

QUALIDADE DAS ÁGUAS COSTEIRAS

NO ESTADO DE SÃO PAULO



2022

SÉRIE RELATÓRIOS



GOVERNO DO ESTADO DE SÃO PAULO

SECRETARIA DE MEIO AMBIENTE, INFRAESTRUTURA E LOGÍSTICA

CETESB - COMPANHIA AMBIENTAL DO ESTADO DE SÃO PAULO



Governo do Estado de São Paulo
Tarcísio de Freitas - Governador do Estado de São Paulo

Secretaria de Meio Ambiente, Infraestrutura e Logística
Natália Resende - Secretária de Estado

CETESB - Companhia Ambiental do Estado de São Paulo
Thomaz Miazaki de Toledo - Diretor-Presidente

CETESB - Companhia Ambiental do Estado de São Paulo

Diretoria de Gestão Corporativa
Liv Nakashima Costa - Diretora

Diretoria de Controle e Licenciamento Ambiental
Adriano Rafael Arrepia de Queiroz - Diretor

Diretoria de Engenharia e Qualidade Ambiental
Carolina Fiorillo Mariani - Diretora

Diretoria de Avaliação de Impacto Ambiental
Mayla Matsuzaki Fukushima - Diretora

QUALIDADE DAS ÁGUAS COSTEIRAS

NO ESTADO DE SÃO PAULO

S É R I E R E L A T Ó R I O S

GOVERNO DO ESTADO DE SÃO PAULO

SECRETARIA DE MEIO AMBIENTE, INFRAESTRUTURA E LOGÍSTICA

CETESB - COMPANHIA AMBIENTAL DO ESTADO DE SÃO PAULO

2022

São Paulo ■ 2023

Dados Internacionais de Catalogação

(CETESB – Biblioteca, SP, Brasil)

C418q CETESB (São Paulo)
Qualidade das águas costeiras no estado de São Paulo 2022 [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, 2023.
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 : 170 p., 16 MB) + 5 apêndices A-E (arquivos : 39 MB)
Disponível em:
<<http://cetesb.sp.gov.br/aguas-costeiras/publicacoes-e-relatorios/>>
ISBN 978-65-5577-060-5

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 2023.
Av. Prof. Frederico Hermann Jr., 345
Pinheiros – SP – Brasil – CEP 05459900

FICHA TÉCNICA

Diretoria de Engenharia e Qualidade Ambiental

Biól. Carolina Fiorillo Mariani
Diretora

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
Eng. Felipe Bazzo Tomé
Geóg. Aparecida Cristina Camolez

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

Divisão de Laboratório de Taubaté

Divisão de Laboratório de Cubatão

Divisão de Laboratório de Limeira

Setor de Ecotoxicologia Aquática

Setor de Análises Toxicológicas

Divisão de Microbiologia e Parasitologia

Setor de Toxicologia e Genotoxicidade

Setor de Química Inorgânica

Setor de Química Orgânica

Projeto editorial

Capa: Vera Severo

Editoração/Diagramação

Phábrica de Produções:

Alecsander Coelho, Daniela Bissiguini, Ércio Ribeiro e Paulo Ciola

Produção Editorial, Fotelito e Impressão

CETESB - Companhia Ambiental do Estado de São Paulo

Concluído em junho/2023

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

Listas

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Resumo da Rede Costeira em 2022	18
Tabela 2 – Subgrupos das áreas de monitoramento	19
Tabela 3 – Classificação para cada faixa do IQAC.....	20
Tabela 1.1 – Proporção da população dos municípios litorâneos em relação às UGRHs	32
Tabela 1.2 – Crescimento populacional no período entre 2012 e 2021	33
Tabela 1.3 – ETes e EPCs em funcionamento no Litoral Paulista	36
Tabela 1.4 – Cálculo do ICTEM para os municípios litorâneos.....	38
Tabela 1.5 – Elementos de composição do ICTEM para municípios com ETE e para municípios com EPC	39
Tabela 1.6 – Informações sobre saneamento básico nos municípios do litoral paulista	40
Tabela 2.1 – Variáveis determinadas na água	44
Tabela 2.2 – Variáveis determinadas no sedimento.....	45
Tabela 2.3 – Valores de referência para concentrações de nutrientes nos sedimentos.....	46
Tabela 2.4 – Parâmetros que compõem o IQAC.....	47
Tabela 2.5 – Valores e classificação para cada faixa do IQAC.....	48
Tabela 2.6 – Proposta de classificação do ambiente marinho com base nas concentrações de Clorofila-a.....	48
Tabela 2.7 – Proposta de classificação do ambiente estuarino baseada nas concentrações de Clorofila-a	49
Tabela 2.8 – Classificação das amostras de acordo com os resultados ecotoxicológicos	49
Tabela 2.9 – Classificação para os parâmetros microbiológicos	50
Tabela 3.1 – Classificação das áreas monitoradas na Rede Costeira de acordo com o IQAC - 2022	53
Tabela 3.2 – Valores médios de Clorofila-a ($\mu\text{g/L}$) e suas classificações por ponto, de acordo com o Índice de Estado Trófico Costeiro - IETC - primeira e segunda campanhas de 2022	54
Tabela 3.3 – Síntese dos resultados das análises quantitativas para organismos potencialmente tóxicos na região do Litoral Norte - 2022	62
Tabela 3.4 – Qualidade ecotoxicológica dos sedimentos em 2022	63
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	71
Tabela 3.10 – Médias, valores mínimos e máximos e porcentagem de não conformidades (NC) dos resultados de qualidade de água do Saco da Ribeira	72
Tabela 3.11 – Médias, valores mínimos e máximos e porcentagem de não conformidades (NC) dos resultados de qualidade de sedimento do Saco da Ribeira	73
Tabela 3.12 – Médias, valores mínimos e máximos e porcentagem de não conformidades (NC) dos resultados de qualidade de água de Tabatinga.....	74
Tabela 3.13 – Médias, valores mínimos e máximos e porcentagem de não conformidades (NC) dos resultados de qualidade de sedimento de Tabatinga.....	75
Tabela 3.14 – Médias, valores mínimos e máximos e porcentagem de não conformidades (NC) dos resultados de qualidade de água de Cocanha.....	76
Tabela 3.15 – Médias, valores mínimos e máximos e porcentagem de não conformidades (NC) dos resultados de qualidade de sedimento de Cocanha.....	77
Tabela 3.16 – Médias, valores mínimos e máximos e porcentagem de não conformidades (NC) dos resultados de qualidade de água da Baía de Caraguatatuba.....	78
Tabela 3.17 – Médias, valores mínimos e máximos e porcentagem de não conformidades (NC) dos resultados de qualidade de sedimento da Baía de Caraguatatuba.....	79
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	80
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	81
Tabela 3.20 – Médias, valores mínimos e máximos e porcentagem de não conformidades (NC) dos resultados de qualidade de água de Barra do Una.....	82
Tabela 3.21 – Médias, valores mínimos e máximos e porcentagem de não conformidades (NC) dos resultados de qualidade de sedimento da Barra do Una.....	83
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	84

Tabela 3.23 – Médias, valores mínimos e máximos e porcentagem de não conformidades (NC) dos resultados de qualidade de sedimento da área de influência da foz do Rio Itaguaré.....	85
Tabela 3.24 – Médias, valores mínimos e máximos e porcentagem de não conformidades (NC) dos resultados de qualidade de água do Canal de Bertioiga	86
Tabela 3.25 – Médias, valores mínimos e máximos e porcentagem de não conformidades (NC) dos resultados de qualidade desedimento do Canal de Bertioiga	87
Tabela 3.26 – Médias, valores mínimos e máximos e porcentagem de não conformidades (NC) dos resultados de qualidade de água do Canal de Piaçaguera	88
Tabela 3.27 – Médias, valores mínimos e máximos e porcentagem de não conformidades (NC) dos resultados de qualidade de sedimento do Canal de Piaçaguera.....	90
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.....	91
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	92
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	93
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	94
Tabela 3.32 – Médias, valores mínimos e máximos e porcentagem de não conformidades (NC) dos resultados de qualidade de água do Canal de Santos.....	95
Tabela 3.33 – Médias, valores mínimos e máximos e porcentagem de não conformidades (NC) dos resultados de qualidade de sedimento do Canal de Santos	96
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	97
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	99
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	100
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	101
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.....	102
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.....	103
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	104
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	105
Tabela 3.42 – Médias, valores mínimos e máximos e porcentagem de não conformidades (NC) dos resultados de qualidade de água do Mar Pequeno	106
Tabela 3.43 – Médias, valores mínimos e máximos e porcentagem de não conformidades (NC) dos resultados de qualidade de sedimento do Mar Pequeno	107
Tabela 3.44 – Médias, valores mínimos e máximos e porcentagem de não conformidades (NC) dos resultados de qualidade de água do Mar de Cananeia	108
Tabela 3.45 – Médias, valores mínimos e máximos e porcentagem de não conformidades (NC) dos resultados de qualidade de sedimento do Mar de Cananeia	109
Tabela 3.46 – Médias, valores mínimos e máximos e porcentagem de não conformidades (NC) dos resultados de qualidade de água da Laje de Santos.....	110
Tabela 3.47 – Médias, valores mínimos e máximos e porcentagem de não conformidades (NC) dos resultados de qualidade de sedimento de Laje de Santos.....	111
Tabela 4.1 – Detalhamento dos valores dos diagramas de caixa para o OD e demais valores estatísticos em mg/L (2022).....	124
Tabela 4.2 – Detalhamento dos valores dos diagramas de caixa para o COT e demais valores estatísticos em mg/L (2022)	124
Tabela 4.3 – Detalhamento dos valores dos diagramas de caixa para o Fósforo Total e demais valores estatísticos em mg/L (2022).....	125
Tabela 4.4 – Detalhamento dos valores dos diagramas de caixa para a Clorofila-a e demais valores estatísticos em µg/L (2022)	125
Tabela 4.5 – Concentrações média anuais da Clorofila-a e as tendências da qualidade das águas de acordo com o IETC entre 2018 a 2022	128
Tabela 4.6 – Porcentagem de amostras de sedimentos com compostos de HPAs no Litoral Paulista em 2022	130
Tabela 4.7 – Ocorrência de metais no litoral paulista em 2022	131

Tabela 4.8 – Classificação ecotoxicológica dos sedimentos costeiros de 2017 a 2022 de acordo com os ensaios ecotoxicológicos realizados em 2022 com <i>Grandidiarella bonnieroides</i>	135
Tabela 4.9 – Classificação da qualidade microbiológica dos sedimentos dos pontos da rede costeira para 2022. Baseada na concentração de Coliformes Termotolerantes (NMP/100mL) e <i>Clostridium perfringens</i> (NMP/100mL).....	138
Tabela 5.1 – Distribuição das ocorrências atendidas pela CETESB, por atividade, nos diferentes municípios do Litoral de São Paulo em 2022	153
Tabela 5.2 – Parâmetros físicos, químicos e biológicos analisados durante o atendimento à emergência ocorrida na empresa Santos Brasil	159
Tabela 5.3 – Registros de mortandades de peixes nas UGRHs 3 – Litoral Norte e 7 – Baixada Santista em 2022	161

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 – Evolução do IQAC médio das áreas entre 2012 e 2022	24
Quadro 3.1 – Características dos gêneros potencialmente produtores de biotoxinas detectados no monitoramento	58
Quadro 3.2 – Resultado da verificação de organismo potencialmente tóxicos. Dados de 2022.....	59
Quadro 3.3 – Resultados quantitativos para organismos potencialmente tóxicos -2022.....	59
Quadro 4.1 – Siglas das áreas avaliadas.....	114
Quadro 4.2 – Evolução do IQAC médio das áreas entre 2012 e 2022	115

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 – Distribuição Percentual da classificação das áreas pelo IQAC médio em 2022	21
Gráfico 2 – Porcentagem de áreas que apresentaram não conformidade por variável em 2022	22
Gráfico 3 – Porcentagem de amostras não conformes por variável em 2022 na Rede Costeira: Todas as áreas (A), Águas Salobras (B) e Águas Salinas (C).....	23
Gráfico 4 – Evolução da distribuição do IET - 2018 a 2022	25
Gráfico 5 – Porcentagem de conformidades de COT no Litoral Paulista e não conformidades por área de classe de água, em 2022, de acordo com o Valor de Referência da CETESB.....	26
Gráfico 6 – Porcentagem de conformidades de Nitrogênio Kjeldahl Total (NKT) no Litoral Paulista e não conformidades por área de classe de água, em 2022, 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 2022, de acordo com o Valor de Referência da CETESB	26
Gráfico 8 – Ocorrência de metais nos sedimentos do Litoral Paulista em 2022 e comparação com os critérios canadenses.....	27
Gráfico 9 – Porcentagem de HPAs nos sedimentos do Litoral Paulista em 2022 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 2022 - (A) Coliformes Termotolerantes (B) <i>Clostridium perfringens</i>	28
Gráfico 11 – Porcentagem de amostras com presença ou ausência de efeito tóxico nos ensaios ecotoxicológicos nos últimos cinco anos (NT = Não tóxico; T = Tóxico)	28
Gráfico 1.1 – Aumento populacional baseado nas contagens populacionais oficiais de 2012 e 2021	33
Gráfico 1.2 – Intensidades de chuva mensais e anuais na UGRHI 3 – Litoral Norte em 2022	34
Gráfico 1.3 – Intensidades de chuva mensais e anuais na UGRHI 7 – Baixada Santista em 2022	34
Gráfico 1.4 – Intensidades de chuva mensais e anuais na UGRHI 11 – Ribeira de Iguape/Litoral Sul em 2022	35
Gráfico 3.1 – Densidade do dinoflagelado não identificado (ni) e a densidade total de organismos por litro e por local (2022).....	61
Gráfico 3.2 – Densidades de Dinophysis em praias de Ubatuba entre 05 a 26 de março de 2022.....	62
Gráfico 3.3 – Médias das concentrações de Coliformes Termotolerantes (NMP/100g) nos sedimentos em 2022	64
Gráfico 3.4 – Médias das concentrações de <i>Clostridium perfringens</i> (NMP/100g) nos sedimentos costeiros em 2022	64
Gráfico 4.1 – Distribuição Percentual da classificação das áreas pelo IQAC médio em 2022.....	113
Gráfico 4.2 – Classificação das áreas pelo IQAC médio em 2022	114
Gráfico 4.3 – Evolução da distribuição percentual das categorias do IQAC por ponto no período de 2012 a 2022	116
Gráfico 4.4 – Porcentagem de áreas que apresentaram não conformidade por variável em 2022.....	117
Gráfico 4.5 – Porcentagem de amostras de água não conformes por variável em 2022 na Rede Costeira (A), Águas Salobras (B) e Águas Salinas (C)	117
Gráfico 4.6 – Média das concentrações de Nitrogênio Amoniacal (mg/L) nas amostras de água das áreas da rede costeira em 2022 e padrão de qualidade... ..	119
Gráfico 4.7 – Média das concentrações de OD nas amostras de água das áreas da rede costeira em 2022 e padrões de qualidade para águas salobras e salinas	120
Gráfico 4.8 – Diagrama de caixa dos resultados de OD em 2022 e padrões de qualidade para águas salinas (linha verde) e para águas salobras (linha amarela).....	120
Gráfico 4.9 – Média das concentrações de Carbono Orgânico Total (COT) (mg/L) nas amostras de água das áreas da rede costeira em 2022 e padrão de qualidade	121

Gráfico 4.10 – Diagrama de caixa dos resultados de COT em 2022 e padrão de qualidade	121
Gráfico 4.11 – Média das concentrações de Fósforo Total (PT) (mg/L) nas amostras de água das áreas da rede costeira em 2022 e padrões de qualidade para águas salobras e salinas	122
Gráfico 4.13 – Média das concentrações de Clorofila-a (µg/L) nas amostras de água das áreas da rede costeira em 2022 e padrões de qualidade para águas salobras e salinas	123
Gráfico 4.14 – Diagrama de caixa dos resultados de Clorofila-a em 2022 e padrões de qualidade para águas salinas (linha verde) e salobras (linha amarela)	123
Gráfico 4.15 – Porcentagem por classes de estado trófico nas amostras de superfície e meio da coluna de água – 2022	126
Gráfico 4.16 – Evolução da distribuição do IETC - 2018 a 2022	127
Gráfico 4.17 – Média geométrica das concentrações de Enterococos (UFC/100 mL) – 2022 e padrão de qualidade	129
Gráfico 4.18 – Porcentagem de ocorrência de amostras de sedimentos contendo HPAs no Litoral Paulista em 2022	130
Gráfico 4.19 – Ocorrência de metais nos sedimentos do Litoral Paulista em 2022	131
Gráfico 4.20 – Porcentagem de conformidades de COT no sedimento do Litoral Paulista e não conformidades por classe de água, em 2022, de acordo com o Valor de Referência da CETESB	132
Gráfico 4.21 – Concentração média de COT (%) dos sedimentos nas áreas monitoradas em 2022 e Valores de Referência da CETESB para áreas salobras e salinas	132
Gráfico 4.22 – Porcentagem de conformidades de Nitrogênio Kjeldahl Total (NKT) no sedimento do Litoral Paulista e não conformidades por classe de água, em 2022, de acordo com o Valor de Referência da CETESB	133
Gráfico 4.23 – Concentração média de Nitrogênio Kjeldahl Total (mg/kg) dos sedimentos nas áreas da rede de monitoramento costeiro em 2022 e Valores de Referência da CETESB para áreas salobras e salinas	133
Gráfico 4.24 – Porcentagem de conformidades de Fósforo Total no sedimento do Litoral Paulista e não conformidades por classe de água, em 2022, de acordo com o Valor de Referência da CETESB	134
Gráfico 4.25 – Concentração média de Fósforo Total (mg/kg) dos sedimentos nas áreas da rede de monitoramento costeiro em 2022 e Valores de Referência da CETESB para áreas salobras e salinas	134
Gráfico 4.26 – Percentual de amostras nas três grandes regiões costeiras que não apresentaram toxicidade para <i>Grandidierella bonnieroides</i> nos ensaios com sedimento entre 2018 e 2022	136
Gráfico 4.27 – Porcentagem de amostras com presença ou ausência de efeito tóxico nos ensaios ecotoxicológicos agudos com <i>Grandidierella bonnieroides</i> nos últimos cinco anos (NT = Não tóxico; T = Tóxico)	137
Gráfico 4.28 – Porcentagem de amostras em cada classe de qualidade microbiológica de acordo com concentração de bactéria fecal nos sedimentos em 2022- (A) Coliformes Termotolerantes (B) <i>Clostridium perfringens</i>	139
Gráfico 5.1 – Emergências atendidas pela CETESB no período de janeiro de 1978 a dezembro de 2022, por região (Região Metropolitana, interior e litoral)	152
Gráfico 5.2 – Emergências químicas atendidas pela CETESB no ano de 2022, distribuídas por região (Região Metropolitana, interior e litoral)	152
Gráfico 5.3 – Emergências químicas atendidas pela CETESB no ano de 2022, distribuídas por atividade	153

LISTA DE FIGURAS

Figura 1.1 – Classificação das águas	30
Figura 1.2 – Fatores que influenciam a qualidade das águas costeiras	31
Figura 2.1 – Modelo conceitual do índice	47
Figura 3.1 – Densidades totais de organismos fitoplancctônicos (org/L) e Porcentagem da densidade dos principais grupos da comunidade por ponto e por ano. Período: 2017 a 2022	56
Figura 3.2 – Fotos de Diatomáceas (A) <i>Actinopterychus</i> sp; (B) <i>Chaetoceros</i> sp e (C) <i>Thalassionema nitzschioides</i>	57
Figura 3.3 – Densidades de organismos fitoplancctônicos e distribuição por táxon, por ponto em 2022	57
Figura 3.4 – Imagens de microalgas potencialmente produtoras de biotoxinas	58
Figura 3.5 – Foto da mancha na praia do Tombo no Guarujá e detalhe do Dinoflagelado não identificado	60
Figura 3.6 – Foto da mancha na praia de Astúrias no Guarujá e detalhe da Diatomácea do gênero <i>Anaulus</i>	61
Figura 5.1 – Localização espacial das emergências ocorridas no ano de 2022, (hachuradas em azul), nos municípios de São Sebastião, Guarujá, Santos, São Vicente, Cubatão e Praia Grande	154
Figura 5.2 – Pilhas de contêineres desestabilizadas a bordo do navio Monte Alegre (à esquerda) e Container avariado caído sobre o piso do cais nº 3 da Santos Brasil (à direita)	158
Figura 5.3 – Limpeza do piso do cais contaminado com produtos químicos (à esquerda) e flutuação e içamento do contêiner naufragado (à direita)	158

LISTA DE MAPAS

Mapa 1.1 – ETEs e EPCs em funcionamento no Litoral Norte.....	37
Mapa 1.2 – ETEs e EPCs em funcionamento na Baixada Santista	37
Mapa 1.3 – ETEs em funcionamento no Litoral Sul.....	38
Mapa 1.4 – Percentual de coleta de esgoto por município	42
Mapa 4.1 – Índice de Qualidade de Água Costeira 2022 – Litoral Norte (norte)	141
Mapa 4.2 – Índice de Qualidade de Água Costeira 2022 – Litoral Norte (sul)	142
Mapa 4.3 – Índice de Qualidade de Água Costeira 2022 – Baixada Santista (norte).....	143
Mapa 4.4 – Índice de Qualidade de Água Costeira 2022 – Baixada Santista (sul).....	143
Mapa 4.5 – Índice de Qualidade de Água Costeira 2022 – Litoral Sul	145
Mapa 4.6 – Avaliação da qualidade dos sedimentos 2022 – Litoral Norte	146
Mapa 4.7 – Avaliação da qualidade dos sedimentos 2022 – Baixada Santista (norte)	147
Mapa 4.8 – Avaliação da qualidade dos sedimentos 2022 – Baixada Santista (sul)	148
Mapa 4.9 – Avaliação da qualidade dos sedimentos 2022 – Litoral Sul	149

LISTA DE ABREVIATURAS

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

Sumário

1 • Introdução	29
1.1 Qualidade da Água	29
1.1.1 Resolução Conama nº 357/2005	30
1.1.2 Enquadramento	31
1.1.3. Fatores que influenciam a qualidade das águas costeiras	31
1.2 Características da Zona Costeira do Estado de São Paulo	32
1.2.1 Aspectos Demográficos	32
1.2.2 Balanço hídrico nas UGRHs do litoral	34
1.3 Aspectos de Saneamento	35
2 • Metodologia	43
2.1 Metodologia	43
2.1.1 Distribuição espacial e temporal do monitoramento	43
2.1.2 Qualidade das águas	43
2.1.3 Microalgas (fitoplâncton)	45
2.1.4 Qualidade dos sedimentos	45
2.1.4.1 Critérios de qualidade para sedimentos	46
2.2 Índices de Qualidade de Água	46
2.2.1 Índice de qualidade de águas costeiras (IQAC)	46
2.2.2 Índice de estado trófico costeiro (IETC)	48
2.3 Índices de Qualidade de Sedimento	49
2.3.1 Índice de qualidade ecotoxicológica do sedimento	49
2.3.2 Índice de qualidade microbiológica de sedimento costeiro (IQMSC)	50
3 • Qualidade das Águas Salinas e Salobras e Sedimentos: Índices e Resultados	51
3.1 - IQAC - Índice de Qualidade de Águas Costeiras	52
3.2 - Índice de Estado Trófico - IETC	54
3.3 - Fitoplâncton - microalgas tóxicas	55
3.4 - Índices de Qualidade dos Sedimentos e Granulometria	63
3.4.1 Classificação ecotoxicológica dos sedimentos	63
3.4.2 Qualidade microbiológica dos sedimentos	64
3.4.3 Classificação granulométrica	65
3.5 - Avaliação da Qualidade Ambiental das Áreas	66
3.5.1 Picinguaba	67
3.5.2 Baía de Itaguá	69
3.5.3 Saco da Ribeira	71
3.5.4 Tabatinga	74
3.5.5 Cocanha	76
3.5.6 Baía de Caraguatatuba	78
3.5.7 Canal de São Sebastião	79
3.5.8 Barra do Una	82
3.5.9 Área de influência do Rio Itaguaré	84
3.5.10 Canal de Bertoga	85
3.5.11 Canal de Piaçaguera	88
3.5.12 Área de influência do Emissário do Guarujá	90

3.5.14 Área de influência do Emissário de Santos.....	93
3.5.15 Canal de São Vicente.....	96
3.5.16 Área de influência do emissário submarino da Praia Grande 1.....	100
3.5.17 Área de Influência do Rio Itanhaém.....	102
3.5.18 Área de Influência Rio Preto.....	104
3.5.19 Mar Pequeno.....	106
3.5.19 Mar de Cananeia.....	108
3.5.20 Laje de Santos.....	109
4 • Síntese da Qualidade das Águas Costeiras no Estado de São Paulo.....	113
4.1 Qualidade das Águas.....	113
4.1.1 Índice de qualidade de águas costeiras (IQAC).....	113
4.1.2 Atendimento aos padrões legais de qualidade de água.....	116
4.1.3 Avaliação dos resultados de qualidade da água.....	118
4.1.4 Índice de estado trófico costeiro (IETC).....	126
4.1.5 Qualidade microbiológica da água.....	129
4.2 Qualidade dos Sedimentos.....	130
4.2.1 Qualidade química dos sedimentos.....	130
4.2.2 Avaliação ecotoxicológica dos sedimentos.....	135
4.2.3 Qualidade microbiológica dos sedimentos.....	137
4.3 Conclusões.....	140
5 • Emergências Químicas e Mortandade de Peixes em Águas Costeiras.....	151
5.1 Emergências Químicas em Águas Costeiras.....	151
5.2 Mortandades de Peixes 2022 – UGRHIs Costeiras.....	160
6 • Referências.....	163

Apresentação

A CETESB tem como missão institucional desenvolver e acompanhar a execução das políticas públicas ambientais e de desenvolvimento sustentável, assegurando a melhoria contínua da qualidade do meio ambiente de forma a atender às expectativas da sociedade no Estado de São Paulo.

Dentre as formas de atendimento das expectativas da sociedade, podemos citar dois níveis. O primeiro se refere à proteção e controle ambiental em si. O segundo se revela na informação sobre a qualidade ambiental e na transparência com que as informações geradas são transmitidas à população.

A melhoria contínua da qualidade ambiental pressupõe o conhecimento das condições ambientais, por meio de sua avaliação. Nesse sentido, as redes de monitoramento de qualidade ambiental da CETESB fornecem um diagnóstico de situação, indicando as áreas que necessitam de maior ou menor controle das fontes de poluição, orientando as ações de fiscalização. Identificam também áreas preservadas, cujo desenvolvimento deve ser efetuado de forma sustentável para que não sejam atingidos níveis indesejáveis de degradação.

Além disso, os dados gerados pelas redes monitoramento permitem avaliar a evolução temporal da qualidade dos meios, a conformidade com a legislação ambiental, bem como subsidiam tomadas de decisão, tais como aquelas relativas ao licenciamento ambiental e à gestão dos recursos ambientais, e políticas públicas relacionadas à qualidade do ar, das águas interiores, subterrâneas, litorâneas e costeiras.

A comunicação da situação da qualidade ambiental para a sociedade se dá intensamente, por intermédio de vários meios de comunicação como: sítio eletrônico, publicações, aplicativo para dispositivos móveis da CETESB. Neste último, por exemplo, podem ser consultados os dados de qualidade do ar em tempo real e as condições de balneabilidade das praias litorâneas.

Além da divulgação frequente dos dados de monitoramento da qualidade ambiental, estão sendo disponibilizadas na página da CETESB na internet as seguintes publicações: Relatório de Qualidade das Praias Litorâneas, de Qualidade das Águas Interiores, de Qualidade das Águas Costeiras, de Qualidade do Ar e o Boletim de Qualidade das Águas Subterrâneas, referentes ao ano de 2022. Esses documentos trazem maior detalhamento técnico, e são referência para especialistas e para áreas acadêmicas, em razão de sua qualidade e da postura de vanguarda adotada pela CETESB, que confere ineditismo em análises ambientais no Brasil.

Novos desafios e oportunidades estão por vir e a CETESB, com a competência técnica acumulada ao longo de sua existência, dará continuidade ao seu trabalho na busca da melhoria contínua da qualidade do meio ambiente no Estado de São Paulo.

Boa leitura!

Thomaz Miazaki de Toledo
Diretor-Presidente da CETESB

Resumo Executivo

O Relatório de Qualidade das Águas Costeiras apresenta uma análise da qualidade das áreas monitoradas no litoral paulista em 2022, 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 na 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, do mesmo modo são 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. Assim, essas águas são monitoradas continuamente com o objetivo de se fazer um diagnóstico a partir do acompanhamento dos resultados ao longo dos anos.

Metodologia

A rede

As áreas que compõem a Rede Costeira foram selecionadas considerando locais de interesse ambiental e usos previstos. Muitos dos locais 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. Atualmente, a Rede Costeira conta com 70 pontos em 21 áreas, conforme a Tabela 1.

Tabela 1 – Resumo da Rede Costeira em 2022

UGHRI/ Região	Município	Áreas monitoradas	Pontos da 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	4
	Santos	3	10
	São Vicente	1	3
	Praia Grande	1	4
	Mongaguá	-	-
	Itanhaém	1	3
	Peruíbe	1	4
11 Litoral Sul	Iguape	1	3
	Ilha Comprida	-	-
	Cananeia	1	3
Total		21	70

As distâncias entre os locais de amostragens e a costa variam de 1 a 4 km da costa, exceção feita à Laje de Santos que se encontra a aproximadamente 40 km da costa. As profundidades estão entre 3 e 35 metros.

Para garantir a representatividade em cada área foram determinados pelo menos três pontos, com distâncias de no mínimo 500 metros entre eles. Nas áreas de influência dos emissários submarinos, foram definidos 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

		Área	Município
Águas Salinas	Áreas marinhas próximas à foz dos rios	Baía de Itaguá	Ubatuba
		Baía de Caraguatatuba	Caraguatatuba
		Barra do Una	São Sebastião
		Rio Itaguapé	Bertioga
		Rio Itanhaém	Itanhaém
		Rio Preto	Peruíbe
	Áreas marinhas	Picinguaba	Ubatuba
		Saco da Ribeira	Ubatuba
		Tabatiga	Caraguatatuba
		Cocanha	Caraguatatuba
		Canal de São Sebastião	São Sebastião
		Emissário do Guarujá	Guarujá
		Laje de Santos	Santos
		Emissário de Santos	Santos
		Emissário de Praia Grande 1	Praia Grande
Águas Salobras	Áreas estuarinas	Canal de Bertioga	Bertioga
		Canal de Santos	Santos
		Canal de Piaçaguera	Cubatão
		Canal de São Vicente	São Vicente
		Mar Pequeno	Iguape
		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 e químicas como nutrientes, metais HPAs etc, além das microbiológicas e ecotoxicológicas similares às da coluna de água. Como não existem padrões de qualidade para sedimentos na legislação brasileira, 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*.

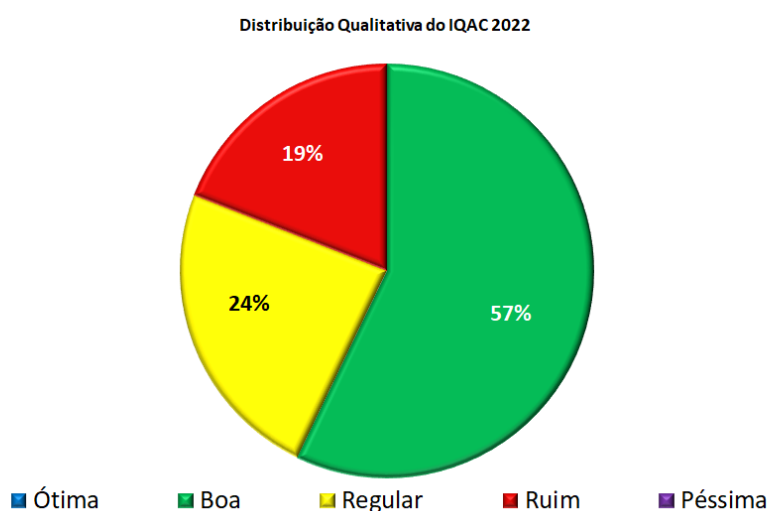
Índice de qualidade microbiológica de sedimento costeiro

Para a avaliação da qualidade microbiológica de sedimentos usualmente é realizada a pesquisa e a quantificação de *Clostridium perfringens* e de Coliformes Termotolerantes. As concentrações desses indicadores são distribuídas em faixas correspondentes a uma classificação com cinco categorias, de Ótima a Péssima.

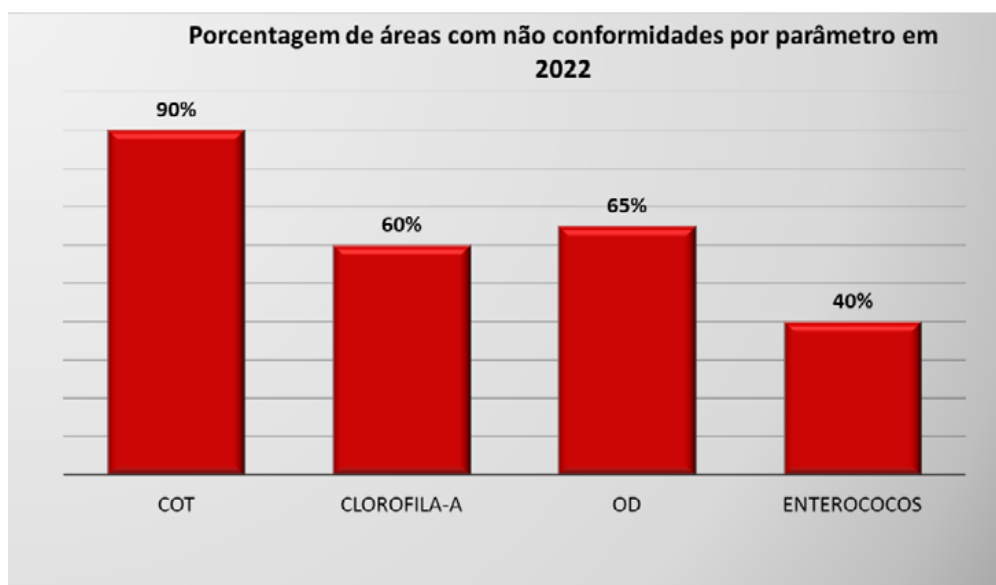
Qualidade das Águas Costeiras em 2022

A proporção das classes do IQAC de 2022 para as áreas estudadas mostrou que 57% foram classificadas como Boas, 24% como Regular e 19% como Ruins e não houve classificadas como Ótimas ou Péssimas. A maioria das áreas com qualidade Boa está localizada no Litoral Norte e todas as áreas com qualidade Ruim estão na Baixada Santista (Gráfico 1).

Gráfico 1 – Distribuição Percentual da classificação das áreas pelo IQAC médio em 2022

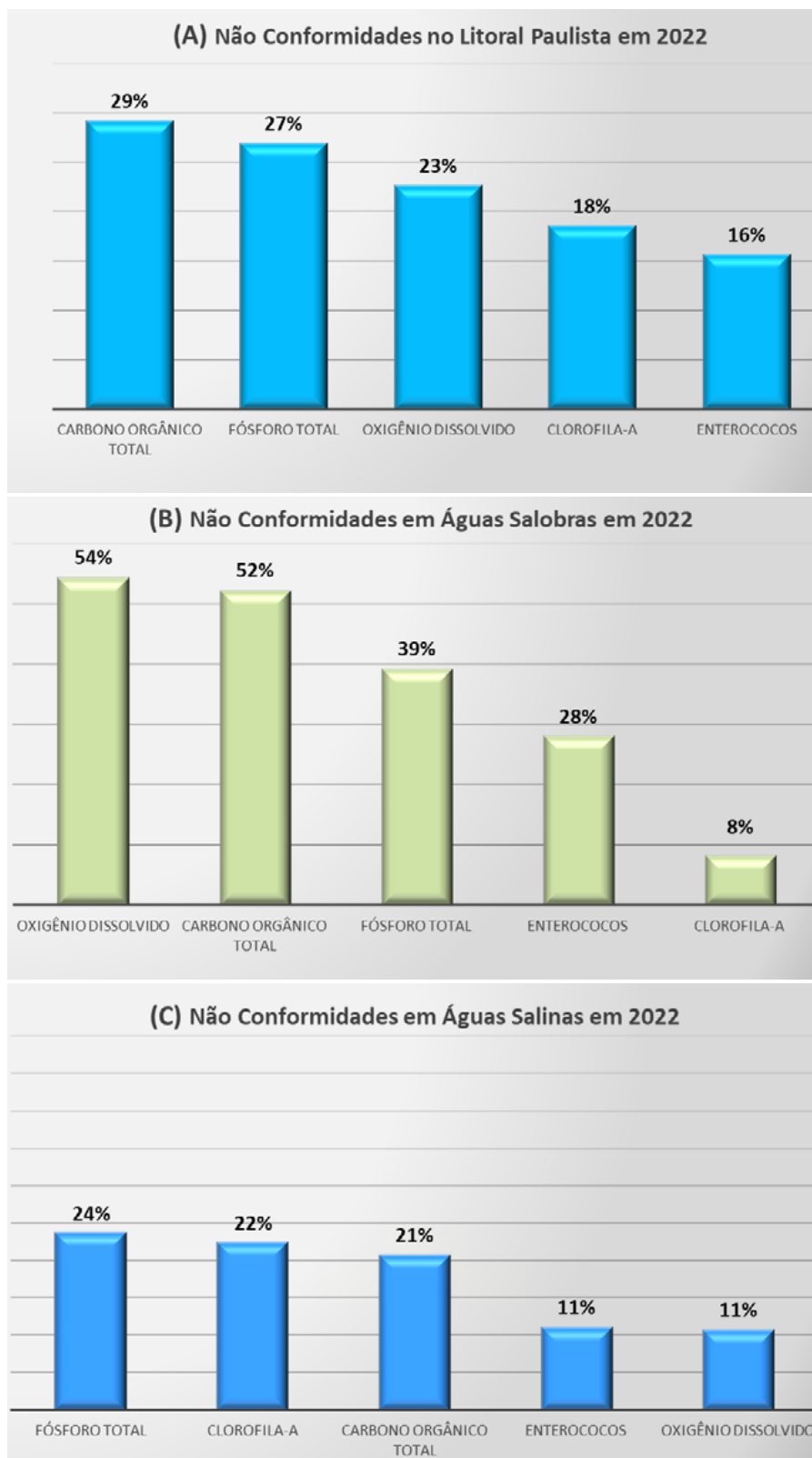


Avaliando a extensão espacial das não conformidades por parâmetro nas áreas monitoradas (Gráfico 2) foi possível observar que com exceção do Enterococos, os demais registraram não conformidades em mais de 50% nessas áreas.

Gráfico 2 – Porcentagem de áreas que apresentaram não conformidade por variável em 2022

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 maior número de não conformidades foram: COT para toda a rede, OD para águas salobras e Fósforo Total para águas salinas. Além desses parâmetros, também o Enterococos e Clorofila-a tiveram porcentagens significativas de não conformidades.

Gráfico 3 – Porcentagem de amostras não conformes por variável em 2022 na Rede Costeira: Todas as áreas (A), Águas Salobras (B) e Águas Salinas (C)



O Quadro 1 apresenta o histórico das médias dos índices por área desde 2012. Não foi registrada nenhuma classificação de área Péssima nos últimos cinco anos. O ano de 2022 foi o primeiro do período em que não houve área classificada como Ótima.

Quadro 1 – Evolução do IQAC médio das áreas entre 2012 e 2022

Local de amostragem	ANO										
	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022
Picinguaba	77	99	85	97	99	79	97	99	92	99	92
Baía de Itaguá	73	85	90	95	93	79	97	94	99	85	88
Saco da Ribeira	89	87	92	83	96	97	97	99	99	99	89
Tabatinga	92	99	99	90	96	97	97	97	92	99	81
Cocanha	95	99	99	88	97	99	90	97	99	93	90
Baía de Caraguatatuba	90	97	99	97	99	86	85	80	92	99	88
Canal de São Sebastião *	98	98	95	95	92	90	89	88	83		88
Barra do Una	93	90	90	88	92	86	88	83	83	93	71
Rio Itaguaré	93	90	90	88	92	86	88	99	83	85	76
Laje de Santos									99		78
Canal de Bertioga	69	58	69	57	75	70	55	66	83	71	80
Canal de Santos	59	46	47	73	59	55	62	58	59	76	62
Canal de Piaçaguera**				58	58	40	60	51	67	67	61
Canal de São Vicente	53	43	39	37	54	46	54	50	58	85	56
Emissário Guarujá **	83	80	81	81	78	83	77	75	67	85	81
Emissário Santos **	39	70	47	54	49	47	65	50	83	53	47
Emissário Praia Grande 1 **	60	76	85	71	74	75	78	61	75	85	75
Rio Itanhaém	87		82	79	87	79	76	83	75	78	80
Rio Preto	71	92	88	80	83	76	74	67	83	93	75
Mar Pequeno	68	67	68	78	62	76	80	66	92	85	85
Mar de Cananeia	69	85	84	84	91	85	81	86	92	92	85
Legenda	Ótima		Boa		Regular		Ruim		Péssima		
	≥95		<95 e ≥80		<80 e ≥65		<65 e ≥45		<45		

* 5 pontos ** 4 pontos

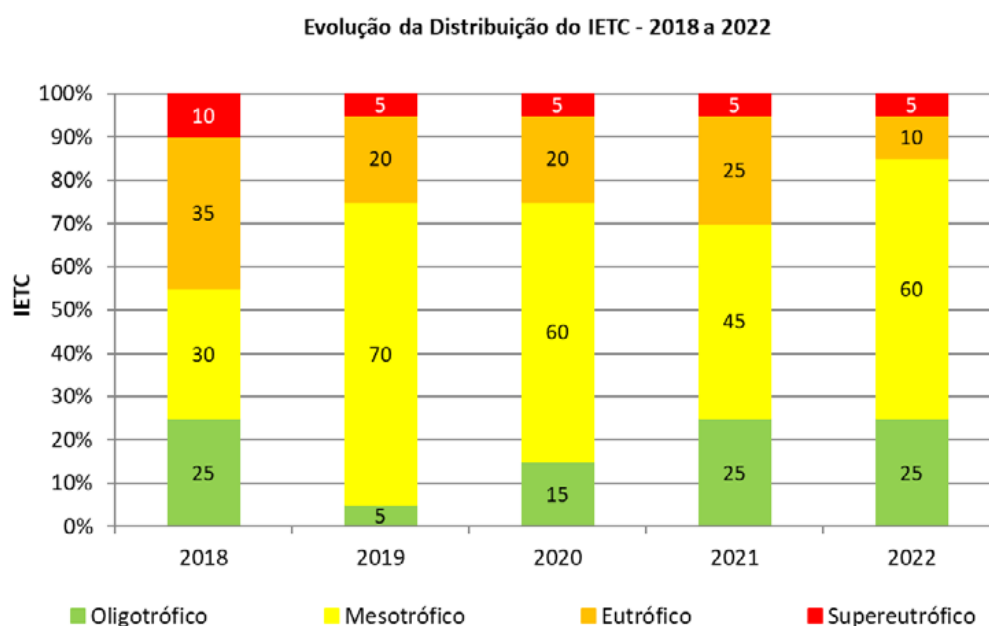
Qualidade Microbiológica

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. No ano de 2022, as áreas do Litoral Norte, além do Rio Itaguaré, Canal de Bertioga, Emissário Submarino do Guarujá, Emissário de Praia Grande 1, Rio Itanhaém, Rio Preto e Mar de Cananeia, apresentaram médias geométricas inferiores a 15 UFC/100 mL. Médias geométricas maiores que 100 UFC/100 mL foram registradas na área de influência do Emissário Submarino de Santos, Canal de São Vicente e Canal de Santos, e, com resultados intermediários, Canal de Piaçaguera com média geométrica de 45 UFC/100 mL e Mar Pequeno com média geométrica de 26 UFC/100 mL.

Índice de estado trófico (IETC)

Considerando-se o IETC das 20 áreas monitoradas no período de cinco anos, 2018 a 2022, (Gráfico 4) observa-se que as porcentagens das classificações dos ambientes variaram ao longo dos anos. As áreas consideradas Supereutróficas têm se mantido em 5% desde 2019. 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. Em 2022, observou-se novamente um aumento das áreas classificadas como Mesotróficas e a manutenção dos ambientes Oligotróficos e Supereutróficos.

Gráfico 4 – Evolução da distribuição do IET - 2018 a 2022



Qualidade dos Sedimentos Costeiros em 2022

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 2022, as maiores concentrações de COT (Gráfico 5) foram observadas no Canal de Bertioga, Canal de Santos e no Canal de Piaçaguera. Também foram registrados valores elevados na Baía de Itaguá e no Saco da Ribeira.

As porcentagens de não conformidades para NKT, estão apresentadas no Gráfico 6. Os maiores valores de NKT foram encontrados na Baixada Santista, nos Canais de Santos, Bertioga e Piaçaguera cujo impacto das atividades antrópicas na região é determinante. Já no Litoral Norte, as maiores concentrações foram encontradas em áreas como a Baía de Itaguá e o Saco da Ribeira cuja atividade antrópica é menor, mas a hidrodinâmica do local contribui com o acúmulo de nutrientes.

Para o Fósforo Total (Gráfico 7), as maiores concentrações foram observadas no Canal de Piaçaguera, 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 a 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 2022, de acordo com o Valor de Referência da CETESB

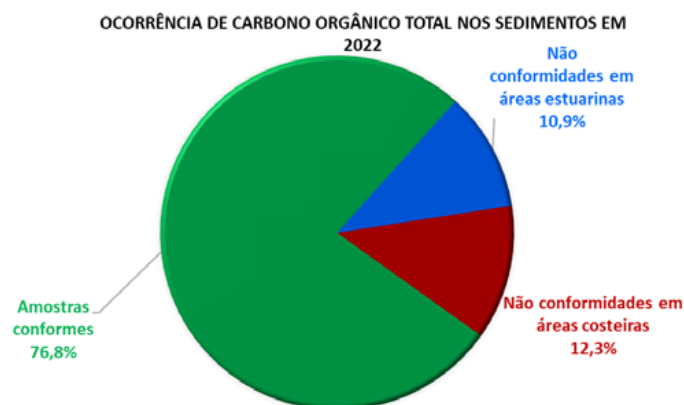


Gráfico 6 – Porcentagem de conformidades de Nitrogênio Kjeldahl Total (NKT) no Litoral Paulista e não conformidades por área de classe de água, em 2022, de acordo com o Valor de Referência da CETESB

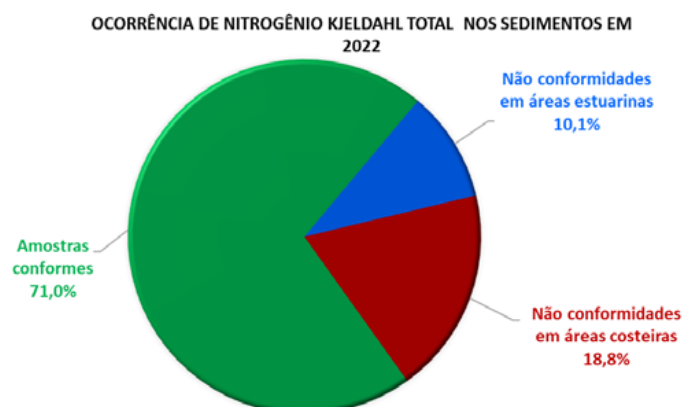
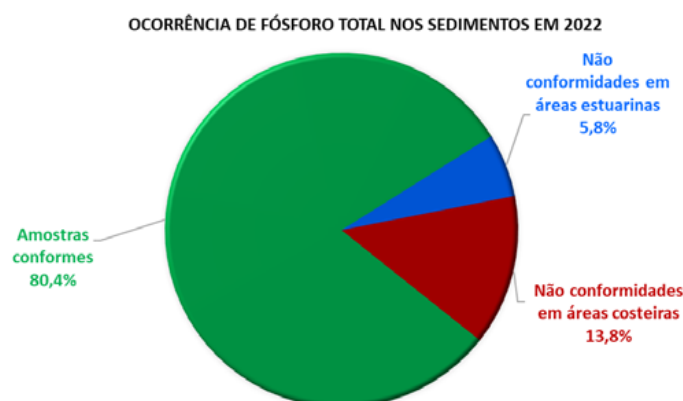


Gráfico 7 – Porcentagem de conformidades de Fósforo Total no Litoral Paulista e não conformidades por classe de água, em 2022, de acordo com o Valor de Referência da CETESB



Com relação aos Metais e HPAs presentes nos sedimentos, a conformidade com os valores de referência do Canadá também foi elevada, 87% (Metais) e 90,8% (HPA).

Gráfico 8 – Ocorrência de metais nos sedimentos do Litoral Paulista em 2022 e comparação com os critérios canadenses

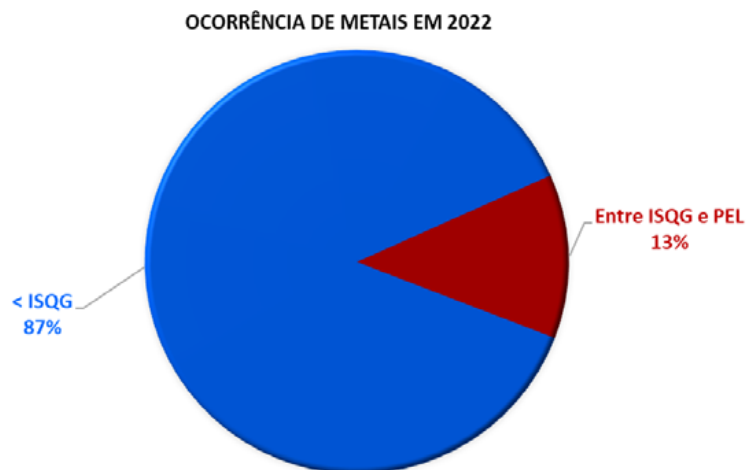
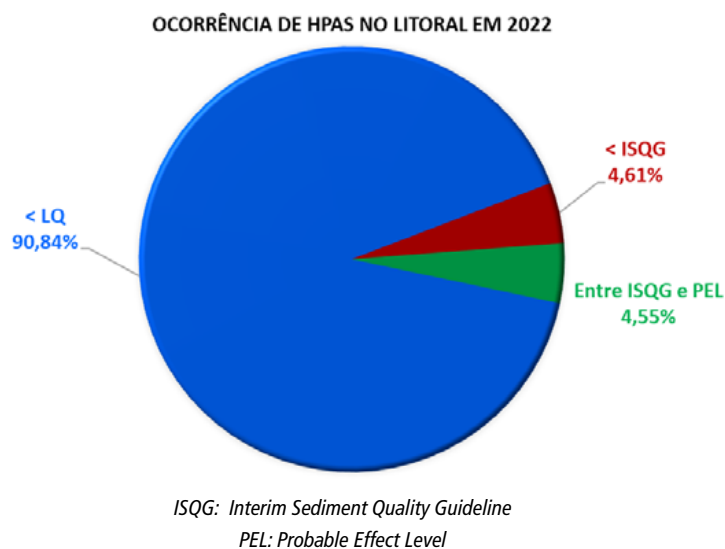


Gráfico 9 – Porcentagem de HPAs nos sedimentos do Litoral Paulista em 2022 e comparação com os critérios canadenses

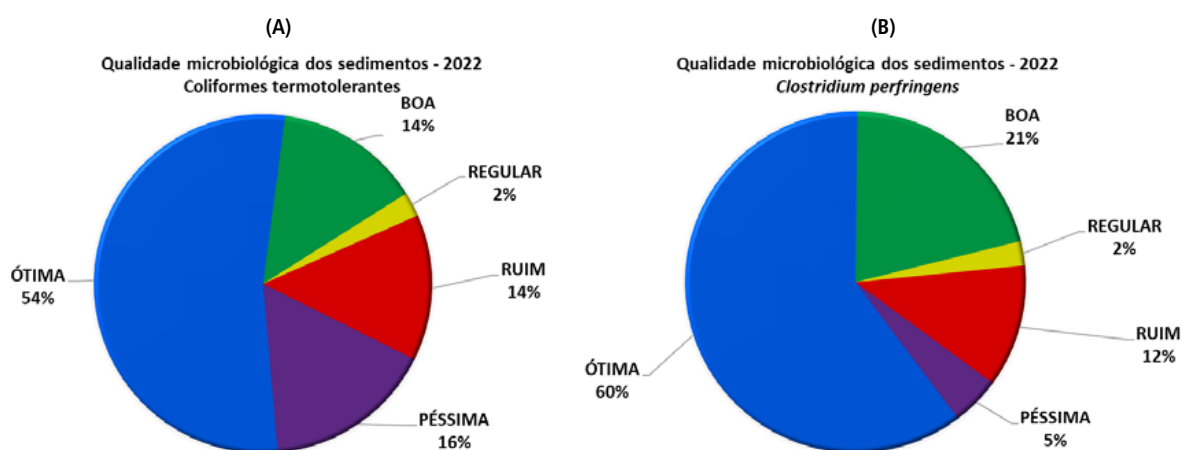


Qualidade microbiológica

Para o grupo das bactérias dos Coliformes Termotolerantes (Gráfico 10-A), 54% das amostras foram classificadas como Ótimas e 14% como Boas. As categorias Ruim e Péssima somaram 30%. Para *Clostridium perfringens*, 60% das amostras foram classificadas como Ótimas e 21% como Boas, 17% foram classificadas como Ruins ou 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.

