

2024

QUALIDADE DAS ÁGUAS COSTEIRAS NO ESTADO DE SÃO PAULO

SÉRIE RELATÓRIOS



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

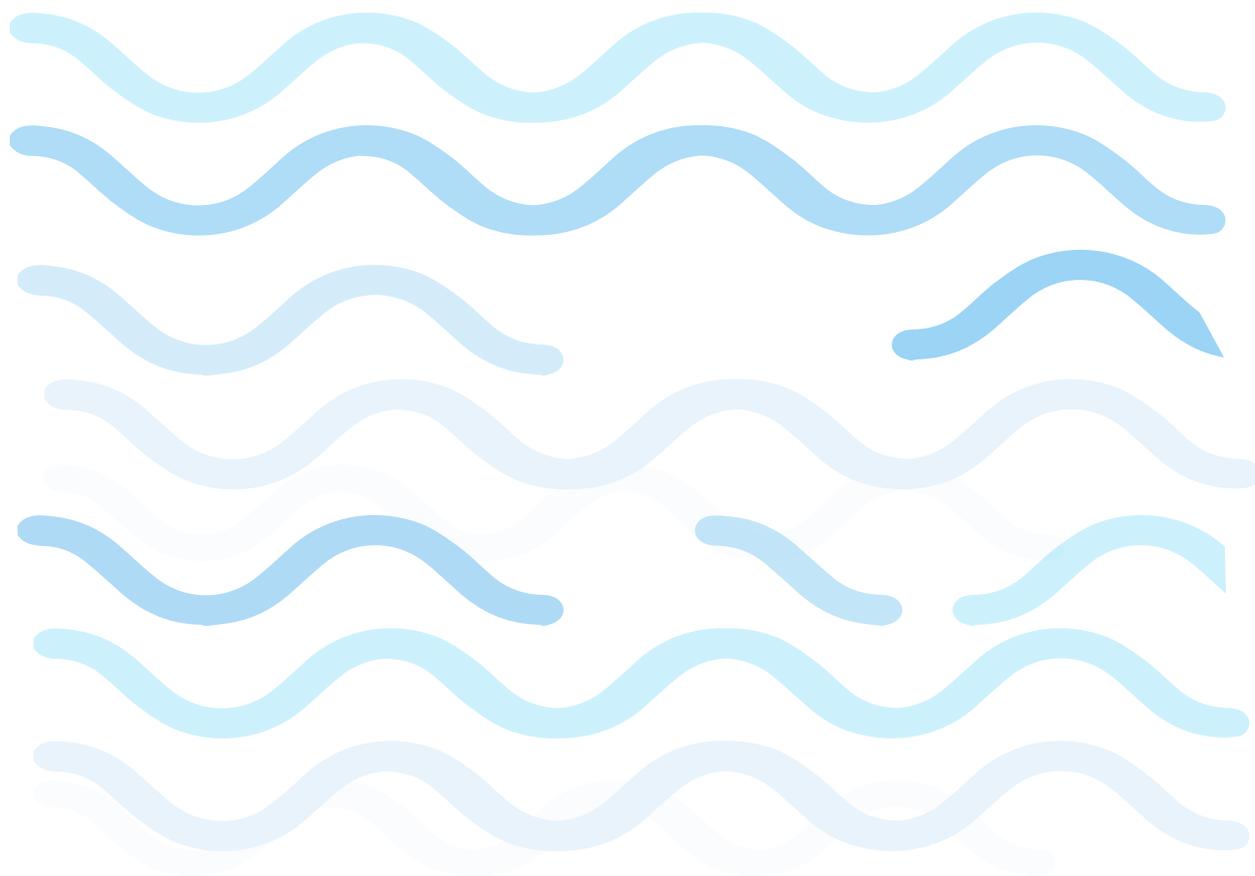
CETESB - Companhia Ambiental do Estado de São Paulo

Diretoria de Gestão Corporativa
Liv Nakashima Costa - Diretora

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

Diretoria de Engenharia e Qualidade Ambiental
Maria Helena R. B. Martins - Diretora

