



SÉRIE RELATÓRIOS

QUALIDADE DAS ÁGUAS COSTEIRAS NO ESTADO DE SÃO PAULO

2021

Governo do Estado de São Paulo
Secretaria de Infraestrutura e Meio Ambiente
CETESB Companhia Ambiental do Estado de São Paulo

Governo do Estado de São Paulo
Rodrigo Garcia - Governador do Estado de São Paulo

Secretaria de Infraestrutura e Meio Ambiente
Fernando Chucre - 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
Aruntho Savastano Neto - 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

2021
SÉRIE RELATÓRIOS

São Paulo ▪ 2022

Dados Internacionais de Catalogação

(CETESB – Biblioteca, SP, Brasil)

C418q CETESB (São Paulo)
Qualidade das águas costeiras no estado de São Paulo 2021 [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, 2022.
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 : 155 p., 20 MB) + 5 apêndices A-E (arquivos : 39 MB)
Disponível em:
<<http://cetesb.sp.gov.br/aguas-costeiras/publicacoes-e-relatorios/>>
ISBN 978-65-5577-037-7

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

Mapas e figuras

Geóg. Aparecida Cristina Camolez

Colaboradores

Departamento de Análises Ambientais

Farm. Bioq. Maria Inês Zanoli Sato

Divisão de Análises Hidrobiológicas

Biól. 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
Farm. Bioq. Rosalina Pereira de Almeida Araújo

Setor de Ecotoxicologia Aquática

Biól. William Viveiros

Setor de Atendimento a Emergências

Biól. Carlos Ferreira Lopes

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

Feeling Propaganda

Produção Editorial, Fotolito e Impressão

CETESB - Companhia Ambiental do Estado de São Paulo
Concluído em julho/2022

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

Uma das responsabilidades institucionais na preservação ambiental é a de motivar a população a compartilhar as ações necessárias para alcançar tal desiderato. Divulgar a situação da qualidade ambiental em seus diferentes aspectos é uma forma de permitir o acompanhamento de cidadãos e cidadãos e estimular que participem dos cuidados com o meio ambiente. Por essa razão, há mais de 40 anos, a CETESB torna públicos, de forma regular e transparente, os Relatórios de Qualidade Ambiental.

Esses importantes documentos sintetizam os resultados obtidos pelas redes de monitoramento da qualidade ambiental da CETESB, que foram ampliadas, ao longo do tempo, tanto na sua abrangência territorial quanto em relação aos parâmetros avaliados, permitindo um diagnóstico amplo, de forma a orientar e subsidiar o aprimoramento dos programas de controle ambiental e o planejamento e a gestão do meio ambiente no Estado.

Vale destacar que o monitoramento ambiental tem um papel essencial na elaboração e no balizamento das políticas que são desenvolvidas pela CETESB, a principal agência ambiental brasileira e referência em proteção ambiental na América Latina, contribuindo de maneira decisiva para a melhoria da qualidade ambiental e da proteção à saúde da população paulista.

E em 2021 a companhia enfrentou um desafio adicional com a continuidade da pandemia da COVID-19 que se refletiu na operação das redes de monitoramento de qualidade ambiental, tanto na coleta, quanto na análise das amostras. Gradativamente, e graças às equipes dedicadas e experientes, os obstáculos foram sendo superados, caminhando para uma situação de normalidade na operação.

Assim, este ano estão disponíveis, na página da CETESB na internet, as seguintes publicações relacionadas à avaliação da qualidade ambiental: Relatório de Qualidade das Praias Litorâneas, de Qualidade das Águas Interiores, de Qualidade das Águas Costeiras, Qualidade das Águas Subterrâneas e de Qualidade do Ar. Esses relatórios apresentam, entre outras informações, os dados de medição, comparações com os valores legais e principais tendências de comportamento dos poluentes.

Todo este trabalho está em sintonia com a visão estratégica da CETESB de aprimorar a excelência na gestão ambiental e nos serviços prestados aos(as) usuários(as) e à população em geral, assegurando a atuação da companhia como centro de referência nacional e internacional no campo ambiental e na proteção da saúde pública.

Com certeza, novos desafios serão enfrentados em 2022 e serão superados com esforço e inovação que são características da CETESB.

Boa leitura!

Patrícia Iglecias
Diretora-Presidente da CETESB

Listas

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Resumo da Rede Costeira em 2021	16
Tabela 2 – Subgrupos das áreas de monitoramento	17
Tabela 3 – Classificação para cada faixa do IQAC	19
Tabela 1.1 – Proporção da população dos municípios litorâneos em relação às UGRHs	34
Tabela 1.2 – Crescimento populacional no período entre 2012 e 2021	35
Tabela 1.3 – ETEs e EPCs em funcionamento no Litoral Paulista	38
Tabela 1.4 – Cálculo do ICTEM para os municípios litorâneos	40
Tabela 1.5 – Elementos de composição do ICTEM para municípios com ETE (A) e para municípios com EPC (B)	41
Tabela 1.6 – Informações sobre saneamento básico nos municípios do litoral paulista	42
Tabela 2.1 – Variáveis determinadas na água	46
Tabela 2.2 – Variáveis determinadas no sedimento	48
Tabela 2.3 – Valores de referência para concentrações de nutrientes nos sedimentos	48
Tabela 2.4 – Parâmetros que compõem o IQAC	50
Tabela 2.5 – Valores e classificação para cada faixa do IQAC	50
Tabela 2.6 – Proposta de classificação do ambiente marinho com base nas concentrações de clorofila a	51
Tabela 2.7 – Proposta de classificação do ambiente estuarino baseada nas concentrações de clorofila a	51
Tabela 2.8 – Classificação das amostras de acordo com os resultados ecotoxicológicos	51
Tabela 2.9 – Classificação para os parâmetros microbiológicos	52
Tabela 3.1 – Classificação das áreas monitoradas na Rede Costeira de acordo com o IQAC – 2021	55
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 – 2021	56
Tabela 3.3 – Qualidade ecotoxicológica dos sedimentos em 2021	63
Tabela 3.4 – Classificação da qualidade microbiológica dos sedimentos dos pontos da rede costeira para 2021. Baseada na concentração de Coliformes Termotolerantes (NMP/100mL) e Clostridium perfringens (NMP/100mL)	64
Tabela 3.5 – Resultados de Granulometria das áreas por ponto	65
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	67
Tabela 3.7 – Médias, valores mínimos e máximos e porcentagem de não conformidades (NC) dos resultados de qualidade de sedimento de Picinguaba	68
Tabela 3.8 – Médias, valores mínimos e máximos e porcentagem de não conformidades (NC) dos resultados de qualidade de água da Baía de Itaguá	69
Tabela 3.9 – Médias, valores mínimos e máximos e porcentagem de não conformidades (NC) dos resultados de qualidade de sedimento da Baía de Itaguá	70
Tabela 3.10 – Médias, valores mínimos e máximos e porcentagem de não conformidades (NC) dos resultados de qualidade de água do Saco da Ribeira	71
Tabela 3.11 – Médias, valores mínimos e máximos e porcentagem de não conformidades (NC) dos resultados de qualidade de sedimento do Saco da Ribeira	72
Tabela 3.12 – Médias, valores mínimos e máximos e porcentagem de não conformidades (NC) dos resultados de qualidade de água de Tabatinga	73
Tabela 3.13 – Médias, valores mínimos e máximos e porcentagem de não conformidades (NC) dos resultados de qualidade de sedimento de Tabatinga	74
Tabela 3.14 – Médias, valores mínimos e máximos e porcentagem de não conformidades (NC) dos resultados de qualidade de água de Cocanha	75
Tabela 3.15 – Médias, valores mínimos e máximos e porcentagem de não conformidades (NC) dos resultados de qualidade de sedimento de Cocanha	76
Tabela 3.16 – Médias, valores mínimos e máximos e porcentagem de não conformidades (NC) dos resultados de qualidade de água da Baía de Caratutuba	77

Tabela 3.17 – Médias, valores mínimos e máximos e porcentagem de não conformidades (NC) dos resultados de qualidade de sedimento da Baía de Caraguatatuba.....	78
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	79
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	80
Tabela 3.20 – Médias, valores mínimos e máximos e porcentagem de não conformidades (NC) dos resultados de qualidade de água de Barra do Una	81
Tabela 3.21 – Médias, valores mínimos e máximos e porcentagem de não conformidades (NC) dos resultados de qualidade de sedimento da Barra do Una	82
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	83
Tabela 3.23 – Médias, valores mínimos e máximos e porcentagem de não conformidades (NC) dos resultados de qualidade de sedimento da área de influência da foz do Rio Itaguapé	84
Tabela 3.24 – Médias, valores mínimos e máximos e porcentagem de não conformidades (NC) dos resultados de qualidade de água do Canal da Bertioxa	85
Tabela 3.25 – Médias, valores mínimos e máximos e porcentagem de não conformidades (NC) dos resultados de qualidade de sedimento do Canal de Bertioxa	86
Tabela 3.26 – Médias, valores mínimos e máximos e porcentagem de não conformidades (NC) dos resultados de qualidade de água do Canal de Piaçaguera	87
Tabela 3.27 – Médias, valores mínimos e máximos e porcentagem de não conformidades (NC) dos resultados de qualidade de sedimento do Canal de Piaçaguera	88
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.....	89
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.....	89
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.....	91
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.....	92
Tabela 3.32 – Médias, valores mínimos e máximos e porcentagem de não conformidades (NC) dos resultados de qualidade de água do Canal de Santos	93
Tabela 3.33 – Médias, valores mínimos e máximos e porcentagem de não conformidades (NC) dos resultados de qualidade de sedimento do Canal de Santos	94
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.....	95
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	96
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	97
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	97
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	99
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	100
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.....	101
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	102
Tabela 3.42 – Médias, valores mínimos e máximos e porcentagem de não conformidades (NC) dos resultados de qualidade de água do Mar Pequeno	103
Tabela 3.43 – Médias, valores mínimos e máximos e porcentagem de não conformidades (NC) dos resultados de qualidade de sedimento do Mar Pequeno	104
Tabela 3.44 – Médias, valores mínimos e máximos e porcentagem de não conformidades (NC) dos resultados de qualidade de água do Mar de Cananeia	105
Tabela 3.45 – Médias, valores mínimos e máximos e porcentagem de não conformidades (NC) dos resultados de qualidade de sedimento do Mar de Cananeia.....	106
Tabela 4.1 – Concentrações média anuais da clorofila a e as tendências da qualidade das águas de acordo com o IETC entre 2017 a 2021.....	118

Tabela 4.2 – Porcentagem de amostras de sedimentos com compostos de HPAs no Litoral Paulista em 2021	120
Tabela 4.3 – Ocorrência de metais no litoral paulista em 2021	121
Tabela 4.4 – Classificação final da qualidade do sedimento costeiro, de acordo com os ensaios ecotoxicológicos realizados em 2021 com <i>Grandidierella bonnieroides</i>	125
Tabela 5.1 – Distribuição das ocorrências atendidas pela CETESB, por atividade, nos diferentes municípios do Litoral de São Paulo em 2021	141
Tabela 5.2 – Mortandade de peixes ocorridas em 2021 na região costeira do estado de São Paulo	147
Tabela 5.3 – Descrição das mortandades da região costeira do estado de São Paulo em 2021	148

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 – Evolução do IQAC médio das áreas entre 2012 e 2021	21
Quadro 3.1 – Presença de microalgas potencialmente produtoras de biotoxinas nas análises qualitativas em 2021	60
Quadro 4.1 – Siglas das áreas avaliadas	108
Quadro 4.2 – Evolução do IQAC médio das áreas entre 2012 e 2021	109

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 – Distribuição Percentual da classificação das áreas pelo IQAC médio em 2021	20
Gráfico 2 – Porcentagem de áreas que apresentaram não conformidade por variável em 2021	22
Gráfico 3 – Porcentagem de amostras não conformes por variável em 2021 na Rede costeira - Todas as áreas (A), Águas Salobras (B) e Águas Salinas (C)	23
Gráfico 4 – Evolução da distribuição do IET - 2017 a 2021	24
Gráfico 5 – Porcentagem de conformidades de COT no Litoral Paulista e não conformidades por área de classe de água, em 2021, de acordo com o Valor de Referência da CETESB	25
Gráfico 6 – Porcentagem de conformidades de nitrogênio Kjeldahl total (NKT) no Litoral Paulista e não conformidades por área de classe de água, em 2021, de acordo com o Valor de Referência da CETESB	26
Gráfico 7 – Porcentagem de conformidades de fósforo total no Litoral Paulista e não conformidades por classe de água, em 2021, de acordo com o Valor de Referência da CETESB	26
Gráfico 8 – Ocorrência de metais nos sedimentos do Litoral Paulista em 2021 e comparação com os critérios canadenses	27
Gráfico 9 – Porcentagem de HPAs nos sedimentos do Litoral Paulista em 2021 e comparação com os critérios canadenses	27
Gráfico 10 – Porcentagem de amostras nas classes de qualidade microbiológica de acordo com concentração da bactéria fecal nos sedimentos em 2021	28
Gráfico 11 – Porcentagem de amostras com presença ou ausência de efeito tóxico nos ensaios ecotoxicológicos nos últimos cinco anos	29
Gráfico 1.1 – Aumento populacional baseado nas contagens populacionais oficiais de 2012 e 2021	35
Gráfico 1.2 – Intensidades de chuva mensais e anuais na UGRHI 3 – Litoral Norte em 2021	36
Gráfico 1.3 – Intensidades de chuva mensais e anuais na UGRHI 7 – Baixada Santista em 2021	36
Gráfico 1.4 – Intensidades de chuva mensais e anuais na UGRHI 11 – Ribeira de Iguape/Litoral Sul em 2021	37
Gráfico 3.1 – Porcentagem da densidade de organismos fitoplanctônicos por grupos nos pontos amostrados em 2021	57
Gráfico 3.2 – Densidades de organismos fitoplanctônicos e distribuição por táxon, nos pontos amostrados em 2021	58
Gráfico 3.3 – Densidades totais de organismos fitoplanctônicos (org.L-1) por ponto e por ano (2017-2021)	58
Gráfico 3.4 – Porcentagem da densidade dos principais grupos da comunidade por ponto e por ano	59
Gráfico 4.1 – Distribuição Percentual da classificação das áreas pelo IQAC médio em 2021	107
Gráfico 4.2 – Classificação das áreas pelo IQAC médio em 2021	108
Gráfico 4.3 – Evolução da distribuição percentual das categorias do IQAC por ponto no período de 2012 a 2021	110
Gráfico 4.4 – Porcentagem de áreas que apresentaram não conformidade por variável em 2021	111
Gráfico 4.5 – Porcentagem de amostras não conformes por variável em 2021 na Rede costeira (a), Águas Salobras (b) e Águas Salinas (c)	112
Gráfico 4.6 – Média das concentrações de OD nas amostras de água das áreas da rede costeira em 2021 e padrões de qualidade para águas salobras e salinas	113
Gráfico 4.7 – Média das concentrações de carbono orgânico total (COT) (mg/L) nas amostras de água das áreas da rede costeira em 2021 e padrões de qualidade para águas salobras e salinas	113
Gráfico 4.8 – Média das concentrações de nitrogênio amoniacal (mg/L) nas amostras de água das áreas da rede costeira em 2021 e padrões de qualidade para águas salobras e salinas	114

Gráfico 4.9 – Média das concentrações de fósforo total (PT) (mg/L) nas amostras de água das áreas da rede costeira em 2021 e padrões de qualidade para águas salobras e salinas	114
Gráfico 4.10 – Média das concentrações de clorofila a (µg/L) nas amostras de água das áreas da rede costeira em 2021 e padrões de qualidade para águas salobras e salinas	115
Gráfico 4.11 – Porcentagem por classes de estado trófico nas amostras de superfície e meio da coluna de água – Campanha Única – 2021	116
Gráfico 4.12 – Evolução da distribuição do IET - 2017 a 2021	117
Gráfico 4.13 – Média geométrica das concentrações de enterococos (UFC/100 mL) – 2021 e padrões de qualidade para águas salobras e salinas119	
Gráfico 4.14 – Porcentagem de ocorrência de amostras de sedimentos contendo HPAs no Litoral Paulista em 2021	120
Gráfico 4.15 – Ocorrência de metais nos sedimentos do Litoral Paulista em 2021	121
Gráfico 4.16 – Porcentagem de conformidades de COT no sedimento do Litoral Paulista e não conformidades por classe de água, em 2021, de acordo com o Valor de Referência da CETESB.....	122
Gráfico 4.17 – Concentração de COT (%) dos sedimentos nas áreas da rede de monitoramento costeiro (média dos pontos) em 2021 e Valores de Referência da CETESB para áreas salobras e salinas.....	122
Gráfico 4.18 – Porcentagem de conformidades de nitrogênio Kjeldahl total (NKT) no sedimento do Litoral Paulista e não conformidades por classe de água, em 2021, de acordo com o Valor de Referência da CETESB.....	123
Gráfico 4.19 – Concentração média de Nitrogênio Kjeldahl Total (mg/kg) dos sedimentos nas áreas da rede de monitoramento costeiro) em 2021 e Valores de Referência da CETESB para áreas salobras e salinas	123
Gráfico 4.20 – Porcentagem de conformidades de Fósforo Total no sedimento do Litoral Paulista e não conformidades por classe de água, em 2021, de acordo com o Valor de Referência da CETESB.....	124
Gráfico 4.21 – Concentração média de Fósforo Total (mg/kg) dos sedimentos nas áreas da rede de monitoramento costeiro em 2021 e Valores de Referência da CETESB para áreas salobras e salinas.....	124
Gráfico 4.22 – 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)	126
Gráfico 4.23 – Percentual de amostras nas três regiões do litoral que não apresentaram toxicidade para <i>Grandidierella bonnieroides</i> nos ensaios com sedimento entre 2016 e 2020	126
Gráfico 4.24 – Médias das concentrações de <i>Clostridium perfringens</i> (NMP/100g) nos sedimentos costeiros em 2021	127
Gráfico 4.25 – Médias das concentrações de coliformes termotolerantes (NMP/100g) nos sedimentos em 2021.....	128
Gráfico 4.26 – Porcentagem de amostras em cada classe de qualidade microbiológica de acordo com concentração de bactéria fecal nos sedimentos em 2021	128
Gráfico 5.1 – Emergências atendidas pela CETESB no período de janeiro de 1978 a dezembro de 2021, por região (Região Metropolitana, interior e litoral)	140
Gráfico 5.2 – Emergências químicas atendidas pela CETESB no ano de 2021, distribuídas por região (região metropolitana, interior e litoral)	140
Gráfico 5.3 – Emergências químicas atendidas pela CETESB no ano de 2021, distribuídas por atividade	141

LISTA DE FIGURAS

Figura 1.1 – Classificação das águas.....	32
Figura 1.2 – Fatores que influenciam a qualidade das águas costeiras.....	33
Figura 2.1 – Modelo conceitual do índice	49
Figura 3.1 – Fotos de Diatomáceas	59
Figura 3.2 – Fotos de organismos do gênero <i>Pseudo-nitzschia</i>	60
Figura 3.3 – Fotos de organismos do gênero <i>Dinophysis</i>	61
Figura 3.4 – Fotos de organismos do gênero <i>Prorocentrum</i>	61
Figura 3.5 – Fotos de organismos do gênero <i>Asterionellopsis</i>	62
Figura 5.1 – Localização espacial das emergências ocorridas no ano de 2021, (hachuradas em azul), nos municípios de São Sebastião, Bertioga, Guarujá, Santos, São Vicente, Cubatão e Praia Grande.....	142
Figura 5.2 – Tanque de óleo diesel localizado no Carrefour, fonte do vazamento e aplicação de barreiras absorventes para remoção do óleo diesel presente no Canal 6	146

LISTA DE MAPAS

Mapa 1.1 – ETes e EPCs em funcionamento no Litoral Norte.....	38
Mapa 1.2 – ETes e EPCs em funcionamento na Baixada Santista	39
Mapa 1.3 – ETes em funcionamento no Litoral Sul	39
Mapa 1.4 – Percentual de coleta de esgoto por município	43
Mapa 4.1 – Índice de Qualidade de Água Costeira 2021 – Litoral Norte.....	131
Mapa 4.2 – Índice de Qualidade de Água Costeira 2021 – Baixada Santista	132
Mapa 4.3 – Índice de Qualidade de Água Costeira 2021 – Litoral Sul	133
Mapa 4.4 – Avaliação da qualidade dos sedimentos 2021 – Litoral Norte.....	134
Mapa 4.5 – Avaliação da qualidade dos sedimentos 2021 – Baixada Santista (região norte).....	135
Mapa 4.6 – Avaliação da qualidade dos sedimentos 2021 – Baixada Santista (região sul)	136
Mapa 4.7 – Avaliação da qualidade dos sedimentos 2021 – Litoral Sul	137

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

Resumo Executivo	15
1 • Introdução - Conceitos e Legislação	31
1.1 Qualidade da Água.....	31
1.1.1 Resolução Conama nº 357/2005	32
1.1.2 Enquadramento.....	33
1.1.3. Fatores que influenciam a qualidade das águas costeiras.....	33
1.2 Características da Zona Costeira do Estado de São Paulo	34
1.2.1 Aspectos Demográficos.....	34
1.2.2 Balanço hídrico nas UGRHs do litoral	36
1.3 Aspectos de saneamento	37
2 • Metodologia	45
2.1 Metodologia	45
2.1.1 Distribuição Espacial e Temporal do Monitoramento	45
2.1.2 Qualidade das águas	45
2.1.3 Microalgas (fitoplâncton).....	47
2.1.4 Qualidade dos sedimentos.....	47
2.1.4.1 Critérios de Qualidade para Sedimentos.....	48
2.2. Índices de Qualidade de Água.....	48
2.2.1 Índice de qualidade de águas costeiras (IQAC)	48
2.2.2 Índice de estado trófico costeiro (IETC).....	50
2.3 Índices de qualidade de sedimento	51
2.3.1 Índice de Qualidade Ecotoxicológica do Sedimento	51
2.3.2 Índice de qualidade microbiológica de sedimento costeiro (IQMSC)	52
3 • Qualidade das Águas Salinas e Salobras e Sedimentos: Índices e Resultados.....	53
3.1 IQAC - Índice de Qualidade de Águas Costeiras.....	54
3.2 IETC - Índice de Estado Trófico	55
3.3 Fitoplâncton – microalgas tóxicas	57
3.4 Índices de qualidade dos sedimentos e granulometria	63
3.4.1 Classificação ecotoxicológica dos sedimentos	63
3.4.2 Classificação microbiológica dos sedimentos	64
3.4.3 Classificação granulométrica.....	65
3.5 Avaliação da qualidade ambiental das áreas	67
3.5.1 Picinguaba	67
3.5.2 Baía de Itaguá.....	69
3.5.3 Saco da Ribeira	71
3.5.4 Tabatinga	73
3.5.5. Cocanha.....	75
3.5.6. Baía de Caraguatatuba	77
3.5.7 Canal de São Sebastião	79
3.5.8 Barra do Una.....	81
3.5.9 Área de influência do Rio Itaguaré	83
3.5.10 Canal de Bertioga.....	85

3.5.11 Canal de Piaçaguera.....	87
3.5.12 Área de influência do Emissário do Guarujá.....	89
3.5.13 Área de influência do Emissário de Santos.....	91
3.5.14 Canal de Santos	93
3.5.15 Canal de São Vicente.....	95
3.5.16 Área de influência do emissário submarino da Praia Grande 1	97
3.5.17 Área de Influência do Rio Itanhaém	99
3.5.18 Área de Influência Rio Preto	101
3.5.19. Mar Pequeno.....	103
3.5.20 Mar de Cananeia.....	105
4 • Síntese da Qualidade das Águas Costeiras no Estado de São Paulo	107
4.1 Qualidade das Águas.....	107
4.1.1. Índice de qualidade de águas costeiras – IQAC	107
4.1.2 Atendimento aos padrões de qualidade de água.	110
4.1.3 Índice de Estado Trófico Costeiro - IETC.....	115
4.1.4 Qualidade microbiológica	119
4.2 Qualidade dos sedimentos	120
4.2.1 Qualidade química	120
4.2.2 Avaliação ecotoxicológica dos sedimentos.....	124
4.2.3 Qualidade microbiológica dos sedimentos.....	127
4.3 Conclusões	129
5 • Emergências Químicas e Mortandade de Peixes em Águas Costeiras.....	139
5.1 Emergências Químicas em Águas Costeiras	139
5.2 Mortandade de Peixes - Área Costeira.....	147
6 • Referências	149

Resumo Executivo

O Relatório de Qualidade das Águas Costeiras apresenta uma análise da qualidade das áreas monitoradas no litoral paulista em 2021, com o seguinte conteúdo:

- **Capítulo 1:** Principais características demográficas e de saneamento dos municípios litorâneos
- **Capítulo 2:** Principais conceitos, critérios, índices e a metodologia utilizada para a avaliação da qualidade das águas costeiras
- **Capítulo 3:** Análise dos resultados obtidos durante o ano por área do litoral
- **Capítulo 4:** Síntese e evolução da qualidade das águas e sedimentos costeiros
- **Capítulo 5:** Emergências químicas no litoral paulista

Introdução

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 o bem-estar e a saúde da população que utiliza esse recurso.

A rede de qualidade das águas salinas e salobras, denominada Rede Costeira, foi criada em 2010 com o intuito de monitorar a qualidade das águas costeiras para seus diversos usos. Esse foi o ponto de partida para a escolha das primeiras áreas de amostragem distribuídas pelo litoral, cuja água seria monitorada continuamente com o objetivo de se fazer um diagnóstico a partir do acompanhamento dos resultados ao longo dos anos.

Metodologia

A rede

A princípio essas áreas foram selecionadas a partir de pontos de outros programas de monitoramento costeiro anteriores, como o monitoramento dos emissários submarinos, e também com a inclusão de novos locais de interesse ambiental em razão dos usos e atividades potencialmente poluidoras nessas regiões (portos, marinas, áreas de maricultura, foz de rios, áreas de interesse ambiental). Atualmente, a Rede Costeira conta com 69 pontos em 21 áreas, conforme a Tabela 1.

Tabela 1 - Resumo da Rede Costeira em 2021

UGHRI/Região	Município	Áreas Monitoradas	Pontos de Rede Costeira
3 Litoral Norte	Ubatuba	3	9
	Caraguatatuba	3	9
	São Sebastião	2	8
	Ilhabela	-	-
7 Baixada Santista	Bertioga	2	6
	Guarujá	1	4
	Cubatão	1	3
	Santos	3	10
	São Vicente	1	3
	Praia Grande	1	4
	Mongaguá	-	-
	Itanhém	1	3
	Peruíbe	1	4
11 Litoral Sul	Iguapé	1	3
	Ilha Comprida	-	-
	Cananeia	1	3
Total		21	69

Muitos dos locais escolhidos para compor a Rede Costeira encontram-se na foz dos principais rios litorâneos, cujo objetivo é detectar alguma influência das águas desses rios na região costeira, mas também estão contempladas áreas portuárias, áreas de maricultura, emissários submarinos entre outros usos.

As distâncias dos locais de amostragens variam de 1 a 3 km da costa, exceção feita aos emissários de Santos e do Guarujá (aproximadamente 4 km da costa) e Laje de Santos (aproximadamente 40 km da costa) em profundidades que variam de 3 a 35 metros.

Para garantir a representatividade do local, para cada área determinou-se no mínimo três pontos, com distâncias de no mínimo 500 metros entre os pontos. Nas áreas de influência dos emissários submarinos, foram determinados quatro pontos.

Das 21 áreas monitoradas na Rede de Qualidade das Águas Costeiras seis estão localizadas em regiões estuarinas que correspondem às águas salobras. As outras 15 correspondem às águas salinas e podem ser subdivididas em dois grupos: seis áreas próximas à foz de rios de volume significativo ou que deságuam em baías e nove áreas predominantemente marinhas. A Tabela 2 apresenta essas áreas.

Tabela 2 – Subgrupos das áreas de monitoramento

		Código	Área	Município
Águas Salinas	Áreas marinhas próximas à foz dos rios	BIRC	Baía de Itaguá	Ubatuba
		BCRC	Baía de Caraguatatuba	Caraguatatuba
		BURC	Barra do Una	São Sebastião
		IGRC	Rio Itaguaré	Bertioga
		ITRC	Rio Itanhaém	Itanhaém
		PERC	Rio Preto	Peruíbe
	Áreas marinhas	PIRC	Picinguaba	Ubatuba
		SRRC	Saco da Ribeira	Ubatuba
		TARC	Tabatiga	Caraguatatuba
		CORC	Cocanha	Caraguatatuba
		SSRC	Canal de São Sebastião	São Sebastião
		EGRC	Emissário do Guarujá	Guarujá
		LIRC	Laje de Santos	Santos
		ESRC	Emissário de Santos	Santos
		PGRC	Emissário de Praia Grande	Praia Grande
Águas Salobras	Áreas estuarinas	CBRC	Canal de Bertioga	Bertioga
		CSRC	Canal de Santos	Santos
		CPRC	Canal de Piaçaguera	Cubatão
		SVRC	Canal de São Vicente	São Vicente
		MPRC	Mar Pequeno	Iguape
		MCRC	Mar de Cananeia	Cananeia

As amostragens

A frequência amostral da Rede Costeira é semestral. A coleta de água é feita em três profundidades na coluna de água: superfície, meio e fundo. Paralelamente a 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. Portanto, para cada ponto de coleta, há três amostras de água e uma amostra de sedimento para serem analisadas.

Variáveis determinadas na água

As variáveis selecionadas para a avaliação da qualidade das águas salinas e salobras abrangem suas características físicas, como Oxigênio Dissolvido, salinidade e pH, e as químicas, como por exemplo, concentração de nutrientes, metais entre outros. Além das variáveis microbiológicas, hidrobiológicas e ecotoxicológicas. De acordo com o uso de cada área, são determinadas as variáveis mais adequadas para tal e, em casos específicos, podem ser incluídos parâmetros adicionais dependendo de atividades que ocorrem nas proximidades dos pontos de monitoramento.

A avaliação das variáveis de qualidade de água é realizada de acordo com os padrões de qualidade para a Classe 1 de águas salinas e salobras, definidos na Resolução CONAMA nº 357/05, uma vez que o enquadramento dessas águas não foi realizado.

Variáveis determinadas no sedimento

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, como nutrientes, metais HPAs etc., além das microbiológicas e ecotoxicológicas similares às da coluna de água.

Não existem padrões de qualidade para sedimentos na legislação brasileira, portanto, os resultados de metais e hidrocarbonetos policíclicos aromáticos são comparados com os critérios de qualidade estabelecidos pela legislação canadense. Para outras variáveis, como nutrientes, são utilizados os Valores de Referência definidos pela CETESB

Índices de Qualidade

- Índice de qualidade de águas costeiras (IQAC)

A CETESB utiliza o Índice elaborado pelo conselho de meio ambiente do Canadá que consiste em uma análise estatística que relaciona os resultados com um valor de referência que pode ser o padrão legal para cada parâmetro incluído no cálculo. O Índice leva em consideração a frequência e a amplitude das não conformidades, e o número de parâmetros não conformes. A partir do cálculo desses três fatores chega-se a um resultado numa escala de 1 a 100, que foi dividida em cinco faixas que correspondem às categorias de qualidade (Tabela 3).

Tabela 3 – Classificação para cada faixa do IQAC

ÓTIMA	BOA	REGULAR	RUIM	PÉSSIMA
≥95	<95 e ≥80	<80 e ≥65	<65 e ≥45	<45

- Índice de estado trófico costeiro (IETC)

A CETESB desenvolveu uma classificação das águas litorâneas do estado de São Paulo baseada em levantamentos anteriores realizados no litoral.

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 *a* mais elevadas.

- Índice de qualidade ecotoxicológica do sedimento

Na avaliação ecotoxicológica, algumas amostras de sedimento são analisadas por meio de ensaio agudo com o anfípodo *Grandidierella bonnieroides*.

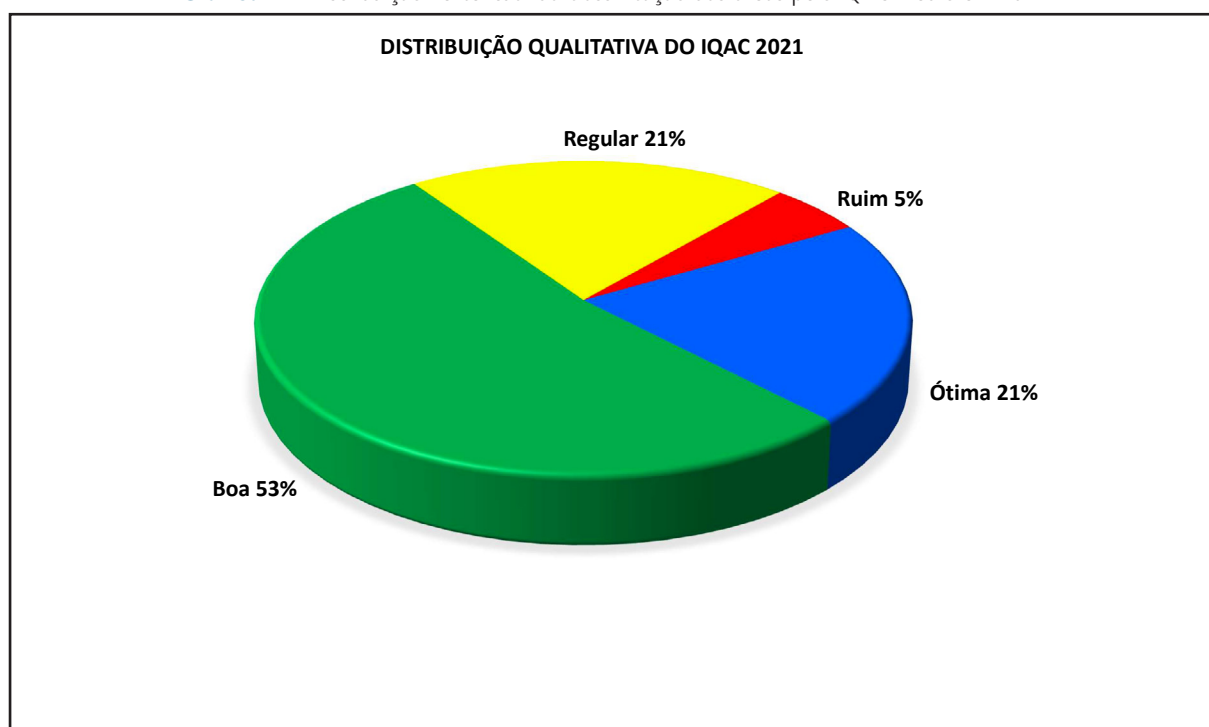
- Índice de qualidade microbiológica de sedimento costeiro

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

Qualidade das Águas Costeiras em 2021

A proporção das classes do IQAC de 2021 para as áreas estudadas mostrou que 21% foram classificadas como Ótimas, todas localizadas no Litoral Norte. As áreas classificadas como Boas foram 53%. As áreas classificadas como Regulares somaram 21% e as Ruins 5% sendo todas situadas na Baixada Santista. A classificação Ruim foi obtida na área de influência do emissário de Santos, não tendo sido registrada nenhuma classificação Péssima em 2021 (Gráfico 1).

Gráfico 1 – Distribuição Percentual da classificação das áreas pelo IQAC médio em 2021



O Quadro 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, pois, em 2020 e 2021, foi realizada uma única campanha durante o ano. Não foi registrada nenhuma classificação de área Péssima nos últimos quatro anos.

Quadro 1 – Evolução do IQAC médio das áreas entre 2012 e 2021

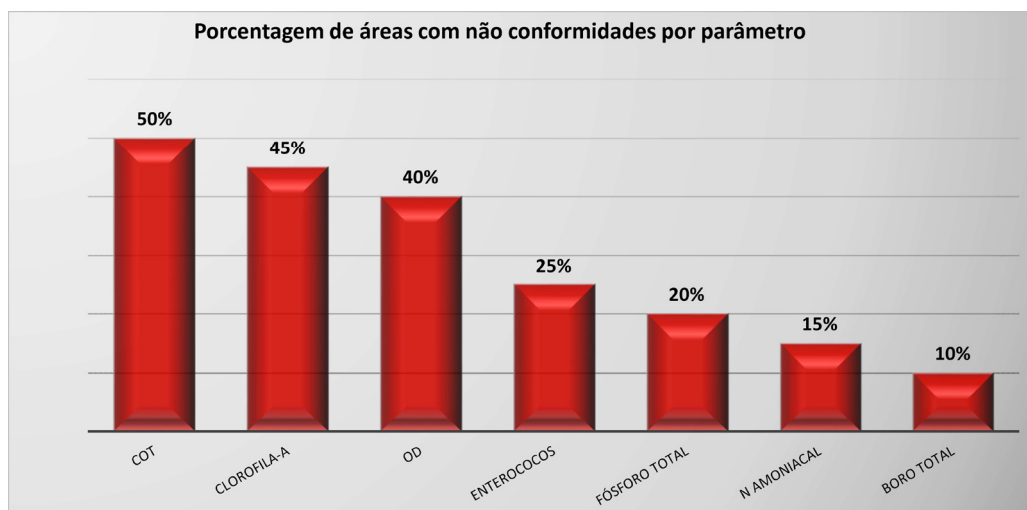
Local de amostragem	Ano									
	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
Picinguaba	77	99	85	97	99	79	97	99	92	99
Baía de Itaguá	73	85	90	95	93	79	97	94	99	85
Saco da Ribeira	89	87	92	83	96	97	97	99	99	99
Tabatinga	92	99	99	90	96	97	97	97	92	99
Cocanha	95	99	99	88	97	99	90	97	99	86
Baía de Caraguatatuba	90	97	99	97	99	86	85	80	92	99
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	93
Rio Itaguaré	93	90	90	88	92	86	88	99	83	85
Laje de Santos									99	
Canal de Bertiooga	69	58	69	57	75	70	55	66	99	71
Canal de Santos	59	46	47	73	59	55	62	58	59	76
Canal de Piaçaguera				58	58	40	60	51	67	67
Canal de São Vicente	53	43	39	37	54	46	54	50	58	85
Emissário Guarujá **	83	80	81	81	78	83	77	75	67	85
Emissário Santos **	39	70	47	54	49	47	65	50	83	53
Emissário Praia Grande 1 **	60	76	85	71	74	75	78	61	75	85
Rio Itanhaém	87		82	79	87	79	76	83	75	78
Rio Preto	71	92	88	80	83	76	74	67	83	93
Mar Pequeno	68	67	68	78	62	76	80	66	92	85
Mar de Cananeia	69	85	84	84	91	85	81	86	92	92

* 5 pontos ** 4 pontos

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

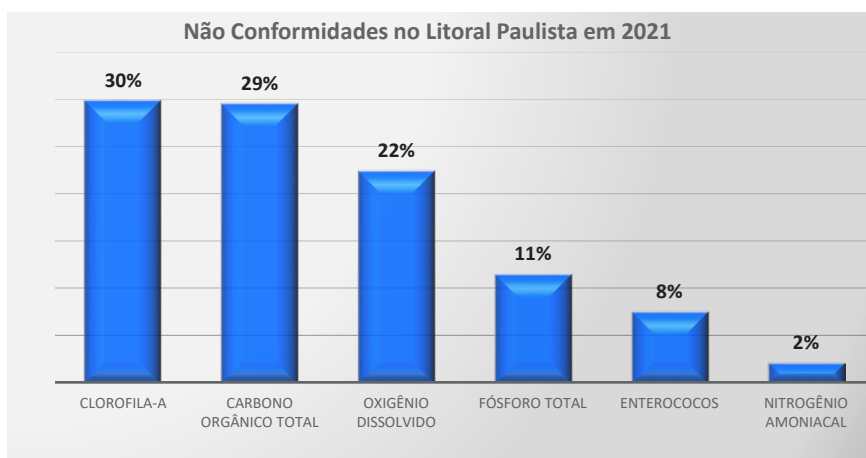
Avaliando a extensão espacial das não conformidades por parâmetros nas áreas monitoradas (Gráfico 2) foi possível observar que nenhum parâmetro apresentou não conformidade em mais da metade das áreas avaliadas como em anos anteriores.

Gráfico 2 – Porcentagem de áreas que apresentaram não conformidade por variável em 2021

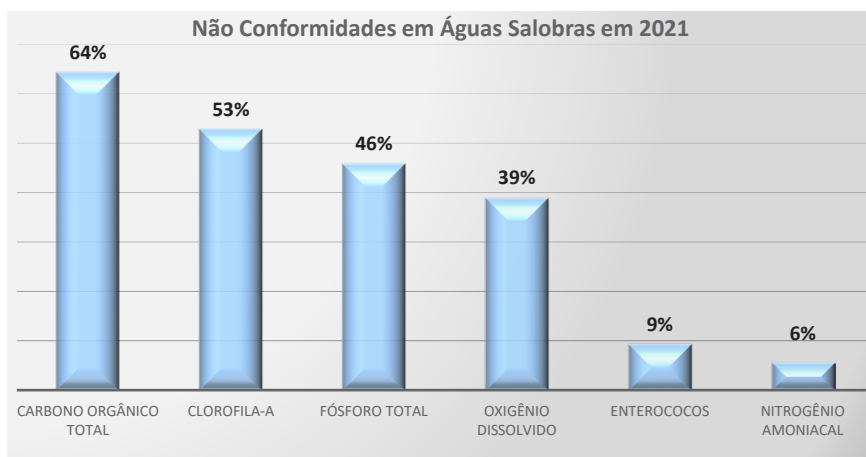


Analisando a porcentagem de amostras não conformes para cada variável para toda a rede (Gráfico 3 A) e para cada classe de água, estuarina e marinha (Gráfico 3 B e C), verifica-se que as variáveis que apresentaram mais não conformidades foram: Clorofila *a*, Carbono Orgânico Total (COT) e Oxigênio Dissolvido (OD). Esses parâmetros apresentaram individualmente aproximadamente 30% de resultados não conformes considerando todas as áreas. Com relação às áreas estuarinas (águas salobras) esses três parâmetros juntamente com o fósforo, formam o grupo com mais não conformidades, variando entre 39% a 64%. No caso das áreas costeiras (águas salinas) essas porcentagens foram bem inferiores, entre 14 e 20%, excluindo-se o Fósforo com apenas 3%.

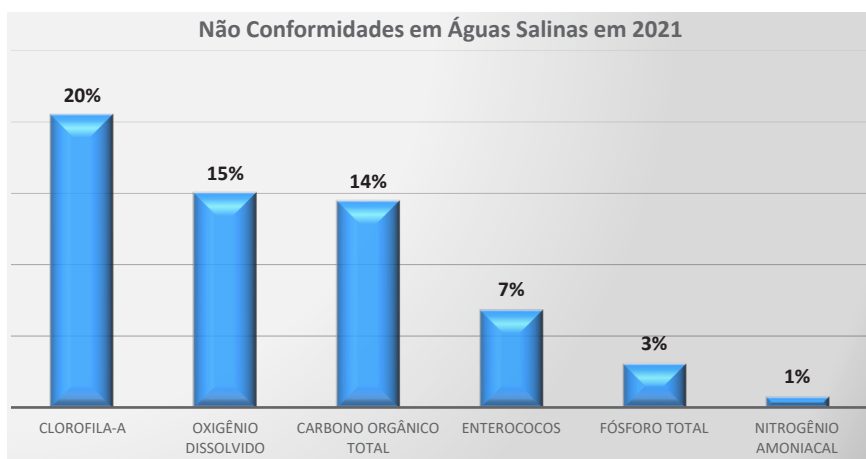
Gráfico 3 – Porcentagem de amostras não conformes por variável em 2021 na Rede costeira
Todas as áreas (A), Águas Salobras (B) e Águas Salinas (C)



(A)



(B)



(C)

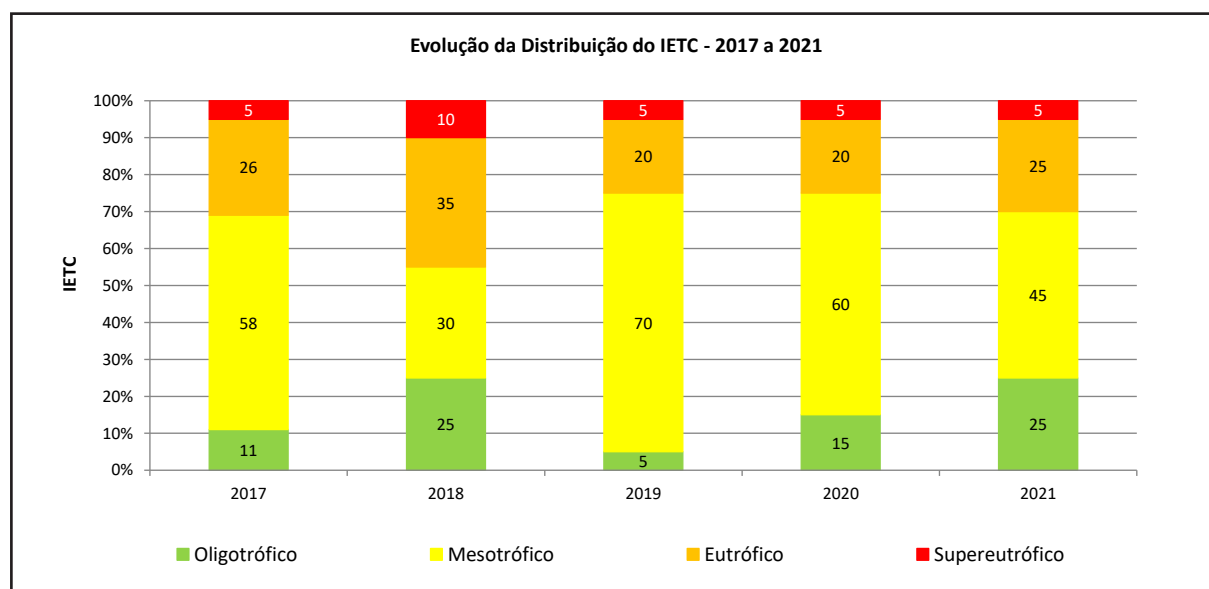
Qualidade Microbiológica

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 Piaçaguera, Emissário Submarino do Guarujá, Rio Itanhaém, Rio Preto, Mar Pequeno e Mar de Cananeia, apresentaram médias geométricas inferiores a 10 UFC/100 mL. Médias geométricas maiores que 100 UFC/100 mL foram registradas na área de influência do Emissário Submarino de Santos.