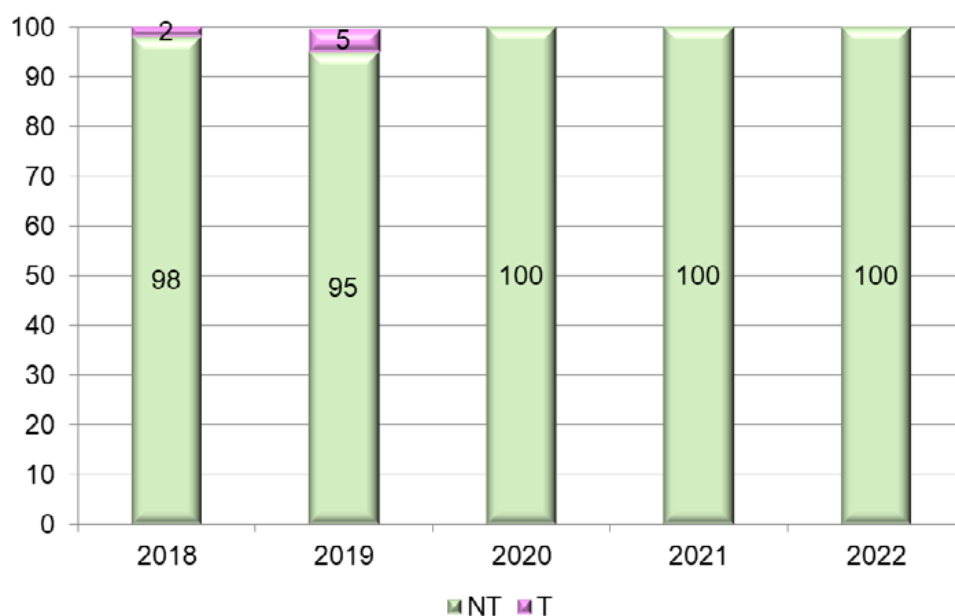
Gráfico 10 – Percentagem de amostras nas classes de qualidade microbiológica de acordo com concentração da bactéria fecal nos sedimentos em 2022 - (A) Coliformes Termotolerantes (B) *Clostridium perfringens*



Ecotoxicidade

Com relação aos ensaios ecotoxicológicos, considerando os resultados dos últimos cinco anos, (Gráfico 11), observa-se que as áreas avaliadas já apresentavam baixo percentual de toxicidade e que a partir de 2020, 100% das amostras mostraram ausência de toxicidade.

Gráfico 11 – Percentagem 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 **70 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*.

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.

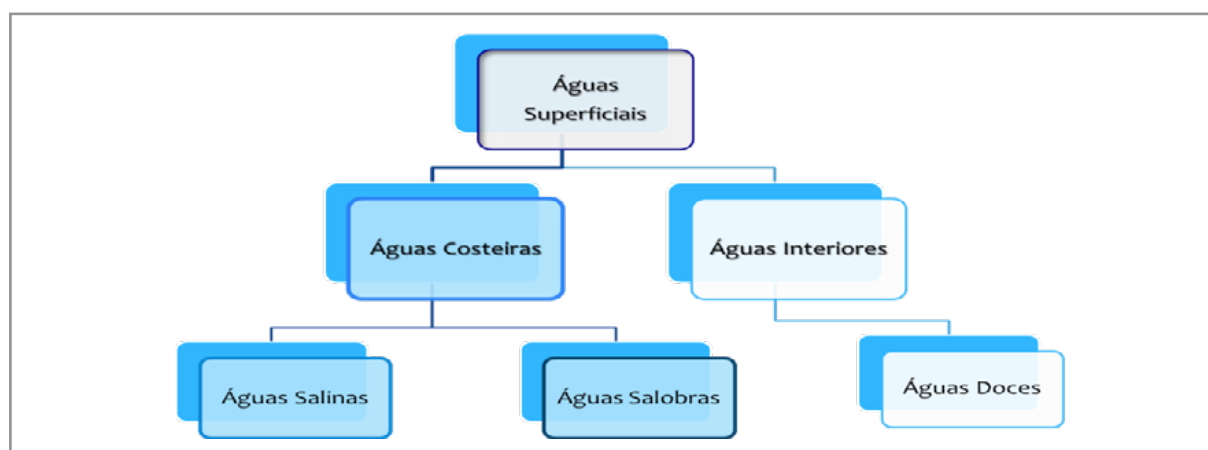
No que se refere às águas costeiras que englobam as águas salinas e salobras, os avanços foram, principalmente, a inclusão de padrões para os nutrientes, que permite a identificação de condições de eutrofização do ambiente; e o estabelecimento de quatro categorias de classes de qualidade de água (Especial,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

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

Classe 3: são águas destinadas:

- a. à navegação; e
- b. à harmonia paisagística.

1.1.2 Enquadramento

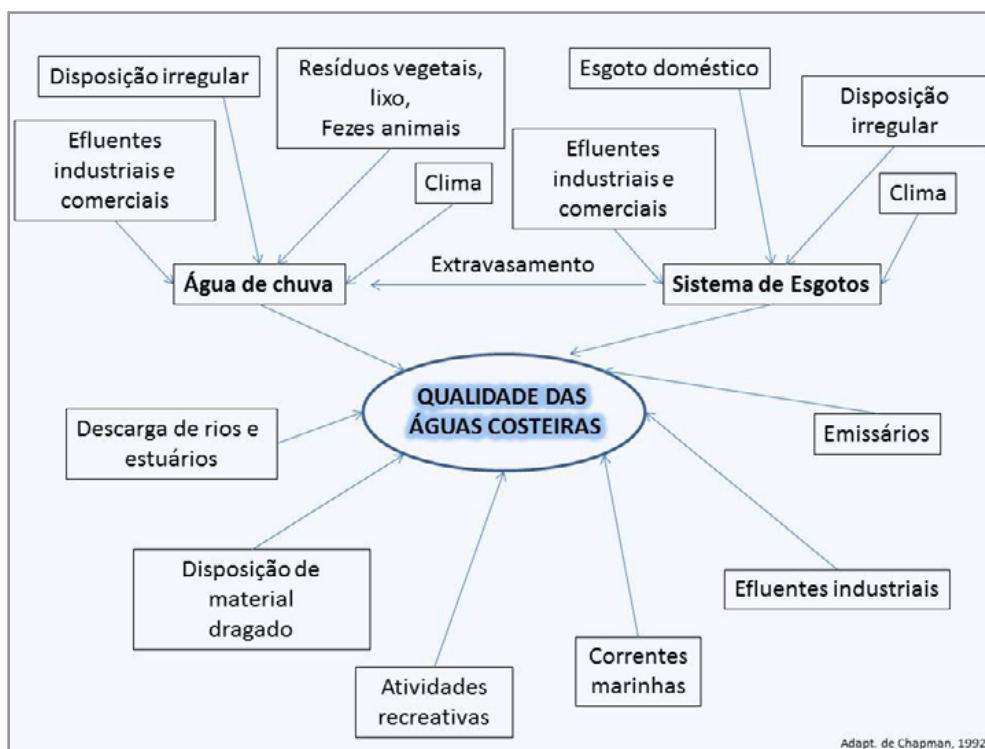
Ressalta-se que como ainda não foi aprovado o enquadramento das águas salinas e salobras, elas deverão se consideradas de Classe 1, ou seja, deverão atender aos padrões estabelecidos para essa classe, conforme previsto no Artigo 42:

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



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 fluxo 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 Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - IBGE publica uma estimativa atualizada da população no Brasil, por municípios. Excepcionalmente no ano de 2022, o IBGE não publicou a Estimativa Populacional devido ao planejamento para divulgação dos primeiros resultados do Censo 2022¹. Por esse motivo apresentados neste capítulo referem-se às informações do ano de 2021. 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 censos².

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 UGRHIs

UGRHI	População	%
Litoral Norte	345.844	16,0
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

1 Fonte: <https://www.ibge.gov.br/estatisticas/sociais/populacao/9103-estimativas-de-populacao.html?=&t=erramos>

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

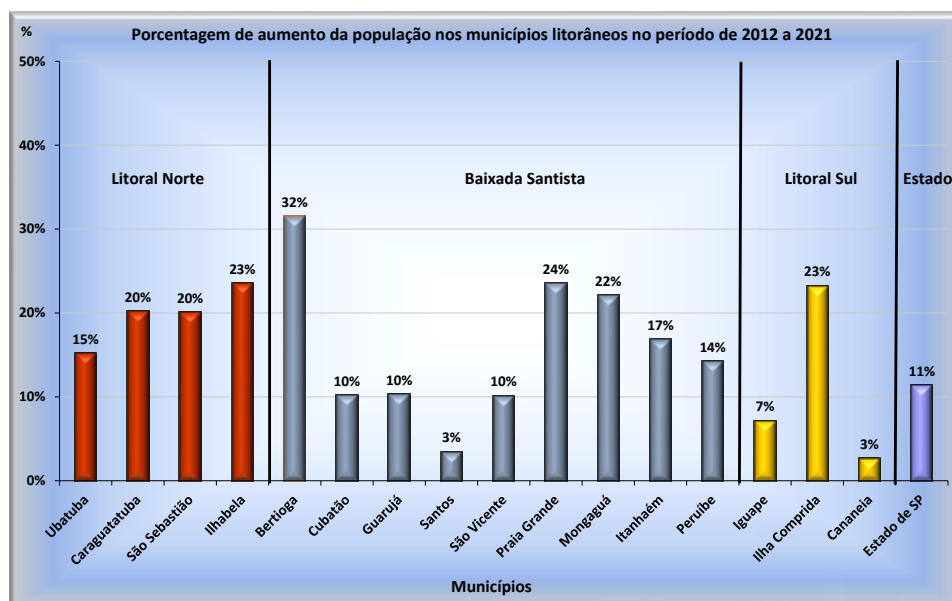
(ambos com 3%). Observa-se que os municípios do Guarujá, Cubatão, Santos, Iguape e Cananeia crescem num ritmo inferior aos demais municípios litorâneos. Já os demais municípios apresentam características de atração populacional. A Tabela 1.2 apresenta a população dos municípios litorâneos em 2012, 2021 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 ¹		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%
Litoral Sul	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

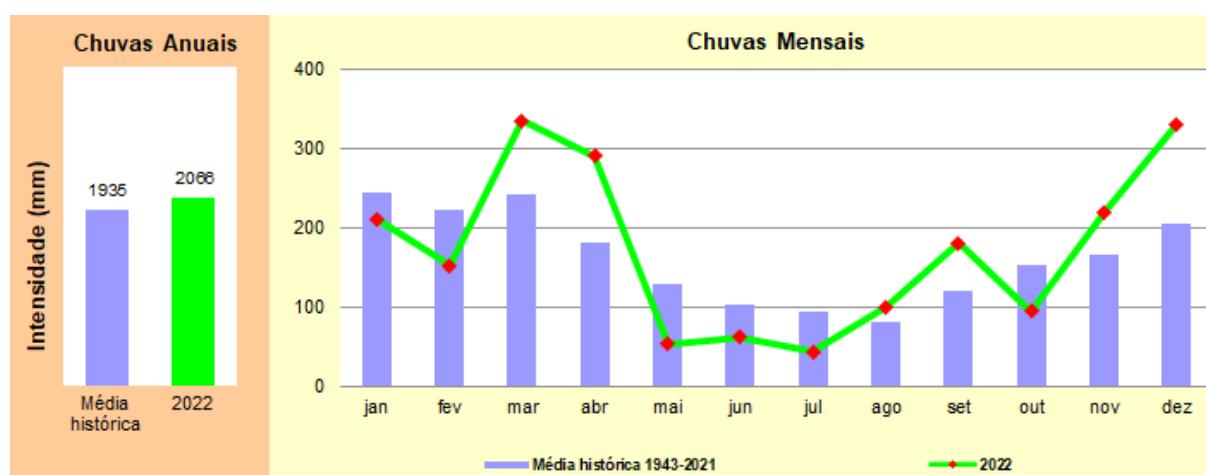


1.2.2 Balanço hídrico nas UGRHs do litoral

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 2022 comparadas à média histórica.

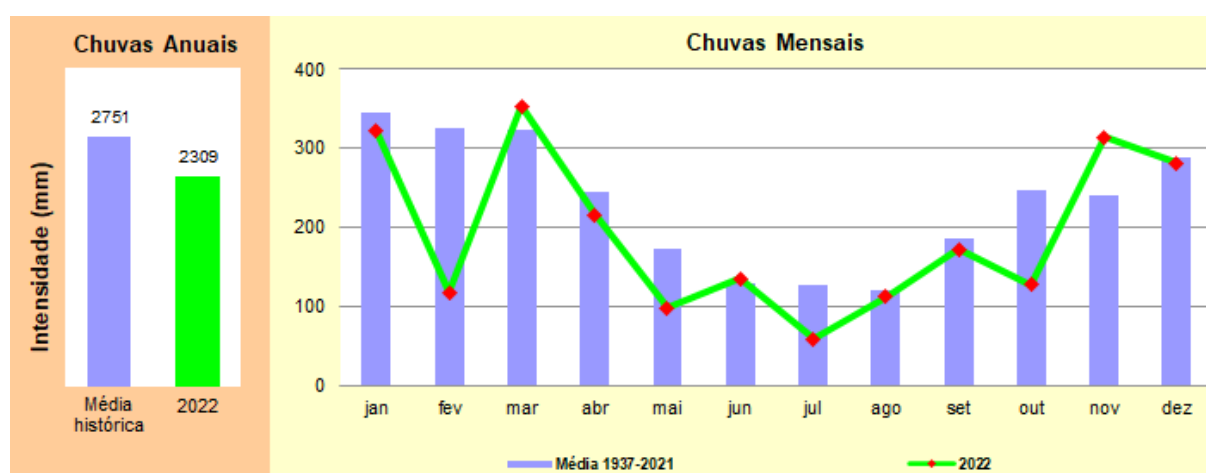
No Litoral Norte (Gráfico 1.2), verifica-se que o volume anual de chuva de 2022, foi 7% superior à média histórica. Nota-se pelo gráfico que nos meses de março, abril, setembro, novembro e dezembro, choveu acima do índice registrado pela média histórica, com destaque para os meses de março, abril e dezembro. Nos outros meses o valor foi inferior sendo que de maio a julho os índices foram cerca de 50% da média.

Gráfico 1.2 – Intensidades de chuva mensais e anuais na UGRHI 3 – Litoral Norte em 2022



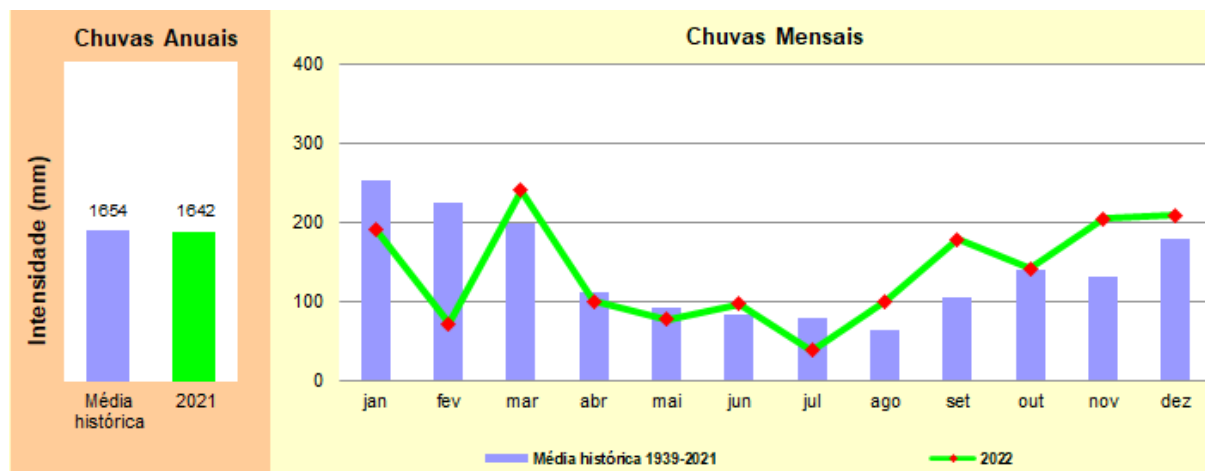
Já na Baixada Santista (Gráfico 1.3), o volume anual de chuva de 2022 foi em torno de 16% inferior à média histórica. Os meses de fevereiro, maio, julho e outubro mostraram índices bastante inferiores à média mantendo-se a cerca de 50% desse valor. Meses com valores superiores à média histórica foram março, junho e novembro.

Gráfico 1.3 – Intensidades de chuva mensais e anuais na UGRHI 7 – Baixada Santista em 2022



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) e observa-se que o volume acumulado de chuva em 2022 foi praticamente igual à média. Da mesma forma que na UGRHI 7, o destaque fica para o mês de fevereiro com um total de chuvas bastante inferior à média histórica.

Gráfico 1.4 – Intensidades de chuva mensais e anuais na UGRHI 11 – Ribeira de Iguape/Litoral Sul em 2022



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 condicionamento), cujo efluente após tratamento preliminar é lançado no mar, por meio de um emissário submarino. Segundo informações da SABESP (Cia. de Saneamento Básico do Estado de São Paulo), há no litoral 37 estações de tratamento de esgoto e oito estações de condicionamento (Tabela 1.3 e Mapas 1.1, 1.2 e 1.3).

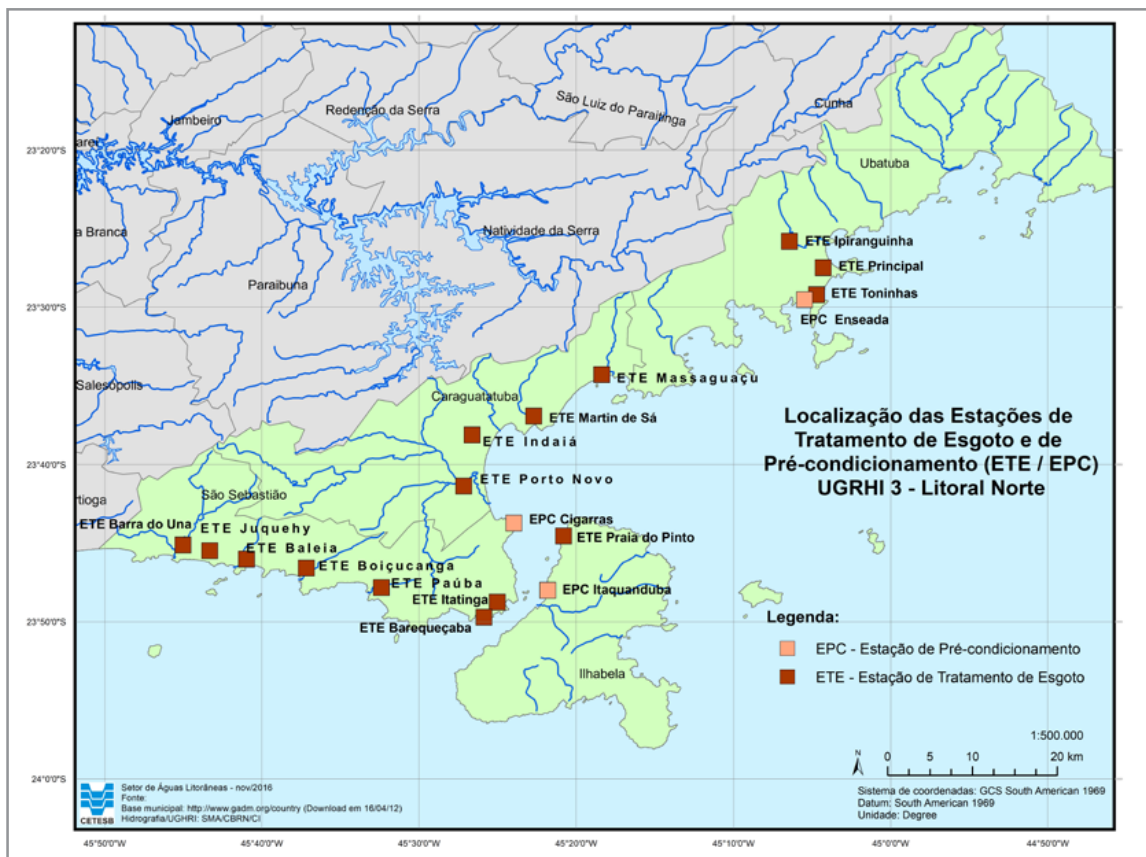
Tabela 1.3 – ETEs e EPCs em funcionamento no Litoral Paulista

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 Cubatão
	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		
	Juquehy	Itanhaém	Anchieta		
	Barra do Una		Guapiranga		
Ilhabela	Praia do Pinto	Peruíbe	P1		
	Itaquanduba (EPC + emissário)		P2		

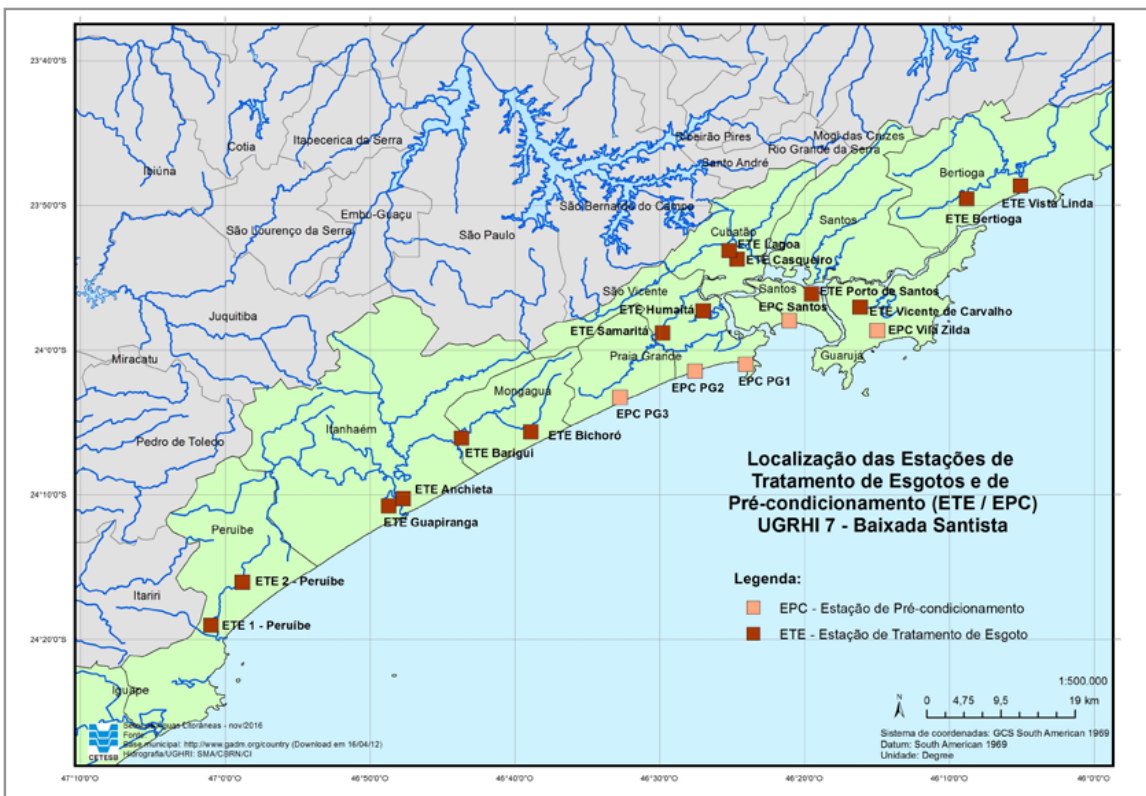
Locais cujo efluente passa por uma estação de condicionamento e segue para emissário submarino A ETE Porto de Santos é administrada por empresa privada

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

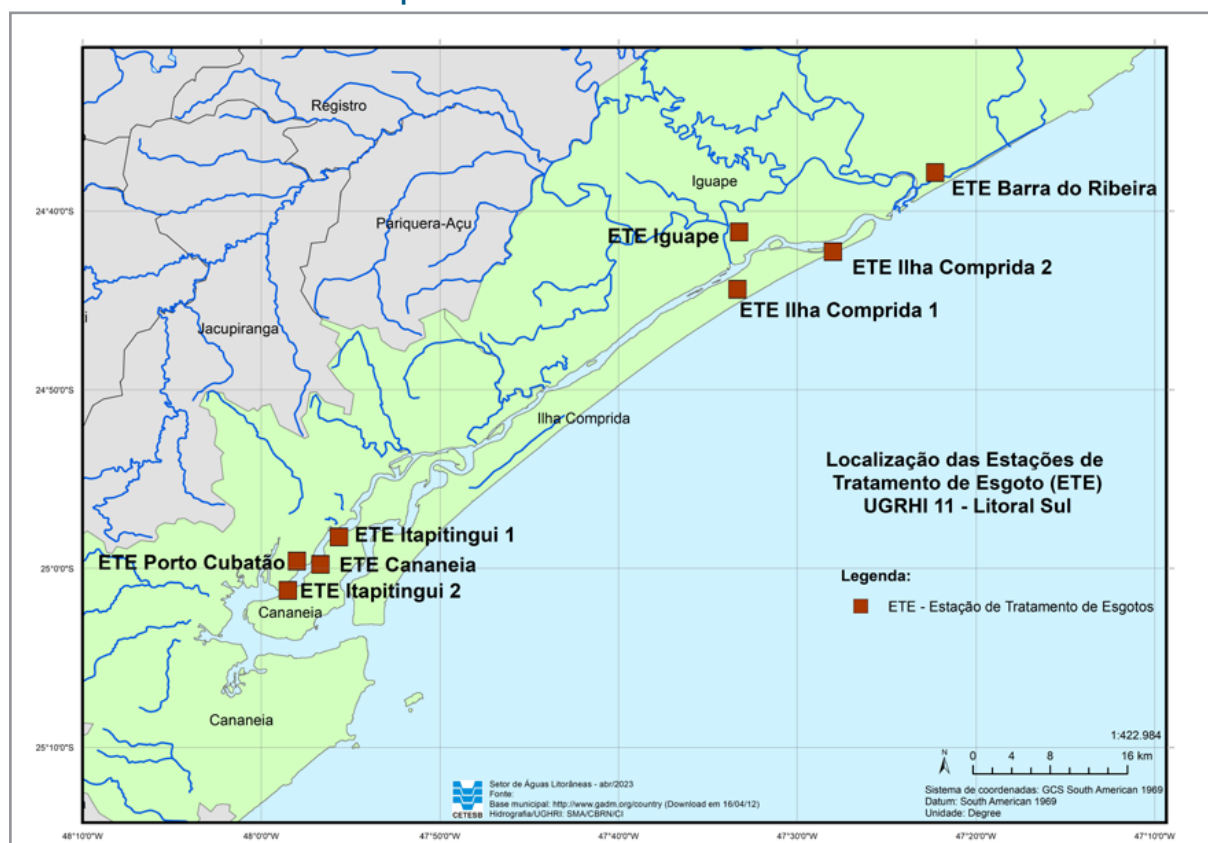
Mapa 1.1 – ETEs e EPCs em funcionamento no Litoral Norte



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.

A Tabela 1.5 apresenta o cálculo dos dois subindicadores: $ICTEM_{ETE}$ e $ICTEM_{ES}$, que compõem $ICTEM$ 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 e para municípios com EPC

A - Elementos do indicador para municípios com ETE	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
B - Elementos do indicador para municípios com EPC	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:

- coleta: % da população urbana atendida por rede de esgotos ou sistemas isolados;
- tratamento e eficiência de remoção: % da população urbana com esgoto tratado;
- a eficiência global de remoção depende da eficiência unitária das ETEs.

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 IBGE (2021) ¹		Atendimento (%) ²		Carga Poluidora			ICTEM	Corpo Receptor
						(kg DBO/dia)				
		Total	Urbana	Coleta	Tratamento	Potencial	Removida	Remanescente		
3	Ubatuba	92.819	90.569	35%	99%	4.891	1512	3379	4,1	Rios Diversos / Mar
	Caraguatatuba	125.194	120.913	79%	100%	6.529	4.619	1.910	7,5	Rios Diversos
	São Sebastião	91.637	90.603	45%	98%	4.893	1928	2965	5,2	Rios Diversos / Mar
	Ilhabela	36.194	35.945	41%	nd	1.941	nd	nd	3,6	Rios Diversos / Mar
Sub-total	4 municípios	345.844	338.030	54%	49%	-	-	-	5,6	-
7	Bertioga	66.154	65.105	66%	100%	3.516	2.078	1.438	6,6	Rio Itapanhaú
	Guarujá	324.977	324.920	69%	25%	17.546	nd	nd	4,4	Enseada/ Est. de Santos
	Cubatão	132.521	132.521	51%	100%	7.156	3.304	3.852	5,9	Rio Cubatão
	Santos	433.991	433.666	97%	nd	23.418	nd	nd	3,4	Baía de Santos e Canal S.Jorge
	São Vicente	370.839	370.134	79%	20%	19.987	2.799	17.188	3,8	Humaitá, R. Mariana, Samaritá, R.Branco; Insular, Est.de Santos
	Praia Grande	336.454	336.454	80%	nd	18.169	nd	nd	3,7	Mar
	Mongaguá	58.567	58.312	83%	90%	3.149	2.114	1.034	5,8	Mar
	Itanhaém	104.351	103.374	49%	100%	5.582	2.477	3.105	5,1	Rios Poço, Itanhaém e Curitiba
	Peruíbe	69.697	68.918	81%	100%	3.722	2.418	1.304	6,5	Rio Preto
Sub-total	9 Municípios	1.897.551	1.893.405	78%	20%	-	-	-	4,3	-
11	Iguape	31.117	26.644	60%	100%	1.439	781	658	6,2	R. Ribeira de Iguape
	Ilha Comprida	11.552	11.552	45%	100%	624	250	374	5,0	Rio Candapuí
	Cananeia	12.542	10.706	83%	100%	578	385	193	7,9	Mar Pequeno
Sub-total	3 Municípios	55.211	48.902	62%	62%	-	-	-	6,3	-
Total	16	2.298.606	2.280.337	74%	41%	-	-	-	4,6	-

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

2 - Fonte: Setor de Planejamento Estatístico - CETESB

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

Dos 16 municípios costeiros, nove apresentaram ICTEM acima de 5,0. No Litoral Norte, o município de Caraguatatuba apresentou o maior ICTEM da região (7,5). Na Baixada Santista, os municípios de Bertioga e Peruíbe apresentaram os maiores ICTEM (6,6 e 6,5, respectivamente). No Litoral Sul, o município de Cananeia é o que apresenta maior ICTEM (7,9), sendo este o maior índice dentre os municípios. Por outro lado, os municípios de Santos (3,4) e Ilhabela (3,6) são os que possuem os menores ICTEM do litoral paulista, são os que possuem os menores ICTEM do litoral paulista. A porcentagem de atendimento por rede coletora nos municípios litorâneos variou de 35% em Ubatuba 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 execução das obras de disposição final dos Sistemas 1 e 2 de Praia Grande que já estão operando e, em 2019 foi dada continuidade às obras de coleta e afastamento de esgotos nos municípios de Praia Grande, Mongaguá, São Vicente e Itanhaém, executando até o momento cerca de 97km de redes coletoras e 8 mil ligações domiciliares.

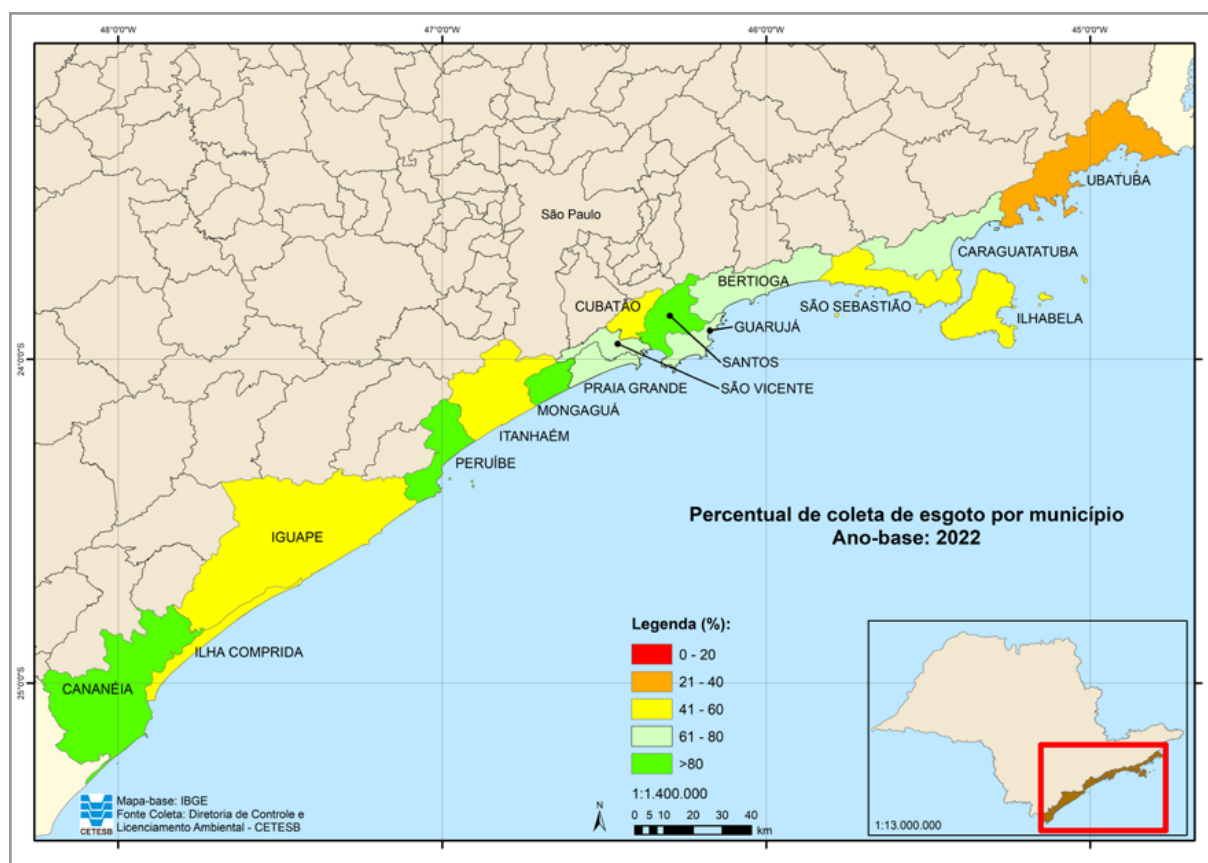
Em 2019, também, o Programa Onda Limpa foi estendido para o Litoral Norte, passando a atender Caraguatatuba, São Sebastião, Ilhabela e Ubatuba e, até agora, já executou e está executando vários investimentos como a implantação do sistema de esgotamento do bairro Gaivotas em Caraguatatuba, SES Barra do Una e Maresias em São Sebastião e a ampliação do Sistema Principal de Esgotamento de Ubatuba com o aumento da ETE e EEE Tamoios.

Em 2022, iniciaram as obras nos municípios de Guarujá e de Peruíbe, além de serem licitadas obras em Jaraguazinho, Golfinhos e Martim de Sá em Caraguatatuba, Praia Grande/Curral em Ilhabela e Corumbá e Belas Artes em Itanhaém. Esse programa avança com a meta de universalização do atendimento em esgotamento sanitário dos municípios da Baixada Santista e Litoral Norte.

O principal 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 dessa 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 tais 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 constituída por áreas de amostragem representadas por um conjunto de pontos, usualmente três, dependendo de suas características e extensão. Em termos de distribuição de pontos, existem dois tipos básicos de áreas, os canais e áreas de massas de água mais homogêneas 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 antrópicas na zona costeira.

2.1.2 Qualidade das águas

As amostragens para avaliação da qualidade das águas são realizadas em campo, em cada ponto de amostragem, onde é realizado o perfil da coluna de água com medições realizadas por meio de sondas multiparâmetros. Essas sondas possuem 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, profundidade, salinidade e sólidos totais dissolvidos. 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, Nitrogênio Amoniacal Total
	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-a e Feofitina e Fitoplâncton	
Ecotoxicológico	Toxicidade aguda com <i>Vibrio fischeri</i> (Microtox)	

* apenas sólidos suspensos e sólidos dissolvidos totais. ** Não avaliado em 2022.

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 e no primeiro semestre 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.

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.

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 (EH)
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 454/2012.

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.

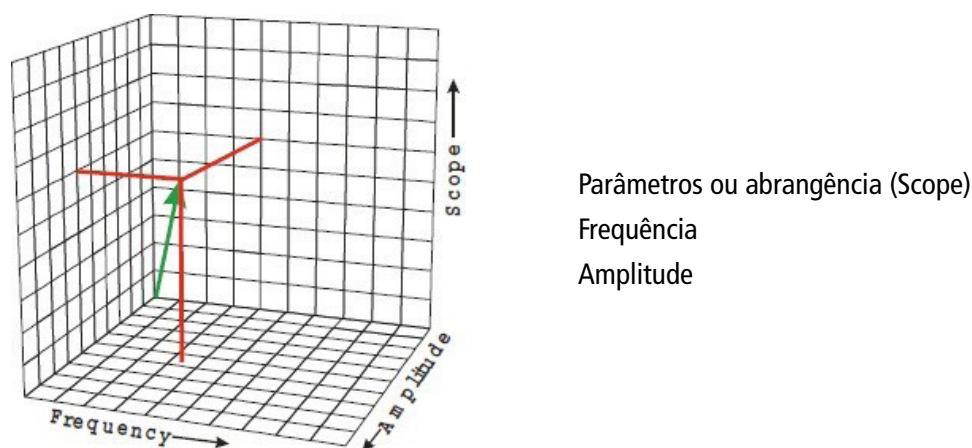
Com esse objetivo a CETESB adotou o Índice de Qualidade elaborado pelo Canadian Council of Ministers of the Environment - CCME, pois se trata de uma ferramenta devidamente testada e validada com base estatística e aplicável também para águas salinas e salobras.

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).

A metodologia canadense contempla três fatores que se referem às não conformidades em relação a um padrão legal ou valor de referência (Figura 2.1): Sendo, 1 - O número de parâmetros não conformes, 2 - a frequência das ocorrências dessa não conformidade e 3 - amplitude do não atendimento em relação ao critério utilizado. 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
Clorofila-a (*)	mg/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 esse índice que se mostraram bastante satisfatórias em simulações realizados pela CETESB com resultados obtidos em distintas regiões do litoral, tendo assim optado 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, 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-a 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-a 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>
Ótima	Não tóxico (a)
Ruim	Mortalidade <50% (b)
Péssima	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 obtidos são comparados aos padrões de qualidade da Classe 1 para águas salinas e salobras conforme estabelecido na Resolução do CONAMA nº 357/2005, artigo 42 por não terem sido, ainda, objeto de enquadramento. Para a interpretação integrada dos resultados de água é utilizado um índice de qualidade de água costeira (IQAC) que foi desenvolvido com base na metodologia definida pelo Conselho de Meio Ambiente do Canadá que pode ser adaptada para diferentes realidades. Esse índice considera a ocorrência de não conformidades de parâmetros selecionados em relação a um valor de referência em um conjunto de resultados obtidos em certo período de tempo. O IQAC adotado pela CETESB é composto por 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](#).

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 de 2022 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, cujos ensaios foram realizados nas amostras da campanha do primeiro semestre exceção feita à Laje de Santos.

Problemas operacionais tanto em laboratório quanto em campo podem impossibilitar alguma determinação ou gerar alguma restrição analítica quanto aos resultados. 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 (primeiro semestre) e Nitrogênio Amoniacal (segundo semestre) foi superior aos padrões legais, 0,062 e 0,40 mg/L respectivamente. Desse modo, nesses casos, para efeito de cálculo do IQAC foram adotados os LQs (0,07 mg/L e 1 mg/L respectivamente) como valor de referência apenas para essas amostras. Ressalta-se que no caso do Nitrogênio Amoniacal o LQ esteve bem acima do padrão.

Restrições operacionais impossibilitaram a determinação dos metais e não foram realizados os ensaios de óleos e graxas no segundo semestre.

O ponto 4 do Canal de Piaçaguera foi incluído este ano como complementação de monitoramento das atividades de dragagem da área e foram avaliados HPAs e Mercúrio em água em caráter complementar.

Amostras de sedimento:

O litoral paulista apresenta valor de concentração basal de 9,84 mg/kg para o Arsênio (QUINAGLIA, 2006), que é 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. Por restrições operacionais não foram realizadas as avaliações de Nitrogênio Kjeldahl no segundo semestre.

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 do 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. Além disso, como houve restrições de LQ para o Fósforo e o Nitrogênio Amoniacal em 2022, nesses casos, para efeito de cálculo do IQAC foram adotados os LQs (0,07 mg/L e 1 mg/L respectivamente) como valor de referência apenas para essas amostras. Ressalta-se que no caso do Nitrogênio Amoniacal o LQ esteve bem acima do padrão.

Os resultados do índice para cada uma das 21 áreas amostradas em 2022 encontram-se na Tabela 3.1.

Tabela 3.1 – Classificação das áreas monitoradas na Rede Costeira de acordo com o IQAC - 2022

Classificação do IQAC 2022						Media	% de não conformidade por parâmetro
Local de amostragem	1	2	3	4	5		
Picinguaba	92	92	93			92	COT (28%)
Baía de Itaguá	78	99	85			88	OD (6%), COT (6%), Enterococos (6%), Clorofila-a (17%)
Saco da Ribeira	84	92	92			89	Fósforo (17%), Clorofila-a (50%)
Tabatinga	83	84	77			81	COT (6%), Fósforo (50%), Clorofila-a (50%)
Cocanha	85	93	93			90	Fósforo (22%), Clorofila-a (8%)
Canal de São Sebastião	85	84	93	93	84	88	OD (7%), COT (7%), Fósforo Total (14%), Clorofila-a (10%)
Baía de Caraguatatuba	93	85	85			88	OD (11%), Fósforo (11%), Clorofila-a (8%)
Barra do Una	69	70	76			71	OD (17%), COT (11%), Fósforo (67%)
Rio Itaguapé	79	80	68			76	OD (33%), COT (11%), Fósforo (67%), Clorofila-a (17%)
Laje de Santos	75	83	76			78	OD (11%), COT (39%), Fósforo (83%)
Canal de Bertioga	74	82	85			80	OD (44%), COT (78%), Clorofila-a (8%)
Canal de Santos	62	65	62			63	OD (78%), COT (6%), Fósforo (78%), Nitrogênio Amoniacal (44%), Enterococos (61%)
Canal de São Vicente	60	52	57			56	OD (89%), COT (83%), Fósforo (56%), Nitrogênio Amoniacal (56%), Enterococos (78%)
Canal de Piaçaguera	55	58	58	81		63	OD (100%), COT (43%), Fósforo (100%), Nitrogênio Amoniacal (38%), Enterococos (29%)
Emissário Guarujá	84	76	77	85		81	COT (17%), Fósforo Total (38%), Enterococos (17%)
Emissário Santos	51	47	43	49		47	OD (38%), COT (21%), Fósforo Total (73%), Enterococos (92%), Clorofila-a (88%)
Emissário Praia Grande I	75	65	83	77		75	COT (17%), Fósforo Total (83%), Enterococos (17%), Clorofila-a (63%)
Rio Itanhaém	84	84	70			80	OD (17%), COT (56%), Enterococos (11%), Clorofila-a (8%)
Rio Preto	74	75	76			75	OD (20%), COT (95%), Fósforo (20%)
Mar Pequeno	83	83	89			85	COT (50%), Fósforo (29%)
Mar Cananeia	82	84	91			85	COT (56%), Clorofila-a (42%)

Nota: os limites de quantificação para o Fósforo Total (primeiro semestre) e Nitrogênio Amoniacal (segundo semestre) foram superiores ao limite da legislação. No caso do fósforo foi considerado o LQ para efeito de cálculo do IQAC. O Nitrogênio Amoniacal foi desconsiderado nesses casos.

Legenda:

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

3.2 - Índice de Estado Trófico - IETC

Para avaliação da condição trófica foi realizada a determinação de Clorofila-a em amostras de 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, considerando as duas profundidades por ponto, a concentração média das áreas, por campanha e as suas médias anuais, além das respectivas classificações pelo IETC para os ambientes salinos (Mar) ou salobros (Estuário).

Excepcionalmente, neste relatório na análise por área apresentada no item 3.5, os dados obtidos em 2022 foram comparados com os dados obtidos em 2019, visto que em 2020 e 2021, devido às restrições impostas pela COVID-19, foi realizada apenas uma campanha, prejudicando, portanto, a comparação, sobretudo das médias anuais.

Tabela 3.2 – Valores médios de Clorofila-a ($\mu\text{g/L}$) e suas classificações por ponto, de acordo com o Índice de Estado Trófico Costeiro - IETC - primeira e segunda campanhas de 2022

Área	1ª CAMPANHA						2ª CAMPANHA						MÉDIA ANUAL
Ponto	1	2	3	4	5	MÉDIA 1ª CAMP.	1	2	3	4	5	MÉDIA 2ª CAMP.	
Picinguaba	1,07	0,97	<0,56			0,87	0,73	0,56	0,85			0,71	0,79
Baía de Itaguá	2,14	2,33	2,01			2,16	1,28	1,24	0,72			1,08	1,62
Saco da Ribeira	3,18	6,69	2,67			4,18	0,97	<0,56	<0,56			0,70	2,44
Tabatinga	5,80	3,68	3,51			4,33	1,03	0,57	1,00			0,87	2,60
Cocanha	2,39	1,93	1,67			2,00	0,70	0,89	<0,56			0,72	1,36
Baía de Caraguatatuba	0,58	<0,56	0,82			0,65	0,97	2,03	2,23			1,74	1,20
Canal de São Sebastião	0,56	0,68	0,56	0,56	2,12	0,90	1,37	1,35	1,38	1,92	8,91	2,98	1,94
Barra do Una	1,01	1,10	1,13			1,08	1,12	0,74	1,06			0,97	1,03
Rio Itaguaré	0,96	0,98	3,22			1,72	0,91	<0,56	<0,56			0,68	1,20
*Canal de Bertiooga	10,53	7,80	4,48			7,60	1,71	2,29	3,06			2,35	4,98
*Canal de Piaçaguera	1,36	0,83	0,85			1,01	1,51	0,88	1,29	0,73		1,10	1,06
Emissário do Guarujá	<0,56	<0,56	<0,56	<0,56		0,56	1,40	1,66	1,82	1,81		1,67	1,12
Emissário de Santos	3,85	3,47	3,15	3,81		3,57	13,59	12,07	14,68	16,11		14,11	8,84
*Canal de Santos	1,86	1,95	1,74			1,85	2,41	1,79	1,55			1,92	1,89
*Canal de São Vicente	0,94	0,80	0,82			0,85	1,98	2,15	1,60			1,91	1,38
Emissário de Praia Grande - 1	2,24	1,62	2,65	1,34		1,96	8,72	6,17	8,32	5,42		7,16	4,56
Rio Itanhaém	1,08	0,82	1,13			1,01	1,89	1,66	2,50			2,01	1,51
Rio Preto	0,82	1,00	<0,56	1,87		1,06	0,99	<0,56	0,57	1,92		1,01	1,04
Laje de Santos	<0,56	<0,56	<0,56			<0,56	0,68	<0,56	<0,56			0,60	0,60
*Mar Pequeno	4,58	1,17	5,20			3,65	0,73	<0,56	0,58			0,62	2,14
*Mar de Cananeia	15,22	8,85	5,15			9,74	12,30	9,22	5,61			9,04	9,39

* Ambientes estuarinos

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

3.3 - Fitoplâncton - microalgas tóxicas

O monitoramento das microalgas em amostras de água bruta da rede costeira foi incorporado em 2017 devido à crescente ocorrência de florações, tendo sido selecionadas cinco áreas no litoral paulista: na Baía de Itaguá, em Ubatuba; na Praia da Cocanha, em Caraguatatuba; no Canal de São Sebastião; na área de influência da foz do Rio Preto, em Peruíbe e no Mar de Cananeia.

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

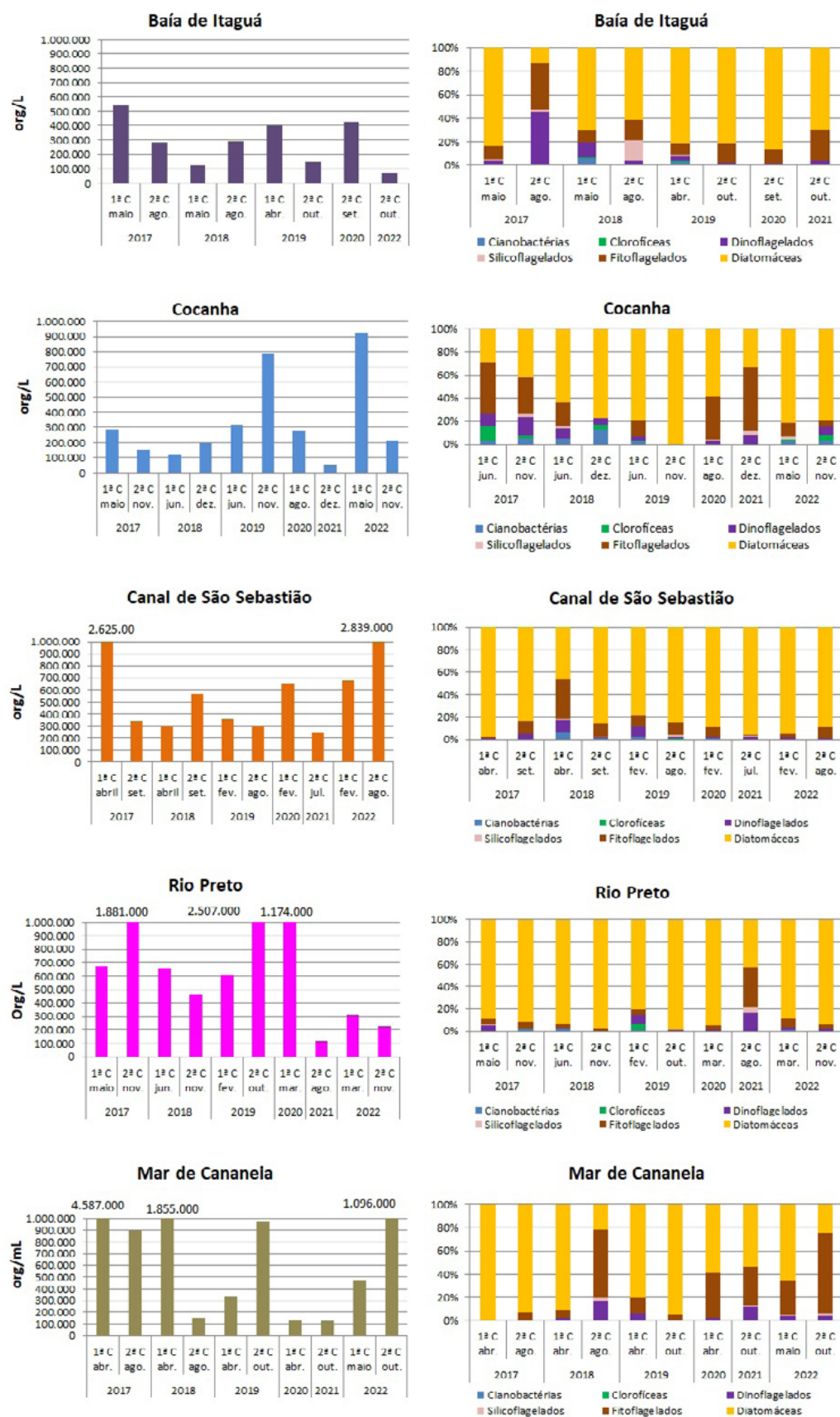
As amostragens foram realizadas em superfície, em duas campanhas, sendo efetuadas análises quantitativas (identificação e quantificação do número de organismos fitoplanctônicos em subamostra da água bruta) e qualitativas (nas amostras concentradas em rede de 20 µm, a partir de um volume filtrado de 10 litros), objetivando a identificação de microalgas potencialmente nocivas. O ponto situado em Ubatuba, na Baía de Itaguá, foi amostrado apenas na segunda campanha por problemas técnicos.