Diretoria de Avaliação de Impacto Ambiental
Mayla Matsuzaki Fukushima - Diretora



QUALIDADE DAS ÁGUAS COSTEIRAS NO ESTADO DE SÃO PAULO 2024

SÉRIE RELATÓRIOS

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

São Paulo
2025

Dados Internacionais de Catalogação

(CETESB – Biblioteca, SP, Brasil)

C418q CETESB (São Paulo)
Qualidade das águas costeiras no estado de São Paulo 2024 [recurso eletrônico] / CETESB ; Coordenação geral Fábio Netto Moreno ; Coordenação técnica Lilian Barrella Peres, Cláudia Condé Lamparelli ; Equipe técnica Cláudia Condé Lamparelli ... [et al.] ; Mapas e figuras Aparecida Cristina Camolez ; Colaboradores Maria Inês Zanoli Sato ... [et al.]. – São Paulo : CETESB, 2025.
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 : 118 p., 13 MB) + Apêndices (5 arquivos PDF: 13 MB)

Disponível em:

<<http://cetesb.sp.gov.br/aguas-costeiras/publicacoes-e-relatorios/>>

ISBN 978-65-5577-104-6

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

CDD (21.ed. esp.) 363.739 463 169 0816 1

CDU (2.ed. port.) 502.175:628.515 (261.67:815.6)

Catalogação na fonte: Margot Terada CRB 8.4422

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

© CETESB 2025.
Av. Prof. Frederico Hermann Jr., 345
Pinheiros – SP – Brasil – CEP 05459900

FICHA TÉCNICA

Diretoria de Engenharia e Qualidade Ambiental

Quím. Maria Helena R. B. Martins – Diretora

Coordenação geral

Biól. Fábio Netto Moreno

Gerente do Departamento de Qualidade Ambiental

Coordenação técnica

Farm. Bioq. Lillian Barrella Peres

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

Estag. Nathalia Ponti Schoendorfer

Estag. Paula Caroline Camargo

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

Projeto editorial

Tikinet

Editoração/Diagramação

Tikinet

Setor de Análises Toxicológicas

Divisão de Microbiologia e Parasitologia Setor de Toxicologia e Genotoxicidade

Setor de Química Inorgânica

Setor de Química Orgânica

Produção Editorial, Fotelito e Impressão

CETESB - Companhia Ambiental do Estado de São Paulo

Concluído em Junho/2025

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 1.1 – Proporção da população dos municípios litorâneos em relação às UGRHIs	19
Tabela 1.2 – Crescimento populacional no período entre 2010 e 2024	19
Tabela 1.3 – ETes e EPCs em funcionamento no Litoral Paulista	23
Tabela 2.1 – Variáveis determinadas na água	29
Tabela 2.2 – Variáveis determinadas no sedimento	30
Tabela 2.3 – Parâmetros que compõem o IQAC	32
Tabela 2.4 – Valores e classificação para cada faixa do IQAC	32
Tabela 2.5 – Proposta de classificação do ambiente marinho com base nas concentrações de Clorofila-a	33
Tabela 2.6 – Proposta de classificação do ambiente estuarino baseada nas concentrações de Clorofila-a	33
Tabela 2.7 – Valores de referência para concentrações de nutrientes nos sedimentos	34
Tabela 2.8 – Classificação das amostras de acordo com os resultados ecotoxicológicos	34
Tabela 2.9 – Classificação para os parâmetros microbiológicos	35
Tabela 3.1 – Classificação anual por ponto e média das áreas monitoradas na Rede Costeira de acordo com o IQAC – 2024 - Litoral Norte	37
Tabela 3.2 – Classificação anual por ponto e médias das áreas monitoradas na Rede Costeira de acordo com o IQAC – 2024 – Baixada Santista e Litoral Sul	38
Tabela 3.3 – Valores médios da concentração 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 2024	47
Tabela 3.4 – Densidades absolutas (cél/L) dos organismos potencialmente tóxicos - 2024	53
Tabela 3.5 – Resultados de Granulometria das áreas por ponto – Litoral Norte 2024	54
Tabela 3.6 – Resultados de Granulometria das áreas por ponto - Baixada Santista e Litoral Sul 2024	55
Tabela 3.7 – Qualidade ecotoxicológica dos sedimentos em 2024	58
Tabela 4.1 – Valores médios anuais da concentração de Clorofila-a ($\mu\text{g/L}$) e suas classificações por ponto, de acordo com o Índice de Estado Trófico Costeiro – IETC. Período de 2015 a 2024	79
Tabela 4.2 – Porcentagem de amostras de sedimentos com compostos de HPAs no Litoral Paulista em 2024	81
Tabela 4.3 – Ocorrência de metais nos sedimentos do litoral paulista em 2024	82
Tabela 4.4 – Classificação ecotoxicológica dos sedimentos costeiros de 2019 a 2024	85
Tabela 4.5 – Classificação da qualidade microbiológica dos sedimentos dos pontos da rede costeira para 2024. Baseada na concentração de <i>Coliformes Termotolerantes</i> (NMP/100mL) e <i>Clostridium perfringens</i> (NMP/100mL)	88
Tabela 5.1 – Registros de mortandades de peixes nas UGRHIs 3 – Litoral Norte, 7 – Baixada Santista e 11- Ribeira de Iguape/Litoral Sul em 2024	111