IETC – Índice de Estado Trófico

Considerando-se o IETC das 20 áreas monitoradas no período de cinco anos, 2017 a 2021, (Gráfico 4) observa-se que as porcentagens das classificações dos ambientes variaram bastante ao longo dos anos. As áreas consideradas Supereutróficas têm se mantido em 5% com exceção de 2018 quando esse índice dobrou. Nesse ano ocorreu também aumento das áreas Eutróficas e menor índice de Mesotróficas do período. Em 2019 e 2020 observou-se um aumento na porcentagem de ambientes classificados como de Mesotróficos, ou seja, de média trofia, influenciados principalmente pela região da Baixada Santista. No entanto, em 2021, houve um pequeno aumento na porcentagem de áreas classificadas como Eutróficas na Baixada Santista e aumento significativo na porcentagem da classe Oligotrófica.

Gráfico 4 – Evolução da distribuição do IET - 2017 a 2021



Qualidade dos Sedimentos Costeiros em 2021

Na avaliação da qualidade dos sedimentos foi observada conformidade em relação aos valores de referência para os nutrientes em mais de 70% das amostras conforme gráficos a seguir. As porcentagens de não conformidades para o COT, NKT e Fósforo Total em cada ambiente são apresentadas nos Gráficos de 5 a 7.

Em consonância com os anos anteriores, as maiores concentrações de COT em 2021 foram observadas nos estuários, especificamente no Canal de Bertioga e no Canal de Piaçaguera (Gráfico 5). Também foram registrados valores elevados na Baía de Itaguá e no emissário de Praia Grande I (Gráfico 5)

Os maiores valores de NKT foram encontrados no Canal de Piaçaguera, no Canal de Bertioga e no emissário de Praia Grande I. A Baía de Itaguá e Saco da Ribeira também apresentaram concentrações elevadas, similares aos anos anteriores. No caso dos Canais do estuário de Santos e São Vicente, são consequência do impacto das intensas atividades antrópicas na região. Já em áreas como a Baía de Itaguá e o Saco da Ribeira onde a atividade antrópica é de menor porte, a hidrodinâmica do local contribui para o acúmulo desses nutrientes. (Gráfico 6).

Para o Fósforo Total (Gráfico 7), as maiores concentrações foram observadas no Canal de Piaçaguera com valores de quase o dobro do valor de referência, seguido pelo Mar Pequeno, Emissário da Praia Grande I, Saco da Ribeira e Baía de Itaguá. Normalmente, contribuições de fósforo estão associadas à atividade humana, como despejos de esgoto doméstico e atividade industrial principalmente relacionada aos de fertilizantes. Nas demais áreas os valores têm sido mais baixos ao longo dos anos.

Gráfico 5 - Porcentagem de conformidades de COT no Litoral Paulista e não conformidades por área de classe de água, em 2021, de acordo com o Valor de Referência da CETESB

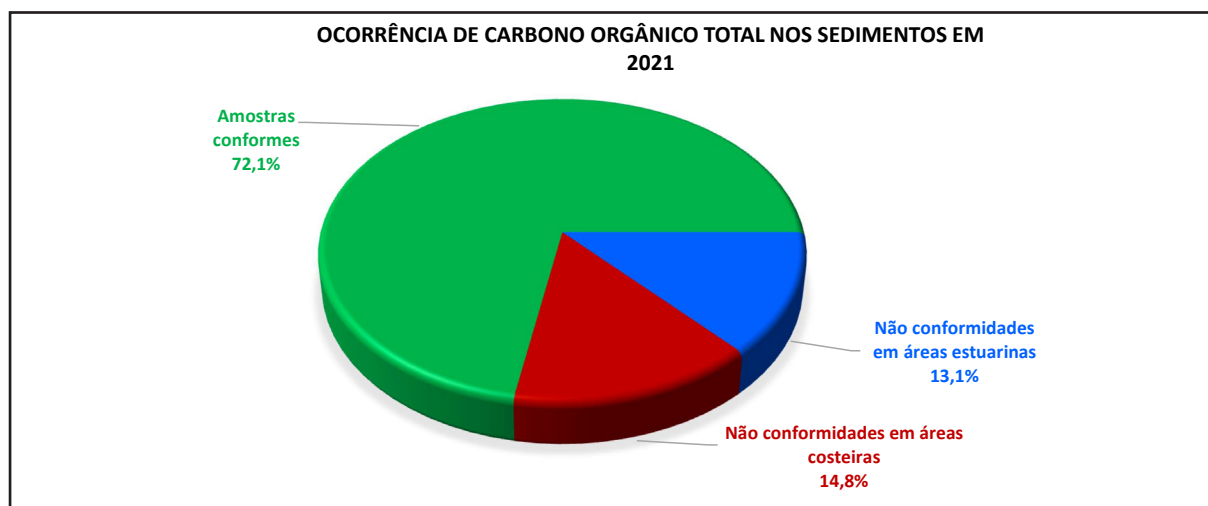


Gráfico 6 - Porcentagem de conformidades de nitrogênio Kjeldahl total (NKT) no Litoral Paulista e não conformidades por área de classe de água, em 2021, de acordo com o Valor de Referência da CETESB

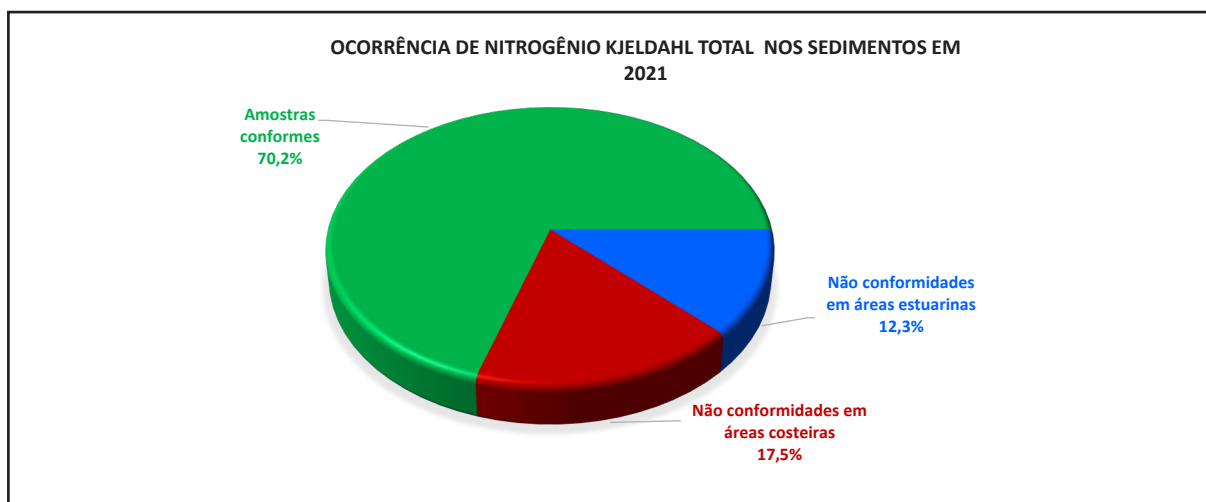


Gráfico 7 - Porcentagem de conformidades de fósforo total no Litoral Paulista e não conformidades por classe de água, em 2021, de acordo com o Valor de Referência da CETESB



Com relação aos Metais e HPAs presentes nos sedimentos, a conformidade com os valores de referência do Canadá também foi elevada, permanecendo na faixa de 90%

Gráfico 8 - Ocorrência de metais nos sedimentos do Litoral Paulista em 2021 e comparação com os critérios canadenses

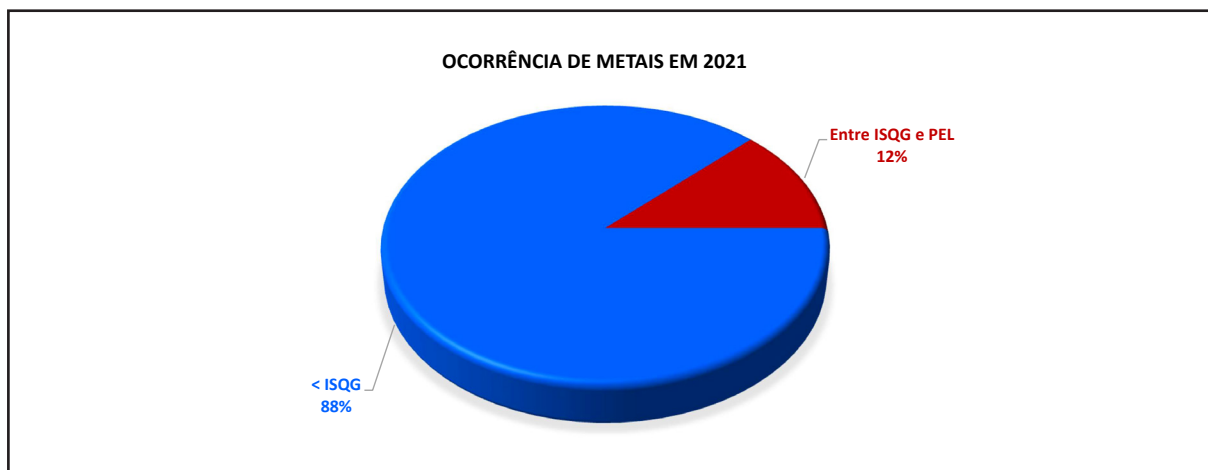
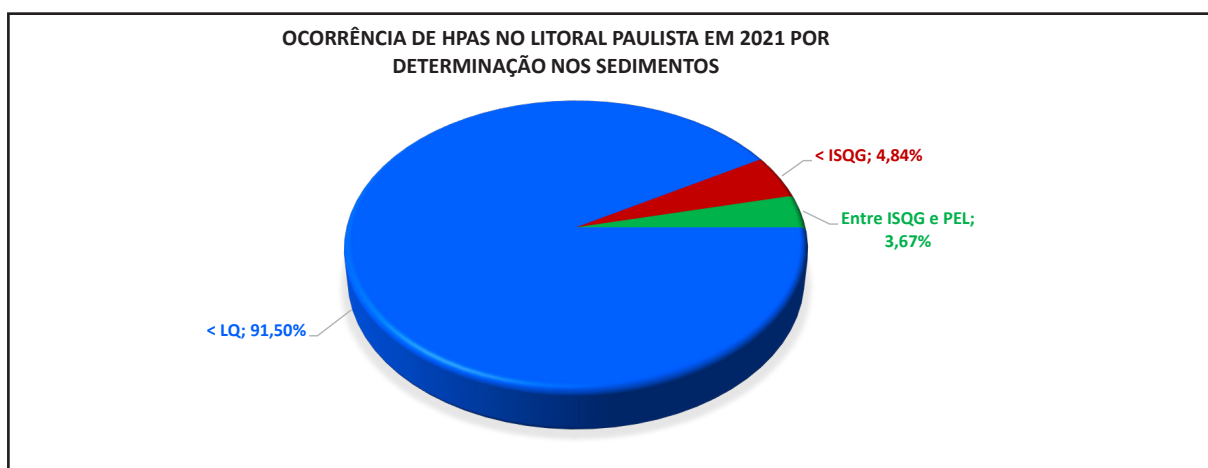


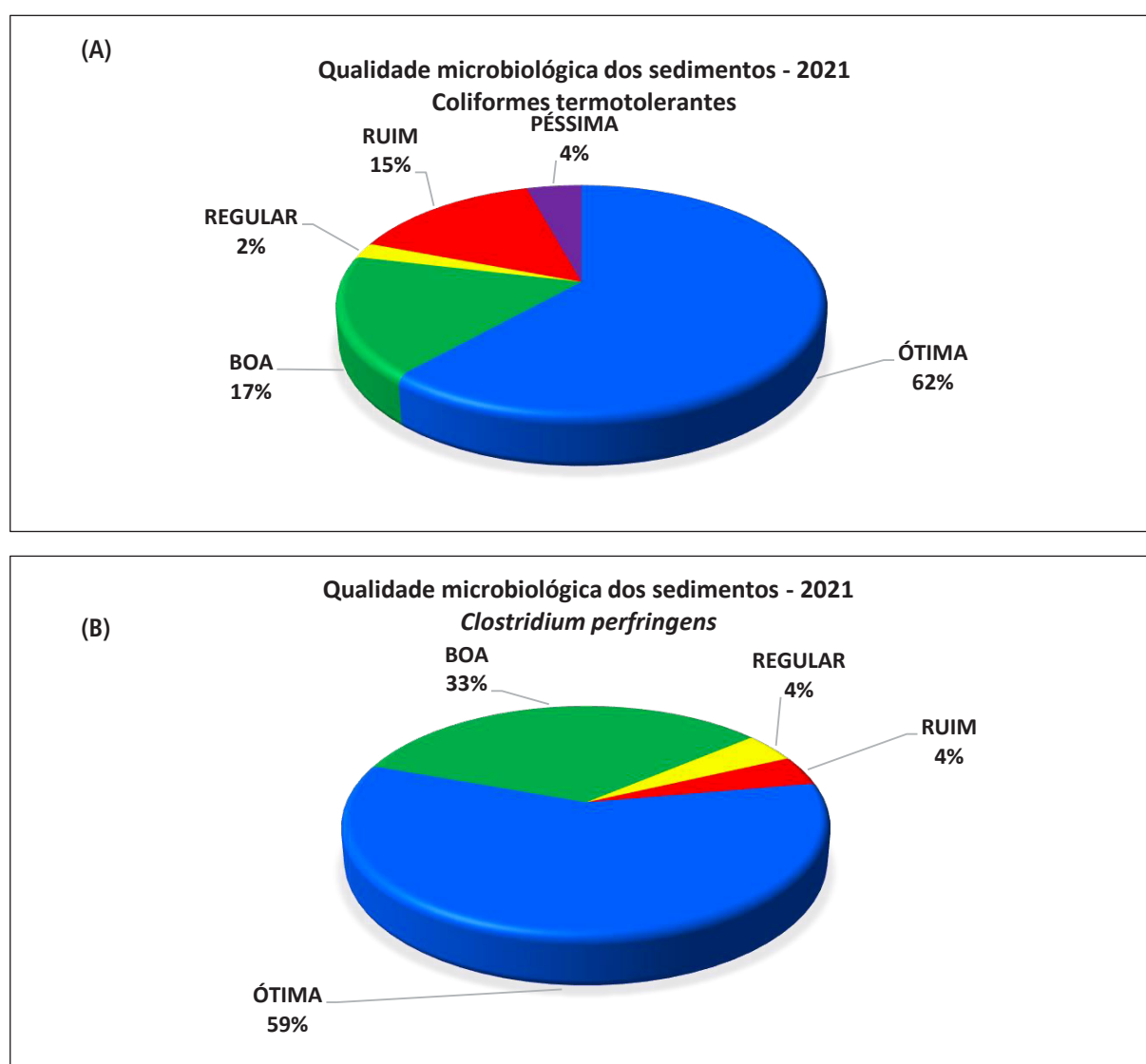
Gráfico 9 - Porcentagem de HPAs nos sedimentos do Litoral Paulista em 2021 e comparação com os critérios canadenses



Qualidade microbiológica

Para o grupo das bactérias dos coliformes termotolerantes (Gráfico 10-A), 62% das amostras foram classificadas como Ótimas e 17% como Boas. As categorias Ruim e Péssima somaram 19%. Para *Clostridium perfringens*, 59% das amostras foram classificadas como Ótimas e 33% como Boas, 4% foram classificadas como Ruins e nenhuma como Péssima (Gráfico 10-B). As porcentagens nas categorias Ruim e Péssima foram maiores para coliformes termotolerantes, indicando que no sedimento predomina a poluição fecal recente. Também foi possível concluir que as áreas que apresentaram maiores índices de poluição fecal nos sedimentos, foram os canais estuarinos e as áreas de influência de emissários submarinos.

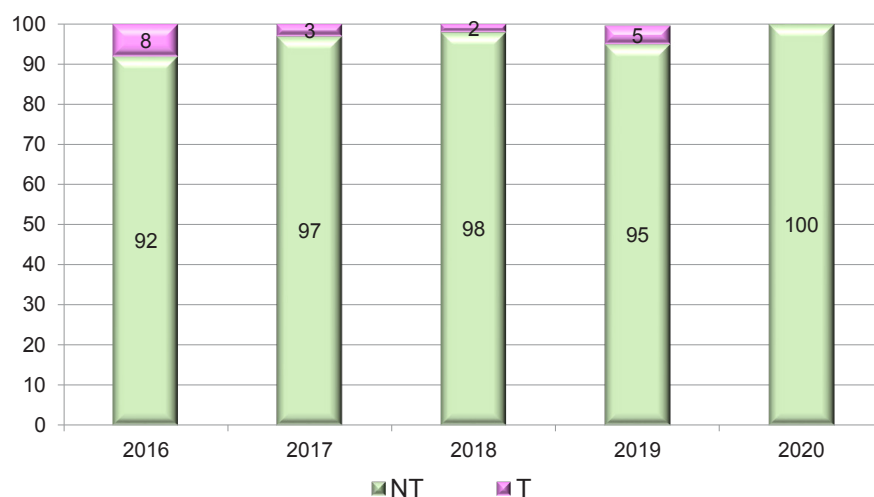
Gráfico 10 – Porcentagem de amostras nas classes de qualidade microbiológica de acordo com concentração da bactéria fecal nos sedimentos em 2021 - (A) Coliformes Termotolerantes (B) *Clostridium perfringens*



Ecotoxicidade

Com relação às características ecotoxicológicas (Gráfico11), não foi possível, em razão da pandemia, realizar os ensaios na maioria das áreas em 2021, mas o histórico mostra boa qualidade e diminuição dos ensaios que apresentaram toxicidade nos sedimentos.

Gráfico 11 – Porcentagem de amostras com presença ou ausência de efeito tóxico nos ensaios ecotoxicológicos nos últimos cinco anos (NT = Não tóxico; T = Tóxico)



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, como para a preservação da vida aquática e a manutenção da produtividade pesqueira.

Para cada uso pretendido das 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 permite 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 Relatório específico - *Relatório da qualidade das praias litorâneas do Estado de São Paulo*. Assim como em 2020, no ano de 2021 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.

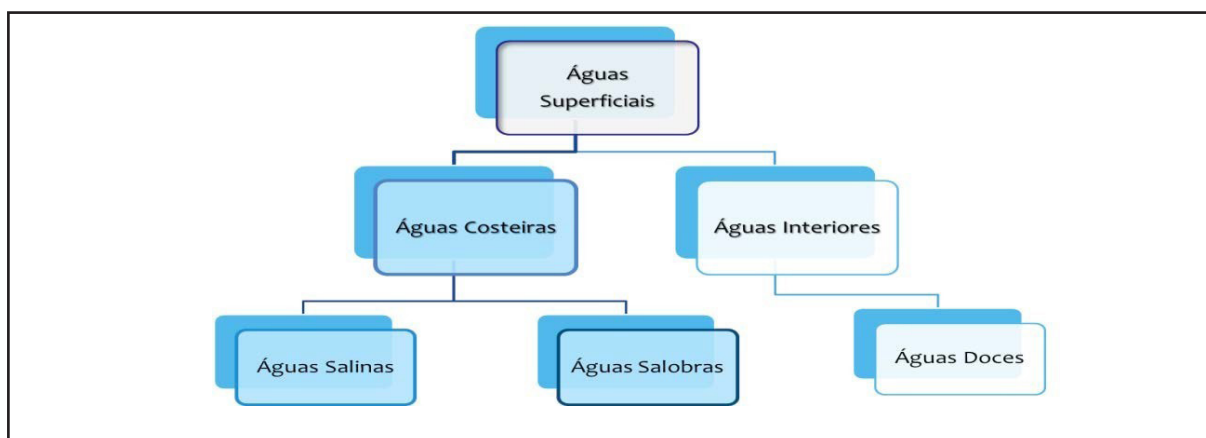
No que se refere às águas costeiras que englobam as águas salinas e salobras, os avanços foram, principalmente, a inclusão de padrões para os nutrientes, que permite a identificação de condições de eutrofização do ambiente; e o estabelecimento de quatro categorias de classes de qualidade de água (Especial,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

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

Classe 3: são águas destinadas:

- à navegação; e
- à harmonia paisagística.

1.1.2 Enquadramento

Ressalta-se que como ainda não foi aprovado o enquadramento das águas salinas e salobras, elas 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 meteorológicas, 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 1.1 – Proporção da população dos municípios litorâneos em relação às UGRHs

Região	População	%
Litoral Norte	345.844	16
Baixada Santista*	1.765.030	81,5
Litoral Sul**	55.211	2,5

*sem Cubatão

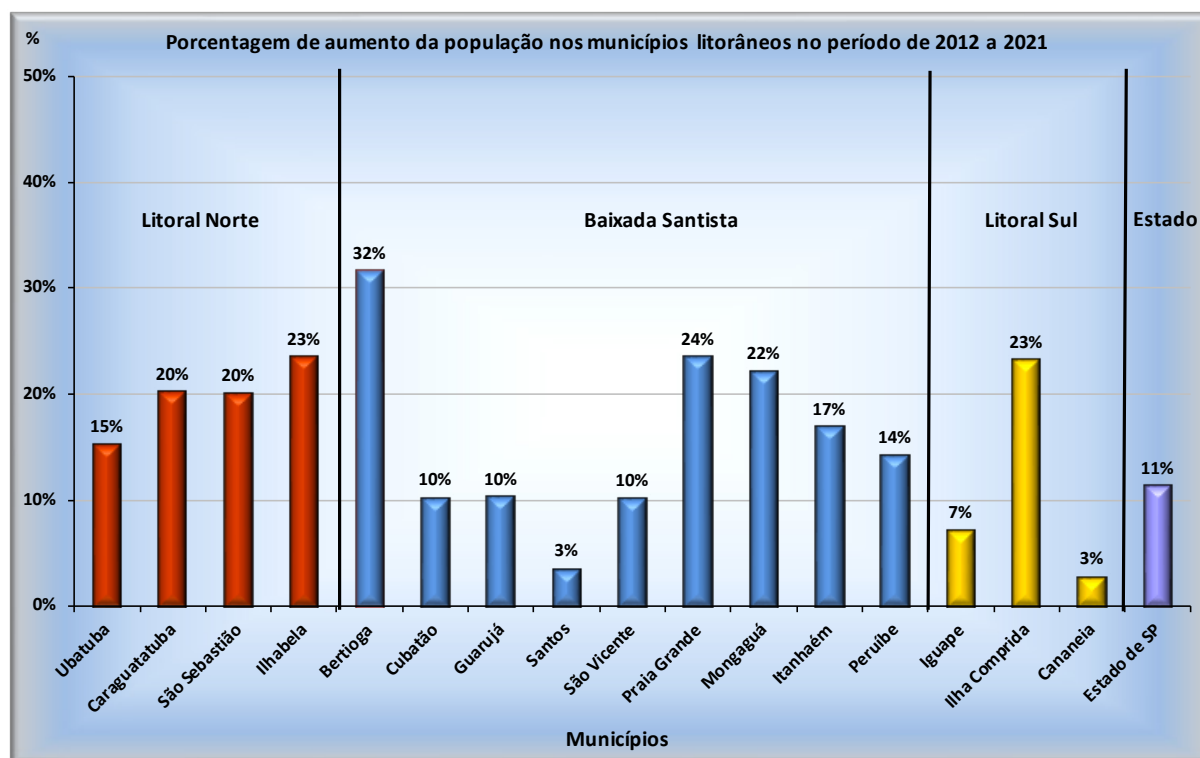
** Iguape, Ilha Comprida e Cananeia

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 2012 e 2021. 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%) e Praia Grande (24%), seguidos de Ilhabela e Ilha Comprida (23%). 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 1.2 apresenta a população dos municípios litorâneos em 2012, 2021 e a taxa de crescimento no período. Para mais informações sobre o litoral de São Paulo, ver [Apêndice A](#).

Tabela 1.2 – Crescimento populacional no período entre 2012 e 2021

	Município	Estimativa populacional		Aumento absoluto (nº habitantes)	Crescimento no período
		2012	2021		
Litoral Norte	Ubatuba	80.604	92.819	12.215	15%
	Caraguatatuba	104.150	125.194	21.044	20%
	São Sebastião	76.344	91.637	15.293	20%
	Ilhabela	29.308	36.194	6.886	23%
Baixada Santista	Bertioga	50.304	66.154	15.850	32%
	Cubatão	120.293	132.521	12.228	10%
	Guarujá	294.669	324.977	30.308	10%
	Santos	419.614	433.991	14.377	3%
	São Vicente	336.809	370.839	34.030	10%
	Praia Grande	272.390	336.454	64.064	24%
	Mongaguá	47.984	58.567	10.583	22%
	Itanhaém	89.332	104.351	15.019	17%
	Peruíbe	61.030	69.697	8.667	14%
	Iguape	29.055	31.117	2.062	7%
	Ilha Comprida	9.376	11.552	2.176	23%
	Cananeia	12.216	12.542	326	3%
	Estado de São Paulo	41.901.219	46.649.132	4.747.913	11%

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

Gráfico 1.1 – Aumento populacional baseado nas contagens populacionais oficiais de 2012 e 2021

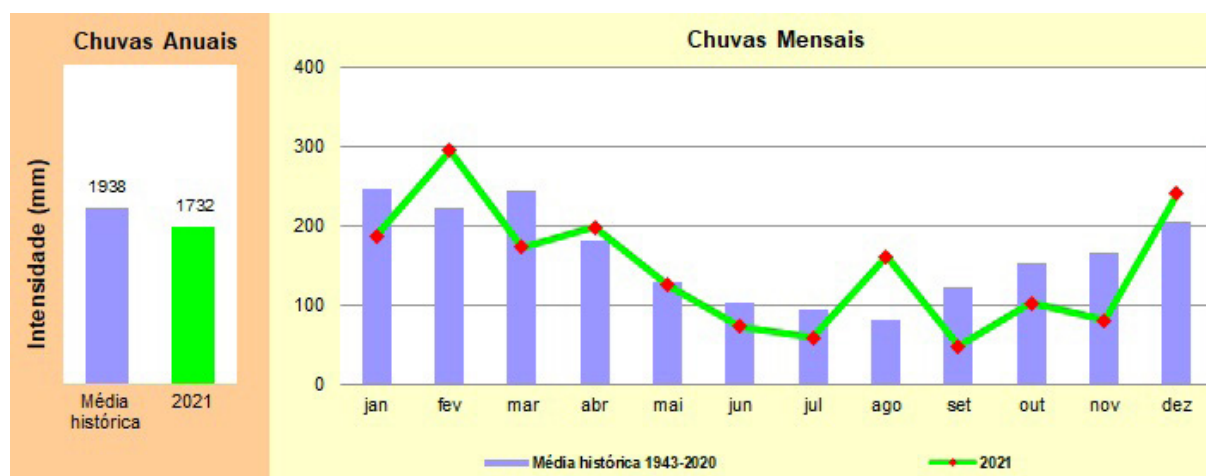
Fonte: http://www.ibge.gov.br/home/estatistica_tcu.shtm (consultado em 30/08/2021)

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 2021 comparadas à média histórica. É possível observar que o volume anual foi um pouco inferior à média no Litoral Norte e na Baixada Santista.

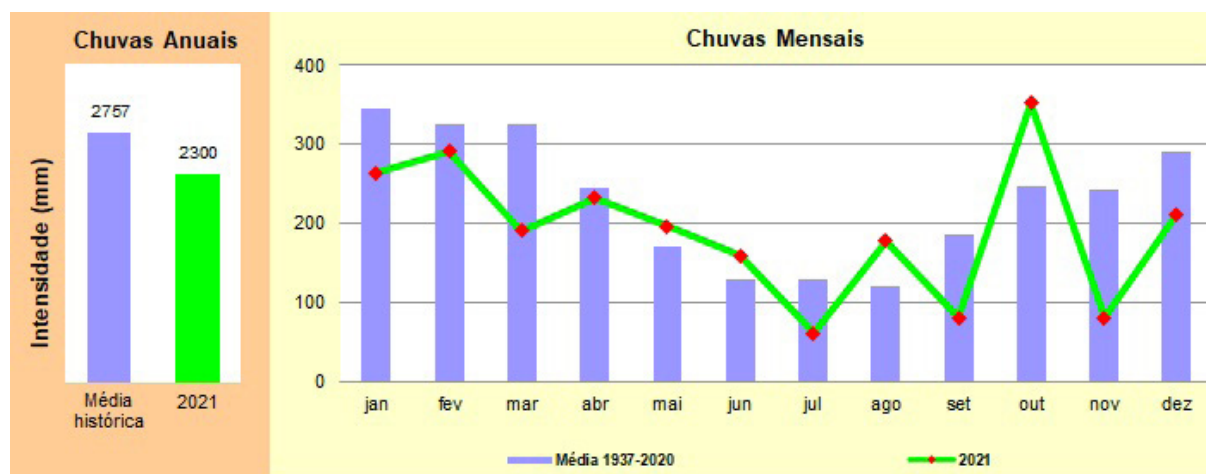
No Litoral Norte o volume anual de chuva de 2021, comparado com a média histórica, apresentou uma pequena redução (11%). Nota-se que em fevereiro, abril, agosto e dezembro choveu acima da média histórica, com destaque para fevereiro e agosto (Gráfico 1.2).

Gráfico 1.2 – Intensidades de chuva mensais e anuais na UGRHI 3 – Litoral Norte em 2021



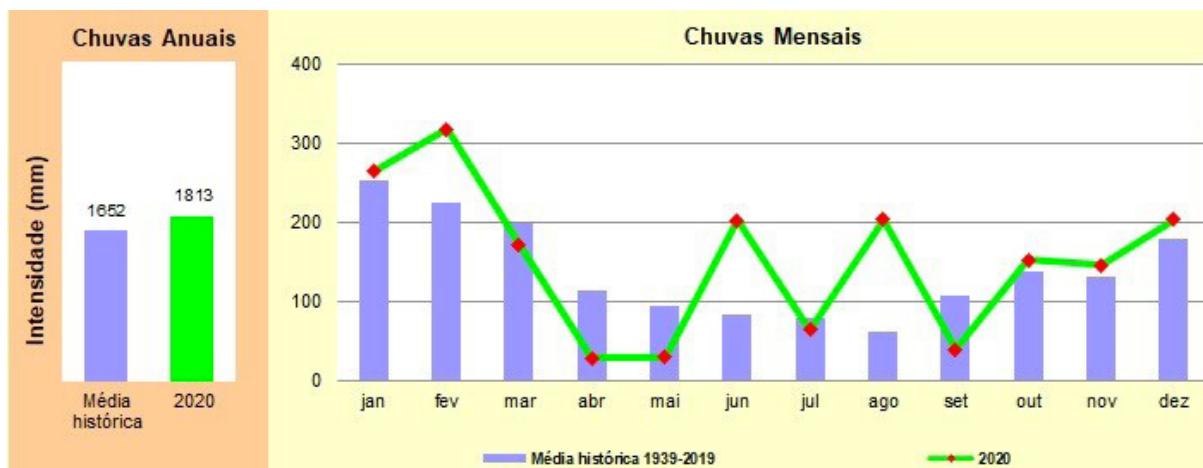
Na Baixada Santista o volume anual de 2021 apresentou uma redução de 17% em relação à média histórica. No primeiro semestre, nos quatro primeiros meses, choveu abaixo da média histórica. No segundo semestre, os meses com chuva acima da média histórica foram agosto e outubro (Gráfico 1.3).

Gráfico 1.3 – Intensidades de chuva mensais e anuais na UGRHI 7 – Baixada Santista em 2021



O Gráfico 1.4 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 ligeiramente superior à média histórica. É possível observar que vários meses tiveram chuva acima da média histórica, com destaque para fevereiro, junho e agosto.

Gráfico 1.4 – Intensidades de chuva mensais e anuais na UGRHI 11 – Ribeira de Iguape/Litoral Sul em 2021



Considerando-se as três UGRHIs, verifica-se que, no geral, as regiões do Litoral Norte e Baixada Santista apresentaram menor volume de chuva em 2021, ao contrário do Litoral Sul. Nota-se que choveu menos que as médias históricas em alguns meses, com destaque para o primeiro semestre na Baixada Santista.

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, como ocupações irregulares, além de outros fatores já citados no item 1.2.1. 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 de água na região; e o sistema de disposição oceânica composto pelas EPCs (estações de preconicionamento), 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 oito estações de preconicionamento (Tabela 1.3 e Mapas 1.1, 1.2 e 1.3).

Tabela 1.3 – ETEs e EPCs em funcionamento no Litoral Paulista

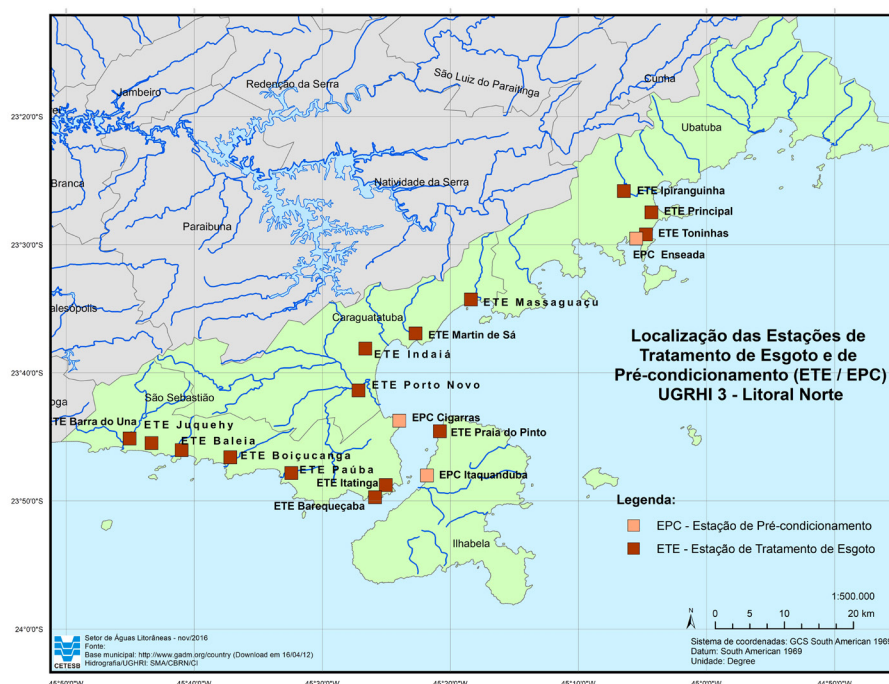
Litoral Norte		Baixada Santista		Litoral Sul	
Município	ETE / EPC	Município	ETE / EPC	Município	ETE / EPC
Ubatuba	CDHU	Bertioga	Vista Linda	Iguape	Barra da Ribeira
	Ipiranguinha		Bertioga		Iguape
	Principal	Cubatão	Casqueiro	Ilha Comprida	Ilha Comprida 1
	Enseada (EPC + emissário)		Lagoa		Ilha comprida 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		Caiçara (EPC + emissário)		
	Boiçucanga	Mongaguá	Bichoró		
	Baleia-Sai		Barigui		
Ilhabela	Juquehy	Itanhaém	Anchieta		
	Praia do Pinto		Guapiranga		
	Itaquanduba (EPC + emissário)	Peruíbe	P1		
			P2		

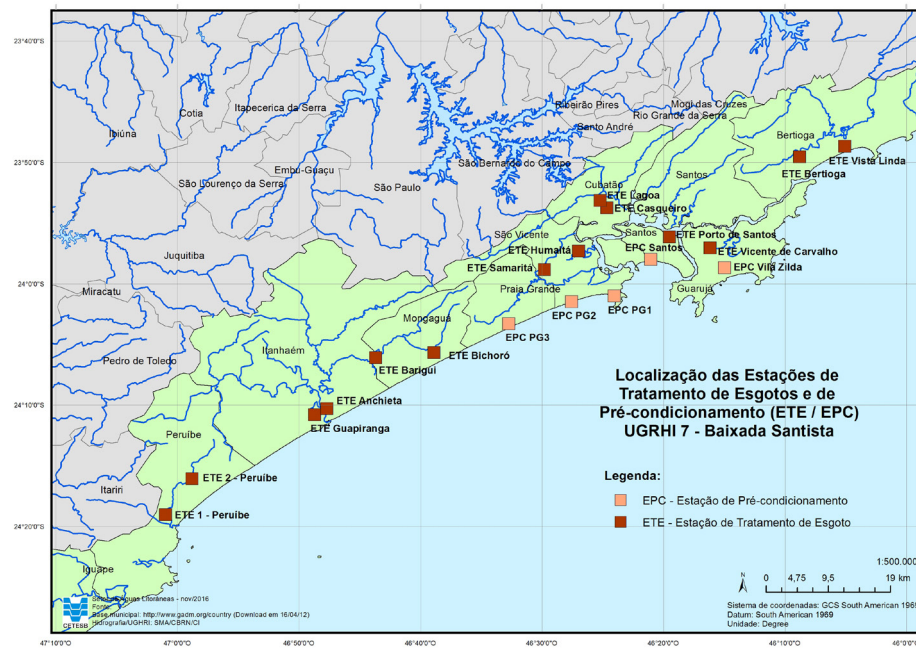
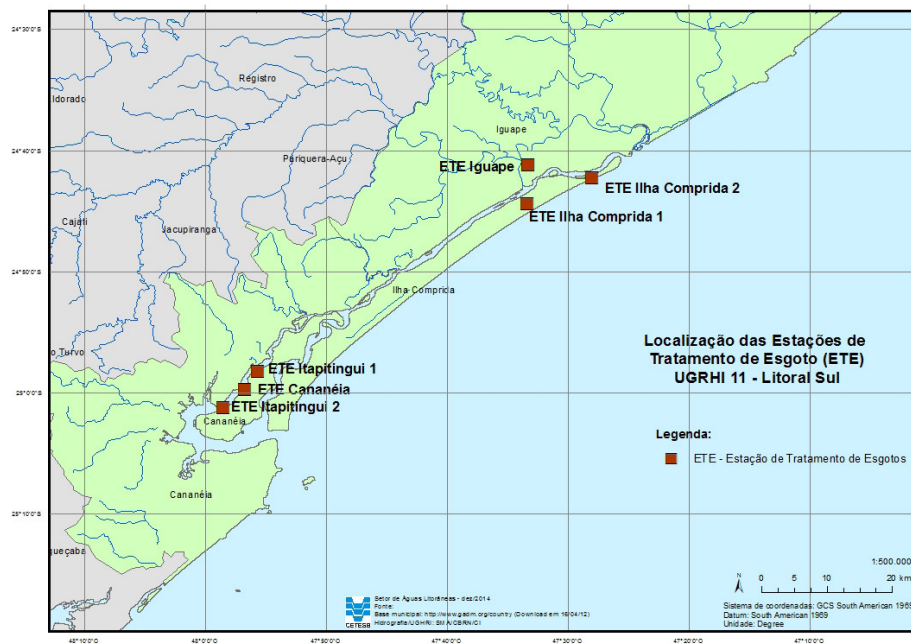
Locais cujo efluente passa por uma estação de pré-condicionamento e segue para emissário submarino

A ETE Porto de Santos é administrada por empresa privada

Obs.: As estações de pré-condicionamento e os emissários da Enseada e Cigarras possuem cargas poluidoras insignificantes

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 1.4, são apresentados, de forma genérica, os casos possíveis para o cálculo do ICTEM nos municípios litorâneos do estado.

Tabela 1.4 – 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 aos padrões de qualidade do corpo receptor.

A Tabela 1.5 (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. Em 2021, houve alterações nos valores de ponderação, para o cálculo de ICTEM para municípios com EPC.

Tabela 1.5 – 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)	35	3,5
Destino adequado de lodos e resíduos de tratamento	5	0,5
Qualidade do corpo de água (IQAC-CETESB)	30	3
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 1.6, constam outras informações sobre o saneamento básico nos municípios do litoral paulista, incluindo os percentuais de coleta e tratamento de esgoto para cada um dos municípios, bem como as cargas orgânicas (potencial, removida e remanescente). Os percentuais de coleta apresentados nesta tabela foram calculados com base na população total do município. O ICTEM por município também consta da tabela. As estações de condicionamento e os emissários da Enseada e da Cigarras não foram consideradas no cálculo do ICTEM por possuírem cargas poluidoras insignificantes.

Tabela 1.6 – Informações sobre saneamento básico nos municípios do litoral paulista

UGRHI	Município	População Urbana - IBGE (2021) ¹		Atendimento (%) ²		Carga Poluidora Remanescente exceto EPC ³			ICTEM	Corpo Receptor
						(kg DBO dia ⁻¹)				
		Total	Urbana	Coleta	Tratamento	Potencial	Removida	Remanescente		
3	Ubatuba	92.819	90.569	34,6%	99,0%	4.891	n.d	n.d	4,6	Rios Diversos / Mar
	Caraguatatuba	125.194	120.913	78,6%	100,0%	6.529	4.619	1.910	7,5	Rios Diversos
	São Sebastião	91.637	90.603	43,9%	98,1%	4.893	n.d	n.d	5,1	Rios Diversos / Mar
	Ilhabela	36.194	35.945	39,4%	4,0%	1.941	n.d	n.d	2,5	Rios Diversos / Mar
Subtotal	4 municípios	345.844	338.030	53,3%	49,0%	-	-	-	-	-
7	Bertioga	66.154	65.105	34,0%	100,0%	3.516	1.076	2.440	4,3	Rio Itapanhaú
	Guarujá	324.977	324.920	70,0%	25,0%	17.546	n.d	n.d	4,7	Enseada/ Est. de Santos
	Cubatão	132.521	132.521	51,0%	100,0%	7.156	3.285	3.871	5,9	Rio Cubatão
	Santos	433.991	433.666	97,0%	0,0%	23.418	n.d	n.d	3,4	Baía de Santos e Canal S.Jorge
	São Vicente	370.839	370.134	79,0%	19,6%	19.987	2.785	17.202	3,8	Humaitá, R. Mariana, Samaritá, R.Branco; Insular, Est.de Santos
	Praia Grande	336.454	336.454	78,0%	0,0%	18.169	n.d	n.d	4,5	Mar
	Mongaguá	58.567	58.312	83,0%	90,0%	3.149	2.117	1.032	7,2	Mar
	Itanhaém	104.351	103.374	49,0%	100,0%	5.582	2.462	3.120	5,1	Rios Poço, Itanhaém e Curitiba
	Peruíbe	69.697	68.918	81,0%	100,0%	3.722	2.412	1.310	6,5	Rio Preto
Subtotal	9 Municípios	1.897.551	1.893.405	76,5%	18,7%	-	-	-	-	-
11	Iguape	31.117	26.644	57,0%	100,0%	1.439	738	701	5,5	R. Ribeira de Iguape
	Ilha Comprida	11.552	11.552	44,4%	100,0%	624	124	500	5,1	Rio Candapuí
	Cananeia	12.542	10.706	78,0%	100,0%	578	361	217	7,5	Mar Pequeno
Subtotal	3 Municípios	55.211	48.902	58,5%	53,3%	-	-	-	-	-
Total	16	2.298.606	2.280.337	72,6%	23,9%	-	-	-	-	-

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..

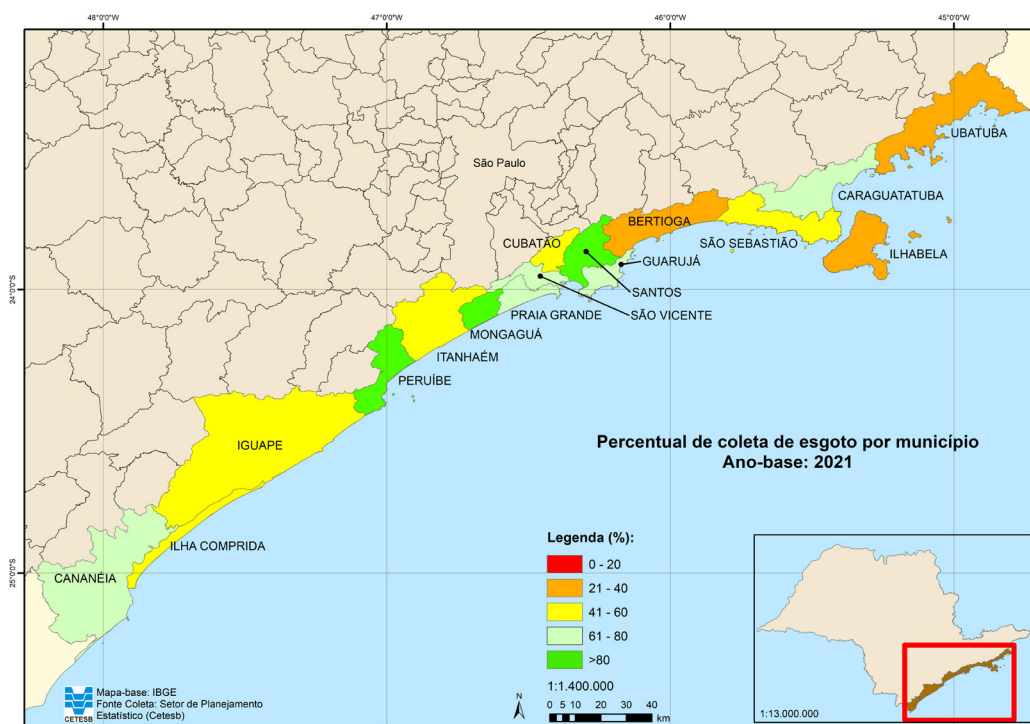
Dos 16 municípios costeiros, oito apresentaram ICTEM acima de 5,0. No Litoral Norte, o município de Caraguatatuba apresentou o maior ICTEM da região e do litoral paulista (7,5). Na Baixada Santista, o município de Mongaguá apresentou o maior ICTEM (7,2). Por outro lado, os municípios de Ilhabela (2,5) e Santos (3,4) são os que possuem os menores ICTEM do litoral paulista, são os que possuem os menores ICTEM do litoral paulista, em razão principalmente do tipo de destinação por meio de emissário submarino precedido de EPC. A porcentagem de atendimento por rede coletora nos municípios litorâneos variou de 34% em Ubatuba e Bertioga a 97% em Santos. No Mapa 1.4, 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 de disposição 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 1.4 – 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 2021, foi realizada apenas uma campanha de amostragem nas áreas monitoradas com exceção da Laje de Santos que foi cancelada após diversas remarcações devido ao mau tempo.