Os dados de porcentagem das densidades dos principais grupos dessa comunidade e densidades totais de organismos fitoplanctônicos (org/L) por ponto e por ano, de 2017 a 2022, são apresentados na Figura 3.1. Ressalta-se que em 2020 e 2021, foi realizada uma única campanha em razão das restrições decorrentes da pandemia de COVID 19.

Observa-se que houve grande variação das densidades desses organismos entre os pontos. Essas variações são resultado de diversos fatores como correntes marítimas, condições físicas, químicas e meteorológicas que atuam conjuntamente. O ponto da Baía de Itaguá foi o que apresentou as menores densidades dessa comunidade. Por outro lado, os pontos que apresentaram as maiores densidades foram Canal de S. Sebastião e o Mar de Cananeia.

Em relação à composição dessa comunidade ao longo do período monitorado (2017 a 2022), foi possível verificar que houve alternância de dominância entre os grupos das diatomáceas e fitoflagelados.

Figura 3.1 – Densidades totais de organismos fitoplantônicos (org/L) e Porcentagem da densidade dos principais grupos da comunidade por ponto e por ano. Período: 2017 a 2022



A predominância das diatomáceas (Figura 3.2) 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).

Figura 3.2 – Fotos de Diatomáceas (A) *Actinopterychus* sp; (B) *Chaetoceros* sp e (C) *Thalassionema nitzschioides*

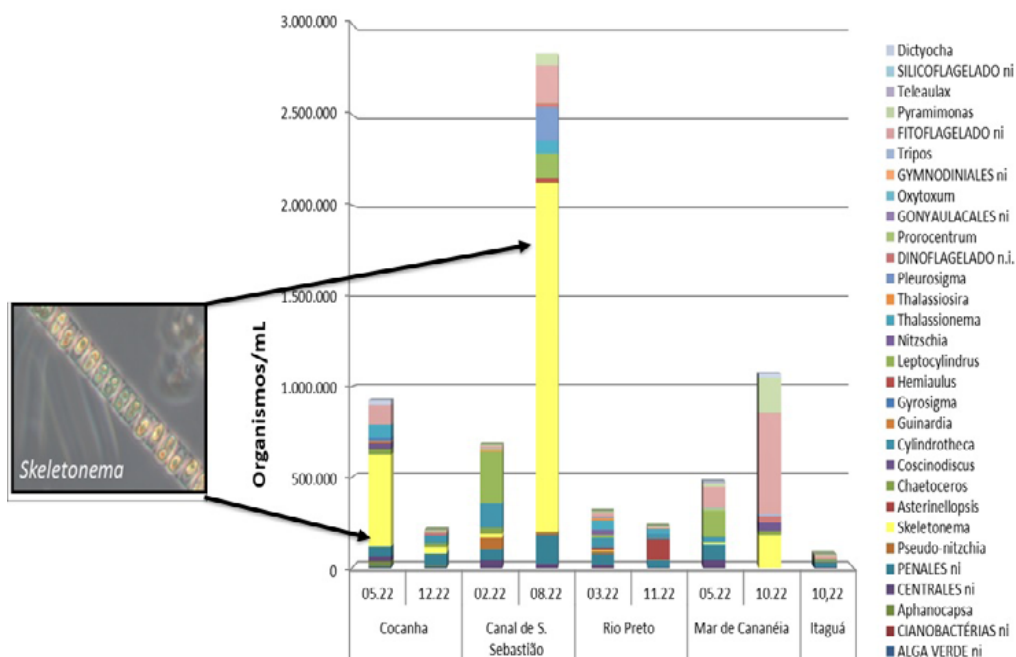


Fotos: CETESB (400x)

Já o grupo dos fitoflagelados apresenta vantagens em relação aos demais da comunidade fitoplancônica devido a sua ampla diversidade de tamanhos, formas e necessidades fisiológicas. Os fitoflagelados de dimensões diminutas têm ainda a vantagem de necessitar menor quantidade de nutrientes para sobreviver (AIDAR et al., 1993).

Os resultados de densidades totais de organismos fitoplancônicos e distribuição por táxon, por ponto em 2022, constam na Figura 3.3.

Figura 3.3 – Densidades de organismos fitoplancônicos e distribuição por táxon, por ponto em 2022



No Canal de São Sebastião, em agosto, foi registrado o maior valor da densidade absoluta do monitoramento de 2022 (2.839.000 céls/L). Esse também foi o maior valor do monitoramento nos últimos 6 anos.

O gênero que predominou nas contagens foi o *Skeletonema*. Essa diatomácea não é produtora de biotoxinas, mas a espécie *Skeletonema costatum* pode ser considerada potencialmente nociva por estar associada a mortandades de peixes, pois quando em altas densidades pode causar entupimento de brânquias, além do maior consumo de Oxigênio Dissolvido (PROCOPIAK et al. 2006, LI et al. 2009). O risco associado à exposição de contato primário com diatomáceas está relacionado a dermatites, já que possuem carapaças de sílica que podem causar irritação ao contato com a pele.

Organismos potencialmente tóxicos

A identificação dos organismos potencialmente produtores de biotoxinas é complexa e a quantificação em nível de gênero já é suficiente para configurar ameaça, quer seja para a biota aquática ou para a recreação, consumo de moluscos, entre outros. Informações sobre os gêneros que geralmente ocorrem no monitoramento da CETESB constam no Quadro 3.1. As imagens desses organismos potencialmente tóxicos estão na Figura 3.4.

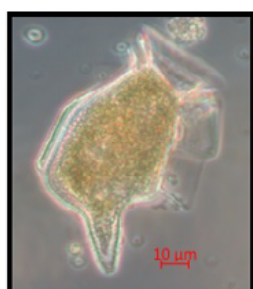
Quadro 3.1 – Características dos gêneros potencialmente produtores de biotoxinas detectados no monitoramento

Gêneros produtores	Toxinas	Tipos de intoxicação	Sintomas	Observações
Dinoflagelado: <i>Dinophysis</i> spp	AO	DSP	Diarréia, vômitos e dor abdominal	Células solitárias formadas por placas de celulose. Sua identificação é complexa e depende da localização e quantidade dessas placas e do formato do poro apical. Apenas para a espécie <i>Prorocentrum lima</i> foi estabelecido valor de alerta em planos de ação relacionados ao monitoramento de microalgas potencialmente tóxicas. Sua identificação é facilitada devido à presença de um pirenóide central visível em microscopia óptica
Dinoflagelado: <i>Dinophysis</i> spp <i>Prorocentrum</i> spp	DTX			
Diatomácea: <i>Pseudo-nitzschia</i> spp	DA	ASP	Vômitos, diarreia, cólicas, vertigens, perda temporária de memória. Casos mais graves: coma e morte	As células apresentam simetria longitudinal e formam cadeias. Sua identificação em nível específico é difícil, sendo necessário o uso de microscopia de varredura.

Legenda: AO = Ácido Ocadaico; DTX = Dinofisistoxinas; DA = Ácido domóico; DSP = Diarrhetic Shellfish Poisoning (Intoxicação Diarreica por Molusco); ASP = Amnesic Shellfish Poisoning (Intoxicação Amnésica por Molusco)

Figura 3.4 – Imagens de microalgas potencialmente produtoras de biotoxinas

Dinoflagelado:
Dinophysis tripos



Dinoflagelado:
Prorocentrum lima



Diatomácea:
Pseudo-nitzschia sp



Fotos: CETESB (400X).

A presença ou ausência de organismos potencialmente tóxicos, nas amostras de 2022, constam do Quadro 3.2. Esses resultados levaram em consideração os resultados das análises das amostras qualitativas (concentradas) como também quantitativas.

Quadro 3.2 – Resultado da verificação de organismo potencialmente tóxicos. Dados de 2022

Gêneros potencialmente Tóxicos	Análise Qualitativa				
	Cocanha	Canal de São Sebastião	Rio Preto	Mar de Cananeia	Baía de Itaguá
DINOFLAGELADOS					
<i>Dinophysis spp</i>	P	A	A	P	A
<i>Prorocentrum spp</i>	P	P	P	P	P
DIATOMÁCEA					
<i>Pseudo-nitzschia spp</i>	P	P	P	A	P

Nota: P: presença; A: ausência

Os resultados das análises quantitativas para organismo potencialmente tóxicos em 2022 foram dispostos no Quadro 3.3, bem como os valores de Alerta do Plano de Contingência para Gestão Integrada de Riscos Associados a Florações de Microalgas Tóxicas em Águas do Litoral Paulista (Governo do Estado de São Paulo, 2021).

Quadro 3.3 – Resultados quantitativos para organismos potencialmente tóxicos -2022

Gêneros potencialmente Tóxicos	Valor de referência do Plano de Contingência*	Análise Quantitativa (cél/L)									
		Cocanha		Canal de São Sebastião		Rio Preto		Mar de Cananeia		Baía de Itaguá	
		1ªC	2ªC	1ªC	2ªC	1ªC	2ªC	1ªC	2ªC	1ªC	2ªC
DINOFLAGELADOS											
<i>Dinophysis spp</i>	≥ 1.000	0	0	0	0	0	0	0	0	NR	0
<i>Prorocentrum spp</i>	Sem valor de referência	0	2000	5000	2000	2000	0	13000	0	NR	1000
DIATOMÁCEA											
<i>Pseudo-nitzschia spp</i>	≥ 50.000	0	0	3000	14000	6000	0	0	0	NR	0
<i>Pseudo-nitzschia delicatissima/pseudodelicatissima</i>	≥ 500.000	0	0	64000	0	8000	1000	0	0	NR	3000

Legenda: NR: Não realizada.

Nota: *Governo do Estado de São Paulo, 2021.

O maior valor de organismos potencialmente tóxicos foi encontrado na primeira campanha no Canal de São Sebastião: 64.000 células/L de *Pseudo-nitzschia spp.*, sem superar o valor de Alerta. Embora tenham sido quantificados organismos do gênero *Prorocentrum*, estes não foram identificados como *P. lima*. Nenhum dos valores encontrados ultrapassou os valores de Alerta para contaminação de moluscos bivalves preconizados no Plano de Contingência.

Intensificação do monitoramento

A CETESB também realiza, quando necessário, amostragens adicionais para análise da identificação e quantificação de organismos fitoplanctônicos nas seguintes situações:

- Quando ocorrem manchas ou indícios de florações nas praias do litoral constatados por banhistas e comunicados à CETESB ou verificados por técnicos da Companhia durante as coletas de rotina; e
- Quando há indícios de florações em áreas de cultivo/extrativismo de moluscos bivalves, inclusive em locais que não fazem parte dos pontos avaliados na rede costeira. Nesses casos, dependendo dos organismos e das densidades encontradas, medidas preventivas para a proteção da saúde pública são iniciadas, conforme estabelecido no Plano de Contingência.

Florações em praias

Em janeiro de 2022, foram constatadas manchas escuras nas praias do Tombo, Pitangueiras e Astúrias no município de Guarujá e Praia da Enseada, no município de Bertioga. Desse modo, em 04.01.22 a CETESB realizou amostragens nessas praias, primeiramente no local da mancha e posteriormente na zona de arrebentação. O resultado das análises quantitativas evidenciou elevadas densidades (Gráfico 3.1) de um dinoflagelado que não foi identificado, pois o material coletado não estava em boas condições, devido ao processo de degradação e formação de cistos. Esses dinoflagelados apresentavam formatos globosos de tamanhos variados (Figura 3.5), com massa disforme em seu interior e placas pouco distintas, sendo que as placas são primordiais para a identificação de gêneros.

Figura 3.5 – Foto da mancha na praia do Tombo no Guarujá e detalhe do Dinoflagelado não identificado

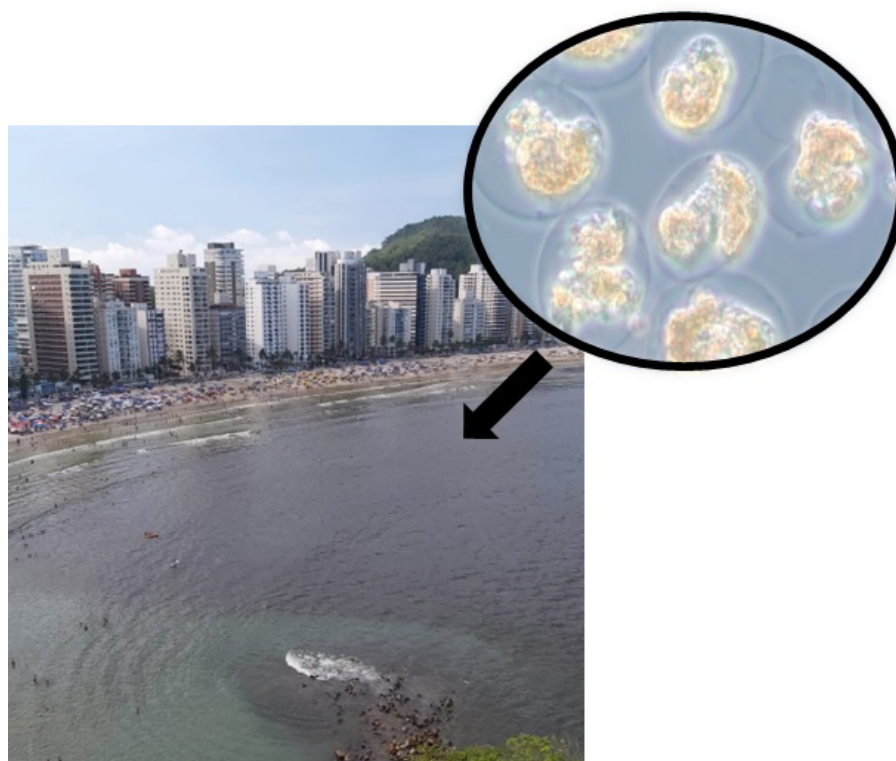
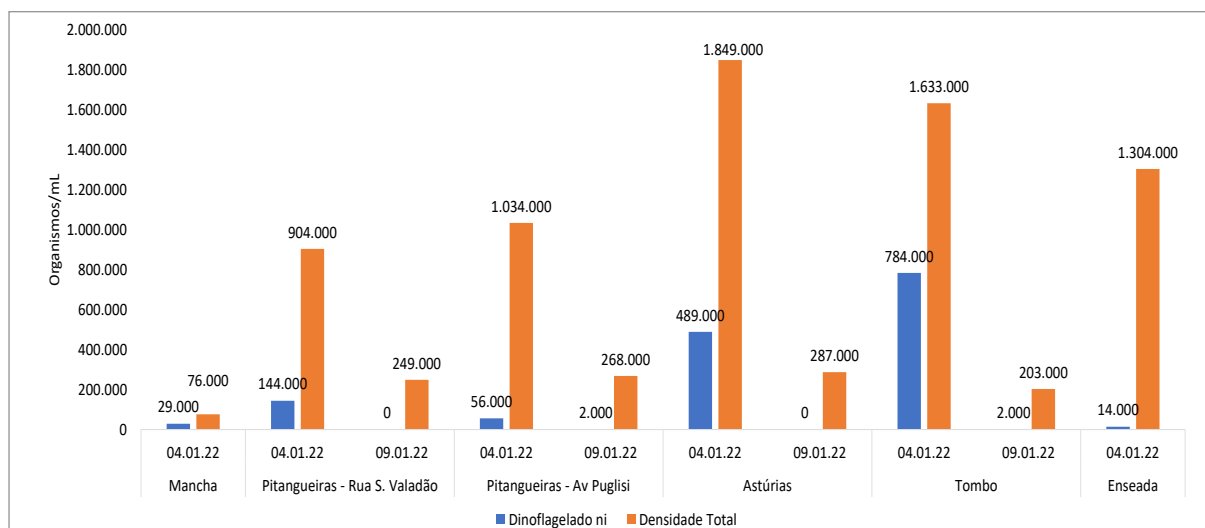


Foto do dinoflagelado encontrado. Foto: CETESB (200X).

Apesar desses dinoflagelados não terem sido dominantes em nenhuma das amostras coletadas, uma segunda amostragem foi realizada no dia 09.01.22 para acompanhar o evento, nas praias Pitangueiras, Astúrias e do Tombo (Gráfico 3.1).

Gráfico 3.1 – Densidade do dinoflagelado não identificado (ni) e a densidade total de organismos por litro e por local (2022)



Na segunda amostragem evidenciou-se a dissipação da mancha e a queda acentuada na densidade desses dinoflagelados, situação positiva para os banhistas e para a biota aquática, uma vez que há espécies desse grupo que são potencialmente produtoras de biotoxinas.

Em agosto de 2022, banhistas e moradores constataram uma mancha marrom escura na praia de Astúrias, no Guarujá (Figura 3.6). A amostragem foi realizada por técnicos da Agência Ambiental de Cubatão no dia 15.08.22.

Figura 3.6 – Foto da mancha na praia de Astúrias no Guarujá e detalhe da Diatômácea do gênero *Anaulus*



Fonte Foto da praia: <https://g1.globo.com/sp/santos-regiao/noticia/2022/08/16/mancha-escura-surge-no-mar-em-sp-e-desperta-a-curiosidade-de-moradores.ghtml>. Foto da Diatômácea: CETESB (400X).

A análise quantitativa evidenciou elevadas concentrações de diatomácea do gênero *Anaulus*, que chegou a representar aproximadamente 97% da densidade total de organismos da amostra. Esse organismo, apesar de não ser produtor de biotoxina, apresenta carapaça de sílica que pode provocar irritação dérmica em pessoas expostas por recreação de contato primário. Desse modo, quando são constatadas florações de diatomáceas, não é recomendado contato com a água para essas atividades.

Floração em áreas de Cultivo/extrativismo de moluscos bivalves

Em março, em atenção a uma denúncia de pessoas que haviam consumido mexilhões do cultivo de Barra Seca (Município de Ubatuba) e apresentaram desconforto gastrointestinal, técnicos da CETESB coletaram amostras em 05.03.22 nas praias de Itaguá, Cocanha e Mococa, em Ubatuba. Foi constatada a presença de organismos potencialmente tóxicos, acima do Valor de Alerta 2 de 1.000 céls/L, estabelecido no Plano de Contingência. Em virtude dessa constatação foram coletadas amostras em 12, 19 e 26 de março, para acompanhamento, incluindo outras praias da região conforme apresentado na Tabela 3.3.

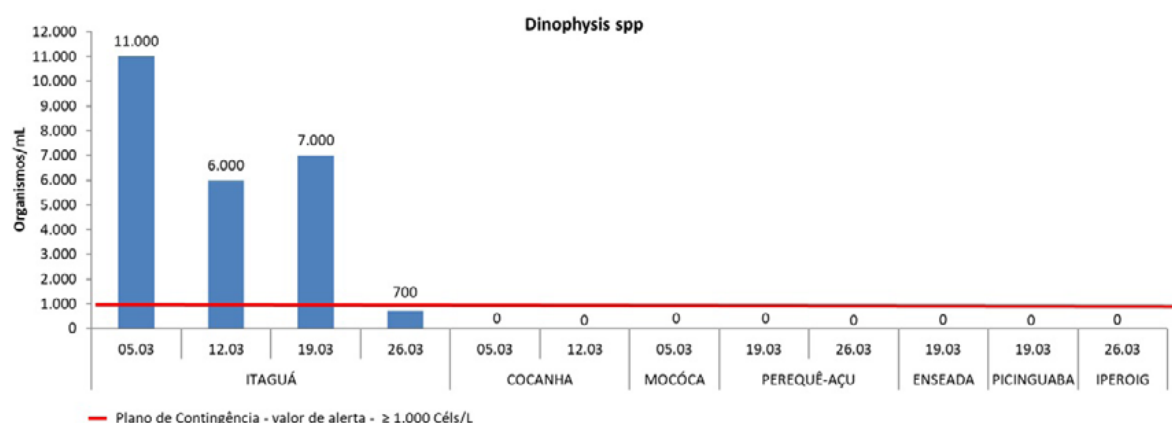
Tabela 3.3 – Síntese dos resultados das análises quantitativas para organismos potencialmente tóxicos na região do Litoral Norte - 2022

Gêneros potencialmente Tóxicos	Valor de referência do Plano de Contingência*	ITAGUÁ				COCANHA		MOCOCA	PEREQUÊ-AÇU		ENSEADA	PICINGUABA	IPEROIG
		05.03	12.03	19.03	26.03	05.03	12.03	05.03	19.03	26.03	19.03	19.03	26.03
DINOFLAGELADOS													
Dinophysis spp	≥ 1.000	11.000	6.000	7.000	700	0	0	0	0	0	0	0	0
Prorocentrum spp	Sem valor de referência	0	0	0	3.000	0	1.000	0	0	8.000	0	0	0
Diatomácea													
Pseudo-nitzschia spp	≥ 50.000	22.000	22.000	48.000	61.700	73.000	1.000	0	32.000	29.000	13.000	0	14.000
Pseudo-nitzschia delicatissima/ pseudodelicatissima	≥ 500.000	0	168.000	0	0	0	18.000	0	0	0	0	0	0

Nota: *Governo do Estado de São Paulo. 2021.

O gênero *Dinophysis* foi encontrado em elevadas densidades na praia de Itaguá, superando o Valor de Alerta. Do dia 05 ao dia 26 de março, as densidades diminuíram consideravelmente, até ficarem abaixo do valor de Alerta.

Gráfico 3.2 – Densidades de *Dinophysis* em praias de Ubatuba entre 05 a 26 de março de 2022



3.4 - Índices de Qualidade dos Sedimentos e Granulometria

3.4.1 Classificação ecotoxicológica dos sedimentos

Em 2022, os ensaios ecotoxicológicos agudos foram realizados apenas com o anfípoda marinho *Grandidierella bonnieroides*, em 20 áreas, com amostras coletadas nas campanhas do primeiro semestre. Predominantemente foram avaliadas as amostras de sedimento do ponto 2 de cada área, exceto no Canal de São Sebastião (pontos 1 a 5), Baía de Caraguatatuba e Canal de Piaçaguera (pontos 1, 2 e 3). Os resultados das análises químicas das amostras de sedimento coletadas nessas campanhas foram utilizados para a interpretação dos resultados.

As classificações ecotoxicológicas dos sedimentos das áreas monitoradas estão apresentadas na Tabela 3.4.

Tabela 3.4 – Qualidade ecotoxicológica dos sedimentos em 2022

Regiões	Área	Pontos monitorados - semestres/2022						
		1º					2º	
		1	2	3	4	5	2	
Litoral Norte	Picinguaba							
	Baía de Itaguá							
	Saco da Ribeira							
	Baía de Caraguatatuba							
	Tabatinga							
	Cocanha							
	Canal de São Sebastião							
	Barra do Una							
Baixada Santista	Rio Itaguaré							
	Canal da Bertioga							
	Emissário do Guarujá							
	Emissário de Santos							
	Canal de Santos							
	Laje de Santos							
	Canal de São Vicente							
	Canal de Piaçaguera							
	Emissário de Praia Grande 1							
	Rio Itanhaém							
	Rio Preto							
	Mar Pequeno							
Litoral Sul	Mar de Cananeia							

CrITÉRIOS Ecotoxicológicos

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

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

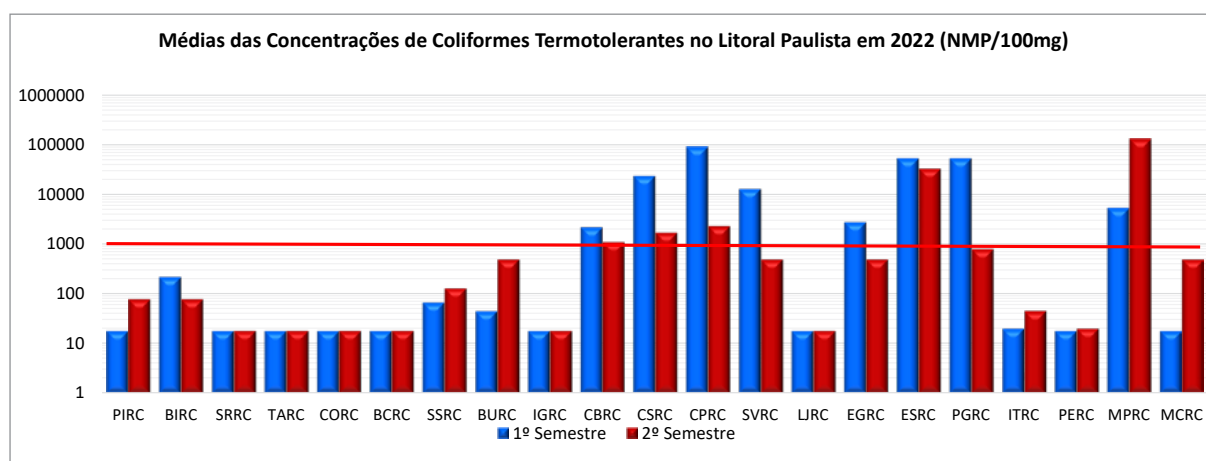
(b) Mortalidade inferior a 50%, porém apresentando diferença significativa em relação ao controle

3.4.2 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 que indicam contaminação fecal recente. Os *Clostridium perfringens* indicam contaminação fecal remota, podendo mostrar contaminação fecal quando os coliformes termotolerantes já não estão mais presentes nas amostras.

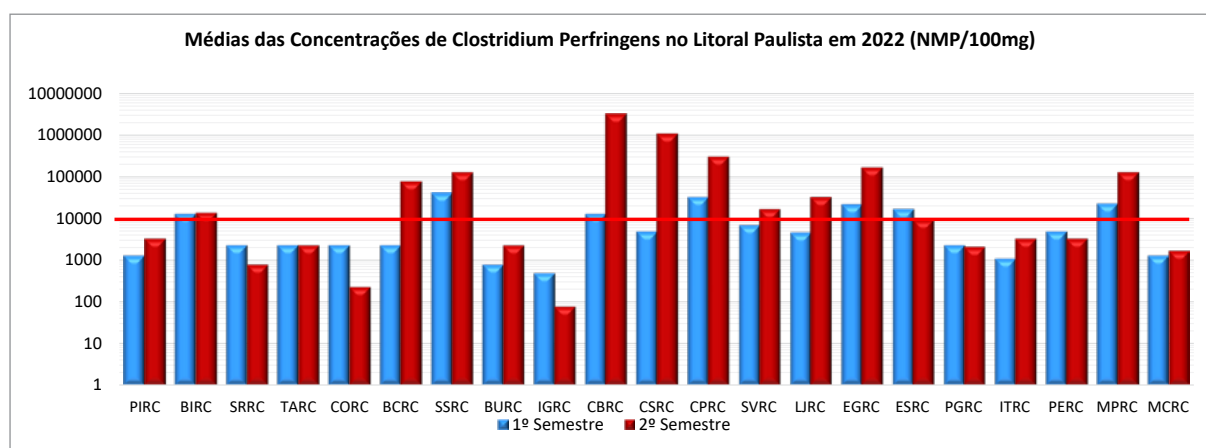
Considerando a média geométrica das concentrações dos pontos de cada área, as que apresentaram valores acima de 1.000 NMP/100g de Coliformes Termotolerantes foram: Canal de Bertioga, Canal de Santos, Canal de Piaçaguera, Canal de São Vicente, área de influência do Emissário Submarino do Guarujá, de Santos e de Praia Grande 1 e Mar Pequeno (Gráfico 3.3). 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.

Gráfico 3.3 – Médias das concentrações de Coliformes Termotolerantes (NMP/100g) nos sedimentos em 2022



Considerando a média geométrica das concentrações de cada área, aquelas que apresentaram valores acima de 10.000 NMP/100g de *Clostridium perfringens* foram: Baía de Itaguá, Baía de Caraguatatuba, Canal de São Sebastião, Canal de Bertioga, Canal de Santos, Canal de Piaçaguera, Canal de São Vicente, Laje de Santos, área de influência dos Emissários Submarinos do Guarujá e de Santos e Mar Pequeno (Gráfico 3.4).

Gráfico 3.4 – Médias das concentrações de *Clostridium perfringens* (NMP/100g) nos sedimentos costeiros em 2022



3.4.3 Classificação granulométrica

A granulometria dos sedimentos das áreas estudadas é apresentada na Tabela 3.5. Os resultados do tipo de grão com maior porcentagem estão ressaltados, conforme a legenda. A maioria das áreas apresenta sedimento arenoso (grãos maiores) embora com forte predominância da areia fina. Oito áreas apresentaram sedimentos finos em maior proporção em alguns pontos.

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

Área	Ponto	1º Semestre					2º Semestre				
		Areia Grossa	Areia Média	Areia Fina	Argila	Silte	Areia Grossa	Areia Média	Areia Fina	Argila	Silte
PICINGUABA	1	0,0	5,1	83,0	4,5	7,4	0,0	7,2	87,7	0,2	5,0
	2	0,0	6,6	86,5	1,6	5,3	0,0	5,9	89,2	0,2	4,7
	3	0,0	20,4	79,1	0,0	0,6	0,0	8,7	90,7	0,0	0,6
BAÍA DE ITAGUÁ	1	0,0	3,0	38,0	17,8	41,2	0,0	1,9	46,0	16,5	35,6
	2	0,0	1,8	42,5	11,2	44,5	0,0	2,1	40,8	16,9	40,3
	3	0,0	4,8	9,1	59,7	26,4	0,4	21,8	25,1	32,8	20,0
SACO DA RIBEIRA	1	0,0	3,5	19,1	44,0	33,4	0,0	2,2	21,2	43,2	33,4
	2	0,0	1,0	14,4	52,9	31,7	0,0	1,1	14,9	52,6	31,3
	3	0,0	1,1	11,1	50,3	37,5	2,1	33,8	16,3	18,8	29,0
TABATINGA	1	0,0	3,3	79,0	2,7	15,0	0,0	4,1	83,6	0,7	11,7
	2	0,0	1,8	86,4	0,2	11,5	0,0	0,5	88,9	0,0	10,6
	3	0,0	7,4	70,8	8,1	13,7	4,0	42,2	34,9	6,3	12,6
COCANHA	1	0,0	0,7	77,2	4,6	17,5	0,0	0,7	82,8	0,4	16,1
	2	0,0	0,0	81,0	0,0	19,0	0,0	0,1	78,1	0,0	21,9
	3	0,0	0,7	79,2	2,1	18,0	0,7	31,9	43,3	9,8	14,3
B. DE CARAGUATATUBA	1	0,0	0,9	74,1	5,2	19,7	0,0	1,4	83,6	0,0	14,9
	2	0,0	3,3	58,1	9,5	29,1	0,0	1,2	70,6	0,0	28,2
	3	0,0	1,8	76,5	9,8	11,9	0,0	3,5	81,6	6,3	8,5
CANAL DE S. SEBASTIÃO	1	1,5	15,3	10,3	38,7	34,2	0,0	25,7	21,4	33,0	19,9
	2	0,0	0,6	40,1	29,7	29,7	0,0	1,4	42,4	30,1	26,2
	3	0,2	11,9	17,0	37,0	34,0	0,0	4,4	39,9	26,4	29,3
	4	28,2	47,2	21,6	0,0	2,9	0,0	9,6	65,6	7,4	17,5
	5	0,0	3,5	16,8	39,6	40,1	0,0	4,5	30,5	26,2	38,8
BARRA DO UNA	1	0,0	3,3	82,1	2,9	11,8	0,0	8,1	87,7	0,0	4,2
	2	0,0	6,1	90,5	0,0	3,4	0,0	6,0	92,0	0,0	2,0
	3	0,0	11,3	88,0	0,0	0,7	0,0	7,5	91,9	0,0	0,6
RIO ITAGUARÉ	1	0,0	2,9	94,9	0,0	2,3	0,0	1,4	96,7	0,0	1,9
	2	0,0	3,2	90,3	0,2	6,3	0,0	2,2	95,2	0,0	2,6
	3	0,0	2,3	94,3	0,0	3,4	0,0	1,6	97,4	0,0	1,1
CANAL DE BERTIOGA	1	0,0	1,9	15,2	47,1	35,8	0,0	3,3	17,7	43,4	35,7
	2	0,0	31,4	54,0	6,8	7,8	0,0	30,1	50,0	9,3	10,6
	3	0,0	34,5	52,8	6,6	6,2	0,0	23,3	54,9	10,9	10,9
CANAL DE SANTOS	1	0,0	2,8	52,3	23,5	21,4	0,0	4,4	61,4	16,1	18,2
	2	0,0	5,4	44,5	31,5	18,6	0,0	6,2	43,6	30,5	19,7
	3	0,0	2,5	18,9	42,0	36,6	0,0	1,6	12,1	51,1	35,3
CANAL DE PIAÇAGUERA	1	0,0	10,6	46,4	18,9	24,1	0,0	11,0	49,6	18,5	21,0
	2	0,0	1,8	22,8	38,8	36,6	0,0	3,1	19,3	45,5	32,1
	3	0,0	4,9	19,8	42,0	33,4	0,0	2,0	12,1	53,1	32,8
	4	0,0	5,7	39,0	27,8	27,4	0,0	4,3	24,6	38,7	32,4
CANAL DE S. VICENTE	1	0,0	15,3	79,0	2,3	3,5	0,0	9,4	81,4	4,4	4,9
	2	0,0	14,8	84,8	0,0	0,4	0,0	15,8	83,9	0,0	0,4
	3	0,0	4,1	23,1	42,5	30,4	0,0	1,8	29,2	41,1	27,9

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

Área	Ponto	1º Semestre					2º Semestre				
		Areia Grossa	Areia Média	Areia Fina	Argila	Silte	Areia Grossa	Areia Média	Areia Fina	Argila	Silte
EMISSÁRIO DO GUARUJÁ	1	0,0	0,8	67,5	7,5	24,2	0,0	1,4	87,3	0,6	10,7
	2	0,0	0,6	38,9	28,0	32,6	0,0	1,1	47,9	21,8	29,1
	3	0,0	0,8	53,0	15,0	31,2	0,0	0,9	54,6	14,9	29,6
	4	0,0	0,8	67,3	6,7	25,2	0,0	0,9	63,6	10,4	25,1
EMISSÁRIO DE SANTOS	1	0,0	1,8	94,9	0,0	3,3	0,0	1,5	96,3	0,0	2,3
	2	0,0	2,2	92,0	0,0	5,8	0,0	1,8	95,8	0,0	2,3
	3	0,0	2,5	92,9	0,0	4,6	0,0	2,9	94,9	0,0	2,2
	4	0,0	3,1	83,4	3,8	9,7	0,0	1,7	29,9	41,7	26,7
EMISSÁRIO DE P GRANDE	1	0,0	5,1	60,7	15,1	19,2	0,0	2,2	92,9	0,0	4,9
	2	0,0	2,3	74,1	11,0	12,6	0,0	1,7	97,3	0,0	1,0
	3	0,0	2,8	83,3	4,3	9,6	0,0	1,7	95,9	0,0	2,4
	4	0,0	2,6	88,9	1,5	7,1	0,0	1,6	96,2	0,0	2,3
RIO ITANHAÉM	1	0,0	1,4	96,7	0,0	1,9	0,0	1,7	96,8	0,0	1,6
	2	0,0	1,5	96,5	0,0	2,1	0,0	1,5	94,2	0,0	4,3
	3	0,0	2,0	95,9	0,0	2,1	0,0	1,6	96,8	0,0	1,7
RIO PRETO	1	0,0	1,0	55,1	15,3	28,5	0,0	1,0	65,3	10,0	23,8
	2	0,0	1,4	49,4	20,2	29,0	0,0	2,3	78,2	4,8	14,7
	3	0,0	2,3	73,0	8,8	16,0	0,0	2,1	77,2	5,7	15,1
MAR PEQUENO	1	0,0	11,4	88,1	0,0	0,5	0,0	22,2	74,0	0,4	3,4
	2	0,0	40,6	43,1	6,9	9,4	0,0	50,0	33,9	7,5	8,7
	3	0,0	13,3	79,5	2,4	4,8	0,0	8,2	69,1	8,9	13,8
MAR DE CANANEIA	1	0,0	6,4	73,0	9,5	11,1	0,0	6,5	69,1	12,5	12,0
	2	0,0	34,2	65,8	0,0	0,0	0,0	25,0	75,0	0,0	0,0
	3	0,0	5,9	88,2	2,2	3,8	0,0	5,7	86,9	3,0	4,4
LAJE DE SANTOS	1	0,0	2,6	96,7	0,0	0,7	0,0	2,0	97,3	0,0	0,6
	2	2,0	78,7	18,6	0,0	0,7	0,2	43,2	49,6	0,2	6,8
	3	0,0	5,0	94,4	0,0	0,7	0,0	9,6	90,0	0,0	0,4

 Areia Grossa
 Areia Média
 Areia Fina
 Argila
 Silte

3.5 - Avaliação da Qualidade Ambiental das Áreas

A seguir são discutidos os resultados de qualidade de água e sedimentos obtidos em 2022 nas 21 áreas. Os valores de máximos e mínimos iguais observados nas tabelas, 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 apresentou ocorrência de não conformidades para o parâmetro Carbono Orgânico Total (COT, 28% das amostras) e foi classificada como Boa segundo o IQAC (Tabela 3.6).

Em relação à eutrofização, em ambas as campanhas (junho e outubro), as concentrações de Clorofila-a (Tabela 3.2) indicaram condição Oligotrófica para os três pontos monitorados, com exceção ao ponto 1 na primeira campanha classificado como Mesotrófico. Segundo o IETC, a média anual indicou ambiente Oligotrófico, ou de baixa trofia, mantendo a condição trófica observada desde 2018, contudo foi observado, nesse período, um ligeiro aumento, porém gradativo, nos valores das concentrações de Clorofila-a.

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 salobras Res. CONAMA nº 357/05	min	máx	% NC	Média aritmética - 2022	Média aritmética - 2017-2021
Campo							
OD	mg/L	6,00	6,05	7,76	0%	7,19	6,87
pH		6,5 a 8,5	8,00	8,30	0%	8,12	8,14
Salinidade	ppt		32,53	36,66		34,98	34,58
Temperatura da Água	°C		21,0	22,9		22,0	23,8
Turbidez	UNT		1,0	8,2		2,4	1,8
Nutrientes							
Carbono Orgânico Total	mg/L	3	1,00	3,50	28%	1,98	1,36
Fósforo Total	mg/L	0,062	0,050	0,050	0%	0,05	0,07
Nitrogênio Amoniacal Total	mg/L	0,4	0,10	1,00	*	0,56	0,19
Nitrogênio Kjeldahl Total	mg/L		1,00	1,00		1,00	0,94
Outros							
Clorofila-a	µg/L	2,5**	0,56	1,13	0%	0,79	0,64
Fenóis Totais	mg/L	0,06	0,003	0,005	0%	0,003	0,003
Microbiológicos							
Enterococos	UFC/100mL	100	1	4	0%	1	2

Médias geométricas

Sem padrão legal

* LQ superior à Legislação

** 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 (Tabela 3.5) em todos os pontos, característica que indica tendência de não favorecer a retenção de substâncias. Não foram observadas concentrações acima dos valores de referência nessa área, em 2022. A avaliação ecotoxicológica do sedimento do ponto 2 para o ensaio agudo, indicou qualidade Ótima para esse ambiente (Tabela 3.3), mantendo a mesma classificação observada nos últimos quatro anos.

Conforme o critério microbiológico, as densidades dos microrganismos indicadores de poluição fecal, coliformes termotolerantes e *Clostridium perfringens* classificaram o ponto 2 como Ótimo nos dois semestres (Tabela 3.4).

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

Parâmetro	Unidade	Padrão CCME, 2002	mín	máx	% NC (resultados acima de ISQG)	Média aritmética - 2022	Média aritmética - 2017-2021
Nutrientes							
Fósforo Total	mg/kg	500*	105	236	0%	171	168
Nitrogênio Kjeldahl Total	mg/kg	1000*	138	824	0%	496	405
Potencial Redox	mV		-142	-67		-95	-22
Orgânicos							
Carbono Orgânico Total	%	1,3*	0,09	0,6	0%	0,34	0,27
Fenóis Totais	mg/kg		2,0	2,1		2,08	3,10
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
Acenafteno	µg/kg	6,71	88,9	6,00	6,00	0%	6,00
Acenaftileno	µg/kg	5,87	128	5,00	5,00	0%	5,00
Antraceno	µg/kg	46,9	245	20,00	20,00	0%	20,00
Benzo(a)antraceno	µg/kg	74,8	693	20,00	20,00	0%	20,00
Benzo(a)pireno	µg/kg	88,8	763	10,00	10,00	0%	10,00
Benzo(b)fluoranteno	µg/kg			20,00	20,00		20,00
Benzo(g,h,i)perileno	µg/kg			20,00	20,00		20,00
Benzo(k)fluoranteno	µg/kg			30,00	30,00		30,00
Criseno	µg/kg	108	846	20,00	20,00	0%	20,00
Dibenzo(a,h)antraceno	µg/kg	6,22	135	6,00	6,00	0%	6,00
Fenantreno	µg/kg	86,7	544	20,00	20,00	0%	20,00
Fluoranteno	µg/kg	113	1494	20,00	20,00	0%	20,00
Fluoreno	µg/kg	21,2	144	15,00	15,00	0%	15,00
Indeno(1,2,3-cd)pireno	µg/kg			20,00	20,00		20,00
Naftaleno	µg/kg	34,6	391	20,00	20,00	0%	20,00
Pireno	µg/kg	153	1398	20,00	20,00	0%	20,00
Metais		ISQG	PEL				
Alumínio Total	mg/kg			3906	16302		9791
Arsênio Total	mg/kg	7,24	41,6	2,1	4,7	0%	3,59
Cádmio Total	mg/kg	0,7	4,2	0,5	0,5	0%	0,50
Chumbo Total	mg/kg	30,2	112	5,0	12,2	0%	8,26
Cobre Total	mg/kg	18,7	108	4,0	4,2	0%	4,03
Cromo Total	mg/kg	52,3	160	6,1	18,0	0%	12,63
Estanho Total	mg/kg			5,0	5,0		5,00
Ferro Total	mg/kg			4053	12885		8335
Mercúrio Total	mg/kg	0,13	0,7	0,01	0,02	0%	0,01
Níquel Total	mg/kg	15,9	42,8	1,8	6,0	0%	3,75
Zinco Total	mg/kg	124	271	8,03	24,2	0%	16,23

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 2022 segundo o IQAC devido a não conformidades de Oxigênio Dissolvido (OD), COT, Enterococos e Clorofila-a com maior peso no ponto 1 que foi classificado como Regular. 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, as concentrações de Clorofila-a (Tabela 3.2) indicaram condições Mesotrófica em ambas as campanhas (junho e outubro), com exceção do ponto 3 (Oligotrófica) na segunda campanha. A média anual indicou condição Mesotrófica, ou em processo de eutrofização, 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 salobras Res. CONAMA nº 357/05	mín	máx	% NC	Média aritmética - 2022	Média aritmética - 2017-2021
Campo							
OD	mg/L	6,00	5,46	7,62	6%	6,95	6,78
pH		6,5 a 8,5	8,00	8,20	0%	8,13	8,15
Salinidade	ppt		31,31	38,98		34,96	34,28
Temperatura da Água	°C		21,4	23,1		22,2	23,9
Turbidez	UNT		1,0	4,2		2,1	2,3
Nutrientes							
Carbono Orgânico Total	mg/L	3	1,00	3,70	6%	1,80	1,56
Fósforo Total	mg/L	0,062	0,050	0,050	0%	0,05	0,07
Nitrogênio Amoniacal Total	mg/L	0,4	0,10	1,00	*	0,55	0,19
Nitrogênio Kjeldahl Total	mg/L		1,00	1,00		1,00	0,84
Outros							
Clorofila-a	µg/L	2,5**	0,56	3,21	17%	1,62	1,43
Fenóis Totais	mg/L	0,06	0,003	0,007	0%	0,004	0,003
Microbiológicos							
Enterococos	UFC/100mL	100	1	144	6%	11	2

 Médias geométricas

 Sem padrão legal

* LQ superior à Legislação

** 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, geralmente finos (Tabela 3.5), os valores de Potencial Redox negativos e as concentrações de nutrientes elevadas (COT, NKT e Fósforo) apresentaram comportamento semelhante aos anos anteriores indicando ambiente redutor com maior composição de argila e silte, rico em matéria orgânica, reflexo de uma maior contribuição de material continental na área e da hidrodinâmica que favorece maior deposição em baías. Em 2022 observou-se novamente ocorrência de Chumbo em praticamente todas as amostras (83% de não conformidade) sendo que todas as não conformidades apresentaram concentração próxima a ISQG (30,2 mg/L), similar ao comportamento histórico do local. Há também uma ocorrência de Níquel no ponto 2, segundo semestre de 16,2 mg/kg (ISQG de 15,9 mg/kg) aparentemente pontual e próxima ao ISQG. A existência de muitas marinas e embarcações contribui para a presença dessas substâncias potencialmente tóxicas no local, mas as concentrações geralmente se mantêm abaixo dos valores orientadores com ocorrências pontuais. Os HPAs apresentaram resultados das amostras sempre abaixo do Limite de Quantificação.

A avaliação ecotoxicológica do sedimento do ponto 2 para o ensaio agudo indicou ausência de toxicidade, tendo sido classificado com qualidade Ótima (Tabela 3.3), da mesma forma que nos últimos quatro anos. Verificou-se, na primeira campanha, a presença de Chumbo com valor acima do ISQG nesse ponto (31,3 mg/kg). Esse metal também foi detectado nos últimos quatro anos acima do ISQG (2017 e 2019) e abaixo (2016, 2018), o que mostra que sua ocorrência não é pontual. Também foi detectada a presença de Arsênio no mesmo ponto (12 mg/kg) acima dos valores de referência e do limite basal para o litoral paulista, mas provavelmente ambos os contaminantes não estavam biodisponíveis para causar efeito tóxico aos organismos-teste.

Conforme o critério de classificação microbiológica, o ponto 2 teve as amostras classificadas como Ótimas e Boas, 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	min	máx	% NC (resultados acima de ISQG)	Média aritmética - 2022	Média aritmética - 2017-2021
Nutrientes							
Fósforo Total	mg/kg	500*	505	723	100%	599	537
Nitrogênio Kjeldahl Total	mg/kg	1000*	1561	2523	100%	2009	1494
Potencial Redox	mV		-285	-146		-193	-148
Orgânicos							
Carbono Orgânico Total	%	1,3*	1,27	3,1	83%	1,83	1,54
Fenóis Totais	mg/kg		3,6	4,5		4,00	3,06
Óleos e Graxas Totais	mg/kg		350	350		350	446
Hidrocarbonetos Arom. Polinucleares		ISQG	PEL				
2-metilnaftaleno	µg/kg	20,2	201	20,00	20,00	0%	20,00
Acenafteno	µg/kg	6,71	88,9	6,00	6,00	0%	6,00
Acenaftileno	µg/kg	5,87	128	5,00	5,00	0%	5,00
Antraceno	µg/kg	46,9	245	20,00	20,00	0%	20,00
Benzo(a)antraceno	µg/kg	74,8	693	20,00	20,00	0%	20,00
Benzo(a)pireno	µg/kg	88,8	763	10,00	10,00	0%	10,00
Benzo(b)fluoranteno	µg/kg			20,00	20,00		20,00
Benzo(g,h,i)perileno	µg/kg			20,00	20,00		20,00
Benzo(k)fluoranteno	µg/kg			30,00	30,00		30,00
Criseno	µg/kg	108	846	20,00	20,00	0%	20,00
Dibenzo(a,h)antraceno	µg/kg	6,22	135	6,00	6,00	0%	6,00
Fenantreno	µg/kg	86,7	544	20,00	20,00	0%	20,00
Fluoranteno	µg/kg	113	1494	20,00	20,00	0%	20,00
Fluoreno	µg/kg	21,2	144	15,00	15,00	0%	15,00
Indeno(1,2,3-cd)pireno	µg/kg			20,00	20,00		20,00
Naftaleno	µg/kg	34,6	391	20,00	20,00	0%	20,00
Pireno	µg/kg	153	1398	20,00	20,00	0%	20,00
Metais		ISQG	PEL				
Alumínio Total	mg/kg			42762	50525		47430
Arsênio Total	mg/kg	7,24	41,6	9,8	14,9	100%	12,66
Cádmio Total	mg/kg	0,7	4,2	0,5	0,5	0%	0,50
Chumbo Total	mg/kg	30,2	112	26,3	34,2	83%	30,78
Cobre Total	mg/kg	18,7	108	10,0	12,4	0%	10,81
Cromo Total	mg/kg	52,3	160	34,3	41,8	0%	38,17
Estanho Total	mg/kg			5,0	5,0		5,00
Ferro Total	mg/kg			26914	34001		31055
Mercúrio Total	mg/kg	0,13	0,7	0,02	0,05	0%	0,04
Níquel Total	mg/kg	15,9	42,8	13,0	16,2	17%	14,97
Zinco Total	mg/kg	124	271	54,4	75,0	0%	67,07

Sem padrão legal

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

3.5.3 Saco da Ribeira

Qualidade da água

Em 2022 foram identificadas não conformidades de Fósforo (17%), Clorofila-a (50%) conferindo a classificação Boa para a área conforme a média do IQAC (Tabela 3.10).

Segundo o IETC, na primeira campanha (Tabela 3.2) a condição trófica variou de Eutrófica (pontos 1 e 3) a Supereutrófica (ponto 2). Já na segunda campanha, todos os pontos foram classificados como Oligotróficos, com média anual indicando ambiente Mesotrófico, ou em processo de eutrofização. Classificação mantida desde 2019. Contudo foi observado aumento gradativo 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 salobras Res. CONAMA nº 357/05	mín	máx	% NC	Média aritmética - 2022	Média aritmética - 2017-2021
Campo							
OD	mg/L	6,00	6,32	7,12	0%	6,65	7,04
pH		6,5 a 8,5	7,80	8,20	0%	8,03	8,05
Salinidade	ppt		33,50	35,31		34,58	34,94
Temperatura da Água	°C		22,5	27,1		24,2	22,8
Turbidez	UNT		1,0	10,0		4,7	2,9
Nutrientes							
Carbono Orgânico Total	mg/L	3	1,00	2,40	0%	1,53	1,37
Fósforo Total	mg/L	0,062	0,050	0,090	17%	0,06	0,07
Nitrogênio Amoniacal Total	mg/L	0,4	0,10	1,00	*	0,55	0,13
Nitrogênio Kjeldahl Total	mg/L		1,00	1,00		1,00	0,92
Outros							
Clorofila-a	µg/L	2,5**	0,56	7,26	50%	2,44	1,17
Fenóis Totais	mg/L	0,06	0,003	0,020	0%	0,005	0,003
Microbiológicos							
Enterococos	UFC/100mL	100	1	15	0%	2	2

■ Médias geométricas

■ Sem padrão legal

* LQ superior à Legislação

** 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, Cobre, Níquel e Zinco) acima do limite de ISQG em consonância com o comportamento histórico devido à presença de marinas e ao tráfego de embarcações. Em todos os casos as não conformidades se mantiveram próximas ao limite de ISQG. Não há informações suficientes, no momento, que mostrem tendência de aumento nessas concentrações. As concentrações de nutrientes também se mantiveram altas com não conformidade para todas as substâncias avaliadas nos pontos 1 e 2 excetuando-se o COT no ponto 3. É importante notar que se trata de uma baía, com hidrodinâmica que não favorece a dispersão da contribuição continental e com granulometria argilosa (Tabela 3.5) que confere ao local uma tendência de acúmulo de substâncias além da grande atividade náutica.

O ensaio ecotoxicológico de sedimento do ponto 2 indicou qualidade Ótima para esse ambiente (Tabela 3.3) como observado nos últimos quatro anos. Nessa campanha o ponto 2 apresentou concentrações de Arsênio (13,5 mg/kg), Chumbo (48,1 mg/kg), Cobre (107 mg/kg) e Zinco (127 mg/kg) acima de ISQG, no entanto, esses contaminantes provavelmente não estavam biodisponíveis para causar efeito tóxico sobre os organismos-teste.

