



SÉRIE RELATÓRIOS

QUALIDADE DAS ÁGUAS COSTEIRAS NO ESTADO DE SÃO PAULO

2020



| Secretaria de Infraestrutura e Meio Ambiente

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
Gláucio Attorre Penna - Diretor

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

2020

SÉRIE RELATÓRIOS

São Paulo ▪ 2021

Dados Internacionais de Catalogação

(CETESB – Biblioteca, SP, Brasil)

C418q CETESB (São Paulo)
Qualidade das águas costeiras no estado de São Paulo 2020 [recurso eletrônico] / CETESB ; Coordenação geral Maria Helena R.B. Martins ; Coordenação técnica Fábio Netto Moreno, Cláudia Condé Lamparelli ; Equipe técnica Cláudia Condé Lamparelli ... [et al.]. - - São Paulo : CETESB, 2021.
Arquivos eletrônicos : il. color., PDF. - - (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.
Conteúdo: 1 relatório (arquivo de texto : 140 p., 15 MB) + 5 apêndices A-E (arquivos : 39 MB)
Disponível em:
<<http://cetesb.sp.gov.br/aguas-costeiras/publicacoes-e-relatorios/>>
ISBN 978-65-5577-025-4

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 2021.
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, Fotolito e Impressão

CETESB - Companhia Ambiental do Estado de São Paulo
Concluído em julho/2021

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

Logo no início de 2020 o mundo foi surpreendido com uma pandemia, assim reconhecida pela Organização Mundial da Saúde, que afetou significativamente o modo de vida da população tendo reflexos graves na saúde.

A presença e a disseminação do coronavírus SARS-CoV-2 demonstraram mais uma vez o quanto é frágil esta cadeia que nos mantém vivos, reforçando a primordial necessidade de um meio ambiente saudável e sustentável, bem como de repensarmos os nossos padrões de consumo e a maneira como vivemos. Entretanto, criou também a oportunidade do surgimento de soluções inovadoras, além da aceleração de medidas que estavam embrionárias, como o teletrabalho.

Neste período a CETESB passou por grandes desafios para continuar cumprindo com a sua missão, o que foi alcançado graças a um esforço conjunto.

Dentre esses desafios, está a operação das redes de monitoramento de qualidade ambiental que envolve trabalho presencial, tanto na coleta quanto na análise das amostras. Embora tenham ocorrido discontinuidades parciais neste período, com empenho e dedicação do corpo funcional foi possível realizar as principais atividades de monitoramento, nos locais considerados prioritários.

As informações geradas neste ano em que houve, em maior ou menor grau, isolamento social e redução de algumas atividades proporcionam uma base de dados importante para comparação com resultados históricos e permitirão avaliar a influência de alguns fatores na qualidade ambiental possibilitando eventualmente reavaliar políticas públicas voltadas à melhoria da qualidade ambiental.

Os resultados do monitoramento são consubstanciados em relatórios de qualidade ambiental. Como faz anualmente, a CETESB disponibiliza informações para a sociedade de forma sistemática e transparente, sendo que 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.

Certamente vários desafios permanecerão até que a pandemia seja superada e a CETESB vai suplantá-los com inovação, competência técnica e dedicação contribuindo assim para a proteção do meio ambiente.

Boa leitura!

Patrícia Iglecias
Diretora-Presidente da CETESB

Listas

LISTA DE TABELAS

Tabela 1.2 – Proporção da população dos municípios litorâneos em relação às UGRHs	18
Tabela 1.3 – Crescimento populacional no período entre 2011 e 2020	19
Tabela 1.4 – ETEs e EPCs em funcionamento no Litoral Paulista	22
Tabela 1.5 – Cálculo do ICTEM para os municípios litorâneos.....	24
Tabela 1.6 – Elementos de composição do ICTEM para municípios com ETE (A) e para municípios com EPC (B)	25
Tabela 1.7 – Informações sobre saneamento básico nos municípios do litoral paulista	26
Tabela 2.1 – Variáveis determinadas na água	30
Tabela 2.2 – Variáveis determinadas no sedimento.....	31
Tabela 2.3 – Valores de referência para concentrações de nutrientes nos sedimentos	32
Tabela 2.4 – Parâmetros que compõem o IQAC.....	33
Tabela 2.5 – Valores e classificação para cada faixa do IQAC.....	34
Tabela 2.6 – Proposta de classificação do ambiente marinho com base nas concentrações de clorofila a	34
Tabela 2.7 – Proposta de classificação do ambiente estuarino baseada nas concentrações de clorofila a	35
Tabela 2.8 – Classificação das amostras de acordo com os resultados ecotoxicológicos	36
Tabela 2.9 – Classificação para os parâmetros microbiológicos	37
Tabela 3.1 – Classificação das áreas monitoradas na Rede Costeira de acordo com o IQAC – 2020.....	41
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) - Campanha única - 2020	42
Tabela 3.3 – Qualidade ecotoxicológica dos sedimentos em 2020.....	47
Tabela 3.4 – Classificação da qualidade microbiológica dos sedimentos dos pontos da rede costeira para 2020. Baseada na concentração de Coliformes Termotolerantes (NMP/100mL) e <i>Clostridium perfringens</i> (NMP/100mL).....	48
Tabela 3.5 – Resultados de Granulometria das 21 áreas por ponto	49
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	51
Tabela 3.7 – Médias, valores mínimos e máximos e porcentagem de não conformidades (NC) dos resultados de qualidade de sedimento de Picinguaba	52
Tabela 3.8 – Médias, valores mínimos e máximos e porcentagem de não conformidades (NC) dos resultados de qualidade de água da Baía de Itaguá	53
Tabela 3.9 – Médias, valores mínimos e máximos e porcentagem de não conformidades (NC) dos resultados de qualidade de sedimento da Baía de Itaguá.....	54
Tabela 3.10 – Médias, valores mínimos e máximos e porcentagem de não conformidades (NC) dos resultados de qualidade de água do Saco da Ribeira	55
Tabela 3.11 – Médias, valores mínimos e máximos e porcentagem de não conformidades (NC) dos resultados de qualidade de sedimento do Saco da Ribeira	57
Tabela 3.12 – Médias, valores mínimos e máximos e porcentagem de não conformidades (NC) dos resultados de qualidade de água de Tabatinga	58
Tabela 3.13 – Médias, valores mínimos e máximos e porcentagem de não conformidades (NC) dos resultados de qualidade de sedimento de Tabatinga.....	59
Tabela 3.14 – Médias, valores mínimos e máximos e porcentagem de não conformidades (NC) dos resultados de qualidade de água de Cocanha.....	60
Tabela 3.15 – Médias, valores mínimos e máximos e porcentagem de não conformidades (NC) dos resultados de qualidade de sedimento de Cocanha	61
Tabela 3.16 – Médias, valores mínimos e máximos e porcentagem de não conformidades (NC) dos resultados de qualidade de água da Baía de Caraguatatuba	62
Tabela 3.17 – Médias, valores mínimos e máximos e porcentagem de não conformidades (NC) dos resultados de qualidade de sedimento da Baía de Caraguatatuba	63
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	64

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	65
Tabela 3.20 – Médias, valores mínimos e máximos e porcentagem de não conformidades (NC) dos resultados de qualidade de água de Barra do Una	66
Tabela 3.21 – Médias, valores mínimos e máximos e porcentagem de não conformidades (NC) dos resultados de qualidade de sedimento da Barra do Una	67
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 Itaguaré	68
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 Itaguaré.....	69
Tabela 3.24 – Médias, valores mínimos e máximos e porcentagem de não conformidades (NC) dos resultados de qualidade de água do Canal da Bertioga.....	70
Tabela 3.25 – Médias, valores mínimos e máximos e porcentagem de não conformidades (NC) dos resultados de qualidade de sedimento do Canal de Bertioga	71
Tabela 3.26 – Médias, valores mínimos e máximos e porcentagem de não conformidades (NC) dos resultados de qualidade de água do Canal de Piaçaguera.....	72
Tabela 3.27 – Médias, valores mínimos e máximos e porcentagem de não conformidades (NC) dos resultados de qualidade de sedimento do Canal de Piaçaguera	74
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.....	75
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	76
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.....	77
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	78
Tabela 3.32 – Médias, valores mínimos e máximos e porcentagem de não conformidades (NC) dos resultados de qualidade de água do Canal de Santos.....	79
Tabela 3.33 – Médias, valores mínimos e máximos e porcentagem de não conformidades (NC) dos resultados de qualidade de sedimento do Canal de Santos	80
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	81
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	82
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	83
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	84
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.....	85
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.....	86
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	87
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	88
Tabela 3.42 – Médias, valores mínimos e máximos e porcentagem de não conformidades (NC) dos resultados de qualidade de água do Mar Pequeno.....	89
Tabela 3.43 – Médias, valores mínimos e máximos e porcentagem de não conformidades (NC) dos resultados de qualidade de sedimento do Mar Pequeno.....	90
Tabela 3.44 – Médias, valores mínimos e máximos e porcentagem de não conformidades (NC) dos resultados de qualidade de água do Mar de Cananeia	91
Tabela 3.45 – Médias, valores mínimos e máximos e porcentagem de não conformidades (NC) dos resultados de qualidade de sedimento do Mar de Cananeia	92
Tabela 3.46 – Médias, valores mínimos e máximos e porcentagem de não conformidades (NC) dos resultados de qualidade de água da Laje de Santos.....	93
Tabela 3.47 – Médias, valores mínimos e máximos e porcentagem de não conformidades (NC) dos resultados de qualidade de sedimento da Laje de Santos.....	94

Tabela 4.1 – Concentrações média anuais da clorofila a e as tendências da qualidade das águas de acordo com o IETC entre 2016 a 2020	105
Tabela 4.2 – Porcentagem de amostras de sedimentos com compostos de HPAs no Litoral Paulista em 2020	107
Tabela 4.3 – Ocorrência de metais no litoral paulista em 2020	108
Tabela 4.4 – Classificação final da qualidade do sedimento costeiro, de acordo com os ensaios ecotoxicológicos realizados em 2020 com <i>Grandidierella bonnieroides</i>	111
Tabela 4.5 – Classificação ecotoxicológica dos sedimentos costeiros de 2016 a 2020	113
Tabela 5.1 – Distribuição das ocorrências atendidas pela CETESB, por atividade, nos diferentes municípios do Litoral de São Paulo em 2020	127
Tabela 5.2 – Mortandade de peixes ocorridas em 2020 na região costeira do estado de São Paulo	131
Tabela 5.3 – Descrição das mortandades da região costeira do estado de São Paulo em 2020	132

LISTA DE QUADROS

Quadro 3.1 – Densidade total de organismos fitoplancônicos por ponto. Comparação entre 2019 e 2020	44
Quadro 3.2 – Presença de microalgas potencialmente produtoras de biotoxinas nas análises qualitativas em 2020	45
Quadro 4.1 – Evolução do IQAC médio das áreas entre 2012 e 2020	97
Quadro 4.2 – Siglas das áreas avaliadas.....	100

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1.3 – Aumento populacional baseado nas contagens populacionais oficiais de 2011 e 2020.....	19
Gráfico 1.4 – Intensidades de chuva mensais e anuais na UGRHI 3 – Litoral Norte em 2020	20
Gráfico 1.5 – Intensidades de chuva mensais e anuais na UGRHI 7 – Baixada Santista em 2020	20
Gráfico 1.6 – Intensidades de chuva mensais e anuais na UGRHI 11 – Ribeira de Iguape/Litoral Sul em 2020.....	21
Gráfico 3.1 – Porcentagem da densidade de organismos fitoplancônicos por grupos nos pontos amostrados em 2020	43
Gráfico 3.2 – Densidades de organismos fitoplancônicos nos pontos amostrados em 2020	44
Gráfico 4.1 – Distribuição Percentual da classificação das áreas pelo IQAC médio em 2020	95
Gráfico 4.2 – Classificação das áreas pelo IQAC médio em 2020	96
Gráfico 4.3 – Porcentagem de áreas que apresentaram não conformidade por variável em 2020	98
Gráfico 4.4 – Porcentagem de amostras não conformes por variável em 2020 na Rede costeira (a), Águas Salobras (b) e Águas Salinas (c)	99
Gráfico 4.5 – Média das concentrações de OD nas amostras de água das áreas da rede costeira em 2020	100
Gráfico 4.6 – Média das concentrações de carbono orgânico total (COT) (mg/L) nas amostras de água das áreas da rede costeira em 2020.....	101
Gráfico 4.7 – Média das concentrações de nitrogênio amoniacal (mg/L) nas amostras de água das áreas da rede costeira em 2020.....	101
Gráfico 4.8 – Média das concentrações de fósforo total (PT) (mg/L) nas amostras de água das áreas da rede costeira em 2020.....	102
Gráfico 4.9 – Média das concentrações de clorofila a (µg/L) nas amostras de água das áreas da rede costeira em 2020 e estuarinas	102
Gráfico 4.10 – Porcentagem por classes de estado trófico nas amostras de superfície e meio da coluna de água - Campanha Única - 2020	103
Gráfico 4.11 – Evolução da distribuição do IET - 2016 a 2020	104
Gráfico 4.12 – Média geométrica das concentrações de enterococos (UFC/100 mL) – 2020	106
Gráfico 4.13 – Porcentagem de ocorrência de amostras de sedimentos contendo HPAs no Litoral Paulista em 2020	107
Gráfico 4.14 – Ocorrência de metais nos sedimentos do Litoral Paulista em 2020	108
Gráfico 4.15 – Concentração de COT (%) dos sedimentos nas áreas da rede de monitoramento costeiro (média dos pontos) em 2020	109
Gráfico 4.16 – Ocorrências de nitrogênio Kjeldahl total (NKT) no Litoral Paulista em 2020.....	109
Gráfico 4.17 – Concentração média de nitrogênio Kjeldahl total (mg/kg) dos sedimentos nas áreas da rede de monitoramento costeiro em 2020	110
Gráfico 4.18 – Concentração média de fósforo total (mg/kg) dos sedimentos nas áreas da rede de monitoramento costeiro em 2020.....	110
Gráfico 4.19 – 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)	112
Gráfico 4.20 – Percentual de amostras nas três grandes regiões costeiras que não apresentaram toxicidade para <i>Grandidierella bonnieroides</i> nos ensaios com sedimento entre 2016 e 2020	114
Gráfico 4.21 – Médias das concentrações de <i>Clostridium perfringens</i> (NMP/100g) nos sedimentos costeiros em 2020	115
Gráfico 4.22 – Médias das concentrações de coliformes termotolerantes (NMP/100g) nos sedimentos em 2020	115
Gráfico 4.23 – Porcentagem de amostras em cada classe de qualidade microbiológica de acordo com concentração de bactéria fecal nos sedimentos em 2020	116

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.....	33
Figura 3.1 – Fotos dos gêneros <i>Pseudo-nitzschia</i> , <i>Dinophysis</i> e <i>Prorocentrum</i>	46
Figura 5.1 – Emergências atendidas pela CETESB no período de janeiro de 1978 a dezembro de 2020, por região (região metropolitana, interior e litoral)	125
Figura 5.2 – Emergências químicas atendidas pela CETESB no ano de 2020, distribuídas por região (região metropolitana, interior e litoral)	126
Figura 5.3 – Emergências químicas atendidas pela CETESB no ano de 2020, distribuídas por atividade	126

LISTA DE MAPAS

Mapa 1.1 – ETes e EPCs em funcionamento no Litoral Norte.....	22
Mapa 1.2 – ETes e EPCs em funcionamento na Baixada Santista.....	23
Mapa 1.3 – ETes em funcionamento no Litoral Sul.....	23
Mapa 1.5 – Percentual de coleta de esgoto por município	27
Mapa 4.1 – Índice de Qualidade de Água Costeira 2020 – Litoral Norte	117
Mapa 4.2 – Índice de Qualidade de Água Costeira 2020 – Baixada Santista.....	118
Mapa 4.3 – Índice de Qualidade de Água Costeira 2020 – Litoral Sul	119
Mapa 4.4 – Avaliação da qualidade dos sedimentos 2020 – Litoral Norte	120
Mapa 4.5 – Avaliação da qualidade dos sedimentos 2020 – Baixada Santista (região norte)	121
Mapa 4.6 – Avaliação da qualidade dos sedimentos 2020 – Baixada Santista (região sul).....	122
Mapa 4.7 – Avaliação da qualidade dos sedimentos 2020 – Litoral Sul	123

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 • Introdução - Conceitos e Legislação	15
1.1 Qualidade da Água.....	15
1.1.1 Resolução Conama nº 357/2005	16
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	18
1.2.1 Aspectos Demográficos.....	18
1.2.2 Balanço hídrico nas UGRHs do litoral	20
1.3 Aspectos de saneamento	21
2 • Metodologia.....	29
2.1 Metodologia	29
2.1.1 Distribuição Espacial e Temporal do Monitoramento	29
2.1.2 Qualidade das águas	29
2.1.3 Microalgas (fitoplâncton).....	30
2.1.4 Qualidade dos sedimentos.....	31
2.1.4.1 Critérios de Qualidade para Sedimentos.....	31
2.2. Índices de Qualidade de Água.....	32
2.2.4 Índice de qualidade de águas costeiras (IQAC)	32
2.2.5 Índice de estado trófico costeiro (IETC).....	34
2.3 Índices de qualidade de sedimento	35
2.3.1 Índice de Qualidade Ecotoxicológica do Sedimento	35
2.3.2 Índice de qualidade microbiológica de sedimento costeiro (IQMSC)	36
3 • Qualidade das Águas Salinas e Salobras e Sedimentos: Índices e Resultados.....	39
3.1 IQAC - Índice de Qualidade de Águas Costeiras.....	40
3.2 IETC - Índice de Estado Trófico	41
3.3 Fitoplâncton – microalgas tóxicas	42
3.4 Índices de qualidade dos sedimentos e granulometria	46
3.4.1 Classificação ecotoxicológica dos sedimentos	46
3.4.2 Classificação microbiológica dos sedimentos	47
3.4.3 Classificação granulométrica.....	48
3.5 Avaliação da qualidade ambiental das áreas	50
3.5.1 Picinguaba	51
3.5.2 Baía de Itaguá.....	53
3.5.3 Saco da Ribeira	55
3.5.4 Tabatinga	58
3.5.6. Baía de Caraguatatuba.....	62
3.5.7 Canal de São Sebastião	64
3.5.8 Barra do Una.....	66
3.5.9 Área de influência do Rio Itaguaré	68
3.5.10 Canal de Bertioga.....	70
3.5.11 Canal de Piaçaguera.....	72
3.5.12 Área de influência do Emissário do Guarujá.....	75
3.5.13 Área de influência do Emissário de Santos.....	77

3.5.14 Canal de Santos	79
3.5.15 Canal de São Vicente	81
3.5.16 Área de influência do emissário submarino da Praia Grande 1	83
3.5.17 Área de Influência do Rio Itanhaém	85
3.5.18 Área de Influência Rio Preto	87
3.5.19. Mar Pequeno.....	89
3.5.20 Mar de Cananeia.....	91
3.5.21 Laje de Santos.....	93
4 • Síntese da Qualidade das Águas Costeiras no Estado de São Paulo	95
4.1 Qualidade das Águas.....	95
4.1.1. Índice de qualidade de águas costeiras – IQAC	95
4.1.2 Atendimento aos padrões de qualidade de água.	97
4.1.3 Índice de Estado Trófico Costeiro - IETC.....	102
4.1.4 Qualidade microbiológica	106
4.2 Qualidade dos sedimentos	107
4.2.1 Qualidade química	107
4.2.2 Avaliação ecotoxicológica dos sedimentos.....	110
4.2.3 Qualidade microbiológica dos sedimentos.....	115
5 • Emergências Químicas e Mortandade de Peixes em Águas Costeiras.....	125
5.1 Emergências Químicas.....	125
5.2 Mortandade de Peixes na Região Costeiras	131
6 • Conclusões.....	133
7 • Referências	135

1 • Introdução

Conceitos e Legislação

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 atualmente **69 pontos fixos** distribuídos em **21** 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*. Excepcionalmente, no ano de 2020, foi realizada apenas uma campanha anual.

1.1 Qualidade da Água

A qualidade das águas costeiras é regida principalmente por dois instrumentos legais: a Resolução do Conama nº 357/2005, que define as classes de água, seus usos e padrões de qualidade para os principais poluentes e a Resolução do Conama nº 274/2000, que trata especificamente das condições de balneabilidade. No [Apêndice B](#) 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.

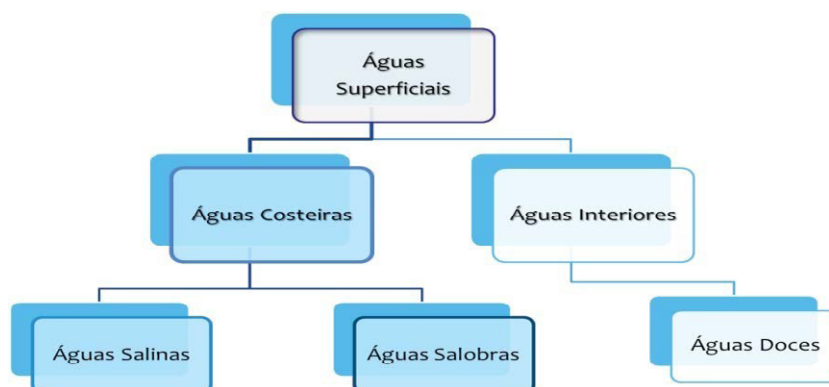
No que se referem às águas costeiras que englobam as águas salinas e salobras, os avanços foram, principalmente: a inclusão de padrões para os nutrientes, que permite a identificação de condições de eutrofização do ambiente; e o estabelecimento de quatro categorias de classes de qualidade de água (Especial,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

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

Classe 1: são águas destinadas:

- 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:

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

Classe 3: são águas destinadas:

- a. à navegação; e
- b. 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.

Figura 1.2 – Fatores que influenciam a qualidade das águas costeiras



Adapt. de Chapman, 1992

1.2 Características da Zona Costeira do Estado de São Paulo

1.2.1 Aspectos Demográficos

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

Distribuição e crescimento populacional

Todo ano, o IBGE publica uma estimativa atualizada da população no Brasil, por municípios. Por ser uma estimativa pode apresentar diferenças em relação à população real, contudo, é o valor utilizado para o cálculo de indicadores socioeconômicos e demográficos nos anos em que não são realizados os censos. 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%.

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

Região	População	%
Litoral Norte	341.132	15,9
Baixada Santista	1.750.080	81,5
Litoral Sul*	54.892	2,6

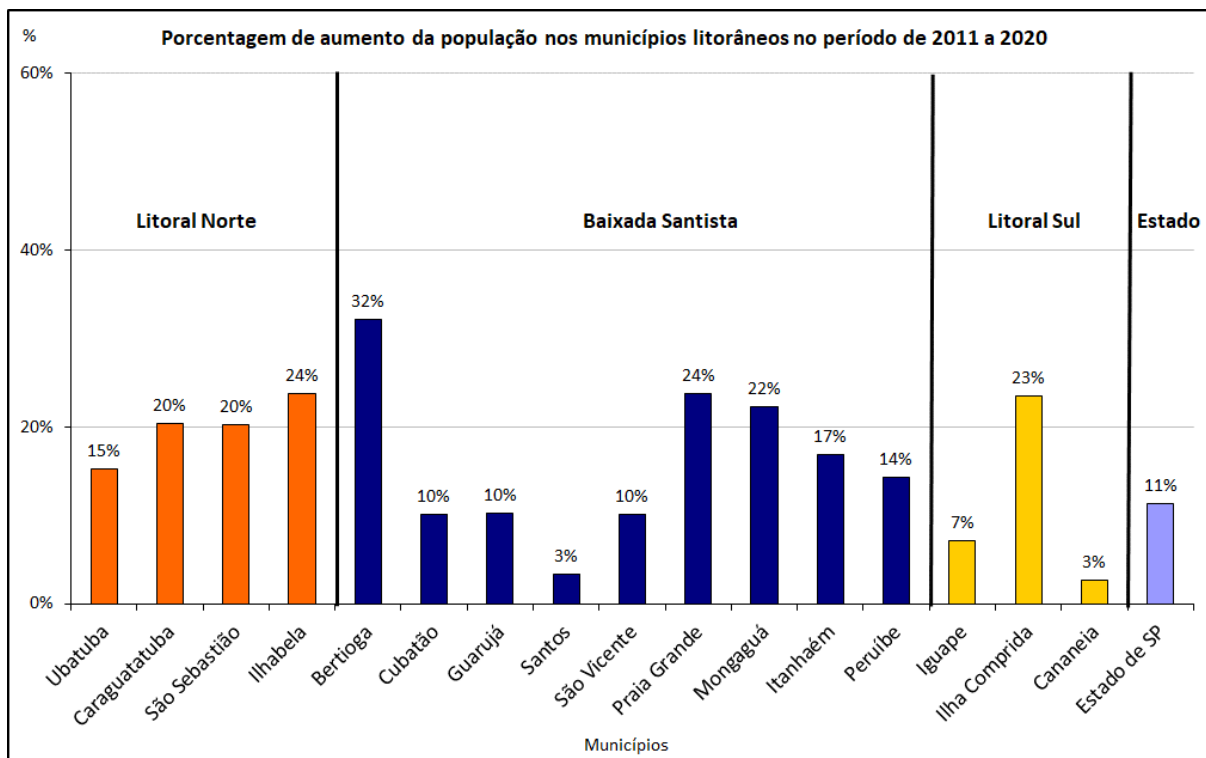
*Iguape, Ilha Comprida e Cananeia

Os dados populacionais divulgados mostram que no litoral de São Paulo 7 dos 16 municípios apresentam crescimento populacional igual ou superior a 20% no período entre 2011 e 2020. 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 (32%), Ilhabela (24%). Os municípios com menores taxas de crescimento são Santos e Cananeia (ambos com 3%). 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 2011, 2020 e a taxa de crescimento no período. Para mais informações sobre o litoral de São Paulo, ver [Apêndice A](#).

Tabela 1.3 – Crescimento populacional no período entre 2011 e 2020

	Município	Estimativa populacional		Aumento absoluto (no habitantes)	Crescimento no período
		2011	2020		
Litoral Norte	Ubatuba	79.717	91.824	12.107	15%
	Caraguatatuba	102.522	123.389	20.867	20%
	São Sebastião	75.163	90.328	15.165	20%
	Ilhabela	28.761	35.591	6.830	24%
Baixada Santista	Bertioga	48.996	64.723	15.727	32%
	Cubatão	119.519	131.626	12.107	10%
	Guarujá	292.743	322.750	30.007	10%
	Santos	419.509	433.656	14.147	3%
	São Vicente	334.663	368.355	33.692	10%
	Praia Grande	267.306	330.845	63.539	24%
	Mongaguá	47.152	57.648	10.496	22%
	Itanhaém	88.213	103.102	14.889	17%
	Peruíbe	60.412	69.001	8.589	14%
	Iguape	28.950	30.989	2.039	7%
	Ilha Comprida	9.203	11.362	2.159	23%
	Cananeia	12.220	12.541	321	3%
	Estado de São Paulo	41.586.892	46.289.333	4.702.441	11%

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

Gráfico 1.3 – Aumento populacional baseado nas contagens populacionais oficiais de 2011 e 2020

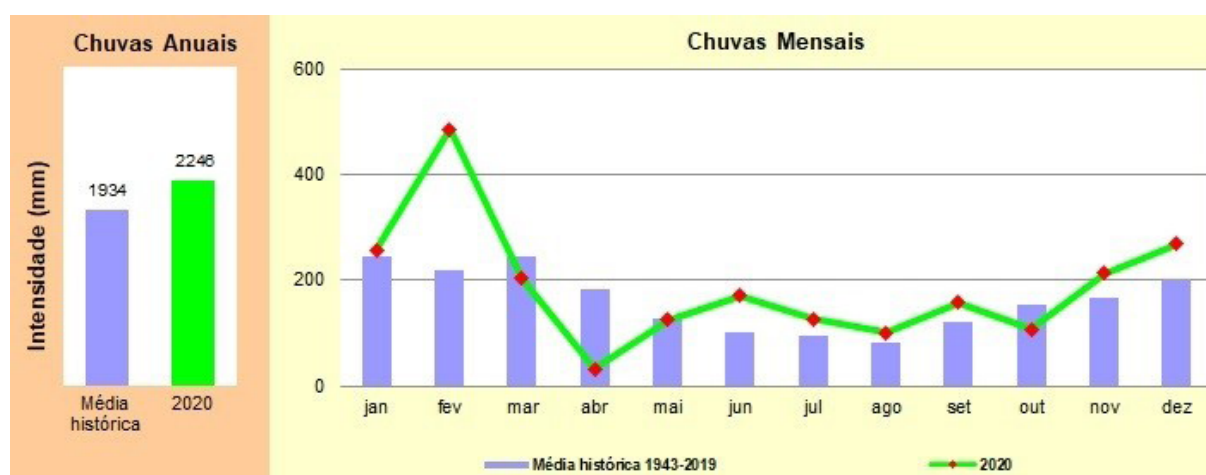
Fonte: http://www.ibge.gov.br/home/estatistica_tcu.shtm (consultado em 28/08/2020)

1.2.2 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 2020 comparadas à média histórica (1993-2016). É possível observar que o volume anual foi superior à média nas três regiões litorâneas, com destaque para os meses de fevereiro e junho.

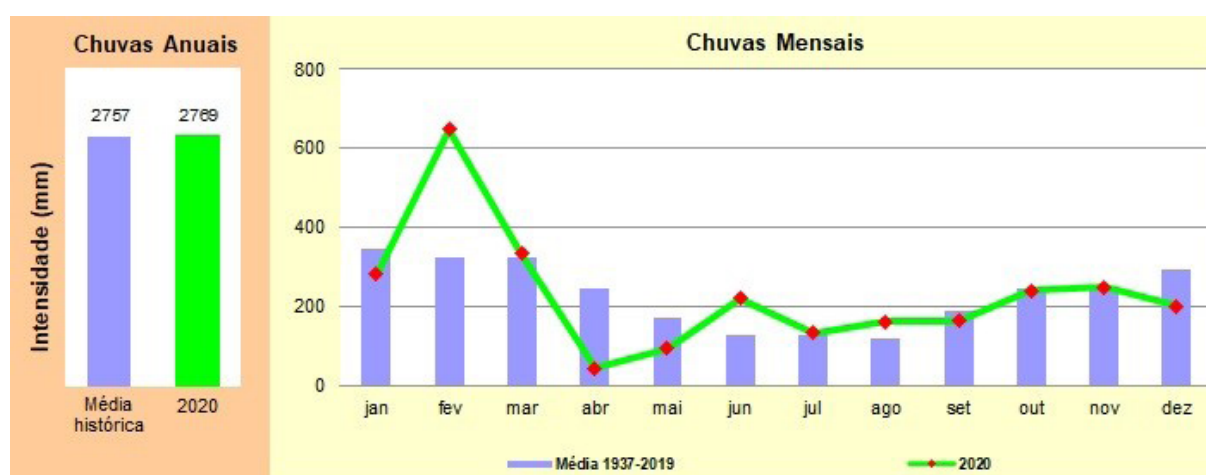
No Litoral Norte o volume anual de chuva de 2020, comparado com a média histórica, apresentou um pequeno aumento (16%). Nota-se que em fevereiro, junho, julho, agosto, setembro, novembro e dezembro choveu acima da média histórica, com destaque para fevereiro, com cerca do dobro da média (Gráficos 1.4).

Gráfico 1.4 – Intensidades de chuva mensais e anuais na UGRHI 3 – Litoral Norte em 2020



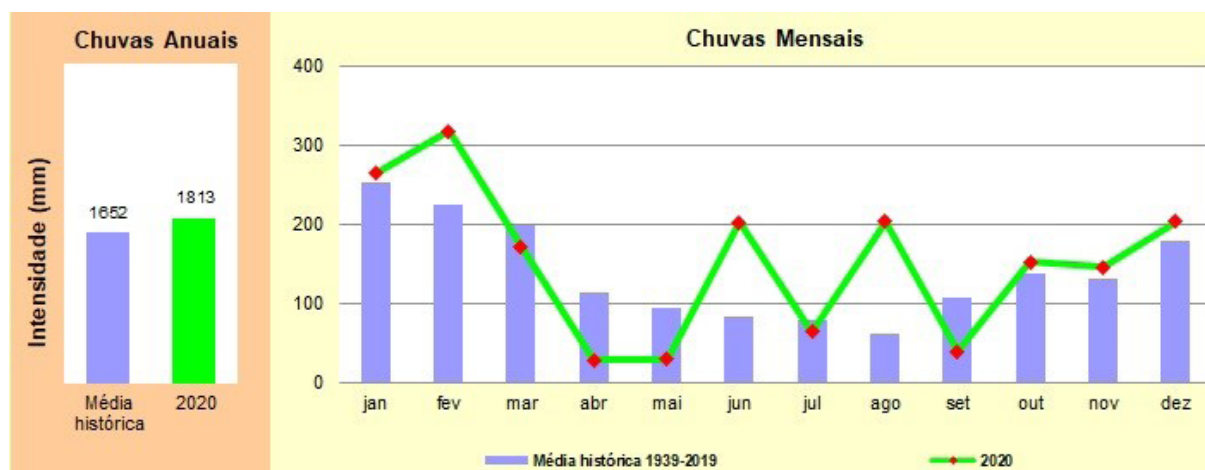
Na Baixada Santista o volume anual de 2020 foi praticamente igual à média histórica. No primeiro semestre destaca-se o mês de fevereiro com mais de 200 mm de chuva acima da média. De um modo geral, os meses do segundo semestre foram bastante parecidos com a média histórica para cada mês (Gráfico 1.5).

Gráfico 1.5 – Intensidades de chuva mensais e anuais na UGRHI 7 – Baixada Santista em 2020



O Gráfico 1.6 da UGRHI 11 mostra o total acumulado anual 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. É possível observar que os meses de fevereiro, junho e agosto apresentaram acumulados acima da média histórica mensal.

Gráfico 1.6 – Intensidades de chuva mensais e anuais na UGRHI 11 – Ribeira de Iguape/Litoral Sul em 2020



Considerando-se as três UGRHs, verifica-se que choveu um pouco a mais que as médias históricas em alguns meses, com destaque para fevereiro e junho em todas as regiões, contudo, na maioria dos meses a precipitação foi semelhante à média histórica. O mês de abril foi o mais seco nas três regiões.

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 de 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.

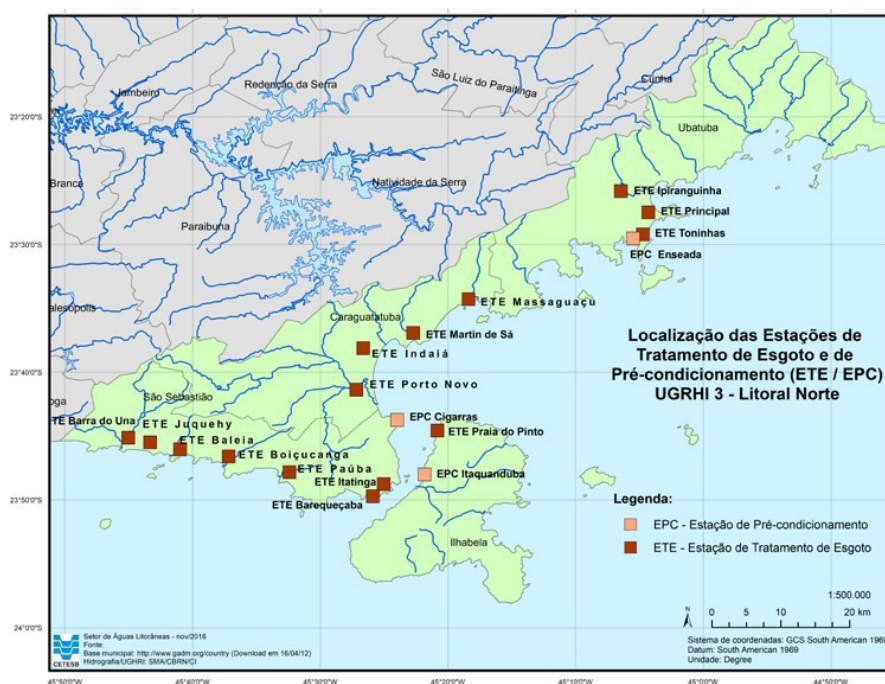
Há dois tipos principais de destinação do esgoto sanitário coletado no litoral de São Paulo: as ETEs (estações de tratamento de esgoto), cujo efluente tratado é lançado em corpos-d'água na região; e o sistema de disposição oceânica composto pelas EPCs (estações de condicionamento), cujo efluente após 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 1.1, 1.2 e 1.3).

Tabela 1.4 – ETEs e EPCs em funcionamento no Litoral Paulista

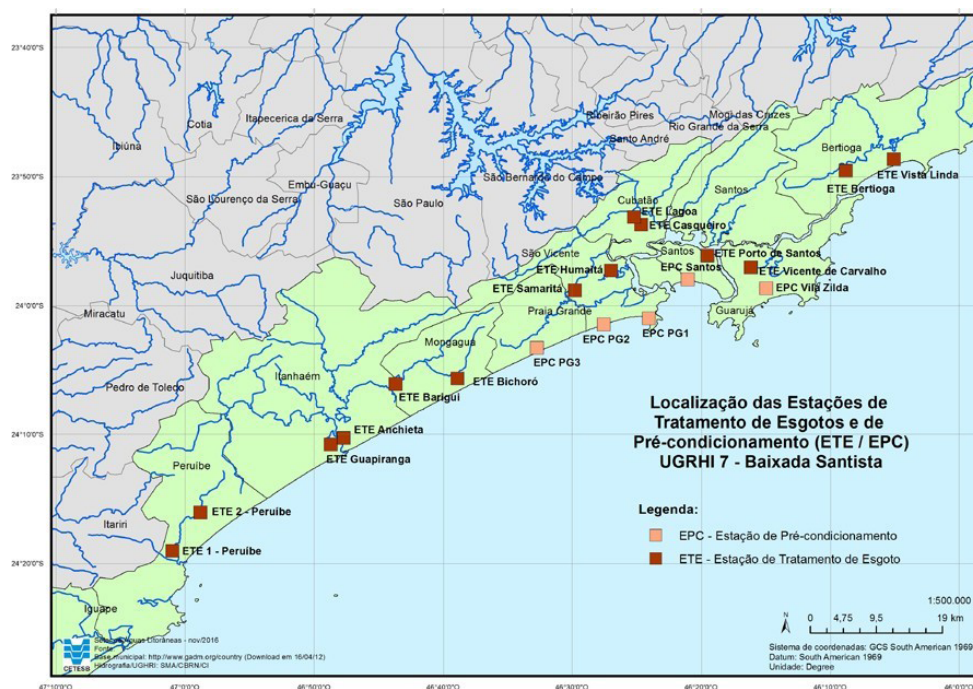
Litoral Norte		Baixada Santista		Litoral Sul	
Município	ETE / EPC	Município	ETE / EPC	Município	ETE / EPC
Ubatuba	Taquaral (CDHU)	Bertioga	Vista Linda	Iguape	Iguape
	Ipiranguinha		Bertioga		Barra da Ribeira
	Principal	Cubatão	Casqueiro	Ilha Comprida	Ilha Comprida 1
	Enseada (EPC + emissário)		Lagoa		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		Caicara (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 acondicionamento e segue para emissário submarino

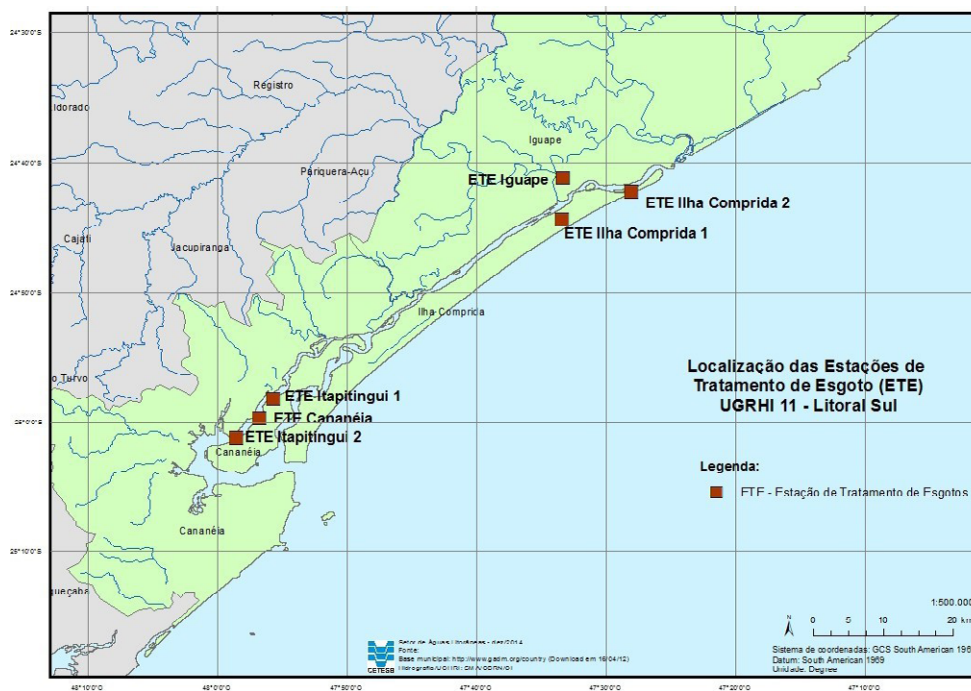
A ETE Porto de Santos é administrada por empresa privada

Mapa 1.1 – ETEs e EPCs em funcionamento no Litoral Norte

Mapa 1.2 – ETEs e EPCs em funcionamento na Baixada Santista



Mapa 1.3 – 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. Desde 2019, a CETESB vem utilizando para os municípios litorâneos:

- um ICTEM específico - $ICTEM_{ES}$ - para a população atendida por sistemas de disposição oceânica, compostos por EPCs e Emissários Submarinos;
- e o ICTEM tradicional - $ICTEM_{ETE}$ - para a população atendida por sistemas de tratamento, que utilizam Estações de Tratamento de Esgotos.

Na Tabela 1.5, são apresentados, 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 $ICTEM_{ES}$ leva em consideração a eficiência de remoção dos sólidos suspensos nas EPCs, cujos padrões são disciplinados pela Resolução CONAMA nº 430/2011, além do destino adequado dos resíduos gerados nesse tipo de tratamento e 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 $ICTEM_{ES}$ 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, o atendimento à legislação quanto à eficiência de remoção dos poluentes e os padrões de qualidade do corpo receptor.