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, 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 e estuarinas 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, hidrobiológicas 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, com exceção da Clorofila *a* e Fitoplâncton que não são legisladas para esses ambientes. Em casos específicos podem ser analisados parâmetros adicionais dependendo de atividades comerciais e industriais próximas aos pontos de monitoramento.

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.

A determinação de metais é realizada apenas na superfície por restrições operacionais. Da mesma forma, a determinação dos COVs é realizada apenas na superfície de todos os pontos dos canais (Santos, São Vicente, Piaçaguera, Bertioga e São Sebastião) onde as atividades industriais que podem liberar essas substâncias no meio ambiente estão concentradas.

Além disso, devido às restrições impostas pela COVID-19, algumas determinações não foram realizadas em todas as amostras de água para redução do número total de ensaios, como o fósforo total nas amostras de fundo. Os resultados podem ser obtidos em formato digital no site da CETESB.

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 por causa da 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. Devido à pandemia de COVID-19 alguns resultados microbiológicos e ecotoxicológicos não estão disponíveis.

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

2.2.1 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.

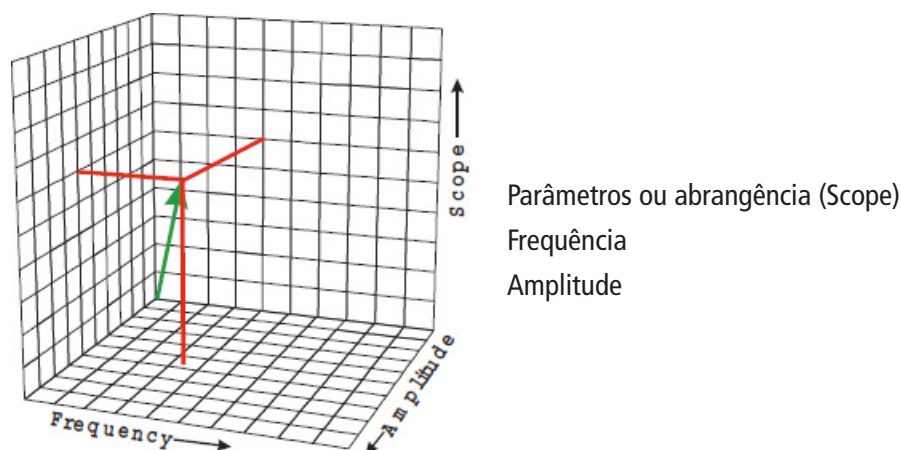
Com esse objetivo a CETESB adotou o Índice de Qualidade elaborado pelo Canadian Council of Ministers of the Environment - CCME, pois se trata de uma ferramenta devidamente testada e validada com base estatística e aplicável também para águas salinas e salobras.

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. Para a Rede Costeira da CETESB, 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 2021 foi realizada 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 <i>a</i> *	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

2.2.2 Índice de estado trófico costeiro (IETC)

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

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

A tabela 2.8 apresenta as faixas de classificação para os resultados ecotoxicológicos, em que 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* em 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 complexa 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 são comparados aos padrões de qualidade da Classe 1 para águas salinas e salobras conforme estabelecido na Resolução Conama nº 357/2005, 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 [Apêndice D](#). Em 2021, o cálculo do índice por ponto não foi possível devido às restrições impostas pela pandemia, tendo sido realizado por área considerando o total de amostras dos 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*. Com relação aos ensaios ecotoxicológicos realizados na água com a bactéria *Vibrio fischeri*, nenhuma das amostras apresentou toxicidade aguda para a referida bactéria nas condições do teste.

Os resultados de qualidade dos sedimentos são 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.

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

Problemas operacionais tanto em laboratório quanto em campo podem impossibilitar alguma determinação ou gerar alguma restrição analítica quanto aos resultados.

Assim, em 2021 não foi possível calcular o IQAC para o Canal de São Sebastião, pois o equipamento de medição em campo apresentou problemas durante a amostragem invalidando os resultados de OD e pH.

Além disso, não foi possível realizar amostragem na região da Laje de Santos, em razão das condições de ondas verificadas nas datas em que a amostragem havia sido agendada. Também, houve redução dos pontos de monitoramento das áreas de influência dos emissários submarinos de quatro para três.

A seguir são apresentadas considerações referentes aos resultados analíticos das amostras de água e sedimento da rede costeira desse ano.

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. Adotou-se o LQ (0,07 mg/L) como limite para o fósforo para efeito de cálculo do IQAC.

Como para a maioria dos metais, o LQ é superior ao padrão legal, não é possível avaliar as eventuais não conformidades desse grupo de substâncias.

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.

Por problemas laboratoriais não foram realizados os ensaios de fósforo total e COT para as seguintes áreas: Canal de Bertioga, Canal de Santos e Canal de São Vicente. Além disso, em decorrência da pandemia em 2021 foi necessário reduzir o número de determinações de forma que alguns parâmetros (fósforo total, COT e sólidos suspensos totais) só foram analisados nas camadas de superfície e meio da coluna de água.

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). Resultados não conformes para a substância só serão comentados caso apresentem comportamento atípico em relação ao histórico e/ou ao valor basal.

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 da realização de apenas uma única campanha, o cálculo do IQAC para 2021 foi feito por área e não por ponto. Além disso, o LQ de 0,07 mg/L, que é ligeiramente superior ao padrão legal para águas salinas, foi adotado como limite superior para o parâmetro fósforo no cálculo do índice.

Os resultados do índice para cada uma das 20 áreas amostradas em 2021 encontram-se na Tabela 3.1. Em todos os casos o cálculo é realizado com o resultado de pelo menos três pontos.

Tabela 3.1 – Classificação das áreas monitoradas na Rede Costeira de acordo com o IQAC – 2021

Classificação do IQAC 2021	Valor	% de não conformidade por parâmetro
Local amostragem		
Picinguaba	99	
Baía de Itaguá	85	OD (44%), Clorofila (50%)
Saco da Ribeira	99	
Tabatinga	99	
Cocanha	93	Fósforo (11%)
Baía de Caraguatatuba	99	
Canal de São Sebastião**		COT (10%) e Clorofila (20%)
Barra do Una	93	COT (33%)
Rio Itaguaré	85	COT (83%), Clorofila (67%)
Laje de Santos***		
Canal de Bertioga*	71	OD (67%), COT (100%), Enterococos (11%), Clorofila (100%)
Canal de Santos*	76	OD (67%), N Amoniacal (11%), Enterococos (44%)
Canal de Piaçaguera	67	OD (78%), Fósforo (83%), N Amoniacal (44%), Clorofila (17%)
Canal de São Vicente*	85	OD (22%), COT (67%), Clorofila (100%)
Emissário Guarujá	85	OD (56%), Enterococos (11%)
Emissário Santos	53	OD (67%), COT (33%), Fósforo (33%), Enterococos (78%), Clorofila (100%)
Emissário Praia Grande I	85	OD (33%), Enterococos (11%)
Rio Itanhaém	78	COT (17%), N amoniacal (11%), Clorofila (50%)
Rio Preto	93	COT (43%)
Mar Pequeno	85	COT (100%), Fósforo (67%)
Mar Cananeia	92	COT (89%), Clorofila (100%)

* Não foi possível determinar as concentrações de fósforo

** Não foi possível calcular o índice

*** Coleta não realizada

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

3.2 IETC - Índice de Estado Trófico

Para avaliação da condição trófica, em 2021, foram monitoradas 20 áreas, nas quais foram coletadas amostras para a determinação de clorofila *a* em duas profundidades (superfície e meio) em todos os pontos de amostragem. A partir da média dos resultados obtidos nas 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*, por ponto, e as médias anuais das áreas, além das classificações pelo IETC para os ambientes salinos (Mar) ou salobros (Estuário).

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 - 2021

Local	Ponto	CAMPANHA ÚNICA					MÉDIA ANUAL
		1	2	3	4	5	
Picinguaba		< 0,56	< 0,56	1,08			0,73
Baía de Itaguá		2,81	0,82	3,07			2,23
Saco da Ribeira		2,20	1,64	1,35			1,73
Tabatinga		1,99	0,70	1,25			1,31
Cocanha		1,00	1,09	0,68			0,92
Baía de Caraguatatuba		0,57	2,01	1,61			1,39
Canal de São Sebastião		0,59	0,82	0,85	2,47	1,90	1,32
Barra do Una		< 0,56	0,68	0,85			0,70
Rio Itaguaré		2,06	3,45	3,39			2,97
*Canal de Bertiooga		13,75	16,13	15,22			15,03
Emissário do Guarujá		0,71	0,94	< 0,56			0,74
*Canal de Santos		3,52	3,95	5,05			4,17
Emissário de Santos		20,00	11,63	14,84			15,49
*Canal de Piaçaguera		9,45	7,63	4,08			7,05
*Canal de São Vicente		34,98	25,06	26,20			28,74
Emissário de Praia Grande - 1		1,51	1,60	1,61			1,57
Rio Itanhaém		3,17	3,17	3,69			3,34
Rio Preto		2,05	2,16	1,92			2,04
*Mar Pequeno		3,40	0,82	0,70			1,64
*Mar de Cananeia		45,26	10,40	12,26			22,64

* 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 (CIRC 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).

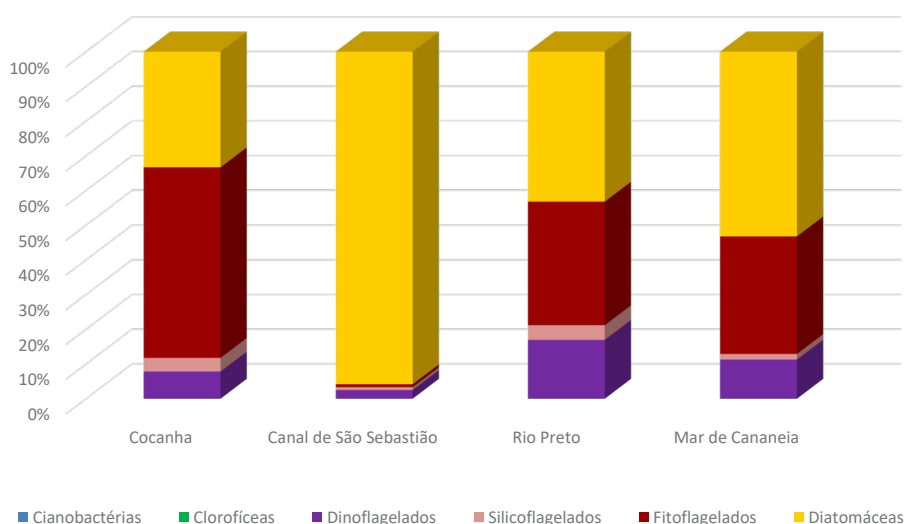
Esses locais foram selecionados por serem áreas de cultivo ou de extrativismo de moluscos bivalves, como mexilhões e ostras. O objetivo principal desse monitoramento é identificar a presença de espécies potencialmente tóxicas e, dependendo das densidades encontradas, dar início às medidas preventivas para proteção da saúde pública.

Em 2021, a frequência foi de uma única amostragem em cada ponto, com exceção do ponto situado em Ubatuba (BIRC 11011), que não foi amostrado nesse ano.

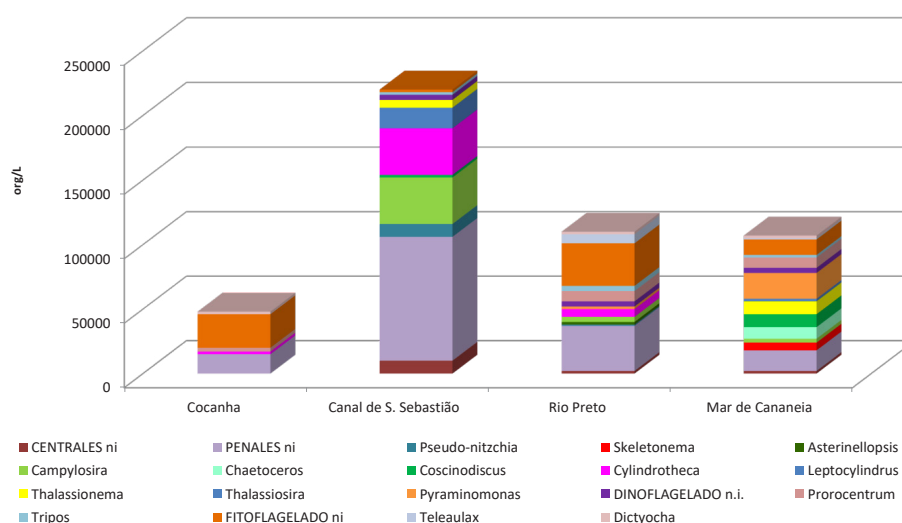
As amostragens foram realizadas em superfície, sendo efetuadas análises quantitativas (identificação e quantificação do número de organismos na amostra de água bruta) e qualitativas (identificação, com busca ativa de organismos nocivos na amostra concentrada em rede de 20 µm, a partir de um volume de 10 litros).

Com relação aos resultados das análises quantitativas de 2021, houve dominância de Diatomáceas no ponto de São Sebastião e no mar de Cananeia. Já o grupo dos fitoflagelados foi dominante no ponto situado em Cocanha e o segundo mais abundante, nos pontos situados no Rio Preto e mar de Cananeia (Gráfico 3.1).

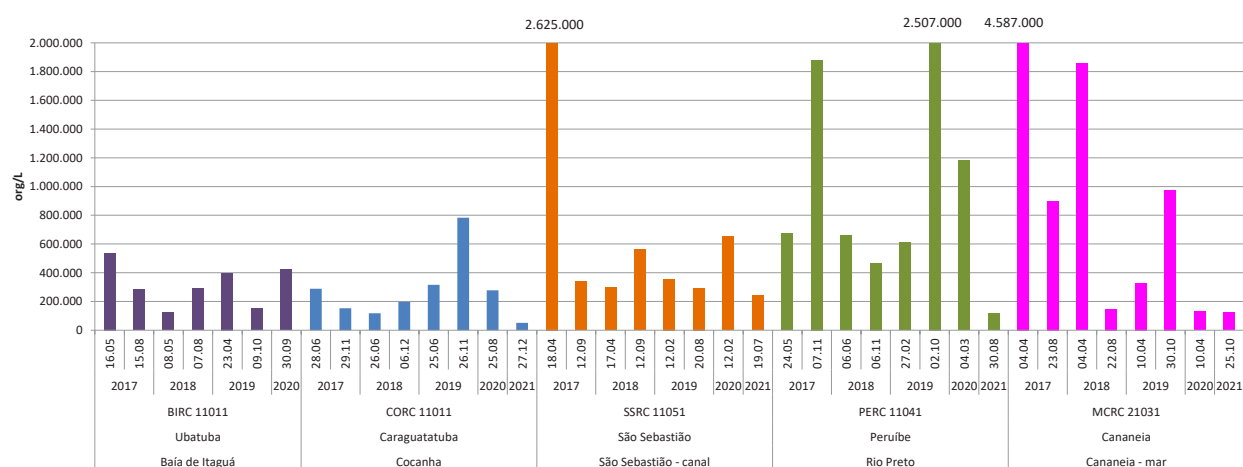
Gráfico 3.1 – Porcentagem da densidade de organismos fitoplanctônicos por grupos nos pontos amostrados em 2021



Constatou-se, ainda, maior densidade no ponto do canal de São Sebastião (240.000 céls/L). Nesse ponto, aproximadamente 40% da densidade pertenceu a Diatomáceas Penadas não identificadas (*Penales ni*). A identificação de Diatomáceas requer, de modo geral, análise de forma, dimensão, detalhes da ornamentação das carapaças e tipos e quantidades de estruturas internas dessa carapaça. As duas primeiras variáveis são mais fáceis de observar que as outras, dificultando a identificação mais refinada.

Gráfico 3.2 – Densidades de organismos fitoplanctônicos e distribuição por táxon, nos pontos amostrados em 2021

Na avaliação dos resultados obtidos nos últimos cinco anos, as análises mostraram que, de modo geral, em 2021 foram obtidas as menores densidades do histórico desse período de amostragem (Gráfico 3.3).

Gráfico 3.3 – Densidades totais de organismos fitoplanctônicos (org.L⁻¹) por ponto e por ano (2017-2021)

A densidade e a composição da comunidade fitoplanctônica são influenciadas pelas correntes marítimas e por uma série de fatores físicos, químicos e climáticos que, de modo geral, ocorrem conjuntamente. Como em 2021 as amostragens foram realizadas apenas em um período do segundo semestre, sendo que o mês de coleta ainda variou bastante de ponto para ponto, essa diminuição da densidade pode ter sido ocasionada por múltiplos fatores, não sendo possível encontrar uma causa comum.

Em relação à composição da comunidade ao longo desses cinco anos de monitoramento, é possível verificar que na maior parte dos casos, houve alternância de dominância entre Diatomáceas e Fitoflagelados (Gráfico 3.4).

A predominância de Diatomáceas (Figura 3.1) 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. Apresentam alta resistência física e química, sendo bem-sucedidos ecologicamente (ALMEIDA *et al.*, 2020).

Gráfico 3.4 – Porcentagem da densidade dos principais grupos da comunidade por ponto e por ano

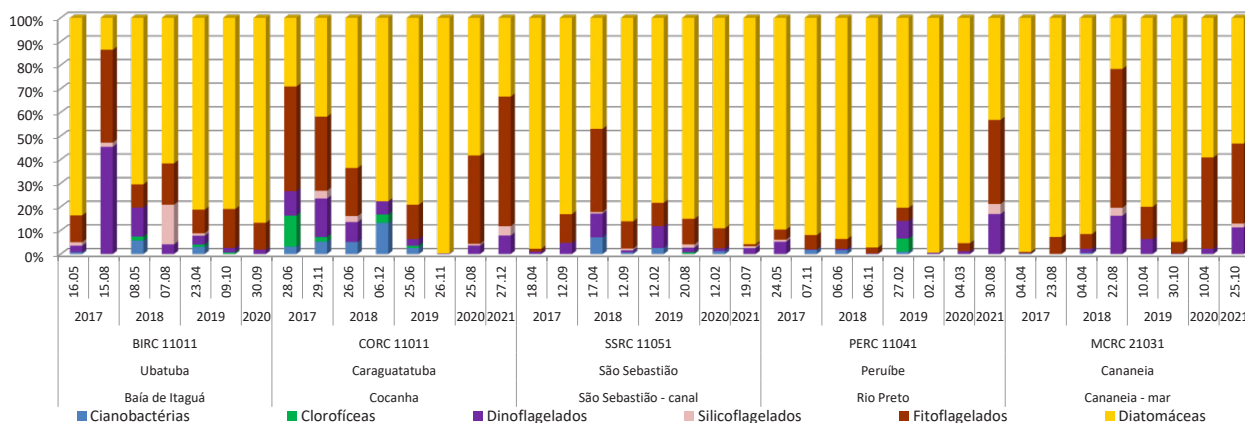


Figura 3.1 – Fotos de Diatomáceas

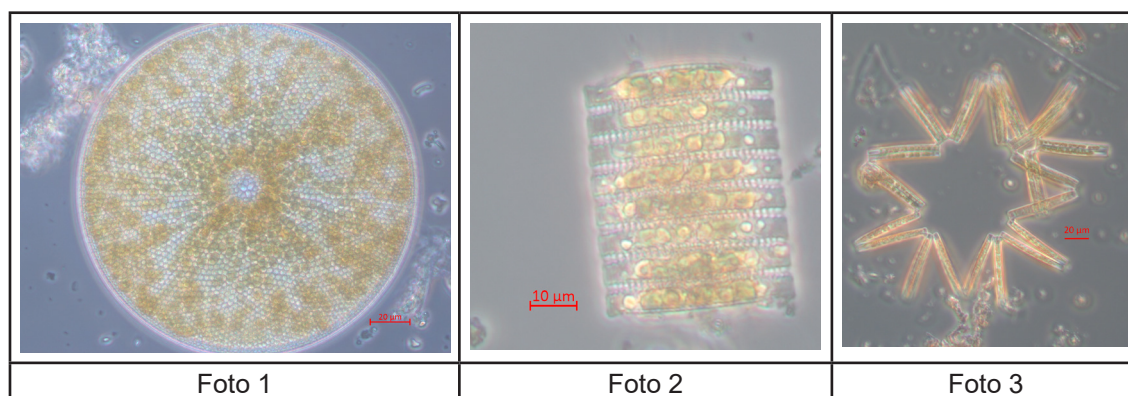


Foto 1 – *Coscinodiscus* sp (200X); Foto 2 – *Campylosira* sp (400X); Foto 3 – *Thalassionema nitzschioides* sp (400X). Fotos de Luciana H. M. Lerche e Denise Amazonas.

Já o grupo dos fitoflagelados apresenta vantagens em relação aos demais membros da comunidade fitoplanctônica devido à 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).

Organismos potencialmente tóxicos

Análise qualitativa foi realizada com o objetivo de buscar a presença de organismos potencialmente produtores de biotoxinas. A presença desses organismos nos diferentes pontos consta do Quadro 3.1.

Quadro 3.1 – Presença de microalgas potencialmente produtoras de biotoxinas nas análises qualitativas em 2021

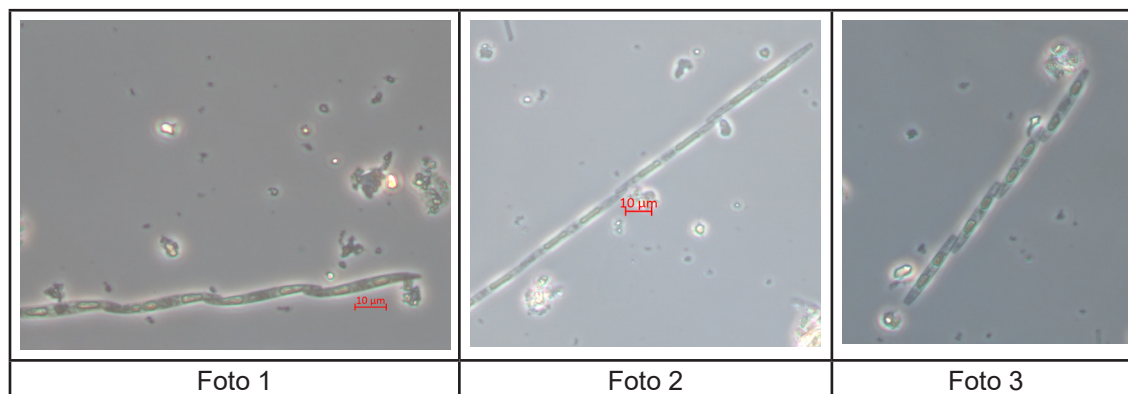
	Cocanha	Canal de São Sebastião	Rio Preto	Mar de Cananeia
Data da coleta	06.10.2021	19.07.2021	06.07.2021	22.09.2021
DIATOMÁCEAS				
<i>Pseudo-nitzschia</i> spp	X	X	X	-
DINOFLAGELADOS				
<i>Dinophysis</i>	X	-	-	X
<i>Prorocentrum</i>	X	X	X	X

Nota: (X): presença (-): ausência

Os gêneros citados no Quadro 3.1, quando em elevadas densidades, podem causar problemas, principalmente em áreas de cultivo ou extração 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.

As Diatomáceas do gênero *Pseudo-nitzschia* (Figura 3.2) 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 necessária microscopia de varredura. Entretanto, a identificação e quantificação em nível de gênero já é suficiente para estabelecer a presença de risco.

Figura 3.2 – Fotos de organismos do gênero *Pseudo-nitzschia*



(Fotos de Luciana H. M. Lerche e Denise Amazonas)

Das 37 espécies de *Pseudo-nitzschia* conhecidas, 14 foram relatadas como produtoras de ácido domóico - DA. É importante relatar que a produção de biotoxinas não depende apenas de sua capacidade de produzir e liberar esses compostos para a água, mas também envolve fatores físicos e químicos ambientais (LELONG *et al.*, 2012). Em 2021, esses organismos foram quantificados apenas no Rio Preto (1.000 org.L⁻¹) e no canal de São Sebastião (10.000 org.L⁻¹).

Os dinoflagelados do gênero *Dinophysis* (Figura 3.3), também potencialmente nocivos, produtores de DSP (*Diarrhetic Shellfish Poisoning*, Intoxicação Diarreica por Molusco) (MIOTTO & TAMANAHA, 2012), foram detectados nas amostras qualitativas em baixas densidades em 2021, no ponto do mar de Cananeia e na Cocanha, não sendo quantificado em nenhum dos pontos. Em 2020, esse gênero foi encontrado em três pontos (Cocanha, Canal de São Sebastião e Mar de Cananeia).

Figura 3.3 – Fotos de organismos do gênero *Dinophysis*

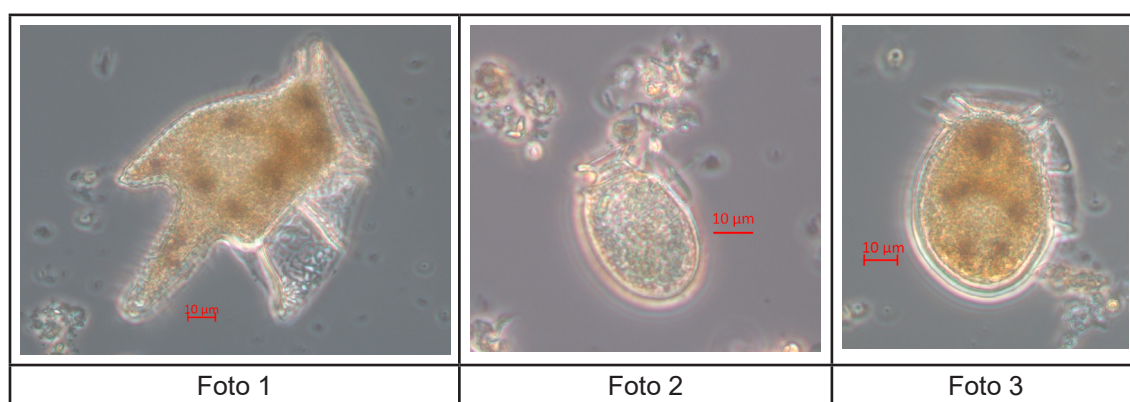


Foto 1: *D. tripos*; Foto 2: *D. acuminata*; Foto 3: *D. fortii*. Aumento de 400x. Fotos de Luciana H. M. Lerche e Denise Amazonas.

Os dinoflagelados do gênero *Prorocentrum* (Figura 3.4) associado a produção de ácido ocadaico (OA) e dinofisistoxinas (DTXs) foram encontrados em todas as amostragens qualitativas. Sua quantificação na amostra de água bruta ocorreu em todos os pontos, com valores que variaram de 800 a 8.000 org.L⁻¹.

Figura 3.4 – Fotos de organismos do gênero *Prorocentrum*

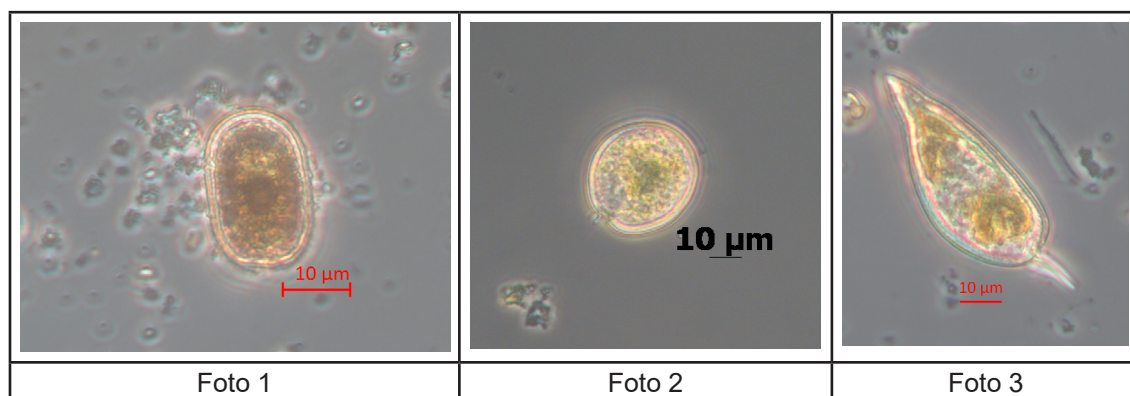


Foto 1: *P. Lima*; Foto 2: *Prorocentrum* sp; Foto 3: *P. gracile*. Aumento de 400x. Fotos de Luciana H. M. Lerche e Denise Amazonas.

Das 60 espécies descritas para esse gênero, ao menos nove espécies bentônicas são consideradas potencialmente produtoras dessas 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 foi encontrada nas amostras de monitoramento da CETESB coletadas no ponto situado no Mar de Cananeia em setembro em 2021. A densidade de organismos encontrada foi de aproximadamente 1000 org./ L⁻¹.

Intensificação do monitoramento

A CETESB também realiza, quando necessário, amostragens para análise da identificação e quantificação de organismos fitoplanctônicos, em locais que não integram os pontos habituais da rede costeira. Isso ocorre quando técnicos da CETESB encontram manchas ou indícios de florações nas praias do litoral durante as coletas de balneabilidade, ou quando há denúncias da população sobre essas ocorrências nas praias, ou ainda em áreas de cultivo/extrativismo de moluscos bivalves. Nesses casos, dependendo das densidades encontradas, medidas preventivas para proteção da saúde pública são iniciadas, conforme estabelecido no Plano de Contingência intersecretarial que envolve ações integradas da Secretaria de Infraestrutura e Meio Ambiente (SIMA), Secretaria de Agricultura e Abastecimento (SAA) e Secretaria Estadual da Saúde (SES) para o gerenciamento dos riscos associados a florações de microalgas tóxicas em águas do litoral paulista (São Paulo, 2021).

Em 2021, não foram realizadas amostragens intensificadas em regiões de cultivo ou extração de moluscos por não ter sido registrada nenhuma ocorrência que ensejasse tal ação por parte da CETESB.

Entretanto, em setembro de 2021, foi constatada a ocorrência de uma mancha de coloração escura na água do mar da praia de Boraceia em São Sebastião. Desse modo, foi realizada uma coleta no local e o resultado da análise microscópica evidenciou uma floração de Diatomáceas do gênero *Asterionellopsis*.

Figura 3.5 – Fotos de organismos do gênero *Asterionellopsis*

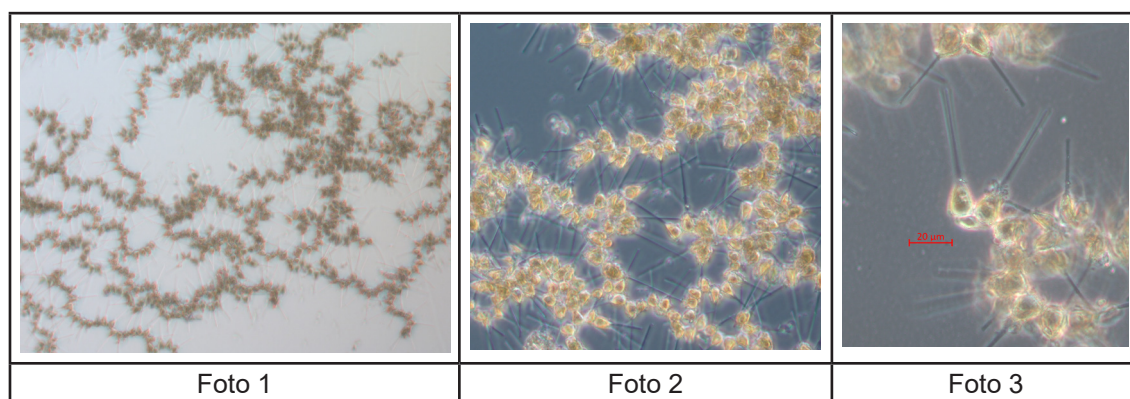


Foto 1: Microscópio Óptico Zeiss no aumento de 100X. Foto 2: Microscópio Óptico Zeiss no aumento de 200X. Foto 3: Microscópio Óptico Zeiss no aumento de 400X. Fotos de Luciana H. M. Lerche.

Esse gênero de Diatomácea é um componente importante da comunidade fitoplanctônica, apresentando altas taxas de crescimento e sendo capaz de formar extensas cadeias espiraladas. Apesar de não ter sido possível confirmar, possivelmente tratou-se da espécie *Asterionellopsis glacialis* que possui adaptações fisiológicas que lhe permite sobreviver em zonas de alta energia, como a zona de arrebenção das praias, até regiões próximas ao fundo do mar. Apesar de não ser um organismo produtor de biotoxinas, quando em elevadas densidades pode causar problemas na qualidade da água, alterando a coloração e provocando espumas (PROCOPIAK *et al.*, 2006).

3.4 Índices de Qualidade dos Sedimentos e Granulometria

3.4.1 Classificação ecotoxicológica dos sedimentos

Em 2021, os ensaios ecotoxicológicos agudos foram realizados apenas com o anfípoda marinho *Grandidierella bonnieroides*, somente em cinco áreas, com amostras coletadas durante o segundo semestre. A redução nos pontos monitorados ocorreu em virtude das limitações impostas pela pandemia de COVID-19. As classificações ecotoxicológicas dos sedimentos nas áreas monitoradas estão apresentadas na Tabela 3.3.

Tabela 3.3 – Qualidade ecotoxicológica dos sedimentos em 2021

Regiões	Área	Ensaio ecotoxicológicos		
		2º semestre		
		1	2	3
Litoral Norte	Saco da Ribeira			
	Tabatinga			
	Cocanha			
Litoral Sul	Mar Pequeno			
	Mar de Cananeia			

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

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

3.4.2 Classificação microbiológica dos sedimentos

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

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 Canal de Santos e no Emissário de Santos.

Tabela 3.4 – Classificação da qualidade microbiológica dos sedimentos dos pontos da rede costeira para 2021. Baseada na concentração de Coliformes Termotolerantes (NMP/100mL) e *Clostridium perfringens* (NMP/100mL)

Campanha - 2021	PONTOS					
	1		2		3	
ÁREA	coliformes termotolerantes (NMP/100g)	<i>Clostridium perfringens</i> (NMP/100g)	coliformes termotolerantes (NMP/100g)	<i>Clostridium perfringens</i> (NMP/100g)	coliformes termotolerantes (NMP/100g)	<i>Clostridium perfringens</i> (NMP/100g)
Picinguaba	18	310	18	1.300	18	230
Baía de Itaguá	18	7.900	18	7.900	18	700
Saco da Ribeira	*	*	18	4.600	*	*
Tabatinga	*	*	18	330	*	*
Cocanha	*	*	18	490	*	*
Baía de Caraguatatuba	18	330	18	330	18	1.300
Canal de São Sebastião	18	3.300	18	4.900	460	33.000
Canal de São Sebastião (P4 e P5)	*	*	18	2.300	18	23.000
Barra do Una	*	*	18	330	*	*
Rio Itagaré	*	*	18	330	*	*
Canal de Bertioga	20	49.000	2.400	79.000	92	4.900
Canal de Santos	16.000	33.000	*	240.000	230	49.000
Canal de Piaçaguera	490	4.900	490	22.000	460	13.000
Canal de São Vicente	1.100	130.000	1.300	49.000	700	70.000
Emissário do Guarujá	20	14.000	78	33.000	1.300	11.000
Emissário de Santos	490	13.000	13.000	3.300	7.900	4.900
Emissário de Praia Grande 1	330	33.000	330	3.300	1.300	33.000
Rio Itanhaém	18	230	20	490	68	230
Rio Preto	20	1.300	93	3.300	18	13.000
Mar Pequeno	*	*	4.900	17.000	*	*
Mar de Cananeia	*	*	18	230	*	*

* 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.

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

Área	Ponto	(%)		
		Areia	Silte	Argila
PICINGUABA	1	96,0	4,1	0,0
	2	97,9	2,1	0,0
	3	99,5	0,5	0,0
BAÍA DE ITAGUÁ	1	38,3	40,5	21,3
	2	44,1	42,3	13,6
	3	92,5	5,3	2,2
SACO DA RIBEIRA	1	43,6	24,0	32,4
	2	22,7	30,3	47,1
	3	45,3	51,2	3,5
TABATINGA	1	89,6	9,6	0,9
	2	91,4	8,7	0,0
	3	90,2	8,4	1,4
COCANHA	1	84,5	15,5	0,0
	2	75,0	24,8	0,2
	3	84,3	9,8	5,9
BAÍA DE CARAGUATATUBA	1	85,9	14,1	0,0
	2	*	*	*
	3	83,8	9,5	6,8
CANAL DE S. SEBASTIÃO	1	62,9	15,9	21,1
	2	39,0	28,9	32,1
	3	82,2	11,6	6,2
	4	75,9	17,4	6,8
	5	28,8	44,4	26,8
BARRA DO UNA	1	95,6	4,4	0,0
	2	95,7	4,3	0,0
	3	99,4	0,6	0,0
RIO ITAGUARÉ	1	97,6	2,4	0,0
	2	98,1	1,9	0,0
	3	97,8	2,2	0,0
CANAL DE BERTIOGA	1	19,3	34,7	46,0
	2	81,0	11,4	7,6
	3	84,0	8,4	7,6
CANAL DE SANTOS	1	85,4	9,2	5,4
	2	84,5	9,2	6,3
	3	14,3	33,5	52,1

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

Área	Ponto	(%)		
		Areia	Silte	Argila
CANAL DE PIAÇAGUERA	1	46,8	27,6	25,6
	2	27,3	29,0	43,7
	3	37,5	29,2	33,3
CANAL DE S. VICENTE	1	98,9	1,1	0,0
	2	99,6	0,4	0,0
	3	30,9	24,3	44,8
LAJE DE SANTOS	1	–	–	–
	2	–	–	–
	3	–	–	–
EMISSÁRIO DO GUARUJÁ	1	72,2	21,7	6,2
	2	62,3	28,0	9,8
	3	46,7	32,9	20,4
	4	–	–	–
EMISSÁRIO DE SANTOS	1	97,8	0,0	2,2
	2	97,5	0,0	2,6
	3	97,8	0,0	2,2
	4	–	–	–
EMISSÁRIO DE P GRANDE	1	40,0	28,7	31,4
	2	78,7	7,5	13,8
	3	30,2	34,6	35,2
	4	–	–	–
RIO ITANHAÉM	1	–	–	–
	2	–	–	–
	3	–	–	–
RIO PRETO	1	–	–	–
	2	–	–	–
	3	–	–	–
MAR PEQUENO	1	88,0	7,6	4,4
	2	100,0	0,0	0,0
	3	19,2	35,5	45,3
MAR DE CANANEIA	1	83,0	8,8	8,2
	2	100,0	0,0	0,0
	3	91,5	4,8	3,7

Arenoso
 Siltoso
 Argiloso
 (–) Análise não realizada

3.5 Avaliação da Qualidade Ambiental das Áreas

A seguir são discutidos os resultados de qualidade de água e sedimentos obtidos em 2021 nas 20 áreas monitoradas em apenas uma campanha. Conforme explicado no Capítulo 2, para os cálculos como médias e índice de qualidade, nos casos em que a concentração de determinado parâmetro estava abaixo do limite de quantificação (LQ), foi utilizado o próprio LQ da análise química realizada. Os valores de máximo e mínimo iguais observados principalmente nos grupos dos HPAs e metais em sedimento e com menor frequência no fósforo, nitrogênio amoniacal e fenóis totais em água indicam que as concentrações são inferiores ao limite de quantificação para a análise.

Os resultados do IQAC encontram-se na Tabela 3.1, no início deste capítulo.

3.5.1 Picinguaba

Qualidade da água

A área de Picinguaba não apresentou ocorrência de não conformidades e foi classificada como Ótima segundo o IQAC (Tabela 3.6).

Em relação à eutrofização, em junho de 2021, as concentrações de clorofila *a* (Tabela 3.2) variaram de Oligotrófico (Pontos 1 e 2) a Mesotrófico (Ponto 3). Segundo o Índice de Estado Trófico Costeiro - IETC, a média anual indicou ambiente Oligotrófico, mantendo a mesma condição trófica observada desde 2018.

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	min	máx	% NC	Média aritmética 2021	Média aritmética 2016 a 2020
Campo							
OD	mg/L	6,00	6,21	7,07	0%	6,67	6,89
pH		6,5 a 8,5	7,70	8,20	0%	8,05	8,00
Salinidade	ppt		34,61	35,65		35,36	34,85
Temperatura da Água	°C		22,8	23,8		23,0	23,4
Turbidez	UNT		1,0	12,3		3,2	2,2
Nutrientes							
Carbono Orgânico Total	mg/L	3	1,60	2,20	0%	1,97	1,72
Fósforo Total	mg/L	0,062**	0,070	0,070	0%	0,07	0,07
Nitrogênio Amoniacal Total	mg/L	0,4	0,10	0,14	0%	0,11	0,18
Nitrogênio Kjeldahl Total	mg/L		1,00	1,85		1,09	0,86
Outros							
Clorofila <i>a</i>	µg/L	2,5***	0,56	1,34	0%	0,73	0,92
Fenóis Totais	mg/L	0,06	0,003	0,003	0%	0,003	0,003
Microbiológicos							
Enterococos	UFC/100mL	100	1	7	0%	1	1

■ Médias geométricas

■ Sem padrão legal

** o cálculo de não conformidades foi realizado com o valor do LQ de 0,07 mg/L

*** o valor de referência para Clorofila *a* é o limite máximo para classe Mesotrófica do IETC

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 2021. 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		min	máx	% NC (resultados acima de ISQG)	Média aritmética 2021	Média aritmética 2016 a 2020
Nutrientes								
Fósforo Total	mg/kg	500*		109	229	0%	155	202
Nitrogênio Kjeldahl Total	mg/kg	1000*		171	446	0%	316	399
Potencial Redox	mV			13	20		15	-35
Orgânicos								
Carbono Orgânico Total	%	1,3*		0,09	0,4	0%	0,22	0,49
Fenóis Totais	mg/kg			2,0	2,1		2,03	2,96
Óleos e Graxas Totais	mg/kg			350	350		350	350
Hidrocarbonetos Arom. Polinucleares		ISQG	PEL					
2-metilnaftaleno	µg/kg	20,2	201	20,00	20,00	0%	20,00	20,00
Acenafteno	µg/kg	6,71	88,9	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	46,9	245	20,00	20,00	0%	20,00	20,00
Benzo(a)antraceno	µg/kg	74,8	693	20,00	20,00	0%	20,00	20,00
Benzo(a)pireno	µg/kg	88,8	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			20,00	20,00		20,00	80,00
Benzo(k)fluoranteno	µg/kg			30,00	30,00		30,00	30,00
Criseno	µg/kg	108	846	20,00	20,00	0%	20,00	20,00
Dibenzo(a,h)antraceno	µg/kg	6,22	135	6,00	6,00	0%	6,00	6,00
Fenantreno	µg/kg	86,7	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	21,2	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			3161	8520		6078	6698
Arsênio Total	mg/kg	7,24	41,6	2,5	4,4	0%	3,30	6,05
Cádmio Total	mg/kg	0,7	4,2	0,5	0,5	0%	0,50	0,46
Chumbo Total	mg/kg	30,2	112	5,0	8,7	0%	6,54	7,80
Cobre Total	mg/kg	18,7	108	4,0	4,5	0%	4,16	4,49
Cromo Total	mg/kg	52,3	160	6,6	13,5	0%	10,37	9,95
Estanho Total	mg/kg			5,0	5,0		5,00	4,37
Ferro Total	mg/kg			4288	8945		7025	6976
Mercúrio Total	mg/kg	0,13	0,7	0,01	0,01	0%	0,01	0,01
Níquel Total	mg/kg	15,9	42,8	1,5	3,7	0%	2,66	3,54
Zinco Total	mg/kg	124	271	7,27	15,9	0%	12,22	13,37

■ Sem padrão legal

* valores de referência adotados pela CETESB, vide metodologia no Capítulo 2.

3.5.2 Baía de Itaguá

Qualidade da água

A Baía de Itaguá foi classificada como Boa em 2021 segundo o IQAC devido a não conformidades de OD e Clorofila. O ambiente abrigado e com poucas correntes contribui para o acúmulo de substâncias na massa de água como é possível observar pelas características do sedimento. Segundo o IETC, em junho de 2021, as concentrações de clorofila *a* (Tabela 3.2) indicaram condições Oligotrófica (Ponto 2) e Eutrófica (Pontos 1 e 3). A média anual indicou condição Mesotrófica, mantendo a condição trófica observada desde o ano 2016.

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	min	máx	% NC	Média aritmética 2021	Média aritmética 2016 a 2020
Campo							
OD	mg/L	6,00	5,45	7,32	44%	6,46	6,80
pH		6,5 a 8,5	7,30	8,20	0%	7,99	7,97
Salinidade	ppt		34,53	35,39		35,14	34,56
Temperatura da Água	°C		22,8	23,2		23,1	23,5
Turbidez	UNT		1,0	8,4		2,9	2,6
Nutrientes							
Carbono Orgânico Total	mg/L	3	2,30	2,80	0%	2,53	1,96
Fósforo Total	mg/L	0,062**	0,070	0,070	0%	0,07	0,07
Nitrogênio Amoniacal Total	mg/L	0,4	0,10	0,10	0%	0,10	0,18
Nitrogênio Kjeldahl Total	mg/L		1,00	1,00		1,00	0,79
Outros							
Clorofila <i>a</i>	µg/L	2,5***	0,80	3,47	50%	2,23	1,43
Fenóis Totais	mg/L	0,06	0,003	0,003	0%	0,003	0,003
Microbiológicos							
Enterococos	UFC/100mL	100	1	2	0%	1	1

■ Médias geométricas

■ Sem padrão legal

** o cálculo de não conformidades foi realizado com o valor do LQ de 0,07 mg/L

*** o valor de referência para Clorofila *a* é o limite máximo para classe Mesotrófica do IETC

Qualidade dos sedimentos

Com relação à qualidade dos sedimentos, predominantemente finos à exceção do ponto 3, os valores de potencial redox negativos e as concentrações de nutrientes elevadas (COT, NKT e fósforo nos pontos 1 e 2) 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 2021 observou-se uma ocorrência de chumbo (30,9 mg/L no ponto 2) ligeiramente superior ao valor de ISQG (30,2 mg/L) similar ao comportamento histórico do local. A presença de muitas marinas e embarcações contribui para a presença de algumas substâncias potencialmente contaminantes no local, mas as concentrações geralmente se mantêm abaixo dos valores orientadores e ocorrências pontuais podem ocorrer ao longo do monitoramento. Os HPAs apresentaram resultados das amostras sempre abaixo do Limite de Quantificação.

