação do ambiente estuarino baseada nas concentrações de clorofila <i>a</i>	40
Figura 2.6 – Classificação para os parâmetros microbiológicos	43
Figura 2.7 – Localização dos pontos de amostragem da rede costeira	49
Figura 3.1 – Fotos das diatomáceas <i>Asterionellopsis</i> e <i>Skeletonema</i>	63
Figura 3.2 – Fotos dos gêneros <i>Pseudo-nitzschia</i> , <i>Dinophysis</i> e <i>Prorocentrum</i>	65
Figura 3.3 – Fotos de organismos do gênero <i>Trichodesmium</i> . Foto 1: Agregado de <i>Trichodesmium</i> , aumento 100X. Foto 2: Agregado de feixes degradados, aumento 400x. Foto 3: Tricoma pouco degradado (100X)	66
Figura 5.1 – Emergências atendidas pela CETESB no período de janeiro de 1978 a dezembro de 2019, por região (região metropolitana, interior e litoral)	153
Figura 5.2 – Emergências químicas atendidas pela CETESB no ano de 2019, distribuídas por região (região metropolitana, interior e litoral)	154
Figura 5.3 – Emergências químicas atendidas pela CETESB no ano de 2019, distribuídas por atividade	154
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	168
Figura 2 – Linha de base reta no litoral de São Paulo e coordenadas dos pontos	169
Figura 3 – Plataforma continental brasileira	170
Figura 1 – Modelo conceitual do índice	197

LISTA DE MAPAS

Mapa 1.1 – Municípios do Litoral Paulista	18
Mapa 1.2 – ETEs e EPCs em funcionamento no Litoral Norte	26
Mapa 1.3 – ETEs e EPCs em funcionamento na Baixada Santista	27
Mapa 1.4 – ETEs em funcionamento no Litoral Sul	27
Mapa 1.5 – Percentual de coleta de esgoto por município	31
Mapa 2.1 – Áreas do monitoramento da rede costeira no Litoral Norte	46
Mapa 2.2 – Áreas do monitoramento da rede costeira na Baixada Santista	46
Mapa 2.3 – Áreas do monitoramento da rede costeira no Litoral Sul	47
Mapa 4.1 – Índice de Qualidade de Água Costeira 2019 – Litoral Norte (norte)	143
Mapa 4.2 – Índice de Qualidade de Água Costeira 2019 – Litoral Norte (sul)	144
Mapa 4.3 – Índice de Qualidade de Água Costeira 2019 – Baixada Santista (norte)	145
Mapa 4.4 – Índice de Qualidade de Água Costeira 2019 – Baixada Santista (sul)	146
Mapa 4.5 – Índice de Qualidade de Água Costeira 2019 – Litoral Sul	147
Mapa 4.6 – Avaliação da qualidade dos sedimentos 2019 – Litoral Norte	148
Mapa 4.7 – Avaliação da qualidade dos sedimentos 2019 – Baixada Santista (região norte)	149
Mapa 4.8 – Avaliação da qualidade dos sedimentos 2019 – Baixada Santista (região sul)	150
Mapa 4.9 – Avaliação da qualidade dos sedimentos 2019 – Litoral Sul	151

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

1 • As Águas Costeiras do Estado de São Paulo	15
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
2 • Metodologia e Rede Costeira.....	33
2.1 Metodologia	33
2.1.1 Distribuição Espacial e Temporal do monitoramento	33
2.1.2 Qualidade das águas	33
2.1.3 Qualidade dos sedimentos.....	34
2.1.3.1 Critérios de Qualidade para Sedimentos.....	35
2.2 Índices de Qualidade de Água.....	36
2.2.1 Índice de qualidade de águas costeiras (IQAC)	36
2.2.2 Índice de estado trófico costeiro (IETC).....	38
2.2.3 Microalgas (fitoplâncton).....	40
2.3 Índices de qualidade de sedimento	41
2.3.1 Índice de Qualidade Ecotoxicológica do Sedimento	41
2.3.2 Índice de qualidade microbiológica de sedimento costeiro (IQMSC)	42
2.5 Rede de águas Costeiras	43
3 • Qualidade das Águas Salinas e Salobras e Sedimentos: Índices e Resultados.....	57
3.1 IQAC - Índice de Qualidade de Águas Costeiras.....	58
3.2 IETC - Índice de Estado Trófico	59
3.3 Fitoplâncton – microalgas tóxicas	60
3.4 Índices de qualidade dos sedimentos e granulometria	69
3.4.1 Classificação ecotoxicológica dos sedimentos	69
3.4.2 Classificação microbiológica dos sedimentos	70
3.4.3 Classificação granulométrica.....	72
3.5 Avaliação da qualidade ambiental das áreas	73
3.5.1 Picinguaba	74
3.5.2 Baía de Itaguá.....	76
3.5.3 Saco da Ribeira	78
3.5.4 Tabatinga	81
3.5.5 Cocanha	83
3.5.6 Baía de Caraguatatuba.....	85
3.5.7 Canal de São Sebastião	87
3.5.8 Barra do Una.....	89
3.5.9 Área de influência do Rio Itaguapé	91

3.5.10 Canal de Bertioga.....	93
3.5.11 Canal de Piaçaguera.....	96
3.5.12 Área de influência do Emissário do Guarujá.....	98
3.5.13 Área de influência do Emissário de Santos.....	100
3.5.14 Canal de Santos.....	103
3.5.15 Canal de São Vicente.....	105
3.5.16 Área de influência do emissário submarino da Praia Grande 1.....	108
3.5.17 Área de Influência do Rio Itanhaém.....	111
3.5.18 Área de Influência Rio Preto.....	113
3.5.19 Mar Pequeno.....	115
3.5.20 Mar de Cananeia.....	118
4 • Síntese da Qualidade das Águas Costeiras no Estado de São Paulo.....	121
4.1 Qualidade das Águas.....	121
4.1.1 Índice de qualidade de águas costeiras – IQAC.....	121
4.1.2 Atendimento aos padrões de qualidade de água.....	123
4.1.3 Índice de Estado Trófico Costeiro - IETC.....	127
4.1.4. Qualidade microbiológica.....	131
4.2. Qualidade dos Sedimentos.....	132
4.2.2. Avaliação ecotoxicológica dos sedimentos.....	136
4.2.3. Qualidade microbiológica dos sedimentos.....	140
5 • Emergências Químicas em Águas Costeiras.....	153
5.1 Panorama das principais ocorrências no litoral paulista.....	153
5.2 Conclusão.....	157
5.3 Mortandade de Peixes na Região Costeira.....	157
6 • Conclusões.....	159
7 • Referências.....	161
Apêndices.....	167
Apêndice 1 - Legislação Pertinente.....	167
Apêndice 2 - Caracterização dos Pontos de Amostragem da Rede Costeira.....	175
Apêndice 3 – Índice de Qualidade de Água – CCME Canadá.....	197

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 Anexo 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 357/2005 é o resultado do processo de revisão da Resolução do Conama nº 20/1986 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.

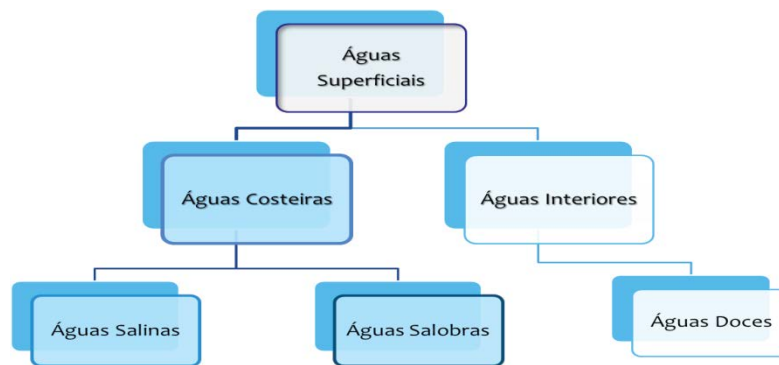
No que se referem às águas costeiras que englobam as águas salinas e salobras, os avanços foram, principalmente: a inclusão de padrões para os nutrientes, que permite a identificação de condições de eutrofização do ambiente; e o estabelecimento de quatro categorias de classes de qualidade de água (Especial, 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 3 tipos de água classificadas com base na salinidade:

I Águas doces	Águas com salinidade igual ou inferior a 0,5 ‰;
II Águas salobras	Águas com salinidade superior a 0,5 ‰ e inferior a 30 ‰;
III 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 **4 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:

- à recreação de contato primário, conforme Resolução do Conama nº 274/2000;
- à proteção das comunidades aquáticas; e
- à aquicultura e à atividade de pesca;

e para as águas salobras, ainda:

- ao abastecimento para consumo humano após tratamento convencional ou avançado; e
- à 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 à 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:

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

Classe 3: são águas destinadas:

- à navegação; e
- à harmonia paisagística.

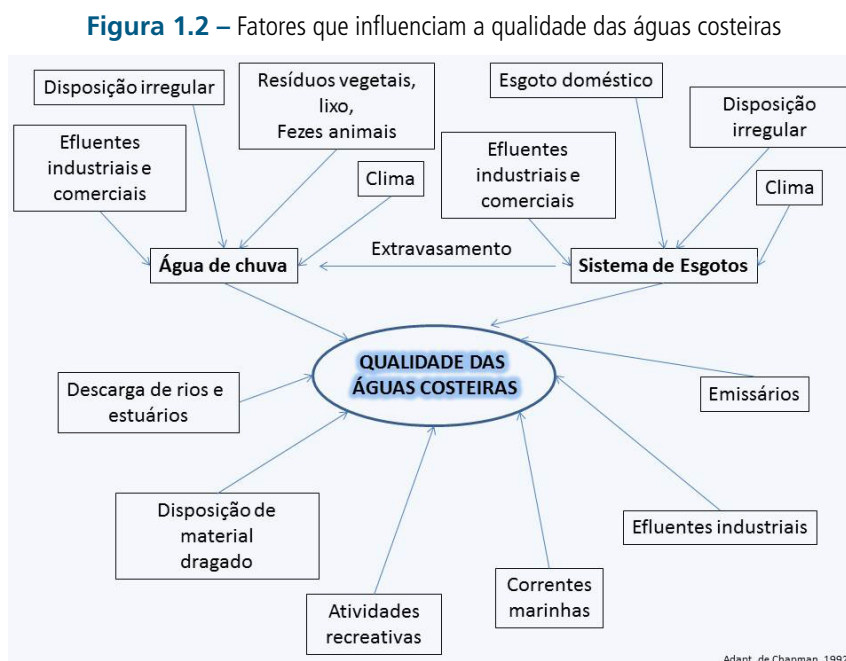
1.1.2 Enquadramento

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.



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 km². 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



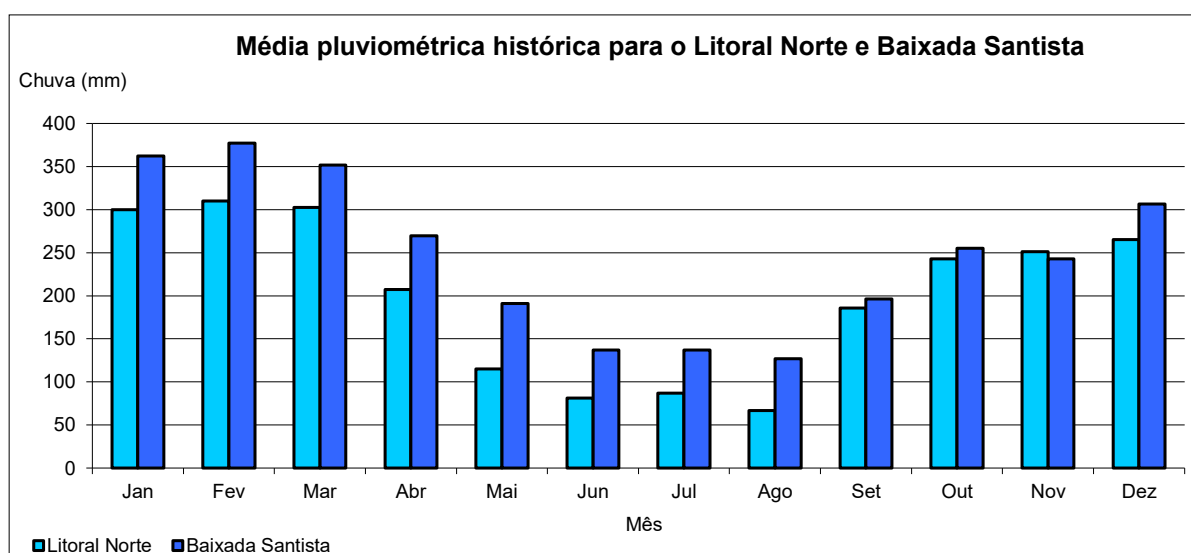
Tabela 1.1 – Área e extensão da linha de costa dos municípios litorâneos

Município	Área (km ²)	Extensão (km)
Ubatuba	711	200
Caraguatatuba	484	38
São Sebastião	401	107
Ilhabela	347	134
Total Litoral Norte	1.943	479
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
Total Baixada Santista	2.402	246
Iguape	1.981	30
Ilha Comprida	189	65
Cananeia	1.244	62
Total Litoral Sul	3.414	157
Total Litoral Paulista	7.759	883

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 históricas¹ 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.

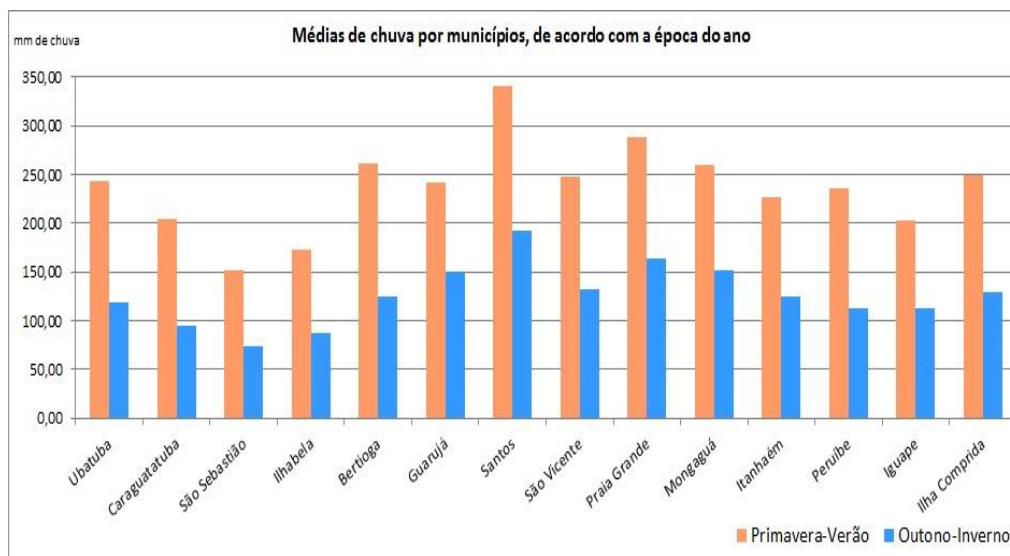
Gráfico 1.1 – Médias pluviométricas mensais históricas (Fonte: DAEE e CIAGRO²)



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 município

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 CIAGRO³)

1.2.2 Aspectos Econômicos

O Litoral Norte abriga quatro municípios com extensão territorial de 1.948 km². 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: barrilha, sulfato de sódio, malte, cevada, trigo, produtos siderúrgicos, máquinas e equipamentos, bobinas de fio de aço e cargas gerais e de exportação: veículos, peças, máquinas e equipamentos, produtos siderúrgicos e cargas gerais. Possui uma área de mais de 270.000 m² em pátios de armazenagem. No ano de 2019, o porto de São Sebastião movimentou mais de 740 mil toneladas em cargas (Fonte: http://portoss.sp.gov.br/home/administracao/estatisticas/#elf_l1_MjAxOQ).

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 granéis líquidos acumulada 2019 foi de mais de 43.000.000 toneladas; quanto aos navios, foram mais de 590 atracações (Fonte: http://portoss.sp.gov.br/home/administracao/estatisticas/#elf_l1_MjAxOQ).

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 km², 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.

3 <http://www.sigrh.sp.gov.br/cgi-bin/bdhtm.exe/plu>; <http://www.ciiagro.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 2019 foi de mais de 134 milhões de toneladas; em relação aos contêineres, foram mais de 2.500.000 unidades. 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 no porto de Santos aumenta ano após ano e, por envolver cargas potencialmente poluentes, faz com que seja essencial o monitoramento da qualidade das águas e sedimentos do canal do porto (Fonte: http://intranet.portodesantos.com.br/docs_codesp/doc_codesp_pdf_site.asp?id=128350).

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 censos⁴. 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%.

4 Fonte: <https://www.ibge.gov.br/estatisticas-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	336.281	15,8
Baixada Santista	1.734.692	81,6
Litoral Sul*	54.563	2,6

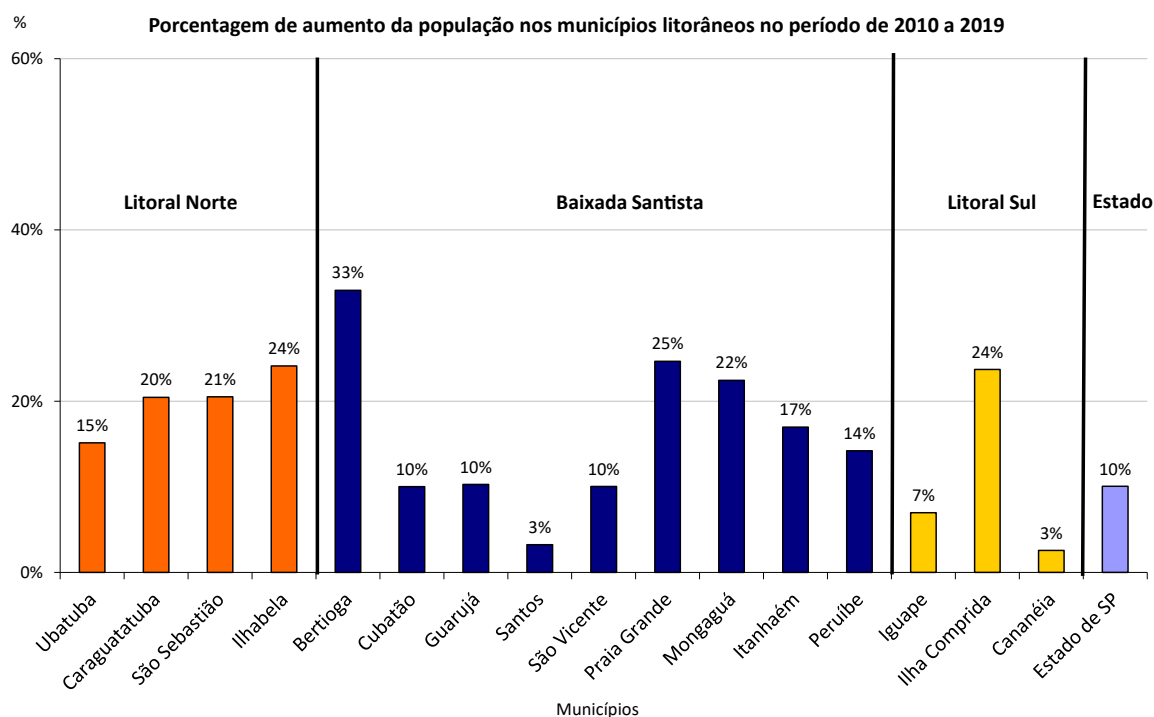
*Iguape, Ilha Comprida e Cananeia

Os dados populacionais divulgados mostram que no litoral de São Paulo 5 dos 16 municípios apresentam crescimento populacional superior a 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%), 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 Cananeia 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 2010, 2019 e a taxa de crescimento no período.

Tabela 1.3 – Crescimento populacional no período entre 2010 e 2019

	Município	Estimativa populacional		Aumento absoluto (nº habitantes)	Crescimento no período
		2010	2019		
Litoral Norte	Ubatuba	78.870	90.799	11.929	15%
	Caraguatatuba	100.899	121.532	20.633	20%
	São Sebastião	73.833	88.980	15.147	21%
	Ilhabela	28.176	34.970	6.794	24%
Baixada Santista	Bertioga	47.572	63.249	15.677	33%
	Cubatão	118.797	130.705	11.908	10%
	Guarujá	290.607	320.459	29.852	10%
	Santos	419.757	433.311	13.554	4%
	São Vicente	332.424	365.798	33.374	10%
	Praia Grande	260.769	325.073	64.304	25%
	Mongaguá	46.310	56.702	10.392	22%
	Itanhaém	87.053	101.816	14.763	17%
	Peruíbe	59.793	68.284	8.491	14%
Litoral Sul	Iguape	28.844	30.857	2.013	7%
	Ilha Comprida	9.027	11.166	2.139	24%
	Cananeia	12.226	12.540	314	3%
Estado de São Paulo		41.384.039	45.538.936	4.154.897	10%

Fonte: http://downloads.ibge.gov.br/downloads_estatisticas.htm

Gráfico 1.3 – Aumento populacional baseado nas contagens populacionais oficiais de 2010 e 2019

Fonte: http://www.ibge.gov.br/home/estatimtiva_tcu.shtml (consultado em 29/08/2019)

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 três UGRHs da região. Os gráficos a seguir mostram a chuva anual e as chuvas mensais de 2019 comparadas à média histórica (1993-2016). É possível observar que apesar de o volume anual não ter sido muito diferente dessa média, os índices pluviométricos mensais foram superiores às médias nos primeiros cinco meses do ano, em todas as regiões litorâneas.

No Litoral Norte o volume anual de chuva de 2019, comparado com a média histórica, apresentou um pequeno aumento (13%). Nota-se que em fevereiro, março e maio choveu muito acima da média histórica, sendo que junho, agosto e novembro também apresentaram valores superiores. No segundo semestre, nos meses de outubro e dezembro choveu menos do esperado. (Gráficos 1.4).

Na Baixada Santista o volume anual de 2019 também foi levemente superior à média histórica tendo chovido mais que a média no primeiro semestre, principalmente nos meses de fevereiro e maio, nos quais os volumes foram praticamente o dobro do esperado. Nota-se que os índices pluviométricos mensais foram superiores no primeiro semestre e inferiores no segundo com índices bem baixos nos meses de outubro e dezembro (Gráfico 1.5).

Gráfico 1.4 – Intensidades de chuva mensais e anuais na UGRHI 3 – Litoral Norte em 2019

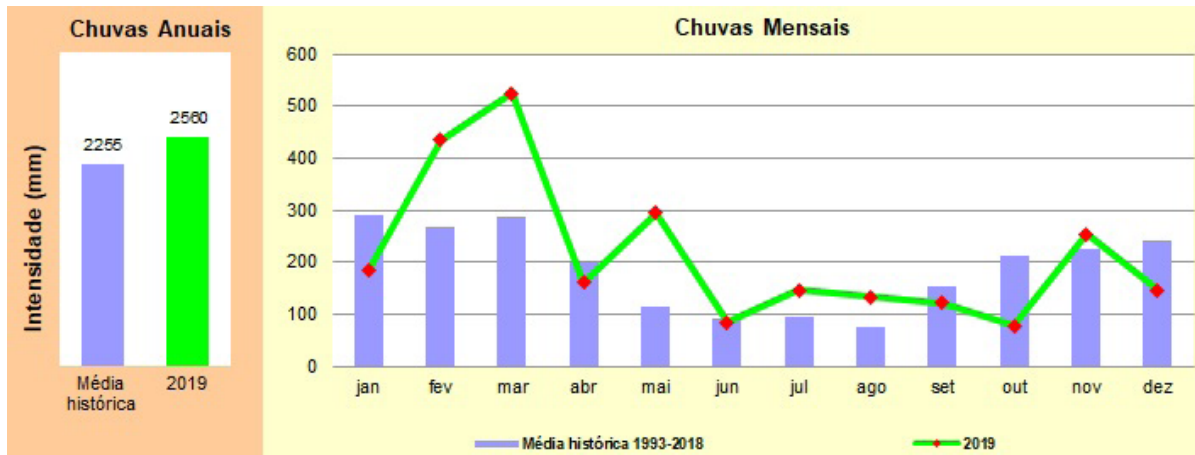
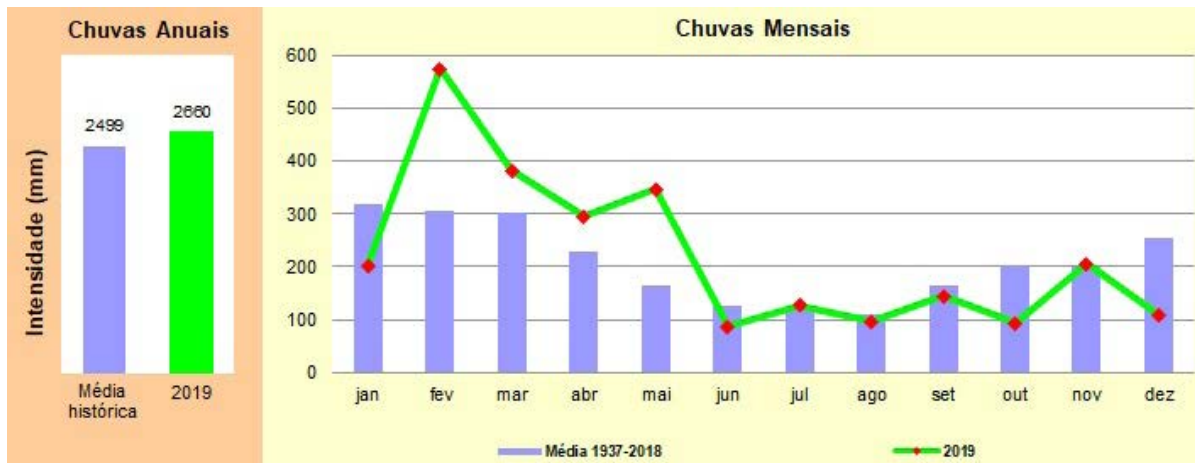
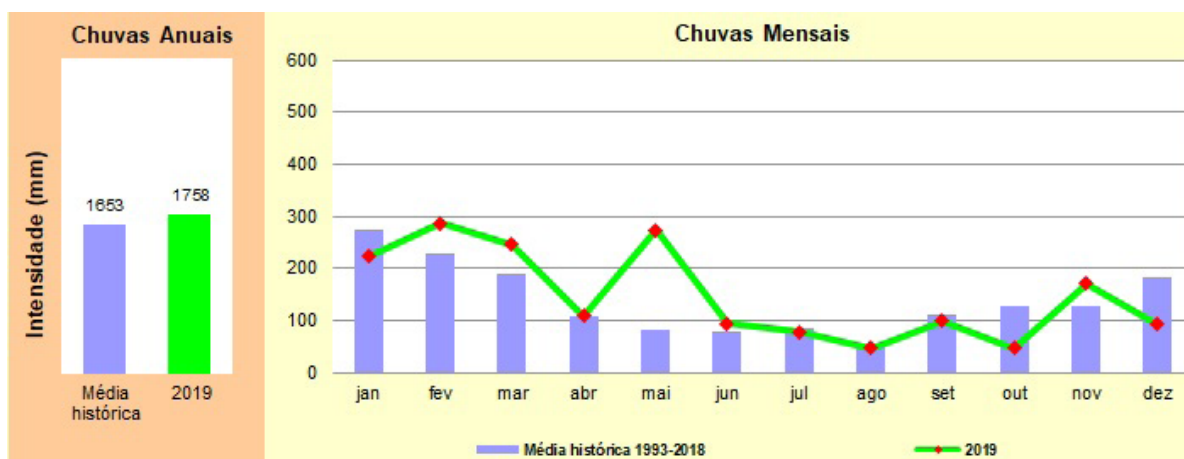


Gráfico 1.5 – Intensidades de chuva mensais e anuais na UGRHI 7 – Baixada Santista em 2019



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 Cananeia) que foi um pouco superior à média histórica. Contudo, é possível observar que os meses de fevereiro, março e novembro apresentaram acumulados acima da média histórica mensal. O acumulado anual ficou em torno de 7% maior que média histórica.

Gráfico 1.6 – Intensidades de chuva mensais e anuais na UGRHI 11 – Ribeira de Iguape/Litoral Sul em 2019

Considerando-se as três UGRHIs, verifica-se que choveu um pouco a mais que as médias históricas, mas as diferenças entre essas médias e o acumulado anual não foi muito significativo, com cerca de 7% de chuva a maior durante o ano para as UGRHIs 7 e 11 e 13% na 3. Destaca-se, nas três regiões, o mês de maio, com acumulado bastante superior à média para o mês. Além disso, de modo geral, o primeiro semestre mostrou índices mensais superiores à média e o segundo semestre mostrou-se menos chuvoso, principalmente nos meses de outubro e dezembro.

1.3 Aspectos de saneamento

A qualidade das águas costeiras, e principalmente das praias, é bastante influenciada pelas condições de saneamento básico existentes nas cidades litorâneas. A maior cobertura da rede de esgotos diminuiu a chance do aporte de esgotos domésticos às praias, o que contribui para a manutenção das boas condições de balneabilidade. Assim sendo, a seguir são apresentados os sistemas de saneamento básico existentes nos municípios costeiros do estado de São Paulo.

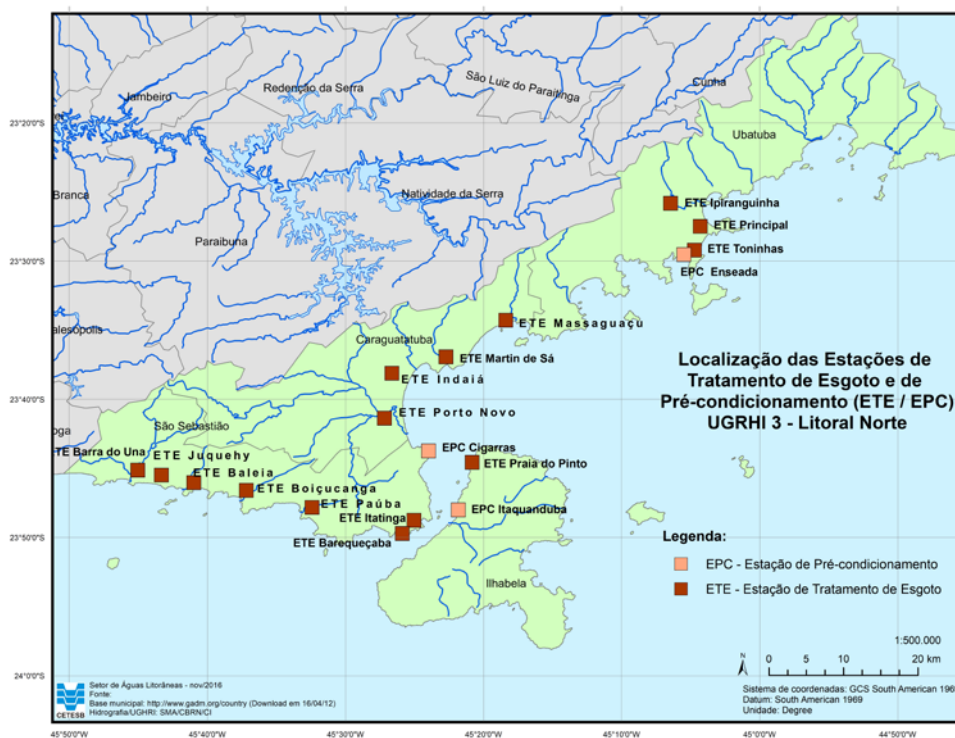
Há dois tipos principais de destinação do esgoto sanitário coletado no litoral de São Paulo: as ETEs (estações de tratamento de esgoto), cujo efluente tratado é lançado em corpos-d'água na região; e o sistema de disposição oceânica composto pelas EPCs (estações de condicionamento), cujo efluente após tratamento preliminar 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 34 estações de tratamento de esgoto e 8 estações de condicionamento (Tabela 1.4 e Mapas 1.2 a 1.3).

Tabela 1.4 – ETEs e EPCs em funcionamento no Litoral Paulista

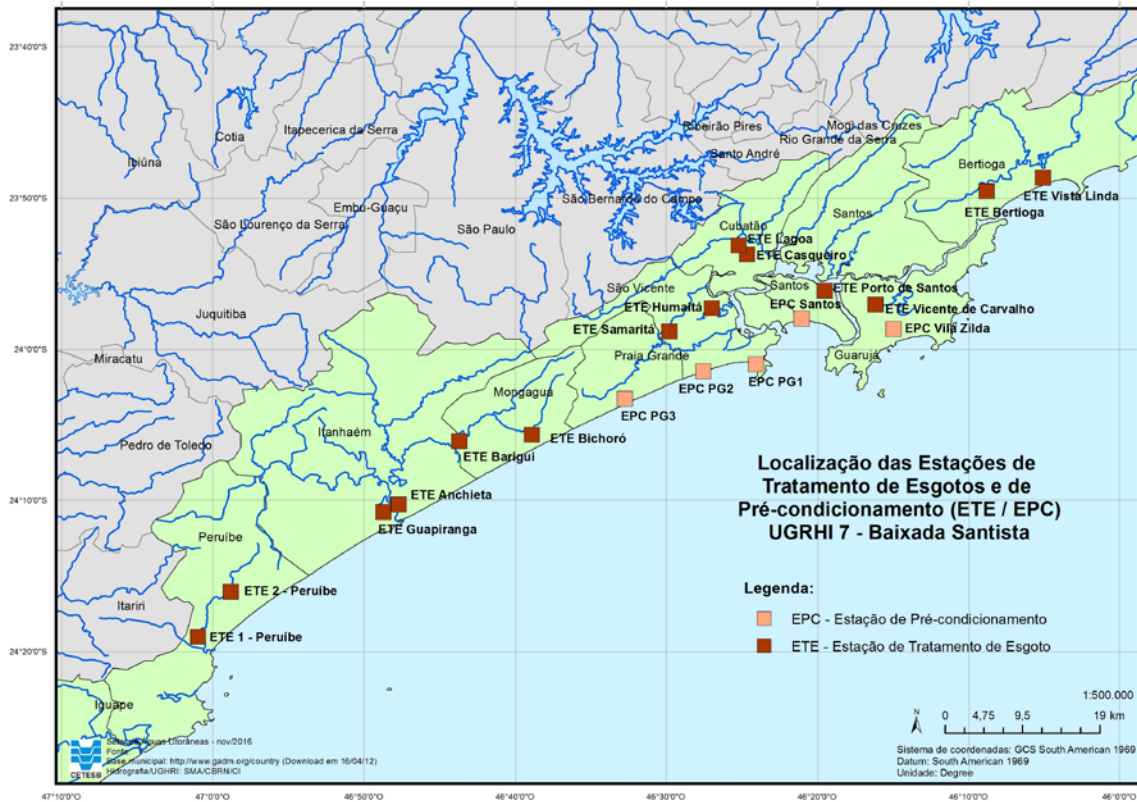
Litoral Norte		Baixada Santista		Litoral Sul	
Município	ETE / EPC	Município	ETE / EPC	Município	ETE / EPC
Ubatuba	Taquaral (CDHU)	Bertioga	Vista Linda	Iguape	Iguape
	Ipiranguinha		Bertioga		Barra da Ribeira
	Principal	Cubatão	Casqueiro	Ilha Comprida	Ilha Comprida 1
	Enseada (EPC + emissário)		Lagoa	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

Locais cujo efluente passa por uma estação de condicionamento e segue para emissário submarino
 A ETE Porto de Santos é administrada por empresa privada

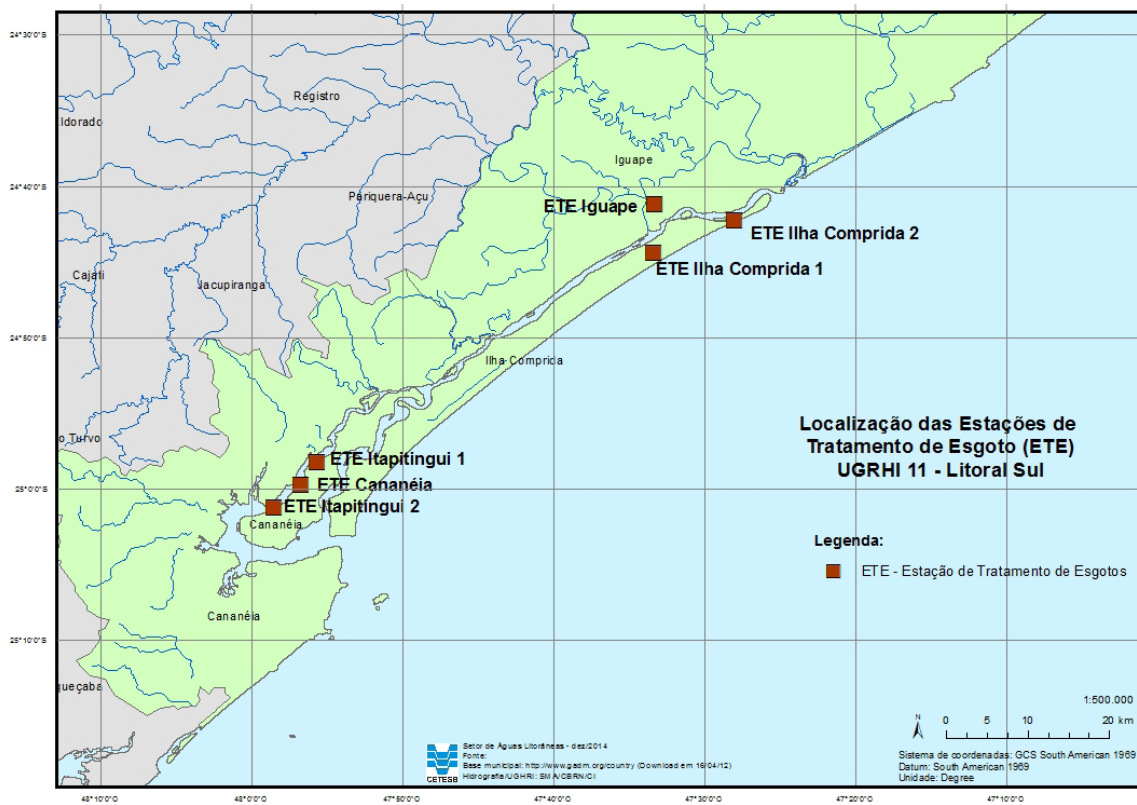
Mapa 1.2 – ETEs e EPCs em funcionamento no Litoral Norte



Mapa 1.3 – ETEs e EPCs em funcionamento na Baixada Santista



Mapa 1.4 – ETEs em funcionamento no Litoral Sul



Os emissários submarinos têm papel importante no afastamento dos esgotos das praias e sua dispersão nas águas do mar, o que contribui para a proteção da saúde pública. Na EPC, realiza-se o acondicionamento dos esgotos, com remoção de parte dos sólidos e da areia (gradeamento, peneiramento e caixa de areia) e em alguns casos, a desinfecção.

A CETESB, aplica o Índice de Coleta e Tratabilidade de Esgotos da População Urbana de Municípios - ICTEM para avaliar as condições de saneamento dos municípios do estado de São Paulo. A partir de 2019 visando considerar as características dos municípios litorâneos, suas ações na melhoria dos sistemas de esgotamento e tendo por base o atual modelo de ICTEM, alterou a metodologia de cálculo do ICTEM para esses municípios dotados de sistemas de disposição oceânica por meio de Emissários Submarinos.

Desta forma para a população atendida por sistemas de disposição oceânica, compostos por EPCs e Emissários Submarinos, foi desenvolvido um ICTEM específico – $ICTEM_{ES}$. Não houve alteração no cálculo do ICTEM para os sistemas de tratamento tradicionais, que utilizam Estações de Tratamento de Esgotos - $ICTEM_{ETE}$.

Na Tabela 1.5, é apresentada, de forma genérica, os casos possíveis para o cálculo do ICTEM nos municípios litorâneos do Estado.

Tabela 1.5 – Cálculo do ICTEM para os municípios litorâneos

Tipo de Município	ICTEM Médio	Alteração do ICTEM
População total atendida por ETE	$ICTEM_{ETE}$	Não
População total atendida por EPC + ES	$ICTEM_{ES}$	Sim (*)
População atendida pelos dois Sistemas, isto é, com ETE e EPC + ES	Média ponderada pela população atendida por cada um dos Sistemas: $ICTEM_{ETE}$ e $ICTEM_{ES}$	Sim (*)

(*) Para estes municípios, não se pode fazer comparações do ICTEM com os anos anteriores.

O novo ICTEM leva em consideração a eficiência de remoção dos sólidos suspensos nas EPCs, além do destino adequado dos resíduos gerados nesse tipo de tratamento e, em especial, a qualidade da água do corpo receptor, avaliada por meio do Índice de Qualidade de Águas Costeiras – IQAC da CETESB.

Os sólidos suspensos removidos na EPC, cujos padrões são disciplinados pela Resolução CONAMA nº 430/2011, também representam parcela da matéria orgânica presente no esgoto doméstico. Portanto, o novo ICTEM mantém o objetivo inicial de indicar 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, atendendo à legislação quanto à eficiência de remoção dos poluentes e os padrões de qualidade do corpo receptor.

A Tabela 1.6 (A e B) mostra a metodologia de cálculo dos dois subindicadores: $ICTEM_{ETE}$ e do $ICTEM_{ES}$, que compõem o novo ICTEM. Continua-se dando um peso significativo para a eficiência de remoção de carga orgânica, nos dois sub-indicadores, em relação aos demais elementos.

Tabela 1.6 – Elementos de composição do ICTEM para municípios com ETE (A) e para municípios com EPC (B)

(A)

Elementos do indicador	Composição (%)	Ponderação
População urbana atendida por rede de coleta de esgoto	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
Total	100	10

(B)

Elementos do indicador	Composição (%)	Ponderação
População urbana atendida por rede de coleta de esgoto	15	1,5
População urbana com esgoto coletado, atendida pelo sistema EPC/Emissário	15	1,5
Eficiência global de remoção de sólidos (EPC)	45	4,5
Destino adequado de lodos e resíduos de tratamento	5	0,5
Qualidade do corpo de água (IQAC-CETESB)	20	2
Total	100	10

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.

Na Tabela 1.7, 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 nessa tabela foram calculados com base na população total do município. O ICTEM por município também consta da tabela.

Tabela 1.7 – Informações sobre saneamento básico nos municípios do litoral paulista

UGRHI	Município	População IBGE (2018) ¹		Atendimento (%) ²		Carga Poluidora (kg DBO/dia)			ICTEM	Corpo Receptor
		Total	Urbana	Coleta	Tratamento	Potencial	Removida	Remanescente		
3	Ubatuba	90.799	88.598	34,0%	99,0%	4.784	n.d	n.d	4,40	Rios Diversos / Mar
	Caraguatatuba	121.532	117.377	75,1%	100,0%	6.338	4.282	2.056	6,98	Rios Diversos
	São Sebastião	88.980	87.976	43,0%	100,0%	4.751	n.d	n.d	4,82	Rios Diversos / Mar
	Ilhabela	34.970	34.729	44,0%	4,0%	1.875	n.d	n.d	3,53	Rios Diversos / Mar
Sub-total	4 municípios	336.281	328.680	52,1%	47,6%	-	-	-	-	-
7	Bertioga	63.249	62.247	31,0%	100,0%	3.361	938	2.424	4,15	Rio Itapanhaú
	Guarujá	320.459	320.403	66,0%	25,0%	17.302	n.d	n.d	3,81	Enseada/ Est. de Santos
	Cubatão	130.705	130.705	51,0%	100,0%	7.058	3.240	3.818	5,83	Rio Cubatão
	Santos	433.311	432.987	97,0%	n.d	23.381	n.d	n.d	4,31	Baía de Santos e Canal S.Jorge
	São Vicente	365.798	365.103	77,0%	19,6%	19.716	2.678	17.038	4,37	Humaitá, R. Mariana, Samaritá, R.Branco; Insular, Est.de Santos
	Praia Grande	325.073	325.073	77,0%	n.d	17.554	n.d	n.d	4,03	Mar
	Mongaguá	56.702	56.455	83,0%	100,0%	3.049	2.277	771	8,35	Mar
	Itanhaém	101.816	100.863	44,0%	100,0%	5.447	2.157	3.290	4,53	Rios Poço, Itanhaém e Curitiba
Peruíbe	68.284	67.521	76,0%	100,0%	3.646	2.217	1.429	6,62	Rio Preto	
Sub-total	9 Municípios	1.865.397	1.861.355	74,8%	18,1%	-	-	-	-	-
11	Iguape	30.857	26.422	56,0%	100,0%	1.427	719	708	5,53	R. Ribeira de Iguape
	Ilha Comprida	11.166	11.166	42,0%	100,0%	603	228	375	4,83	Rio Candapuí
	Cananeia	12.540	10.704	78,0%	100,0%	578	361	217	7,05	Mar Pequeno
Sub-total	3 Municípios	54.563	48.292	57,6%	57,6%	-	-	-	-	-
Total	16	2.256.241	2.238.327	71,1%	23,3%	-	-	-	-	-

1 - Fonte: <http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/populacao/>

2 - Fonte: Divisão de Apoio ao Controle de Fontes de Poluição (Cetesb)

n.d. : não determinado

Este município dispõe de sistema com emissário submarino precedido de EPC. Não foi estimado o percentual de remoção de matéria orgânica em 2019.

Dos 16 municípios costeiros, seis apresentaram ICTEM acima de 5,0, de acordo com o novo ICTEM. O município de Mongaguá apresentou o maior ICTEM do litoral paulista pelo terceiro ano seguido (8,35). No Litoral Norte, Caraguatatuba, com um ICTEM de 6,98, foi o município com maior nota. Por outro lado, o município de Ilhabela é o que possui o menor ICTEM do litoral paulista (3,53), em razão dos baixos percentuais 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 foram Praia Grande e Guarujá, respectivamente, com 4,03 e 3,81.

A média de porcentagem de coleta nos municípios litorâneos está em torno de 70%, variando de 31% em Bertioga a 97% em Santos. No Mapa 1.5, é possível observar a distribuição dos percentuais de coleta de esgoto nos municípios litorâneos.

Há ainda outras questões que devem ser consideradas no que se refere ao saneamento básico no litoral. Uma delas é a insuficiência de conexão da população à rede coletora existente, principalmente aquelas de baixa renda. Segundo a Sabesp, com a 1ª Etapa do Programa Onda Limpa, foram construídos mais de 1.100

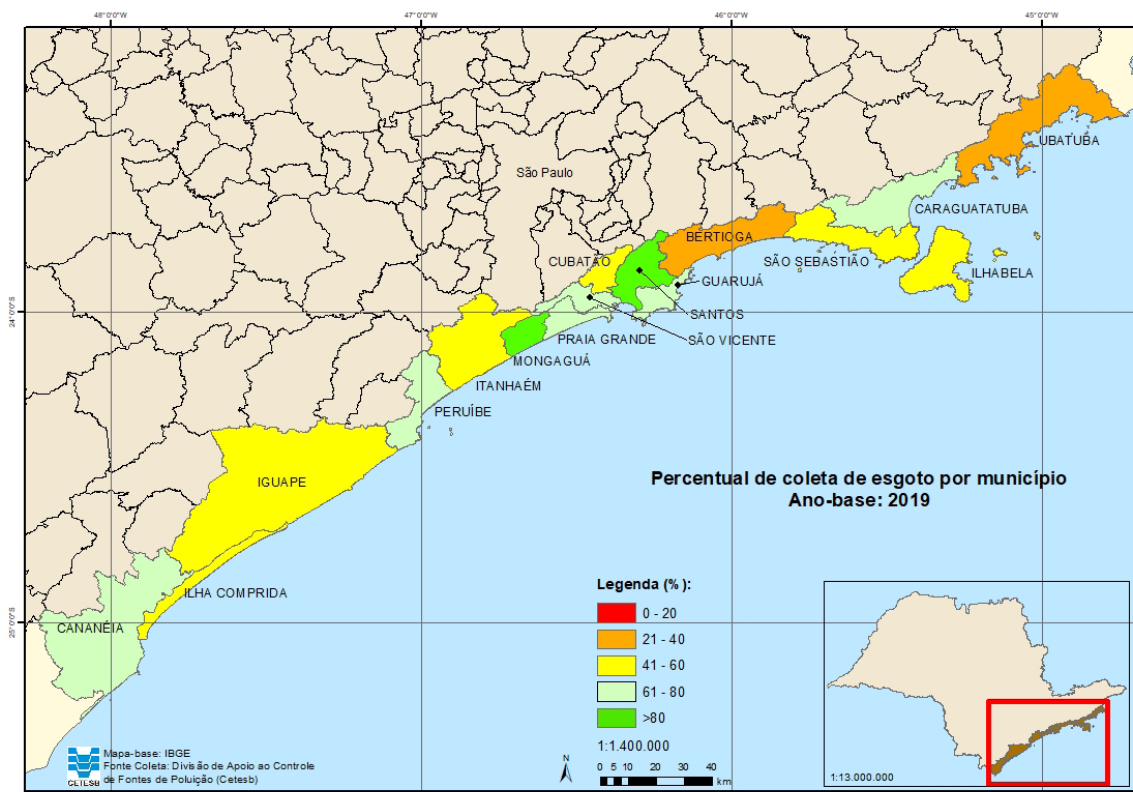
km de redes coletoras distribuídas pelos municípios da Baixada Santista e conectadas mais de 110 mil ligações domiciliares. Em 2018, foi iniciada a 2ª Etapa do Programa, com a execução das obras de disposição final dos Sistemas 1 e 2 de Praia Grande e; em 2019, iniciaram-se as obras lineares nos municípios de Praia Grande, Mongaguá, São Vicente e Itanhaém. Esse programa avança com a meta de universalização do atendimento em esgotamento sanitário dos municípios da Baixada Santista e Litoral Norte.