A Tabela 1.6 (A e B) apresenta o cálculo dos dois subindicadores: $ICTEM_{ETE}$ e do $ICTEM_{ES}$, que compõem o ICTEM para os municípios litorâneos. Mantém-se o maior peso para a eficiência de remoção de carga orgânica, nos dois subindicadores, 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 (2020) ¹		Atendimento (%) ²		Carga Poluidora (kg DBO/dia)			ICTEM	Corpo Receptor
		Total	Urbana	Coleta	Tratamento	Potencial	Removida	Remanescente		
3	Ubatuba	91.824	89.598	34,0%	99,0%	4.838	n.d	n.d	4,5	Rios Diversos / Mar
	Caraguatatuba	123.389	119.170	78,0%	100,0%	6.435	4.517	1.918	7,5	Rios Diversos
	São Sebastião	90.328	89.309	44,0%	96,0%	4.823	n.d	n.d	5,1	Rios Diversos / Mar
	Ilhabela	35.591	35.346	39,4%	4,0%	1.909	n.d	n.d	2,4	Rios Diversos / Mar
Sub-total	4 municípios	341.132	333.423	52,9%	48,4%	-	-	-	-	-
7	Bertioga	64.723	63.697	34,0%	100,0%	3.440	1.053	2.387	4,3	Rio Itapanhaú
	Guarujá	322.750	322.693	70,0%	25,0%	17.425	n.d	n.d	4,1	Enseada/ Est. de Santos
	Cubatão	131.626	131.626	51,0%	100,0%	7.108	3.262	3.845	5,9	Rio Cubatão
	Santos	433.656	433.332	97,0%	n.d	23.400	n.d	n.d	3,3	Baía de Santos e Canal S.Jorge
	São Vicente	368.355	367.655	79,0%	19,6%	19.853	2.767	17.087	3,8	Humaitá, R. Mariana, Samaritá, R.Branco; Insular, Est.de Santos
	Praia Grande	330.845	330.845	78,0%	n.d	17.866	n.d	n.d	3,5	Mar
	Mongaguá	57.648	57.397	82,0%	90,0%	3.099	2.059	1.041	7,1	Mar
	Itanhaém	103.102	102.137	48,0%	100,0%	5.515	2.383	3.133	5,0	Rios Poço, Itanhaém e Curitiba
	Peruíbe	69.001	68.230	81,0%	100,0%	3.684	2.388	1.297	6,5	Rio Preto
Sub-total	9 Municípios	1.881.706	1.877.611	76,4%	18,6%	-	-	-	-	-
11	Iguape	30.989	26.535	57,0%	100,0%	1.433	735	698	5,5	R. Ribeira de Iguape
	Ilha Comprida	11.362	11.362	44,0%	100,0%	614	243	371	5,1	Rio Candapuí
	Cananeia	12.541	10.705	78,0%	100,0%	578	361	217	6,8	Mar Pequeno
Sub-total	3 Municípios	54.892	48.602	58,6%	58,6%	-	-	-	-	-
Total	16	2.277.730	2.259.636	72,6%	23,8%	-	-	-	-	-

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

2- Fonte: Setor de Planejamento Estatístico - CETESB

nd: não determinado uma vez que para município com sistema de emissário submarino precedido de EPC não existe atribuição legal para redução de matéria orgânica.

Dos 16 municípios costeiros, nove apresentaram ICTEM acima ou igual a 5,0, de acordo com o novo ICTEM. No Litoral Norte, o município de Caraguatatuba apresentou o maior ICTEM da região e do litoral paulista (7,5). Na Baixada Santista, o município de Mongaguá apresentou o maior ICTEM (7,1). Por outro lado, os municípios de Ilhabela, Santos e Praia Grande são os que possuem os menores ICTEM do litoral paulista (3,3), em razão principalmente do tipo de destinação por meio de emissário submarino precedido de EPC. A média de porcentagem de coleta nos municípios litorâneos está em torno de 62%, variando de 34% em Ubatuba e Bertioga a 97% em Santos. No Mapa 1.5, é possível observar a distribuição dos percentuais de coleta de esgoto nos municípios litorâneos.

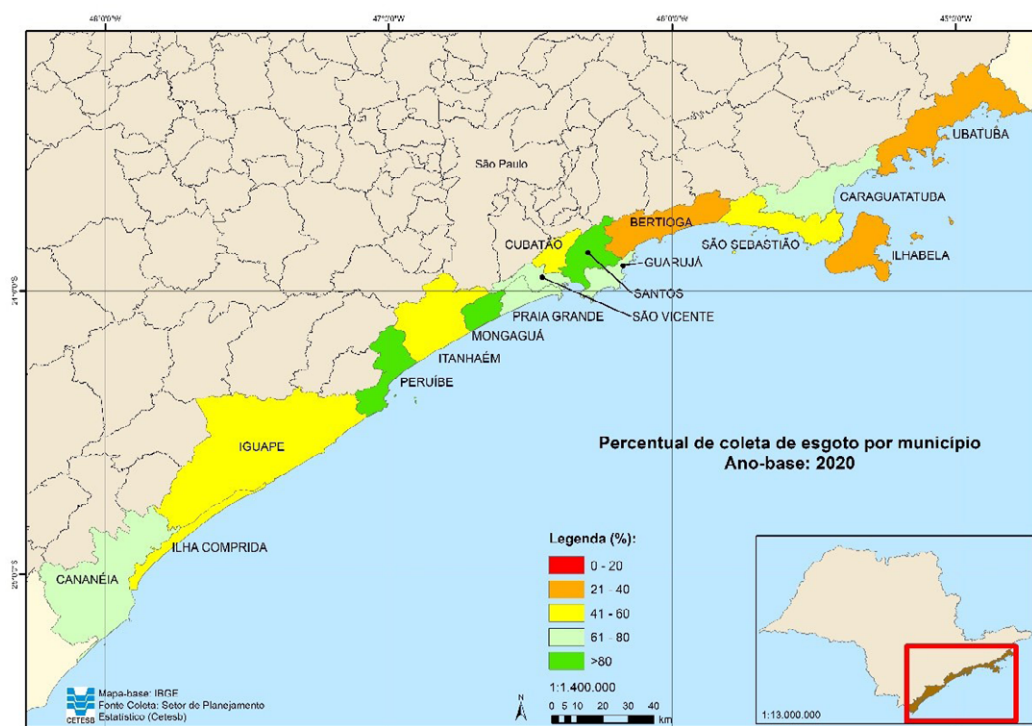
Há ainda outras questões que devem ser consideradas no que se refere ao saneamento básico no litoral. Uma delas é a insuficiência de conexão da população à rede coletora existente, principalmente, aquelas de baixa renda que afetam os resultados decorrentes dos investimentos em saneamento realizados nos últimos anos. 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 2020, foi dada continuidade às obras lineares nos municípios de Praia Grande, Mongaguá, São Vicente e Itanhaém, iniciadas em 2019. Esse programa avança com a meta de universalização do atendimento em esgotamento sanitário dos municípios da Baixada Santista e Litoral Norte.

Outro grande problema na 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 e das águas costeiras. 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



2 • Metodologia

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.

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 (15 áreas) e salobras ou estuarinas (6 áreas). Para maiores detalhes da Rede de monitoramento, ver [Apêndice C](#).

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.

Ressalta-se que em razão da pandemia da COVID-19, em 2020, foi realizada apenas uma campanha de amostragem em cada uma das áreas monitoradas.

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, onde é realizado o perfil da coluna de água com medições contínuas utilizando-se uma sonda multiparâmetros. Essa sonda possui sensores capazes de medir e de fornecer resultados ao entrar em contato com a água, registrando resultados das seguintes variáveis: oxigênio dissolvido, temperatura, pH, condutividade, turbidez, profundidade, cloreto, salinidade, clorofila *a*, sólidos totais dissolvidos e potencial redox. Ela realiza, portanto, um perfil de qualidade ao longo da coluna de água registrando os dados em intervalos que podem ser definidos de acordo com os objetivos do estudo.

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 e Fitoplâncton	
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, a emissão de luminescência pela bactéria 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. Vários grupos de substâncias são tóxicos para o *V. fischeri*, dentre elas metais, fenóis, benzeno e seus derivados, hidrocarbonetos aromáticos policíclicos, praguicidas, antibióticos, compostos clorados etc.

2.1.3 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.

2.1.4 Qualidade dos sedimentos

Devido à sua natureza dinâmica, amostras de água das regiões marinhas podem não refletir o nível de poluição real do ambiente. Os poluentes podem sofrer diluição devido à quantidade de água ou mesmo serem deslocados pelas correntes marinhas, o que dificulta sua determinação. Dessa forma, o sedimento passa a ter papel importante na análise da qualidade desses ambientes, pois retém parte dos possíveis poluentes da região podendo inclusive fornecer um histórico da região em suas camadas menos superficiais.

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

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>	

2.1.4.1 Critérios de qualidade para sedimentos

Como não existem padrões de qualidade para sedimentos na legislação brasileira, os resultados de metais e hidrocarbonetos policíclicos aromáticos foram comparados com os critérios de qualidade estabelecidos pela Legislação Canadense (CCME, 2002). Esse guia estabelece dois tipos de valores limites para substâncias tóxicas, um para o efeito limiar (ISQG ou TEL – Threshold Effect Level) e outro, acima do qual, são observados efeitos

severos (PEL – Probable Effect Level). Com relação aos nutrientes, a CETESB adota os valores de referência descritos na Tabela 2.3, por serem mais representativos da qualidade ambiental do sedimento e não valores de alerta para material de dragagem, como os estabelecidos na Resolução CONAMA no. 454/2011."

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

	ÁGUAS SALINAS	ÁGUAS SALOBRAS
NUTRIENTE	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

2.2.4 Índice de qualidade de águas costeiras (IQAC)

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

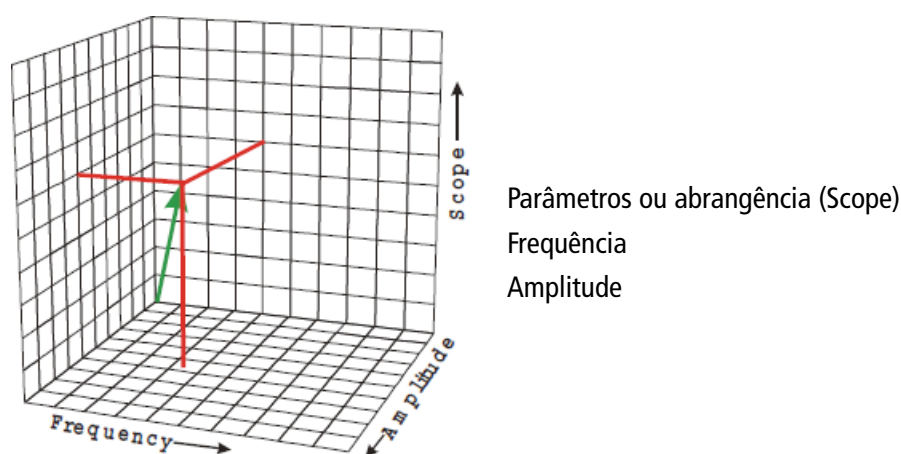
Com esse objetivo a CETESB adotou o Índice de Qualidade elaborado pelo *Canadian Council of Ministers of the Environment* - CCME, pois se trata de uma ferramenta devidamente testada e validada com base estatística e aplicável também para águas salinas e salobras.

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 quatro valores obtidos em um ano. Usualmente, o índice é calculado para cada ponto de amostragem utilizando-se os resultados obtidos nas três profundidades em duas campanhas, totalizando seis 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). É importante aqui reiterar que em 2020 foram realizadas apenas uma campanha para cada área, não sendo possível calcular esse índice por ponto, mas sim por área..

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. O cálculo detalhado do índice e as equações empregadas encontram-se descritos no [Apêndice D](#).

Figura 2.1 – Modelo conceitual do índice



- F1: Abrangência: Parâmetros Desconformes:** esse fator avalia o número de parâmetros que apresentam não conformidades.
- F2: Frequência de desconformidade:** esse fator avalia a quantidade de ocorrências de não conformidades como um todo.
- F3: Amplitude da desconformidade:** esse fator avalia a amplitude das não conformidades, ou seja, o quanto elas se distanciam do padrão legal.

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*	µg/L	2,5	10
Enterococos	UFC/100mL	100	100
Coliformes termotolerantes	UFC/100mL	1.000	1.000

* o padrão utilizado para Clorofila a é o limite máximo para classe Mesotrófica estabelecido pelo IETC.

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

2.2.5 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).

Também foram observadas outras classificações propostas na literatura internacional: Hakanson (1994 apud Smith *et al.* 1999 para as águas marinhas e Bricker *et al.* (2003) para as águas estuarinas. [Apêndice D](#)

IETC adotado para ambientes marinhos

Tabela 2.6 – 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 adotado para ambientes estuarinos

Tabela 2.7 – 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.

Para mais detalhes sobre os índices de qualidade de águas, ver [Apêndice D](#).

2.3 Índices de Qualidade de Sedimento

2.3.1 Índice de qualidade ecotoxicológica do sedimento

Os ensaios ecotoxicológicos com as amostras de sedimento da Rede Costeira foram realizados em duas etapas. No primeiro semestre foram analisadas as amostras de sedimento do Canal de São Sebastião, Rio Itanhaém, Emissário do Guarujá, Rio Peruíbe e Baía de Caraguatatuba. No segundo semestre foram analisadas as amostras de Picinguaba, Baía de Itaguá, Emissário de Santos, Emissário Praia Grande 1, Barra do Una, Rio Itaguaré, Tabatinga, Cocanha, Saco da Ribeira, Mar de Cananeia e Mar Pequeno. As amostras dos canais de Santos, Bertioxa, São Vicente e Piaçaguera foram canceladas.

Essas amostras 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).

A Tabela 2.8 apresenta as faixas de classificação para os resultados ecotoxicológicos, onde as amostras que não apresentam diferença significativa em relação ao controle, ou seja, ausência de toxicidade são classificadas como Ótimas. Por outro lado, nas amostras com 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 Bertioga), a qualidade dos compartimentos água e sedimento nessas regiões e a presença de descargas de esgoto doméstico. Essa análise associada ao conjunto de resultados de vários anos de monitoramento permitiu construir a proposta de classificação (Tabela 2.9).

Tabela 2.9 – 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

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 E](#).

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. Esse índice (IQAC) utiliza nove parâmetros e 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. Como foi realizada apenas uma campanha de amostragem em 2020, ao invés de duas, o cálculo por ponto não foi possível, sendo realizado por área em razão da pandemia levando em conta todas as amostras de todos os pontos.

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

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

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.

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.

No ano de 2019 foi realizada uma amostragem em caráter de teste na região da Laje de Santos, cerca de 42 km da Baía de Santos com o auxílio logístico da Fundação Florestal. O intuito de uma amostragem na área é obter resultados de uma unidade de conservação marinha, afastada de influências antrópicas. Em 2020, o Parque Estadual Marinho da Laje de Santos foi incluído na rede de monitoramento.

Problemas operacionais tanto em laboratório quanto em campo podem impossibilitar alguma determinação ou gerar alguma restrição analítica quanto aos resultados e a pandemia inviabilizou a realização das duas coletas em 2020 como observado na descrição do índice. A seguir são apresentadas considerações referentes às coletas e aos resultados analíticos das amostras de água e sedimento da rede costeira obtidas. Não foram realizadas as determinações de fósforo total nos canais do Estuário de Santos e São Vicente e na foz dos rios Itanhaém e Preto.

Amostras de água:

O limite de quantificação (LQ) da maior parte das análises para o fósforo total e o grupo dos metais (exceto boro) foi superior aos padrões legais.

No caso dos metais não se pode considerar um limite maior em virtude de o potencial tóxico aumentar muito mesmo 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. Como observado anteriormente, em razão de ter sido efetivada uma única campanha, o cálculo para 2020 foi realizado por área e não por ponto. Além disso, como o limite de quantificação das análises do Fósforo Total, esteve acima do padrão de qualidade, esse parâmetro não foi incluído no cálculo do índice.

Os resultados do índice para cada uma das 21 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 das áreas monitoradas na Rede Costeira de acordo com o IQAC – 2020

Classificação do IQAC 2020	Valor	% de não conformidade por parâmetro
Local amostragem		
Picinguaba	92	OD (11%)
Baía de Itaguá	99	
Saco da Ribeira	99	
Tabatinga	92	Clorofila (33%)
Cocanha	99	
Baía de Caraguatatuba	92	OD (22%)
Canal de São Sebastião	83	OD (53%), Clorofila (20%), Fósforo Total (7%)
Barra do Una	83	OD (22%), Clorofila (50%)
Rio Itaguaré	83	OD (22%), Enterococos (11%)
Laje de Santos	99	
Canal de Bertiooga	83	OD (78%), COT (67%)
Canal de Santos	59	OD (100%), COT (11%), N Amoniacal (22%), Enterococos (100%)
Canal de Piaçaguera	67	OD (56%), COT (67%), N Amoniacal (67%), Clorofila (50%)
Canal de São Vicente	58	OD (78%), COT (56%), N Amoniacal (44%), Enterococos (56%), Clorofila (50%)
Emissário Guarujá	67	OD (33%), Clorofila (13%), Enterococos (67%), Fósforo Total (22%)
Emissário Santos	83	Enterococos (25%), Clorofila (100%)
Emissário Praia Grande I	75	OD (33%), Enterococos (33%), Clorofila (86%)
Rio Itanhaém	75	OD (11%), COT (33%), Clorofila (50%)
Rio Preto	83	OD (60%), Clorofila (100%)
Mar Pequeno	92	Clorofila (50%), Fósforo Total (44%)
Mar Cananeia	92	COT (44%)

Legenda:

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

3.2 IETC - Índice de Estado Trófico

Para avaliação da condição trófica, em 2020, foram monitoradas 21 áreas, nas quais foram coletadas amostras para a determinação de clorofila *a* em duas profundidades (superfície e meio) em todos os pontos de amostragem, excepcionalmente neste ano, foi realizada apenas uma campanha anual, ao invés de duas. 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, e as suas médias anuais, além das respectivas classificações pelo IETC.

Tabela 3.2 – Valores médios de clorofila *a* (µg/L) e suas classificações nos pontos monitorados de acordo com o Índice de Estado Trófico Costeiro (IETC) - Campanha única - 2020

Local	Ponto	CAMPANHA ÚNICA					MÉDIA ANUAL
		1	2	3	4	5	
Picinguaba		0,67	0,70	0,56			0,64
Baía de Itaguá		1,69	1,45	0,96			1,37
Saco da Ribeira		1,39	1,09	0,94			1,14
Tabatinga		2,89	2,26	2,16			2,43
Cocanha		1,41	1,51	1,74			1,55
Baía de Caraguatatuba		0,82	1,22	0,85			0,96
Canal de São Sebastião		<0,56	1,07	1,00	1,28	4,42	1,67
Barra do Una		1,87	2,86	2,68			2,47
Rio Itaguaré		0,83	1,08	0,56			0,82
*Canal de Bertioga		5,68	5,95	5,78			5,80
Emissário do Guarujá		0,82	2,02	1,53	1,51		1,47
Laje de Santos		<0,56	<0,56	<0,56			<0,56
*Canal de Santos		3,43	2,71	2,94			3,03
Emissário de Santos		2,67	3,77	4,55	2,98		3,49
*Canal de Piaçaguera		9,76	10,63	4,50			8,30
*Canal de São Vicente		9,36	14,53	11,51			11,80
Emissário de Praia Grande - 1		3,84	3,83	3,21	2,28		3,29
Rio Itanhaém		1,14	2,86	2,14			2,05
Rio Preto		8,32	8,02	12,77			9,70
*Mar Pequeno		10,96	8,02	12,16			10,38
*Mar de Cananeia		8,33	8,30	5,39			7,34

* Ambientes estuarinos

Estado Trófico	Mar Clorofila <i>a</i> µg/L	Estuário Clorofila <i>a</i> µg/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

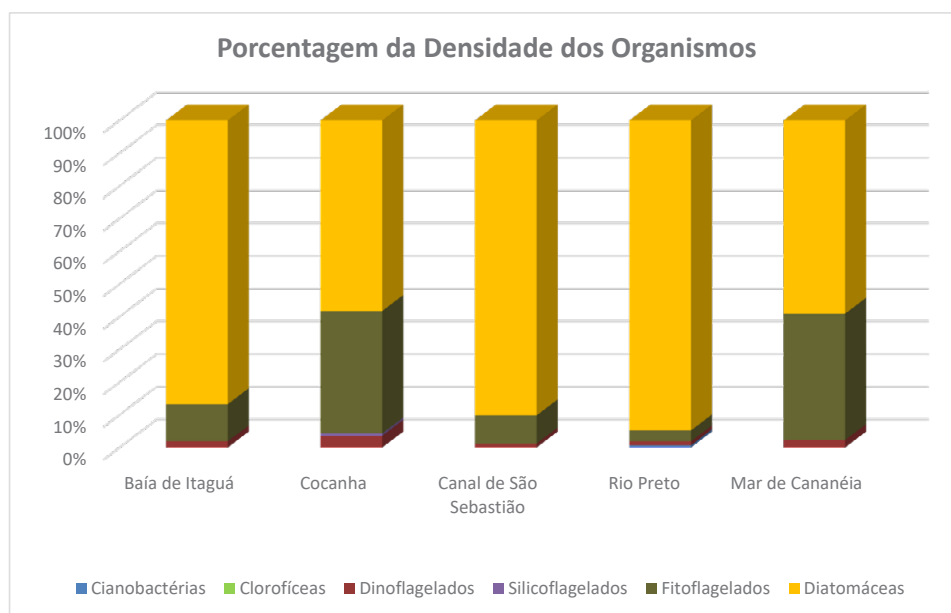
O monitoramento das microalgas em amostras de água bruta da rede costeira foi iniciado em 2017 devido à crescente ocorrência de florações, sendo estabelecidos cinco pontos no litoral paulista: na Baía de Itaguá, em Ubatuba (BIRC 11011); na praia da Cocanha, em Caraguatatuba (CORC 11011); no Canal de São Sebastião (SSRC 11051); na área de influência da foz do Rio Preto, em Peruíbe (PERC 11041) e no Mar de Cananeia (MCRC 21031).

Esses locais foram selecionados por serem 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, dar início às medidas preventivas para proteção da saúde pública.

Em 2020, por conta da pandemia de Coronavírus, a frequência foi limitada a uma amostragem em cada ponto durante o ano, conforme já apontado anteriormente. As amostragens foram realizadas em superfície, sendo efetuadas análises quantitativas (identificação e quantificação do número de organismos na amostra de água bruta) e qualitativas (identificação, com busca ativa de organismos nocivos na 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, principalmente nos pontos situados em Cocanha e no Mar de Cananeia (Gráfico 3.1).

Gráfico 3.1 – Porcentagem da densidade de organismos fitoplanctônicos por grupos nos pontos amostrados em 2020



A predominância de diatomáceas é esperada em ambientes marinhos, pois constituem o grupo mais abundante do fitoplâncton marinho, contribuindo com até 40% da produção de matéria orgânica dos oceanos (OBATA *et al.*, 2013). A principal característica dos organismos desse grupo é a parede celular composta de sílica polimerizada. Eles apresentam alta resistência física e química, sendo bem-sucedidos ecologicamente (ALMEIDA *et al.*, 2020).

O grupo dos fitoflagelados apresenta vantagens em relação aos demais membros da comunidade fitoplanctônica devido a sua ampla diversidade de tamanhos, formas e necessidades fisiológicas. Os fitoflagelados de dimensões diminutas têm ainda a vantagem de necessitar menor quantidade de nutrientes para sobreviver (AIDAR, *et al.*, 1993). A mixotrofia, capacidade de realizar fotossíntese, mas também de obter alimento no meio, é outra vantagem ecológica importante desse grupo e que necessita de mais estudos para uma compreensão mais robusta de como esse processo afeta a cadeia trófica como um todo (ANDERSON *et al.*, 2018).

A maior densidade de organismos foi obtida no ponto situado na Baixada Santista, em Peruíbe, no Rio Preto (1.182.000 org.L⁻¹ ; Quadro 3.1). Em 2019, esse ponto também apresentou os maiores valores de densidades tanto na campanha do 1º período (janeiro a junho) como do 2º período (julho a dezembro).

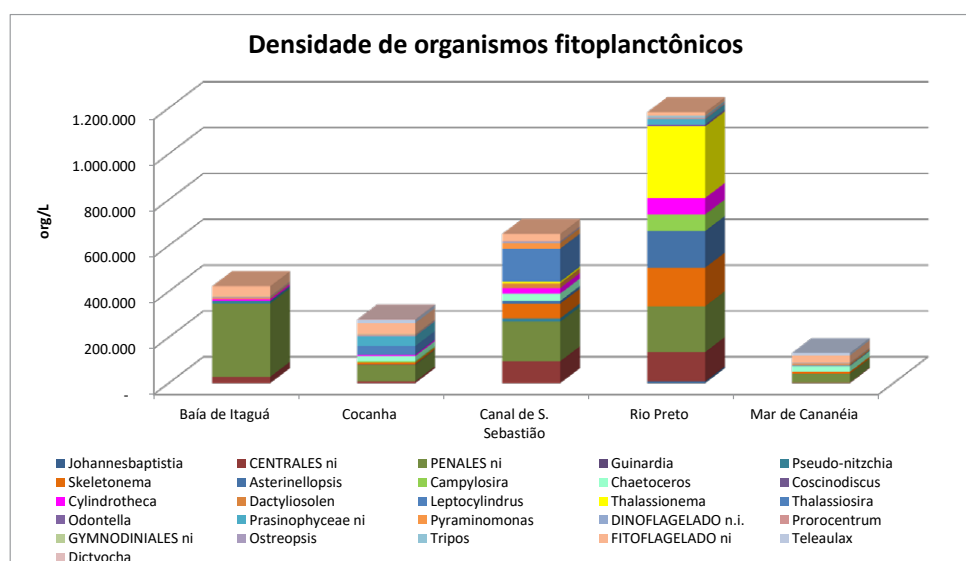
Quadro 3.1 – Densidade total de organismos fitoplanctônicos por ponto. Comparação entre 2019 e 2020

Municípios	Ubatuba		Caraguatatuba		São Sebastião		Peruíbe		Cananéia	
Ponto	Baía de Itaguá		Cocanha		São Sebastião - canal		Rio Preto		Cananeia - mar	
Data	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
total (org/L)	399.000	152.000	316.000	783.000	355.000	295.000	612.000	2.507.000	330.000	977.000
Data		30.09.2020		25.08.2020	12.02.2020		04.03.2020			16.09.2020
total (org/L)		423.000		278.000	651.000		1.182.000			132.000

De modo geral, organismos pertencentes ao grupo das diatomáceas penadas se destacaram em abundância em todos os pontos. Esses organismos não foram identificados em níveis infragenéricos devido à complexidade de sua identificação, que necessita a observação de estruturas e ornamentações das carapaças.

No ponto onde foram observadas as maiores densidades da comunidade (Rio Preto), 26% da densidade total pertence ao gênero *Thalassionema* (Gráfico 3.2). Fato também observado em 2019 no mês de outubro.

Gráfico 3.2 – Densidades de organismos fitoplanctônicos nos pontos amostrados em 2020



Organismos do gênero *Thalassionema* não são considerados tóxicos nem nocivos (PROCOPIAK *et al.*, 2006). Em estudo realizado por Tedesco (2006) esse gênero esteve associado a alta intensidade de ventos e elevada salinidade.

Organismos potencialmente tóxicos

Como já apontado a análise qualitativa foi realizada com o intuito de realizar uma busca da presença de organismos potencialmente produtores de biotoxinas. A presença desses organismos nos diferentes pontos consta do Quadro 3.2. Em alguns casos foi possível também sua quantificação na amostra bruta.

Quadro 3.2 – Presença de microalgas potencialmente produtoras de biotoxinas nas análises qualitativas em 2020

	Baía de Itaguá	Cocanha	Canal de São Sebastião	Rio Preto	Mar de Cananeia
Data da coleta	30.09.2020	25.06.2019	12.02.2020	04.03.2020	16.09.2020
DIATOMÁCEA					
<i>Pseudo-nitzschia spp</i>	X	X	X	-	-
DINOFLAGELADO					
<i>Dynophysis</i>	-	X	X	-	X
<i>Prorocentrum</i>	X	X	X	X	X

Nota: X: presença / - : ausência

Quando em elevadas densidades esses organismos podem causar problemas, principalmente em áreas de cultivo de moluscos destinados ao consumo humano. Os moluscos são filtradores e, ocorrendo a produção de biotoxinas, estas podem se acumular em seus tecidos. Dessa forma, se forem consumidos, poderão causar prejuízos à saúde.

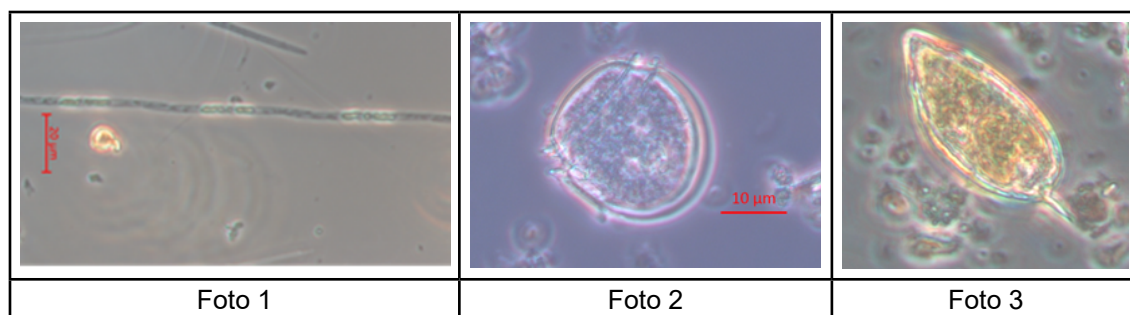
Dos organismos identificados, as diatomáceas do gênero ***Pseudo-nitzschia*** (Figura 3.1, Foto 1) são consideradas tóxicas por serem potencialmente produtoras de ácido domóico (DA), agente causador da *Amnesic Shellfish Poisoning* (ASP, ou Intoxicação Amnésica por Moluscos (TRAINER *et al.*, 2012). 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 para estabelecer a presença de risco.

De acordo com Lelong *et al.* (2012), das 37 espécies de *Pseudo-nitzschia* conhecidas, 14 foram relatadas como produtoras de ácido domóico -cDA. No entanto, nem todas as cepas são produtoras de biotoxinas, já que essa produção também varia conforme o cenário ambiental das variáveis físicas e químicas (LELONG *et al.*, 2012). Em 2020, esses organismos foram quantificados apenas na Baía de Itaguá (11.000 org.L⁻¹) e no canal de São Sebastião (15.000 org.L⁻¹).

Os dinoflagelados do gênero ***Dinophysis***, (Figura 3.1, Foto 2) também potencialmente nocivos, produtores de DSP (*Diarrhetic Shellfish Poisoning*, em português Intoxicação Diarreica por Molusco; MIOTTO & TAMANAHA, 2012), estiveram presentes em Cocanha e no Canal de São Sebastião, porém não foram quantificados em 2020. Isso significa que estavam presentes, porém, em valores muito baixos.

Os dinoflagelados do gênero ***Prorocentrum*** (Figura 3.1, Foto 3) foram encontrados em todas as amostragens qualitativas. Sua quantificação na amostra de água bruta ocorreu em todos os pontos, com valores que variaram de 3.000 a 6.000 org.L⁻¹.

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 específico 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 3.1 – Fotos dos gêneros *Pseudo-nitzschia*, *Dinophysis* e *Prorocentrum*

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

Intensificação do monitoramento

A CETESB também realiza, quando necessário, amostragens para análise da identificação e quantificação da comunidade fitoplanctônica, principalmente quando há denúncias da presença de manchas ou outros indícios de florações nas praias do litoral e em áreas de cultivo ou de extrativismo de moluscos bivalves nos locais que não integram os pontos habituais da rede costeira. Tal ação é tomada sempre que ocorre reclamação da população ou quando técnicos da CETESB encontram situações adversas nas praias durante a coleta de balneabilidade.

Em 2020, não foram realizadas amostragens intensificadas em regiões de cultivo de molusco por não ter sido registrada nenhuma ocorrência que necessitasse tal ação por parte da CETESB.

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 da Baía do Itaguá, Saco do Ribeira, Tabatinga, Cocanha, Canal de São Sebastião, Guarujá, Emissário de Santos, Emissário Praia Grande I e Rio Itanhaém. Embora acima dos valores de referência, provavelmente essa substância não estava biodisponível para causar efeito tóxico aos organismos-teste, uma vez que não foi observada toxicidade nessas amostras.

Em 2020, os ensaios ecotoxicológicos agudos com o anfípoda marinho *Grandidierella bonnieroides* foram utilizados para avaliação de 16 áreas, totalizando 65 amostras, sendo cinco no primeiro semestre e onze no segundo, conforme mencionado no item 2.3.1. A classificação ecotoxicológica das amostras de sedimento das áreas monitoradas está apresentada na Tabela 3.3, sendo que nenhuma área no litoral paulista apresentou toxicidade aguda.

Tabela 3.3 – Qualidade ecotoxicológica dos sedimentos em 2020

Regiões	Área	2020 (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 de Bertioga	*	*	*			*	*	*		
	Emissário do Guarujá										
	Emissário de Santos										
	Canal e Santos	*	*	*			*	*	*		
	Canal de São Vicente	*	*	*			*	*	*		
	Canal de Piaçaguera	*	*	*			*	*	*		
	Laje de Santos										
	Emissário de Praia Grande 1										
	Rio Itanhaém										
	Rio Preto										
Litoral Sul	Mar Pequeno										
	Mar de Cananeia										

* análise não realizada

Critérios Ecotoxicológicos:

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

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

(b) Mortalidade inferior 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.

As áreas do Litoral Norte tiveram seus sedimentos classificados como Ótimos ou Bons. As áreas do estuário de Santos apresentaram mais classificações Regulares e Ruins. Já a classificação Péssima só foi registrada nos emissários de Santos e Praia Grande e na foz do Rio Itanhaém.

Tabela 3.4 – Classificação da qualidade microbiológica dos sedimentos dos pontos da rede costeira para 2020. Baseada na concentração de Coliformes Termotolerantes (NMP/100mL) e *Clostridium perfringens* (NMP/100mL)

Campanha - 2020	PONTOS									
	1		2		3		4		5	
ÁREA	Coliformes T.	<i>Clostridium p.</i>	Coliformes T.	<i>Clostridium p.</i>	Coliformes T.	<i>Clostridium p.</i>	Coliformes T.	<i>Clostridium p.</i>	Coliformes T.	<i>Clostridium p.</i>
Picinguaba	18	790	18	230	18	130				
Baía de Itaguá	18	3.300	45	490	330	490				
Saco da Ribeira	18	4.900	18	22.000	18	33.000				
Tabatinga	18	2.300	18	1.300	20	28.000				
Cocanha	18	33.000	20	11.000	18	4.900				
Baía de Caraguatatuba	45	7.000	45	1.700	170	7.900				
Canal de São Sebastião	45	4.900	68	21.000	68	4.900	18	790	110	3300
Barra do Una	18	330	18	330	20	78				
Rio Itaguapé	18	45	18	130	18	230				
Canal de Bertioga	2.300	7.900	230	7.900	790	2.300				
Canal de Santos	2.800	17.000	490	70.000	1.700	33.000				
Canal de Piaçaguera	2.300	23.000	2.300	350.000	1.100	79.000				
Canal de São Vicente	1.300	3.300	4.900	7.900	7.900	7.000				
Emissário do Guarujá	130	22.000	490	11.000	20	17.000	2.300	22.000		
Emissário de Santos	1.400	350.000	1.100	79.000	92.000	*	230	350.000		
Emissário de Praia Grande 1	78	170.000	20	240.000	2.200	1.600.000	18	3300		
Rio Itanhaém	7.900	17.000	7.000	11.000	17.000	7.000				
Rio Preto	68	330	45	3.300	1.300	3.300				
Mar Pequeno	9.200	46.000	1.100	33.000	490	110.000				
Mar de Cananeia	20	7.900	68	460	18	3.300				
Laje de Santos	18	490	18	1.700	18	170				

* análise não realizada

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, sendo elas: Saco da Ribeira, Canal de São Sebastião, canais de Santos, São Vicente e Piaçaguera, além do emissário de Praia Grande. Nota-se o sedimento composto quase em sua totalidade por areia na região da Laje de Santos.

Tabela 3.5 – Resultados de Granulometria das 21 áreas por ponto (Continua)

Área	Ponto	(%)		
		Areia	Silte	Argila
PICINGUABA	1	80,9	10,3	8,9
	2	82,2	9,8	7,9
	3	92,4	5,7	2,0
BAÍA DE ITAGUÁ	1	43,2	39,5	17,4
	2	46,0	43,3	10,6
	3	77,6	10,4	12,1
SACO DA RIBEIRA	1	37,6	30,0	32,4
	2	24,6	30,3	45,2
	3	44,6	32,1	23,3
TABATINGA	1	96,1	3,9	0,0
	2	85,4	14,7	0,0
	3	78,9	13,8	7,3
COCANHA	1	76,6	17,4	6,1
	2	78,8	21,2	0,0
	3	96,7	3,3	0,0
B. DE CARAGUATATUBA	1	82,7	17,3	0,0
	2	71,3	28,0	0,8
	3	86,1	8,7	5,3
CANAL DE S. SEBASTIÃO	1	77,7	8,6	13,7
	2	35,1	30,1	34,8
	3	50,0	23,8	26,2
	4	81,7	13,6	4,7
	5	36,0	39,8	24,3
BARRA DO UNA	1	96,3	3,7	0,0
	2	95,5	4,5	0,0
	3	99,1	0,9	0,0
RIO ITAGUARÉ	1	97,8	2,2	0,0
	2	98,0	2,0	0,0
	3	97,8	2,2	0,0
CANAL DE BERTIOGA	1	51,9	21,5	26,7
	2	84,1	8,4	7,5
	3	89,8	6,0	4,2
CANAL DE SANTOS	1	64,4	17,2	18,4
	2	86,9	7,4	5,7
	3	18,1	33,8	48,1
CANAL DE PIAÇAGUERA	1	72,7	17,4	9,9
	2	74,1	19,2	6,7
	3	35,0	25,7	39,3
CANAL DE S. VICENTE	1	99,6	0,4	0,0
	2	99,8	0,2	0,0
	3	18,7	29,5	51,8

Tabela 3.5 – Resultados de Granulometria das 21 áreas por ponto (Conclusão)

Área	Ponto	(%)		
		Areia	Silte	Argila
LAJE DE SANTOS	1	99,1	0,9	0,0
	2	90,4	7,2	2,5
	3	99,5	0,5	0,0
EMISSÁRIO DO GUARUJÁ	1	78,8	18,5	2,7
	2	62,6	26,8	10,6
	3	65,4	24,6	10,0
	4	68,2	23,2	8,6
EMISSÁRIO DE SANTOS	1	46,6	22,4	31,0
	2	97,3	2,7	0,0
	3	89,5	7,8	2,7
	4	97,8	2,2	0,0
EMISSÁRIO DE P GRANDE	1	76,5	14,7	8,8
	2	47,8	25,0	27,2
	3	18,9	29,5	51,6
	4	97,9	2,1	0,0
RIO ITANHAÉM	1	97,7	2,4	0,0
	2	87,6	9,2	3,2
	3	96,8	3,2	0,0
RIO PRETO	1	73,5	20,2	6,3
	2	60,9	27,7	11,5
	3	64,7	27,4	7,9
MAR PEQUENO	1	95,4	3,7	0,9
	2	96,1	3,6	0,4
	3	85,8	9,5	4,8
MAR DE CANANEIA	1	82,4	9,3	8,3
	2	95,4	3,5	1,1
	3	87,0	5,7	7,3

■ 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 2020 nas 21 áreas monitoradas em apenas uma campanha. Algumas análises não foram realizadas por questões operacionais ou por impossibilidade de coleta das amostras ou dados. Os resultados de IQAC encontram-se na Tabela 3.1, no início deste capítulo.

3.5.1 Picinguaba

Qualidade da água

A área de Picinguaba apresentou apenas uma não conformidade de OD no estrato de fundo do ponto 2 com valor de 5,67 mg/L, muito próxima ao limite legal, assim, em 2020 foi classificada como Boa segundo o IQAC (Tabela 3.6). Note-se que devido ao menor número de amostras o resultado teve maior peso, mas resultados um pouco inferiores nos estratos de fundo não são incomuns, pois há menos atividade fotossintética conforme a profundidade aumenta.

Em relação à eutrofização, nos três pontos amostrados em setembro de 2020, as concentrações de clorofila *a* (Tabela 3.2) foram similares, indicando baixa trofia. Segundo o Índice de Estado Trófico Costeiro - IETC, a média anual indicou ambiente Oligotrófico, mantendo a mesma condição trófica observada nas campanhas do 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 2020	Média aritmética 2015 a 2019
Campo							
OD	mg/L	6,00	5,67	7,31	11%	6,88	7,05
pH		6,5 a 8,5	7,5	8,2	0%	8,15	8,05
Salinidade	ppt		32,8	35,5		34,53	34,34
Temperatura da Água	°C		22,6	25,1		24,10	23,38
Turbidez	UNT		1,00	1,87		1,20	2,04
Metais							
Alumínio Dissolvido	mg/L	1,50	0,5	0,5	0%	0,50	0,39
Boro Total	mg/L	5,00	4,18	4,36	0%	4,27	4,13
Cádmio Total	mg/L	0,005	0,05	0,05	n.d.	0,05	0,04
Chumbo Total	mg/L	0,01	0,10	0,10	n.d.	0,10	0,08
Cobre Dissolvido	mg/L	0,005	0,050	0,050	n.d.	0,050	0,041
Cromo Hexavalente	mg/L		0,01	0,01		0,010	0,004
Cromo Total	mg/L	0,05	0,10	0,10	n.d.	0,10	0,08
Estanho Total	mg/L		1,00	1,00		1,00	0,75
Ferro Dissolvido	mg/L	0,3	0,5	0,5	n.d.	0,50	0,39
Níquel Total	mg/L	0,025	0,10	0,10	n.d.	0,10	0,08
Zinco Total	mg/L	0,09	0,10	0,10	n.d.	0,10	0,08
Nutrientes							
Carbono Orgânico Total	mg/L	3,00	1	1,82	0%	1,37	3,22
Fósforo Total	mg/L	0,062	0,070	0,070	n.d.	0,070	0,057
Nitrogênio Amoniacal Total	mg/L	0,40	0,10	0,18	0%	0,13	0,16
Nitrogênio Kjeldahl Total	mg/L		1	1		1,00	0,75
Outros							
Clorofila <i>a</i>	µg/L	2,50	0,56	0,8	0%	0,64	0,88
Fenóis Totais	mg/L	0,06	0,003	0,003	0%	0,003	0,003
Microbiológicos							
Enterococos	UFC/100mL	100	1	3	0%	1	2

■ Médias geométricas

* Não calculado

n.d. LQ > limite legal

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 nessa área, em 2020.

A avaliação ecotoxicológica do sedimento coletado em três pontos dessa região para o ensaio agudo no segundo semestre, indicou qualidade Ótima para esse ambiente (Tabela 3.3), mantendo a mesma classificação observada nos últimos quatro anos.