Conforme o critério de classificação microbiológico, todos os pontos foram considerados Ótimos, com base nos indicadores coliformes termotolerantes e *C. Perfringens* (Tabela 3.4).

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

Parâmetro	Unidade	Padrão CCME, 2002		mín	máx	% NC (resultados acima de ISQG)	Média aritmética 2021	Média aritmética 2016 a 2020
Nutrientes								
Fósforo Total	mg/kg	500*		424	561	67%	508	572
Nitrogênio Kjeldahl Total	mg/kg	1000*		528	2030	67%	1477	1498
Potencial Redox	mV			-148	-76		-105	-147
Orgânicos								
Carbono Orgânico Total	%	1,3*		0,61	2,0	67%	1,44	1,53
Fenóis Totais	mg/kg			2,2	3,6		3,12	3,12
Óleos e Graxas Totais	mg/kg			350	436		399	425
Hidrocarbonetos Arom. Polinucleares		ISQG	PEL					
2-metilnaftaleno	µg/kg	20,2	201	20,00	20,00	0%	20,00	20,00
Acenafteno	µg/kg	6,71	88,9	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	46,9	245	20,00	20,00	0%	20,00	20,00
Benzo(a)antraceno	µg/kg	74,8	693	20,00	20,00	0%	20,00	20,00
Benzo(a)pireno	µg/kg	88,8	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			20,00	20,00		20,00	80,00
Benzo(k)fluoranteno	µg/kg			30,00	30,00		30,00	30,00
Criseno	µg/kg	108	846	20,00	20,00	0%	20,00	20,00
Dibenzo(a,h)antraceno	µg/kg	6,22	135	6,00	6,00	0%	6,00	6,00
Fenantreno	µg/kg	86,7	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	21,2	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			11630	46285		33897	29284
Arsênio Total	mg/kg	7,24	41,6	6,1	11,8	67%	9,22	12,28
Cádmio Total	mg/kg	0,7	4,2	0,5	0,5	0%	0,50	0,50
Chumbo Total	mg/kg	30,2	112	8,7	30,9	33%	23,10	22,01
Cobre Total	mg/kg	18,7	108	4,0	10,0	0%	7,97	7,12
Cromo Total	mg/kg	52,3	160	13,0	40,6	0%	31,10	27,22
Estanho Total	mg/kg			5,0	5,0		5,00	4,43
Ferro Total	mg/kg			12757	32708		25907	24707
Mercúrio Total	mg/kg	0,13	0,7	0,01	0,08	0%	0,04	0,02
Níquel Total	mg/kg	15,9	42,8	3,9	13,9	0%	10,52	10,27
Zinco Total	mg/kg	124	271	18,9	67,4	0%	50,87	49,83

■ Sem padrão legal

* valores de referência adotados pela CETESB, vide metodologia no Capítulo 2.

3.5.3 Saco da Ribeira

Qualidade da água

Não foram identificadas não conformidades no compartimento água na região em 2021 conferindo-lhe a classificação Ótima conforme a média do IQAC (Tabela 3.10). No caso dos metais e HPAs os resultados das amostras estiveram sempre abaixo do Limite de Quantificação.

Segundo o IETC, em outubro de 2021, as concentrações de clorofila *a* (Tabela 3.2) indicaram condição Mesotrófica para todos os pontos, com média anual indicando ambiente Mesotrófico, ou em processo de eutrofização. Classificação mantida desde 2019, embora tenha sido observado aumento dos valores das concentrações de clorofila *a* ao longo desse período.

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 2021	Média aritmética 2016 a 2020
Campo							
OD	mg/L	6,00	6,26	6,86	0%	6,57	7,09
pH		6,5 a 8,5	7,30	8,20	0%	7,93	7,87
Salinidade	ppt		35,02	35,55		35,28	35,03
Temperatura da Água	°C		22,7	23,6		23,3	23,0
Turbidez	UNT		1,4	20,0		5,5	2,4
Nutrientes							
Carbono Orgânico Total	mg/L	3	1,60	2,30	0%	1,97	1,40
Fósforo Total	mg/L	0,062**	0,070	0,070	0%	0,07	0,06
Nitrogênio Amoniacal Total	mg/L	0,4	0,10	0,14	0%	0,11	0,13
Nitrogênio Kjeldahl Total	mg/L		0,50	0,50		0,50	1,00
Outros							
Clorofila <i>a</i>	µg/L	2,5***	1,22	2,25	0%	1,73	1,08
Fenóis Totais	mg/L	0,06	0,003	0,003	0%	0,003	0,003
Microbiológicos							
Enterococos	UFC/100mL	100	1	9	0%	4	4

■ Médias geométricas

■ Sem padrão legal

** o cálculo de não conformidades foi realizado com o valor do LQ de 0,07 mg/L

*** o valor de referência para Clorofila *a* é o limite máximo para classe Mesotrófica do IETC

Qualidade dos sedimentos

Observa-se na região, a presença de metais (chumbo e cobre) acima do limite de ISQG em consonância com o comportamento histórico, provavelmente devido à presença de marinas e ao tráfego de embarcações. As concentrações de nutrientes também se mantiveram altas com não conformidade para todos os nutrientes monitorados no ponto 2 e COT no ponto 1 mas apresentaram médias menores em relação ao quinquênio 2016-2020. É importante notar que se trata de uma baía, com hidrodinâmica que não favorece a dispersão da contribuição continental e com granulometria fina (Tabela 3.5) que confere ao local uma tendência de acúmulo de substâncias além da grande atividade náutica.

O ensaio ecotoxicológico com a amostra de sedimento do ponto 2 dessa área, no segundo semestre, indicou qualidade Ótima para esse ambiente (Tabela 3.3) como observado nos últimos quatro anos.

O ponto 2 apresentou concentrações de As (12,6 mg/kg), Pb (38,4 mg/kg) e Cu (29,4 mg/kg) acima de ISQG, no entanto, esses contaminantes provavelmente não estavam biodisponíveis para causar efeito tóxico sobre os organismos-teste. No caso dos HPAs os resultados das amostras estiveram sempre abaixo do Limite de Quantificação.

Quanto ao aspecto microbiológico, o ponto 2 foi classificado como Ótimo para coliformes termotolerantes e *Clostridium perfringens* (Tabela 3.4).

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

Parâmetro	Unidade	Padrão CCME, 2002		min	máx	% NC (resultados acima de ISQG)	Média aritmética 2021	Média aritmética 2016 a 2020
Nutrientes								
Fósforo Total	mg/kg	500*		374	643	50%	509	665
Nitrogênio Kjeldahl Total	mg/kg	1000*		624	1662	50%	1143	1581
Potencial Redox	mV			-133	-56		-103	-111
Orgânicos								
Carbono Orgânico Total	%	1,3*		0,43	1,7	67%	1,14	1,45
Fenóis Totais	mg/kg			2,4	4,0		3,20	3,87
Óleos e Graxas Totais	mg/kg			350	350		350	374
Hidrocarbonetos Arom. Polinucleares		ISQG	PEL					
2-metilnaftaleno	µg/kg	20,2	201	20,00	20,00	0%	20,00	20,00
Acenafteno	µg/kg	6,71	88,9	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	46,9	245	20,00	20,00	0%	20,00	20,00
Benzo(a)antraceno	µg/kg	74,8	693	20,00	20,00	0%	20,00	20,64
Benzo(a)pireno	µg/kg	88,8	763	10,00	10,00	0%	10,00	14,22
Benzo(b)fluoranteno	µg/kg			20,00	20,00		20,00	24,92
Benzo(g,h,i)perileno	µg/kg			20,00	20,00		20,00	80,00
Benzo(k)fluoranteno	µg/kg			30,00	30,00		30,00	30,00
Criseno	µg/kg	108	846	20,00	20,00	0%	20,00	20,51
Dibenzo(a,h)antraceno	µg/kg	6,22	135	6,00	6,00	0%	6,00	6,00
Fenantreno	µg/kg	86,7	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	21,2	144	15,00	15,00	0%	15,00	15,00
Indeno(1,2,3-cd)pireno	µg/kg			20,00	20,00		20,00	21,01
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	21,18
Metais		ISQG	PEL					
Alumínio Total	mg/kg			21802	57775		39789	40482
Arsênio Total	mg/kg	7,24	41,6	8,2	12,6	100%	10,39	11,00
Cádmio Total	mg/kg	0,7	4,2	0,5	0,5	0%	0,50	0,42
Chumbo Total	mg/kg	30,2	112	15,2	38,4	50%	26,80	30,56
Cobre Total	mg/kg	18,7	108	4,3	29,4	50%	16,84	28,20
Cromo Total	mg/kg	52,3	160	22,9	40,6	0%	31,75	30,19
Estanho Total	mg/kg			5,0	5,0		5,00	4,97
Ferro Total	mg/kg			20024	35864		27944	31072
Mercurio Total	mg/kg	0,13	0,7	**	**	**	**	0,07
Níquel Total	mg/kg	15,9	42,8	6,4	15,3	0%	10,84	10,71
Zinco Total	mg/kg	124	271	37,9	97,9	0%	67,90	85,76

■ Sem padrão legal

* valores de referência adotados pela CETESB, vide metodologia no Capítulo 2

** análise não realizada.

3.5.4 Tabatinga

Qualidade da água

A área não apresentou ocorrências de não conformidades com os padrões de qualidade e em 2021 foi classificada como Ótima segundo o IQAC. Para os metais e HPAs os resultados das amostras estiveram sempre abaixo do Limite de Quantificação.

Segundo o IETC, em outubro 2021, as concentrações de clorofila *a* (Tabela 3.2) indicaram condições que variaram de Oligotrófico (Ponto 2) a Mesotrófica (Pontos 1 e 3) tendo sido classificada pela média anual como Mesotrófica, ou em processo de eutrofização, classificação mantida desde 2015.

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

Parâmetro	Unidade	Padrão classe 1 águas salinas Res. CONAMA nº 357/05	mín	máx	% NC	Média aritmética 2021	Média aritmética 2016 a 2020
Campo							
OD	mg/L	6,00	6,96	7,33	0%	7,14	7,22
pH		6,5 a 8,5	7,80	8,10	0%	8,03	7,92
Salinidade	ppt		33,98	35,07		34,84	34,80
Temperatura da Água	°C		22,8	23,2		23,0	23,0
Turbidez	UNT		1,4	5,8		3,7	3,6
Nutrientes							
Carbono Orgânico Total	mg/L	3	1,70	2,80	0%	2,09	1,61
Fósforo Total	mg/L	0,062**	0,070	0,070	0%	0,07	0,06
Nitrogênio Amoniacal Total	mg/L	0,4	0,10	0,11	0%	0,10	0,12
Nitrogênio Kjeldahl Total	mg/L		0,50	0,50		0,50	1,00
Outros							
Clorofila <i>a</i>	µg/L	2,5***	0,56	2,25	0%	1,31	1,41
Fenóis Totais	mg/L	0,06	0,003	0,003	0%	0,003	0,003
Microbiológicos							
Enterococos	UFC/100mL	100	1	26	0%	3	3

■ Médias geométricas

■ Sem padrão legal

** o cálculo de não conformidades foi realizado com o valor do LQ de 0,07 mg/L

*** o valor de referência para Clorofila *a* é o limite máximo para classe Mesotrófica do IETC

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 2021.

A avaliação ecotoxicológica da amostra de sedimento do ponto 2 dessa área 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 o ponto 2 como Ótimo (Tabela 3.4).

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

Parâmetro	Unidade	Padrão CCME, 2002		min	máx	% NC (resultados acima de ISQG)	Média aritmética 2021	Média aritmética 2016 a 2020
Nutrientes								
Fósforo Total	mg/kg	500*		141	185	0%	163	218
Nitrogênio Kjeldahl Total	mg/kg	1000*		123	363	0%	243	423
Potencial Redox	mV			-55	48		6	-75
Orgânicos								
Carbono Orgânico Total	%	1,3*		0,11	0,4	0%	0,28	0,39
Fenóis Totais	mg/kg			2,0	2,2		2,09	2,13
Óleos e Graxas Totais	mg/kg			350	350		350	350
Hidrocarbonetos Arom. Polinucleares								
2-metilnaftaleno	µg/kg	20,2	201	20,00	20,00	0%	20,00	20,00
Acenafteno	µg/kg	6,71	88,9	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	46,9	245	20,00	20,00	0%	20,00	20,00
Benzo(a)antraceno	µg/kg	74,8	693	20,00	20,00	0%	20,00	20,00
Benzo(a)pireno	µg/kg	88,8	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			20,00	20,00		20,00	80,00
Benzo(k)fluoranteno	µg/kg			30,00	30,00		30,00	30,00
Criseno	µg/kg	108	846	20,00	20,00	0%	20,00	20,00
Dibenzo(a,h)antraceno	µg/kg	6,22	135	6,00	6,00	0%	6,00	6,00
Fenantreno	µg/kg	86,7	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	21,2	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								
Alumínio Total	mg/kg			8838	11798		10318	8907
Arsênio Total	mg/kg	7,24	41,6	3,6	5,6	0%	4,58	5,13
Cádmio Total	mg/kg	0,7	4,2	0,5	0,5	0%	0,50	0,41
Chumbo Total	mg/kg	30,2	112	6,0	9,4	0%	7,74	8,78
Cobre Total	mg/kg	18,7	108	4,0	4,0	0%	4,00	4,55
Cromo Total	mg/kg	52,3	160	9,8	11,0	0%	10,39	12,91
Estanho Total	mg/kg			5,0	5,0		5,00	3,94
Ferro Total	mg/kg			9437	11851		10644	12290
Mercúrio Total	mg/kg	0,13	0,7	**	**	**	**	0,01
Níquel Total	mg/kg	15,9	42,8	2,5	4,0	0%	3,27	3,98
Zinco Total	mg/kg	124	271	14,7	26,3	0%	20,50	23,39

■ Sem padrão legal

* valores de referência adotados pela CETESB, vide metodologia no Capítulo 2

** análise não realizada.

3.5.5 Cocanha

Qualidade da água

A região da Cocanha foi classificada como Boa em 2021 segundo o IQAC. Não foram identificadas não conformidades para a maioria dos parâmetros, e no caso dos metais todos os resultados estiveram abaixo dos limites de quantificação. (Tabela 3.14).

Segundo o IETC, em junho de 2021, as concentrações de clorofila *a* (Tabela 3.2) indicaram condições que variaram de Oligotrófica (Pontos 3) a Mesotrófica (Pontos 1 e 2), porém, nesses dois pontos, bem próximos ao limite mínimo dessa condição, tendo sido classificada pela média anual como Oligotrófica, ou de baixa trofia, indicando uma melhora em relação ao ano anterior.

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

Parâmetro	Unidade	Padrão classe 1 águas salinas Res. CONAMA nº 357/05	mín	máx	% NC	Média aritmética 2021	Média aritmética 2016 a 2020
Campo							
OD	mg/L	6,00	6,91	8,15	0%	7,25	7,17
pH		6,5 a 8,5	7,60	8,20	0%	8,02	7,92
Salinidade	ppt		31,27	35,00		34,02	34,74
Temperatura da Água	°C		22,5	23,0		22,7	22,9
Turbidez	UNT		1,1	2,8		2,0	2,1
Nutrientes							
Carbono Orgânico Total	mg/L	3	1,60	2,80	0%	2,08	1,46
Fósforo Total	mg/L	0,062**	0,070	0,520	11%	0,12	0,06
Nitrogênio Amoniacal Total	mg/L	0,4	0,10	0,16	0%	0,11	0,13
Nitrogênio Kjeldahl Total	mg/L		0,50	0,50		0,50	1,00
Outros							
Clorofila <i>a</i>	µg/L	2,5***	0,56	1,44	0%	0,92	0,93
Fenóis Totais	mg/L	0,06	0,003	0,003	0%	0,003	0,003
Microbiológicos							
Enterococos	UFC/100mL	100	1	34	0%	2	2

■ Médias geométricas

■ Sem padrão legal

** o cálculo de não conformidades foi realizado com o valor do LQ de 0,07 mg/L

*** o valor de referência para Clorofila *a* é o limite máximo para classe Mesotrófica do IETC

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 2021. Contudo o potencial redox foi sempre negativo indicando ambiente redutor. No caso dos HPAs os resultados das amostras estiveram sempre abaixo do Limite de Quantificação.

A avaliação ecotoxicológica, realizada com as amostras de sedimento do ponto 2 da área da Cocanha, indicou qualidade Ótima para esse ambiente (Tabela 3.3), como observado nos quatro anos anteriores.

Conforme o critério de classificação microbiológico, o ponto 2 foi classificado como Ótimo para coliformes termotolerantes e para *C. perfringens* (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 2021	Média aritmética 2016 a 2020
Nutrientes								
Fósforo Total	mg/kg	500*		222	289	0%	256	292
Nitrogênio Kjeldahl Total	mg/kg	1000*		357	400	0%	379	473
Potencial Redox	mV			-112	-38		-64	-58
Orgânicos								
Carbono Orgânico Total	%	1,3*		0,32	0,8	0%	0,48	0,45
Fenóis Totais	mg/kg			2,2	2,3		2,22	2,22
Óleos e Graxas Totais	mg/kg			350	350		350	351
Hidrocarbonetos Arom. Polinucleares		ISQG	PEL					
2-metilnaftaleno	µg/kg	20,2	201	20,00	20,00	0%	20,00	20,00
Acenafteno	µg/kg	6,71	88,9	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	46,9	245	20,00	20,00	0%	20,00	20,00
Benzo(a)antraceno	µg/kg	74,8	693	20,00	20,00	0%	20,00	20,00
Benzo(a)pireno	µg/kg	88,8	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			20,00	20,00		20,00	80,00
Benzo(k)fluoranteno	µg/kg			30,00	30,00		30,00	30,00
Criseno	µg/kg	108	846	20,00	20,00	0%	20,00	20,00
Dibenzo(a,h)antraceno	µg/kg	6,22	135	6,00	6,00	0%	6,00	6,00
Fenantreno	µg/kg	86,7	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	21,2	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			7076	13335		10206	12085
Arsênio Total	mg/kg	7,24	41,6	4,6	5,3	0%	4,92	4,85
Cádmio Total	mg/kg	0,7	4,2	0,5	0,5	0%	0,50	0,41
Chumbo Total	mg/kg	30,2	112	6,3	10,7	0%	8,51	10,45
Cobre Total	mg/kg	18,7	108	4,0	4,0	0%	4,00	4,95
Cromo Total	mg/kg	52,3	160	5,4	20,2	0%	12,79	17,01
Estanho Total	mg/kg			5,0	5,0		5,00	3,81
Ferro Total	mg/kg			7248	17484		12366	16516
Mercurio Total	mg/kg	0,13	0,7	**	**	**	**	0,01
Níquel Total	mg/kg	15,9	42,8	2,0	5,5	0%	3,75	5,11
Zinco Total	mg/kg	124	271	15,6	31,3	0%	23,45	31,20

■ Sem padrão legal

* valores de referência adotados pela CETESB, vide metodologia no Capítulo 2

** análise não realizada.

3.5.6. Baía de Caraguatatuba

Qualidade da água

A Baía de Caraguatatuba apresentou melhora em sua qualidade em relação aos anos anteriores atingindo o patamar de classificação Ótima em 2021 segundo o IQAC, sem não conformidades identificadas (Tabela 3.16).

Segundo o IETC, em maio de 2021, as concentrações de clorofila *a* (Tabela 3.2) variaram indicando condição Oligotrófica (Pontos 1) a Mesotrófica (Pontos 2 e 3) com a média indicando ambiente Mesotrófico, ou em processo de eutrofização, exibindo piora em relação ao ano anterior e retornando à condição observada em 2019.

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 2021	Média aritmética 2016 a 2020
Campo							
OD	mg/L	6,00	6,57	7,08	0%	6,80	6,78
pH		6,5 a 8,5	7,30	8,20	0%	8,01	7,96
Salinidade	ppt		31,86	34,50		33,97	34,12
Temperatura da Água	°C		23,7	24,0		23,9	24,1
Turbidez	UNT		1,0	2,6		1,7	3,0
Nutrientes							
Carbono Orgânico Total	mg/L	3	1,90	2,60	0%	2,33	1,60
Fósforo Total	mg/L	0,062**	0,070	0,070	0%	0,07	0,07
Nitrogênio Amoniacal Total	mg/L	0,4	0,10	0,13	0%	0,10	0,18
Nitrogênio Kjeldahl Total	mg/L		0,50	1,00		0,94	0,93
Outros							
Clorofila <i>a</i>	µg/L	2,5***	0,56	2,14	0%	1,39	1,97
Fenóis Totais	mg/L	0,06	0,003	0,003	0%	0,003	0,003
Microbiológicos							
Enterococos	UFC/100mL	100	1	2	0%	1	1

■ Médias geométricas

■ Sem padrão legal

** o cálculo de não conformidades foi realizado com o valor do LQ de 0,07 mg/L

*** o valor de referência para Clorofila *a* é o limite máximo para classe Mesotrófica do IETC

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 em 2021 mantendo a evolução observada no ano anterior. Considerando os HPAs, os resultados das amostras estiveram sempre abaixo do Limite de Quantificação.

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 2021	Média aritmética 2016 a 2020
Nutrientes								
Fósforo Total	mg/kg	500*		201	237	0%	222	230
Nitrogênio Kjeldahl Total	mg/kg	1000*		381	684	0%	489	467
Potencial Redox	mV			-150	23		-51	-86
Orgânicos								
Carbono Orgânico Total	%	1,3*		0,26	0,5	0%	0,38	0,47
Fenóis Totais	mg/kg			2,0	2,3		2,11	2,20
Óleos e Graxas Totais	mg/kg			350	350		350	352
Hidrocarbonetos Arom. Polinucleares		ISQG	PEL					
2-metilnaftaleno	µg/kg	20,2	201	20,00	20,00	0%	20,00	20,00
Acenafteno	µg/kg	6,71	88,9	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	46,9	245	20,00	20,00	0%	20,00	20,00
Benzo(a)antraceno	µg/kg	74,8	693	20,00	20,00	0%	20,00	20,00
Benzo(a)pireno	µg/kg	88,8	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			20,00	20,00		20,00	80,00
Benzo(k)fluoranteno	µg/kg			30,00	30,00		30,00	30,00
Criseno	µg/kg	108	846	20,00	20,00	0%	20,00	20,00
Dibenzo(a,h)antraceno	µg/kg	6,22	135	6,00	6,00	0%	6,00	6,00
Fenantreno	µg/kg	86,7	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	21,2	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			11497	18461		16061	12480
Arsênio Total	mg/kg	7,24	41,6	4,5	5,7	0%	5,24	4,99
Cádmio Total	mg/kg	0,7	4,2	0,5	0,5	0%	0,50	0,44
Chumbo Total	mg/kg	30,2	112	12,0	15,3	0%	13,70	10,82
Cobre Total	mg/kg	18,7	108	4,0	4,8	0%	4,25	4,43
Cromo Total	mg/kg	52,3	160	21,5	25,0	0%	23,33	18,89
Estanho Total	mg/kg			5,0	5,0		5,00	3,88
Ferro Total	mg/kg			20045	23142		21188	17910
Merúrio Total	mg/kg	0,13	0,7	0,01	0,01	0%	0,01	0,01
Níquel Total	mg/kg	15,9	42,8	5,5	7,8	0%	6,82	5,74
Zinco Total	mg/kg	124	271	30,4	35,9	0%	34,00	31,03

■ Sem padrão legal

* valores de referência adotados pela CETESB, vide metodologia no Capítulo 2.

3.5.7 Canal de São Sebastião

Qualidade da água

Não foi possível calcular o IQAC para esta área, pois uma falha no equipamento de amostragem em campo impediu a determinação de pH e OD. Entretanto, foi possível verificar algumas não conformidades relacionadas ao COT em 10% das amostras e a Clorofila *a* em 20% (Tabela 3.18).

Segundo o IETC, em maio de 2021, as concentrações de clorofila *a* (Tabela 3.2) variaram da condição Oligotrófica (Ponto 1, 2 e 3) a Mesotrófica (Pontos 4 e 5). Pela média anual o Canal de São Sebastião foi classificado como ambiente Mesotrófico, mantendo essa condição trófica desde 2015.

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 2021	Média aritmética 2016 a 2020
Campo							
OD	mg/L	6,00	*	*	*	*	6,61
pH		6,5 a 8,5	7,20	7,70	0%	7,38	7,91
Salinidade	ppt		0,00	0,00		*	34,52
Temperatura da Água	°C		0,0	0,0		*	23,5
Turbidez	UNT		1,0	5,9		3,3	2,8
Nutrientes							
Carbono Orgânico Total	mg/L	3	1,50	3,10	10%	2,39	1,37
Fósforo Total	mg/L	0,062**	0,070	0,070	0%	0,07	0,06
Nitrogênio Amoniacal Total	mg/L	0,4	0,10	0,15	0%	0,11	0,17
Nitrogênio Kjeldahl Total	mg/L		1,00	1,00		1,00	0,93
Outros							
Clorofila <i>a</i>	µg/L	2,5***	0,56	3,34	20%	1,31	1,71
Fenóis Totais	mg/L	0,06	0,003	0,003	0%	0,003	0,003
Microbiológicos							
Enterococos	UFC/100mL	100	1	11	0%	2	2

■ Médias geométricas

■ Sem padrão legal

* análise não realizada

** o cálculo de não conformidades foi realizado com o valor do LQ de 0,07 mg/L

*** o valor de referência para Clorofila *a* é o limite máximo para classe Mesotrófica do IETC

Qualidade dos sedimentos

Os sedimentos do canal de São Sebastião possuem granulometria variada em razão da grande extensão do canal e suas diferentes características dependendo do ponto. Pontos localizados em maiores profundidades e mais próximos ao canal principal apresentam granulometria mais arenosa e potencial redox mais próximo de zero enquanto que pontos mais próximos do continente apresentam menor profundidade e granulometria mais fina com potencial redox mais negativo devido à deposição de material continental. Em relação aos nutrientes as não conformidades se concentraram nos pontos 2 e 5 (NKT por volta de 1700 mg/L e COT por volta de 1,4%) além de uma ocorrência de COT no ponto 1 (1,37%). Foram verificadas ocorrências de arsênio nos pontos 2 e 5 próximas ao valor basal citado anteriormente. Ambos os pontos são os que apresentam a

granulometria mais fina dos cinco monitorados.

No caso dos HPAs os resultados das amostras estiveram abaixo do Limite de Quantificação na maior parte das amostras.

Com base no critério microbiológico, para coliformes termotolerantes e *C. perfringens* os pontos 1, 2 e 4 foram classificados com Ótimos. O ponto 3, próximo ao emissário do Araçá, foi classificado como Bom para ambos os indicadores. O ponto 5 foi classificado como Ótimo para coliformes termotolerantes e como Bom para *C. perfringens* (Tabela 3.4).

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

Parâmetro	Unidade	Padrão CCME, 2002		mín	máx	% NC (resultados acima de ISQG)	Média aritmética 2021	Média aritmética 2016 a 2020
Nutrientes								
Fósforo Total	mg/kg	500*		202	436	0%	329	392
Nitrogênio Kjeldahl Total	mg/kg	1000*		402	1780	40%	1112	970
Potencial Redox	mV			-170	-53		-108	-106
Orgânicos								
Carbono Orgânico Total	%	1,3*		0,66	1,5	60%	1,15	1,17
Fenóis Totais	mg/kg			1,8	6,3		3,23	2,66
Óleos e Graxas Totais	mg/kg			350	350		350	408
Hidrocarbonetos Arom. Polinucleares		ISQG	PEL					
2-metilnaftaleno	µg/kg	20,2	201	20,00	20,00	0%	20,00	20,00
Acenafteno	µg/kg	6,71	88,9	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	46,9	245	20,00	20,00	0%	20,00	20,00
Benzo(a)antraceno	µg/kg	74,8	693	20,00	20,00	0%	20,00	20,05
Benzo(a)pireno	µg/kg	88,8	763	10,00	20,20	0%	12,04	12,17
Benzo(b)fluoranteno	µg/kg			20,00	23,40		20,68	20,62
Benzo(g,h,i)perileno	µg/kg			20,00	20,00		20,00	80,00
Benzo(k)fluoranteno	µg/kg			30,00	30,00		30,00	30,00
Criseno	µg/kg	108	846	20,00	20,00	0%	20,00	20,58
Dibenzo(a,h)antraceno	µg/kg	6,22	135	6,00	6,00	0%	6,00	6,00
Fenantreno	µg/kg	86,7	544	20,00	20,00	0%	20,00	20,97
Fluoranteno	µg/kg	113	1494	20,00	34,20	0%	22,84	23,38
Fluoreno	µg/kg	21,2	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	29,70	0%	21,94	22,07
Metais		ISQG	PEL					
Alumínio Total	mg/kg			13294	42474		24795	20240
Arsênio Total	mg/kg	7,24	41,6	2,8	9,9	40%	6,40	7,53
Cádmio Total	mg/kg	0,7	4,2	0,5	0,5	0%	0,50	0,53
Chumbo Total	mg/kg	30,2	112	9,0	24,7	0%	16,38	14,75
Cobre Total	mg/kg	18,7	108	4,0	13,5	0%	7,71	6,64
Cromo Total	mg/kg	52,3	160	15,4	41,2	0%	28,08	23,70
Estanho Total	mg/kg			5,0	5,0		5,00	3,79
Ferro Total	mg/kg			14625	32073		23787	22301
Mercúrio Total	mg/kg	0,13	0,7	0,01	0,03	0%	0,02	0,02
Níquel Total	mg/kg	15,9	42,8	4,1	13,6	0%	8,77	8,61
Zinco Total	mg/kg	124	271	18,4	59,5	0%	39,06	41,79

■ Sem padrão legal

* valores de referência adotados pela CETESB, vide metodologia no Capítulo 2.

3.5.8 Barra do Una

Qualidade da água

Nesta área, apenas o COT apresentou concentrações superiores ao padrão de qualidade seguindo o comportamento histórico (Tabela 3.20) e mantendo a classificação Boa em 2021.

Quanto as condições tróficas, em agosto de 2021, as concentrações de clorofila *a* (Tabela 3.2) indicaram condição de Oligotrófica, com média indicando ambiente Oligotrófico, sendo observada uma melhora em relação à condição trófica observada no ano anterior.

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

Parâmetro	Unidade	Padrão classe 1 águas salinas Res. CONAMA nº 357/05	mín	máx	% NC	Média aritmética 2021	Média aritmética 2016 a 2020
Campo							
OD	mg/L	6,00	7,03	7,73	0%	7,44	6,78
pH		6,5 a 8,5	7,50	8,10	0%	7,95	8,01
Salinidade	ppt		34,05	35,00		34,75	34,60
Temperatura da Água	°C		20,1	21,1		20,6	23,3
Turbidez	UNT		1,0	5,2		1,8	4,0
Nutrientes							
Carbono Orgânico Total	mg/L	3	2,30	4,40	33%	3,08	1,87
Fósforo Total	mg/L	0,062**	0,070	0,070	0%	0,07	0,07
Nitrogênio Amoniacal Total	mg/L	0,4	0,10	0,15	0%	0,11	0,16
Nitrogênio Kjeldahl Total	mg/L		1,00	1,21		1,02	0,94
Outros							
Clorofila <i>a</i>	µg/L	2,5***	0,56	0,86	0%	0,70	1,97
Fenóis Totais	mg/L	0,06	0,003	0,003	0%	0,003	0,003
Microbiológicos							
Enterococos	UFC/100mL	100	1	1	0%	1	1

■ Médias geométricas

■ Sem padrão legal

** o cálculo de não conformidades foi realizado com o valor do LQ de 0,07 mg/L

*** o valor de referência para Clorofila *a* é o limite máximo para classe Mesotrófica do IETC

Qualidade dos sedimentos

Os sedimentos da região são predominantemente arenosos e não apresentaram ocorrência de não conformidades em 2021.

Conforme o critério microbiológico, o ponto 2 foi classificado com Ótimo 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 2021	Média aritmética 2016 a 2020
Nutrientes								
Fósforo Total	mg/kg	500*		56,9	133	0%	100	104
Nitrogênio Kjeldahl Total	mg/kg	1000*		125	236	0%	181	171
Potencial Redox	mV			60	104		87	3
Orgânicos								
Carbono Orgânico Total	%	1,3*		0,03	0,1	0%	0,08	0,21
Fenóis Totais	mg/kg			1,9	2,1		2,00	2,00
Óleos e Graxas Totais	mg/kg			350	350		350	350
Hidrocarbonetos Arom. Polinucleares		ISQG	PEL					
2-metilnaftaleno	µg/kg	20,2	201	20,00	20,00	0%	20,00	20,00
Acenafteno	µg/kg	6,71	88,9	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	46,9	245	20,00	20,00	0%	20,00	20,00
Benzo(a)antraceno	µg/kg	74,8	693	20,00	20,00	0%	20,00	20,00
Benzo(a)pireno	µg/kg	88,8	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			20,00	20,00		20,00	80,00
Benzo(k)fluoranteno	µg/kg			30,00	30,00		30,00	30,00
Criseno	µg/kg	108	846	20,00	20,00	0%	20,00	20,00
Dibenzo(a,h)antraceno	µg/kg	6,22	135	6,00	6,00	0%	6,00	6,00
Fenantreno	µg/kg	86,7	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	21,2	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			4861	10205		7872	6161
Arsênio Total	mg/kg	7,24	41,6	2,9	5,9	0%	4,29	5,43
Cádmio Total	mg/kg	0,7	4,2	0,5	0,5	0%	0,50	0,44
Chumbo Total	mg/kg	30,2	112	5,1	10,1	0%	7,74	7,33
Cobre Total	mg/kg	18,7	108	4,0	4,0	0%	4,00	4,29
Cromo Total	mg/kg	52,3	160	7,4	14,4	0%	11,16	9,59
Estanho Total	mg/kg			5,0	5,0		5,00	3,74
Ferro Total	mg/kg			5911	13477		9937	9453
Mercúrio Total	mg/kg	0,13	0,7	0,01	0,01	0%	0,01	0,01
Níquel Total	mg/kg	15,9	42,8	2,4	4,7	0%	3,66	3,33
Zinco Total	mg/kg	124	271	15,2	28,6	0%	22,03	18,00

■ Sem padrão legal

* valores de referência adotados pela CETESB, vide metodologia no Capítulo 2.

3.5.9 Área de influência do Rio Itaguaré

Qualidade da água

A área de influência do Rio Itaguaré apresentou não conformidades para o COT (83% das amostras) e a Cloforila *a* (67%, Tabela 3.22) mantendo a classificação Boa em 2021 segundo o IQAC.

Segundo o IETC, em agosto de 2021, 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, indicando uma piora expressiva em relação ao ano anterior.

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

Parâmetro	Unidade	Padrão classe 1 águas salinas Res. CONAMA nº 357/05	min	máx	% NC	Média aritmética 2021	Média aritmética 2016 a 2020
Campo							
OD	mg/L	6,00	6,79	7,17	0%	7,03	6,83
pH		6,5 a 8,5	7,70	8,10	0%	8,03	8,02
Salinidade	ppt		34,69	34,71		34,70	34,59
Temperatura da Água	°C		20,7	21,1		20,8	23,4
Turbidez	UNT		2,2	10,0		5,3	2,1
Nutrientes							
Carbono Orgânico Total	mg/L	3	2,70	3,60	83%	3,32	1,63
Fósforo Total	mg/L	0,062**	0,070	0,070	0%	0,07	0,07
Nitrogênio Amoniacal Total	mg/L	0,4	0,10	0,10	0%	0,10	0,14
Nitrogênio Kjeldahl Total	mg/L		1,00	2,13		1,13	1,00
Outros							
Clorofila <i>a</i>	µg/L	2,5***	1,97	3,56	67%	2,97	0,93
Fenóis Totais	mg/L	0,06	0,003	0,003	0%	0,003	0,003
Microbiológicos							
Enterococos	UFC/100mL	100	1	1	0%	1	1

■ Médias geométricas

■ Sem padrão legal

** o cálculo de não conformidades foi realizado com o valor do LQ de 0,07 mg/L

*** o valor de referência para Clorofila *a* é o limite máximo para classe Mesotrófica do IETC

Qualidade dos sedimentos

Os sedimentos da região são predominantemente arenosos e não apresentaram ocorrência de não conformidades em 2021.

Com base no critério microbiológico, o ponto 2 foi classificado como Ótimo 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 Itaguapé

Parâmetro	Unidade	Padrão CCME, 2002		min	máx	% NC (resultados acima de ISQG)	Média aritmética 2021	Média aritmética 2016 a 2020
Nutrientes								
Fósforo Total	mg/kg	500*		67,5	81	0%	72	88
Nitrogênio Kjeldahl Total	mg/kg	1000*		131	152	0%	141	168
Potencial Redox	mV			86	149		107	38
Orgânicos								
Carbono Orgânico Total	%	1,3*		0,07	0,1	0%	0,08	0,21
Fenóis Totais	mg/kg			1,9	2,0		1,91	1,94
Óleos e Graxas Totais	mg/kg			350	350		350	442
Hidrocarbonetos Arom. Polinucleares		ISQG	PEL					
2-metilnaftaleno	µg/kg	20,2	201	20,00	20,00	0%	20,00	20,00
Acenafteno	µg/kg	6,71	88,9	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	46,9	245	20,00	20,00	0%	20,00	20,00
Benzo(a)antraceno	µg/kg	74,8	693	20,00	20,00	0%	20,00	20,00
Benzo(a)pireno	µg/kg	88,8	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			20,00	20,00		20,00	80,00
Benzo(k)fluoranteno	µg/kg			30,00	30,00		30,00	30,00
Criseno	µg/kg	108	846	20,00	20,00	0%	20,00	20,00
Dibenzo(a,h)antraceno	µg/kg	6,22	135	6,00	6,00	0%	6,00	6,00
Fenantreno	µg/kg	86,7	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	21,2	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			5243	6085		5769	4698
Arsênio Total	mg/kg	7,24	41,6	2,9	3,3	0%	3,15	4,79
Cádmio Total	mg/kg	0,7	4,2	0,5	0,5	0%	0,50	0,42
Chumbo Total	mg/kg	30,2	112	5,4	6,7	0%	5,87	6,84
Cobre Total	mg/kg	18,7	108	4,0	4,0	0%	4,00	4,29
Cromo Total	mg/kg	52,3	160	9,0	10,5	0%	10,01	8,83
Estanho Total	mg/kg			5,0	5,0		5,00	3,74
Ferro Total	mg/kg			7514	8553		7897	7994
Mercúrio Total	mg/kg	0,13	0,7	0,01	0,01	0%	0,01	0,01
Níquel Total	mg/kg	15,9	42,8	2,4	2,7	0%	2,53	2,97
Zinco Total	mg/kg	124	271	13,7	13,8	0%	13,73	13,88

■ Sem padrão legal

* valores de referência adotados pela CETESB, vide metodologia no Capítulo 2.

3.5.10 Canal de Bertiooga

Qualidade da água

O Canal de Bertiooga apresentou não conformidades para o OD (67%), COT (100%), enterococos (11%) e Clorofila *a* (100%) reduzindo sua classificação para Regular em 2021 (Tabela 3.24). Não foi possível realizar as determinações de fósforo para essa área.

Segundo o IETC, em fevereiro de 2021, bem como na média anual, as concentrações de clorofila *a* (Tabela 3.2) indicaram condições Eutróficas. Foi observada uma piora na classificação trófica dessa área, em relação ao ano anterior.

Tabela 3.24 – Médias, valores mínimos e máximos e porcentagem de não conformidades (NC) dos resultados de qualidade de água do Canal da Bertiooga

Parâmetro	Unidade	Padrão classe 1 águas salobras Res. CONAMA nº 357/05	min	máx	% NC	Média aritmética 2021	Média aritmética 2016 a 2020
Campo							
OD	mg/L	5,00	3,24	5,64	67%	4,62	6,20
pH		6,5 a 8,5	7,00	8,10	0%	7,55	7,53
Salinidade	ppt		25,25	33,39		27,47	23,99
Temperatura da Água	°C		27,7	30,7		29,3	25,5
Turbidez	UNT		5,2	39,4		13,3	8,6
Nutrientes							
Carbono Orgânico Total	mg/L	3	3,29	4,32	100%	3,78	4,06
Fósforo Total	mg/L	0,124	*	*	*	*	0,11
Nitrogênio Amoniacal Total	mg/L	0,4	0,10	0,21	0%	0,16	0,28
Nitrogênio Kjeldahl Total	mg/L		1,00	1,13		1,02	0,91
Outros							
Clorofila <i>a</i>	µg/L	10***	11,46	17,82	100%	15,03	9,71
Fenóis Totais	mg/L	0,06	0,003	0,003	0%	0,003	0,003
Microbiológicos							
Enterococos	UFC/100mL	100	2	144	11%	31	31

■ Médias geométricas

■ Sem padrão legal

* análise não realizada

** o cálculo de não conformidades foi realizado com o valor do LQ de 0,07 mg/L

*** o valor de referência para Clorofila *a* é o limite máximo para classe Mesotrófica do IETC

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 maiores quantidades de substâncias contaminantes e apresentam potencial redox negativo, ou seja, ambiente redutor.

Em 2021, foram mantidas as altas concentrações de nutrientes verificadas na série histórica no ponto 1 exceto pelo fósforo que apresentou resultado inferior aos valores orientadores, enquanto o ponto 3 apresentou concentração de COT ligeiramente superior ao valor orientador (1,97%). Novamente verificam-se altas concentrações de NKT nos sedimentos do ponto 1, mais próximo da contribuição do estuário de Santos levando a um valor

de não conformidades de 33% sendo que foram coletadas apenas três amostras no total. O ponto 2 apresentou qualidade significativamente melhor este ano. Novamente verificou-se concentrações ligeiramente superiores aos valores orientadores de chumbo (máximo de 41 mg/kg) e mercúrio (0,14 mg/kg) ambos no ponto 1.

Não foram verificadas ocorrências de não conformidade para os HPAs.

Considerando o critério microbiológico, para os indicadores coliformes termotolerantes e *C. perfringens*, as amostras dos pontos 1 e 3 foram classificadas como Ótimas e Boas. A amostra do ponto 2 foi classificada como Ruim para coliformes termotolerantes e como Regular para *C. perfringens* (Tabela 3.4).

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

Parâmetro	Unidade	Padrão CCME, 2002		min	máx	% NC (resultados acima de ISQG)	Média aritmética 2021	Média aritmética 2016 a 2020
Nutrientes								
Fósforo Total	mg/kg	700*		277	587	0%	404	405
Nitrogênio Kjeldahl Total	mg/kg	1500*		1028	3709	33%	1927	1762
Potencial Redox	mV			-259	-222		-236	-195
Orgânicos								
Carbono Orgânico Total	%	1,8*		1,7	6,3	67%	3,33	2,87
Fenóis Totais	mg/kg			2,6	5,3		3,55	3,77
Óleos e Graxas Totais	mg/kg			350	728		565	830
Hidrocarbonetos Arom. Polinucleares		ISQG	PEL					
2-metilnaftaleno	µg/kg	20,2	201	20,00	20,00	0%	20,00	20,00
Acenafteno	µg/kg	6,71	88,9	6,00	6,00	0%	6,00	6,00
Acenaftileno	µg/kg	5,87	128	5,00	5,00	0%	5,00	5,55
Antraceno	µg/kg	46,9	245	20,00	20,00	0%	20,00	20,36
Benzo(a)antraceno	µg/kg	74,8	693	20,00	20,00	0%	20,00	20,00
Benzo(a)pireno	µg/kg	88,8	763	10,00	18,20	0%	12,73	14,47
Benzo(b)fluoranteno	µg/kg			20,00	26,00		22,00	21,01
Benzo(g,h,i)perileno	µg/kg			80,00	80,00		80,00	80,00
Benzo(k)fluoranteno	µg/kg			30,00	30,00		30,00	30,00
Criseno	µg/kg	108	846	20,00	20,00	0%	20,00	20,12
Dibenzo(a,h)antraceno	µg/kg	6,22	135	6,00	6,00	0%	6,00	6,00
Fenantreno	µg/kg	86,7	544	20,00	20,00	0%	20,00	20,00
Fluoranteno	µg/kg	113	1494	20,00	27,00	0%	22,33	22,59
Fluoreno	µg/kg	21,2	144	15,00	15,00	0%	15,00	15,00
Indeno(1,2,3-cd)pireno	µg/kg			20,00	20,00		20,00	20,99
Naftaleno	µg/kg	34,6	391	20,00	20,00	0%	20,00	20,00
Pireno	µg/kg	153	1398	20,00	30,90	0%	23,63	23,29
Metais		ISQG	PEL					
Alumínio Total	mg/kg			16205	54755		30865	18729
Arsênio Total	mg/kg	7,24	41,6	6,2	12,5	67%	9,08	7,22
Cádmio Total	mg/kg	0,7	4,2	0,5	0,5	0%	0,50	0,42
Chumbo Total	mg/kg	30,2	112	12,8	41,0	33%	23,53	15,29
Cobre Total	mg/kg	18,7	108	5,8	15,5	0%	9,35	8,00
Cromo Total	mg/kg	52,3	160	13,2	40,6	0%	26,83	16,43
Estanho Total	mg/kg			5,0	5,0		5,00	3,79
Ferro Total	mg/kg			12900	32930		22879	15606
Mercúrio Total	mg/kg	0,13	0,7	0,01	0,14	33%	0,06	0,06
Níquel Total	mg/kg	15,9	42,8	4,9	16,7	33%	10,37	6,85
Zinco Total	mg/kg	124	271	34,3	83,9	0%	54,67	41,20

■ Sem padrão legal

* valores de referência adotados pela CETESB, vide metodologia no Capítulo 2.

3.5.11 Canal de Piaçaguera

Qualidade da água

A área apresentou não conformidades para os parâmetros OD (78%), fósforo (83%), nitrogênio amoniacal total (44%), e clorofila *a* (17%), mantendo a classificação Regular em 2021 (Tabela 3.26).

Segundo o IETC, em fevereiro de 2021, as concentrações de clorofila *a* (Tabela 3.2) indicaram condição Mesotrófica, com média anual indicativa de ambiente Mesotrófico, mantendo a classificação observada desde 2019.