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

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

Parâmetro	Unidade	Padrão CCME, 2002		mín	máx	% NC (resultados acima de ISQG)	Média aritmética - 2022	Média aritmética - 2017-2021
Nutrientes								
Fósforo Total	mg/kg	500*		509	829	100%	716	600
Nitrogênio Kjeldahl Total	mg/kg	1000*		1955	2079	100%	2010	1589
Potencial Redox	mV			-196	-132		-161	-94
Orgânicos								
Carbono Orgânico Total	%	1,3*		1,21	1,8	83%	1,68	1,41
Fenóis Totais	mg/kg			3,2	4,7		4,15	3,77
Óleos e Graxas Totais	mg/kg			350	667		516	378
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	20,34
Benzo(a)pireno	µg/kg	88,8	763	10,00	10,00	0%	10,00	12,98
Benzo(b)fluoranteno	µg/kg			20,00	20,00		20,00	20,85
Benzo(g,h,i)perileno	µg/kg			20,00	20,00		20,00	69,41
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	20,35
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	20,42
Metais		ISQG	PEL					
Alumínio Total	mg/kg			43313	78176		66150	43912
Arsênio Total	mg/kg	7,24	41,6	9,5	17,2	100%	13,98	10,51
Cádmio Total	mg/kg	0,7	4,2	0,5	0,5	0%	0,50	0,41
Chumbo Total	mg/kg	30,2	112	26,5	51,1	83%	43,42	27,81
Cobre Total	mg/kg	18,7	108	10,5	107,0	67%	46,02	22,66
Cromo Total	mg/kg	52,3	160	32,3	49,8	0%	42,98	31,32
Estanho Total	mg/kg			5,0	5,5		5,09	4,96
Ferro Total	mg/kg			26791	42564		37172	30539
Mercúrio Total	mg/kg	0,13	0,7	0,04	0,11	0%	0,08	0,07
Níquel Total	mg/kg	15,9	42,8	11,1	19,8	83%	16,75	11,74
Zinco Total	mg/kg	124	271	54,7	147,0	50%	111,08	81,93

Sem padrão legal

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

3.5.4 Tabatinga

Qualidade da água

A área apresentou ocorrências de COT, Fósforo e Clorofila-a acima dos valores de referência, reduzindo a classificação média para Boa segundo o IQAC, sendo que o ponto 3 foi classificado como Regular. Nota-se algum adensamento populacional observando-se fotos de satélite históricas e recentes na região que pode ter relação com essa piora na qualidade, mas será necessário aguardar mais resultados para que se determine uma tendência ou não e realizar uma avaliação mais aprofundada para identificar possíveis causas para a piora.

Segundo o IETC, na primeira campanha, as concentrações de Clorofila-a (Tabela 3.2) indicaram condições que variaram de Eutrófica (pontos 2 e 3) a Supereutrófica (ponto 1). Na segunda campanha, as condições tróficas variaram de Oligotrófica (ponto 2) a Mesotrófica (pontos 1 e 3). Pela média anual essa área foi classificada como Eutrófica, indicando uma piora em relação aos anos anteriores.

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 salobras Res. CONAMA nº 357/05	min	máx	% NC	Média aritmética - 2022	Média aritmética - 2017-2021
Campo							
OD	mg/L	6,00	6,16	6,97	0%	6,71	7,24
pH		6,5 a 8,5	7,80	8,00	0%	7,96	8,02
Salinidade	ppt		33,58	34,87		34,28	34,72
Temperatura da Água	°C		23,8	25,8		24,6	22,7
Turbidez	UNT		1,1	23,0		7,7	3,3
Nutrientes							
Carbono Orgânico Total	mg/L	3	1,00	4,30	6%	1,65	1,63
Fósforo Total	mg/L	0,062	0,050	0,150	50%	0,08	0,07
Nitrogênio Amoniacal Total	mg/L	0,4	0,10	1,00	*	0,56	0,12
Nitrogênio Kjeldahl Total	mg/L		1,00	1,00		1,00	0,92
Outros							
Clorofila-a	µg/L	2,5**	0,56	6,24	50%	2,60	1,52
Fenóis Totais	mg/L	0,06	0,003	0,010	0%	0,004	0,003
Microbiológicos							
Enterococos	UFC/100mL	100	1	8	0%	2	2

Médias geométricas

Sem padrão legal

* LQ superior à Legislação

** 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 (Tabela 3.5), com baixa tendência de retenção de substâncias e não apresentaram concentrações superiores aos valores orientadores em 2022.

A avaliação ecotoxicológica do sedimento do ponto 2 indicou qualidade Ótima para esse ambiente (Tabela 3.3), da mesma forma que o 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		mín	máx	% NC (resultados acima de ISQG)	Média aritmética - 2022	Média aritmética - 2017-2021
Nutrientes								
Fósforo Total	mg/kg	500*		102	233	0%	184	210
Nitrogênio Kjeldahl Total	mg/kg	1000*		417	839	0%	619	439
Potencial Redox	mV			-184	153		-87	-51
Orgânicos								
Carbono Orgânico Total	%	1,3*		0,23	0,8	0%	0,48	0,31
Fenóis Totais	mg/kg			2,6	5,5		4,07	2,11
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	70,00
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			4834	19652		12637	9661
Arsênio Total	mg/kg	7,24	41,6	2,3	6,0	0%	4,36	5,02
Cádmio Total	mg/kg	0,7	4,2	0,5	0,5	0%	0,50	0,39
Chumbo Total	mg/kg	30,2	112	5,0	12,5	0%	9,41	8,23
Cobre Total	mg/kg	18,7	108	4,0	4,0	0%	4,00	4,33
Cromo Total	mg/kg	52,3	160	5,2	19,6	0%	14,14	13,08
Estanho Total	mg/kg			5,0	5,0		5,00	3,69
Ferro Total	mg/kg			4349	16021		12576	12264
Mercúrio Total	mg/kg	0,13	0,7	0,01	0,02	0%	0,01	0,01
Níquel Total	mg/kg	15,9	42,8	1,5	5,2	0%	3,80	3,93
Zinco Total	mg/kg	124	271	10,6	31,9	0%	23,67	23,94

Sem padrão legal

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

3.5.5 Cocanha

Qualidade da água

A região da Cocanha foi classificada novamente como Boa em 2022 segundo o IQAC com não conformidades observadas para o Fósforo e Clorofila-a (Tabela 3.14).

Segundo o IETC, na primeira campanha as concentrações de Clorofila-a (Tabela 3.2) em todos os pontos indicaram condição Mesotrófica. Na segunda campanha, esses pontos foram classificados como Oligotróficos e na média anual essa área foi classificada como Mesotrófica, ou em processo de eutrofização, mantendo a classificação de 2019.

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 salobras Res. CONAMA nº 357/05	mín	máx	% NC	Média aritmética - 2022	Média aritmética - 2017-2021
Campo							
OD	mg/L	6,00	6,4	7,03	0%	6,79	7,22
pH		6,5 a 8,5	7,80	8,10	0%	7,97	8,05
Salinidade	ppt		32,80	34,94		34,15	34,51
Temperatura da Água	°C		23,7	26,5		24,5	22,5
Turbidez	UNT		1,0	3,9		2,2	2,0
Nutrientes							
Carbono Orgânico Total	mg/L	3	1,00	2,10	0%	1,31	1,57
Fósforo Total	mg/L	0,062	0,050	0,090	22%	0,06	0,08
Nitrogênio Amoniacal Total	mg/L	0,4	0,10	1,00	*	0,55	0,14
Nitrogênio Kjeldahl Total	mg/L		1,00	1,00		1,00	0,92
Outros							
Clorofila-a	µg/L	2,5**	0,56	2,53	8%	1,36	1,04
Fenóis Totais	mg/L	0,06	0,003	0,005	0%	0,003	0,003
Microbiológicos							
Enterococos	UFC/100mL	100	1	5	0%	2	2

Médias geométricas

Sem padrão legal

* LQ superior à Legislação

** 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 (Tabela 3.5), porém com alguma presença de silte (até 20%). Não houve registro de não conformidades em 2022. Contudo o Potencial Redox foi sempre negativo indicando ambiente redutor. A avaliação ecotoxicológica, realizada com o 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, as amostras do ponto 2, do primeiro semestre e as amostras do ponto 3, do segundo semestre, foram classificadas como Ótimas 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 - 2022	Média aritmética - 2017-2021
Nutrientes							
Fósforo Total	mg/kg	500*	169	325	0%	247	265
Nitrogênio Kjeldahl Total	mg/kg	1000*	313	586	0%	484	464
Potencial Redox	mV		-193	40		-106	-49
Orgânicos							
Carbono Orgânico Total	%	1,3*	0,27	0,9	0%	0,50	0,38
Fenóis Totais	mg/kg		2,1	7,0		3,77	2,16
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
Acenafteno	µg/kg	6,71	88,9	6,00	6,00	0%	6,00
Acenaftileno	µg/kg	5,87	128	5,00	5,00	0%	5,00
Antraceno	µg/kg	46,9	245	20,00	20,00	0%	20,00
Benzo(a)antraceno	µg/kg	74,8	693	20,00	20,00	0%	20,00
Benzo(a)pireno	µg/kg	88,8	763	10,00	10,00	0%	10,00
Benzo(b)fluoranteno	µg/kg			20,00	20,00		20,00
Benzo(g,h,i)perileno	µg/kg			20,00	20,00		20,00
Benzo(k)fluoranteno	µg/kg			30,00	30,00		30,00
Criseno	µg/kg	108	846	20,00	20,00	0%	20,00
Dibenzo(a,h)antraceno	µg/kg	6,22	135	6,00	6,00	0%	6,00
Fenantreno	µg/kg	86,7	544	20,00	20,00	0%	20,00
Fluoranteno	µg/kg	113	1494	20,00	20,00	0%	20,00
Fluoreno	µg/kg	21,2	144	15,00	15,00	0%	15,00
Indeno(1,2,3-cd)pireno	µg/kg			20,00	20,00		20,00
Naftaleno	µg/kg	34,6	391	20,00	20,00	0%	20,00
Pireno	µg/kg	153	1398	20,00	20,00	0%	20,00
Metais		ISQG	PEL				
Alumínio Total	mg/kg			14606	20983		17690
Arsênio Total	mg/kg	7,24	41,6	3,7	6,8	0%	5,37
Cádmio Total	mg/kg	0,7	4,2	0,5	0,5	0%	0,50
Chumbo Total	mg/kg	30,2	112	8,7	17,1	0%	13,10
Cobre Total	mg/kg	18,7	108	4,0	4,2	0%	4,03
Cromo Total	mg/kg	52,3	160	8,4	24,1	0%	20,69
Estanho Total	mg/kg			5,0	6,0		5,17
Ferro Total	mg/kg			8680	21913		17614
Mercúrio Total	mg/kg	0,13	0,7	0,01	0,02	0%	0,01
Níquel Total	mg/kg	15,9	42,8	3,0	7,9	0%	5,80
Zinco Total	mg/kg	124	271	21,2	45,6	0%	34,37

Sem padrão legal

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

3.5.6 Baía de Caraguatatuba

Qualidade da água

A Baía de Caraguatatuba obteve classificação Boa em 2022 segundo o IQAC apresentando não conformidades de OD, Fósforo e Clorofila-a distribuídas de forma relativamente homogênea nos pontos (Tabela 3.16).

Segundo o IETC, na primeira campanha, as concentrações de Clorofila-a (Tabela 3.2) indicaram condição Oligotrófica em todos os pontos, na segunda campanha, as condições tróficas variaram de Oligotrófica (ponto 1) a Mesotrófica (pontos 2 e 3), com a média indicando ambiente Mesotrófico, apontando uma diminuição dos valores das concentrações de Clorofila-a em relação aos anos anteriores.

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 salobras Res. CONAMA nº 357/05	min	máx	% NC	Média aritmética - 2022	Média aritmética - 2017-2021
Campo							
OD	mg/L	6,00	4,57	7,42	11%	6,89	6,74
pH		6,5 a 8,5	7,70	8,20	0%	8,01	8,10
Salinidade	ppt		34,20	35,55		34,87	33,85
Temperatura da Água	°C		21,3	27,1		23,9	24,3
Turbidez	UNT		1,0	13,0		3,1	2,8
Nutrientes							
Carbono Orgânico Total	mg/L	3	1,20	3,00	0%	2,14	1,69
Fósforo Total	mg/L	0,062**	0,050	0,080	11%	0,06	0,07
Nitrogênio Amoniacal Total	mg/L	0,4	0,10	1,00	*	0,55	0,19
Nitrogênio Kjeldahl Total	mg/L		1,00	1,00		1,00	0,91
Outros							
Clorofila-a	µg/L	2,5***	0,56	2,67	8%	1,20	1,95
Fenóis Totais	mg/L	0,06	0,003	0,009	0%	0,004	0,003
Microbiológicos							
Enterococos	UFC/100mL	100	1	3	0%	1	2

Médias geométricas

Sem padrão legal

* LQ superior à Legislação

** o cálculo de não conformidades foi realizado com o valor do LQ de 0,07 mg/L (1º semestre)

*** 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 granulométrica, pois estão distribuídos em locais diferentes e relativamente distantes uns dos outros, mas as frações grossas são predominantes (Tabela 3.5). A região não apresentou concentrações das substâncias avaliadas superiores aos valores orientadores em 2022 consolidando a melhora verificada nos últimos anos.

Na avaliação ecotoxicológica, com o sedimento dos pontos 1, 2 e 3, os ensaios agudos indicaram qualidade Ótima para esse ambiente (Tabela 3.3), mantendo a mesma classificação observada nos últimos quatro anos.

Com base no critério de classificação microbiológico, as amostras do ponto 2 foram classificadas como Ótimas para coliformes termotolerantes e para *C. perfringens*. No segundo semestre as amostras foram classificadas como Ótimas para os coliformes termotolerantes e como Regulares para o *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	mín	máx	% NC (resultados acima de ISQG)	Média aritmética - 2022	Média aritmética - 2017-2021
Nutrientes							
Fósforo Total	mg/kg	500*	213	265	0%	236	226
Nitrogênio Kjeldahl Total	mg/kg	1000*	670	742	0%	709	462
Potencial Redox	mV		-88	55		-46	-85
Orgânicos							
Carbono Orgânico Total	%	1,3*	0,22	0,7	0%	0,48	0,37
Fenóis Totais	mg/kg		0,8	2,3		1,80	2,14
Óleos e Graxas Totais	mg/kg		350	350		350	353
Hidrocarbonetos Arom. Polinucleares		ISQG	PEL				
2-metilnaftaleno	µg/kg	20,2	201	20,00	20,00	0%	20,00
Acenafteno	µg/kg	6,71	88,9	6,00	6,00	0%	6,00
Acenaftileno	µg/kg	5,87	128	5,00	5,00	0%	5,00
Antraceno	µg/kg	46,9	245	20,00	20,00	0%	20,00
Benzo(a)antraceno	µg/kg	74,8	693	20,00	20,00	0%	20,00
Benzo(a)pireno	µg/kg	88,8	763	10,00	10,00	0%	10,00
Benzo(b)fluoranteno	µg/kg			20,00	20,00		20,00
Benzo(g,h,i)perileno	µg/kg			20,00	20,00		20,00
Benzo(k)fluoranteno	µg/kg			30,00	30,00		30,00
Criseno	µg/kg	108	846	20,00	20,00	0%	20,00
Dibenzo(a,h)antraceno	µg/kg	6,22	135	6,00	6,00	0%	6,00
Fenantreno	µg/kg	86,7	544	20,00	20,00	0%	20,00
Fluoranteno	µg/kg	113	1494	20,00	20,00	0%	20,00
Fluoreno	µg/kg	21,2	144	15,00	15,00	0%	15,00
Indeno(1,2,3-cd)pireno	µg/kg			20,00	20,00		20,00
Naftaleno	µg/kg	34,6	391	20,00	20,00	0%	20,00
Pireno	µg/kg	153	1398	20,00	20,00	0%	20,00
Metais		ISQG	PEL				
Alumínio Total	mg/kg			14698	24062		18730
Arsênio Total	mg/kg	7,24	41,6	5,7	7,0	0%	6,20
Cádmio Total	mg/kg	0,7	4,2	0,5	0,5	0%	0,50
Chumbo Total	mg/kg	30,2	112	13,1	18,1	0%	15,43
Cobre Total	mg/kg	18,7	108	4,0	5,3	0%	4,55
Cromo Total	mg/kg	52,3	160	20,4	26,3	0%	23,25
Estanho Total	mg/kg			5,0	5,0		5,00
Ferro Total	mg/kg			17214	23956		19887
Mercúrio Total	mg/kg	0,13	0,7	0,01	0,01	0%	0,01
Níquel Total	mg/kg	15,9	42,8	6,1	8,7	0%	7,38
Zinco Total	mg/kg	124	271	33,3	42,1	0%	36,40

Sem padrão legal

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

3.5.7 Canal de São Sebastião

Qualidade da água

A região foi classificada como Boa em relação ao IQAC em 2022 com não conformidades observadas para OD, Fósforo, COT e Clorofila-a (Tabela 3.18).

Segundo o IETC, na primeira campanha em fevereiro, as concentrações de Clorofila-a (Tabela 3.2) indicaram condição trófica Oligotrófica (pontos 1, 2, 3 e 4) a Mesotrófica (ponto 5). Já na segunda campanha, as classificações variaram de Mesotrófica (pontos 1, 2, 3 e 4) a Supereutrófica (ponto 5). Pela média anual o Canal de São Sebastião foi classificado como ambiente Mesotrófico, ou em processo de eutrofização, 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 salobras Res. CONAMA nº 357/05	min	máx	% NC	Média aritmética - 2022	Média aritmética - 2017-2021
Campo							
OD	mg/L	6,00	4,35	7,39	7%	6,73	6,54
pH		6,5 a 8,5	7,10	8,30	0%	7,91	8,07
Salinidade	ppt		34,79	35,83		35,10	33,04
Temperatura da Água	°C		17,1	26,2		22,8	23,4
Turbidez	UNT		1,0	14,0		4,1	2,8
Nutrientes							
Carbono Orgânico Total	mg/L	3	1,30	3,60	7%	2,18	1,50
Fósforo Total	mg/L	0,062**	0,050	0,460	14%	0,08	0,06
Nitrogênio Amoniacal Total	mg/L	0,4	0,10	1,00	*	0,55	0,18
Nitrogênio Kjeldahl Total	mg/L		1,00	1,00		1,00	0,92
Outros							
Clorofila-a	µg/L	2,5***	0,56	8,91	10%	1,94	1,77
Fenóis Totais	mg/L	0,06	0,003	0,008	0%	0,003	0,003
Microbiológicos							
Enterococos	UFC/100mL	100	1	16	0%	2	2

■ Médias geométricas

■ Sem padrão legal

* LQ superior à Legislação

** o cálculo de não conformidades foi realizado com o valor do LQ de 0,07 mg/L (1º semestre)

*** 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 3 e 5 (NKT na faixa de 1500 a 2000 mg/L e COT por volta de 1,85% no primeiro semestre) além de uma ocorrência de NKT no ponto 1, primeiro semestre (1642 mg/L).

Foram observadas também ocorrências pontuais de Chumbo nos pontos 2 (2º semestre), 3 e 5 (1º semestre para ambos) e níquel em concentrações muito próximas ao ISQG, também de forma pontual. Foram quantificados alguns HPAs nos pontos 2 e 3, todos abaixo de ISQG.

Nessa região, as amostras de sedimento coletadas nos pontos 1 a 5, no primeiro semestre, e avaliadas nos ensaios ecotoxicológicos agudos, foram classificadas com qualidade Ótima (Tabela 3.3), como nos últimos

anos. Nas análises químicas foram identificadas, nessa campanha, concentrações de contaminantes acima do ISQG para Arsênio (9,3 mg/kg) no ponto 2; e Chumbo (31,5 mg/kg) no ponto 3 e Arsênio (11,7 mg/kg) e Chumbo (35,4 mg/kg) no ponto 5. No entanto, essas substâncias provavelmente não estavam biodisponíveis para causar efeito tóxico aos organismos-teste, uma vez que não foi observada toxicidade nos ensaios.

Com base no critério microbiológico, para coliformes termotolerantes os pontos 1, 2 e 3 foram classificados com Ótimos e Bons. Para *C. perfringens*, o ponto 1 foi classificado como Ótimo e os Pontos 2 e 3 foram classificados como Ruins (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 - 2022	Média aritmética - 2017-2021
Nutrientes								
Fósforo Total	mg/kg	500*		115	580	40%	401	352
Nitrogênio Kjeldahl Total	mg/kg	1000*		130	2022	60%	1167	998
Potencial Redox	mV			-144	77		-70	-108
Orgânicos								
Carbono Orgânico Total	%	1,3*		0,3	1,9	30%	1,18	1,17
Fenóis Totais				0,3	3,8		1,82	2,74
Óleos e Graxas Totais	mg/kg			350	904		509	418
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	25,60	0%	12,49	12,02
Benzo(b)fluoranteno	µg/kg			20,00	44,70		23,10	20,53
Benzo(g,h,i)perileno	µg/kg			20,00	29,00		21,61	70,00
Benzo(k)fluoranteno	µg/kg			30,00	30,00		30,00	30,00
Criseno	µg/kg	108	846	20,00	30,10	0%	21,01	20,46
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	36,70	0%	21,67	20,97
Fluoranteno	µg/kg	113	1494	20,00	54,30	0%	23,97	23,47
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	21,20		20,12	20,21
Naftaleno	µg/kg	34,6	391	20,00	20,00	0%	20,00	20,00
Pireno	µg/kg	153	1398	20,00	46,90	0%	24,81	22,02
Metais		ISQG	PEL					
Alumínio Total	mg/kg			5103	44095		27580	23558
Arsênio Total	mg/kg	7,24	41,6	3,1	13,7	50%	8,35	7,48
Cádmio Total	mg/kg	0,7	4,2	0,5	0,5	0%	0,50	0,54
Chumbo Total	mg/kg	30,2	112	5,0	35,4	30%	21,02	14,39
Cobre Total	mg/kg	18,7	108	4,0	14,6	0%	8,69	6,78
Cromo Total	mg/kg	52,3	160	7,7	40,4	0%	26,48	25,81
Estanho Total	mg/kg			5,0	5,0		5,00	3,59
Ferro Total	mg/kg			6012	32465		21489	23461
Mercurio Total	mg/kg	0,13	0,7	0,01	0,04	0%	0,03	0,02
Níquel Total	mg/kg	15,9	42,8	3,0	16,7	20%	10,90	9,41
Zinco Total	mg/kg	124	271	13,6	68,4	0%	45,35	43,64

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, OD, COT e Fósforo apresentaram concentrações superiores ao padrão de qualidade (Tabela 3.20) reduzindo sua classificação para Regular em 2022. O Fósforo foi o parâmetro que mais contribuiu para a queda da qualidade com 67% de não conformidades registradas. O local passou por atividades relativamente recentes de recuperação do Rio Una (dragagem por bombeamento), o que pode ter afetado a qualidade ambiental com impacto temporário.

Quanto às condições tróficas, na primeira campanha em abril, as concentrações de Clorofila-a (Tabela 3.2) indicaram condição Mesotrófica nos três pontos monitorados. Na segunda campanha em novembro, as classificações variaram de Oligotrófica (ponto 2) a Mesotrófica (pontos 1 e 3). A média anual foi indicativa de ambiente Mesotrófico, sendo observada uma diminuição das concentrações de Clorofila-a em relação aos anos anteriores.

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 salobras Res. CONAMA nº 357/05	min	máx	% NC	Média aritmética - 2022	Média aritmética - 2017-2021
Campo							
OD	mg/L	6,00	4,02	7,72	17%	6,67	6,82
pH		6,5 a 8,5	7,80	8,40	0%	8,06	8,10
Salinidade	ppt		28,17	35,12		32,27	34,09
Temperatura da Água	°C		23,3	26,1		24,5	22,8
Turbidez	UNT		1,4	16,0		3,3	3,5
Nutrientes							
Carbono Orgânico Total	mg/L	3	1,30	3,70	11%	2,01	1,75
Fósforo Total	mg/L	0,062	0,050	0,830	67%	0,35	0,07
Nitrogênio Amoniacal Total	mg/L	0,4	0,13	1,00	*	0,60	0,17
Nitrogênio Kjeldahl Total	mg/L		1,00	1,30		1,03	1,00
Outros							
Clorofila-a	µg/L	2,5**	0,56	1,69	0%	1,02	1,89
Fenóis Totais	mg/L	0,06	0,003	0,020	0%	0,005	0,003
Microbiológicos							
Enterococos	UFC/100mL	100	1	5	0%	1	1

■ Médias geométricas

■ Sem padrão legal

* LQ superior à Legislação

** 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 (Tabela 3.5) e não apresentaram ocorrência de não conformidades em 2022. A avaliação ecotoxicológica de sedimento para o ensaio agudo indicou qualidade Ótima no ponto 2 (Tabela 3.3), como observado nos últimos anos.

Conforme o critério microbiológico, o Ponto 2 foi classificado com Ótimo e Bom para coliformes termotolerantes e para *C. perfringens* nos dois semestres (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 - 2022	Média aritmética - 2017-2021
Nutrientes							
Fósforo Total	mg/kg	500*	65,4	134	0%	101	110
Nitrogênio Kjeldahl Total	mg/kg	1000*	122	358	0%	230	167
Potencial Redox	mV		-986	111		-133	2
Orgânicos							
Carbono Orgânico Total	%	1,3*	0,04	0,3	0%	0,12	0,08
Fenóis Totais	mg/kg		2,0	2,0		2,00	1,99
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
Acenafteno	µg/kg	6,71	88,9	6,00	6,00	0%	6,00
Acenaftileno	µg/kg	5,87	128	5,00	5,00	0%	5,00
Antraceno	µg/kg	46,9	245	20,00	20,00	0%	20,00
Benzo(a)antraceno	µg/kg	74,8	693	20,00	20,00	0%	20,00
Benzo(a)pireno	µg/kg	88,8	763	10,00	10,00	0%	10,00
Benzo(b)fluoranteno	µg/kg			20,00	20,00		20,00
Benzo(g,h,i)perileno	µg/kg			20,00	20,00		20,00
Benzo(k)fluoranteno	µg/kg			30,00	30,00		30,00
Criseno	µg/kg	108	846	20,00	20,00	0%	20,00
Dibenzo(a,h)antraceno	µg/kg	6,22	135	6,00	6,00	0%	6,00
Fenantreno	µg/kg	86,7	544	20,00	20,00	0%	20,00
Fluoranteno	µg/kg	113	1494	20,00	20,00	0%	20,00
Fluoreno	µg/kg	21,2	144	15,00	15,00	0%	15,00
Indeno(1,2,3-cd)pireno	µg/kg			20,00	20,00		20,00
Naftaleno	µg/kg	34,6	391	20,00	20,00	0%	20,00
Pireno	µg/kg	153	1398	20,00	20,00	0%	20,00
Metais		ISQG	PEL				
Alumínio Total	mg/kg			4153	11086		8296
Arsênio Total	mg/kg	7,24	41,6	2,7	5,3	0%	3,62
Cádmio Total	mg/kg	0,7	4,2	0,5	0,5	0%	0,50
Chumbo Total	mg/kg	30,2	112	5,8	9,6	0%	7,77
Cobre Total	mg/kg	18,7	108	4,0	4,0	0%	4,00
Cromo Total	mg/kg	52,3	160	6,8	14,0	0%	11,26
Estanho Total	mg/kg			5,0	5,0		5,00
Ferro Total	mg/kg			5870	13973		10179
Mercúrio Total	mg/kg	0,13	0,7	0,01	0,01	0%	0,01
Níquel Total	mg/kg	15,9	42,8	2,6	4,7	0%	3,61
Zinco Total	mg/kg	124	271	16,1	27,0	0%	20,70

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 OD, COT, Fósforo e Clorofila-a (Tabela 3.22) reduzindo a classificação para Regular em 2022, segundo o IQAC. O Fósforo apresentou 67% de não conformidades sendo o parâmetro que mais influenciou na classificação.

Segundo o IETC, na primeira campanha em abril, as concentrações de Clorofila-a (Tabela 3.2) variaram da condição Oligotrófica (pontos 1 e 2) a Eutrófica (ponto 3), já na segunda campanha em novembro, as concentrações de Clorofila-a indicaram condição Oligotrófica para os três pontos, com média anual indicativa de ambiente Mesotrófico, retornando à condição observada em 2019.

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 salobras Res. CONAMA nº 357/05	mín	máx	% NC	Média aritmética - 2022	Média aritmética - 2017-2021
Campo							
OD	mg/L	6,00	3,13	7,5	33%	6,51	6,75
pH		6,5 a 8,5	7,70	8,20	0%	8,04	8,11
Salinidade	ppt		31,83	35,58		33,12	34,14
Temperatura da Água	°C		23,3	26,1		24,3	22,8
Turbidez	UNT		1,0	10,0		3,7	2,5
Nutrientes							
Carbono Orgânico Total	mg/L	3	1,24	4,80	11%	2,09	1,85
Fósforo Total	mg/L	0,062	0,050	0,440	67%	0,18	0,07
Nitrogênio Amoniacal Total	mg/L	0,4	0,16	1,00	*	0,62	0,14
Nitrogênio Kjeldahl Total	mg/L		0,50	1,00		0,89	1,02
Outros							
Clorofila-a	µg/L	2,5**	0,56	3,46	17%	1,20	1,32
Fenóis Totais	mg/L	0,06	0,003	0,010	0%	0,004	0,003
Microbiológicos							
Enterococos	UFC/100mL	100	1	2	0%	1	1

Médias geométricas

Sem padrão legal

* LQ superior à Legislação

** 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 2022. A avaliação ecotoxicológica de sedimento, com o ensaio agudo, indicou qualidade Ótima no ponto 2 (Tabela 3.3), como observado nos últimos anos. 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 Itaguará

Parâmetro	Unidade	Padrão CCME, 2002		mín	máx	% NC (resultados acima de ISQG)	Média aritmética - 2022	Média aritmética - 2017-2021
Nutrientes								
Fósforo Total	mg/kg	500*		62,5	147	0%	99	80
Nitrogênio Kjeldahl Total	mg/kg	1000*		193	386	0%	316	171
Potencial Redox	mV			-50	113		60	71
Orgânicos								
Carbono Orgânico Total	%	1,3*		0,04	0,2	0%	0,12	0,09
Fenóis Totais	mg/kg			2,0	2,0		1,99	1,94
Óleos e Graxas Totais	mg/kg			350	350		350	458
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	70,00
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			5146	11945		8081	5012
Arsênio Total	mg/kg	7,24	41,6	2,6	4,9	0%	3,54	4,83
Cádmio Total	mg/kg	0,7	4,2	0,5	0,5	0%	0,50	0,40
Chumbo Total	mg/kg	30,2	112	5,8	10,5	0%	7,66	5,79
Cobre Total	mg/kg	18,7	108	4,0	4,0	0%	4,00	4,00
Cromo Total	mg/kg	52,3	160	9,8	15,1	0%	11,70	9,49
Estanho Total	mg/kg			5,0	5,0		5,00	3,53
Ferro Total	mg/kg			7279	12086		9526	8109
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	4,8	0%	3,34	2,69
Zinco Total	mg/kg	124	271	12,8	22,7	0%	17,10	14,42

Sem padrão legal

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

3.5.10 Canal de Bertioga

Qualidade da água

O Canal de Bertioga apresentou não conformidades para o OD, COT e Clorofila-a, obtendo a classificação Boa do IQAC em 2022 (Tabela 3.24).

Segundo o IETC, na primeira campanha as concentrações de Clorofila-a (Tabela 3.2) variaram da condição Mesotrófica (pontos 2 e 3) a Eutrófica (ponto 1), já na segunda campanha, as concentrações de Clorofila-a indicaram condição Oligotrófica (pontos 1 e 2) a Mesotrófica (ponto 3), com média anual indicativa de ambiente Mesotrófico, retornando à condição observada em 2019.

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

Parâmetro	Unidade	Padrão Classe 1 águas salobras Res. CONAMA nº 357/05	min	máx	% NC	Média aritmética - 2022	Média aritmética - 2017-2021
Campo							
OD	mg/L	5,00	3,22	6,73	44%	5,06	5,05
pH		6,5 a 8,5	7,20	8,00	0%	7,50	7,53
Salinidade	ppt		12,66	31,50		24,03	22,63
Temperatura da Água	°C		20,9	29,3		24,2	26,3
Turbidez	UNT		1,0	12,0		6,2	10,5
Nutrientes							
Carbono Orgânico Total	mg/L	3	1,79	5,53	78%	3,41	3,46
Fósforo Total	mg/L	0,124	0,050	0,070	0%	0,06	0,09
Nitrogênio Amoniacal Total	mg/L	0,4	0,12	1,00	*	0,63	0,29
Nitrogênio Kjeldahl Total	mg/L		1,00	1,00		1,00	0,95
Outros							
Clorofila-a	µg/L	10**	1,64	11,69	8%	4,98	9,11
Fenóis Totais	mg/L	0,06	0,003	0,007	0%	0,003	0,003
Microbiológicos							
Enterococos	UFC/100mL	100	1	28	0%	4	20

Médias geométricas

Sem padrão legal

* LQ superior à Legislação

** 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 (Tabela 3.5). 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 de toda a região possuem maiores quantidades de substâncias contaminantes e apresentam Potencial Redox negativo, ou seja, ambiente redutor. Essas características são mais acentuadas nas posições mais ao norte do canal.

Em 2022, foram mantidas as altas concentrações de nutrientes verificadas na série histórica no ponto 1 de não conformidades de COT (ambos os semestres) e NKT (apenas 1º semestre). Novamente verificou-se concentrações ligeiramente superiores aos valores orientadores de Chumbo (máximo de 41,9 mg/kg) e Mercúrio (0,17 mg/kg) ambos no ponto 1 além do Níquel em concentração muito próxima a ISQG, comportamento condizente com o histórico da área. Não foram verificadas ocorrências de não conformidade para os

HPAs. 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.

Considerando o critério microbiológico, as amostras do Ponto 2 foram classificadas como Ruins para coliformes termotolerantes nos dois semestres. Para *C. perfringens* a amostra do primeiro semestre foi classificada como Boa e no segundo semestre como Péssima (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		mín	máx	% NC (resultados acima de ISQG)	Média aritmética - 2022	Média aritmética - 2017-2021
Nutrientes								
Fósforo Total	mg/kg	700*		222	643	0%	445	414
Nitrogênio Kjeldahl Total	mg/kg	1500*		695	3748	33%	1868	1989
Potencial Redox	mV			-292	-102		-194	-196
Orgânicos								
Carbono Orgânico Total	%	1,8*		1,06	8,3	33%	3,36	3,02
Fenóis Totais	mg/kg			2,5	5,2		3,61	3,79
Óleos e Graxas Totais	mg/kg			350	620		488	619
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	26,30	0%	13,10	14,25
Benzo(b)fluoranteno	µg/kg			20,00	30,30		21,72	20,84
Benzo(g,h,i)perileno	µg/kg			20,00	28,90		21,48	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	20,02
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	44,30	0%	25,52	22,50
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	20,66
Naftaleno	µg/kg	34,6	391	20,00	20,00	0%	20,00	20,00
Pireno	µg/kg	153	1398	20,00	47,00	0%	26,32	23,15
Metais		ISQG	PEL					
Alumínio Total	mg/kg			16585	59196		33290	23147
Arsênio Total	mg/kg	7,24	41,6	4,4	11,8	33%	7,47	8,09
Cádmio Total	mg/kg	0,7	4,2	0,5	0,5	0%	0,50	0,41
Chumbo Total	mg/kg	30,2	112	11,7	41,9	33%	23,28	17,57
Cobre Total	mg/kg	18,7	108	4,0	16,9	0%	9,20	7,78
Cromo Total	mg/kg	52,3	160	12,7	47,5	0%	25,77	18,94
Estanho Total	mg/kg			5,0	5,0		5,00	3,59
Ferro Total	mg/kg			10625	33753		19865	17660
Mercúrio Total	mg/kg	0,13	0,7	0,01	0,17	33%	0,07	0,07
Níquel Total	mg/kg	15,9	42,8	4,6	17,7	33%	9,74	7,99
Zinco Total	mg/kg	124	271	26,9	88,5	0%	50,43	45,01

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 e Fósforo em todas as amostras e para COT, Nitrogênio Amoniacal e enterococos em 43%, 28% e 29% das amostras respectivamente reduzindo sua classificação para Ruim em 2022 (Tabela 3.26). Conforme observado anteriormente, apesar do LQ elevado para o Nitrogênio Amoniacal, foram realizados os cálculos utilizando o limite de 1mg/L no segundo semestre. Nota-se que neste ano foi introduzido o ponto 4, próximo à cava subaquática, onde foi confinada parte os sedimentos oriundos da dragagem do Canal de Piaçaguera. A classificação individual do ponto foi Boa enquanto os demais foram Ruins.

Segundo o IETC, em ambas as campanhas (março e setembro) de 2022, as concentrações de Clorofila-a (Tabela 3.2) indicaram condição Oligotrófica, com média anual indicativa de ambiente Oligotrófico, ou seja, de baixa trofia, exibindo melhora em relação às condições tróficas observadas em anos anteriores.

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

Parâmetro	Unidade	Padrão Classe 1 águas salobras Res. CONAMA nº 357/05	mín	máx	% NC	Média aritmética - 2022	Média aritmética - 2017-2021
Campo							
OD	mg/L	5,00	1,92	4,74	100%	3,67	4,79
pH		6,5 a 8,5	7,10	7,70	0%	7,28	7,64
Salinidade	ppt		10,66	29,98		22,95	22,75
Temperatura da Água	°C		20,6	27,8		23,7	25,4
Turbidez	UNT		1,9	8,5		4,6	6,8
Nutrientes							
Carbono Orgânico Total	mg/L	3	1,99	4,18	43%	2,84	3,05
Fósforo Total	mg/L	0,124	0,130	0,710	100%	0,27	0,27
Nitrogênio Amoniacal Total	mg/L	0,4	0,34	1,00	*	0,82	0,44
Nitrogênio Kjeldahl Total	mg/L		1,00	2,92		1,21	0,97
Outros							
Clorofila-a	µg/L	10**	0,56	1,60	0%	1,06	7,89
Fenóis Totais	mg/L	0,06	0,003	0,007	0%	0,003	0,003
Microbiológicos							
Enterococos	UFC/100mL	100	5	500	29%	45	47

■ Médias geométricas

■ Sem padrão legal

* LQ superior à Legislação

** 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 (Tabela 3.5) com tendência de acúmulo de substâncias, e apresentando Potencial Redox muito negativo. Os nutrientes excederam as concentrações de referência em 33% das amostras com concentrações de COT chegando a 4,6% no ponto 1, ligeiramente inferior ao registrado em 2021. Fósforo e Nitrogênio mantiveram médias próximas aos valores observados no quinquênio anterior.

Em relação aos metais e HPAs, verificou-se, de maneira geral, não conformidades ao longo dos pontos com a exceção do ponto 3 que apresenta poucas não conformidades de HPAs. Em todos os casos, observa-se pouca variação em relação aos resultados obtidos em 2021 e não houve ocorrências superiores a PEL como em outros anos. Na maior parte dos casos os valores máximos de concentração são observados até a metade da faixa entre ISQG/TEL e PEL. As médias estão mais baixas em relação ao quinquênio anterior também por conta da introdução do quarto ponto.

Nessa região, as amostras de sedimento dos pontos 1, 2 e 3 no primeiro semestre, e avaliadas nos ensaios ecotoxicológicos agudos, foram classificadas com qualidade Ótima (Tabela 3.3), como nos últimos quatro anos. Os resultados das análises químicas apresentaram concentrações acima dos ISQGs (CCME, 2002) para vários metais de uma forma geral, além de alguns HPAs no ponto 2 e Acenaftileno no ponto 3. Embora esses contaminantes tenham sido identificados acima dos valores de referência, não estavam biodisponíveis para causar efeito tóxico aos organismos-teste, uma vez que não foi observada toxicidade nos ensaios.

Com base no critério microbiológico, as amostras do ponto 2 na primeira e segunda campanha, foram classificadas como Péssima e Ruim para os coliformes termotolerantes. Quanto aos *C. perfringens* as amostras foram classificadas com Boa e Ruim (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 - 2022	Média aritmética - 2017-2021
Nutrientes								
Fósforo Total	mg/kg	700*		446	1711	88%	1181	1396
Nitrogênio Kjeldahl Total	mg/kg	1500*		891	2561	75%	1978	2332
Potencial Redox	mV			-262	-104		-195	-154
Orgânicos								
Carbono Orgânico Total	%	1,8*		1,23	4,6	88%	3,00	3,04
Fenóis Totais	mg/kg			3,4	5,3		4,54	4,78
Óleos e Graxas Totais	mg/kg			350	1490		1050	1162
Hidrocarbonetos Arom. Polinucleares		ISQG	PEL					
2-metilnaftaleno	µg/kg	20,2	201	20,00	20,00	0%	20,00	67,25
Acenafteno	µg/kg	6,71	88,9	6,00	53,80	75%	19,89	30,74
Acenaftileno	µg/kg	5,87	128	5,00	37,50	63%	14,86	11,14
Antraceno	µg/kg	46,9	245	20,00	132,00	38%	51,58	86,09
Benzo(a)antraceno	µg/kg	74,8	693	30,00	459,00	75%	205,58	264,41
Benzo(a)pireno	µg/kg	88,8	763	53,10	698,00	75%	277,71	391,08
Benzo(b)fluoranteno	µg/kg			55,40	502,00		233,91	304,19
Benzo(g,h,i)perileno	µg/kg			36,80	458,00		175,40	219,83
Benzo(k)fluoranteno	µg/kg			30,00	289,00		130,31	172,10
Criseno	µg/kg	108	846	30,80	437,00	63%	191,28	279,59
Dibenzo(a,h)antraceno	µg/kg	6,22	135	6,00	48,70	75%	25,00	40,15
Fenantreno	µg/kg	86,7	544	30,60	294,00	63%	122,88	182,59
Fluoranteno	µg/kg	113	1494	53,30	913,00	75%	356,54	543,12
Fluoreno	µg/kg	21,2	144	15,00	55,20	38%	24,79	38,34
Indeno(1,2,3-cd)pireno	µg/kg			41,90	402,00		166,93	232,56
Naftaleno	µg/kg	34,6	391	20,00	25,20	0%	21,18	30,98
Pireno	µg/kg	153	1398	67,80	1000,00	75%	403,28	617,27
Metais		ISQG	PEL					
Alumínio Total	mg/kg			39532	62715		51842	41372
Arsênio Total	mg/kg	7,24	41,6	9,4	13,4	100%	11,25	10,74
Cádmio Total	mg/kg	0,7	4,2	0,5	0,5	0%	0,50	0,47
Chumbo Total	mg/kg	30,2	112	25,7	48,4	88%	40,78	33,38
Cobre Total	mg/kg	18,7	108	8,8	32,2	88%	24,03	21,71
Cromo Total	mg/kg	52,3	160	35,9	55,8	38%	48,16	42,91
Estanho Total	mg/kg			5,0	10,4		5,68	3,87
Ferro Total	mg/kg			27142	40922		34713	35854
Mercúrio Total	mg/kg	0,13	0,7	0,15	0,44	100%	0,32	0,33
Níquel Total	mg/kg	15,9	42,8	13,4	23,7	88%	20,11	18,12
Zinco Total	mg/kg	124	271	65,1	145,0	38%	112,55	115,75

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 não houve ocorrência de não conformidade de OD em 2022, em contraste com ano anterior. Alterações meteorológicas e de intensidade de corrente podem explicar essa diferença, pois

podem favorecer a dispersão da pluma do emissário, de todo modo, as não conformidades de OD na região costumam ser com valores de concentração próximos ao limite legal. Foram verificadas não conformidades para os parâmetros COT, Fósforo e Enterococos (Tabela 3.28). A classificação da área pela média do IQAC se manteve Boa em 2022.

Quanto à eutrofização, segundo o IETC, na primeira campanha, as concentrações de Clorofila-a (Tabela 3.2) indicaram condição Oligotrófica para os quatro pontos. Na segunda campanha, foi observada a condição Mesotrófica, mesma condição refletida na média anual. Essa área apresenta uma diminuição nas concentrações de Clorofila-a em relação aos anos anteriores a 2020, em que foram efetuadas duas campanhas, podendo indicar uma melhora do estado trófico.

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 salobras Res. CONAMA n° 357/05	mín	máx	% NC	Média aritmética - 2022	Média aritmética - 2017-2021
Campo							
OD	mg/L	6,00	6,23	7,72	0%	6,85	6,11
pH		6,5 a 8,5	7,70	8,20	0%	7,98	8,05
Salinidade	ppt		34,17	36,38		35,18	34,86
Temperatura da Água	°C		18,8	27,7		22,8	25,0
Turbidez	UNT		1,0	6,0		2,3	2,2
Nutrientes							
Carbono Orgânico Total	mg/L	3	1,27	4,71	17%	2,61	1,46
Fósforo Total	mg/L	0,062**	0,050	0,090	38%	0,07	0,08
Nitrogênio Amoniacal Total	mg/L	0,4	0,10	1,00	*	0,58	0,24
Nitrogênio Kjeldahl Total	mg/L		1,00	1,00		1,00	0,90
Outros							
Clorofila-a	µg/L	2,5***	0,56	2,19	0%	1,11	1,70
Fenóis Totais	mg/L	0,06	0,003	0,007	0%	0,003	0,003
Microbiológicos							
Enterococos	UFC/100mL	100	1	1800	17%	5	7

Médias geométricas

Sem padrão legal

* LQ superior à Legislação

** o cálculo de não conformidades foi realizado com o valor do LQ de 0,07 mg/L (1º semestre)

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

Qualidade dos sedimentos

A granulometria do local apresentou maior quantidade de finos com Potencial Redox negativo (Tabela 3.5), não observada em locais sem a influência de emissários. 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. Diferentemente do ano anterior, apenas o Chumbo apresentou uma não conformidade no ponto 2, muito próxima a ISQG, o que pode indicar que os resultados de 2021 tenham sido atípicos. Será necessário observar o comportamento da região nos próximos anos para melhor avaliar esses resultados. Na avaliação ecotoxicológica realizada no sedimento do ponto 2, o ensaio agudo indicou qualidade Ótima (Tabela 3.3), como nos últimos quatro anos.

As análises químicas apresentaram concentrações de contaminantes acima dos padrões do ISQG (CCME, 2002), para Arsênio e Chumbo no ponto 2 (9,19 e 30,8 mg/kg, respectivamente). No entanto, essas substâncias não estavam biodisponíveis para causar efeito tóxico aos organismos-teste, uma vez que não foi observada toxicidade nos ensaios.

Com relação ao critério microbiológico, considerando os dois semestres, as densidades de coliformes termotolerantes classificaram as amostras como Ruim e Boa. Para o indicador *C. perfringens* as amostras foram classificadas como Boa e Ruim, respectivamente (Tabela 3.4).

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

Parâmetro	Unidade	Padrão CCME, 2002		mín	máx	% NC (resultados acima de ISQG)	Média aritmética - 2022	Média aritmética - 2017-2021
Nutrientes								
Fósforo Total	mg/kg	500*		216	468	0%	323	276
Nitrogênio Kjeldahl Total	mg/kg	1000*		804	2180	50%	1258	936
Potencial Redox	mV			-249	-87		-172	-152
Orgânicos								
Carbono Orgânico Total	%	1,3*		0,22	1,7	25%	0,90	0,83
Fenóis Totais	mg/kg			1,8	4,0		2,94	2,67
Óleos e Graxas Totais	mg/kg			350	424		369	469
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	18,10	0%	12,38	15,43
Benzo(b)fluoranteno	µg/kg			20,00	20,00		20,00	20,70
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	20,13
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	20,81
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	20,70
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	20,79
Metais		ISQG	PEL					
Alumínio Total	mg/kg			17156	45531		28083	19185
Arsênio Total	mg/kg	7,24	41,6	6,0	9,9	50%	7,58	6,68
Cádmio Total	mg/kg	0,7	4,2	0,5	0,5	0%	0,50	0,40
Chumbo Total	mg/kg	30,2	112	13,9	30,8	13%	21,21	16,52
Cobre Total	mg/kg	18,7	108	5,2	11,9	0%	7,82	6,06
Cromo Total	mg/kg	52,3	160	20,7	43,8	0%	29,95	23,53
Estanho Total	mg/kg			5,0	5,0		5,00	3,92
Ferro Total	mg/kg			17590	33036		23587	20910
Mercúrio Total	mg/kg	0,13	0,7	0,01	0,05	0%	0,03	0,03
Níquel Total	mg/kg	15,9	42,8	7,1	15,4	0%	10,64	8,38
Zinco Total	ma/kg	124	271	33,9	61,6	0%	46,65	39,13

Sem padrão legal

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

3.5.14 Área de influência do Emissário de Santos

Qualidade da água

Na área de influência do Emissário de Santos verificaram-se não conformidades dos parâmetros OD, COT, Fósforo, enterococos e Clorofila-a, mantendo a classificação Ruim em 2022.

Segundo o IETC, na primeira campanha, nos quatro pontos, as concentrações de Clorofila-a (Tabela 3.2) indicaram condições Eutróficas, já na segunda campanha, bem como na média anual foi observada a condição Supereutrófica, ou seja, extremamente eutrofizada, mantendo a classificação verificada desde 2015.

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 salobras Res. CONAMA nº 357/05	mín	máx	% NC	Média aritmética - 2022	Média aritmética - 2017-2021
Campo							
OD	mg/L	6,00	4,24	8,2	38%	6,43	6,24
pH		6,5 a 8,5	7,90	8,40	0%	8,08	7,99
Salinidade	ppt		26,86	35,11		32,08	33,27
Temperatura da Água	°C		21,7	25,8		24,2	24,4
Turbidez	UNT		3,7	12,0		5,7	3,0
Nutrientes							
Carbono Orgânico Total	mg/L	3	1,00	3,50	21%	1,97	2,01
Fósforo Total	mg/L	0,062**	0,060	0,150	73%	0,08	0,07
Nitrogênio Amoniacal Total	mg/L	0,4	0,15	1,00	*	0,61	0,17
Nitrogênio Kjeldahl Total	mg/L		1,00	1,00		1,00	0,92
Outros							
Clorofila-a	µg/L	2,5***	1,48	17,18	88%	8,84	7,85
Fenóis Totais	mg/L	0,06	0,003	0,010	0%	0,006	0,003
Microbiológicos							
Enterococos	UFC/100mL	100	27	9200	92%	480	119

Médias geométricas

Sem padrão legal

* LQ superior à Legislação

** o cálculo de não conformidades foi realizado com o valor do LQ de 0,07 mg/L (1º semestre)

*** 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 porcentagens altas areia fina (exceção no ponto 4 com predominância da fração argila) com valores de Potencial Redox negativos, indicando ambiente anaeróbio. Em 2022, foram observadas ocorrências esporádicas de não conformidades no ponto 4 - Fósforo, COT, Chumbo, Níquel e Acenafileno - todas no segundo semestre e próximas aos valores orientadores. Nota-se um valor elevado de Arsênio (17 mg/kg). O ensaio ecotoxicológico com o sedimento do ponto 2 indicou qualidade Ótima para esse ambiente (Tabela 3.3), mantendo a mesma classificação observada nos últimos quatro anos.

Considerando o critério microbiológico, as densidades de coliformes termotolerantes classificaram o ponto 2 como Péssimo nos dois semestres. 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		mín	máx	% NC (resultados acima de ISQG)	Média aritmética - 2022	Média aritmética - 2017-2021
Nutrientes								
Fósforo Total	mg/kg	500*		121	809	13%	244	261
Nitrogênio Kjeldahl Total	mg/kg	1000*		268	790	0%	480	948
Potencial Redox	mV			-207	35		-84	-149
Orgânicos								
Carbono Orgânico Total	%	1,3*		0,12	2,4	13%	0,51	0,46
Fenóis Totais	mg/kg			2,0	5,4		2,90	3,54
Óleos e Graxas Totais	mg/kg			350	522		373	615
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	7,70	13%	5,34	5,60
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	20,67
Benzo(a)pireno	µg/kg	88,8	763	10,00	17,60	0%	11,08	14,49
Benzo(b)fluoranteno	µg/kg			20,00	20,00		20,00	21,13
Benzo(g,h,i)perileno	µg/kg			20,00	21,60		20,20	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	23,30	0%	20,41	20,00
Fluoranteno	µg/kg	113	1494	20,00	23,30	0%	20,41	22,28
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	21,43
Naftaleno	µg/kg	34,6	391	20,00	20,00	0%	20,00	20,00
Pireno	µg/kg	153	1398	20,00	21,40	0%	20,18	21,90
Metais		ISQG	PEL					
Alumínio Total	mg/kg			8611	55814		16953	13935
Arsênio Total	mg/kg	7,24	41,6	3,7	17,0	13%	5,76	5,54
Cádmio Total	mg/kg	0,7	4,2	0,5	0,5	0%	0,50	0,40
Chumbo Total	mg/kg	30,2	112	6,6	43,0	13%	12,92	11,94
Cobre Total	mg/kg	18,7	108	4,0	18,6	0%	5,85	5,56
Cromo Total	mg/kg	52,3	160	13,2	50,4	0%	20,44	18,46
Estanho Total	mg/kg			5,0	5,0		5,00	6,28
Ferro Total	mg/kg			12919	34254		17174	17303
Mercúrio Total	mg/kg	0,13	0,7	0,01	0,07	0%	0,03	0,02
Níquel Total	mg/kg	15,9	42,8	3,7	20,5	13%	6,92	6,18
Zinco Total	mg/kg	124	271	23,2	84,4	0%	35,93	37,13

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 conformidades para os parâmetros OD, COT, Fósforo, Nitrogênio Amoniacal e Enterococos, reduzindo sua classificação para Ruim pelos critérios do IQAC em relação a 2021. Não foi possível realizar a avaliação do parâmetro Fósforo no primeiro semestre por problemas operacionais.