Conforme o critério microbiológico, as densidades dos microrganismos indicadores de poluição fecal, coliformes termotolerantes e *Clostridium perfringens* classificaram os três pontos como Ótimos, 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		mín	máx	% NC (resultados acima de ISQG)	Média aritmética 2020	Média aritmética 2015 a 2019
Nutrientes								
Fósforo Total *	mg/kg	500		99	269	0%	178	205
Nitrogênio Kjeldahl Total *	mg/kg	1000		248	807	0%	517	365
Potencial Redox	mV			-113	15	-	-38	-44
Orgânicos								
Carbono Orgânico Total *	%	1,30		0,08	0,73	0%	0,41	0,63
Fenóis Totais	mg/kg			1,94	20,6	-	8,28	2,08
Óleos e Graxas Totais	mg/kg			350	350	-	350	388
Hidrocarbonetos Arom. Polinucleares		ISQG	PEL					
2-metilnaftaleno	µg/kg	20,20	201,00	20,00	20,00	0%	20,00	20,00
Acenafteno	µg/kg	6,71	88,90	6,00	6,00	0%	6,00	6,00
Acenaftileno	µg/kg	5,87	128	5,00	5,00	0%	5,00	5,00
Antraceno	µg/kg	46,90	245	20,00	20,00	0%	20,00	20,00
Benzo(a)antraceno	µg/kg	74,80	693	20,00	20,00	0%	20,00	20,00
Benzo(a)pireno	µg/kg	88,80	763	10,00	10,00	0%	10,00	10,00
Benzo(b)fluoranteno	µg/kg			20,00	20,00	-	20,00	20,00
Benzo(g,h,i)perileno	µg/kg			80,0	80,0	-	80,00	80,00
Benzo(k)fluoranteno	µg/kg			30,00	30,00	-	30,00	30,00
Criseno	µg/kg	108	846	20,0	20,0	0%	20,00	20,00
Dibenzo(a,h)antraceno	µg/kg	6,22	135	6,00	6,0	0%	6,00	6,00
Fenantreno	µg/kg	86,70	544	20,00	20,00	0%	20,00	20,00
Fluoranteno	µg/kg	113	1494	20,00	20,00	0%	20,00	20,00
Fluoreno	µg/kg	21,20	144	15,00	15,00	0%	15,00	15,00
Indeno(1,2,3-cd)pireno	µg/kg			20,00	20,00	-	20,00	20,00
Naftaleno	µg/kg	34,6	391	20,00	20,00	0%	20,00	20,00
Pireno	µg/kg	153	1398	20,00	20,00	0%	20,00	20,00
Metais		ISQG	PEL					
Alumínio Total	mg/kg			4217	18086	-	11289	5659
Arsênio Total	mg/kg	7,24	41,60	2,15	5,97	0%	3,80	5,86
Cádmio Total	mg/kg	0,70	4,20	0,50	0,50	0%	0,50	0,46
Chumbo Total	mg/kg	30,20	112	5,00	12,80	0%	8,22	7,50
Cobre Total	mg/kg	18,70	108	4,00	5,08	0%	4,43	4,63
Cromo Total	mg/kg	52,30	160	6,66	19,80	0%	13,49	9,33
Estanho Total	mg/kg			5,00	5,00	-	5,00	4,45
Ferro Total	mg/kg			4596	14200	-	9455	6664
Mercúrio Total	mg/kg	0,13	0,70	0,01	0,01	0%	0,01	0,01
Níquel Total	mg/kg	15,90	43	1,58	6,82	0%	3,95	3,40
Zinco Total	mg/kg	124	271	8,04	26,00	0%	16,88	12,69

* valores adotados pela CETESB, vide metodologia no capítulo 2

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

3.5.2 Baía de Itaguá

Qualidade da água

A Baía de Itaguá, considerando o IQAC, foi classificada como Ótima em 2020. Segundo o IETC, nos três pontos amostrados em setembro de 2020, as concentrações de clorofila *a* (Tabela 3.2) indicaram condições que variaram de Oligotrófica (Ponto 3) a Mesotrófica (Pontos 1 e 2), com média indicando condição Mesotrófica, mantendo a condição trófica observada na média anual do ano anterior.

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

Parâmetro	Unidade	Padrão classe 1 águas salinas Res. CONAMA nº 357/05	mín	máx	% NC	Média aritmética 2020	Média aritmética 2015 a 2019
Campo							
OD	mg/L	6,00	6,6	7,08	0%	6,89	6,90
pH		6,5 a 8,5	7,5	8,2	0%	8,15	8,02
Salinidade	ppt		33,2	35,2		34,67	34,23
Temperatura da Água	°C		23,4	25,2		24,08	23,34
Turbidez	UNT		1,00	3,31		2,17	2,44
Metais							
Alumínio Dissolvido	mg/L	1,50	0,5	0,5	0%	0,50	0,39
Boro Total	mg/L	5,00	4,61	4,66	0%	4,63	3,74
Cádmio Total	mg/L	0,005	0,05	0,05	n.d.	0,05	0,05
Chumbo Total	mg/L	0,01	0,10	0,10	n.d.	0,10	0,08
Cobre Dissolvido	mg/L	0,005	0,050	0,050	n.d.	0,050	0,038
Cromo Hexavalente	mg/L		0,01	0,01		0,010	0,004
Cromo Total	mg/L	0,05	0,10	0,10	n.d.	0,10	0,08
Estanho Total	mg/L		1,00	1,00		1,00	0,75
Ferro Dissolvido	mg/L	0,3	0,5	0,5	n.d.	0,50	0,39
Níquel Total	mg/L	0,025	0,10	0,10	n.d.	0,10	0,08
Zinco Total	mg/L	0,09	0,10	0,10	n.d.	0,10	0,08
Nutrientes							
Carbono Orgânico Total	mg/L	3,00	1	1,25	0%	1,03	3,62
Fósforo Total	mg/L	0,062	0,070	0,070	n.d.	0,070	0,057
Nitrogênio Amoniacal Total	mg/L	0,40	0,10	0,32	0%	0,14	0,16
Nitrogênio Kjeldahl Total	mg/L		0,5	0,5		0,50	0,75
Outros							
Clorofila <i>a</i>	µg/L	2,50	0,58	2,03	0%	1,37	1,38
Fenóis Totais	mg/L	0,06	0,003	0,003	0%	0,003	0,003
Microbiológicos							
Enterococos	UFC/100mL	100	1	2	0%	1	3

■ Médias geométricas

* Não calculado

n.d. LQ > limite legal

Qualidade dos sedimentos

Com relação à qualidade dos sedimentos, os valores de potencial redox negativos e as concentrações de nutrientes elevadas (67% de não conformidades para COT, NKT e fósforo) 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 próximas a ISQG que não se repetiram em 2020.

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

Verificou-se a presença de Pb com valor próximo, mas abaixo do ISQG nos Pontos 1 e 2 no monitoramento deste ano. A presença desta substância foi observada nos quatro anos anteriores acima do ISQG (2017 e 2019) ou abaixo (2016, 2018), de tal forma que sua ocorrência não é pontual. Também foi detectada a presença de arsênio nos Pontos 1 (12,7 mg/kg), 2 (11,3 mg/kg) e 3 (9,4 mg/kg) acima dos valores de referência e do limite basal para o litoral paulista, mas provavelmente não estava biodisponível para causar efeito tóxico aos organismos-teste.

Conforme o critério de classificação microbiológico, todos os pontos foram considerados Ótimos, com base nos indicadores coliformes termotolerantes e *C. perfringens*. Exceção feita ao Ponto 3 que foi classificado como Bom de acordo com a concentração de coliformes termotolerantes (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		min	máx	% NC (resultados acima de ISQG)	Média aritmética 2020	Média aritmética 2015 a 2019
Nutrientes								
Fósforo Total *	mg/kg	500		450	528	67%	499	584
Nitrogênio Kjeldahl Total *	mg/kg	1000		717	1735	67%	1360	1501
Potencial Redox	mV			-186	-132	-	-158	-141
Orgânicos								
Carbono Orgânico Total *	%	1,30		1,28	2,09	67%	1,56	1,51
Fenóis Totais	mg/kg			2,35	3,5	-	2,93	3,20
Óleos e Graxas Totais	mg/kg			350	350	-	350	482
Hidrocarbonetos Arom. Polinucleares		ISQG	PEL					
2-metilnaftaleno	µg/kg	20,20	201,00	20,00	20,00	0%	20,00	20,00
Acenafteno	µg/kg	6,71	88,90	6,00	6,00	0%	6,00	8,33
Acenaftileno	µg/kg	5,87	128	5,00	5,00	0%	5,00	5,00
Antraceno	µg/kg	46,90	245	20,00	20,00	0%	20,00	20,00
Benzo(a)antraceno	µg/kg	74,80	693	20,00	20,00	0%	20,00	20,00
Benzo(a)pireno	µg/kg	88,80	763	10,00	10,00	0%	10,00	10,00
Benzo(b)fluoranteno	µg/kg			20,00	20,00	-	20,00	20,00
Benzo(g,h,i)perileno	µg/kg			80,0	80,0	-	80,00	80,00
Benzo(k)fluoranteno	µg/kg			30,00	30,00	-	30,00	26,67
Criseno	µg/kg	108	846	20,0	20,0	0%	20,00	20,00
Dibenzo(a,h)antraceno	µg/kg	6,22	135	6,00	6,0	0%	6,00	10,00
Fenantreno	µg/kg	86,70	544	20,00	20,00	0%	20,00	20,00
Fluoranteno	µg/kg	113	1494	20,00	20,00	0%	20,00	20,00
Fluoreno	µg/kg	21,20	144	15,00	15,00	0%	15,00	15,83
Indeno(1,2,3-cd)pireno	µg/kg			20,00	20,00	-	20,00	30,00
Naftaleno	µg/kg	34,6	391	20,00	20,00	0%	20,00	21,67
Pireno	µg/kg	153	1398	20,00	20,00	0%	20,00	20,00
Metais		ISQG	PEL					
Alumínio Total	mg/kg			12107	43033	-	32417	28376
Arsênio Total	mg/kg	7,24	41,60	9,40	12,20	100%	10,97	12,04
Cádmio Total	mg/kg	0,70	4,20	0,50	0,50	0%	0,50	0,50
Chumbo Total	mg/kg	30,20	112	8,37	27,30	0%	20,76	22,23
Cobre Total	mg/kg	18,70	108	4,00	10,30	0%	7,74	7,79
Cromo Total	mg/kg	52,30	160	11,10	36,50	0%	27,40	27,37
Estanho Total	mg/kg			5,00	5,00	-	5,00	4,50
Ferro Total	mg/kg			11260	31060	-	24160	25164
Mercúrio Total	mg/kg	0,13	0,70	0,01	0,02	0%	0,02	0,03
Níquel Total	mg/kg	15,90	43	3,42	13,00	0%	9,74	10,95
Zinco Total	mg/ka	124	271	16,40	61,80	0%	46,33	51,45

* valores adotados pela CETESB, vide metodologia no capítulo 2

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

3.5.3 Saco da Ribeira

Qualidade da água

Não foram identificadas não conformidades no compartimento água na região em 2020 conferindo-lhe a classificação Ótima conforme a média do IQAC (Tabela 3.10).

Segundo o IETC, nos três pontos amostrados em agosto de 2020, as concentrações de clorofila *a* (Tabela 3.2) indicaram condições que variaram de Oligotrófica (Ponto 3) a Mesotrófica (Pontos 1 e 2), com média anual indicando ambiente Mesotrófico, ou em processo de eutrofização. Em comparação com o ano anterior, observou-se que houve uma piora em relação à campanha realizada em junho de 2019, porém, com a mesma classificação observada em novembro e na média anual desse mesmo ano.

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 2020	Média aritmética 2015 a 2019
Campo							
OD	mg/L	6,00	6,7	7,47	0%	7,06	7,15
pH		6,5 a 8,5	7,4	8,1	0%	7,99	7,92
Salinidade	ppt		34,7	36,1		35,67	34,61
Temperatura da Água	°C		22,3	23,4		22,68	22,86
Turbidez	UNT		1,23	3,04		2,16	2,55
Metais							
Alumínio Dissolvido	mg/L	1,50	0,5	0,5	0%	0,50	0,39
Boro Total	mg/L	5,00	4,83	4,94	0%	4,88	4,74
Cádmio Total	mg/L	0,005	0,05	0,05	n.d.	0,05	0,04
Chumbo Total	mg/L	0,01	0,10	0,10	n.d.	0,10	0,08
Cobre Dissolvido	mg/L	0,005	0,050	0,050	n.d.	0,050	0,039
Cromo Hexavalente	mg/L		0,01	0,01		0,010	0,006
Cromo Total	mg/L	0,05	0,10	0,10	n.d.	0,10	0,08
Estanho Total	mg/L		1,00	1,00		1,00	0,75
Ferro Dissolvido	mg/L	0,3	0,5	0,5	n.d.	0,50	0,39
Níquel Total	mg/L	0,025	0,10	0,10	n.d.	0,10	0,08
Zinco Total	mg/L	0,09	0,10	0,10	n.d.	0,10	0,08
Nutrientes							
Carbono Orgânico Total	mg/L	3,00	1,05	1,36	0%	1,19	2,36
Fósforo Total	mg/L	0,062	0,070	0,070	n.d.	0,070	0,055
Nitrogênio Amoniacal Total	mg/L	0,40	0,10	0,12	0%	0,10	0,13
Nitrogênio Kjeldahl Total	mg/L		1	1		1,00	0,88
Outros							
Clorofila <i>a</i>	µg/L	2,50	0,8	1,44	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	1	0%	1	2

■ Médias geométricas

* Não calculado

n.d. LQ > limite legal

Qualidade dos sedimentos

Observa-se a presença de metais (chumbo e cobre) na região acima do limite de ISQG em consonância com o comportamento histórico, provavelmente devido à presença de marinas e o tráfego de embarcações. As concentrações de nutrientes também se mantiveram altas com não conformidade de 67% para fósforo e COT e 100% para o nitrogênio que também apresentou a maior amplitude com média 70% superior ao valor orientador. Os resultados de fósforo e COT estão dentro da média verificada nos cinco anos anteriores, mas a média de NKT foi de 1718,33 g/kg em 2020 contra 1563,92 mg/kg nos cinco anos anteriores. É importante notar que se trata de uma baía, com hidrodinâmica que favorece o acúmulo da contribuição continental e granulometria fina que conferem ao local uma tendência de acúmulo de substâncias. Além disso, há atividade náutica e a amostragem foi realizada em período de alta temporada antes do início da pandemia.

Os ensaios ecotoxicológicos com as amostras de sedimento dos três pontos dessa região, no segundo semestre, indicaram qualidade Ótima para esse ambiente (Tabela 3.3) mantendo a mesma classificação observada nos últimos quatro anos.

As concentrações de As no Ponto 1 (16,8 mg/kg), Ponto 2 (12,0 mg/kg) e Ponto 3 (9,82 mg/kg) acima do limite basal para o litoral paulista e do ISQG e de Pb (44,0 e 41,2 mg/kg) e Cu (21,4 e 38,1 mg/kg) nos Pontos 1 e 2, respectivamente, acima de ISQG, provavelmente não estavam biodisponíveis para causar efeito tóxico aos organismos-teste.

É importante destacar que, devido ao histórico da presença de contaminantes nessa baía, a hidrodinâmica do local e granulometria fina nos Pontos 1, 2 e 3 (62, 75 e 55%, respectivamente), uma eventual ressuspensão do sedimento poderia causar efeitos deletérios nas comunidades aquáticas.

Quanto ao aspecto microbiológico, os pontos foram classificados como Ótimos para coliformes termotolerantes. Para *Clostridium perfringens* o Ponto 1 foi classificado como Ótimo e os Pontos 2 e 3 como Bons (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		mín	máx	% NC (resultados acima de ISQG)	Média aritmética 2020	Média aritmética 2015 a 2019
Nutrientes								
Fósforo Total *	mg/kg	500		483	706	67%	620	695
Nitrogênio Kjeldahl Total *	mg/kg	1000		1470	2035	100%	1718	1564
Potencial Redox	mV			-174	-112	-	-143	-96
Orgânicos								
Carbono Orgânico Total *	%	1,30		1,2	1,56	67%	1,40	1,47
Fenóis Totais	mg/kg			2,74	3,4	-	2,97	4,03
Óleos e Graxas Totais	mg/kg			350	350	-	350	409
Hidrocarbonetos Arom. Polinucleares		ISQG	PEL					
2-metilnaftaleno	µg/kg	20,20	201,00	20,00	20,00	0%	20,00	20,00
Acenafteno	µg/kg	6,71	88,90	6,00	6,00	0%	6,00	6,00
Acenaftileno	µg/kg	5,87	128	5,00	5,00	0%	5,00	5,00
Antraceno	µg/kg	46,90	245	20,00	20,00	0%	20,00	20,00
Benzo(a)antraceno	µg/kg	74,80	693	20,00	25,70	0%	21,90	20,31
Benzo(a)pireno	µg/kg	88,80	763	10,00	45,10	0%	21,83	12,52
Benzo(b)fluoranteno	µg/kg			20,00	34,50	-	24,83	24,06
Benzo(g,h,i)perileno	µg/kg			80,0	80,0	-	80,00	80,00
Benzo(k)fluoranteno	µg/kg			30,00	30,00	-	30,00	30,00
Criseno	µg/kg	108	846	20,0	28,6	0%	22,87	20,00
Dibenzo(a,h)antraceno	µg/kg	6,22	135	6,00	6,0	0%	6,00	6,00
Fenantreno	µg/kg	86,70	544	20,00	20,00	0%	20,00	20,00
Fluoranteno	µg/kg	113	1494	20,00	20,00	0%	20,00	20,48
Fluoreno	µg/kg	21,20	144	15,00	15,00	0%	15,00	15,00
Indeno(1,2,3-cd)pireno	µg/kg			20,00	26,00	-	22,00	20,65
Naftaleno	µg/kg	34,6	391	20,00	20,00	0%	20,00	20,00
Pireno	µg/kg	153	1398	20,00	27,10	0%	22,37	20,76
Metais		ISQG	PEL					
Alumínio Total	mg/kg			28653	58543	-	46976	38173
Arsênio Total	mg/kg	7,24	41,60	9,82	16,80	100%	12,87	12,04
Cádmio Total	mg/kg	0,70	4,20	0,50	0,50	0%	0,50	0,43
Chumbo Total	mg/kg	30,20	112	23,50	44,00	67%	36,23	31,34
Cobre Total	mg/kg	18,70	108	10,20	38,10	67%	23,23	36,19
Cromo Total	mg/kg	52,30	160	23,30	41,20	0%	32,37	30,33
Estanho Total	mg/kg			5,00	5,00	-	5,00	4,97
Ferro Total	mg/kg			18389	32662	-	27638	32910
Mercúrio Total	mg/kg	0,13	0,70	0,00	0,00	ND	*	0,07
Níquel Total	mg/kg	15,90	43	9,42	15,80	0%	13,17	11,31
Zinco Total	mg/kq	124	271	48,90	100,00	0%	82,80	95,63

* valores adotados pela CETESB, vide metodologia no capítulo 2

Parâmetros sem as médias aritméticas dos cinco 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 nas amostras do Ponto 1 (Tabela 3.12). A área foi classificada como Boa segundo o IQAC em 2020.

Segundo o IETC, nos três pontos amostrados em agosto 2020, as concentrações de clorofila *a* (Tabela 3.2) indicaram condições que variaram de Mesotrófica (Pontos 2 e 3) a Eutrófica (Ponto 1) tendo sido classificada pela média anual como Mesotrófica, ou em processo de eutrofização, embora muito próximo ao limite máximo dessa classe. Foi mantida a mesma classificação exibida em junho de 2019 e na média anual desse mesmo ano.

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

Parâmetro	Unidade	Padrão classe 1 águas salinas Res. CONAMA nº 357/05	min	máx	% NC	Média aritmética 2020	Média aritmética 2015 a 2019
Campo							
OD	mg/L	6,00	7,24	7,56	0%	7,43	7,21
pH		6,5 a 8,5	7,8	8,1	0%	8,07	7,91
Salinidade	ppt		34,8	35,1		34,98	34,33
Temperatura da Água	°C		21,7	21,9		21,78	22,98
Turbidez	UNT		2,64	6,37		3,90	3,79
Metais							
Alumínio Dissolvido	mg/L	1,50	0,5	0,5	0%	0,50	0,39
Boro Total	mg/L	5,00	4,67	4,88	0%	4,74	4,60
Cádmio Total	mg/L	0,005	0,05	0,05	n.d.	0,05	0,04
Chumbo Total	mg/L	0,01	0,10	0,10	n.d.	0,10	0,08
Cobre Dissolvido	mg/L	0,005	0,050	0,050	n.d.	0,050	0,039
Cromo Hexavalente	mg/L		0,01	0,01		0,010	0,007
Cromo Total	mg/L	0,05	0,10	0,10	n.d.	0,10	0,08
Estanho Total	mg/L		1,00	1,00		1,00	0,75
Ferro Dissolvido	mg/L	0,3	0,5	0,5	n.d.	0,50	0,39
Níquel Total	mg/L	0,025	0,10	0,17	n.d.	0,12	0,08
Zinco Total	mg/L	0,09	0,10	0,10	n.d.	0,10	0,08
Nutrientes							
Carbono Orgânico Total	mg/L	3,00	1	1,32	0%	1,18	3,72
Fósforo Total	mg/L	0,062	0,070	0,070	n.d.	0,070	0,054
Nitrogênio Amoniacal Total	mg/L	0,40	0,10	0,22	0%	0,12	0,12
Nitrogênio Kjeldahl Total	mg/L		1	1		1,00	0,88
Outros							
Clorofila <i>a</i>	µg/L	2,50	2,1	3,11	33%	2,43	1,53
Fenóis Totais	mg/L	0,06	0,003	0,003	0%	0,003	0,003
Microbiológicos							
Enterococos	UFC/100mL	100	1	3	0%	1	2

■ Médias geométricas

* Não calculado

n.d. LQ > limite legal

Qualidade dos sedimentos

Os sedimentos do local possuem granulometria predominantemente arenosa em todos os pontos, com baixa tendência de retenção de substâncias e não apresentaram concentrações superiores aos valores orientadores em 2020.

Na avaliação ecotoxicológica das amostras de sedimento dos três pontos dessa região no segundo semestre, o ensaio agudo indicou qualidade Ótima para esse ambiente (Tabela 3.3), da mesma forma como observado nos últimos quatro anos.

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, exceto o Ponto 2 que foi classificado como Bom de acordo com a concentração de *C. perfringens* (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		mín	máx	% NC (resultados acima de ISQG)	Média aritmética 2020	Média aritmética 2015 a 2019
Nutrientes								
Fósforo Total *	mg/kg	500		129	276	0%	219	214
Nitrogênio Kjeldahl Total *	mg/kg	1000		213	553	0%	344	400
Potencial Redox	mV			-147	-70	-	-104	-61
Orgânicos								
Carbono Orgânico Total *	%	1,30		0,11	0,67	0%	0,31	0,55
Fenóis Totais	mg/kg			1,87	2,1	-	1,98	2,13
Óleos e Graxas Totais	mg/kg			350	350	-	350	388
Hidrocarbonetos Arom. Polinucleares		ISQG	PEL					
2-metilnaftaleno	µg/kg	20,20	201,00	20,00	20,00	0%	20,00	20,00
Acenafteno	µg/kg	6,71	88,90	6,00	6,00	0%	6,00	6,00
Acenaftileno	µg/kg	5,87	128	5,00	5,00	0%	5,00	5,00
Antraceno	µg/kg	46,90	245	20,00	20,00	0%	20,00	20,00
Benzo(a)antraceno	µg/kg	74,80	693	20,00	20,00	0%	20,00	20,00
Benzo(a)pireno	µg/kg	88,80	763	10,00	10,00	0%	10,00	10,00
Benzo(b)fluoranteno	µg/kg			20,00	20,00	-	20,00	20,00
Benzo(g,h,i)perileno	µg/kg			80,0	80,0	-	80,00	80,00
Benzo(k)fluoranteno	µg/kg			30,00	30,00	-	30,00	30,00
Criseno	µg/kg	108	846	20,0	20,0	0%	20,00	20,00
Dibenzo(a,h)antraceno	µg/kg	6,22	135	6,00	6,0	0%	6,00	6,00
Fenantreno	µg/kg	86,70	544	20,00	20,00	0%	20,00	20,00
Fluoranteno	µg/kg	113	1494	20,00	20,00	0%	20,00	20,00
Fluoreno	µg/kg	21,20	144	15,00	15,00	0%	15,00	15,00
Indeno(1,2,3-cd)pireno	µg/kg			20,00	20,00	-	20,00	20,00
Naftaleno	µg/kg	34,6	391	20,00	20,00	0%	20,00	20,00
Pireno	µg/kg	153	1398	20,00	20,00	0%	20,00	20,00
Metais		ISQG	PEL					
Alumínio Total	mg/kg			6730	15375	-	10588	8117
Arsênio Total	mg/kg	7,24	41,60	3,64	6,22	0%	5,31	5,03
Cádmio Total	mg/kg	0,70	4,20	0,50	0,50	0%	0,50	0,43
Chumbo Total	mg/kg	30,20	112	6,93	14,00	0%	10,91	8,14
Cobre Total	mg/kg	18,70	108	4,00	8,27	0%	5,86	4,50
Cromo Total	mg/kg	52,30	160	9,52	18,40	0%	14,47	12,27
Estanho Total	mg/kg			5,00	5,00	-	5,00	4,07
Ferro Total	mg/kg			7580	14746	-	11970	12152
Mercúrio Total	mg/kg	0,13	0,70	0,00	0,00	ND	*	0,01
Níquel Total	mg/kg	15,90	43	2,47	6,13	0%	4,47	3,82
Zinco Total	mg/kg	124	271	16.80	32.60	0%	26,90	22.69

* valores adotados pela CETESB, vide metodologia no capítulo 2

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

3.5.5 Cocanha

A região da Cocanha foi classificada como Ótima em 2020 segundo o IQAC e não foram identificadas não conformidades (Tabela 3.14).

Segundo o IETC, nos três pontos amostrados em agosto de 2020, bem como na média anual, as concentrações de clorofila *a* (Tabela 3.2) indicaram condições Mesotrófica, exibindo uma piora em relação ao mês de junho de 2019, no entanto na mesma classificação da média anual daquele ano.

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

Parâmetro	Unidade	Padrão classe 1 águas salinas Res. CONAMA nº 357/05	min	máx	% NC	Média aritmética 2020	Média aritmética 2015 a 2019
Campo							
OD	mg/L	6,00	6,57	7,56	0%	7,22	7,20
pH		6,5 a 8,5	7,6	8,2	0%	8,06	7,94
Salinidade	ppt		34,6	34,9		34,83	34,37
Temperatura da Água	°C		21,7	22,0		21,85	22,77
Turbidez	UNT		1,71	2,78		2,24	3,16
Metais							
Alumínio Dissolvido	mg/L	1,50	0,5	0,5	0%	0,50	0,39
Boro Total	mg/L	5,00	4,7	4,84	0%	4,77	4,38
Cádmio Total	mg/L	0,005	0,05	0,05	n.d.	0,05	0,04
Chumbo Total	mg/L	0,01	0,10	0,10	n.d.	0,10	0,08
Cobre Dissolvido	mg/L	0,005	0,050	0,050	n.d.	0,050	0,039
Cromo Hexavalente	mg/L		0,01	0,01		0,010	0,007
Cromo Total	mg/L	0,05	0,10	0,10	n.d.	0,10	0,08
Estanho Total	mg/L		1,00	1,00		1,00	0,75
Ferro Dissolvido	mg/L	0,3	0,5	0,5	n.d.	0,50	0,39
Níquel Total	mg/L	0,025	0,10	0,10	n.d.	0,10	0,08
Zinco Total	mg/L	0,09	0,10	0,10	n.d.	0,10	0,08
Nutrientes							
Carbono Orgânico Total	mg/L	3,00	1	1,28	0%	1,04	3,82
Fósforo Total	mg/L	0,062	0,070	0,070	n.d.	0,070	0,055
Nitrogênio Amoniacal Total	mg/L	0,40	0,10	0,15	0%	0,13	0,13
Nitrogênio Kjeldahl Total	mg/L		1	1		1,00	0,87
Outros							
Clorofila <i>a</i>	µg/L	2,50	1,34	1,87	0%	1,55	1,04
Fenóis Totais	mg/L	0,06	0,003	0,003	0%	0,003	0,003
Microbiológicos							
Enterococos	UFC/100mL	100	1	3	0%	1	2

■ Médias geométricas

* Não calculado

n.d. LQ > limite legal

Qualidade dos sedimentos

Os sedimentos da região são predominantemente arenosos, porém com alguma presença de silte (cerca de 20% nos Pontos 1 e 2). Não houve registro de não conformidades em 2020.

Na avaliação ecotoxicológica realizada no segundo semestre, com as amostras de sedimento dos três pontos dessa região, o ensaio agudo indicou qualidade Ótima para esse ambiente (Tabela 3.3), como observado nos quatro anos anteriores.

Conforme o critério de classificação microbiológico, os pontos foram classificados como Ótimos para coliformes termotolerantes. Para *C. perfringens*, os Pontos 1 e 2 foram classificados como Bons e o Ponto 3 como Ótimo (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		mín	máx	% NC (resultados acima de ISQG)	Média aritmética 2020	Média aritmética 2015 a 2019
Nutrientes								
Fósforo Total *	mg/kg	500		214	286	0%	261	291
Nitrogênio Kjeldahl Total *	mg/kg	1000		330	665	0%	472	470
Potencial Redox	mV			-203	75	-	-53	-60
Orgânicos								
Carbono Orgânico Total *	%	1,30		0,29	0,59	0%	0,46	0,59
Fenóis Totais	mg/kg			1,86	2,2	-	1,98	2,23
Óleos e Graxas Totais	mg/kg			350	350	-	350	388
Hidrocarbonetos Arom. Polinucleares		ISQG	PEL					
2-metilnaftaleno	µg/kg	20,20	201,00	20,00	20,00	0%	20,00	20,00
Acenafteno	µg/kg	6,71	88,90	6,00	6,00	0%	6,00	6,00
Acenaftileno	µg/kg	5,87	128	5,00	5,00	0%	5,00	5,00
Antraceno	µg/kg	46,90	245	20,00	20,00	0%	20,00	20,00
Benzo(a)antraceno	µg/kg	74,80	693	20,00	20,00	0%	20,00	20,00
Benzo(a)pireno	µg/kg	88,80	763	10,00	10,00	0%	10,00	10,00
Benzo(b)fluoranteno	µg/kg			20,00	20,00	-	20,00	20,00
Benzo(g,h,i)perileno	µg/kg			80,0	80,0	-	80,00	80,00
Benzo(k)fluoranteno	µg/kg			30,00	30,00	-	30,00	30,00
Criseno	µg/kg	108	846	20,0	20,0	0%	20,00	20,00
Dibenzo(a,h)antraceno	µg/kg	6,22	135	6,00	6,0	0%	6,00	6,00
Fenantreno	µg/kg	86,70	544	20,00	20,00	0%	20,00	20,00
Fluoranteno	µg/kg	113	1494	20,00	20,00	0%	20,00	20,00
Fluoreno	µg/kg	21,20	144	15,00	15,00	0%	15,00	15,00
Indeno(1,2,3-cd)pireno	µg/kg			20,00	20,00	-	20,00	20,00
Naftaleno	µg/kg	34,6	391	20,00	20,00	0%	20,00	20,00
Pireno	µg/kg	153	1398	20,00	20,00	0%	20,00	20,00
Metais		ISQG	PEL					
Alumínio Total	mg/kg			7179	20656	-	12897	11940
Arsênio Total	mg/kg	7,24	41,60	3,49	7,23	0%	5,32	4,91
Cádmio Total	mg/kg	0,70	4,20	0,50	0,50	0%	0,50	0,43
Chumbo Total	mg/kg	30,20	112	6,72	14,90	0%	11,41	10,51
Cobre Total	mg/kg	18,70	108	4,00	7,73	0%	5,54	4,89
Cromo Total	mg/kg	52,30	160	4,29	23,50	0%	15,33	17,56
Estanho Total	mg/kg			5,00	5,00	-	5,00	3,96
Ferro Total	mg/kg			6391	19828	-	13577	17485
Mercúrio Total	mg/kg	0,13	0,70	0,00	0,00	ND	*	0,01
Níquel Total	mg/kg	15,90	43	1,30	6,76	0%	4,64	5,53
Zinco Total	mg/kg	124	271	15,20	43,40	0%	30,33	32,91

* valores adotados pela CETESB, vide metodologia no capítulo 2

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

3.5.6. Baía de Caraguatatuba

Na Baía de Caraguatatuba verificou-se ocorrência de não conformidades apenas de oxigênio dissolvido com valor mínimo de 5,46 mg/L, uma evolução em relação a 2019 (Tabela 3.16). Na média a região foi classificada como Boa, de acordo com o IQAC.

Segundo o IETC, nos três pontos amostrados em fevereiro de 2020, as concentrações de clorofila *a* (Tabela 3.2) variaram indicando condição Oligotrófica (Pontos 1 e 3) a Mesotrófica (Ponto 2) com a média indicando ambiente Oligotrófico, ou de baixa trofia. Foi observada uma melhora nas condições tróficas desse local, quando comparada ao mês de fevereiro de 2019, bem como, à média anual desse ano quando foi classificado como Mesotrófico.

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 2020	Média aritmética 2015 a 2019
Campo							
OD	mg/L	6,00	5,46	6,91	22%	6,54	6,90
pH		6,5 a 8,5	7,4	8,3	0%	8,22	7,98
Salinidade	ppt		32,0	35,2		34,35	33,77
Temperatura da Água	°C		24,1	26,4		24,82	23,82
Turbidez	UNT		1,00	3,00		1,22	2,78
Metais							
Alumínio Dissolvido	mg/L	1,50	0,5	0,5	0%	0,50	0,37
Boro Total	mg/L	5,00	4,2	4,41	0%	4,31	4,02
Cádmio Total	mg/L	0,005	0,05	0,05	n.d.	0,05	0,04
Chumbo Total	mg/L	0,01	0,10	0,10	n.d.	0,10	0,08
Cobre Dissolvido	mg/L	0,005	0,050	0,050	n.d.	0,050	0,039
Cromo Hexavalente	mg/L		0,01	0,01		0,010	0,004
Cromo Total	mg/L	0,05	0,10	0,10	n.d.	0,10	0,08
Estanho Total	mg/L		1,00	1,00		1,00	0,75
Ferro Dissolvido	mg/L	0,3	0,5	0,5	n.d.	0,50	0,39
Níquel Total	mg/L	0,025	0,10	0,10	n.d.	0,10	0,08
Zinco Total	mg/L	0,09	0,10	0,10	n.d.	0,10	0,08
Nutrientes							
Carbono Orgânico Total	mg/L	3,00	1	1,22	0%	1,05	4,11
Fósforo Total	mg/L	0,062	0,050	0,050	0%	0,050	0,059
Nitrogênio Amoniacal Total	mg/L	0,40	0,13	0,31	0%	0,20	0,16
Nitrogênio Kjeldahl Total	mg/L		1	1		1,00	0,81
Outros							
Clorofila <i>a</i>	µg/L	2,50	0,56	1,87	0%	0,96	1,92
Fenóis Totais	mg/L	0,06	0,003	0,003	0%	0,003	0,003
Microbiológicos							
Enterococos	UFC/100mL	100	1	1	0%	1	2

■ Médias geométricas

* Não calculado

n.d. LQ > limite legal

Qualidade dos sedimentos

Os sedimentos da região apresentaram variação em sua composição sendo predominantemente arenosos. A região não apresentou ocorrências de concentrações superiores aos valores orientadores, uma evolução significativa em relação a 2019. Conforme observado no relatório anterior as ocorrências de chumbo e mercúrio foram 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), mantendo a mesma classificação observada nos últimos quatro anos.

Com base no critério de classificação microbiológico, os três 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 2020	Média aritmética 2015 a 2019
Nutrientes								
Fósforo Total *	mg/kg	500		222	238	0%	228	226
Nitrogênio Kjeldahl Total *	mg/kg	1000		255	573	0%	362	494
Potencial Redox	mV			-273	-116	-	-177	-77
Orgânicos								
Carbono Orgânico Total *	%	1,30		0,24	0,49	0%	0,35	0,62
Fenóis Totais	mg/kg			2,08	2,3	-	2,16	2,23
Óleos e Graxas Totais	mg/kg			350	350	-	350	389
Hidrocarbonetos Arom. Polinucleares		ISQG	PEL					
2-metilnaftaleno	µg/kg	20,20	201,00	20,00	20,00	0%	20,00	20,00
Acenafteno	µg/kg	6,71	88,90	6,00	6,00	0%	6,00	6,00
Acenaftileno	µg/kg	5,87	128	5,00	5,00	0%	5,00	5,00
Antraceno	µg/kg	46,90	245	20,00	20,00	0%	20,00	20,00
Benzo(a)antraceno	µg/kg	74,80	693	20,00	20,00	0%	20,00	20,00
Benzo(a)pireno	µg/kg	88,80	763	10,00	10,00	0%	10,00	10,00
Benzo(b)fluoranteno	µg/kg			20,00	20,00	-	20,00	20,00
Benzo(g,h,i)perileno	µg/kg			80,0	80,0	-	80,00	80,00
Benzo(k)fluoranteno	µg/kg			30,00	30,00	-	30,00	30,00
Criseno	µg/kg	108	846	20,0	20,0	0%	20,00	20,00
Dibenzo(a,h)antraceno	µg/kg	6,22	135	6,00	6,0	0%	6,00	6,00
Fenantreno	µg/kg	86,70	544	20,00	20,00	0%	20,00	20,00
Fluoranteno	µg/kg	113	1494	20,00	20,00	0%	20,00	20,00
Fluoreno	µg/kg	21,20	144	15,00	15,00	0%	15,00	15,00
Indeno(1,2,3-cd)pireno	µg/kg			20,00	20,00	-	20,00	20,00
Naftaleno	µg/kg	34,6	391	20,00	20,00	0%	20,00	20,00
Pireno	µg/kg	153	1398	20,00	20,00	0%	20,00	20,00
Metais		ISQG	PEL					
Alumínio Total	mg/kg			14686	20164	-	17015	11189
Arsênio Total	mg/kg	7,24	41,60	5,12	5,59	0%	5,40	4,96
Cádmio Total	mg/kg	0,70	4,20	0,50	0,50	0%	0,50	0,45
Chumbo Total	mg/kg	30,20	112	7,16	9,30	0%	8,09	11,12
Cobre Total	mg/kg	18,70	108	4,00	4,00	0%	4,00	4,63
Cromo Total	mg/kg	52,30	160	21,00	22,80	0%	21,87	20,41
Estanho Total	mg/kg			5,00	5,00	-	5,00	4,02
Ferro Total	mg/kg			18283	20110	-	19097	17298
Mercúrio Total	mg/kg	0,13	0,70	0,01	0,01	0%	0,01	0,01
Níquel Total	mg/kg	15,90	43	6,00	7,48	0%	6,74	5,61
Zinco Total	mg/kg	124	271	29,10	34,90	0%	32,87	30,69

* valores adotados pela CETESB, vide metodologia no capítulo 2

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

3.5.7 Canal de São Sebastião

Qualidade da água

As amostras coletadas em 2019 nos cinco pontos do Canal de São Sebastião indicaram não conformidades nos resultados de OD nos estratos de meio e fundo exceto no ponto 4, possivelmente associados à profundidade elevada. Além disso foram identificadas não conformidades de clorofila nas duas amostras do Ponto 5 (3,47 e 5,37 mg/L) e fósforo na amostra de meio do Ponto 4 (1,22 mg/L), resultando em um IQAC Bom (Tabela 3.18).

Segundo o IETC, nos cinco pontos amostrados em fevereiro de 2020, as concentrações de clorofila *a* (Tabela 3.2) variaram da condição Oligotrófica (Ponto1) a Eutrófica (Ponto 5) com a média indicando ambiente Mesotrófico, exibindo piora em relação ao mesmo mês de 2019. Essa piora teve como contribuição, principalmente, o Ponto 5 e pode estar relacionada a um aumento significativo da densidade total de organismos fitoplanctônicos com dominância do grupo das diatomáceas.

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	min	máx	% NC	Média aritmética 2020	Média aritmética 2015 a 2019
Campo							
OD	mg/L	6,00	4,51	6,88	53%	6,03	6,72
pH		6,5 a 8,5	7,1	8,2	0%	8,15	7,95
Salinidade	ppt		33,5	35,8		35,31	34,07
Temperatura da Água	°C		20,2	25,8		22,68	22,81
Turbidez	UNT		1,00	1,00		1,00	2,91
Metais							
Alumínio Dissolvido	mg/L	1,50	0,5	0,5	0%	0,50	0,39
Boro Total	mg/L	5,00	4,11	4,33	0%	4,20	3,84
Cádmio Total	mg/L	0,005	0,05	0,05	n.d.	0,05	0,04
Chumbo Total	mg/L	0,01	0,10	0,10	n.d.	0,10	0,08
Cobre Dissolvido	mg/L	0,005	0,050	0,050	n.d.	0,050	0,039
Cromo Hexavalente	mg/L		0,01	0,01		0,010	0,004
Cromo Total	mg/L	0,05	0,10	0,10	n.d.	0,10	0,08
Estanho Total	mg/L		1,00	1,00		1,00	0,75
Ferro Dissolvido	mg/L	0,3	0,5	0,5	n.d.	0,50	0,39
Níquel Total	mg/L	0,025	0,10	0,10	n.d.	0,10	0,08
Zinco Total	mg/L	0,09	0,10	0,10	n.d.	0,10	0,08
Nutrientes							
Carbono Orgânico Total	mg/L	3,00	1	1,54	0%	1,05	3,58
Fósforo Total	mg/L	0,062	0,050	0,110	7%	0,055	0,056
Nitrogênio Amoniacal Total	mg/L	0,40	0,11	0,22	0%	0,15	0,16
Nitrogênio Kjeldahl Total	mg/L		1	1		1,00	0,81
Outros							
Clorofila <i>a</i>	µg/L	2,50	0,56	5,37	20%	1,67	1,60
Fenóis Totais	mg/L	0,06	0,003	0,003	0%	0,003	0,003
Microbiológicos							
Enterococos	UFC/100mL	100	1	5	0%	1	2

■ Médias geométricas

* Não calculado

n.d. LQ > limite legal

Qualidade dos sedimentos

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

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

As análises químicas não apresentaram concentrações de contaminantes acima dos padrões CCME (2002), como em 2019, exceto para As no Ponto 2 (10 mg/kg) e Ponto 5 (13,3 mg/kg). No entanto, essa substância não estava biodisponível para causar efeito tóxico aos organismos-teste, uma vez que não foi observada toxicidade nos ensaios.

Com base no critério microbiológico, para coliformes termotolerantes os três pontos foram classificados com Ótimos. Para *C. perfringens*, os Pontos 1 e 3 foram classificados como Ótimos e o Ponto 2 foi classificado como Bom (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		min	máx	% NC (resultados acima de ISQG)	Média aritmética 2020	Média aritmética 2015 a 2019
Nutrientes								
Fósforo Total *	mg/kg	500		205	497	0%	359	387
Nitrogênio Kjeldahl Total *	mg/kg	1000		428	1996	40%	952	933
Potencial Redox	mV			-247	190	-	-102	-100
Orgânicos								
Carbono Orgânico Total *	%	1,30		0,48	1,51	40%	1,13	1,18
Fenóis Totais	mg/kg			1,92	3,4	-	2,55	2,66
Óleos e Graxas Totais	mg/kg			350	717	-	517	417
Hidrocarbonetos Arom. Polinucleares		ISQG	PEL					
2-metilnaftaleno	µg/kg	20,20	201,00	20,00	20,00	0%	20,00	20,00
Acenafteno	µg/kg	6,71	88,90	6,00	6,00	0%	6,00	6,00
Acenaftileno	µg/kg	5,87	128	5,00	5,00	0%	5,00	5,00
Antraceno	µg/kg	46,90	245	20,00	20,00	0%	20,00	20,00
Benzo(a)antraceno	µg/kg	74,80	693	20,00	20,00	0%	20,00	20,05
Benzo(a)pireno	µg/kg	88,80	763	10,00	20,60	0%	12,96	11,68
Benzo(b)fluoranteno	µg/kg			20,00	20,00	-	20,00	20,62
Benzo(g,h,i)perileno	µg/kg			80,0	80,0	-	80,00	80,00
Benzo(k)fluoranteno	µg/kg			30,00	30,00	-	30,00	30,00
Criseno	µg/kg	108	846	20,0	20,0	0%	20,00	20,58
Dibenzo(a,h)antraceno	µg/kg	6,22	135	6,00	6,0	0%	6,00	6,00
Fenantreno	µg/kg	86,70	544	20,00	42,60	0%	24,52	20,21
Fluoranteno	µg/kg	113	1494	20,00	56,60	0%	27,38	22,20
Fluoreno	µg/kg	21,20	144	15,00	15,00	0%	15,00	15,00
Indeno(1,2,3-cd)pireno	µg/kg			20,00	20,00	-	20,00	20,37
Naftaleno	µg/kg	34,6	391	20,00	20,00	0%	20,00	20,00
Pireno	µg/kg	153	1398	20,00	40,30	0%	24,06	21,40
Metais		ISQG	PEL					
Alumínio Total	mg/kg			6255	42949	-	23713	17462
Arsênio Total	mg/kg	7,24	41,60	3,59	13,30	40%	7,74	7,10
Cádmio Total	mg/kg	0,70	4,20	0,50	0,50	0%	0,50	0,53
Chumbo Total	mg/kg	30,20	112	5,00	13,60	0%	8,51	15,03
Cobre Total	mg/kg	18,70	108	4,00	9,37	0%	5,78	6,85
Cromo Total	mg/kg	52,30	160	6,99	41,40	0%	24,74	23,68
Estanho Total	mg/kg			5,00	5,00	-	5,00	3,94
Ferro Total	mg/kg			7743	30473	-	22345	21282
Mercúrio Total	mg/kg	0,13	0,70	0,01	0,02	0%	0,02	0,03
Níquel Total	mg/kg	15,90	43	2,91	15,00	0%	9,00	8,36
Zinco Total	mg/kg	124	271	13,50	60,30	0%	36,70	40,86

* valores adotados pela CETESB, vide metodologia no capítulo 2

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

3.5.8 Barra do Una

Qualidade da água

Nesta área, os parâmetros OD e clorofila *a* apresentaram concentrações maiores do que o padrão de qualidade seguindo o comportamento histórico (Tabela 3.20) e mantendo a classificação Boa em 2020.