Outro grande problema no região litorânea 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 vários fatores como implantação e manutenção do sistema de esgotamento sanitário (redes de coleta e tratamento de esgotos) e drenagem urbana, uso e ocupação do solo, controle da poluição difusa e conscientização da população para que as ligações na rede de esgotos sejam feitas.

Mapa 1.5 – Percentual de coleta de esgoto por município



(a)

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, a fim de 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 massas 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 (6 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 357/2005 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 357/2005, 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 aguda com <i>Vibrio fischeri</i> (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 destes 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.

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_h)
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, como os critérios da Resolução do Conama nº454/2012 são valores de alerta e não de qualidade ambiental, a CETESB vem adotando valores de referência conforme Tabela 2.3.

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

NUTRIENTE	ÁGUAS SALINAS	ÁGUAS SALOBRAS
	Valor de Referência	Valor de Referência
COT: Carbono Orgânico Total (%)	1,3	1,8
NKT: Nitrogênio Kjeldahl Total (mg/kg)	1.000	1.500
PT: Fósforo Total (mg/kg)	500	700

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, estas 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.

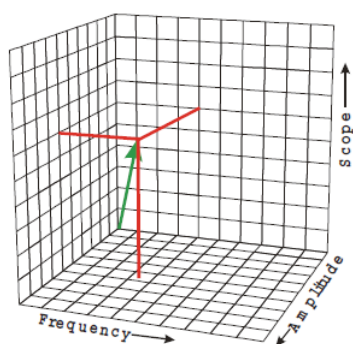
Com esse objetivo a CETESB adotou o Índice de Qualidade elaborado pelo *Canadian Council of Ministers of the Environment* - CCME, pois se trata de uma ferramenta devidamente testada e validada com base estatística e aplicável também para águas salinas e salobras.

O índice canadense consiste em uma análise estatística que relaciona os resultados obtidos nas análises com um valor de referência que pode ser o padrão legal para cada parâmetro incluído no cálculo. Por ser um método estatístico, o modelo não pode ser utilizado para menos de 4 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 6 valores. Ao final chega-se a um resultado dentro de uma escala de 1 a 100, que foi dividida em cinco faixas que correspondem às categorias de qualidade (Tabela 2.5).

O cálculo detalhado do índice e as equações empregadas encontram-se descritos no Anexo 2.

A metodologia canadense contempla três fatores que se referem às desconformidades em relação a um padrão legal ou valor de referência (Figura 2.1): 1 - O número de parâmetros desconformes, 2 - a frequência das ocorrências dessa desconformidade e - 3 amplitude do não atendimento em relação ao critério. Na Tabela 2.4 são apresentados os parâmetros selecionados para compor o índice.

Figura 2.1 – Modelo conceitual do índice



1. Parâmetros ou abrangência (Scope)
2. Frequência
3. Amplitude

Tabela 2.4 – Parâmetros que compõem o IQAC

QUALIDADE DAS ÁGUAS (357/05)		PADRÕES LEGAIS PARA CLASSE 1	
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	0,1	0,003
Colorofila a	mg/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 essas 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 dessas águas 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).

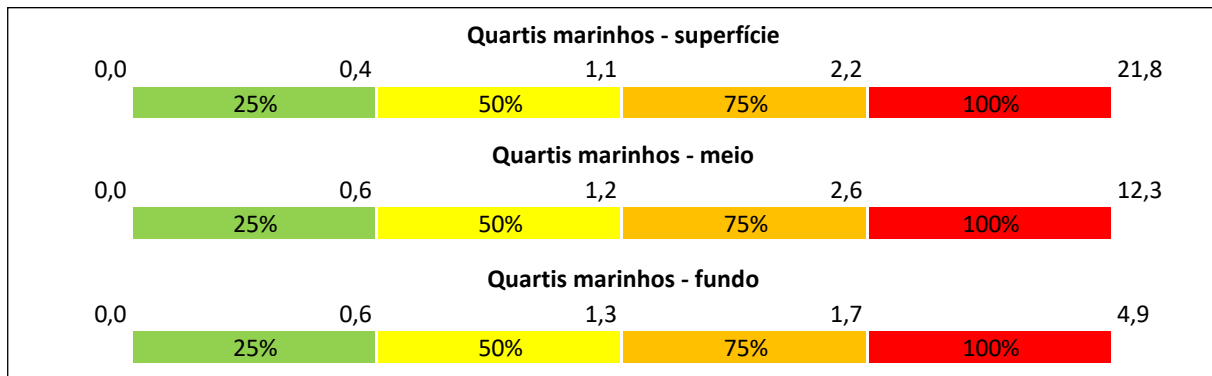
IETC para ambientes marinhos

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 4 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 4 classes como apresentada na Figura 2.3.

Figura 2.2 – Quartis 25%, 50% e 75% da 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> mg/L
Oligotrófico	CL<1,00
Mesotrófico	1,00<CL<2,50
Eutrófico	2,50<CL<5,00
Supereutrófico	CL>5

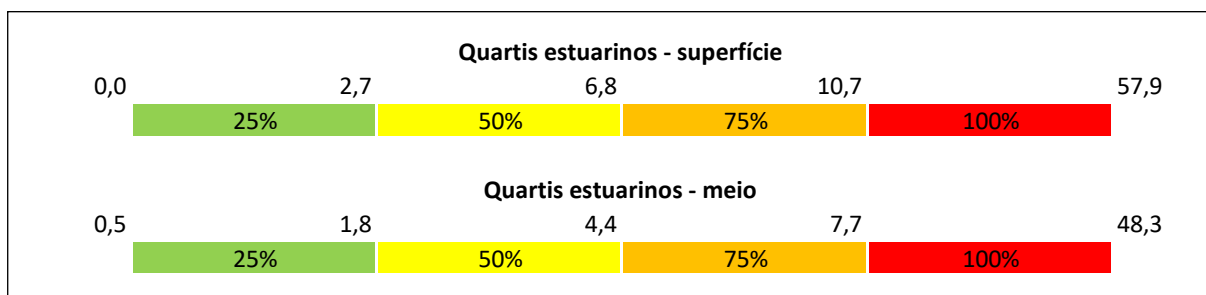
IETC para ambientes estuarinos

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.

Bricker *et al.* (2003) propuseram uma classificação para ambiente estuarino dividindo o estado trófico em 4 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 baseadas 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		

Figura 2.4 – 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 no Tabela 2.5.

Figura 2.5 – Proposta de classificação do ambiente estuarino baseada 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 20 µm 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

No monitoramento da Rede Costeira, as amostras de sedimento coletadas no primeiro semestre, exceto para o Canal de Bertioga e Canal de Santos, nos quais as amostras foram coletadas no segundo semestre, foram analisadas por meio do ensaio agudo com o anfípodo marinho *Grandidierella bonnieroides*. Esse ensaio consiste na exposição de jovens à amostra de sedimento por um período de 10 dias (ABNT, 2016).

Os resultados das amostras, considerando a mortalidade dos organismos, foram comparados com os dos controles, de forma a identificar diferenças estatisticamente significativas, com a aplicação do teste de bioequivalência contido no programa estatístico TOXSTAT 3.5 (WEST INC. & GULLEY, 1996).

O ensaio crônico com *Lytechinus variegatus* não foi realizado, 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 *L. variegatus* nos futuros monitoramentos.

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 esse estudo tornando-o mais representativo.

A Tabela 2.8 apresenta as faixas de classificação para os resultados ecotoxicológicos, nos quais 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 diferença significativa, consideradas tóxicas, a intensidade dos efeitos observados, isto é, a porcentagem de mortalidade nos ensaios com *Grandidierella bonnieroides*, foi utilizada para definir a classificação da amostra em Ruim ou Péssima.

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

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

A avaliação ecotoxicológica crônica, com *Lytechinus variegatus*, não tem sido 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 estão sendo estudadas para a substituição do *Lytechinus variegatus* no monitoramento futuro.

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 amplamente utilizados para avaliação da poluição de origem fecal recente, sendo constituídos predominantemente pela bactéria *Escherichia coli*, considerada 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.

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 é difícil 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, foi elaborada uma proposta 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 Bertiooga), 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 vários anos de monitoramento permitiu construir a proposta de classificação (Figura 2.6).

Figura 2.6 – Classificação para os parâmetros microbiológicos

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

2.5 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 de água afluentes às praias, para verificação da qualidade da água para fins de recreação de contato primário como natação, mergulho etc.¹;

- **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. Durante o ano de 2017, com o objetivo de aperfeiçoar o monitoramento próximo às saídas dos emissários submarinos da Baixada Santista, realizou-se uma revisão dos locais desses pontos e ampliando de três para quatro os locais de amostragem de água e sedimento.

1 Os resultados de balneabilidade e qualidade dos cursos de água encontram-se no Relatório de Qualidade das Praias Litorâneas no Estado de São Paulo – 2019.

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

UGHRI/ Região	MUNICÍPIO	BALNEABILIDADE	CURSOS DE ÁGUA	REDE COSTEIRA
3 Litoral Norte	Ubatuba	27	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	6	18	-
	Cananeia	-	-	3
Total		170	612	66

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.

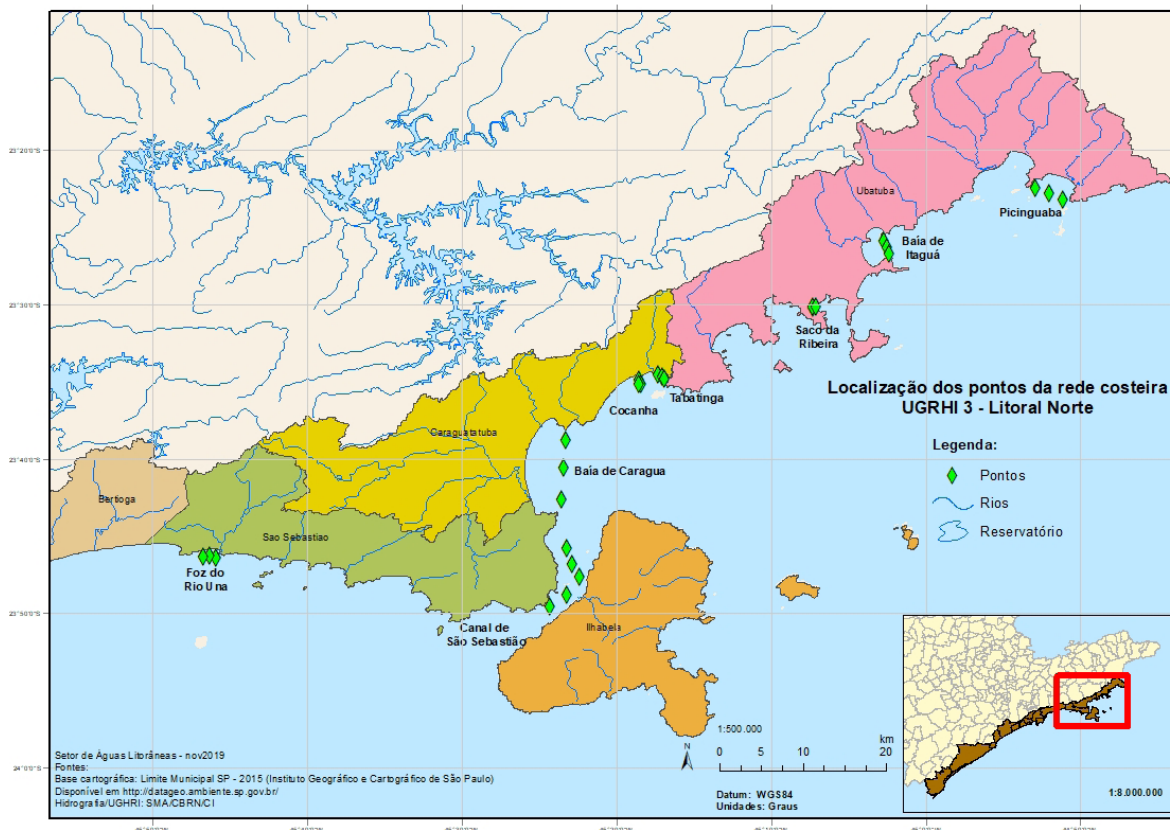
Muitos dos locais escolhidos encontram-se na foz dos principais rios litorâneos, cujo objetivo é detectar alguma influência das águas desses rios na região costeira. As distâncias dos locais de amostragens variam de 1 a 3 km da costa, exceção feita aos emissários de Santos e do Guarujá (aproximadamente 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.

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).

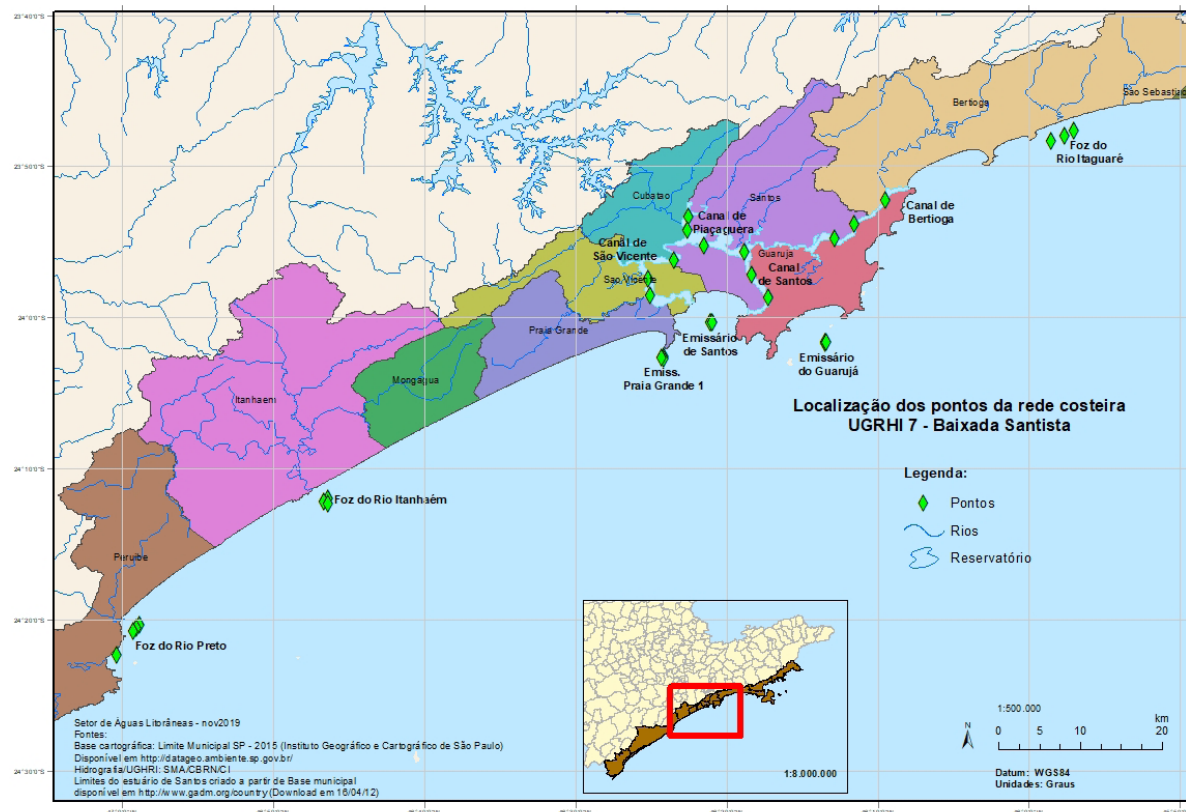
Tabela 2.10 – Subgrupos das Áreas de monitoramento

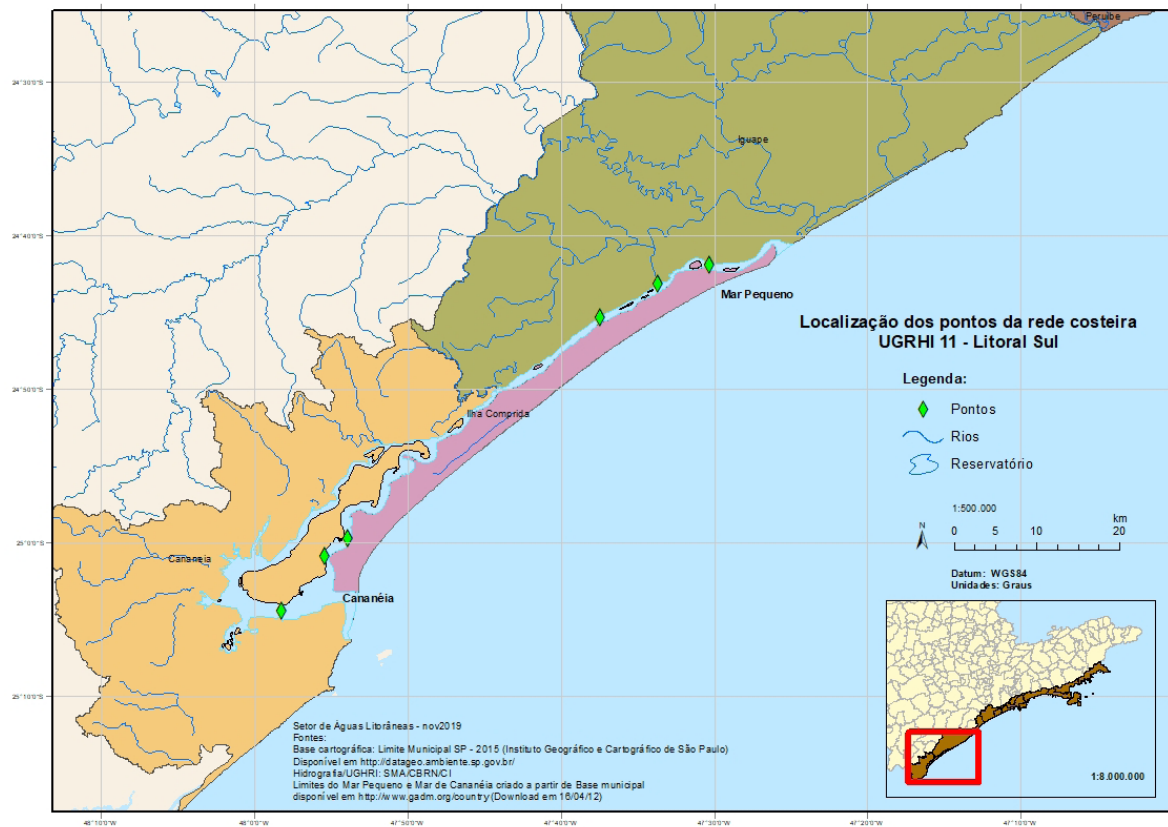
		Código	Área	Município
Águas Salinas	Áreas marinhas próximas à foz dos rios	BIRC	Baía de Itaguá	Ubatuba
		BCRC	Baía de Caraguatatuba	Caraguatatuba
		BURC	Barra do Una	São Sebastião
		IGRC	Rio Itaguaré	Bertioga
		ITRC	Rio Itanhaém	Itanhaém
		PERC	Rio Preto	Peruíbe
	Áreas marinhas	PIRC	Picinguaba	Ubatuba
		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
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 Itaguaré	1	5	10	Rio Preto	1	3	5				
	2	5	10		2	3	5				
	3	5	9		3	2	4				
					4	1,5	3				

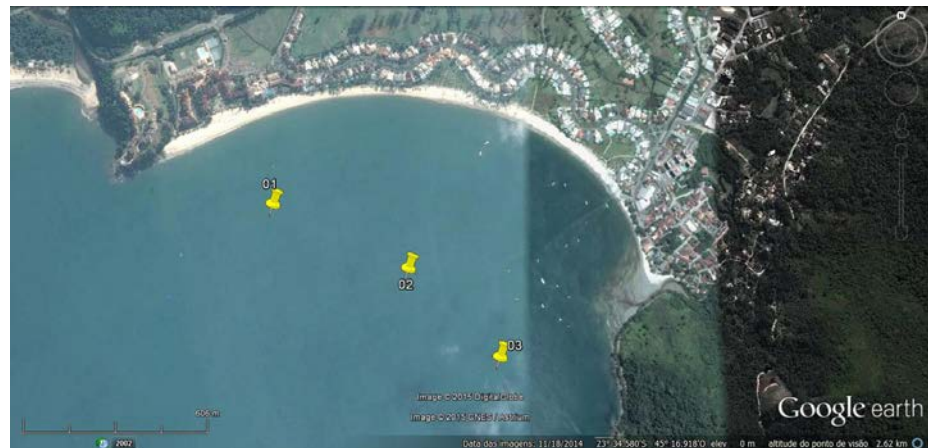
Água marinha

Água salobra

A Figura 2.7 apresenta a localização dos pontos de amostragem por área de estudo. No Apêndice 1, encontram-se as coordenadas e a caracterização de todos esses pontos

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

TABATINGA



COCANHA



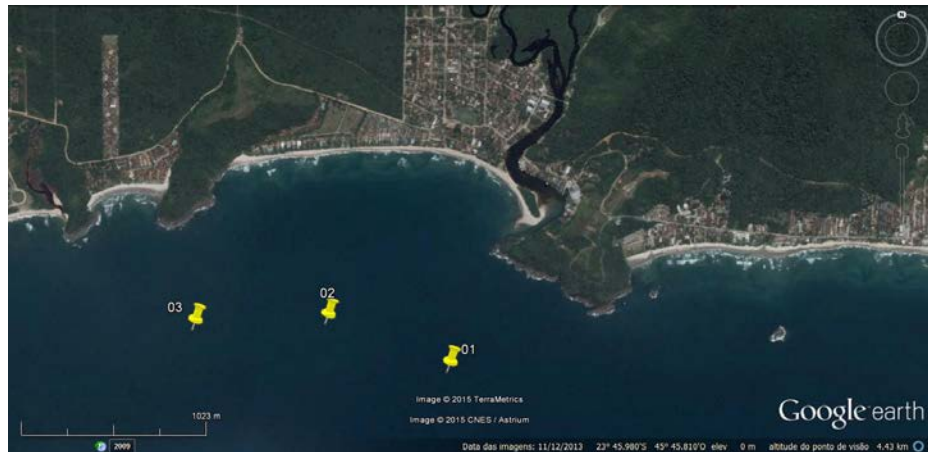
**BAÍA DE
CARAGUATATUBA**



**CANAL DE
SÃO SEBASTIÃO**



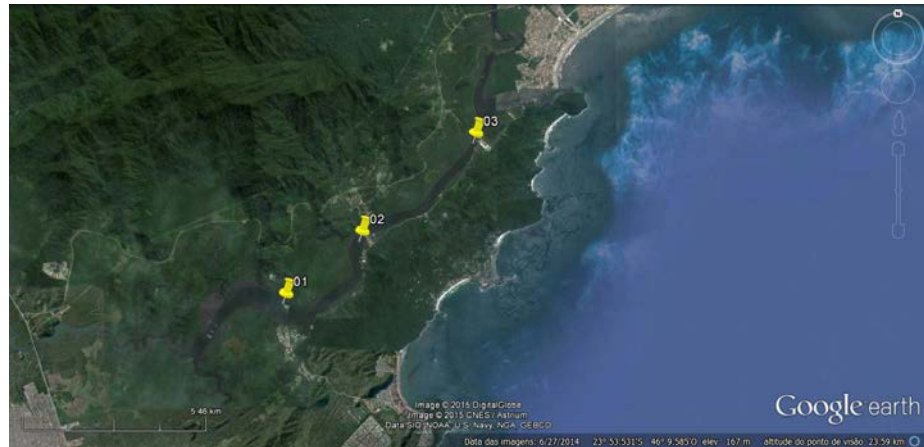
BARRA DO UNA



**FOZ DO RIO
ITAGUARÉ**



CANAL DE BERTIOGA



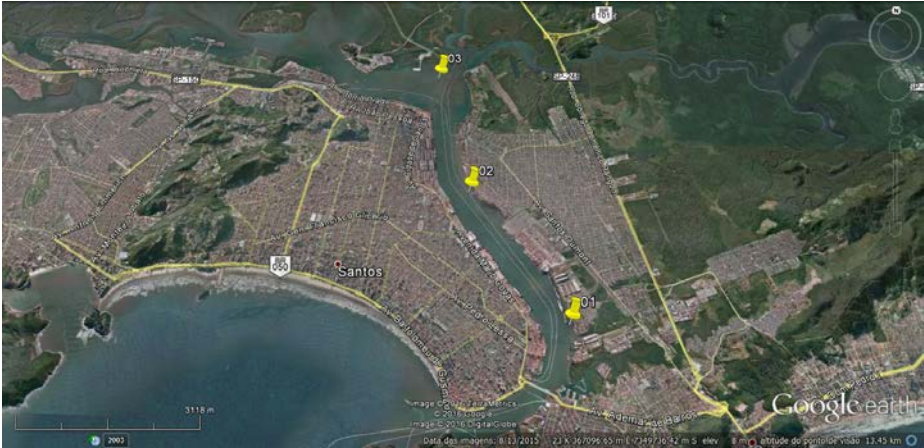
EMISSÁRIO DO GUARUJÁ



CANAL DE PIAÇAGUERA



CANAL DE SANTOS



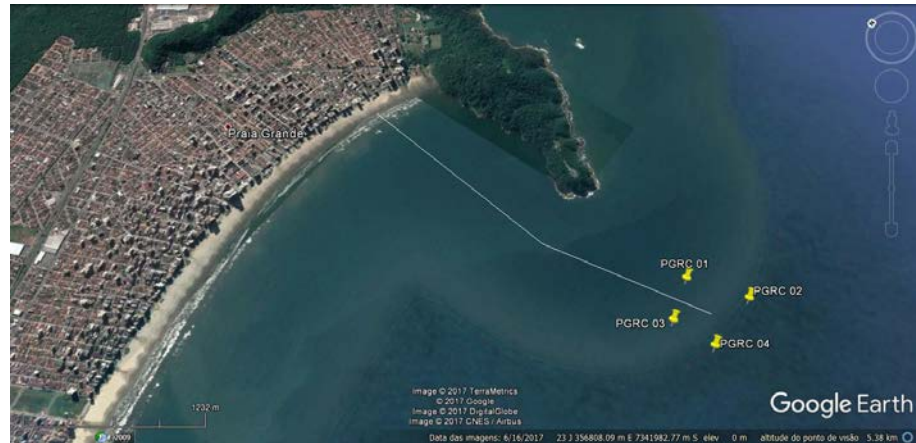
CANAL DE SÃO VICENTE



EMISSÁRIO DE SANTOS



**EMISSÁRIO
DE PRAIA GRANDE I**



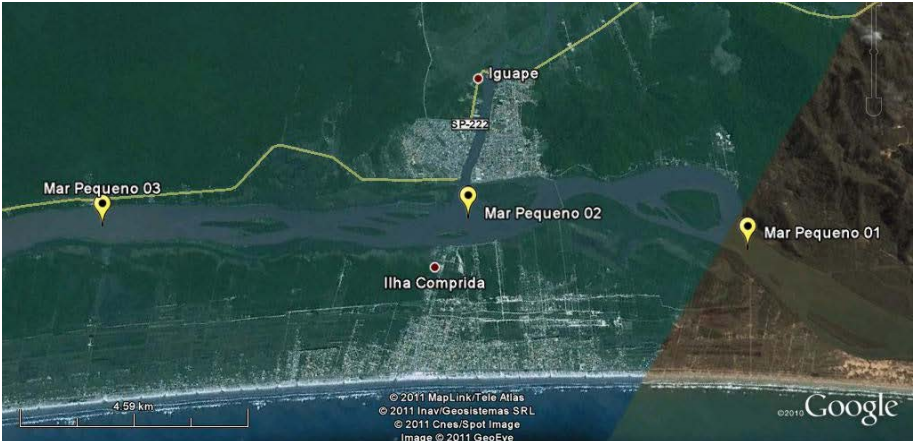
**FOZ DO
RIO ITANHAÉM**



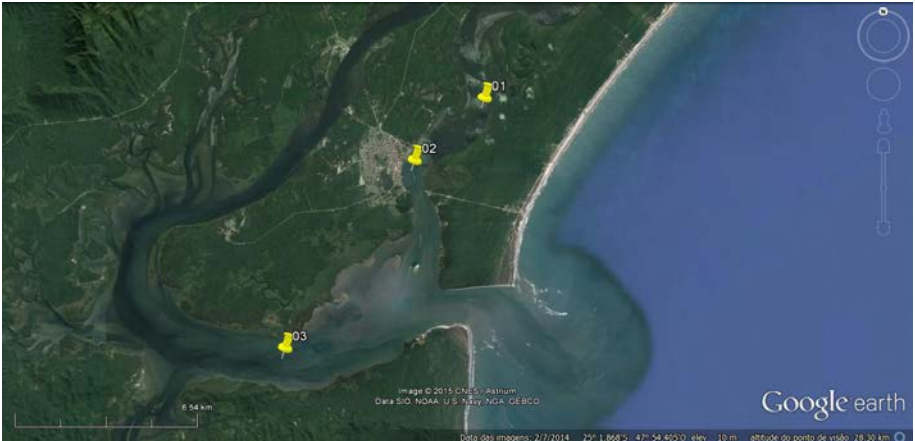
**FOZ DO
RIO PRETO**



MAR PEQUENO



MAR DE CANANEIA



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

Neste capítulo são apresentadas 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 de 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.

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.

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.

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 2019.

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 e o grupo dos metais (exceto boro) apresentou-se superior aos padrões legais. Optou-se por desconsiderar o parâmetro fósforo nas águas salinas e/ou onde o LQ foi superior ao limite legal no cálculo do IQAC. Nas áreas onde foi considerado serão incluídas notas explicativas.

O mesmo problema foi observado em quase todos os metais. Nesse caso não se pode considerar um limite maior em virtude de o potencial tóxico aumentar muito com baixas 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 – 2019 (continua)

Classificação - IQAC 2019					(% de amostras não conformes por parâmetro)
Local de amostragem	1	2	3	MÉDIA	
Picinguaba	99	99	99	99	
Baía de Itaguá	91	99	92	94	Enterococos (11%)
Saco da Ribeira	99	99	99	99	
Tabatinga	99	99	92	97	Clorofila (8%)
Cocanha	99	99	92	97	OD (6%)
Baía de Caraguatatuba	75	75	91	80	OD (11%), COT (6%), Enterococos (11%), Clorofila (50%)
Barra do Una	83	83	82	83	OD (28%), Clorofila (42%)
Rio Itaguaré	99	99	99	99	

Tabela 3.1: Classificação dos pontos monitorados na Rede Costeira e média das áreas de acordo com o IQAC – 2019 (conclusão)

Classificação - IQAC 2019					(% de amostras não conformes por parâmetro)
Local de amostragem	1	2	3	MÉDIA	
Canal de Bertioga	73	68	58	66	OD (33%), pH (6%), COT (83%), Enterococos (33%), Clorofila (33%)
Canal de Santos	54	55	64	58	OD (28%), COT (33%), Fósforo (39%), Enterococos (67%)
Canal de Piaçaguera	46	41	65	51	OD (44%), COT (65%), Fósforo (83%), N Amoniacal (17%), Enterococos (50%), Clorofila (8%)
Canal de São Vicente	56	54	39	50	OD (50%), COT (89%), Fósforo (56%), N Amoniacal (72%), Enterococos (67%), Clorofila (8%)
Rio Itanhaém	92	90	66	83	OD (44%), Clorofila (8%), Enterococos (6%), COT (6%)
Rio Preto	63	70	69	67	OD (25%), Enterococos (28%), Clorofila (43%), COT(6%)
Mar Pequeno	61	57	80	66	COT (89%), Enterococos (33%), Clorofila (50%), Fósforo Total (67%)
Mar Cananeia	82	83	93	86	COT (67%), Clorofila (25%)

Classificação do IQAC 2019							% de não conformidade por parâmetro
Local de amostragem	1	2	3	4	5	MÉDIA	
Canal de São Sebastião	91	83	83	92	91	88	OD (13%), Clorofila (45%)
Emissário Guarujá	74	74	69	83		75	OD (67%), Fósforo (46%), Clorofila (38%)
Emissário Santos	61	49	41	51		50	OD (33%), COT (8%), Enterococos (42%), Clorofila (56%)
Emissário Praia Grande I	57	65	66	57		61	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

3.2 IETC - Índice de Estado Trófico

Com relação à eutrofização, nas duas campanhas realizadas em 2019, foram monitoradas 20 áreas, nas quais foram coletadas amostras para a determinação de clorofila *a* em duas profundidades (superfície e meio) em todos os pontos de amostragem. A partir da média das duas profundidades esses pontos foram classificados segundo o Índice de Estado Trófico Costeiro (IETC). Na Tabela 3.2 são apresentados os resultados das concentrações médias de clorofila *a*, considerando as duas profundidades, por ponto, a concentração média das áreas, por campanha e as suas médias anuais, além das 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 2019

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		0,70	0,69	0,56			0,65	0,56	0,56	0,56			0,56	0,61
Baía de Itaguá		1,13	0,83	0,85			0,93	1,09	1,07	1,61			1,25	1,09
Saco da Ribeira		1,16	0,88	0,56			0,87	2,19	2,29	0,94			1,80	1,34
Tabatinga		1,04	1,03	1,27			1,11	0,70	0,82	2,94			1,49	1,30
Cocanha		0,56	0,73	0,84			0,71	1,34	1,63	1,49			1,48	1,10
Baía de Caraguatatuba		0,57	0,82	2,11			1,16	2,78	3,26	3,37			3,13	2,15
Canal de São Sebastião		0,58	1,00	0,56	0,68	0,97	0,76	1,37	2,45	2,48	2,25	3,15	2,34	1,55
Barra do Una		2,00	1,07	2,46			1,84	3,61	2,60	3,61			3,27	2,56
Rio Itaguaré		0,97	1,36	1,89			1,41	1,18	0,73	0,71			0,87	1,14
*Canal de Bertioga		10,40	9,75	1,89			7,34	11,07	6,16	1,90			6,38	6,86
Emissário do Guarujá		0,83	1,35	4,04	2,47		2,17	2,27	1,27	0,68	1,66		1,47	1,82
*Canal de Santos		4,98	5,01	3,35			4,44	2,25	2,08	1,34			1,89	3,17
Emissário de Santos		15,67	21,27	15,35	14,99		16,82	2,74	3,52	2,36	3,89		3,13	9,98
*Canal de Piaçaguera		4,35	7,85	7,13			6,44	4,80	4,70	2,08			3,86	5,15
*Canal de São Vicente		5,15	3,21	10,14			6,17	6,46	3,18	2,81			4,15	5,16
Emissário de Praia Grande - 1		4,44	4,91	3,21	5,12		4,42	2,41	2,32	2,68	2,30		2,43	3,43
Rio Itanhaém		0,70	1,68	2,36			1,58	0,56	0,66	0,57			0,60	1,09
Rio Preto		2,01	2,05	2,73	2,11		2,23	1,54	2,06	3,05	15,15		5,45	3,84
*Mar Pequeno		1,74	0,84	1,74			1,44	28,51	28,74	32,30			29,85	15,65
*Mar de Cananéia		6,60	4,37	3,14			4,70	11,50	10,03	5,51			9,01	6,86

* 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

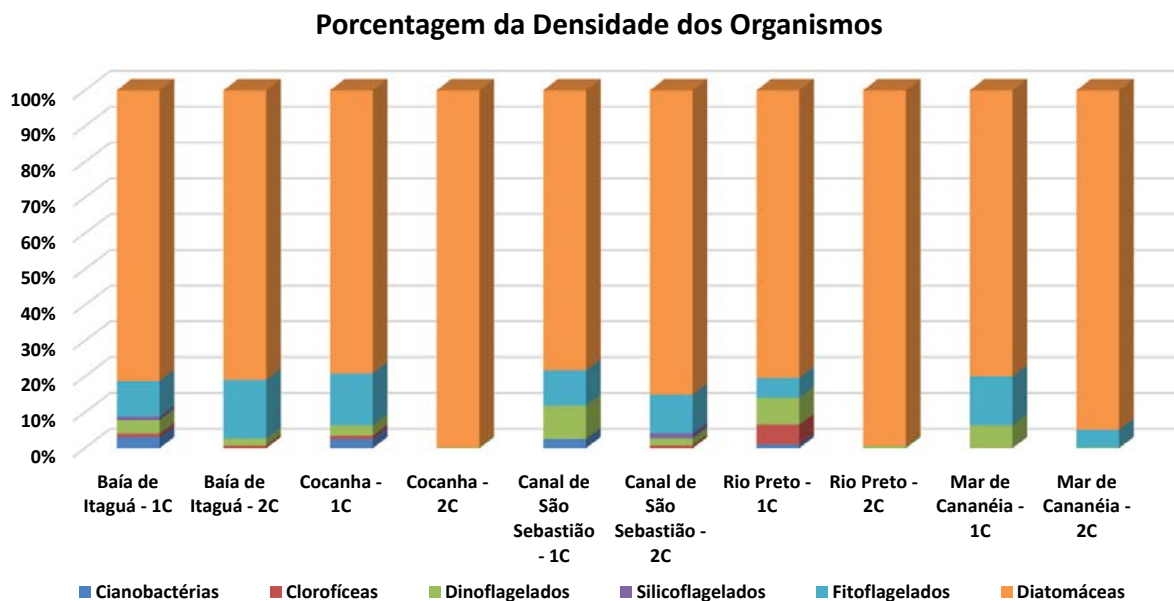
O monitoramento das microalgas em amostras de água bruta da rede costeira foi iniciado em 2017 devido à crescente ocorrência de florações a partir de 2016, sendo realizado em cinco pontos do litoral paulista: na baía de Itaguá, em Ubatuba; na praia da Cocanha, em Caraguatatuba; no Canal de São Sebastião

próximo à praia das Cigarras; na área de influência da foz do Rio Preto, em Peruíbe e no Mar de Cananeia. Esses locais foram selecionados por abrigarem ou serem próximos a áreas de cultivo, ou de extrativismo de moluscos bivalves, como mexilhões e ostras. O objetivo principal desse monitoramento é identificar a presença de espécies potencialmente tóxicas e, dependendo das densidades encontradas, desencadear medidas preventivas para proteção da saúde pública.

Em 2019, as amostragens semestrais foram realizadas em superfície. As amostras de água do mar foram processadas para a determinação do fitoplâncton por meio de análises 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, a partir de um volume de 10 litros).

Os resultados das análises quantitativas evidenciaram dominância de diatomáceas em todos os pontos amostrados. Outro grupo importante foi o de fitoflagelados, sendo o segundo mais abundante em praticamente todas as amostragens, com exceção de três campanhas: a segunda campanha realizada em Cocanha, quando praticamente 100% dos indivíduos pertenceram ao grupo das diatomáceas; a primeira campanha realizada no Canal de São Sebastião, quando os dinoflagelados foram quase tão abundantes quanto os fitoflagelados; e a primeira campanha realizada no Rio Preto, quando houve uma distribuição equilibrada entre fitoflagelados, clorófitas e dinoflagelados (Gráfico 3.1).

Gráfico 3.1 – Porcentagem da densidade de organismos fitoplanctônicos por grupos nos pontos amostrados na primeira e na segunda campanha no ano de 2019



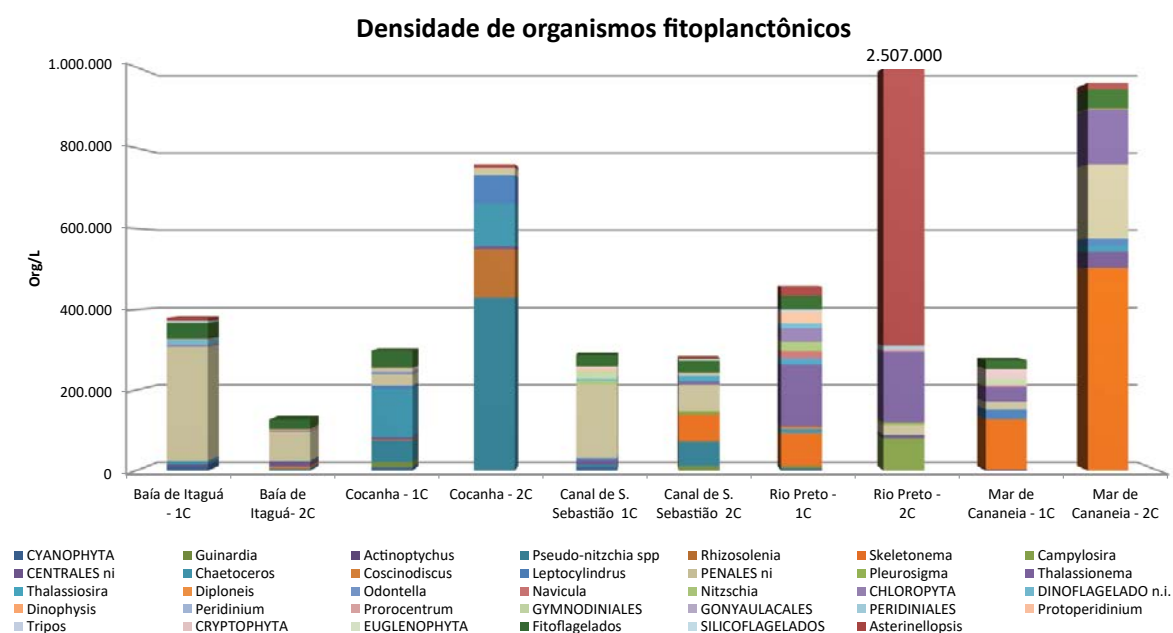
Nota: 1C: Primeira Campanha (primeiro semestre); 2C: Segunda Campanha (segundo semestre).

Esses resultados, de predominância de diatomáceas, estão dentro do esperado para ambientes marinhos (RÉ, 2005; VILLAC *et al.*, 2008). Quanto aos fitoflagelados, organismos pertencentes a esse grupo possuem vantagens adaptativas ao meio ambiente em relação aos demais grupos, uma vez que possuem ampla diversidade de tamanhos, formas e necessidades fisiológicas. Os organismos de pequeno tamanho necessitam de menor

quantidade de nutriente para sobrevivência (AIDAR, et al., 1993), sendo desse modo mais eficientes em termos de estratégias de crescimento e podem apresentar elevadas densidades dependendo das condições ambientais.

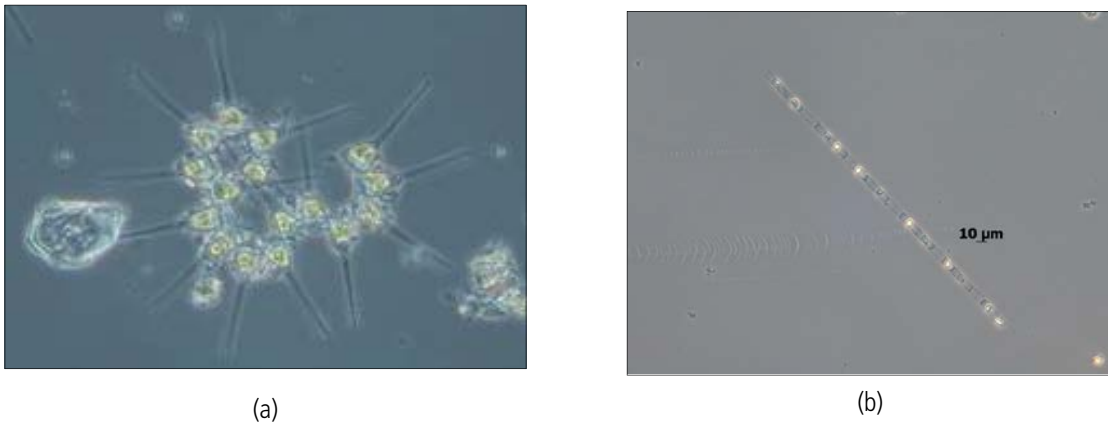
As maiores densidades de organismos foram obtidas em duas situações. Uma delas na Baixada Santista, na área próxima ao Rio Preto, em Peruíbe, na segunda campanha (2.507.000 org.L⁻¹), com evidente dominância da espécie *Asterionellopsis glacialis* (figura 3.1, foto 1) e a outra no litoral Sul, na segunda campanha realizada em Cananeia (977.000 org.L⁻¹), com dominância do gênero *Skeletonema* (Figura 3.1, Foto 2), conforme demonstrado no gráfico Gráfico 3.2. Elevadas densidades do gênero *Skeletonema* têm sido recorrentes em Cananeia desde 2017. Outro valor elevado, próximo a 800.000 org.L⁻¹, foi registrado na Cocanha, na segunda campanha.

Gráfico 3.2 – Densidades de organismos fitoplanctônicos nos pontos amostrados, nas duas campanhas, no ano de 2019



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

Esses gêneros de diatomáceas, *Asterionellopsis* e *Skeletonema*, são componentes importantes da comunidade fitoplanctônica, apresentando altas taxas de crescimento. *Asterionellopsis glacialis* possui adaptações fisiológicas, que lhes permite sobreviver em zonas de alta energia, como a zona de arrebentação das praias, até regiões próximas ao fundo do mar. Apesar de ambos os gêneros citados não serem produtores de biotoxinas, quando em elevadas densidades podem causar problemas na qualidade da água, alterando a coloração e provocando espumas, ou, quando formam florações, podem causar depleção de oxigênio (PROCOPIAK et al., 2006).

Figura 3.1 – Fotos das diatomáceas *Asterionellopsis* e *Skeletonema*

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

Organismos potencialmente tóxicos

A análise qualitativa foi realizada com o intuito de registrar a presença de organismos potencialmente produtores de diferentes tipos de biotoxinas. Elevadas densidades desses organismos na água requerem cautela já que moluscos destinados ao consumo humano são filtradores e, ocorrendo a produção de biotoxinas, essa pode se acumular no tecido dos moluscos que, se forem consumidos, podem causar prejuízos à saúde humana.

Foram registradas as presenças de diatomáceas do gênero *Pseudo-nitzschia* e de dinoflagelados dos gêneros *Dynophysis* e *Prorocentrum* (Quadro 3.1).

Quadro 3.1 – Presença de microalgas potencialmente produtoras de biotoxinas nas análises qualitativas - 2019

Campanhas amostrais	Baía de Itaguá		Cocanha		Canal de São Sebastião		Rio Preto		Mar de Cananeia	
	1C	2C	1C	2C	1C	2C	1C	2C	1C	2C
Data da coleta	23.04.2019	09.10.2019	25.06.2019	26.11.2019	12.02.2019	20.08.2019	27.02.2019	02.10.2019	10.04.2019	30.10.2019
DIATOMÁCEA										
<i>Pseudo-nitzschia</i> spp	-	X	X	X	X	X	-	-	X	-
DINOFLAGELADO										
<i>Dynophysis</i>	-	X	-	-	-	X	-	-	X	-
<i>Prorocentrum</i>	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X

x : presença / - : ausência

O histórico dos resultados referentes aos maiores valores dos gêneros tóxicos identificados e o local de maior quantificação, bem como a porcentagens de amostragens positivas (presença do organismo nas amostras) para cada gênero foram discriminados no Quadro 3.2.

Quadro 3.2 – Histórico com porcentagem amostragens positiva para cada gênero potencialmente tóxico (análise qualitativa), maior valor obtido e local. 2017-2019

	2017			2018			2019		
	Amostragens positivas	Maior valor org.L ⁻¹	Local	Amostragens positivas	Maior valor org.L ⁻¹	Local	Amostragens positivas	Maior valor org.L ⁻¹	Local
<i>Pseudo-nitzschia</i>	50%	36.000	Cananeia (1C)	60%	69.000	S.Sebastião (2C)	60%	249.000	Cocanha (2C)
<i>Dinophysis</i>	20%	0	-	70%	7.000	Cananeia (2C)	30%	1.000	Ubatuba (2C)
<i>Prorocentrum</i>	100%	27.000	Cocanha (1C)	100%	16.000	Cananeia (1C) S.Sebastião (2C)	100%	6.000	Peruíbe (2C)
<i>Gymnodinium</i>	20%	71.000	Itaguá (2C)	0	0	-	0	0	-
<i>Noctiluca</i>	10%	0	-	0	0	-	0	0	-

Nota: Amostragens positivas: resultado da análise qualitativa (presença em amostra concentrada). Maior valor: Análise quantitativa.