Segundo o IETC, em ambas as campanhas, bem como na média anual, as concentrações de Clorofila-a (Tabela 3.2) indicaram condição Oligotrófica, ou seja, ambiente com baixa trofia, indicando uma melhora em relação às concentrações de Clorofila-a obtidas nos anos anteriores.

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 - 2022	Média aritmética - 2017-2021
Campo							
OD	mg/L	5,00	3,66	5,43	78%	4,45	5,00
pH		6,5 a 8,5	7,30	8,00	0%	7,59	7,83
Salinidade	ppt		19,90	33,52		27,72	27,63
Temperatura da Água	°C		20,6	27,8		23,8	25,7
Turbidez	UNT		4,1	10,0		5,8	9,9
Nutrientes							
Carbono Orgânico Total	mg/L	3	1,31	3,42	6%	2,52	2,90
Fósforo Total	mg/L	0,124	0,110	0,310	78%	0,16	0,13
Nitrogênio Amoniacal Total	mg/L	0,4	0,22	2,41	*	0,82	0,33
Nitrogênio Kjeldahl Total	mg/L		1,00	1,00		1,00	0,95
Outros							
Clorofila-a	µg/L	10**	1,19	2,67	0%	1,88	3,20
Fenóis Totais	mg/L	0,06	0,003	0,006	0%	0,003	0,003
Microbiológicos							
Enterococos	UFC/100mL	100	13	590	61%	105	155

Médias geométricas

Sem padrão legal

* LQ superior à Legislação

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

Qualidade dos sedimentos

Os sedimentos da região apresentaram granulometria predominantemente fina (Tabela 3.5) com tendência de acúmulo de substâncias nos pontos 1 e 2. Geralmente a área exibe altas concentrações de nutrientes e resultados de Potencial Redox substancialmente negativo indicando ambiente onde ocorre degradação anaeróbia da matéria orgânica. As concentrações de nutrientes são mais elevadas nos pontos 2 e 3 que estão mais ao norte e com maiores porcentagens de frações mais finas. Foram verificadas não conformidades de diversos metais e HPAs no ponto 2 consistentes com o histórico da área. Os demais pontos apresentaram melhora apesar das ocorrências de metais no ponto 3. O Mercúrio apresentou concentrações próximas a 0,4 mg/kg no ponto 2, aproximadamente no meio da faixa de concentração entre ISQG e PEL, enquanto todos os demais resultados não conformes de metais e HPAs se situaram próximos a ISQG.

Nessa região, o sedimento do ponto 2 avaliado no ensaio ecotoxicológico agudo foi classificado com qualidade Ótima (Tabela 3.3), como nos últimos quatro anos. O ponto 2 apresentou concentrações de vários metais e HPAs acima de ISQG, no entanto, estes contaminantes provavelmente não estavam biodisponíveis para causar efeito tóxico sobre os organismos-teste.

No aspecto microbiológico, considerando os dois semestres, as densidades de coliformes termotolerantes classificaram as amostras do ponto 2 como Péssima e Ruim, respectivamente. Quanto ao *C.perfringens*, as amostras foram classificadas como Boa e Péssima (Tabela 3.4).

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

Parâmetro	Unidade	Padrão CCME, 2002		mín	máx	% NC (resultados acima de ISQG)	Média aritmética - 2022	Média aritmética - 2017-2021
Nutrientes								
Fósforo Total	mg/kg	700*		375	899	17%	558	451
Nitrogênio Kjeldahl Total	mg/kg	1500*		804	2166	67%	1615	1596
Potencial Redox	mV			-183	-63		-135	-154
Orgânicos								
Carbono Orgânico Total	%	1,8*		0,97	3,0	67%	1,95	1,39
Fenóis Totais	mg/kg			2,8	6,7		4,37	3,63
Óleos e Graxas Totais	mg/kg			350	796		627	550
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	6,88
Acenaftileno	µg/kg	5,87	128	5,00	5,00	0%	5,00	5,74
Antraceno	µg/kg	46,9	245	20,00	20,00	0%	20,00	24,81
Benzo(a)antraceno	µg/kg	74,8	693	20,00	162,00	33%	56,83	53,31
Benzo(a)pireno	µg/kg	88,8	763	10,00	219,00	33%	94,37	83,23
Benzo(b)fluoranteno	µg/kg			20,00	207,00		83,77	66,84
Benzo(g,h,i)perileno	µg/kg			20,00	169,00		74,30	93,63
Benzo(k)fluoranteno	µg/kg			30,00	97,10		53,25	46,13
Criseno	µg/kg	108	846	20,00	142,00	33%	62,00	66,26
Dibenzo(a,h)antraceno	µg/kg	6,22	135	6,00	26,80	33%	12,13	11,01
Fenantreno	µg/kg	86,7	544	20,00	83,40	0%	38,35	50,89
Fluoranteno	µg/kg	113	1494	20,00	178,00	33%	75,92	102,81
Fluoreno	µg/kg	21,2	144	15,00	15,00	0%	15,00	15,26
Indeno(1,2,3-cd)pireno	µg/kg			20,00	161,00		49,03	62,99
Naftaleno	µg/kg	34,6	391	20,00	20,00	0%	20,00	20,00
Pireno	µg/kg	153	1398	20,00	218,00	33%	92,20	93,36
Metais		ISQG	PEL					
Alumínio Total	mg/kg			31873	62453		46347	28118
Arsênio Total	mg/kg	7,24	41,6	9,8	13,4	100%	10,90	8,18
Cádmio Total	mg/kg	0,7	4,2	0,5	0,5	0%	0,50	0,41
Chumbo Total	mg/kg	30,2	112	22,5	101,0	67%	46,43	30,35
Cobre Total	mg/kg	18,7	108	7,9	25,6	50%	17,68	12,87
Cromo Total	mg/kg	52,3	160	31,9	55,7	17%	44,47	28,13
Estanho Total	mg/kg			5,0	6,3		5,21	3,55
Ferro Total	mg/kg			21148	34388		28428	20868
Mercúrio Total	mg/kg	0,13	0,7	0,02	0,41	50%	0,19	0,12
Níquel Total	mg/kg	15,9	42,8	11,8	21,1	67%	16,28	10,75
Zinco Total	mg/kg	124	271	52,1	107,0	0%	82,85	58,46

Sem padrão legal

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

3.5.15 Canal de São Vicente

Qualidade da água

No Canal de São Vicente foram verificadas não conformidades para os parâmetros OD, COT, Fósforo, Nitrogênio Amoniacal e enterococos, resultando na classificação Ruim segundo o IQAC em 2022. O melhor índice obtido em 2021 deve ter sido atípico em parte devido à ausência de resultados de Fósforo por questões operacionais.

Segundo o IETC, em ambas as campanhas, bem como na média anual, as concentrações de Clorofila-a (Tabela 3.2) indicaram condição Oligotrófica, ou seja, ambiente com baixa trofia, mostrando uma melhora em relação aos anos anteriores.

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 n° 357/05	mín	máx	% NC	Média aritmética - 2022	Média aritmética - 2017-2021
Campo							
OD	mg/L	5,00	2,27	5,68	89%	3,66	5,11
pH		6,5 a 8,5	6,80	7,40	0%	7,16	7,61
Salinidade	ppt		9,15	27,83		20,19	22,00
Temperatura da Água	°C		20,6	26,3		23,3	26,1
Turbidez	UNT		3,4	11,0		5,6	7,2
Nutrientes							
Carbono Orgânico Total	mg/L	3	2,70	5,87	83%	4,25	3,66
Fósforo Total	mg/L	0,124	0,060	0,260	56%	0,16	0,14
Nitrogênio Amoniacal Total	mg/L	0,4	0,56	1,12	*	0,83	0,43
Nitrogênio Kjeldahl Total	mg/L		1,00	1,00		1,00	0,97
Outros							
Clorofila-a	µg/L	10**	0,56	2,29	0%	1,38	12,19
Fenóis Totais	mg/L	0,06	0,003	0,003	0%	0,003	0,003
Microbiológicos							
Enterococos	UFC/100mL	100	62	260	78%	141	78

■ Médias geométricas

■ Sem padrão legal

* LQ superior à Legislação

** 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) (Tabela 3.5), 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. O ponto 3 apresenta diversas não conformidades em ambos os semestres, enquanto os demais pontos não apresentaram não conformidades em 2022.

Os sedimentos do ponto 3 apresentaram ocorrência de concentrações elevadas de COT (máximo de 3,25% no segundo semestre) e NKT (1907 mg/kg no primeiro semestre, sem dados no segundo) e algumas não conformidades de HPAs ligeiramente superiores a ISQG. Os metais mantiveram a frequência e amplitude de não conformidades dos anos anteriores, apresentando concentrações mais próximas de ISQG com destaque para o Mercúrio que manteve os níveis de concentração mais baixos (0,45 e 0,36 mg/kg) depois do resultado elevado observado em 2020 (1,04 mg/kg). As ocorrências de substâncias diversas são comuns no ponto 3 dado o passivo ambiental de região e de sua proximidade com o entroncamento com os canais de Santos e Piaçaguera, sendo este último corpo receptor dos efluentes das indústrias de Cubatão.

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.

Com base no critério microbiológico, as densidades de coliformes termotolerantes classificaram as amostras do Ponto 2 como Péssima e Boa. Com relação ao *C. perfringens*, as amostras foram classificadas como Ótima e Boa (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 - 2022	Média aritmética - 2017-2021
Nutrientes								
Fósforo Total	mg/kg	700*		68,2	672	0%	292	234
Nitrogênio Kjeldahl Total	mg/kg	1500*		197	1907	33%	815	923
Potencial Redox	mV			-213	-74		-156	-124
Orgânicos								
Carbono Orgânico Total	%	1,8*		0,18	3,3	33%	1,31	1,10
Fenóis Totais	mg/kg			2,0	4,4		2,90	2,84
Óleos e Graxas Totais	mg/kg			350	471		390	466
Hidrocarbonetos Arom. Polinucleares		ISQG	PEL					
2-metilnaftaleno	µg/kg	20,2	201	20,00	22,70	20%	20,54	23,21
Acenafteno	µg/kg	6,71	88,9	6,00	11,10	17%	6,85	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	22,20	0%	20,37	20,57
Benzo(a)antraceno	µg/kg	74,8	693	20,00	68,60	0%	33,53	27,45
Benzo(a)pireno	µg/kg	88,8	763	10,00	135,00	17%	43,22	43,61
Benzo(b)fluoranteno	µg/kg			20,00	110,00		43,23	47,51
Benzo(g,h,i)perileno	µg/kg			20,00	106,00		41,80	82,64
Benzo(k)fluoranteno	µg/kg			30,00	62,20		37,98	35,19
Criseno	µg/kg	108	846	20,00	98,00	0%	36,68	33,79
Dibenzo(a,h)antraceno	µg/kg	6,22	135	6,00	15,80	33%	8,72	8,95
Fenantreno	µg/kg	86,7	544	20,00	84,30	0%	35,35	31,11
Fluoranteno	µg/kg	113	1494	20,00	139,00	17%	49,13	40,72
Fluoreno	µg/kg	21,2	144	15,00	15,50	0%	15,08	15,24
Indeno(1,2,3-cd)pireno	µg/kg			20,00	58,70		32,88	37,04
Naftaleno	µg/kg	34,6	391	20,00	20,00	0%	20,00	20,28
Pireno	µg/kg	153	1398	20,00	126,00	0%	48,87	47,84
Metais		ISQG	PEL					
Alumínio Total	mg/kg			5643	56853		23583	15416
Arsênio Total	mg/kg	7,24	41,6	2,0	10,6	33%	5,02	4,56
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	44,4	33%	18,50	13,79
Cobre Total	mg/kg	18,7	108	4,0	26,5	33%	11,34	9,78
Cromo Total	mg/kg	52,3	160	5,4	54,4	17%	22,70	16,61
Estanho Total	mg/kg			5,0	5,0		5,00	3,57
Ferro Total	mg/kg			2972	35788		14349	11588
Mercúrio Total	mg/kg	0,13	0,7	0,01	0,45	33%	0,15	0,16
Níquel Total	mg/kg	15,9	42,8	2,3	20,3	33%	8,57	6,36
Zinco Total	mg/kg	124	271	10,7	120,0	0%	48,95	38,68

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, COT, Fósforo, enterococos e Clorofila-a, classificando a área na categoria Regular em 2022 conforme o IQAC. As não conformidades foram observadas, em sua maioria, no segundo semestre e a piora da classificação em relação a 2021 se deve principalmente pela quantidade de não conformidades de Clorofila-a e pelo Fósforo.

Segundo o IETC, na primeira campanha, as concentrações de Clorofila-a (Tabela 3.2), nos quatro pontos, indicaram condições tróficas que variaram de Mesotrófica (pontos 1, 2 e 4) a Eutrófica (ponto 3). Já na segunda campanha, todos os pontos foram classificados como Supereutróficos, ou extremamente eutrofizados. Na média anual, as concentrações de Clorofila-a (Tabela 3.2) foram indicativas de ambiente com condição Eutrófica, ou seja, já eutrofizado, mesma condição observada em 2018 e 2019.

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 salobras Res. CONAMA nº 357/05	mín	máx	% NC	Média aritmética - 2022	Média aritmética - 2017-2021
Campo							
OD	mg/L	6,00	6,57	8,77	0%	7,32	6,42
pH		6,5 a 8,5	8,00	8,30	0%	8,08	7,99
Salinidade	ppt		26,82	34,30		31,94	34,28
Temperatura da Água	°C		22,5	26,1		24,4	24,1
Turbidez	UNT		1,0	8,7		2,7	3,0
Nutrientes							
Carbono Orgânico Total	mg/L	3	1,00	3,70	17%	2,00	1,73
Fósforo Total	mg/L	0,062	0,060	0,090	83%	0,07	0,07
Nitrogênio Amoniacal Total	mg/L	0,4	0,10	1,00	*	0,56	0,13
Nitrogênio Kjeldahl Total	mg/L		1,00	1,00		1,00	0,91
Outros							
Clorofila-a	µg/L	2,5**	1,07	10,69	63%	4,56	3,53
Fenóis Totais	mg/L	0,06	0,003	0,009	0%	0,005	0,003
Microbiológicos							
Enterococos	UFC/100mL	100	1	1400	17%	14	15

■ Médias geométricas

■ Sem padrão legal

* LQ superior à Legislação

** 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 em todos os pontos (Tabela 3.5) e há apenas uma não conformidade de NKT no ponto 1 (1º semestre). Verifica-se uma diminuição geral nas médias das concentrações interrompendo a série de aumentos verificados nos últimos anos. Na avaliação ecotoxicológica, o sedimento

do ponto 2 não apresentou toxicidade e foi classificado com qualidade Ótima (Tabela 3.3), como nos quatro anos anteriores.

Quanto à qualidade microbiológica no ponto 2, as densidades de coliformes termotolerantes classificaram as amostras como Péssima e Ruim. Já para o *C. perfringens*, foram classificadas como Ótimas nos dois semestres (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 - 2022	Média aritmética - 2017-2021
Nutrientes							
Fósforo Total	mg/kg	500*	122	362	0%	206	413
Nitrogênio Kjeldahl Total	mg/kg	1000*	525	1343	25%	803	1370
Potencial Redox	mV		-141	86		-63	-116
Orgânicos							
Carbono Orgânico Total	%	1,3*	0,08	0,9	0%	0,43	1,06
Fenóis Totais	mg/kg		2,0	2,3		2,10	3,11
Óleos e Graxas Totais	mg/kg		350	656		428	569
Hidrocarbonetos Arom. Polinucleares		ISQG	PEL				
2-metilnaftaleno	µg/kg	20,2	201	20,00	20,00	0%	20,00
Acenafteno	µg/kg	6,71	88,9	6,00	6,00	0%	6,00
Acenaftileno	µg/kg	5,87	128	5,00	5,00	0%	5,00
Antraceno	µg/kg	46,9	245	20,00	20,00	0%	20,00
Benzo(a)antraceno	µg/kg	74,8	693	20,00	20,00	0%	20,00
Benzo(a)pireno	µg/kg	88,8	763	10,00	10,00	0%	10,00
Benzo(b)fluoranteno	µg/kg			20,00	20,00		20,00
Benzo(g,h,i)perileno	µg/kg			20,00	20,00		80,00
Benzo(k)fluoranteno	µg/kg			30,00	30,00		30,00
Criseno	µg/kg	108	846	20,00	20,00	0%	20,00
Dibenzo(a,h)antraceno	µg/kg	6,22	135	6,00	6,00	0%	6,00
Fenantreno	µg/kg	86,7	544	20,00	20,00	0%	20,00
Fluoranteno	µg/kg	113	1494	20,00	20,00	0%	20,00
Fluoreno	µg/kg	21,2	144	15,00	15,00	0%	15,00
Indeno(1,2,3-cd)pireno	µg/kg			20,00	20,00		20,00
Naftaleno	µg/kg	34,6	391	20,00	20,00	0%	20,00
Pireno	µg/kg	153	1398	20,00	20,00	0%	20,00
Metais		ISQG	PEL				
Alumínio Total	mg/kg			6587	29981		14420
Arsênio Total	mg/kg	7,24	41,6	4,3	9,0	13%	5,82
Cádmio Total	mg/kg	0,7	4,2	0,5	0,5	0%	0,50
Chumbo Total	mg/kg	30,2	112	6,1	21,4	0%	11,46
Cobre Total	mg/kg	18,7	108	4,0	8,0	0%	4,80
Cromo Total	mg/kg	52,3	160	12,1	33,3	0%	19,31
Estanho Total	mg/kg			5,0	41,0		9,50
Ferro Total	mg/kg			11307	25931		16844
Mercúrio Total	mg/kg	0,13	0,7	0,01	0,03	0%	0,02
Níquel Total	mg/kg	15,9	42,8	3,2	11,8	0%	6,15
Zinco Total	mg/kg	124	271	19,9	50,4	0%	29,78

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 OD, COT, enterococos e Clorofila-a apresentaram não conformidades, sendo os dois últimos apenas no ponto 3 que obteve a classificação mais baixa. A média do IQAC manteve a área na categoria Regular assim como nos 2 anos anteriores.

Segundo o IETC, na primeira campanha, as concentrações de Clorofila-a (Tabela 3.2) indicaram condição que variou de Oligotrófica (ponto 2) a Mesotrófica (pontos 1 e 3). Na segunda campanha, todos os pontos foram classificados como Mesotróficos. Na média anual essa área foi classificada como Mesotrófica, mesma condição observada em 2019, sendo que era Eutrófica nos anos anteriores.

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 salobras Res. CONAMA n° 357/05	mín	máx	% NC	Média aritmética - 2022	Média aritmética - 2017-2021
Campo							
OD	mg/L	6,00	5,91	7,42	17%	6,54	6,47
pH		6,5 a 8,5	7,70	8,20	0%	8,02	8,08
Salinidade	ppt		18,83	36,30		32,23	32,59
Temperatura da Água	°C		20,3	28,8		23,4	24,1
Turbidez	UNT		1,0	13,0		4,6	7,2
Nutrientes							
Carbono Orgânico Total	mg/L	3	2,40	5,00	56%	3,59	1,66
Fósforo Total	mg/L	0,062**	0,050	0,070	0%	0,06	0,07
Nitrogênio Amoniacal Total	mg/L	0,4	0,10	1,00	*	0,55	0,13
Nitrogênio Kjeldahl Total	mg/L		1,00	1,00		1,00	0,99
Outros							
Clorofila-a	µg/L	2,5***	0,56	2,74	8%	1,51	2,92
Fenóis Totais	mg/L	0,06	0,003	0,004	0%	0,003	0,003
Microbiológicos							
Enterococos	UFC/100mL	100	1	230	11%	11	3

■ Médias geométricas

■ Sem padrão legal

* LQ superior à Legislação

** o cálculo de não conformidades foi realizado com o valor do LQ de 0,07 mg/L (1º semestre)

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

Qualidade dos sedimentos

Em relação parâmetros físico-químicos exceto o Arsênio que é natural na região, não foram identificadas ocorrências de concentrações acima dos valores orientadores, mantendo o comportamento histórico e condizente com a hidrodinâmica local e a maior fração granulométrica (areia fina) (Tabela 3.5). Com relação à avaliação ecotoxicológica o sedimento do ponto 2 foi classificado com qualidade Ótima (Tabela 3.3), como observado nos últimos quatro anos.

Quanto ao aspecto microbiológico, todas as amostras foram classificadas como Ótimas para coliformes termotolerantes e para *C. perfringens* nos dois semestres (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 - 2022	Média aritmética - 2017-2021
Nutrientes								
Fósforo Total	mg/kg	500*		122	177	0%	145	155
Nitrogênio Kjeldahl Total	mg/kg	1000*		131	155	0%	142	409
Potencial Redox	mV			44	124		91	68
Orgânicos								
Carbono Orgânico Total	%	1,3*		0,08	0,3	0%	0,13	0,17
Fenóis Totais	mg/kg			1,9	2,1		2,00	2,82
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	70,00
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			7033	11270		8732	6984
Arsênio Total	mg/kg	7,24	41,6	6,5	8,0	33%	7,07	6,72
Cádmio Total	mg/kg	0,7	4,2	0,5	0,5	0%	0,50	0,32
Chumbo Total	mg/kg	30,2	112	7,3	11,2	0%	8,90	8,47
Cobre Total	mg/kg	18,7	108	4,0	4,1	0%	4,01	4,16
Cromo Total	mg/kg	52,3	160	12,2	16,4	0%	13,97	13,00
Estanho Total	mg/kg			5,0	5,0		5,00	2,36
Ferro Total	mg/kg			13071	15148		13950	14572
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	3,4	5,0	0%	4,14	3,78
Zinco Total	mg/kg	124	271	20,2	26,0	0%	23,23	22,73

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 os parâmetros OD, COT e Fósforo apresentaram não conformidades. A área foi classificada como Regular em 2022, segundo o IQAC, mostrando uma piora em relação aos anos anteriores.

Segundo o IETC, na primeira campanha, as concentrações de Clorofila-a (Tabela 3.2) indicaram condição que variou de Oligotrófica (pontos 1 e 3) a Mesotrófica (pontos 2 e 4). Na segunda campanha os pontos de 1 a 3 foram classificados como Oligotróficos e o ponto 4 Mesotrófico. Na média anual, essa área foi classificada como Mesotrófica, exibindo uma melhora em relação aos anos anteriores.

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 salobras Res. CONAMA n° 357/05	mín	máx	% NC	Média aritmética - 2022	Média aritmética - 2017-2021
Campo							
OD	mg/L	6,00	3,74	7,5	20%	6,05	6,63
pH		6,5 a 8,5	7,60	8,10	0%	7,97	8,06
Salinidade	ppt		31,34	35,68		33,90	31,85
Temperatura da Água	°C		22,8	28,2		26,3	23,3
Turbidez	UNT		1,0	45,0		9,3	10,7
Nutrientes							
Carbono Orgânico Total	mg/L	3	2,90	11,30	95%	5,86	2,01
Fósforo Total	mg/L	0,062**	0,050	0,100	20%	0,07	0,09
Nitrogênio Amoniacal Total	mg/L	0,4	0,10	1,00	*	0,55	0,13
Nitrogênio Kjeldahl Total	mg/L		1,00	1,00		1,00	0,99
Outros							
Clorofila-a	µg/L	2,5***	0,56	1,92	0%	0,91	4,92
Fenóis Totais	mg/L	0,06	0,003	0,010	0%	0,005	0,003
Microbiológicos							
Enterococos	UFC/100mL	100	1	2	0%	1	5

 Médias geométricas

 Sem padrão legal

* LQ superior à Legislação

** o cálculo de não conformidades foi realizado com o valor do LQ de 0,07 mg/L (1º semestre)

*** 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 finos (até 44% no ponto 1) (Tabela 3.5). O Potencial Redox é bastante negativo e se relaciona a ocorrência de concentrações de NKT elevadas (máximo de 2397 mg/kg no ponto 1), mas com apenas uma ocorrência de não conformidade nesse ponto em 2022 no primeiro semestre. Há uma ocorrência de não conformidade de COT no mesmo ponto e semestre (concentração de 1,47%). Não há não conformidades para metais e HPAs à exceção dos valores naturais de Arsênio.

O ensaio ecotoxicológico do sedimento do ponto 2 indicou qualidade Ótima para esse ambiente (Tabela 3.3) como observado nos últimos quatro anos. O ponto 2 apresentou concentrações de Arsênio (9,91 mg/kg), acima de ISQG, no entanto, este contaminante provavelmente não estava biodisponível para causar efeito tóxico sobre os organismos-teste.

Quanto ao aspecto microbiológico, as amostras do Rio Preto foram classificadas como Ótimas para ambos os indicadores nos dois semestres (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 - 2022	Média aritmética - 2017-2021
Nutrientes							
Fósforo Total	mg/kg	500*	195	480	0%	313	312
Nitrogênio Kjeldahl Total	mg/kg	1000*	581	2397	33%	1266	1107
Potencial Redox	mV		-221	-54		-138	-126
Orgânicos							
Carbono Orgânico Total	%	1,3*	0,45	1,5	17%	0,83	0,70
Fenóis Totais	mg/kg		2,2	4,5		2,85	2,86
Óleos e Graxas Totais	mg/kg		350	350		350	368
Hidrocarbonetos Arom. Polinucleares		ISQG	PEL				
2-metilnaftaleno	µg/kg	20,2	201	20,00	20,00	0%	20,00
Acenafteno	µg/kg	6,71	88,9	6,00	6,00	0%	6,00
Acenaftileno	µg/kg	5,87	128	5,00	5,00	0%	5,00
Antraceno	µg/kg	46,9	245	20,00	20,00	0%	20,00
Benzo(a)antraceno	µg/kg	74,8	693	20,00	20,00	0%	20,00
Benzo(a)pireno	µg/kg	88,8	763	10,00	10,00	0%	10,00
Benzo(b)fluoranteno	µg/kg			20,00	20,00		20,00
Benzo(g,h,i)perileno	µg/kg			20,00	20,00		20,00
Benzo(k)fluoranteno	µg/kg			30,00	30,00		30,00
Criseno	µg/kg	108	846	20,00	20,00	0%	20,00
Dibenzo(a,h)antraceno	µg/kg	6,22	135	6,00	6,00	0%	6,00
Fenantreno	µg/kg	86,7	544	20,00	20,00	0%	20,00
Fluoranteno	µg/kg	113	1494	20,00	20,00	0%	20,00
Fluoreno	µg/kg	21,2	144	15,00	15,00	0%	15,00
Indeno(1,2,3-cd)pireno	µg/kg			20,00	20,00		20,00
Naftaleno	µg/kg	34,6	391	20,00	20,00	0%	20,00
Pireno	µg/kg	153	1398	20,00	20,00	0%	20,00
Metais		ISQG	PEL				
Alumínio Total	mg/kg			14629	33737		23561
Arsênio Total	mg/kg	7,24	41,6	5,5	12,2	50%	8,41
Cádmio Total	mg/kg	0,7	4,2	0,5	0,5	0%	0,50
Chumbo Total	mg/kg	30,2	112	13,8	27,6	0%	20,17
Cobre Total	mg/kg	18,7	108	4,4	10,2	0%	6,80
Cromo Total	mg/kg	52,3	160	18,4	37,3	0%	26,75
Estanho Total	mg/kg			5,0	5,0		5,00
Ferro Total	mg/kg			16102	27403		21371
Mercúrio Total	mg/kg	0,13	0,7	0,01	0,02	0%	0,01
Níquel Total	mg/kg	15,9	42,8	5,9	13,4	0%	9,26
Zinco Total	mg/kg	124	271	30,3	54,3	0%	41,25

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 e Fósforo apresentaram não conformidade na área, sendo mantida a classificação Boa em 2022. Novamente não foram observadas concentrações elevadas de Clorofila-a, ocorrências comuns até 2020.

Segundo o IETC, na primeira campanha em maio, as concentrações de Clorofila-a (Tabela 3.2) indicaram condição que variaram de Oligotrófica (ponto 2) a Mesotrófica (pontos 1 e 3). Na segunda campanha em outubro todos os pontos foram classificados como Oligotróficos. Na média anual, essa área foi classificada como Oligotrófica, exibindo melhora em relação aos 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 n° 357/05	mín	máx	% NC	Média aritmética - 2022	Média aritmética - 2017-2021
Campo							
OD	mg/L	5,00	5,88	7,8	0%	6,97	7,19
pH		6,5 a 8,5	6,80	7,30	0%	7,07	7,23
Salinidade	ppt		0,03	5,38		0,79	3,40
Temperatura da Água	°C		21,1	24,7		23,0	23,2
Turbidez	UNT		8,6	75,0		25,2	30,3
Nutrientes							
Carbono Orgânico Total	mg/L	3	2,40	18,60	50%	5,68	4,24
Fósforo Total	mg/L	0,124	0,050	0,170	29%	0,10	0,14
Nitrogênio Amoniacal Total	mg/L	0,4	0,10	1,00	*	0,55	0,23
Nitrogênio Kjeldahl Total	mg/L		1,00	1,00		1,00	1,00
Outros							
Clorofila-a	µg/L	10**	0,56	5,35	0%	2,14	9,18
Fenóis Totais	mg/L	0,06	0,003	0,010	0%	0,004	0,003
Microbiológicos							
Enterococos	UFC/100mL	100	13	51	0%	26	27

Médias geométricas

Sem padrão legal

* LQ superior à Legislação

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

Qualidade dos sedimentos

Não foram observadas não conformidades no sedimento da região à exceção de uma ocorrência de Chumbo no ponto 3 (32,4 mg/kg) próxima ao ISQG (30,2 mg/kg). No ano anterior foram identificados Cobre, Cromo e Níquel além de alguns nutrientes em desacordo com os valores orientadores. Nota-se que a granulometria da região apresentou resultados com maior ocorrência de frações mais grossas com predominância de areia média no ponto 2 (Tabela 3.5). No geral os resultados costumam apresentar uma presença um pouco maior de argila e silte do que o observado este ano.

A avaliação ecotoxicológica da amostra de sedimento do ponto 2 dessa área indicou qualidade Ótima para esse ambiente (Tabela 3.3), como observado nos últimos quatro anos. Não foram determinados contaminantes químicos acima de ISQG nesse ponto.

Em relação à poluição fecal, a amostra do ponto 2 coletada nos dois semestres foi classificada como Ruim e Péssima considerando os coliformes termotolerantes e como Boa e Ruim 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

Parâmetro	Unidade	Padrão CCME, 2002	mín	máx	% NC (resultados acima de ISQG)	Média aritmética - 2022	Média aritmética - 2017-2021
Nutrientes							
Fósforo Total	mg/kg	700*	130	369	0%	219	382
Nitrogênio Kjeldahl Total	mg/kg	1500*	198	434	0%	296	627
Potencial Redox	mV		-150	41		-96	-27
Orgânicos							
Carbono Orgânico Total	%	1,8*	0,18	0,9	0%	0,45	0,65
Fenóis Totais	mg/kg		2,1	2,4		2,21	2,37
Óleos e Graxas Totais	mg/kg		350	350		350	458
Hidrocarbonetos Arom. Polinucleares		ISQG	PEL				
2-metilnaftaleno	µg/kg	20,2	201	20,00	20,00	0%	20,00
Acenafteno	µg/kg	6,71	88,9	6,00	6,00	0%	6,00
Acenaftileno	µg/kg	5,87	128	5,00	5,00	0%	5,00
Antraceno	µg/kg	46,9	245	20,00	20,00	0%	20,00
Benzo(a)antraceno	µg/kg	74,8	693	20,00	20,00	0%	20,00
Benzo(a)pireno	µg/kg	88,8	763	10,00	10,00	0%	10,00
Benzo(b)fluoranteno	µg/kg			20,00	20,00		20,00
Benzo(g,h,i)perileno	µg/kg			20,00	20,00		20,00
Benzo(k)fluoranteno	µg/kg			30,00	30,00		30,00
Criseno	µg/kg	108	846	20,00	20,00	0%	20,00
Dibenzo(a,h)antraceno	µg/kg	6,22	135	6,00	6,00	0%	6,00
Fenantreno	µg/kg	86,7	544	20,00	20,00	0%	20,00
Fluoranteno	µg/kg	113	1494	20,00	20,00	0%	20,00
Fluoreno	µg/kg	21,2	144	15,00	15,00	0%	15,00
Indeno(1,2,3-cd)pireno	µg/kg			20,00	20,00		20,00
Naftaleno	µg/kg	34,6	391	20,00	20,00	0%	20,00
Pireno	µg/kg	153	1398	20,00	20,00	0%	20,00
Metais		ISQG	PEL				
Alumínio Total	mg/kg			7460	24693		13364
Arsênio Total	mg/kg	7,24	41,6	2,0	4,2	0%	2,56
Cádmio Total	mg/kg	0,7	4,2	0,5	0,5	0%	0,50
Chumbo Total	mg/kg	30,2	112	9,1	32,4	17%	16,74
Cobre Total	mg/kg	18,7	108	4,0	13,1	0%	6,94
Cromo Total	mg/kg	52,3	160	10,1	28,8	0%	16,20
Estanho Total	mg/kg			5,0	5,0		5,00
Ferro Total	mg/kg			6422	18617		10462
Mercúrio Total	mg/kg	0,13	0,7	0,01	0,03	0%	0,02
Níquel Total	mg/kg	15,9	42,8	2,8	11,1	0%	6,02
Zinco Total	mg/kg	124	271	13,9	47,5	0%	26,43

Sem padrão legal

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

3.5.19 Mar de Cananeia

Qualidade da água

No Mar de Cananeia, COT e Clorofila-a apresentaram não conformidades em 2022, sendo a área classificada como Boa segundo o IQAC. A maior parte das não conformidades se concentra no segundo semestre com apenas uma amostra de COT não conforme no primeiro.

Segundo o IETC, em ambas as campanhas (maio e outubro), as concentrações de Clorofila-a (Tabela 3.2) indicaram condição que variaram de Mesotrófica (pontos 2 e 3) a Eutrófica (ponto 1). Na média anual, essa área foi classificada como Mesotrófica, mesma classificação obtida em 2019, sendo que era Eutrófica nos anos anteriores.

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 - 2022	Média aritmética - 2017-2021
Campo							
OD	mg/L	5,00	5,7	8,43	0%	6,84	6,57
pH		6,5 a 8,5	7,70	8,20	0%	7,93	7,80
Salinidade	ppt		14,46	29,25		22,36	22,51
Temperatura da Água	°C		21,4	25,2		23,4	23,7
Turbidez	UNT		2,6	13,0		5,6	15,5
Nutrientes							
Carbono Orgânico Total	mg/L	3	1,82	12,70	56%	4,77	4,06
Fósforo Total	mg/L	0,124	0,050	0,110	0%	0,07	0,07
Nitrogênio Amoniacal Total	mg/L	0,4	0,10	1,00	*	0,56	0,22
Nitrogênio Kjeldahl Total	mg/L		1,00	1,00		1,00	0,91
Outros							
Clorofila-a	µg/L	10**	4,66	16,18	42%	9,39	10,61
Fenóis Totais	mg/L	0,06	0,003	0,005	0%	0,003	0,003
Microbiológicos							
Enterococos	UFC/100mL	100	1	12	0%	2	2

■ Médias geométricas

■ Sem padrão legal

* LQ superior à Legislação

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

Qualidade dos sedimentos

Não houve registro de não conformidades em 2022 à exceção do Arsênio cujos valores naturais superam o ISQG. 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. A granulometria da área mostrou predominância de areia fina (Tabela 3.5).

Com base nos aspectos microbiológicos, as densidades de coliformes termotolerantes classificaram o ponto 2 como Péssimo no primeiro semestre e como Bom no segundo. Para *C. perfringens* as amostras foram classificadas como Boas e Ótimas (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 - 2022	Média aritmética - 2017-2021
Nutrientes							
Fósforo Total	mg/kg	700*	49,2	463	0%	173	148
Nitrogênio Kjeldahl Total	mg/kg	1500*	144	783	0%	452	501
Potencial Redox	mV		-186	171		-50	-139
Orgânicos							
Carbono Orgânico Total	%	1,8*	0,08	0,9	0%	0,48	0,43
Fenóis Totais	mg/kg		2,0	3,6		2,61	2,24
Óleos e Graxas Totais	mg/kg		350	350		350	369
Hidrocarbonetos Arom. Polinucleares		ISQG	PEL				
2-metilnaftaleno	µg/kg	20,2	201	20,00	20,00	0%	20,00
Acenafteno	µg/kg	6,71	88,9	6,00	6,00	0%	6,00
Acenaftileno	µg/kg	5,87	128	5,00	5,00	0%	5,00
Antraceno	µg/kg	46,9	245	20,00	20,00	0%	20,00
Benzo(a)antraceno	µg/kg	74,8	693	20,00	20,00	0%	20,00
Benzo(a)pireno	µg/kg	88,8	763	10,00	10,00	0%	10,00
Benzo(b)fluoranteno	µg/kg			20,00	20,00		20,00
Benzo(g,h,i)perileno	µg/kg			20,00	20,00		20,00
Benzo(k)fluoranteno	µg/kg			30,00	30,00		30,00
Criseno	µg/kg	108	846	20,00	20,00	0%	20,00
Dibenzo(a,h)antraceno	µg/kg	6,22	135	6,00	6,00	0%	6,00
Fenantreno	µg/kg	86,7	544	20,00	20,00	0%	20,00
Fluoranteno	µg/kg	113	1494	20,00	20,00	0%	20,00
Fluoreno	µg/kg	21,2	144	15,00	15,00	0%	15,00
Indeno(1,2,3-cd)pireno	µg/kg			20,00	20,00		20,00
Naftaleno	µg/kg	34,6	391	20,00	20,00	0%	20,00
Pireno	µg/kg	153	1398	20,00	20,00	0%	20,00
Metais		ISQG	PEL				
Alumínio Total	mg/kg			3251	35750		14053
Arsênio Total	mg/kg	7,24	41,6	2,0	9,4	17%	4,02
Cádmio Total	mg/kg	0,7	4,2	0,5	0,5	0%	0,50
Chumbo Total	mg/kg	30,2	112	5,0	26,4	0%	11,55
Cobre Total	mg/kg	18,7	108	4,0	9,9	0%	5,00
Cromo Total	mg/kg	52,3	160	3,6	34,1	0%	15,27
Estanho Total	mg/kg			5,0	5,0		5,00
Ferro Total	mg/kg			1993	21213		9097
Mercúrio Total	mg/kg	0,13	0,7	0,01	0,03	0%	0,01
Níquel Total	mg/kg	15,9	42,8	1,0	12,4	0%	4,92
Zinco Total	mg/kg	124	271	4,4	44,3	0%	18,94

Sem padrão legal

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

3.5.20 Laje de Santos

Qualidade da água

Em 2022, a classificação da área pelo IQAC foi Regular. Os resultados desse ano apresentam 83% de não conformidades com o padrão legal para o Fósforo e 39% para o COT e 11% para o OD (Tabela 3.46). As

ocorrências apresentam distribuição relativamente homogênea ao longo dos pontos e é possível encontrar Fósforo em grande concentração nos sedimentos. Essas alterações na qualidade da água não seriam esperadas nessa área considerando sua distância das possíveis fontes de poluição. No entanto, como só houve uma campanha anterior em 2020, é necessário avaliar os resultados dos próximos anos para se conhecer melhor as características da área.

Segundo o IETC, em ambas as campanhas (maio e agosto), as concentrações de Clorofila-a (Tabela 3.2) indicaram condição Oligotrófica para os três pontos monitorados. Na média anual, essa área foi classificada como Oligotrófica, ou de baixa trofia, mesma classificação obtida em na campanha anterior, realizada em 2020.

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

Parâmetro	Unidade	Padrão Classe 1 águas salobras Res. CONAMA nº 357/05	min	máx	% NC	Média aritmética - 2022	Média aritmética - 2017-2021
Campo							
OD	mg/L	6,00	5,83	7,5	11%	6,81	6,96
pH		6,5 a 8,5	8,00	8,20	0%	8,07	8,07
Salinidade	ppt		34,92	36,42		35,54	35,35
Temperatura da Água	°C		20,6	26,6		22,5	21,5
Turbidez	UNT		1,0	2,4		1,1	1,1
Nutrientes							
Carbono Orgânico Total	mg/L	3	1,00	4,65	39%	2,30	1,29
Fósforo Total	mg/L	0,062**	0,060	0,160	83%	0,11	0,06
Nitrogênio Amoniacal Total	mg/L	0,4	0,10	1,00	*	0,56	0,13
Nitrogênio Kjeldahl Total	mg/L		1,00	1,00		1,00	1,00
Outros							
Clorofila-a	µg/L	2,5***	0,56	0,80	0%	0,58	0,56
Fenóis Totais	mg/L	0,06	0,003	0,004	0%	0,003	0,003
Microbiológicos							
Enterococos	UFC/100mL	100	1	35	0%	1	1

Médias geométricas

Sem padrão legal

* LQ superior à Legislação

** o cálculo de não conformidades foi realizado com o valor do LQ de 0,07 mg/L (1º semestre)

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

Qualidade do sedimento

Apenas o Fósforo apresentou altas concentrações no sedimento do ponto 2 em ambos os semestres, sendo 2114 mg/kg no primeiro semestre e 1400 mg/kg no segundo. O mesmo ponto vem apresentando altas concentrações desde 2020 e fica mais próximo da formação rochosa emersa principal do parque e apresenta granulometria mais grossa do que seus pares com altas porcentagens de areia média ao invés da predominância de areia fina observada nos demais. Na ausência de uma série de dados mais longa não é possível realizar quaisquer diagnósticos conclusivos, mas é possível que o Fósforo seja oriundo das fezes da avifauna abundante do local (Tabela 3.47).

Com base no aspecto microbiológico, as densidades de coliformes termotolerantes classificaram o ponto 2 como Ótimo nas duas campanhas de amostragem. Para *C. perfringens* as amostras foram classificadas como Ótimas e Boas, respectivamente (Tabela 3.4).

De acordo com os ensaios ecotoxicológicos, a amostra de sedimento do ponto 2 desta região indicou qualidade Ótima para esse ambiente no segundo semestre (Tabela 3.3), como em 2020, ano em que este ponto foi incluído na rede.

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

Parâmetro	Unidade	Padrão CCME, 2002	mín	máx	% NC (resultados acima de ISQG)	Média aritmética - 2022	Média aritmética - 2017-2021
Nutrientes							
Fósforo Total	mg/kg	500*	73,1	2114	33%	646	969
Nitrogênio Kjeldahl Total	mg/kg	1000*	191	418	0%	275	282
Potencial Redox	mV		-340	77		-64	-11
Orgânicos							
Carbono Orgânico Total	%	1,3*	0,09	0,3	0%	0,15	0,23
Fenóis Totais	mg/kg		0,3	0,8		0,52	2,04
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
Acenafteno	µg/kg	6,71	88,9	6,00	6,00	0%	6,00
Acenaftileno	µg/kg	5,87	128	5,00	5,00	0%	5,00
Antraceno	µg/kg	46,9	245	20,00	20,00	0%	20,00
Benzo(a)antraceno	µg/kg	74,8	693	20,00	20,00	0%	20,00
Benzo(a)pireno	µg/kg	88,8	763	10,00	10,00	0%	10,00
Benzo(b)fluoranteno	µg/kg			20,00	20,00		20,00
Benzo(g,h,i)perileno	µg/kg			20,00	20,00		20,00
Benzo(k)fluoranteno	µg/kg			30,00	30,00		30,00
Criseno	µg/kg	108	846	20,00	20,00	0%	20,00
Dibenzo(a,h)antraceno	µg/kg	6,22	135	6,00	6,00	0%	6,00
Fenantreno	µg/kg	86,7	544	20,00	20,00	0%	20,00
Fluoranteno	µg/kg	113	1494	20,00	20,00	0%	20,00
Fluoreno	µg/kg	21,2	144	15,00	15,00	0%	15,00
Indeno(1,2,3-cd)pireno	µg/kg			20,00	20,00		20,00
Naftaleno	µg/kg	34,6	391	20,00	20,00	0%	20,00
Pireno	µg/kg	153	1398	20,00	20,00	0%	20,00
Metais		ISQG	PEL				
Alumínio Total	mg/kg			883	5704		3954
Arsênio Total	mg/kg	7,24	41,6	2,0	2,1	0%	2,01
Cádmio Total	mg/kg	0,7	4,2	0,5	0,5	0%	0,50
Chumbo Total	mg/kg	30,2	112	5,0	5,9	0%	5,31
Cobre Total	mg/kg	18,7	108	4,0	4,0	0%	4,00
Cromo Total	mg/kg	52,3	160	3,2	10,8	0%	7,12
Estanho Total	mg/kg			5,0	5,0		5,00
Ferro Total	mg/kg			888	5834		3985
Mercúrio Total	mg/kg	0,13	0,7	0,01	0,01	0%	0,01
Níquel Total	mg/kg	15,9	42,8	1,0	2,4	0%	1,82
Zinco Total	mg/kg	124	271	9,06	11,3	0%	9,88

Sem padrão legal

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

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 2022 para as áreas estudadas não apresentou classificação Ótima. As áreas classificadas como Boas foram 57%, valor semelhante ao ano anterior devido à redução na qualidade de áreas usualmente classificadas como Ótimas, e a diminuição daquelas Boas que passaram a ser consideradas Regulares que somaram 24%. A classificação Ruim foi verificada em 19% apresentando um aumento de ocorrência ante aos resultados de 2020 e 2021, que foram 10 e 5% respectivamente, retornando às porcentagens obtidas em anos anteriores (Gráfico 4.1). A grande maioria das áreas com qualidade Boa está localizada no Litoral Norte e todas as áreas com qualidade Ruim estão na Baixada Santista (Gráfico 4.2).

Gráfico 4.1 – Distribuição Percentual da classificação das áreas pelo IQAC médio em 2022

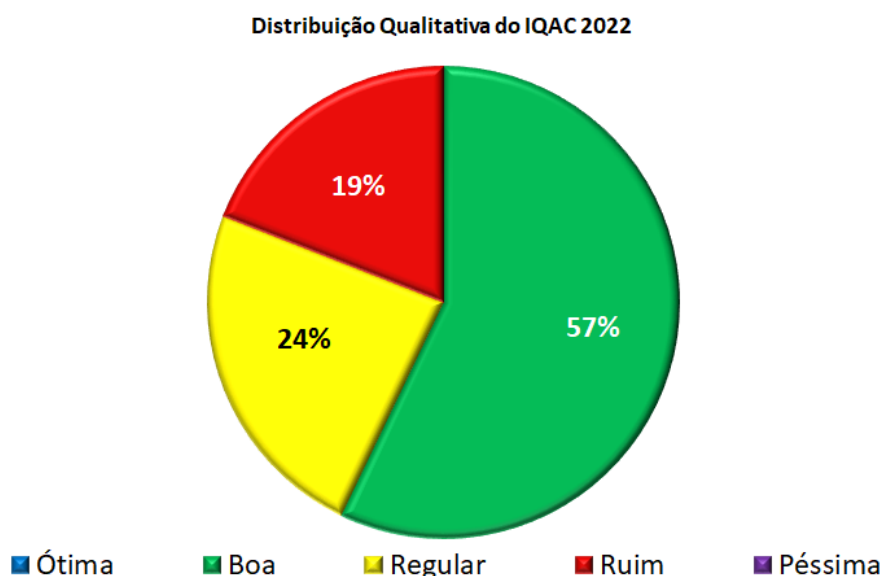
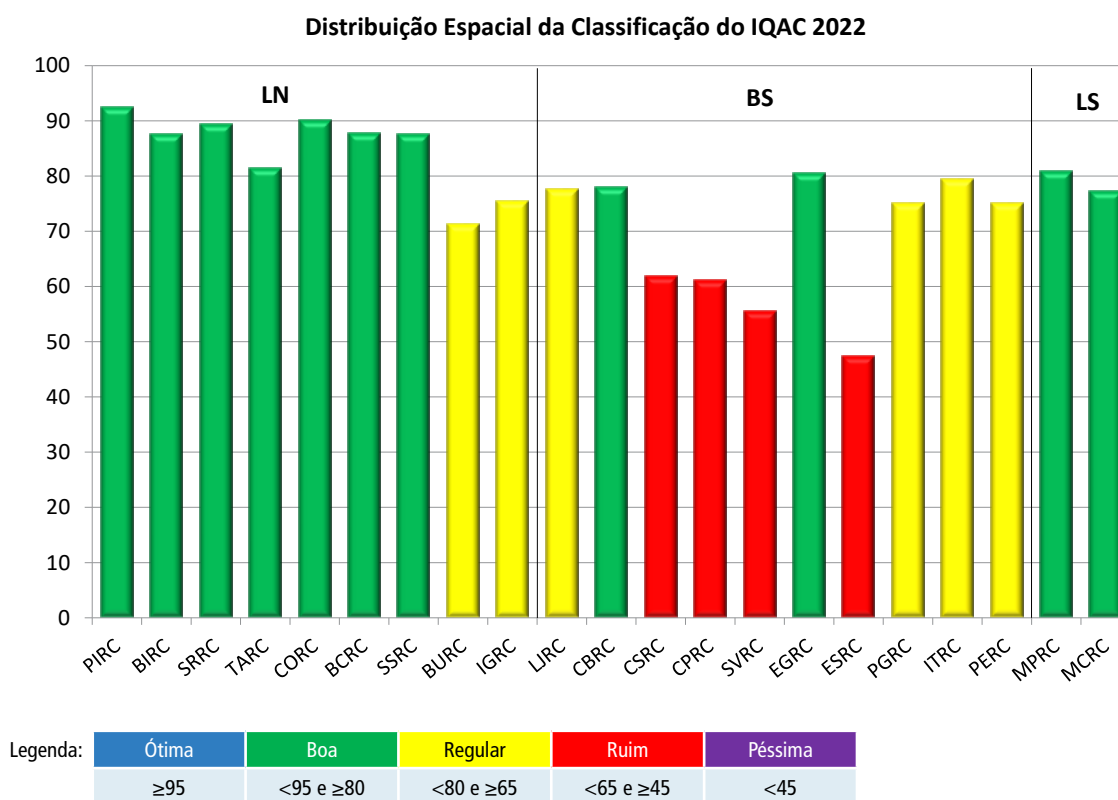


Gráfico 4.2 – Classificação das áreas pelo IQAC médio em 2022**Quadro 4.1** – Siglas das áreas avaliadas

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 de COVID-19 nas amostragens, pode haver algum comprometimento na comparação com os anos de 2020 e 2021 quando foi realizada uma única campanha anual. Não foi registrada nenhuma classificação Péssima desde 2018, considerando-se as médias dos pontos ou o cálculo por área. Além disso, pela primeira vez, não foi registrada nenhuma área com classificação Ótima. Essa alteração em relação aos anos anteriores foi observada no Litoral Norte que usualmente apresenta cerca de quatro áreas com essa classificação.

Entretanto, quando se observa as ocorrências das classificações anuais por ponto (Gráfico 4.3) nota-se que houve um ponto classificado com Ótimo na Baía de Itaguá e um ponto classificado como Péssimo na área de influência do Emissário de Santos.