LISTA DE QUADROS

Quadro 2.1 – Descrição e localização das áreas avaliadas	28
Quadro 3.1 – Siglas das áreas avaliadas	40
Quadro 3.2 – Locais de amostragem de microalgas	50
Quadro 3.3 – Presença ou Ausência de microalgas potencialmente tóxicas em 2024	52
Quadro 4.1 – Evolução do IQAC médio das áreas entre 2012 e 2024	74

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1.1 – Aumento populacional baseado nas estimativas populacionais oficiais de 2010 e 2024.....	20
Gráfico 1.2 – Intensidades de chuva mensais e anuais na UGRHI 3 – Litoral Norte em 2024.....	21
Gráfico 1.3 – Intensidades de chuva mensais e anuais na UGRHI 7 – Baixada Santista em 2024	21
Gráfico 1.4 – Intensidades de chuva mensais e anuais na UGRHI 11 – Ribeira de Iguape/Litoral Sul em 2024	22
Gráfico 3.1 – Classificação das áreas pelo IQAC médio em 2024	39
Gráfico 3.2 – Média das concentrações de Nitrogênio Amoniacal (mg/L) e padrão de qualidade nas amostras de água das áreas da rede costeira em 2024	40
Gráfico 3.3 – Diagrama de caixa dos resultados de Nitrogênio Amoniacal em 2024 e padrão de qualidade (linha amarela).....	41
Gráfico 3.4 – Média das concentrações de OD na água e padrões de qualidade para águas salobras e salinas das áreas do litoral em 2024.....	41
Gráfico 3.5 – Diagrama de caixa dos resultados de OD em 2024 e padrões de qualidade para águas salinas (linha verde) e para águas salobras (linha amarela)	42
Gráfico 3.6 – Média das concentrações de COT e padrão de qualidade (mg/L) na água por área em 2024.....	43
Gráfico 3.7 – Diagrama de caixa dos resultados de COT em 2024 e padrão de qualidade (linha verde).....	43
Gráfico 3.8 – Média das concentrações de Fósforo Total (PT) (mg/L) na água das áreas da rede costeira em 2024 e padrões de qualidade para águas salobras e salinas	44
Gráfico 3.9 – Diagrama de caixa dos resultados de Fósforo Total em 2024 e padrões de qualidade para águas salinas (linha verde) e para águas salobras (linha amarela).....	44
Gráfico 3.10 – Média das concentrações de Clorofila-a (µg/L) nas amostras de água das áreas da rede costeira em 2024 e valores de referência para águas salobras e salinas.....	45
Gráfico 3.11 – Diagrama de caixa dos resultados de Clorofila-a em 2024 e padrões de qualidade para águas salinas (linha verde) e salobras (linha amarela).....	45
Gráfico 3.12 – Média geométrica das concentrações de Enterococos (UFC/100 mL) – 2024 e padrão de qualidade	46
Gráfico 3.13 – Diagrama de caixa dos resultados de Enterococos em 2024 e padrão de qualidade (linha amarela).....	46
Gráfico 3.14 – Porcentagem por classes de estado trófico nas amostras de superfície e meio da coluna de água nas duas campanhas de amostragem em 2024	49
Gráfico 3.15 – Densidades de microalgas (org/L) e distribuição por táxon, por ponto, em 2024	50
Gráfico 3.16 – Porcentagem dos grandes grupos de microalgas por área e por campanha em 2024.....	51
Gráfico 3.17 – Médias das densidades totais de microalgas (org/L) das áreas por ano, entre 2017 e 2024	52
Gráfico 3.18 – Concentração média de COT (%) nos sedimentos das áreas costeiras em 2024 e Valores de Referência da CETESB para áreas salobras e salinas	56