As diatomáceas do gênero *Pseudo-nitzschia* (Figura 3.2, Foto 1) são consideradas nocivas por serem potencialmente produtoras de ácido domóico (DA), agente causador da *Amnesic Shellfish Poisoning* (ASP), ou Intoxicação Amnésica por Moluscos. (TRAINER *et al.*, 2012). Esse gênero é caracterizado por células que apresentam simetria longitudinal e pela capacidade de formar cadeias. Sua identificação em nível específico é difícil, sendo necessário microscopia de varredura. Entretanto, a identificação e quantificação em nível de gênero já é suficiente considerando o seu risco.

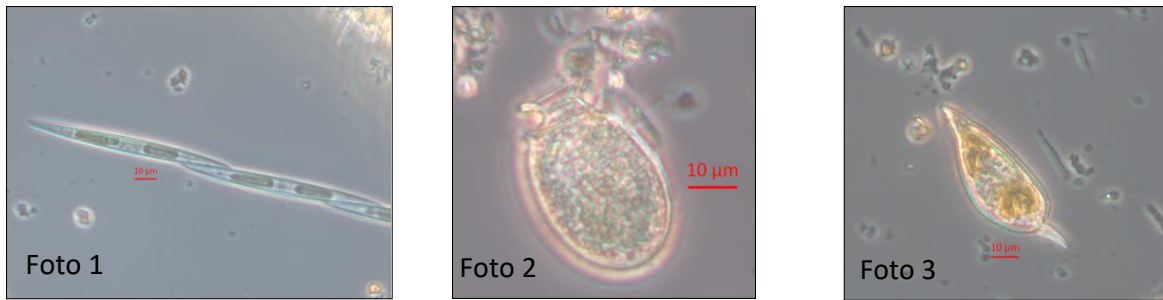
De acordo com Lelong *et al.* (2012), das 37 espécies de *Pseudo-nitzschia* conhecidas, 14 foram relatadas como produtoras de DA. Além disso, nem todas as cepas são produtoras de biotoxinas, já que essa produção também varia conforme o cenário ambiental das variáveis físico e químicas (LELONG *et al.*, 2012).

No monitoramento da CETESB entre 2017 e 2019, em 50 a 60% de amostras foram constatadas a presença de *Pseudo-nitzschia*, porém no último ano foram encontradas densidades mais elevadas de células, sendo que o maior valor foi registrado no ponto situado no município de Cananeia.

Os dinoflagelados do gênero *Dinophysis* (Figura 3.2, Foto 2) também potencialmente nocivos, produtores de DSP (Toxina diarreica) (MIOTTO & TAMANAHA, 2012), estiveram presentes em aproximadamente 30% das amostragens em 2019, porcentagem inferior à encontrada em 2018. As densidades celulares também foram inferiores às de 2018 com valores quantitativos variando entre 7.000 e 1.000 org.L⁻¹.

Os dinoflagelados do gênero *Prorocentrum* (Figura 3.2, Foto 3) também potencialmente produtores de biotoxinas DSP, foram encontrados em todas as amostragens. Sua quantificação na amostra de água bruta ocorreu nos pontos situados nos municípios de Ubatuba, Caraguatatuba, Peruíbe e Cananeia, com valores que variaram de 3.000 a 6.000 org.L⁻¹. Sua quantificação em 2019 foi inferior à registrada em 2018.

Das 60 espécies descritas para esse gênero, ao menos nove espécies bentônicas são consideradas potencialmente produtoras das DSPs: ácido ocadaico (OA) e dinofisistoxinas (DTXs). No entanto, apenas para a espécie *P. lima* foram estabelecidos valores de alerta em planos de ação relacionados ao monitoramento de microalgas potencialmente tóxicas pelo mundo. Embora a identificação em nível de espécie desse dinoflagelado também seja complexa, a espécie *P. lima* apresenta algumas características que facilitam sua identificação, sendo possível informar que tal espécie não foi encontrada nos monitoramentos da CETESB.

Figura 3.2 – Fotos dos gêneros *Pseudo-nitzschia*, *Dinophysis* e *Prorocentrum*

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

Os dinoflagelados do gênero *Gymnodinium* não foram encontrados nas amostras dos monitoramentos de 2018 e 2019. Tal fato não significa que o ambiente está isento de sua presença, já que esses organismos são constituintes naturais da comunidade e possivelmente estavam em densidades muito baixas, não sendo, assim, detectados.

Intensificação do monitoramento em regiões de cultivo de moluscos

A CETESB monitora cinco pontos na costa paulista, duas vezes ao ano, em locais de cultivo/extrativismo de moluscos bivalves. Quando há a presença de manchas ou outros indícios de florações, ou quando no monitoramento costeiro é constatada a presença de organismos potencialmente tóxicos em altas densidades, são feitas novas amostragens para identificar e quantificar (quando necessário) o organismo presente.

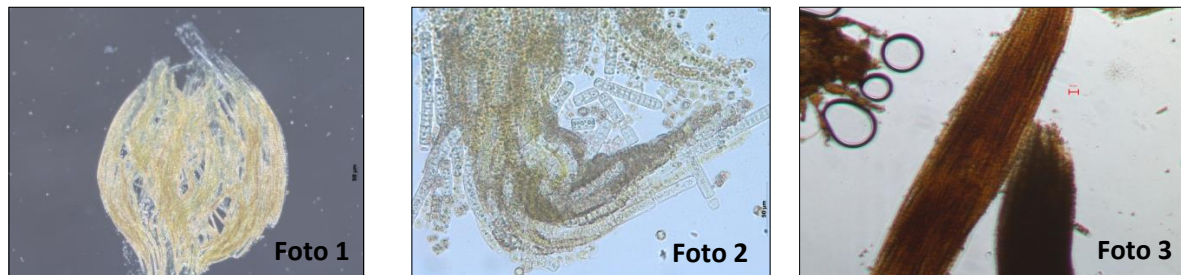
Em 2019, foram realizadas sete amostragens entre agosto e outubro, em diversas praias da costa de São Paulo, para acompanhar se uma floração de organismos do gênero *Dinophysis*, registrada em estados do sul do Brasil, se deslocaria para as regiões de cultivo situadas na região sul do litoral paulista. Tal cenário não se confirmou.

Demais ocorrências

A mancha marrom registrada nas águas do Litoral Norte em dezembro de 2018, foi novamente observada em janeiro de 2019 em outros locais da costa. Amostras coletadas em Ilhabela em 2018 haviam evidenciado a presença de cianobactérias do gênero *Trichodesmium* em densidade moderada e em processo de degradação. As análises de cianotoxinas apresentaram resultado abaixo do limite quantificável para microcistina ($<0,15 \mu\text{g.L}^{-1}$) e baixa concentração para saxitoxina ($0,15 \mu\text{g.L}^{-1}$). Em janeiro de 2019, foi avistada uma mancha perto do porto de Santos (fundeio de Santos) e na Praia Grande. Amostras de água bruta foram coletadas por técnicos do IBAMA (no mar, próximo a um navio) e da Receita Federal (na Praia Grande), que realizaram vistorias por conta de denúncias relativas ao aparecimento dessas manchas marrons.

Essas amostras foram encaminhadas para a CETESB e as análises qualitativas evidenciaram dominância de organismos do gênero *Trichodesmium* (Figura 3.3). Esses organismos possuem pigmentos acessórios como carotenoides, ficobilinas, ficocianinas e ficoeritrinas, que transmitem a luz em espectro de cor visível como marrom. Historicamente, em vários locais do mundo, foram relatadas florações desse organismo de coloração marrom, sendo conhecidas em inglês como "sea sawdust", ou serragem do mar, por seu aspecto. A coloração pode variar entre vermelha, verde, amarela e cinza prateado, de acordo com o tempo de desenvolvimento da floração e da concentração de organismos. Condições ambientais como estratificação da coluna de água e estabilidade na superfície favorecem o seu desenvolvimento (SARANGI *et al.*, 2004).

Figura 3.3 – Fotos de organismos do gênero *Trichodesmium*. Foto 1: Agregado de *Trichodesmium*, aumento 100X. Foto 2: Agregado de feixes degradados, aumento 400x. Foto 3: Tricoma pouco degradado (100X)

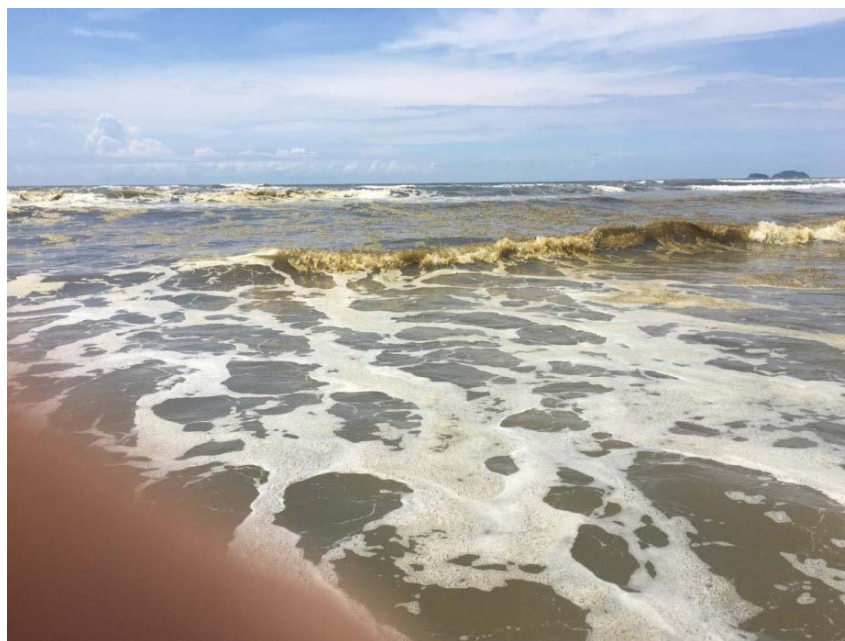


Fotos: Denise A. Pires e Luciana H. M. Lerche

Foram realizadas análises para microcistina, sendo que os resultados foram abaixo do limite de quantificação, e para saxitoxina, com resultado de $0,16 \mu\text{g.L}^{-1}$ de saxitoxina equivalentes (saxitoxina e seus análogos). Registros de produção de biotoxinas por esses organismos ainda são escassos.

Ainda em janeiro, a CETESB recebeu uma reclamação de mancha escura com bolhas no balneário São João Batista, em Peruíbe (Foto 3.1).

Foto 3.1 – Mancha no balneário São João Batista no Município do Peruíbe (Janeiro de 2019)



Fotos: CETESB

A análise da água evidenciou floração da diatomácea do gênero *Anaulus*, que, assim como o gênero *Asterionellopsis*, produz mucilagem que pode acumular bolhas, sendo favorecidos pela alta turbulência promovida pelas ondas. Esse organismo, apesar de não ser produtor de toxina, apresenta carapaça de sílica que pode provocar irritação dérmica em pessoas expostas pela recreação de contato primário.

Outra reclamação de mancha escura registrada em janeiro foi referente à praia de Milionários, no município de São Vicente (Foto 3.2).

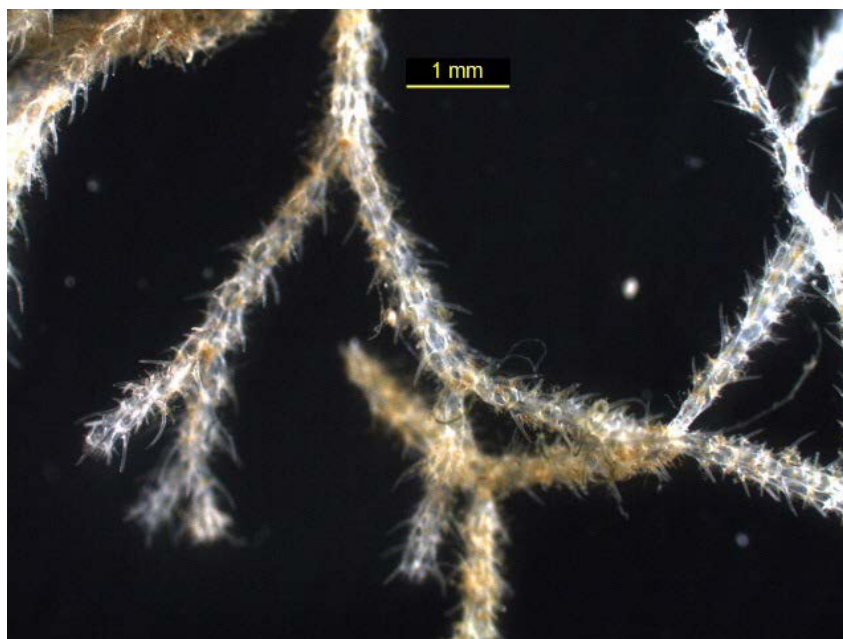
Foto 3.2 – Mancha na praia de Milionários no município do São Vicente (janeiro de 2019)



Fotos: CETESB

A análise da amostra evidenciou uma floração de diatomácea do gênero *Skeletonema* (aproximadamente 80% da densidade total), diatomácea cêntrica formadora de cadeia. A alteração da coloração da água provavelmente ocorreu em razão da elevada biomassa dessas diatomáceas. Elevadas temperaturas podem ter favorecido esse crescimento intensivo. Como o gênero não é potencialmente produtor de biotoxinas, o risco associado à sua exposição está ligado a dermatites de contato, uma vez que as carapaças de sílica (em altas densidades) podem causar irritação ao contato com a pele.

Em fevereiro, durante a amostragem da balneabilidade, técnicos notaram a coloração escura na praia do Sapé, no município de Ubatuba, e coletaram uma amostra de água. O resultado da observação dessa amostra evidenciou um ambiente com grande quantidade de Briozoários, que são animais invertebrados, bentônicos, geralmente coloniais que se alimentam por filtração, capturando microalgas e bactérias. Com frequência são confundidos com algas (Foto 3.3).

Foto 3.3 – Briozóário encontrado em mancha na praia do Sapé, no município de Ubatuba (fevereiro de 2019)

Fotos: Hélio Himbimbo

Naturalmente e favorecidos por tempestades em alto mar, fragmentos desses organismos podem se desprender do substrato oceânico ou dos costões rochosos e serem levados para as praias. Eles não são potencialmente tóxicos, sendo assim, os riscos associados à sua exposição podem, mais uma vez, relacionar-se a dermatites de contato.

Em março, foi observada uma mancha avermelhada nas águas costeiras de São Sebastião. A suspeita levantada pelo CEBIMar USP (Centro de Biologia Marinha da Universidade de São Paulo) seria de floração de dinoflagelados dos gêneros *Alexandrium* e *Dinophysis*. Porém, o resultado das análises evidenciou elevadas densidades de *Margalefidinium* (anteriormente denominado *Cochlodinium*) (<http://noticias.cebimar.usp.br/pt/divulgacao-cientifica/artigos-de-colaboradores-do-cebimar/1756-mares-vermelhas-no-canal-de-sao-sebastiao>). Na ocasião, a CETESB coletou amostras de água bruta em três locais: Cocanha, Barequeçaba e Cigarras. Foram encontrados organismos dos gêneros *Prorocentrum*, *Pseudo-nitzschia* e *Cochlodinium* em densidades baixas. Não foram encontrados organismos do gênero *Alexandrium*.

Em abril, a CETESB recebeu reclamações de um banhista informando que durante suas atividades de recreação, na praia do Sahy situada no município de São Sebastião, havia saído da água com manchas no corpo semelhantes a picadas de insetos. Técnicos da CETESB compareceram ao local e receberam informações de um surfista que casos semelhantes haviam ocorrido também na praia da Baleia, localizada no mesmo município. Uma amostragem foi realizada na praia da Baleia sendo observada, na análise qualitativa da amostra bruta, a presença de pequenas larvas que pareciam ser de Cnidários (plânulas). Embora não tenha sido possível confirmar a identificação, esses animais aquáticos possuem células que podem injetar veneno por um filamento urticante quando tocadas, podendo causar edemas e granulomas (QUEIROZ; CALDAS, 2011), caracterizados por pequenos nódulos de caráter inflamatório, como os encontrados nos banhistas.

Em maio, durante a amostragem de balneabilidade, técnicos da CETESB verificaram que diversas praias de Peruíbe apresentavam água com coloração escura e realizaram uma coleta para análise microscópica. O resultado qualitativo evidenciou elevada densidade de diatomáceas, muitos fragmentos de suas carapaças e grande quantidade de areia. É possível que o aumento da turbulência da zona de arrebentação, provocado por mudanças nas condições meteorológicas, tenha ressuspensionado diatomáceas do sedimento, assim como areia, provocando o rompimento das carapaças desses organismos. A combinação de todos esses fatores pode ter influenciado a coloração da água.

Conclusão

Durante o monitoramento de 2019 verificou-se que, de modo geral, houve diminuição da densidade de organismos dos gêneros *Dinophysis* e *Prorocentrum*, nas amostras de monitoramento da rede costeira da CETESB, quando comparadas a 2018. A exceção ocorreu com a densidade de *Pseudo-nitzschia*, que foi superior em 2019, com um valor considerado elevado em novembro, no ponto situado em Cocanha (município de Caraguatatuba).

O registro de diversos episódios de alteração na coloração das águas costeiras em 2019 parece indicar a combinação de vários fatores, dentre eles: o aumento da consciência da população em relação à importância da comunicação das ocorrências adversas observadas em águas costeiras; a habilidade dos técnicos ambientais em identificar situações atípicas quando estão realizando as amostragens de balneabilidade, bem como de um possível aumento da frequência dos cenários ambientais e climáticos adversos, resultando em florações de microalgas e o carreamento de brizoários para as praias.

3.4 Índices de qualidade dos sedimentos e granulometria

3.4.1 Classificação ecotoxicológica dos sedimentos

A análise química das amostras de sedimento, como nos anos anteriores, apresentou concentrações de Arsênio acima dos valores de referência estabelecidos pelo ISQG (CCME, 2002) e do limite basal para o litoral paulista (9,84 mg/kg), citado por Quinaglia (2006). O arsênio (As) ocorreu na totalidade ou em parte das amostras analisadas nas áreas de Picinguaba, Baía do Itaguá, Saco do Ribeira, Tabatinga, Canal de São Sebastião, Rio Itaguapé, Canal de Bertioga, Canal de Piaçaguera, Canal de Santos e Emissário Praia Grande I. Embora acima dos valores de referência, provavelmente esse elemento não estava biodisponível para causar efeito tóxico sobre os organismos-teste, uma vez que não foi observada toxicidade nestas amostras.

Os ensaios ecotoxicológicos foram realizados nas amostras do primeiro semestre, exceção feita aos canais de Santos e Bertioga. A tabela 3.3 mostra que apenas o Mar Pequeno mostrou toxicidade nos sedimentos, todas as outras áreas avaliadas não apresentaram toxicidade aguda em nenhuma das amostras.

Tabela 3.3 – Qualidade ecotoxicológica dos sedimentos em 2019

Regiões	Área	2019 (amostras)									
		1º semestre					2º semestre				
		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										

Critérios Ecotoxicológicos:

Ótima	Ruim	Péssima
Não Tóxico ^(a)	< 50% ^(b)	≥ 50%

Os ensaios ecotoxicológicos foram realizados nas amostras do primeiro semestre, exceção feita ao Canais de Santos e Bertioiga.

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

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

(c) Mortalidade superior ou igual a 50%, porém apresentando 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 2019

Campanha 1 - 2019		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	230	18	130	18	20	*	*	*	*	
Baía de Itaguá	45	790	18	1.700	20	220	*	*	*	*	
Saco da Ribeira	18	4.900	18	4.900	20	4.900	*	*	*	*	
Tabatinga	18	3.300	18	490	18	4.900	*	*	*	*	
Cocanha	18	3.300	18	330	18	330	*	*	*	*	
Baía de Caraguatatuba	45	330	40	330	45	330	*	*	*	*	
Canal de São Sebastião	700	2.300	68	2.300	20	2.300	18	3300	78	4900	
Barra do Una	18	330	18	7.900	18	220	*	*	*	*	
Rio Itaquaré	18	40	18	78	18	130	*	*	*	*	
Canal de Bertioiga	18	110.000	45	7.900	13.000	7.000	*	*	*	*	
Canal de Santos	35.000	110.000	3.300	110.000	14.000	33.000	*	*	*	*	
Canal de Piaçaguera	7.900	33.000	790	22.000	4.900	7.900	*	*	*	*	
Canal de São Vicente	790	4.900	7.900	3.300	24.000	22.000	*	*	*	*	
Emissário do Guarujá	45	2.200	2.400	7.900	2.400	3.300	20	3.300	*	*	
Emissário de Santos	1.300	3.300	16.000	7.000	16.000	79.000	16.000	110.000	*	*	
Emissário de Praia Grande 1	4.600	13.000	220	490	130	13.000	140	490	*	*	
Rio Itanhaém	490	330	78	2.300	330	330	*	*	*	*	
Rio Preto	45	3.300	220	3.300	790	3.300	*	*	*	*	
Mar Pequeno	3.500	700	490	350.000	45	14.000	*	*	*	*	
Mar de Cananeia	18	1.700	18	78	230	2.300	*	*	*	*	

Campanha 2 - 2019		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	490	18	130	18	45	*	*	*	*	
Baía de Itaguá	18	3.300	20	3.300	18	1.700	*	*	*	*	
Saco da Ribeira	78	4.900	330	3.300	20	4.600	*	*	*	*	
Tabatinga	45	2.200	18	1.200	78	3.300	*	*	*	*	
Cocanha	78	4.900	18	3.900	18	79.000	*	*	*	*	
Baía de Caraguatatuba	20	1.700	18	330	18	4.900	*	*	*	*	
Canal de São Sebastião	18	3.300	18	9.400	45	49.000	18	3300	230	4900	
Barra do Una	20	490	45	230	18	140	*	*	*	*	
Rio Itaquaré	18	3.300	18	270	45	330	*	*	*	*	
Canal de Bertioiga	18	4.900	330	3.300	20	1.300	*	*	*	*	
Canal de Santos	790	49.000	68	70.000	18	11.000	*	*	*	*	
Canal de Piaçaguera	230	79.000	68	79.000	170	33.000	*	*	*	*	
Canal de São Vicente	230	3.300	45	2.300	490	4.900	*	*	*	*	
Emissário do Guarujá	1.300	33.000	490	79.000	330	79.000	230	33.000	*	*	
Emissário de Santos	3.300	11.000	330	110.000	54.000	12.000	2.300	7.000	*	*	
Emissário de Praia Grande 1	20	140.000	68	4.900	93	3.300	45	1700	*	*	
Rio Itanhaém	18	230	20	130	330	3.300	*	*	*	*	
Rio Preto	18	2.300	45	490	130	1.300	*	*	*	*	
Mar Pequeno	1.100	70.000	1.300	13.000	130	130.000	*	*	*	*	
Mar de Cananeia	45	1.400	20	790	110	140	*	*	*	*	

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. De norte para sul, Baía de Itaguá (P1 e P2), Saco da Ribeira (P2 e P3), Canal de São Sebastião (P1, P3 e P5), Canal de Bertioga (P1), Canal de Santos (P3) Canal de Piaçaguera (P2 e P3) , Canal de São Vicente (P3) e Emissário Praia Grande 1 (P1).

Tabela 3.5 – Resultados de Granulometria das 20 áreas por ponto, nos dois semestres de 2019 (continua)

Área	Ponto	(%) 1º Semestre - 2019			(%) 2º Semestre - 2019		
		Areia	Argila	Silte	Areia	Argila	Silte
PICINGUABA	1	79,8	10,5	9,7	91,1	2,6	6,3
	2	97,6	0,0	2,4	98,4	0,0	1,6
	3	99,4	0,0	0,6	99,5	0,0	0,5
BAÍA DE ITAGUÁ	1	33,2	23,8	43,0	50,8	14,2	34,9
	2	38,0	18,0	44,0	47,5	12,8	39,7
	3	59,1	24,6	16,4	79,0	11,6	9,4
SACO DA RIBEIRA	1	43,0	33,2	23,9	37,4	34,5	28,1
	2	18,5	49,3	32,2	22,4	47,0	30,6
	3	39,0	25,5	35,5	31,3	28,0	40,7
TABATINGA	1	91,5	0,2	8,3	92,1	0,0	7,9
	2	83,1	1,4	15,5	82,4	0,9	16,7
	3	78,1	8,2	13,8	80,9	5,8	13,3
COCANHA	1	74,0	4,0	22,0	87,4	0,0	12,6
	2	43,2	43,7	13,1	77,4	0,0	22,6
	3	91,7	1,3	7,1	81,3	0,0	18,7
BAÍA DE CARAGUATATUBA	1	81,9	0,4	17,8	78,1	2,5	19,4
	2	71,1	0,0	28,9	71,3	0,0	28,7
	3	81,1	9,1	9,9	80,4	9,0	10,6
CANAL DE S. SEBASTIÃO	1	3,9	56,4	39,7	36,8	31,1	32,2
	2	34,1	33,5	32,4	47,6	26,1	26,3
	3	50,3	25,1	24,6	25,1	37,7	37,2
	4	81,7	5,4	12,8	76,7	6,3	17,0
	5	39,9	24,5	35,6	27,2	32,9	40,0
BARRA DO UNA	1	94,6	0,0	5,4	95,8	0,0	4,2
	2	96,1	0,0	3,9	96,6	0,0	3,4
	3	99,5	0,0	0,5	99,1	0,0	0,9
RIO ITAGUARÉ	1	98,3	0,0	1,7	98,3	0,0	1,7
	2	96,8	0,0	3,2	98,3	0,0	1,7
	3	98,4	0,0	1,6	97,9	0,0	2,1
CANAL DE BERTIOGA	1	19,2	46,9	33,9	12,9	51,5	35,6
	2	66,8	19,0	14,3	91,4	2,4	6,2
	3	88,7	4,6	6,7	96,7	0,0	3,4

Tabela 3.5 – Resultados de Granulometria das 20 áreas por ponto, nos dois semestres de 2019 (conclusão)

Área	Ponto	(%) 1º Semestre - 2019			(%) 2º Semestre - 2019		
		Areia	Argila	Silte	Areia	Argila	Silte
CANAL DE SANTOS	1	48,2	31,8	20,0	81,1	8,3	10,6
	2	78,2	11,0	10,9	69,4	18,8	11,8
	3	22,0	27,2	50,7	15,5	52,1	32,4
CANAL DE PIAÇAGUERA	1	46,2	27,4	26,4	66,0	13,0	21,0
	2	32,9	33,2	33,9	52,6	20,4	27,0
	3	19,9	46,9	33,2	28,6	41,6	29,9
CANAL DE S. VICENTE	1	99,5	0,0	0,5	99,6	0,0	0,4
	2	100,0	0,0	0,0	100,0	0,0	0,0
	3	42,9	37,3	19,8	27,9	47,6	24,5
EMISSÁRIO DO GUARUJÁ	1	71,1	7,6	21,4	63,3	10,5	26,2
	2	81,2	2,0	16,8	45,4	22,1	32,5
	3	65,6	9,8	24,6	51,4	14,8	33,7
	4	52,3	17,1	30,7	65,9	9,8	24,3
EMISSÁRIO DE SANTOS	1	97,3	0,0	2,8	94,3	0,0	5,7
	2	96,5	0,0	3,5	68,8	13,5	17,7
	3	75,3	8,8	15,8	87,0	3,4	9,7
	4	92,1	0,4	7,5	96,6	0,0	3,4
EMISSÁRIO DE PRAIA GRANDE I	1	58,9	15,0	26,2	34,0	27,8	38,1
	2	98,0	0,0	2,0	77,8	8,8	13,4
	3	57,4	17,8	24,8	97,1	0,0	2,9
	4	97,8	0,0	2,2	74,7	7,9	17,4
RIO ITANHAÉM	1	98,4	0,0	1,7	98,2	0,0	1,8
	2	98,4	0,0	1,7	98,2	0,0	1,8
	3	98,8	0,0	1,2	92,5	1,1	6,4
RIO PRETO	1	68,1	9,3	22,6	54,7	17,0	28,3
	2	92,1	0,7	7,2	59,4	14,3	26,3
	3	75,2	7,1	17,8	60,0	10,3	29,7
MAR PEQUENO	1	100,0	0,0	0,0	86,2	4,8	9,0
	2	56,8	25,1	18,2	100,0	0,0	0,0
	3	75,3	9,3	15,4	63,3	16,0	20,8
MAR DE CANANEIA	1	91,9	3,0	5,1	85,1	5,2	9,6
	2	100,0	0,0	0,0	90,4	3,6	6,0
	3	89,8	4,7	5,5	100,0	0,0	0,1

■ Arenoso ■ Argiloso ■ Siltoso

3.5 Avaliação da qualidade ambiental das áreas

A seguir são discutidos os resultados de qualidade de água e sedimentos obtidos em 2019 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 não apresentou ocorrências de não conformidades em 2019 e foi classificada como ÓTIMA segundo o IQAC (Tabela 3.6).

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 Índice de Estado Trófico Costeiro - IETC, a média anual indicou ambiente Oligotrófico mantendo a condição trófica observada no ano anterior.

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 2019	Média aritmética 2014-2018
Campo							
OD	mg/L	6	6,48	7,22	0%	6,90	6,93
pH		6,5 a 8,5	7,4	8,1	0%	7,9	8,0
Salinidade	ppt		33,36	35,20		34,33	34,57
Temperatura da Água	°C		22,8	27,5		25,12	22,66
Turbidez	UNT		1,00	2,75		1,40	2,12
Metais							
Alumínio Dissolvido	mg/L	1,5	0,5	0,5	0%	0,5	0,3
Boro Total	mg/L	5	3,78	3,98	0%	3,89	4,05
Cádmio Total	mg/L	0,005	0,050	0,050	n.d.	0,050	0,025
Chumbo Total	mg/L	0,01	0,10	0,10	n.d.	0,10	0,05
Cobre Dissolvido	mg/L	0,005	0,050	0,050	n.d.	0,050	0,032
Cromo Hexavalente	mg/L		0,004	0,004		0,004	0,004
Cromo Total	mg/L	0,05	0,1	0,1	n.d.	0,10	0,06
Estanho Total	mg/L		1,0	1,0		1,0	0,6
Ferro Dissolvido	mg/L	0,3	0,5	0,5	n.d.	0,5	0,3
Níquel Total	mg/L	0,025	0,100	0,100	n.d.	0,100	0,060
Zinco Total	mg/L	0,09	0,10	0,10	n.d.	0,10	0,06
Nutrientes							
Carbono Orgânico Total	mg/L	3	1,0	1,8	0%	1,2	2,7
Orto-fosfato Solúvel	mg/L		0	0			0,01
Fósforo Total	mg/L	0,062	0,070	0,070	n.d.	0,070	0,048
Nitrogênio Amoniacal Total	mg/L	0,4	0,10	0,28	0%	0,14	0,16
Nitrogênio Kjeldahl Total	mg/L		1,00	1,26		1,01	0,64
Outros							
Clorofila <i>a</i>	µg/L	2,5	0,56	0,84	0%	0,61	0,94
Fenóis Totais	mg/L	0,06	0,003	0,003	0%	0,003	0,003
Microbiológicos							
Enterococos	UFC/100mL	100	1	16	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 do local possuem granulometria predominantemente arenosa em todos os pontos, característica que indica tendência de não reter substâncias. Não foram observadas concentrações acima dos valores de referência nesta área, no ano de 2019.

A avaliação ecotoxicológica do sedimento coletado nos três pontos da região de Picinguaba, para o ensaio agudo no primeiro semestre, indicou qualidade Ótima para esse ambiente (Tabela 3.3), mantendo a

mesma classificação observada nos últimos quatro anos. O arsênio nos pontos 1 (20,7 mg/kg) e 2 (26,6 mg/kg) em concentrações acima dos valores de referência, provavelmente, não estava biodisponível para causar efeito tóxico sobre os organismos-teste.

Conforme o critério microbiológico, as baixas 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	Padrão CCME, 2002		min	máx	% NC (resultados acima de ISQG)	Média aritmética 2019	Média aritmética 2014 - 2018
Nutrientes								
Fósforo Total *	mg/kg	500		106	251	0,0%	170	239
Nitrogênio Kjeldahl Total *	mg/kg	1000		168	826	0,0%	394	355
Potencial Redox	mV			-128	49	-	-39	-27
Orgânicos								
Carbono Orgânico Total *	%	1,3		0,07	0,57	0,0%	0,24	0,79
Fenóis Totais	mg/kg			1,9	2,43	-	2,13	1,88
Óleos e Graxas Totais	mg/kg			350	350	-	350	414
Hidrocarbonetos Arom. Polinucleares								
		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	10,67
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	23,33
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	14
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	21,2	144	15	15	0,0%	15	16,67
Indeno(1,2,3-cd)pireno	µg/kg			20	20	-	20	40
Naftaleno	µg/kg	35	391	20	20	0,0%	20	23,33
Pireno	µg/kg	153	1398	20	20	0,0%	20	20
Metais								
		ISQG	PEL					
Alumínio Total	mg/kg			3726	13102	-	7976	4723
Arsênio Total	mg/kg	7,24	41,6	2	26,6	33,3%	10,17	4,85
Cádmio Total	mg/kg	0,7	4,2	0,5	0,5	0,0%	0,50	0,46
Chumbo Total	mg/kg	30,2	112	5	14,2	0,0%	7,46	6,81
Cobre Total	mg/kg	18,7	108	4	4	0,0%	4,00	3,86
Cromo Total	mg/kg	52,3	160	5,92	21,4	0,0%	12,01	8,19
Estanho Total	mg/kg			5	5	-	5,00	4,37
Ferro Total	mg/kg			3947	10478	-	7073	6244
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	1,58	6,7	0,0%	3,78	3,11
Zinco Total	mg/kg	124	271	3,48	25,00	0,0%	13,52	11,99

* valores adotados pela CETESB, vide metodologia no capítulo 2

Parâmetros sem as médias aritméticas dos 5 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 como Boa em 2019, conforme a média das classificações dos pontos, devido à presença de enterococos acima do limite legal nos pontos 1 e 3 na segunda campanha de amostragem (Tabela 3.8). As concentrações de clorofila *a* (Tabela 3.2) foram menores na 1ª campanha, com o IETC variando de Oligotrófico a Mesotrófico, com média indicando condição Oligotrófica. Na 2ª campanha os três pontos apresentaram condição Mesotrófica. Com base no IETC, a média anual para essa área indicou condição Mesotrófica, mantendo a condição trófica 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 n° 357/05	mín	máx	% NC	Média aritmética 2019	Média aritmética 2014-2018
Campo							
OD	mg/L	6	6,35	7,43	0%	6,85	6,84
pH		6,5 a 8,5	7,2	8,1	0%	7,9	8,0
Salinidade	ppt		30	34,80		33,77	34,50
Temperatura da Água	°C		22,1	27,4		24,83	23,06
Turbidez	UNT		1,00	8,11		2,07	2,27
Metais							
Alumínio Dissolvido	mg/L	1,5	0,5	0,5	0%	0,5	0,3
Boro Total	mg/L	5	3,44	4,42	0%	3,74	3,83
Cádmio Total	mg/L	0,005	0,050	0,050	n.d.	0,050	0,038
Chumbo Total	mg/L	0,01	0,10	0,10	n.d.	0,10	0,05
Cobre Dissolvido	mg/L	0,005	0,050	0,050	n.d.	0,050	0,029
Cromo Hexavalente	mg/L		0,004	0,01		0,006	0,004
Cromo Total	mg/L	0,05	0,1	0,1	n.d.	0,10	0,06
Estanho Total	mg/L		1,0	1,0		1,0	0,6
Ferro Dissolvido	mg/L	0,3	0,5	0,5	n.d.	0,5	0,3
Níquel Total	mg/L	0,025	0,100	0,100	n.d.	0,100	0,060
Zinco Total	mg/L	0,09	0,10	0,10	n.d.	0,10	0,06
Nutrientes							
Carbono Orgânico Total	mg/L	3	1,0	2,09	0%	1,4	3,7
Orto-fosfato Solúvel	mg/L		0	0			0,01
Fósforo Total	mg/L	0,062	0,070	0,070	n.d.	0,070	0,045
Nitrogênio Amoniacal Total	mg/L	0,4	0,10	0,29	0%	0,13	0,15
Nitrogênio Kjeldahl Total	mg/L		1,00	1,09		1,01	0,63
Outros							
Clorofila <i>a</i>	µg/L	2,5	0,56	1,87	0%	1,09	1,35
Fenóis Totais	mg/L	0,06	0,003	0,003	0%	0,003	0,003
Microbiológicos							
Enterococos	UFC/100mL	100	1	300	11%	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

Com relação à qualidade dos sedimentos, os valores de potencial redox negativos e as concentrações de nutrientes elevadas (83%) de não conformidades para COT e NKT apresentaram comportamento semelhante aos anos anteriores 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. Em 2019, foram verificadas ocorrências de chumbo acima do valor orientador apenas no primeiro semestre nos pontos 1 e 2, sendo os valores próximos ao ISQG. Esse comportamento foi observado em outros momentos, como por exemplo em 2017, nos mesmos pontos e no mesmo período do ano.

Na avaliação ecotoxicológica das amostras de sedimento dos três pontos da Baía de Itaguá, os resultados do ensaio agudo, no primeiro semestre, indicaram ausência de toxicidade, sendo classificados com qualidade Ótima (Tabela 3.3), da mesma forma que nos últimos quatro anos.

Embora tenha sido detectada a presença de arsênio nos pontos 1 (18,5 mg/kg), 2 (10,9 mg/kg) e 3 (12 mg/kg) acima dos valores de referência e de Pb acima do ISQG nos pontos 1 e 2 (35,8 mg/kg nos dois pontos), provavelmente não estavam biodisponíveis para causar efeito tóxico sobre os organismos-teste. A detecção de chumbo também foi observada acima do ISQG em 2017 e abaixo deste valor de referência em 2018, conforme resultado dos ensaios ecotoxicológicos. Dessa forma, sua ocorrência não parece ser pontual, conforme sugerido no relatório de 2018.

Conforme o critério de classificação microbiológico, todos os pontos foram considerados Ótimos nas duas campanhas, com base nos indicadores coliformes termotolerantes e *C. perfringens* (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

Parâmetro	Unidade	Padrão CCME, 2002		mín	máx	% NC (resultados acima de ISQG)	Média aritmética 2019	Média aritmética 2014 - 2018
Nutrientes								
Fósforo Total *	mg/kg	500		519	628	100,0%	571	562
Nitrogênio Kjeldahl Total *	mg/kg	1000		728	2365	83,3%	1718	1420
Potencial Redox	mV			-278	-120	-	-174	-124
Orgânicos								
Carbono Orgânico Total *	%	1,3		1,02	2,38	83,3%	1,63	1,49
Fenóis Totais	mg/kg			2,48	3,86	-	3,19	2,96
Óleos e Graxas Totais	mg/kg			350	857	-	497	509
Hidrocarbonetos Arom. Polinucleares		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	13,00
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	20,00
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	18
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	21,2	144	15	15	0,0%	15	17,50
Indeno(1,2,3-cd)pireno	µg/kg			20	20	-	20	50
Naftaleno	µg/kg	35	391	20	20	0,0%	20	25,00
Pireno	µg/kg	153	1398	20	20	0,0%	20	20
Metais		ISQG	PEL					
Alumínio Total	mg/kg			14115	45008	-	34017	27804
Arsênio Total	mg/kg	7,24	41,6	10,6	18,5	100,0%	12,43	11,36
Cádmio Total	mg/kg	0,7	4,2	0,5	0,5	0,0%	0,50	0,50
Chumbo Total	mg/kg	30,2	112	10,5	35,8	33,3%	22,03	21,06
Cobre Total	mg/kg	18,7	108	4	9,13	0,0%	6,64	7,71
Cromo Total	mg/kg	52,3	160	16,1	39,2	0,0%	29,38	27,41
Estanho Total	mg/kg			5	5	-	5,00	4,50
Ferro Total	mg/kg			12270	32280	-	23694	24903
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	5,75	16,2	16,7%	12,18	10,75
Zinco Total	mg/kg	124	271	21,90	70,30	0,0%	51,65	51,28

* valores adotados pela CETESB, vide metodologia no capítulo 2

Parâmetros sem as médias aritméticas dos 5 anos anteriores não possuem dados para realização adequada do cálculo.

3.5.3 Saco da Ribeira

Qualidade da água

Não foram identificadas não conformidades no compartimento água na região em 2019 conferindo-lhe a classificação Ótima conforme a média do IQAC (Tabela 3.10).

As concentrações de clorofila *a* (Tabela 3.2) variaram de Oligotrófica a Mesotrófica em ambas as campanhas, porém, a média da 1ª campanha indicou condição Oligotrófica e na 2ª campanha, com concentrações de

clorofila *a* maiores, foi classificada como Mesotrófica. A média anual do IETC apontou ambiente Mesotrófico, ou em processo de eutrofização, exibindo uma piora em relação ao ano anterior.

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

Parâmetro	Unidade	Padrão classe 1 águas salinas Res. CONAMA nº 357/05	mín	máx	% NC	Média aritmética 2019	Média aritmética 2014-2018
Campo							
OD	mg/L	6	6,59	8,22	0%	7,34	6,90
pH		6,5 a 8,5	7,1	8,1	0%	7,9	8,0
Salinidade	ppt		33,04	35,60		34,44	34,38
Temperatura da Água	°C		17,6	25		22,30	23,27
Turbidez	UNT		1,00	3,67		2,11	2,57
Metais							
Alumínio Dissolvido	mg/L	1,5	0,5	0,5	0%	0,5	0,3
Boro Total	mg/L	5	3,98	5,12	50%	4,57	4,73
Cádmio Total	mg/L	0,005	0,050	0,050	n.d.	0,050	0,025
Chumbo Total	mg/L	0,01	0,10	0,10	n.d.	0,10	0,05
Cobre Dissolvido	mg/L	0,005	0,050	0,050	n.d.	0,050	0,030
Cromo Hexavalente	mg/L		0,004	0,01		0,007	0,005
Cromo Total	mg/L	0,05	0,1	0,1	n.d.	0,10	0,06
Estanho Total	mg/L		1,0	1,0		1,0	0,6
Ferro Dissolvido	mg/L	0,3	0,5	0,5	n.d.	0,5	0,3
Níquel Total	mg/L	0,025	0,100	0,100	n.d.	0,100	0,060
Zinco Total	mg/L	0,09	0,10	0,10	n.d.	0,10	0,06
Nutrientes							
Carbono Orgânico Total	mg/L	3	1,1	1,85	0%	1,5	2,6
Orto-fosfato Solúvel	mg/L		0	0			0,01
Fósforo Total	mg/L	0,062	0,070	0,070	n.d.	0,070	0,042
Nitrogênio Amoniacal Total	mg/L	0,4	0,10	0,37	0%	0,15	0,12
Nitrogênio Kjeldahl Total	mg/L		1,00	1		1,00	0,75
Outros							
Clorofila <i>a</i>	µg/L	2,5	0,56	2,41	0%	1,34	1,78
Fenóis Totais	mg/L	0,06	0,003	0,003	0%	0,003	0,003
Microbiológicos							
Enterococos	UFC/100mL	100	1	13	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

Observa-se a presença de metais (chumbo, cobre) na região acima do limite de ISQG em consonância com o comportamento histórico, provavelmente devido à presença de marinas e ao tráfego de embarcações. Verificaram-se altas concentrações de nutrientes com não conformidade variando entre 60 e 100% e valores de potencial redox negativos. Os resultados estão dentro da média verificada nos cinco anos anteriores. É importante notar que se trata de uma baía, local com hidrodinâmica que favorece o acúmulo da contribuição continental, além da granulometria fina conferir ao local uma tendência de acúmulo de substâncias.

Os ensaios ecotoxicológicos com as amostras de sedimento dos três pontos dessa região, no primeiro semestre, indicaram qualidade Ótima para esse ambiente (Tabela 3.3) como observado nos últimos três anos.

As concentrações de As no ponto 1 (7,3 mg/kg) acima do ISQG, mas abaixo do limite basal para o litoral paulista e de Pb (37,2 e 39,6 mg/kg) e Cu (31,8 e 21,8 mg/kg) nos pontos 1 e 2, respectivamente, acima de

ISQG, provavelmente não estavam biodisponíveis para causar efeito tóxico sobre os organismos-teste.

É importante destacar que, devido ao histórico da presença de contaminantes nessa região, uma eventual ressuspensão do sedimento poderá causar efeitos deletérios nas comunidades aquáticas.

Quanto ao aspecto microbiológico, os pontos foram classificados como Ótimos para os dois indicadores em ambas as campanhas, exceção feita ao ponto 2 que foi classificado como Bom no segundo semestre para coliformes termotolerantes (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	Padrão CCME, 2002		min	máx	% NC (resultados acima de ISQG)	Média aritmética - 2019	Média aritmética - 2014 - 2018
Nutrientes								
Fósforo Total *	mg/kg	500		477	708	83,3%	620	736
Nitrogênio Kjeldahl Total *	mg/kg	1000		1100	2084	100,0%	1518	1548
Potencial Redox	mV			-191	-112	-	-139	-116
Orgânicos								
Carbono Orgânico Total *	%	1,3		1,26	1,72	66,7%	1,42	1,49
Fenóis Totais	mg/kg			3,03	4,6	-	3,76	3,79
Óleos e Graxas Totais	mg/kg			350	603	-	433	439
Hidrocarbonetos Arom. Polinucleares								
		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	10,94
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	21,8	0,0%	12	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	22,94
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	14
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	21,2	144	15	15	0,0%	15	16,76
Indeno(1,2,3-cd)pireno	µg/kg			20	20	-	20	42
Naftaleno	µg/kg	35	391	20	20	0,0%	20	23,53
Pireno	µg/kg	153	1398	20	20	0,0%	20	21
Metais								
		ISQG	PEL					
Alumínio Total	mg/kg			32360	67137	-	51271	39846
Arsênio Total	mg/kg	7,24	41,6	2,29	13,8	66,7%	8,11	14,05
Cádmio Total	mg/kg	0,7	4,2	0,5	0,5	0,0%	0,50	0,43
Chumbo Total	mg/kg	30,2	112	13,4	39,6	33,3%	27,33	34,96
Cobre Total	mg/kg	18,7	108	6,54	40,4	66,7%	23,01	51,08
Cromo Total	mg/kg	52,3	160	23,9	44,4	0,0%	32,77	32,36
Estanho Total	mg/kg			5	5	-	5,00	4,97
Ferro Total	mg/kg			22689	37665	-	30961	34771
Mercúrio Total	mg/kg	0,13	0,7	0,02	0,09	0,0%	0,06	0,08
Níquel Total	mg/kg	15,9	42,8	9,76	15,9	0,0%	12,54	11,84
Zinco Total	mg/kg	124	271	47,60	124,00	0,0%	85,72	108,34

* valores adotados pela CETESB, vide metodologia no capítulo 2

Parâmetros sem as médias aritméticas dos 5 anos anteriores não possuem dados para realização adequada do cálculo.

3.5.4 Tabatinga

Qualidade da água

Apenas o parâmetro clorofila *a* apresentou não conformidade com o valor de referência na amostra de meio do ponto 3, no segundo semestre (Tabela 3.12). A área foi classificada como Ótima segundo o IQAC em 2019, uma melhora substancial em comparação com 2018.

Quanto ao estado trófico (Tabela 3.2.), as concentrações de clorofila *a* variaram, ao longo do ano, de Oligotrófico a Eutrófico. A condição trófica média em ambas as campanhas foi de Mesotrófica, assim como a média anual apontou ambiente Mesotrófico, mantendo 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 n° 357/05	mín	máx	% NC	Média aritmética 2019	Média aritmética 2014-2018
Campo							
OD	mg/L	6	6,77	8,15	0%	7,44	7,12
pH		6,5 a 8,5	7,4	8,1	0%	7,9	8,0
Salinidade	ppt		32,98	35,56		34,36	33,99
Temperatura da Água	°C		19,9	24,5		22,13	23,21
Turbidez	UNT		1,00	4,2		1,97	4,18
Metais							
Alumínio Dissolvido	mg/L	1,5	0,5	0,5	0%	0,5	0,3
Boro Total	mg/L	5	3,81	5,47	50%	4,63	4,35
Cádmio Total	mg/L	0,005	0,050	0,050	n.d.	0,050	0,025
Chumbo Total	mg/L	0,01	0,10	0,10	n.d.	0,10	0,05
Cobre Dissolvido	mg/L	0,005	0,050	0,050	n.d.	0,050	0,030
Cromo Hexavalente	mg/L		0,004	0,01		0,007	0,006
Cromo Total	mg/L	0,05	0,1	0,1	n.d.	0,10	0,06
Estanho Total	mg/L		1,0	1,0		1,0	0,6
Ferro Dissolvido	mg/L	0,3	0,5	0,5	n.d.	0,5	0,3
Níquel Total	mg/L	0,025	0,100	0,100	n.d.	0,100	0,060
Zinco Total	mg/L	0,09	0,10	0,10	n.d.	0,10	0,06
Nutrientes							
Carbono Orgânico Total	mg/L	3	1,0	1,99	0%	1,5	3,8
Orto-fosfato Solúvel	mg/L		0	0			0,01
Fósforo Total	mg/L	0,062	0,070	0,070	n.d.	0,070	0,042
Nitrogênio Amoniacal Total	mg/L	0,4	0,10	0,24	0%	0,13	0,11
Nitrogênio Kjeldahl Total	mg/L		1,00	1		1,00	0,81
Outros							
Clorofila <i>a</i>	µg/L	2,5	0,56	3,47	8%	1,30	1,77
Fenóis Totais	mg/L	0,06	0,003	0,003	0%	0,003	0,003
Microbiológicos							
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 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 2019 mantiveram o comportamento de redução em relação à média histórica com apenas uma não conformidade de NKT. Não foram verificadas não conformidades para nenhum outro parâmetro.