Quadro 4.2 – Evolução do IQAC médio das áreas entre 2012 e 2022

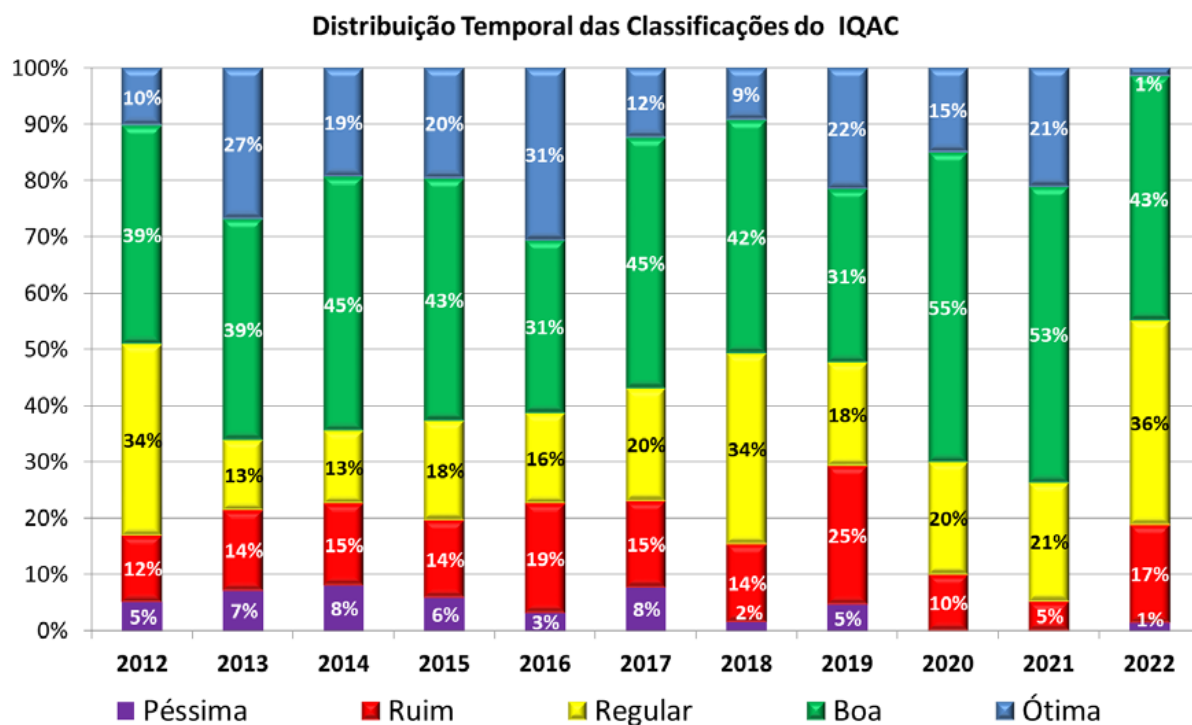
Local de amostragem	Ano										
	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022
Pinguaba	77	99	85	97	99	79	97	99	92	99	92
Baía de Itaguá	73	85	90	95	93	79	97	94	99	85	88
Saco da Ribeira	89	87	92	83	96	97	97	99	99	99	89
Tabatinga	92	99	99	90	96	97	85	97	92	99	81
Cocanha	95	99	99	88	97	99	90	97	99	93	90
Baía de Caraguatatuba	90	97	99	97	99	86	85	80	92	99	88
Canal de São Sebastião *	98	98	95	95	92	90	89	88	83		88
Barra do Una	93	90	90	88	92	86	88	83	83	93	71
Rio Itagaré	93	90	90	88	92	86	90	99	83	85	76
Laje de Santos									99		78
Canal de Bertioga	69	58	69	57	75	70	55	66	83	71	80
Canal de Santos	59	46	47	73	59	55	62	58	59	76	63
Canal de Piaçaguera**				58	58	40	60	51	67	67	63
Canal de São Vicente	53	43	39	37	54	46	54	50	58	85	56
Emissário Guarujá **	83	80	81	81	78	83	77	75	67	85	81
Emissário Santos **	39	70	47	54	49	47	65	50	83	53	47
Emissário Praia Grande 1 **	60	76	85	71	74	75	78	61	75	85	75
Rio Itanhaém	87		82	79	87	79	76	83	75	78	80
Rio Preto	71	92	88	80	83	76	74	67	83	93	75
Mar Pequeno	68	67	68	78	62	76	80	66	92	85	85
Mar de Cananeia	69	85	84	84	91	85	81	86	92	92	85

* 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 2022.

Gráfico 4.3 – Evolução da distribuição percentual das categorias do IQAC por ponto no período de 2012 a 2022

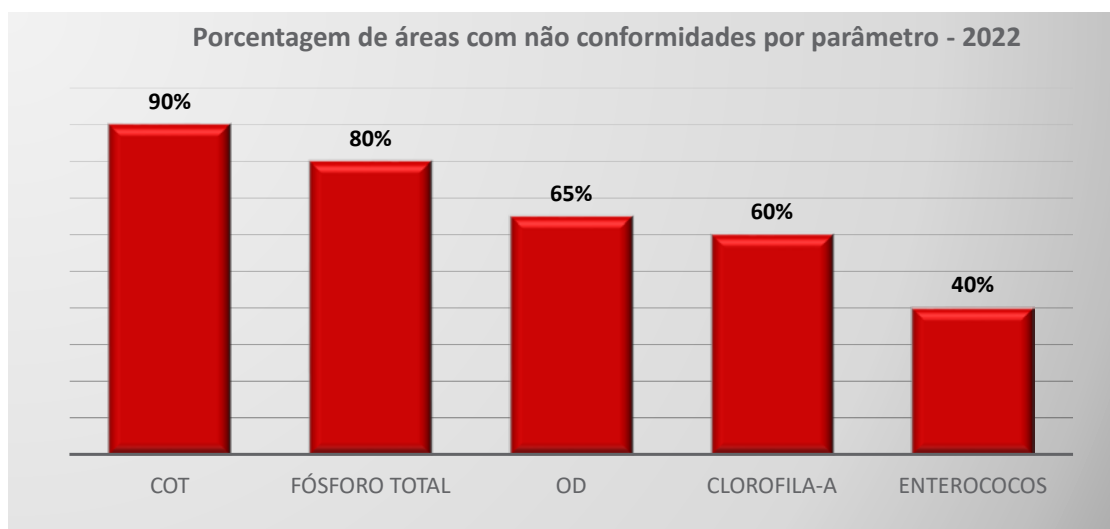


4.1.2 Atendimento aos padrões legais de qualidade de água

Distribuição do atendimento nas áreas monitoradas

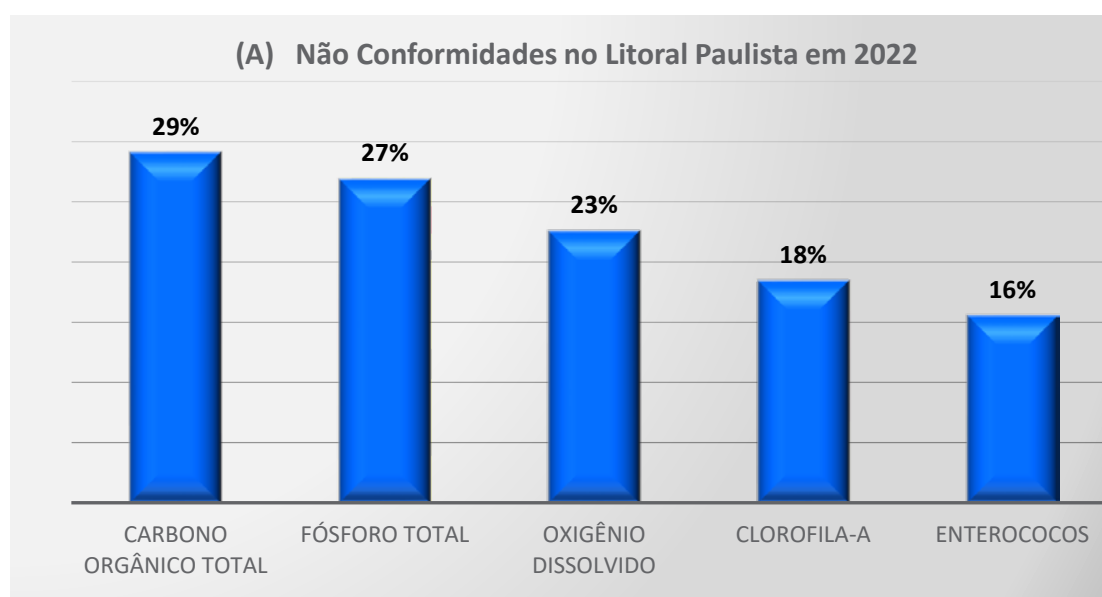
O Gráfico 4.4 mostra a porcentagem de áreas que apresentaram não conformidades por parâmetro. É importante ressaltar que o cálculo da porcentagem de áreas com não conformidades para o Nitrogênio Amoniacal não foi realizado por conta do limite de quantificação ser muito superior aos padrões legais em algumas das análises.

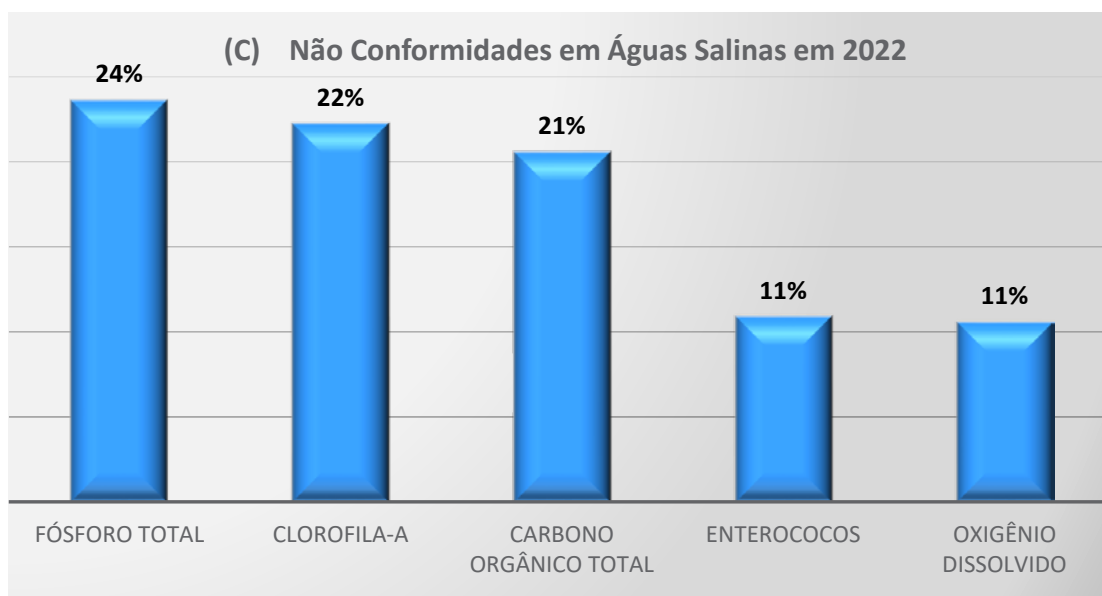
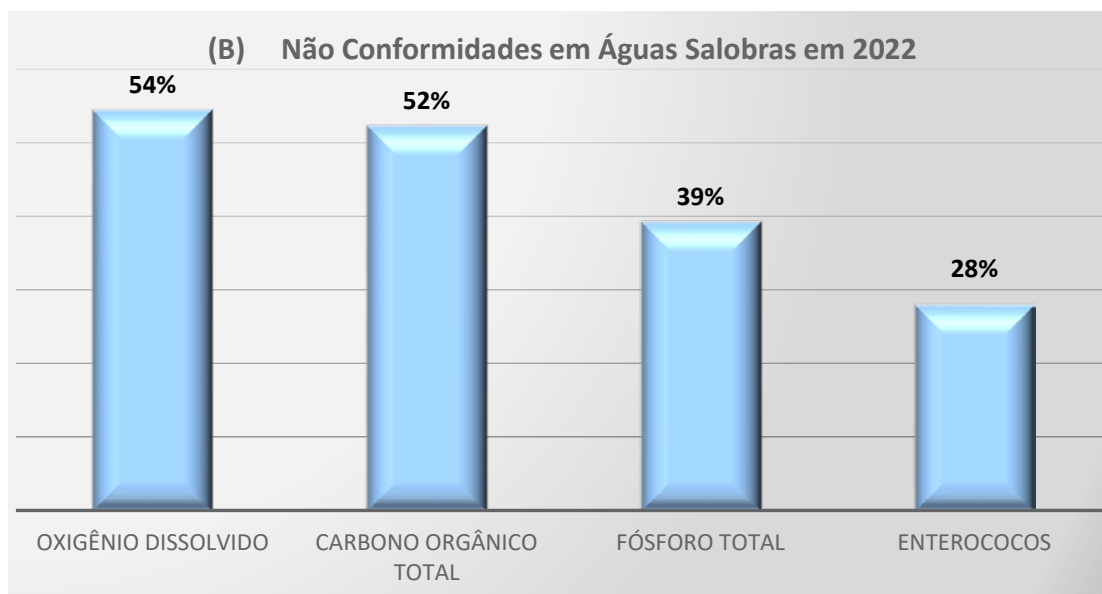
Em 2022, os parâmetros que apresentaram elevada distribuição de não conformidade nas áreas foram o COT (90%) e o Fósforo Total (80%) seguidos do OD (65%) e da Clorofila-a (60%), os Enterococos estiveram não conformes em 40% das áreas. Nota-se que houve aumento do número de áreas apresentando não conformidades para esses parâmetros em que pese em 2021 só ter sido realizada uma campanha, sendo que todas as áreas registraram não conformidade para algum parâmetro.

Gráfico 4.4 – Porcentagem de áreas que apresentaram não conformidade por variável em 2022

Proporção de atendimento por variável

Analisando a porcentagem de amostras não conformes para cada variável em todas as áreas (Gráfico 4.5 A) verifica-se que as variáveis que apresentaram mais não conformidades foram: COT e Fósforo, seguidos por OD e Clorofila-a. Com relação às áreas estuarinas (águas salobras – Gráfico 4.5 B), as não conformidades foram superiores a 50% para COT e OD, para o Fósforo as não conformidades foram 39%. Nas áreas costeiras (águas salinas – Gráfico 4.5 C), nenhum parâmetro apresentou mais de 25% de amostras não conformes, mas foram registrados aumentos em relação aos anos anteriores.

Gráfico 4.5 – Porcentagem de amostras de água não conformes por variável em 2022 na Rede Costeira (A), Águas Salobras (B) e Águas Salinas (C)



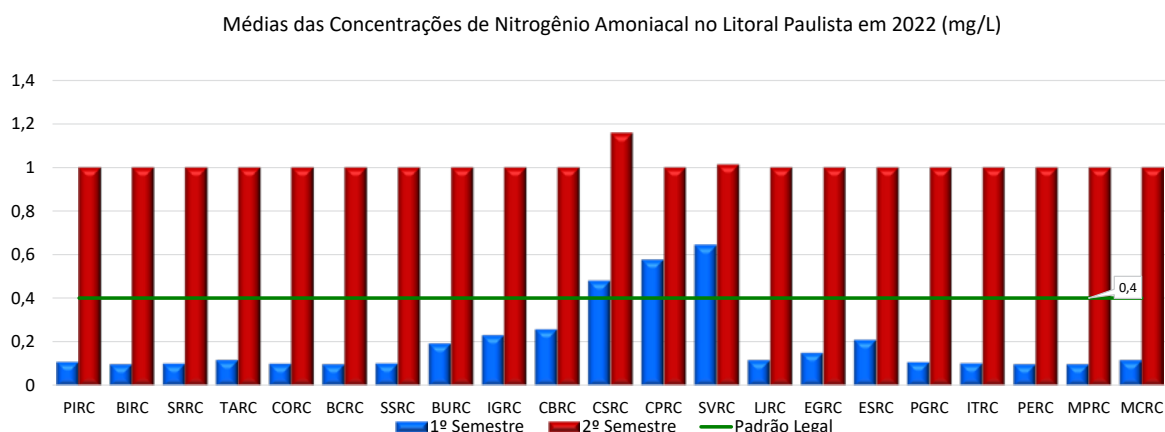
4.1.3 Avaliação dos resultados de qualidade da água

A seguir são apresentadas em gráficos de barra as concentrações médias das principais variáveis que mostraram não conformidades em 2022, bem como diagramas de caixa (*box-plot*) com os valores de cada componente em tabela após cada gráfico. Nota-se que os resultados marcados com asterisco (*) são valores muito altos ou muito baixos, mas que não podem ser matematicamente considerados *outliers* enquanto os círculos (○) são *outliers*. Como os histogramas 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 4.1 apresenta as siglas das áreas utilizadas nesses gráficos.

Nitrogênio Amoniacal

O Nitrogênio Amoniacal apresentou limites de quantificação muito superiores ao limite legal no segundo semestre (LQ de 1,0 mg/L contra o limite legal de 0,4 mg/L). Deste modo, não foi efetuado o diagrama de caixa, mas no Gráfico 4.6 nota-se comportamento similar aos anos anteriores com as maiores concentrações nos estuários de Santos e São Vicente e no Canal da Bertioga. Observa-se que, mesmo com o LQ bastante elevado no segundo semestre, houve ainda no Canal de Santos resultados superiores a ele. Devido a essa limitação do LQ não foram confeccionados os diagramas de caixa para esse parâmetro.

Gráfico 4.6 – Média das concentrações de Nitrogênio Amoniacal (mg/L) nas amostras de água das áreas da rede costeira em 2022 e padrão de qualidade



Oxigênio Dissolvido

Com relação ao OD, as menores médias foram registradas nos canais da Baixada Santista, região estuarina com águas salobras (Gráfico 4.7). Os diagramas de caixa (Gráfico 4.8 e Tabela 4.1) mostram que as concentrações não apresentam grande amplitude entre os valores máximos e mínimos nas áreas salinas e nas áreas estuarinas do Litoral Sul (Cananeia e Mar Pequeno). As maiores amplitudes e variabilidades são verificadas na região estuarina de Santos e São Vicente, no Emissário de Santos e na foz do Rio Itaguapé. Nota-se que as áreas com mais valores que não atentem aos padrões legais são as áreas dos quatro canais do Estuário de Santos e a área de influência do Emissário de Santos.

Gráfico 4.7 – Média das concentrações de OD nas amostras de água das áreas da rede costeira em 2022 e padrões de qualidade para águas salobras e salinas

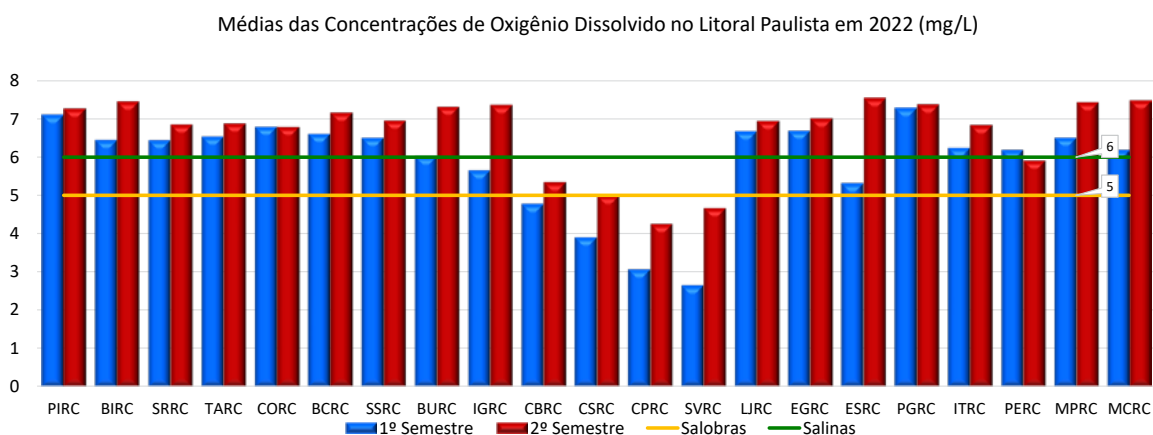
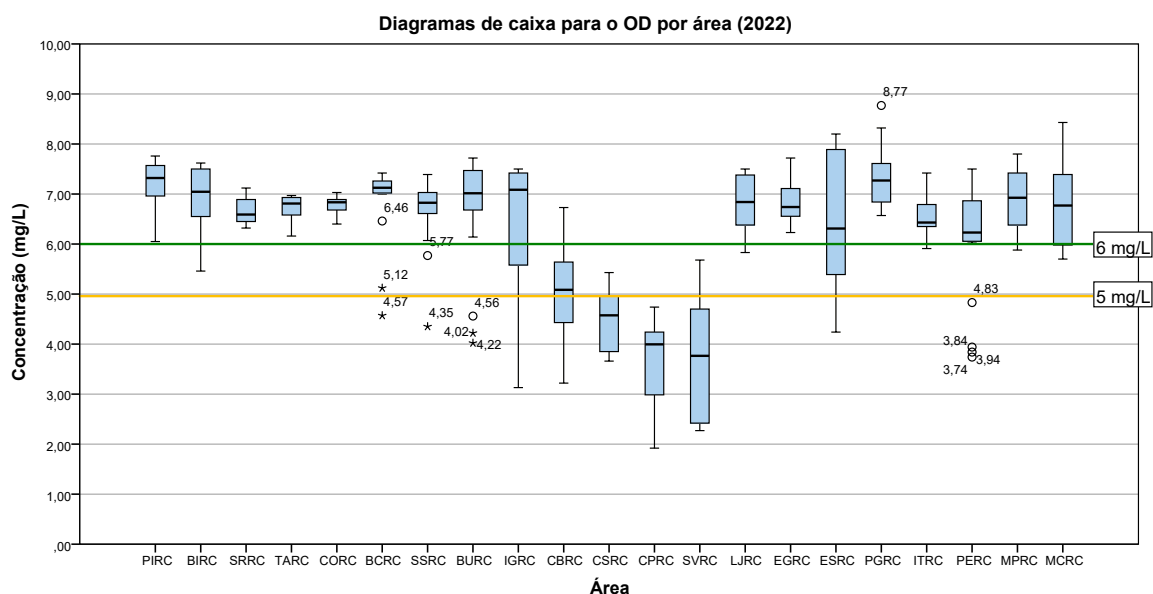


Gráfico 4.8 – Diagrama de caixa dos resultados de OD em 2022 e padrões de qualidade para águas salinas (linha verde) e para águas salobras (linha amarela).



Carbono Orgânico Total

O COT apresentou resultados médios muito acima do padrão legal (3,0 mg/L), principalmente no segundo semestre, nas áreas estuarinas do Litoral Sul (Mar Pequeno e Mar de Cananeia) e em menor proporção no Canal de Bertioga, São Vicente e Rio Itaguapé (Gráfico 4.9). Nesses mesmos locais foi observada a maior frequência de amostras acima do padrão legal (Gráfico 4.10).

Gráfico 4.9 – Média das concentrações de Carbono Orgânico Total (COT) (mg/L) nas amostras de água das áreas da rede costeira em 2022 e padrão de qualidade

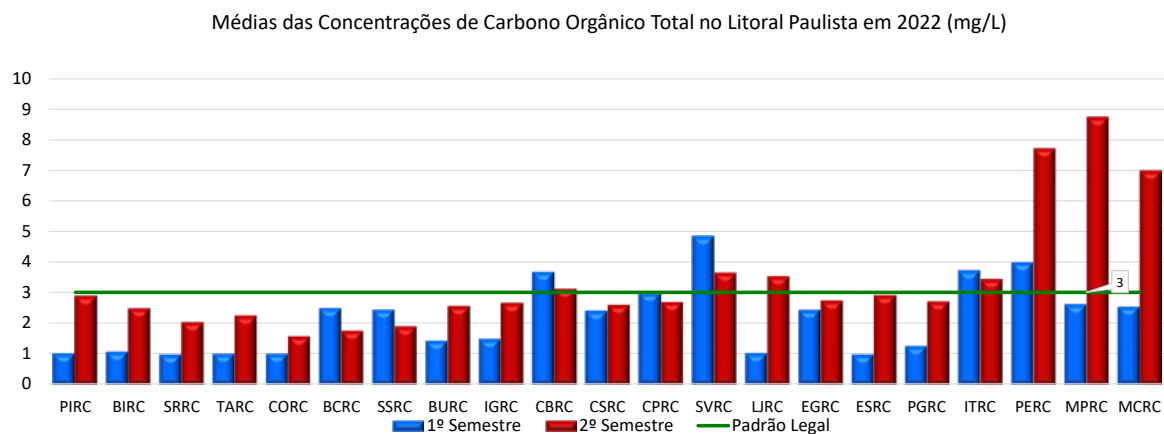
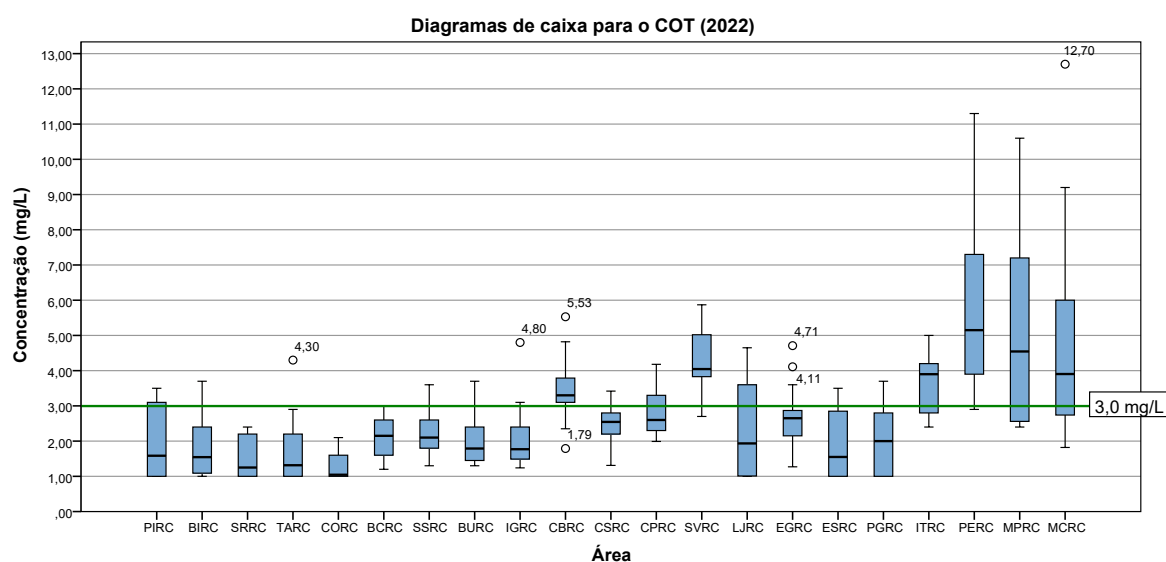


Gráfico 4.10 – Diagrama de caixa dos resultados de COT em 2022 e padrão de qualidade



Fósforo Total

Para o Fósforo Total foram obtidas médias de concentrações um pouco elevadas no Mar Pequeno, Cananeia, Tabatinga e Cocanha e altas concentrações nos Canais de Piaçaguera, Santos e São Vicente além da Barra do Una e Rio Itaguaré conforme o Gráfico 4.11. Conforme citado anteriormente, algumas regiões de águas salinas apresentaram LQ superior à legislação (0,07 mg/L) no primeiro semestre.

Os valores obtidos nas áreas Barra do Una e Rio Itaguaré são bastante elevados e com grande amplitude (Gráfico 4.12 e Tabela 4.3), mas, considerando-se o histórico das áreas e os resultados da segunda campanha de 2022, aparentam terem sido pontuais. No caso do Mar Pequeno, Mar de Cananeia, Saco da Ribeira e Tabatinga nem sempre foram identificadas concentrações elevadas nesses locais, mas há resultados elevados distribuídos em algumas campanhas no passado.

A região estuarina de Santos e São Vicente tem grande influência de atividades antrópicas, com destaque para as zonas industriais e portuárias e são esperadas concentrações mais elevadas de Fósforo nesses locais.

Gráfico 4.11 – Média das concentrações de Fósforo Total (PT) (mg/L) nas amostras de água das áreas da rede costeira em 2022 e padrões de qualidade para águas salobras e salinas

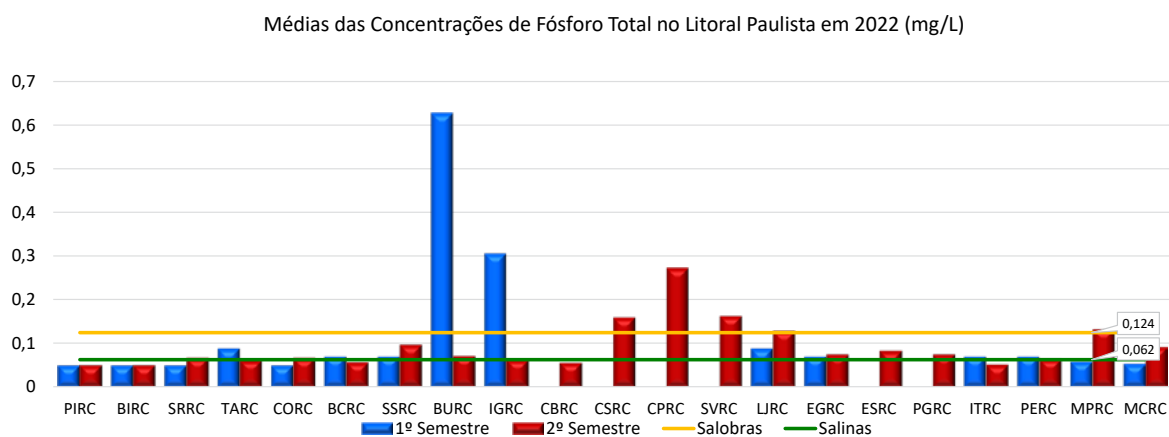
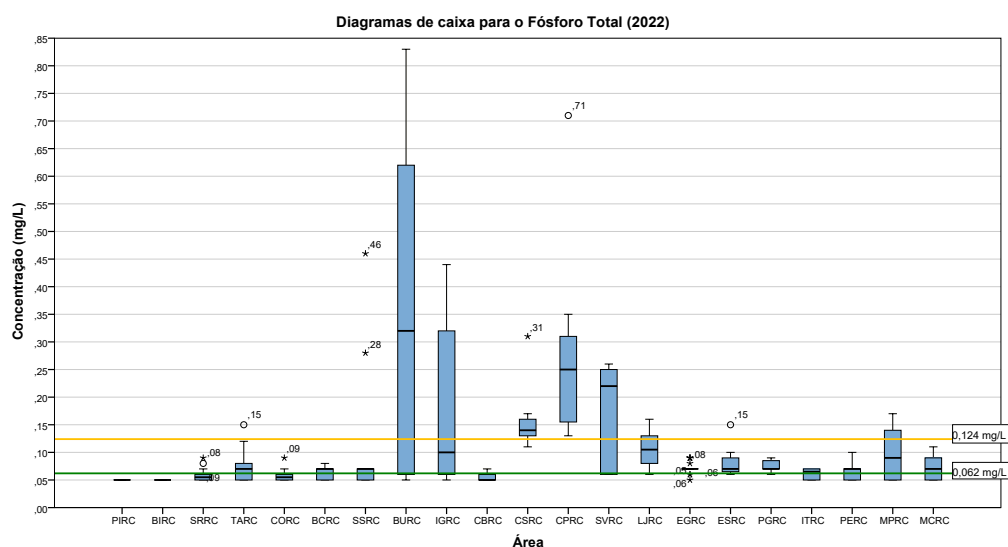


Gráfico 4.12 – Diagrama de caixa dos resultados de Fósforo Total em 2022 e padrões de qualidade para águas salinas (linha verde) e para águas salobras (linha amarela)



Clorofila-a

As concentrações médias de Clorofila-a, nas duas campanhas, variaram nas diferentes áreas. No Litoral Norte os maiores valores foram no Saco da Ribeira e Tabatinga na primeira campanha e no Canal de São Sebastião na segunda campanha. Na Baixada Santista, as maiores concentrações foram na área de influência dos emissários de Santos, em ambas as campanhas e Praia Grande 1 na segunda campanha, enquanto no Litoral Sul foram no Mar de Cananeia em ambas as campanhas (Gráfico 4.13 e Tabela 4.4). As áreas com maior variabilidade de resultados e com mais resultados acima dos valores de referência foram o Canal de Bertioga e o Mar de Cananeia

Gráfico 4.13 – Média das concentrações de Clorofila-a ($\mu\text{g/L}$) nas amostras de água das áreas da rede costeira em 2022 e padrões de qualidade para águas salobras e salinas

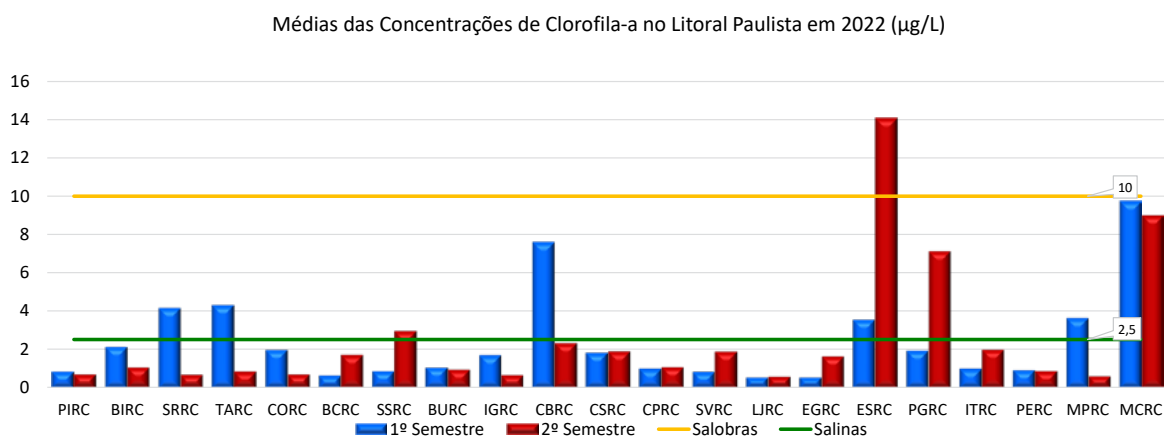
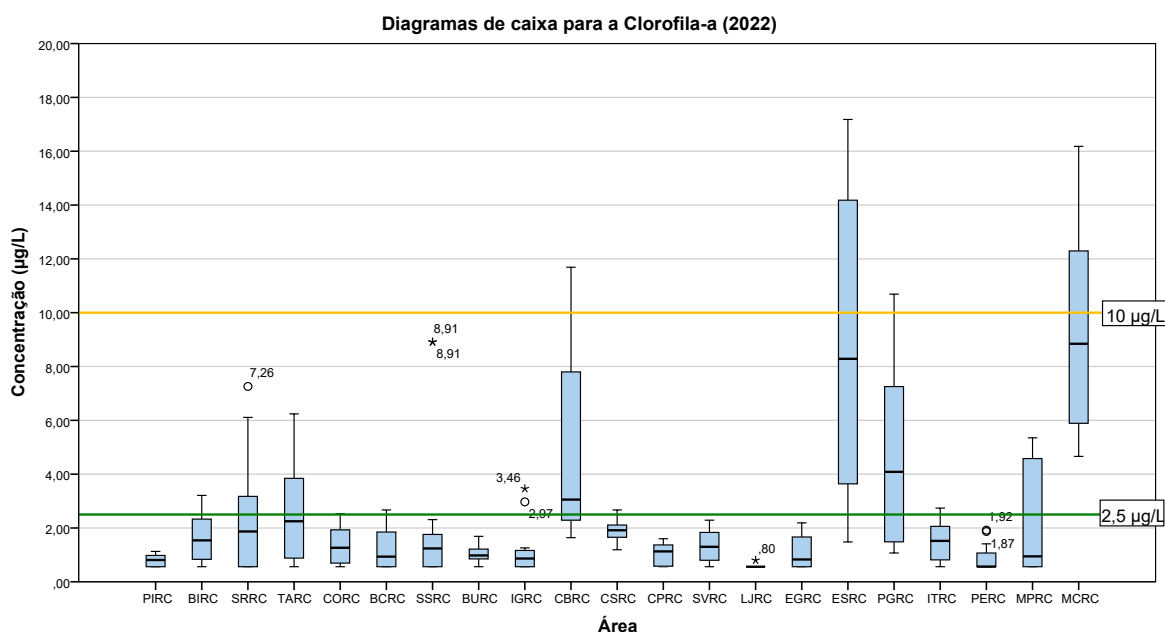


Gráfico 4.14 – Diagrama de caixa dos resultados de Clorofila-a em 2022 e padrões de qualidade para águas salinas (linha verde) e salobras (linha amarela)



Tabelas com o detalhamento dos valores dos diagramas de caixa.

Tabela 4.1 – Detalhamento dos valores dos diagramas de caixa para o OD e demais valores estatísticos em mg/L (2022)

Área	Estatísticas - Oxigênio Dissolvido (2022)									
	Mínimo	Percentil 25	Média	Mediana	Percentil 75	Máximo	Amplitude	Variância	Desvio padrão	N total
PIRC	6,05	6,96	7,19	7,32	7,57	7,76	1,71	0,26	0,51	18
BIRC	5,46	6,55	6,95	7,05	7,50	7,62	2,16	0,39	0,63	18
SRRC	6,32	6,45	6,65	6,59	6,89	7,12	0,80	0,06	0,25	18
TARC	6,16	6,58	6,71	6,81	6,93	6,97	0,81	0,07	0,26	18
CORC	6,40	6,68	6,79	6,84	6,89	7,03	0,63	0,02	0,15	18
BCRC	4,57	7,02	6,89	7,13	7,26	7,42	2,85	0,61	0,78	18
SSRC	4,35	6,61	6,73	6,83	7,03	7,39	3,04	0,35	0,59	30
BURC	4,02	6,68	6,67	7,02	7,47	7,72	3,70	1,38	1,18	18
IGRC	3,13	5,58	6,51	7,09	7,42	7,50	4,37	1,56	1,25	18
CBRC	3,22	4,43	5,06	5,09	5,64	6,73	3,51	0,80	0,89	18
CSRC	3,66	3,85	4,45	4,58	4,96	5,43	1,77	0,39	0,63	18
CPRC	1,92	2,99	3,67	4,00	4,24	4,74	2,82	0,70	0,84	24
SVRC	2,27	2,42	3,66	3,77	4,70	5,68	3,41	1,30	1,14	18
LJRC	5,83	6,38	6,81	6,84	7,38	7,50	1,67	0,30	0,55	18
EGRC	6,23	6,56	6,85	6,74	7,11	7,72	1,49	0,19	0,44	24
ESRC	4,24	5,39	6,43	6,31	7,89	8,20	3,96	1,72	1,31	24
PGRC	6,57	6,84	7,32	7,27	7,61	8,77	2,20	0,34	0,58	24
ITRC	5,91	6,35	6,54	6,43	6,79	7,42	1,51	0,20	0,44	18
PERC	3,74	6,06	6,05	6,23	6,87	7,50	3,76	1,26	1,12	20
MPRC	5,88	6,38	6,97	6,93	7,42	7,80	1,92	0,41	0,64	18
MCRC	5,70	5,98	6,84	6,77	7,39	8,43	2,73	0,74	0,86	18

Tabela 4.2 – Detalhamento dos valores dos diagramas de caixa para o COT e demais valores estatísticos em mg/L (2022)

Área	Estatísticas - Carbono Orgânico Total (2022)									
	Mínimo	Percentil 25	Mediana	Média	Percentil 75	Máximo	Amplitude	Variância	Desvio padrão	N total
PIRC	1,00	1,00	1,59	1,98	3,10	3,50	2,50	1,08	1,04	18
BIRC	1,00	1,09	1,55	1,80	2,40	3,70	2,70	0,68	0,83	18
SRRC	1,00	1,00	1,25	1,53	2,20	2,40	1,40	0,34	0,58	18
TARC	1,00	1,00	1,32	1,65	2,20	4,30	3,30	0,81	0,90	18
CORC	1,00	1,00	1,05	1,31	1,60	2,10	1,10	0,16	0,39	18
BCRC	1,20	1,60	2,15	2,14	2,60	3,00	1,80	0,32	0,57	18
SSRC	1,30	1,80	2,10	2,18	2,60	3,60	2,30	0,34	0,58	29
BURC	1,30	1,45	1,79	2,01	2,40	3,70	2,40	0,55	0,74	18
IGRC	1,24	1,49	1,77	2,09	2,40	4,80	3,56	0,79	0,89	18
CBRC	1,79	3,10	3,30	3,41	3,79	5,53	3,74	0,76	0,87	18
CSRC	1,31	2,20	2,55	2,52	2,80	3,42	2,11	0,20	0,45	18
CPRC	1,99	2,30	2,60	2,84	3,30	4,18	2,19	0,41	0,64	21
SVRC	2,70	3,83	4,05	4,25	5,02	5,87	3,17	0,84	0,92	18
LJRC	1,00	1,01	1,94	2,30	3,60	4,65	3,65	1,89	1,38	18
EGRC	1,27	2,15	2,65	2,61	2,87	4,71	3,44	0,63	0,79	24
ESRC	1,00	1,00	1,55	1,97	2,85	3,50	2,50	1,08	1,04	24
PGRC	1,00	1,00	2,00	2,00	2,80	3,70	2,70	0,81	0,90	24
ITRC	2,40	2,80	3,90	3,59	4,20	5,00	2,60	0,74	0,86	18
PERC	2,90	3,90	5,15	5,86	7,30	11,30	8,40	6,05	2,46	20
MPRC	2,40	2,56	4,55	5,68	7,20	18,60	16,20	17,21	4,15	18
MCRC	1,82	2,74	3,91	4,77	6,00	12,70	10,88	8,20	2,86	18

Tabela 4.3 – Detalhamento dos valores dos diagramas de caixa para o Fósforo Total e demais valores estatísticos em mg/L (2022)

Área	Estatísticas - Fósforo Total (2022)									
	Mínimo	Percentil 25	Média	Mediana	Percentil 75	Máximo	Amplitude	Variância	Desvio padrão	N total
PIRC	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,00	0,00	0,00	18
BIRC	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,00	0,00	0,00	18
SRRC	0,05	0,05	0,06	0,06	0,06	0,09	0,04	0,00	0,01	18
TARC	0,05	0,05	0,08	0,07	0,08	0,15	0,10	0,00	0,03	18
CORC	0,05	0,05	0,06	0,06	0,06	0,09	0,04	0,00	0,01	18
BCRC	0,05	0,05	0,06	0,07	0,07	0,08	0,03	0,00	0,01	18
SSRC	0,05	0,05	0,08	0,07	0,07	0,46	0,41	0,01	0,08	29
BURC	0,05	0,06	0,35	0,32	0,62	0,83	0,78	0,09	0,30	18
IGRC	0,05	0,06	0,18	0,10	0,32	0,44	0,39	0,02	0,15	18
CBRC	0,05	0,05	0,06	0,05	0,06	0,07	0,02	0,00	0,01	9
CSRC	0,11	0,13	0,16	0,14	0,16	0,31	0,20	0,00	0,06	9
CPRC	0,13	0,16	0,27	0,25	0,31	0,71	0,58	0,03	0,16	12
SVRC	0,06	0,06	0,16	0,22	0,25	0,26	0,20	0,01	0,10	9
LJRC	0,06	0,08	0,11	0,11	0,13	0,16	0,10	0,00	0,03	18
EGRC	0,05	0,07	0,07	0,07	0,07	0,09	0,04	0,00	0,01	24
ESRC	0,06	0,06	0,08	0,07	0,09	0,15	0,09	0,00	0,03	11
PGRC	0,06	0,07	0,07	0,07	0,09	0,09	0,03	0,00	0,01	12
ITRC	0,05	0,05	0,06	0,07	0,07	0,07	0,02	0,00	0,01	18
PERC	0,05	0,05	0,07	0,07	0,07	0,10	0,05	0,00	0,01	20
MPRC	0,05	0,05	0,10	0,09	0,14	0,17	0,12	0,00	0,04	17
MCRC	0,05	0,05	0,07	0,07	0,09	0,11	0,06	0,00	0,02	18

Tabela 4.4 – Detalhamento dos valores dos diagramas de caixa para a Clorofila-a e demais valores estatísticos em µg/L (2022)

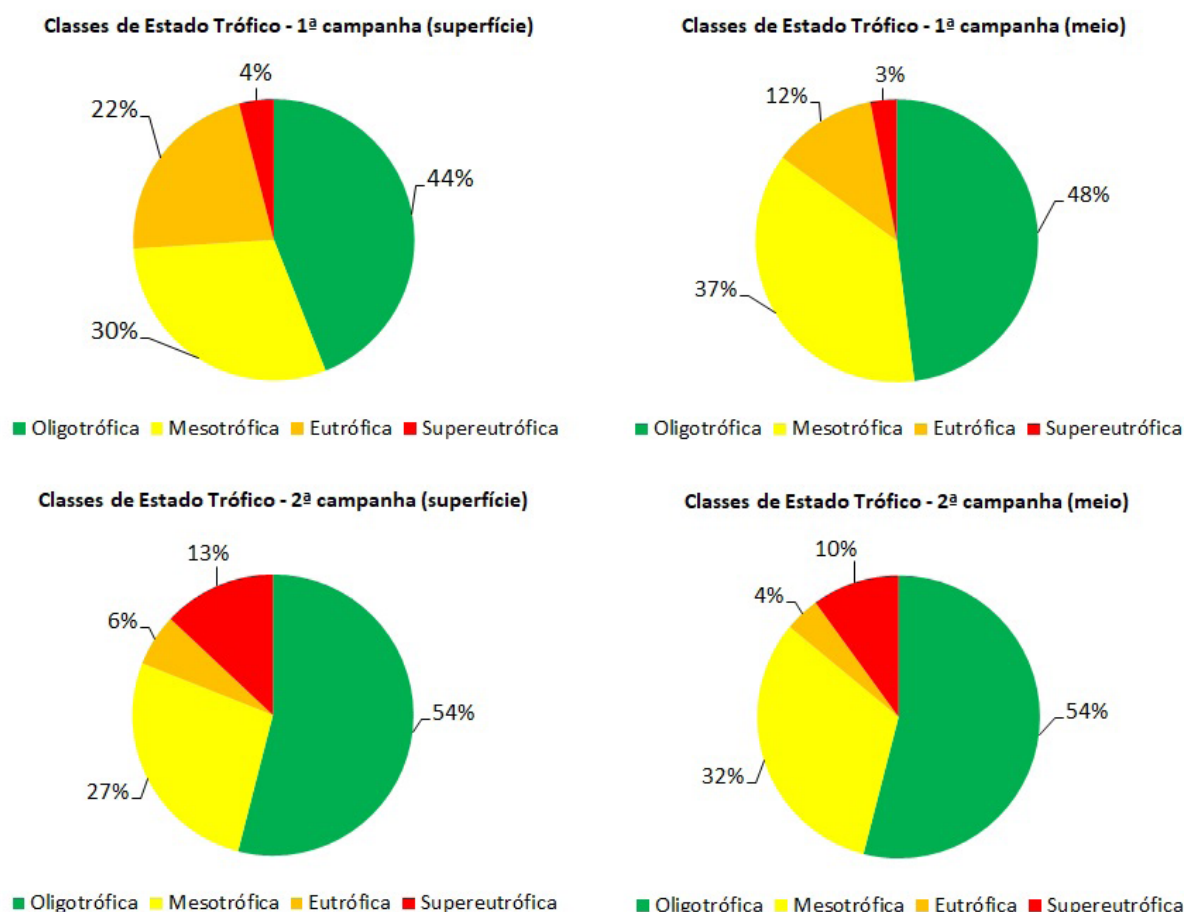
Área	Estatísticas - Clorofila-a (2022)									
	Mínimo	Percentil 25	Média	Mediana	Percentil 75	Máximo	Amplitude	Variância	Desvio padrão	N total
PIRC	0,56	0,56	0,79	0,81	0,98	1,13	0,57	0,05	0,22	12
BIRC	0,56	0,84	1,62	1,54	2,33	3,21	2,65	0,78	0,88	12
SRRC	0,56	0,56	2,44	1,87	3,18	7,26	6,70	5,13	2,26	12
TARC	0,56	0,88	2,60	2,25	3,85	6,24	5,68	3,95	1,99	12
CORC	0,56	0,70	1,36	1,27	1,93	2,53	1,97	0,52	0,72	12
BCRC	0,56	0,56	1,20	0,94	1,85	2,67	2,11	0,55	0,74	12
SSRC	0,56	0,56	1,94	1,24	1,76	8,91	8,35	6,02	2,45	20
BURC	0,56	0,85	1,02	0,98	1,22	1,69	1,13	0,10	0,32	12
IGRC	0,56	0,56	1,20	0,87	1,17	3,46	2,90	0,96	0,98	12
CBRC	1,64	2,29	4,98	3,06	7,80	11,69	10,05	11,96	3,46	12
CSRC	1,19	1,66	1,88	1,92	2,11	2,67	1,48	0,15	0,39	12
CPRC	0,56	0,58	1,06	1,13	1,37	1,60	1,04	0,14	0,37	14
SVRC	0,56	0,80	1,38	1,30	1,84	2,29	1,73	0,37	0,61	12
LJRC	0,56	0,56	0,58	0,56	0,56	0,80	0,24	0,00	0,07	12
EGRC	0,56	0,56	1,11	0,83	1,67	2,19	1,63	0,39	0,62	16
ESRC	1,48	3,64	8,84	8,29	14,18	17,18	15,70	32,22	5,68	16
PGRC	1,07	1,49	4,56	4,09	7,26	10,69	9,62	10,15	3,19	16
ITRC	0,56	0,82	1,51	1,52	2,06	2,74	2,18	0,54	0,74	12
PERC	0,56	0,56	0,91	0,57	1,07	1,92	1,36	0,25	0,50	14
MPRC	0,56	0,56	2,14	0,95	4,58	5,35	4,79	4,23	2,06	12
MCRC	4,66	5,89	9,39	8,85	12,30	16,18	11,52	14,92	3,86	12

4.1.4 Índice de estado trófico costeiro (IETC)

O grau de eutrofização da região costeira em 2022 foi avaliado em 21 áreas. Foram realizadas duas campanhas com amostragens em duas profundidades em cada ponto: superfície e meio da coluna de água, com exceção do ponto 4 da área de influência do Rio Preto, coletado apenas na superfície da coluna. Comparando-se os resultados das duas profundidades nota-se que foram muito semelhantes em ambas as campanhas, embora um pouco mais eutrofizadas na superfície, o que é esperado, pois é camada na qual há maior incidência de luminosidade, que, na presença de nutrientes, beneficia o estabelecimento da comunidade fitoplanctônica. Por outro lado, comparando-se as campanhas constata-se que na segunda campanha houve um aumento das classificações Supereutróficas com diminuição das Eutróficas. As outras duas categorias não mostraram muita diferença (Gráfico 4.15).

Com relação ao ano anterior, embora em 2021 tenha sido realizada apenas uma campanha, 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 e média trofia (Oligotróficas e Mesotróficas), com a diminuição na porcentagem de amostras indicativas de ambientes já eutrofizados.

Gráfico 4.15 – Porcentagem por classes de estado trófico nas amostras de superfície e meio da coluna de água – 2022



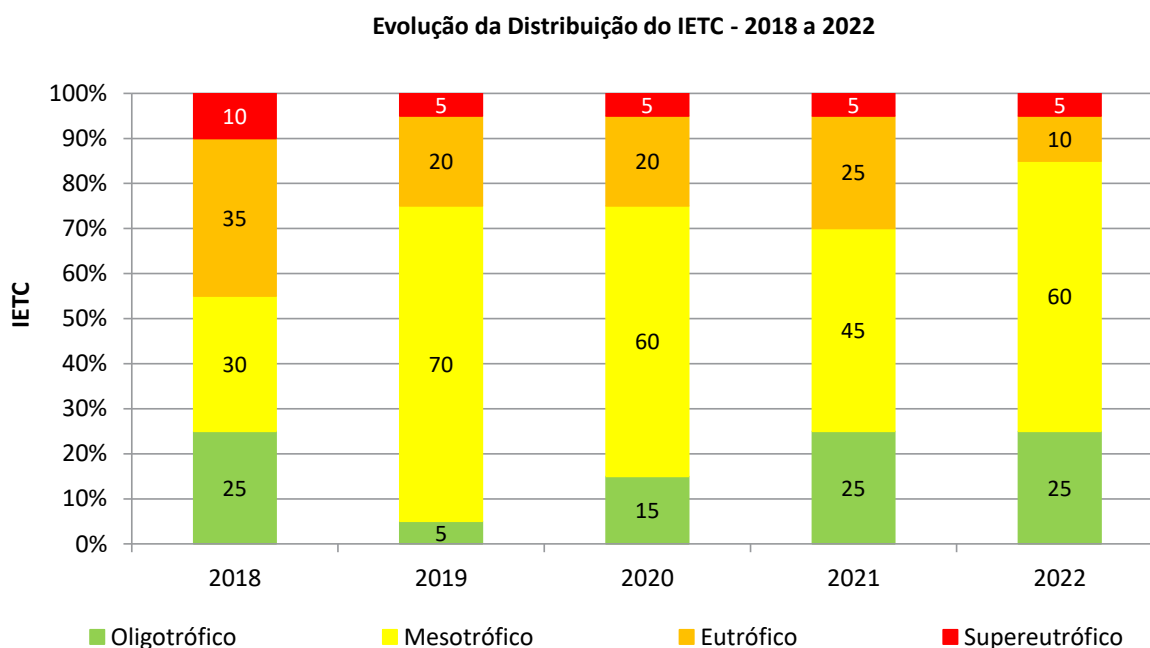
No Litoral Norte, a maioria das localidades (86%) esteve classificada entre Mesotrófica e Oligotrófica. Em relação a 2021, nessa região observa-se aumento nos ambientes eutrofizados em função dos diagnósticos obtidos para o Saco da Ribeira e Tabatinga (primeira campanha) e Canal de São Sebastião (segunda campanha). De modo geral, quanto ao nível trófico, a região mantém a melhor qualidade das águas litorâneas dentre as localidades amostradas no litoral do Estado.