Gráfico 3.19 – Concentração média de Nitrogênio Kjeldahl Total (mg/kg) dos sedimentos nas áreas costeiras em 2024 e Valores de Referência da CETESB para áreas salobras e salinas	56
Gráfico 3.20 – Concentração média de Fósforo Total (mg/kg) dos sedimentos nas áreas da rede de monitoramento costeiro em 2024 e Valores de Referência da CETESB para áreas salobras e salinas	57
Gráfico 3.21 – Médias das concentrações de Coliformes Termotolerantes (NMP/100g) nos sedimentos em 2024.....	59
Gráfico 3.22 – Médias das concentrações de <i>C. Perfringens</i> (NMP/100g) nos sedimentos costeiros em 2024	59
Gráfico 4.1 – Distribuição Percentual da classificação das áreas pelo IQAC médio em 2024.....	73
Gráfico 4.2 – Evolução da distribuição percentual das categorias do IQAC por ponto de 2012 a 2024.....	75
Gráfico 4.3 – Porcentagem de áreas que apresentaram não conformidade por variável em 2024.....	75
Gráfico 4.4 – Porcentagem de amostras de água não conformes por variável em 2024 na Rede Costeira: Todo o Litoral (A), Águas Salobras (B) e Águas Salinas (C).....	77
Gráfico 4.5 – Evolução da distribuição do IETC - 2020 a 2024.....	78
Gráfico 4.6 – Porcentagem de ocorrência de HPAs nos sedimentos do Litoral Paulista em 2024.....	80
Gráfico 4.7 – Ocorrência de metais nos sedimentos do Litoral Paulista em 2024	82
Gráfico 4.8 – Porcentagem de conformidades de COT nos sedimentos do Litoral Paulista e não conformidades por classe de água de acordo com o Valor de Referência da CETESB em 2024	83
Gráfico 4.9 – Porcentagem de conformidades de Fósforo Total nos sedimentos do Litoral Paulista e não conformidades por classe de água, de acordo com o Valor de Referência da CETESB, em 2024.....	83

Gráfico 4.10 – Porcentagem de conformidades de Nitrogênio Kjeldahl Total nos sedimentos do Litoral Paulista e não conformidades por classe de água, de acordo com o Valor de Referência da CETESB, em 2024	84
Gráfico 4.11 – Porcentagem de amostras com presença ou ausência de efeito tóxico nos ensaios ecotoxicológicos agudos com <i>Grandidierella bonnieroides</i> nos últimos seis anos (NT = Não tóxico; T = Tóxico)	86
Gráfico 4.12 – Percentual de amostras nas três grandes regiões costeiras que não apresentaram toxicidade para <i>Grandidierella bonnieroides</i> nos ensaios com sedimento entre 2019 e 2024	86
Gráfico 4.13 – Porcentagem nas classes de qualidade microbiológica de acordo com índice de sedimentos em 2023 - (A) <i>Coliformes Termotolerantes</i> (B) <i>Clostridium perfringens</i>	89
Gráfico 5.1 – Emergências atendidas pela CETESB no período de 01 de janeiro de 1978 a 31 de dezembro de 2024, por região (região metropolitana, interior e litoral).....	102
Gráfico 5.2 – Emergências químicas atendidas pela CETESB no ano de 2024, distribuídas por região (região metropolitana, interior e litoral)	102
Gráfico 5.3 – Emergências químicas atendidas pela CETESB no ano de 2024, distribuídas por atividade.....	103
Gráfico 5.4 – Número de ocorrências registradas no ano de 2024, por município do litoral de São Paulo.....	103
Gráfico 5.5 – Número de ocorrências registradas no ano de 2024, por município do litoral de São Paulo e por atividade.....	104