Na avaliação ecotoxicológica das amostras de sedimento dos três pontos dessa região no primeiro semestre, o ensaio agudo indicou qualidade Ótima para esse ambiente (Tabela 3.3), da mesma forma como observado nos últimos quatro anos. O arsênio no ponto 3 (13,2 mg/kg) em concentração acima dos valores de referência não estava biodisponível para causar efeito tóxico sobre os organismos-teste.

De acordo com o critério de classificação microbiológico, as densidades de microrganismos indicadores de poluição fecal, coliformes termotolerantes e *C. perfringens*, classificaram os três pontos como Ótimos nas duas campanhas de amostragem (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	Padrão CCME, 2002		min	máx	% NC (resultados acima de ISQG)	Média aritmética - 2019	Média aritmética - 2014 - 2018
Nutrientes								
Fósforo Total *	mg/kg	500		162	277	0,0%	222	222
Nitrogênio Kjeldahl Total *	mg/kg	1000		178	1607	16,7%	580	375
Potencial Redox	mV			-161	-88	-	-128	-77
Orgânicos								
Carbono Orgânico Total *	%	1,3		0,17	0,50	0,0%	0,33	0,72
Fenóis Totais	mg/kg			1,94	2,14	-	2,07	2,00
Óleos e Graxas Totais	mg/kg			350	350	-	350	425
Hidrocarbonetos Arom. Polinucleares								
		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	10,67
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	23,33
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	14
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	21,2	144	15	15	0,0%	15	16,67
Indeno(1,2,3-cd)pireno	µg/kg			20	20	-	20	40
Naftaleno	µg/kg	35	391	20	20	0,0%	20	23,33
Pireno	µg/kg	153	1398	20	20	0,0%	20	20
Metais								
		ISQG	PEL					
Alumínio Total	mg/kg			8373	18526	-	11445	8375
Arsênio Total	mg/kg	7,24	41,6	3,49	13,2	16,7%	5,81	4,93
Cádmio Total	mg/kg	0,7	4,2	0,5	0,5	0,0%	0,50	0,43
Chumbo Total	mg/kg	30,2	112	5	13,7	0,0%	8,47	8,57
Cobre Total	mg/kg	18,7	108	4	4	0,0%	4,00	4,43
Cromo Total	mg/kg	52,3	160	9,63	19,2	0,0%	14,41	12,53
Estanho Total	mg/kg			5	5	-	5,00	4,07
Ferro Total	mg/kg			9551	16705	-	12779	12532
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	2,75	5,94	0,0%	4,35	3,94
Zinco Total	mg/kg	124	271	18,30	31,20	0,0%	25,02	24,00

* valores adotados pela CETESB, vide metodologia no capítulo 2

Parâmetros sem as médias aritméticas dos 5 anos anteriores não possuem dados para realização adequada do cálculo.

3.5.5 Cocanha

Qualidade da água

A região da Cocanha foi classificada como Ótima em 2019 segundo o IQAC com apenas uma não conformidade de OD na amostra de fundo do ponto 3 (Tabela 3.14).

As concentrações de clorofila *a* (Tabela 3.2) foram menores na 1ª campanha com a média indicando condição Oligotrófica, já na 2ª campanha, com valores superiores, pela média foi classificada como Mesotrófica. Segundo o IETC, a média anual indicou condição Mesotrófica, ou em processo de eutrofização, exibindo uma piora em relação ao ano anterior.

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 n° 357/05	mín	máx	% NC	Média aritmética 2019	Média aritmética 2014-2018
Campo							
OD	mg/L	6	5,73	8,2	6%	7,52	7,06
pH		6,5 a 8,5	7,4	8,1	0%	7,9	8,0
Salinidade	ppt		32,45	35,67		34,21	33,76
Temperatura da Água	°C		20,1	24,1		22,14	22,89
Turbidez	UNT		1,00	2,39		1,21	3,51
Metais							
Alumínio Dissolvido	mg/L	1,5	0,5	0,5	0%	0,5	0,3
Boro Total	mg/L	5	3,78	5,05	17%	4,44	4,18
Cádmio Total	mg/L	0,005	0,050	0,050	n.d.	0,050	0,025
Chumbo Total	mg/L	0,01	0,10	0,10	n.d.	0,10	0,05
Cobre Dissolvido	mg/L	0,005	0,050	0,050	n.d.	0,050	0,030
Cromo Hexavalente	mg/L		0,004	0,01		0,007	0,006
Cromo Total	mg/L	0,05	0,1	0,1	n.d.	0,10	0,06
Estanho Total	mg/L		1,0	1,0		1,0	0,6
Ferro Dissolvido	mg/L	0,3	0,5	0,5	n.d.	0,5	0,3
Níquel Total	mg/L	0,025	0,100	0,100	n.d.	0,100	0,060
Zinco Total	mg/L	0,09	0,10	0,10	n.d.	0,10	0,06
Nutrientes							
Carbono Orgânico Total	mg/L	3	1,0	1,8	0%	1,4	4,0
Orto-fosfato Solúvel	mg/L		0	0			0,01
Fósforo Total	mg/L	0,062	0,070	0,070	n.d.	0,070	0,042
Nitrogênio Amoniacal Total	mg/L	0,4	0,10	0,3	0%	0,15	0,12
Nitrogênio Kjeldahl Total	mg/L		1,00	1		1,00	0,79
Outros							
Clorofila <i>a</i>	µg/L	2,5	0,56	1,92	0%	1,10	1,20
Fenóis Totais	mg/L	0,06	0,003	0,003	0%	0,003	0,003
Microbiológicos							
Enterococos	UFC/100mL	100	1	5	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%). Não houve registro de não conformidades em 2019.

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), como observado nos três anos anteriores.

Conforme o critério de classificação microbiológico, os pontos foram classificados como Ótimos nas duas campanhas de amostragem para ambos os indicadores. Exceção feita ao ponto 3 que foi classificado como Regular para o indicador *C. perfringens* na segunda campanha (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	Padrão CCME, 2002	min	máx	% NC (resultados acima de ISQG)	Média aritmética 2019	Média aritmética 2014 - 2018	
Nutrientes								
Fósforo Total *	mg/kg	500	244	327	0,0%	271	301	
Nitrogênio Kjeldahl Total *	mg/kg	1000	379	792	0,0%	487	474	
Potencial Redox	mV		-144	-12	-	-72	-87	
Orgânicos								
Carbono Orgânico Total *	%	1,3	0,25	0,56	0,0%	0,34	0,76	
Fenóis Totais	mg/kg		2,02	2,33	-	2,14	2,07	
Óleos e Graxas Totais	mg/kg		350	370	-	353	428	
Hidrocarbonetos Arom. Polinucleares								
		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	10,67
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	23,33
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	14
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	21,2	144	15	15	0,0%	15	16,67
Indeno(1,2,3-cd)pireno	µg/kg			20	20	-	20	40
Naftaleno	µg/kg	35	391	20	20	0,0%	20	23,33
Pireno	µg/kg	153	1398	20	20	0,0%	20	20
Metais								
		ISQG	PEL					
Alumínio Total	mg/kg			12519	25216	-	15957	11471
Arsênio Total	mg/kg	7,24	41,6	2	5,62	0,0%	4,35	5,21
Cádmio Total	mg/kg	0,7	4,2	0,5	0,5	0,0%	0,50	0,43
Chumbo Total	mg/kg	30,2	112	6,2	17,2	0,0%	10,29	10,69
Cobre Total	mg/kg	18,7	108	4	4	0,0%	4,00	4,75
Cromo Total	mg/kg	52,3	160	12	25,1	0,0%	19,48	17,84
Estanho Total	mg/kg			5	5	-	5,00	3,96
Ferro Total	mg/kg			13974	23756	-	18001	17576
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	3,97	7,88	0,0%	5,70	5,67
Zinco Total	mg/kg	124	271	29,00	45,80	0,0%	33,35	33,90

* 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

Qualidade da água

Na Baía de Caraguatatuba verificou-se ocorrência de não conformidade principalmente nas amostras de água nas determinações de clorofila *a* do segundo semestre, além do parâmetro enterococos nos pontos 1 e 2 na primeira campanha (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 variaram da condição Oligotrófica a Mesotrófica com a média indicando ambiente Mesotrófico. Na 2ª campanha, com concentrações de clorofila *a* em todos os pontos maiores que em relação à 1ª campanha, classificaram esta área na condição Eutrófica. Pela média anual essa área foi classificada, segundo o IETC, como Mesotrófica indicando uma melhora 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 2019	Média aritmética 2014-2018
Campo							
OD	mg/L	6	5,86	7,36	11%	6,67	6,88
pH		6,5 a 8,5	7,4	8,0	0%	7,9	8,0
Salinidade	ppt		32,98	35,22		34,17	34,15
Temperatura da Água	°C		21,2	28,4		24,62	23,66
Turbidez	UNT		1,00	7,49		3,67	2,20
Metais							
Alumínio Dissolvido	mg/L	1,5	0,5	0,5	0%	0,5	0,3
Boro Total	mg/L	5	3,69	4,8	0%	4,23	3,90
Cádmio Total	mg/L	0,005	0,050	0,050	n.d.	0,050	0,025
Chumbo Total	mg/L	0,01	0,10	0,10	n.d.	0,10	0,05
Cobre Dissolvido	mg/L	0,005	0,050	0,050	n.d.	0,050	0,030
Cromo Hexavalente	mg/L		0,004	0,004		0,004	0,004
Cromo Total	mg/L	0,05	0,1	0,1	n.d.	0,10	0,06
Estanho Total	mg/L		1,0	1,0		1,0	0,6
Ferro Dissolvido	mg/L	0,3	0,5	0,5	n.d.	0,5	0,3
Níquel Total	mg/L	0,025	0,100	0,100	n.d.	0,100	0,060
Zinco Total	mg/L	0,09	0,10	0,10	n.d.	0,10	0,06
Nutrientes							
Carbono Orgânico Total	mg/L	3	1,0	3,63	6%	1,3	4,1
Orto-fosfato Solúvel	mg/L		0,01	0,01		0,01	0,01
Fósforo Total	mg/L	0,062	0,070	0,070	n.d.	0,070	0,046
Nitrogênio Amoniacal Total	mg/L	0,4	0,10	0,18	0%	0,11	0,15
Nitrogênio Kjeldahl Total	mg/L		1,00	1		1,00	0,75
Outros							
Clorofila <i>a</i>	µg/L	2,5	0,56	3,68	50%	2,15	1,63
Fenóis Totais	mg/L	0,06	0,003	0,003	0%	0,003	0,003
Microbiológicos							
Enterococos	UFC/100mL	100	1	272	11%	7	7

■ 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 apresentaram variação em sua composição sendo predominantemente arenosos no ponto 3, arenosos com aproximadamente 35% de finos no ponto 2 e argilosos com 33% de silte no ponto 1. Baías são naturalmente regiões deposicionais devido às suas características que dificultam

a circulação das águas no local, comportamento evidenciado pelas concentrações elevadas de nutrientes e potencial redox negativo. Diferentemente de 2018, verificou-se não conformidades de COT e NKT nos pontos 1 (em ambos os semestres) e 2 (primeiro semestre).

Também foram observadas concentrações superiores aos valores orientadores de chumbo (P1, primeiro semestre) e mercúrio (P1, segundo semestre) sendo ambas próximas ao limite de ISQG. Tendo em vista o comportamento histórico da região é provável que se trate de resultados pontuais.

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), como observado nos últimos quatro anos.

Com base no critério de classificação microbiológico, em ambas as campanhas de amostragem os pontos foram classificados como Ótimos para coliformes termotolerantes e para *C. perfringens* (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	Padrão CCME, 2002	min	máx	% NC (resultados acima de ISQG)	Média aritmética 2019	Média aritmética 2014 - 2018	
Nutrientes								
Fósforo Total *	mg/kg	500	194	290	0,0%	228	225	
Nitrogênio Kjeldahl Total *	mg/kg	1000	351	804	0,0%	533	486	
Potencial Redox	mV		-129	130	-	-13	-87	
Orgânicos								
Carbono Orgânico Total *	%	1,3	0,22	0,51	0,0%	0,38	0,77	
Fenóis Totais	mg/kg		2,15	2,44	-	2,26	2,07	
Óleos e Graxas Totais	mg/kg		350	385	-	357	425	
Hidrocarbonetos Arom. Polinucleares								
		ISQG	PEL					
2-metilnaftaleno	µg/kg	20,2	201	20	20	0,0%	20	
Acenafteno	µg/kg	6,71	88,9	6	6	0,0%	6	10,67
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	23,33
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	14
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	21,2	144	15	15	0,0%	15	16,67
Indeno(1,2,3-cd)pireno	µg/kg			20	20	-	20	40
Naftaleno	µg/kg	35	391	20	20	0,0%	20	23,33
Pireno	µg/kg	153	1398	20	20	0,0%	20	20
Metais								
		ISQG	PEL					
Alumínio Total	mg/kg			10840	18952	-	14132	11189
Arsênio Total	mg/kg	7,24	41,6	4,21	4,71	0,0%	4,51	5,08
Cádmio Total	mg/kg	0,7	4,2	0,2	0,5	0,0%	0,35	0,49
Chumbo Total	mg/kg	30,2	112	7,95	11,8	0,0%	10,33	11,42
Cobre Total	mg/kg	18,7	108	4	4	0,0%	4,00	4,58
Cromo Total	mg/kg	52,3	160	17,6	22,3	0,0%	20,30	20,58
Estanho Total	mg/kg			0,6	5	-	3,28	4,45
Ferro Total	mg/kg			16903	20660	-	18106	16813
Mercúrio Total	mg/kg	0,13	0,7	0,01	0,02	0,0%	0,01	0,01
Níquel Total	mg/kg	15,9	42,8	4,67	7,65	0,0%	6,02	5,80
Zinco Total	mg/kg	124	271	28,10	34,80	0,0%	31,58	31,39

* valores adotados pela CETESB, vide metodologia no capítulo 2

Parâmetros sem as médias aritméticas dos 5 anos anteriores não possuem dados para realização adequada do cálculo.

3.5.7 Canal de São Sebastião

Qualidade da água

As amostras de água coletadas em 2019 nos cinco pontos do Canal de São Sebastião indicaram não conformidades nos resultados de OD nos pontos 1 a 3 e clorofila *a* na segunda campanha, resultando em um IQAC médio Bom (Tabela 3.18). Devido a um problema no equipamento de campo não foram determinados os parâmetros condutividade, OD, pH, salinidade e temperatura da água nos estratos de meio e fundo no primeiro semestre.

As concentrações de clorofila *a* (Tabela 3.2) na 1ª campanha em todos os pontos indicaram condição Oligotrófica. Na 2ª campanha as condições tróficas variaram de Mesotrófica a Eutrófica. A média anual do IETC indicou um 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 2019	Média aritmética 2014-2018
Campo							
OD	mg/L	6	4,55	7,4	23%	6,52	6,75
pH		6,5 a 8,5	7,1	8,1	0%	7,8	8,0
Salinidade	ppt		33,94	35,80		34,49	33,57
Temperatura da Água	°C		16,5	28,8		23,03	23,39
Turbidez	UNT		1,10	13		3,19	2,76
Metais							
Alumínio Dissolvido	mg/L	1,5	0,5	0,5	0%	0,5	0,3
Boro Total	mg/L	5	3,95	5,24	10%	4,43	3,61
Cádmio Total	mg/L	0,005	0,050	0,050	n.d.	0,050	0,025
Chumbo Total	mg/L	0,01	0,10	0,10	n.d.	0,10	0,05
Cobre Dissolvido	mg/L	0,005	0,050	0,050	n.d.	0,050	0,029
Cromo Hexavalente	mg/L		0,004	0,005		0,004	0,004
Cromo Total	mg/L	0,05	0,1	0,1	n.d.	0,10	0,06
Estanho Total	mg/L		1,0	1,0		1,0	0,6
Ferro Dissolvido	mg/L	0,3	0,5	0,5	n.d.	0,5	0,3
Níquel Total	mg/L	0,025	0,100	0,100	n.d.	0,100	0,060
Zinco Total	mg/L	0,09	0,10	0,10	n.d.	0,10	0,06
Nutrientes							
Carbono Orgânico Total	mg/L	3	1,0	2,7	0%	1,4	3,8
Orto-fosfato Solúvel	mg/L		0,01	0,01		0,01	0,01
Fósforo Total	mg/L	0,062	0,007	0,070	**	0,050	0,047
Nitrogênio Amoniacal Total	mg/L	0,4	0,10	0,3	0%	0,12	0,15
Nitrogênio Kjeldahl Total	mg/L		1,00	1		1,00	0,77
Outros							
Clorofila <i>a</i>	µg/L	2,5	0,56	3,29	25%	1,55	1,56
Fenóis Totais	mg/L	0,06	0,003	0,003	0%	0,003	0,003
Microbiológicos							
Enterococos	UFC/100mL	100	1	98	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 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. Em relação aos nutrientes, as não conformidades se concentraram nesses últimos pontos.

Diferentemente do ano de 2018, não foram registradas ocorrências de metais em 2019, o que sugere que os valores encontrados no ano anterior foram pontuais.

Nessa região, as amostras de sedimento dos cinco pontos avaliadas nos ensaios ecotoxicológicos foram classificadas com qualidade Ótima (Tabela 3.3), no primeiro semestre, como nos últimos dois anos.

Nesse mesmo ano, apenas a concentração de As no ponto 5 (11,3 mg/kg) ultrapassou os valores de referência, mas não estaria biodisponível para causar efeito tóxico sobre os organismos-teste, uma vez que não foi observado efeito tóxico nos ensaios. Diferentemente do ano de 2018, não foram registradas ocorrências de metais em 2019 o que sugere que os valores encontrados no ano anterior foram pontuais.

Com base no critério microbiológico, para coliformes termotolerantes os pontos foram classificados como Ótimos e Bons, exceto o ponto 1 que foi classificado como Regular no primeiro semestre. Para *C. perfringens* os pontos foram classificados como Ótimos e Bons em ambos os semestres (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	Padrão CCME, 2002		mín	máx	% NC (resultados acima de ISQG)	Média aritmética 2019	Média aritmética 2014 - 2018
Nutrientes								
Fósforo Total *	mg/kg	500		112	546	10,0%	360	378
Nitrogênio Kjeldahl Total *	mg/kg	1000		356	1830	60,0%	1074	874
Potencial Redox	mV			-137	-90	-	-116	-107
Orgânicos								
Carbono Orgânico Total *	%	1,3		0,44	1,59	50,0%	1,07	1,20
Fenóis Totais	mg/kg			1,86	3,73	-	2,98	2,43
Óleos e Graxas Totais	mg/kg			350	644	-	411	467
Hidrocarbonetos Arom. Polinucleares								
		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	10,34
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	16,6	0,0%	11	11
Benzo(b)fluoranteno	µg/kg			20	20	-	20	21
Benzo(g,h,i)perileno	µg/kg			80	80	-	80	80
Benzo(k)fluoranteno	µg/kg			30	30	-	30	23,79
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	13
Fenantreno	µg/kg	86,7	544	20	20	0,0%	20	20
Fluoranteno	µg/kg	113	1494	20	24,2	0,0%	20	22
Fluoreno	µg/kg	21,2	144	15	15	0,0%	15	16,55
Indeno(1,2,3-cd)pireno	µg/kg			20	20	-	20	39
Naftaleno	µg/kg	35	391	20	20	0,0%	20	23,10
Pireno	µg/kg	153	1398	20	22,1	0,0%	20	21
Metais								
		ISQG	PEL					
Alumínio Total	mg/kg			5471	42720	-	25460	15498
Arsênio Total	mg/kg	7,24	41,6	2	12,4	40,0%	7,26	6,71
Cádmio Total	mg/kg	0,7	4,2	0,2	0,5	0,0%	0,35	0,57
Chumbo Total	mg/kg	30,2	112	4,15	20	0,0%	13,00	15,10
Cobre Total	mg/kg	18,7	108	4	11,6	0,0%	6,73	6,55
Cromo Total	mg/kg	52,3	160	5,61	37,9	0,0%	26,47	22,74
Estanho Total	mg/kg			0,6	5	-	2,93	4,45
Ferro Total	mg/kg			5557	30385	-	23016	20075
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	1,67	15,1	0,0%	9,46	8,16
Zinco Total	mg/kg	124	271	9,09	68,90	0,0%	45,14	39,14

* valores adotados pela CETESB, vide metodologia no capítulo 2

Parâmetros sem as médias aritméticas dos 5 anos anteriores não possuem dados para realização adequada do cálculo.

3.5.8 Barra do Una

Qualidade da água

Nessa área, os parâmetros OD e clorofila *a* apresentaram concentrações superiores ao padrão de qualidade concentradas no segundo semestre (Tabela 3.20). Apesar disso a classificação geral melhorou em 2019 classificando a região, na média, como Boa.

Quanto as condições tróficas, concentrações de clorofila *a* (Tabela 3.2) foram menores na 1ª campanha com a média indicando condição Mesotrófica. Na 2ª campanha as concentrações de clorofila *a* indicaram condição Eutrófica nos três pontos monitorados. Essa área, segundo a média do IETC, foi classificada Eutrófica ou seja, já eutrofizada, indicando uma piora na condição trófica em relação ao observado no 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 2019	Média aritmética 2014-2018
Campo							
OD	mg/L	6	5,65	7,52	28%	6,57	6,85
pH		6,5 a 8,5	7,5	8,1	0%	8,0	8,1
Salinidade	ppt		30,5	35,76		34,64	33,96
Temperatura da Água	°C		22	24,6		23,76	22,28
Turbidez	UNT		1,00	18,5		5,58	4,45
Metais							
Alumínio Dissolvido	mg/L	1,5	0,5	0,5	0%	0,5	0,3
Boro Total	mg/L	5	3,95	5,42	50%	4,66	4,84
Cádmio Total	mg/L	0,005	0,050	0,050	n.d.	0,050	0,025
Chumbo Total	mg/L	0,01	0,10	0,10	n.d.	0,10	0,05
Cobre Dissolvido	mg/L	0,005	0,050	0,050	n.d.	0,050	0,030
Cromo Hexavalente	mg/L		0,004	0,01		0,007	0,004
Cromo Total	mg/L	0,05	0,1	0,1	n.d.	0,10	0,06
Estanho Total	mg/L		1,0	1,0		1,0	0,6
Ferro Dissolvido	mg/L	0,3	0,5	0,5	n.d.	0,5	0,3
Níquel Total	mg/L	0,025	0,100	0,100	n.d.	0,100	0,060
Zinco Total	mg/L	0,09	0,10	0,10	n.d.	0,10	0,06
Nutrientes							
Carbono Orgânico Total	mg/L	3	1,0	2,24	0%	1,5	4,2
Orto-fosfato Solúvel	mg/L		0	0			0,01
Fósforo Total	mg/L	0,062	0,070	0,070	n.d.	0,070	0,053
Nitrogênio Amoniacal Total	mg/L	0,4	0,10	0,34	0%	0,15	0,12
Nitrogênio Kjeldahl Total	mg/L		1,00	1		1,00	0,70
Outros							
Clorofila a	µg/L	2,5	0,8	5,35	42%	2,56	2,24
Fenóis Totais	mg/L	0,06	0,003	0,003	0%	0,003	0,003
Microbiológicos							
Enterococos	UFC/100mL	100	1	2	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 2019.

Na avaliação ecotoxicológica das amostras de sedimento dessa região no primeiro semestre, o ensaio agudo indicou qualidade Ótima para os três pontos (Tabela 3.3). Observou-se uma melhora na qualidade do sedimento do ponto 3, que nos últimos dois anos apresentou toxicidade. A concentração de As no ponto 1 (9,66 mg/kg) acima do ISQG e abaixo do limite basal para o litoral paulista e nos pontos 2 e 3 (18,2 mg/kg e 17,6 mg/kg, respectivamente), acima dos valores de referência, provavelmente não estavam biodisponíveis para causar efeito tóxico sobre os organismos-teste, visto que não foram observados efeitos tóxicos nos ensaios.

Conforme o critério microbiológico, nas duas campanhas de amostragem, os pontos foram classificados com Ótimos para coliformes termotolerantes e para *C. perfringens* (Tabela 3.4).

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	Padrão CCME, 2002	mín	máx	% NC (resultados acima de ISQG)	Média aritmética 2019	Média aritmética 2014 - 2018
Nutrientes							
Fósforo Total *	mg/kg	500	63,1	174	0,0%	119	137
Nitrogênio Kjeldahl Total *	mg/kg	1000	132	239	0,0%	172	317
Potencial Redox	mV		-109	52	-	-4	-23
Orgânicos							
Carbono Orgânico Total *	%	1,3	0,03	0,12	0,0%	0,09	0,68
Fenóis Totais	mg/kg		1,96	2,16	-	2,05	2,00
Óleos e Graxas Totais	mg/kg		350	350	-	350	425
Hidrocarbonetos Arom. Polinucleares							
		ISQG	PEL				
2-metilnaftaleno	µg/kg	20,2	201	20	20	0,0%	20
Acenafteno	µg/kg	6,71	88,9	6	6	0,0%	6
Acenaftileno	µg/kg	5,87	128	5	5	0,0%	5
Antraceno	µg/kg	46,9	245	20	20	0,0%	20
Benzo(a)antraceno	µg/kg	74,8	693	20	20	0,0%	20
Benzo(a)pireno	µg/kg	88,8	763	10	10	0,0%	10
Benzo(b)fluoranteno	µg/kg			20	20	-	20
Benzo(g,h,i)perileno	µg/kg			80	80	-	80
Benzo(k)fluoranteno	µg/kg			30	30	-	30
Criseno	µg/kg	108	846	20	20	0,0%	20
Dibenzo(a,h)antraceno	µg/kg	6,22	135	6	6	0,0%	6
Fenantreno	µg/kg	86,7	544	20	20	0,0%	20
Fluoranteno	µg/kg	113	1494	20	20	0,0%	20
Fluoreno	µg/kg	21,2	144	15	15	0,0%	15
Indeno(1,2,3-cd)pireno	µg/kg			20	20	-	20
Naftaleno	µg/kg	35	391	20	20	0,0%	20
Pireno	µg/kg	153	1398	20	20	0,0%	20
Metais							
		ISQG	PEL				
Alumínio Total	mg/kg			3981	9789	-	6759
Arsênio Total	mg/kg	7,24	41,6	2,99	18,2	50,0%	9,62
Cádmio Total	mg/kg	0,7	4,2	0,5	0,5	0,0%	0,50
Chumbo Total	mg/kg	30,2	112	5	12	0,0%	7,10
Cobre Total	mg/kg	18,7	108	4	4	0,0%	4,00
Cromo Total	mg/kg	52,3	160	7,3	15,5	0,0%	11,14
Estanho Total	mg/kg			5	5	-	5,00
Ferro Total	mg/kg			5415	12741	-	9164
Mercúrio Total	mg/kg	0,13	0,7	0,01	0,01	0,0%	0,01
Níquel Total	mg/kg	15,9	42,8	2,17	5,64	0,0%	3,68
Zinco Total	mg/kg	124	271	12,00	28,70	0,0%	19,73

* valores adotados pela CETESB, vide metodologia no capítulo 2

Parâmetros sem as médias aritméticas dos 5 anos anteriores não possuem dados para realização adequada do cálculo.

3.5.9 Área de influência do Rio Itaguapé

Qualidade da água

A área de influência do Rio Itaguapé apresentou apenas uma não conformidade no parâmetro fósforo na amostra de meio do ponto 2 no segundo semestre (0,16 mg/L), ou seja, acima do LQ (Tabela 3.22). Mesmo que fosse considerada esta não conformidade a classificação da área pela média do IQAC ainda seria Ótima.

As concentrações de clorofila *a* (Tabela 3.2) variaram em ambas as campanhas de Oligotrófica a Mesotrófica sendo que na 1ª campanha, pela média, essa área foi classificada como Mesotrófica, já na 2ª campanha, com valores menores, a média indicou condição Oligotrófica. A média anual indicou, segundo o IETC, a classificação Mesotrófica, ou em processo de eutrofização, indicando uma piora em relação à condição 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 Itaguapé (continua)

Parâmetro	Unidade	Padrão classe 1 águas salinas Res. CONAMA nº 357/05	mín	máx	% NC	Média aritmética 2019	Média aritmética 2014-2018
Campo							
OD	mg/L	6	6,65	7,37	0%	6,95	6,81
pH		6,5 a 8,5	7,5	8,1	0%	8,0	8,0
Salinidade	ppt		33	35,77		34,72	34,03
Temperatura da Água	°C		22,5	24,7		23,70	22,28
Turbidez	UNT		1,00	3,61		1,80	2,46
Metais							
Alumínio Dissolvido	mg/L	1,5	0,5	0,5	0%	0,5	0,3
Boro Total	mg/L	5	3,87	4,98	0%	4,38	4,90
Cádmio Total	mg/L	0,005	0,050	0,050	n.d.	0,050	0,025
Chumbo Total	mg/L	0,01	0,10	0,10	n.d.	0,10	0,05
Cobre Dissolvido	mg/L	0,005	0,050	0,050	n.d.	0,050	0,030
Cromo Hexavalente	mg/L		0,004	0,01		0,007	0,004
Cromo Total	mg/L	0,05	0,1	0,1	n.d.	0,10	0,06
Estanho Total	mg/L		1,0	1,0		1,0	0,6
Ferro Dissolvido	mg/L	0,3	0,5	0,5	n.d.	0,5	0,3
Níquel Total	mg/L	0,025	0,100	0,100	n.d.	0,100	0,060
Zinco Total	mg/L	0,09	0,10	0,10	n.d.	0,10	0,06
Nutrientes							
Carbono Orgânico Total	mg/L	3	1,0	1,94	0%	1,5	3,6
Orto-fosfato Solúvel	mg/L		0	0			0,01
Fósforo Total	mg/L	0,062	0,070	0,160	n.d.	0,075	0,048
Nitrogênio Amoniacal Total	mg/L	0,4	0,10	0,26	0%	0,15	0,11
Nitrogênio Kjeldahl Total	mg/L		1,00	1,08		1,00	0,69
Outros							
Clorofila a	µg/L	2,5	0,58	2,14	0%	1,14	1,48
Fenóis Totais	mg/L	0,06	0,003	0,003	0%	0,003	0,003
Microbiológicos							
Enterococos	UFC/100mL	100	1	2	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 2019.

Nessa região, as amostras de sedimento dos três pontos avaliadas nos ensaios ecotoxicológicos, no primeiro semestre foram classificadas com qualidade Ótima (Tabela 3.3), como nos últimos dois anos, mesmo com concentrações de arsênio, nos três pontos (18,6 mg/kg, 11,5 mg/kg e 10,8 mg/kg), acima dos valores de referência. Provavelmente esse elemento não estava biodisponível para causar efeito tóxico sobre os organismos-teste.

Com base no critério microbiológico, os pontos foram classificados como Ótimos para coliformes termotolerantes e *C. perfringens* nas duas campanhas de amostragem (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 Itagararé

Parâmetro	Unidade	Padrão CCME, 2002		mín	máx	% NC (resultados acima de ISQG)	Média aritmética 2019	Média aritmética 2014 - 2018
Nutrientes								
Fósforo Total *	mg/kg	500		67,3	115	0,0%	83	101
Nitrogênio Kjeldahl Total *	mg/kg	1000		124	137	0,0%	132	212
Potencial Redox	mV			46	121	-	75	-13
Orgânicos								
Carbono Orgânico Total *	%	1,3		0,06	0,09	0,0%	0,07	0,66
Fenóis Totais	mg/kg			1,98	2,05	-	1,99	1,86
Óleos e Graxas Totais	mg/kg			350	350	-	350	552
Hidrocarbonetos Arom. Polinucleares								
		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	10,67
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	23,33
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	14
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	21,2	144	15	15	0,0%	15	16,67
Indeno(1,2,3-cd)pireno	µg/kg			20	20	-	20	40
Naftaleno	µg/kg	35	391	20	20	0,0%	20	23,33
Pireno	µg/kg	153	1398	20	20	0,0%	20	20
Metais								
		ISQG	PEL					
Alumínio Total	mg/kg			3710	5938	-	4602	4827
Arsênio Total	mg/kg	7,24	41,6	2,44	18,6	50,0%	8,16	3,65
Cádmio Total	mg/kg	0,7	4,2	0,5	0,5	0,0%	0,50	0,43
Chumbo Total	mg/kg	30,2	112	5	8,52	0,0%	6,17	7,06
Cobre Total	mg/kg	18,7	108	4	4	0,0%	4,00	4,41
Cromo Total	mg/kg	52,3	160	8,1	12,6	0,0%	9,76	9,84
Estanho Total	mg/kg			5	5	-	5,00	3,90
Ferro Total	mg/kg			6131	8674	-	7214	8406
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	2,4	3,83	0,0%	2,88	3,47
Zinco Total	mg/kg	124	271	11,90	19,60	0,0%	14,52	15,33

* valores adotados pela CETESB, vide metodologia no capítulo 2

Parâmetros sem as médias aritméticas dos 5 anos anteriores não possuem dados para realização adequada do cálculo.

3.5.10 Canal de Bertioiga

Qualidade da água

Em 2019, o Canal de Bertioiga apresentou classificação Regular, uma ligeira melhora em relação ao ano de 2018. Foram observadas não conformidades nos parâmetros OD, COT, enterococos e clorofila *a* de forma distribuída entre os pontos e as campanhas. Vale destacar que na primeira campanha de amostragem os pontos 2 e 3 nas três profundidades apresentaram concentrações de enterococos acima de 100 UFC/100 mL (Tabela 3.24).

Quanto à condição trófica, as concentrações de clorofila *a* (Tabela 3.2) variaram em ambas as campanhas indicando condições de Oligotrófica a Eutrófica. Pelas médias das campanhas, bem como a anual essa área local foi classificada, segundo o IETC, como Mesotrófica, indicando uma melhora na condição trófica 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 da Bertiooga

Parâmetro	Unidade	Padrão classe 1 águas salobras Res. CONAMA nº 357/05	mín	máx	% NC	Média aritmética - 2019	Média aritmética - 2014-2018
Campo							
OD	mg/L	5	3,77	7,19	33%	5,40	5,57
pH		6,5 a 8,5	6,3	8,0	4%	7,4	7,6
Salinidade	ppt		0,32	29,70		20,36	25,77
Temperatura da Água	°C		22,8	28,6		25,85	24,50
Turbidez	UNT		3,67	46,6		11,54	5,53
Metais							
Alumínio Dissolvido	mg/L	0,1	0,5	0,5	n.d.	0,5	0,2
Boro Total	mg/L	1	1	3,27	n.d.	2,59	2,88
Cádmio Total	mg/L	0,005	0,050	0,050	n.d.	0,050	0,013
Chumbo Total	mg/L	0,01	0,10	0,10	n.d.	0,10	0,03
Cobre Dissolvido	mg/L	0,005	0,050	0,050	n.d.	0,050	0,019
Cromo Hexavalente	mg/L		0,002	0,008		0,005	0,006
Cromo Total	mg/L	0,05	0,1	0,1	n.d.	0,10	0,04
Estanho Total	mg/L		1,0	1,0		1,0	0,3
Ferro Dissolvido	mg/L	0,3	0,5	0,5	n.d.	0,5	0,2
Níquel Total	mg/L	0,025	0,100	0,100	n.d.	0,100	0,040
Zinco Total	mg/L	0,09	0,10	0,10	n.d.	0,10	0,04
Nutrientes							
Carbono Orgânico Total	mg/L	3	2,0	5,8	83%	3,7	7,5
Orto-fosfato Solúvel	mg/L		0,01	0,06		0,04	0,12
Fósforo Total	mg/L	0,124	0,070	0,100	0%	0,083	0,136
Nitrogênio Amoniacal Total	mg/L	0,4	0,12	0,31	0%	0,22	0,26
Nitrogênio Kjeldahl Total	mg/L		1,00	1,45		1,03	0,85
Outros							
Clorofila a	µg/L	10	1,78	12,77	33%	6,86	11,70
Fenóis Totais	mg/L	0,06	0,003	0,003	0%	0,003	0,003
Microbiológicos							
Enterococos	UFC/100mL	100	2	2800	33%	31	31

■ 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 ponto 1, localizado no Largo do Candinho que tem influência do estuário de Santos, apresentaram granulometria fina com maior fração de silte enquanto o ponto 3, próximo ao Rio Itapanhaú e ao mar na boca leste do canal, e submetido a correntes mais intensas, apresenta 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.

Em 2019, mantiveram-se as altas concentrações de nutrientes verificadas na série histórica e voltaram a ocorrer concentrações ligeiramente superiores aos valores orientadores de chumbo (42,1 mg/kg no ponto 1, primeiro semestre) e mercúrio (0,15 mg/kg no ponto 1, segundo semestre). A área apresenta ocorrência de não conformidades esporádicas de algumas substâncias como metais e HPAs, mas não suficientemente frequentes para que caracterizem uma tendência.

Os ensaios ecotoxicológicos com as amostras de sedimento dos três pontos dessa região foram realizados no segundo semestre e indicaram qualidade Ótima para esse ambiente (Tabela 3.3), como observado nos últimos quatro

anos. As concentrações no ponto 1 para Hg (0,15 mg/kg) acima do ISQG e para Arsênio (11,5 mg/kg), acima dos valores de referência, provavelmente não estavam biodisponíveis para causar efeito tóxico sobre os organismos-teste.

Essa região apresenta histórico de contaminação por HPAs e metais que, embora abaixo dos limites de ISQG nas amostragens de 2019, exceto para As e Hg no ponto 1, podem aumentar a probabilidade de ocorrência de efeitos deletérios nas comunidades aquáticas com uma eventual movimentação e ressuspensão da camada de sedimento.

Considerando o critério microbiológico, as amostras do primeiro semestre, para coliformes termotolerantes, foram classificadas como Ótimas, exceto o ponto 3 que foi classificado como Péssimo. Para *C. perfringens*, as amostras foram classificadas como Ótimas, exceto o ponto 1 que foi classificado como Ruim. No segundo semestre o cenário melhora e as amostras são classificadas como Ótimas e Boas para coliformes termotolerantes e 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	Padrão CCME, 2002		min	máx	% NC (resultados acima de ISQG)	Média aritmética 2019	Média aritmética 2014 - 2018
Nutrientes								
Fósforo Total *	mg/kg	700		117	638	0,0%	368	448
Nitrogênio Kjeldahl Total *	mg/kg	1500		505	4602	50,0%	2091	1645
Potencial Redox	mV			-379	-178	-	-286	-171
Orgânicos								
Carbono Orgânico Total *	%	1,8		0,54	6,94	50,0%	3,24	3,20
Fenóis Totais	mg/kg			2,04	6,83	-	4,33	3,74
Óleos e Graxas Totais	mg/kg			350	1260	-	575	1247
Hidrocarbonetos Arom. Polinucleares								
		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	13,00
Acenaftileno	µg/kg	5,87	128	5	5	0,0%	5	6
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	26,8	0,0%	16	12
Benzo(b)fluoranteno	µg/kg			20	27,9	-	21	25
Benzo(g,h,i)perileno	µg/kg			80	80	-	80	80
Benzo(k)fluoranteno	µg/kg			30	30	-	30	21,18
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	18
Fenantreno	µg/kg	86,7	544	20	20	0,0%	20	20
Fluoranteno	µg/kg	113	1494	20	30,7	0,0%	23	23
Fluoreno	µg/kg	21,2	144	15	15	0,0%	15	17,50
Indeno(1,2,3-cd)pireno	µg/kg			20	27	-	21	50
Naftaleno	µg/kg	35	391	20	20	0,0%	20	25,00
Pireno	µg/kg	153	1398	20	38,1	0,0%	24	21
Metais								
		ISQG	PEL					
Alumínio Total	mg/kg			8819	58915	-	30042	21028
Arsênio Total	mg/kg	7,24	41,6	2,73	12,4	50,0%	7,31	7,14
Cádmio Total	mg/kg	0,7	4,2	0,2	0,5	0,0%	0,35	0,47
Chumbo Total	mg/kg	30,2	112	5,45	42,1	16,7%	19,09	18,41
Cobre Total	mg/kg	18,7	108	4	14	0,0%	7,72	9,82
Cromo Total	mg/kg	52,3	160	7,05	44,6	0,0%	23,17	19,27
Estanho Total	mg/kg			0,6	5	-	2,95	4,46
Ferro Total	mg/kg			6668	33406	-	18440	18574
Mercúrio Total	mg/kg	0,13	0,7	0,01	0,15	16,7%	0,07	0,06
Níquel Total	mg/kg	15,9	42,8	2,85	18,8	33,3%	9,30	8,13
Zinco Total	mg/kg	124	271	14,00	87,40	0,0%	46,18	47,83

* valores adotados pela CETESB, vide metodologia no capítulo 2

Parâmetros sem as médias aritméticas dos 5 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 (44%), fósforo total (83%), nitrogênio amoniacal total (17%), COT (65%), enterococos (50%) e clorofila *a* (8%), mantendo a classificação da região na categoria Ruim em 2019. Destaca-se que as não conformidades do parâmetro enterococos ocorreram em todas as amostras na primeira campanha (Tabela 3.26). Nota-se que o ponto 1 ao norte do canal e próximo da área industrial apresentou melhora da classificação (Péssimo para Ruim) enquanto os pontos 2 e 3 apresentaram piora (Ruim e Regular para Péssimo e Ruim respectivamente). As não conformidades se distribuem pelas duas campanhas.

Com base nas concentrações de clorofila *a* (Tabela 3.2) na 1ª campanha, todos os pontos foram classificados como Mesotróficos. Já na 2ª campanha as concentrações de clorofila *a*, variaram de Oligotrófico a Mesotrófico, no entanto, na média o ambiente também foi classificado como Mesotrófico. Pelo IETC, a média anual classificou essa área como Mesotrófica, indicando uma melhora na condição trófica observada no 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 n° 357/05	mín	máx	% NC	Média aritmética 2019	Média aritmética 2014-2018
Campo							
OD	mg/L	5	2,8	8,01	44%	5,41	4,47
pH		6,5 a 8,5	6,9	8,0	0%	7,4	7,5
Salinidade	ppt		0,93	29,50		16,55	25,14
Temperatura da Água	°C		21,6	27,4		24,20	23,74
Turbidez	UNT		3,05	30,7		10,44	11,36
Metais							
Alumínio Dissolvido	mg/L	0,1	0,5	0,5	n.d.	0,5	0,2
Boro Total	mg/L	1	1	2,55	n.d.	1,67	2,69
Cádmio Total	mg/L	0,005	0,050	0,050	n.d.	0,050	0,012
Chumbo Total	mg/L	0,01	0,10	0,10	n.d.	0,10	0,03
Cobre Dissolvido	mg/L	0,005	0,050	0,050	n.d.	0,050	0,019
Cromo Hexavalente	mg/L		0,003	0,005		0,004	0,005
Cromo Total	mg/L	0,05	0,1	0,1	n.d.	0,10	0,04
Estanho Total	mg/L		1,0	1,0		1,0	0,3
Ferro Dissolvido	mg/L	0,3	0,5	0,5	n.d.	0,5	0,2
Níquel Total	mg/L	0,025	0,100	0,100	n.d.	0,100	0,039
Zinco Total	mg/L	0,09	0,10	0,10	n.d.	0,10	0,04
Nutrientes							
Carbono Orgânico Total	mg/L	3	1,9	4,64	65%	3,3	6,1
Orto-fosfato Solúvel	mg/L		0,1	0,45		0,18	0,79
Fósforo Total	mg/L	0,124	0,076	0,700	83%	0,258	0,833
Nitrogênio Amoniacal Total	mg/L	0,4	0,16	0,48	17%	0,31	0,53
Nitrogênio Kjeldahl Total	mg/L		1,00	1,28		1,02	1,09
Outros							
Clorofila <i>a</i>	µg/L	10	1,34	14,03	8%	5,15	6,44
Fenóis Totais	mg/L	0,06	0,003	0,003	0%	0,003	0,003
Microbiológicos							
Enterococos	UFC/100mL	100	5	3200	50%	124	124

■ 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 finos, compostos por silte e argila com tendência de acúmulo de substâncias, e apresentando potencial redox muito negativo. Dessa forma são esperadas altas concentrações de nutrientes verificadas em ambos os semestres. Em relação aos metais e HPAs, as concentrações observadas em 2019 excederam os valores orientadores em mais da metade das amostras sendo que a maior parte dos resultados foram registrados nos pontos 1 e 2 e as maiores concentrações foram registradas no segundo semestre. Apesar dos resultados observados, houve uma melhora em relação ao ano anterior e espera-se que com a conclusão das obras de dragagem, incluindo o aprofundamento do canal, a qualidade volte a melhorar gradativamente.

O grupo dos HPAs apresentou valores superiores ao ISQG para a maioria de seus integrantes, superando o limite de PEL para o Benzo(a)pireno no ponto 2, segundo semestre (776 µg/kg). Os nutrientes apresentaram comportamento similar com valores entre 1900 a 3100 mg/kg para o NKT, 600 a 2100 mg/kg para o fósforo e 2,38 a 4,76 mg/kg para o COT.

Também se observaram ocorrência de desconformidades de metais distribuídas ao longo das amostragens com destaque para o mercúrio que chegou a apresentar concentração de 0,49 mg/kg no ponto 2 no primeiro semestre ante a faixa de referência de 0,1 a 0,7 mg/kg (limites inferior e superior de referência respectivamente).

A avaliação ecotoxicológica indicou qualidade Ótima nos três pontos de sedimento dessa região (Tabela 3.3), como o observado nos últimos quatro anos. As concentrações de HPAs e metais entre os limites de ISQG e PEL, já mencionados anteriormente, provavelmente não estavam biodisponíveis para causar efeito tóxico agudo aos organismos-teste.

O Canal de Piaçaguera é um ambiente naturalmente deposicional, com predominância das frações silte e argila. Essa característica granulométrica propicia maior capacidade de adsorção de contaminantes. Nessa região foram detectadas concentrações de vários contaminantes acima do ISQG, especialmente nos pontos 1 e 2. Dessa forma, uma eventual movimentação e ressuspensão da camada de sedimento, potencializa a probabilidade de ocorrência de efeitos deletérios nas comunidades aquáticas.