Na Baixada Santista, pela primeira vez em muitos anos, a maioria das áreas foi classificada entre Oligotrófica e Mesotrófica, enquanto ambientes eutrofizados corresponderam a aproximadamente 20% das classificações. Nessa região as áreas mais críticas são de influência dos emissários de Santos e de Praia Grande 1 (notadamente na segunda campanha). Comparado ao ano anterior, considerando o mesmo número de áreas e pontos, observa-se aumento das classificações de menor trofia influenciado pelos canais de Piaçaguera, Santos e São Vicente e do Rio Preto. Embora tenha sido observada uma diminuição das classificações de maior trofia, a Baixada Santista foi a região que proporcionalmente apresenta mais ambientes eutrofizados, em razão da elevada densidade populacional fixa e de turismo, existência de um grande complexo industrial e portuário e ocupações irregulares ribeirinhas.

No Litoral Sul, as duas áreas monitoradas exibiram classificações indicativas de baixa (Oligotrófica) e média trofia (Mesotrófica). O Mar de Cananeia foi o local que apresentou a pior condição, sendo classificado, pela média anual, como Mesotrófico, contudo, mostrou melhora em relação ao ano anterior. O Mar Pequeno manteve a condição Oligotrófica do ano anterior.

No Gráfico 4.16 é apresentada a evolução da distribuição do IETC médio anual no período de 2018 a 2022 considerando-se 20 áreas para as quais se dispõe de histórico de dados. A área da Laje de Santos não foi incluída nesse histórico, uma vez que só foi amostrada em 2020 e 2022. Nessa comparação para 2020 e 2021 foram considerando os resultados de uma única campanha, nos demais anos a média anual é o resultado de duas campanhas.

Gráfico 4.16 – Evolução da distribuição do IETC - 2018 a 2022



Considerando-se o IETC das 20 áreas observa-se que as porcentagens das classificações variaram bastante ao longo do período de cinco anos. Em 2018, registrou-se uma maior porcentagem de áreas eutrofizadas. Em 2019 e 2020 aparentemente uma parcela de áreas eutrofizadas passou à condição de menor trofia, refletido no aumento da porcentagem de ambientes Mesotróficos principalmente na região da Baixada Santista. Em 2022, registrou-se a maior na porcentagem de áreas classificadas como Oligotróficas e Mesotróficas, e consequentemente uma diminuição das classificadas como Eutrofizadas, devido à melhora, em relação aos anos anteriores, dos canais de Piaçaguera, Santos e São Vicente, bem como da área de influência do Rio Preto. A diminuição, também expressiva da classe Eutrófica em relação ao ano anterior, se deve à melhora dos rios Itaguapé e Itanhaém e dos canais de Bertioga e São Vicente, todos da Baixada Santista.

Na Tabela 4.5 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 2018 a 2022. Foram consideradas, para a avaliação das tendências, as médias anuais de ambas as campanhas dos anos de 2018, 2019 e 2022, 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.

Essa avaliação mostrou que, a Baía de Caraguatatuba, o emissário do Guarujá e o Canal de Piaçaguera, representando 15% das áreas, mostraram tendência de melhora, por outro lado, Picinguaba e o Saco da Ribeira, ambos no Litoral Norte (10%), exibiram piora máxima das respectivas classes. As demais áreas (75%) não apresentaram tendência significativa (Tabela 4.5).

Tabela 4.5 – Concentrações média anuais da Clorofila-a e as tendências da qualidade das águas de acordo com o IETC entre 2018 a 2022

Região	Área	2018	2019	2020	2021	2022	Tendência
Litoral Norte	Picinguaba	0,63	0,61	0,64	0,73	0,79	P
	Baía de Itaguá	1,41	1,09	1,37	2,23	1,62	N.S.
	Saco da Ribeira	0,74	1,34	1,14	1,73	2,44	P
	Tabatinga	1,39	1,30	2,43	1,31	2,60	N.S.
	Cocanha	0,78	1,10	1,55	0,92	1,36	N.S.
	Baía de Caraguatatuba	2,53	2,15	0,96	1,39	1,20	M
	Canal de São Sebastião	2,27	1,55	1,67	1,32	1,94	N.S.
	Barra do Una	1,53	2,56	2,47	0,70	1,03	N.S.
Baixada Santista	Rio Itaguapé	0,94	1,14	0,82	2,97	1,20	N.S.
	*Canal de Bertioga	10,05	6,86	5,80	15,03	4,98	N.S.
	*Canal de Piaçaguera	10,85	5,15	8,30	7,05	1,06	M
	Emiss. Do Guarujá	2,05	1,82	1,47	0,74	1,12	M
	Emiss. Santos	5,05	9,98	3,49	15,49	8,84	N.S.
	*Canal de Santos	2,84	3,17	3,03	4,17	1,89	N.S.
	*Canal de São Vicente	11,14	5,16	11,80	28,74	1,38	N.S.
	Emiss. Praia Grande -1	4,41	3,43	3,29	1,57	4,56	N.S.
	Rio Itanhaém	4,98	1,09	2,05	3,34	1,51	N.S.
	Rio Preto	6,07	3,84	9,70	2,04	1,04	N.S.
Litoral Sul	*Mar Pequeno	5,90	15,65	10,38	1,64	2,14	N.S.
	*Mar de Cananeia	10,00	6,86	7,34	22,64	9,39	N.S.

N.S. = Não Significativo

M = Melhora

P = Piora

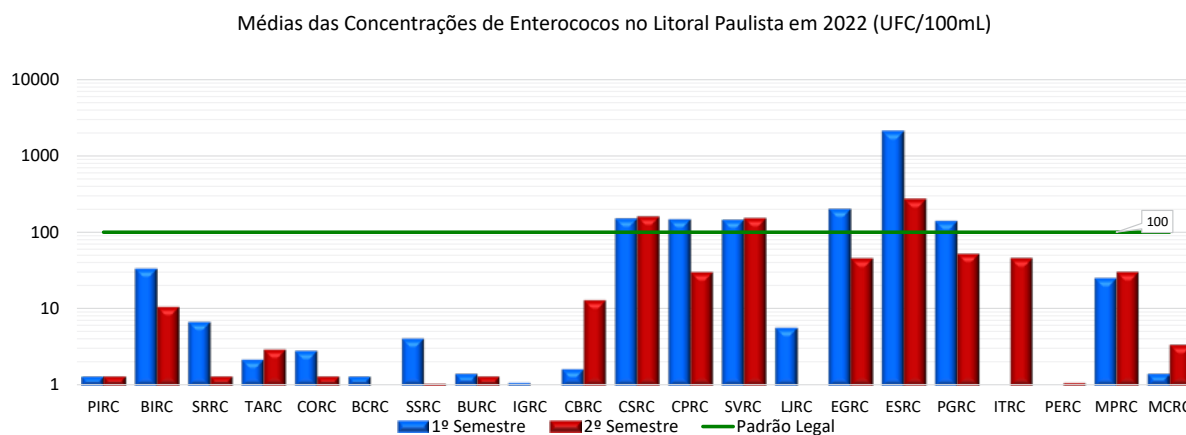
*Ambientes estuarinos

Das tendências de melhora, a Baía de Caraguatatuba vem exibindo nas avaliações quinquenais, fases de melhora e piora, com classificações entre Oligotróficas e Eutróficas, tendo exibido melhora nessa última. O Emissário do Guarujá exibe tendência significativa na redução das concentrações de Clorofila-a desde 2014, atingindo em 2021 sua melhor classificação. Já o Canal de Piaçaguera, oscilou entre as classificações Mesotrófica e Eutrófica e a partir de 2019 mostra uma tendência de redução nas concentrações de Clorofila-a, atingindo em 2022 sua melhor classificação. Com relação às tendências de piora, embora Picinguaba venha mantendo a classificação Oligotrófica, de baixa trofia e o Saco da Ribeira como Mesotrófica, de média trofia, ambas vêm exibindo aumento nas suas concentrações, se aproximando do limite.

4.1.5 Qualidade microbiológica da água

A qualidade microbiológica das águas costeiras apresenta um padrão espacial bem definido, com concentrações de enterococos maiores do Canal de Santos até a área de influência do Emissário Submarino de Praia Grande 1. As áreas do Litoral Norte, exceção feita à Baía de Itaguá, o Canal de Bertioga, Laje de Santos, Rio Itanhaém, Rio Preto e Mar de Cananeia, apresentaram médias geométricas inferiores a 10 UFC/100 mL em, pelo menos, uma campanha. Médias geométricas maiores que 100 UFC/100 mL foram verificadas no Canal de Santos, Canal de Piaçaguera, Canal de São Vicente, nos Emissários Submarinos do Guarujá, de Santos e de Praia Grande 1 (Gráfico 4.17).

Gráfico 4.17 – Média geométrica das concentrações de Enterococos (UFC/100 mL) – 2022 e padrão de qualidade



4.2 Qualidade dos Sedimentos

4.2.1 Qualidade química dos sedimentos

A porcentagem das concentrações dos HPAs (Hidrocarbonetos Policíclicos Aromáticos) que excederam os valores orientadores foi de 4,55%, um ligeiro aumento em relação ao ano anterior possivelmente motivado pela introdução do ponto 4 no Canal de Piaçaguera, mas manteve a condição de nenhum resultado acima de PEL (Limite para o efeito provável) no que aparenta ser uma tendência. As áreas que ultrapassaram o limite de ISQG (Limite para o efeito limiar) se situam nos estuários de Santos e de São Vicente, concentradas no Canal de Piaçaguera e estão relacionadas às atividades industriais e portuárias da área, além de eventuais atividades de dragagem que podem ocasionar impactos transitórios. A Tabela 4.6 contém os valores para cada parâmetro bem como os totais, representados também pelo Gráfico 4.18.

Gráfico 4.18 – Porcentagem de ocorrência de amostras de sedimentos contendo HPAs no Litoral Paulista em 2022

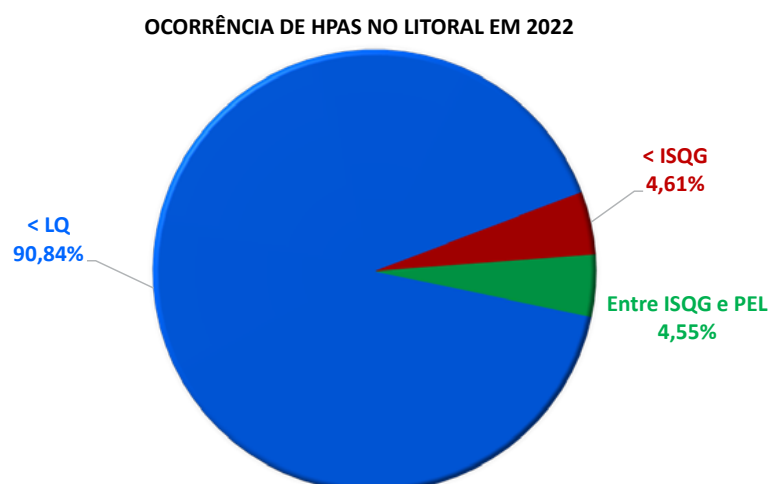


Tabela 4.6 – Porcentagem de amostras de sedimentos com compostos de HPAs no Litoral Paulista em 2022

HPAs	Valores orientadores		Número de determinações					Porcentagem (%)				
	ISQG	PEL	< LQ	< ISQG	Entre ISQG e PEL	> PEL	Total	< LQ	< ISQG	Entre ISQG e PEL	> PEL	Total
Acenafteno(SED)	6,71	88,9	131	0	7	0	138	94,9%	0,0%	5,1%	0,0%	100,0%
Antraceno(SED)	46,9	245	131	4	3	0	138	94,9%	2,9%	2,2%	0,0%	100,0%
Benzo (a) antraceno - (SED)	74,8	693	125	5	8	0	138	90,6%	3,6%	5,8%	0,0%	100,0%
Benzo(a)pireno(SED)	88,8	763	111	18	9	0	138	80,4%	13,0%	6,5%	0,0%	100,0%
Criseno(SED)	108	846	124	7	7	0	138	89,9%	5,1%	5,1%	0,0%	100,0%
Dibenzo(a,h)antraceno (SED)	6,22	135	128	0	10	0	138	92,8%	0,0%	7,2%	0,0%	100,0%
Fenantreno(SED)	86,7	544	123	10	5	0	138	89,1%	7,2%	3,6%	0,0%	100,0%
Fluoranteno(SED)	113	1494	119	10	9	0	138	86,2%	7,2%	6,5%	0,0%	100,0%
Fluoreno(SED)	21,2	144	132	3	3	0	138	95,7%	2,2%	2,2%	0,0%	100,0%
Naftaleno(SED)	34,6	391	136	2	0	0	138	98,6%	1,4%	0,0%	0,0%	100,0%
Pireno(SED)	153	1398	119	11	8	0	138	86,2%	8,0%	5,8%	0,0%	100,0%
Totais			1379	70	69	0	1518	90,8%	4,6%	4,5%	0,0%	100,0%

Os metais ultrapassaram o limite de ISQG em 12,52% das determinações contra 12,35% em 2022. Além do Arsênio, que é comum por sua presença natural em concentrações próximas ao limite da legislação, os metais com mais não conformidades foram o Chumbo, o Níquel e o Cobre. Mantendo o comportamento dos anos anteriores, sem ocorrência de valores acima de PEL.

Nota-se também, a ocorrência de algumas não conformidades pontuais em locais que não apresentavam esse tipo de comportamento historicamente como a Baía de Itaguá. A área do Saco da Ribeira tem apresentado ocorrências sistemáticas de não conformidades desse grupo de substâncias, em grande parte devido à atividade de marinas e embarcações, sendo que a porcentagem de não conformidades e as concentrações têm aumentado de forma constante ao longo dos anos. A Tabela 4.7 apresenta os valores utilizados no Gráfico 4.19 e seu detalhamento por parâmetro.

Gráfico 4.19 – Ocorrência de metais nos sedimentos do Litoral Paulista em 2022

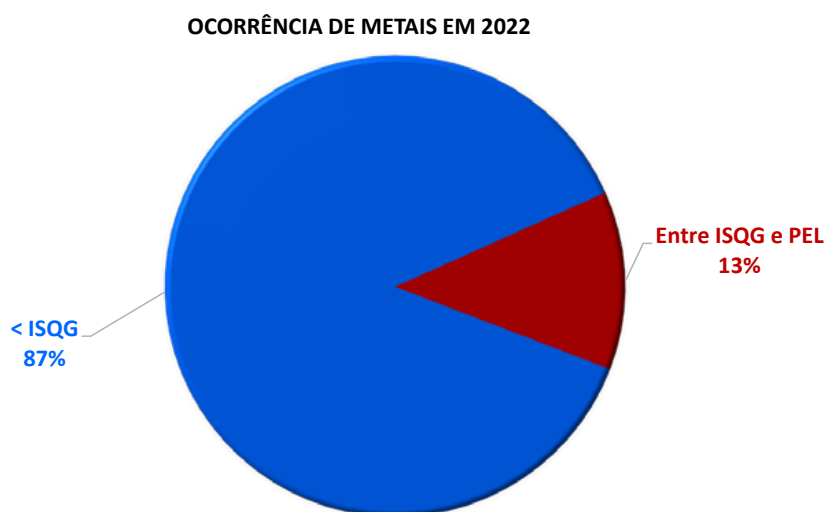


Tabela 4.7 – Ocorrência de metais no litoral paulista em 2022

HPAs	Valores orientadores		Número de determinações				Porcentagem (%)					
	ISQG	PEL	< ISQG	Entre ISQG e PEL	> PEL	Total	< ISQG	Entre ISQG e PEL	> PEL	Total	> PEL	Total
Arsênio	7,24	41,6	91	47	0	138	65,9%	34,1%	0,0%	100,0%	0,0%	100,0%
Cádmio	0,7	4,2	138	0	0	138	100,0%	0,0%	0,0%	100,0%	0,0%	100,0%
Chumbo	30,2	112	106	31	0	138	76,8%	22,5%	0,0%	100,0%	0,0%	100,0%
Cobre	18,7	108	122	16	0	138	88,4%	11,6%	0,0%	100,0%	0,0%	100,0%
Crômio	52,3	160	133	5	0	138	96,4%	3,6%	0,0%	100,0%	0,0%	100,0%
Níquel	15,9	42,8	113	24	0	138	81,9%	17,4%	0,0%	100,0%	0,0%	100,0%
Zinco	124	271	132	6	0	138	95,7%	4,3%	0,0%	100,0%	0,0%	100,0%
Mercurio	0,3	1	129	9	0	138	93,5%	6,5%	0,0%	100,0%	0,0%	100,0%
Totais	0	0	964	138	0	1104	87,3%	12,5%	0,0%	100,0%	0,0%	100,0%

O Gráfico 4.20 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). Os resultados obtidos em 2022 foram relativamente superiores aos valores observados no ano anterior. As maiores concentrações de COT em 2022 foram observadas nos estuários, especificamente no Canal de Bertioga e no Canal de Piaçaguera (Gráfico 4.21). Nas áreas salinas também foram registradas concentrações mais elevadas na Baía de Itaguá, como nos últimos anos, e no Saco da Ribeira que apresenta o comportamento similar em algumas campanhas no passado.

Gráfico 4.20 – Porcentagem de conformidades de COT no sedimento do Litoral Paulista e não conformidades por classe de água, em 2022, de acordo com o Valor de Referência da CETESB

OCORRÊNCIA DE CARBONO ORGÂNICO TOTAL NOS SEDIMENTOS EM 2022

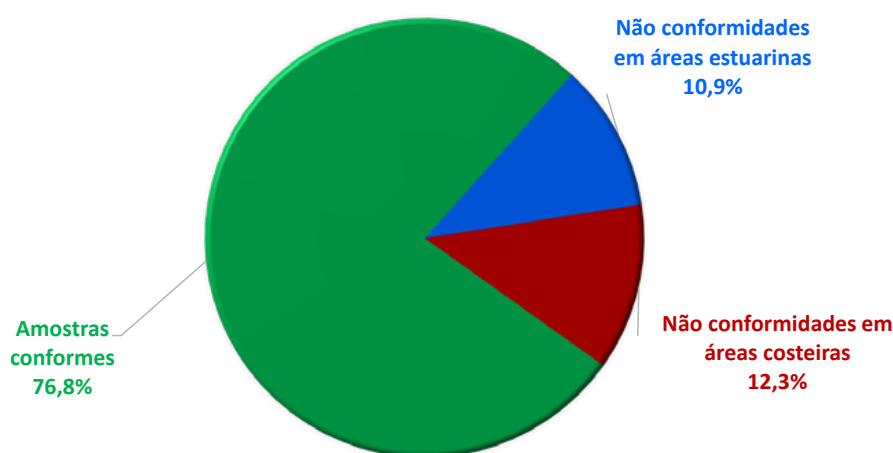
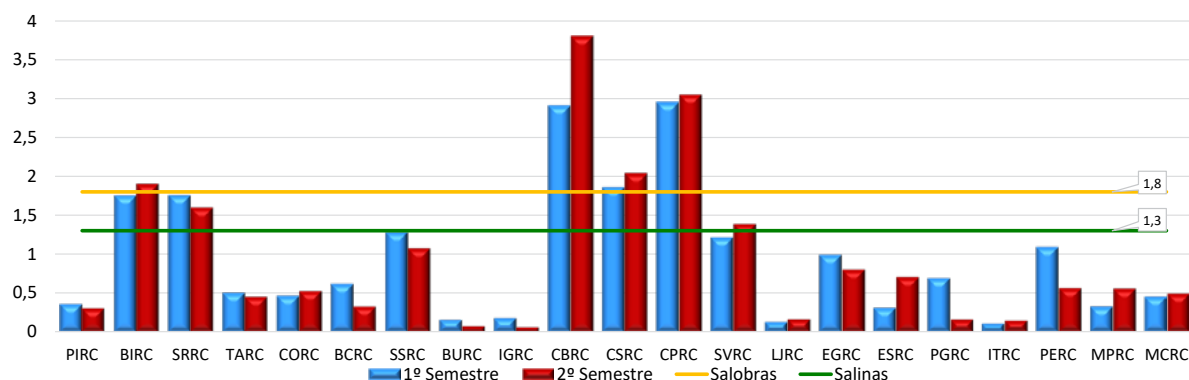


Gráfico 4.21 – Concentração média de COT (%) dos sedimentos nas áreas monitoradas em 2022 e Valores de Referência da CETESB para áreas salobras e salinas

Médias das Concentrações de Carbono Orgânico Total no Litoral Paulista em 2022 (%)



O Gráfico 4.22 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). Por restrições operacionais não foi possível realizar a determinação do NKT no segundo semestre. O comportamento do NKT é similar ao COT (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 (Gráfico 4.23). 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 4.22 – Porcentagem de conformidades de Nitrogênio Kjeldahl Total (NKT) no sedimento do Litoral Paulista e não conformidades por classe de água, em 2022, de acordo com o Valor de Referência da CETESB

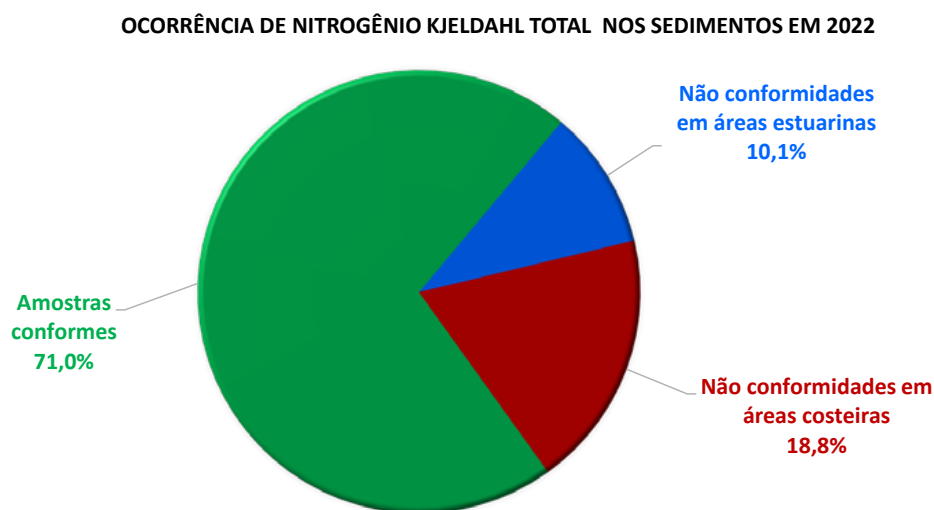
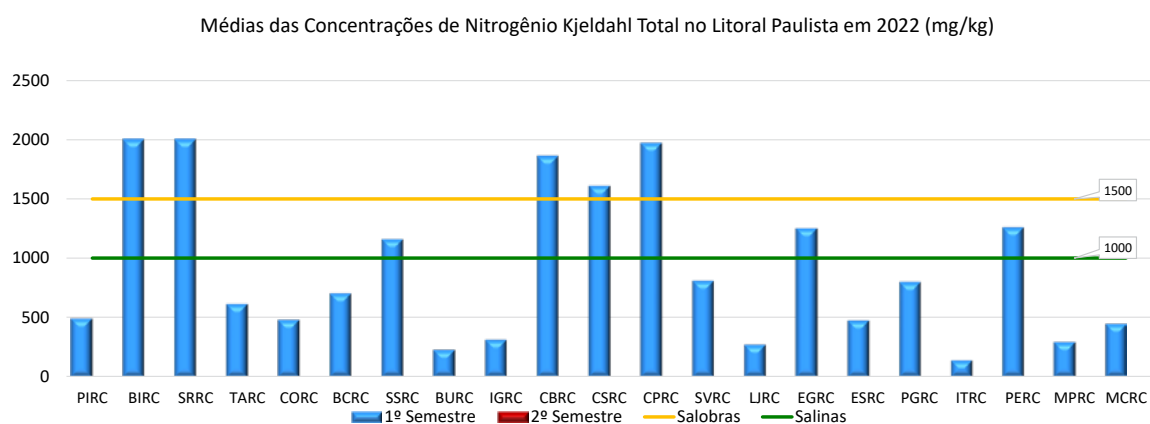


Gráfico 4.23 – Concentração média de Nitrogênio Kjeldahl Total (mg/kg) dos sedimentos nas áreas da rede de monitoramento costeiro) em 2022 e Valores de Referência da CETESB para áreas salobras e salinas



O Gráfico 4.24 apresenta as porcentagens de não conformidades por determinação considerando os limites estabelecidos como referência para cada ambiente para o Fósforo Total (PT). As maiores concentrações foram observadas no Canal de Piaçaguera, com as áreas do Saco da Ribeira e Baía de Itaguá (Gráfico 4.25).

Normalmente, grandes contribuições de Fósforo estão associadas à atividade humana especialmente na forma de descarga de esgoto doméstico e atividade industrial. Atividades específicas como indústria de fertilizantes podem contribuir para o aumento dos níveis desse nutriente na região de Cubatão. O Canal de Piaçaguera também apresenta resultados cerca de duas vezes maiores do que os valores orientadores. Nas demais áreas os valores têm sido mais baixos ao longo dos anos.

No caso da Baía de Itaguá e do Saco da Ribeira o acúmulo de Fósforo pode ocorrer, como os demais parâmetros, por conta da hidrodinâmica local associada às atividades antrópicas, incluindo o tráfego de embarcações. A região da Laje de Santos apresentou concentração bastante elevada possivelmente devido à contribuição das fezes da avifauna abundante do local.

Gráfico 4.24 – Porcentagem de conformidades de Fósforo Total no sedimento do Litoral Paulista e não conformidades por classe de água, em 2022, de acordo com o Valor de Referência da CETESB

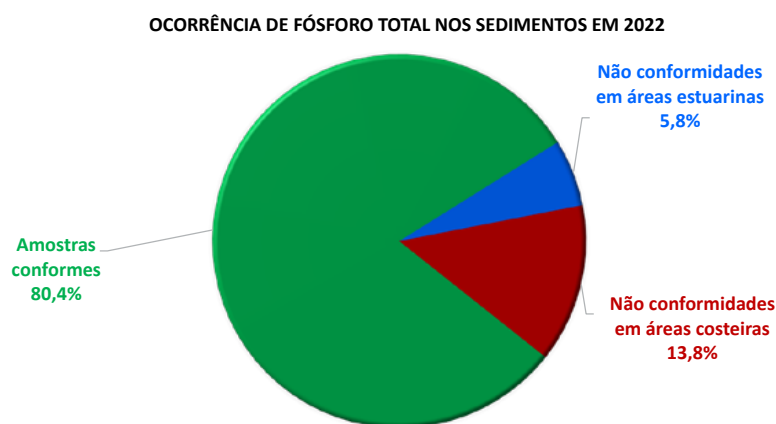
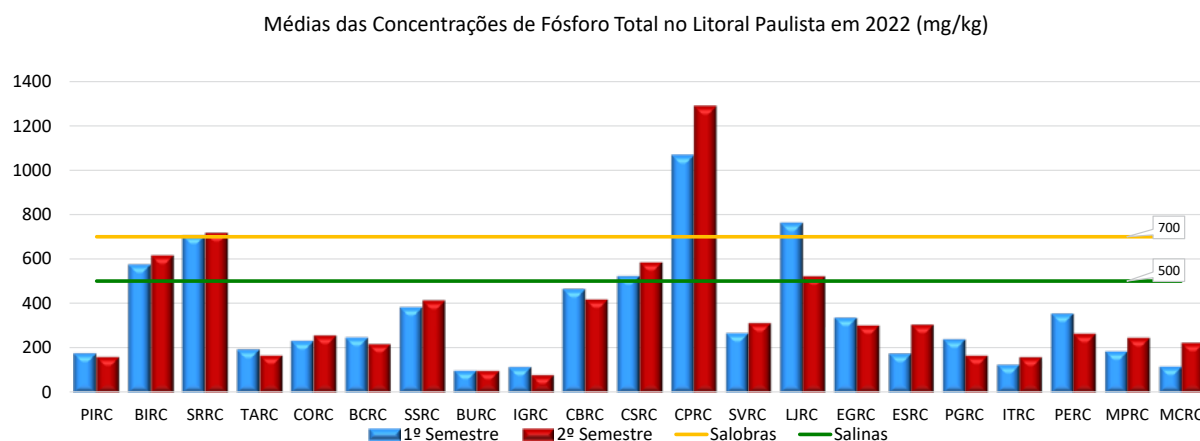


Gráfico 4.25 – Concentração média de Fósforo Total (mg/kg) dos sedimentos nas áreas da rede de monitoramento costeiro em 2022 e Valores de Referência da CETESB para áreas salobras e salinas



4.2.2 Avaliação ecotoxicológica dos sedimentos

A Tabela 4.8 mostra a classificação dos sedimentos das áreas monitoradas com os ensaios ecotoxicológicos em 2022 e o histórico dos últimos seis anos, respectivamente. A classificação em 2022 foi baseada apenas nos resultados dos ensaios agudos com o anfípodo *Grandidierella bonnieroides* realizados no primeiro semestre (exceto a Laje de Santos) relativos a um único ponto (ponto 2) das 21 áreas analisadas, exceto pelo Canal de São Sebastião (pontos 1 a 5), Baía de Caraguatatuba e Canal de Piaçaguera (pontos 1, 2 e 3). Todos os locais amostrados foram classificados como Ótimo.

Tabela 4.8 – Classificação ecotoxicológica dos sedimentos costeiros de 2017 a 2022 de acordo com os ensaios ecotoxicológicos realizados em 2022 com *Grandidierella bonnieroides*

Regiões	Área	Pontos monitorados																								
		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
Litoral Norte	Picinguaba																									
	Baía de Itaguá																									
	Saco da Ribeira																									
	Baía de Caraguatatuba																									
	Tabatinga																									
	Cocanha																									
	Canal de São Sebastião																									
	Barra do Una																									
Baixada Santista	Rio Itaguapé																									
	Canal de Bertioga																									
	Emissário do Guarujá																									
	Emissário de Santos																									
	Canal de Santos																									
	Laje 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																									

Critério Ecotoxicológico:

ÓTIMA	RUIM	PÉSSIMA
Não Tóxico (a)	<50% (B)	≥50% (C)

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

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

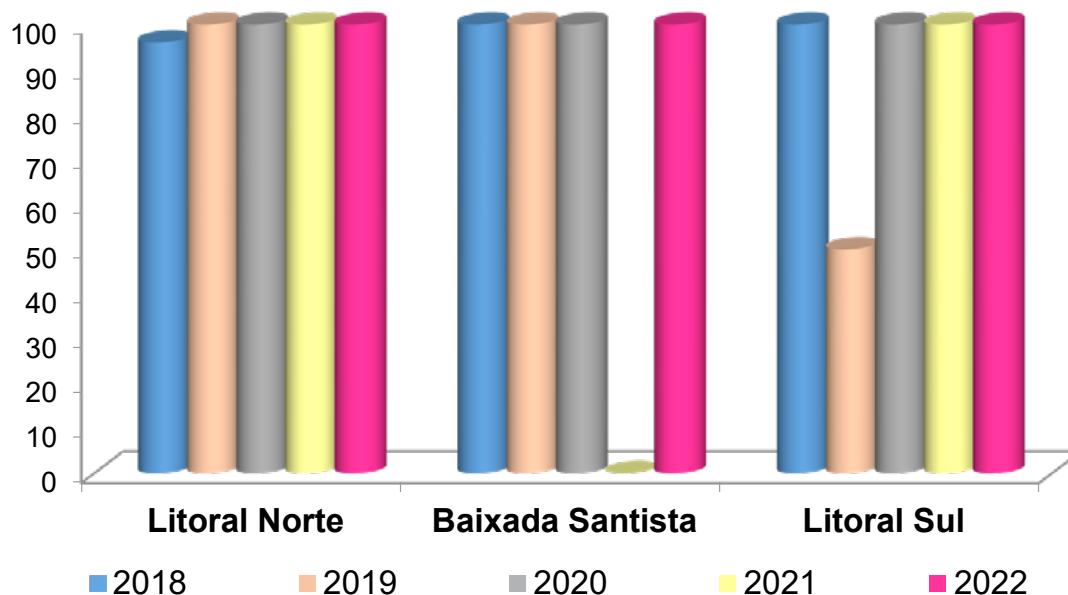
(c) Mortalidade superior ou igual a 50%, porém apresentando diferença significativa em relação ao controle

Analisando o histórico da avaliação ecotoxicológica, o Gráfico 4.26 apresenta o percentual de amostras com ausência de toxicidade nos últimos cinco anos (2018 a 2022). 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 99%;
- Na Baixada Santista, a ausência de toxicidade em 100% das amostras foi mantida desde 2018;
- No Litoral Sul a ausência de toxicidade em 100% das amostras foi mantida desde 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 (90%) nos últimos cinco anos.

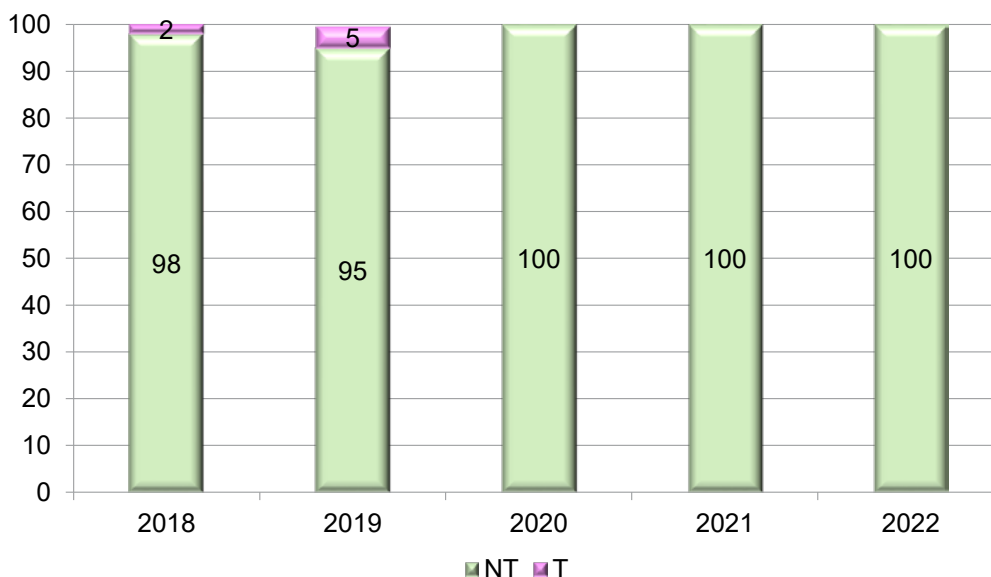
Os gráficos 4.26 e 4.27 apresentam os resultados históricos de 2018 a 2022 considerando que, em 2021, devido às restrições da pandemia pela COVID-19, foram avaliados poucos pontos no monitoramento e, a partir desse mesmo ano os ensaios foram realizados predominantemente no ponto 2 de cada área.

Gráfico 4.26 – Percentual de amostras nas três grandes regiões costeiras que não apresentaram toxicidade para *Grandidierella bonnieroides* nos ensaios com sedimento entre 2018 e 2022



Considerando os resultados dos ensaios nos últimos cinco anos, observou-se que as regiões avaliadas já apresentavam baixo percentual de amostras com toxicidade e apresentaram 100% de amostras com ausência de toxicidade desde 2020.

Gráfico 4.27 – Porcentagem de amostras com presença ou ausência de efeito tóxico nos ensaios ecotoxicológicos agudos com *Grandidierella bonnieroides* nos últimos cinco anos (NT = Não tóxico; T = Tóxico)



É importante ressaltar que em algumas regiões na Baixada Santista e no 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, sabe-se que os sedimentos são importantes fontes de contaminantes, os quais podem, eventualmente, provocar efeitos crônicos aos organismos aquáticos, aspecto não avaliado neste 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 Tabela 4.9 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, com exceção feita ao ponto 3 do Canal de São Sebastião, classificado como Ruim e a Baía de Caraguatatuba como Regular quando se considera a concentração de *C. perfringens*. As áreas do Estuário de Santos apresentaram mais classificações Ruins e Péssimas para Coliformes Termotolerantes, que indicam contaminação recente. As áreas de influência dos emissários de Santos e Praia Grande 1 também apresentaram classificação Péssima para Coliformes Termotolerantes, assim como o Mar Pequeno na segunda campanha.

Tabela 4.9 – Classificação da qualidade microbiológica dos sedimentos dos pontos da rede costeira para 2022. Baseada na concentração de Coliformes Termotolerantes (NMP/100mL) e *Clostridium perfringens* (NMP/100mL)

Área	Campanha 1		Campanha 2	
	Coliformes termotolerantes (NMP/100g)	<i>Clostridium perfringens</i> (NMP/100g)	Coliformes termotolerantes (NMP/100g)	<i>Clostridium perfringens</i> (NMP/100g)
Picinguaba	18	1.300	78	3.300
Baía de Itaguá	220	13.000	78	14.000
Saco da Ribeira	18	2.300	18	790
Tabatinga	18	2.300	18	2.300
Cocanha (P2 e P3)	18	2.300	18	230
Baía de Caraguatatuba	18	2.300	18	79.000
Canal de São Sebastião (P1 e P2)	230	4.900	130	130.000
Canal de São Sebastião (P3)	20	350.000	*	*
Barra do Una	45	790	490	2.300
Rio Itaguaré	18	490	18	78
Canal de Bertioga	2.200	13.000	1.100	3.300.000
Canal de Santos	24.000	4.900	1.700	1.100.000
Canal de Piaçaguera	92.000	33.000	2.300	310.000
Canal de São Vicente	13.000	7.000	490	17.000
Laje de Santos	18	4.600	18	33.000
Emissário do Guarujá	2.800	22.000	490	170.000
Emissário de Santos	54.000	17.000	33.000	9.400
Emissário de Praia Grande 1	54.000	2.300	790	2.100
Rio Itanhaém	20	1.100	45	3.300
Rio Preto	18	4.900	20	3.300
Mar Pequeno	5.400	23.000	130.000	130.000
Mar de Cananeia	18	1.300	490	1.700

* amostragem não realizada

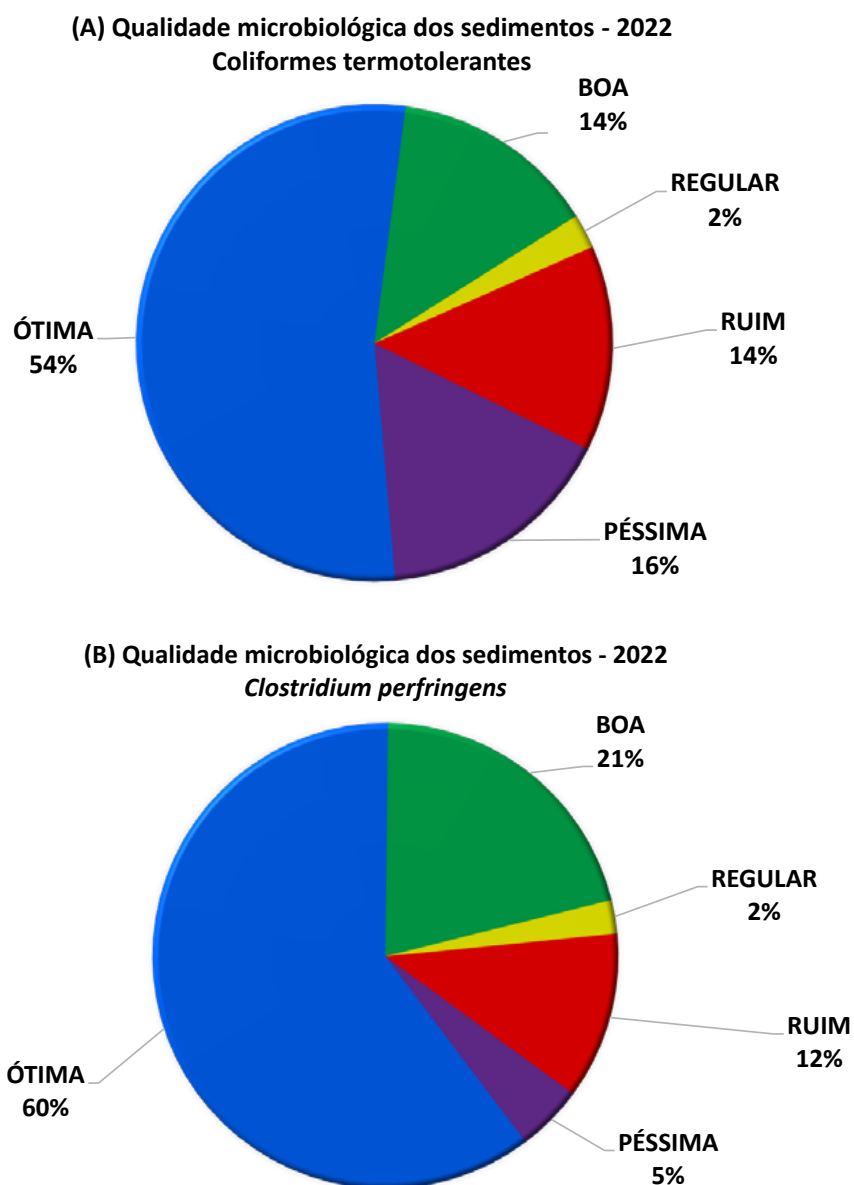
No Canal de São Sebastião foram realizadas amostragens nos pontos 1 e 3 na Campanha 1

Na Cocanha foi realizada amostragem no ponto 3 na Campanha 2

Categoria	CTt (NMP/100g)	<i>Clostridium perfringens</i> (NMP/100g)
ÓTIMA	≤ 200	≤ 10000
BOA	≤ 500	≤ 50000
REGULAR	≤ 1000	≤ 100000
RUIM	≤ 10000	≤ 500000
PÉSSIMA	> 10000	> 500000

As porcentagens de ocorrência das categorias do índice de qualidade microbiológica conforme o critério estabelecido para os dois indicadores são apresentadas no Gráfico 4.28, com base na Tabela 4.9. Para os Coliformes Termotolerantes, 54% das amostras foram classificadas como Ótimas e 14% como Boas. As categorias Ruim e Péssima somaram 30%. Para *Clostridium perfringens*, 60% das amostras foram classificadas como Ótimas, 21% como Boas. As categorias Ruim e Péssima somaram 17%. Apenas 2% das amostras foram classificadas na categoria Regular, para ambos os indicadores. As porcentagens nas categorias Ruim e Péssima foram maiores para Coliformes Termotolerantes, indicando que no sedimento predomina contaminação referente à poluição fecal recente.

Gráfico 4.28 – Porcentagem de amostras em cada classe de qualidade microbiológica de acordo com concentração de bactéria fecal nos sedimentos em 2022- (A) Coliformes Termotolerantes (B) *Clostridium perfringens*



Os Mapas 4.1, 4.2 e 4.3 mostram as classificações do IQAC das áreas nas três regiões do litoral do estado de São Paulo, referentes ao ano de 2022.

Os Mapas 4.4, 4.5, 4.6 e 4.7 mostram as classificações referentes ao ano de 2022 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 obtidas em 2022 para as áreas monitoradas mostrou que 57% foram classificadas como Boas, todas localizadas no Litoral Norte. As áreas classificadas como Regulares foram 24%. As áreas classificadas como Ruins foram 19%, sendo todas essas situadas na Baixada Santista. Neste ano não foi registrada nenhuma classificação Ótima, todavia, nenhuma Péssima foi registrada nos últimos cinco anos.

Analisando a porcentagem de amostras de água não conformes com os padrões legais de qualidade para todas as áreas, verificou-se que as variáveis que apresentaram mais não conformidades foram: Carbono Orgânico Total, Fósforo Total e Oxigênio Dissolvido com porcentagens entre 30 e 20%. Outros parâmetros com não conformidades foram a Clorofila-a e os Enterococos. Com relação às áreas estuarinas, as porcentagens de não conformidade para esses três parâmetros foram superiores, variando de 39 (Fósforo) a 54% (OD). No caso das áreas costeiras salinas nenhum parâmetro apresentou não conformidade acima de 24%.

No que se refere ao Índice de Estado Trófico Costeiro (IETC), que indica o nível de eutrofização, na avaliação das 21 áreas monitoradas, foi possível observar que, neste ano, o cenário apresentou melhoras visto que as classificações Eutrófica e Supereutrófica representaram apenas 15% dos resultados, melhor índice dos últimos cinco anos, em razão da redução de ambientes classificados como Eutróficos principalmente na região da Baixada Santista. Avaliando a tendência das áreas ao longo de cinco anos, observa-se que duas localidades indicaram tendência de piora, embora mantendo sua classificação, enquanto três exibiram tendência de melhora. As outras 15 áreas avaliadas, não mostraram tendência clara de variação.

No Litoral Norte, a maioria das localidades (86%) esteve classificada entre Mesotrófica e Oligotrófica. Em relação a 2021, observou-se aumento nos ambientes eutrofizados, mesmo assim, de um modo geral, em relação ao nível de trofia, mantém a melhor qualidade das águas litorâneas dentre as localidades amostradas no litoral do Estado.

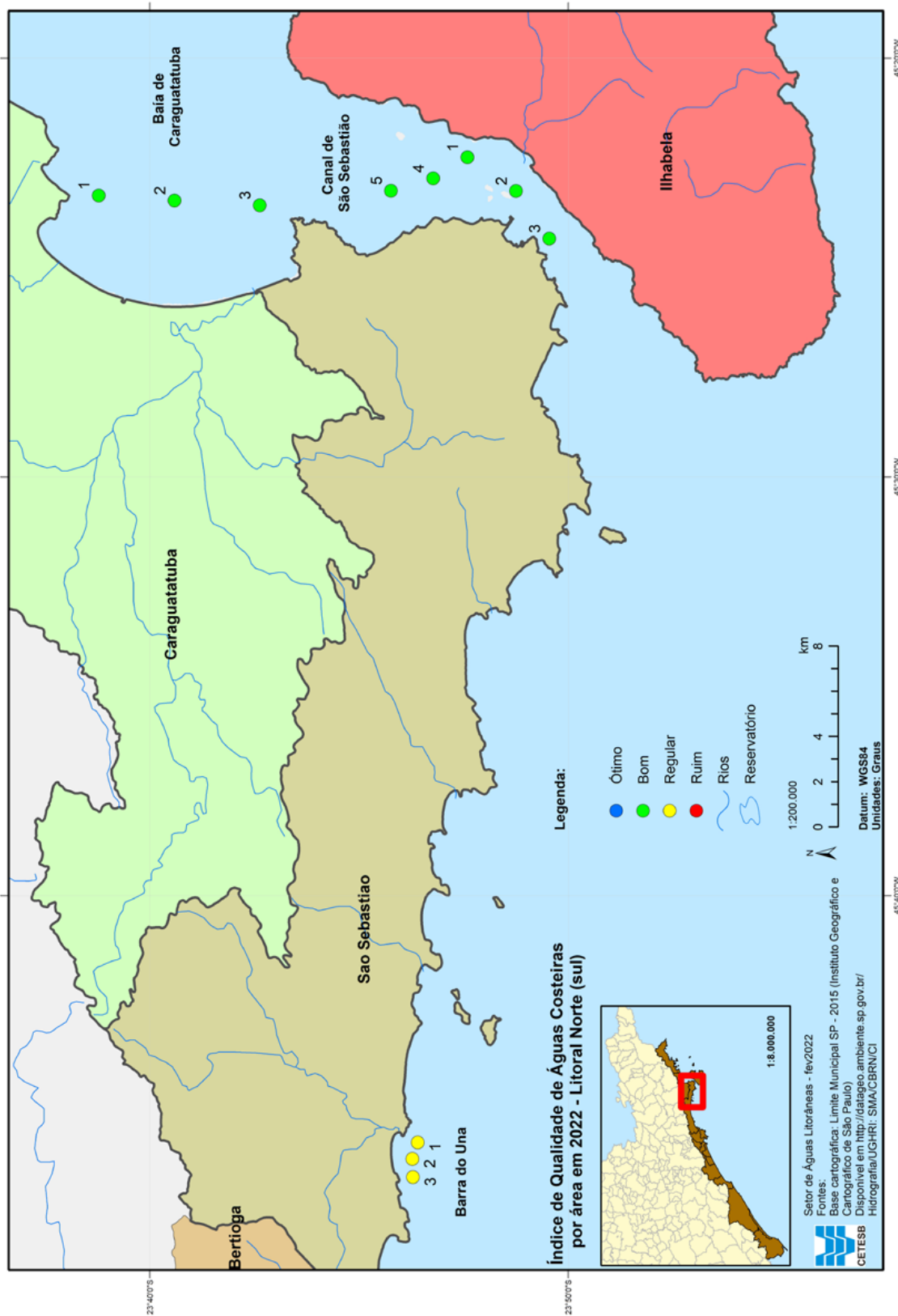
Na Baixada Santista, pela primeira vez em muitos anos, a maioria das áreas foi classificada entre Oligotrófica e Mesotrófica, enquanto ambientes eutrofizados corresponderam a aproximadamente 20% das classificações. Nessa região as áreas mais críticas são as de influência dos emissários de Santos e de Praia Grande 1. No Litoral Sul, as duas áreas exibiram classificações indicativas de baixa (Oligotrófica) e média trofia (Mesotrófica).

Com relação à qualidade dos sedimentos, como nos anos anteriores, as variáveis que indicam a presença de matéria orgânica e nutrientes nos canais do estuário santista foram as que apresentaram teores mais elevados, embora para todo o litoral, tenha sido observada conformidade em relação aos valores de referência para Carbono Orgânico Total e Nitrogênio em mais de 70% das amostras, e para o Fósforo Total em mais de 80%. No Litoral Norte, notam-se alguns locais com tendência de acúmulo de nutrientes, como a Baía de Itaguá e o Saco da Ribeira. No que se refere aos metais e HPAs, para todas as áreas, as amostras com concentrações acima dos critérios de qualidade para o efeito limiar representaram aproximadamente 13% e 5% respectivamente e nenhuma acima do critério de efeito provável.

Em conclusão, foi possível observar a manutenção de certos padrões 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 são mais importantes em áreas estuarinas. Da mesma forma, as principais alterações na qualidade das águas costeiras se referem ao excesso de nutrientes e matéria orgânica e ao baixo teor de oxigênio, na maioria dos casos relacionada à presença de esgotos domésticos.