Quanto as condições tróficas, nos três pontos amostrados em outubro de 2020, as concentrações de clorofila *a* (Tabela 3.2) variaram da condição de Oligotrófica (Pontos 1 e 3) a Mesotrófica (Ponto 2), com média indicando ambiente Mesotrófico. Embora o valor da média esteja muito próximo do limite máximo da classe Mesotrófica, foi observada uma melhora tanto em relação a dezembro de 2019, bem como com a média daquele ano, quando foi classificado como Eutrófico.

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 2020	Média aritmética 2015 a 2019
Campo							
OD	mg/L	6,00	5,91	7,26	22%	6,70	6,84
pH		6,5 a 8,5	7,4	8,2	0%	8,06	8,07
Salinidade	ppt		33,0	34,3		34,06	34,19
Temperatura da Água	°C		23,2	24,8		23,53	22,91
Turbidez	UNT		1,31	4,60		3,50	4,69
Metais							
Alumínio Dissolvido	mg/L	1,50	0,5	0,5	0%	0,50	0,39
Boro Total	mg/L	5,00	4,9	5,03	33%	4,95	5,02
Cádmio Total	mg/L	0,005	0,05	0,05	n.d.	0,05	0,04
Chumbo Total	mg/L	0,01	0,10	0,10	n.d.	0,10	0,08
Cobre Dissolvido	mg/L	0,005	0,050	0,050	n.d.	0,050	0,039
Cromo Hexavalente	mg/L		0,01	0,01		0,010	0,005
Cromo Total	mg/L	0,05	0,10	0,10	n.d.	0,10	0,08
Estanho Total	mg/L		1,00	1,00		1,00	0,75
Ferro Dissolvido	mg/L	0,3	0,5	0,5	n.d.	0,50	0,39
Níquel Total	mg/L	0,025	0,10	0,10	n.d.	0,10	0,08
Zinco Total	mg/L	0,09	0,10	0,10	n.d.	0,10	0,08
Nutrientes							
Carbono Orgânico Total	mg/L	3,00	1	1,66	0%	1,22	4,25
Fósforo Total	mg/L	0,062	0,070	0,070	n.d.	0,070	0,060
Nitrogênio Amoniacal Total	mg/L	0,40	0,20	0,32	0%	0,27	0,13
Nitrogênio Kjeldahl Total	mg/L		1	1		1,00	0,82
Outros							
Clorofila <i>a</i>	µg/L	2,50	1,07	4,28	50%	2,47	2,07
Fenóis Totais	mg/L	0,06	0,003	0,003	0%	0,003	0,003
Microbiológicos							
Enterococos	UFC/100mL	100	1	1	0%	1	2

■ Médias geométricas

* Não calculado

n.d. LQ > limite legal

Qualidade dos sedimentos

Os sedimentos da região são predominantemente arenosos e não apresentaram ocorrência de não conformidades em 2020.

Na avaliação ecotoxicológica das amostras de sedimento dessa região no segundo semestre, o ensaio agudo indicou qualidade Ótima para os três pontos (Tabela 3.3), como observado em 2019, com melhora da qualidade no Ponto 3.

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 2020	Média aritmética 2015 a 2019
Nutrientes								
Fósforo Total *	mg/kg	500		71	124	0%	102	140
Nitrogênio Kjeldahl Total *	mg/kg	1000		143	189	0%	162	315
Potencial Redox	mV			-84	12	-	-49	-15
Orgânicos								
Carbono Orgânico Total *	%	1,30		0,05	0,10	0%	0,08	0,45
Fenóis Totais	mg/kg			1,92	2,1	-	2,00	2,17
Óleos e Graxas Totais	mg/kg			350	350	-	350	388
Hidrocarbonetos Arom. Polinucleares		ISQG	PEL					
2-metilnaftaleno	µg/kg	20,20	201,00	20,00	20,00	0%	20,00	20,00
Acenafteno	µg/kg	6,71	88,90	6,00	6,00	0%	6,00	6,00
Acenaftileno	µg/kg	5,87	128	5,00	5,00	0%	5,00	5,00
Antraceno	µg/kg	46,90	245	20,00	20,00	0%	20,00	20,00
Benzo(a)antraceno	µg/kg	74,80	693	20,00	20,00	0%	20,00	20,00
Benzo(a)pireno	µg/kg	88,80	763	10,00	10,00	0%	10,00	10,91
Benzo(b)fluoranteno	µg/kg			20,00	20,00	-	20,00	20,03
Benzo(g,h,i)perileno	µg/kg			80,0	80,0	-	80,00	80,00
Benzo(k)fluoranteno	µg/kg			30,00	30,00	-	30,00	30,00
Criseno	µg/kg	108	846	20,0	20,0	0%	20,00	20,00
Dibenzo(a,h)antraceno	µg/kg	6,22	135	6,00	6,0	0%	6,00	6,00
Fenantreno	µg/kg	86,70	544	20,00	20,00	0%	20,00	20,00
Fluoranteno	µg/kg	113	1494	20,00	20,00	0%	20,00	20,69
Fluoreno	µg/kg	21,20	144	15,00	15,00	0%	15,00	15,00
Indeno(1,2,3-cd)pireno	µg/kg			20,00	20,00	-	20,00	20,07
Naftaleno	µg/kg	34,6	391	20,00	20,00	0%	20,00	20,00
Pireno	µg/kg	153	1398	20,00	20,00	0%	20,00	20,59
Metais		ISQG	PEL					
Alumínio Total	mg/kg			5475	10027	-	7934	6328
Arsênio Total	mg/kg	7,24	41,60	2,82	4,81	0%	3,91	5,76
Cádmio Total	mg/kg	0,70	4,20	0,50	0,50	0%	0,50	0,45
Chumbo Total	mg/kg	30,20	112	5,33	7,82	0%	6,78	8,16
Cobre Total	mg/kg	18,70	108	4,00	4,00	0%	4,00	4,68
Cromo Total	mg/kg	52,30	160	8,27	11,70	0%	10,36	12,64
Estanho Total	mg/kg			5,00	5,00	-	5,00	3,90
Ferro Total	mg/kg			7498	14480	-	10879	10556
Mercúrio Total	mg/kg	0,13	0,70	0,01	0,01	0%	0,01	0,01
Níquel Total	mg/kg	15,90	43	2,37	3,77	0%	3,23	4,05
Zinco Total	mg/kg	124	271	15,40	23,70	0%	19,47	21,13

* valores adotados pela CETESB, vide metodologia no capítulo 2

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

3.5.9 Área de influência do Rio Itaguapé

Qualidade da água

A área de influência do Rio Itaguapé apresentou não conformidades de OD no estrato de fundo dos Pontos 2 e 3 (4,34 e 3,65 mg/L) e enterococos na superfície do Ponto 3 (Tabela 3.22). Essas ocorrências reduziram sua classificação segundo o IQAC que foi Boa em 2020.

Segundo o IETC, nos três pontos amostrados em outubro de 2020, as concentrações de clorofila *a* (Tabela 3.2) variaram da condição Oligotrófica (Pontos 1 e 3) a Mesotrófica (Ponto 2), com média anual indicativa de ambiente Oligotrófico, mantendo a classificação observada em dezembro de 2019, porém indicando melhora em relação à média anual daquele ano.

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

Parâmetro	Unidade	Padrão classe 1 águas salinas Res. CONAMA nº 357/05	mín	máx	% NC	Média aritmética 2020	Média aritmética 2015 a 2019
Campo							
OD	mg/L	6,00	3,65	7,34	22%	6,48	7,03
pH		6,5 a 8,5	7,6	8,2	0%	8,09	8,08
Salinidade	ppt		33,6	34,8		34,09	34,00
Temperatura da Água	°C		22,4	25,5		23,82	23,02
Turbidez	UNT		1,00	13,50		2,70	1,89
Metais							
Alumínio Dissolvido	mg/L	1,50	0,5	0,5	0%	0,50	0,39
Boro Total	mg/L	5,00	4,85	4,9	0%	4,88	5,04
Cádmio Total	mg/L	0,005	0,05	0,05	n.d.	0,05	0,04
Chumbo Total	mg/L	0,01	0,10	0,10	n.d.	0,10	0,08
Cobre Dissolvido	mg/L	0,005	0,050	0,050	n.d.	0,050	0,039
Cromo Hexavalente	mg/L		0,01	0,01		0,010	0,005
Cromo Total	mg/L	0,05	0,10	0,10	n.d.	0,10	0,08
Estanho Total	mg/L		1,00	1,00		1,00	0,75
Ferro Dissolvido	mg/L	0,3	0,5	0,5	n.d.	0,50	0,39
Níquel Total	mg/L	0,025	0,10	0,10	n.d.	0,10	0,08
Zinco Total	mg/L	0,09	0,10	0,10	n.d.	0,10	0,08
Nutrientes							
Carbono Orgânico Total	mg/L	3,00	1	1,74	0%	1,30	3,47
Fósforo Total	mg/L	0,062	0,070	0,070	n.d.	0,070	0,061
Nitrogênio Amoniacal Total	mg/L	0,40	0,20	0,3	0%	0,24	0,12
Nitrogênio Kjeldahl Total	mg/L		1	1		1,00	0,86
Outros							
Clorofila <i>a</i>	µg/L	2,50	0,56	1,34	0%	0,82	1,25
Fenóis Totais	mg/L	0,06	0,003	0,003	0%	0,003	0,003
Microbiológicos							
Enterococos	UFC/100mL	100	1	660	11%	2	1

■ Médias geométricas

* Não calculado

n.d. LQ > limite legal

Qualidade dos sedimentos

Os sedimentos da região são predominantemente arenosos e não apresentaram ocorrência de não conformidades em 2020.

Na avaliação ecotoxicológica, as amostras de sedimento da área nos três pontos analisados no segundo semestre foram classificadas com qualidade Ótima (Tabela 3.3), como nos últimos três anos, após melhoria da qualidade do Ponto 1 em 2017.

Com base no critério microbiológico, os pontos foram classificados como Ótimos para coliformes termotolerantes e *C. perfringens* (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 Itaquaré

Parâmetro	Unidade	Padrão CCME, 2002		min	máx	% NC (resultados acima de ISQG)	Média aritmética 2020	Média aritmética 2015 a 2019
Nutrientes								
Fósforo Total *	mg/kg	500		72	86	0%	80	94
Nitrogênio Kjeldahl Total *	mg/kg	1000		130	137	0%	132	173
Potencial Redox	mV			63	82	-	74	15
Orgânicos								
Carbono Orgânico Total *	%	1,30		0,05	0,08	0%	0,06	0,43
Fenóis Totais	mg/kg			1,85	2,0	-	1,90	2,01
Óleos e Graxas Totais	mg/kg			350	350	-	350	468
Hidrocarbonetos Arom. Polinucleares		ISQG	PEL					
2-metilnaftaleno	µg/kg	20,20	201,00	20,00	20,00	0%	20,00	20,00
Acenafteno	µg/kg	6,71	88,90	6,00	6,00	0%	6,00	6,00
Acenaftileno	µg/kg	5,87	128	5,00	5,00	0%	5,00	5,00
Antraceno	µg/kg	46,90	245	20,00	20,00	0%	20,00	20,00
Benzo(a)antraceno	µg/kg	74,80	693	20,00	20,00	0%	20,00	20,00
Benzo(a)pireno	µg/kg	88,80	763	10,00	10,00	0%	10,00	10,00
Benzo(b)fluoranteno	µg/kg			20,00	20,00	-	20,00	20,00
Benzo(g,h,i)perileno	µg/kg			80,0	80,0	-	80,00	80,00
Benzo(k)fluoranteno	µg/kg			30,00	30,00	-	30,00	30,00
Criseno	µg/kg	108	846	20,0	20,0	0%	20,00	20,00
Dibenzo(a,h)antraceno	µg/kg	6,22	135	6,00	6,0	0%	6,00	6,00
Fenantreno	µg/kg	86,70	544	20,00	20,00	0%	20,00	20,00
Fluoranteno	µg/kg	113	1494	20,00	20,00	0%	20,00	20,00
Fluoreno	µg/kg	21,20	144	15,00	15,00	0%	15,00	15,00
Indeno(1,2,3-cd)pireno	µg/kg			20,00	20,00	-	20,00	20,00
Naftaleno	µg/kg	34,6	391	20,00	20,00	0%	20,00	20,00
Pireno	µg/kg	153	1398	20,00	20,00	0%	20,00	20,00
Metais		ISQG	PEL					
Alumínio Total	mg/kg			5061	6385	-	5806	4401
Arsênio Total	mg/kg	7,24	41,60	3,03	3,57	0%	3,34	4,67
Cádmio Total	mg/kg	0,70	4,20	0,50	0,50	0%	0,50	0,43
Chumbo Total	mg/kg	30,20	112	5,24	5,97	0%	5,68	6,85
Cobre Total	mg/kg	18,70	108	4,00	4,00	0%	4,00	4,50
Cromo Total	mg/kg	52,30	160	8,70	10,20	0%	9,67	9,45
Estanho Total	mg/kg			5,00	5,00	-	5,00	3,90
Ferro Total	mg/kg			7649	9827	-	8663	8067
Mercúrio Total	mg/kg	0,13	0,70	0,00	0,00	ND	*	0,01
Níquel Total	mg/kg	15,90	43	2,39	3,75	0%	2,98	3,01
Zinco Total	mg/kg	124	271	12,50	16,00	0%	14,40	14,34

* valores adotados pela CETESB, vide metodologia no capítulo 2

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

3.5.10 Canal de Bertiooga

Qualidade da água

O Canal de Bertiooga apresentou não conformidades para o OD e o COT em mais de 67% das amostras, mas sua classificação foi Boa em 2020 (Tabela 3.24).

Segundo o IETC, nos três pontos amostrados em março de 2020, e na média anual, as concentrações de clorofila *a* (Tabela 3.2) indicaram condições Mesotróficas, mantendo a classificação observada no mesmo mês de 2019, bem como na média anual daquele ano.

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 2020	Média aritmética 2015 a 2019
Campo							
OD	mg/L	5,00	3,45	5,82	78%	4,42	6,22
pH		6,5 a 8,5	7,1	8	0%	7,51	7,58
Salinidade	ppt		15,5	29,7		20,31	25,17
Temperatura da Água	°C		26,4	28,0		27,10	24,27
Turbidez	UNT		5,90	14,90		9,64	7,43
Metais							
Alumínio Dissolvido	mg/L	0,10	0,5	0,5	n.d.	0,50	0,28
Boro Total	mg/L	0,50	2,07	2,46	100%	2,24	2,89
Cádmio Total	mg/L	0,005	0,05	0,05	n.d.	0,05	0,02
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	0,028
Cromo Hexavalente	mg/L		0,01	0,01		0,010	0,007
Cromo Total	mg/L	0,05	0,10	0,10	n.d.	0,10	0,06
Estanho Total	mg/L		1,00	1,00		1,00	0,51
Ferro Dissolvido	mg/L	0,3	0,5	0,5	n.d.	0,50	0,28
Níquel Total	mg/L	0,025	0,10	0,10	n.d.	0,10	0,06
Zinco Total	mg/L	0,09	0,10	0,10	n.d.	0,10	0,06
Nutrientes							
Carbono Orgânico Total	mg/L	3,00	2,4	4,99	67%	3,61	7,72
Fósforo Total	mg/L	0,124	-	-	n.d.	*	0,110
Nitrogênio Amoniacal Total	mg/L	0,40	0,16	0,27	0%	0,23	0,26
Nitrogênio Kjeldahl Total	mg/L		1	1		1,00	0,83
Outros							
Clorofila <i>a</i>	µg/L	10,00	4,2	7,35	0%	5,80	12,24
Fenóis Totais	mg/L	0,06	0,003	0,003	0%	0,003	0,003
Microbiológicos							
Enterococos	UFC/100mL	100	3	27	0%	9	15

■ Médias geométricas

* Não calculado

n.d. LQ > limite legal

- Análise não realizada

Qualidade dos sedimentos

Os sedimentos do Ponto 1, localizado no Largo do Candinho que tem influência do estuário de Santos, apresentaram granulometria fina com maior fração de silte enquanto que no Ponto 3, próximo ao Rio Itapanhaú e ao mar na boca leste do canal, 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 2020, foram mantidas as altas concentrações de nutrientes verificadas na série histórica e voltou a apresentar concentrações ligeiramente superiores aos valores orientadores de chumbo (máximo de 30,4 mg/kg no Ponto 1) e mercúrio (0,14 mg/kg no Ponto 1) ambos inferiores ao ano anterior.

Os ensaios ecotoxicológicos com as amostras de sedimento dessa região não foram realizados em 2020.

Considerando o critério microbiológico, para coliformes termotolerantes, as amostras foram classificadas como Ruim, Boa e Regular, respectivamente. Para *C. perfringens*, as amostras foram classificadas como Ótimas. Esse cenário indica poluição fecal recente (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 Bertioja

Parâmetro	Unidade	Padrão CCME, 2002		mín	máx	% NC (resultados acima de ISQG)	Média aritmética 2020	Média aritmética 2015 a 2019
Nutrientes								
Fósforo Total *	mg/kg	700		182	1022	33%	515	416
Nitrogênio Kjeldahl Total *	mg/kg	1500		1348	3766	67%	2261	1859
Potencial Redox	mV			-389	-225	-	-326	-139
Orgânicos								
Carbono Orgânico Total *	%	1,80		0,87	5,48	33%	2,65	3,12
Fenóis Totais	mg/kg			1,90	4,6	-	3,02	4,23
Óleos e Graxas Totais	mg/kg			350	802	-	630	1047
Hidrocarbonetos Arom. Polinucleares		ISQG	PEL					
2-metilnaftaleno	µg/kg	20,20	201,00	20,00	20,00	0%	20,00	20,00
Acenafteno	µg/kg	6,71	88,90	6,00	6,00	0%	6,00	8,33
Acenaftileno	µg/kg	5,87	128	5,00	5,00	0%	5,00	5,63
Antraceno	µg/kg	46,90	245	20,00	20,00	0%	20,00	21,91
Benzo(a)antraceno	µg/kg	74,80	693	20,00	20,00	0%	20,00	20,00
Benzo(a)pireno	µg/kg	88,80	763	10,00	27,90	0%	15,97	13,73
Benzo(b)fluoranteno	µg/kg			20,00	21,20	-	20,40	24,66
Benzo(g,h,i)perileno	µg/kg			80,0	80,0	-	80,00	80,00
Benzo(k)fluoranteno	µg/kg			30,00	30,00	-	30,00	26,67
Criseno	µg/kg	108	846	20,0	20,3	0%	20,10	20,11
Dibenzo(a,h)antraceno	µg/kg	6,22	135	6,00	6,0	0%	6,00	10,00
Fenantreno	µg/kg	86,70	544	20,00	20,00	0%	20,00	20,00
Fluoranteno	µg/kg	113	1494	20,00	29,20	0%	23,07	22,96
Fluoreno	µg/kg	21,20	144	15,00	15,00	0%	15,00	15,83
Indeno(1,2,3-cd)pireno	µg/kg			20,00	24,10	-	21,37	30,76
Naftaleno	µg/kg	34,6	391	20,00	20,00	0%	20,00	21,67
Pireno	µg/kg	153	1398	20,00	29,70	0%	23,23	22,76
Metais		ISQG	PEL					
Alumínio Total	mg/kg			8610	44504	-	22992	20623
Arsênio Total	mg/kg	7,24	41,60	4,00	21,30	33%	10,34	7,03
Cádmio Total	mg/kg	0,70	4,20	0,50	0,50	0%	0,50	0,43
Chumbo Total	mg/kg	30,20	112	7,13	30,40	33%	16,84	18,88
Cobre Total	mg/kg	18,70	108	4,00	11,30	0%	6,96	9,42
Cromo Total	mg/kg	52,30	160	5,24	16,70	0%	11,38	18,43
Estanho Total	mg/kg			5,00	5,00	-	5,00	3,94
Ferro Total	mg/kg			6274	30735	-	16674	18038
Mercúrio Total	mg/kg	0,13	0,70	0,07	0,14	33%	0,10	0,06
Níquel Total	mg/kg	15,90	43	2,34	13,90	0%	7,21	7,74
Zinco Total	mg/kg	124	271	15,80	74,40	0%	40,50	44,85

* valores adotados pela CETESB, vide metodologia no capítulo 2

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

3.5.11 Canal de Piaçaguera

Qualidade da água

A área apresentou não conformidades para os parâmetros OD (56%), nitrogênio amoniacal total (67%), COT (67%), e clorofila *a* (50%), mas sua classificação passou a Regular em 2020, provavelmente por não ter sido possível obter os resultados das concentrações do fósforo total. Destaca-se que as não conformidades do parâmetro enterococos ocorreram em todas as amostras na única campanha realizada (Tabela 3.26). Nota-se uma redução substancial nos valores de enterococos, o que contribuiu significativamente para a mudança de classificação que em 2019 foi Ruim.

Segundo o IETC, nos três pontos amostrados em março de 2020, as concentrações de clorofila *a* (Tabela 3.2) variaram da condição Mesotrófica (Pontos 1 e 3) a Eutrófica (Ponto 2) com média anual indicativa de ambiente Mesotrófico, mantendo a classificação observada em março de 2019, bem como na média daquele ano.

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

Parâmetro	Unidade	Padrão classe 1 águas salobras Res. CONAMA nº 357/05	min	máx	% NC	Média aritmética 2020	Média aritmética 2015 a 2019
Campo							
OD	mg/L	5,00	3,57	6,35	56%	4,81	4,88
pH		6,5 a 8,5	7,2	7,9	0%	7,62	7,53
Salinidade	ppt		8,9	30,3		21,34	23,78
Temperatura da Água	°C		25,5	26,2		25,65	23,53
Turbidez	UNT		4,77	13,50		6,91	11,80
Metais							
Alumínio Dissolvido	mg/L	0,10	0,5	0,5	n.d.	0,50	0,27
Boro Total	mg/L	0,50	1	2,11	n.d.	1,37	2,40
Cádmio Total	mg/L	0,005	0,05	0,05	n.d.	0,05	0,02
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	0,027
Cromo Hexavalente	mg/L		0,01	0,01		0,010	0,005
Cromo Total	mg/L	0,05	0,10	0,10	n.d.	0,10	0,05
Estanho Total	mg/L		1,00	1,00		1,00	0,49
Ferro Dissolvido	mg/L	0,3	0,5	0,5	n.d.	0,50	0,27
Níquel Total	mg/L	0,025	0,10	0,10	n.d.	0,10	0,05
Zinco Total	mg/L	0,09	0,10	0,10	n.d.	0,10	0,05
Nutrientes							
Carbono Orgânico Total	mg/L	3,00	2,67	3,65	67%	3,03	6,48
Fósforo Total	mg/L	0,124	-	-	n.d.	*	0,538
Nitrogênio Amoniacal Total	mg/L	0,40	0,27	0,93	67%	0,58	0,48
Nitrogênio Kjeldahl Total	mg/L		1	1,39		1,04	0,98
Outros							
Clorofila <i>a</i>	µg/L	10,00	3,12	11,23	50%	8,30	6,91
Fenóis Totais	mg/L	0,06	0,003	0,003	0%	0,003	0,003
Microbiológicos							
Enterococos	UFC/100mL	100	3	96	0%	18	65

■ Médias geométricas

* Não calculado

n.d. LQ > limite legal

- Análise não realizada

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 as altas concentrações de nutrientes verificadas são esperadas. Em relação aos metais o Ponto 1 apresentou não conformidades em todos os parâmetros analisados exceto cromo e cádmio, todos com concentrações próximas a ISQG. Os demais pontos também apresentaram não conformidades próximas de ISQG sendo cobre e mercúrio em ambos os pontos e adicionalmente o chumbo no Ponto 2. Apesar das não conformidades as concentrações foram inferiores a 2019 com destaque para o mercúrio com valor máximo de 0,28 mg/L ante ao máximo de 0,49 mg/L em 2019.

O grupo dos HPAs apresentou valores superiores ao ISQG para todos os parâmetros exceto o naftaleno no Ponto 1, próximo da bacia de evolução ao norte do canal e, historicamente, a porção mais afetada por lançamentos sem controle antes da década de 1970. O Ponto 2 teve menos parâmetros não conformes e as concentrações desses foram significativamente menores do que no Ponto 1, enquanto o Ponto 3 apresentou não conformidade apenas no acenaftileno com concentração de 8,29 µg/kg ante o valor orientador de 5,87 µg/kg (ISQG). Diferentemente do ano anterior nenhum resultado superou o limite superior (PEL). Nota-se que as concentrações apresentam queda desde o pico observado durante as atividades de dragagem do canal e da cava subaquática que movimentaram quantidades substanciais de sedimento.

Os nutrientes apresentaram comportamento similar com valores entre 1970 e 3800 mg/kg para o NKT, 860 e 2050 mg/kg para o fósforo e 1,48 e 3,0 mg/kg para o COT. A média do NKT em 2020 foi a única superior à média dos cinco anos anteriores, comportamento condizente com as não conformidades de nitrogênio observadas em água. É provável que a fonte desse nitrogênio seja de esgoto doméstico, lembrando que a amostragem foi realizada antes do início da pandemia declarada pela OMS.

Em 2020 os ensaios ecotoxicológicos com as amostras de sedimento dessa região não foram realizados.

Com base no critério microbiológico, considerando o grupo dos coliformes termotolerantes, as três amostras foram classificadas como Ruins. Quanto aos *C. perfringens* as amostras foram classificadas como Boa, Ruim e Regular, respectivamente (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 2020	Média aritmética 2015 a 2019
Nutrientes								
Fósforo Total *	mg/kg	700		863	2053	100%	1385	1545
Nitrogênio Kjeldahl Total *	mg/kg	1500		1877	3797	100%	2855	2260
Potencial Redox	mV			-387	-230	-	-315	-113
Orgânicos								
Carbono Orgânico Total *	%	1,80		1,41	3,04	67%	2,30	3,15
Fenóis Totais	mg/kg			3,05	5,0	-	4,05	4,82
Óleos e Graxas Totais	mg/kg			819	1310	-	989	1463
Hidrocarbonetos Arom. Polinucleares		ISQG	PEL					
2-metilnaftaleno	µg/kg	20,20	201,00	20,00	20,00	0%	20,00	69,48
Acenafteno	µg/kg	6,71	88,90	6,00	30,80	33%	14,47	31,56
Acenaftileno	µg/kg	5,87	128	5,00	15,80	67%	9,70	13,48
Antraceno	µg/kg	46,90	245	20,00	128,00	33%	57,63	88,47
Benzo(a)antraceno	µg/kg	74,80	693	23,70	423,00	67%	187,23	251,60
Benzo(a)pireno	µg/kg	88,80	763	49,60	552,00	67%	263,87	373,10
Benzo(b)fluoranteno	µg/kg			44,70	460,00	-	223,57	294,45
Benzo(g,h,i)perileno	µg/kg			80,0	306,0	-	162,67	222,77
Benzo(k)fluoranteno	µg/kg			30,00	247,00	-	127,00	162,54
Criseno	µg/kg	108	846	30,1	390,0	67%	182,70	269,67
Dibenzo(a,h)antraceno	µg/kg	6,22	135	6,00	51,8	67%	25,17	43,46
Fenantreno	µg/kg	86,70	544	22,40	230,00	33%	111,77	175,67
Fluoranteno	µg/kg	113	1494	44,40	802,00	67%	359,47	570,26
Fluoreno	µg/kg	21,20	144	15,00	40,90	33%	23,63	38,11
Indeno(1,2,3-cd)pireno	µg/kg			35,10	391,00	-	185,37	222,99
Naftaleno	µg/kg	34,6	391	20,00	20,00	0%	20,00	34,78
Pireno	µg/kg	153	1398	53,50	801,00	67%	380,17	608,99
Metais		ISQG	PEL					
Alumínio Total	mg/kg			38615	49603	-	44527	32081
Arsênio Total	mg/kg	7,24	41,60	10,00	11,30	100%	10,47	10,30
Cádmio Total	mg/kg	0,70	4,20	0,50	0,54	0%	0,51	0,49
Chumbo Total	mg/kg	30,20	112	29,50	38,10	67%	33,87	30,63
Cobre Total	mg/kg	18,70	108	20,80	23,30	100%	21,83	22,26
Cromo Total	mg/kg	52,30	160	42,30	44,70	0%	43,77	39,25
Estanho Total	mg/kg			5,00	5,00	-	5,00	4,20
Ferro Total	mg/kg			33443	46852	-	38534	33637
Mercúrio Total	mg/kg	0,13	0,70	0,22	0,28	100%	0,26	0,31
Níquel Total	mg/kg	15,90	43	16,80	22,30	100%	19,30	16,50
Zinco Total	mg/kg	124	271	88,70	138,00	33%	109,57	129,02

* valores adotados pela CETESB, vide metodologia no capítulo 2

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

3.5.12 Área de influência do Emissário do Guarujá

Qualidade da água

No Emissário do Guarujá todos os quatro pontos apresentaram amostra não conforme em relação ao OD no estrato de fundo no primeiro semestre (33% do total, lembrando que houve apenas uma amostragem). Identificou-se também não conformidades de clorofila *a* e enterococos mantendo o comportamento histórico da região (Tabela 3.28). A classificação da área pela média do IQAC se manteve Regular.

Quanto à eutrofização, segundo o IETC, nos quatro pontos amostrados em janeiro de 2020, as concentrações de clorofila *a* (Tabela 3.2), variaram da condição Oligotrófica (Ponto 1) a Mesotrófica (Pontos 2 a 4) com média anual indicativa de ambiente Mesotrófico, mantendo a classificação observada em março de 2019, bem como na média daquele ano.

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 2020	Média aritmética 2015 a 2019
Campo							
OD	mg/L	6,00	4,5	6,94	33%	5,99	6,58
pH		6,5 a 8,5	7,4	8,2	0%	8,07	7,99
Salinidade	ppt		34,7	35,6		35,00	34,81
Temperatura da Água	°C		22,7	26,5		25,20	24,22
Turbidez	UNT		1,00	9,90		3,63	2,16
Metais							
Alumínio Dissolvido	mg/L	1,50	0,5	0,5	0%	0,50	0,41
Boro Total	mg/L	5,00	3,84	4,34	0%	4,10	4,20
Cádmio Total	mg/L	0,005	0,05	0,05	n.d.	0,05	0,04
Chumbo Total	mg/L	0,01	0,10	0,10	n.d.	0,10	0,08
Cobre Dissolvido	mg/L	0,005	0,050	0,050	n.d.	0,050	0,052
Cromo Hexavalente	mg/L		0,01	0,01		0,010	0,005
Cromo Total	mg/L	0,05	0,10	0,10	n.d.	0,10	0,08
Estanho Total	mg/L		1,00	1,00		1,00	0,80
Ferro Dissolvido	mg/L	0,3	0,5	0,5	n.d.	0,50	0,41
Níquel Total	mg/L	0,025	0,10	0,10	n.d.	0,10	0,08
Zinco Total	mg/L	0,09	0,10	0,10	n.d.	0,10	0,08
Nutrientes							
Carbono Orgânico Total	mg/L	3,00	1	1,55	0%	1,07	2,00
Fósforo Total	mg/L	0,062	0,050	0,090	22%	0,058	0,064
Nitrogênio Amoniacal Total	mg/L	0,40	0,15	0,3	0%	0,20	0,19
Nitrogênio Kjeldahl Total	mg/L		0,5	1		0,96	0,87
Outros							
Clorofila <i>a</i>	µg/L	2,50	0,56	3,47	13%	1,47	2,35
Fenóis Totais	mg/L	0,06	0,003	0,003	0%	0,003	0,003
Microbiológicos							
Enterococos	UFC/100mL	100	4	15000	67%	171	5

■ Médias geométricas

* Não calculado

n.d. LQ > limite legal

Qualidade de sedimento

O sedimento apresenta concentrações um pouco mais elevadas de NKT, indicativo de presença de esgoto doméstico, com ocorrências acima dos valores orientadores com média menor do que os cinco anos anteriores. A granulometria do local apresenta maior quantidade de finos, bem como potencial redox negativo, resultado da influência do emissário na área. Houve uma ocorrência de chumbo no Ponto 2 ligeiramente superior a ISQG (30,4 mg/kg ante o limite de 30,2 mg/kg), aparentemente pontual uma vez que não se observa resultados similares no histórico da região.

Na avaliação ecotoxicológica realizada com as amostras de sedimento dessa região no primeiro semestre, o ensaio agudo indicou qualidade Ótima para os quatro Pontos (Tabela 3.3), como nos últimos quatro anos. As análises químicas apresentaram concentrações de contaminantes ligeiramente acima dos padrões do ISQG (CCME, 2002), para As e Pb no Ponto 2. No entanto, essas substâncias não estavam biodisponíveis, uma vez que não foi observada toxicidade nos ensaios.

Com relação ao critério microbiológico, as densidades de coliformes termotolerantes classificaram as amostras dos Pontos 1 e 3 como Ótimas, do Ponto 2 como Boa e do Ponto 4 como Ruim. As densidades de *C. perfringens* classificaram as amostras como Boas (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		min	máx	% NC (resultados acima de ISQG)	Média aritmética 2020	Média aritmética 2015 a 2019
Nutrientes								
Fósforo Total *	mg/kg	500		204	416	0%	296	299
Nitrogênio Kjeldahl Total *	mg/kg	1000		414	1289	25%	823	956
Potencial Redox	mV			-141	-100	-	-121	-140
Orgânicos								
Carbono Orgânico Total *	%	1,30		0,34	0,78	0%	0,66	0,93
Fenóis Totais	mg/kg			2,21	2,8	-	2,51	2,76
Óleos e Graxas Totais	mg/kg			350	350	-	350	471
Hidrocarbonetos Arom. Polinucleares		ISQG	PEL					
2-metilnaftaleno	µg/kg	20,20	201,00	20,00	20,00	0%	20,00	20,00
Acenafteno	µg/kg	6,71	88,90	6,00	6,00	0%	6,00	7,83
Acenaftileno	µg/kg	5,87	128	5,00	5,00	0%	5,00	5,00
Antraceno	µg/kg	46,90	245	20,00	20,00	0%	20,00	20,00
Benzo(a)antraceno	µg/kg	74,80	693	20,00	20,00	0%	20,00	20,02
Benzo(a)pireno	µg/kg	88,80	763	10,00	14,60	0%	12,33	15,16
Benzo(b)fluoranteno	µg/kg			20,00	20,00	-	20,00	20,70
Benzo(g,h,i)perileno	µg/kg			80,0	80,0	-	80,00	80,00
Benzo(k)fluoranteno	µg/kg			30,00	30,00	-	30,00	27,39
Criseno	µg/kg	108	846	20,0	20,0	0%	20,00	20,13
Dibenzo(a,h)antraceno	µg/kg	6,22	135	6,00	6,0	0%	6,00	9,13
Fenantreno	µg/kg	86,70	544	20,00	20,00	0%	20,00	20,00
Fluoranteno	µg/kg	113	1494	20,00	20,00	0%	20,00	20,81
Fluoreno	µg/kg	21,20	144	15,00	15,00	0%	15,00	15,65
Indeno(1,2,3-cd)pireno	µg/kg			20,00	20,00	-	20,00	28,53
Naftaleno	µg/kg	34,6	391	20,00	20,00	0%	20,00	21,30
Pireno	µg/kg	153	1398	20,00	20,00	0%	20,00	20,79
Metais		ISQG	PEL					
Alumínio Total	mg/kg			14572	32504	-	22363	15615
Arsênio Total	mg/kg	7,24	41,60	5,29	8,65	25%	6,84	6,44
Cádmio Total	mg/kg	0,70	4,20	0,50	0,50	0%	0,50	0,42
Chumbo Total	mg/kg	30,20	112	12,80	30,40	25%	20,60	15,42
Cobre Total	mg/kg	18,70	108	4,23	9,81	0%	6,75	6,25
Cromo Total	mg/kg	52,30	160	18,50	32,10	0%	24,53	21,15
Estanho Total	mg/kg			5,00	5,00	-	5,00	4,17
Ferro Total	mg/kg			16902	27161	-	21375	19716
Mercúrio Total	mg/kg	0,13	0,70	0,01	0,03	0%	0,02	0,03
Níquel Total	mg/kg	15,90	43	6,08	12,30	0%	8,93	8,04
Zinco Total	mg/kg	124	271	29,20	50,80	0%	38,35	39,83

* valores adotados pela CETESB, vide metodologia no capítulo 2

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

3.5.13 Área de influência do Emissário de Santos

Qualidade da água

Na área de influência do Emissário de Santos verificou-se não conformidades dos parâmetros enterococos e clorofila *a* com 25% e 100%, respectivamente. (Tabela 3.30). A concentração ficou relativamente próxima aos limites, uma melhora significativa em relação a outras amostragens, classificando a área como Boa em 2020.

Segundo o IETC, nos quatro pontos amostrados em agosto de 2020, as concentrações de clorofila *a* (Tabela 3.2) exibiram condições Eutróficas mantendo a classificação média, obtida no mesmo período de 2019, indicando que esse local já se encontra eutrofizado, apresentando, no entanto, uma melhora em relação à média anual daquele ano, quando foi classificado como Supereutrófico.

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 2020	Média aritmética 2015 a 2019
Campo							
OD	mg/L	6,00	6,96	7,33	0%	7,12	6,43
pH		6,5 a 8,5	7	8,2	0%	8,13	7,93
Salinidade	ppt		35,0	35,0		35,00	33,10
Temperatura da Água	°C		23,0	23,4		23,10	24,00
Turbidez	UNT		2,03	3,31		2,52	4,59
Metais							
Alumínio Dissolvido	mg/L	1,50	0,5	0,5	0%	0,50	0,26
Boro Total	mg/L	5,00	4,24	4,55	0%	4,39	4,38
Cádmio Total	mg/L	0,005	0,05	0,05	n.d.	0,05	0,02
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	0,025
Cromo Hexavalente	mg/L		0,01	0,01		0,010	0,004
Cromo Total	mg/L	0,05	0,10	0,10	n.d.	0,10	0,05
Estanho Total	mg/L		1,00	1,00		1,00	0,48
Ferro Dissolvido	mg/L	0,3	0,5	0,5	n.d.	0,50	0,27
Níquel Total	mg/L	0,025	0,10	0,10	n.d.	0,10	0,05
Zinco Total	mg/L	0,09	0,10	0,10	n.d.	0,10	0,05
Nutrientes							
Carbono Orgânico Total	mg/L	3,00	1	1,53	0%	1,26	3,16
Fósforo Total	mg/L	0,062	0,070	0,070	n.d.	0,070	0,066
Nitrogênio Amoniacal Total	mg/L	0,40	0,10	0,2	0%	0,14	0,17
Nitrogênio Kjeldahl Total	mg/L		1	1		1,00	0,81
Outros							
Clorofila <i>a</i>	µg/L	2,50	2,67	4,81	100%	3,49	7,69
Fenóis Totais	mg/L	0,06	0,003	0,003	0%	0,003	0,003
Microbiológicos							
Enterococos	UFC/100mL	100,00	8	340	25%	33	117

■ Médias geométricas

* Não calculado

n.d. LQ > limite legal

Qualidade dos sedimentos

Os sedimentos da região mostraram-se predominantemente arenosos, apesar da influência do emissário, exceto pelo Ponto 1 que apresentou granulometria bastante distribuída pelas frações em 2020. O potencial redox apresentou valores negativos, indicando ambiente anaeróbico. Os sedimentos apresentaram algumas ocorrências de NKT e COT em concentrações acima dos valores de referência em especial no Ponto 1 com valores de 684 mg/kg, 4132 mg/kg e 2,03% para o fósforo, NKT e COT, respectivamente. Também no Ponto 1 foi identificada uma ocorrência

de chumbo com concentração de 31,8 mg/kg ante o valor orientador de 30,2 mg/kg, aparentemente pontual além do arsênio acima do ISQG e do limite basal para o litoral paulista (13,4 mg/kg). Não foram detectados HPAs em 2020.

Os ensaios ecotoxicológicos no segundo semestre, com as amostras de sedimento dos quatro pontos dessa região indicaram qualidade Ótima para esse ambiente (Tabela 3.3), mantendo a mesma classificação observada nos últimos quatro anos. As concentrações no Ponto 1 de As e do Pb acima do ISQG, provavelmente não estavam biodisponíveis para causar efeito tóxico aos organismos-teste.