LISTA DE FIGURAS

Figura 1.1 – Classificação das águas.....	16
Figura 1.2 – Fatores que influenciam a qualidade das águas costeiras	18
Figura 2.1 – Modelo conceitual do índice.....	31
Figura 3.1 – Fotos de Diatomáceas (A) <i>Hemiaulus</i> ; (B) <i>Coscinodiscus sp</i> e (C) <i>Odontella</i>	51
Figura 5.1 – Localização espacial das emergências ocorridas no ano de 2024, (hachuradas em azul), nos municípios de São Sebastião, Guarujá, Santos, São Vicente, Cubatão, Praia Grande, Mongaguá e Itanhaém.....	105

LISTA DE MAPAS

Mapa 1.1 – Localização das ETes e EPCs em funcionamento no Litoral Norte	24
Mapa 1.2 – Localização ETes e EPCs em funcionamento na Baixada Santista	25
Mapa 1.3 – Localização das ETes em funcionamento no Litoral Sul	26
Mapa 2.1 – Distribuição das áreas monitoradas.....	27
Mapa 4.1 – Índice de Qualidade de Água Costeira 2024 – Litoral Norte (norte)	92
Mapa 4.2 – Índice de Qualidade de Água Costeira 2024 – Litoral Norte (sul)	93
Mapa 4.3 – Índice de Qualidade de Água Costeira 2024 – Baixada Santista (norte).....	94
Mapa 4.4 – Índice de Qualidade de Água Costeira 2024 – Baixada Santista (sul).....	95
Mapa 4.5 – Índice de Qualidade de Água Costeira 2024 – Litoral Sul	96
Mapa 4.6 – Avaliação da qualidade dos sedimentos – Litoral Norte	97
Mapa 4.7 – Avaliação da qualidade dos sedimentos – Baixada Santista (norte).....	98
Mapa 4.8 – Avaliação da qualidade dos sedimentos – Baixada Santista (sul).....	99
Mapa 4.9 – Avaliação da qualidade dos sedimentos – Litoral Sul	100

Sumário

1 • Introdução: Conceitos e Legislação	15
1.1 Qualidade da Água	15
1.1.1 Resolução CONAMA nº 357/2005	16
<i>Classes de água salinas e salobras</i>	16
1.1.2 Enquadramento.....	17
1.1.3. Fatores que influenciam a qualidade das águas costeiras	17
1.2 Características da Zona Costeira do Estado de São Paulo.....	18
1.2.1 Aspectos Demográficos	18
Distribuição e crescimento populacional.....	18
1.2.2 Balanço hídrico nas UGRHs do litoral.....	20
1.3 Aspectos de Saneamento.....	22
2 • Metodologia e Índices de Qualidade	27
2.1 Metodologia de amostragem e parâmetros.....	27
2.1.1 Distribuição espacial e temporal do monitoramento.....	27
2.1.2 Qualidade das águas.....	28
2.1.3 Microalgas (fitoplâncton)	30
2.1.4 Qualidade dos sedimentos.....	30
2.2 Índices de Qualidade de Água	31
2.2.1 Índice de qualidade de águas costeiras (IQAC)	31
2.2.2 Índice de estado trófico costeiro (IETC).....	32
IETC adotado para ambientes marinhos.....	33
IETC adotado para ambientes estuarinos.....	33
2.3 Índices de Qualidade de Sedimento.....	33
2.3.1 Critérios de qualidade para sedimentos	33
2.3.2 Índice de qualidade ecotoxicológica do sedimento.....	34
2.3.3 Índice de qualidade microbiológica de sedimento costeiro (IQMSC).....	34
3 • Qualidade das Águas e Sedimentos: Índices e Resultados	36
Amostras de água	36
Amostras de sedimento.....	37
3.1 IQAC - Índice de Qualidade de Águas Costeiras.....	37
3.2 Avaliação dos resultados de qualidade da água.....	39
Nitrogênio Amoniacal.....	40
Fósforo Total.....	43
Clorofila-a	44
Qualidade microbiológica da água.....	46
3.3 Índice de Estado Trófico – IETC	47
3.4 Fitoplâncton – microalgas tóxicas.....	49
3.4.1 Densidades de microalgas.....	50
3.4.2 Presença de microalgas potencialmente tóxicas	52