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 2021	Média aritmética 2016 a 2020
Campo							
OD	mg/L	5,00	2,88	5,08	78%	4,19	4,91
pH		6,5 a 8,5	7,10	8,10	0%	7,74	7,47
Salinidade	ppt		21,50	33,10		28,03	22,19
Temperatura da Água	°C		27,7	30,2		28,8	24,3
Turbidez	UNT		2,0	4,6		2,7	12,6
Nutrientes							
Carbono Orgânico Total	mg/L	3	1,72	2,94	0%	2,31	3,54
Fósforo Total	mg/L	0,124	0,110	0,450	83%	0,31	0,50
Nitrogênio Amoniacal Total	mg/L	0,4	0,19	0,71	44%	0,41	0,52
Nitrogênio Kjeldahl Total	mg/L		1,00	1,21		1,05	1,06
Outros							
Clorofila <i>a</i>	µg/L	10***	2,81	11,24	17%	7,05	7,43
Fenóis Totais	mg/L	0,06	0,003	0,003	0%	0,003	0,003
Microbiológicos							
Enterococos	UFC/100mL	100	1	10	0%	3	3

■ Médias geométricas

■ Sem padrão legal

*** o valor de referência para Clorofila *a* é o limite máximo para classe Mesotrófica do IETC

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. Os nutrientes excederam as concentrações de referência em todas as amostras com concentrações de COT chegando a 5,63% no ponto 1 (ante ao valor orientador de 1,8%). Fósforo e nitrogênio mantiveram médias próximas aos valores observados no quinquênio anterior.

Em relação aos metais, o ponto 1 apresentou não conformidades em todos os parâmetros analisados exceto cádmio, todos com concentrações próximas a ISQG, exceto pelo mercúrio que apresentou concentração de 0,52 mg/kg (referência 0,1 mg/kg para ISQG e 0,7 mg/kg para PEL). Os demais pontos também apresentaram diversas não conformidades próximas de ISQG para o grupo dos metais, sendo cobre e mercúrio em ambos os pontos e, adicionalmente, o chumbo no ponto 2.

O grupo dos HPAs apresentou valores superiores ao ISQG para todos os parâmetros exceto o naftaleno e o acenaftileno 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 3 também apresentou não

conformidades em todos os HPAs exceto o naftaleno, antraceno, 2-metil naftaleno e acenaftileno.

Em nenhum dos casos os valores superaram os limites de PEL e mantêm o comportamento observado historicamente. Não foram identificadas não conformidades no ponto 2.

Com base no critério microbiológico, considerando o grupo dos coliformes termotolerantes, as três amostras foram classificadas como Boas. Quanto aos *C. perfringens* as amostras foram classificadas com Boas, exceção feita ao ponto 1 que teve a amostra classificada como Ótima (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 2021	Média aritmética 2016 a 2020
Nutrientes								
Fósforo Total	mg/kg	700*		891	1873	100%	1292	1437
Nitrogênio Kjeldahl Total	mg/kg	1500*		2049	2847	100%	2376	2280
Potencial Redox	mV			-335	-6		-181	-176
Orgânicos								
Carbono Orgânico Total	%	1,8*		2,44	5,6	100%	3,70	2,96
Fenóis Totais	mg/kg			4,3	8,2		5,66	4,70
Óleos e Graxas Totais	mg/kg			1380	1830		1567	1151
Hidrocarbonetos Arom. Polinucleares		ISQG	PEL					
2-metilnaftaleno	µg/kg	20,2	201	20,00	20,00	0%	20,00	65,94
Acenafteno	µg/kg	6,71	88,9	6,00	30,20	67%	16,57	30,44
Acenaftileno	µg/kg	5,87	128	5,00	5,00	0%	5,00	12,81
Antraceno	µg/kg	46,9	245	20,00	85,20	33%	49,93	86,22
Benzo(a)antraceno	µg/kg	74,8	693	20,80	292,00	67%	164,27	263,56
Benzo(a)pireno	µg/kg	88,8	763	56,40	608,00	67%	333,13	376,19
Benzo(b)fluoranteno	µg/kg			37,20	479,00		258,07	294,15
Benzo(g,h,i)perileno	µg/kg			80,00	275,00		171,00	222,06
Benzo(k)fluoranteno	µg/kg			30,00	250,00		140,67	167,48
Criseno	µg/kg	108	846	23,50	269,00	67%	156,83	290,76
Dibenzo(a,h)antraceno	µg/kg	6,22	135	6,00	55,60	67%	30,70	42,65
Fenantreno	µg/kg	86,7	544	23,40	213,00	67%	117,13	178,22
Fluoranteno	µg/kg	113	1494	37,50	612,00	67%	317,83	546,12
Fluoreno	µg/kg	21,2	144	15,00	44,90	67%	27,57	37,84
Indeno(1,2,3-cd)pireno	µg/kg			35,00	362,00		196,67	229,61
Naftaleno	µg/kg	34,6	391	20,00	20,00	0%	20,00	32,61
Pireno	µg/kg	153	1398	52,60	722,00	67%	396,87	608,19
Metais		ISQG	PEL					
Alumínio Total	mg/kg			53255	57470		54849	34971
Arsênio Total	mg/kg	7,24	41,6	10,9	12,0	100%	11,30	10,31
Cádmio Total	mg/kg	0,7	4,2	0,5	0,7	0%	0,57	0,47
Chumbo Total	mg/kg	30,2	112	39,5	47,3	100%	42,17	30,36
Cobre Total	mg/kg	18,7	108	23,6	28,4	100%	26,53	20,69
Cromo Total	mg/kg	52,3	160	50,0	55,1	67%	52,70	39,81
Estanho Total	mg/kg			5,0	5,0		5,00	4,09
Ferro Total	mg/kg			34791	50144		42050	33645
Mercúrio Total	mg/kg	0,13	0,7	0,18	0,52	100%	0,36	0,31
Níquel Total	mg/kg	15,9	42,8	18,3	22,7	100%	20,70	16,40
Zinco Total	mg/kg	124	271	91,2	167,0	33%	126,40	114,25

■ Sem padrão legal

* valores de referência adotados pela CETESB, vide metodologia no Capítulo 2.

3.5.12 Área de influência do Emissário do Guarujá

Qualidade da água

No Emissário do Guarujá todos os pontos apresentaram amostras não conformes em relação ao OD (56%) e enterococos (11%) (Tabela 3.28). A classificação da área pela média do IQAC evoluiu para Boa em 2021.

Quanto à eutrofização, segundo o IETC, em fevereiro de 2021, bem como na média anual, as concentrações de clorofila *a* (Tabela 3.2), indicaram condição Oligotrófica, exibindo melhora expressiva em relação à condição trófica observada no ano anterior.

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

Parâmetro	Unidade	Padrão classe 1 águas salinas Res. CONAMA nº 357/05	mín	máx	% NC	Média aritmética 2021	Média aritmética 2016 a 2020
Campo							
OD	mg/L	6,00	3,73	6,57	56%	5,44	6,33
pH		6,5 a 8,5	7,30	8,00	0%	7,81	7,89
Salinidade	ppt		33,63	36,04		34,67	34,95
Temperatura da Água	°C		24,9	28,8		27,1	24,7
Turbidez	UNT		1,0	2,7		1,5	2,3
Nutrientes							
Carbono Orgânico Total	mg/L	3	1,37	1,72	0%	1,49	1,41
Fósforo Total	mg/L	0,062**	0,070	0,070	0%	0,07	0,07
Nitrogênio Amoniacal Total	mg/L	0,4	0,10	0,18	0%	0,12	0,21
Nitrogênio Kjeldahl Total	mg/L		1,00	1,32		1,04	0,90
Outros							
Clorofila <i>a</i> **	µg/L	2,5***	0,56	1,07	0%	0,74	2,07
Fenóis Totais	mg/L	0,06	0,003	0,003	0%	0,003	0,003
Microbiológicos							
Enterococos	UFC/100mL	100	1	1100	11%	3	3

■ Médias geométricas

■ Sem padrão legal

** o cálculo de não conformidades foi realizado com o valor do LQ de 0,07 mg/L

*** o valor de referência para Clorofila *a* é o limite máximo para classe Mesotrófica do IETC

Qualidade dos sedimentos

Os sedimentos apresentam concentrações um pouco mais elevadas de NKT, indicativo de presença de esgoto doméstico, com ocorrências acima dos valores orientadores nos pontos 2 e 3. A granulometria do local apresenta maior quantidade de finos não observada em locais sem a influência de emissários e potencial redox negativo. As ocorrências de não conformidades no grupo de metais chama atenção pela quantidade de amostras não conformes mas todas as concentrações mantiveram-se próximas a ISQG. Será necessário observar o comportamento da região nos monitoramentos seguintes para melhor avaliar os resultados de 2021. Não houve ocorrência de metais ou HPAs em concentrações superiores aos valores orientadores.

Com relação ao critério microbiológico, as densidades de coliformes termotolerantes classificaram as amostras como Ótimas, exceção feita ao ponto 3 que foi classificado como Ruim. As três amostras foram classificadas como Boas para o indicador *C. perfringens* (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 2021	Média aritmética 2016 a 2020
Nutrientes								
Fósforo Total	mg/kg	500*		258	390	0%	304	304
Nitrogênio Kjeldahl Total	mg/kg	1000*		804	1456	67%	1162	948
Potencial Redox	mV			-189	-99		-157	-139
Orgânicos								
Carbono Orgânico Total	%	1,3*		0,69	1,3	0%	0,93	0,87
Fenóis Totais	mg/kg			2,5	2,9		2,66	2,75
Óleos e Graxas Totais	mg/kg			350	366		355	447
Hidrocarbonetos Arom. Polinucleares		ISQG	PEL					
2-metilnaftaleno	µg/kg	20,2	201	20,00	20,00	0%	20,00	20,00
Acenafteno	µg/kg	6,71	88,9	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	46,9	245	20,00	20,00	0%	20,00	20,00
Benzo(a)antraceno	µg/kg	74,8	693	20,00	20,00	0%	20,00	20,02
Benzo(a)pireno	µg/kg	88,8	763	10,00	21,80	0%	15,13	15,33
Benzo(b)fluoranteno	µg/kg			20,00	20,00		20,00	20,67
Benzo(g,h,i)perileno	µg/kg			80,00	80,00		80,00	80,00
Benzo(k)fluoranteno	µg/kg			30,00	30,00		30,00	30,00
Criseno	µg/kg	108	846	20,00	20,00	0%	20,00	20,13
Dibenzo(a,h)antraceno	µg/kg	6,22	135	6,00	6,00	0%	6,00	6,00
Fenantreno	µg/kg	86,7	544	20,00	20,00	0%	20,00	20,00
Fluoranteno	µg/kg	113	1494	20,00	20,00	0%	20,00	20,78
Fluoreno	µg/kg	21,2	144	15,00	15,00	0%	15,00	15,00
Indeno(1,2,3-cd)pireno	µg/kg			20,00	20,00		20,00	20,67
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	20,76
Metais		ISQG	PEL					
Alumínio Total	mg/kg			16777	32742		22518	17520
Arsênio Total	mg/kg	7,24	41,6	5,8	9,1	33%	7,00	6,62
Cádmio Total	mg/kg	0,7	4,2	0,5	0,5	0%	0,50	0,41
Chumbo Total	mg/kg	30,2	112	15,7	24,0	0%	18,67	16,22
Cobre Total	mg/kg	18,7	108	5,4	9,1	0%	6,78	6,33
Cromo Total	mg/kg	52,3	160	24,1	35,0	0%	28,53	22,36
Estanho Total	mg/kg			5,0	5,0		5,00	4,11
Ferro Total	mg/kg			20777	28061		23980	20201
Mercúrio Total	mg/kg	0,13	0,7	**	**	**	**	0,03
Níquel Total	mg/kg	15,9	42,8	7,7	12,0	0%	9,27	8,09
Zinco Total	mg/kg	124	271	36,8	49,6	0%	41,43	39,81

■ Sem padrão legal

* valores de referência adotados pela CETESB, vide metodologia no Capítulo 2.

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 OD (67%), COT (33%), fósforo (33%), enterococos (78%) e Clorofila *a* (100%). Verifica-se que em 2021 sua classificação retornou a níveis históricos passando a Ruim o que denota que o ano de 2020 deva ter sido uma exceção para essa área.

Segundo o IETC, em fevereiro de 2021, bem como na média anual, as concentrações de clorofila *a* (Tabela 3.2) indicaram condições Supereutróficas, mantendo a classificação observada desde 2015 para o mesmo período. Pela classificação média anual obtida em 2021, essa área exibiu uma piora na condição trófica em relação ao ano anterior. No entanto, essa classificação pode estar relacionada ao período de amostragem que, em geral, tem exibido ao longo dos anos, uma condição mais eutrofizada no período chuvoso e de maior afluxo de população ao litoral.

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 2021	Média aritmética 2016 a 2020
Campo							
OD	mg/L	6,00	3,09	6,29	67%	4,66	6,46
pH		6,5 a 8,5	7,10	8,00	0%	7,73	7,91
Salinidade	ppt		31,96	35,98		34,26	33,69
Temperatura da Água	°C		25,3	27,8		26,7	24,3
Turbidez	UNT		1,8	5,1		3,3	3,8
Nutrientes							
Carbono Orgânico Total	mg/L	3	1,31	4,30	33%	2,45	2,71
Fósforo Total	mg/L	0,062**	0,070	0,100	33%	0,08	0,07
Nitrogênio Amoniacal Total	mg/L	0,4	0,10	0,31	0%	0,15	0,16
Nitrogênio Kjeldahl Total	mg/L		1,00	1,09		1,02	0,87
Outros							
Clorofila <i>a</i> **	µg/L	2,5***	8,10	24,85	100%	15,49	7,38
Fenóis Totais	mg/L	0,06	0,003	0,003	0%	0,003	0,003
Microbiológicos							
Enterococos	UFC/100mL	100	30	17000	78%	523	523

■ Médias geométricas

■ Sem padrão legal

* análise não realizada

** o cálculo de não conformidades foi realizado com o valor do LQ de 0,07 mg/L

*** o valor de referência para Clorofila *a* é o limite máximo para classe Mesotrófica do IETC

Qualidade dos sedimentos

Os sedimentos da região mostraram-se predominantemente arenosos com valores de potencial redox negativos, indicando ambiente anaeróbio. Os sedimentos não apresentaram não conformidades em 2021, um comportamento bastante atípico considerando-se os valores observados historicamente considerando-se a série de nutrientes.

Considerando o critério microbiológico, as densidades de coliformes termotolerantes classificaram o ponto 1 como Bom, o ponto 2 como Péssimo e o ponto 3 como Ruim. Quanto ao *C. perfringens*, as amostras foram classificadas como Boas e Ótimas (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 2021	Média aritmética 2016 a 2020
Nutrientes								
Fósforo Total	mg/kg	500*		122	157	0%	138	277
Nitrogênio Kjeldahl Total	mg/kg	1000*		214	214	0%	214	876
Potencial Redox	mV			-153	-104		-125	-154
Orgânicos								
Carbono Orgânico Total	%	1,3*		0,08	0,1	0%	0,09	0,59
Fenóis Totais	mg/kg			1,9	2,1		2,00	3,42
Óleos e Graxas Totais	mg/kg			350	350		350	599
Hidrocarbonetos Arom. Polinucleares		ISQG	PEL					
2-metilnaftaleno	µg/kg	20,2	201	20,00	20,00	0%	20,00	20,00
Acenafteno	µg/kg	6,71	88,9	6,00	6,00	0%	6,00	6,00
Acenaftileno	µg/kg	5,87	128	5,00	5,00	0%	5,00	5,58
Antraceno	µg/kg	46,9	245	20,00	20,00	0%	20,00	20,00
Benzo(a)antraceno	µg/kg	74,8	693	20,00	20,00	0%	20,00	20,64
Benzo(a)pireno	µg/kg	88,8	763	10,00	10,00	0%	10,00	14,35
Benzo(b)fluoranteno	µg/kg			20,00	20,00		20,00	21,09
Benzo(g,h,i)perileno	µg/kg			80,00	80,00		80,00	80,00
Benzo(k)fluoranteno	µg/kg			30,00	30,00		30,00	30,00
Criseno	µg/kg	108	846	20,00	20,00	0%	20,00	20,55
Dibenzo(a,h)antraceno	µg/kg	6,22	135	6,00	6,00	0%	6,00	6,00
Fenantreno	µg/kg	86,7	544	20,00	20,00	0%	20,00	20,00
Fluoranteno	µg/kg	113	1494	20,00	20,00	0%	20,00	22,18
Fluoreno	µg/kg	21,2	144	15,00	15,00	0%	15,00	15,00
Indeno(1,2,3-cd)pireno	µg/kg			20,00	20,00		20,00	21,37
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	21,82
Metais		ISQG	PEL					
Alumínio Total	mg/kg			7488	8132		7744	12825
Arsênio Total	mg/kg	7,24	41,6	3,5	3,6	0%	3,57	5,57
Cádmio Total	mg/kg	0,7	4,2	0,5	0,5	0%	0,50	0,41
Chumbo Total	mg/kg	30,2	112	6,8	8,1	0%	7,33	11,81
Cobre Total	mg/kg	18,7	108	4,0	4,0	0%	4,00	5,92
Cromo Total	mg/kg	52,3	160	13,0	14,9	0%	13,87	17,95
Estanho Total	mg/kg			5,0	5,0		5,00	6,05
Ferro Total	mg/kg			14281	14464		14375	17044
Mercúrio Total	mg/kg	0,13	0,7	0,01	0,01	0%	0,01	0,02
Níquel Total	mg/kg	15,9	42,8	3,9	4,6	0%	4,22	6,08
Zinco Total	mg/kg	124	271	25,3	29,3	0%	27,37	36,99

■ Sem padrão legal

* valores de referência adotados pela CETESB, vide metodologia no Capítulo 2.

3.5.14 Canal de Santos

Qualidade da água

O Canal de Santos apresentou não conformes os parâmetros OD (67%), Nitrogênio amoniacal (11%) e enterococos (44%), tendo resultado, em 2021, numa classificação na categoria Regular pelos critérios do IQAC, indicando uma melhora em relação aos quatro últimos anos.

Segundo o IETC, em fevereiro de 2021, bem como na média anual, as concentrações de clorofila *a* (Tabela 3.2) indicaram condição Mesotrófica, ou seja, ambiente em processo de eutrofização, mantendo a classificação observada desde 2019.

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

Parâmetro	Unidade	Padrão classe 1 águas salobras Res. CONAMA nº 357/05	mín	máx	% NC	Média aritmética 2021	Média aritmética 2016 a 2020
Campo							
OD	mg/L	5,00	4,3	5,58	67%	4,87	5,22
pH		6,5 a 8,5	7,00	8,10	0%	7,84	7,68
Salinidade	ppt		30,62	33,86		32,30	28,15
Temperatura da Água	°C		27,7	29,1		28,3	24,8
Turbidez	UNT		1,4	4,1		2,1	9,6
Nutrientes							
Carbono Orgânico Total	mg/L	3	1,69	2,05	0%	1,90	3,25
Fósforo Total	mg/L	0,124	*	*	*	*	0,20
Nitrogênio Amoniacal Total	mg/L	0,4	0,15	0,46	11%	0,22	0,36
Nitrogênio Kjeldahl Total	mg/L		1,00	1,00		1,00	0,93
Outros							
Clorofila <i>a</i> **	µg/L	10***	3,47	6,24	0%	4,17	4,93
Fenóis Totais	mg/L	0,06	0,003	0,003	0%	0,003	0,003
Microbiológicos							
Enterococos	UFC/100mL	100	2	5800	44%	69	69

■ Médias geométricas

■ Sem padrão legal

** o cálculo de não conformidades foi realizado com o valor do LQ de 0,07 mg/L

*** o valor de referência para Clorofila *a* é o limite máximo para classe Mesotrófica do IETC

Qualidade dos sedimentos

Os sedimentos da região são predominantemente finos com tendência de acúmulo de substâncias nos pontos 1 e 2, embora, em 2021, a fração grossa (areia) tenha predominado nesses pontos, possivelmente por pequenas diferenças de posicionamento na hora da amostragem mais em direção ao canal de navegação. O ponto 3, que se localiza mais ao norte do canal, apresentou granulometria predominantemente fina. Geralmente a área exibe altas concentrações de nutrientes e resultados de potencial redox substancialmente negativos indicando ambiente onde ocorre degradação anaeróbia dos nutrientes. Foram verificadas não conformidades para alguns HPAs nos pontos 1 e 2 benzo(a)pireno, dibenzo(a,h)antraceno e, apenas no ponto 2, fluoranteno), todas muito próximas de ISQG. O ponto 3 apresentou não conformidades de todos os nutrientes (destaque para o NKT com valor de 2339 mg/kg) e alguns metais (cobre, cromo e níquel), todos também muito próximos de ISQG. Os resultados não conformes observados são condizentes com o histórico da região, mas o cenário observado em 2021 é melhor que os anos anteriores.

No aspecto microbiológico, as densidades de coliformes termotolerantes classificaram as amostras dos pontos 1 como Péssima e do ponto 3 como Boa. Quanto ao *C.perfringens*, as amostras dos pontos 1 e 3 foram classificadas como Boas e do ponto 2 como Ruim (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		min	máx	% NC (resultados acima de ISQG)	Média aritmética 2021	Média aritmética 2016 a 2020
Nutrientes								
Fósforo Total	mg/kg	700*		258	917	33%	498	420
Nitrogênio Kjeldahl Total	mg/kg	1500*		690	2339	33%	1345	1565
Potencial Redox	mV			-205	-171		-188	-161
Orgânicos								
Carbono Orgânico Total	%	1,8*		0,68	3,1	33%	1,63	1,42
Fenóis Totais	mg/kg			2,3	9,8		5,00	3,37
Óleos e Graxas Totais	mg/kg			412	1730		917	624
Hidrocarbonetos Arom. Polinucleares		ISQG	PEL					
2-metilnaftaleno	µg/kg	20,2	201	20,00	20,00	0%	20,00	20,00
Acenafteno	µg/kg	6,71	88,9	6,00	6,00	0%	6,00	6,93
Acenaftileno	µg/kg	5,87	128	5,00	5,00	0%	5,00	6,69
Antraceno	µg/kg	46,9	245	20,00	20,00	0%	20,00	25,64
Benzo(a)antraceno	µg/kg	74,8	693	20,00	67,30	0%	50,87	55,44
Benzo(a)pireno	µg/kg	88,8	763	33,70	100,00	67%	75,93	88,41
Benzo(b)fluoranteno	µg/kg			29,80	81,70		59,60	72,66
Benzo(g,h,i)perileno	µg/kg			80,00	80,00		80,00	96,78
Benzo(k)fluoranteno	µg/kg			30,00	43,10		36,70	49,02
Criseno	µg/kg	108	846	20,00	70,90	0%	50,33	73,42
Dibenzo(a,h)antraceno	µg/kg	6,22	135	6,00	11,40	67%	8,36	12,45
Fenantreno	µg/kg	86,7	544	20,00	53,90	0%	38,83	52,56
Fluoranteno	µg/kg	113	1494	26,60	117,00	33%	81,87	111,26
Fluoreno	µg/kg	21,2	144	15,00	15,00	0%	15,00	15,27
Indeno(1,2,3-cd)pireno	µg/kg			24,70	72,00		53,03	69,06
Naftaleno	µg/kg	34,6	391	20,00	20,00	0%	20,00	20,00
Pireno	µg/kg	153	1398	31,10	107,00	0%	80,03	100,55
Metais		ISQG	PEL					
Alumínio Total	mg/kg			15429	66665		33830	23179
Arsênio Total	mg/kg	7,24	41,6	6,1	13,3	33%	8,64	7,65
Cádmio Total	mg/kg	0,7	4,2	0,5	0,5	0%	0,50	0,42
Chumbo Total	mg/kg	30,2	112	16,3	43,9	33%	29,20	28,56
Cobre Total	mg/kg	18,7	108	8,6	22,3	33%	13,52	13,47
Cromo Total	mg/kg	52,3	160	18,1	55,8	33%	31,83	25,98
Estanho Total	mg/kg			5,0	5,0		5,00	3,75
Ferro Total	mg/kg			13084	40200		23112	19409
Mercurio Total	mg/kg	0,13	0,7	0,02	0,13	0%	0,07	0,13
Níquel Total	mg/kg	15,9	42,8	6,4	19,8	33%	11,17	9,92
Zinco Total	mg/kg	124	271	39,7	93,7	0%	58,97	58,47

■ Sem padrão legal

* valores de referência adotados pela CETESB, vide metodologia no Capítulo 2

** análise não realizada.

3.5.15 Canal de São Vicente

Qualidade da água

No Canal de São Vicente foram verificadas não conformidades para os parâmetros OD (22%), COT (67%) e clorofila *a* (100%), conferindo classificação Boa segundo o IQAC em 2021. Este Índice de qualidade foi verificado pela primeira vez nessa área e pode estar associado à ausência de dados de fósforo total, desse modo, será preciso aguardar novas amostragens para confirmar essa melhora.

Segundo o IETC, em fevereiro de 2021, as concentrações de clorofila *a* (Tabela 3.2) variaram da condição Supereutrófica (Ponto 1) a Eutrófica (Pontos 2 e 3) com média anual indicativa de ambiente Eutrófico. Essa área manteve a classificação observada no ano anterior, porém com aumento expressivo nos valores das concentrações de clorofila *a*, já próximos ao limite máximo dessa classe.

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 2021	Média aritmética 2016 a 2020
Campo							
OD	mg/L	5,00	2,78	6,74	22%	5,46	4,90
pH		6,5 a 8,5	7,20	8,10	0%	7,76	7,50
Salinidade	ppt		21,33	30,87		26,86	22,37
Temperatura da Água	°C		28,9	30,4		29,8	25,2
Turbidez	UNT		2,7	5,5		4,0	7,2
Nutrientes							
Carbono Orgânico Total	mg/L	3	2,51	3,69	67%	3,21	3,88
Fósforo Total	mg/L	0,124	*	*	*	*	0,21
Nitrogênio Amoniacal Total	mg/L	0,4	0,13	0,35	0%	0,28	0,54
Nitrogênio Kjeldahl Total	mg/L		1,00	1,00		1,00	1,06
Outros							
Clorofila <i>a</i>	µg/L	10***	21,92	36,09	100%	28,74	8,96
Fenóis Totais	mg/L	0,06	0,003	0,003	0%	0,003	0,003
Microbiológicos							
Enterococos	UFC/100mL	100	2	63	0%	23	23

■ Médias geométricas

■ Sem padrão legal

** o cálculo de não conformidades foi realizado com o valor do LQ de 0,07 mg/L

*** o valor de referência para Clorofila *a* é o limite máximo para classe Mesotrófica do IETC

Qualidade dos sedimentos

Em 2021, 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.

Os sedimentos do ponto 3 apresentaram ocorrência de concentrações de chumbo e cobre ligeiramente superiores ao limite inferior (ISQG). Já o mercúrio apresentou concentração de 0,35 mg/kg, bastante inferior

ao ano anterior (1,04 mg/kg), mas ainda não conforme segundo o limiar de ISQG (0,1 mg/kg). Verificou-se a presença de dibenzo(a,h)antraceno (8,37 µg/kg), também próxima a ISQG.

Com base no critério microbiológico, as densidades de coliformes termotolerantes classificaram as amostras como Ruins e Regulares. Com relação ao *C. perfringens*, as amostras foram classificadas como Ruim (Ponto 1), Boa (Ponto 2) e Regular (Ponto 3) (Tabela 3.4).

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

Parâmetro	Unidade	Padrão CCME, 2002		mín	máx	% NC (resultados acima de ISQG)	Média aritmética 2021	Média aritmética 2016 a 2020
Nutrientes								
Fósforo Total	mg/kg	700*		103	557	0%	256	248
Nitrogênio Kjeldahl Total	mg/kg	1500*		335	1849	33%	906	876
Potencial Redox	mV			-238	-186		-208	-102
Orgânicos								
Carbono Orgânico Total	%	1,8*		0,44	2,9	33%	1,25	1,18
Fenóis Totais	mg/kg			2,0	3,8		2,64	2,92
Óleos e Graxas Totais	mg/kg			350	799		500	486
Hidrocarbonetos Arom. Polinucleares		ISQG	PEL					
2-metilnaftaleno	µg/kg	20,2	201	20,00	20,00	0%	20,00	23,21
Acenafteno	µg/kg	6,71	88,9	6,00	6,00	0%	6,00	6,62
Acenaftileno	µg/kg	5,87	128	5,00	5,00	0%	5,00	5,00
Antraceno	µg/kg	46,9	245	20,00	20,00	0%	20,00	20,57
Benzo(a)antraceno	µg/kg	74,8	693	20,00	31,90	0%	23,97	27,39
Benzo(a)pireno	µg/kg	88,8	763	10,00	82,10	0%	34,03	42,65
Benzo(b)fluoranteno	µg/kg			20,00	80,80		40,27	46,46
Benzo(g,h,i)perileno	µg/kg			80,00	80,00		80,00	82,64
Benzo(k)fluoranteno	µg/kg			30,00	37,20		32,40	34,94
Criseno	µg/kg	108	846	20,00	30,50	0%	23,50	34,87
Dibenzo(a,h)antraceno	µg/kg	6,22	135	6,00	8,37	33%	6,79	8,99
Fenantreno	µg/kg	86,7	544	20,00	38,00	0%	26,00	30,79
Fluoranteno	µg/kg	113	1494	20,00	58,20	0%	32,73	41,39
Fluoreno	µg/kg	21,2	144	15,00	15,00	0%	15,00	15,24
Indeno(1,2,3-cd)pireno	µg/kg			20,00	61,70		33,90	36,32
Naftaleno	µg/kg	34,6	391	20,00	20,00	0%	20,00	20,28
Pireno	µg/kg	153	1398	20,00	65,20	0%	35,07	48,04
Metais		ISQG	PEL					
Alumínio Total	mg/kg			7055	40112		19095	13420
Arsênio Total	mg/kg	7,24	41,6	2,0	8,9	33%	4,37	4,60
Cádmio Total	mg/kg	0,7	4,2	0,5	0,5	0%	0,50	0,42
Chumbo Total	mg/kg	30,2	112	6,1	34,5	33%	16,26	13,29
Cobre Total	mg/kg	18,7	108	4,0	23,7	33%	10,57	9,63
Cromo Total	mg/kg	52,3	160	6,1	42,2	0%	19,63	16,03
Estanho Total	mg/kg			5,0	5,0		5,00	3,78
Ferro Total	mg/kg			4016	30790		13951	10989
Mercúrio Total	mg/kg	0,13	0,7	0,01	0,35	33%	0,12	0,15
Níquel Total	mg/kg	15,9	42,8	2,5	15,8	0%	7,23	6,13
Zinco Total	mg/kg	124	271	12,4	105,0	0%	45,30	36,17

■ Sem padrão legal

* valores de referência adotados pela CETESB, vide metodologia no Capítulo 2.

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 os parâmetros que apresentaram não conformidades foram OD (33%) e enterococos (11%), classificando a área na categoria Boa em 2021 conforme o IQAC.

Segundo o IETC, em fevereiro de 2021, bem como na média anual, as concentrações de clorofila *a* (Tabela 3.2) foram indicativas de ambiente com condição Mesotrófica, exibindo melhora em relação ao ano anterior.

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

Parâmetro	Unidade	Padrão classe 1 águas salinas Res. CONAMA nº 357/05	mín	máx	% NC	Média aritmética 2021	Média aritmética 2016 a 2020
Campo							
OD	mg/L	6,00	4,13	6,84	33%	5,71	6,59
pH		6,5 a 8,5	5,20	8,20	17%	7,50	7,92
Salinidade	ppt		33,83	35,97		34,89	34,34
Temperatura da Água	°C		25,7	28,1		27,1	24,2
Turbidez	UNT		1,0	1,9		1,1	4,1
Nutrientes							
Carbono Orgânico Total	mg/L	3	1,23	1,67	0%	1,45	1,79
Fósforo Total	mg/L	0,062**	0,070	0,070	0%	0,07	0,07
Nitrogênio Amoniacal Total	mg/L	0,4	0,10	0,10	0%	0,10	0,13
Nitrogênio Kjeldahl Total	mg/L		1,00	1,00		1,00	0,92
Outros							
Clorofila <i>a</i>	µg/L	2,5***	1,34	1,87	0%	1,57	3,42
Fenóis Totais	mg/L	0,06	0,003	0,003	0%	0,003	0,003
Microbiológicos							
Enterococos	UFC/100mL	100	4	2100	11%	13	13

■ Médias geométricas

■ Sem padrão legal

** o cálculo de não conformidades foi realizado com o valor do LQ de 0,07 mg/L

*** o valor de referência para Clorofila *a* é o limite máximo para classe Mesotrófica do IETC

Qualidade dos sedimentos

Os sedimentos da região foram arenosos nos pontos 1 e 3 e mais finos no ponto 2. Novamente as médias de concentração de nutrientes no sedimento foram superiores aos cinco anos anteriores. A média do NKT passou de 2048 mg/kg em 2020, para 2188,33 mg/kg em 2021. No caso do fósforo o valor foi de 430,5 mg/kg para 554 mg/kg e do COT foi de 1,51% para 1,86%. Além disso, foram registrados valores de arsênio, chumbo e níquel ligeiramente superiores ao ISQG similares ao ano anterior.

Com relação ao aspecto microbiológico, as densidades de coliformes termotolerantes classificaram as amostras como Boas; exceção feita ao ponto 3 que foi classificado como Ruim. Considerando o *C. perfringens*, as amostras dos pontos 1 e 3 foram classificadas como Boas e a amostra do ponto 2 foi classificada como Ótima (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 2021	Média aritmética 2016 a 2020
Nutrientes								
Fósforo Total	mg/kg	500*		330	669	67%	554	314
Nitrogênio Kjeldahl Total	mg/kg	1000*		870	2883	67%	2188	1048
Potencial Redox	mV			-203	-119		-172	-91
Orgânicos								
Carbono Orgânico Total	%	1,3*		0,67	2,8	67%	1,86	0,85
Fenóis Totais	mg/kg			2,3	4,5		3,55	2,86
Óleos e Graxas Totais	mg/kg			350	450		396	525
Hidrocarbonetos Arom. Polinucleares		ISQG	PEL					
2-metilnaftaleno	µg/kg	20,2	201	20,00	20,00	0%	20,00	20,00
Acenafteno	µg/kg	6,71	88,9	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	46,9	245	20,00	20,00	0%	20,00	20,00
Benzo(a)antraceno	µg/kg	74,8	693	20,00	20,00	0%	20,00	20,00
Benzo(a)pireno	µg/kg	88,8	763	10,00	10,00	0%	10,00	11,05
Benzo(b)fluoranteno	µg/kg			20,00	20,00		20,00	20,00
Benzo(g,h,i)perileno	µg/kg			80,00	80,00		80,00	80,00
Benzo(k)fluoranteno	µg/kg			30,00	30,00		30,00	30,00
Criseno	µg/kg	108	846	20,00	20,00	0%	20,00	20,00
Dibenzo(a,h)antraceno	µg/kg	6,22	135	6,00	6,00	0%	6,00	6,00
Fenantreno	µg/kg	86,7	544	20,00	20,00	0%	20,00	20,00
Fluoranteno	µg/kg	113	1494	20,00	20,00	0%	20,00	21,30
Fluoreno	µg/kg	21,2	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	21,27
Metais		ISQG	PEL					
Alumínio Total	mg/kg			20274	49831		36330	15701
Arsênio Total	mg/kg	7,24	41,6	7,5	13,6	100%	10,56	7,41
Cádmio Total	mg/kg	0,7	4,2	0,5	0,5	0%	0,50	0,41
Chumbo Total	mg/kg	30,2	112	19,0	37,1	67%	30,53	14,60
Cobre Total	mg/kg	18,7	108	7,0	14,9	0%	12,08	6,48
Cromo Total	mg/kg	52,3	160	25,4	50,1	0%	40,80	21,14
Estanho Total	mg/kg			5,0	5,0		5,00	7,00
Ferro Total	mg/kg			20856	36703		30644	18245
Mercurio Total	mg/kg	0,13	0,7	0,01	0,05	0%	0,03	0,02
Níquel Total	mg/kg	15,9	42,8	9,4	18,9	67%	15,22	7,40
Zinco Total	mg/kg	124	271	40,2	72,8	0%	60,70	35,13

■ Sem padrão legal

* valores de referência adotados pela CETESB, vide metodologia no Capítulo 2.

3.5.17 Área de Influência do Rio Itanhaém

Qualidade da água

Na área de influência da foz do Rio Itanhaém os parâmetros COT (17%), nitrogênio amoniacal (11%) e clorofila *a* (50%) apresentaram não conformidades. A média do IQAC manteve a área na categoria Regular.

Segundo o IETC, em julho de 2021, bem como na média anual, as concentrações de clorofila *a* (Tabela 3.2) indicaram condição Eutrófica exibindo piora na classificação obtida no ano anterior.

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

Parâmetro	Unidade	Padrão classe 1 águas salinas Res. CONAMA nº 357/05	mín	máx	% NC	Média aritmética 2021	Média aritmética 2016 a 2020
Campo							
OD	mg/L	6,00	6,99	7,6	0%	7,33	6,49
pH		6,5 a 8,5	7,90	8,10	0%	8,00	8,00
Salinidade	ppt		29,53	34,38		33,46	33,42
Temperatura da Água	°C		20,0	20,2		20,0	24,6
Turbidez	UNT		4,0	10,7		6,8	7,9
Nutrientes							
Carbono Orgânico Total	mg/L	3	2,40	3,40	17%	2,72	1,99
Fósforo Total	mg/L	0,062**	0,070	0,070	0%	0,07	0,07
Nitrogênio Amoniacal Total	mg/L	0,4	0,10	1,00	11%	0,20	0,12
Nitrogênio Kjeldahl Total	mg/L		1,00	1,09		1,01	0,99
Outros							
Clorofila <i>a</i> **	µg/L	2,5***	2,14	4,96	50%	3,34	3,29
Fenóis Totais	mg/L	0,06	0,003	0,003	0%	0,003	0,003
Microbiológicos							
Enterococos	UFC/100mL	100	1	17	0%	2	2

■ Médias geométricas

■ Sem padrão legal

** o cálculo de não conformidades foi realizado com o valor do LQ de 0,07 mg/L

*** o valor de referência para Clorofila *a* é o limite máximo para classe Mesotrófica do IETC

Qualidade dos sedimentos

Em relação aos aspectos físico-químicos não foram identificadas ocorrências de concentrações acima dos valores orientadores mantendo o comportamento do triênio anterior. Novamente há ocorrência de arsênio dentro dos valores basais observados no litoral paulista.

Quanto ao aspecto microbiológico, todas as amostras foram classificadas como Ótimas para coliformes termotolerantes e para *C. perfringens* (Tabela 3.4).

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

Parâmetro	Unidade	Padrão CCME, 2002		mín	máx	% NC (resultados acima de ISQG)	Média aritmética 2021	Média aritmética 2016 a 2020
Nutrientes								
Fósforo Total	mg/kg	500*		126	136	0%	131	201
Nitrogênio Kjeldahl Total	mg/kg	1000*		130	158	0%	148	511
Potencial Redox	mV			44	103		80	51
Orgânicos								
Carbono Orgânico Total	%	1,3*		0,07	0,1	0%	0,08	0,42
Fenóis Totais	mg/kg			1,9	2,0		1,95	2,83
Óleos e Graxas Totais	mg/kg			350	350		350	352
Hidrocarbonetos Arom. Polinucleares		ISQG	PEL					
2-metilnaftaleno	µg/kg	20,2	201	20,00	20,00	0%	20,00	20,00
Acenafteno	µg/kg	6,71	88,9	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	46,9	245	20,00	20,00	0%	20,00	20,00
Benzo(a)antraceno	µg/kg	74,8	693	20,00	20,00	0%	20,00	20,00
Benzo(a)pireno	µg/kg	88,8	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			20,00	20,00		20,00	80,00
Benzo(k)fluoranteno	µg/kg			30,00	30,00		30,00	30,00
Criseno	µg/kg	108	846	20,00	20,00	0%	20,00	20,00
Dibenzo(a,h)antraceno	µg/kg	6,22	135	6,00	6,00	0%	6,00	6,00
Fenantreno	µg/kg	86,7	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	21,2	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			6148	7449		6743	7723
Arsênio Total	mg/kg	7,24	41,6	7,2	7,7	33%	7,38	7,51
Cádmio Total	mg/kg	0,7	4,2	0,5	0,5	0%	0,50	0,36
Chumbo Total	mg/kg	30,2	112	7,7	8,4	0%	7,97	10,41
Cobre Total	mg/kg	18,7	108	4,0	4,0	0%	4,00	4,71
Cromo Total	mg/kg	52,3	160	12,8	13,5	0%	13,23	13,49
Estanho Total	mg/kg			5,0	5,0		5,00	4,48
Ferro Total	mg/kg			13459	14217		13893	15062
Mercúrio Total	mg/kg	0,13	0,7	0,01	0,01	0%	0,01	0,01
Níquel Total	mg/kg	15,9	42,8	3,2	3,5	0%	3,38	4,62
Zinco Total	mg/kg	124	271	21,3	21,8	0%	21,50	23,81

■ Sem padrão legal

* valores de referência adotados pela CETESB, vide metodologia no Capítulo 2.

3.5.18 Área de Influência Rio Preto

Qualidade da água

Na área de influência da foz do Rio Preto o parâmetro COT (43%) apresentou não conformidade. A classificação da área se manteve Boa em 2021, segundo o IQAC.

Segundo o IETC, em julho de 2021, bem como na média anual, as concentrações de clorofila *a* (Tabela 3.2) indicaram condições Mesotróficas exibindo uma melhora expressiva em relação ao ano anterior. Embora nesse ano, essa área tenha sido amostrada no período seco, diferente do ano anterior, é possível observar que a melhora ocorreu também quando comparado aos dados pretéritos do mesmo período.

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	min	máx	% NC	Média aritmética 2021	Média aritmética 2016 a 2020
Campo							
OD	mg/L	6,00	7,67	8,02	0%	7,90	6,58
pH		6,5 a 8,5	7,70	8,10	0%	7,97	7,92
Salinidade	ppt		31,75	33,87		33,07	32,62
Temperatura da Água	°C		19,5	19,9		19,7	23,6
Turbidez	UNT		2,5	11,8		4,6	12,2
Nutrientes							
Carbono Orgânico Total	mg/L	3	1,60	3,40	43%	2,66	2,17
Fósforo Total	mg/L	0,062**	0,070	0,070	0%	0,07	0,08
Nitrogênio Amoniacal Total	mg/L	0,4	0,10	0,19	0%	0,12	0,12
Nitrogênio Kjeldahl Total	mg/L		1,00	1,00		1,00	0,99
Outros							
Clorofila <i>a</i> **	µg/L	2,5***	1,64	2,41	0%	2,04	5,05
Fenóis Totais	mg/L	0,06	0,003	0,003	0%	0,003	0,003
Microbiológicos							
Enterococos	UFC/100mL	100	1	12	0%	2	2

■ Médias geométricas

■ Sem padrão legal

** o cálculo de não conformidades foi realizado com o valor do LQ de 0,07 mg/L

*** o valor de referência para Clorofila *a* é o limite máximo para classe Mesotrófica do IETC

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, mas com apenas uma ocorrência de não conformidade no ponto 2 em 2021. Não foram quantificados HPAs.

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 Boa para *C. perfringens* (Tabela 3.4).

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

Parâmetro	Unidade	Padrão CCME, 2002		mín	máx	% NC (resultados acima de ISQG)	Média aritmética 2021	Média aritmética 2016 a 2020
Nutrientes								
Fósforo Total	mg/kg	500*		251	274	0%	265	346
Nitrogênio Kjeldahl Total	mg/kg	1000*		694	1067	33%	873	1157
Potencial Redox	mV			-152	-106		-125	-118
Orgânicos								
Carbono Orgânico Total	%	1,3*		0,62	0,7	0%	0,66	0,76
Fenóis Totais	mg/kg			2,6	2,8		2,68	2,92
Óleos e Graxas Totais	mg/kg			350	350		350	374
Hidrocarbonetos Arom. Polinucleares		ISQG	PEL					
2-metilnaftaleno	µg/kg	20,2	201	20,00	20,00	0%	20,00	20,00
Acenafteno	µg/kg	6,71	88,9	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	46,9	245	20,00	20,00	0%	20,00	20,00
Benzo(a)antraceno	µg/kg	74,8	693	20,00	20,00	0%	20,00	20,00
Benzo(a)pireno	µg/kg	88,8	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			20,00	20,00		20,00	80,00
Benzo(k)fluoranteno	µg/kg			30,00	30,00		30,00	30,00
Criseno	µg/kg	108	846	20,00	20,00	0%	20,00	20,00
Dibenzo(a,h)antraceno	µg/kg	6,22	135	6,00	6,00	0%	6,00	6,00
Fenantreno	µg/kg	86,7	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	21,2	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			17345	19779		18584	15675
Arsênio Total	mg/kg	7,24	41,6	7,7	7,9	100%	7,78	7,14
Cádmio Total	mg/kg	0,7	4,2	0,5	0,5	0%	0,50	0,37
Chumbo Total	mg/kg	30,2	112	17,3	18,1	0%	17,60	16,62
Cobre Total	mg/kg	18,7	108	5,5	6,8	0%	6,27	6,24
Cromo Total	mg/kg	52,3	160	23,8	25,1	0%	24,33	22,01
Estanho Total	mg/kg			5,0	5,0		5,00	3,11
Ferro Total	mg/kg			19221	20117		19804	20234
Mercurío Total	mg/kg	0,13	0,7	0,01	0,01	0%	0,01	0,01
Níquel Total	mg/kg	15,9	42,8	7,5	7,8	0%	7,67	7,56
Zinco Total	mg/kg	124	271	35,3	36,2	0%	35,90	38,40

■ Sem padrão legal

* valores de referência adotados pela CETESB, vide metodologia no Capítulo 2.

3.5.19 Mar Pequeno

Qualidade da água

Os parâmetros COT (100%) e fósforo (67%) apresentaram não conformidade no mar, mas a classificação se manteve Boa em 2021. Nota-se que as concentrações elevadas de clorofila *a* observadas nos anos anteriores não se repetiram.