Essa região apresenta um histórico de contaminantes, que mesmo sem exceder o limite de ISQG, podem eventualmente causar efeitos deletérios aos organismos sensíveis existentes na região devido à exposição ininterrupta a essas concentrações. Dessa forma, a movimentação eventual do sedimento poderia 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, exceção feita ao Ponto 4 que foi classificado como Bom. Quanto ao *C. perfringens*, as amostras foram classificadas como Regulares e Ruins (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 2020	Média aritmética 2015 a 2019
Nutrientes								
Fósforo Total *	mg/kg	500		132	684	25%	328	290
Nitrogênio Kjeldahl Total *	mg/kg	1000		253	4132	50%	1633	723
Potencial Redox	mV			-279	-83	-	-187	-149
Orgânicos								
Carbono Orgânico Total *	%	1,30		0,09	2,03	25%	0,69	0,69
Fenóis Totais	mg/kg			1,94	5,4	-	3,10	3,37
Óleos e Graxas Totais	mg/kg			350	1470	-	724	595
Hidrocarbonetos Arom. Polinucleares		ISQG	PEL					
2-metilnaftaleno	µg/kg	20,20	201,00	20,00	20,00	0%	20,00	20,00
Acenafteno	µg/kg	6,71	88,90	6,00	6,00	0%	6,00	7,83
Acenaftileno	µg/kg	5,87	128	5,00	5,00	0%	5,00	5,70
Antraceno	µg/kg	46,90	245	20,00	20,00	0%	20,00	20,00
Benzo(a)antraceno	µg/kg	74,80	693	20,00	20,00	0%	20,00	21,14
Benzo(a)pireno	µg/kg	88,80	763	10,00	15,20	0%	11,30	15,69
Benzo(b)fluoranteno	µg/kg			20,00	20,00	-	20,00	21,59
Benzo(g,h,i)perileno	µg/kg			80,0	80,0	-	80,00	80,00
Benzo(k)fluoranteno	µg/kg			30,00	30,00	-	30,00	27,70
Criseno	µg/kg	108	846	20,0	20,0	0%	20,00	21,22
Dibenzo(a,h)antraceno	µg/kg	6,22	135	6,00	6,0	0%	6,00	9,13
Fenantreno	µg/kg	86,70	544	20,00	20,00	0%	20,00	20,00
Fluoranteno	µg/kg	113	1494	20,00	20,00	0%	20,00	23,43
Fluoreno	µg/kg	21,20	144	15,00	15,00	0%	15,00	15,65
Indeno(1,2,3-cd)pireno	µg/kg			20,00	20,00	-	20,00	29,26
Naftaleno	µg/kg	34,6	391	20,00	20,00	0%	20,00	21,30
Pireno	µg/kg	153	1398	20,00	20,00	0%	20,00	23,06
Metais		ISQG	PEL					
Alumínio Total	mg/kg			7323	41933	-	18533	11362
Arsênio Total	mg/kg	7,24	41,60	3,59	13,40	25%	6,98	5,33
Cádmio Total	mg/kg	0,70	4,20	0,50	0,50	0%	0,50	0,42
Chumbo Total	mg/kg	30,20	112	7,31	31,80	25%	15,64	11,49
Cobre Total	mg/kg	18,70	108	4,00	13,80	0%	7,43	6,15
Cromo Total	mg/kg	52,30	160	12,80	41,80	0%	22,73	17,18
Estanho Total	mg/kg			5,00	5,00	-	5,00	5,98
Ferro Total	mg/kg			11454	27573	-	17081	16822
Mercúrio Total	mg/kg	0,13	0,70	0,01	0,04	0%	0,02	0,02
Níquel Total	mg/kg	15,90	43	4,02	14,40	0%	7,67	6,07
Zinco Total	mg/kg	124	271	25,50	69,40	0%	42,85	37,44

* valores adotados pela CETESB, vide metodologia no capítulo 2

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

3.5.14 Canal de Santos

Qualidade da água

No Canal de Santos apresentaram não conformidade os parâmetros COT (11%), OD (100%), nitrogênio amoniacal (22%) e enterococos (100%), classificando a área na categoria Ruim pelos critérios do IQAC em 2020, repetindo a classificação dos últimos três anos.

Segundo o IETC, nos três pontos amostrados em março de 2020, as concentrações de clorofila *a* (Tabela 3.2) variaram da condição Oligotrófica (Pontos 2 e 3) a Mesotrófica (Ponto 1) com média anual indicativa de ambiente Mesotrófico mantendo a classificação obtida em março de 2019, bem como na média anual daquele ano.

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

Parâmetro	Unidade	Padrão classe 1 águas salobras Res. CONAMA nº 357/05	min	máx	% NC	Média aritmética 2020	Média aritmética 2015 a 2019
Campo							
OD	mg/L	5,00	4,32	4,99	100%	4,54	5,38
pH		6,5 a 8,5	7,2	8	0%	7,79	7,73
Salinidade	ppt		21,8	31,2		26,52	27,24
Temperatura da Água	°C		25,4	26,4		25,80	24,01
Turbidez	UNT		5,53	13,00		8,62	8,71
Metais							
Alumínio Dissolvido	mg/L	0,10	0,5	0,5	100%	0,50	0,28
Boro Total	mg/L	0,50	2,9	3,29	100%	3,13	3,38
Cádmio Total	mg/L	0,005	0,05	0,05	n.d.	0,05	0,02
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	0,028
Cromo Hexavalente	mg/L		0,01	0,01		0,010	0,004
Cromo Total	mg/L	0,05	0,10	0,10	n.d.	0,10	0,06
Estanho Total	mg/L		1,00	1,00		1,00	0,51
Ferro Dissolvido	mg/L	0,3	0,5	0,5	n.d.	0,50	0,28
Níquel Total	mg/L	0,025	0,10	0,10	n.d.	0,10	0,06
Zinco Total	mg/L	0,09	0,10	0,10	n.d.	0,10	0,06
Nutrientes							
Carbono Orgânico Total	mg/L	3,00	1,99	3,58	11%	2,58	7,11
Fósforo Total	mg/L	0,124	-	-	n.d.	*	0,213
Nitrogênio Amoniacal Total	mg/L	0,40	0,21	0,69	22%	0,37	0,33
Nitrogênio Kjeldahl Total	mg/L		0,95	1,16		1,01	0,86
Outros							
Clorofila <i>a</i>	µg/L	10,00	2,06	3,82	0%	3,03	6,72
Fenóis Totais	mg/L	0,06	0,003	0,003	0%	0,003	0,003
Microbiológicos							
Enterococos	UFC/100mL	100	108	9300	100%	629	138

■ Médias geométricas

* Não calculado

n.d. LQ > limite legal

- Análise não realizada

Qualidade dos sedimentos

Os sedimentos da região são, em geral, predominantemente finos com tendência de acúmulo de substâncias nos Pontos 1 e 2 ou mais de 80% de finos no Ponto 3 que se localiza mais ao norte do canal. Este ano o Ponto 2 apresentou granulometria bastante arenosa (87% de areia) destoando do comportamento histórico. Geralmente a área exibe altas concentrações de nutrientes e resultados de potencial redox substancialmente negativos indicando ambiente onde ocorre degradação anaeróbia dos nutrientes. Contudo, não

foram verificadas não conformidades de substâncias no Ponto 1 enquanto apenas o Ponto 3 apresentou concentrações de nutrientes elevadas com destaque para o NKT que alcançou 5812 mg/kg.

Os sedimentos do Ponto 2 apresentaram, em 2020, algumas ocorrências de concentrações de HPAs acima dos valores orientadores para múltiplos integrantes do grupo repetindo o comportamento do ano anterior. O mercúrio também apresentou não conformidade nesse ponto (0,17 mg/kg) muito próxima a ISQG (0,1 mg/kg). O Ponto 3 não apresentou ocorrência de HPAs em concentrações superiores aos valores orientadores, mas verificou-se valores de chumbo e cobre ligeiramente superiores a ISQG, condizentes com o histórico da área. Em 2020, os ensaios ecotoxicológicos com o sedimento dessa região não foram realizados.

No aspecto microbiológico, as densidades de coliformes termotolerantes classificaram as amostras dos Pontos 1 e 3 como Ruins e do Ponto 2 como Boa. Quanto ao *C.perfringens*, as amostras dos Pontos 1 e 3 foram classificadas como Boas e do Ponto 2 como Regular (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 2020	Média aritmética 2015 a 2019
Nutrientes								
Fósforo Total *	mg/kg	700		271	819	33%	493	441
Nitrogênio Kjeldahl Total *	mg/kg	1500		1083	5812	33%	2675	1391
Potencial Redox	mV			-348	-172	-	-257	-129
Orgânicos								
Carbono Orgânico Total *	%	1,80		0,69	2,22	33%	1,21	1,65
Fenóis Totais	mg/kg			2,50	5,5	-	3,51	3,58
Óleos e Graxas Totais	mg/kg			358	1160	-	663	734
Hidrocarbonetos Arom. Polinucleares		ISQG	PEL					
2-metilnaftaleno	µg/kg	20,20	201,00	20,00	20,00	0%	20,00	20,00
Acenafteno	µg/kg	6,71	88,90	6,00	6,00	0%	6,00	9,40
Acenaftileno	µg/kg	5,87	128	5,00	5,00	0%	5,00	7,05
Antraceno	µg/kg	46,90	245	20,00	20,00	0%	20,00	25,64
Benzo(a)antraceno	µg/kg	74,80	693	20,00	95,80	33%	45,27	50,98
Benzo(a)pireno	µg/kg	88,80	763	13,50	161,00	33%	69,17	81,11
Benzo(b)fluoranteno	µg/kg			20,00	146,00	-	66,63	68,46
Benzo(g,h,i)perileno	µg/kg			80,0	104,0	-	88,00	95,36
Benzo(k)fluoranteno	µg/kg			30,00	78,10	-	46,03	43,28
Criseno	µg/kg	108	846	20,0	118,0	33%	54,20	67,39
Dibenzo(a,h)antraceno	µg/kg	6,22	135	6,00	15,6	33%	9,20	16,12
Fenantreno	µg/kg	86,70	544	20,00	124,00	33%	54,67	46,44
Fluoranteno	µg/kg	113	1494	20,00	225,00	33%	91,83	105,64
Fluoreno	µg/kg	21,20	144	15,00	15,00	0%	15,00	16,15
Indeno(1,2,3-cd)pireno	µg/kg			20,00	137,00	-	62,27	72,19
Naftaleno	µg/kg	34,6	391	20,00	20,00	0%	20,00	21,76
Pireno	µg/kg	153	1398	20,00	174,00	33%	76,53	92,08
Metais		ISQG	PEL					
Alumínio Total	mg/kg			18038	54120	-	34671	20304
Arsênio Total	mg/kg	7,24	41,60	5,88	11,20	67%	8,54	7,70
Cádmio Total	mg/kg	0,70	4,20	0,50	0,50	0%	0,50	0,43
Chumbo Total	mg/kg	30,20	112	20,20	38,60	33%	26,83	28,96
Cobre Total	mg/kg	18,70	108	9,17	19,30	33%	13,72	15,49
Cromo Total	mg/kg	52,30	160	22,00	44,30	0%	31,83	25,78
Estanho Total	mg/kg			5,00	5,00	-	5,00	3,91
Ferro Total	mg/kg			13958	32493	-	23084	19215
Mercúrio Total	mg/kg	0,13	0,70	0,02	0,17	33%	0,11	0,13
Níquel Total	mg/kg	15,90	43	6,99	17,80	33%	12,13	10,35
Zinco Total	mg/kg	124	271	48,50	87,20	0%	62,33	63,36

* valores adotados pela CETESB, vide metodologia no capítulo 2

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

3.5.15 Canal de São Vicente

Qualidade da água

No Canal de São Vicente foram verificadas não conformidades nos parâmetros OD (78%), COT (56%), nitrogênio amoniacal (44%), enterococos (56%) e clorofila *a* (50%), conferindo classificação Ruim segundo o IQAC em 2020, assim como nos anos anteriores.

Segundo o IETC, nos três pontos amostrados em março de 2020, as concentrações de clorofila *a* (Tabela 3.2) variaram da condição Mesotrófica (Ponto 1) a Eutrófica (Pontos 2 e 3) com média anual indicativa de ambiente Eutrófico. Essa área exibiu uma piora na classificação em relação ao observado em março de 2019, bem como na média anual daquele ano quando foi classificado como Mesotrófico.

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 2020	Média aritmética 2015 a 2019
Campo							
OD	mg/L	5,00	4,03	5,64	78%	4,58	5,26
pH		6,5 a 8,5	7,2	7,7	0%	7,42	7,55
Salinidade	ppt		12,3	18,0		15,18	23,23
Temperatura da Água	°C		26,0	26,7		26,25	24,13
Turbidez	UNT		4,79	42,40		12,69	6,02
Metais							
Alumínio Dissolvido	mg/L	0,10	0,5	0,5	100%	0,50	0,28
Boro Total	mg/L	0,50	1,6	2,13	100%	1,85	2,63
Cádmio Total	mg/L	0,005	0,05	0,05	n.d.	0,05	0,02
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	0,028
Cromo Hexavalente	mg/L		0,01	0,01		0,010	0,005
Cromo Total	mg/L	0,05	0,10	0,10	n.d.	0,10	0,06
Estanho Total	mg/L		1,00	1,00		1,00	0,51
Ferro Dissolvido	mg/L	0,3	0,5	0,5	n.d.	0,50	0,28
Níquel Total	mg/L	0,025	0,10	0,10	n.d.	0,10	0,06
Zinco Total	mg/L	0,09	0,10	0,10	n.d.	0,10	0,06
Nutrientes							
Carbono Orgânico Total	mg/L	3,00	2,29	4,17	56%	3,15	7,23
Fósforo Total	mg/L	0,124	-	-	n.d.	*	0,227
Nitrogênio Amoniacal Total	mg/L	0,40	0,37	0,44	44%	0,40	0,54
Nitrogênio Kjeldahl Total	mg/L		1	1,74		1,10	1,00
Outros							
Clorofila <i>a</i>	µg/L	10,00	6,49	16,52	50%	11,80	9,67
Fenóis Totais	mg/L	0,06	0,003	0,003	0%	0,003	0,003
Microbiológicos							
Enterococos	UFC/100mL	100	32	420	56%	96	84

■ Médias geométricas

* Não calculado

n.d. LQ > limite legal

- Análise não realizada

Qualidade dos sedimentos

Em 2020, os Pontos 1 e 2 do Canal de São Vicente apresentaram granulometria arenosa e localizam-se no baixo estuário. Já o Ponto 3, situado no alto estuário, apresenta granulometria fina (mais de 60% de argila e silte), o que pode explicar sua tendência de acúmulo de substâncias. Apesar disso, o potencial redox dos três pontos é negativo evidenciando o acúmulo de nutrientes e outros materiais continentais na área. Neste ano não foram realizados ensaios ecotoxicológicos.

Os sedimentos desse canal apresentaram ocorrência de concentrações de chumbo, cobre e cromo ligeiramente superiores ao limite inferior (ISQG). Já o mercúrio apresentou concentração de 1,04 mg/kg superior a PEL (0,7 mg/kg) bastante atípica. Verificou-se a presença de 2-Metilnaftaleno, Benzo(a)pireno e Dibenzo(a,h)antraceno do grupo dos HPAs todos acima dos valores orientadores, mas próximos de ISQG mantendo o comportamento histórico.

Com base no critério microbiológico, as densidades de coliformes termotolerantes classificaram as amostras como Ruins. Com relação ao *C. perfringens*, as amostras foram classificadas como Ótimas. Esse cenário indica poluição fecal recente (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		min	máx	% NC (resultados acima de ISQG)	Média aritmética 2020	Média aritmética 2015 a 2019
Nutrientes								
Fósforo Total *	mg/kg	700		9	776	33%	285	258
Nitrogênio Kjeldahl Total *	mg/kg	1500		261	4262	33%	1599	803
Potencial Redox	mV			-291	-152	-	-241	-68
Orgânicos								
Carbono Orgânico Total *	%	1,80		0,17	3,44	33%	1,28	1,26
Fenóis Totais	mg/kg			1,80	4,8	-	2,89	3,69
Óleos e Graxas Totais	mg/kg			350	1110	-	603	567
Hidrocarbonetos Arom. Polinucleares		ISQG	PEL					
2-metilnaftaleno	µg/kg	20,20	201,00	20,00	35,70	33%	25,23	22,77
Acenafteno	µg/kg	6,71	88,90	6,00	6,00	0%	6,00	8,95
Acenaftileno	µg/kg	5,87	128	5,00	5,00	0%	5,00	5,00
Antraceno	µg/kg	46,90	245	20,00	20,00	0%	20,00	20,57
Benzo(a)antraceno	µg/kg	74,80	693	20,00	58,60	0%	32,87	25,24
Benzo(a)pireno	µg/kg	88,80	763	10,00	231,00	33%	83,67	31,84
Benzo(b)fluoranteno	µg/kg			20,00	239,00	-	93,00	36,40
Benzo(g,h,i)perileno	µg/kg			80,0	117,0	-	92,33	80,58
Benzo(k)fluoranteno	µg/kg			30,00	72,20	-	44,07	29,63
Criseno	µg/kg	108	846	20,0	96,9	0%	45,63	30,60
Dibenzo(a,h)antraceno	µg/kg	6,22	135	6,00	31,7	33%	14,57	11,71
Fenantreno	µg/kg	86,70	544	20,00	76,80	0%	38,93	27,63
Fluoranteno	µg/kg	113	1494	20,00	83,70	0%	41,23	38,90
Fluoreno	µg/kg	21,20	144	15,00	15,00	0%	15,00	16,08
Indeno(1,2,3-cd)pireno	µg/kg			20,00	126,00	-	55,33	40,43
Naftaleno	µg/kg	34,6	391	20,00	20,00	0%	20,00	21,94
Pireno	µg/kg	153	1398	20,00	139,00	0%	59,67	42,16
Metais		ISQG	PEL					
Alumínio Total	mg/kg			3274	62749	-	23313	11220
Arsênio Total	mg/kg	7,24	41,60	2,00	12,40	33%	5,47	4,46
Cádmio Total	mg/kg	0,70	4,20	0,50	0,50	0%	0,50	0,43
Chumbo Total	mg/kg	30,20	112	5,00	48,70	33%	19,57	12,95
Cobre Total	mg/kg	18,70	108	4,00	28,20	33%	12,07	9,89
Cromo Total	mg/kg	52,30	160	3,85	61,70	33%	23,18	15,00
Estanho Total	mg/kg			5,00	5,00	-	5,00	3,93
Ferro Total	mg/kg			2966	40616	-	15585	10299
Mercúrio Total	mg/kg	0,13	0,70	0,01	1,04	33%	0,35	0,12
Níquel Total	mg/kg	15,90	43	1,00	22,40	33%	8,33	6,20
Zinco Total	mg/kg	124	271	1,05	123,00	0%	43,90	38,21

* valores adotados pela CETESB, vide metodologia no capítulo 2

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

3.5.16 Área de influência do emissário submarino da Praia Grande 1

Qualidade da água

Na área de influência do emissário submarino da Praia Grande apresentaram não conformidades os parâmetros OD (33%), clorofila *a* (86%) e enterococos (33%), classificando a área na categoria Regular em 2020, conforme as faixas do IQAC.

Segundo o IETC, nos quatro pontos amostrados em agosto de 2020, as concentrações de clorofila *a* (Tabela 3.2) exibiram condições variando de Mesotrófica (Ponto 4) a Eutrófica (Pontos 1 a 3) com média anual indicativa de ambiente Eutrófico, a mesma classificação média de 2019, ou seja, de um ambiente já eutrofizado.

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	min	máx	% NC	Média aritmética 2020	Média aritmética 2015 a 2019
Campo							
OD	mg/L	6,00	5,31	8,36	33%	7,09	6,57
pH		6,5 a 8,5	7,4	8,3	0%	8,08	7,95
Salinidade	ppt		34,9	35,9		35,25	34,01
Temperatura da Água	°C		22,0	23,4		22,74	23,84
Turbidez	UNT		1,41	13,90		4,29	3,81
Metais							
Alumínio Dissolvido	mg/L	1,50	0,5	0,5	0%	0,50	0,41
Boro Total	mg/L	5,00	4,41	4,7	0%	4,60	4,07
Cádmio Total	mg/L	0,005	0,05	0,05	n.d.	0,05	0,04
Chumbo Total	mg/L	0,01	0,10	0,10	n.d.	0,10	0,08
Cobre Dissolvido	mg/L	0,005	0,050	0,050	n.d.	0,050	0,041
Cromo Hexavalente	mg/L		0,01	0,01		0,010	0,005
Cromo Total	mg/L	0,05	0,10	0,10	n.d.	0,10	0,08
Estanho Total	mg/L		1,00	1,00		1,00	0,80
Ferro Dissolvido	mg/L	0,3	0,5	0,5	n.d.	0,50	0,41
Níquel Total	mg/L	0,025	0,10	0,10	n.d.	0,10	0,08
Zinco Total	mg/L	0,09	0,10	0,10	n.d.	0,10	0,08
Nutrientes							
Carbono Orgânico Total	mg/L	3,00	1,01	1,9	0%	1,55	2,15
Fósforo Total	mg/L	0,062	0,070	0,070	n.d.	0,070	0,061
Nitrogênio Amoniacal Total	mg/L	0,40	0,10	0,34	0%	0,17	0,12
Nitrogênio Kjeldahl Total	mg/L		1	1		1,00	0,86
Outros							
Clorofila <i>a</i>	µg/L	2,50	2,14	4,28	86%	3,41	3,06
Fenóis Totais	mg/L	0,06	0,003	0,003	0%	0,003	0,003
Microbiológicos							
Enterococos	UFC/100mL	100	1	800	33%	20	16

■ Médias geométricas

* Não calculado

n.d. LQ > limite legal

Qualidade dos sedimentos

Os sedimentos da região foram arenosos nos Pontos 1 e 4 e mais finos nos Pontos 2 e 3. Novamente as médias de concentração de nutrientes no sedimento foram superiores aos cinco anos anteriores com destaque para o NKT e o COT que praticamente dobraram o valor. A média do NKT subiu de 1147,75 mg/kg para 2048 mg/kg ampliando a média histórica em aproximadamente 136 mg/kg. O esgoto doméstico é bastante rico em nitrogênio e explica esses valores. Além disso, foram registrados valores de arsênio, chumbo e níquel acima do ISQG.

Na avaliação ecotoxicológica, do sedimento, nenhum dos pontos da área de influência do emissário submarino da Praia Grande 1 apresentou toxicidade e foram classificados com qualidade Ótima (Tabela 3.3), como nos quatro anos anteriores. Embora as concentrações de arsênio, chumbo e níquel estivessem acima do limite basal para o litoral paulista e do ISQG, provavelmente essas substâncias não estavam biodisponíveis para causar efeito tóxico agudo.

Com relação ao aspecto microbiológico, as densidades de coliformes termotolerantes classificaram as amostras como Ótimas; exceção feita ao Ponto 3 que foi classificado como Ruim. Considerando o *C. perfringens*, as amostras dos Pontos 1 e 2 foram classificadas como Ruins e a amostra do Ponto 3 foi classificada como Péssima (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 2020	Média aritmética 2015 a 2019
Nutrientes								
Fósforo Total *	mg/kg	500		142	723	25%	431	287
Nitrogênio Kjeldahl Total *	mg/kg	1000		220	4085	75%	2049	837
Potencial Redox	mV			-164	-61	-	-96	-89
Orgânicos								
Carbono Orgânico Total *	%	1,30		0,09	3,07	50%	1,51	0,79
Fenóis Totais	mg/kg			1,82	5,7	-	3,54	2,71
Óleos e Graxas Totais	mg/kg			350	350	-	350	543
Hidrocarbonetos Arom. Polinucleares		ISQG	PEL					
2-metilnaftaleno	µg/kg	20,20	201,00	20,00	20,00	0%	20,00	20,00
Acenafteno	µg/kg	6,71	88,90	6,00	6,00	0%	6,00	7,83
Acenaftileno	µg/kg	5,87	128	5,00	5,00	0%	5,00	5,00
Antraceno	µg/kg	46,90	245	20,00	20,00	0%	20,00	20,00
Benzo(a)antraceno	µg/kg	74,80	693	20,00	20,00	0%	20,00	20,00
Benzo(a)pireno	µg/kg	88,80	763	10,00	10,00	0%	10,00	11,09
Benzo(b)fluoranteno	µg/kg			20,00	20,00	-	20,00	20,00
Benzo(g,h,i)perileno	µg/kg			80,0	80,0	-	80,00	80,00
Benzo(k)fluoranteno	µg/kg			30,00	30,00	-	30,00	27,39
Criseno	µg/kg	108	846	20,0	20,0	0%	20,00	20,00
Dibenzo(a,h)antraceno	µg/kg	6,22	135	6,00	6,0	0%	6,00	9,13
Fenantreno	µg/kg	86,70	544	20,00	20,00	0%	20,00	20,00
Fluoranteno	µg/kg	113	1494	20,00	20,00	0%	20,00	21,36
Fluoreno	µg/kg	21,20	144	15,00	15,00	0%	15,00	15,65
Indeno(1,2,3-cd)pireno	µg/kg			20,00	20,00	-	20,00	27,83
Naftaleno	µg/kg	34,6	391	20,00	20,00	0%	20,00	21,30
Pireno	µg/kg	153	1398	20,00	20,00	0%	20,00	21,33
Metais		ISQG	PEL					
Alumínio Total	mg/kg			6313	45628	-	25855	13398
Arsênio Total	mg/kg	7,24	41,60	4,17	14,40	75%	9,86	7,00
Cádmio Total	mg/kg	0,70	4,20	0,50	0,50	0%	0,50	0,42
Chumbo Total	mg/kg	30,20	112	8,08	36,40	25%	23,12	12,85
Cobre Total	mg/kg	18,70	108	4,00	15,30	0%	9,62	6,00
Cromo Total	mg/kg	52,30	160	13,00	46,30	0%	30,35	19,54
Estanho Total	mg/kg			5,00	5,00	-	5,00	6,87
Ferro Total	mg/kg			12198	29328	-	21260	17552
Mercúrio Total	mg/kg	0,13	0,70	0,01	0,05	0%	0,03	0,02
Níquel Total	mg/kg	15,90	43	3,82	16,90	25%	11,03	6,74
Zinco Total	mg/kg	124	271	23,10	66,60	0%	46,65	33,46

* valores adotados pela CETESB, vide metodologia no capítulo 2

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

3.5.17 Área de Influência do Rio Itanhaém

Qualidade da água

Na área de influência da foz do Rio Itanhaém os parâmetros OD (11%), COT (33%) e clorofila *a* (50%) apresentaram não conformidades. A média do IQAC classificou a área na categoria Regular.

Segundo o IETC, nos três pontos amostrados em março de 2020, as concentrações de clorofila *a* (Tabela 3.2) variaram da condição Mesotrófica (Pontos 1 e 3) a Eutrófica (Ponto 2) com média anual indicativa de ambiente Mesotrófico mantendo a classificação obtida na média anual de 2019.

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 2020	Média aritmética 2015 a 2019
Campo							
OD	mg/L	6,00	5,62	7,46	11%	6,73	6,44
pH		6,5 a 8,5	7,4	8,2	0%	8,12	8,05
Salinidade	ppt		23,8	33,2		31,96	33,15
Temperatura da Água	°C		25,0	25,6		25,46	24,16
Turbidez	UNT		1,00	9,79		5,41	7,59
Metais							
Alumínio Dissolvido	mg/L	1,50	0,5	0,5	0%	0,50	0,39
Boro Total	mg/L	5,00	2,49	3,28	0%	2,78	4,24
Cádmio Total	mg/L	0,005	0,05	0,05	n.d.	0,05	0,04
Chumbo Total	mg/L	0,01	0,10	0,10	n.d.	0,10	0,08
Cobre Dissolvido	mg/L	0,005	0,050	0,050	n.d.	0,050	0,039
Cromo Hexavalente	mg/L		0,01	0,01		0,010	0,005
Cromo Total	mg/L	0,05	0,10	0,10	n.d.	0,10	0,08
Estanho Total	mg/L		1,00	1,00		1,00	0,75
Ferro Dissolvido	mg/L	0,3	0,5	0,5	n.d.	0,50	0,39
Níquel Total	mg/L	0,025	0,10	0,10	n.d.	0,10	0,08
Zinco Total	mg/L	0,09	0,10	0,10	n.d.	0,10	0,08
Nutrientes							
Carbono Orgânico Total	mg/L	3,00	1,27	3,58	33%	2,15	2,94
Fósforo Total	mg/L	0,062	-	-	n.d.	*	0,060
Nitrogênio Amoniacal Total	mg/L	0,40	0,10	0,16	0%	0,12	0,12
Nitrogênio Kjeldahl Total	mg/L		1	1		1,00	0,87
Outros							
Clorofila <i>a</i>	µg/L	2,50	1,13	3,05	50%	2,05	3,47
Fenóis Totais	mg/L	0,06	0,003	0,003	0%	0,003	0,003
Microbiológicos							
Enterococos	UFC/100mL	100	1	36	0%	6	3

■ Médias geométricas

* Não calculado

n.d. LQ > limite legal

- Análise não realizada

Qualidade dos sedimentos

Em relação aos aspectos físico-químicos não foram identificadas ocorrências de concentrações acima dos valores orientadores mantendo o comportamento do biênio anterior. Exceto para uma única ocorrência do arsênio.

Com relação à avaliação ecotoxicológica no primeiro semestre, 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.

Verificou-se que a concentração de arsênio no Ponto 1 (9,67 mg/kg) estava próxima do limite basal para o litoral paulista e acima do ISQG, mas, provavelmente, esse elemento não estava biodisponível para causar efeito tóxico agudo aos organismos-testes.

Quanto ao aspecto microbiológico, as amostras foram classificadas como Ruins e Péssimas para coliformes termotolerantes e para *C. perfringens* como Boas e Ótimas, indicando poluição fecal recente (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		min	máx	% NC (resultados acima de ISQG)	Média aritmética 2020	Média aritmética 2015 a 2019
Nutrientes								
mg/kg	500			170	238	0%	193	182
mg/kg	1000			289	988	0%	636	400
mV				-80	17	-	-23	74
Orgânicos								
Carbono Orgânico Total *	%	1,30		0,14	0,50	0%	0,27	0,53
Fenóis Totais	mg/kg			2,01	2,1	-	2,06	2,71
Óleos e Graxas Totais	mg/kg			350	377	-	359	408
Hidrocarbonetos Arom. Polinucleares		ISQG	PEL					
2-metilnaftaleno	µg/kg	20,20	201,00	20,00	20,00	0%	20,00	20,00
Acenafteno	µg/kg	6,71	88,90	6,00	6,00	0%	6,00	6,00
Acenaftileno	µg/kg	5,87	128	5,00	5,00	0%	5,00	5,00
Antraceno	µg/kg	46,90	245	20,00	20,00	0%	20,00	20,00
Benzo(a)antraceno	µg/kg	74,80	693	20,00	20,00	0%	20,00	20,00
Benzo(a)pireno	µg/kg	88,80	763	10,00	10,00	0%	10,00	10,00
Benzo(b)fluoranteno	µg/kg			20,00	20,00	-	20,00	20,00
Benzo(g,h,i)perileno	µg/kg			80,0	80,0	-	80,00	80,00
Benzo(k)fluoranteno	µg/kg			30,00	30,00	-	30,00	30,00
Criseno	µg/kg	108	846	20,0	20,0	0%	20,00	20,00
Dibenzo(a,h)antraceno	µg/kg	6,22	135	6,00	6,0	0%	6,00	6,00
Fenantreno	µg/kg	86,70	544	20,00	20,00	0%	20,00	20,00
Fluoranteno	µg/kg	113	1494	20,00	20,00	0%	20,00	20,00
Fluoreno	µg/kg	21,20	144	15,00	15,00	0%	15,00	15,00
Indeno(1,2,3-cd)pireno	µg/kg			20,00	20,00	-	20,00	20,00
Naftaleno	µg/kg	34,6	391	20,00	20,00	0%	20,00	20,00
Pireno	µg/kg	153	1398	20,00	20,00	0%	20,00	20,00
Metais		ISQG	PEL					
Alumínio Total	mg/kg			7555	12317	-	9461	6525
Arsênio Total	mg/kg	7,24	41,60	2,00	8,15	33%	4,05	7,78
Cádmio Total	mg/kg	0,70	4,20	0,50	0,50	0%	0,50	0,38
Chumbo Total	mg/kg	30,20	112	9,71	12,90	0%	10,84	9,43
Cobre Total	mg/kg	18,70	108	4,00	4,24	0%	4,08	4,87
Cromo Total	mg/kg	52,30	160	12,40	17,80	0%	14,47	12,54
Estanho Total	mg/kg			5,00	5,00	-	5,00	4,55
Ferro Total	mg/kg			15163	17292	-	15979	14227
Mercúrio Total	mg/kg	0,13	0,70	0,01	0,01	0%	0,01	0,01
Níquel Total	mg/kg	15,90	43	4,17	5,93	0%	4,84	4,33
Zinco Total	mg/kg	124	271	23,10	29,10	0%	25,30	22,98

* valores adotados pela CETESB, vide metodologia no capítulo 2

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

3.5.18 Área de Influência Rio Preto

Qualidade da água

Na área de influência da foz do Rio Preto os parâmetros OD (60%) e clorofila *a* (100%) apresentaram não conformidades. A média do IQAC classificou a área na categoria Boa. A clorofila apresentou concentrações na faixa de 12 a 15 mg/L na maior parte das amostras, um aumento substancial em relação ao ano anterior.

Segundo o IETC, nos três pontos amostrados em março de 2020, as concentrações de clorofila *a* (Tabela 3.2) indicaram condições Supereutróficas em todos os pontos exibindo uma piora em relação a fevereiro de 2019 quando foi classificado como Mesotrófico, bem como da média daquele ano classificada como Eutrófica. Esse resultado provavelmente se deve ao aumento expressivo da densidade total de organismos fitoplanc-
tônicos, bem como, pela dominância do grupo das diatomáceas que parece ser comum na região, conforme descrito no item 3.3. Essa área exibiu resultados indicativos de ambiente extremamente eutrofizado.

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

Parâmetro	Unidade	Padrão classe 1 águas salinas Res. CONAMA nº 357/05	mín	máx	% NC	Média aritmética 2020	Média aritmética 2015 a 2019
Campo							
OD	mg/L	6	4,35	7,09	67%	5,80	6,67
pH		6,5 a 8,5	7,2	8,2	0%	7,99	7,99
Salinidade	ppt		26,98	33,53		32,33	32,13
Temperatura da Água	°C		24,5	25,3		25,17	23,23
Turbidez	UNT		5,41	17,5		12,11	10,49
Metais							
Alumínio Dissolvido	mg/L	1,5	0,5	0,5	0%	0,50	0,40
Boro Total	mg/L	5	3,19	3,66	0%	3,40	4,29
Cádmio Total	mg/L	0,005	0,05	0,05	n.d.	0,050	0,037
Chumbo Total	mg/L	0,01	0,1	0,1	n.d.	0,10	0,08
Cobre Dissolvido	mg/L	0,005	0,05	0,05	n.d.	0,05	0,04
Cromo Hexavalente	mg/L		0,01	0,01		0,010	0,004
Cromo Total	mg/L	0,05	0,1	0,1	n.d.	0,10	0,08
Estanho Total	mg/L		1	1		1,00	0,77
Ferro Dissolvido	mg/L	0,3	0,5	0,5	n.d.	0,50	0,38
Níquel Total	mg/L	0,025	0,100	0,100	n.d.	0,100	0,08
Zinco Total	mg/L	0,09	0,10	0,10	n.d.	0,10	0,08
Nutrientes							
Carbono Orgânico Total	mg/L	3	1	2,63	0%	1,64	3,05
Fósforo Total	mg/L	0,062	-	-	n.d.	*	0,07
Nitrogênio Amoniacal Total	mg/L	0,4	0,1	0,19	0%	0,14	0,12
Nitrogênio Kjeldahl Total	mg/L		1	1		1,00	0,87
Outros							
Clorofila <i>a</i>	µg/L	2,5	3,34	14,85	100%	9,70	4,12
Fenóis Totais	mg/L	0,06	0,003	0,003	0%	0,003	0,003
Microbiológicos							
Enterococos	UFC/100mL	100	2	44	0%	11	4

■ Médias geométricas

* Não calculado

n.d. LQ > limite legal

- Análise não realizada

Qualidade dos sedimentos

Os sedimentos da região são predominantemente arenosos com presença de silte (cerca de 20%). O potencial redox é bastante negativo e se relaciona a ocorrência de concentrações de NKT elevadas (67% de não conformidades) com média de 1316 mg/kg em 2020.

De acordo com os ensaios ecotoxicológicos, as amostras de sedimento dos três pontos dessa região indicaram qualidade Ótima para esse ambiente, (Tabela 3.3) no primeiro semestre, mantendo a mesma classificação observada nos últimos quatro anos.

Quanto ao aspecto microbiológico, as amostras do Rio Preto foram classificadas como Ótimas para ambos os indicadores; exceção feita para a amostra do Ponto 3 que apresentou classificação Regular para coliformes termotolerantes (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		min	máx	% NC (resultados acima de ISQG)	Média aritmética 2020	Média aritmética 2015 a 2019
Nutrientes								
Fósforo Total *	mg/kg	500		265	460	0%	346	327
Nitrogênio Kjeldahl Total *	mg/kg	1000		831	1736	67%	1316	1040
Potencial Redox	mV			-342	-211	-	-268	-89
Orgânicos								
Carbono Orgânico Total *	%	1,30		0,55	0,93	0%	0,71	0,80
Fenóis Totais	mg/kg			2,14	2,7	-	2,51	2,89
Óleos e Graxas Totais	mg/kg			350	398	-	366	406
Hidrocarbonetos Arom. Polinucleares		ISQG	PEL					
2-metilnaftaleno	µg/kg	20,20	201,00	20,00	20,00	0%	20,00	20,00
Acenafteno	µg/kg	6,71	88,90	6,00	6,00	0%	6,00	6,00
Acenaftileno	µg/kg	5,87	128	5,00	5,00	0%	5,00	5,00
Antraceno	µg/kg	46,90	245	20,00	20,00	0%	20,00	20,00
Benzo(a)antraceno	µg/kg	74,80	693	20,00	20,00	0%	20,00	20,00
Benzo(a)pireno	µg/kg	88,80	763	10,00	10,00	0%	10,00	10,00
Benzo(b)fluoranteno	µg/kg			20,00	20,00	-	20,00	20,00
Benzo(g,h,i)perileno	µg/kg			80,0	80,0	-	80,00	80,00
Benzo(k)fluoranteno	µg/kg			30,00	30,00	-	30,00	30,00
Criseno	µg/kg	108	846	20,0	20,0	0%	20,00	20,00
Dibenzo(a,h)antraceno	µg/kg	6,22	135	6,00	6,0	0%	6,00	6,00
Fenantreno	µg/kg	86,70	544	20,00	20,00	0%	20,00	20,00
Fluoranteno	µg/kg	113	1494	20,00	20,00	0%	20,00	20,00
Fluoreno	µg/kg	21,20	144	15,00	15,00	0%	15,00	15,00
Indeno(1,2,3-cd)pireno	µg/kg			20,00	20,00	-	20,00	20,00
Naftaleno	µg/kg	34,6	391	20,00	20,00	0%	20,00	20,00
Pireno	µg/kg	153	1398	20,00	20,00	0%	20,00	20,00
Metais		ISQG	PEL					
Alumínio Total	mg/kg			19845	31676	-	25260	12889
Arsênio Total	mg/kg	7,24	41,60	2,00	2,00	0%	2,00	7,77
Cádmio Total	mg/kg	0,70	4,20	0,50	0,50	0%	0,50	0,39
Chumbo Total	mg/kg	30,20	112	17,80	26,90	0%	21,20	15,73
Cobre Total	mg/kg	18,70	108	5,93	10,10	0%	7,37	6,02
Cromo Total	mg/kg	52,30	160	23,60	34,80	0%	28,73	20,15
Estanho Total	mg/kg			5,00	5,00	-	5,00	3,35
Ferro Total	mg/kg			20298	26536	-	23769	19106
Mercurio Total	mg/kg	0,13	0,70	0,01	0,01	0%	0,01	0,01
Níquel Total	mg/kg	15,90	43	8,72	13,20	0%	10,32	7,25
Zinco Total	mg/kg	124	271	39,30	71,90	0%	51,23	36,26

* valores adotados pela CETESB, vide metodologia no capítulo 2

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

3.5.19 Mar Pequeno

Qualidade da água

Apenas a clorofila *a* apresentou não conformidade no Mar Pequeno em 50% dos casos, o que resultou que a região fosse classificada como Boa.

Segundo o IETC, nos três pontos amostrados em setembro de 2020, as concentrações de clorofila *a* (Tabela 3.2) variaram da condição Mesotrófica (Ponto 2) a Eutrófica (Pontos 1 e 3) com média anual indicativa de ambiente Eutrófico mantendo a classificação na média anual desse ano. Essa área encontra-se já eutrofizada como em anos anteriores.

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 nº 357/05	min	máx	% NC	Média aritmética 2020	Média aritmética 2015 a 2019
Campo							
OD	mg/L	5	7,02	7,74	0%	7,29	7,30
pH		6,5 a 8,5	6,4	7,7	5%	7,28	7,15
Salinidade	ppt		1,99	11,92		6,57	2,33
Temperatura da Água	°C		22,8	23,3		22,99	23,10
Turbidez	UNT		5	24		13,89	46,13
Metais							
Alumínio Dissolvido	mg/L	0,1	0,5	0,5	100%	0,50	0,40
Boro Total	mg/L	0,5	1	1,07	100%	1,02	0,80
Cádmio Total	mg/L	0,005	0,05	0,05	n.d.	0,050	0,037
Chumbo Total	mg/L	0,01	0,1	0,1	n.d.	0,10	0,07
Cobre Dissolvido	mg/L	0,005	0,05	0,05	n.d.	0,05	0,04
Cromo Hexavalente	mg/L		0,01	0,01		0,010	0,005
Cromo Total	mg/L	0,05	0,1	0,1	n.d.	0,10	0,08
Estanho Total	mg/L		1	1		1,00	0,75
Ferro Dissolvido	mg/L	0,3	0,5	0,5	n.d.	0,50	0,48
Níquel Total	mg/L	0,025	0,100	0,100	n.d.	0,100	0,08
Zinco Total	mg/L	0,09	0,10	0,10	n.d.	0,10	0,08
Nutrientes							
Carbono Orgânico Total	mg/L	3	1,99	2,93	0%	2,39	5,68
Fósforo Total	mg/L	0,124	0,070	0,220	44%	0,15	0,11
Nitrogênio Amoniacal Total	mg/L	0,4	0,13	0,24	0%	0,20	0,18
Nitrogênio Kjeldahl Total	mg/L		1	5,26		1,47	0,79
Outros							
Clorofila <i>a</i>	µg/L	10	8,02	12,83	50%	10,38	7,24
Fenóis Totais	mg/L	0,06	0,003	0,003	0%	0,003	0,003
Microbiológicos							
Enterococos	UFC/100mL	100	1	18	0%	4	72

■ Médias geométricas

* Não calculado

n.d. LQ > limite legal

Qualidade dos Sedimentos

Com relação aos parâmetros físico-químicos, não foram verificadas não conformidades nos sedimentos em 2020.

Na avaliação ecotoxicológica com o ensaio agudo no segundo semestre, observou-se uma melhora na qualidade do sedimento dos três pontos dessa região que passaram de qualidade Ruim (Pontos 1 e 2) e Péssima (Ponto 3), em 2019, para qualidade Ótima (Tabela 3.3).

Apesar de a sinalização de melhoria na qualidade ambiental observada neste ano, talvez associada ao fato de ter havido uma única campanha, a região apresenta historicamente o maior número de amostras com efeito tóxico sobre os organismos-teste, totalizando 40% das amostras com qualidade Ruim ou Péssima.