3.4.3	Florações em praias	53
3.5	Qualidade dos Sedimentos: índices e granulometria.....	53
3.5.1	Classificação granulométrica	53
3.5.2	Qualidade Química dos Sedimentos – Nutrientes e MO.....	56
	Carbono Orgânico Total.....	56
	Nitrogênio Kjeldahl Total.....	56
	Fósforo Total.....	57
3.5.3	Classificação ecotoxicológica dos sedimentos.....	57
3.5.4	Qualidade microbiológica dos sedimentos.....	58
3.6	Análise integrada da qualidade por Área monitorada.....	59
3.6.1	Picinguaba	60
	Qualidade da água - ÓTIMA.....	60
	Qualidade dos sedimentos	60
3.6.2	Baía de Itaguá.....	60
	Qualidade da água - BOA.....	60
	Qualidade dos sedimentos	60
3.6.3	Saco da Ribeira	61
	Qualidade da água - BOA.....	61
	Qualidade dos sedimentos	61
3.6.4	Tabatinga.....	62
	Qualidade da água - ÓTIMA.....	62
	Qualidade dos sedimentos	62
3.6.5	Cocanha.....	62
	Qualidade da água - BOA.....	62
	Qualidade dos sedimentos	62
3.6.6	Baía de Caraguatatuba	62
	Qualidade da água - ÓTIMA.....	62
	Qualidade dos sedimentos	63
3.6.7	Canal de São Sebastião.....	63
	Qualidade da água - BOA.....	63
	Qualidade dos sedimentos	63
3.6.8	Barra do Una.....	64
	Qualidade da água - BOA.....	64
	Qualidade dos sedimentos	64
3.5.9	Área de influência do Rio Itaquaré.....	64
	Qualidade da água - REGULAR	64
	Qualidade dos sedimentos	64
3.6.10	Canal da Bertioga	65
	Qualidade da água - REGULAR	65
	Qualidade dos sedimentos	65
3.6.11	Canal de Piaçaguera	65
	Qualidade da água - RUIM.....	65
	Qualidade dos sedimentos	65
3.6.12	Área de influência do Emissário do Guarujá.....	66
	Qualidade da água - REGULAR	66
	Qualidade dos sedimentos	66
3.6.13	Área de influência do Emissário de Santos.....	67
	Qualidade da água - RUIM.....	67
	Qualidade dos sedimentos	67