Com base no critério microbiológico, considerando o grupo dos coliformes termotolerantes, os pontos 1 e 3 foram classificados como Ruins e o ponto 2 como Regular na primeira campanha. Na segunda campanha observa-se melhora na qualidade e os pontos são classificados como Ótimos e Bons. Quanto aos *C. perfringens* as amostras foram classificadas como Ótimas e Boas na primeira campanha. Na segunda campanha observa-se piora, pois os pontos 1 e 2 foram classificados como Regulares e o ponto 3 como Bom (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	Padrão CCME, 2002		mín	máx	% NC (resultados acima de ISQG)	Média aritmética 2019	Média aritmética 2014 - 2018
Nutrientes								
Fósforo Total *	mg/kg	700		673	2044	83,3%	1455	1620
Nitrogênio Kjeldahl Total *	mg/kg	1500		1912	3103	100,0%	2502	1892
Potencial Redox	mV			-304	-186	-	-248	-127
Orgânicos								
Carbono Orgânico Total *	%	1,8		2,38	4,76	100,0%	3,31	3,24
Fenóis Totais	mg/kg			3,87	5,77	-	4,86	4,35
Óleos e Graxas Totais	mg/kg			801	1940	-	1185	1601
Hidrocarbonetos Arom. Polinucleares								
		ISQG	PEL					
2-metilnaftaleno	µg/kg	20,2	201	20	138	75,0%	61	73
Acenafteno	µg/kg	6,71	88,9	6	66	66,7%	34	27,03
Acenaftileno	µg/kg	5,87	128	5	24,2	60,0%	13	14
Antraceno	µg/kg	46,9	245	20	142	66,7%	83	72
Benzo(a)antraceno	µg/kg	74,8	693	23,9	426	66,7%	221	214
Benzo(a)pireno	µg/kg	88,8	763	61	776	66,7%	381	304
Benzo(b)fluoranteno	µg/kg			43,5	594	-	281	250
Benzo(g,h,i)perileno	µg/kg			80	308	-	204	207
Benzo(k)fluoranteno	µg/kg			30	291	-	159	134,02
Criseno	µg/kg	108	846	27	413	66,7%	239	212
Dibenzo(a,h)antraceno	µg/kg	6,22	135	6	65	66,7%	33	42
Fenantreno	µg/kg	86,7	544	22,8	296	66,7%	166	139
Fluoranteno	µg/kg	113	1494	54,5	909	66,7%	456	538
Fluoreno	µg/kg	21,2	144	15	75,4	66,7%	41	31,76
Indeno(1,2,3-cd)pireno	µg/kg			35	325	-	195	200
Naftaleno	µg/kg	35	391	20	86,1	50,0%	39	31,63
Pireno	µg/kg	153	1398	60,8	1060	66,7%	568	505
Metais								
		ISQG	PEL					
Alumínio Total	mg/kg			42841	57465	-	49380	30510
Arsênio Total	mg/kg	7,24	41,6	9,34	12,5	100,0%	10,97	10,40
Cádmio Total	mg/kg	0,7	4,2	0,2	0,5	0,0%	0,41	0,51
Chumbo Total	mg/kg	30,2	112	22,9	47,8	50,0%	34,62	29,82
Cobre Total	mg/kg	18,7	108	18,4	25,3	66,7%	21,77	22,85
Cromo Total	mg/kg	52,3	160	40,3	49,2	0,0%	46,27	40,72
Estanho Total	mg/kg			1,48	5	-	3,37	4,61
Ferro Total	mg/kg			27300	42259	-	35928	34187
Mercúrio Total	mg/kg	0,13	0,7	0,2	0,49	100,0%	0,35	0,29
Níquel Total	mg/kg	15,9	42,8	17,8	23,3	100,0%	20,75	16,57
Zinco Total	mg/kg	124	271	81,90	160,00	50,0%	121,08	142,96

* valores adotados pela CETESB, vide metodologia no capítulo 2

Parâmetros sem as médias aritméticas dos 5 anos anteriores não possuem dados para realização adequada do cálculo.

3.5.12 Área de influência do Emissário do Guarujá

Qualidade da água

No Emissário do Guarujá todos os quatro pontos apresentaram amostra não conforme em relação ao OD no estrato de fundo no primeiro semestre (17% do total). Houve também não conformidades de clorofila *a* e enterococos, estes mais concentrados no segundo semestre (Tabela 3.28). A classificação da área pela média do IQAC é Regular.

Quanto à eutrofização, as concentrações de clorofila *a* (Tabela 3.2) na 1ª campanha variaram de Oligotrófica a Eutrófica, com média Mesotrófica. Na 2ª campanha, apesar das concentrações de clorofila *a* menores, variando de Oligotrófica a Mesotrófica, a média desta campanha também indicou condição

Mesotrófica. Pela média anual, segundo o IETC, a área foi classificada como Mesotrófica mantendo a condição trófica observada no 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 2019	Média aritmética 2014-2018
Campo							
OD	mg/L	6	4,05	8,79	17%	6,84	6,36
pH		6,5 a 8,5	7,0	8,4	0%	7,9	8,0
Salinidade	ppt		32,15	35,91		35,05	34,60
Temperatura da Água	°C		21,3	28,4		24,73	24,67
Turbidez	UNT		1,00	4,44		1,75	2,94
Metais							
Alumínio Dissolvido	mg/L	1,5	0,5	0,5	0%	0,5	0,3
Boro Total	mg/L	5	3,86	5,43	50%	4,59	4,08
Cádmio Total	mg/L	0,005	0,050	0,050	n.d.	0,050	0,029
Chumbo Total	mg/L	0,01	0,10	0,10	n.d.	0,10	0,06
Cobre Dissolvido	mg/L	0,005	0,050	0,050	n.d.	0,050	0,043
Cromo Hexavalente	mg/L		0,004	0,01	n.d.	0,007	0,005
Cromo Total	mg/L	0,05	0,1	0,1	n.d.	0,10	0,07
Estanho Total	mg/L		1,0	1,0		1,0	0,6
Ferro Dissolvido	mg/L	0,3	0,5	0,5	n.d.	0,5	0,3
Níquel Total	mg/L	0,025	0,100	0,100	n.d.	0,100	0,066
Zinco Total	mg/L	0,09	0,10	0,10	n.d.	0,10	0,07
Nutrientes							
Carbono Orgânico Total	mg/L	3	1,0	1,88	0%	1,3	2,7
Orto-fosfato Solúvel	mg/L		0	0			0,01
Fósforo Total	mg/L	0,062	0,070	0,070	n.d.	0,070	0,053
Nitrogênio Amoniacal Total	mg/L	0,4	0,10	0,31	0%	0,17	0,18
Nitrogênio Kjeldahl Total	mg/L		1,00	1		1,00	0,69
Outros							
Clorofila a	µg/L	2,5	0,56	6,95	19%	1,82	2,47
Fenóis Totais	mg/L	0,06	0,003	0,003	0%	0,003	0,003
Microbiológicos							
Enterococos	UFC/100mL	100	1	2360	21%	8	8

■ 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 no segundo semestre. A granulometria do sedimento apresenta grande quantidade de finos (de 30 a 40%), atípica para regiões costeiras bem como potencial redox negativo, resultado da influência do emissário na área.

Na avaliação ecotoxicológica realizada com as amostras de sedimento dessa região, o ensaio agudo indicou qualidade Ótima para os três pontos (Tabela 3.3), como nos últimos quatro anos.

Com relação ao critério microbiológico, as densidades de coliformes termotolerantes classificaram as amostras como Ótimas e Ruins na primeira campanha. Na segunda campanha as amostras foram classificadas como Boas, exceto o ponto 1 que foi classificado como Ruim. As densidades de *C. perfringens* classificaram as amostras da primeira campanha como Ótimas. Na segunda campanha as amostras foram classificadas como 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	Padrão CCME, 2002		mín	máx	% NC (resultados acima de ISQG)	Média aritmética 2019	Média aritmética 2014 - 2018
Nutrientes								
Fósforo Total *	mg/kg	500		186	345	0,0%	256	303
Nitrogênio Kjeldahl Total *	mg/kg	1000		435	1542	37,5%	782	944
Potencial Redox	mV			-222	-136	-	-169	-128
Orgânicos								
Carbono Orgânico Total *	%	1,3		0,33	1,50	12,5%	0,87	0,97
Fenóis Totais	mg/kg			2,12	3,3	-	2,49	2,62
Óleos e Graxas Totais	mg/kg			350	350	-	350	514
Hidrocarbonetos Arom. Polinucleares								
		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	12,00
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	23,6	0,0%	15	14
Benzo(b)fluoranteno	µg/kg			20	20	-	20	21
Benzo(g,h,i)perileno	µg/kg			80	80	-	80	80
Benzo(k)fluoranteno	µg/kg			30	30	-	30	21,43
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	16
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	21,2	144	15	15	0,0%	15	17,14
Indeno(1,2,3-cd)pireno	µg/kg			20	20	-	20	46
Naftaleno	µg/kg	35	391	20	20	0,0%	20	24,29
Pireno	µg/kg	153	1398	20	20	0,0%	20	21
Metais								
		ISQG	PEL					
Alumínio Total	mg/kg			13019	30297	-	20470	14424
Arsênio Total	mg/kg	7,24	41,6	5,15	7,76	25,0%	6,15	6,39
Cádmio Total	mg/kg	0,7	4,2	0,2	0,5	0,0%	0,35	0,46
Chumbo Total	mg/kg	30,2	112	8,86	17,1	0,0%	14,37	15,20
Cobre Total	mg/kg	18,7	108	4	8,48	0,0%	5,48	6,12
Cromo Total	mg/kg	52,3	160	16,7	31,8	0,0%	23,59	20,57
Estanho Total	mg/kg			0,6	5	-	2,80	4,74
Ferro Total	mg/kg			15944	24957	-	19488	19477
Mercúrio Total	mg/kg	0,13	0,7	0,01	0,05	0,0%	0,03	0,03
Níquel Total	mg/kg	15,9	42,8	6,33	11,9	0,0%	8,61	7,80
Zinco Total	mg/kg	124	271	30,00	49,20	0,0%	38,20	40,24

* valores adotados pela CETESB, vide metodologia no capítulo 2

Parâmetros sem as médias aritméticas dos 5 anos anteriores não possuem dados para realização

3.5.13 Área de influência do Emissário de Santos

Qualidade da água

Na área de influência do Emissário de Santos verificou-se não conformidades distribuídas ao longo dos pontos e das campanhas sendo os parâmetros com mais ocorrências os enterococos e a clorofila *a* com 58% e 81% respectivamente, condizentes com a contribuição do emissário (Tabela 3.30). A área foi classificada como Ruim em 2019, uma piora em relação a 2018 quando foi classificada como Regular e não apresentou nenhum ponto com classificação Péssima (ponto 3 em 2019).

Quanto à condição trófica (Tabela 3.2), na 1ª campanha as concentrações de clorofila *a* foram elevadas nos três pontos monitorados, com média indicando ambiente Supereutrófico. Na 2ª campanha as concentrações

foram menores, variando de Mesotrófico a Eutrófico, com média indicando ambiente Eutrófico. Ainda assim, a média anual, segundo o IETC, classificou a área como Supereutrófica, ou seja, ambiente extremamente eutrofizado, mantendo a condição trófica observada já há alguns anos.

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 nº 357/05	mín	máx	% NC	Média aritmética 2019	Média aritmética 2014-2018
Campo							
OD	mg/L	6	4,18	11,57	25%	6,62	5,98
pH		6,5 a 8,5	7,0	8,2	0%	7,8	7,9
Salinidade	ppt		30,76	35,40		33,26	33,39
Temperatura da Água	°C		20,6	28,3		24,02	24,41
Turbidez	UNT		1,73	8,55		3,23	4,69
Metais							
Alumínio Dissolvido	mg/L	1,5	0,5	0,5	0%	0,5	0,2
Boro Total	mg/L	5	3,7	4,27	0%	3,99	4,43
Cádmio Total	mg/L	0,005	0,001	0,050	63%	0,032	0,010
Chumbo Total	mg/L	0,01	0,01	0,10	63%	0,07	0,03
Cobre Dissolvido	mg/L	0,005	0,050	0,050	n.d.	0,050	0,016
Cromo Hexavalente	mg/L		0,004	0,008		0,005	0,004
Cromo Total	mg/L	0,05	0,01	0,1	63%	0,07	0,04
Estanho Total	mg/L		0,1	1,0		0,7	0,3
Ferro Dissolvido	mg/L	0,3	0,5	0,5	n.d.	0,5	0,2
Níquel Total	mg/L	0,025	0,010	0,100	63%	0,066	0,035
Zinco Total	mg/L	0,09	0,01	0,10	63%	0,07	0,04
Nutrientes							
Carbono Orgânico Total	mg/L	3	1,3	4,29	17%	2,3	3,2
Orto-fosfato Solúvel	mg/L		0,01	0,05		0,02	0,04
Fósforo Total	mg/L	0,062	0,007	0,082	67%	0,058	0,070
Nitrogênio Amoniacal Total	mg/L	0,4	0,10	0,41	4%	0,16	0,16
Nitrogênio Kjeldahl Total	mg/L		1,00	1,2		1,02	0,74
Outros							
Clorofila <i>a</i>	µg/L	2,5	1,34	23,29	81%	9,97	8,28
Fenóis Totais	mg/L	0,06	0,003	0,003	0%	0,003	0,003
Microbiológicos							
Enterococos	UFC/100mL	100	1	6600	58%	124	124

■ 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. Além disso, foram quantificados alguns HPAs sem que excedessem o limite de ISQG.

Os ensaios ecotoxicológicos com as amostras de sedimento dos quatro pontos dessa região indicaram qualidade Ótima para esse ambiente (Tabela 3.3), como nos últimos quatro anos.

As concentrações de As nos pontos 3 e 4 (8,28 mg/kg e 7,57 mg/kg, respectivamente), acima do ISQG, mas abaixo do limite basal para o litoral paulista, provavelmente não estavam biodisponíveis para causar efeito tóxico sobre os organismos-teste.

Essa região apresenta um histórico de contaminantes desde o início do monitoramento do emissário que, mesmo abaixo do ISQG em 2019, prováveis efeitos deletérios podem ocorrer aos organismos mais sensíveis existentes na região devido à exposição ininterrupta à essas concentrações. A movimentação eventual da camada de sedimento ou a sua ressuspensão poderá aumentar a probabilidade de ocorrência de efeitos deletérios nas comunidades aquáticas.

Considerando o critério microbiológico, as densidades de coliformes termotolerantes classificaram os pontos Ruins e Péssimos em ambas as campanhas, exceção feita ao ponto 2 que foi classificado como Bom na segunda campanha. Quanto ao *C. perfringens*, as amostras foram classificadas como Ótimas, Regulares e Ruins na primeira campanha. Foram classificadas como Ótimas e Boas na segunda campanha, exceto o ponto 2 que foi classificado como Ruim na segunda 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	Padrão CCME, 2002		min	máx	% NC (resultados acima de ISQG)	Média aritmética 2019	Média aritmética 2014 - 2018
Nutrientes								
Fósforo Total *	mg/kg	500		133	499	0,0%	273	302
Nitrogênio Kjeldahl Total *	mg/kg	1000		189	1806	42,9%	836	805
Potencial Redox	mV			-340	-24	-	-154	-153
Orgânicos								
Carbono Orgânico Total *	%	1,3		0,13	1,02	0,0%	0,41	0,87
Fenóis Totais	mg/kg			2,02	19,5	-	5,37	2,62
Óleos e Graxas Totais	mg/kg			350	1440	-	601	631
Hidrocarbonetos Arom. Polinucleares								
		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	12,00
Acenaftileno	µg/kg	5,87	128	5	5	0,0%	5	6
Antraceno	µg/kg	46,9	245	20	20	0,0%	20	20
Benzo(a)antraceno	µg/kg	74,8	693	20	35,4	0,0%	22	21
Benzo(a)pireno	µg/kg	88,8	763	10	60,9	0,0%	18	13
Benzo(b)fluoranteno	µg/kg			20	42,8	-	23	21
Benzo(g,h,i)perileno	µg/kg			80	80	-	80	80
Benzo(k)fluoranteno	µg/kg			30	30	-	30	21,77
Criseno	µg/kg	108	846	20	33,3	0,0%	22	21
Dibenzo(a,h)antraceno	µg/kg	6,22	135	6	6	0,0%	6	16
Fenantreno	µg/kg	86,7	544	20	20	0,0%	20	20
Fluoranteno	µg/kg	113	1494	20	51,2	0,0%	25	22
Fluoreno	µg/kg	21,2	144	15	15	0,0%	15	17,14
Indeno(1,2,3-cd)pireno	µg/kg			20	49	-	24	46
Naftaleno	µg/kg	35	391	20	20	0,0%	20	24,29
Pireno	µg/kg	153	1398	20	46,5	0,0%	25	22
Metais								
		ISQG	PEL					
Alumínio Total	mg/kg			6720	23321	-	15168	12315
Arsênio Total	mg/kg	7,24	41,6	2,94	8,28	25,0%	5,27	5,45
Cádmio Total	mg/kg	0,7	4,2	0,2	0,5	0,0%	0,35	0,46
Chumbo Total	mg/kg	30,2	112	5,85	19,3	0,0%	12,54	11,97
Cobre Total	mg/kg	18,7	108	4	9,2	0,0%	5,51	6,37
Cromo Total	mg/kg	52,3	160	11,9	26,7	0,0%	18,75	18,10
Estanho Total	mg/kg			0,6	5	-	3,12	6,59
Ferro Total	mg/kg			12946	31149	-	19042	16902
Mercúrio Total	mg/kg	0,13	0,7	0,01	0,05	0,0%	0,02	0,02
Níquel Total	mg/kg	15,9	42,8	3,57	9,49	0,0%	6,53	6,49
Zinco Total	mg/kg	124	271	24,90	58,00	0,0%	38,60	38,86

* valores adotados pela CETESB, vide metodologia no capítulo 2

Parâmetros sem as médias aritméticas dos 5 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 (33%), OD (28%), fósforo total (39%), e enterococos (67%), classificando a área na categoria Ruim pelos critérios do IQAC, repetindo a classificação dos anos de 2017 e 2018.

As concentrações de clorofila *a* (Tabela 3.2) na 1ª campanha indicaram condição Mesotrófica nos três pontos monitorados. Na 2ª campanha, as concentrações de clorofila *a* foram menores, classificando o canal como Oligotrófico. A média anual do IETC indicou condição Mesotrófica, exibindo uma piora na qualidade das águas em relação ao 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 n° 357/05	mín	máx	% NC	Média aritmética 2019	Média aritmética 2014-2018
Campo							
OD	mg/L	5	4,25	6,4	28%	5,59	5,18
pH		6,5 a 8,5	7,1	8,0	0%	7,6	7,7
Salinidade	ppt		9,06	30,60		23,19	29,47
Temperatura da Água	°C		21,4	28		25,00	24,04
Turbidez	UNT		2,90	18,7		8,83	8,12
Metais							
Alumínio Dissolvido	mg/L	0,1	0,5	0,5	n.d.	0,5	0,2
Boro Total	mg/L	1	1,51	3,71	100%	2,60	3,61
Cádmio Total	mg/L	0,005	0,050	0,050	n.d.	0,050	0,013
Chumbo Total	mg/L	0,01	0,10	0,10	n.d.	0,10	0,03
Cobre Dissolvido	mg/L	0,005	0,050	0,050	n.d.	0,050	0,019
Cromo Hexavalente	mg/L		0,0009	0,004		0,003	0,004
Cromo Total	mg/L	0,05	0,1	0,1	n.d.	0,10	0,04
Estanho Total	mg/L		1,0	1,0		1,0	0,3
Ferro Dissolvido	mg/L	0,3	0,5	0,5	n.d.	0,5	0,2
Níquel Total	mg/L	0,025	0,100	0,100	n.d.	0,100	0,040
Zinco Total	mg/L	0,09	0,10	0,10	n.d.	0,10	0,04
Nutrientes							
Carbono Orgânico Total	mg/L	3	1,9	4,26	33%	2,9	6,8
Orto-fosfato Solúvel	mg/L		0,05	0,16		0,12	0,26
Fósforo Total	mg/L	0,124	0,070	0,210	39%	0,130	0,281
Nitrogênio Amoniacal Total	mg/L	0,4	0,15	0,35	0%	0,28	0,33
Nitrogênio Kjeldahl Total	mg/L		1,00	1,4		1,03	0,89
Outros							
Clorofila <i>a</i>	µg/L	10	1,34	6,01	0%	3,17	6,62
Fenóis Totais	mg/L	0,06	0,003	0,003	0%	0,003	0,003
Microbiológicos							
Enterococos	UFC/100mL	100	8	3000	67%	307	307

■ 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% nos pontos 1 e 2, mas de 80% de finos no ponto 3 que se localiza mais ao norte do canal. Geralmente a área exibe altas concentrações de nutrientes e resultados de potencial redox substancialmente negativos indicando ambiente onde ocorre degradação anaeróbia da matéria orgânica. Nota-se que há múltiplas atividades que podem causar a suspensão de sedimentos o que, considerando o passivo ambiental que existe no estuário, pode justificar algumas das ocorrências de substâncias contaminantes em concentrações superiores aos valores orientadores.

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.

Os sedimentos do ponto 2 apresentaram, em 2019, algumas ocorrências de concentrações de HPAs acima dos valores orientadores para múltiplos HPAs no primeiro semestre e para um número menor no segundo semestre repetindo o comportamento do ano anterior. O ponto 3, diferentemente do ano de 2018, não apresentou ocorrência de HPAs em concentrações superiores aos valores orientadores.

Houve algumas ocorrências de não conformidades esporádicas de metais em geral. O mercúrio apareceu com menos frequência com duas ocorrências nos pontos 2 e 3 no primeiro e no segundo semestre respectivamente, ambas próximas de ISQG. Também foi identificado chumbo nos pontos 1 e 3 (56,2 e 33,5 mg/kg, primeiro semestre) e 2 (86,9 mg/kg, segundo semestre). Considera-se que as demais ocorrências foram pontuais.

Com relação à avaliação ecotoxicológica, os ensaios com amostras de sedimento indicaram qualidade Ótima para esse ambiente, no segundo semestre (Tabela 3.3), mantendo a mesma qualidade dos últimos quatro anos. As concentrações de HPAs (ponto 2) e de metais (pontos 2 e 3), acima do ISQG, como mencionado anteriormente, provavelmente não estavam biodisponíveis para causar efeito tóxico sobre os organismos-testes, visto que não foram observados efeitos tóxicos nos ensaios.

A ocorrência de contaminantes desde o início do monitoramento do Canal de Santos, mesmo daqueles abaixo do ISQG em 2019, pode causar efeitos deletérios aos organismos existentes na região devido à exposição ininterrupta à essas concentrações. A movimentação eventual da camada de sedimento ou a sua ressuspensão poderá aumentar a probabilidade de ocorrência de efeitos deletérios nas comunidades aquáticas.

No aspecto microbiológico, as densidades de coliformes termotolerantes classificaram as amostras como Ruins e Péssimas no primeiro semestre e como Regulares e Ótimas no segundo. Quanto ao *C.perfringens*, as amostras foram classificadas como Boas, Regulares e Ruins. O ponto 3 foi classificado como Bom nas duas campanhas de amostragem (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	Padrão CCME, 2002		mín	máx	% NC (resultados acima de ISQG)	Média aritmética 2019	Média aritmética 2014 - 2018
Nutrientes								
Fósforo Total *	mg/kg	700		259	780	16,7%	407	472
Nitrogênio Kjeldahl Total *	mg/kg	1500		892	3478	16,7%	1485	1278
Potencial Redox	mV			-172	-78	-	-141	-139
Orgânicos								
Carbono Orgânico Total *	%	1,8		0,83	3,27	16,7%	1,37	1,83
Fenóis Totais	mg/kg			2,43	5,71	-	3,40	3,25
Óleos e Graxas Totais	mg/kg			350	1160	-	485	807
Hidrocarbonetos Arom. Polinucleares		ISQG	PEL					
2-metilnaftaleno	µg/kg	20,2	201	20	20	0,0%	20	20
Acenafteno	µg/kg	6,71	88,9	6	22	16,7%	9	13,44
Acenaftileno	µg/kg	5,87	128	5	5	0,0%	5	9
Antraceno	µg/kg	46,9	245	20	83,5	16,7%	31	26
Benzo(a)antraceno	µg/kg	74,8	693	20	312	16,7%	72	44
Benzo(a)pireno	µg/kg	88,8	763	12	403	33,3%	102	71
Benzo(b)fluoranteno	µg/kg			20	270	-	75	70
Benzo(g,h,i)perileno	µg/kg			80	258	-	110	94
Benzo(k)fluoranteno	µg/kg			30	167	-	54	36,11
Criseno	µg/kg	108	846	20	420	16,7%	91	48
Dibenzo(a,h)antraceno	µg/kg	6,22	135	6	43,7	33,3%	13	22
Fenantreno	µg/kg	86,7	544	20	289	16,7%	66	46
Fluoranteno	µg/kg	113	1494	20	657	16,7%	138	114
Fluoreno	µg/kg	21,2	144	15	19,6	0,0%	16	17,88
Indeno(1,2,3-cd)pireno	µg/kg			20	260	-	70	83
Naftaleno	µg/kg	35	391	20	20	0,0%	20	27,06
Pireno	µg/kg	153	1398	20	571	16,7%	127	80
Metais		ISQG	PEL					
Alumínio Total	mg/kg			20754	52815	-	35484	19444
Arsênio Total	mg/kg	7,24	41,6	5,04	11,2	50,0%	7,97	7,76
Cádmio Total	mg/kg	0,7	4,2	0,2	0,5	0,0%	0,35	0,47
Chumbo Total	mg/kg	30,2	112	11,2	86,9	50,0%	40,23	25,29
Cobre Total	mg/kg	18,7	108	7,58	19,8	16,7%	13,56	16,19
Cromo Total	mg/kg	52,3	160	20,4	45,3	0,0%	31,95	26,77
Estanho Total	mg/kg			0,6	5	-	2,81	4,46
Ferro Total	mg/kg			13587	30684	-	21372	19965
Mercurio Total	mg/kg	0,13	0,7	0,04	0,27	33,3%	0,11	0,14
Níquel Total	mg/kg	15,9	42,8	8,13	19	16,7%	12,56	10,64
Zinco Total	mg/kg	124	271	44,80	88,90	0,0%	60,50	69,23

* valores adotados pela CETESB, vide metodologia no capítulo 2

Parâmetros sem as médias aritméticas dos 5 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 (50%), COT (89%), fósforo total (56%), nitrogênio amoniacal (72%), enterococos (67%) e clorofila *a* (8%), conferindo classificação Ruim segundo o IQAC em 2019, assim como no ano anterior. O ponto 3 apresentou classificação Péssima. Nota-se que o primeiro semestre apresentou o maior número e as concentrações mais elevadas das substâncias avaliadas.

As concentrações de clorofila *a* (Tabela 3.2) na 1ª campanha variaram de Mesotrófica a Eutrófica. Na 2ª campanha indicaram condições variando de Oligotrófica a Mesotrófica. Tanto as médias por campanha, quanto a média anual, indicaram ambiente Mesotrófico exibindo uma melhora 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 2019	Média aritmética 2014-2018
Campo							
OD	mg/L	5	3,39	7,08	50%	5,05	4,69
pH		6,5 a 8,5	6,9	8,0	0%	7,5	7,5
Salinidade	ppt		6,04	33,50		17,47	24,39
Temperatura da Água	°C		22,3	27,8		24,94	24,44
Turbidez	UNT		3,31	15,5		7,25	5,14
Metais							
Alumínio Dissolvido	mg/L	0,1	0,5	0,5	n.d.	0,5	0,2
Boro Total	mg/L	1	1	3,44	n.d.	2,10	2,62
Cádmio Total	mg/L	0,005	0,050	0,050	n.d.	0,050	0,013
Chumbo Total	mg/L	0,01	0,10	0,10	n.d.	0,10	0,03
Cobre Dissolvido	mg/L	0,005	0,050	0,050	n.d.	0,050	0,019
Cromo Hexavalente	mg/L		0,004	0,008		0,005	0,005
Cromo Total	mg/L	0,05	0,1	0,1	n.d.	0,10	0,04
Estanho Total	mg/L		1,0	1,0		1,0	0,3
Ferro Dissolvido	mg/L	0,3	0,5	0,5	n.d.	0,5	0,2
Níquel Total	mg/L	0,025	0,100	0,100	n.d.	0,100	0,040
Zinco Total	mg/L	0,09	0,10	0,10	n.d.	0,10	0,04
Nutrientes							
Carbono Orgânico Total	mg/L	3	2,7	5,18	89%	4,2	7,0
Orto-fosfato Solúvel	mg/L		0,07	0,1		0,09	0,26
Fósforo Total	mg/L	0,124	0,070	0,160	56%	0,121	0,286
Nitrogênio Amoniacal Total	mg/L	0,4	0,27	0,66	72%	0,47	0,55
Nitrogênio Kjeldahl Total	mg/L		1,00	1,87		1,12	1,09
Outros							
Clorofila <i>a</i>	µg/L	10	2,41	11,03	8%	5,16	9,60
Fenóis Totais	mg/L	0,06	0,003	0,003	0%	0,003	0,003
Microbiológicos							
Enterococos	UFC/100mL	100	9	3900	67%	148	148

■ 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 60% a 70% de argila e silte), o que pode explicar sua tendência de acúmulo de substâncias. Apesar destas diferenças, o potencial redox de todos os pontos é negativo evidenciando o acúmulo de nutrientes e outros materiais continentais na área.

No ano de 2019, os sedimentos do Canal de São Vicente apresentaram ocorrência de concentrações de mercúrio, chumbo (apenas primeiro semestre) e dibenzo(a,h)antraceno no ponto 3 acima dos valores orientadores. 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.

Na avaliação ecotoxicológica realizada, os ensaios indicaram qualidade Ótima para esse ambiente (Tabela 3.3), como nos últimos dois anos. Observou-se que a presença de As (8,48 mg/kg) acima do ISQG e abaixo do limite basal para o litoral paulista, assim como as concentrações de dibenzo(b)antraceno (7,62 mg/kg), Pb (33,2 mg/kg) e Hg (0,34 mg/kg) acima do ISQG, todos no ponto 3, provavelmente não estavam biodisponíveis para causar efeito tóxico agudo aos organismos-teste.

A região do Canal de São Vicente vem apresentando ocorrência frequente de metais e de HPAs desde 2012, com valores acima do ISQG ou próximos desse limite. A movimentação eventual da camada de sedimento ou a sua ressuspensão poderá aumentar a probabilidade de ocorrência de efeitos deletérios nas comunidades aquáticas.

Com base no critério microbiológico, as densidades de coliformes termotolerantes classificaram as amostras como Regulares, Ruins e Péssimas no primeiro semestre e como Ótimas e Boas no segundo. Com relação ao *C. perfringens*, as amostras foram classificadas como Ótimas em ambos os semestres, exceção feita ao ponto 3 que foi classificado como Bom no primeiro 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	Padrão CCME, 2002		mín	máx	% NC (resultados acima de ISQG)	Média aritmética 2019	Média aritmética 2014 - 2018
Nutrientes								
Fósforo Total *	mg/kg	700		53	487	0,0%	197	275
Nitrogênio Kjeldahl Total *	mg/kg	1500		209	1538	16,7%	701	801
Potencial Redox	mV			-265	-46	-	-127	-103
Orgânicos								
Carbono Orgânico Total *	%	1,8		0,13	2,46	33,3%	0,91	1,43
Fenóis Totais	mg/kg			2	4,29	-	2,72	3,49
Óleos e Graxas Totais	mg/kg			350	362	-	352	619
Hidrocarbonetos Arom. Polinucleares		ISQG	PEL					
2-metilnaftaleno	µg/kg	20,2	201	20	20	0,0%	20	24
Acenafteno	µg/kg	6,71	88,9	6	6	0,0%	6	13,62
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	27,6	0,0%	22	24
Benzo(a)pireno	µg/kg	88,8	763	10	72,7	0,0%	30	28
Benzo(b)fluoranteno	µg/kg			20	80	-	33	34
Benzo(g,h,i)perileno	µg/kg			80	80	-	80	81
Benzo(k)fluoranteno	µg/kg			30	37,2	-	31	23,75
Criseno	µg/kg	108	846	20	49,8	0,0%	26	29
Dibenzo(a,h)antraceno	µg/kg	6,22	135	6	8,38	33,3%	7	20
Fenantreno	µg/kg	86,7	544	20	36,2	0,0%	25	26
Fluoranteno	µg/kg	113	1494	20	50,2	0,0%	30	40
Fluoreno	µg/kg	21,2	144	15	15	0,0%	15	17,74
Indeno(1,2,3-cd)pireno	µg/kg			20	46	-	28	58
Naftaleno	µg/kg	35	391	20	20	0,0%	20	25,28
Pireno	µg/kg	153	1398	20	50,2	0,0%	30	41
Metais		ISQG	PEL					
Alumínio Total	mg/kg			4069	39865	-	16357	11875
Arsênio Total	mg/kg	7,24	41,6	2	8,48	33,3%	4,15	4,65
Cádmio Total	mg/kg	0,7	4,2	0,2	0,5	0,0%	0,35	0,47
Chumbo Total	mg/kg	30,2	112	4,1	33,2	16,7%	12,18	13,44
Cobre Total	mg/kg	18,7	108	4	17,5	0,0%	8,08	9,98
Cromo Total	mg/kg	52,3	160	3,74	36,7	0,0%	15,24	16,37
Estanho Total	mg/kg			0,6	5	-	2,85	4,47
Ferro Total	mg/kg			2203	24324	-	9895	11109
Mercúrio Total	mg/kg	0,13	0,7	0,01	0,34	33,3%	0,12	0,12
Níquel Total	mg/kg	15,9	42,8	1,52	14,8	0,0%	6,11	6,84
Zinco Total	mg/kg	124	271	4,85	79,50	0,0%	32,01	42,65

* valores adotados pela CETESB, vide metodologia no capítulo 2

Parâmetros sem as médias aritméticas dos 5 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 (25%), COT (17%), clorofila *a* (44%), enterococos (21%) e nitrogênio amoniacal (4%), classificando a área na categoria Ruim em 2019, conforme a média do IQAC, uma piora em relação aos anos anteriores. Apesar da média geral dos parâmetros analisados ser melhor em 2019 do que a média dos 5 anos anteriores houve um aumento de parâmetros não conformes (N amoniacal) e houve mais não conformidades em números absolutos o que explica a queda na classificação.

As concentrações de clorofila *a* (Tabela 3.2) na 1ª campanha indicaram condições de Eutrófica a Supereutrófica com média indicando condição Eutrófica. Já na 2ª campanha as concentrações de clorofila *a* variaram da condição Mesotrófica a Eutrófica com média indicando condição Mesotrófica. Pela média anual, segundo o IETC, a área foi classificada como Eutrófica, ou seja, ambiente já eutrofizado, mantendo a condição trófica observada no 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 nº 357/05	mín	máx	% NC	Média aritmética 2019	Média aritmética 2014-2018
Campo							
OD	mg/L	6	3,97	11,08	25%	7,16	6,05
pH		6,5 a 8,5	7,2	8,1	0%	7,7	7,9
Salinidade	ppt		33,04	35,50		34,08	34,10
Temperatura da Água	°C		20,4	28,5		23,63	24,41
Turbidez	UNT		2,02	5,47		3,48	3,84
Metais							
Alumínio Dissolvido	mg/L	1,5	0,5	0,5	0%	0,5	0,3
Boro Total	mg/L	5	3,92	4,51	0%	4,29	4,07
Cádmio Total	mg/L	0,005	0,050	0,050	n.d.	0,050	0,028
Chumbo Total	mg/L	0,01	0,10	0,10	n.d.	0,10	0,06
Cobre Dissolvido	mg/L	0,005	0,050	0,050	n.d.	0,050	0,032
Cromo Hexavalente	mg/L		0,004	0,006		0,004	0,005
Cromo Total	mg/L	0,05	0,1	0,1	n.d.	0,10	0,06
Estanho Total	mg/L		1,0	1,0		1,0	0,6
Ferro Dissolvido	mg/L	0,3	0,5	0,5	n.d.	0,5	0,3
Níquel Total	mg/L	0,025	0,100	0,100	n.d.	0,100	0,065
Zinco Total	mg/L	0,09	0,10	0,10	n.d.	0,10	0,06
Nutrientes							
Carbono Orgânico Total	mg/L	3	1,2	4	17%	2,0	2,1
Orto-fosfato Solúvel	mg/L		0,01	0,02		0,01	0,02
Fósforo Total	mg/L	0,062	0,070	0,070	n.d.	0,070	0,054
Nitrogênio Amoniacal Total	mg/L	0,4	0,10	0,5	4%	0,14	0,11
Nitrogênio Kjeldahl Total	mg/L		1,00	1		1,00	0,81
Outros							
Clorofila <i>a</i>	µg/L	2,5	1,97	7,35	44%	3,42	3,44
Fenóis Totais	mg/L	0,06	0,003	0,003	0%	0,003	0,003
Microbiológicos							
Enterococos	UFC/100mL	100	1	3500	21%	22	22

■ 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 arenosos nos pontos 2 e 4 e mais finos nos pontos 1 e 3 com potencial redox significativamente mais negativo nos últimos. Verificou-se em 2019 uma concentração mais elevada de nutrientes com média de aproximadamente de 1147,75 mg/kg ante a média histórica de 700,93 mg/kg de NKT sendo as maiores concentrações verificadas nos pontos 1 e 3. O esgoto doméstico é bastante rico em nitrogênio e pode explicar esses valores. Nota-se que os pontos 2 e 4 se localizam "a montante" do emissário se considerado o regime dominante de correntes na área.

Na avaliação ecotoxicológica, as amostras de sedimento dos quatro pontos da área de influência do emissário submarino da Praia Grande 1, foram classificadas com qualidade Ótima (Tabela 3.3), como nos

quatro anos anteriores. Embora as concentrações de arsênio nos pontos 1 (11,4 mg/kg) e 3 (13,7 mg/kg) estivessem acima dos valores de referência, provavelmente esse elemento não estava biodisponível para causar efeito tóxico agudo aos organismos-testes, uma vez que não foram observados efeitos tóxicos nos ensaios.

Com relação ao aspecto microbiológico, as densidades de coliformes termotolerantes classificaram as amostras como Ótimas e Boas; exceção feita ao ponto 1 que foi classificado como Ruim no primeiro semestre. Considerando o *C. perfringens*, as amostras foram classificadas como Ótimas e Boas; exceto o ponto 1 que foi classificado como Ruim no segundo semestre (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	Padrão CCME, 2002		mín	máx	% NC (resultados acima de ISQG)	Média aritmética 2019	Média aritmética 2014 - 2018
Nutrientes								
Fósforo Total *	mg/kg	500		115	661	25,0%	351	257
Nitrogênio Kjeldahl Total *	mg/kg	1000		118	3305	50,0%	1148	701
Potencial Redox	mV			-196	-28	-	-107	-81
Orgânicos								
Carbono Orgânico Total *	%	1,3		0,09	1,99	37,5%	0,82	0,84
Fenóis Totais	mg/kg			1,94	4,66	-	3,13	2,36
Óleos e Graxas Totais	mg/kg			350	777	-	416	570
Hidrocarbonetos Arom. Polinucleares								
		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	12,00
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	32,7	0,0%	13	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	21,43
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	16
Fenantreno	µg/kg	86,7	544	20	20	0,0%	20	20
Fluoranteno	µg/kg	113	1494	20	51,2	0,0%	24	20
Fluoreno	µg/kg	21,2	144	15	15	0,0%	15	17,14
Indeno(1,2,3-cd)pireno	µg/kg			20	20	-	20	46
Naftaleno	µg/kg	35	391	20	20	0,0%	20	24,29
Pireno	µg/kg	153	1398	20	50,5	0,0%	24	20
Metais								
		ISQG	PEL					
Alumínio Total	mg/kg			5595	45410	-	19067	11622
Arsênio Total	mg/kg	7,24	41,6	3,38	13,7	50,0%	8,18	6,49
Cádmio Total	mg/kg	0,7	4,2	0,2	0,5	0,0%	0,35	0,46
Chumbo Total	mg/kg	30,2	112	5,42	34,9	12,5%	17,24	11,27
Cobre Total	mg/kg	18,7	108	4	12,9	0,0%	6,73	5,32
Cromo Total	mg/kg	52,3	160	10,7	44,6	0,0%	24,80	17,40
Estanho Total	mg/kg			0,6	68,9	-	11,34	5,19
Ferro Total	mg/kg			11960	30357	-	19968	16489
Mercúrio Total	mg/kg	0,13	0,7	0,01	0,05	0,0%	0,02	0,02
Níquel Total	mg/kg	15,9	42,8	2,95	17,5	12,5%	9,01	5,94
Zinco Total	mg/kg	124	271	18,60	67,40	0,0%	40,03	30,52

* valores adotados pela CETESB, vide metodologia no capítulo 2

Parâmetros sem as médias aritméticas dos 5 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 (44%), COT (6%), enterococos (6%) e clorofila *a* (8%) apresentaram não conformidades. A média do IQAC classificou a área na categoria Boa com uma melhora significativa em relação ao ano anterior.

As concentrações de clorofila *a* (Tabela 3.2) na 1ª campanha variaram da condição Oligotrófica a Mesotrófica, com média indicando ambiente Mesotrófico. Já na 2ª campanha todos os pontos exibiram condições Oligotróficas. Pela média anual, segundo o IETC, a área foi classificada como Mesotrófica, indicando uma melhora da condição trófica observada 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 2019	Média aritmética 2014-2018
Campo							
OD	mg/L	6	5,4	6,98	44%	6,24	6,65
pH		6,5 a 8,5	7,5	8,2	0%	8,0	8,1
Salinidade	ppt		25,18	33,43		32,11	33,17
Temperatura da Água	°C		22,6	27,7		26,14	22,82
Turbidez	UNT		1,00	5,1		1,53	7,62
Metais							
Alumínio Dissolvido	mg/L	1,5	0,5	0,5	0%	0,5	0,3
Boro Total	mg/L	5	3,25	4,67	0%	4,05	4,18
Cádmio Total	mg/L	0,005	0,050	0,050	n.d.	0,050	0,024
Chumbo Total	mg/L	0,01	0,10	0,10	n.d.	0,10	0,05
Cobre Dissolvido	mg/L	0,005	0,050	0,050	n.d.	0,050	0,030
Cromo Hexavalente	mg/L		0,004	0,004		0,004	0,004
Cromo Total	mg/L	0,05	0,1	0,1	n.d.	0,10	0,06
Estanho Total	mg/L		1,0	1,0		1,0	0,5
Ferro Dissolvido	mg/L	0,3	0,5	0,5	n.d.	0,5	0,3
Níquel Total	mg/L	0,025	0,100	0,100	n.d.	0,100	0,058
Zinco Total	mg/L	0,09	0,10	0,10	n.d.	0,10	0,06
Nutrientes							
Carbono Orgânico Total	mg/L	3	1,0	5,62	6%	1,5	3,3
Orto-fosfato Solúvel	mg/L		0,01	0,01		0,01	0,01
Fósforo Total	mg/L	0,062	0,070	0,070	n.d.	0,070	0,047
Nitrogênio Amoniacal Total	mg/L	0,4	0,10	0,13	0%	0,11	0,11
Nitrogênio Kjeldahl Total	mg/L		0,50	1		0,94	0,81
Outros							
Clorofila <i>a</i>	µg/L	2,5	0,56	3,12	8%	1,09	4,40
Fenóis Totais	mg/L	0,06	0,003	0,003	0%	0,003	0,003
Microbiológicos							
Enterococos	UFC/100mL	100	1	508	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

Em relação aos aspectos físico-químicos não foram identificadas ocorrências de concentrações acima dos valores orientadores, um comportamento semelhante a 2018 que apresentou melhora em relação ao ano de 2017.

Com relação à avaliação ecotoxicológica, as amostras de sedimento dos três pontos da área de influência do Rio Itanhaém foram classificadas com qualidade Ótima (Tabela 3.3), como observado nos últimos quatro anos.

Quanto ao aspecto microbiológico, as amostras foram classificadas como Ótimas e Boas para os dois indicadores em ambas a campanhas de amostragem (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	Padrão CCME, 2002		mín	máx	% NC (resultados acima de ISQG)	Média aritmética 2019	Média aritmética 2014 - 2018
Nutrientes								
Fósforo Total *	mg/kg	500		127	158	0,0%	140	191
Nitrogênio Kjeldahl Total *	mg/kg	1000		515	700	0,0%	606	366
Potencial Redox	mV			6	183	-	81	71
Orgânicos								
Carbono Orgânico Total *	%	1,3		0,06	0,40	0,0%	0,16	0,79
Fenóis Totais	mg/kg			4,51	7,49	-	5,80	2,03
Óleos e Graxas Totais	mg/kg			350	350	-	350	459
Hidrocarbonetos Arom. Polinucleares								
		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	10,67
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	23,33
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	14
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	21,2	144	15	15	0,0%	15	16,67
Indeno(1,2,3-cd)pireno	µg/kg			20	20	-	20	40
Naftaleno	µg/kg	35	391	20	20	0,0%	20	23,33
Pireno	µg/kg	153	1398	20	20	0,0%	20	20
Metais								
		ISQG	PEL					
Alumínio Total	mg/kg			4055	5523	-	4692	10078
Arsênio Total	mg/kg	7,24	41,6	6,64	6,95	0,0%	6,77	7,79
Cádmio Total	mg/kg	0,7	4,2	0,2	0,2	0,0%	0,20	0,42
Chumbo Total	mg/kg	30,2	112	6,81	7,95	0,0%	7,34	10,00
Cobre Total	mg/kg	18,7	108	4	4	0,0%	4,00	4,82
Cromo Total	mg/kg	52,3	160	10,1	12	0,0%	10,97	14,46
Estanho Total	mg/kg			0,6	0,6	-	0,60	5,15
Ferro Total	mg/kg			11966	14129	-	12946	17697
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	2,74	3,26	0,0%	3,00	4,70
Zinco Total	mg/kg	124	271	18,60	20,40	0,0%	19,67	24,15

* valores adotados pela CETESB, vide metodologia no capítulo 2

Parâmetros sem as médias aritméticas dos 5 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 (25%), COT (6%), clorofila *a* (43%) e enterococos (28%) apresentaram não conformidades. A média do IQAC classificou a área na categoria Regular, mantendo a classificação já pelo terceiro ano consecutivo.

As concentrações de clorofila *a* (Tabela 3.2), na 1ª campanha variaram de Mesotrófico a Eutrófico, obtendo, na média, condição Mesotrófica. Já na 2ª campanha os valores de clorofila *a* foram maiores, variando de Mesotrófico a Supereutrófico (ponto 4) com média indicando ambiente Supereutrófico. Pela média anual, segundo o IETC, a área foi classificada como Eutrófica, ou seja, já eutrofizada, no entanto, exibindo uma melhora da condição trófica comparada ao ano anterior.

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 n° 357/05	min	máx	% NC	Média aritmética 2019	Média aritmética 2014-2018
Campo							
OD	mg/L	6	5,03	7,68	25%	6,52	6,77
pH		6,5 a 8,5	7,2	8,3	0%	7,9	8,0
Salinidade	ppt		25,32	32,69		30,58	32,60
Temperatura da Água	°C		20,4	27,9		24,63	22,60
Turbidez	UNT		1,00	28,9		6,92	9,73
Metais							
Alumínio Dissolvido	mg/L	1,5	0,5	0,5	0%	0,5	0,3
Boro Total	mg/L	5	3,3	3,78	0%	3,51	4,34
Cádmio Total	mg/L	0,005	0,050	0,050	n.d.	0,050	0,027
Chumbo Total	mg/L	0,01	0,10	0,10	n.d.	0,10	0,06
Cobre Dissolvido	mg/L	0,005	0,050	0,050	n.d.	0,050	0,031
Cromo Hexavalente	mg/L		0,004	0,01		0,006	0,004
Cromo Total	mg/L	0,05	0,1	0,1	n.d.	0,10	0,06
Estanho Total	mg/L		1,0	1,0		1,0	0,6
Ferro Dissolvido	mg/L	0,3	0,5	0,5	n.d.	0,5	0,3
Níquel Total	mg/L	0,025	0,100	0,100	n.d.	0,100	0,062
Zinco Total	mg/L	0,09	0,10	0,10	n.d.	0,10	0,06
Nutrientes							
Carbono Orgânico Total	mg/L	3	1,0	3,14	6%	1,7	3,3
Orto-fosfato Solúvel	mg/L		0,01	0,02		0,01	0,02
Fósforo Total	mg/L	0,062	0,070	0,070	n.d.	0,070	0,056
Nitrogênio Amoniacal Total	mg/L	0,4	0,10	0,23	0%	0,13	0,11
Nitrogênio Kjeldahl Total	mg/L		0,50	1		0,98	0,82
Outros							
Clorofila <i>a</i>	µg/L	2,5	1,07	15,15	43%	3,15	4,00
Fenóis Totais	mg/L	0,06	0,003	0,003	0%	0,003	0,003
Microbiológicos							
Enterococos	UFC/100mL	100	1	2100	28%	14	14

■ 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. O NKT apresentou valores superiores em todas as amostras em 2019.

De acordo com os ensaios ecotoxicológicos, as amostras de sedimento dos três pontos dessa região indicaram qualidade Ótima para esse ambiente, (Tabela 3.3), como nos últimos quatro anos. Foi observada a presença de As no ponto 3 acima do ISQG (7,59 mg/kg) e abaixo do limite basal para o litoral paulista, porém esse elemento não estava biodisponível para causar efeito tóxico agudo aos organismos-testes, visto que não foram observados efeitos tóxicos nos ensaios.