Em relação à poluição fecal, as amostras dos Pontos 1 e 2 foram classificadas como Ruins e a amostra do Ponto 3 foi classificada como Boa considerando os coliformes termotolerantes. Para *C. perfringens* as amostras dos Pontos 1 e 2 foram classificadas como Boas e a amostra do Ponto 3 foi classificada como Ruim (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 2020	Média aritmética 2015 a 2019
Nutrientes								
Fósforo Total *	mg/kg	700		165	299	0%	230	278
Nitrogênio Kjeldahl Total *	mg/kg	1500		147	413	0%	321	507
Potencial Redox	mV			23	146	-	104	-88
Orgânicos								
Carbono Orgânico Total *	%	1,80		0,09	0,35	0%	0,21	0,74
Fenóis Totais	mg/kg			1,99	2,2	-	2,13	2,28
Óleos e Graxas Totais	mg/kg			350	350	-	350	475
Hidrocarbonetos Arom. Polinucleares		ISQG	PEL					
2-metilnaftaleno	µg/kg	20,20	201,00	20,00	20,00	0%	20,00	20,00
Acenafteno	µg/kg	6,71	88,90	6,00	6,00	0%	6,00	8,33
Acenaftileno	µg/kg	5,87	128	5,00	5,00	0%	5,00	5,00
Antraceno	µg/kg	46,90	245	20,00	20,00	0%	20,00	20,00
Benzo(a)antraceno	µg/kg	74,80	693	20,00	20,00	0%	20,00	20,00
Benzo(a)pireno	µg/kg	88,80	763	10,00	10,00	0%	10,00	10,00
Benzo(b)fluoranteno	µg/kg			20,00	20,00	-	20,00	20,00
Benzo(g,h,i)perileno	µg/kg			80,0	80,0	-	80,00	80,00
Benzo(k)fluoranteno	µg/kg			30,00	30,00	-	30,00	26,67
Criseno	µg/kg	108	846	20,0	20,0	0%	20,00	20,00
Dibenzo(a,h)antraceno	µg/kg	6,22	135	6,00	6,0	0%	6,00	10,00
Fenantreno	µg/kg	86,70	544	20,00	20,00	0%	20,00	20,00
Fluoranteno	µg/kg	113	1494	20,00	20,00	0%	20,00	20,00
Fluoreno	µg/kg	21,20	144	15,00	15,00	0%	15,00	15,83
Indeno(1,2,3-cd)pireno	µg/kg			20,00	20,00	-	20,00	30,00
Naftaleno	µg/kg	34,6	391	20,00	20,00	0%	20,00	21,67
Pireno	µg/kg	153	1398	20,00	20,00	0%	20,00	20,00
Metais		ISQG	PEL					
Alumínio Total	mg/kg			5584	10100	-	8532	9514
Arsênio Total	mg/kg	7,24	41,60	2,00	3,39	0%	2,74	3,16
Cádmio Total	mg/kg	0,70	4,20	0,50	0,50	0%	0,50	0,43
Chumbo Total	mg/kg	30,20	112	5,90	18,10	0%	12,23	16,62
Cobre Total	mg/kg	18,70	108	4,00	6,76	0%	5,34	9,33
Cromo Total	mg/kg	52,30	160	8,33	16,00	0%	12,08	13,69
Estanho Total	mg/kg			5,00	5,00	-	5,00	3,90
Ferro Total	mg/kg			5840	12340	-	9224	12017
Mercúrio Total	mg/kg	0,13	0,70	0,00	0,00	ND	*	0,04
Níquel Total	mg/kg	15,90	43	2,23	6,48	0%	4,43	6,45
Zinco Total	mg/kg	124	271	13,00	31,80	0%	22,37	31,37

* valores adotados pela CETESB, vide metodologia no capítulo 2

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

3.5.20 Mar de Cananeia

Qualidade da água

No Mar de Cananeia apenas o COT apresentou não conformidade (44%) em 2020 classificando a área na categoria Boa, mantendo a classificação do triênio anterior. Nota-se que a média de 2020 foi inferior a média histórica.

Segundo o IETC, nos três pontos amostrados em setembro de 2020, as concentrações de clorofila *a* (Tabela 3.2) indicaram condições Mesotrófica. Essa área manteve a mesma classificação na média de 2019, ou seja, ambiente em processo de eutrofização.

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 nº 357/05	min	máx	% NC	Média aritmética 2020	Média aritmética 2015 a 2019
Campo							
OD	mg/L	5	6,33	6,98	0%	6,57	6,66
pH		6,5 a 8,5	7,4	8	0%	7,84	8,17
Salinidade	ppt		20,54	29,95		24,90	22,16
Temperatura da Água	°C		22,1	22,7		22,39	23,46
Turbidez	UNT		1	7		3,89	13,38
Metais							
Alumínio Dissolvido	mg/L	0,1	0,5	0,5	100%	0,50	0,39
Boro Total	mg/L	0,5	2,43	3,61	100%	2,96	2,30
Cádmio Total	mg/L	0,005	0,05	0,05	n.d.	0,050	0,036
Chumbo Total	mg/L	0,01	0,1	0,1	n.d.	0,10	0,07
Cobre Dissolvido	mg/L	0,005	0,05	0,05	n.d.	0,05	0,04
Cromo Hexavalente	mg/L		0,01	0,01		0,010	0,006
Cromo Total	mg/L	0,05	0,1	0,1	n.d.	0,10	0,08
Estanho Total	mg/L		1	1		1,00	0,75
Ferro Dissolvido	mg/L	0,3	0,5	0,5	n.d.	0,50	0,39
Níquel Total	mg/L	0,025	0,100	0,100	n.d.	0,100	0,08
Zinco Total	mg/L	0,09	0,10	0,10	n.d.	0,10	0,08
Nutrientes							
Carbono Orgânico Total	mg/L	3	2,02	3,21	44%	2,72	5,90
Fósforo Total	mg/L	0,124	0,070	0,070	n.d.	0,07	0,07
Nitrogênio Amoniacal Total	mg/L	0,4	0,15	0,26	0%	0,20	0,18
Nitrogênio Kjeldahl Total	mg/L		0,5	1		0,94	0,74
Outros							
Clorofila <i>a</i>	µg/L	10	2,67	8,91	0%	7,34	10,03
Fenóis Totais	mg/L	0,06	0,003	0,003	0%	0,003	0,003
Microbiológicos							
Enterococos	UFC/100mL	100	1	3	0%	1	2

■ Médias geométricas

* Não calculado

n.d. LQ > limite legal

Qualidade dos Sedimentos

Os sedimentos da região são predominantemente arenosos e apresentam potencial redox negativo, típico de regiões estuarinas com presença de manguezais. Não houve registro de não conformidade em 2020.

A avaliação ecotoxicológica das amostras de sedimento, coletadas no segundo semestre, dos três pontos da região do Mar de Cananeia, indicou qualidade Ótima para esse ambiente (Tabela 3.3), como observado 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 (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		min	máx	% NC (resultados acima de ISQG)	Média aritmética 2020	Média aritmética 2015 a 2019
Nutrientes								
Fósforo Total *	mg/kg	700		99	354	0%	199	144
Nitrogênio Kjeldahl Total *	mg/kg	1500		435	678	0%	589	598
Potencial Redox	mV			-196	-139	-	-167	-137
Orgânicos								
Carbono Orgânico Total *	%	1,80		0,22	0,72	0%	0,45	0,66
Fenóis Totais	mg/kg			2,00	2,4	-	2,21	2,46
Óleos e Graxas Totais	mg/kg			350	350	-	350	489
Hidrocarbonetos Arom. Polinucleares		ISQG	PEL					
2-metilnaftaleno	µg/kg	20,20	201,00	20,00	20,00	0%	20,00	20,00
Acenafteno	µg/kg	6,71	88,90	6,00	6,00	0%	6,00	8,33
Acenaftileno	µg/kg	5,87	128	5,00	5,00	0%	5,00	5,00
Antraceno	µg/kg	46,90	245	20,00	20,00	0%	20,00	20,00
Benzo(a)antraceno	µg/kg	74,80	693	20,00	20,00	0%	20,00	20,00
Benzo(a)pireno	µg/kg	88,80	763	10,00	10,00	0%	10,00	10,00
Benzo(b)fluoranteno	µg/kg			20,00	20,00	-	20,00	20,00
Benzo(g,h,i)perileno	µg/kg			80,0	80,0	-	80,00	80,00
Benzo(k)fluoranteno	µg/kg			30,00	30,00	-	30,00	26,67
Criseno	µg/kg	108	846	20,0	20,0	0%	20,00	20,00
Dibenzo(a,h)antraceno	µg/kg	6,22	135	6,00	6,0	0%	6,00	10,00
Fenantreno	µg/kg	86,70	544	20,00	20,00	0%	20,00	20,00
Fluoranteno	µg/kg	113	1494	20,00	20,00	0%	20,00	20,00
Fluoreno	µg/kg	21,20	144	15,00	15,00	0%	15,00	15,83
Indeno(1,2,3-cd)pireno	µg/kg			20,00	20,00	-	20,00	30,00
Naftaleno	µg/kg	34,6	391	20,00	20,00	0%	20,00	21,67
Pireno	µg/kg	153	1398	20,00	20,00	0%	20,00	20,00
Metais		ISQG	PEL					
Alumínio Total	mg/kg			7804	13218	-	10304	6614
Arsênio Total	mg/kg	7,24	41,60	2,00	6,23	0%	3,88	3,53
Cádmio Total	mg/kg	0,70	4,20	0,50	0,50	0%	0,50	0,43
Chumbo Total	mg/kg	30,20	112	5,64	11,80	0%	8,49	8,56
Cobre Total	mg/kg	18,70	108	4,00	5,04	0%	4,35	4,97
Cromo Total	mg/kg	52,30	160	8,18	14,80	0%	11,86	9,42
Estanho Total	mg/kg			5,00	5,00	-	5,00	3,90
Ferro Total	mg/kg			4733	10880	-	8125	6842
Mercúrio Total	mg/kg	0,13	0,70	0,00	0,00	ND	*	0,01
Níquel Total	mg/kg	15,90	43	2,61	4,97	0%	3,79	3,80
Zinco Total	mg/kg	124	271	9,91	22,10	0%	16,60	14,52

* valores adotados pela CETESB, vide metodologia no capítulo 2

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

3.5.21 Laje de Santos

Qualidade da água

A Laje de Santos é uma formação rochosa situada a aproximadamente 40 km da Baía de Santos dentro de área de parque estadual com mesmo nome. Uma amostragem preliminar na área foi realizada em 2019 tendo sido incluída posteriormente na rede de monitoramento. Os resultados apresentados a seguir se referem à amostragem realizada em 2020. Não foram observadas não conformidades nos parâmetros de qualidade da água.

Segundo o IETC, nos três pontos amostrados, as concentrações de clorofila *a* (Tabela 3.2) exibiram condição Oligotrófica, ou seja, de baixa trofia, em todos os pontos e em ambas as profundidades, indicando um ambiente de ótima qualidade em relação à eutrofização. Essa condição trófica está, provavelmente, relacionada a sua localização a 42 km da costa e dentro da área do Parque Estadual Marinho da Laje de Santos (PEMLS).

Tabela 3.46 – Médias, valores mínimos e máximos e porcentagem de não conformidades (NC) dos resultados de qualidade de água da Laje de Santos

Parâmetro	Unidade	Padrão classe 1 águas salinas Res. CONAMA nº 357/05	min	máx	% NC	Média aritmética 2020	Média aritmética 2015 a 2019
Campo							
OD	mg/L	6	6,71	7,57	0%	7,08	*
pH		6,5 a 8,5	7,8	8,2	0%	8,19	*
Salinidade	ppt		35,56	35,87		35,76	*
Temperatura da Água	°C		17,3	26,7		21,88	*
Turbidez	UNT		1	1,06		1,01	*
Metais							
Alumínio Dissolvido	mg/L	1,5	0,5	0,5	0%	0,50	*
Boro Total	mg/L	5	4,23	4,53	0%	4,38	*
Cádmio Total	mg/L	0,005	0,05	0,05	n.d.	0,050	*
Chumbo Total	mg/L	0,01	0,1	0,1	n.d.	0,10	*
Cobre Dissolvido	mg/L	0,005	0,05	0,05	n.d.	0,05	*
Cromo Hexavalente	mg/L		0,01	0,01		0,010	*
Cromo Total	mg/L	0,05	0,1	0,1	n.d.	0,10	*
Estanho Total	mg/L		1	1		1,00	*
Ferro Dissolvido	mg/L	0,3	0,5	0,5	n.d.	0,50	*
Níquel Total	mg/L	0,025	0,100	0,100	n.d.	0,100	*
Zinco Total	mg/L	0,09	0,10	0,10	n.d.	0,10	*
Nutrientes							
Carbono Orgânico Total	mg/L	3	1	1,57	0%	1,08	*
Fósforo Total	mg/L	0,062	0,050	0,060	n.d.	0,05	*
Nitrogênio Amoniacal Total	mg/L	0,4	0,12	0,22	0%	0,16	*
Nitrogênio Kjeldahl Total	mg/L		1	1		1,00	*
Outros							
Clorofila <i>a</i>	µg/L	2,5	0,56	0,56	0%	0,56	*
Fenóis Totais	mg/L	0,06	0,003	0,003	0%	0,003	*
Microbiológicos							
Enterococos	UFC/100mL	100	1	1	0%	1	*

■ Médias geométricas

* Não calculado

n.d. LQ > limite legal

Qualidade dos sedimentos

Os sedimentos da área mostraram granulometria predominantemente arenosa. Foram registrados alguns resultados de fósforo acima do valor de referência adotado pela CETESB.

Conforme o critério microbiológico, as densidades dos microrganismos indicadores de poluição fecal, coliformes termotolerantes e *Clostridium perfringens* classificaram os três pontos como Ótimos. (Tabela 3.4)

Tabela 3.47 – Médias, valores mínimos e máximos e porcentagem de não conformidades (NC) dos resultados de qualidade de sedimento da Laje de Santos

Parâmetro	Unidade	Padrão CCME, 2002		min	máx	% NC (resultados acima de ISQG)	Média aritmética 2020	Média aritmética 2015 a 2019
Nutrientes								
Fósforo Total *	mg/kg	500		92	2711	33%	969	*
Nitrogênio Kjeldahl Total *	mg/kg	1000		151	405	0%	244	*
Potencial Redox	mV			-70	11	-	-21	*
Orgânicos								
Carbono Orgânico Total *	%	1,30		0,1	0,47	0%	0,23	*
Fenóis Totais	mg/kg			1,91	2,0	-	1,98	*
Óleos e Graxas Totais	mg/kg			350	350	-	350	*
Hidrocarbonetos Arom. Polinucleares		ISQG	PEL					
2-metilnaftaleno	µg/kg	20,20	201,00	20,00	20,00	0%	20,00	*
Acenafteno	µg/kg	6,71	88,90	6,00	6,00	0%	6,00	*
Acenaftileno	µg/kg	5,87	128	5,00	5,00	0%	5,00	*
Antraceno	µg/kg	46,90	245	20,00	20,00	0%	20,00	*
Benzo(a)antraceno	µg/kg	74,80	693	20,00	20,00	0%	20,00	*
Benzo(a)pireno	µg/kg	88,80	763	10,00	10,00	0%	10,00	*
Benzo(b)fluoranteno	µg/kg			20,00	20,00	-	20,00	*
Benzo(g,h,i)perileno	µg/kg			80,0	80,0	-	80,00	*
Benzo(k)fluoranteno	µg/kg			30,00	30,00	-	30,00	*
Criseno	µg/kg	108	846	20,0	20,0	0%	20,00	*
Dibenzo(a,h)antraceno	µg/kg	6,22	135	6,00	6,0	0%	6,00	*
Fenantreno	µg/kg	86,70	544	20,00	20,00	0%	20,00	*
Fluoranteno	µg/kg	113	1494	20,00	20,00	0%	20,00	*
Fluoreno	µg/kg	21,20	144	15,00	15,00	0%	15,00	*
Indeno(1,2,3-cd)pireno	µg/kg			20,00	20,00	-	20,00	*
Naftaleno	µg/kg	34,6	391	20,00	20,00	0%	20,00	*
Pireno	µg/kg	153	1398	20,00	20,00	0%	20,00	*
Metais		ISQG	PEL					
Alumínio Total	mg/kg			2504	5652	-	4212	*
Arsênio Total	mg/kg	7,24	41,60	2,00	2,00	0%	2,00	*
Cádmio Total	mg/kg	0,70	4,20	0,50	0,50	0%	0,50	*
Chumbo Total	mg/kg	30,20	112	5,00	9,95	0%	7,28	*
Cobre Total	mg/kg	18,70	108	4,00	4,00	0%	4,00	*
Cromo Total	mg/kg	52,30	160	3,26	9,29	0%	7,01	*
Estanho Total	mg/kg			5,00	5,00	-	5,00	*
Ferro Total	mg/kg			1878	5366	-	3977	*
Mercúrio Total	mg/kg	0,13	0,70	0,01	0,01	0%	0,01	*
Níquel Total	mg/kg	15,90	43	1,00	2,32	0%	1,79	*
Zinco Total	mg/kg	124	271	7,93	9,83	0%	8,79	*

* valores adotados pela CETESB, vide metodologia no capítulo 2

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

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

4.1 Qualidade das Águas

4.1.1. Índice de qualidade de águas costeiras - IQAC

A distribuição das médias do IQAC de 2020 para as áreas estudadas, mostrou que 19% foram classificadas como Ótimas. As áreas classificadas como Boas foram 52%, mostrando aumento em relação aos anos anteriores. As Regulares somaram 19% e as Ruins 10%. Em 2020, foi realizada apenas uma amostragem, de forma que o cálculo do IQAC foi realizado por área, e não por ponto. Os Gráficos 4.1 e 4.2 a seguir mostram a distribuição percentual do IQAC médio e seus valores por área no litoral paulista. Os Mapas 4.1, 4.2 e 4.3, no final deste capítulo, mostram as classificações do IQAC das áreas nas três regiões do litoral do estado de São Paulo, referentes ao ano de 2020.

Gráfico 4.1 – Distribuição Percentual da classificação das áreas pelo IQAC médio em 2020

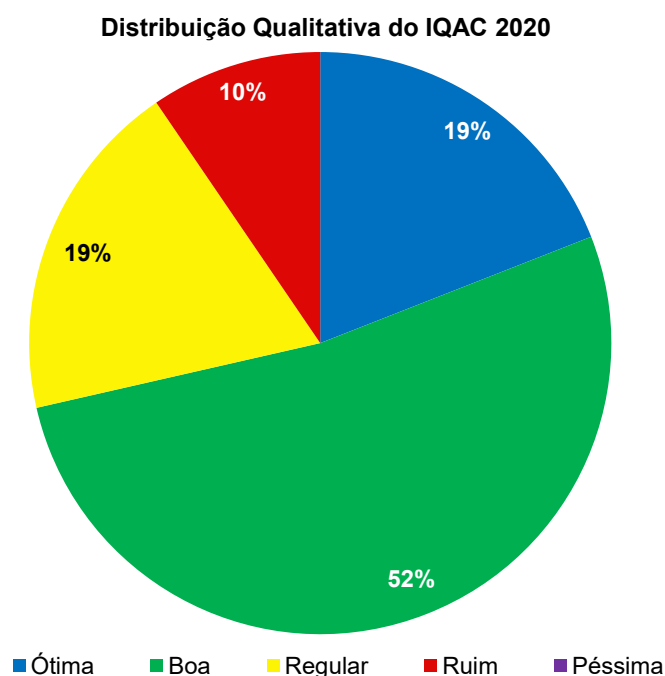
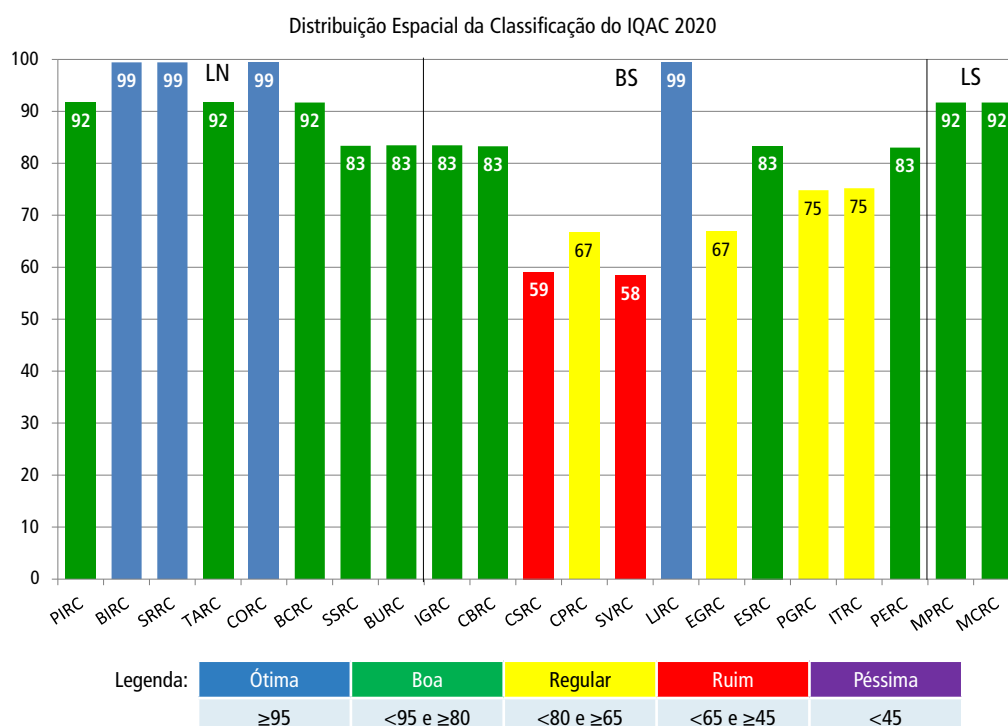


Gráfico 4.2 – Classificação das áreas pelo IQAC médio em 2020

O Quadro 4.1 apresenta o histórico das médias dos índices por área desde 2012. Cabe salientar que, em razão das limitações impostas pela pandemia nas amostragens, pode haver alguma dificuldade na comparação com anos anteriores. Apesar disso, 2020 marca o terceiro ano sem nenhuma classificação Péssima para o valor médio das áreas. Já na Baixada Santista e Litoral Sul, a melhora na classificação obtida para as áreas do Canal de Piaçaguera, Canal de Bertioga e emissário de Santos pode estar associada à menor representatividade temporal dos resultados. Portanto, é importante aguardar a continuidade do monitoramento para confirmar essa tendência. Cabe ressaltar, também, que o fósforo não foi utilizado no cálculo do índice e que não houve sua determinação em seis áreas. Isso favoreceu os locais que regularmente apresentam não conformidades para essa variável, principalmente o Canal de Piaçaguera.

Quadro 4.1 – Evolução do IQAC médio das áreas entre 2012 e 2020

Local de amostragem	Ano								2020
	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	
Pinciguaba	77	99	85	97	99	79	97	99	92
Baía de Itaguá	73	85	90	95	93	79	97	94	99
Saco da Ribeira	89	87	92	83	96	97	97	99	99
Tabatinga	92	99	99	90	96	97	97	97	92
Cocanha	95	99	99	88	97	99	90	97	99
Baía de Caraguatatuba	90	97	99	97	99	86	85	80	92
Canal de São Sebastião *	98	98	95	95	92	90	89	88	83
Barra do Una	93	90	90	88	92	86	88	83	83
Rio Itaquaré	93	90	90	88	92	86	88	99	83
Canal de Bertioga	69	58	69	57	75	70	55	66	83
Canal de Santos	59	46	47	73	59	55	62	58	59
Canal de Piaçaguera				58	58	40	60	51	67
Canal de São Vicente	53	43	39	37	54	46	54	50	58
Laje de Santos									99
Emissário Guarujá **	83	80	81	81	78	83	77	75	67
Emissário Santos **	39	70	47	54	49	47	65	50	83
Emissário Praia Grande 1 **	60	76	85	71	74	75	78	61	75
Rio Itanhaém	87		82	79	87	79	76	83	75
Rio Preto	71	92	88	80	83	76	74	67	83
Mar Pequeno	68	67	68	78	62	76	80	66	92
Mar de Cananeia	69	85	84	84	91	85	81	86	92

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

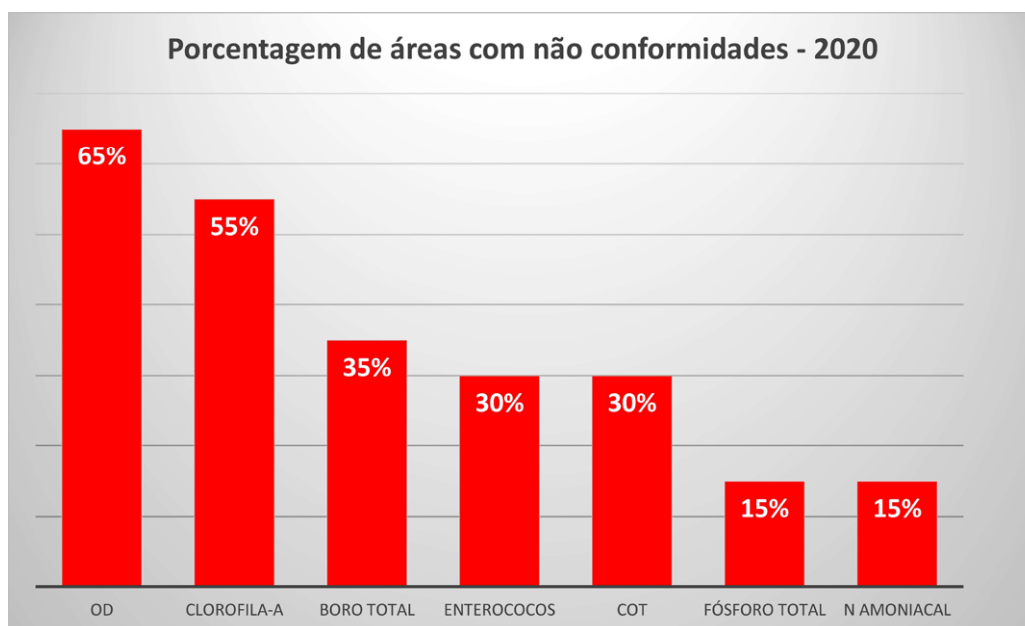
* 5 pontos

** 4 pontos

4.1.2 Atendimento aos padrões de qualidade de água

Distribuição do atendimento nas áreas monitoradas

No Gráfico 4.3 que mostra a porcentagem de áreas que apresentaram não conformidades por parâmetro, nota-se que clorofila *a* e o oxigênio dissolvido são os parâmetros que se apresentam não conformes na maioria das áreas (mais de 50%) indicando que são os parâmetros com mais abrangência de desconformidades em termos espaciais. Em seguida estão os enterococos, COT com 30% e nitrogênio amoniacal com 15%. Para o fósforo, foram contabilizados, como resultados não conformes, apenas aqueles valores superiores ao LQ de 0,07 mg/L, uma vez que esse LQ praticado pelos nossos laboratórios é maior do que o limite legal de 0,062 mg/L.

Gráfico 4.3 – Porcentagem de áreas que apresentaram não conformidade por variável em 2020

Proporção de atendimento por variável

Analisando a porcentagem de amostras não conformes para cada variável para toda a rede (Gráfico 4.4 A) e para cada classe de água, estuarina e marinha (Gráfico 4.4 B e C), verifica-se que as variáveis que apresentam mais não conformidades foram: clorofila *a*, OD, enterococos, COT e o boro total.

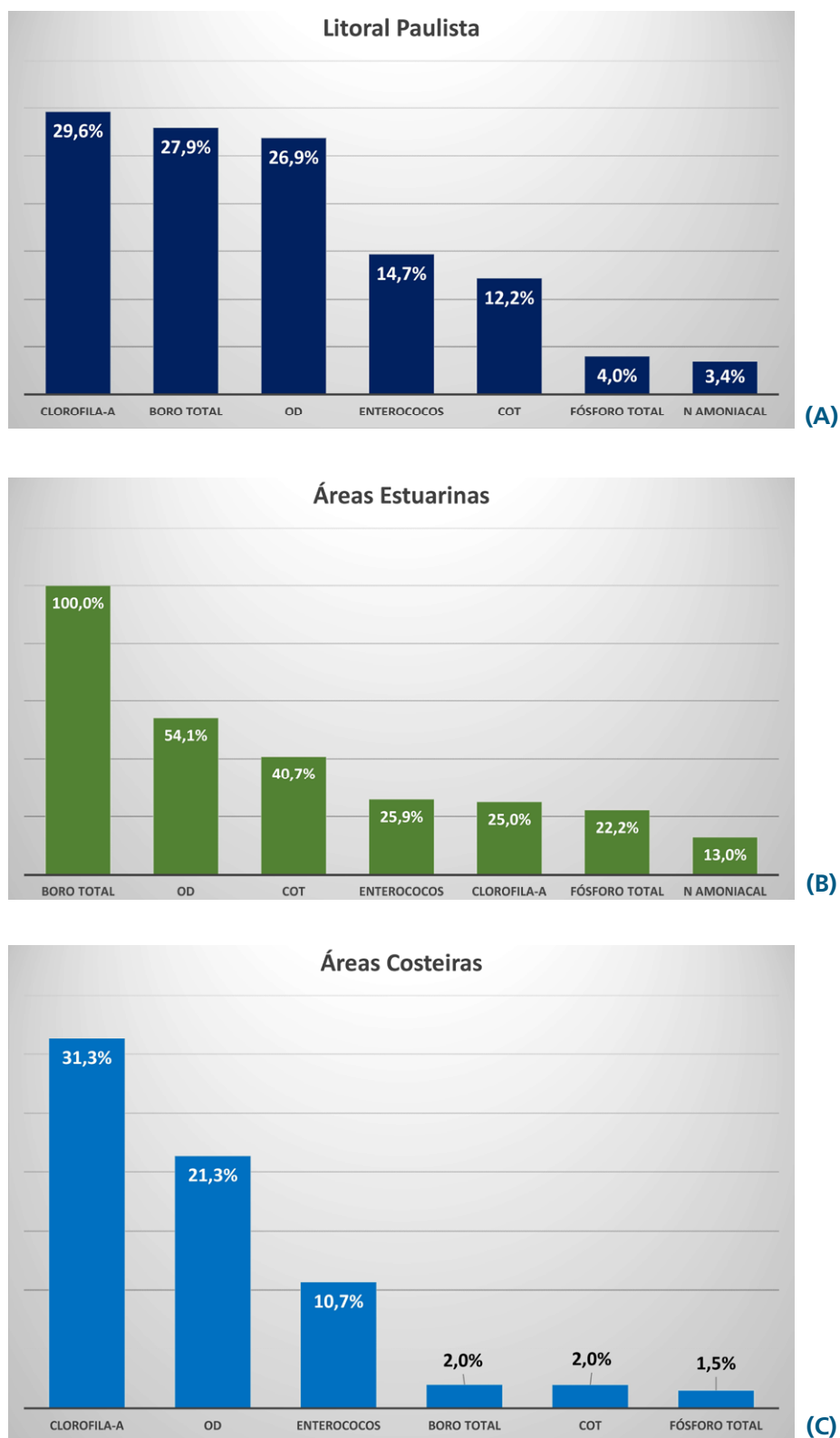
A clorofila *a* e o OD mostraram mais de 25% de não conformidades, seguidos dos enterococos e do COT com mais de 10%. O percentual muda significativamente quando se observa os valores por classe de água apresentando em torno de 40% de não conformidade da clorofila *a* nas águas estuarinas (salobras) contra 30% nas costeiras (salinas) e praticamente não há resultados não conformes de COT nas costeiras.

O fósforo total apresentou não conformidades, especialmente nas amostras das áreas estuarinas. Entretanto, o limite de quantificação superior ao limite legal impediu uma avaliação adequada nas áreas costeiras, pois só foram considerados não conformes valores acima de 0,07 mg/L o que apesar disso ocorreram de forma pontual.

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, as não conformidades estão todas nas águas salobras (estuarinas), pois o padrão de qualidade é baixo comparado ao das águas salinas (costeiras), mas recebem forte influência destas últimas que em geral possuem concentrações mais elevadas desse elemento.

Gráfico 4.4 – Porcentagem de amostras não conformes por variável em 2020 na Rede costeira (a), Águas Salobras (b) e Águas Salinas (c)



Concentrações médias das principais variáveis não conformes

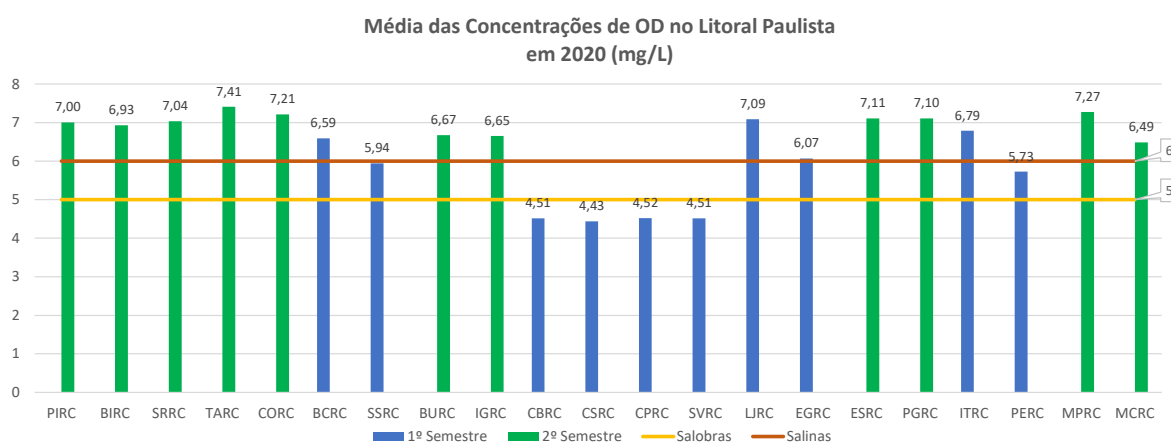
A seguir serão apresentadas em gráficos as concentrações médias das principais variáveis que mostraram não conformidades em 2020. Como os gráficos apresentam o valor médio dos resultados, não é possível a comparação direta com o padrão legal, que está no gráfico apenas como referência. O Quadro 4.2 apresenta 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	LJRC	Laje de Santos		
CORC	Cocanha	CPRC	Canal de Piaçaguera		
SSRC	Canal de São Sebastião	CSRC	Canal de Santos		
BURC	Barra do Una	SVRC	Canal de São Vicente		
		PGRC	Emissário de Praia Grande 1		
		ITRC	Rio Itanhaém		
		PERC	Rio Preto		

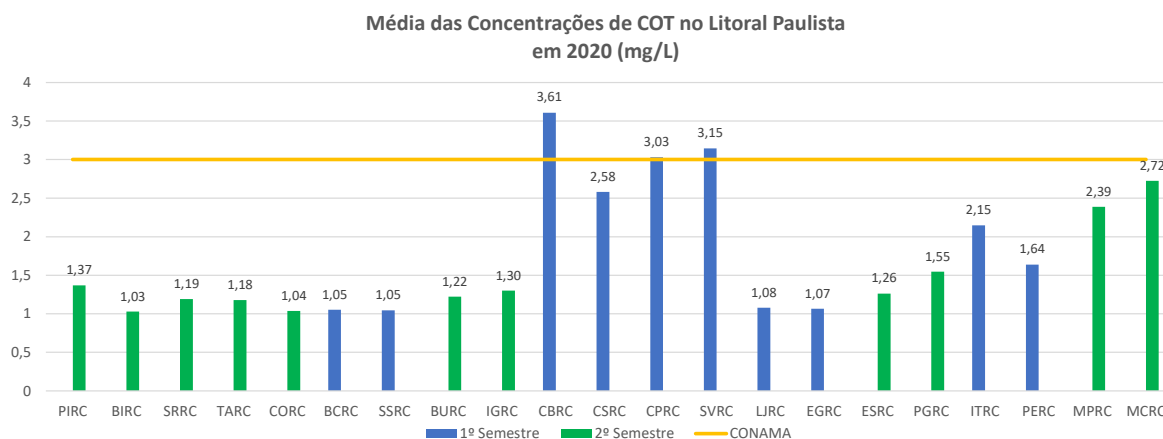
Com relação ao oxigênio dissolvido, as menores médias foram registradas nos canais da Baixada Santista de águas salobras, todas abaixo de 5,0 mg/L (Gráfico 4.5).

Gráfico 4.5 – Média das concentrações de OD nas amostras de água das áreas da rede costeira em 2020



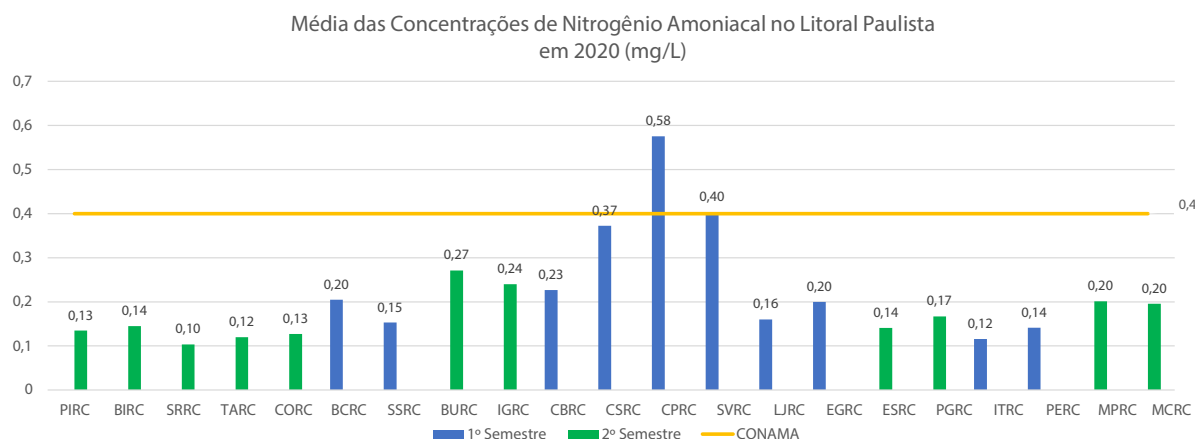
O COT apresentou resultados médios acima do padrão legal (3,0 mg/L) nas áreas estuarinas da Baixada Santista (Gráfico 4.6). O Litoral Sul apresentou valores mais baixos em 2020.

Gráfico 4.6 – Média das concentrações de carbono orgânico total (COT) (mg/L) nas amostras de água das áreas da rede costeira em 2020

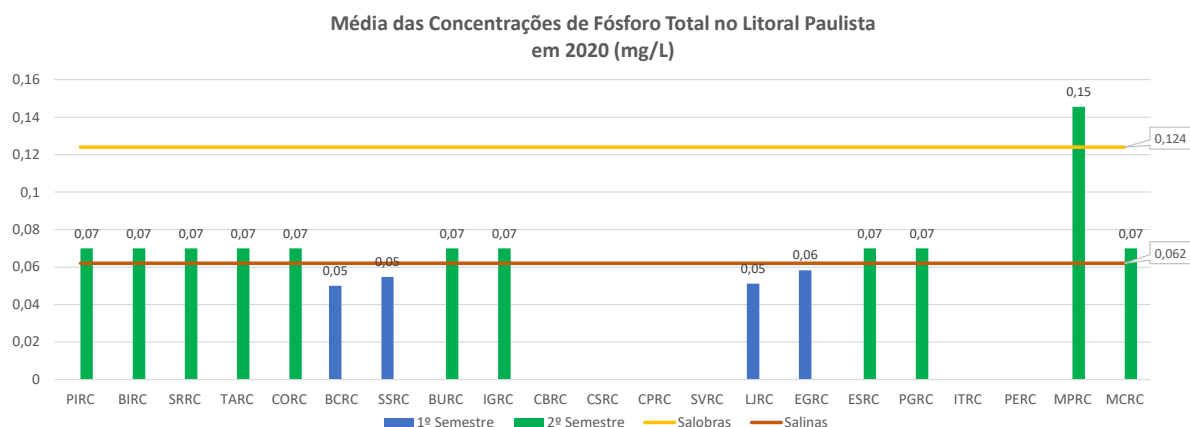


O nitrogênio amoniacal apresentou concentrações médias mais elevadas nos canais do estuário da Baixada Santista ultrapassando o padrão apenas no Canal de Piaçaguera (Gráfico 4.7).

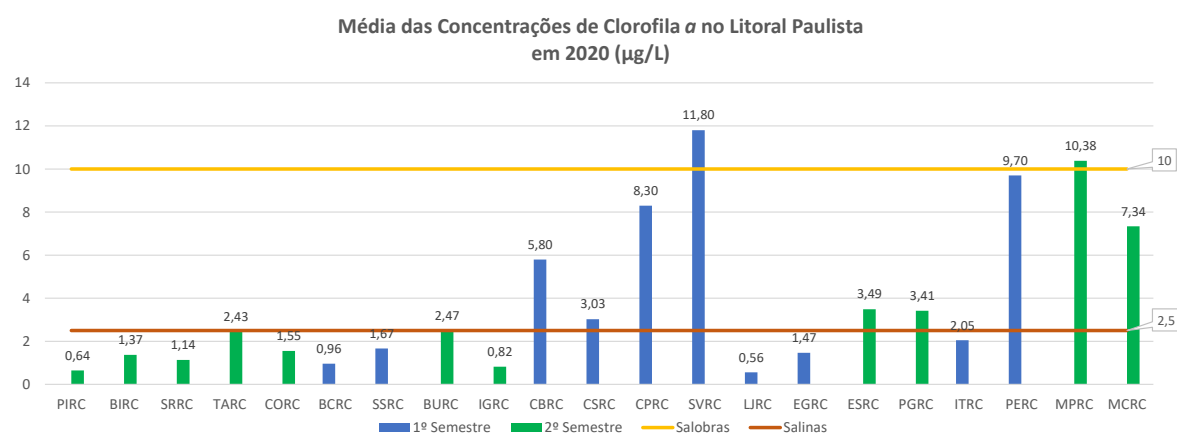
Gráfico 4.7 – Média das concentrações de nitrogênio amoniacal (mg/L) nas amostras de água das áreas da rede costeira em 2020



Devido a problemas operacionais não foi possível realizar a determinação de fósforo total em algumas áreas. Verificou-se médias de concentrações um pouco elevadas apenas no Mar Pequeno conforme Gráfico 4.8. Salienta-se que o LQ (0,07 mg/L) para algumas áreas costeiras foi levemente superior ao padrão legal para águas salinas (0,062 mg/L). Mesmo assim, o canal de São Sebastião e a área de influência do emissário do Guarujá apresentaram concentrações acima desse valor.

Gráfico 4.8 – Média das concentrações de fósforo total (PT) (mg/L) nas amostras de água das áreas da rede costeira em 2020

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, Rio Preto e no Mar de Cananeia. O valor médio no Mar de Cananeia foi significativamente menor em 2020 e não ultrapassou padrão legal (Gráfico 4.9).

Gráfico 4.9 – Média das concentrações de clorofila *a* (µg/L) nas amostras de água das áreas da rede costeira em 2020 e estuarinas

4.1.3 Índice de estado trófico costeiro - IETC

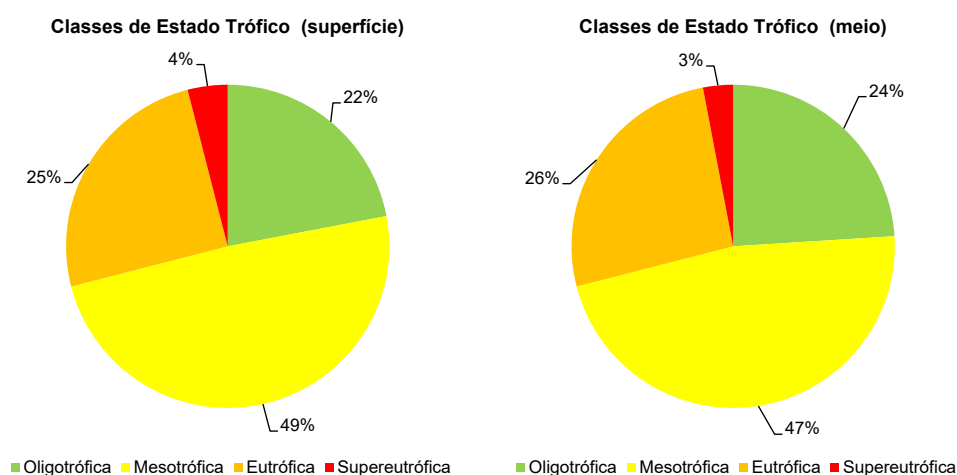
O grau de eutrofização da região costeira em 2020 foi avaliado em 21 áreas perfazendo um total de 68 pontos. Foram realizadas amostragens em duas profundidades: superfície e meio da coluna de água, e neste ano excepcionalmente, em uma única campanha. De um total de 136 amostras a maioria indicou condições Oligotróficas e Mesotrófica (23% e 48%, respectivamente) e apenas 29% foram consideradas eutrofizadas (26% Eutrófica e 3% Supereutrófica).