3.6.14 Canal de Santos	68
Qualidade da água - REGULAR	68
Qualidade dos sedimentos	68
3.6.15 Canal de São Vicente.....	68
Qualidade da água - RUIM.....	68
Qualidade dos sedimentos	69
3.6.16 Área de influência do Emissário submarino da Praia Grande 1	69
Qualidade da água - REGULAR	69
Qualidade dos sedimentos	70
3.6.17 Área de Influência do Rio Itanhaém	70
Qualidade da água - REGULAR	70
Qualidade dos sedimentos	70
3.6.18 Área de Influência Rio Preto.....	71
Qualidade da água - BOA.....	71
Qualidade dos sedimentos	71
3.6.19 Mar Pequeno.....	71
Qualidade da água - BOA.....	71
Qualidade dos sedimentos	71
3.6.20 Mar de Cananeia.....	72
Qualidade da água - BOA	72
Qualidade dos sedimentos	72
3.6.21 Laje de Santos	72
Qualidade da água - BOA.....	72
Qualidade dos sedimentos	72
4 • Síntese	73
4.1 Qualidade das Águas	73
4.1.1 Índice de qualidade de águas costeiras (IQAC)	73
4.1.2 Atendimento aos padrões legais de qualidade de água	75
Distribuição do atendimento nas áreas monitoradas	75
Proporção de atendimento por variável	76
4.2 Índice de estado trófico costeiro (IETC).....	78
Qualidade dos Sedimentos.....	80
4.2.1 Qualidade química dos sedimentos.....	80
Hidrocarbonetos Policíclicos Aromáticos - HPAs.....	80
Metais	81
Carbono Orgânico Total.....	82
Fósforo Total.....	83
Nitrogênio Kjeldahl Total	84
4.2.2 Avaliação ecotoxicológica dos sedimentos	84
4.2.3 Índice de Qualidade microbiológica dos sedimentos.....	87
4.3 Conclusões.....	90
5 • Emergências Químicas em Águas Costeiras.....	101
5.1 Emergências Químicas em Águas Costeiras.....	101
5.1.1 Panorama das principais ocorrências no litoral paulista.....	101
5.1.2 Descrição das emergências químicas com a contaminação das águas costeiras.....	106
Transporte aquaviário – Vazamento de óleo durante operação de <i>Ship to Ship</i> – STS em São Sebastião	106
Mancha Órfã – Presença de mancha oleosa de origem desconhecida, no Canal de Santos	107

Mancha Órfã – Presença de mancha oleosa de origem desconhecida, no Canal de Santos.....	107
Transporte Aquaviário – Vazamento de óleo durante atividade de remoção de resíduo de navio, em Santos.....	107
Transporte Aquaviário – Vazamento de óleo durante operação de carregamento de navio em Santos.....	108
Transporte por Duto – Vazamento de óleo durante carregamento de navio em São Sebastião.....	108
5.2 Mortandades de Peixes 2024 – UGRHIs Costeiras	109
5.3. Conclusão	112

6 • Referências.....	113
-----------------------------	------------

Apresentação

Inspirar mudanças de comportamento e fomentar políticas públicas para a proteção dos recursos naturais e promoção de um futuro sustentável é possível por meio da conscientização da população, baseada na transparência e qualidade das informações sobre a situação do meio ambiente. A missão da Companhia é divulgar o conhecimento adquirido ao longo das décadas de monitoramento ambiental para que a sociedade, a comunidade científica e os administradores públicos possam utilizar esses dados na preservação ambiental.

Os dados gerados são amplamente divulgados, satisfazendo o interesse da população em conhecer a qualidade do ar, das águas dos rios, represas e poços subterrâneos utilizados para o abastecimento público, bem como as condições das praias.

Na página da CETESB na internet, estão disponíveis os relatórios da edição 2023, que sintetizam os relatórios em linguagem direta e refinada, promovendo uma postura mais interativa com a comunidade interessada. Novas oportunidades virão em 2024, sendo enfrentadas com a experiência, esforço e inovação característicos da CETESB.

Boa leitura!

Thomaz Miazaki de Toledo
Diretor-Presidente da CETESB

1 • Introdução: Conceitos e Legislação

As águas costeiras, muito utilizadas para várias atividades de recreação, 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 [Relatório de Metodologia para Avaliação da Qualidade das Águas Costeiras](#) 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.