Segundo o IETC, em setembro de 2021, 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 Oligotrófico, ou de baixa trofia, exibindo melhora expressiva em relação aos dois 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 2021	Média aritmética 2016 a 2020
Campo							
OD	mg/L	5,00	6,86	7,18	0%	7,00	7,33
pH		6,5 a 8,5	6,90	8,10	0%	7,48	7,11
Salinidade	ppt		0,00	26,44		6,55	2,28
Temperatura da Água	°C		2,2	22,5		19,8	23,3
Turbidez	UNT		7,1	30,0		18,1	26,7
Nutrientes							
Carbono Orgânico Total	mg/L	3	3,50	7,00	100%	5,17	3,81
Fósforo Total	mg/L	0,124	0,082	0,290	67%	0,20	0,12
Nitrogênio Amoniacal Total	mg/L	0,4	0,14	0,20	0%	0,16	0,21
Nitrogênio Kjeldahl Total	mg/L		1,00	1,00		1,00	0,94
Outros							
Clorofila <i>a</i>	µg/L	10***	0,56	5,79	0%	1,64	9,17
Fenóis Totais	mg/L	0,06	0,003	0,003	0%	0,003	0,003
Microbiológicos							
Enterococos	UFC/100mL	100	6	60	0%	21	21

■ Médias geométricas

■ Sem padrão legal

*** o valor de referência para Clorofila *a* é o limite máximo para classe Mesotrófica do IETC

Qualidade dos sedimentos

Com relação aos parâmetros físico-químicos, foram verificadas altas concentrações de nutrientes e não conformidades de alguns metais nos sedimentos do ponto 3 em 2021. Destaca-se a concentração de NKT que atingiu 3651 mg/kg. É provável que as ocorrências de metais (chumbo, cobre e cromo) sejam pontuais, mas todos tiveram concentrações próximas ao limite de ISQG.

A avaliação ecotoxicológica da amostra de sedimento do ponto 2 dessa área indicou qualidade Ótima para esse ambiente (Tabela 3.3). Não foram determinados contaminantes químicos acima de ISQG nesse ponto, no entanto As, Pb, Cu e Cr estavam acima desse limite no ponto 3. Não houve quantificação de HPAs em valores superiores aos limites analíticos.

Essa área apresentou qualidade Ruim no ponto 2 em 2017 e nos pontos 1 e 2, em 2019. Qualidade Péssima, no ponto 3, foi observada apenas em 2019.

Em relação à poluição fecal, a amostra do ponto 2 foi classificada como Ruim considerando os coliformes termotolerantes e como Boa considerando *C. perfringens* (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 (continua)

Parâmetro	Unidade	Padrão CCME, 2002		min	máx	% NC (resultados acima de ISQG)	Média aritmética 2021	Média aritmética 2016 a 2020
Nutrientes								
Fósforo Total	mg/kg	700*		161	1633	33%	730	240
Nitrogênio Kjeldahl Total	mg/kg	1500*		119	3651	33%	1414	472
Potencial Redox	mV			-93	113		-13	-49
Orgânicos								
Carbono Orgânico Total	%	1,8*		0,12	4,0	33%	1,52	0,53
Fenóis Totais	mg/kg			2,0	5,3		3,20	2,24
Óleos e Graxas Totais	mg/kg			350	350		350	450
Hidrocarbonetos Arom. Polinucleares		ISQG	PEL					
2-metilnaftaleno	µg/kg	20,2	201	20,00	20,00	0%	20,00	20,00
Acenafteno	µg/kg	6,71	88,9	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	46,9	245	20,00	20,00	0%	20,00	20,00
Benzo(a)antraceno	µg/kg	74,8	693	20,00	20,00	0%	20,00	20,00
Benzo(a)pireno	µg/kg	88,8	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			20,00	20,00		20,00	80,00
Benzo(k)fluoranteno	µg/kg			30,00	30,00		30,00	30,00
Criseno	µg/kg	108	846	20,00	20,00	0%	20,00	20,00
Dibenzo(a,h)antraceno	µg/kg	6,22	135	6,00	6,00	0%	6,00	6,00
Fenantreno	µg/kg	86,7	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	21,2	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			3671	68910		28978	8827
Arsênio Total	mg/kg	7,24	41,6	2,0	13,5	33%	6,31	3,11
Cádmio Total	mg/kg	0,7	4,2	0,5	0,5	0%	0,50	0,41
Chumbo Total	mg/kg	30,2	112	7,4	59,2	33%	28,58	14,84
Cobre Total	mg/kg	18,7	108	4,0	30,4	33%	14,09	7,58
Cromo Total	mg/kg	52,3	160	6,3	68,5	33%	31,33	13,16
Estanho Total	mg/kg			5,0	5,0		5,00	3,74
Ferro Total	mg/kg			6411	52176		24135	10567
Mercúrio Total	mg/kg	0,13	0,7	**	**	**	**	0,03
Níquel Total	mg/kg	15,9	42,8	1,8	24,4	33%	11,27	5,42
Zinco Total	mg/kg	124	271	12,4	111,0	0%	53,00	27,83

■ Sem padrão legal

* valores de referência adotados pela CETESB, vide metodologia no Capítulo 2

** análise não realizada.

3.5.20 Mar de Cananeia

Qualidade da água

No Mar de Cananeia, COT e Clorofila *a* apresentaram 89% e 100% de não conformidade, respectivamente, em 2021. A área foi classificada como Boa. Nota-se que as concentrações nos pontos 2 e 3 foram inferiores ao ponto 1 que atingiu 51,32 µg/L de clorofila no estrato de meio, embora os resultados não tenham sido suficientes para interferir na classificação, uma vez que os demais parâmetros atenderam aos padrões.

Segundo o IETC, em setembro de 2021, as concentrações de clorofila *a* (Tabela 3.2) variaram de Eutrófico (Pontos 2 e 3) a Supereutrófico (Ponto 1), com média indicativa de ambiente Eutrófico. Essa área exibiu piora expressiva em relação aos dois últimos anos.

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	mín	máx	% NC	Média aritmética 2021	Média aritmética 2016 a 2020
Campo							
OD	mg/L	5,00	6,92	8,49	0%	7,54	6,61
pH		6,5 a 8,5	7,10	8,10	0%	7,88	8,53
Salinidade	ppt		19,96	30,59		26,83	21,38
Temperatura da Água	°C		21,6	22,1		21,9	23,7
Turbidez	UNT		3,2	50,0		14,6	12,8
Nutrientes							
Carbono Orgânico Total	mg/L	3	2,50	6,70	89%	4,39	4,35
Fósforo Total	mg/L	0,124	0,070	0,092	0%	0,07	0,07
Nitrogênio Amoniacal Total	mg/L	0,4	0,12	0,26	0%	0,16	0,20
Nitrogênio Kjeldahl Total	mg/L		1,00	1,00		1,00	0,84
Outros							
Clorofila <i>a</i> **	µg/L	10***	10,10	51,32	100%	22,64	8,76
Fenóis Totais	mg/L	0,06	0,003	0,003	0%	0,003	0,003
Microbiológicos							
Enterococos	UFC/100mL	100	1	4	0%	2	2

■ Médias geométricas

■ Sem padrão legal

*** o valor de referência para Clorofila *a* é o limite máximo para classe Mesotrófica do IETC

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 2021.

A avaliação ecotoxicológica, com amostra de sedimento do ponto 2, da área do Mar de Cananeia, realizada no segundo semestre, indicou qualidade Ótima para esse ambiente (Tabela 3.3), da mesma forma que nos últimos quatro anos.

Com base nos aspectos microbiológicos, as densidades dos microrganismos de poluição fecal coliformes termotolerantes e *C.perfringens* classificaram o ponto 2 como Ótimo (Tabela 3.4).

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

Parâmetro	Unidade	Padrão CCME, 2002		mín	máx	% NC (resultados acima de ISQG)	Média aritmética 2021	Média aritmética 2016 a 2020
Nutrientes								
Fósforo Total	mg/kg	700*		38,2	233	0%	168	136
Nitrogênio Kjeldahl Total	mg/kg	1500*		112	629	0%	410	493
Potencial Redox	mV			-93	113		-8	-153
Orgânicos								
Carbono Orgânico Total	%	1,8*		0,05	0,8	0%	0,48	0,49
Fenóis Totais	mg/kg			1,9	2,5		2,30	2,25
Óleos e Graxas Totais	mg/kg			350	350		350	394
Hidrocarbonetos Arom. Polinucleares		ISQG	PEL					
2-metilnaftaleno	µg/kg	20,2	201	20,00	20,00	0%	20,00	20,00
Acenafteno	µg/kg	6,71	88,9	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	46,9	245	20,00	20,00	0%	20,00	20,00
Benzo(a)antraceno	µg/kg	74,8	693	20,00	20,00	0%	20,00	20,00
Benzo(a)pireno	µg/kg	88,8	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			20,00	20,00		20,00	80,00
Benzo(k)fluoranteno	µg/kg			30,00	30,00		30,00	30,00
Criseno	µg/kg	108	846	20,00	20,00	0%	20,00	20,00
Dibenzo(a,h)antraceno	µg/kg	6,22	135	6,00	6,00	0%	6,00	6,00
Fenantreno	µg/kg	86,7	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	21,2	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			1350	12740		8695	6808
Arsênio Total	mg/kg	7,24	41,6	2,0	5,2	0%	4,00	3,50
Cádmio Total	mg/kg	0,7	4,2	0,5	0,5	0%	0,50	0,41
Chumbo Total	mg/kg	30,2	112	5,0	12,5	0%	9,40	7,91
Cobre Total	mg/kg	18,7	108	4,0	4,1	0%	4,02	4,50
Cromo Total	mg/kg	52,3	160	2,7	14,8	0%	10,57	9,23
Estanho Total	mg/kg			5,0	5,0		5,00	3,74
Ferro Total	mg/kg			1171	10047		6881	6351
Mercúrio Total	mg/kg	0,13	0,7	**	**	**	**	0,01
Níquel Total	mg/kg	15,9	42,8	1,0	5,3	0%	3,61	3,44
Zinco Total	mg/kg	124	271	4,71	21,0	0%	14,97	13,12

■ Sem padrão legal

* valores de referência adotados pela CETESB, vide metodologia no Capítulo 2

** análise não realizada.

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 do IQAC médio de 2021 para as áreas estudadas mostrou que 21% foram classificadas como Ótimas, todas localizadas no Litoral Norte. As áreas classificadas como Boas foram 53%, semelhante a 2020, mas mostrando certo aumento em relação aos anos anteriores. As Regulares somaram 21% e as Ruins 5%, sendo todas situadas na Baixada Santista. A classificação Ruim foi obtida na área de influência do emissário de Santos, não tendo sido registrada nenhuma classificação Péssima em 2021. Em 2021, foi realizada apenas uma amostragem, de forma que o cálculo do IQAC foi realizado por área, e não por ponto. Cabe ressaltar, também, que o IQAC não foi calculado para o canal de São Sebastião nem para a Laje de Santos (Gráficos 4.1 e 4.2).

Gráfico 4.1 – Distribuição Percentual da classificação das áreas pelo IQAC médio em 2021

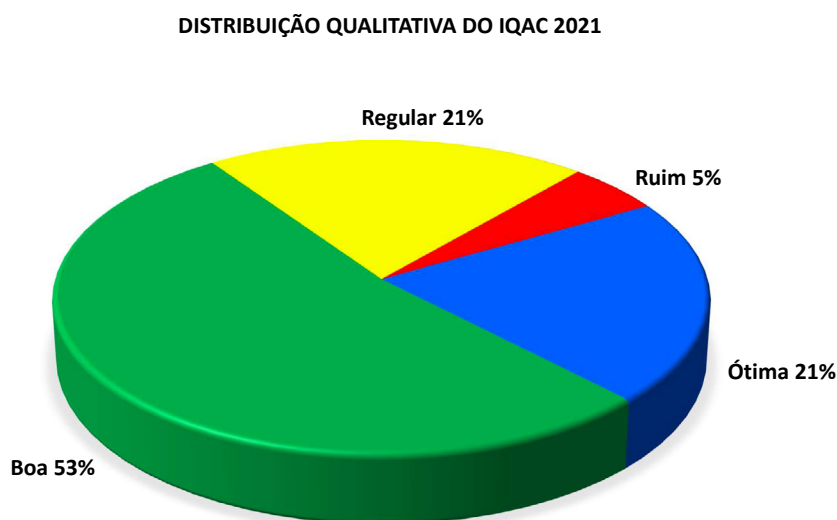
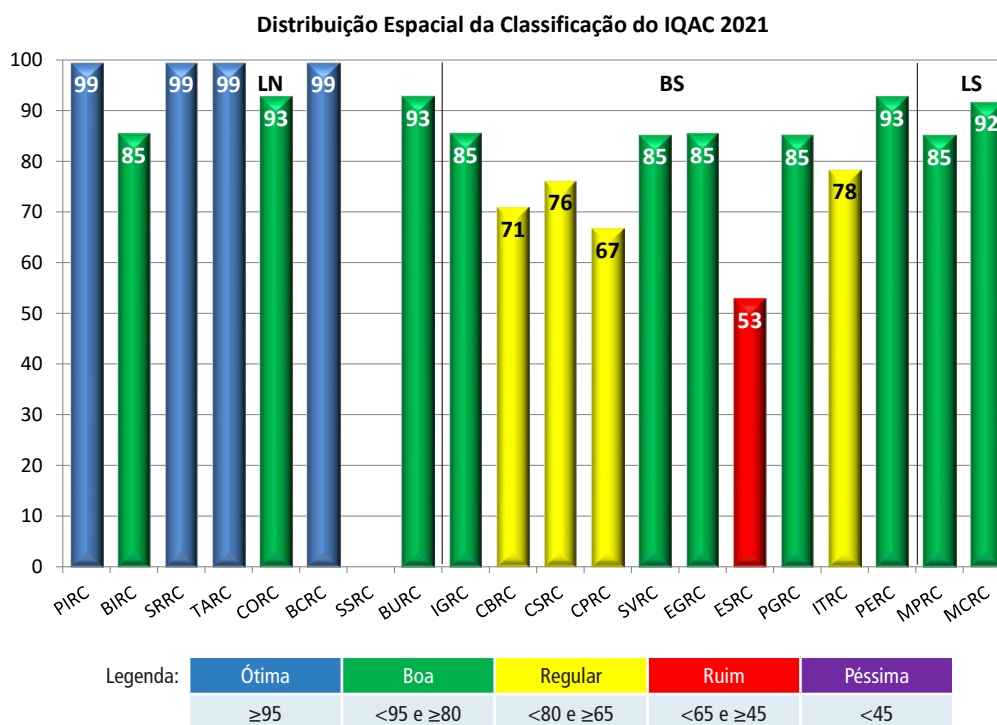


Gráfico 4.2 – Classificação das áreas pelo IQAC médio em 2021**Quadro 4.1** – Siglas das áreas avaliadas

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		

O Quadro 4.2 e o Gráfico 4.3 apresentam o histórico das médias dos índices por área desde 2012. Cabe salientar que, em razão das limitações impostas pela pandemia nas amostragens, pode haver algum comprometimento na comparação com anos anteriores, pois em 2020 e 2021 foi realizada uma única campanha anual. Não foi registrada nenhuma classificação Péssima nos últimos três anos. Nota-se nesses dois anos um aumento das classificações Boas e diminuição das Ruins.

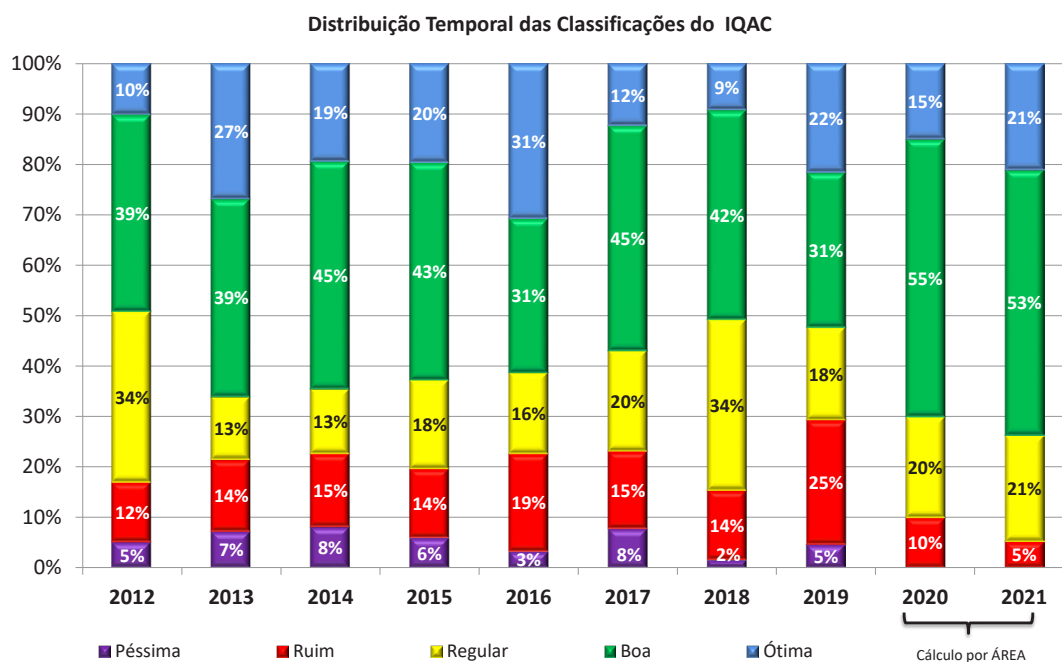
Quadro 4.2 – Evolução do IQAC médio das áreas entre 2012 e 2021

Local de amostragem	Ano									
	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
Picinguaba	77	99	85	97	99	79	97	99	92	99
Baía de Itaguá	73	85	90	95	93	79	97	94	99	85
Saco da Ribeira	89	87	92	83	96	97	97	99	99	99
Tabatinga	92	99	99	90	96	97	97	97	92	99
Cocanha	95	99	99	88	97	99	90	97	99	86
Baía de Caraguatatuba	90	97	99	97	99	86	85	80	92	99
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	93
Rio Itaguaré	93	90	90	88	92	86	88	99	83	85
Laje de Santos									99	
Canal de Bertioga	69	58	69	57	75	70	55	66	99	71
Canal de Santos	59	46	47	73	59	55	62	58	59	76
Canal de Piaçaguera				58	58	40	60	51	67	67
Canal de São Vicente	53	43	39	37	54	46	54	50	58	85
Emissário Guarujá **	83	80	81	81	78	83	77	75	67	85
Emissário Santos **	39	70	47	54	49	47	65	50	83	53
Emissário Praia Grande 1 **	60	76	85	71	74	75	78	61	75	85
Rio Itanhaém	87		82	79	87	79	76	83	75	78
Rio Preto	71	92	88	80	83	76	74	67	83	93
Mar Pequeno	68	67	68	78	62	76	80	66	92	85
Mar de Cananeia	69	85	84	84	91	85	81	86	92	92

* 5 pontos ** 4 pontos

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

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 2021 que foi calculado por área em razão de ter sido realizada uma única amostragem.

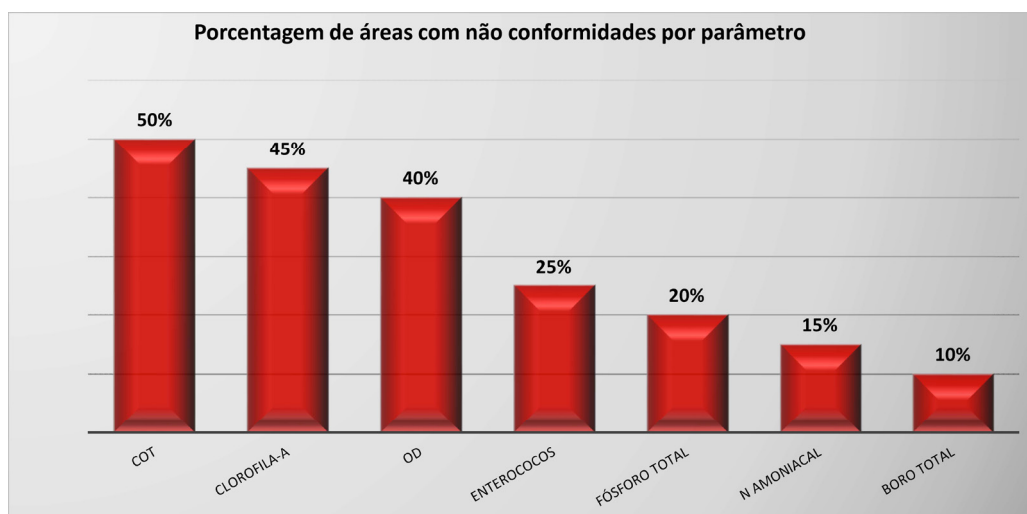
Gráfico 4.3 – Evolução da distribuição percentual das categorias do IQAC por ponto no período de 2012 a 2021

4.1.2 Atendimento aos padrões de qualidade de água

Distribuição do atendimento nas áreas monitoradas

O Gráfico 4.4 mostra a porcentagem de áreas que apresentaram não conformidades por parâmetro. É importante ressaltar que no cálculo da porcentagem de áreas com não conformidades de fósforo nas 20 áreas avaliadas, foram consideradas não conformidades, para águas salinas, apenas aqueles valores acima do LQ de 0,07 mg/L, uma vez que este é ligeiramente superior ao limite legal de 0,062 mg/L.

Avaliando a extensão espacial das não conformidades por parâmetros nas áreas monitoradas foi possível observar que nenhum parâmetro apresentou não conformidade em mais da metade das áreas avaliadas como em anos anteriores. Em 2021, metade delas apresentou não conformidades para o COT; para a Clorofila *a* e OD foram 45% e 40% das áreas respectivamente. Para os enterococos foram 25%, Fósforo Total, 20%, e N-amoniaco 15%.

Gráfico 4.4 – Porcentagem de áreas que apresentaram não conformidade por variável em 2021

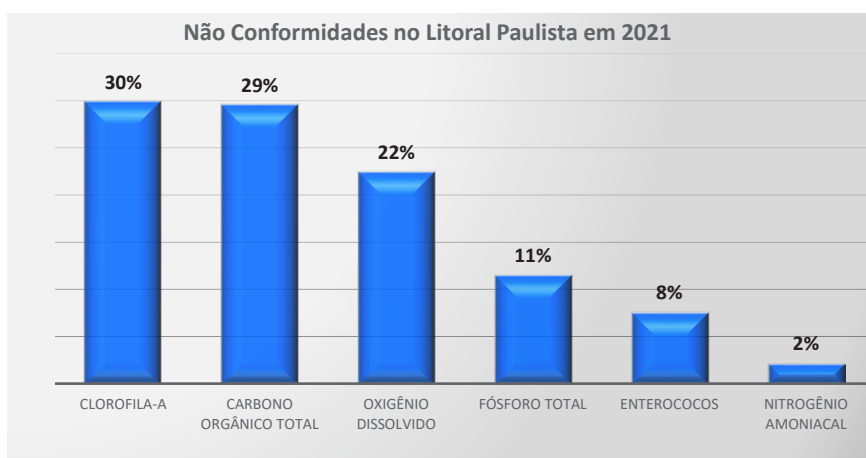
Proporção de atendimento por variável

Analisando a porcentagem de amostras não conformes para cada variável para toda a rede (Gráfico 4.5 A) e para cada classe de água, estuarina e costeira (Gráfico 4.5 B e C), verifica-se que as variáveis que apresentaram mais não conformidades foram: COT e Clorofila *a* com cerca de 30%, seguidos pelo Oxigênio Dissolvido com 22% de resultados não conformes, além do Fósforo Total principalmente nas áreas estuarinas.

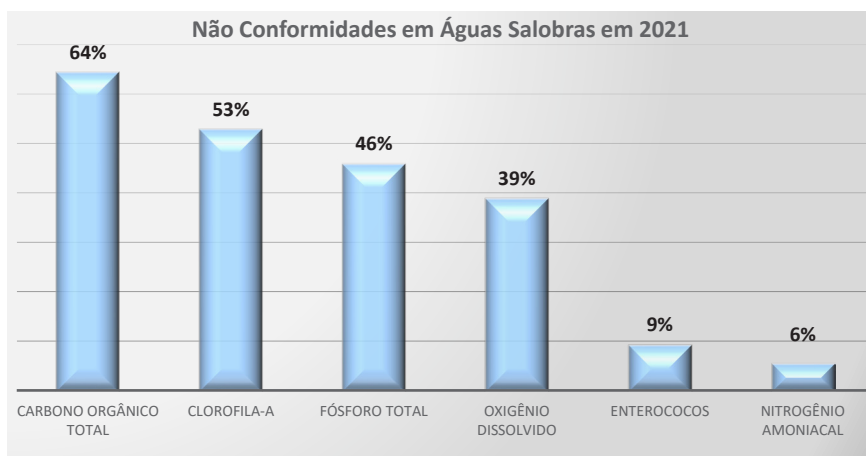
Com relação às áreas estuarinas (águas salobras), as não conformidades foram superiores a 50% para COT e Clorofila *a*. Para o Fósforo Total e o OD estiveram em torno de 45 e 40% respectivamente. Já para os enterococos e Nitrogênio Amoniacal não ultrapassaram 10%.

Por outro lado, nas áreas costeiras (águas salinas), nenhum parâmetro apresentou mais de 25% de amostras não conformes, sendo a Clorofila *a* com porcentagem ligeiramente acima de 20%. O OD e o COT apresentaram não conformidades em cerca de 15% e enterococos e Fósforo Total abaixo de 10%.

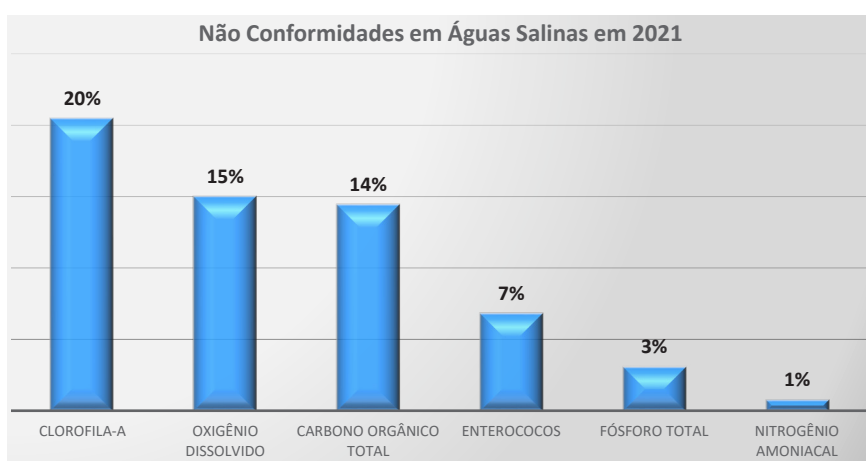
Gráfico 4.5 – Porcentagem de amostras não conformes por variável em 2021 na Rede costeira (a), Águas Salobras (b) e Águas Salinas (c)



(A)



(B)



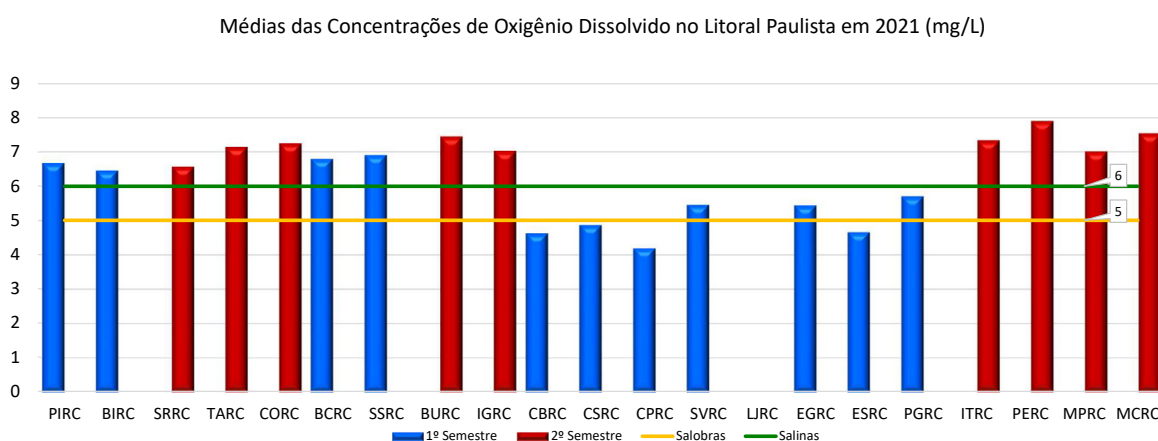
(C)

Concentrações médias das principais variáveis não conformes

A seguir serão apresentadas em gráficos as concentrações médias das principais variáveis que mostraram não conformidades em 2021. 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.

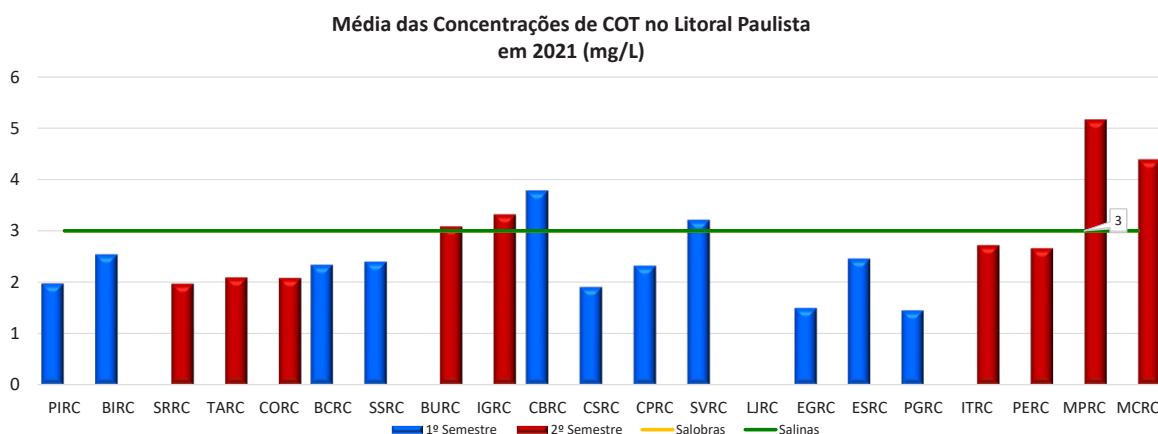
Com relação ao Oxigênio Dissolvido, as menores médias foram registradas nos canais da Baixada Santista de águas salobras, todas abaixo de 5,0 mg/L com exceção do canal de São Vicente (Gráfico 4.6). Os três emissários monitorados também apresentaram médias inferiores ao padrão legal de águas salinas (6 mg/L).

Gráfico 4.6 – Média das concentrações de OD nas amostras de água das áreas da rede costeira em 2021 e padrões de qualidade para águas salobras e salinas



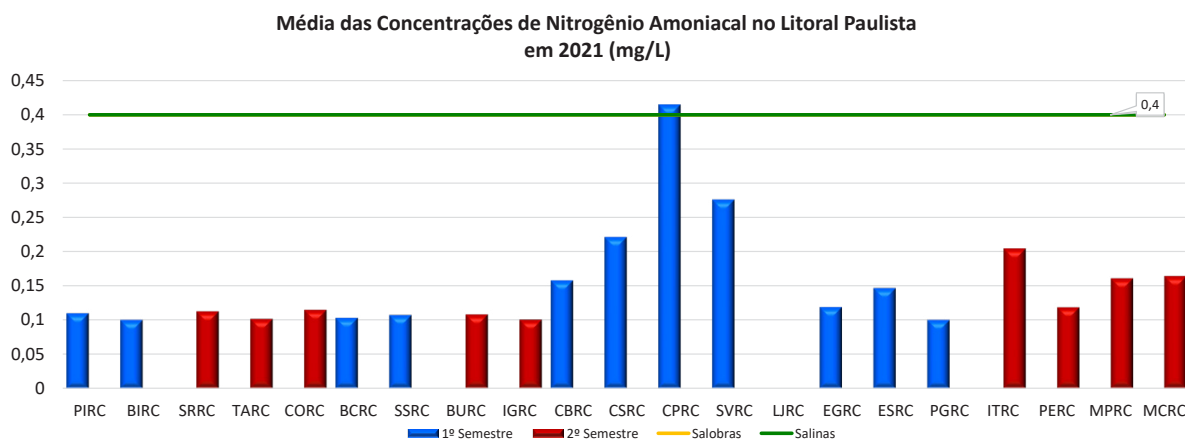
O COT apresentou resultados médios acima do padrão legal (3,0 mg/L) nas áreas estuarinas do Litoral Sul, canal de Bertioga e nas áreas de influência dos rios Itaguapé e Una (Gráfico 4.7).

Gráfico 4.7 – Média das concentrações de carbono orgânico total (COT) (mg/L) nas amostras de água das áreas da rede costeira em 2021 e padrões de qualidade para águas salobras e salinas



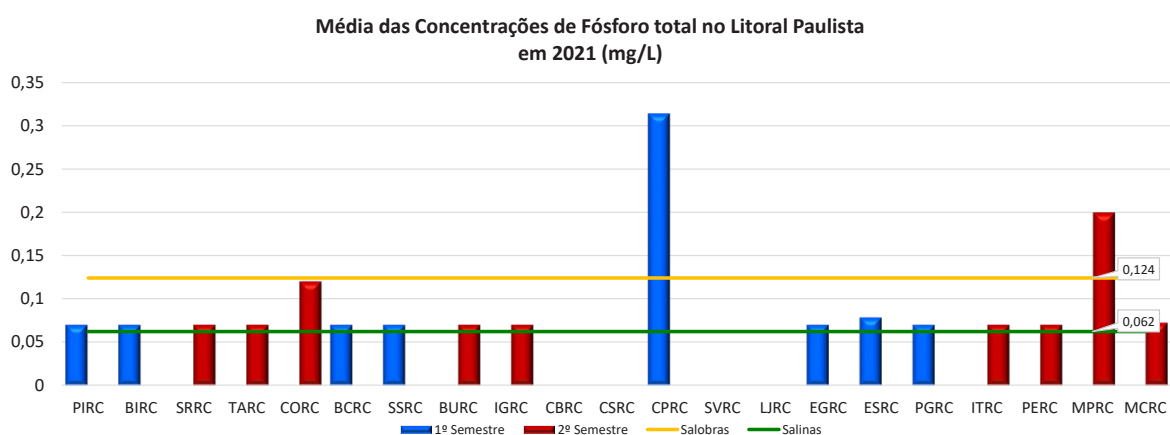
O Nitrogênio Amoniacal apresentou concentrações médias mais elevadas nos canais do estuário da Baixada Santista ultrapassando o padrão apenas no Canal de Piaçaguera (Gráfico 4.8).

Gráfico 4.8 – Média das concentrações de nitrogênio amoniacal (mg/L) nas amostras de água das áreas da rede costeira em 2021 e padrões de qualidade para águas salobras e salinas



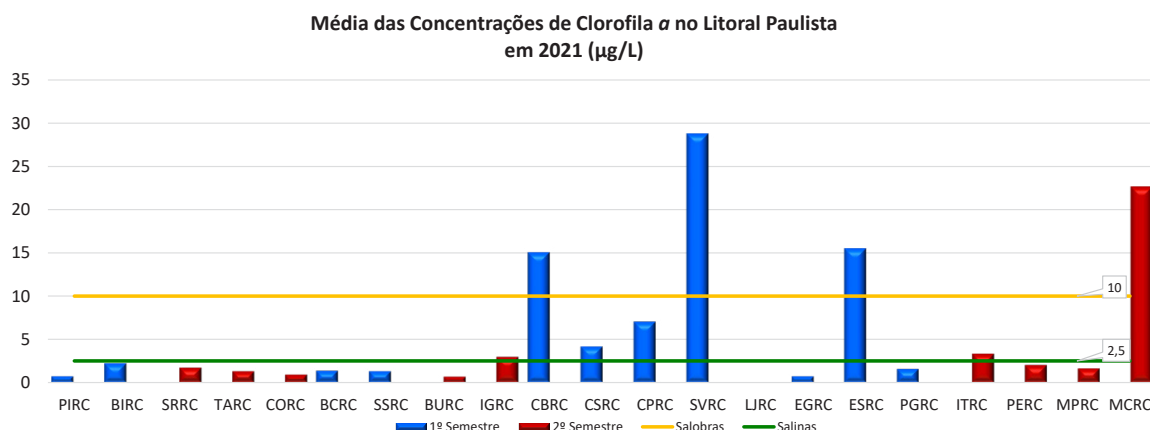
Para o Fósforo Total foram obtidas médias de concentrações elevadas no Mar Pequeno e Cocanha e altas concentrações no Canal de Piaçaguera conforme o Gráfico 4.9. Salienta-se que o LQ (0,07 mg/L) para algumas áreas costeiras foi levemente superior ao padrão legal para águas salinas (0,062 mg/L). Esse parâmetro não foi determinado em algumas áreas devido a problemas operacionais.

Gráfico 4.9 – Média das concentrações de fósforo total (PT) (mg/L) nas amostras de água das áreas da rede costeira em 2021 e padrões de qualidade para águas salobras e salinas



As concentrações de Clorofila *a* variaram nas diferentes áreas, apresentando valores baixos no Litoral Norte e valores elevados na zona estuarina da Baixada Santista, na área de influência dos emissários de Santos, Rio Itanhaém e no Mar de Cananeia. O valor médio no Mar de Cananeia foi bastante elevado sendo que foi observada concentração de 39,2 µg/L e 51,32 µg/L na superfície e meio do ponto 1 (Gráfico 4.10).

Gráfico 4.10 – Média das concentrações de clorofila *a* ($\mu\text{g/L}$) nas amostras de água das áreas da rede costeira em 2021 e padrões de qualidade para águas salobras e salinas



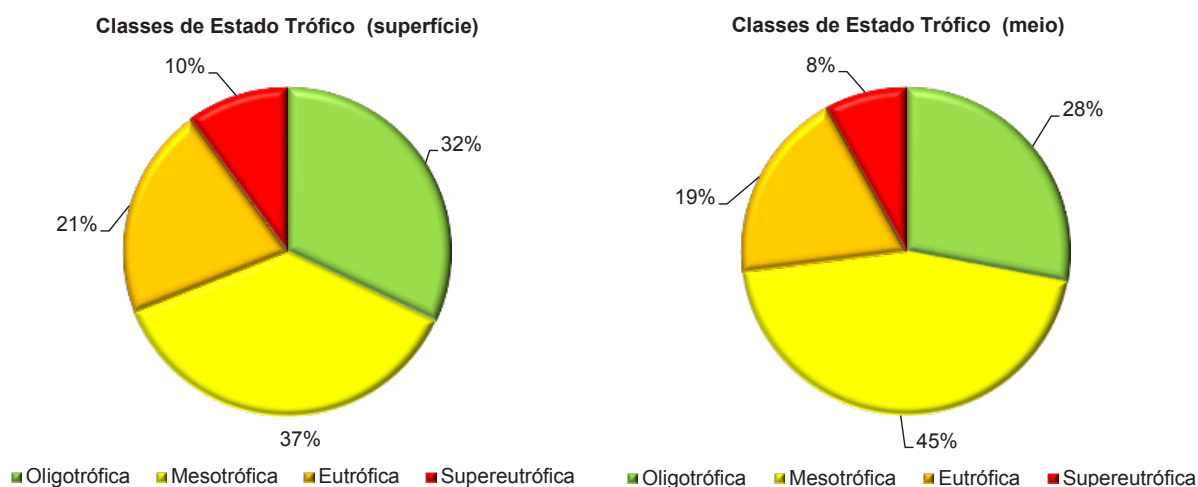
4.1.3 Índice de estado trófico costeiro - IETC

O grau de eutrofização da região costeira em 2021 foi avaliado em 20 áreas perfazendo um total de 62 pontos. Foram realizadas amostragens em duas profundidades: superfície e meio da coluna de água, e nesse ano excepcionalmente, em uma única campanha. De um total de 124 amostras (superfície e meio da coluna) a maioria indicou condições Oligotróficas e Mesotróficas (30% e 41%, respectivamente) e apenas 29% foram consideradas eutrofizadas (20% Eutrólicas e 9% Supereutrólicas).

Em 2021, comparando as diferentes profundidades, as amostras indicaram porcentagens similares de classes tróficas com baixa e média trofia, na superfície (69%) e no meio da coluna de água (73%) (Gráfico 4.11), sendo 32 e 28%, Oligotróficas, e 37 e 45%, Mesotróficas, respectivamente. A porcentagem de amostras consideradas de ambientes eutrofizados (Eutrólicas e Supereutrólicas) totalizaram, 31% na superfície e 27% no meio da coluna, sendo na superfície, 21% classificadas como Eutrófica e 10% Supereutrófica e no meio 19% Eutrófica e 8% Supereutrófica. Essa diferença, embora pequena, entre superfície e meio da coluna da água, na qual observa-se uma maior porcentagem de amostras eutrofizadas na superfície, é em geral esperada, visto que é a camada na qual há maior incidência de luminosidade, o que na presença de nutrientes beneficia o estabelecimento da comunidade fitoplanctônica.

Com relação ao ano anterior, considerando-se as mesmas áreas e o mesmo número de pontos, para as duas profundidades, houve um aumento nas porcentagens de amostras indicativas de ambiente de baixa trofia (Oligotróficas), com a diminuição na porcentagem de amostras indicativas de ambientes em processo de eutrofização. Para ambas profundidades, foi observada uma diminuição na porcentagem de amostras indicativas da condição Eutrófica, porém um aumento na condição Supereutrófica, ou extremamente eutrofizados.

Gráfico 4.11 – Porcentagem por classes de estado trófico nas amostras de superfície e meio da coluna de água - Campanha Única - 2021



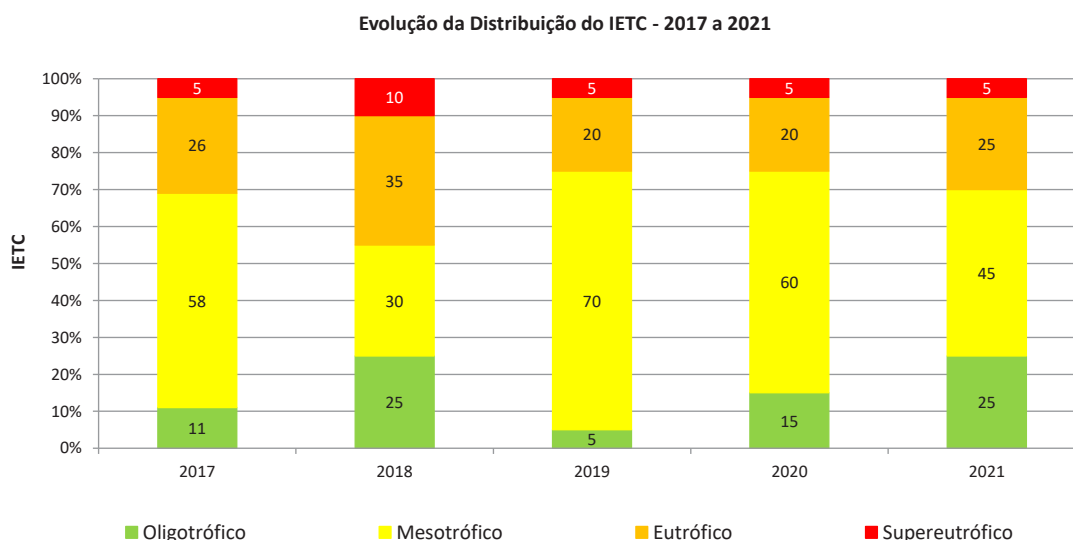
No Litoral Norte, foram monitoradas oito áreas, totalizando 52 amostras, a maioria (92%) exibiu classificações indicativas de baixa (Oligotrófica - 52%) e média trofia (Mesotrófica - 40%) e apenas 8% indicativas de ambiente eutrofizados (Eutrófica). Em relação ao ano anterior houve uma melhora, com aumento de amostras classificadas como de baixa e média trofia (Oligotróficas e Mesotróficas, respectivamente) e diminuição das consideradas eutrofizadas. Tabatinga, Canal de São Sebastião, Cocanha e Barra do Una, áreas que em 2020 contribuíram para o aumento da condição eutrofizada nesse ano exibiram melhora, com a maioria das amostras indicativas de condições Oligotrófica e Mesotrófica. Na média anual, na região do Litoral Norte, a classificação trófica variou de Oligotrófica a Mesotrófica, apenas a Baía de Caraguatatuba exibiu piora (de Oligotrófica para Mesotrófica), mas de um modo geral essa região mantém a melhor qualidade das águas litorâneas.

Para a Baixada Santista, as 10 áreas monitoradas totalizaram 60 amostras, mais da metade das amostras foram classificadas entre Oligotrófica (8%) e Mesotrófica (49%), no entanto, essa área exibe uma porcentagem expressiva de amostras indicativas de ambientes eutrofizados (43%). Pela média anual, em 2021, apenas o Emissário Submarino do Guarujá apresentou classificação Oligotrófica, enquanto os rios Itaguapé e Itanhaém, e os canais de Bertioga e São Vicente foram classificados como ambientes eutrofizados e o Emissários Submarino de Santos como extremamente eutrofizado. Comparado ao ano anterior, considerando o mesmo número de áreas e pontos, foi observada uma diminuição das amostras das classes Oligotrófica e Eutrófica, porém um aumento expressivo de amostras indicativas de ambiente extremamente eutrofizado (Supereutrófico). Em 2021, novamente a Baixada Santista foi a região que mais contribuiu para a porcentagem de amostras indicativas de ambientes eutrofizados, provavelmente, relacionado aos 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, ocupações irregulares próximas aos rios e regiões de mangue. Todos esses fatores influenciam na qualidade das águas dos canais, estuários e marinhas.

No Litoral Sul, com duas áreas monitoradas, totalizando 12 amostras, 50% exibiram classificações indicativas de baixa (Oligotrófica – 42%) e média (Mesotrófica – 8%) trofia e 50% indicativas de ambiente eutrofizado (Eutrófica – 33% e Supereutrófica – 17%). O Mar de Cananeia apresentou a pior condição, sendo classificada pela média anual como Eutrófica e tendo contribuído com a porcentagem total das condições Eutrófica e Supereutrófica, indicando uma piora significativa em relação ao ano anterior. Já o Mar Pequeno, exibiu uma melhora significativa na maioria das amostras, como também na média anual com classificação Oligotrófica.