Em 2020, comparando as diferentes profundidades, superfície e meio da coluna de água (Gráfico 4.10), as amostras indicaram porcentagens similares de classes tróficas, 71% exibiram baixa e média trofia, sendo 22

e 24%, Oligotróficas, respectivamente, e 49 e 47%, Mesotróficas, respectivamente. A porcentagem de amostras consideradas de ambientes eutrofizados totalizaram, em ambas as profundidades, 29%. Na superfície 25% foram classificadas como Eutrófica e 4% Supereutrófica e no meio foram 26% Eutrófica e 3% Supereutrófica.

Comparando-se as classificações com o ano anterior, para o mesmo período de amostragens, em ambas as profundidades houve diminuição nas porcentagens de amostras indicativas de ambiente de baixa trofia, com aumento tanto de amostras indicativas de ambientes em processo de eutrofização como os já considerados eutrofizados.

Gráfico 4.10 – Porcentagem por classes de estado trófico nas amostras de superfície e meio da coluna de água - Campanha Única - 2020



No Litoral Norte, foram monitoradas oito áreas, totalizando 52 amostras, a maioria (87%) exibiu classificações indicativas de baixa (Oligotrófica - 27%) e média trofia (Mesotrófica - 60%) e apenas 13% indicativas de ambiente eutrofizados (Eutróficos - 11% e Supereutróficos - 2%). Em relação ao ano anterior, para o mesmo período de amostragens, houve um aumento de amostras classificadas como Eutróficas, sendo Tabatinga, Canal de São Sebastião e Barra do Una as áreas que contribuíram para esse aumento. Na média anual, na região do Litoral Norte, a classificação trófica variou de Oligotrófica a Mesotrófica, e de um modo geral mantém a melhor qualidade das águas litorâneas.

Para a Baixada Santista, as 11 áreas monitoradas totalizaram 72 amostras, embora mais da metade das amostras foram classificadas entre Oligotrófica (22%) e Mesotrófica (36%), já exibe uma porcentagem significativa de amostras indicativas de ambientes eutrofizados (42%). Os Emissários Submarinos de Santos, de Praia Grande I, Canal de São Vicente foram classificadas pela média anual como ambientes eutrofizados e o Rio Preto como extremamente eutrofizado. Comparado ao ano anterior, considerando o mesmo período de amostragens e o mesmo número de áreas, foi observada uma diminuição das amostras das classes Oligotrófica e Mesotrófica e um aumento nas classes Eutrófica e Supereutrófica. A classificação Supereutrófica do Rio Preto foi influenciada pela elevada concentração de clorofila *a* relacionada à elevada densidade total de organismos fitoplanctônicos, principalmente do grupo das diatomáceas, muito superior ao mesmo período de 2019.

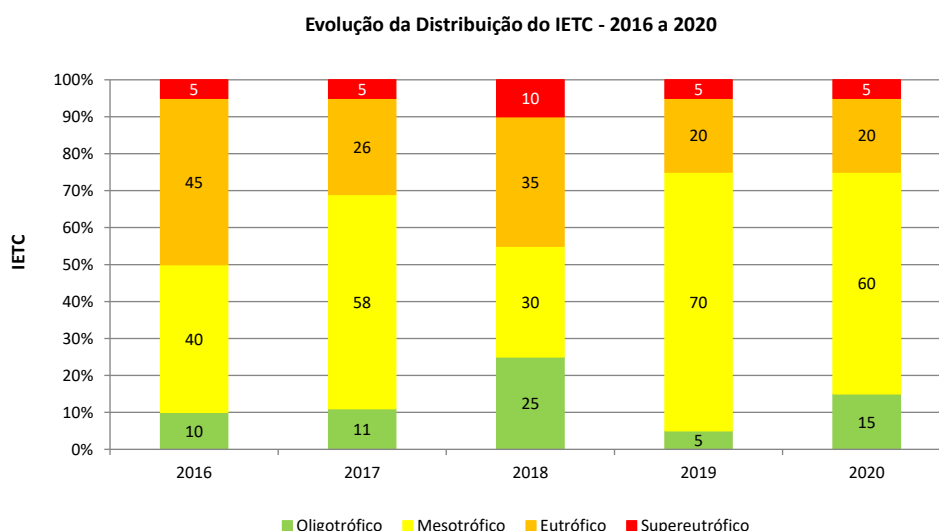
Em 2020, novamente a Baixada Santista foi a região que mais contribuiu para a porcentagem de amostras indicativas de ambientes eutrofizados podendo provavelmente, estar relacionado a diversos fatores normalmente observados nessa região, tais como: a existência de elevada concentração populacional fixa 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, como também das outras atividades existentes nessa região.

No Litoral Sul, com duas áreas monitoradas, totalizando 12 amostras, a maioria (75%) exibiu classificações indicativas de baixa (Oligotrófica – 8%) e média (Mesotrófica – 67%) trofia e 25% indicativas de ambiente eutrofizados (Eutróficos). O Mar Pequeno exibiu a pior condição, sendo classificado pela média anual como Eutrófico e tendo contribuído com a porcentagem total dessa classe, no entanto, as concentrações de clorofila *a* foram bem menores que as observadas no ano anterior. Tanto o Mar Pequeno quanto o de Cananeia, para o mesmo período de amostragem, exibiram uma melhora significativa, com a ocorrência de classificação Oligotrófica, aumento da porcentagem de classificação Mesotrófica, diminuição da porcentagem de classificação Eutrófica e a não ocorrência de classificação Supereutróficas.

No Gráfico 4.11 é apresentada a evolução da distribuição do IETC médio anual no período de 2016 a 2020 considerando-se 20 áreas para as quais se dispõe de histórico de dados. Neste ano, excepcionalmente, a comparação histórica foi realizada considerando-se os resultados das médias das duas campanhas até o ano de 2019 e, para o ano de 2020, foram compilados os resultados apenas de uma campanha realizada. O que dificulta a comparação direta com os outros anos. No entanto, a distribuição das porcentagens do IETC de 2020 mostrou-se semelhante a 2019, que indicava uma melhora com relação aos anos anteriores.

Gráfico 4.11 – Evolução da distribuição do IET - 2016 a 2020



Considerando-se o IETC das 20 áreas monitoradas no período de cinco anos, 2016 a 2020, (Gráfico 4.12) observa-se que as porcentagens das classificações dos ambientes variam bastante ao longo dos anos. A partir de 2019 observa-se um aumento na porcentagem de ambientes classificados como Mesotróficos, ou seja, de média trofia, influenciados pela região da Baixada Santista e, consequentemente, uma diminuição dos classificados como eutrofizados (Eutrófico - 20% e Supereutrófico - 5%). Em relação ao ano anterior, em 2020, houve um aumento na porcentagem de áreas classificadas como Oligotróficas, que se deve a melhora na classificação da Baía de Caraguatatuba no Litoral Norte e do Rio Itaguaré na 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, nas 20 áreas para o período de 2016 a 2020. Embora em 2020, excepcionalmente tenha sido realizada apenas uma única campanha, para a avaliação das tendências, foram consideradas as médias de ambas as campanhas até o ano de 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 de cinco anos, 20% apresentaram tendência de melhora: o Emissário do Guarujá, os Canais de Bertioga e de Santos na Baixada Santista e o Mar de Cananeia no Litoral Sul, e 10% exibiram piora: Rio Preto na Baixada Santista e Mar Pequeno no Litoral Sul. As demais áreas (70%) não apresentaram tendência significativa.

Tabela 4.1 – Concentrações média anuais da clorofila *a* e as tendências da qualidade das águas de acordo com o IETC entre 2016 a 2020

Região	Área	2016	2017	2018	2019	2020	Tendência
LITORAL NORTE	Picinguaba	0,63	1,68	0,63	0,61	0,64	N.S.
	Baía de Itaguá	1,20	1,83	1,41	1,09	1,37	N.S.
	Saco da Ribeira	2,82	1,13	0,74	1,34	1,14	N.S.
	Tabatinga	2,36	1,04	1,39	1,30	2,43	N.S.
	Cocanha	1,69	0,60	0,78	1,10	1,55	N.S.
	Baía de Caraguatatuba	1,29	1,72	2,53	2,15	0,96	N.S.
	Canal de São Sebastião	1,52	1,36	2,27	1,55	1,67	N.S.
	Barra do Una	2,61	1,59	1,53	2,56	2,47	N.S.
BAIXADA SANTISTA	Rio Itaguaré	2,14	0,78	0,94	1,14	0,82	N.S.
	*Canal de Bertioga	17,67	13,78	10,05	6,86	5,80	M
	Emiss. do Guarujá	3,70	2,63	2,05	1,82	1,47	M
	*Canal de Santos	11,13	9,74	2,84	3,17	3,03	M
	Emiss. Santos	6,30	9,07	5,05	9,98	3,49	N.S.
	Canal de Piaçaguera	5,76	5,87	10,85	5,15	8,30	N.S.
	*Canal de São Vicente	13,22	9,17	11,14	5,16	11,80	N.S.
	Emiss. Praia Grande -1	1,61	2,43	4,41	3,43	3,29	N.S.
	Rio Itanhaém	3,43	4,43	4,98	1,09	2,05	N.S.
	Rio Preto	3,29	4,14	6,07	3,84	9,70	P
LITORAL SUL	*Mar Pequeno	2,04	5,36	5,90	15,65	10,38	P
	*Mar de Cananeia	13,12	10,15	10,00	6,86	7,34	M

P = Piora

M = Melhora

N.S. = Não Significativo

* Ambientes estuarinos

Os canais de Bertioga e Santos, de 2016 a 2019, apresentaram tendência de queda nas concentrações em ambas as campanhas, com melhores classificações na segunda campanha. O Mar de Cananeia demonstrou a mesma tendência, com exceção de 2019 quando na segunda campanha foi observada uma

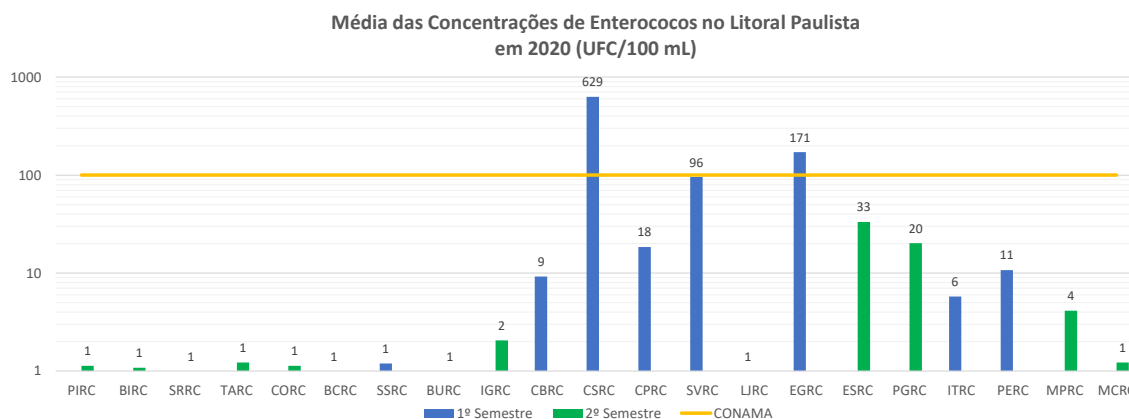
concentração maior, mas que esteve relacionada à ocorrência de chuvas que, em geral, carregam nutrientes para região costeira. Na avaliação da tendência da qualidade das águas segundo o IETC, utilizando a média anual, ou apenas campanhas similares, não foram observadas diferenças, portanto, a comparação com a única campanha de 2020 não afetou essa análise da tendência.

Para as duas áreas que exibiram piora, no Rio Preto a tendência se repetiu tanto na avaliação utilizando os períodos similares quanto a média anual até 2019, assim também não ocorreu prejuízo na análise da tendência pelo critério adotado. Para o Mar Pequeno, houve uma diferença entre a avaliação utilizando os períodos similares e a utilizando média. Na primeira a tendência não foi significativa devido ao resultado extremamente elevado na segunda campanha de 2019. Excluindo esse valor de 2019 a tendência é a mesma observada utilizando-se a média anual até 2019. Pode-se inferir, portanto, que o critério adotado, também para essa área não afetou a avaliação da tendência.

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 a área de influência do Emissário Submarino de Praia Grande 1. As áreas do Litoral Norte, além do Canal de Bertioga, Rio Itanhaém, Mar Pequeno e Mar de Cananeia, apresentaram médias geométricas inferiores a 10 UFC/100 mL. Médias geométricas maiores que 100 UFC/100 mL foram detectadas no Canal de Santos e na área de influência do Emissário Submarino do Guarujá (Gráfico 4.12).

Gráfico 4.12 – Média geométrica das concentrações de enterococos (UFC/100 mL) – 2020



4.2 Qualidade dos Sedimentos

4.2.1 Qualidade química

A porcentagem das concentrações dos HPAs que excederam os valores orientadores foi de 3,34%, mas nenhuma acima 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 4.13.

Gráfico 4.13 – Porcentagem de ocorrência de amostras de sedimentos contendo HPAs no Litoral Paulista em 2020

Ocorrência de HPAs no Litoral Paulista em 2020 por determinação nos Sedimentos

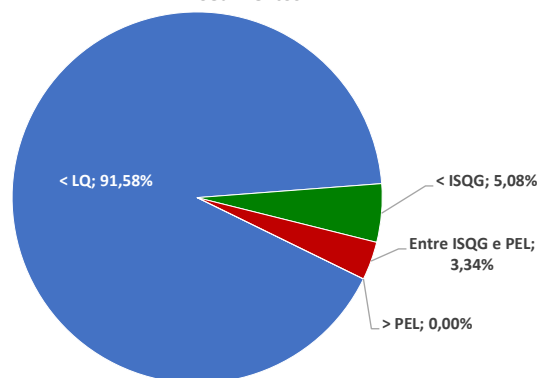


Tabela 4.2 – Porcentagem de amostras de sedimentos com compostos de HPAs no Litoral Paulista em 2020

HPAs	Valores orientadores		Número de determinações					Porcentagem (%)			
	ISQG	PEL	< LQ	< ISQG	Entre ISQG e PEL	> PEL	Total	< LQ	< ISQG	Entre ISQG e PEL	> PEL
Acenafteno	6,71	88,9	66	1	1	0	68	97,1%	1,5%	1,5%	0,0%
Antraceno	46,9	245	66	1	1	0	68	97,1%	1,5%	1,5%	0,0%
Benzo (a) antraceno	74,8	693	62	3	3	0	68	91,2%	4,4%	4,4%	0,0%
Benzo(a)pireno	88,8	763	52	12	4	0	68	76,5%	17,6%	5,9%	0,0%
Criseno	108	846	60	5	3	0	68	88,2%	7,4%	4,4%	0,0%
Dibenzo(a,h)antraceno	6,22	135	64	0	4	0	68	94,1%	0,0%	5,9%	0,0%
Fenantreno	86,7	544	62	4	2	0	68	91,2%	5,9%	2,9%	0,0%
Fluoranteno	113	1494	59	6	3	0	68	86,8%	8,8%	4,4%	0,0%
Fluoreno	21,2	144	67	0	1	0	68	98,5%	0,0%	1,5%	0,0%
Naftaleno	34,6	391	68	0	0	0	68	100,0%	0,0%	0,0%	0,0%
Pireno	153	1398	59	6	3	0	68	86,8%	8,8%	4,4%	0,0%
Totais			685	38	25	0	748	91,6%	5,1%	3,3%	0,0%

Os metais ultrapassaram o limite de ISQG em 8,75% das determinações contra 9,25 % em 2019. Repetindo o resultado dos anos anteriores, não houve ocorrência de valores acima de PEL. A Tabela 4.3 apresenta os valores utilizados no Gráfico 4.14 e sua discretização por parâmetro.

Gráfico 4.14 – Ocorrência de metais nos sedimentos do Litoral Paulista em 2020

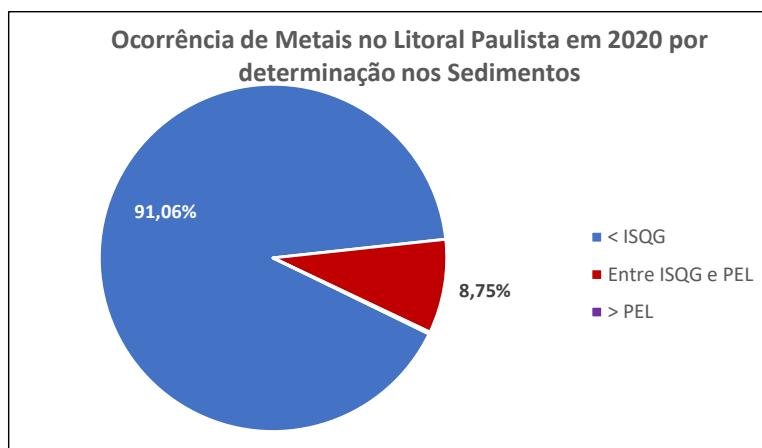
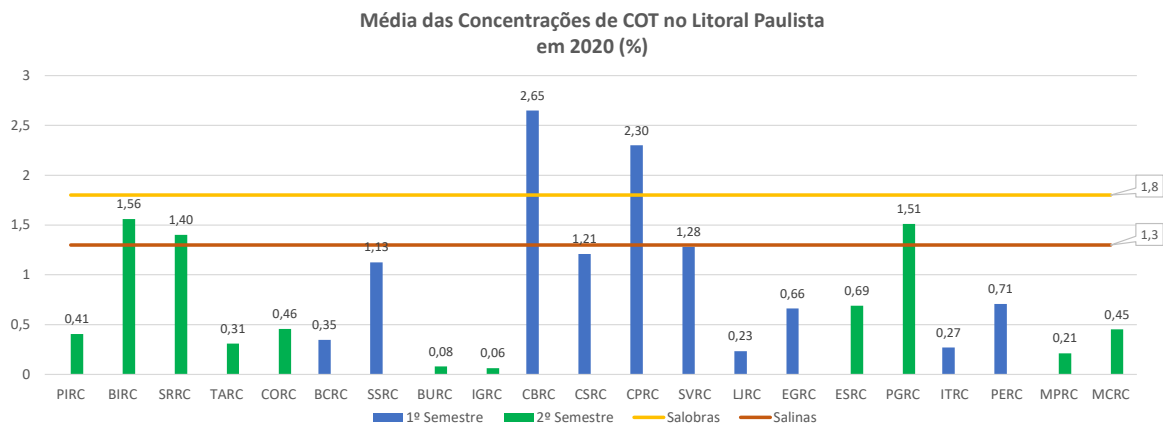


Tabela 4.3 – Ocorrência de metais no litoral paulista em 2020

Metal	Valores orientadores		Número de determinações				Porcentagem (%)		
	ISQG	PEL	< ISQG	Entre ISQG e PEL	> PEL	Total	< ISQG	Entre ISQG e PEL	> PEL
Arsênio	7,24	41,6	47	21	0	68	69,1%	30,9%	0,0%
Cádmio	0,7	4,2	68	0	0	68	100,0%	0,0%	0,0%
Chumbo	30,2	112	58	10	0	68	85,3%	14,7%	0,0%
Cobre	18,7	108	61	7	0	68	89,7%	10,3%	0,0%
Crômio	52,3	160	67	1	0	68	98,5%	1,5%	0,0%
Níquel	15,9	42,8	62	6	0	68	91,2%	8,8%	0,0%
Zinco	124	271	67	1	0	68	98,5%	1,5%	0,0%
Mercurio	0,3	1	49	0	1	50	98,0%	0,0%	2,0%
Totais	0	0	479	46	1	526	91,1%	8,7%	0,2%

Em consonância com os anos anteriores, as maiores concentrações de COT em 2020 foram observadas no Canal de Bertioga, Canal de Santos e Canal de Piaçaguera (Gráfico 4.15). Também foram registrados valores elevados na Baía de Itaguá e no Saco da Ribeira.

Gráfico 4.15 – Concentração de COT (%) dos sedimentos nas áreas da rede de monitoramento costeiro (média dos pontos) em 2020



Para o nitrogênio (NKT) foram obtidas concentrações acima de 1000 mg/kg em 22,1% das amostras (não conformidades em áreas costeiras) e acima de 1500 mg/kg (áreas estuarinas) em 10,3% das amostras em um total de 32,4% de amostras com concentrações superiores aos valores orientadores (Gráfico 4.16).

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 (Gráfico 4.17). No caso dos Canais de Santos, Bertioga e Piaçaguera que apresentaram as maiores concentrações na Baixada Santista nota-se o impacto das atividades antrópicas na região. Já em áreas como a Baía de Itaguá e o Saco da Ribeira esses impactos são menores, mas a hidrodinâmica do local pode 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 2020. Estas últimas apresentaram não conformidades na foz do Rio Preto (Peruíbe), Emissário Praia Grande 1 e Canal de São Sebastião.

Gráfico 4.16 – Ocorrências de nitrogênio Kjeldahl total (NKT) no Litoral Paulista em 2020

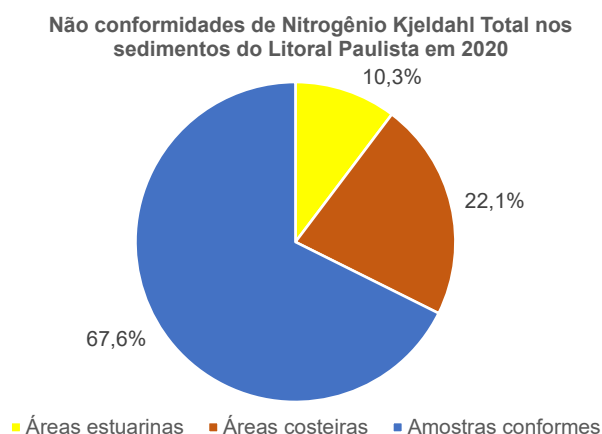
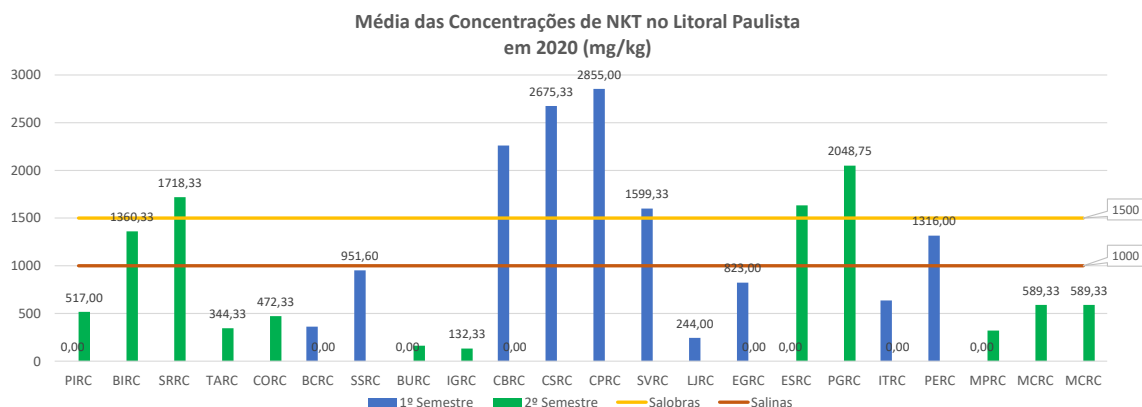
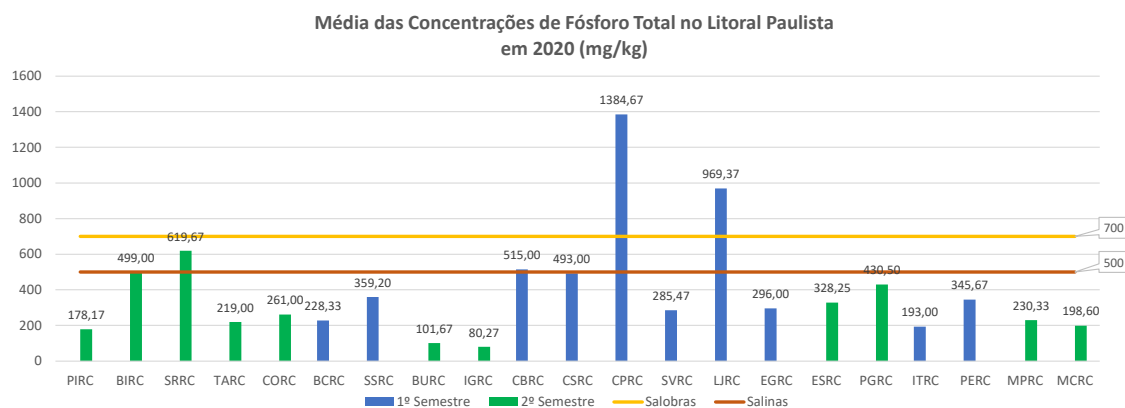


Gráfico 4.17 – Concentração média de nitrogênio Kjeldahl total (mg/kg) dos sedimentos nas áreas da rede de monitoramento costeiro em 2020



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 4.18). 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. 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 4.18 – Concentração média de fósforo total (mg/kg) dos sedimentos nas áreas da rede de monitoramento costeiro em 2020



4.2.2 Avaliação ecotoxicológica dos sedimentos

A Tabela 4.4 mostra a classificação dos sedimentos das áreas monitoradas com os ensaios ecotoxicológicos, totalizando 53 amostras. Ressalta-se que, em 2020, a classificação dessas áreas foi baseada nos resultados dos ensaios agudos com o anfípodo *Grandidierella bonnieroides* realizados em amostras coletadas apenas no primeiro ou no segundo semestre, exceto para os Canais de Santos, Bertioga, São Vicente e

Piaçaguera, cujas análises foram canceladas. Nesse monitoramento, não foi observada toxicidade aguda em nenhum dos pontos analisados.

Considerando todos os resultados dos ensaios nos últimos cinco anos, observou-se que as regiões avaliadas já apresentavam baixo percentual de amostras com toxicidade e atingiram 100% de amostras com ausência de toxicidade em 2020 (Gráfico 4.19).

O histórico dos resultados ecotoxicológicos obtidos com a realização do ensaio agudo a partir de 2016, considerando a classificação de cada ponto amostral, está apresentado na Tabela 4.4, onde se observa número elevado de amostras com ausência de toxicidade. Em 2020, quinze das dezesseis áreas monitoradas mantiveram sua qualidade inalterada, classificadas como Ótima em todos os pontos. A região do Mar Pequeno, que também apresentou qualidade Ótima, mostrou melhora com relação ao ano anterior.

Observando o histórico das áreas, no Litoral Norte com oito áreas e 26 amostras, observou-se melhora na qualidade do Ponto 2 do Canal de São Sebastião, que se manteve com qualidade Ótima a partir de 2017. O Ponto 3 na Barra do Una, classificado como Ruim em 2017 e 2018 apresentou melhora em 2019, de tal forma que, no Litoral Norte em 2020, as amostras foram classificadas como Ótimas em sua totalidade.

Tabela 4.4 – Classificação final da qualidade do sedimento costeiro, de acordo com os ensaios ecotoxicológicos realizados em 2020 com *Grandidierella bonnieroides* (Continua)

Regiões	Área	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 2020 com *Grandidierella bonnieroides* (Conclusão)

Regiões	Área	Amostras				
		1	2	3	4	5
Baixada Santista	Rio Itaguapé					
	Canal da Bertioga	*	*	*		
	Emissário do Guarujá					
	Emissário de Santos					
	Canal de Santos	*	*	*		
	Canal de São Vicente	*	*	*		
	Canal de Piaçaguera	*	*	*		
	Emissário de Praia Grande 1					
	Rio Itanhaém					
	Rio Preto					
Litoral Sul	Mar Pequeno					
	Mar de Cananeia					

* Análise não realizada

Critério Ecotoxicológico:

Classificação	<i>Grandidierella bonnieroides</i>
ÓTIMO	Não Tóxico ^(a)
RUIM	Mortalidade <50% ^(b)
PÉSSIMO	Mortalidade ≥50% ^(c)

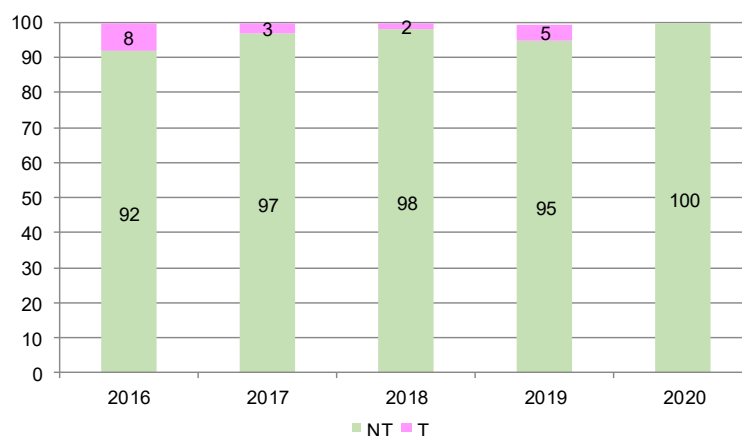
^(a) Não apresenta diferença significativa em relação ao controle.^(b) Mortalidade inferior a 50%, porém apresentando diferença significativa em relação ao controle^(c) Mortalidade superior ou igual a 50%, porém apresentando diferença significativa em relação ao controle**Gráfico 4.19** – Porcentagem 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)

Tabela 4.5 – Classificação ecotoxicológica dos sedimentos costeiros de 2016 a 2020

Regiões	Área	Amostras																								
		2016					2017					2018					2019					2020				
		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																									

* Análise não realizada

Critério Ecotoxicológico:

Classificação	<i>Grandidierella bonnieroides</i>
ÓTIMO	Não Tóxico ^(a)
RUIM	Mortalidade <50% ^(b)
PÉSSIMO	Mortalidade ≥50% ^(c)

^(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

Na Baixada Santista o monitoramento é realizado em dez áreas, no entanto neste ano foram avaliadas apenas seis, totalizando 27 amostras. Observa-se que as amostras foram classificadas como Ótimas em sua totalidade a partir de 2017, após a melhora do Ponto 1 do Rio Itaguapé e Ponto 3 do Canal de São Vicente anteriormente com qualidade Ruim.

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 observa toxicidade desde 2016. Por outro lado, os três pontos de sedimento da região do Mar Pequeno passaram de qualidade Ruim (Pontos 1 e 2) e Péssima (Ponto 3), em 2019, para qualidade Ótima.

Apesar dessa sinalização de melhoria na qualidade ambiental observada em 2020, o Mar Pequeno tem apresentado alternância de qualidade ao longo do monitoramento. Essa região apresenta ainda os maiores percentuais de toxicidade aos organismos-teste, totalizando seis amostras dentre as quinze analisadas (40%). Tal fato torna necessária uma melhor investigação dos fatores responsáveis pelas toxicidades historicamente observadas.

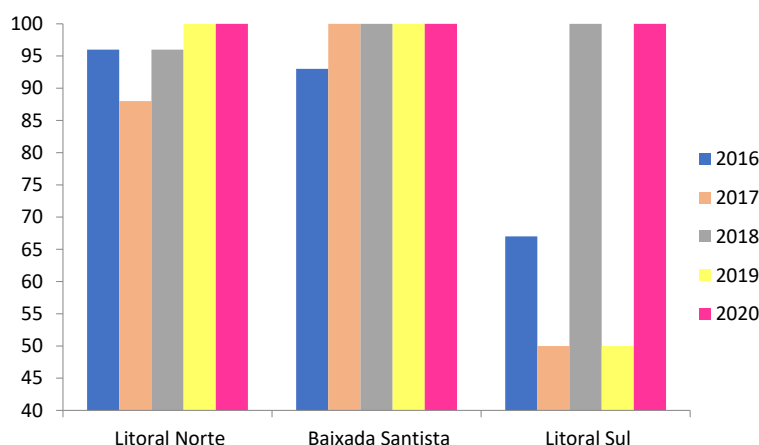
O Gráfico 4.20 apresenta o percentual de amostras com ausência de toxicidade nos últimos cinco anos (2016 a 2020). Observando-se os dados nas três regiões, é possível afirmar que:

- No Litoral Norte a porcentagem de pontos amostrais com ausência de toxicidade foi mantida em 100% desde 2019. A média dos últimos cinco anos é de 96%.

- Na Baixada Santista, a ausência de toxicidade em 100% das amostras se mantém desde 2017. Nessa região foi observada a menor variação entre os anos de monitoramento (93% e 100%), com média de 98,6%;

- No Litoral Sul houve uma redução no número de amostras tóxicas em relação ao ano anterior, totalizando 100% de amostras com ausência de toxicidade. Essa região apresenta a maior variação nos resultados ao longo do monitoramento (de 50% a 100%) e a menor média dentre as três regiões (73,4%) nos últimos cinco anos.

Gráfico 4.20 – Percentual de amostras nas três grandes regiões costeiras que não apresentaram toxicidade para *Grandidierella bonnieroides* nos ensaios com sedimento entre 2016 e 2020



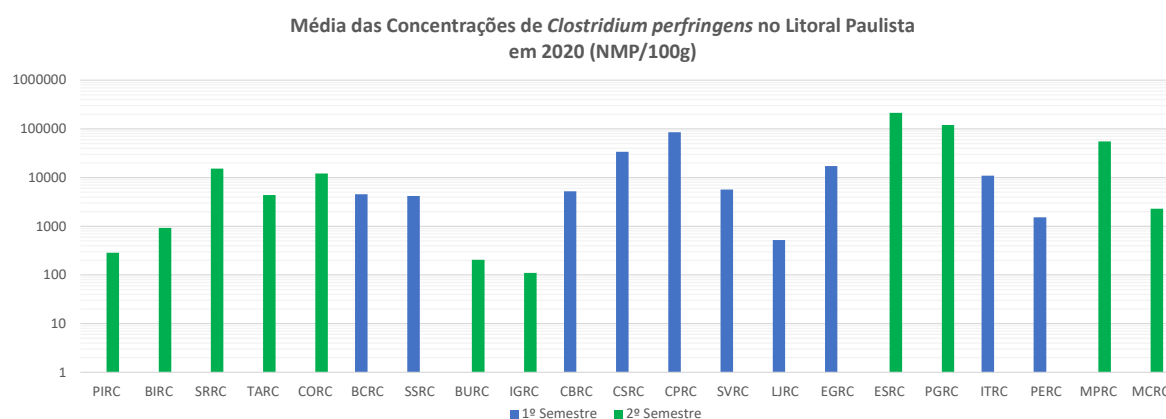
É importante ressaltar que na Baixada Santista e em algumas áreas do Litoral Norte foram observadas concentrações de contaminantes no sedimento acima do ISQG ao longo do monitoramento, embora nem sempre disponíveis para causar efeito tóxico agudo aos organismos-teste. Mas como os sedimentos são importantes fontes dessas substâncias, podem eventualmente, provocar efeitos crônicos aos organismos aquáticos, aspecto não avaliado nesse monitoramento. Além disso, sua ressuspensão em consequência de atividades de navegação ou 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 nos processos de licenciamento ambiental e dos monitoramentos.

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.

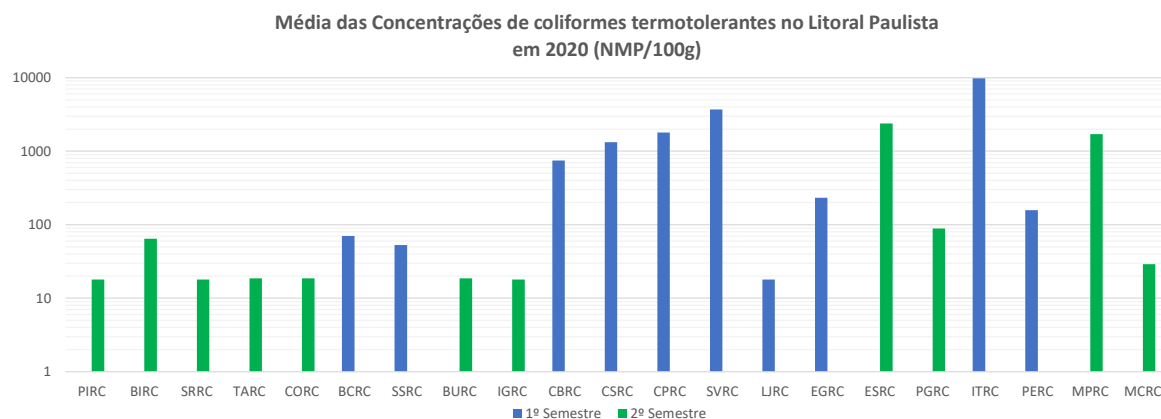
Considerando a média geométrica das concentrações dos pontos de cada área, as que apresentaram valores acima de 10.000 NMP/100g de *Clostridium perfringens*, foram: Saco da Ribeira, Cocanha, Canal de Santos, Canal de Piaçaguera, área de influência do Emissário Submarino do Guarujá, foz do Rio Itanhaém e Mar Pequeno. As áreas de influência dos Emissário Submarino de Santos e de Praia Grande 1 apresentaram maior média geométrica, acima de 100.000 NMP/100g (Gráfico 4.21).

Gráfico 4.21 – Médias das concentrações de *Clostridium perfringens* (NMP/100g) nos sedimentos costeiros em 2020



Considerando a média geométrica das concentrações dos pontos de cada área, as que apresentaram valores acima de 1.000 NMP/100g de coliformes termotolerantes, foram: Canal de Santos, Canal de Piaçaguera, Canal de São Vicente, área de influência do Emissário Submarino de Santos, Rio Itanhaém e Mar Pequeno (Gráfico 4.22).

Gráfico 4.22 – Médias das concentrações de coliformes termotolerantes (NMP/100g) nos sedimentos em 2020



O Gráfico 4.23 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.

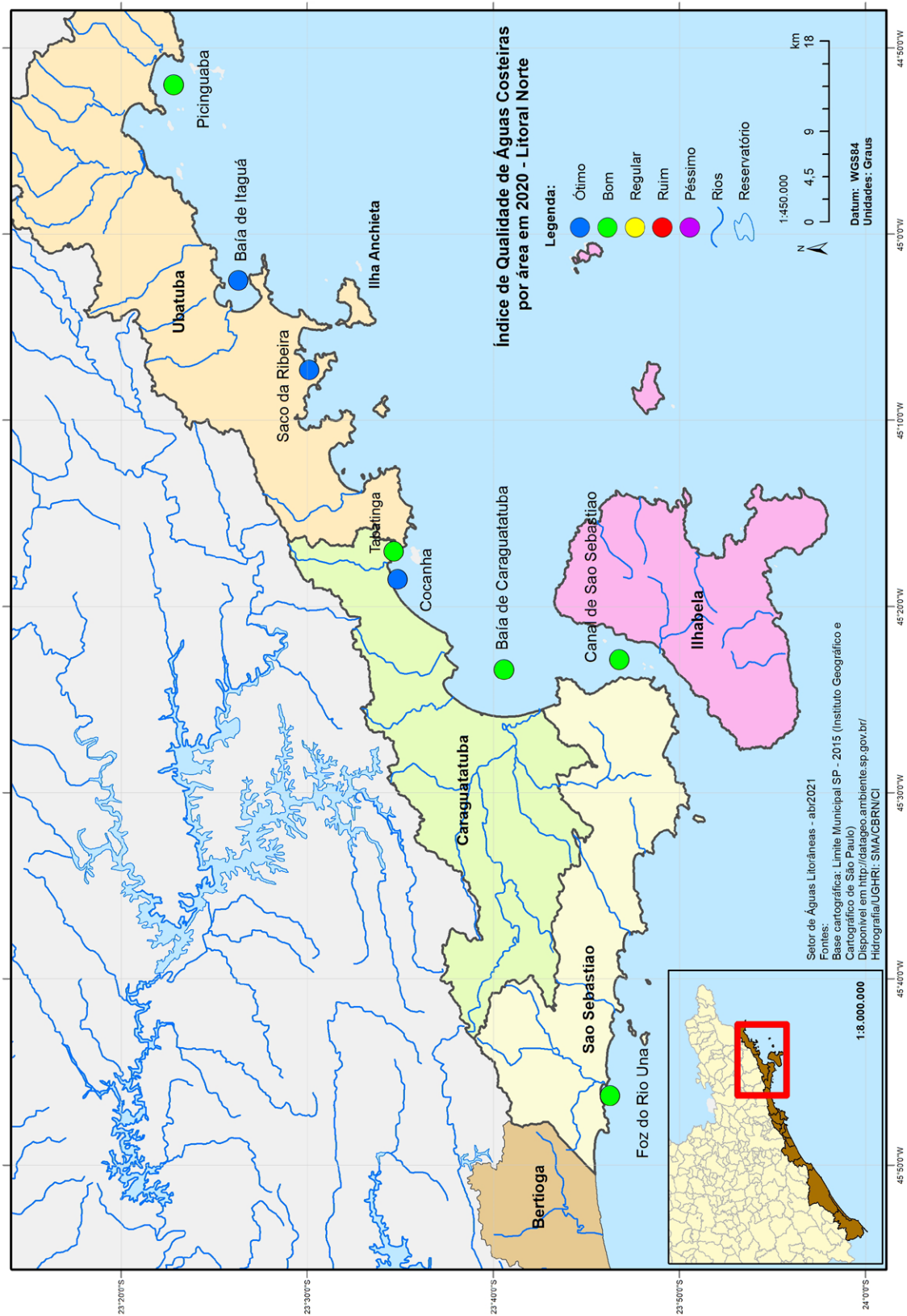
Gráfico 4.23 – Porcentagem de amostras em cada classe de qualidade microbiológica de acordo com concentração de bactéria fecal nos sedimentos em 2020



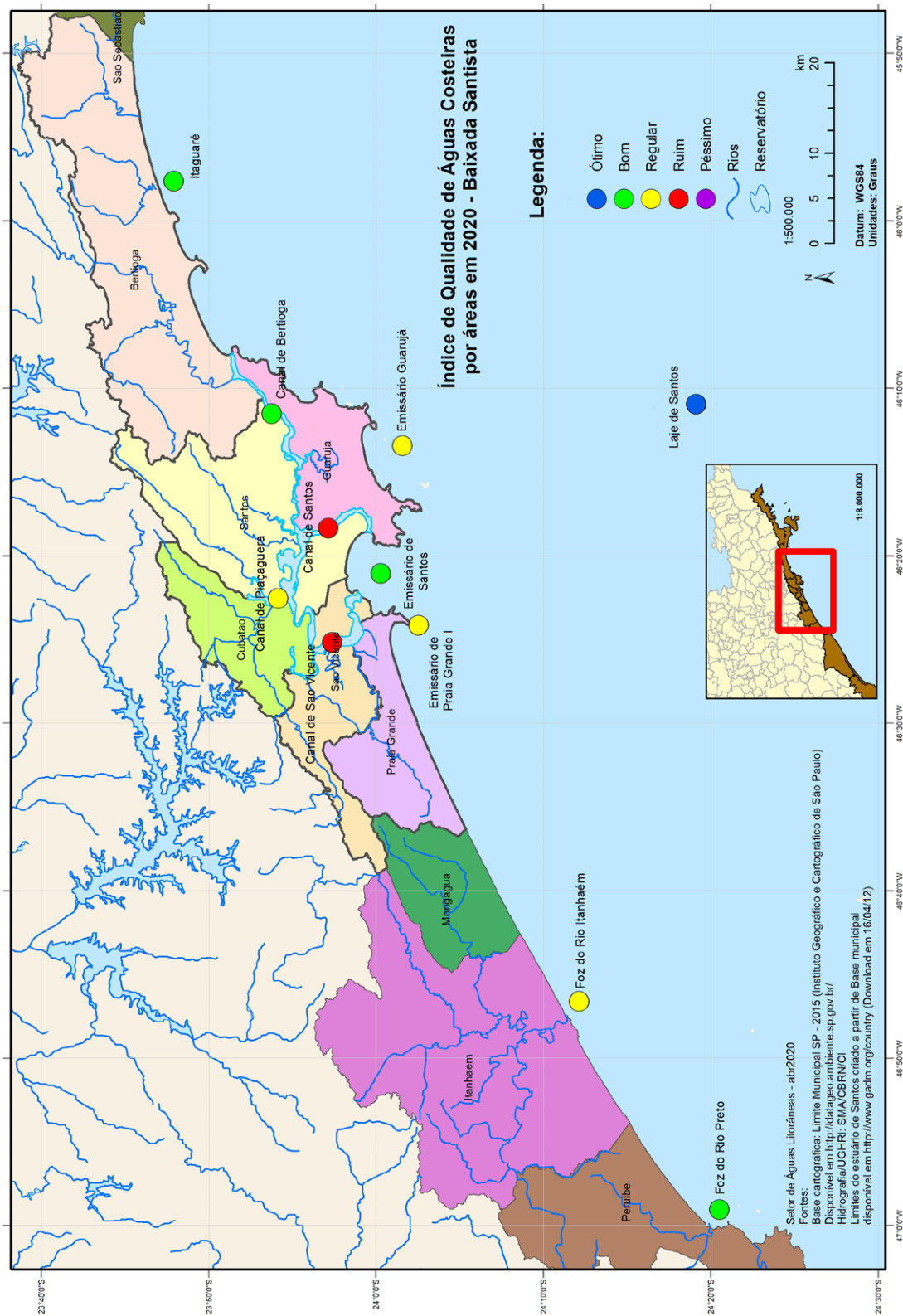
Para coliformes termotolerantes, 60% das amostras foram classificadas como ótimas e 9% como Boas. As categorias Ruim e Péssima somaram 29%. Para *Clostridium perfringens*, 60% das amostras foram classificadas como Ótimas e 25% como Boas. Assim, 11% das amostras foram classificadas como Ruins e Péssimas. Considerando ambos os indicadores, poucas amostras foram classificadas na categoria Regular: 2% de coliformes termotolerantes e 4% de *Clostridium perfringens*. As porcentagens na categoria Ruim foram maiores para coliformes termotolerantes, indicando que no sedimento predomina contaminação que se refere à poluição fecal atual.