Quanto ao aspecto microbiológico, as amostras do Rio Preto foram classificadas como Ótimas e Boas nas duas campanhas de amostragem para ambos os indicadores; exceção feita para a amostra do ponto 3 que apresentou classificação Regular para coliformes termotolerantes na primeira campanha (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	Padrão CCME, 2002	mín	máx	% NC (resultados acima de ISQG)	Média aritmética 2019	Média aritmética 2014 - 2018	
Nutrientes								
Fósforo Total *	mg/kg	500	199	428	0,0%	319	340	
Nitrogênio Kjeldahl Total *	mg/kg	1000	1007	2251	100,0%	1366	1058	
Potencial Redox	mV		-186	10	-	-125	-75	
Orgânicos								
Carbono Orgânico Total *	%	1,3	0,34	1,18	0,0%	0,80	0,95	
Fenóis Totais	mg/kg		2,9	4,19	-	3,36	2,63	
Óleos e Graxas Totais	mg/kg		350	503	-	376	448	
Hidrocarbonetos Arom. Polinucleares		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	10,67
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	23,33
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	14
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	21,2	144	15	15	0,0%	15	16,67
Indeno(1,2,3-cd)pireno	µg/kg			20	20	-	20	40
Naftaleno	µg/kg	35	391	20	20	0,0%	20	23,33
Pireno	µg/kg	153	1398	20	20	0,0%	20	20
Metais		ISQG	PEL					
Alumínio Total	mg/kg			5922	31394	-	18314	14338
Arsênio Total	mg/kg	7,24	41,6	5,65	9,3	66,7%	7,94	8,02
Cádmio Total	mg/kg	0,7	4,2	0,2	0,5	0,0%	0,35	0,43
Chumbo Total	mg/kg	30,2	112	10,2	18,5	0,0%	15,30	17,25
Cobre Total	mg/kg	18,7	108	4	8,79	0,0%	6,07	6,43
Cromo Total	mg/kg	52,3	160	12,5	31,5	0,0%	22,92	21,46
Estanho Total	mg/kg			0,6	5	-	2,80	3,90
Ferro Total	mg/kg			12997	26213	-	20160	19778
Mercúrio Total	mg/kg	0,13	0,7	0,01	0,02	0,0%	0,01	0,02
Níquel Total	mg/kg	15,9	42,8	3,94	13,5	0,0%	9,01	7,47
Zinco Total	mg/kg	124	271	24,40	50,20	0,0%	38,88	37,51

* valores adotados pela CETESB, vide metodologia no capítulo 2

Parâmetros sem as médias aritméticas dos 5 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 (89%), fósforo total (67%), clorofila *a* (50%, todos no segundo semestre) e enterococos (33%) apresentaram concentrações acima do padrão de qualidade. A média do IQAC classificou a área como Regular. Os pontos 1 e 2 foram classificados como Ruins e concentraram a maior parte das não conformidades, o ponto 3 foi classificado como Bom.

As concentrações de clorofila *a* (Tabela 3.2) na 1ª campanha indicaram condição Oligotrófica para os três pontos monitorados. Já na 2ª campanha observou-se um aumento nas concentrações de clorofila *a*, que variaram da condição Eutrófica a Supereutrófica, tendo a média indicando condição Eutrófica. Pela média

anual, segundo o IETC, essa área foi considerada um ambiente já eutrofizado, classificado como Eutrófico, indicando uma piora em relação à condição 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	min	máx	% NC	Média aritmética 2019	Média aritmética 2014-2018
Campo							
OD	mg/L	5	6,29	9,59	0%	7,44	7,17
pH		6,5 a 8,5	6,6	7,9	0%	7,1	7,1
Salinidade	ppt		0	7,36		1,14	1,81
Temperatura da Água	°C		24,3	27,1		25,58	22,66
Turbidez	UNT		11,80	104		30,17	45,33
Metais							
Alumínio Dissolvido	mg/L	0,1	0,5	0,5	n.d.	0,5	0,3
Boro Total	mg/L	1	1	1	n.d.	1,00	0,57
Cádmio Total	mg/L	0,005	0,050	0,050	n.d.	0,050	0,025
Chumbo Total	mg/L	0,01	0,10	0,10	n.d.	0,10	0,05
Cobre Dissolvido	mg/L	0,005	0,050	0,050	n.d.	0,050	0,030
Cromo Hexavalente	mg/L		0,004	0,004	n.d.	0,004	0,005
Cromo Total	mg/L	0,05	0,1	0,1	n.d.	0,10	0,06
Estanho Total	mg/L		1,0	1,0	n.d.	1,0	0,6
Ferro Dissolvido	mg/L	0,3	0,5	0,6	n.d.	0,5	0,5
Níquel Total	mg/L	0,025	0,100	0,100	n.d.	0,100	0,060
Zinco Total	mg/L	0,09	0,10	0,10	n.d.	0,10	0,06
Nutrientes							
Carbono Orgânico Total	mg/L	3	2,8	6,39	89%	4,3	5,3
Orto-fosfato Solúvel	mg/L		0	0			0,05
Fósforo Total	mg/L	0,124	0,082	0,280	67%	0,168	0,096
Nitrogênio Amoniacal Total	mg/L	0,4	0,10	0,31	0%	0,18	0,16
Nitrogênio Kjeldahl Total	mg/L		1,00	1,36		1,03	0,76
Outros							
Clorofila a	µg/L	10	0,67	38,31	50%	15,64	9,02
Fenóis Totais	mg/L	0,06	0,003	0,003	0%	0,003	0,003
Microbiológicos							
Enterococos	UFC/100mL	100	2	1100	33%	49	49

■ 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. Em 2019 verificou-se a ocorrência de chumbo e cobre em concentrações superiores aos valores orientadores no segundo semestre no ponto 3, ambos muito próximos ao limite de ISQG. Dado o comportamento histórico provavelmente se trata de ocorrências pontuais.

Na avaliação ecotoxicológica das amostras de sedimento dos três pontos dessa região, o ensaio agudo indicou qualidade Ruim para os pontos 1 e 2 e Péssimo para o ponto 3 (Tabela 3.3), com 71,6%, 51,6% e 100% de mortalidade dos organismos-teste, respectivamente. Embora o sedimento dessa região seja arenoso e, portanto, com baixa tendência para adsorção de contaminantes, os três pontos apresentaram toxicidade. As concentrações das substâncias analisadas foram detectadas abaixo dos valores de referência (Tabela 3.20).

Possivelmente, outra(s) substância(s) não analisada(s) nas amostras, ou mesmo, sua interação, tenha(m) provocado a toxicidade observada.

Nos últimos cinco anos, exceto em 2018, essa região apresentou, no mínimo, uma amostra com qualidade insatisfatória a cada ano, além do maior número de amostras com efeito tóxico sobre os organismos-teste, totalizando sete amostras dentre as quinze analisadas (47%). Os pontos 1 e 2 alternaram entre Ruim e Péssimo e o ponto 3 apresentou três amostras com qualidade Péssima.

Em relação à poluição fecal, as amostras foram classificadas como Ótimas, Boas, Regulares e Ruins para os dois indicadores em ambas as campanhas. Considerando os coliformes termotolerantes, as amostras do ponto 1 foram classificadas como Ruins e do ponto 3 como Ótimas nas duas campanhas (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	Padrão CCME, 2002	mín	máx	% NC (resultados acima de ISQG)	Média aritmética 2019	Média aritmética 2014 - 2018	
Nutrientes								
Fósforo Total *	mg/kg	700	83,4	480	0,0%	283	279	
Nitrogênio Kjeldahl Total *	mg/kg	1500	125	1090	0,0%	591	446	
Potencial Redox	mV		-170	125	-	-54	-113	
Orgânicos								
Carbono Orgânico Total *	%	1,8	0,02	1,70	0,0%	0,61	0,84	
Fenóis Totais	mg/kg		1,94	2,55	-	2,22	2,08	
Óleos e Graxas Totais	mg/kg		350	350	-	350	513	
Hidrocarbonetos Arom. Polinucleares		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	13,00
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	20,59
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	17
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	21,2	144	15	15	0,0%	15	17,35
Indeno(1,2,3-cd)pireno	µg/kg			20	20	-	20	48
Naftaleno	µg/kg	35	391	20	20	0,0%	20	24,71
Pireno	µg/kg	153	1398	20	20	0,0%	20	20
Metais		ISQG	PEL					
Alumínio Total	mg/kg			1697	30834	-	16299	8601
Arsênio Total	mg/kg	7,24	41,6	2	5,87	0,0%	3,70	2,93
Cádmio Total	mg/kg	0,7	4,2	0,2	0,5	0,0%	0,35	0,46
Chumbo Total	mg/kg	30,2	112	5	32,5	16,7%	17,69	16,29
Cobre Total	mg/kg	18,7	108	4	21	16,7%	9,66	8,76
Cromo Total	mg/kg	52,3	160	4,1	35,5	0,0%	18,74	13,03
Estanho Total	mg/kg			0,6	5	-	2,80	4,45
Ferro Total	mg/kg			2170	25488	-	13610	11504
Mercurio Total	mg/kg	0,13	0,7	0,01	0,08	0,0%	0,03	0,04
Níquel Total	mg/kg	15,9	42,8	1,55	17,2	16,7%	8,15	6,17
Zinco Total	mg/kg	124	271	8,23	75,40	0,0%	35,42	30,77

* valores adotados pela CETESB, vide metodologia no capítulo 2

Parâmetros sem as médias aritméticas dos 5 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 COT (67%) e clorofila *a* (25%) em 2019 classificando a área na categoria Boa, mantendo a classificação pelo terceiro ano consecutivo.

As concentrações de clorofila *a* (Tabela 3.2) na 1ª campanha, em todos os pontos, indicaram condições Mesotróficas. Na 2ª campanha, apesar das concentrações de clorofila *a* maiores variando de Mesotrófica a Eutrófica, essa área, pela média, também foi classificada como Mesotrófica. Pela média anual, segundo o IETC, esse local foi classificado como Mesotrófico, indicando uma melhora na condição trófica comparado ao 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 2019	Média aritmética 2014-2018
Campo							
OD	mg/L	5	5,92	6,73	0%	6,29	6,80
pH		6,5 a 8,5	7,2	8,0	0%	7,6	7,7
Salinidade	ppt		10,63	27,20		19,28	22,57
Temperatura da Água	°C		24,4	26,8		25,65	23,33
Turbidez	UNT		4,70	41,6		18,41	11,42
Metais							
Alumínio Dissolvido	mg/L	0,1	0,5	0,5	n.d.	0,5	0,3
Boro Total	mg/L	1	1,46	3,04	n.d.	2,24	2,06
Cádmio Total	mg/L	0,005	0,050	0,050	n.d.	0,050	0,025
Chumbo Total	mg/L	0,01	0,10	0,10	n.d.	0,10	0,05
Cobre Dissolvido	mg/L	0,005	0,050	0,050	n.d.	0,050	0,029
Cromo Hexavalente	mg/L		0,004	0,004		0,004	0,005
Cromo Total	mg/L	0,05	0,1	0,1	n.d.	0,10	0,06
Estanho Total	mg/L		1,0	1,0		1,0	0,5
Ferro Dissolvido	mg/L	0,3	0,5	0,5	n.d.	0,5	0,3
Níquel Total	mg/L	0,025	0,100	0,100	n.d.	0,100	0,059
Zinco Total	mg/L	0,09	0,10	0,10	n.d.	0,10	0,06
Nutrientes							
Carbono Orgânico Total	mg/L	3	2,4	6,13	67%	4,0	5,6
Orto-fosfato Solúvel	mg/L		0	0			0,02
Fósforo Total	mg/L	0,124	0,070	0,081	0%	0,071	0,055
Nitrogênio Amoniacal Total	mg/L	0,4	0,10	0,26	0%	0,16	0,17
Nitrogênio Kjeldahl Total	mg/L		1,00	1		1,00	0,62
Outros							
Clorofila <i>a</i>	µg/L	10	2,53	12,3	25%	6,85	10,86
Fenóis Totais	mg/L	0,06	0,003	0,003	0%	0,003	0,003
Microbiológicos							
Enterococos	UFC/100mL	100	1	6	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, ricos em nutrientes e apresentam potencial redox negativo, típico de regiões estuarinas com presença de manguezais. Não houve registro de não conformidade em 2019.

A avaliação ecotoxicológica com as amostras de sedimento dos três pontos da região do Mar de Cananeia indicou qualidade Ótima para esse ambiente (Tabela 3.3), da mesma forma que nos últimos quatro anos.

Com base nos aspectos microbiológicos, as densidades dos microrganismos de poluição fecal coliformes termotolerantes e *C.perfringens* classificaram os três pontos como Ótimos e Bons nas duas campanhas de amostragem (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	Padrão CCME, 2002		mín	máx	% NC (resultados acima de ISQG)	Média aritmética 2019	Média aritmética 2014 - 2018
Nutrientes								
Fósforo Total *	mg/kg	700		41,2	212	0,0%	113	160
Nitrogênio Kjeldahl Total *	mg/kg	1500		182	823	0,0%	489	577
Potencial Redox	mV			-302	-160	-	-227	-129
Orgânicos								
Carbono Orgânico Total *	%	1,8		0,08	0,67	0,0%	0,38	0,83
Fenóis Totais	mg/kg			1,95	2,55	-	2,24	2,28
Óleos e Graxas Totais	mg/kg			350	427	-	374	613
Hidrocarbonetos Arom. Polinucleares		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	13,00
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	20,00
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	18
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	21,2	144	15	15	0,0%	15	17,50
Indeno(1,2,3-cd)pireno	µg/kg			20	20	-	20	50
Naftaleno	µg/kg	35	391	20	20	0,0%	20	25,00
Pireno	µg/kg	153	1398	20	20	0,0%	20	20
Metais		ISQG	PEL					
Alumínio Total	mg/kg			2705	17710	-	9555	6844
Arsênio Total	mg/kg	7,24	41,6	2	5,21	0,0%	3,24	3,66
Cádmio Total	mg/kg	0,7	4,2	0,2	0,5	0,0%	0,35	0,46
Chumbo Total	mg/kg	30,2	112	2,94	9,79	0,0%	7,20	9,00
Cobre Total	mg/kg	18,7	108	4	4,46	0,0%	4,08	4,83
Cromo Total	mg/kg	52,3	160	4	18,4	0,0%	10,99	9,49
Estanho Total	mg/kg			0,6	5	-	2,80	4,45
Ferro Total	mg/kg			1906	11757	-	6709	7108
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	1,09	6,29	0,0%	3,72	4,14
Zinco Total	mg/kg	124	271	4,10	23,60	0,0%	14,18	16,29

* valores adotados pela CETESB, vide metodologia no capítulo 2

Parâmetros sem as médias aritméticas dos 5 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 2019, mostra uma situação semelhante em relação ao ano anterior e pelo segundo ano consecutivo mantém a ausência de classificações Péssimas. As áreas classificadas como Ótimas subiram de 15% para 25%, as áreas classificadas como Boas caíram de 40% para 30%, e as Regulares de 25% para 20% sendo que as Ruins passaram de 20 para 25%. Os Gráficos 4.1, 4.2 a seguir mostram a distribuição percentual do IQAC médio e seus valores por área no litoral paulista.

Gráfico 4.1 – Distribuição Percentual da classificação das áreas pelo IQAC médio em 2019

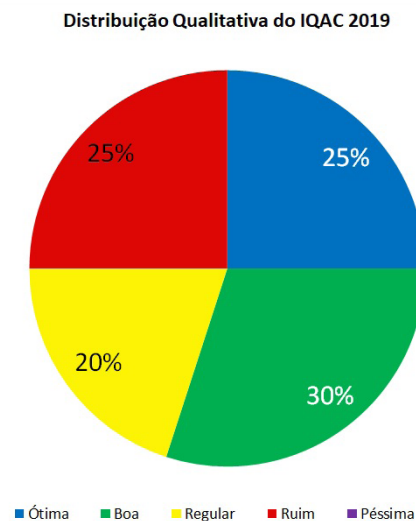
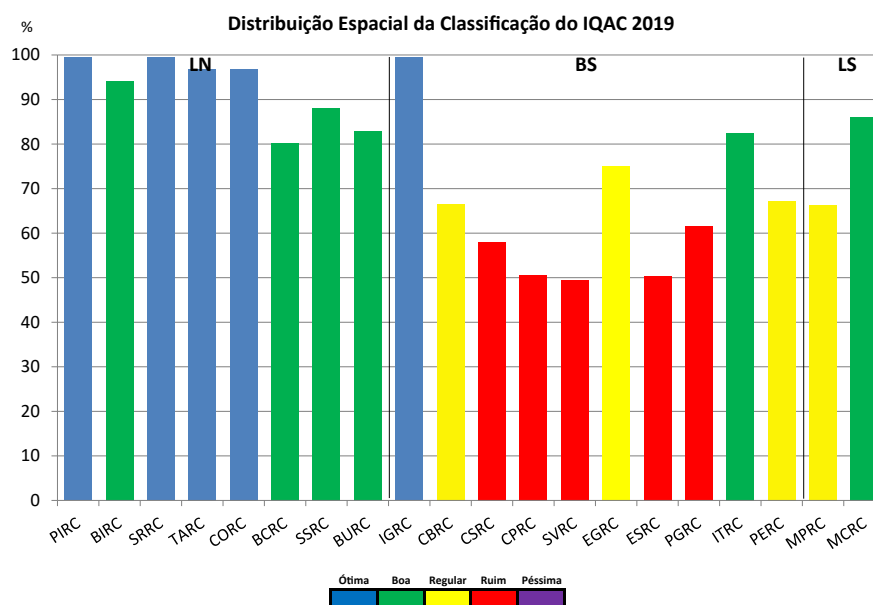


Gráfico 4.2 – Classificação das áreas pelo IQAC médio em 2019

O Quadro 4.1 que apresenta o histórico das médias dos índices por área desde 2012, mostra que, no último ano, houve um aumento das áreas classificadas com o índice Ótimo, mas também com um aumento das áreas com classificação Ruim e diminuição das demais classificações.

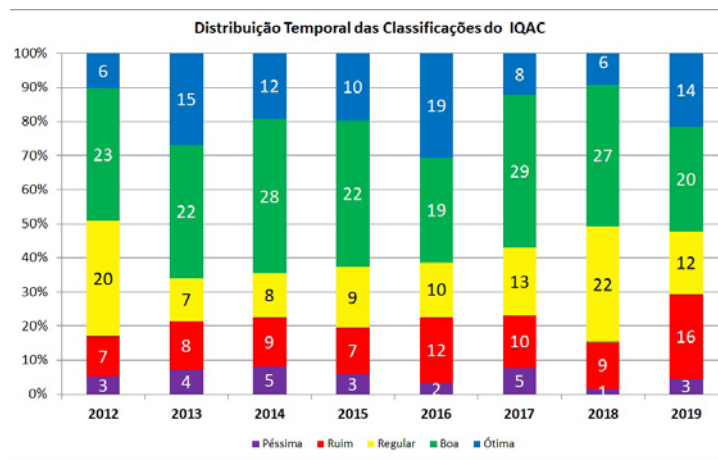
Quadro 4.1 – Evolução do IQAC médio das áreas entre 2012 e 2019

Local de amostragem	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019
Picinguaba	77	99	85	97	99	79	97	99
Baía de Itaguá	73	85	90	95	93	79	97	94
Saco da Ribeira	89	87	92	83	96	97	97	99
Tabatinga	92	99	99	90	96	97	85	97
Cocanha	95	99	99	88	97	99	90	97
Baía de Caraguatatuba	90	97	99	97	99	86	85	80
Canal de São Sebastião *	98	98	95	95	92	90	89	88
Barra do Una	93	90	90	88	92	86	88	83
Rio Itaquaré	93	90	90	88	92	86	90	99
Canal de Bertioiga	69	58	69	57	75	70	55	66
Canal de Santos	59	46	47	73	59	55	62	58
Canal de Piaçaguera				58	58	40	60	51
Canal de São Vicente	53	43	39	37	54	46	54	50
Emissário Guarujá **	83	80	81	81	78	83	77	75
Emissário Santos **	39	70	47	54	49	47	65	50
Emissário Praia Grande 1 **	60	76	85	71	74	75	78	61
Rio Itanhaém	87		82	79	87	79	76	83
Rio Preto	71	92	88	80	83	76	74	67
Mar Pequeno	68	67	68	78	62	76	80	66
Mar de Cananeia	69	85	84	84	91	85	81	86

* 5 pontos ** 4 pontos

O Gráfico 4.3 apresenta a evolução da proporção dos pontos nas classificações do IQAC.

Gráfico 4.3 – Evolução da proporção do IQAC de todos os pontos de 2012 a 2019



Os Mapas 4.1, 4.2, 4.3, 4.4 e 4.5, no final deste capítulo, mostram as classificações quanto ao IQAC por ponto das várias áreas nas três regiões do litoral do estado de São Paulo, referentes ao ano de 2019.

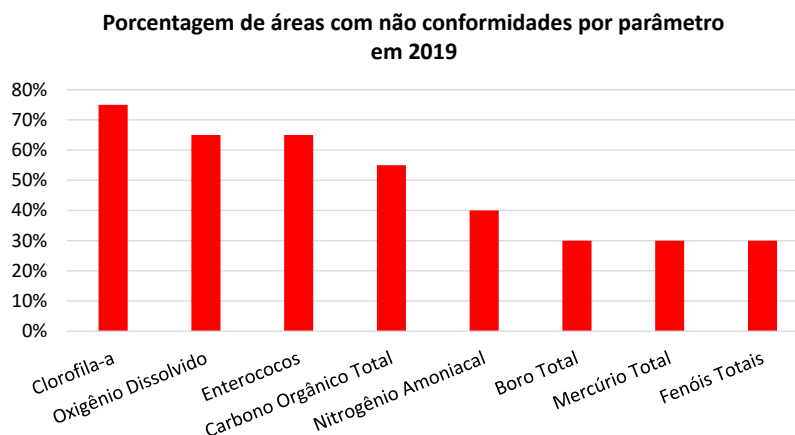
4.1.2 Atendimento aos padrões de qualidade de água

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

No Gráfico 4.4 que mostra a distribuição das não conformidades nas áreas estudadas, nota-se que clorofila *a* e o oxigênio dissolvido são os parâmetros que se apresentam não conformes na maioria das áreas. Em seguida estão os enterococos, COT e nitrogênio amoniacal. O fósforo não foi computado devido aos problemas com o limite de quantificação.

Gráfico 4.4 – Porcentagem de áreas que apresentaram não conformidade por variável em 2019

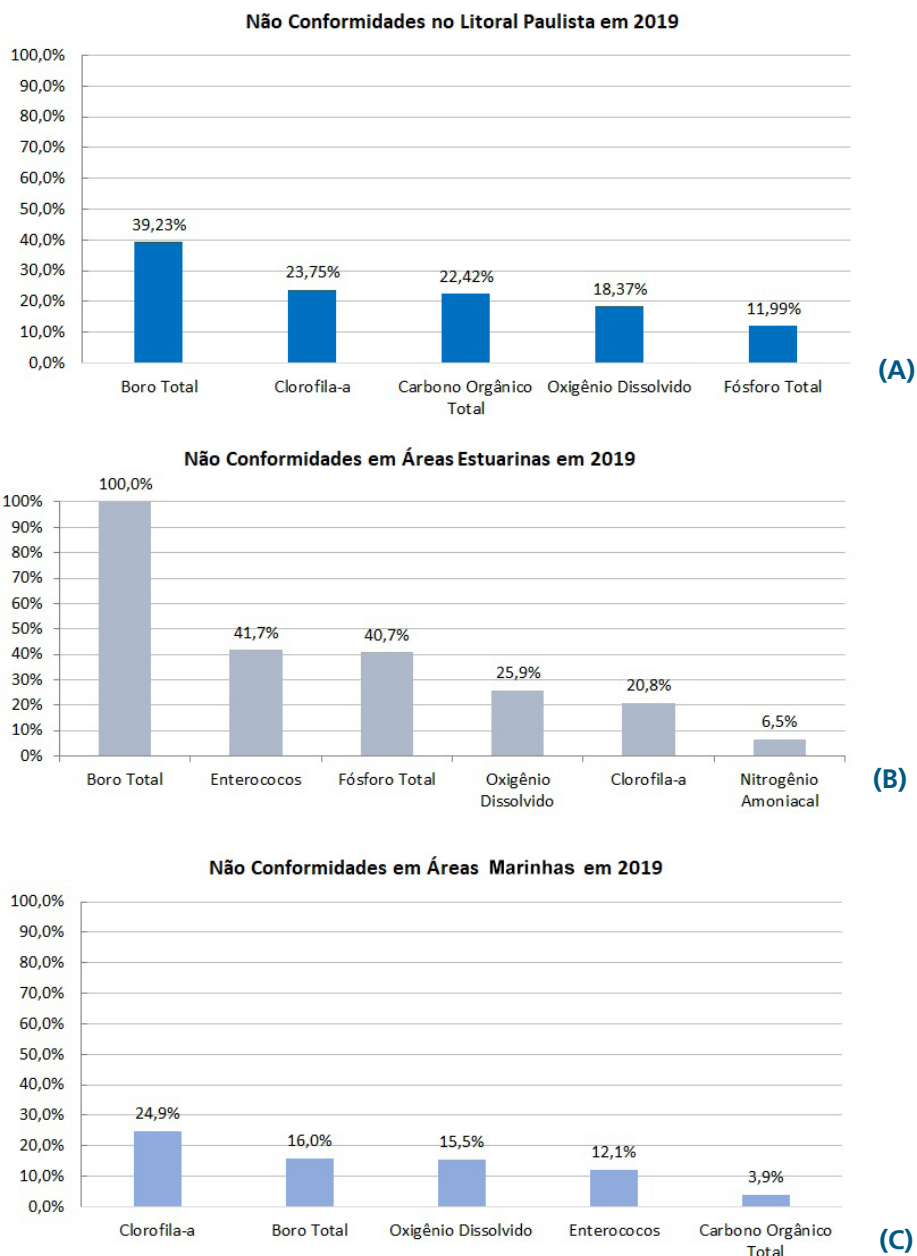


Proporção de atendimento por variável

Analisando a porcentagem de amostras não conformes para cada variável para toda a rede (Gráfico 4.5A) e para cada classe de água, estuarina e marinha (Gráficos 4.5B e 4.5C), verifica-se que as variáveis que se apresentam desconformes na maioria das amostras são: COT, clorofila *a*, OD, enterococos e o boro total. O fósforo total também apresenta várias não conformidades, principalmente nas amostras das áreas estuarinas.

Verifica-se também, que as porcentagens de amostras não conformes nas águas salobras são bem superiores às 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 2019 na Rede costeira (a), Águas Salobras (b) e Águas Salinas (c)



Concentrações médias das principais variáveis não conformes

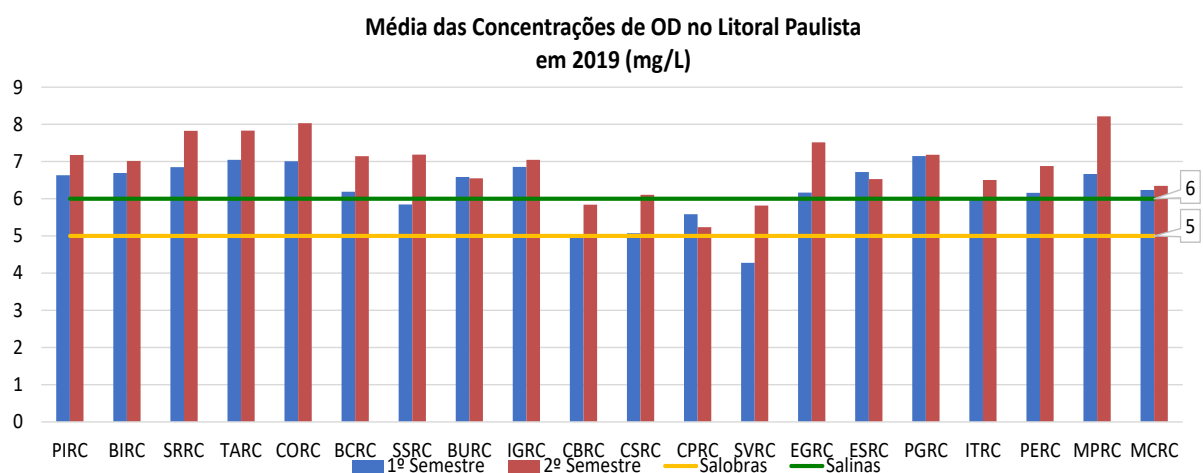
A seguir serão apresentadas em gráficos as concentrações médias das principais variáveis que apresentaram não conformidades em 2019. Como o gráfico apresenta o valor médio dos resultados, não é possível a comparação direta com o padrão legal, que está no gráfico apenas como referência. O Quadro 4.2 apresenta 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 de 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 1		
		ITRC	Rio Itanhaém		
		PERC	Rio Preto		

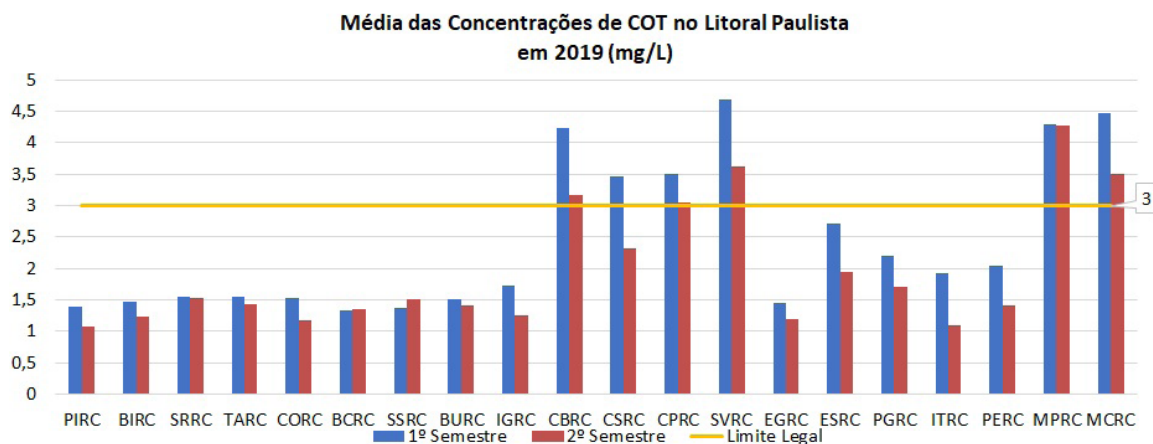
Com relação ao oxigênio dissolvido, as menores médias foram registradas nos canais da Baixada Santista de águas salobras, com destaque para o Canal de São Vicente. Observa-se, também, que os valores do primeiro semestre foram inferiores aos do segundo (Gráfico 4.6).

Gráfico 4.6 – Média das concentrações de OD nas amostras de água das áreas da rede costeira em 2019



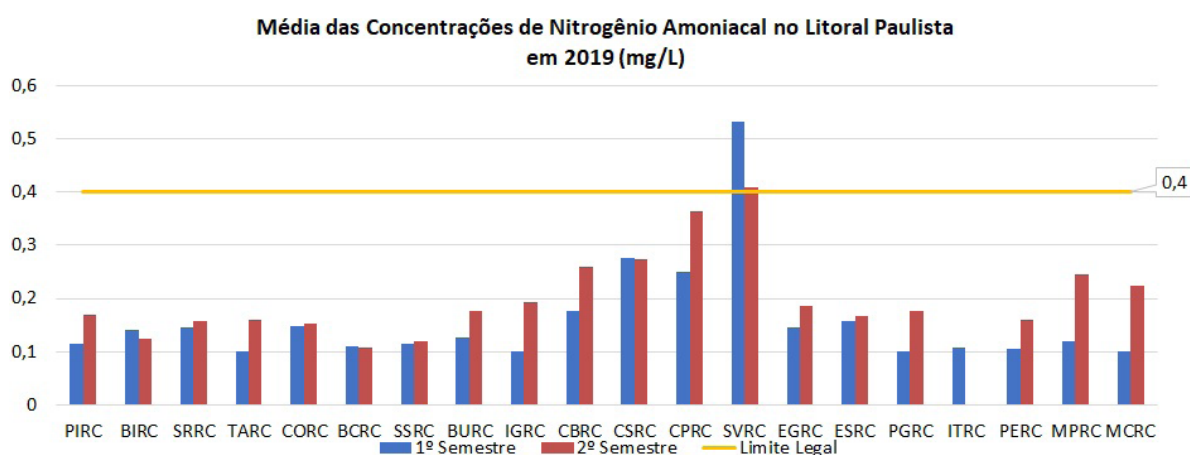
O COT apresentou resultados médios acima do padrão legal (3,0 mg/L) nas áreas estuarinas tanto da Baixada Santista quanto do Litoral Sul, e principalmente na primeira amostragem (Gráfico 4.7).

Gráfico 4.7 – Média das concentrações de carbono orgânico total (COT) (mg/L) nas amostras de água das áreas da rede costeira em 2019

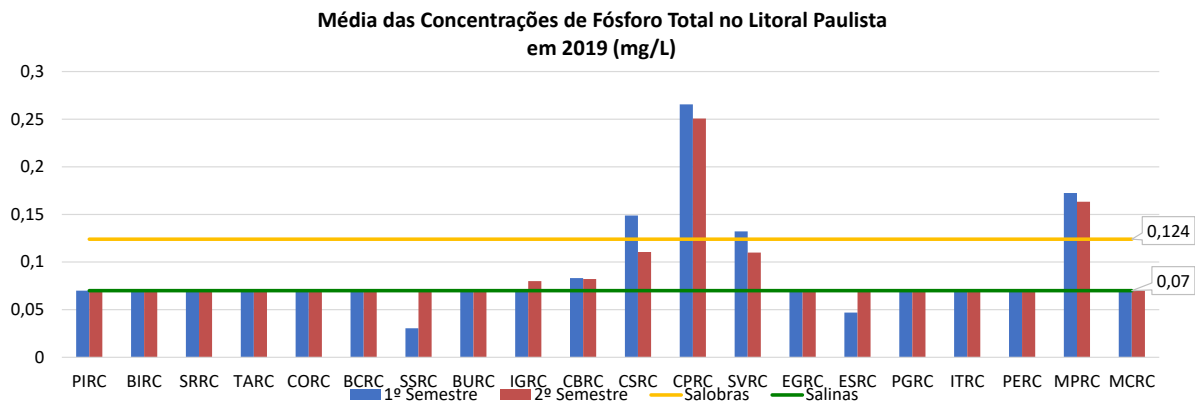


O nitrogênio amoniacal apresentou concentrações mais elevadas nos canais do estuário da Baixada Santista ultrapassando o padrão apenas no Canal de São Vicente (Gráfico 4.8). E foram significativamente inferiores às registradas no ano de 2018.

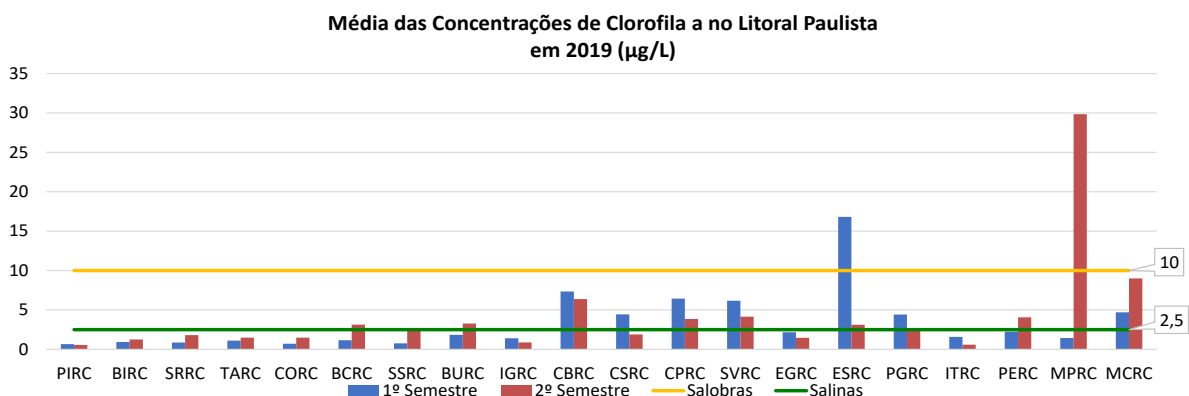
Gráfico 4.8 – Média das concentrações de nitrogênio amoniacal (mg/L) nas amostras de água das áreas da rede costeira em 2019



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 foz do Rio Preto em Peruíbe apresentou 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 (0,062 mg/L).

Gráfico 4.9 – Média das concentrações de fósforo total (PT) (mg/L) nas amostras de água das áreas da rede costeira em 2019

As concentrações de clorofila *a* variaram nas diferentes regiões, apresentando valores baixos nas áreas do Litoral Norte e valores elevados na zona estuarina da Baixada Santista, na área de influência dos emissários de Santos e Praia Grande 1 e no Mar de Cananeia. O valor médio neste último ficou próximo de 30 µg/L no segundo semestre, três vezes o valor de referência para zonas estuarinas (Gráfico 4.10).

Gráfico 4.10 – Média das concentrações de clorofila *a* (µg/L) nas amostras de água das áreas da rede costeira em 2019 e valores de referência para águas salobras e salinas

4.1.3 Índice de Estado Trófico Costeiro - IETC

O grau de eutrofização da região costeira em 2019 foi avaliado em 66 pontos onde 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. De um total de 262 amostras a maioria indicou condições Oligotróficas e Mesotrófica (35 e 42%, respectivamente) e apenas 23% foram consideradas eutrofizadas (17% Eutrófica e 6% Supereutrófica).

Na 1ª campanha do total de amostras (superfície e meio) a maioria exibiu condições Oligotróficas e Mesotrófica (40 e 42%, respectivamente) e apenas 18% consideradas eutrofizadas (Eutrófica e Supereutrófica, 9% cada). Nessa campanha foi possível observar que 26% das amostras de superfície e 11% das amostras do meio da coluna de água foram indicativas de ambientes eutrofizados (soma das categorias Eutrófica e Supereutrófica - Gráfico 4.11). Porém, em relação ao ano anterior as porcentagens de ambientes eutrofizados na superfície e no meio da coluna de água diminuíram significativamente.

Na 2ª campanha do total de amostras (superfície e meio) também a maioria exibiu baixa e média trofia com 30 e 41%, respectivamente. Nessa campanha, porém a porcentagem de amostras consideradas de ambientes eutrofizados foram maiores, totalizando 29% (25% Eutrófica e 4% Supereutrófica). Nessa campanha, 24% das amostras de superfície e 34% das amostras do meio da coluna foram indicativas de ambientes eutrofizados. Em relação ao ano anterior, houve uma discreta redução das amostras indicativas de ambientes eutrofizados na superfície, no entanto um aumento, embora pequeno, nas amostras do meio da coluna de água (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 2019



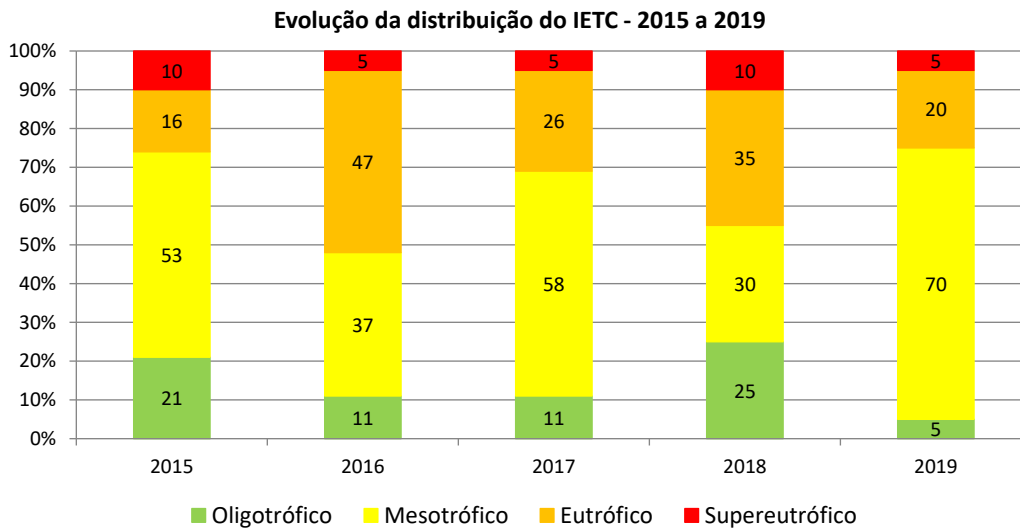
No Litoral Norte, com oito áreas monitoradas, na 1ª campanha a maioria (65%) das amostras exibiu classificações indicativas de baixa trofia. Na 2ª campanha foi observada uma piora com as amostras indicativas de ambiente eutrofizado perfazendo um total de 31%, e essas piores condições podem estar relacionadas à ocorrência de chuvas que em geral carregam nutrientes de diversas fontes. Apesar de média anual indicar condição Mesotrófica apresentando uma melhora em relação ao observado no ano anterior, na 2ª campanha deste ano na Baía de Caraguatatuba, todas as amostras indicaram classificação Eutrófica. Na média anual, Barra do Una apresentou o maior valor do IETC com classificação Eutrófica exibindo piora em relação ao observado em 2018. O Saco da Ribeira e Cocanha, apesar da classificação Mesotrófica, ou seja, em processo de eutrofização também apresentaram piora da condição trófica em relação ao ano anterior. A região do Litoral Norte de um modo geral mantém a melhor qualidade das águas em relação à eutrofização.

Na Baixada Santista, com 10 áreas monitoradas, na 1ª campanha as amostras foram classificadas de Oligotróficas a Supereutrólicas com 34,5% de suas amostras indicativas de ambientes eutrofizados (Eutrófico e Supereutrófico). Os Emissários Submarinos de Santos, de Praia Grande I e o Rio Preto foram classificadas na média da campanha como ambientes eutrofizados. Comparado ao ano anterior, em ambas as campanhas, foram observadas queda nas porcentagens dessas classes. Na 2ª campanha, comparada com a 1ª, o número de amostras classificadas como Supereutrólicas (18%) diminuiu significativamente, com apenas uma área classificada, pela média da campanha, como Eutrófica (Emissário Submarino de Santos) e uma classificada como Supereutrófica (Rio Preto). A classificação Supereutrófica do Rio Preto foi influenciada pela elevada concentração de clorofila *a* no ponto 4 devido à ocorrência de floração de algas do grupo das diatomáceas. 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, as amostras variaram de Oligotrófica a Eutrófica nas duas campanhas. O Mar Pequeno, na 1ª campanha, foi classificado como Oligotrófico, ou seja, de baixa trofia. No entanto, na 2ª campanha exibiu valores elevados, sendo classificado tanto pela média da campanha, como na média anual, como Eutrófico, indicando uma piora na condição trófica quando comparado ao observado no ano anterior. Já o Mar de Cananeia, em ambas as campanhas, obteve classificação Mesotrófica, porém com valores mais elevados na 2ª campanha com dois pontos classificados como Eutrólicos, que provavelmente estão relacionados à ocorrência de chuvas. Apesar da piora na 2ª campanha, essa área, pela média anual do IETC, indicou melhora da condição trófica quando comparado ao ano anterior. A região do Litoral Sul foi a que apresentou a maior porcentagem de amostras (37%) indicativas de ambientes já eutrofizados.

No Gráfico 4.12 é apresentada a evolução da distribuição do IETC médio anual no período de 2015 a 2019 considerando-se 20 áreas para as quais se dispõe de histórico de dados.

Gráfico 4.12 – Evolução da Distribuição do IETC – 2015 a 2019



Considerando-se a média anual do IETC das 20 áreas monitoradas no período de cinco anos, 2015 a 2019, (Gráfico 4.12) observa-se que a porcentagem de ambientes classificados como já eutrofizados (Eutrófico e Supereutrófico) e em processo de eutrofização (Mesotrófico) variam bastante ao longo dos anos. Em 2019 foi registrada a menor porcentagem de ambientes classificados como já eutrofizados (25%) e a maior de ambientes classificados como Mesotróficos (70%), porém também exibiu a menor porcentagem de ambientes classificados como Oligotróficos ou de baixa trofia (5%) desse período. As maiores contribuições para esse cenário se deve as regiões do Litoral Norte e Baixada Santista.

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 2015 a 2019. 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, considerando o período, quatro áreas (20%) apresentaram tendência de melhora: o Saco da Ribeira e Tabatinga, localizados no Litoral Norte, o Rio Itaguapé, na Baixada Santista e o Mar de Cananeia, no Litoral Sul. Apenas a Baía de Caraguatatuba, no Litoral Norte, apresentou tendência de piora. As demais áreas (75%) 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 2015 e 2019

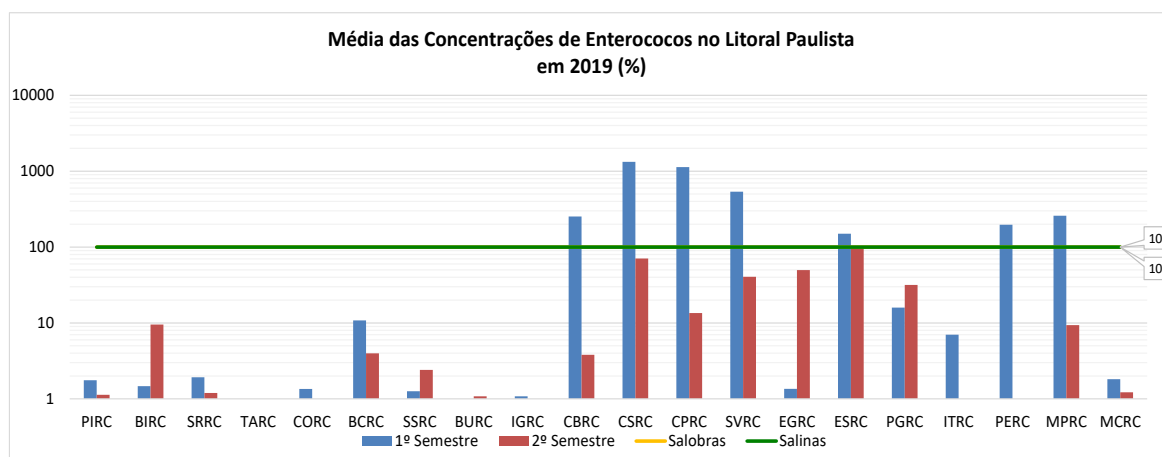
	Local	2015	2016	2017	2018	2019	Tendência
LITORAL NORTE	Picinguaba	0,65	0,63	1,68	0,63	0,61	N.S.
	Baía de Itaguá	0,96	1,20	1,83	1,41	1,09	N.S.
	Saco da Ribeira	2,48	2,82	1,13	0,74	1,34	M
	Tabatinga	2,28	2,36	1,04	1,39	1,30	M
	Cocanha	1,73	1,69	0,60	0,78	1,10	N.S.
	Baía de Caraguatatuba	0,99	1,29	1,72	2,53	2,15	P
	Canal de São Sebastião	1,49	1,52	1,36	2,27	1,55	N.S.
	Barra do Una	1,72	2,61	1,59	1,53	2,56	N.S.
BAIXADA SANTISTA	Rio Itaguaré	2,06	2,14	0,78	0,94	1,14	M
	*Canal de Bertioga	4,73	17,67	13,78	10,05	6,86	N.S.
	Emiss. Do Guarujá	2,15	3,70	2,63	2,05	1,82	N.S.
	*Canal de Santos	2,64	11,13	9,74	2,84	3,17	N.S.
	Emiss. Santos	13,51	6,30	9,07	5,05	9,98	N.S.
	Canal de Piaçaguera	5,76	5,87	5,87	10,85	5,15	N.S.
	*Canal de São Vicente	4,88	13,22	9,17	11,14	5,16	N.S.
	Emiss. Praia Grande -1	5,34	1,61	2,43	4,41	3,43	N.S.
	Rio Itanhaém	4,74	3,43	4,43	4,98	1,09	N.S.
	Rio Preto	2,49	3,29	4,14	6,07	3,84	N.S.
LITORAL SUL	*Mar Pequeno	22,78	2,04	5,36	5,90	15,65	N.S.
	*Mar de Cananeia	10,19	13,12	10,15	10,00	6,86	M

Estado Trófico	Oligotrófico	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 Baía de Caraguatatuba), além do Rio Itanhaém 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, Canal de Santos, Canal de Piaçaguera, Canal de São Vicente, na foz do Rio Preto e Mar Pequeno na 1ª campanha. A área de influência do Emissário Submarino de Santos apresentou médias geométricas das concentrações de enterococos acima de 100 UFC/100 mL nas duas campanhas de amostragem (Gráfico 4.13).