No Gráfico 4.12 é apresentada a evolução da distribuição do IETC médio anual no período de 2017 a 2021 considerando-se 20 áreas para as quais se dispõe de histórico de dados. Nesse ano, excepcionalmente, a comparação histórica foi realizada considerando-se os resultados das médias das duas campanhas até o ano de 2019 e, para os anos de 2020 e 2021, foram utilizados os resultados apenas de uma campanha realizada.

Gráfico 4.12 – Evolução da distribuição do IET - 2017 a 2021



Considerando-se o IETC das 20 áreas monitoradas no período de cinco anos, 2017 a 2021, (Gráfico 4.12) observa-se que as porcentagens das classificações dos ambientes variaram bastante ao longo dos anos. Em 2019 e 2020 observou-se um aumento na porcentagem de ambientes classificados como Mesotróficos, ou seja, de média trofia, influenciados principalmente pela região da Baixada Santista e, consequentemente, uma diminuição dos classificados como eutrofizados (Eutrófico - 20% e Supereutrófico - 5%). No entanto, em 2021, houve um aumento na porcentagem de áreas classificadas como Eutróficas, que se deve a piora dos rios Itaguapé e Itanhaém e do canal de Bertioga, na Baixada Santista. Por outro lado, o aumento na porcentagem da classe Oligotrófica se deve a melhora na classificação da Cocanha e Barra do Una no litoral Norte, Emissário do Guarujá na Baixada Santista e do Mar Pequeno no Litoral Sul.

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 2017 a 2021. Foram consideradas, para a avaliação das tendências, as médias de ambas as campanhas até o ano de 2019, e uma única campanha para os anos de 2020 e 2021. 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, apenas o Emissário do Guarujá, na Baixada Santista, representando 5% das áreas, apresentou tendência de melhora, e 15% exibiram piora: Saco da Ribeira no Litoral Norte, rio Itaguapé e Canal de São Vicente na Baixada Santista. As demais áreas (80%) 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 2017 a 2021 (continua)

Região	Área	2017	2018	2019	2020	2021	Tendência
LITORAL NORTE	Picinguaba	1,68	0,63	0,61	0,64	0,73	N.S.
	Baía de Itaguá	1,83	1,41	1,09	1,37	2,23	N.S.
	Saco da Ribeira	1,13	0,74	1,34	1,14	1,73	P
	Tabatinga	1,04	1,39	1,30	2,43	1,31	N.S.
	Cocanha	0,60	0,78	1,10	1,55	0,92	N.S.
	Baía de Caraguatatuba	1,72	2,53	2,15	0,96	1,39	N.S.
	Canal de São Sebastião	1,36	2,27	1,55	1,67	1,32	N.S.
	Barra do Una	1,59	1,53	2,56	2,47	0,70	N.S.
BAIXADA SANTISTA	Rio Itaguapé	0,78	0,94	1,14	0,82	2,97	P
	*Canal de Bertioga	13,78	10,05	6,86	5,80	15,03	N.S.
	Emiss. do Guarujá	2,63	2,05	1,82	1,47	0,74	M
	*Canal de Santos	9,74	2,84	3,17	3,03	4,17	N.S.
	Emiss. Santos	9,07	5,05	9,98	3,49	15,49	N.S.
	Canal de Piaçaguera	5,87	10,85	5,15	8,30	7,05	N.S.
	*Canal de São Vicente	9,17	11,14	5,16	11,80	28,74	P
	Emiss. Praia Grande -1	2,43	4,41	3,43	3,29	1,57	N.S.
	Rio Itanhaém	4,43	4,98	1,09	2,05	3,34	N.S.
	Rio Preto	4,14	6,07	3,84	9,70	2,04	N.S.
LITORAL SUL	*Mar Pequeno	5,36	5,90	15,65	10,38	1,64	N.S.
	*Mar de Cananeia	10,15	10,00	6,86	7,34	22,64	N.S.

P = Piora

M = Melhora

N.S. = Não Significativo

* Ambientes estuarinos

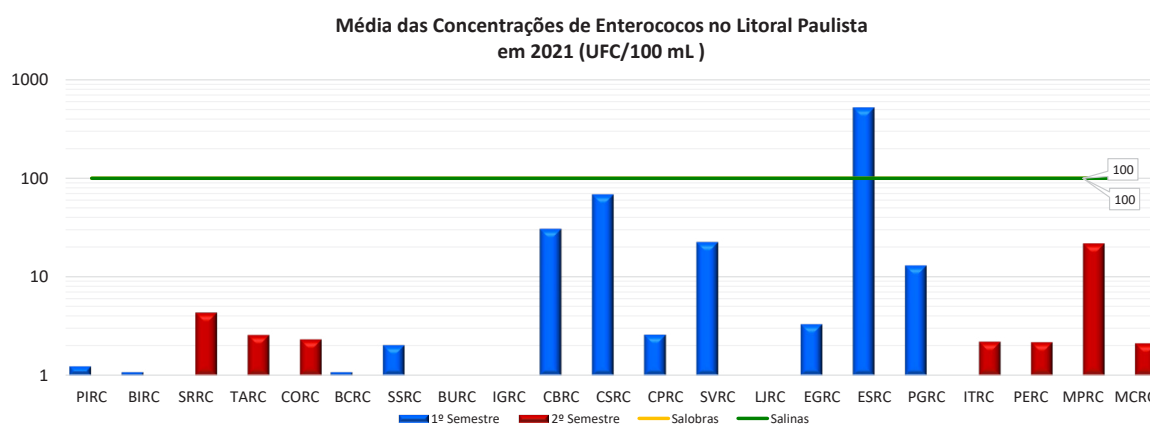
O Emissário do Guarujá, de 2017 a 2021, apresentou tendência significativa na queda das concentrações de Clorofila *a*, atingindo no último ano sua melhor classificação.

Para as três áreas que exibiram piora, no rio Itaguapé a tendência foi ligeiramente mais acentuada devido a piora expressiva nesse último ano. No Saco da Ribeira o aumento das concentrações de Clorofila *a* vem ocorrendo de forma gradativa, no mesmo período, ao longo desses 5 anos. No Canal de São Vicente o aumento nas concentrações de Clorofila *a* ocorreu, principalmente, nos dois últimos anos.

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 Piaçaguera, Emissário Submarino do Guarujá, Rio Itanhaém, Rio Preto, 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 Emissário Submarino do Santos (Gráfico 4.13).

Gráfico 4.13 – Média geométrica das concentrações de enterococos (UFC/100 mL) – 2021 e padrões de qualidade para águas salobras e salinas



4.2 Qualidade dos Sedimentos

4.2.1 Qualidade química

A porcentagem das concentrações dos HPAs que excederam os valores orientadores foi de 3,67%, 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 4.14.

Gráfico 4.14 – Porcentagem de ocorrência de amostras de sedimentos contendo HPAs no Litoral Paulista em 2021



Tabela 4.2 – Porcentagem de amostras de sedimentos com compostos de HPAs no Litoral Paulista em 2021

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	60	0	2	0	62	96,8%	0,0%	3,2%	0,0%
Antraceno	46,9	245	60	1	1	0	62	96,8%	1,6%	1,6%	0,0%
Benzo (a) antraceno	74,8	693	56	4	2	0	62	90,3%	6,5%	3,2%	0,0%
Benzo(a)pireno	88,8	763	51	7	4	0	62	82,3%	11,3%	6,5%	0,0%
Criseno	108	846	56	4	2	0	62	90,3%	6,5%	3,2%	0,0%
Dibenzo(a,h)antraceno	6,22	135	57	0	5	0	62	91,9%	0,0%	8,1%	0,0%
Fenantreno	86,7	544	56	4	2	0	62	90,3%	6,5%	3,2%	0,0%
Fluoranteno	113	1494	53	6	3	0	62	85,5%	9,7%	4,8%	0,0%
Fluoreno	21,2	144	60	0	2	0	62	96,8%	0,0%	3,2%	0,0%
Naftaleno	34,6	391	62	0	0	0	62	100,0%	0,0%	0,0%	0,0%
Pireno	153	1398	53	7	2	0	62	85,5%	11,3%	3,2%	0,0%
Totais			624	33	25	0	682	91,5%	4,8%	3,7%	0,0%

Os metais ultrapassaram o limite de ISQG em 12,33% das determinações contra 8,75% em 2020. Nota-se a ocorrência de algumas não conformidades pontuais em locais que não apresentam esse tipo de comportamento historicamente como a Baía de Itaguá ou ocorrências de arsênio que são relativamente comuns por sua presença natural em concentrações próximas ao limite da legislação. Além disso, com o menor número de amostras, seu impacto na porcentagem geral é maior do que em circunstâncias normais. Dessa forma, o aumento da porcentagem de não conformidades só será uma questão relevante caso se mantenha e caso as não conformidades nas áreas onde não há histórico se repitam no futuro. Mantendo o comportamento dos anos anteriores, não houve ocorrência de valores acima de PEL. A Tabela 4.3 apresenta os valores utilizados no Gráfico 4.15 e sua discretização por parâmetro.

Gráfico 4.15 – Ocorrência de metais nos sedimentos do Litoral Paulista em 2021

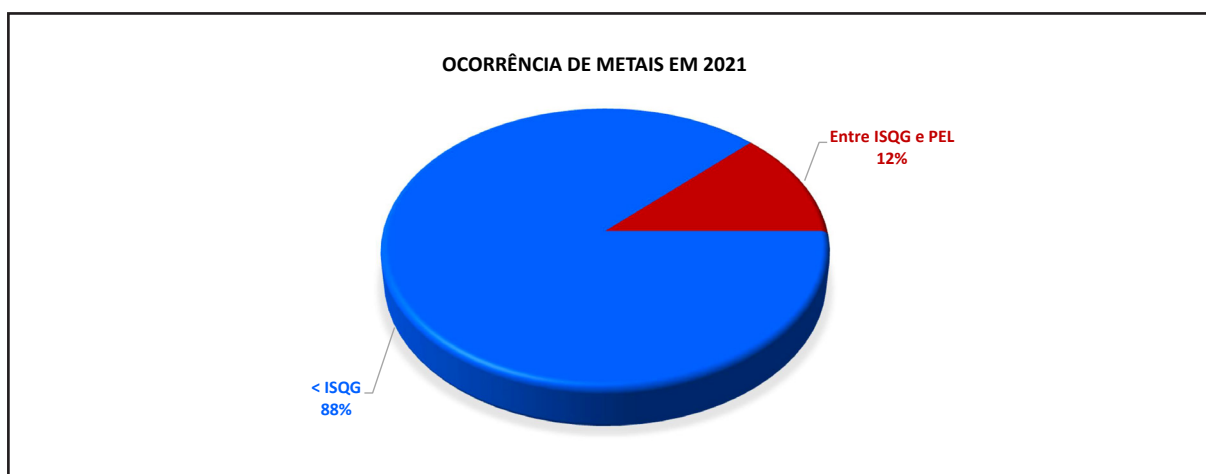


Tabela 4.3 – Ocorrência de metais no litoral paulista em 2021

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	36	22	0	59	61,0%	37,3%	0,0%
Cádmio	0,7	4,2	58	0	0	59	98,3%	0,0%	0,0%
Chumbo	30,2	112	48	11	0	59	81,4%	18,6%	0,0%
Cobre	18,7	108	52	7	0	59	88,1%	11,9%	0,0%
Crômio	52,3	160	55	4	0	59	93,2%	6,8%	0,0%
Níquel	15,9	42,8	51	8	0	59	86,4%	13,6%	0,0%
Zinco	124	271	58	1	0	59	98,3%	1,7%	0,0%
Mercúrio	0,3	1	40	3	0	43	93,0%	7,0%	0,0%
Totais	0	0	398	56	0	456	87,3%	12,3%	0,0%

O Gráfico 4.16 apresenta as porcentagens de não conformidades por determinação considerando os limites estabelecidos para cada ambiente para o COT (1,8 e 1,3% para áreas estuarinas e costeiras respectivamente). Em consonância com os anos anteriores, as maiores concentrações de COT em 2021 foram observadas nos estuários, especificamente no Canal de Bertioga e no Canal de Piaçaguera (Gráfico 4.17). Também foram registrados valores elevados na Baía de Itaguá e no emissário de Praia Grande I.

Gráfico 4.16 – Porcentagem de conformidades de COT no sedimento do Litoral Paulista e não conformidades por classe de água, em 2021, de acordo com o Valor de Referência da CETESB

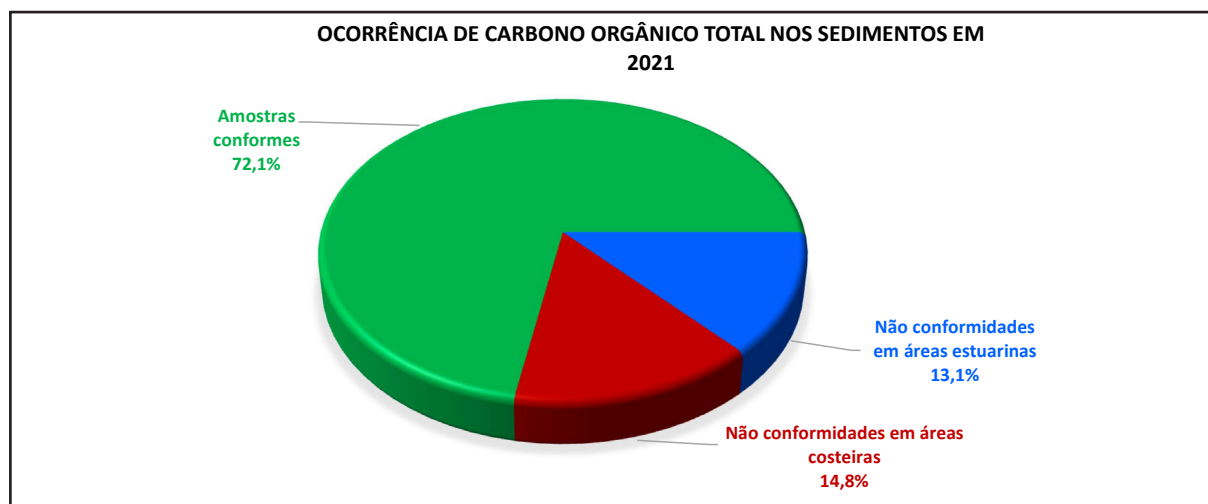
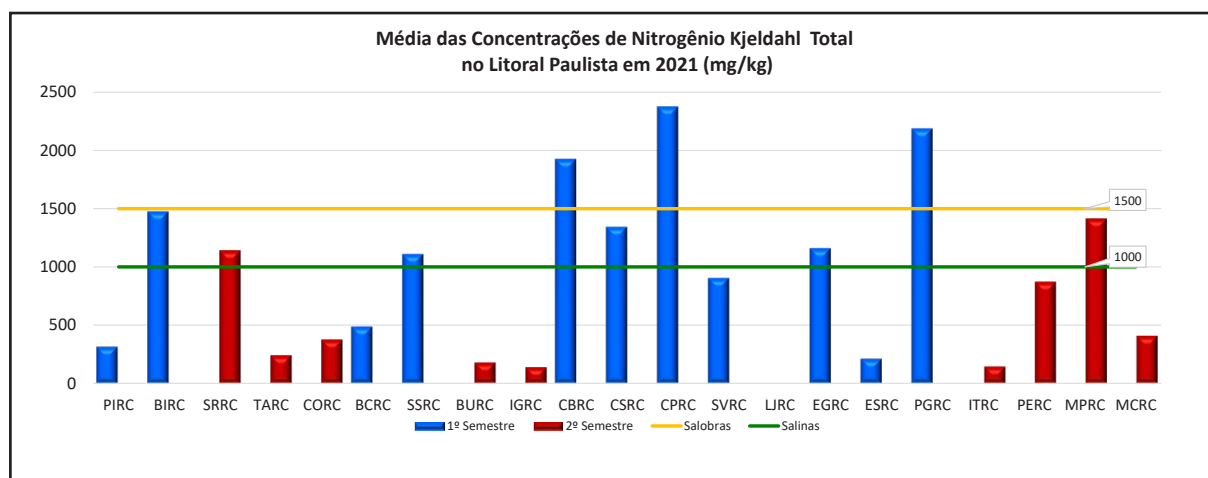


Gráfico 4.17 – Concentração de COT (%) dos sedimentos nas áreas da rede de monitoramento costeiro (média dos pontos) em 2021 e Valores de Referência da CETESB para áreas salobras e salinas



O Gráfico 4.18 apresenta as porcentagens de não conformidades por determinação considerando os limites estabelecidos para cada ambiente para o NKT (1500 e 1000 mg/kg para áreas estuarinas e costeiras respectivamente). Os maiores valores foram encontrados no Canal de Piaçaguera, no Canal de Bertioga e no emissário Praia Grande I. A Baía de Itaguá e Saco da Ribeira apresentaram concentrações elevadas, similares aos anos anteriores (Gráfico 4.19). No caso dos Canais de Santos, Bertioga e Piaçaguera que apresentaram as maiores concentrações na Baixada Santista, o impacto das atividades antrópicas na região é determinante. Já em áreas como a Baía de Itaguá e o Saco da Ribeira a atividade antrópica é menor, mas a hidrodinâmica do local contribui com o acúmulo de nutrientes.

Gráfico 4.18 – Porcentagem de conformidades de nitrogênio Kjeldahl total (NKT) no sedimento do Litoral Paulista e não conformidades por classe de água, em 2021, de acordo com o Valor de Referência da CETESB

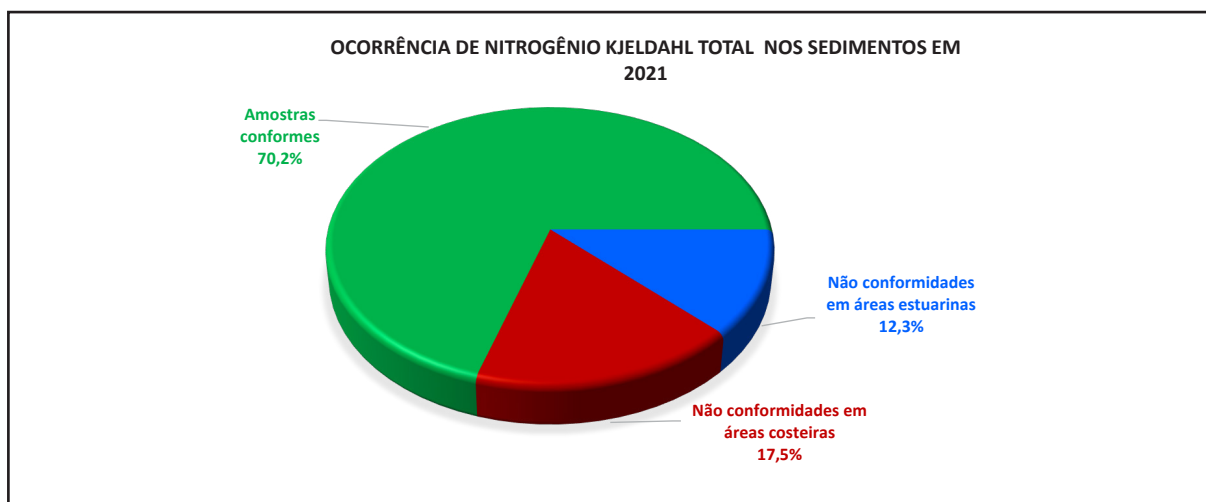
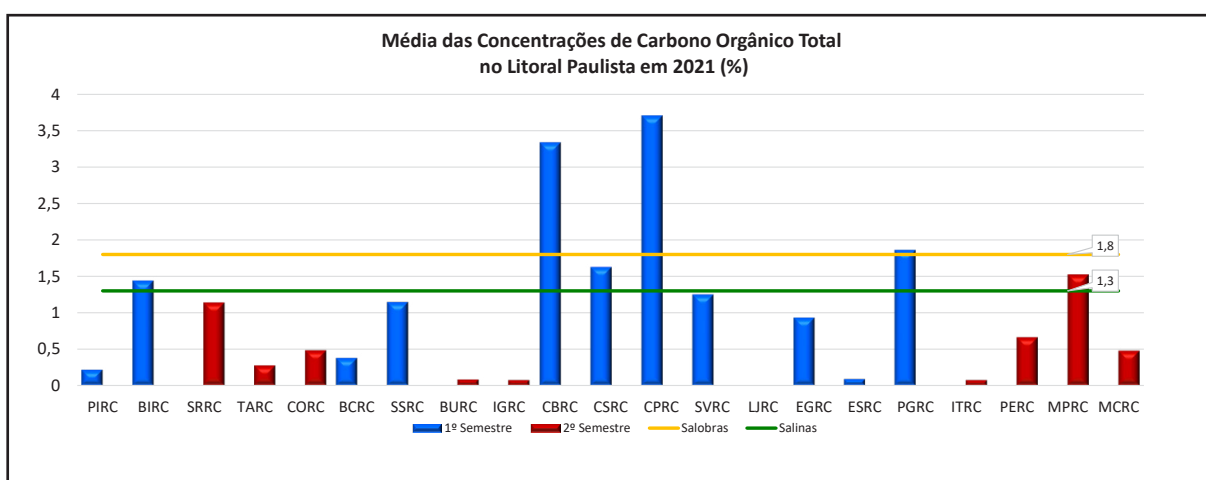


Gráfico 4.19 – Concentração média de Nitrogênio Kjeldahl Total (mg/kg) dos sedimentos nas áreas da rede de monitoramento costeiro) em 2021 e Valores de Referência da CETESB para áreas salobras e salinas

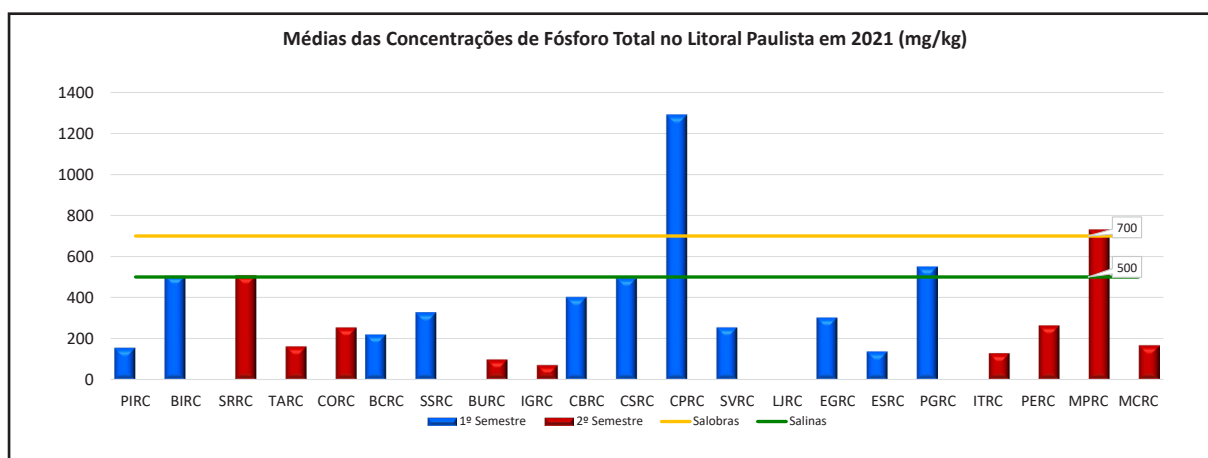


O Gráfico 4.20 apresenta as porcentagens de não conformidades por determinação considerando os limites estabelecidos para cada ambiente para o fósforo total (PT). As maiores concentrações foram observadas no Canal de Piaçaguera, seguido pelo Mar Pequeno, Emissário Praia Grande I, Saco da Ribeira e Baía de Itaguá (Gráfico 4.21). 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 4.20 – Porcentagem de conformidades de Fósforo Total no sedimento do Litoral Paulista e não conformidades por classe de água, em 2021, de acordo com o Valor de Referência da CETESB



Gráfico 4.21 – Concentração média de Fósforo Total (mg/kg) dos sedimentos nas áreas da rede de monitoramento costeiro em 2021 e Valores de Referência da CETESB para áreas salobras e salinas



4.2.2 Avaliação ecotoxicológica dos sedimentos

As Tabelas 4.4 e 4.5 mostram a classificação dos sedimentos das áreas monitoradas com os ensaios ecotoxicológicos em 2021 e o histórico dos cinco anos anteriores. A classificação em 2021 foi baseada apenas nos resultados dos ensaios agudos com o anfípodo *Grandidierella bonnieroides* realizados no segundo semestre relativos a um único ponto (Ponto 2) de cinco áreas: Saco da Ribeira, Tabatinga e Cocanha no Litoral Norte e Mar Pequeno e Mar de Cananeia, no Litoral Sul. Todos os locais amostrados foram classificados como Ótimo.

Os gráficos 4.22 e 4.23 apresentam os resultados históricos contemplando apenas os dados de 2016 a 2020 uma vez que, em 2021, devido às restrições da pandemia da COVID-19, foram avaliados poucos pontos no monitoramento.

Tabela 4.4 – Classificação final da qualidade do sedimento costeiro, de acordo com os ensaios ecotoxicológicos realizados em 2021 com *Grandidierella bonnieroides*

Regiões	Área	Amostras																													
		2016					2017					2018					2019					2020					2021				
		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	1	2	3	4	5
Litoral Norte	Picinguaba																										*	*	*	*	*
	Baía de Itaguá																										*	*	*	*	*
	Saco da Ribeira																										*		*	*	*
	Baía de Caraguatatuba																										*	*	*	*	*
	Tabatinga																										*		*	*	*
	Cocanha																										*		*	*	*
	Canal de São Sebastião																										*	*	*	*	*
	Barra do Una																										*	*	*	*	*
Baixada Santista	Rio Itaguapé																										*	*	*	*	*
	Canal da 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																		*	*	*	*			*	*	*	*	*	*	*

* Ensaio não realizado

Critério Ecotoxicológico:

ÓTIMO	Não Tóxico ^(a)
RUIM	Mortalidade <50% ^(b)
PÉSSIMO	Mortalidade ≥50% ^(c)

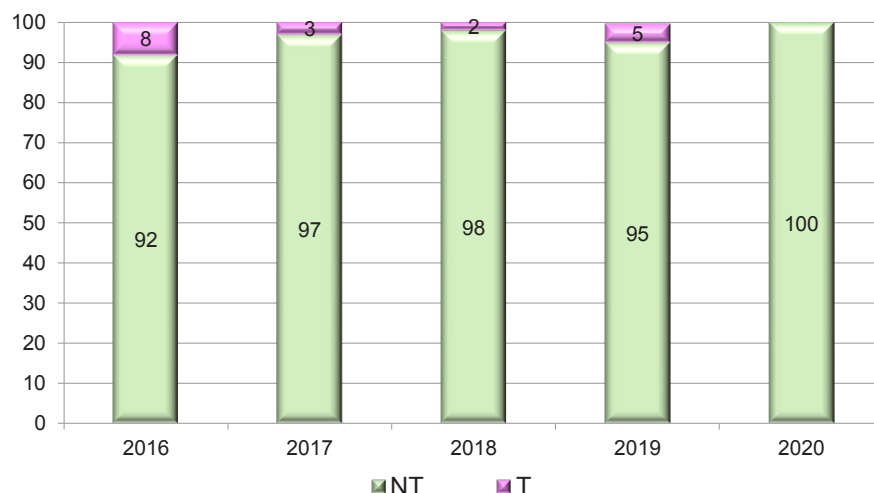
^(a) Não apresenta diferença significativa em relação ao controle.

^(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

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 mesmo com a inclusão da Laje de Santos atingiram 100% de amostras com ausência de toxicidade em 2020.

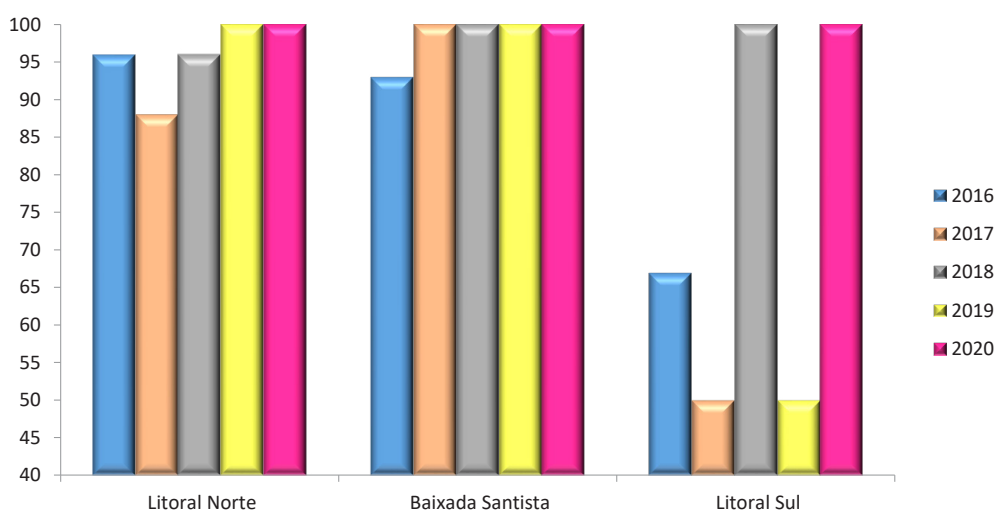
Gráfico 4.22 – Percentagem de amostras com presença ou ausência de efeito tóxico nos ensaios ecotoxicológicos agudos com *Grandidierella bonnieroides* nos últimos cinco anos (NT = Não tóxico; T = Tóxico)



O Gráfico 4.22 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 foi mantida desde 2017, incluindo a Laje de Santos cujo monitoramento foi iniciado em 2020. 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, em 2020. 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 4.23 – Percentual de amostras nas três regiões do litoral que não apresentaram toxicidade para *Grandidierella bonnieroides* nos ensaios com sedimento entre 2016 e 2020



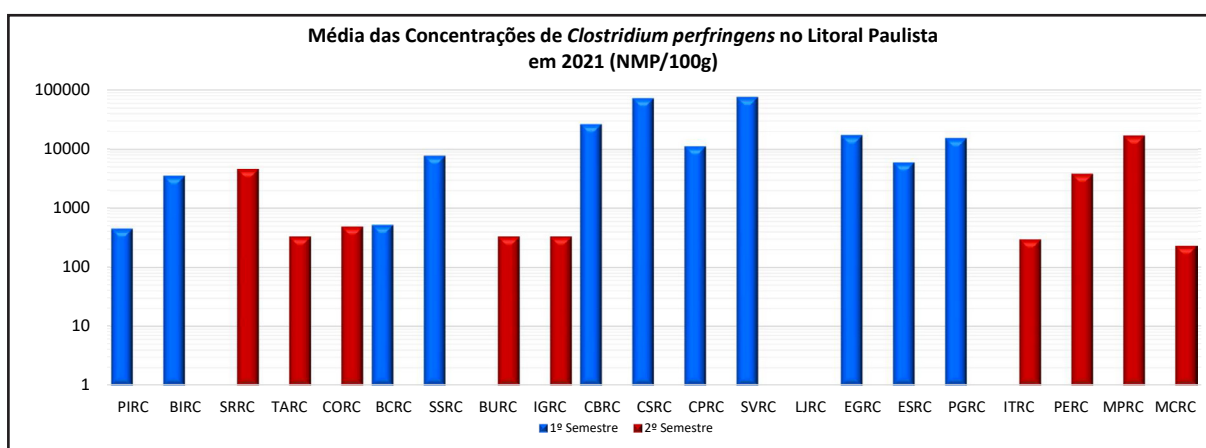
É importante ressaltar que na Baixada Santista e em algumas regiões do Litoral Norte foram observadas concentrações de contaminantes no sedimento acima do ISQG ao longo do monitoramento, embora nem sempre disponíveis para causar efeito tóxico agudo aos organismos-teste. Entretanto, sabe-se que os sedimentos são importantes fontes de contaminantes, os quais podem, eventualmente, provocar efeitos crônicos aos organismos aquáticos, aspecto não avaliado nesse monitoramento. Além disso, a ressuspensão do sedimento como consequência das atividades de navegação e de dragagem pode disponibilizar essas substâncias para a coluna de água, afetando a comunidade aquática. Dessa forma, a avaliação dessas atividades merece atenção especial e têm sido acompanhadas detalhadamente pela CETESB, por meio dos processos de licenciamento ambiental e dos monitoramentos.

4.2.3 Qualidade microbiológica dos sedimentos

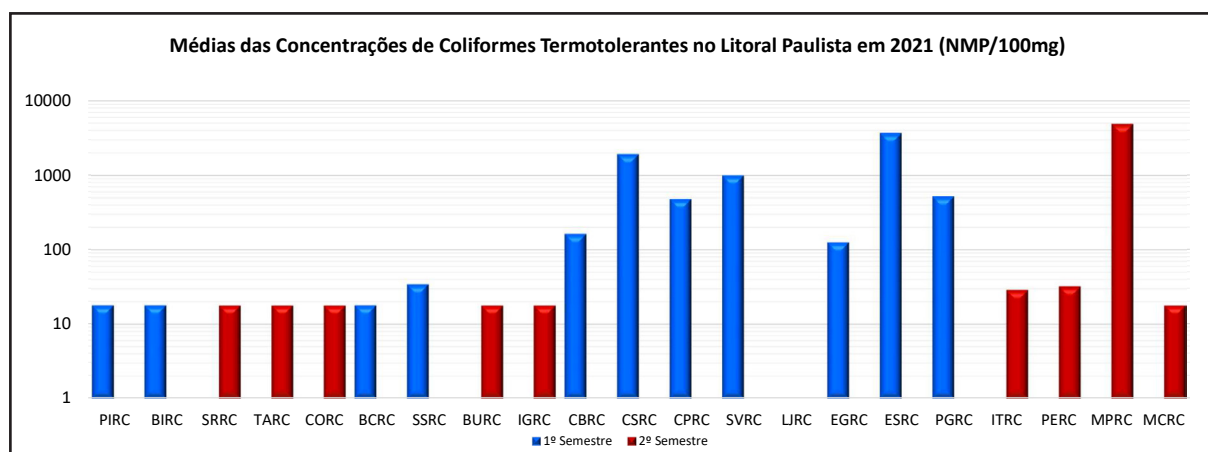
A qualidade microbiológica dos sedimentos foi avaliada de acordo com as concentrações dos indicadores de contaminação fecal: coliformes termotolerantes e *Clostridium perfringens*. Os coliformes termotolerantes são bactérias encontradas nas fezes humanas e de animais. A presença dessas bactérias no sedimento indica contaminação fecal recente. Os *Clostridium perfringens* são bactérias que produzem esporos e apresentam prolongada resistência às condições adversas do ambiente, indicando contaminação fecal remota podendo indicar 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: Canal de Bertioga, Canal de Santos, Canal de Piaçaguera, Canal de São Vicente, área de influência do Emissário Submarino do Guarujá, área de influência do Emissário Submarino de Praia Grande e Mar Pequeno (Gráfico 4.24).

Gráfico 4.24 – Médias das concentrações de *Clostridium perfringens* (NMP/100g) nos sedimentos costeiros em 2021



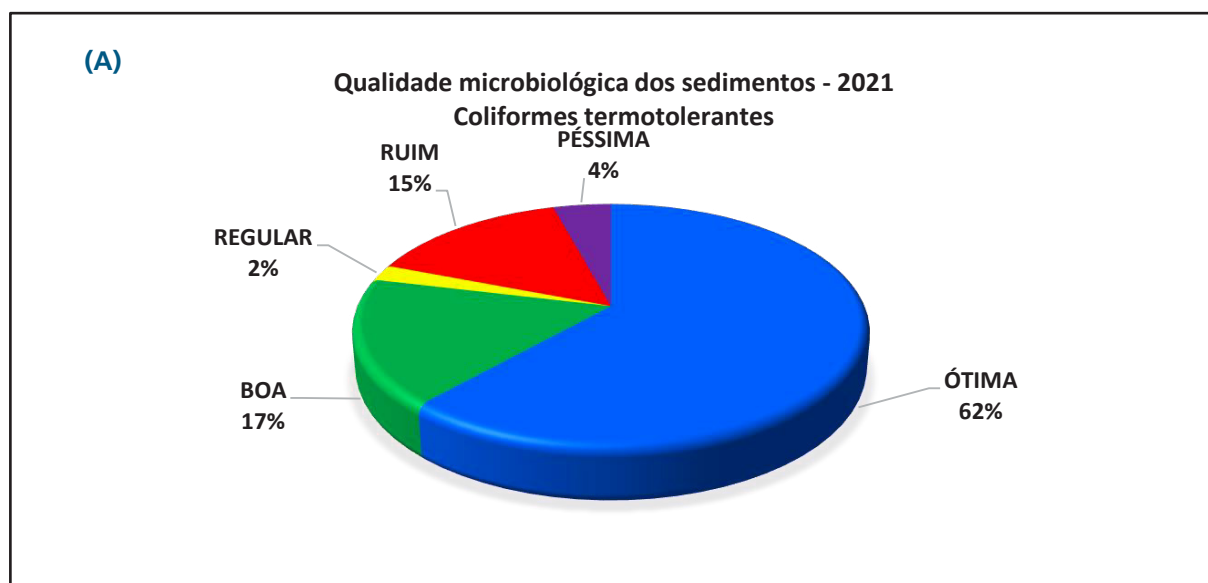
Considerando a média geométrica das concentrações dos pontos de cada área, as que apresentaram valores acima de 1.000 NMP/100g de coliformes termotolerantes, foram: Canal de Santos, Canal de São Vicente, área de influência do Emissário Submarino de Santos e Mar Pequeno (Gráfico 4.25).

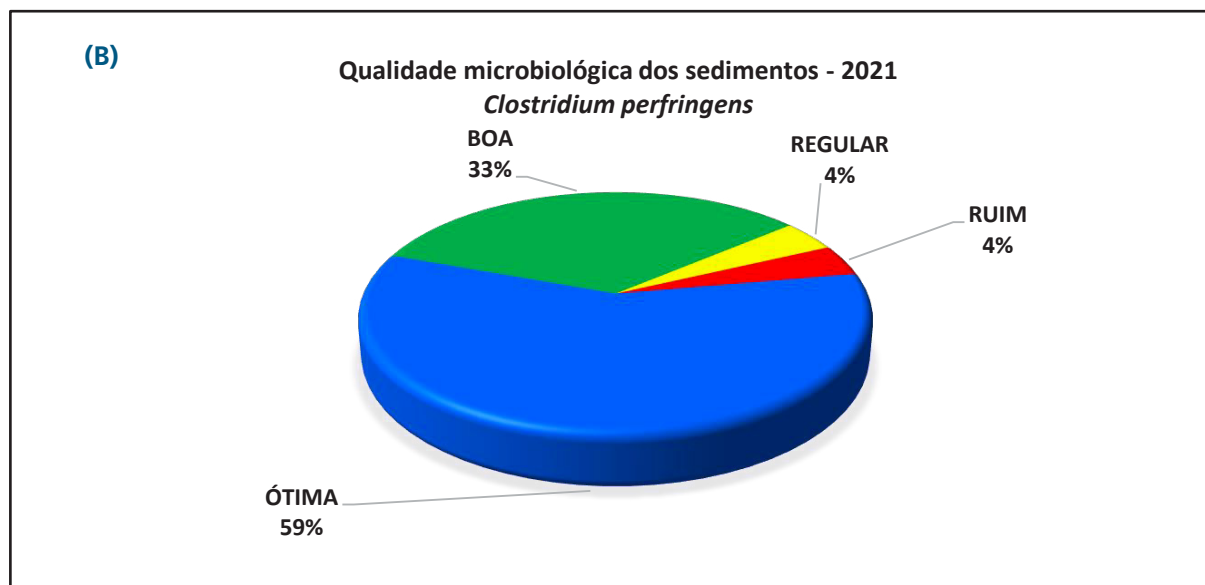
Gráfico 4.25 – Médias das concentrações de coliformes termotolerantes (NMP/100g) nos sedimentos em 2021

Assim, é possível concluir que as áreas que apresentam maiores índices de poluição fecal nos sedimentos foram os canais estuarinos e as áreas de influência de emissários submarinos.

O Gráfico 4.26 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.

Para coliformes termotolerantes, 62% das amostras foram classificadas como Ótimas e 17% como Boas. As categorias Ruim e Péssima somaram 19%. Para *Clostridium perfringens*, 59% das amostras foram classificadas como Ótimas, 33% como Boas e 4% como Ruins. Nenhuma amostra foi classificada como Péssima. 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 e Péssima foram maiores para coliformes termotolerantes, indicando que no sedimento predomina contaminação que se refere à poluição fecal recente.

Gráfico 4.26 – Porcentagem de amostras em cada classe de qualidade microbiológica de acordo com concentração de bactéria fecal nos sedimentos em 2021- (A) ColiformesTermotolerantes (B) Clostridium perfringens



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 2021 que foi calculado por área em razão de ter sido realizada uma única amostragem.

Os Mapas 4.4, 4.5, 4.6 e 4.7 mostram as classificações referentes ao ano de 2021 nos critérios de avaliação da qualidade dos sedimentos (ecotoxicológico e microbiológico) das várias áreas nas três regiões do litoral do estado de São Paulo.

4.3 Conclusões

A proporção das classes do IQAC de 2021 para as áreas estudadas mostrou que 21% foram classificadas como Ótimas, todas localizadas no Litoral Norte. As áreas classificadas como Boas foram 53%. As áreas classificadas como Regulares somaram 21% e as Ruins 5%, sendo todas essas situadas na Baixada Santista. A classificação Ruim foi obtida na área de influência do emissário de Santos, não tendo sido registrada nenhuma classificação Péssima nos últimos quatro anos.

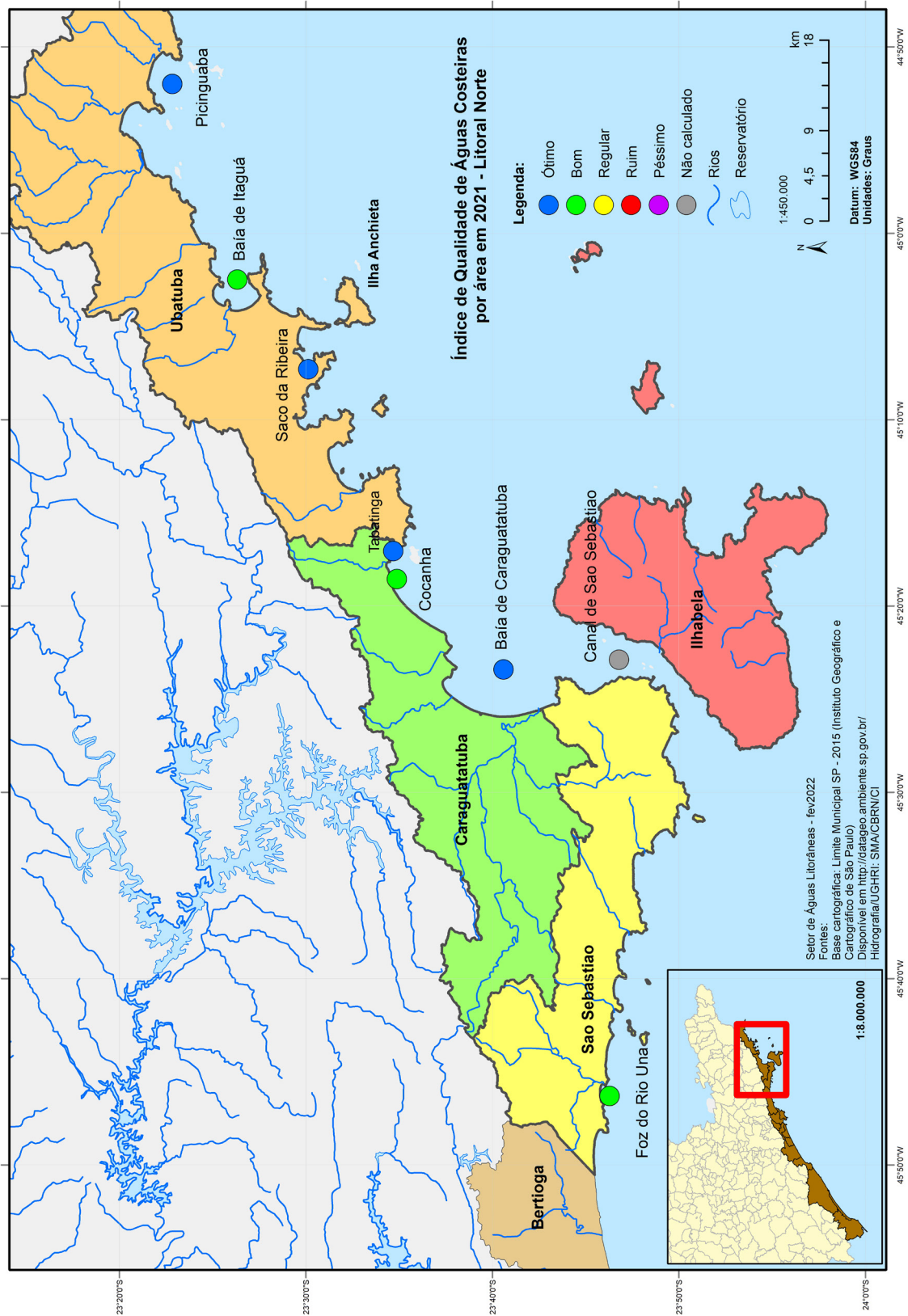
Analisando a porcentagem de amostras não conformes com os padrões legais de qualidade para todas as áreas, verificou-se que as variáveis que apresentaram mais não conformidades foram: Clorofila *a*, Carbono Orgânico Total e Oxigênio Dissolvido com porcentagens entre 20 e 30%. Com relação às áreas estuarinas, as porcentagens de não conformidade para esses três e parâmetros variaram de 39 a 64%, incluindo o Fósforo Total com 46%.

No caso das áreas costeiras, esses mesmos três apresentaram porcentagens bem inferiores (entre 14 e 21%) e os outros foram todos menores que 10%. No que se refere ao Índice de Estado Trófico Costeiro - IETC, que indica o nível de eutrofização, na avaliação da evolução das 20 áreas monitoradas, foi possível observar que, embora tenha ocorrido um aumento da classe Eutrófica, a maioria das áreas se manteve nas condições de baixa e média trofia. E avaliando a tendência de todas essas áreas ao longo de cinco anos, foi observado que apenas três áreas mostraram piora, uma exibiu melhora e na maioria das áreas, 16 delas, não houve alterações significativas.