Os Mapas 4.4, 4.5, 4.6 e 4.7 mostram as classificações referentes ao ano de 2020 nos critérios de avaliação da qualidade dos sedimentos (ecotoxicológico e microbiológico) das várias áreas nas três regiões do litoral do estado de São Paulo.

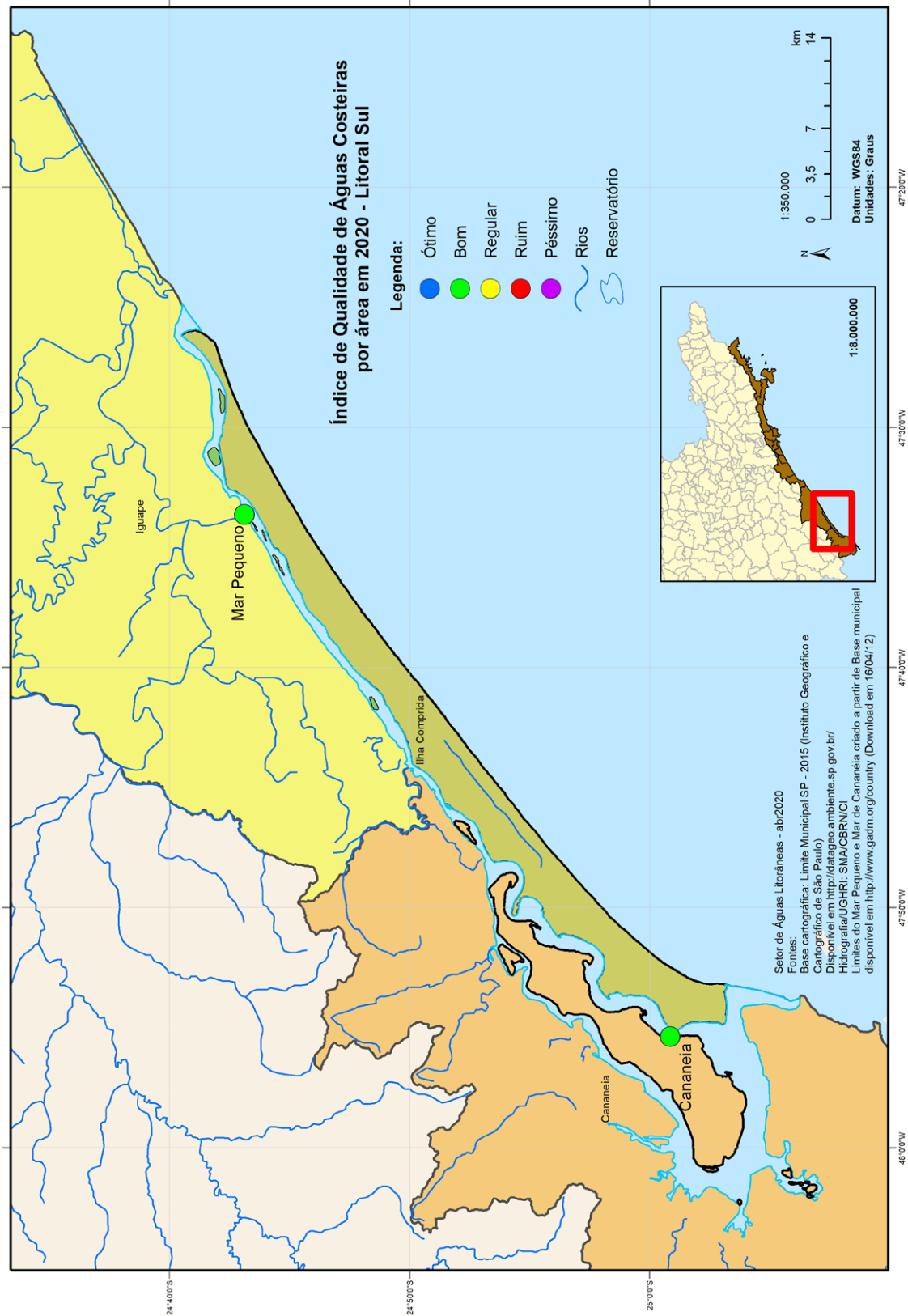
Mapa 4.1 – Índice de Qualidade de Água Costeira 2020 – Litoral Norte



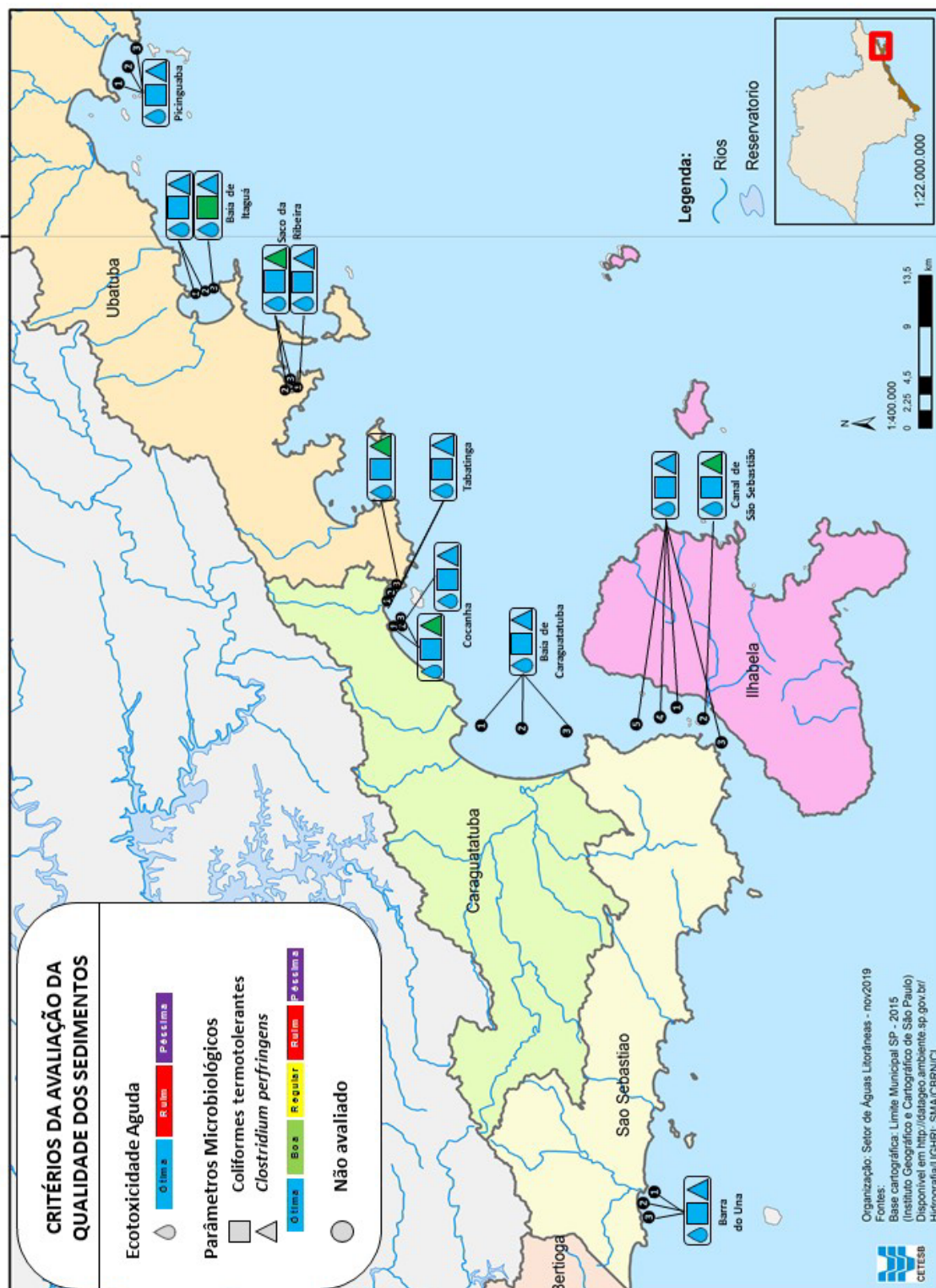
Mapa 4.2 – Índice de Qualidade de Água Costeira 2020 – Baixada Santista



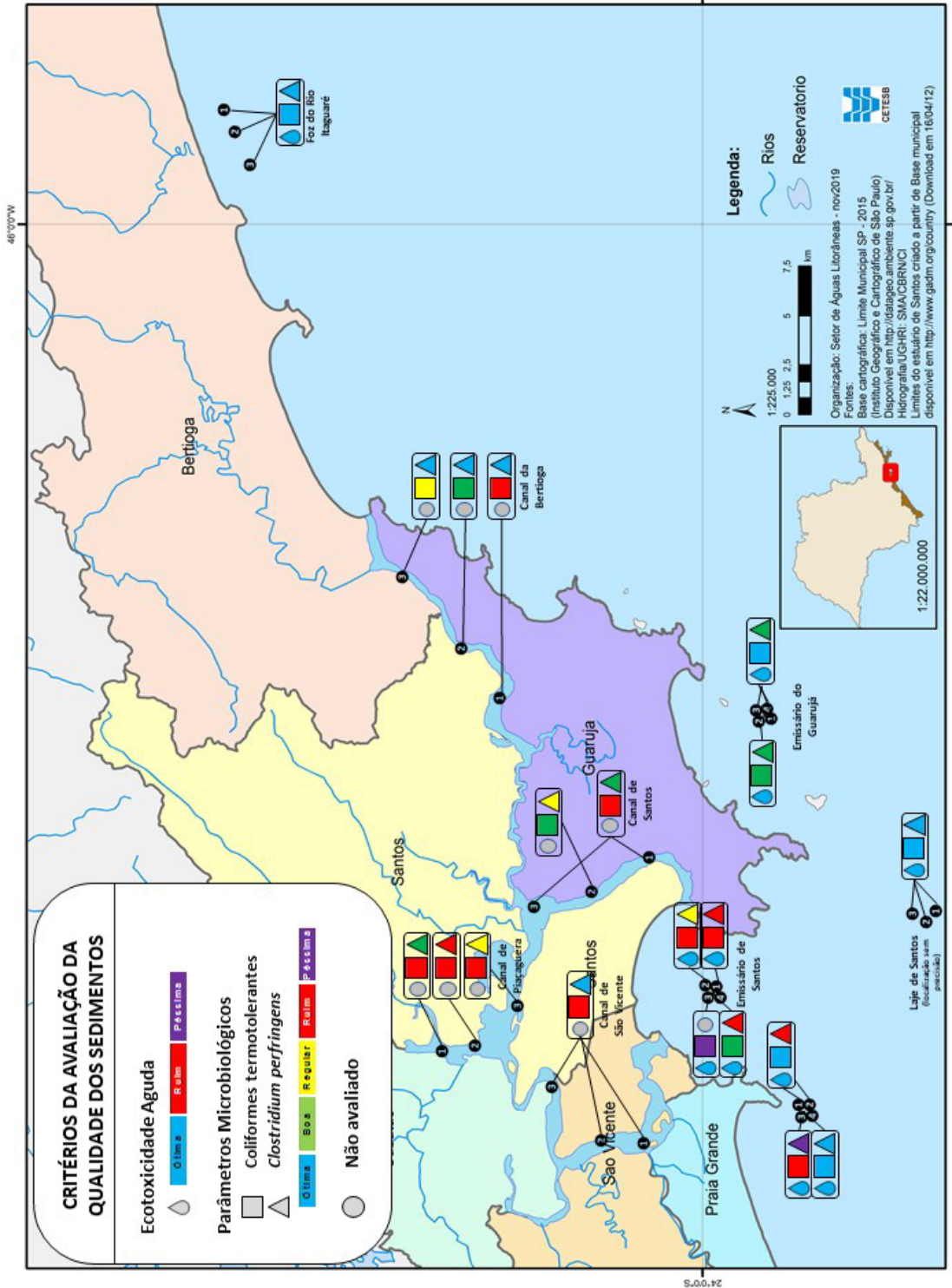
Mapa 4.3 – Índice de Qualidade de Água Costeira 2020 – Litoral Sul



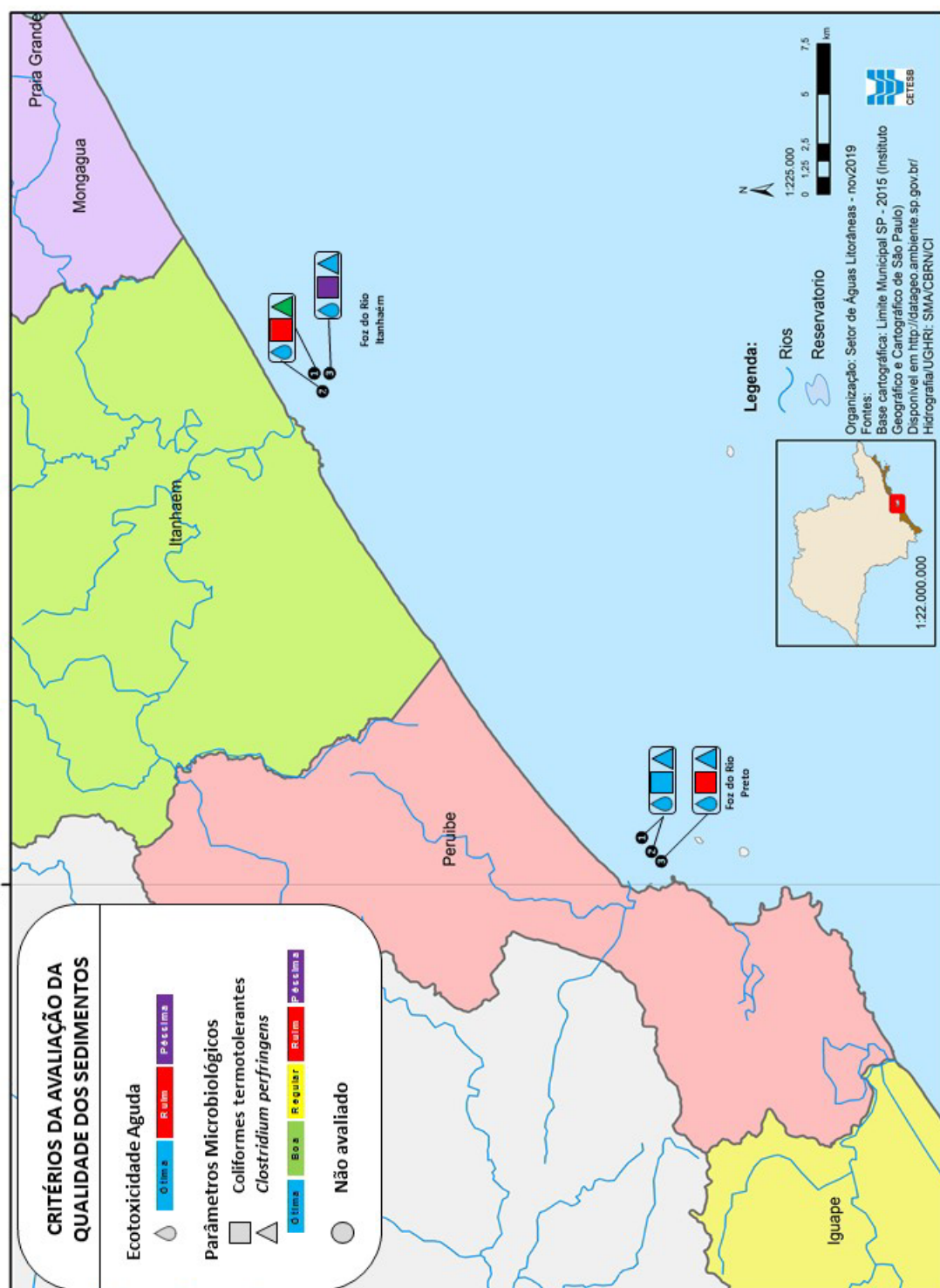
Mapa 4.4 – Avaliação da qualidade dos sedimentos 2020 – Litoral Norte



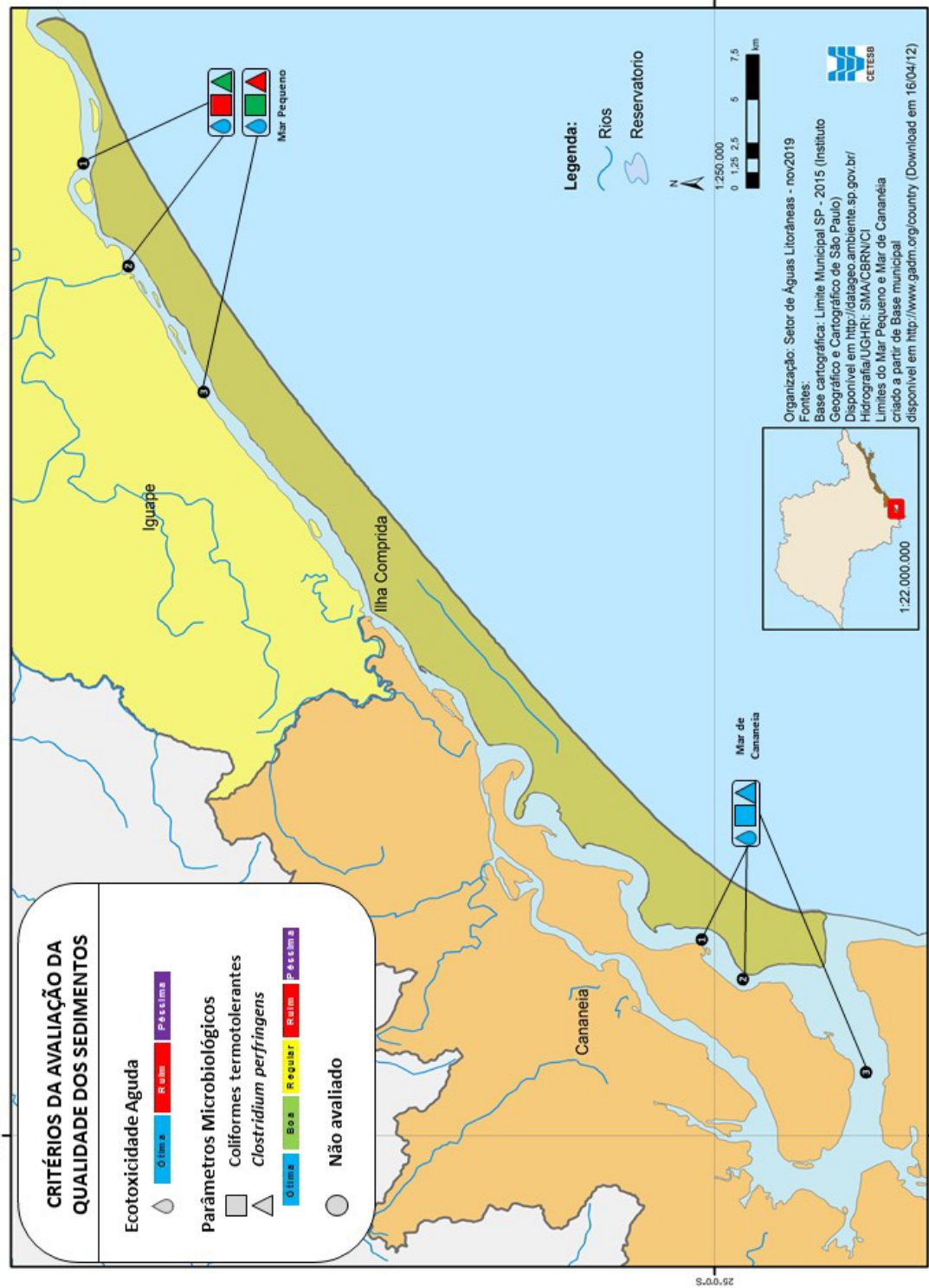
Mapa 4.5 – Avaliação da qualidade dos sedimentos 2020 – Baixada Santista (região norte)



Mapa 4.6 – Avaliação da qualidade dos sedimentos 2020 – Baixada Santista (região sul)



Mapa 4.7 – Avaliação da qualidade dos sedimentos 2020 – Litoral Sul



5. Emergências Químicas e Mortandade de Peixes em Águas Costeiras

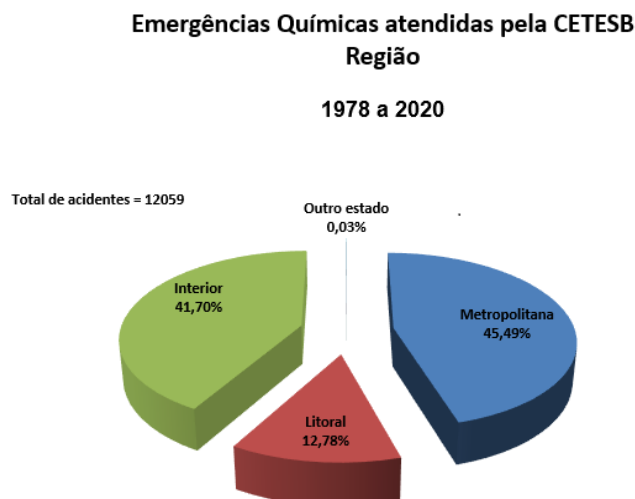
5.1 Emergências Químicas

Emergências químicas são acontecimentos ou sequência de eventos inesperados que podem ocorrer em todas as atividades em que 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.

Panorama das principais ocorrências no litoral paulista

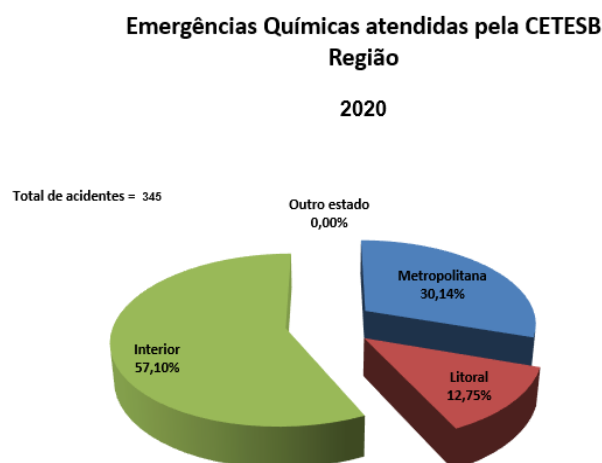
Todas as emergências químicas atendidas pela CETESB são registradas e consolidadas num banco de dados interno denominado SIEQ – Sistema de Informações sobre Emergências Químicas (CETESB, 2021). Com base nesse banco de dados, a CETESB, no período de janeiro de 1978 (início dos registros), até dezembro de 2020 atendeu a 12.059 ocorrências envolvendo produtos químicos (figura 1). Dessas, 45,49% ocorreram na região metropolitana de São Paulo, 41,7% no interior e 12,78% no litoral (Figura 5.1).

Figura 5.1 – Emergências atendidas pela CETESB no período de janeiro de 1978 a dezembro de 2020, por região (região metropolitana, interior e litoral)



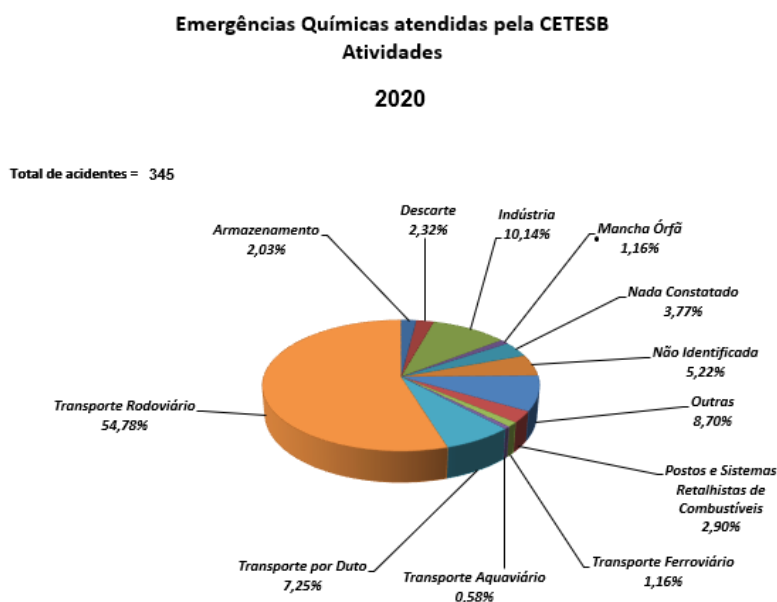
Especificamente para o ano de 2020, foram registradas 345 ocorrências assim distribuídas: 30,14% na região metropolitana, 57,10% no interior e 12,75% no litoral (Figura 5.2).

Figura 5.2 – Emergências químicas atendidas pela CETESB no ano de 2020, 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 54,78% 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 (0,58% e 1,16%, respectivamente) (Figura 5.3).

Figura 5.3 – Emergências químicas atendidas pela CETESB no ano de 2020, distribuídas por atividade



As emergências ocorridas no litoral (12,75% ou 44 registros) tiveram maior incidência na Baixada Santista (42 registros), seguido pelo Litoral Norte (2 registros). No Litoral Sul não ocorreram acidentes (Tabela 1). Na Baixada

Santista, os municípios com maior número de ocorrências registradas foram Cubatão (17 registros), Santos (12 registros) e Guarujá (7 registros). No Litoral Norte, São Sebastião e Caraguatatuba foram os únicos municípios a ter ocorrências, cada um 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 2020

MUNICÍPIO	NÚMERO DE OCORRÊNCIAS	ATIVIDADE
Litoral Norte (2 ocorrências)		
Ubatuba	*	
Caraguatatuba	1	Armazenamento
Ilhabela	*	
São Sebastião	1	Transporte Rodoviário
BAIXADA SANTISTA (42 OCORRÊNCIAS)		
Bertioga	1	Outras Atividades
Guarujá	7	Armazenamento (1)
		Outras Atividades (2)
		Postos de Combustíveis (3)
		Transporte Aquaviário (1)
Santos	12	Armazenamento (2)
		Atividade não identificada (1)
		Indústria (1)
		Outras Atividades (1)
		Transporte Aquaviário (1)
		Transporte por Duto (1)
		Transporte Rodoviário (5)
São Vicente	3	Indústria (1)
		Manchas Órfãs (1)
		Outras Atividades (1)
Cubatão	17	Armazenamento (1)
		Indústria (6)
		Nada Constatado (1)
		Outras Atividades (1)
		Postos de Combustível (1)
		Transporte Rodoviário (7)
Praia Grande	*	
Mongaguá	*	
Itanhaém	1	Outras Atividades
Peruíbe	1	Outras Atividades
LITORAL SUL (NÃO HOUVE OCORRÊNCIAS)		
Iguape	*	
Ilha Comprida	*	
Cananeia	*	

Legenda:

* - Não foram registradas ocorrências

Os acidentes ocorridos no litoral, em sua grande maioria, não ocasionaram contaminação das águas costeiras. Tratou-se de acidentes envolvendo atividades de armazenamento de produtos químicos, postos de combustíveis, processos industriais, transporte de produtos químicos por dutos e por rodovias. 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). Da mesma forma, concorreu para a mitigação dos efeitos dos acidentes, a resposta dada pelas empresas por meio do acionamento de seus respectivos planos de emergência os quais são exigidos, analisados e aprovados pela CETESB.

Abaixo, são relatados alguns acidentes ocorridos em 2020, os quais tiveram o potencial ou que efetivamente contaminaram as águas costeiras:

- Transporte Aquaviário - Incêndio em embarcação com pequeno vazamento de óleo

Data: 01.02.2020

Local: Forte dos Andradas

Município: Guarujá

Latitude: -24.036073°; Longitude: -46.260039°

Região: Litoral. UGRHI: 7 – Baixada Santista

Descrição da Fonte do Vazamento: Incêndio em embarcação com vazamento de óleo

Tratou-se de um acidente envolvendo incêndio em embarcação, ocorrido há cerca de três quilômetros do Forte dos Andradas, seguido do vazamento de filetes oleosos provenientes do motor. Técnico da CETESB esteve no local e após avaliação constatou não ter havido contaminação das praias próximas.

- Transporte por Duto - Vazamento de óleo no píer de Alemoa

Data: 08.05.2020

Local: Av. Augusto Barata s/n° - Píer nº 2 de Alemoa

Bairro: Alemoa

Município: Santos

Latitude: -23.918778°; Longitude: -46.363708°

Região: Litoral. UGRHI: 7 – Baixada Santista

Descrição da Fonte do Vazamento: Vazamento de óleo diesel no mar decorrente de vazamento em duto da empresa Ultracargo.

Durante a transferência de óleo diesel de navio ao terminal da Ultracargo, ocorreu o vazamento de 300 litros do produto por uma válvula da linha de dutos. O óleo diesel ficou retido no dique de contenção existente no píer. Contudo, pequena parte ultrapassou os limites do dique e alcançou as águas do estuário. Equipes de atendimento emergencial da empresa Ambipar, contratada da Ultracargo, realizou o cerco das manchas oleosas com utilização de barreiras de contenção sendo o produto posteriormente recolhido. As manchas oleosas ficaram restritas ao entorno do píer não havendo contaminação de ambientes costeiros adjacentes.

- Mancha Órfã

Data: 05.06.2020

Local: Rua Archivedes Bava s/nº

Bairro: Gleba 2

Município: São Vicente

Latitude: -23.978972º; Longitude: -46.497778º

Região: Litoral. UGRHI: 7 – Baixada Santista

Descrição da Fonte do Vazamento: Descarte de óleo em um canal junto à rua Dr. Archimedes Bava, atingindo área de mangue do Rio Branco.

Uma mancha oleosa foi avistada em um canal próximo a uma área de mangue o qual deságua no Rio Branco. A causa do derramamento não foi identificada. Representantes da Guarda Municipal de São Vicente estiveram no local e, com auxílio da empresa de resposta a emergências Hidroclean, foi dado combate às manchas por meio da aplicação de barreiras e materiais absorventes de óleo. Por meio de vistorias subsequentes feitas pela CETESB, não foram observadas manchas oleosas nos bosques de mangue das proximidades.

- Atividade de Armazenamento - Vazamento de óleo diesel no interior de empresa

Data: 27.09.2020

Local: Rua Augusto Scaraboto

Bairro: Alemoa

Município: Santos

Latitude: -23.924722º; Longitude: -46.361111º

Região: Litoral. UGRHI: 7 – Baixada Santista

Descrição da Fonte do Vazamento: Vazamento de óleo diesel do tanque nº 85 da empresa Stolthaven Santos Ltda.

Por volta de 6h, de 27.09.2020, ocorreu um transbordamento do tanque nº 85, com posterior vazamento de 15 m³ de óleo diesel S10, durante operação de bombeamento do produto proveniente de navio ancorado no píer de Alemoa. O produto vazado ficou retido em sua totalidade nas bacias de contenção dos tanques nº 84 e 85. O resíduo gerado (óleo diesel e água de chuva) foi posteriormente recolhido e acondicionado em IBCs de 1.000L sendo encaminhados para disposição final.

Esse acidente alerta para a importância da implantação e manutenção de Programa de Gerenciamento de Riscos por parte das empresas. No caso, a bacia de contenção instalada ao redor do tanque propiciou a retenção do produto vazado em seu interior, prevenindo a contaminação de áreas externas e com potencial para ter atingido as águas do estuário de Santos.

- Transporte aquaviário - Vazamento de óleo combustível durante carregamento de barcaça

Data: 24.11.2020

Local: Acesso à Rua Albert Schweitzer nº197

Bairro: Alemoa

Município: Santos

Latitude: -23.918333°; Longitude: -46.367500°

Região: Litoral. UGRHI: 7 – Baixada Santista

Descrição da Fonte do Vazamento: Vazamento de combustível durante o carregamento da barcaça "Papoula"

Durante carregamento de óleo combustível da barcaça Papoula, de propriedade da empresa SC Transportes, no píer da Transpetro, ocorreu vazamento de cerca de 50 litros de óleo bunker nas águas do estuário de Santos. A ocorrência deu-se à 01h45min sendo acionado os planos de contingência das empresas SC Transportes e Transpetro para o desencadeamento das ações emergenciais de contenção e recolhimento das manchas de óleo. As manchas de óleo ficaram retidas nas barreiras de contenção as quais foram lançadas nas áreas de movimentação de produto do terminal, nos píeres da Transpetro. Não houve o comprometimento de praias ou qualquer outro ambiente costeiro.

- Outras atividades - Incêndio em embarcação docada em marina

Data: 28.12.2020

Local: Rua da Enseada, nº 240

Bairro: Jd. Indaiá

Município: Bertioga

Latitude: -23.820011°; Longitude: -46.044620°

Região: Litoral. UGRHI: 7 – Baixada Santista

Descrição da Fonte do Vazamento: Incêndio em embarcação docada na Marina Capital Serviços Náuticos e Administração de Bens Ltda. Não houve acionamento externo. Técnicos da Agência Ambiental de Cubatão tomaram ciência da ocorrência por meio de portais de notícias.

Em 28.12.2020, técnicos da Agência Ambiental de Cubatão tomaram conhecimento, por meio de portal de notícias, de uma explosão seguida de incêndio que ocorreu em uma embarcação docada na Marina Capital. De acordo com vistoria subsequente foi constatado ter havido uma explosão na embarcação, seguida de

incêndio, a qual encontrava-se estacionada no galpão principal da unidade. A Brigada de emergência da empresa procedeu imediata remoção da embarcação da área do galpão, levando-a para uma área externa e aberta, e dando início ao combate às chamas

A empresa acionou o Corpo de Bombeiros que debelou o incêndio. A água de combate (água residuária com presença de óleo) atingiu o piso intertravado da marina. A tubulação de saída de águas pluviais foi vistoriada não tendo constatada a presença de resíduos oleosos, descartando-se a chance de contaminação das águas costeiras.

Conclusão

Poucas emergências ocorridas em 2020 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.

5.2 Mortandade de Peixes na Região Costeira

A CETESB realiza atendimento a ocorrências de mortandades de peixes por meio da ação das Agências Ambientais distribuídas em diferentes municípios do Estado, do Setor de Comunidades Aquáticas (ELHC), lotado em São Paulo, pertencente à Divisão de Análises Hidrobiológicas (ELH), e do Setor de Atendimento a Emergências da CETESB. O levantamento dos dados aqui apresentados foi baseado em registros dos atendimentos realizados pela CETESB em 2020, além de pesquisas, para identificação de reportagens, seja na mídia eletrônica ou tradicional.

Nas regiões do litoral, foram verificadas quatro ocorrências de mortandades de peixes em 2020, sendo duas no Litoral Norte e duas na Baixada Santista, conforme pode ser visto ver na Tabela 5.2 a seguir:

Tabela 5.2 – Mortandade de peixes ocorridas em 2020 na região costeira do estado de São Paulo

NUGRHI	DMUNCP	Data da reclamação	Corpo de água
LITORAL NORTE	SÃO SEBASTIÃO	30/01/2020	Canto do Moreira, Maresias, -23.792370, -45.585079
	UBATUBA	03/11/2020	
NUGRHI	DMUNCP	Data da reclamação	Corpo de água
BAIXADA SANTISTA	MONGAGUÁ	10/01/2020	Balneário Flórida Mirim, -24.139255, -46.702702
	CUBATÃO	23/01/2020	Canal Av Henry Borden, bairro Vila Sta Rosa, -23.888311, -46.430259

As causas das mortandades verificadas na região costeira variaram desde despesca, queda na concentração de oxigênio dissolvido na água e contaminação por substância tóxica conforme Tabela 5.3.

Tabela 5.3 – Descrição das mortandades da região costeira do estado de São Paulo em 2020

DATA	UGRHI	LOCAL	ORGANISMO	MOTIVO	Município/Atendimento
10/1	7	Balneário Flórida Mirim	Pescadas, corvinas	Provável despesca	Mongaguá. Atendimento realizado pela Diretoria Municipal de Meio Ambiente da Prefeitura de Mongaguá
23/1	7	Canal na Av Henry Borden	Tilápias	Provável falta de oxigênio dissolvido na água do canal	Cubatão. Atendimento realizado pela Agência Ambiental de Santos (CMN)
30/1	3	Maresias, Canto do Moreira	Não especificado	Contaminação por cloro em decorrência de tombamento de caminhão na rodovia Rio-Santos	São Sebastião. Atendimento realizado pela Agência Ambiental de São Sebastião (CMS) e Polícia Ambiental

No município de Mongaguá, na manhã de 10 de janeiro de 2020, moradores reportaram presença de peixes mortos à Diretoria Municipal de Meio Ambiente da Prefeitura, que providenciou a limpeza da praia. No dia 23 de janeiro, moradores de Cubatão que passavam pela Av. Henry Borden no início da manhã constataram a presença de peixes mortos no canal e acionaram a CETESB para atendimento da ocorrência.

No município de São Sebastião, na manhã do dia 29 de janeiro, um caminhão que transportava cloro tombou e pegou fogo próximo ao Canto do Moreira em Maresias. No dia seguinte, houve relatos de morte de peixes e outros organismos aquáticos no córrego próximo ao acidente, com atendimento realizado pela CETESB e Polícia Ambiental.

6 • Conclusões

Os Índices de Qualidade de Águas Costeiras - IQAC - das áreas, obtidos em 2020, apesar de terem sido calculados apenas com uma campanha de resultados, ao invés de duas, mostraram que houve manutenção das diferenças regionais. As classificações de melhor qualidade foram observadas em maior proporção no Litoral Norte, que apresentou somente áreas classificadas como Ótimas ou Boas, o que está em consonância com a menor pressão de atividades antrópicas, e com o fato de não possuir áreas estuarinas, mais sujeitas a alterações.

Neste ano, como já observado em anos anteriores, não foram registradas áreas classificadas como Péssimas. Por outro lado, diferentemente do histórico disponível, houve um aumento de áreas Boas e redução das áreas Ruins na Baixada Santista que neste ano foram duas. Entretanto, como o índice foi calculado de forma diferente e com menor representatividade temporal, é importante aguardar que a continuidade do monitoramento confirme ou não essa tendência.

No que se refere às não conformidades em relação aos padrões de qualidade, foram registrados 27% de resultados desconformes para o oxigênio dissolvido, 15% para os enterococos (bactérias fecais) e 12% para o carbono orgânico total (COT). Esses resultados indicam poluição principalmente por esgotos domésticos. Ressalta-se que a maioria dessas ocorrências foram registradas nas águas estuarinas. Deve-se considerar, também, que na região de Santos existe grande influência do polo industrial e das atividades portuárias. Nas águas salinas, de um modo geral, a ocorrência de não atendimento aos padrões foi muito menor.

Além disso, considerando esse período de cinco anos, 20% apresentaram tendência de melhora: o Emissário do Guarujá, os Canais de Bertioga e de Santos na Baixada Santista e o Mar de Cananeia no Litoral Sul, e 10% exibiram piora: Rio Preto na Baixada Santista e Mar Pequeno no Litoral Sul. As demais áreas (70%) não apresentaram tendência significativa.

No que se refere 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 Itaguá e o Saco da Ribeira. Com relação aos HPAs e aos metais, avaliados pela CETESB, as amostras com concentrações acima dos limites para preservação da vida aquática representaram menos de 10%.

Em relação aos ensaios ecotoxicológicos agudos com amostras de sedimentos, considerando todos os resultados dos ensaios nos últimos cinco anos, observaram-se que as regiões avaliadas já apresentavam baixo percentual de amostras com toxicidade, de 2 a 8%, e em 2020 atingiram 100% de amostras com ausência de toxicidade.

7 • Referências

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

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.

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.

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.

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.

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.

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.;

CCME - 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.

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.

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

- CENSO DEMOGRÁFICO. Acesso em dez. 2010. Disponível em: http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/populacao/censo2010/tabelas_pdf/total_populacao_sao_paulo.pdf.
- 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.
- 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. SQ PR/LB 177: ensaio ecotoxicológico com anfípodos marinhos - sedimento. São Paulo: CETESB, versão 11. 2017e. 6p.
- CETESB. SQ PR/LB 095: ensaio ecotoxicológico com *Lytechinus variegatus*- águas superficiais e sedimentos. São Paulo: CETESB, versão 17. 2017d. 13p.
- 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.
- 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.
- 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.
- 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.
- KUHLMANN, M.L. et al. Aplicação da tríade na avaliação da qualidade de sedimentos em redes de monitoramento. São Paulo: CETESB, 2007. 107p.
- 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.
- 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.
- 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.
- 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

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.

RE, P. Ecologia Marinha. Faculdade de Ciências da Universidade de Lisboa. Lisboa. 2005

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).

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. 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.

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. 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.

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.

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

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 Enviromental Toxicology and Chemistry. (www.setac.org).

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.

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.

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.

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

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.

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

https://www.mar.mil.br/dhn/dhn/quadros/ass_leplac_amazul.html <http://fflorestal.sp.gov.br/unidades-de-conservacao/apas/apas-area-de-protecao-ambiental-conceito/> <http://www.ciiagro.sp.gov.br/dados/entrada.htm>

<http://www.sigrh.sp.gov.br/> http://www.ibge.gov.br/home/presidencia/noticias/noticia_visualiza.php?id_noticia=1435&id_pagina=1

http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/populacao/estimativa2016/estimativa_tcu.shtm



| 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