Gráfico 4.13 – Média geométrica das concentrações de enterococos (UFC/100 mL) - 1ª e 2ª campanhas de 2019

4.2. Qualidade dos Sedimentos

Qualidade química

A concentração dos HPAs que excedeu os valores orientadores foi de 3,92% sendo que em apenas uma amostra (0,07%) excedeu o limite de PEL. Todas as áreas que ultrapassaram o limite de ISQG se situam no estuário de Santos e São Vicente, concentradas no Canal de Piaçaguera e estão relacionados às atividades industriais e portuárias da área, como a dragagem de manutenção do canal e outras obras similares. 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 ocorrência de amostras de sedimentos contendo HPAs no Litoral Paulista em 2019

Ocorrência de HPAs no Litoral Paulista em 2019 por determinação nos Sedimentos

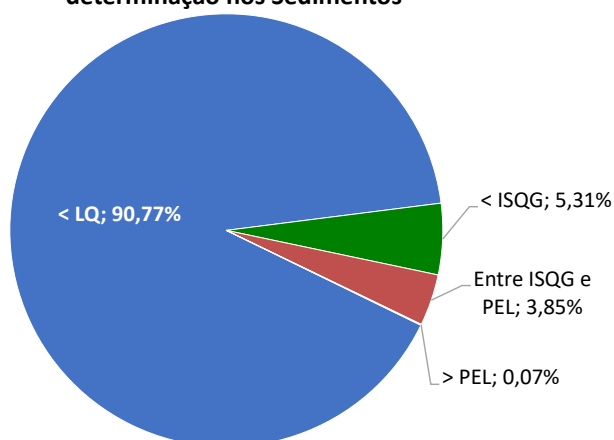


Tabela 4.2 – Porcentagem de amostras de sedimentos com compostos de HPAs no Litoral Paulista em 2019

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	125	0	5	0	130	96,2%	0,0%	3,8%	0,0%	100,0%
Antraceno(SED)	46,9	245	125	0	5	0	130	96,2%	0,0%	3,8%	0,0%	100,0%
Benzo (a) antraceno - (SED)	74,8	693	119	6	5	0	130	91,5%	4,6%	3,8%	0,0%	100,0%
Benzo(a)pireno(SED)	88,8	763	97	27	5	1	130	74,6%	20,8%	3,8%	0,8%	100,0%
Criseno(SED)	108	846	118	7	5	0	130	90,8%	5,4%	3,8%	0,0%	100,0%
Dibenzo(a,h)antraceno (SED)	6,22	135	122	0	8	0	130	93,8%	0,0%	6,2%	0,0%	100,0%
Fenantreno(SED)	86,7	544	120	5	5	0	130	92,3%	3,8%	3,8%	0,0%	100,0%
Fluoranteno(SED)	113	1494	111	14	5	0	130	85,4%	10,8%	3,8%	0,0%	100,0%
Fluoreno(SED)	21,2	144	125	1	4	0	130	96,2%	0,8%	3,1%	0,0%	100,0%
Naftaleno(SED)	34,6	391	126	1	3	0	130	96,9%	0,8%	2,3%	0,0%	100,0%
Pireno(SED)	153	1398	110	15	5	0	130	84,6%	11,5%	3,8%	0,0%	100,0%
Totais			1298	76	55	1	1430	90,8%	5,3%	3,8%	0,1%	100,0%

Os metais ultrapassaram o limite de ISQG em 9,25 % das determinações, 1% a mais do que em 2018. 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.

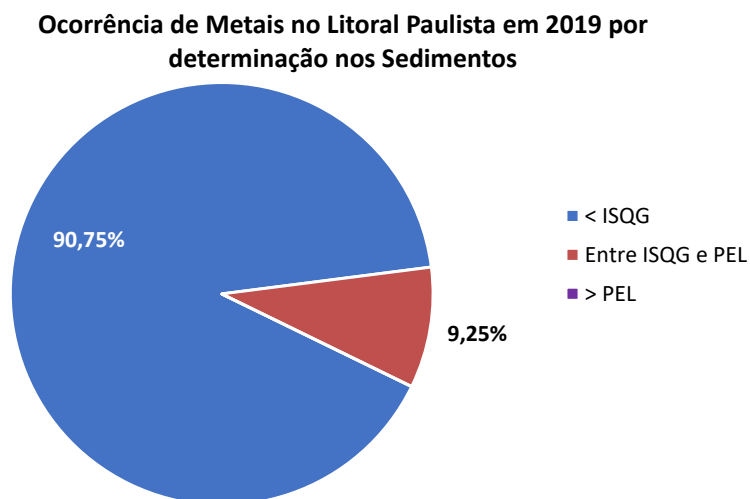
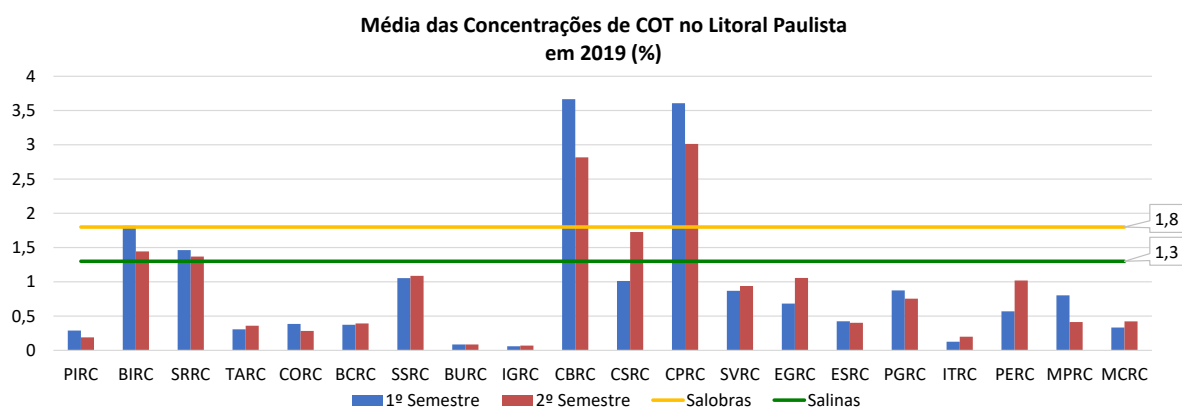
Gráfico 4.15 – Ocorrência de metais nos sedimentos do Litoral Paulista em 2019

Tabela 4.3 – Ocorrência de metais no litoral paulista em 2019

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	78	49		0	127	61,4%	38,6%		0,0%	100,0%
Cádmio	0,7	4,2	127	0		0	127	100,0%	0,0%		0,0%	100,0%
Chumbo	30,2	112	113	14		0	127	89,0%	11,0%		0,0%	100,0%
Cobre	18,7	108	116	10		0	127	91,3%	7,9%		0,0%	100,0%
Crômio	52,3	160	127	0		0	127	100,0%	0,0%		0,0%	100,0%
Níquel	15,9	42,8	114	12		0	127	89,8%	9,4%		0,0%	100,0%
Zinco	124	271	123	3		0	127	96,9%	2,4%		0,0%	100,0%
Mercurio	0,3	1	124	6		0	130	95,4%	4,6%		0,0%	100,0%
Totais	0	0	922	94		0	1019	90,5%	9,2%		0,0%	100,0%

Em consonância com os anos anteriores, as maiores concentrações de COT em 2019 foram observadas no Canal de Bertioga, Canal de Santos e Canal de Piaçaguera (Gráfico 4.16). Também foram registrados valores elevados na Baía de Itaguá e o Saco da Ribeira.

Gráfico 4.16 – Concentração de COT (%) dos sedimentos nas áreas da rede de monitoramento costeiro (média dos pontos) em 2019



Para o nitrogênio (NKT) foram obtidas concentrações acima de 1000 mg/kg em 27% das amostras e acima de 1500 mg/kg em 8,7% em um total de 35,7% de amostras com concentrações superiores aos valores orientadores (Gráfico 4.17).

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. Esse comportamento pelo quarto ano consecutivo permite inferir que existe uma tendência nessas áreas (Gráfico 4.18). No caso dos Canais de Santos, 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 estar contribuindo com o acúmulo de nutrientes nessas áreas. Áreas que se enquadram no limite para águas salinas, substancialmente menor do que em áreas

estuarinas que apresentam águas salobras, contribuíram mais para o número de não conformidades em 2019, este ano com ocorrências na foz do Rio Preto (Peruíbe), Emissário Praia Grande 1 e Canal de São Sebastião.

Gráfico 4.17 – Ocorrências de nitrogênio Kjeldahl total (NKT) no Litoral Paulista em 2019

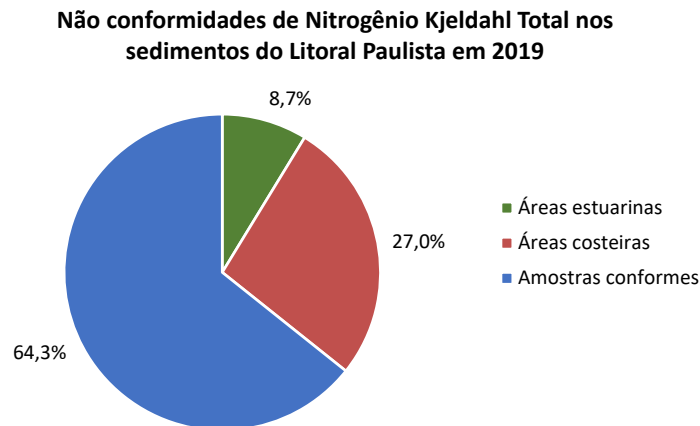
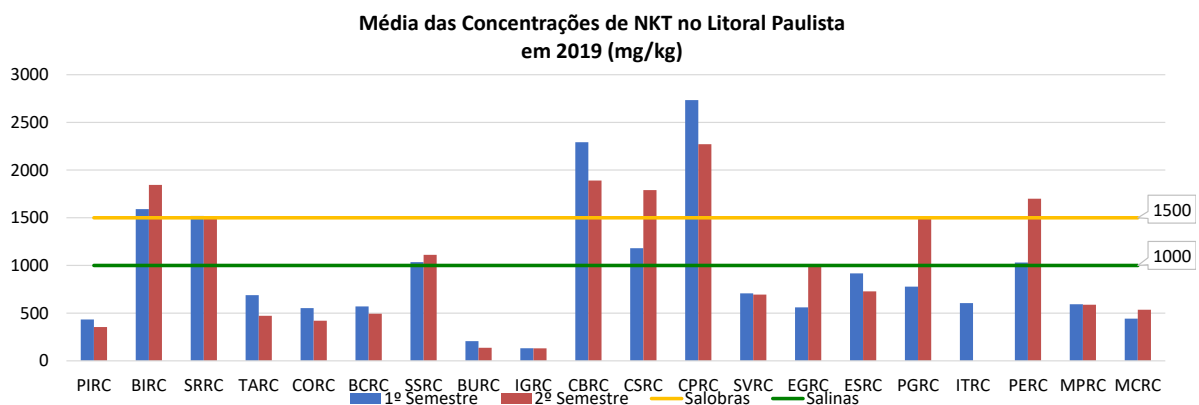
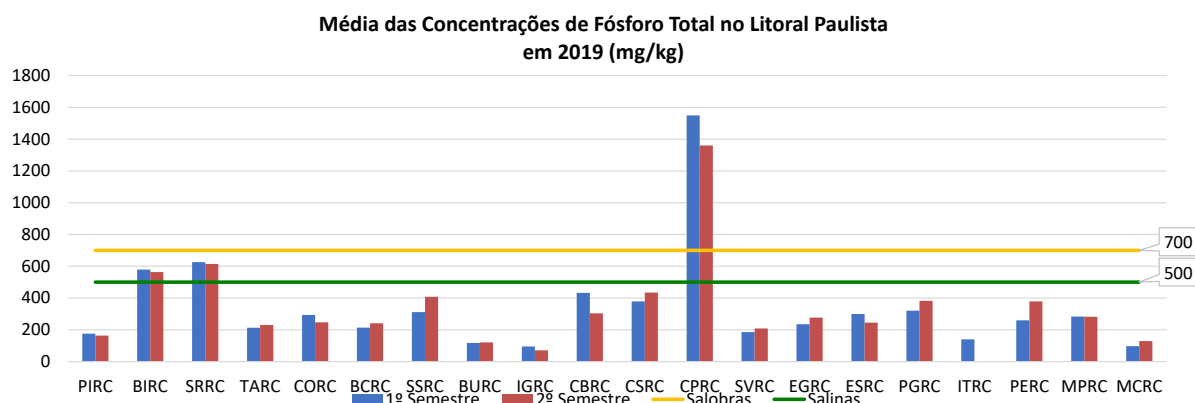


Gráfico 4.18 – Concentração média de nitrogênio Kjeldahl total (mg/kg) dos sedimentos nas áreas da rede de monitoramento costeiro em 2019



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). Normalmente, 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.

Novamente as regiões da Baía de Itaguá e do Saco da Ribeira apresentaram concentrações de nutrientes significativas assim como em anos anteriores, já é possível inferir que se trata de 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.

Gráfico 4.19 – Concentração média de fósforo total (mg/kg) dos sedimentos nas áreas da rede de monitoramento costeiro em 2019

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 2019, a classificação foi baseada apenas nos resultados dos ensaios agudos com o anfípodo *Grandidierella bonnieroides* realizados no primeiro semestre, exceto para o Canal de Santos e o Canal de Bertioga, em que os ensaios foram realizados no segundo semestre. Nesse monitoramento, somente as amostras de sedimento dos três pontos da região do Mar Pequeno, apresentaram toxicidade com 71,6%, 51,6% e 100% de mortalidade dos organismos-teste, respectivamente.

Tabela 4.4 – Classificação final da qualidade do sedimento costeiro, de acordo com os ensaios ecotoxicológicos realizados em 2019 com *Grandidierella bonnieroides* (continua)

Regiões	Área	2019 (amostras)				
		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					

Tabela 4.4 – Classificação final da qualidade do sedimento costeiro, de acordo com os ensaios ecotoxicológicos realizados em 2019 com *Grandidierella bonnieroides* (conclusão)

Regiões	Área	2019 (amostras)				
		1	2	3	4	5
Baixada Santista	Rio Itaquaré					
	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 ^(a)	<50% ^(b)	≥50% ^(c)

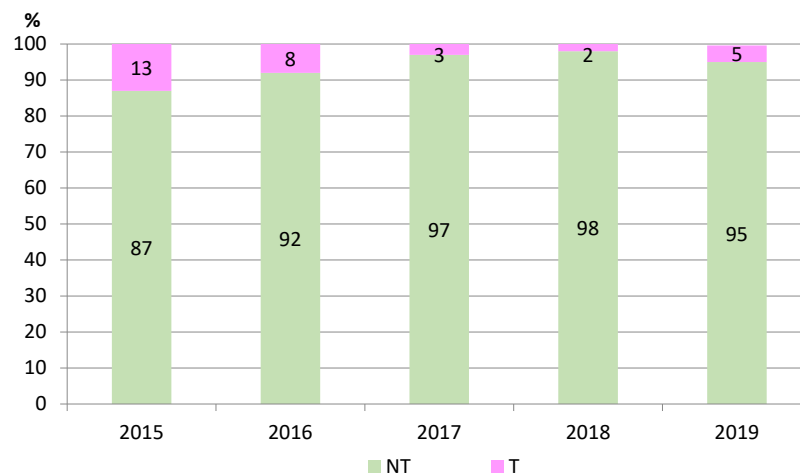
^(a) não apresenta diferença significativa em relação ao controle

^(b) mortalidade inferior a 50% com diferença significativa em relação ao controle

^(c) Mortalidade superior ou igual a 50%, porém apresentando diferença significativa em relação ao controle

Considerando todos os resultados dos ensaios nos últimos cinco anos houve uma melhora na qualidade ecotoxicológica dos sedimentos, com percentual de 5% de amostras tóxicas em 2019, ratificando o cenário de baixa toxicidade das amostras de 2017 e 2018, diferentemente dos anos de 2015 e 2016, nos quais os percentuais de efeito foram de 13% e 8%, respectivamente.

Gráfico 4.20 – Porcentagem de amostras com presença ou ausência de efeito tóxico nos ensaios ecotoxicológicos agudos com *Grandidierella bonnieroides* nos últimos cinco anos (NT = 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 2015, considerando a classificação de cada ponto amostral. Cabe ressaltar que até

2015 o ensaio agudo era realizado com o anfípoda *Leptocheirus plumulosus* e a partir de 2016 o organismo-teste passou a ser outro anfípoda, *Grandidierella bonnieroides*.

Tabela 4.5 – Classificação ecotoxicológica dos sedimentos costeiros de 2015 a 2019

Regiões	Área	AMOSTRAS																													
		<i>Leptocheirus plumulosus</i>					<i>Grandidierella bonnieroides</i>																								
		2015					2016					2017					2018					2019									
		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 de 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 ^(a)	<50% ^(b)	≥50% ^(c)

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

^(b) Mortalidade inferior a 50% com diferença significativa em relação ao controle

^(c) Mortalidade superior ou igual a 50%, porém apresentando diferença significativa em relação ao controle

Nessa tabela, conforme mencionado anteriormente, verificamos desde 2015 o número elevado de amostras com ausência de toxicidade, sendo que a grande maioria das amostras nos últimos cinco anos vem apresentando qualidade Ótima nos ensaios agudos. Nesse período, observamos que 65% das áreas monitoradas se mantiveram com qualidade inalterada, classificadas como Ótima: Picinguaba, Baía do Itaguá, Baía de Caraguatatuba, Tabatinga, Canal de Bertioga, Emissário do Guarujá, Emissário de Santos, Canal de Santos, Canal de Piaçaguera, Emissário de Praia Grande 1, Rio Preto, Rio Itanhaém e Mar de Cananeia.

No Litoral Norte, dentre as oito áreas monitoradas em 2015, totalizando 24 amostras, sete pontos (29%) apresentaram toxicidade nas regiões do Saco da Ribeira, Cocanha e Barra do Una, representando o maior percentual de amostras tóxicas ao longo do monitoramento.

Ressalta-se que, a partir de 2016, houve um acréscimo de dois pontos no Canal de São Sebastião, totalizando 26 amostras na Rede Costeira (Tabela 4.5) nessa região. Além disso, a região do Saco da Ribeira e Cocanha a partir desse ano e o Canal de São Sebastião, a partir de 2017, mostraram recuperação do ponto de vista ecotoxicológico, uma vez que os ensaios agudos não apresentaram toxicidade.

Destaca-se também que, o ponto 3 na Barra do Una, com qualidade Ruim nos dois últimos anos apresentou uma melhora, de tal forma que, no Litoral Norte em 2019, as amostras foram classificadas como Ótimas em sua totalidade.

Na Baixada Santista o monitoramento é realizado em 10 áreas, com 30 pontos em 2015 e 2016. A partir de 2017, foi acrescentado um ponto em cada emissário (Praia Grande 1, Guarujá e Santos) totalizando 33 pontos nessa região. Exceto o ponto 1 do Rio Itaguará e o ponto 3 do Canal de São Vicente em 2016, que já apresentaram melhora no ano seguinte (Tabela 4.5), observa-se que as amostras foram classificadas como Ótimas em sua totalidade, a partir de 2017.

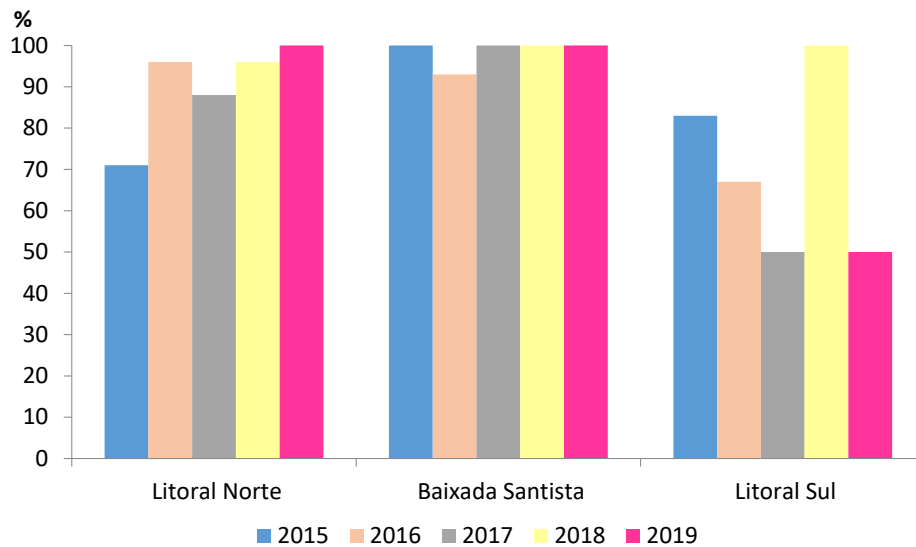
No Litoral Sul há apenas duas áreas monitoradas, totalizando seis amostras, na região do Mar de Cananeia e do Mar Pequeno. Na região do Mar de Cananeia não se observou toxicidade desde 2015. Por outro lado, a região do Mar Pequeno apresentou alternância frequente da qualidade entre Péssimo e Ótimo ao longo do monitoramento, e o maior número de amostras com efeito tóxico sobre os organismos-teste (46,6%), sendo necessário investigar os fatores responsáveis pela toxicidade observada.

Considerando todas as amostras analisadas nos últimos cinco anos, Barra do Una e Mar Pequeno apresentaram os maiores percentuais de toxicidade (33,3% e 46,6%, respectivamente), necessitando, portanto, de maior investigação.

O Gráfico 4.21 apresenta o percentual de amostras com ausência de toxicidade nos últimos cinco anos (2015 a 2019). 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 96% para 100% em relação ao ano anterior, sendo superior à média dos últimos quatro anos (87,8%). A média atual continua em 90,2%, como entre 2014 e 2018;
- Na Baixada Santista a ausência de toxicidade em 100% das amostras foi mantida como no ano anterior. Nessa região foi observada a menor variação entre os anos de monitoramento (93% e 100%), e média de 98,6%;
- No Litoral Sul houve uma redução 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 (de 50% a 100%) e a menor média entre as três regiões (70%) nos últimos cinco anos.

Gráfico 4.21 – Percentual de amostras nas três grandes regiões costeiras que não apresentaram toxicidade para *Grandidierella bonnieroides* nos ensaios com sedimento entre 2015 e 2019



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, os quais podem, eventualmente, provocar efeitos crônicos aos organismos aquáticos, aspecto não avaliado nesse monitoramento. Além disso, a ressuspensão do sedimento como consequência das atividades de navegação e de dragagem pode disponibilizar essas substâncias 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.

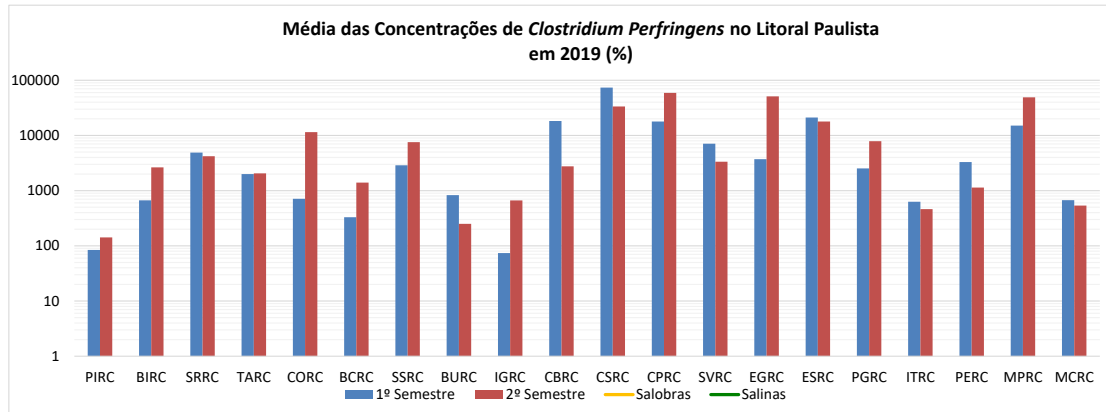
4.2.3. Qualidade microbiológica dos sedimentos

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 10.000 NMP/100g *Clostridium perfringens*, o Canal de Bertioga na 1ª campanha e a Cocanha e a área de influência do Emissário Submarino do Guarujá na 2ª campanha. Canal de Santos, Canal de Piaçaguera, área de influência do Emissário Submarino de Santos e Mar Pequeno apresentaram esse cenário em ambas as campanhas de amostragem. Vale ressaltar que o Canal de Santos apresentou a maior média de concentrações na 1ª campanha de amostragem e o Canal de Piaçaguera apresentou a

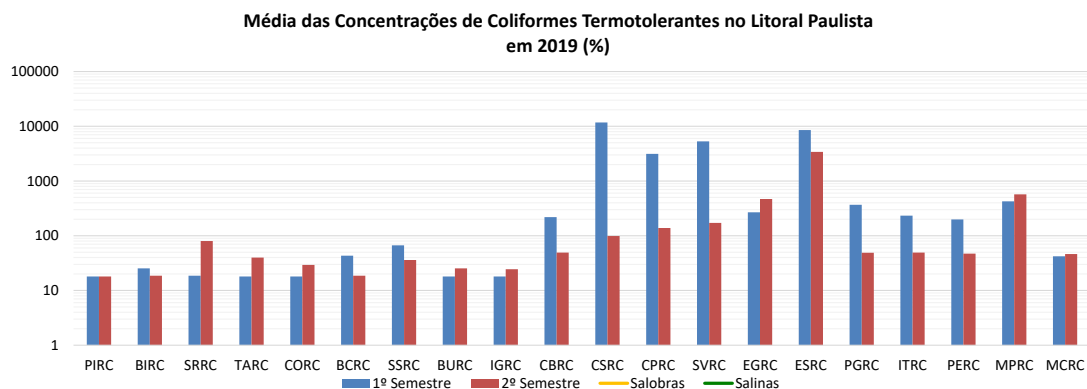
maior média da 2ª campanha (Gráfico 4.22). Para esse organismo as médias geométricas foram inferiores às observadas em 2018; pois nenhuma área apresentou média acima de 100.000 NMP/100g.

Gráfico 4.22 – Médias das concentrações de *Clostridium perfringens* (NMP/100g) nos sedimentos costeiros em 2019



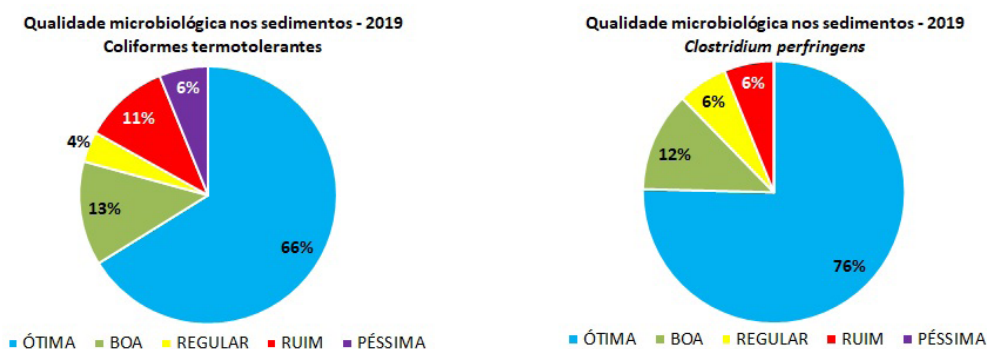
Considerando a média geométrica das concentrações de todos os pontos amostrados em cada local, apresentaram concentrações acima de 1.000 NMP/100g coliformes termotolerantes, na 1ª campanha de amostragem, Canal de Santos, Canal de Piaçaguera e Canal de São Vicente. A área de influência do Emissário Submarino de Santos apresentou esse cenário em ambas as campanhas. Destaca-se que o Canal de Santos apresentou a maior média de concentrações na 1ª campanha de amostragem (Gráfico 4.23).

Gráfico 4.23 – Médias das concentrações de coliformes termotolerantes (NMP/100g) nos sedimentos em 2019



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 2019



Para coliformes termotolerantes, 66% das amostras foram classificadas como Ótimas e 13% como Boas. As categorias Ruim e Péssima somaram 17%. Em 2018, 59% das amostras foram classificadas como Ótimas e 15% como Boas. 21% das amostras foram classificadas nas categorias Ruim e Péssima.

Para *Clostridium perfringens*, 76% das amostras foram classificadas como Ótimas e 12% como Boas. Assim, 6% das amostras foram classificadas como Ruins e nenhuma amostra foi classificada como Péssima. Em 2018, 50% das amostras foram classificadas na categoria Ótima, 29% na categoria Boa e 17% foram classificadas como Ruins e Péssimas.

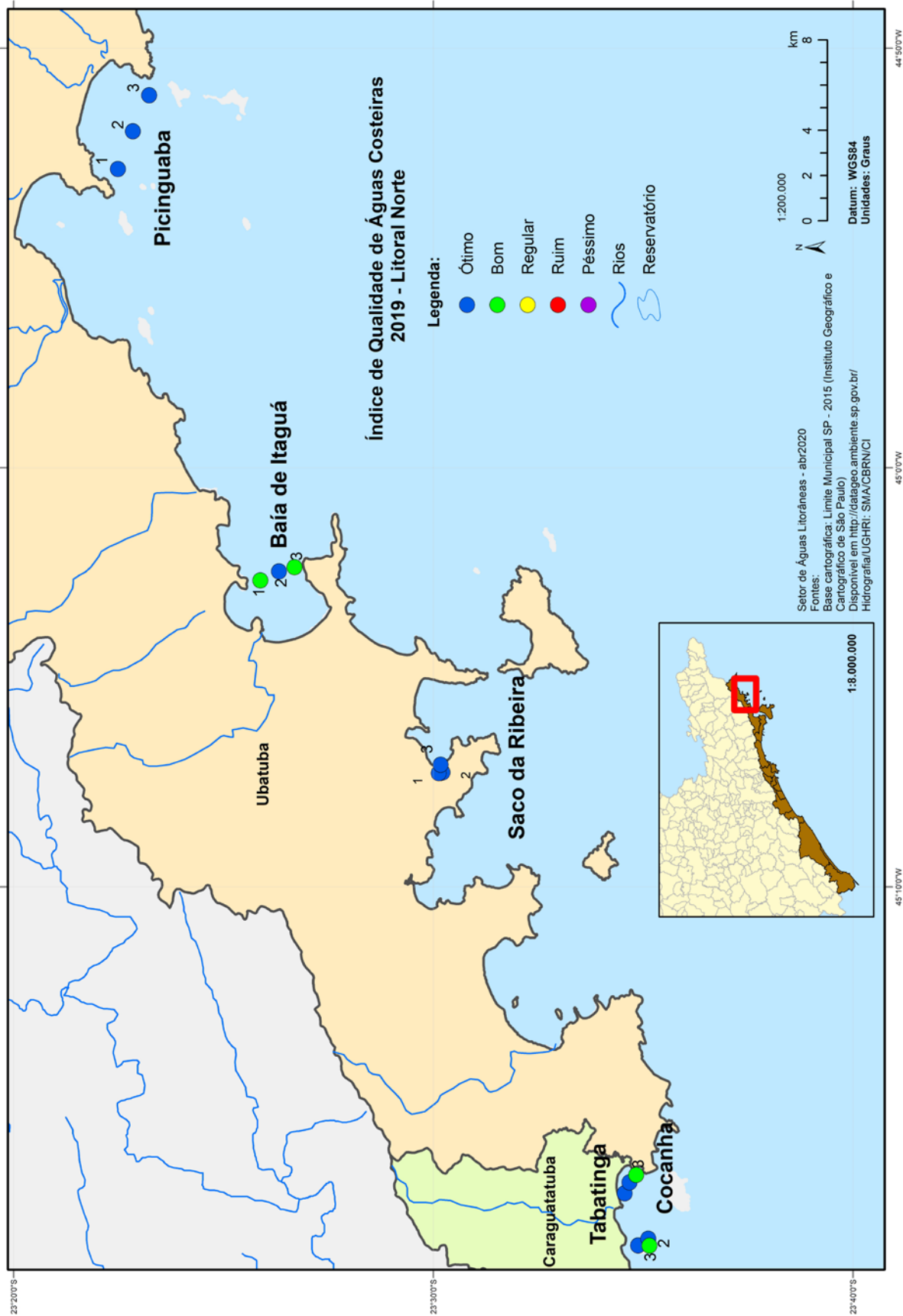
Percebe-se melhora na qualidade das amostras, para os dois indicadores de poluição fecal, pois as categorias Ótima e Boa aumentaram e as categorias Ruim e Péssima diminuíram.

Considerando ambos os indicadores, poucas amostras foram classificadas na categoria Regular: 4% de coliformes termotolerantes e 6% de *Clostridium perfringens*. No ano anterior o cenário foi semelhante.

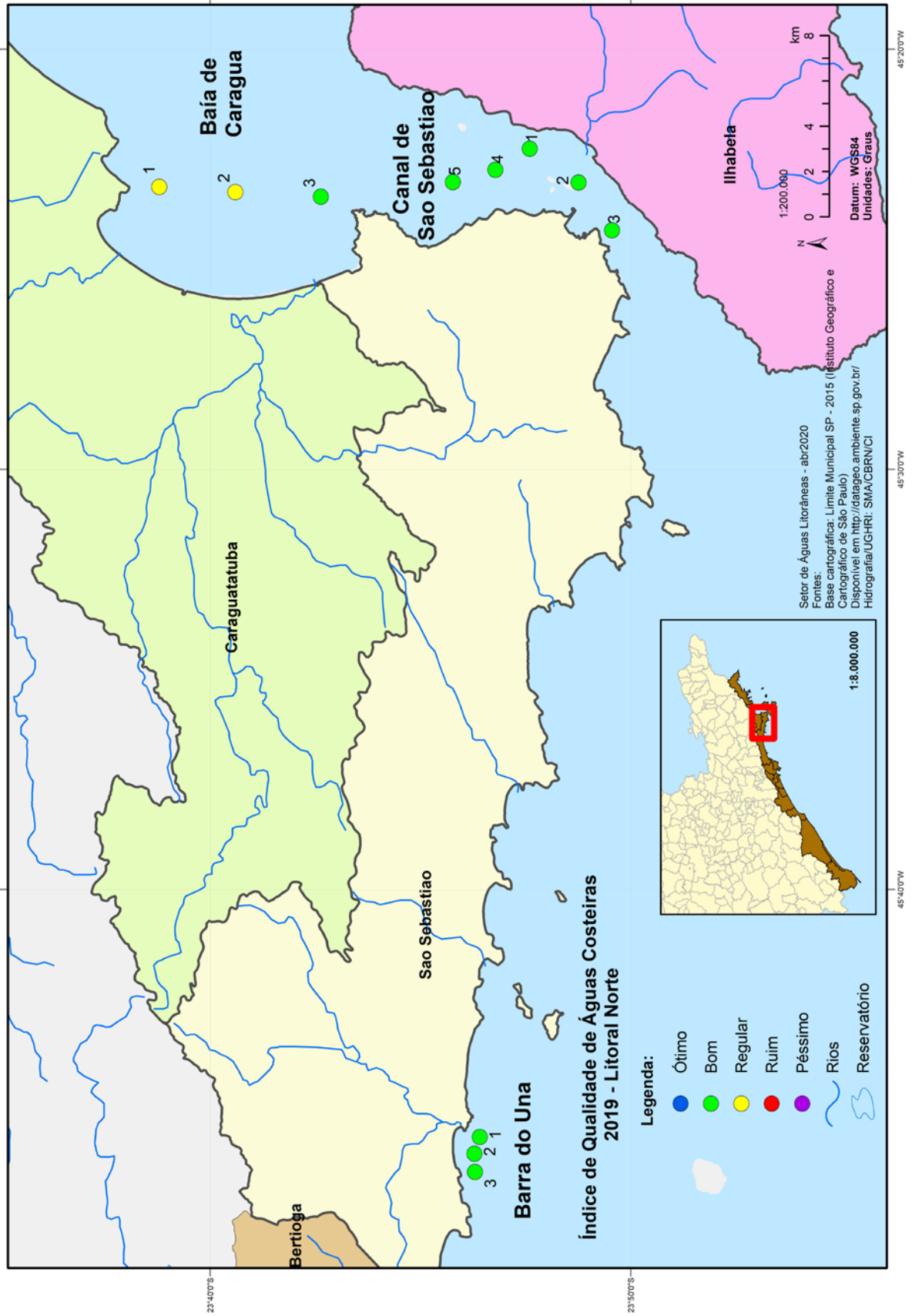
As porcentagens na categoria Péssima foram maiores para coliformes termotolerantes, indicando que no sedimento predomina contaminação que se refere à poluição fecal atual.

Os Mapas 4.6, 4.7, 4.8 e 4.9 mostram as classificações referentes ao ano de 2019 nos critérios de avaliação da qualidade dos sedimentos (ecotoxicológico e microbiológico) das várias áreas nas três regiões do litoral do estado de São Paulo.

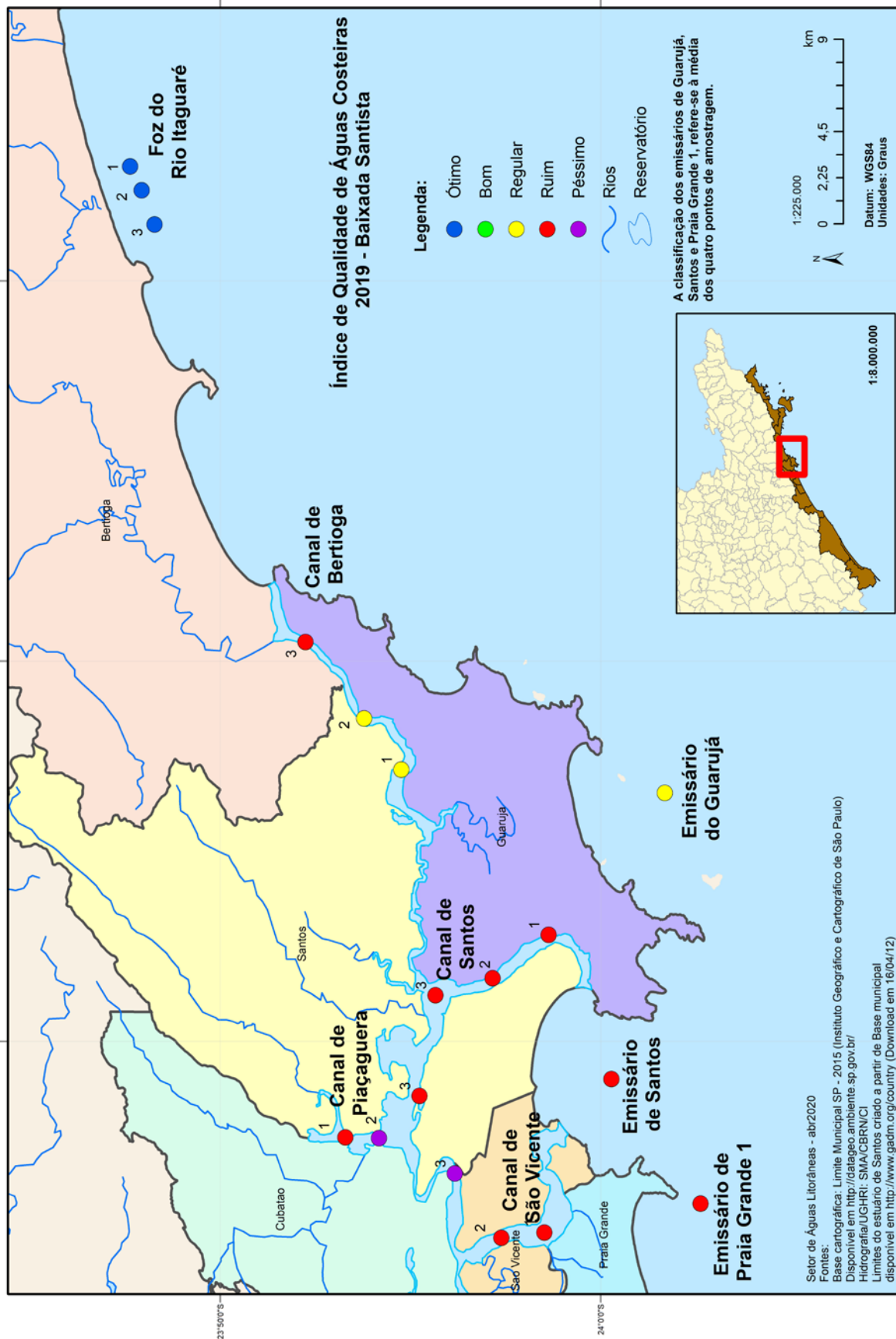
Mapa 4.1 – Índice de Qualidade de Água Costeira 2019 – Litoral Norte (norte)



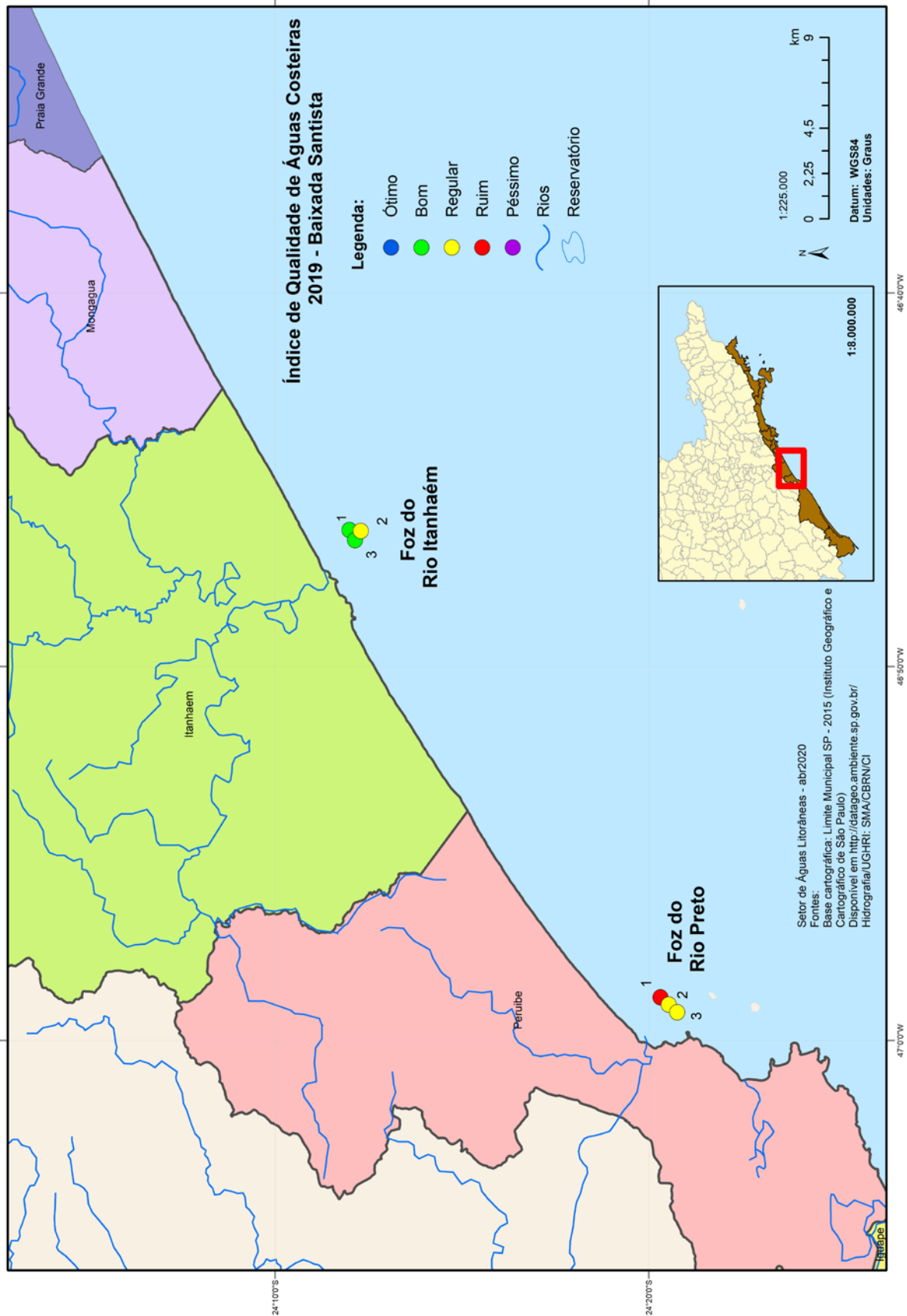
Mapa 4.2 – Índice de Qualidade de Água Costeira 2019 – Litoral Norte (sul)



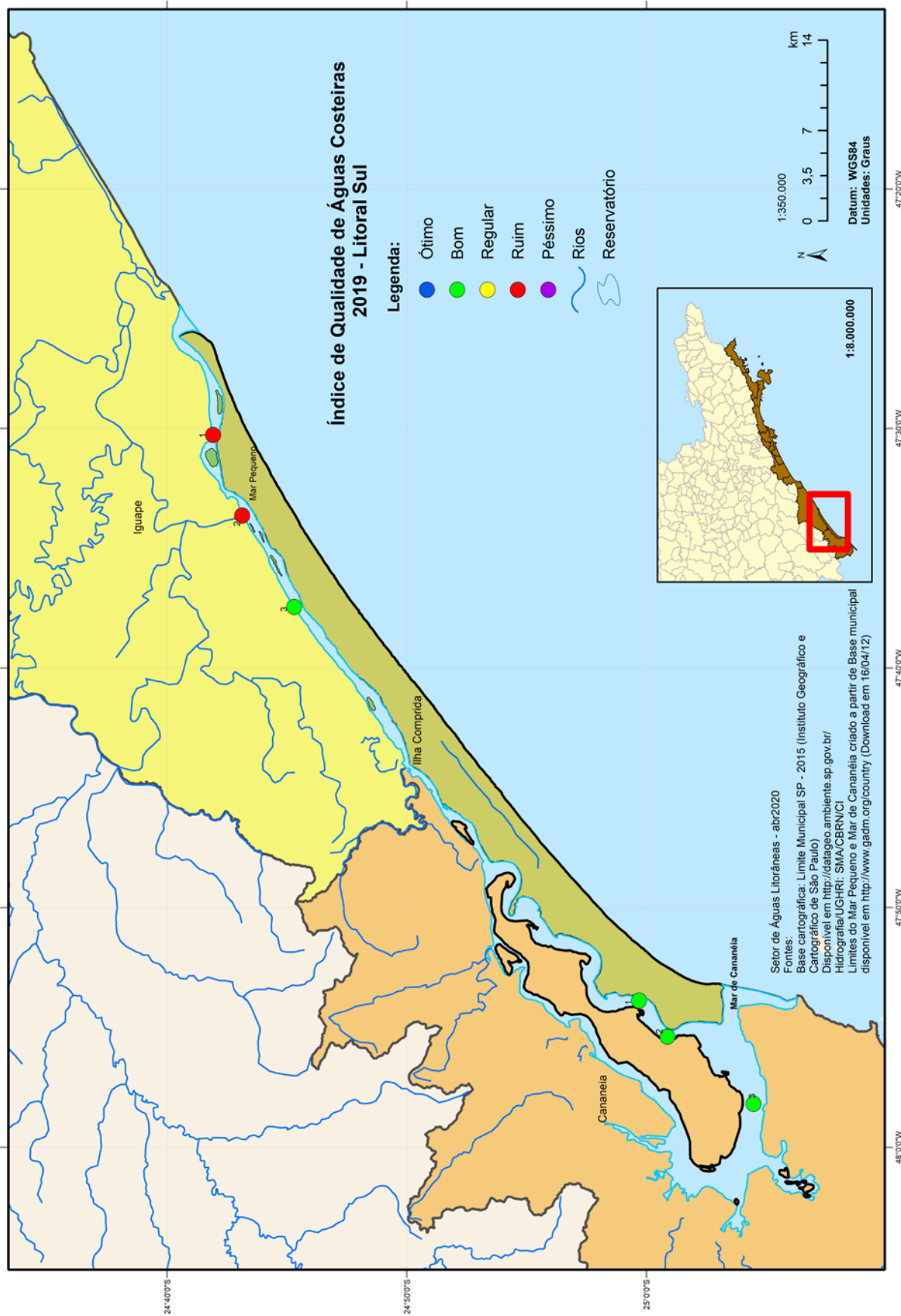
Mapa 4.3 – Índice de Qualidade de Água Costeira 2019 – Baixada Santista (norte)