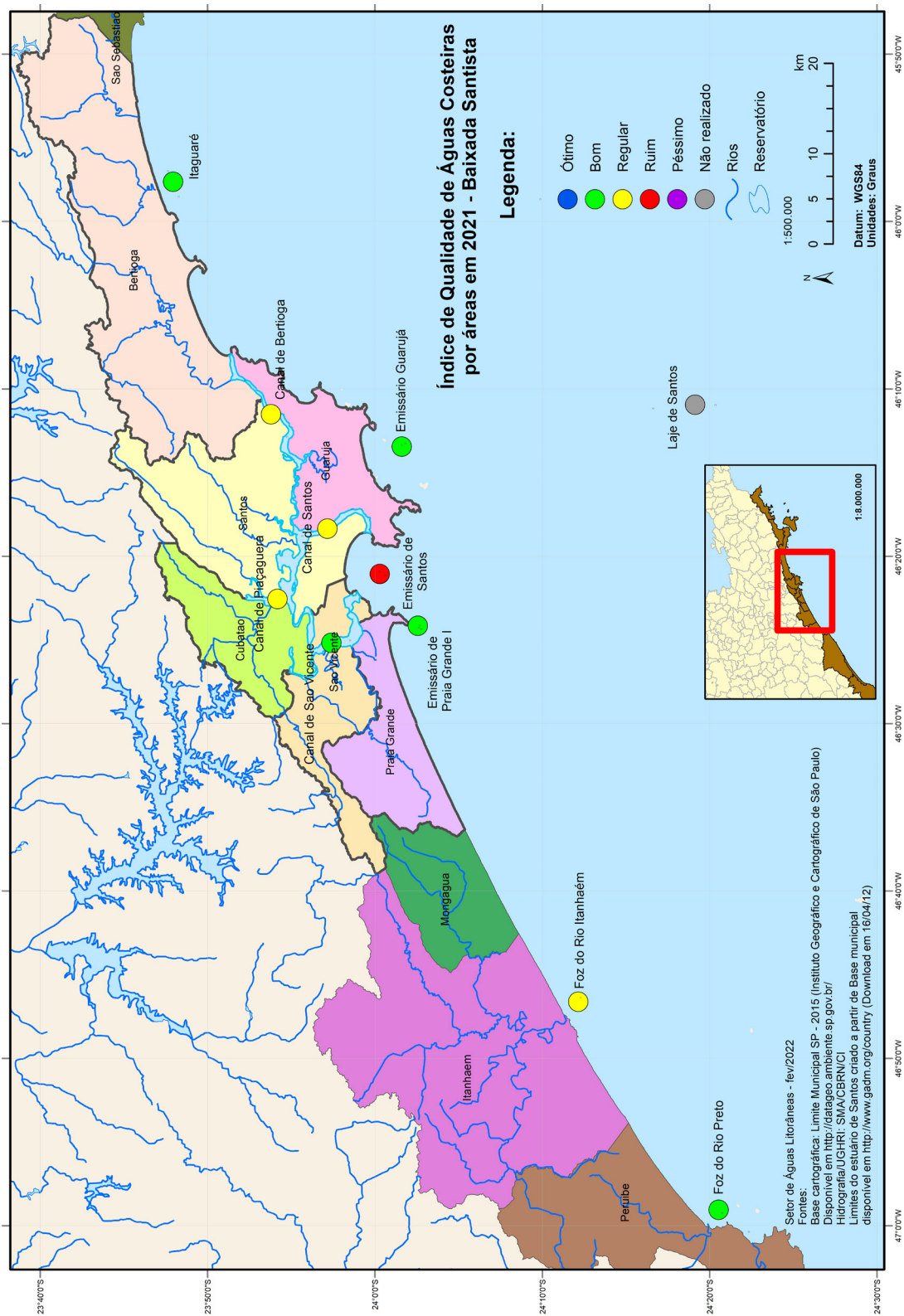
Na avaliação da qualidade dos sedimentos, como nos anos anteriores, as variáveis que indicam a presença de matéria orgânica e nutrientes nos canais do estuário santista foram as que apresentaram teores mais elevados, embora tenha sido observada conformidade em relação aos valores de referência dessas substâncias em mais de 70% das amostras. No Litoral Norte, notam-se alguns locais com tendência de acúmulo de nutrientes, como a Baía de Itaguá e o Saco da Ribeira. Com relação aos HPAs e aos metais, as amostras com concentrações acima dos critérios de qualidade representaram menos de 10%.

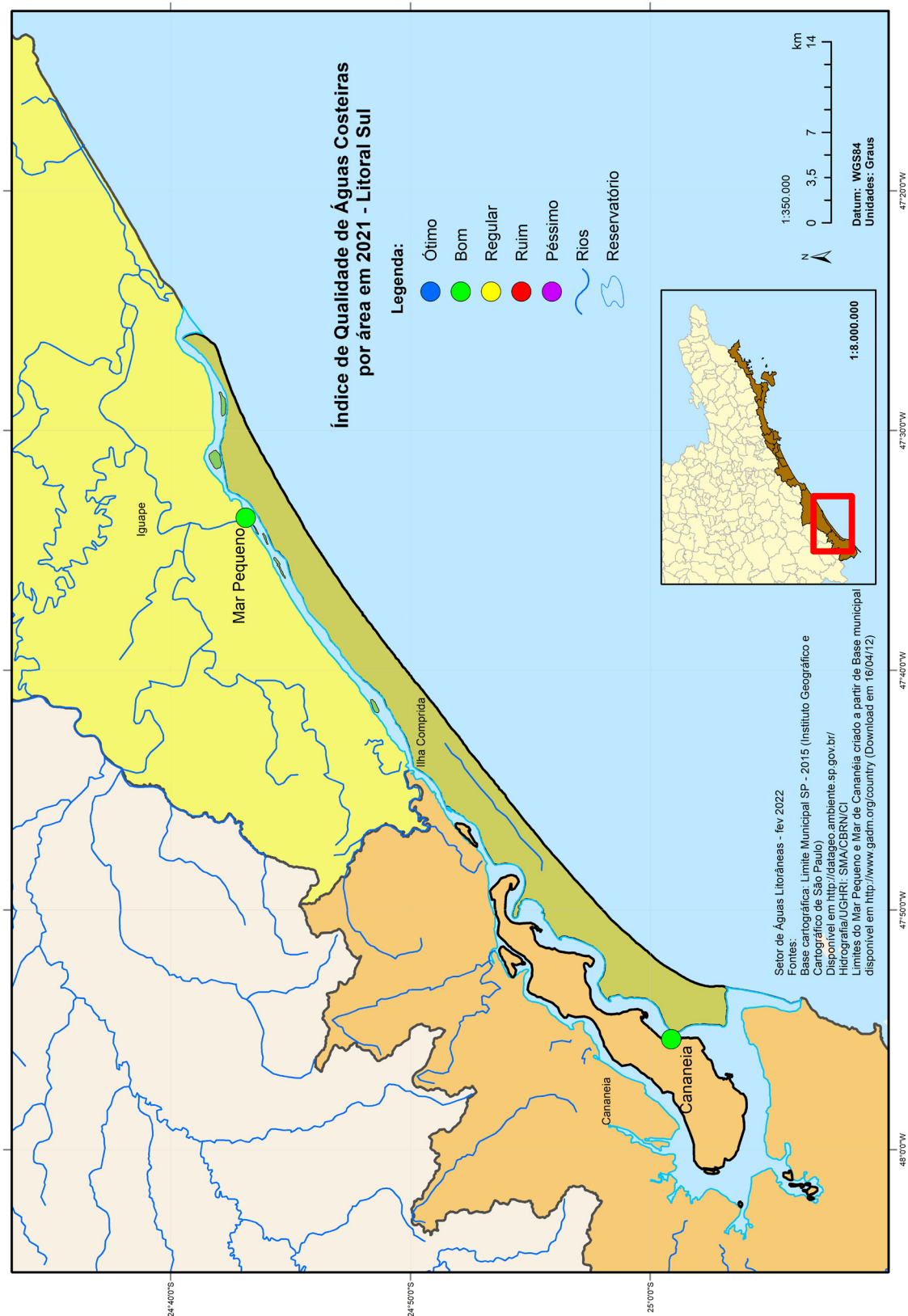
Embora, em razão da pandemia, nos dois últimos anos tenha sido realizada apenas uma amostragem anual em cada área monitorada ao invés de duas, o que pode reduzir a representatividade dos resultados obtidos, foi possível observar que alguns padrões se mantiveram ao longo dos anos, como a ocorrência de áreas com melhor qualidade da água no Litoral Norte, provavelmente pela menor pressão de atividades antrópicas na região, além da menor influência das contribuições continentais que ocorrem em áreas estuarinas. Da mesma forma, as principais não conformidades estavam relacionadas ao excesso de nutrientes e matéria orgânica e ao baixo teor de oxigênio, na maioria dos casos associadas aos esgotos domésticos.

Mapa 4.1 – Índice de Qualidade de Água Costeira 2021 – Litoral Norte

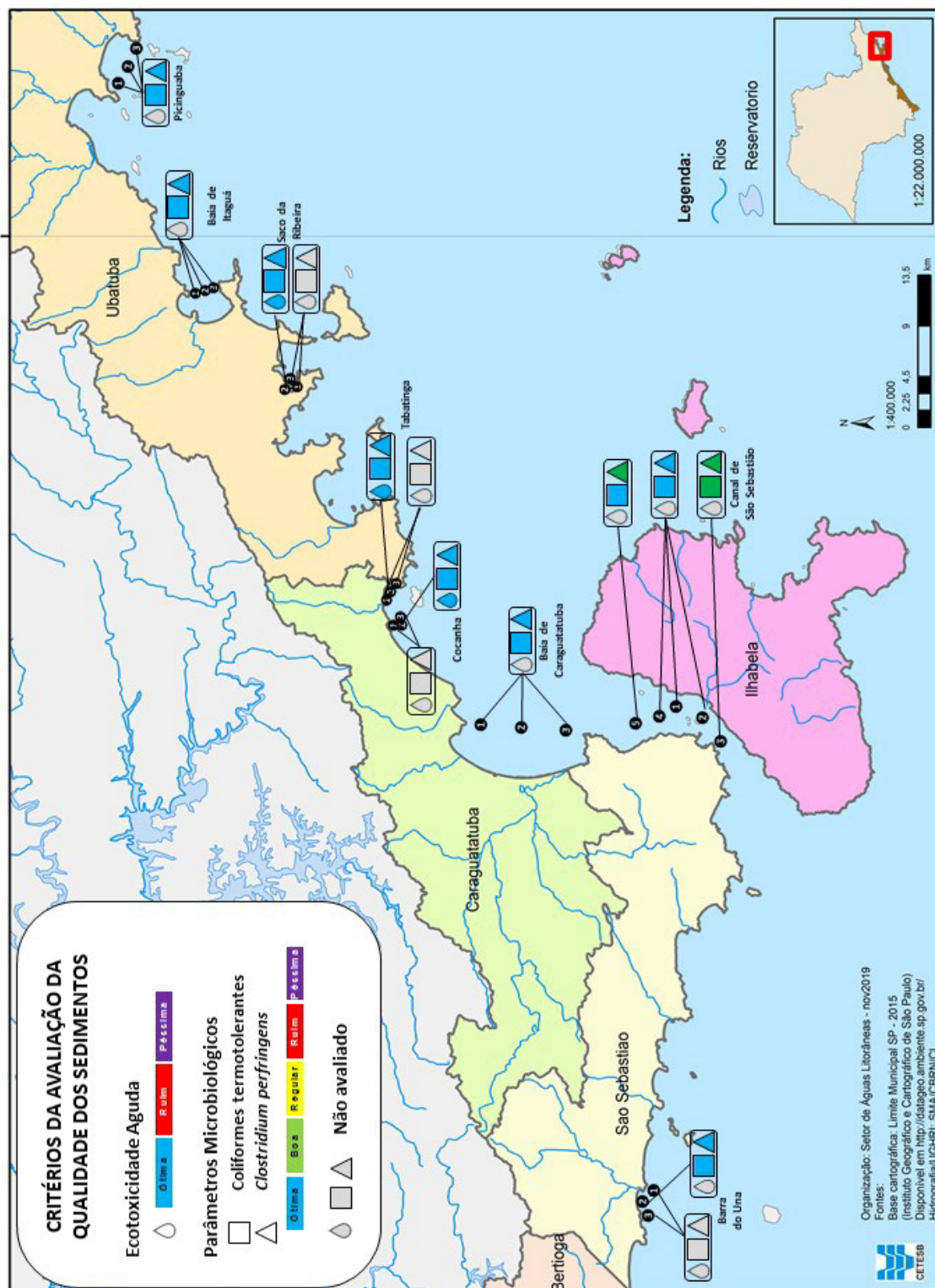


Mapa 4.2 – Índice de Qualidade de Água Costeira 2021 – Baixada Santista

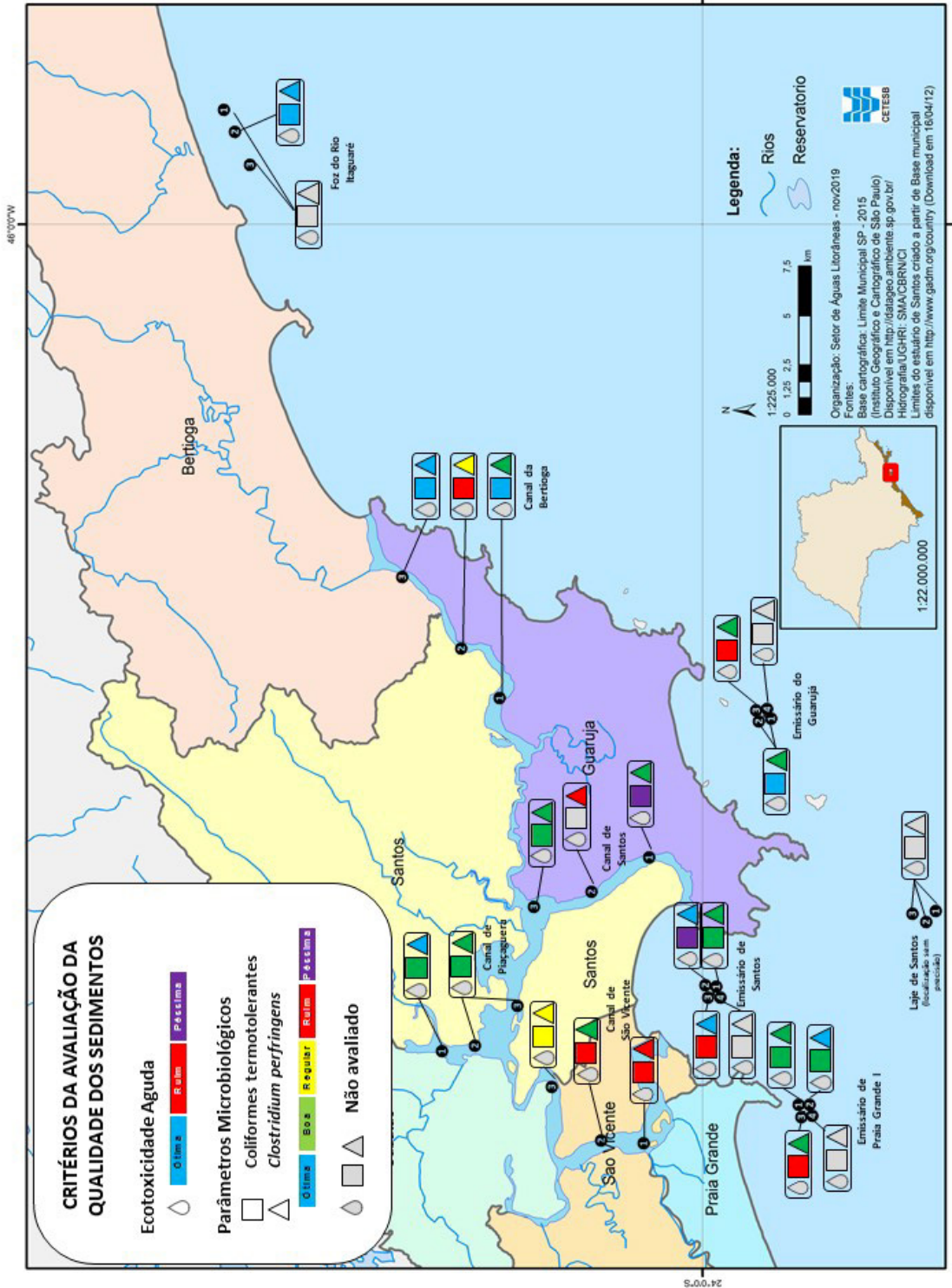


Mapa 4.3 – Índice de Qualidade de Água Costeira 2021 – Litoral Sul

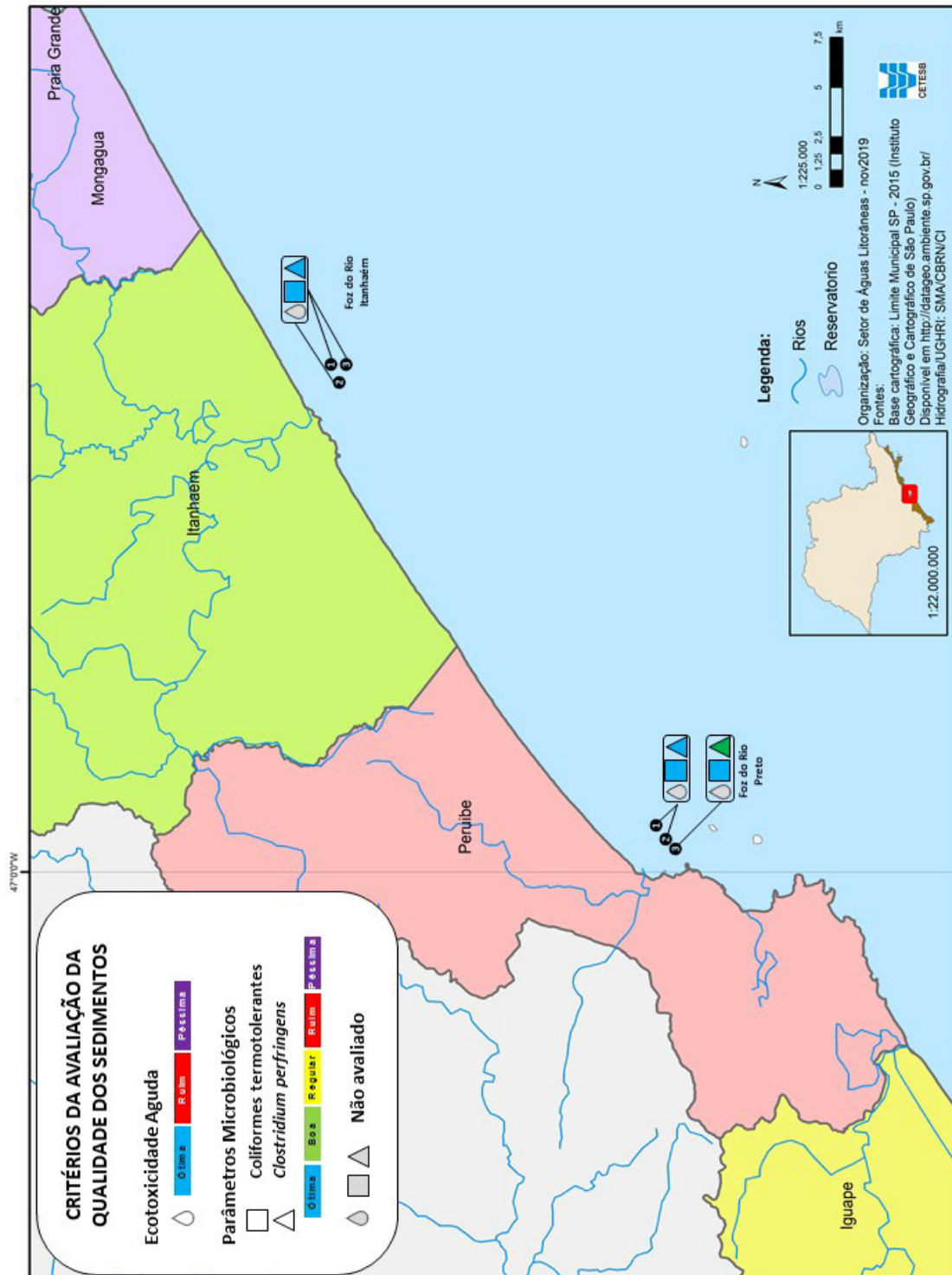
Mapa 4.4 – Avaliação da qualidade dos sedimentos 2021 – Litoral Norte



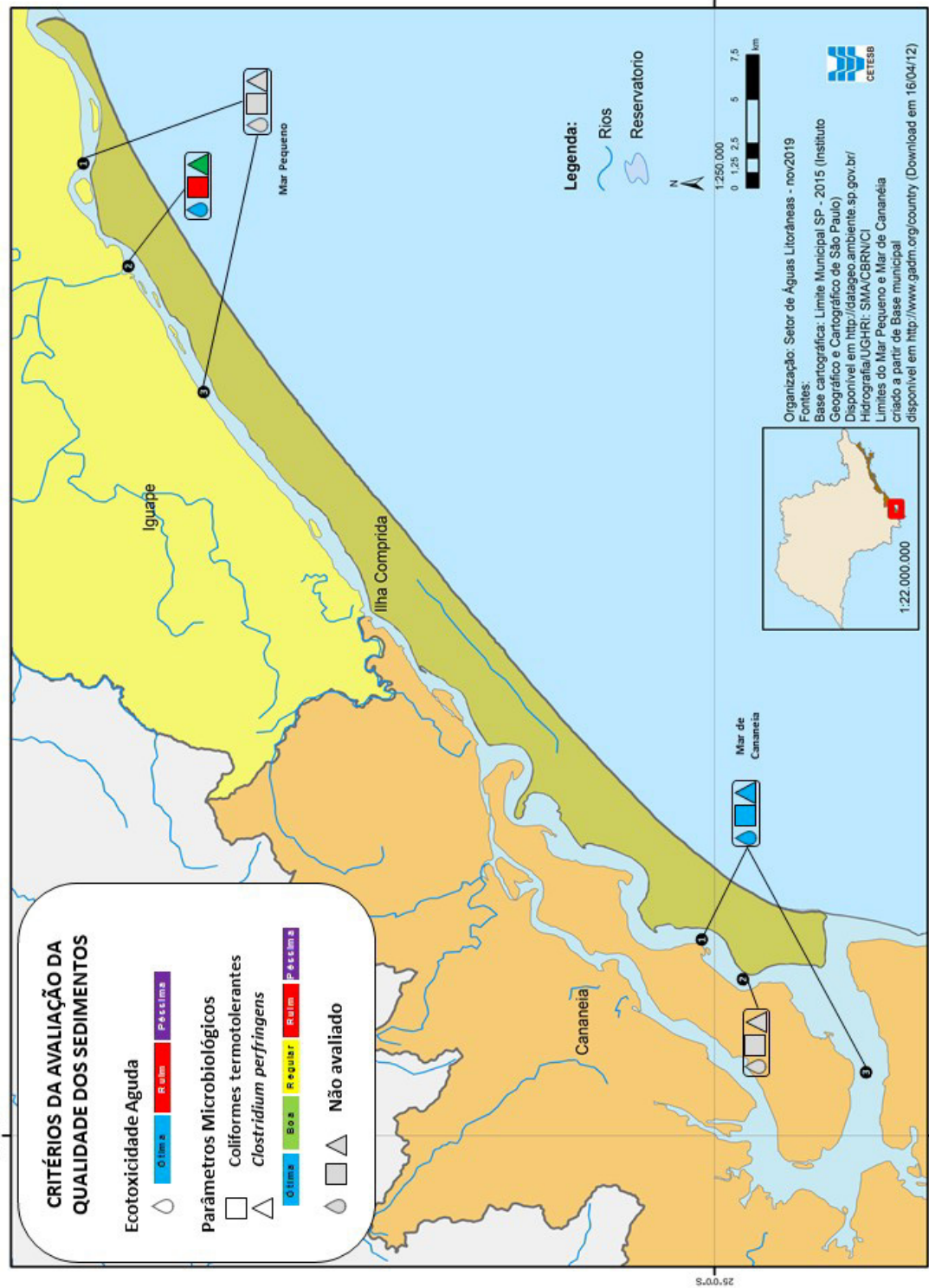
Mapa 4.5 – Avaliação da qualidade dos sedimentos 2021 – Baixada Santista (região norte)



Mapa 4.6 – Avaliação da qualidade dos sedimentos 2021 – Baixada Santista (região sul)



Mapa 4.7 – Avaliação da qualidade dos sedimentos 2021 – Litoral Sul



5. Emergências Químicas e Mortandade de Peixes em Águas Costeiras

5.1 Emergências Químicas em Águas Costeiras

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.

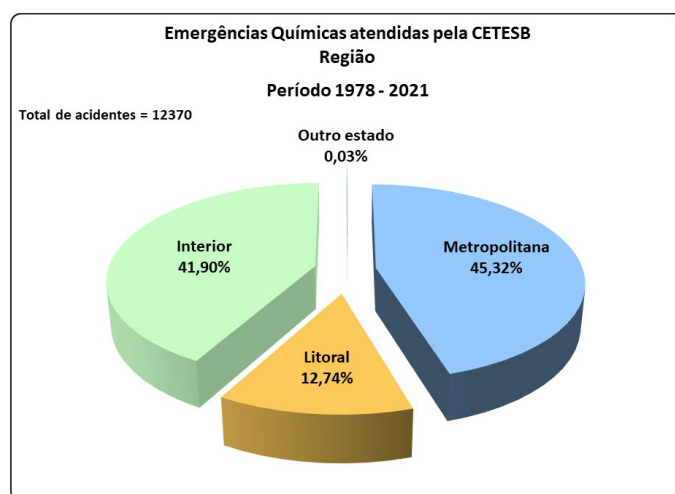
Dependendo do cenário acidental como, por exemplo, o local do acidente, as características e quantidade do produto químico envolvido, presença de corpos de água ou proximidade da costa, os eventos envolvendo produtos químicos podem afetar as águas costeiras, vindo a manifestar efeitos adversos ao meio aquático, impactando a qualidade das águas costeiras bem como a balneabilidade de praias.

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

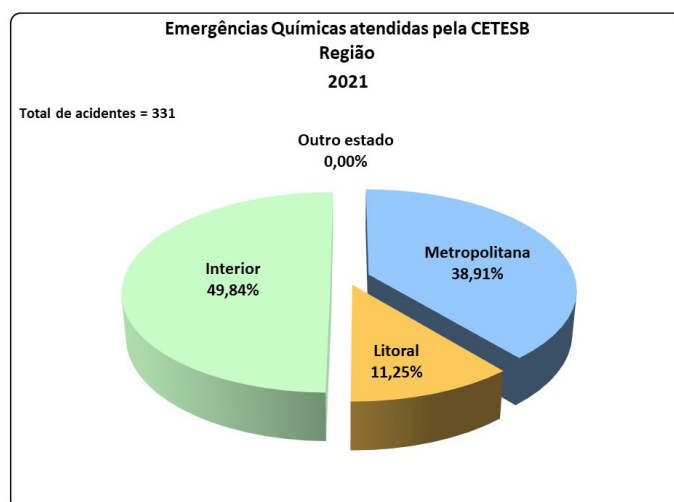
Todas as emergências químicas atendidas pela CETESB são registradas e consolidadas num banco de dados interno denominado SIEQ – Sistema de Informações sobre Emergências Químicas (CETESB, 2022a). Com base nesse banco de dados, a CETESB, no período de 01 janeiro de 1978 (início dos registros), até 31 de dezembro de 2021 atendeu a 12.370 ocorrências envolvendo produtos químicos (Gráfico 5.1). Dessas, 45,32% ocorreram na Região Metropolitana de São Paulo, 41,9% no interior e 12,74% no litoral (Gráfico 5.1).

Gráfico 5.1 – Emergências atendidas pela CETESB no período de janeiro de 1978 a dezembro de 2021, por região (Região Metropolitana, interior e litoral)

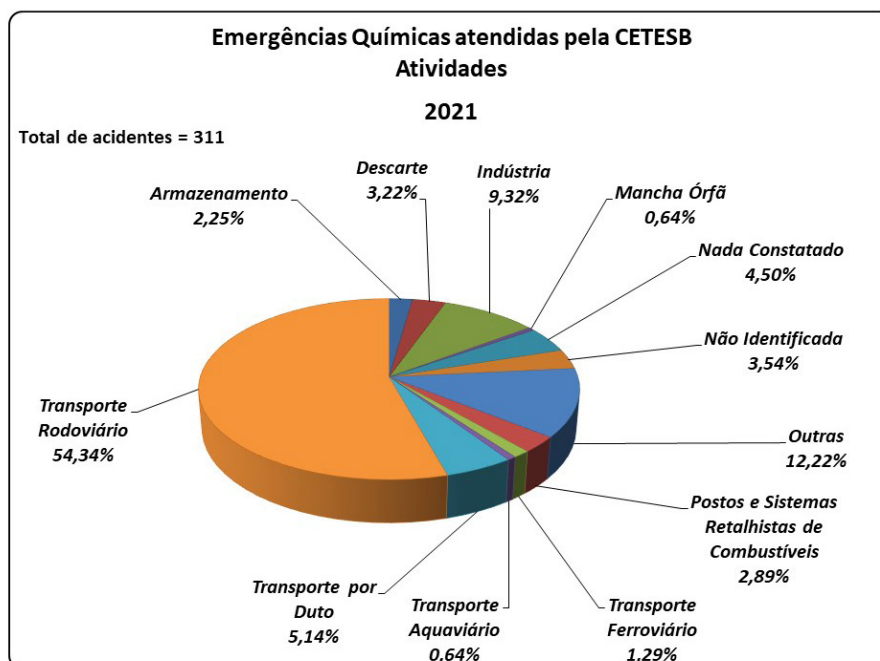


Especificamente para o ano de 2021, foram registradas 311 ocorrências assim distribuídas: 38,91% na Região Metropolitana (121 ocorrências), 49,84% no interior (155 ocorrências) e 11,25% no litoral (35 ocorrências) (Gráfico 5.2).

Gráfico 5.2 – Emergências químicas atendidas pela CETESB no ano de 2021, 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 54,34% do total de registros. Emergências envolvendo o transporte aquaviário e manchas oleosas de origem desconhecida (manchas órfãs), ocorrências em que normalmente há a contaminação das águas, foram registradas com pouca frequência de ocorrência (0,64% para ambas ou duas ocorrências para cada atividade) (Gráfico 5.3).

Gráfico 5.3 – Emergências químicas atendidas pela CETESB no ano de 2021, distribuídas por atividade

As emergências ocorridas no litoral tiveram maior incidência na Baixada Santista (30 registros), seguido pelo Litoral Norte (5 registros). No Litoral Sul não ocorreram acidentes (Tabela 5.1). Na Baixada Santista, os municípios com maior número de ocorrências registradas foram Santos (14 registros) seguido de Guarujá e Cubatão (6 registros). No Litoral Norte, só ocorreram emergências em São Sebastião (5 registros) (Tabela 5.1).

Tabela 5.1 – Distribuição das ocorrências atendidas pela CETESB, por atividade, nos diferentes municípios do Litoral de São Paulo em 2021 (continua)

MUNICÍPIO	NÚMERO DE OCORRÊNCIAS	ATIVIDADE
LITORAL NORTE (5 OCORRÊNCIAS)		
Ubatuba	*	
Caraguatatuba	*	
Ilhabela	*	
São Sebastião	5	Armazenamento (1) Indústria (1) Nada constatado (1) Transporte aquaviário (1) Transporte rodoviário (1)
BAIXADA SANTISTA (30 OCORRÊNCIAS)		
Bertioga	1	Outras atividades (1)
Guarujá	6	Outras atividades (3) Postos de combustíveis (1) Transporte aquaviário (1) Transporte rodoviário (1)
Santos	14	Armazenamento (3) Descarte de produtos ou resíduos (2) Mancha órfã (2) Outras atividades (3) Transporte por duto (1) Transporte rodoviário (3)
São Vicente	1	Indústria (1)

Tabela 5.1 – Distribuição das ocorrências atendidas pela CETESB, por atividade, nos diferentes municípios do Litoral de São Paulo em 2021 (conclusão)

Cubatão	6	Descarte de produtos ou resíduos (1) Nada constatado (1) Transporte por duto (1) Transporte rodoviário (3)
Praia Grande	2	Transporte rodoviário (2)
Mongaguá	*	
Itanhaém	*	
Peruíbe	*	
LITORAL SUL (NÃO HOUVE OCORRÊNCIAS)		
Iguape	*	
Ilha Comprida	*	
Cananeia	*	

Legenda: * - Não foram registradas ocorrências

Ainda que poucas ocorrências tenham efetivamente atingido as águas, em termos espaciais, verifica-se que a maioria das emergências, sobretudo nos município de São Sebastião, Santos, Cubatão e Guarujá, ocorreu próxima à costa ou ao estuário, demonstrando a potencial vulnerabilidade das águas costeiras aos acidentes envolvendo produtos químicos (CETESB, 2022b) (Figura 5.1).

Figura 5.1 – Localização espacial das emergências ocorridas no ano de 2021, (hachuradas em azul), nos municípios de São Sebastião, Bertioga, Guarujá, Santos, São Vicente, Cubatão e Praia Grande

São Sebastião*



Bertioga



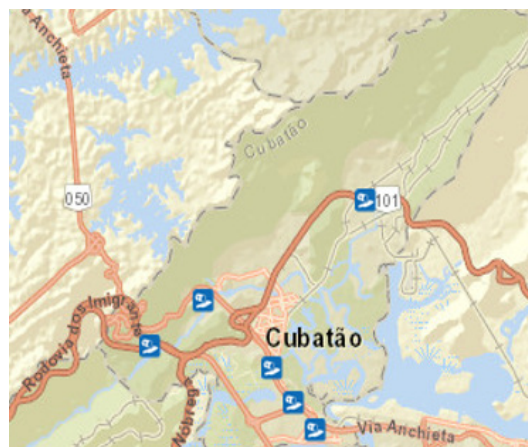
Guarujá



Santos



São Vicente



Cubatão



Praia Grande

Legenda: * - Quatro registros estão sobrepostos por terem ocorrido na mesma localidade (Terminal de São Sebastião).

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 por dutos, por rodovias ou transporte aquaviário e descarte de produtos ou resíduos em vias públicas. Acidentes considerados como “nada constatados” foram aqueles em que a CETESB foi acionada e, após avaliação, não foi constatada 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 2021, os quais tiveram o potencial ou que efetivamente contaminaram as águas costeiras:

- Mancha Órfã no estuário de Santos

Data: 18.01.2021.

Local: Cais do Porto de Santos, ao lado da travessia de balsas.

Bairro: Centro.

Município: Santos.

Latitude: -23.931860°; Longitude: -46.324949°.

Região: Litoral. UGRHI: 7 – Baixada Santista.

Descrição da Fonte do Vazamento: Surgimento de mancha oleosa não identificada junto ao cais, ao lado do local de travessia das barcas, com cerca de 20 m de extensão.

Uma mancha oleosa foi avistada por representante da SPA (*Santos Port Authority*) próximo ao cais do porto. A ocorrência foi repassada à Agência Ambiental de Santos da CETESB cujo plantonista dirigiu-se ao local. Em vistoria, foram acompanhadas as operações de recolhimento dos resíduos oleosos do mar as quais foram realizados por empresa terceirizada de resposta, contratada pela autoridade portuária.

- Indústria. Vazamento de água oleosa em São Sebastião

Data: 23.04.2021.

Local: Rua Guarda Mor Lobo Viana 1.111.

Município: São Sebastião.

Latitude: -23.795649°; Longitude: -45.404627°.

Região: Litoral. UGRHI: 3 – Litoral Norte.

Descrição da Fonte do Vazamento: Furo em tubulação com posterior vazamento de água oleosa.

A Agência Ambiental de São Sebastião foi acionada pela Transpetro, que reportou um vazamento ocorrido devido a fissura na tubulação de água oleosa, localizada no píer sul do Terminal, *Dolphin* nº 01. Segundo informações iniciais repassadas, o vazamento foi detectado por volta das 12h10min e que às 12h50min já não se visualizava manchas oleosas no mar.

Em campo, técnico da Agência Ambiental verificou ter ocorrido pequena quantidade vazada, a qual atingiu o mar gerando uma mancha de aproximadamente 20 m². A maior parte do resíduo foi contida na própria estrutura do píer pelas equipes do Centro de Resposta a Emergências - CRE da própria Transpetro, e o resíduo que atingiu o mar foi dispersado por ação mecânica. Os resíduos gerados (mantas absorventes e barreiras) foram acondicionados em *big-bags* e encaminhados para o pátio de resíduos da empresa.

- Armazenamento. Vazamento de óleo diesel no canal 6 em Santos

Data: 04.05.2021

Local: Av. Cel. Joaquim Montenegro (Canal 6)

Bairro: Aparecida

Município: Santos

Latitude: -23.982696°; Longitude: -46.307777°

Região: Litoral. UGRHI: 7 – Baixada Santista

Descrição da Fonte do Vazamento: Vazamento de óleo diesel com contaminação do Canal 6.

Por causa do acionamento da Agência Ambiental de Santos sobre a presença de óleo diesel no Canal 6, técnico da Agência esteve no local e, após vistoria realizada juntamente com representantes da Secretaria Municipal do Meio Ambiente, foi constatado que nas dependências do Supermercado Carrefour (Rua Vergueiro Steidel) havia um tanque estacionário com capacidade para 10.000 litros de óleo diesel (Figura 5.2), e que na madrugada do mesmo dia, ocorreu uma falha mecânica na mangueira de nível do tanque, ocasionando o vazamento de cerca de 2.000 litros de óleo diesel.

De acordo com representantes do Carrefour, na madrugada desse dia, ocorreu uma falha na abraçadeira que prende a mangueira de nível do tanque, ocasionando o vazamento do produto que extrapolou o dique de contenção alcançando a drenagem e consequentemente a rede de águas pluviais.

Técnicos do Setor de Atendimento a Emergência ao chegarem ao local constataram que no Canal 6 havia grande quantidade de óleo diesel. Técnicos da Secretaria Municipal do Meio Ambiente haviam colocado barreiras de contenção de modo a evitar ou minimizar o aporte de óleo para as águas costeiras. Técnicos da empresa de resposta a emergências Hidroclean, contratada pela prefeitura, encontravam-se removendo o produto com utilização de barreiras absorventes (Figura 5.2). De imediato foi requisitado ao Carrefour que providenciasse caminhão autovácuo para agilizar a remoção de óleo do canal.

Figura 5.2 – Tanque de óleo diesel localizado no Carrefour, fonte do vazamento e aplicação de barreiras absorventes para remoção do óleo diesel presente no Canal 6



Tanque de óleo diesel



Aplicação de barreiras absorventes

Foi também constatado que uma pequena quantidade do óleo diesel ultrapassou a barreira de contenção, vindo a atingir a praia. Observou-se uma faixa de areia de 50 centímetros de largura contaminada por óleo com aspecto prateado, que se estendia em direção ao Canal 3, onde, segundo banhistas, foi observada mancha de óleo no mar. Essas constatações foram repassadas ao Setor de Águas Litorâneas – EQAL para possível providência quanto à necessidade de alteração do status de balneabilidade da praia, a qual já se encontrava imprópria ao banho por condições sanitárias.

Foram monitoradas as redes de águas pluviais por onde o óleo diesel caminhou, desde sua origem (Carrefour) até seu desemboque no Canal 6 (Avenida Dr. Epitácio Pessoa, Rua Professor Pirajá da Silva, e Rua Vergueiro Steidel), não sendo detectadas concentrações de vapores inflamáveis. No entanto constatou-se a presença física de produto, odor e concentrações de compostos orgânicos voláteis – COV. Com utilização de caminhão-vácuo, o óleo diesel presente na rede pluvial e o remanescente presente no Canal 6 foram drenados, atividade esta que transcorreu pelo dia subsequente.

Em 08.05, foi realizada nova vistoria evidenciando-se que o óleo diesel havia sido removido em sua totalidade tanto nas galerias pluviais quanto ao longo do Canal 6, restando no local, barreiras de contenção ainda aplicadas preventivamente a fim de conter eventual óleo remanescente e evitar a contaminação das águas costeiras.

5.2 Mortandade de Peixes - Área 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 apresentado, relativo às UGRHIs 3 e 7, foi baseado em registros dos atendimentos realizados pela CETESB em 2021, além de pesquisas, para identificação de reportagens, seja na mídia eletrônica ou tradicional.

Nas regiões do litoral, foram verificadas nove ocorrências de mortandades de peixes em 2021, sendo três no Litoral Norte e seis na Baixada Santista, conforme pode ser visto ver na Tabela 5.2 a seguir:

Tabela 5.2 – Mortandade de peixes ocorridas em 2021 na região costeira do estado de São Paulo

UGRHI	Município	Data da reclamação	Corpo de água	Local (Google Maps)
LITORAL NORTE 3	ILHABELA	18/1/21		
	SÃO SEBASTIÃO	21/9/21	Nascente em Maresias	-23.788386, -45.589787
	CARAGUATATUBA	24/11/21	Praia do Porto Novo	-23.702515, -45.427831
BAIXADA SANTISTA 7	SANTOS	6/5/21	Canal 4	-23.977027, -46.314771
	GUARUJÁ	11/6/21		
	SANTOS	19/7/21	Praia entre Canais 4 e 5	-23.976845, -46.319037
	SANTOS	2/8/21		
	PRAIA GRANDE	21/12/21	Praia da Vila Tupi	-24.024873, -46.457762
	PERUÍBE	23/12/21	Praia de Taniguá	-24.269514, -46.926806

As mortandades verificadas na região costeira apresentaram duas causas principais: contaminação e despesca, conforme Tabela 5.3.

Duas das mortandades registradas estavam associadas à presença de contaminantes. No Canal 4 em Santos em 06/05/21 foi constatado que o despejo de tinta látex na galeria pluvial acarretou na morte de peixes. E em São Sebastião, em 21/09/21, o vazamento de óleo diesel transportado por um caminhão tanque que tombou na rodovia SP-55 contaminou uma nascente próxima na altura da praia de Maresias.

Em 24 de novembro, a Praia do Porto Novo em Caraguatatuba apresentava um cenário característico após uma forte ressaca do mar, provavelmente havendo mistura da água, depositando na faixa de areia organismos de fundo ou já mortos. Verificou-se a presença de grande quantidade de bagres mortos. A remoção dos organismos foi apontada como muito importante para a segurança dos frequentadores já que os bagres possuem ferrões que poderiam ferir os banhistas que porventura pisassem nos peixes ou os manuseassem.

No dia 21/12/21, foram encontradas seis raias, com marcas de rede nos corpos, encalhadas na praia da Vila Tupi em Praia Grande pelo Instituto Biopesca. No dia 23/12/21, a Secretaria do Município de Peruíbe e o Instituto Biopesca verificaram a presença de quase 60 organismos mortos que estavam entre a vegetação da

Praia de Taniguá. Dentre esses organismos estavam raias, tubarões-martelo e uma raia-manta. Todos os organismos apresentavam marcas de rede nos corpos, assim como na ocorrência do dia 21. Os sinais indicaram que a causa da morte desses organismos foi a pesca incidental, ou seja, quando eles são capturados junto a outro grupo que é o alvo da pesca. Um forte motivo para o descarte é a proibição de pesca dessas espécies e a existência de legislação que os protege.

Tabela 5.3 – Descrição das mortandades da região costeira do estado de São Paulo em 2021

DATA	UGRHI	LOCAL	ORGANISMO	CAUSA	Município/Atendimento
6/5	7	Canal 4	Não especificado	Contaminação por despejo de tinta látex na galeria pluvial	Santos. Atendimento realizado pela Agência Ambiental de Cubatão (CMB)
19/7	7	Praia entre Canais 4 e 5	Não especificado	Indeterminada	Santos. Reportagem do Jornal Costa Norte https://costanorte.com.br/cidades/santos/municipio-registra-diversos-peixes-mortos-entre-os-canalais-4-e-5-de-santos-sp-e-intriga-moradores-1.327233
21/9	3	Maresias	Não especificado	Contaminação por vazamento de óleo diesel em decorrência de tombamento de caminhão na rodovia Dr Manoel Hypolito Rego - SP 55	São Sebastião. Atendimento realizado pela Agência Ambiental de São Sebastião (CMS) e Polícia Rodoviária Estadual
24/11	3	Praia do Porto Novo	Principalmente bagres e moluscos	Provável ressaca, com mistura da água trazendo organismos já mortos e de fundo para a areia	Caraguatatuba. Atendimento realizado pela Agência Ambiental de São Sebastião (CMS)
21/12	7	Praia da Vila Tupi	Raias	Provável despesca, resultado de pesca incidental (bycatch)	Praia Grande. Atendimento realizado pelo Instituto Biopesca
23/12	7	Praia de Taniguá	55 Raias, 3 tubarões-martelo e uma raia-manta (móbula)	Provável despesca, resultado de pesca incidental (bycatch)	Peruíbe. Atendimento realizado pela Secretaria Municipal de Peruíbe e Instituto Biopesca

6 • 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., GIANESSELLA-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, P. D., MACHADO, S. M., BARROS, B., MORALES, E. A., CANTO, P., GASPAR, M. D., RUIVO, M. L. P., & BERRÊDO, J. F. Registros arqueobotânicos em um sambaqui amazônico: utilização de microalgas (Diatomáceas, Bacillariophyta) como indicadoras de alterações ambientais. *Boletim do Museu Paraense Emílio Goeldi. Ciências Humanas*. v.15, n. 3, e20190036. doi: 10.1590/2178-2547-BGOELDI-2019-0036. 2020

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, 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.

RÉ, 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.

SÃO PAULO. Plano de Contingência para Gestão Integrada de Riscos Associados a Florações de Microalgas Tóxicas em Águas do Litoral Paulista. São Paulo: SP, 2021. 80p.;il;tab;map.

SARANGI R.K.; CHAUHAN, P.; NAYAK, S.R. Detection and monitoring of Trichodesmium blooms in the coastal waters off Saurashtra coast, India using IRS-P₆ 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 Environmental 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 Limnología 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



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