Mapa 4.1 – Índice de Qualidade de Água Costeira 2022 – Litoral Norte (norte)

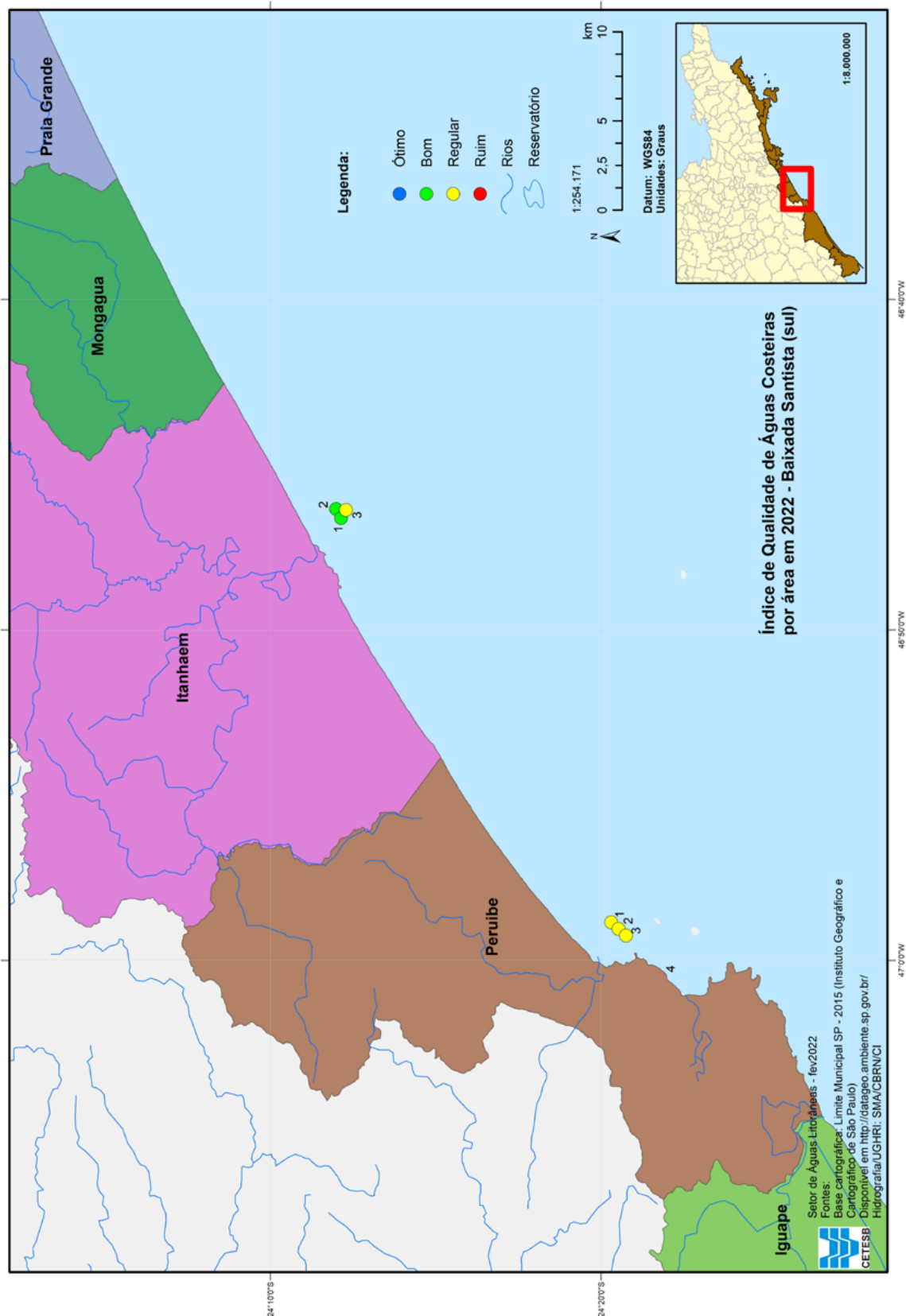
Mapa 4.2 – Índice de Qualidade de Água Costeira 2022 – Litoral Norte (sul)



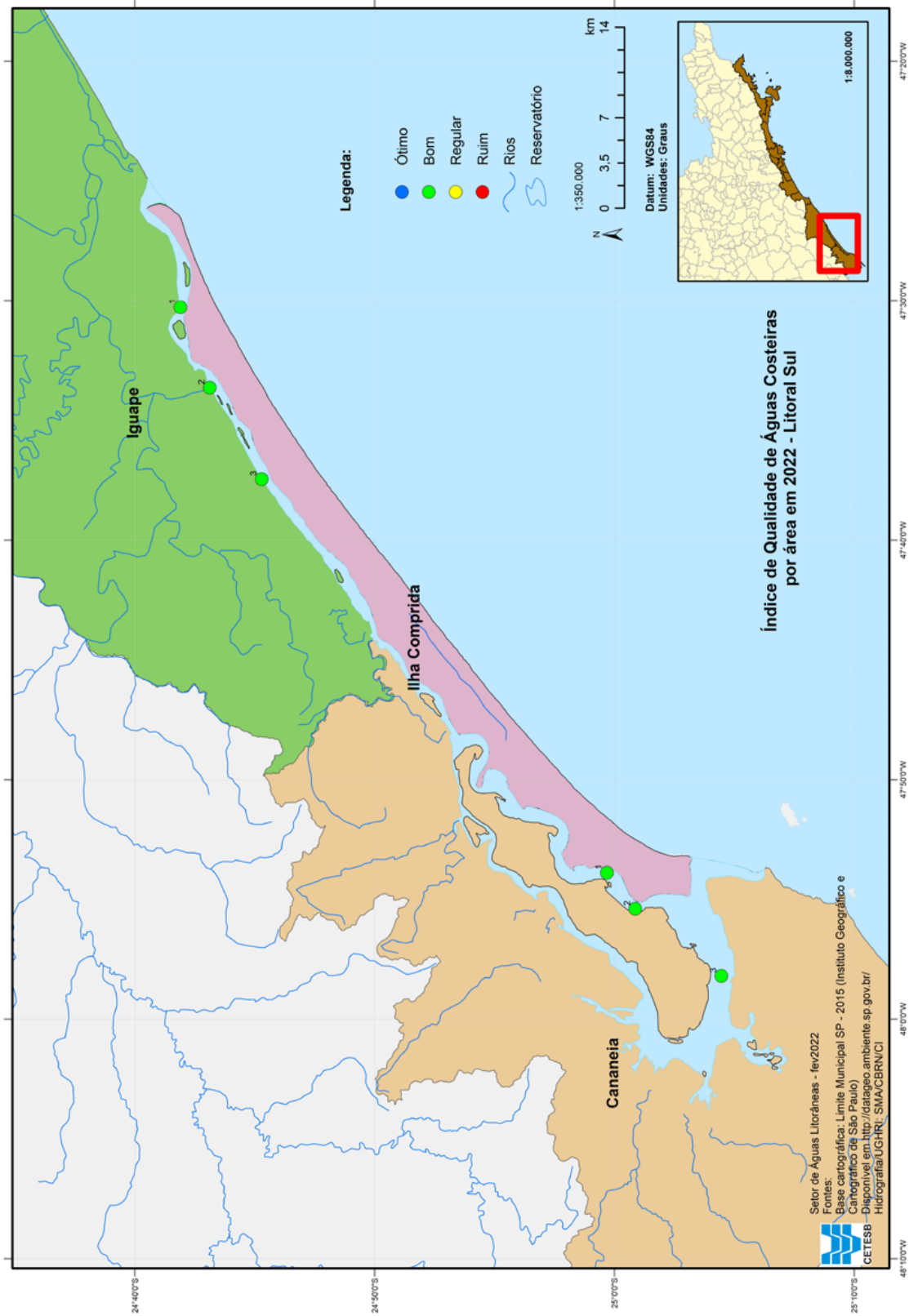
Mapa 4.3 – Índice de Qualidade de Água Costeira 2022 – Baixada Santista (norte)



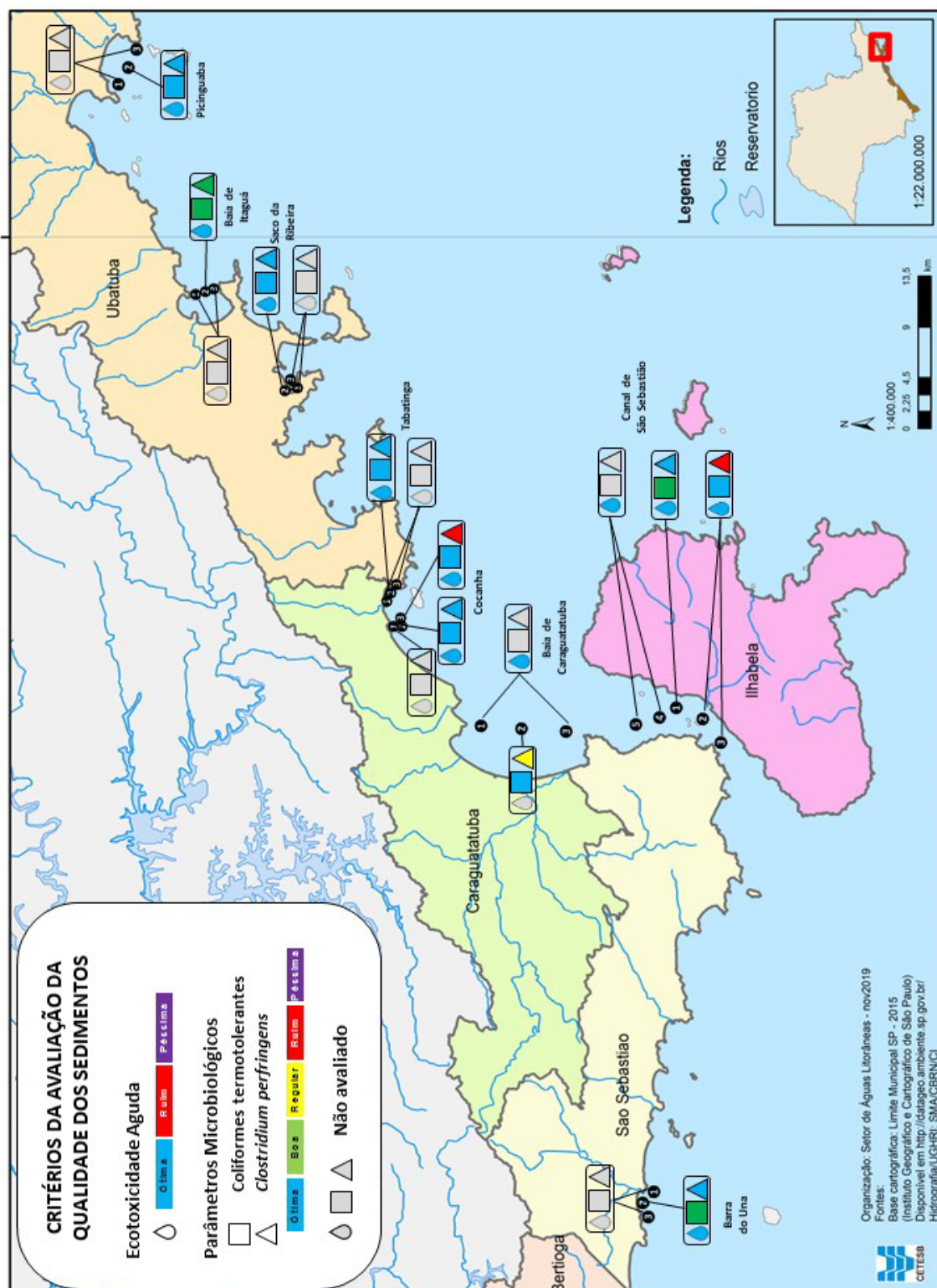
Mapa 4.4 – Índice de Qualidade de Água Costeira 2022 – Baixada Santista (sul)



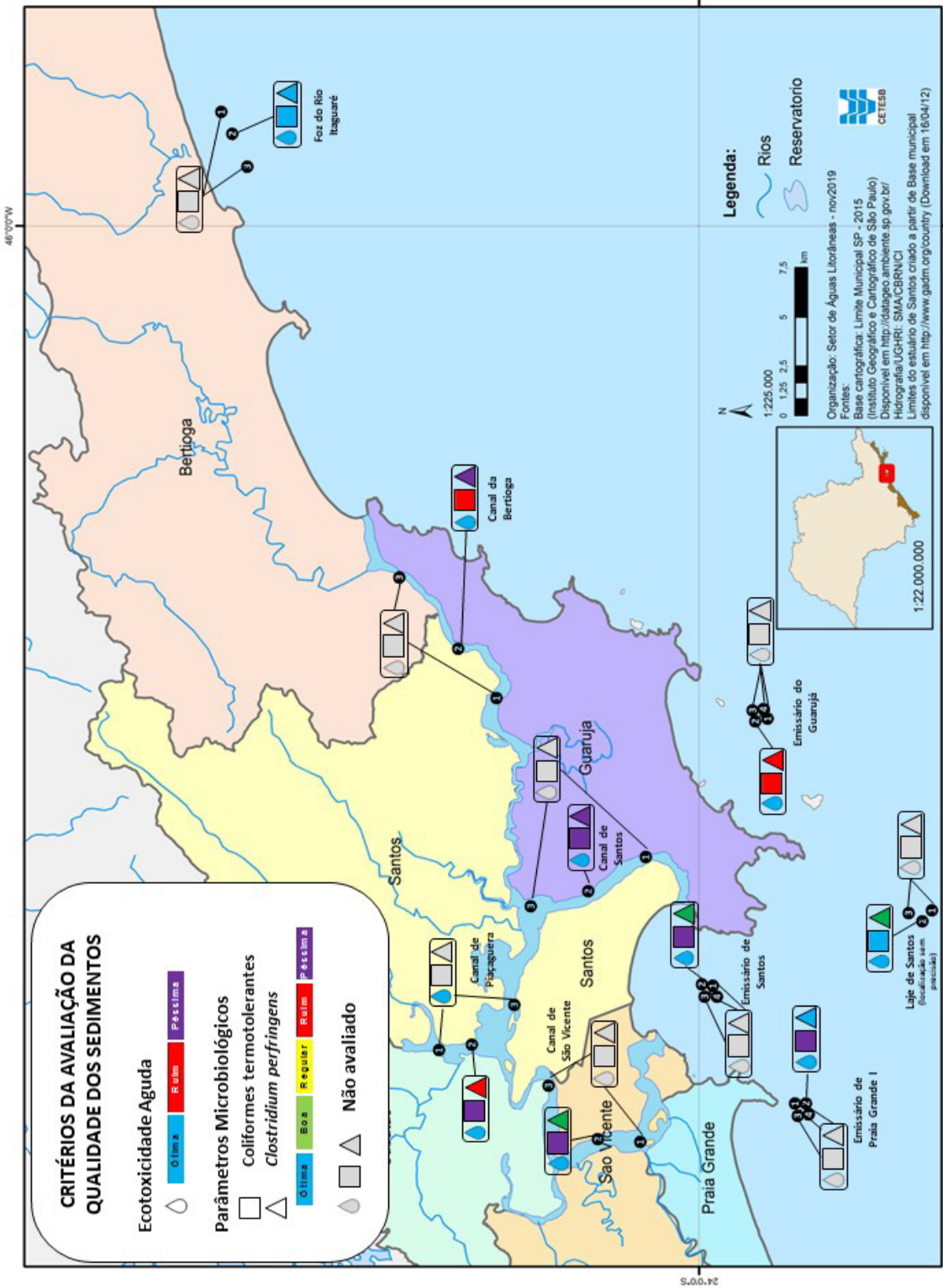
Mapa 4.5 – Índice de Qualidade de Água Costeira 2022 – Litoral Sul



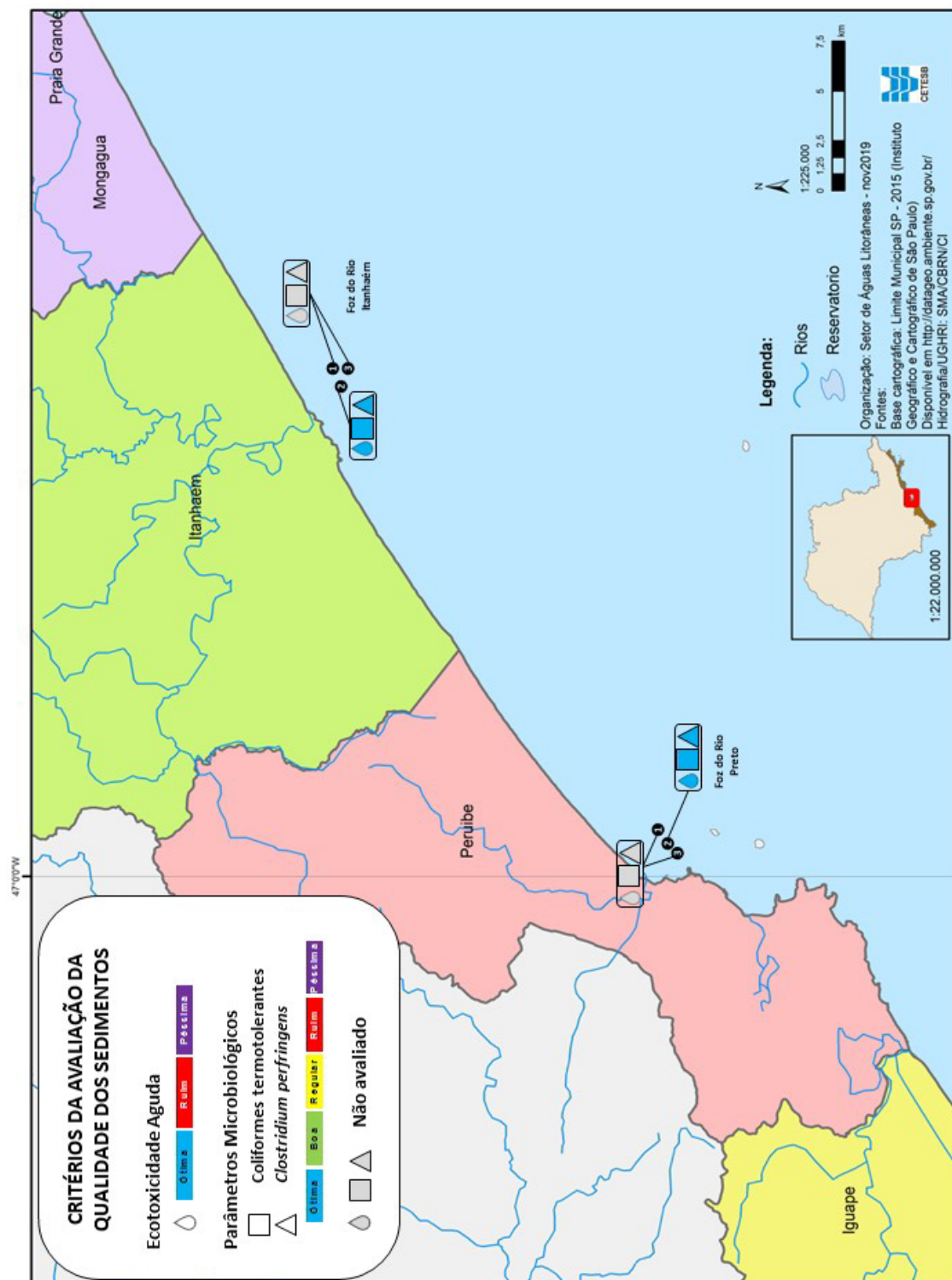
Mapa 4.6 – Avaliação da qualidade dos sedimentos 2022 – Litoral Norte



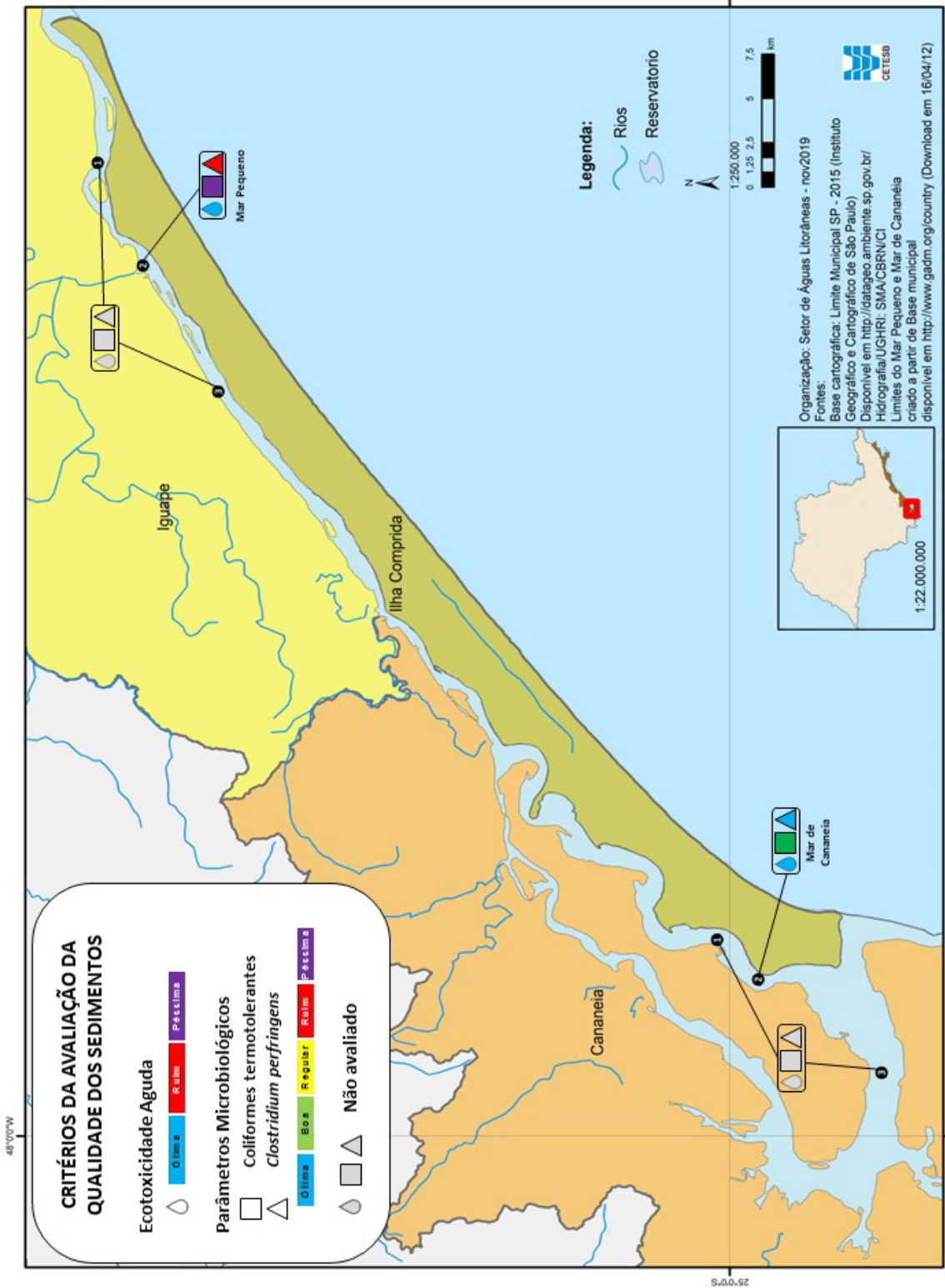
Mapa 4.7 – Avaliação da qualidade dos sedimentos 2022 – Baixada Santista (norte)



Mapa 4.8 – Avaliação da qualidade dos sedimentos 2022 – Baixada Santista (sul)



Mapa 4.9 – Avaliação da qualidade dos sedimentos 2022 – 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.

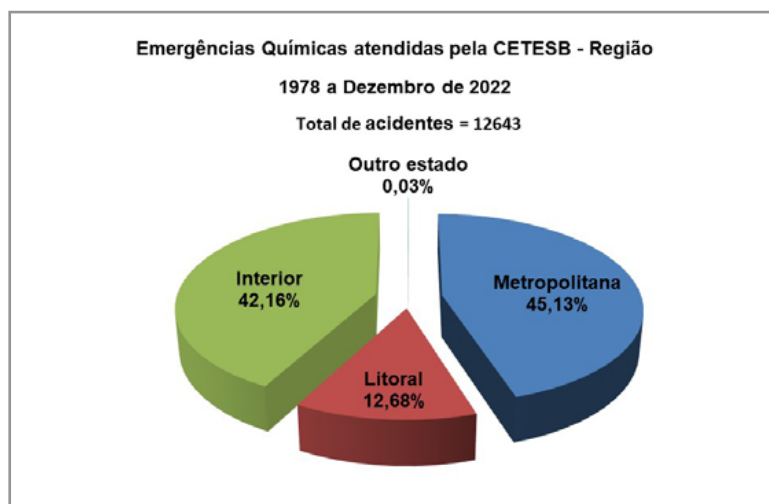
Dependendo do cenário acidental como, por exemplo, o local do acidente, as características e quantidade do produto químico envolvido, presença de corpos de água ou proximidade da costa, os eventos envolvendo produtos químicos podem afetar as águas costeiras, vindo a manifestar efeitos adversos ao meio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

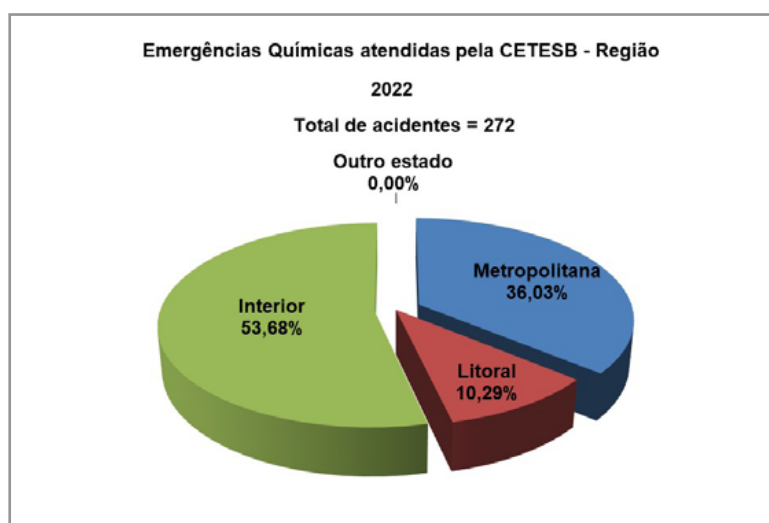
Todas as emergências químicas atendidas pela CETESB são registradas e consolidadas num banco de dados interno denominado SIEQ - Sistema de Informações sobre Emergências Químicas (CETESB, 2023a). Com base nesse banco de dados, no período de 01 janeiro de 1978 (início dos registros) até 31 de dezembro de 2022, a CETESB atendeu 12.643 ocorrências envolvendo produtos químicos (Gráfico 5.1). Dessas, 45,13% ocorreram na Região Metropolitana de São Paulo, 42,16% no interior e 12,68% no litoral (Gráfico 5.1).

Gráfico 5.1 – Emergências atendidas pela CETESB no período de janeiro de 1978 a dezembro de 2022, por região (Região Metropolitana, interior e litoral)

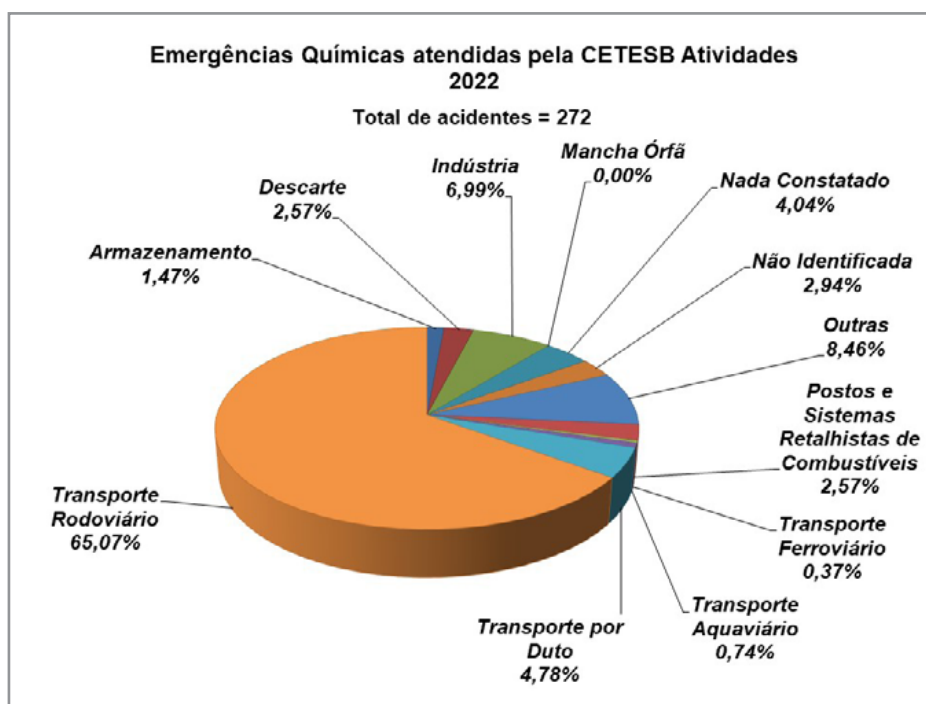


Especificamente para o ano de 2022, foram registradas 272 ocorrências assim distribuídas: 36,03% na Região Metropolitana (98 ocorrências), 53,68% no interior (146 ocorrências) e 10,29% no litoral (28 ocorrências) (Gráfico 5.2).

Gráfico 5.2 – Emergências químicas atendidas pela CETESB no ano de 2022, 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 65,07% do total de registros. Emergências envolvendo o transporte aquaviário, ocorrências em que normalmente há a contaminação das águas, foram registrados com pouca frequência (0,74% das ocorrências). Ressalta-se que para o ano de 2022 não foram registradas ocorrências envolvendo manchas oleosas de origem desconhecida (manchas órfãs) (Gráfico 5.3).

Gráfico 5.3 – Emergências químicas atendidas pela CETESB no ano de 2022, distribuídas por atividade

As emergências ocorridas no litoral tiveram maior incidência na Baixada Santista (26 registros), seguido pelo Litoral Norte (2 registros). No Litoral Sul não ocorreram acidentes (Tabela 5.1). Na Baixada Santista, os municípios com maior número de ocorrências registradas foram Cubatão (9 registros), Guarujá (8 registros) e Santos (6 registros). No Litoral Norte, só ocorreram emergências em São Sebastião (2 registros) (Tabela 5.1).

Tabela 5.1 – Distribuição das ocorrências atendidas pela CETESB, por atividade, nos diferentes municípios do Litoral de São Paulo em 2022

Município	Número de ocorrências	Atividade
Litoral Norte (2 ocorrências)		
Ubatuba	*	
Caraguatatuba	*	
Ilhabela	*	
São Sebastião	2	Nada constatado (1) Outras atividades (1)
Baixada Santista (26 ocorrências)		
Bertioga	*	
Guarujá	8	Transporte rodoviário (3) Outras atividades (3) Transporte aquaviário (2)
Santos	6	Armazenamento (3) Transporte rodoviário (2) Outras atividades (1)
São Vicente	1	Descarte de produtos ou resíduos (1)
Cubatão	9	Indústria (5) Transporte rodoviário (3) Transporte por duto (1)

Município	Número de ocorrências	Atividade
Praia Grande	3	Transporte rodoviário (2) Postos e sistemas retalhistas de combustíveis (1)
Mongaguá	*	
Itanhaém	*	
Peruíbe	*	
Litoral Sul		
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 quase totalidade das emergências ocorreram próximas à costa ou ao estuário, demonstrando a potencial vulnerabilidade das águas costeiras aos acidentes envolvendo produtos químicos (CETESB, 2023b) (Figura 5.1).

Figura 5.1 – Localização espacial das emergências ocorridas no ano de 2022, (hachuradas em azul), nos municípios de São Sebastião, Guarujá, Santos, São Vicente, Cubatão e Praia Grande (continua)

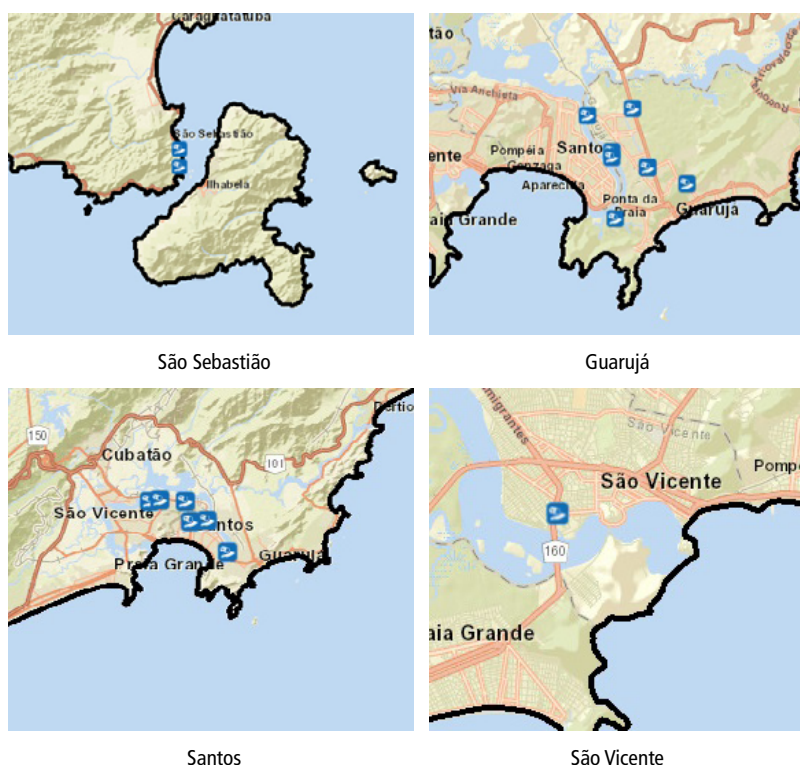


Figura 5.1 – Localização espacial das emergências ocorridas no ano de 2022, (hachuradas em azul), nos municípios de São Sebastião, Guarujá, Santos, São Vicente, Cubatão e Praia Grande (conclusão)



Legenda: * - Há registros sobrepostos por terem ocorrido na mesma localidade.

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. O acidente considerado como “nada constatado” (em São Sebastião) foi aquele em que a CETESB foi acionada e, após avaliação, não foi constatada qualquer contaminação ou fonte suspeita. As manchas oleosas de origem desconhecida ou manchas órfãs, ocorrências comumente verificadas na região do litoral, não foram registradas no ano de 2022.

Alguns poucos acidentes ocasionaram contaminação das águas costeiras e que, devido ao pequeno volume envolvido ou mesmo pela capacidade de diluição do corpo de água, não comprometeram a qualidade das águas ou seu uso recreacional (balneabilidade). Da mesma forma, a resposta dada pelas empresas por meio do acionamento de seus respectivos planos de emergência, bem como pela gestão dos acidentes pelos órgãos públicos competentes, concorreram para a mitigação dos efeitos desses acidentes.

Abaixo, são relatados alguns acidentes ocorridos em 2022, os quais tiveram o potencial ou que efetivamente contaminaram as águas costeiras:

Transporte rodoviário - Tombamento de contêiner de caminhão, em Cubatão

Data: 21.01.2022.

Local: Rodovia Cônego Domênico Rangoni, km 262.

Bairro: Zona Industrial.

Município: Cubatão.

Latitude: -23.848616°; Longitude: -46.383307°.

Região: Litoral. UGRHI: 7 – Baixada Santista.

Descrição da Fonte do Vazamento: Tombamento de um contêiner de um caminhão o qual continha óleo vegetal (óleo de milho).

O acidente foi comunicado à CETESB pela concessionária Ecovias que opera o sistema Anchieta-Imigrantes. Devido ao tombamento, o contêiner avariou dando início ao vazamento de óleo de milho que atingiu a pista e sua drenagem, bem como uma área vegetada adjacente à pista. Ações de resposta à emergência foram tomadas desde o momento do acidente, perdurando pelos dois dias seguintes, as quais foram realizadas por equipes contratadas pela empresa transportadora e coordenadas pelos órgãos competentes (CETESB, ECOVIAS, Polícia Rodoviária Estadual). As ações se basearam na:

- Sucção de resíduos oleosos dos pontos afetados;
- Limpeza das valas situadas nas proximidades da caixa de drenagem;
- Raspagem e recolhimento da serragem contaminada sobre a pista e áreas afetadas;
- Raspagem e recolhimento da vegetação e de solo atingido pelo óleo, junto às margens da pista e;
- Hidrojateamento da pista, nos trechos afetados, com a aplicação de desengraxante.

Convém ressaltar que devido à proximidade ao Rio Perequê, as drenagens da rodovia foram protegidas por meio da aplicação de barreiras de contenção e barreiras absorventes visando prevenir possível contaminação do corpo de água cujas manchas poderiam alcançar o estuário de Santos. Os procedimentos de resposta implantados foram eficientes uma vez que o resíduo oleoso foi totalmente removido da pista e das áreas adjacentes, assim como não foi observada a presença de óleo nos corpos de água.

Armazenamento - Incêndio em contêineres no interior de empresa em Santos

Data: 10.02.2022.

Local: Avenida Marginal da Rodovia Anchieta, nº 1135.

Município: Santos.

Latitude: -23.930593°; Longitude: -46.374273°.

Região: Litoral. UGRHI: 7 – Baixada Santista.

Descrição da Fonte do Vazamento: Incêndio em dois contêineres no galpão da empresa Geloc, contendo produtos químicos.

A equipe do Setor de Atendimento a Emergências foi acionada por técnico da Agência Ambiental de Santos que se encontrava no local dando suporte às ações de resposta à emergência. Bombeiros e equipes de resposta contratada pela Geloc realizaram o combate ao incêndio, segregando os contêineres íntegros daqueles que apresentavam reação de combustão. Estes últimos foram colocados em uma área de ecoponto, caracterizada por um galpão coberto, aberto e com piso impermeável.

O produto envolvido no incêndio consistia de "substâncias que apresentam risco ao meio ambiente", com classificação ONU 3077 e nome comercial "*Unizeb Gold*". Devido à forte emanção de odor similar a pólvora queimada e com característica irritante, a CETESB procedeu ao monitoramento da atmosfera detectando a presença de concentrações de dióxido de enxofre. Foi então orientado às empresas contíguas à Geloc que removessem temporariamente seus trabalhadores da área dos fundos das empresas a fim de evitarem o contato com a fumaça proveniente do incêndio.

Foi observada uma canaleta que recebia água de combate contendo produto químico solubilizado. Tal canaletas dirigia o resíduo para um sistema de contenção o qual conteve o resíduo evitando que o mesmo alcançasse o corpo de água próximo (Rio Casqueiro e possivelmente o Estuário de Santos).

Nas áreas sinistradas, foram realizadas a limpeza e hidrojateamento com a recuperação da água da lavagem sendo a mesma tratada como resíduo classe 1. Tais atividades adentraram pelos dois dias subsequentes ao acidente. Não houve contaminação de corpos de água.

Transporte Aquaviário – Vazamento de óleo diesel proveniente de embarcação no Guarujá

Data: 20.03.2022.

Local: Rua Senador Salgado Filho, nº 100.

Bairro: Jardim Santense.

Município: Guarujá.

Latitude: -23.941092°; Longitude: -46.308053°.

Região: Litoral. UGRHI: 7 – Baixada Santista.

Descrição da Fonte do Vazamento: Vazamento de óleo diesel proveniente de embarcação atracada na empresa Cristalmar.

Em razão de um acionamento do gestor portuário de Santos – *Santos Port Authority* (SPA) a equipe do Setor de Atendimento a Emergências dirigiu-se ao local, a empresa Cristalmar, em cujo píer encontrava-se atracada uma embarcação denominada LUSO VIII. A embarcação encontrava-se fora de operação e em manutenção. Durante uma manobra de transferência para outro ponto da unidade, a embarcação naufragou. No momento do naufrágio não havia combustível em seus tanques. Porém, de modo preventivo, foram instaladas barreiras de contenção e absorção ao redor do ponto de naufrágio a fim de conter frações iridescentes de óleo residual dos porões.

Posteriormente foram avistadas manchas iridescentes esparsas no interior dos seios das barreiras, sendo então solicitada a permanência das barreiras, bem como o monitoramento contínuo da embarcação naufragada até que o plano de ação para a remoção do barco fosse aprovado pela Capitania dos Portos. O óleo residual contido foi posteriormente removido da água com utilização de materiais absorvedores de óleo.

Transporte Aquaviário – Queda de contêiner de navio no Guarujá

Data: 14.04.2022.

Local: Santos Brasil Participações S/A.

Bairro: Vicente de Carvalho.

Município: Guarujá.

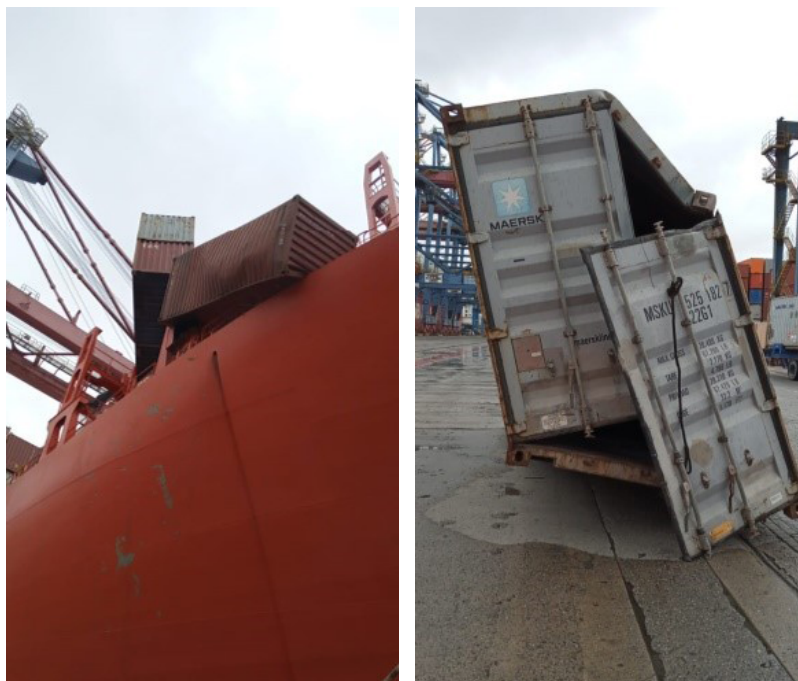
Latitude: -23.963987°; Longitude: -46.293683°.

Região: Litoral. UGRHI: 7 – Baixada Santista.

Descrição da Fonte do Vazamento: Queda de um contêiner no mar proveniente de navio.

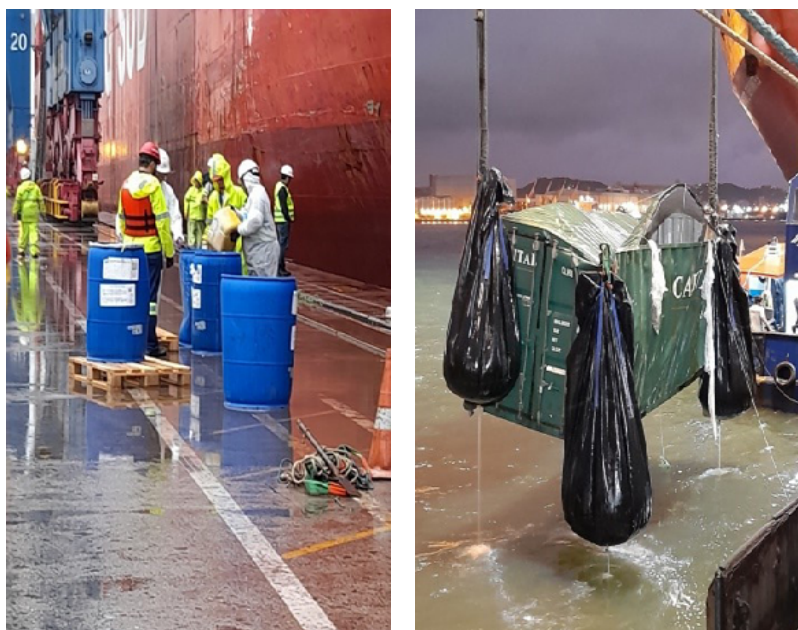
A empresa Santos Brasil comunicou à CETESB sobre um acidente envolvendo a queda ao mar de um contêiner contendo produtos químicos. A ocorrência foi provocada pela ação de retirada de um contêiner do navio “Monte Alegre” atracado no cais nº 3 da empresa. Durante o içamento de um contêiner houve o choque deste contra uma pilha de contêineres (Figura 5.2) causando a desestabilização e queda de dois deles. Um dos contêineres, vazio, caiu sobre o piso do cais (Figura 5.2). O segundo, contendo produtos químicos, chocou-se contra a borda do cais e posteriormente caiu no mar. Com o choque a estrutura do contêiner se rompeu e parte da carga caiu sobre o piso do cais. A outra parte afundou juntamente com o contêiner.

Figura 5.2 – Pilhas de contêineres desestabilizadas a bordo do navio Monte Alegre (à esquerda) e Container avariado caído sobre o piso do cais nº 3 da Santos Brasil (à direita)



Ações de resposta foram postas a termo no sentido de remover o produto químico presente no piso do píer, bem como do planejamento e retirada do contêiner naufragado onde equipes de mergulhadores insuflaram boias amarradas às laterais da estrutura provocando a flutuação do contêiner e seu posterior içamento com equipamentos da própria Santos Brasil (Figura 5.3).

Figura 5.3 – Limpeza do piso do cais contaminado com produtos químicos (à esquerda) e flutuação e içamento do contêiner naufragado (à direita)



Foi solicitada à empresa a BL – *Bill of Landing* do contêiner com a finalidade de se conhecer os produtos acondicionados em seu interior sendo então obtidas as seguintes informações:

- 4 tambores de 215 kg contendo o produto DOW denominado OPTI MAT A-2000 LV Duller (polímero);
- 16 tambores de 204 kg contendo o produto DOW denominado Acrysol RM-825 Rheology (resina de poliuretano);
- 2 IBCs de 1.000 kg contendo o produto DOW denominado Primal SB-300 Emulsion (polímero).

Com o içamento, foi possível observar que as embalagens encontravam-se todas avariadas, ou seja, os produtos químicos foram perdidos contaminando as águas do estuário.

Foram realizadas coletas de amostras de água por empresa contratada pela Santos Brasil a fim de verificar possível alteração dos padrões de qualidade da água e para subsidiar um diagnóstico e avaliação de possíveis impactos ambientais.

O número de pontos, sua localização e parâmetros coletados foram alinhados entre a CETESB e a empresa Santos Brasil. Assim, foram selecionados quatro pontos de coleta, três deles próximos ao local do contêiner naufragado e um em local mais afastado. Em termos temporais foram feitas duas coletas no dia do evento (uma antes da remoção da estrutura – 1ª campanha, e outra após sua remoção – 2ª campanha) e duas nos dias seguintes ao evento (3ª e 4ª campanha, respectivamente), totalizando quatro campanhas de coleta. Foram coletadas amostras compostas a cada cinco metros de profundidade (no primeiro dia) e coletas compostas de água em superfície, meio e fundo (nos dias subsequentes).

Em relação aos parâmetros físicos, químicos e biológicos, foram feitas coletas para os parâmetros previamente selecionados considerando-se a disponibilidade de recursos específicos (frascarias) no momento da emergência e nos dias subsequentes (Tabela 5.2):

Tabela 5.2 – Parâmetros físicos, químicos e biológicos analisados durante o atendimento à emergência ocorrida na empresa Santos Brasil (continua)

Parâmetros	1ª campanha	2ª campanha	3ª campanha	4ª campanha
Físico-químicos (<i>in situ</i>)				
pH	•	•	•	•
E _H	•	•	•	•
Condutividade	•	•	•	•
Temperatura	•	•	•	•
OD	•	•	•	•
Salinidade	•	•	•	•
Turbidez	•	•	•	•

Tabela 5.2 – Parâmetros físicos, químicos e biológicos analisados durante o atendimento à emergência ocorrida na empresa Santos Brasil (conclusão)

Parâmetros	1ª campanha	2ª campanha	3ª campanha	4ª campanha
Análises químicas em laboratório				
OG	•	•	•	•
COT		•	•	•
VOC		•	•	•
Nitrogênio amoniacal			•	•
Metais totais			•	•
Metais dissolvidos			•	•
DBO			•	•
DQO			•	•
Análises biológicas em laboratório				
Ecotoxicidade aguda			•	•
Ecotoxicidade crônica			•	•

Fonte: Adaptado de Processo Digital CETESB.078591/2022-15

Os resultados das análises foram posteriormente apresentados em um relatório técnico de responsabilidade da Santos Brasil onde se concluiu que os resultados fora dos padrões legais observados em algumas amostras têm relação com o próprio ambiente estuarino (alterações na cunha salina devido à influência das marés) ou mesmo devido à poluição crônica associada às atividades portuárias ou de efluentes domésticos ou industriais de origem difusa, não sendo possível correlacionar tais resultados ao acidente em pauta.

5.2 Mortandades de Peixes 2022 – UGRHs Costeiras

A CETESB realiza atendimento a ocorrências de mortandades de peixes por meio da atuação 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 (EEEQ) da CETESB. O levantamento dos dados apresentados foi baseado em registros dos atendimentos realizados pela CETESB em 2022, além de pesquisas na imprensa, seja em mídia eletrônica ou tradicional.

Nas UGRHs costeiras (3 e 7), foram verificadas oito ocorrências de mortandades de peixes em 2022, sendo quatro no Litoral Norte e quatro na Baixada Santista (Quadro 5.1). As causas das mortandades registradas na região costeira que puderam ser apuradas variaram desde despesca, queda na concentração de oxigênio dissolvido na água e contaminação por substância tóxica.

Dessas oito ocorrências, 25% apresentaram como causa a despesca ou descarte devido à pesca incidental (*bycatch*). A ocorrência constatada em janeiro de 2022 na praia de Cibratel em Itanhaém teve o agravante de envolver a arraia ticonha (*Rhinoptera brasiliensis*), espécie criticamente ameaçada da fauna brasileira (Brasil, 2022).

Foi constatado um caso de morte de peixes em decorrência de contaminação por substâncias tóxicas

quando houve extrapolação de Peróxido de Hidrogênio da Estação Elevatória de Esgotos que fica no bairro Pontal da Cruz no município de São Sebastião. O problema foi percebido pela população do local, que acionou a CETESB e possibilitou o rápido atendimento.

Tabela 5.3 – Registros de mortandades de peixes nas UGRHs 3 – Litoral Norte e 7 – Baixada Santista em 2022

UGRHI/Região	Município	Reclamação em	Corpo de água	Organismo	Motivo	Atendido por
3 LITORAL NORTE	SÃO SEBASTIÃO	04/02/2022	Córrego na Alameda Santana, -23.776421, -45.401517	Não especificado	Contaminação por peróxido de hidrogênio estabilizado que extrapolou da bacia de contenção da Estação Elevatória de Esgotos e atingiu o córrego	Agência Ambiental de São Sebastião (CMS) / CETESB
	SÃO SEBASTIÃO	18/04/2022	Não informado	Não especificado	Indeterminado	Agência Ambiental de São Sebastião (CMS) / CETESB
	UBATUBA	05/07/2022	Não informado	Não especificado	Indeterminado	Agência Ambiental de São Sebastião (CMS) / CETESB
	SÃO SEBASTIÃO	11/07/2022	Não informado	Não especificado	Indeterminado	Agência Ambiental de São Sebastião (CMS) / CETESB
7 BAIXADA SANTISTA	ITANHAÉM	05/01/2022	Praia Cibratel, -24.184233, -46.782678	Uma arraia-lixia e 34 arraias-ticonha	Provável descarte por despesca, resultado de pesca incidental (<i>bycatch</i>)	Secretaria Municipal de Itanhaém e Instituto Biopesca
	GUARUJÁ	26/01/2022	Praia do Guaiúba, -24.017556, -46.293351	Peixes, crustáceos e moluscos	Provável descarte por despesca, resultado de pesca incidental (<i>bycatch</i>)	Secretaria Municipal de Meio Ambiente do Guarujá
	SANTOS	13/03/2022	Canal 2, Santos, -23.964694, -46.338728	Não especificado	Provável esgotamento do oxigênio dissolvido na água por cardume preso por causas desconhecidas	Secretaria Municipal do Meio Ambiente de Santos
	SANTOS	27/04/2022	Não informado	Não especificado	Indeterminado	Agência Ambiental de Santos (CMN) / CETESB

Outra ocorrência não computada nos registros de mortandade de peixes da CETESB, mas que vale ser assinalada por se tratar da conservação da fauna marinha, foi a divulgação na imprensa da morte de golfinhos ameaçados no Litoral Paulista. Segundo o Estadão¹ (Mar sem Fim) no período de setembro a outubro de 2022, foi registrada a morte de 33 toninhas da espécie *Pontoporia blainvillei*, que foram recolhidas em praias do Litoral.

¹ <https://marsemfim.com.br/trinta-e-tres-toninhas-mortas-no-litoral-de-sao-paulo/>. Acesso em 17/03/2023

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.

BRASIL, Ministério do Meio Ambiente. Portaria MMA nº 148, de 1 de junho de 2022. DOU Nº 108 Seção 1, 08 de junho de 2022.

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. 2023a. Sistema de Informações de Emergências Químicas da CETESB – SIEQ. Disponível em: <<https://sistemasinter.cetesb.sp.gov.br/emergencia/relatorio.php>>. Acesso em 27.02.2023.

CETESB. 2023b. Emergências químicas atendidas pela CETESB. Disponível em: <<https://ambientesp.maps.arcgis.com/apps/webappviewer/index.html?id=91e6fc5f77b24af5adc790437acf99bc>>. Acesso em 27.02.2023.

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.

GOVERNO DO ESTADO DE SÃO PAULO, 2021. Plano de Contingência para gestão integrada de riscos associados a florações de microalgas tóxicas em águas do litoral paulista. São Paulo: SP, 2021.

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.

LI, Chunqiang, ZHU, Baibi, Chen, Hong, Liu Zhixin, Cui, Baiming, Wu Jingrui, Li Bin, Yu Haichuan and Peng Ming. The relationship between the *Skeletonema costatum* Red Tide and Environmental Factors in Hongsha Bay os Sanya, South China Sea. **Journal of Coastal Research**. V25 n3, p 651-658, May 2009.

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. 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 Bertiooga 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-P\$ OCM data. Corrent Science, vol 86, n. 12. 2004

SCROGGINS, R & WINGER, P.V. (2001). Summary of a SETAC Technical workshop porewater toxicity testing: biological, chemical and ecological considerations with a review of methods and applications, and recommendations for future areas of research, 18-22 march 2000; Pensacola, FL. SETAC. Society of Enviromental Toxicology and Chemistry. (www.setac.org).

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

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

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

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

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

VILLAC, M.C., CABRAL-NORONHA, V.A.P. & PINTO, T.O. The phytoplankton biodiversity of the coast of the state of São Paulo, Brazil. Biota Neotrop. 8(3), 2008. Disponível em: <<http://www.biotaneotropica.org.br/v8n3/en/abstract?article+bn01908032008>>. Acesso em 4.01.19.

WEST, Inc.; GULLEY, D. Toxstat 3.5. Wyoming, USA: University of Wyoming.1996. 38p. https://www.mar.mil.br/dhn/dhn/quadros/ass_leplac_amazul.html

<http://fflorestal.sp.gov.br/unidades-de-conservacao/apas/apas-area-de-protecao-ambiental-conceito/> <http://www.ciiagro.sp.gov.br/dados/entrada.htm>

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

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

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



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