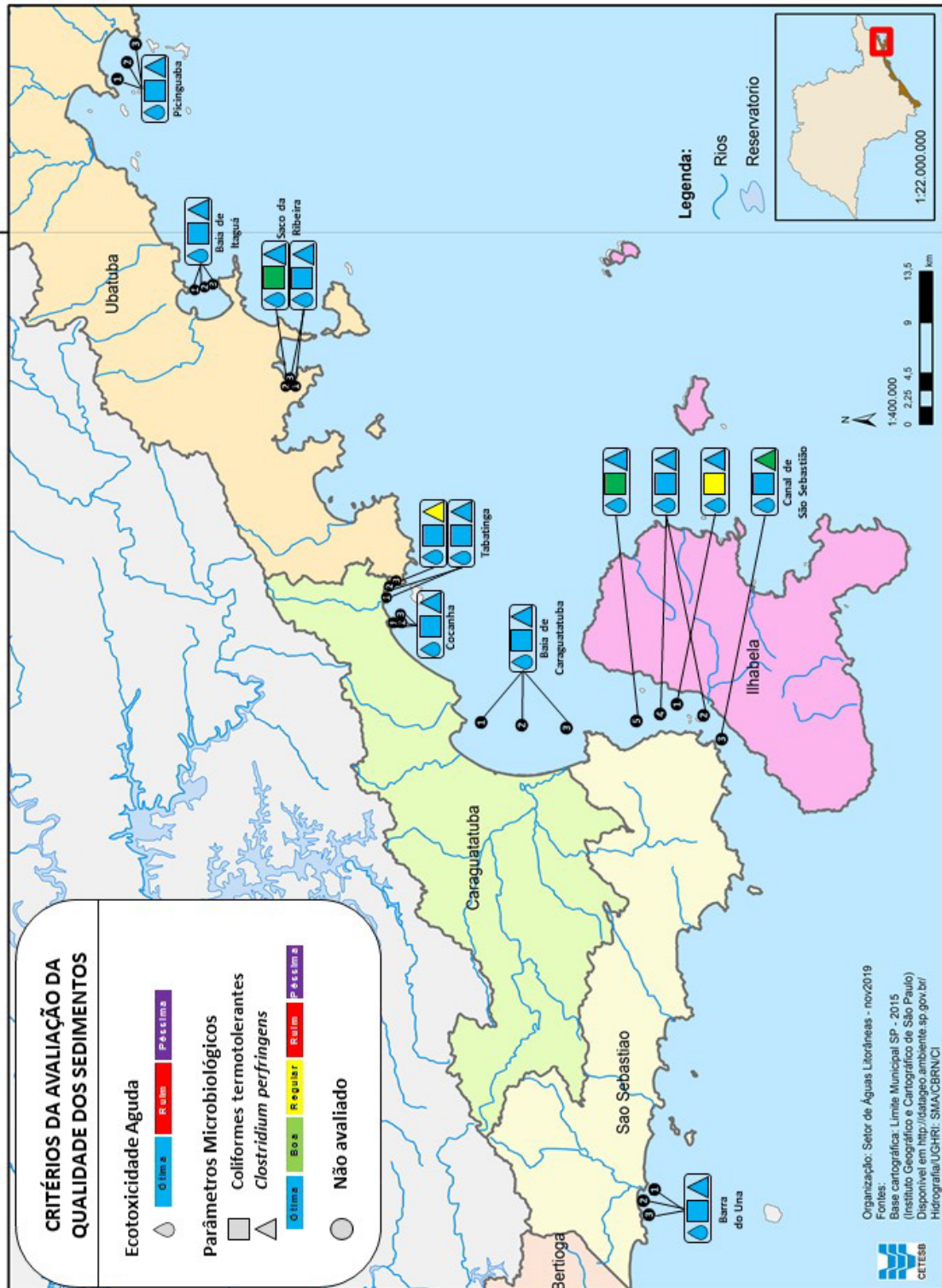
Mapa 4.4 – Índice de Qualidade de Água Costeira 2019 – Baixada Santista (sul)



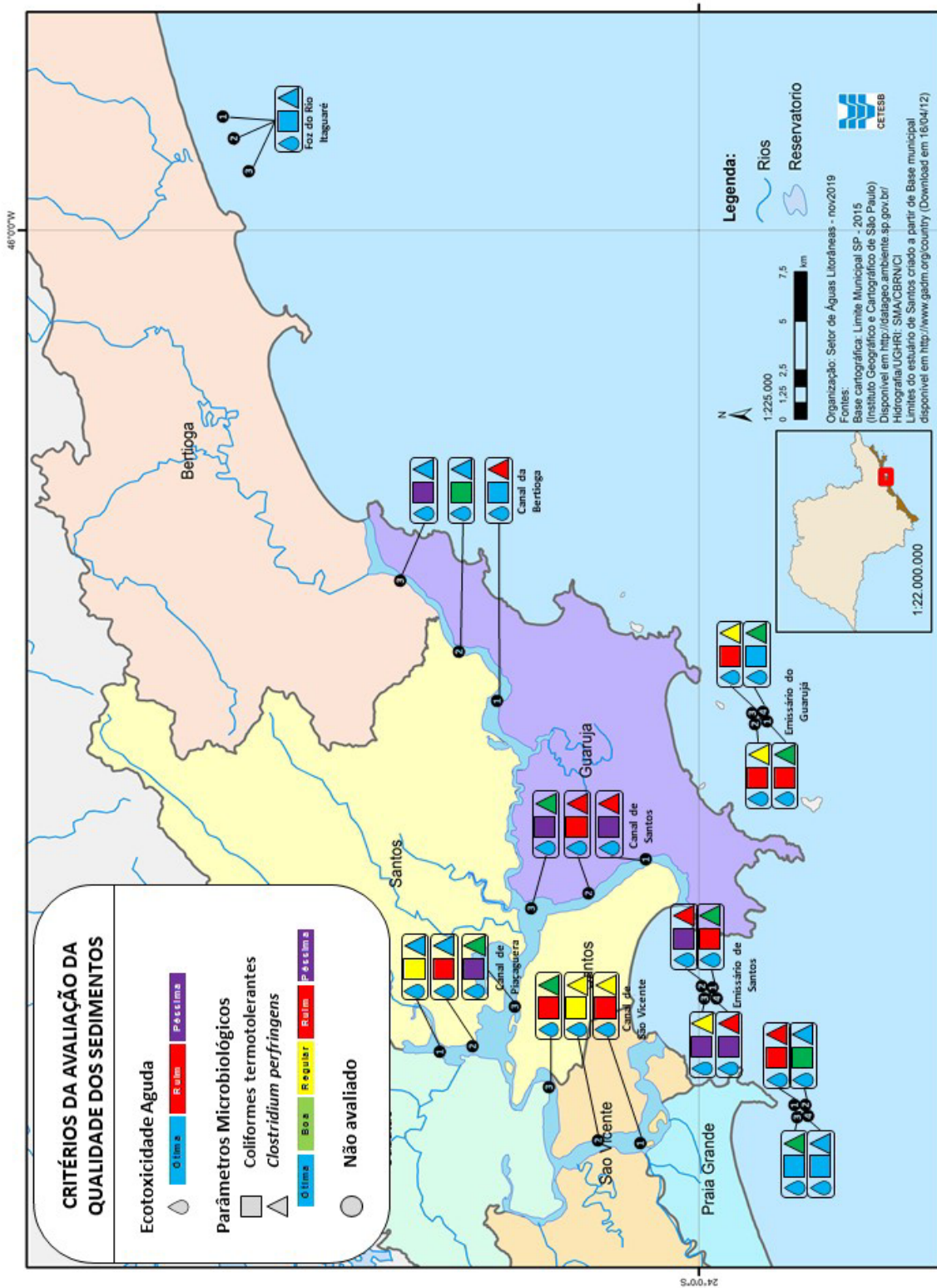
Mapa 4.5 – Índice de Qualidade de Água Costeira 2019– Litoral Sul



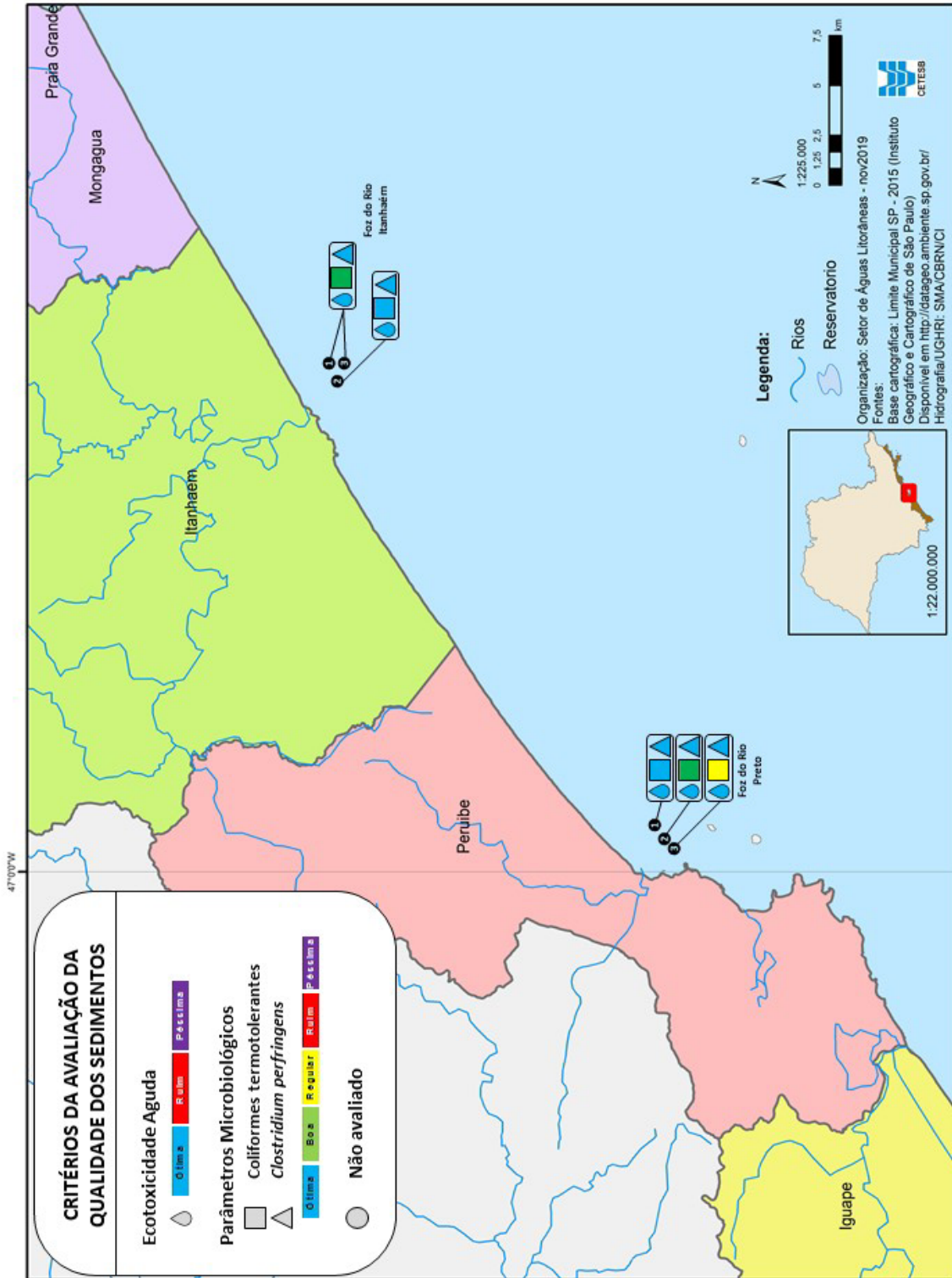
Mapa 4.6 – Avaliação da qualidade dos sedimentos 2019 – Litoral Norte



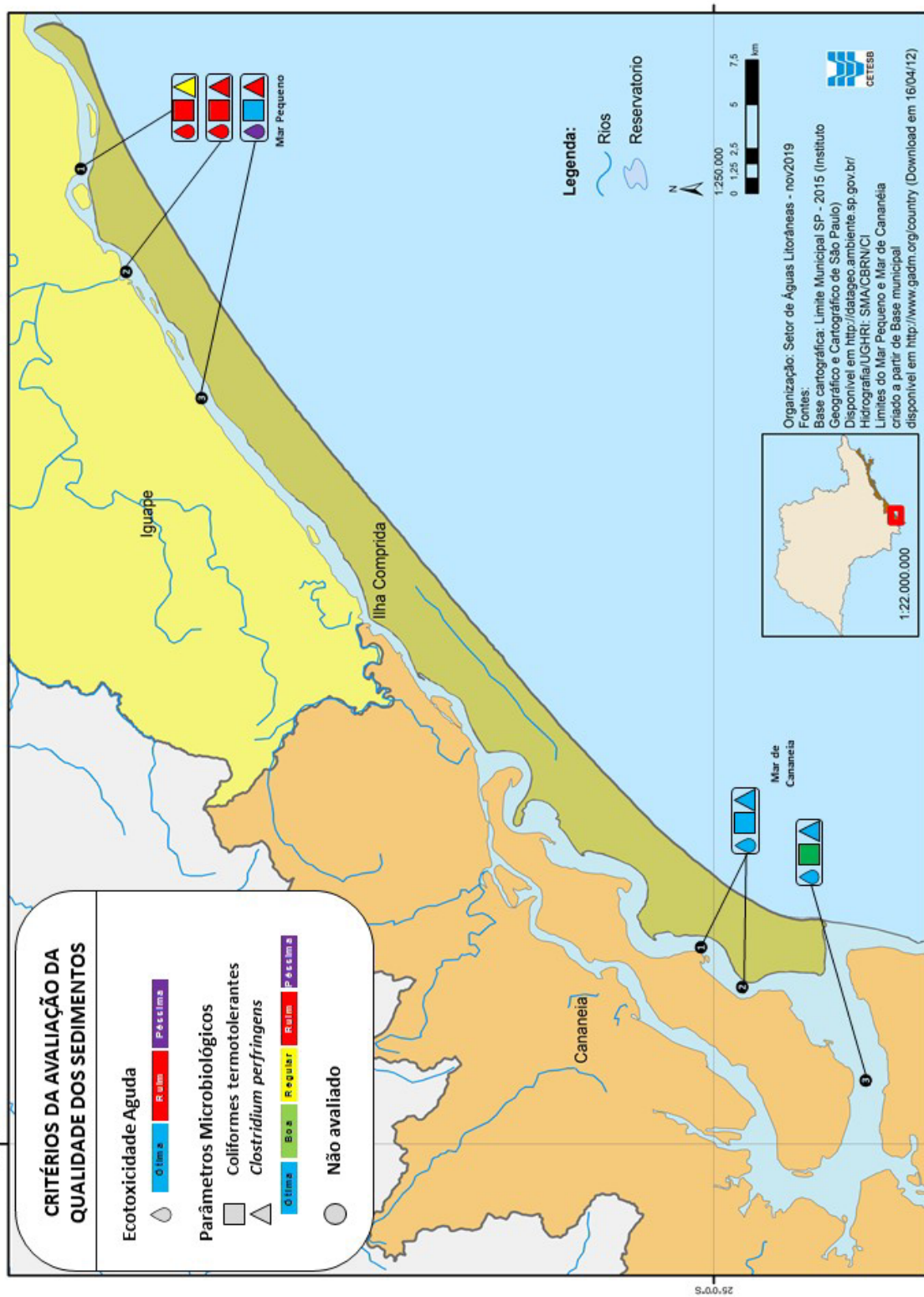
Mapa 4.7 – Avaliação da qualidade dos sedimentos 2019 – Baixada Santista (região norte)



Mapa 4.8 – Avaliação da qualidade dos sedimentos 2019 – Baixada Santista (região sul)



Mapa 4.9 – Avaliação da qualidade dos sedimentos 2019 – Litoral Sul



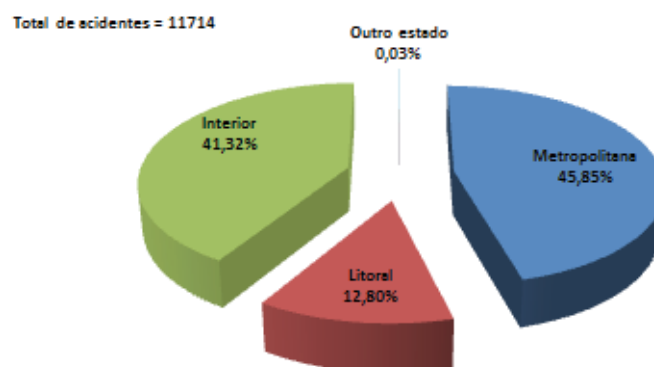
5 • Emergências Químicas em Águas Costeiras

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 e disposição final de resíduos gerados, conforme as características do cenário acidental.

5.1 Panorama das principais ocorrências no litoral paulista

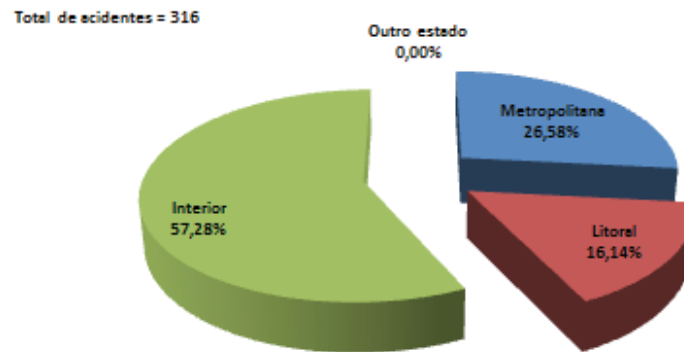
Todas as emergências químicas atendidas pela CETESB são registradas e consolidadas num banco de dados interno denominado SIEQ – Sistema de Informações sobre Emergências Químicas (CETESB, 2020). Com base nesse banco de dados, a CETESB, no período de janeiro de 1978 (início dos registros), até dezembro de 2019 atendeu a 11.714 ocorrências envolvendo produtos químicos (Figura 5.1). Dessas, 45,85% ocorreram na região metropolitana de São Paulo, 41,32% no interior e 12,8% no litoral (Figura 5.1).

Figura 5.1 – Emergências atendidas pela CETESB no período de janeiro de 1978 a dezembro de 2019, por região (região metropolitana, interior e litoral)



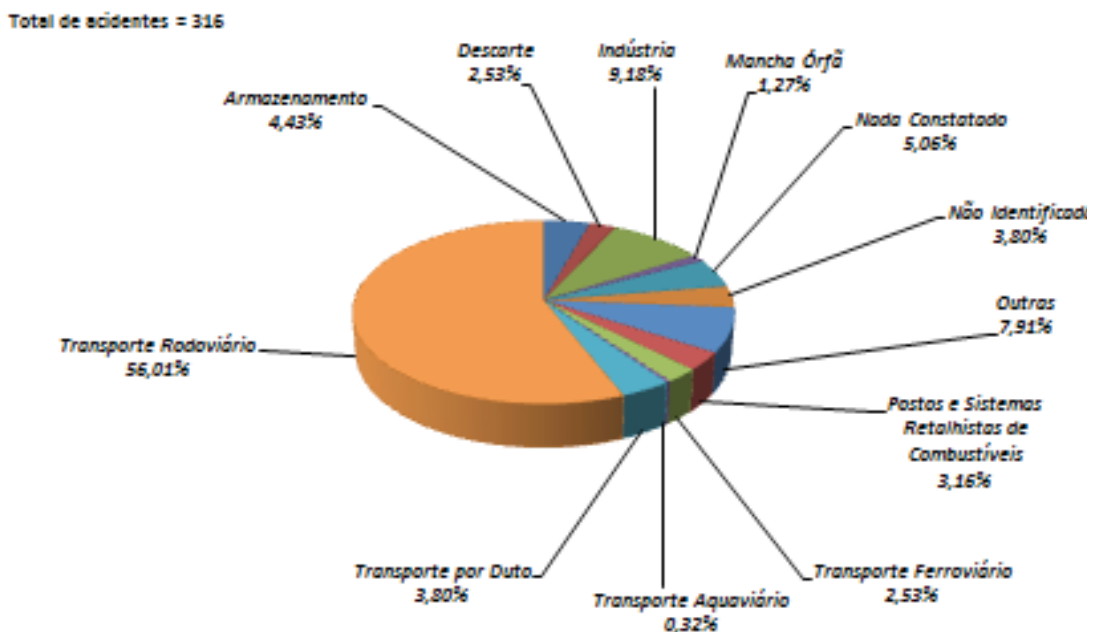
Especificamente para o ano de 2019, foram registradas 316 ocorrências assim distribuídas: 26,58% na região metropolitana, 57,28% no interior e 16,14% no litoral (Figura 5.2).

Figura 5.2 – Emergências químicas atendidas pela CETESB no ano de 2019, distribuídas por região (região metropolitana, interior e litoral)



No que se refere à atividade, o transporte rodoviário de produtos químicos figurou como a que mais causou emergências, representando uma porcentagem de 56,01% 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 registros com pouca frequência de ocorrência (0,32% e 1,27%, respectivamente) (Figura 5.3).

Figura 5.3 – Emergências químicas atendidas pela CETESB no ano de 2019, distribuídas por atividade



As emergências ocorridas no litoral (16,14% ou 51 registros) tiveram maior incidência na Baixada Santista (45 registros), seguido pelo Litoral Norte (5 registros). No Litoral Sul não ocorreram acidentes (Tabela 5.1). Na Baixada Santista, os municípios com maior número de ocorrências registradas foram Santos e Cubatão

(16 registros para cada um deles) e São Vicente (5 registros). No Litoral Norte, São Sebastião e Caraguatatuba somaram dois registros em cada um deles, e Ubatuba com um registro (Tabela 5.1).

Tabela 5.1 – Distribuição das ocorrências atendidas pela CETESB, por atividade, nos diferentes municípios do Litoral de São Paulo em 2019

Município	Número de Ocorrências	Atividade
Litoral Norte (5 ocorrências)		
Ubatuba	1	Não identificada
Caraguatatuba	2	Mancha Órfã (1)
		Transporte Rodoviário (1)
Ilhabela	*	
São Sebastião	2	Outras Atividades (1)
		Transporte por Duto (1)
Baixada Santista (45 ocorrências)		
Bertioga	2	Outras Atividades (2)
Guarujá	3	Outras Atividades (1)
		Armazenamento (1)
		Indústria (1)
Santos	16	Armazenamento (4)
		Atividade não identificada (2)
		Descarte de produtos ou resíduos (1)
		Mancha Órfã (2)
		Nada Constatado (1)
		Transporte Ferroviário (1)
		Transporte por Duto (2)
		Transporte Rodoviário (3)
São Vicente	5	Outras Atividades (2)
		Descarte de produtos ou resíduos (1)
		Indústria (3)
		Nada Constatado (1)
		Não Identificada (1)
		Outras Atividades (1)
		Transporte Rodoviário (7)
Praia Grande	2	Não Identificada (1)
		Outras Atividades (1)
Mongaguá	*	
Itanhaém	1	Transporte Aquaviário
Peruíbe	*	
Litoral Sul (não houve ocorrências)		
Iguape	*	
Ilha Comprida	*	
Cananeia	*	

* - Não foram registradas ocorrências

Os acidentes ocorridos no litoral, em sua grande maioria, não ocasionaram contaminação das águas costeiras. Trataram-se de acidentes envolvendo atividades de armazenamento de produtos químicos, processos industriais, transporte de produtos químicos por dutos, rodovias ou ferrovias, descarte irregular de produtos em locais públicos. Alguns acidentes, classificados como “não identificados” foram aqueles em que a CETESB esteve presente no local identificando alguma irregularidade, porém, sem a identificação do produto químico envolvido ou mesmo da fonte do vazamento. Acidentes considerados como “nada constatados” foram aqueles em que a CETESB foi acionada e, após avaliação, não foi constatado qualquer contaminação ou fonte suspeita. As manchas órfãs foram ocorrências em que se constatou manchas oleosas sobrenadantes, porém, de origem desconhecida.

Alguns poucos acidentes ocasionaram pequena contaminação das águas costeiras e que, devido ao pequeno volume envolvido, não comprometeram a qualidade das águas ou seu uso recreacional (balneabilidade).

Abaixo, são relatados alguns acidentes ocorridos em 2019, em que foram contaminadas as águas costeiras:

Mancha órfã no Canal de Santos

Em 07.04.2019, A Companhia Docas do Estado de São Paulo – CODESP informou à CETESB sobre o avistamento de uma mancha oleosa presente na margem direita do Canal de Santos nas proximidades dos Armazéns nº 31 e 32. A CETESB, juntamente com a CODESP, efetuou vistoria pela área, não sendo possível constatar a origem da mancha. Por tratar-se de manchas com aspecto iridescente, portanto, com espessura muito fina, não foi possível realizar sua contenção com utilização de barreiras. Assim, a empresa de resposta contratada pela CODESP realizou a dispersão mecânica das manchas com utilização de embarcações. Não foram identificadas contaminação de praias.

Incêndio em embarcações docadas em marina

Na data de 06.07.2019, a prefeitura municipal de Bertiooga informou à CETESB sobre um incêndio de grandes proporções ocorrendo no interior da Marina do Forte, localizada às margens da Rodovia Manuel Hipólito do Rego – Bertiooga. O incêndio propagou-se no galpão nº 5 do estabelecimento sinistrando cinco das embarcações ali docadas. Dada a intensa geração de fumaça assim como a chance de propagação das chamas para áreas externas ao empreendimento, a Defesa Civil municipal evacuou cerca de 80 moradores de residências do entorno.

Devido às ações de combate ao incêndio, realizada pelo Corpo de Bombeiros, grande quantidade de água residuária foi gerada a qual era dirigida ao sistema separador água/óleo da empresa. Porém, transcorrido um período nas ações de combate, o sistema extravasou atingindo a galeria de águas pluviais da marina e, conseqüentemente, o Rio Itapanhaú. Equipes da brigada de emergência da própria marina, por orientação da CETESB, contiveram o resíduo a fim de minimizar a contaminação do rio. Não foi observada contaminação das praias da localidade.

Mancha órfã no Canal de Santos

Em 25.07.2019, a CODESP relatou a presença de uma mancha oleosa presente na margem direita do Canal de Santos na proximidade do Armazém nº 37. Após vistoria, a CETESB verificou tratar-se de um resíduo oleoso lançado ao estuário proveniente da galeria de águas pluviais. A empresa de resposta, contratada pela

CODESP, realizou o combate à mancha efetuando seu recolhimento por meio de mantas e barreiras absorventes, gerando aproximadamente 200 kg de resíduos oleosos os quais foram destinados adequadamente. Não houve contaminação de praias.

Acidente rodoviário com vazamento de óleo diesel

Em 20.11.2019, a Companhia de Engenharia de Tráfego – CET de Santos informou à CETESB sobre um acidente com vazamento de óleo diesel envolvendo um caminhão. De acordo com relatos da própria CET, o caminhão ao realizar manobra no interior da empresa Bunge, colidiu em uma mureta da empresa avariando o tanque de combustível carregado com óleo diesel. Ao sair da empresa o caminhão estacionou na Avenida Siqueira Campos, junto à galeria de águas pluviais. Com isso, uma quantidade não estimada de diesel carrou pelas galerias, alcançando as águas estuarinas. A CETESB exigiu do responsável a adoção de medidas emergenciais dentre elas o lançamento de barreiras absorventes a fim de conter as manchas de óleo diesel, bem como a aplicação de mantas absorventes nas tubulações das galerias afetadas visando impedir a migração de óleo para o estuário. As praias da região não foram atingidas.

5.2 Conclusão

Poucas emergências ocorridas em 2019 geraram contaminação das águas e, aquelas em que houve contaminação, o cenário limitou-se espacialmente, não acarretando prejuízo à qualidade das águas costeiras ou ao uso recreacional das praias. 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 Peixes na Região Costeira

Em 2019, foram registrados três eventos de mortandade de peixes no litoral de São Paulo, todos na Baixada Santista, conforme Tabela 5.2.

Tabela 5.2 – Mortandade de peixes ocorridas em 2019 na região costeira do estado de São Paulo

DATA	UGRHI	LOCAL	ORGANISMO	MOTIVO	Município/Atendimento
10-jan-19	7	Baía de Santos	Não especificado	Provável entupimento das brânquias por floração de algas (Trichodesmium)	Santos. Atendimento realizado pela Agência Ambiental de Santos (CMN) e Setor de Comunidades Aquáticas (ELHC)
13-jan-19	7	Praia Grande	Não especificado	Provável entupimento das brânquias por floração de algas (Trichodesmium)	Praia Grande. Atendimento realizado pela Agência Ambiental de Santos (CMN) e Setor de Comunidades Aquáticas (ELHC)
15-jan-19	7	Santos	Não especificado	Provável entupimento das brânquias por floração de algas (Trichodesmium)	Santos. Atendimento realizado pela Agência Ambiental de Santos (CMN) e Setor de Comunidades Aquáticas (ELHC)

NUGRHI	UGRHI	DMUNCP	Data da reclamação	Corpo d'água
3	LITORAL NORTE	UBATUBA	15/1/19 14:17	
		SÃO SEBASTIÃO	12/9/19 14:43	
7	BAIXADA SANTISTA	BAÍA DE SANTOS	10/1/19 0:00	Região aproximada -23.982079, -46.341732 - Águas costeiras - Floração de Algas - Trichodesmium
		PRAIA GRANDE	13/1/19 0:00	Região aproximada -24.044769, -46.508214 - Águas costeiras - Floração de Algas - Trichodesmium
		SANTOS	15/1/19 0:00	Região estimada -23.971932, -46.338151 - Águas costeiras - Floração de Algas - Trichodesmium

6 • Conclusões

Os resultados do monitoramento das águas costeiras no estado de São Paulo, obtidos na avaliação ao longo do ano de 2019, mostram que houve manutenção da qualidade dessas águas em relação a 2018. Isso pode ser verificado pelo Índice de Qualidade de Águas Costeiras - IQAC médio das 20 áreas monitoradas, que apresentou pouca diferença na distribuição das diferentes categorias, mantendo a ausência da classificação Péssima.

As diferenças regionais do litoral, já constatadas em anos anteriores, continuaram a ser verificadas em 2019. 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, a maioria das áreas com classificação média "Ótima" e "Boa" localizam-se nessa região.

As cinco áreas classificadas como "Ruim", estão todas localizadas no estuário da Baixada Santista. Nessa região foram observadas as maiores alterações na qualidade das águas. 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 26% de não conformidades para o oxigênio dissolvido e 42% para os 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, em 2019 foi registrada a menor porcentagem de ambientes classificados como já eutrofizados (20%) e a maior de ambientes classificados como Mesotróficos (70%) dos últimos cinco anos. Porém, exibiu também a menor porcentagem de ambientes classificados como oligotróficos ou de baixa trofia (5%) desse período. As maiores contribuições para esse cenário se devem as regiões do Litoral Norte e Baixada Santista. Das 20 áreas avaliadas, considerando esse período, quatro áreas (20%) apresentaram tendência de melhora: o Saco da Ribeira e Tabatinga, localizados no Litoral Norte, o rio Itaguapé, na Baixada Santista e o Mar de Cananeia, no Litoral Sul. Apenas a Baía de Caraguatatuba, no Litoral Norte, apresentou tendência de piora. As demais áreas (75%) não apresentaram tendência significativa.

Em relação à qualidade dos sedimentos, como nos anos anteriores, 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 essa tendência de acúmulo de nutrientes, como a Baía de Itaguapé e o Saco da Ribeira.

Quanto aos ensaios ecotoxicológicos agudos com amostras de sedimentos, foram registrados 95% das amostras sem toxicidade em 2019. Apenas 5% das amostras apresentaram efeito tóxico, todas elas provenientes do mar pequeno no litoral sul. Considerando os resultados dos ensaios nos últimos cinco anos houve uma melhora na qualidade ecotoxicológica dos sedimentos, ratificando o cenário de baixa toxicidade das amostras de 2017 e 2018, diferentemente dos anos de 2015 e 2016, nos quais os percentuais de efeito foram de 13% e 8%, respectivamente.

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. 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. 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. 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. 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).

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>. 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 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 limnológicos, 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.

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

<http://fflorestal.sp.gov.br/idades-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

_____ **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, 2020. Sistema de Informações de Emergências Químicas da CETESB – SIEQ. Disponível em: <https://sistemasinter.cetesb.sp.gov.br/emergencia/relatorio.php>. Acessado em 26.02.2020.

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.

AIDAR, E., GAETA, A.S., GIANESELLA-GALVÃO, S., KUTNER, M.B.B., Teixeira C. Ecossistema costeiro subtropical: nutrientes dissolvidos, fitoplâncton e clorofila-a e suas relações com as condições oceanográficas na região de Ubatuba, SP. **Publicações esp. Inst. Oceanogr.**, São Paulo, (10):9-43, 1993.

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.

- PROCOPIAK, L.K.; FERNANDES, L.F.; 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.
- QUEIROZ, M.C.A.P.; CALDAS, J.N.A.R. Dermatologia comparativa: lesão de ataque por caravela portuguesa (*Physalia physalis*). *Anais Brasileiros de Dermatologia*. Vol. 86, no. 3, p: 611-612. 2011
- RÉ, P. **Ecologia Marinha**. Faculdade de Ciências da Universidade de Lisboa. Lisboa. 2005
- SARANGI R.K.; CHAUHAN, P.; NAYAK, S.R. Detection and monitoring of *Trichodesmium* blooms in the coastal waters off Saurashtra coast, India using IRS-P\$ OCM data. **Corrent Science**, vol 86, n. 12. 2004
- TRAINER, V. L.; BATES, S. S.; LUNDHOLM, N.; THESSEN, 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.
- VILLAC, M.C., CABRAL-NORONHA, V.A.P. & PINTO, T.O. The phytoplankton biodiversity of the coast of the state of São Paulo, Brazil. **Biota Neotrop**. 8(3), 2008. Disponível em: <<http://www.biotaneotropica.org.br/v8n3/en/abstract?article+bn01908032008>>. Acesso em 4.01.19.

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 se dará 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 (CNDUM)

Assinada em 10/02/1982, essa 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):

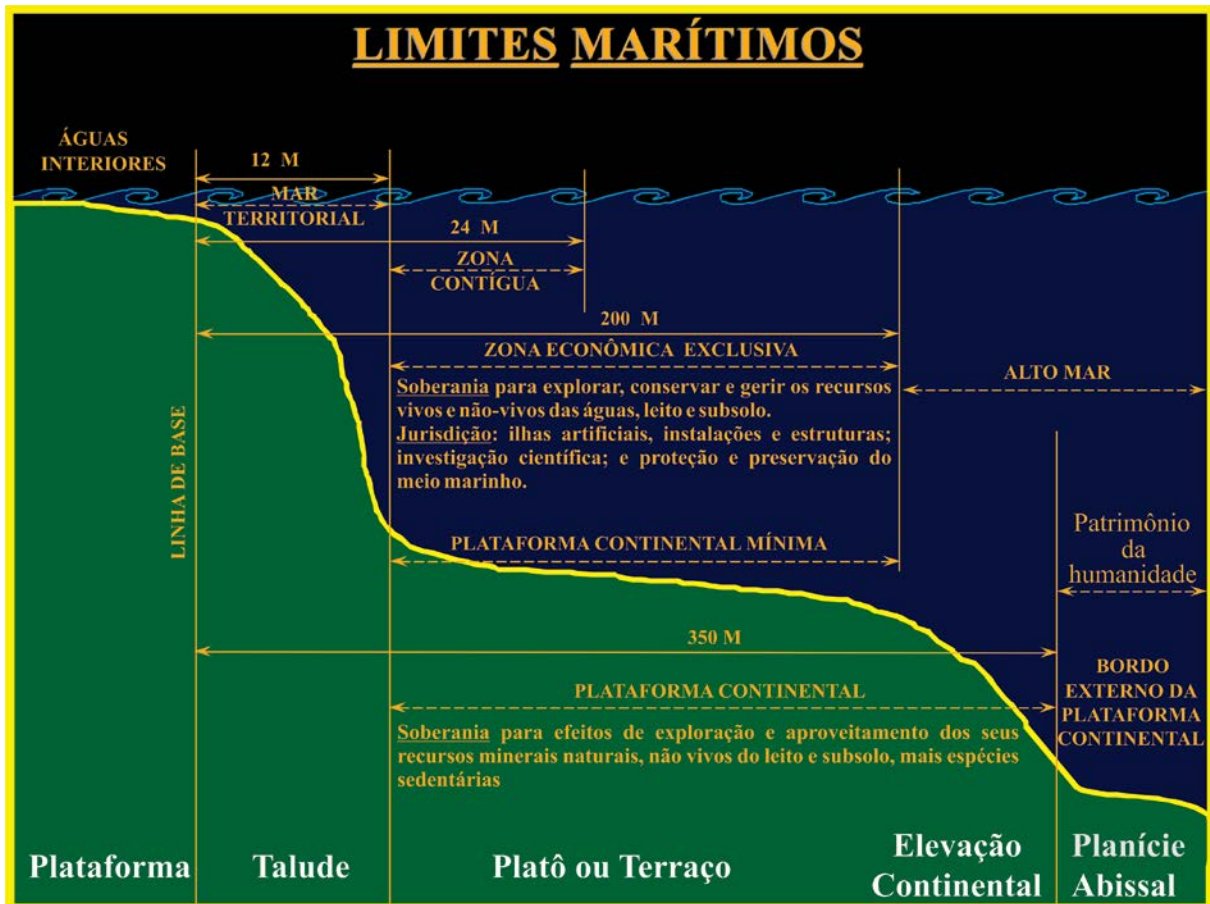
- Mar Territorial
- Linhas de base retas
- Zona contígua
- Zona econômica exclusiva
- Plataforma continental

Tabela 1 – Características das cinco zonas oceânicas definidas pela CNUDM

ZONA	Extensão	Características legais
Mar territorial	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.
Zona Contígua	12 milhas adicionais a partir do Mar Territorial.	O país tem direito de controlar imigração, alfândega e poluição.
Zona Econômica Exclusiva	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.
Plataforma Continental*	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.
Mar aberto	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



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 -460 m, com predominância de profundidades menores que -185 m, 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

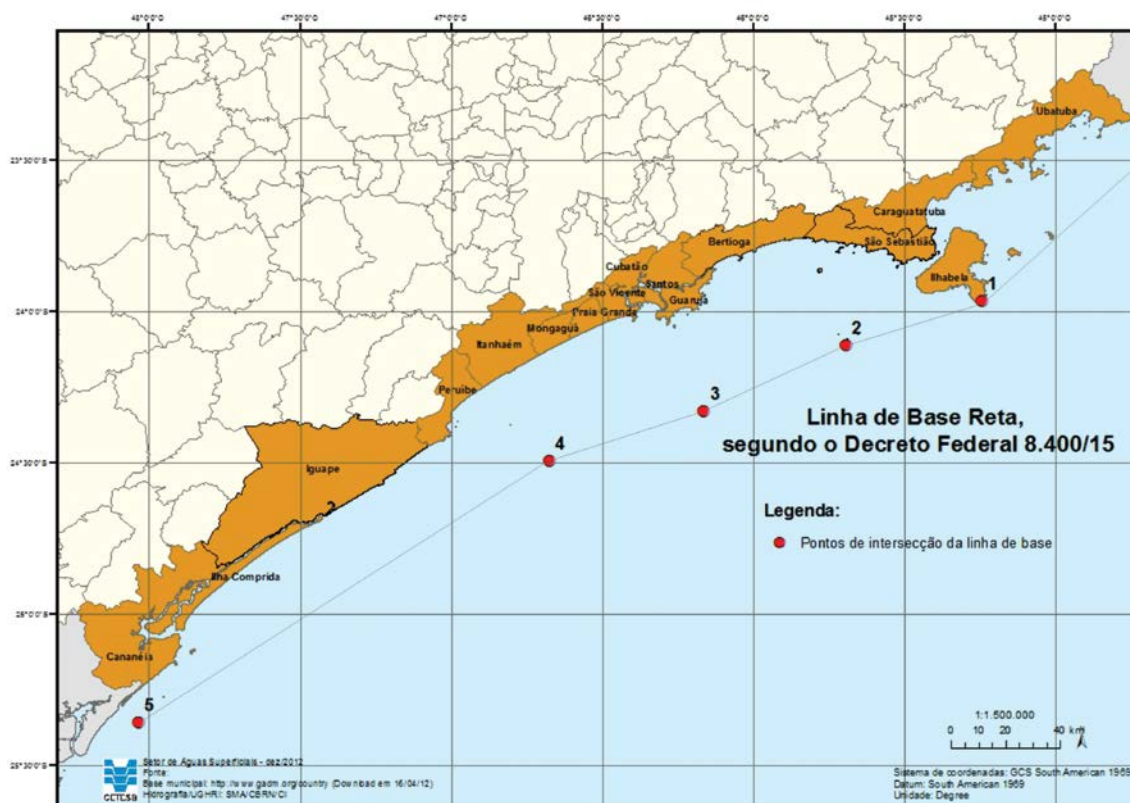
Esta lei dispõe sobre o mar territorial, a zona contígua, a zona econômica exclusiva e a plataforma continental do Brasil, ela “nacionaliza” para o Estado brasileiro os termos da Convenção das Nações Unidas sobre o Direito do Mar delimita o mar territorial brasileiro a partir de uma linha de base reta; delimita a zona contígua, a ZEE e 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 4.983/2004) (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:

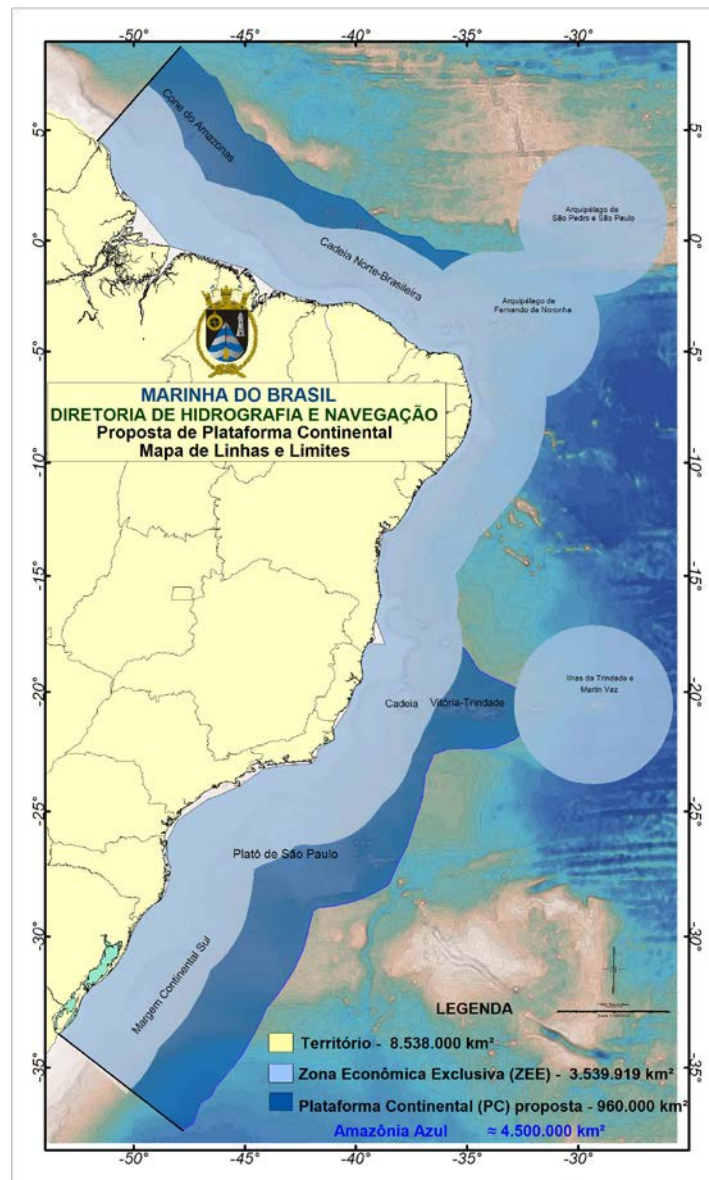
Art. 6º - A zona econômica exclusiva brasileira compreende uma faixa que se estende das doze às duzentas milhas marítimas, contadas a partir das linhas de base que servem para medir a largura do mar territorial.

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 8.617/1993 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 km² 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 km² 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, parcéis 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 nº 5.300/2004 - Regulamentação do Plano Nacional de Gerenciamento Costeiro

Este decreto regulariza 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 (ZEEC).
- Praias: O artigo 21 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 acrescidos.

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 10.019/1998 - 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-Cananeia 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 9º:

- 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 socioeconômicas 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)¹

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.

Em 8 de novembro de 2017 foi promulgado o Decreto Estadual nº 62.913/2017 que revisou o ZEE do Litoral Norte paulista, revogando o DE nº 49.215/2004.

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 nove zonas terrestres, sete zonas marinhas e seis zonas entre marés.

O Complexo Estuarino-Lagunar de Iguape-Cananeia, 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 nº 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 nº 53.527, de 8 de outubro de 2008
APA Marinha do Litoral Sul	357.605,53	Iguape, Cananeia, Ilha Comprida	Decreto Estadual nº 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 âmbito nacional existe a Resolução Conama nº 413/2009 que dispõe sobre o licenciamento ambiental da aquicultura, e dá outras providências.

Em 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.

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

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	DIMENSÕES		
	Dispensa de Licenciamento – DCAA* Artigo 7º	Licenciamento Simplificado Artigo 10º	Licenciamento Ordinário Artigo 11º
I - piscicultura e pesque e pague, em viveiros escavados	somatória de superfície de lâmina de água inferior a 5 ha	somatória de superfície de lâmina de água igual ou superior a 5 ha e inferior a 50 ha	somatória de superfície de lâmina de água igual ou superior a 50 ha
II - piscicultura em tanques revestidos	somatória de volume inferior a 1.000 m ³	somatória de volume igual ou superior a 1.000m ³ e inferior a 5.000 m ³	somatória de volume igual ou superior a 5.000 m ³
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 de água seja igual ou superior a 5 ha e inferior a 50 ha	somatória de superfície de lâmina de água seja igual ou superior a 50 ha
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 de água seja igual ou superior a 5 ha e inferior a 50 ha	somatória de superfície de lâmina de água seja igual ou superior a 50 ha (cinquenta hectares);
V - piscicultura em tanques-rede federais, represas rurais e cavas exauridas de mineração);	somatória de volume seja inferior a 1.000 m ³ , em águas públicas estaduais,	somatória de volume igual ou superior a 1.000 m ³ e inferior a 5.000 m ³ , em águas públicas estaduais, federais, represas rurais e cavas exauridas de mineração	somatória de volume igual ou superior a 5.000 m ³ , 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 ²	que ocupe área maior ou igual a 400 m ² ou inferior a 1.200 m ²	que ocupe área maior que 1.200 m ²
VIII - carcinicultura em água doce realizada em viveiros escavados,	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 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 de 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 de 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

Apêndice 2 - Caracterização dos Pontos de Amostragem da Rede Costeira

1) Locais de amostragem¹

UBATUBA

1) Local: Picinguaba

Justificativa: Área de preservação ambiental

Distante aproximadamente 25 km do centro de Ubatuba, essa 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: acervo EQAL.

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. Trata-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 próximo 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 de água (± 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 de 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. Esse 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 procurado 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 450 m 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 1960 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.

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, 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 este que acabou corroborando a ideia de mudança.



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 Precondicionamento), 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 eliminado por meio do Emissário Submarino, localizado na praia da Enseada. Esse sistema atende a uma população de 445.858 habitantes.

Cabe ressaltar que esse emissário é o maior em extensão do litoral paulista (4.500 m) e o que atinge a maior profundidade na Baixada Santista (14m), e possui a segunda maior vazão em todo o litoral (1.447 m³/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 m². 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. Atualmente, programas de habitação e de plantio de mudas de mangue vêm sendo realizados na região.



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 Precondicionamento (EPCs) onde passam por um processo de remoção de sólidos grosseiros (peneiramento) e cloração. Após o condicionamento, o esgoto é eliminado 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) está 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 marinhas. 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 km² 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 Jureia Itatins (há uma sobreposição entre a Estação Ecológica e a Área de Proteção Ambiental Cananeia – 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 Cananeia 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 Jureia 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 carregados 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 alegação de 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 Caraguá	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	Itaguapé	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, essas 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.

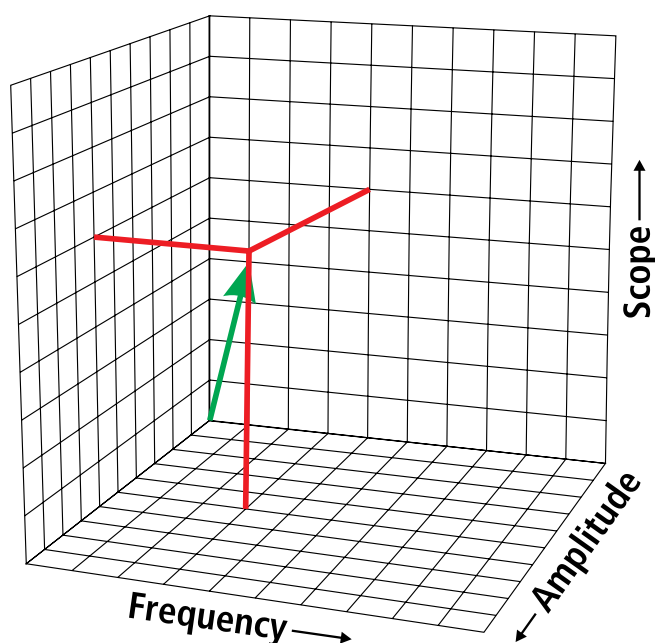
Com esse objetivo foi empregada a metodologia do Índice de Qualidade elaborado pelo CCME - *Canadian Council of Ministers of the Environment* (2001), pois se trata de uma ferramenta devidamente testada e validada com base estatística e aplicável também para águas salinas e salobras.

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. Frequência
- 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. Esse 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

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. 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

Esse fator (denominado F_3) avalia a amplitude das não conformidades. Nesse caso a quantidade de amostras desconformes e o 'tamanho' 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 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 e 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).

$$\text{Índice Costeiro} = 100 - \frac{\sqrt{F_1^2 + F_2^2 + F_3^2}}{1,732} \quad (6)$$

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



| Secretaria de Infraestrutura e Meio Ambiente

Acompanhe as redes sociais da CETESB:

-  Site: cetesb.sp.gov.br
-  Facebook: facebook.com/cetesbsp
-  LinkedIn: linkedin.com/company/cetesb
-  Instagram: instagram.com/cetesbsp
-  SoundCloud: soundcloud.com/cetesbsp