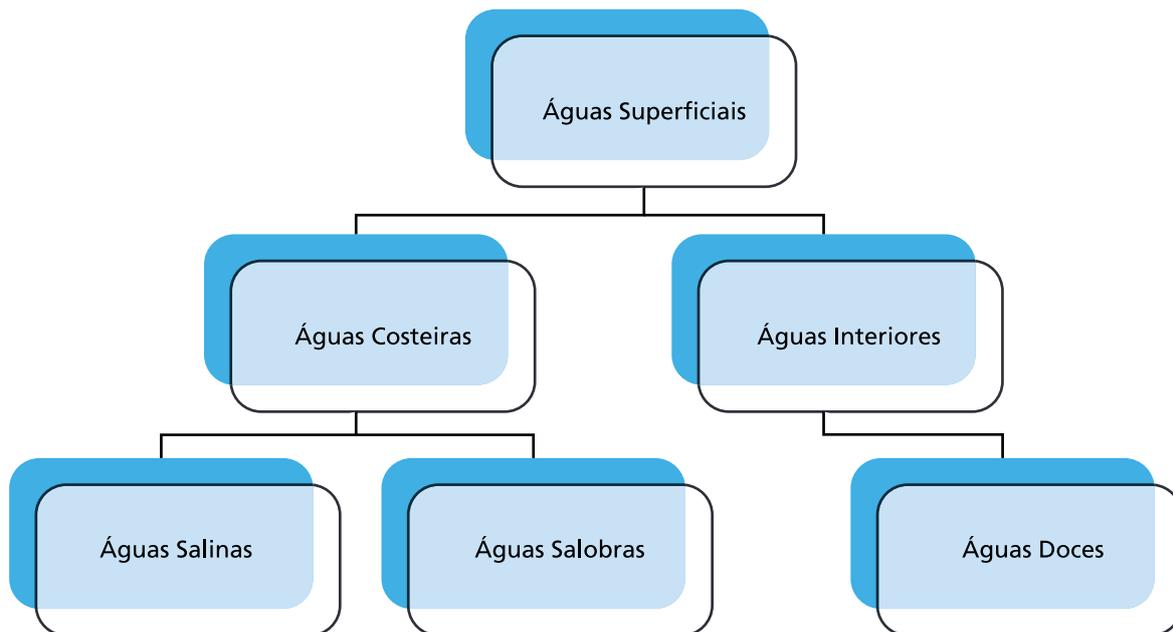
No que se refere às águas costeiras que englobam as águas salinas e salobras, os avanços foram, principalmente, a inclusão de padrões para os nutrientes, que permite a identificação de condições de eutrofização do ambiente; e o estabelecimento de quatro categorias de classes de qualidade de água (Especial,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

Classes de água salinas e salobras

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:

- a. à recreação de contato primário, conforme Resolução do CONAMA nº 274/2000;
- b. à proteção das comunidades aquáticas; e

- c. à aquicultura e à atividade de pesca; e para as águas salobras, ainda:
- d. ao abastecimento para consumo humano após tratamento convencional ou avançado; e
- 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.

As chuvas constituem a principal forma de contribuição de substâncias com potencial poluente aos corpos hídricos, a chamada poluição difusa. Essa poluição inclui desde substâncias depositadas em vias de trânsito, áreas industriais, esgoto doméstico, matéria orgânica acumulada até detritos e partículas de tamanhos variados como lixo e microplásticos. Descargas de rios e estuários também podem carrear para o mar diversos tipos de poluição.

Além disso, fontes pontuais podem estar presentes incluindo lançamentos de esgoto doméstico, efluentes industriais, atividades portuárias incluindo dragagens entre outras.

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 afluxo de turistas (população flutuante), além das condições meteorológicas, entre outros aspectos. Dessa forma, com o intuito de compreender melhor as flutuações da qualidade das águas das praias do litoral é importante correlacioná-la não só com índices de pluviosidade, mas também com os investimentos em saneamento básico e com o crescimento populacional, ocupação irregular e com a população flutuante.

Distribuição e crescimento populacional

Os dados populacionais utilizados nesse relatório foram obtidos de estimativas atualizadas pelo IBGE das populações dos municípios do Brasil. Por ser uma estimativa, que baseia-se na relação da tendência de crescimento populacional do município, observada entre dois censos demográficos consecutivos, pode apresentar diferenças em relação à população real, contudo, é o parâmetro utilizado para o cálculo de indicadores socioeconômicos e demográficos nos anos em que não são realizados os censos. Segundo o IBGE, essas estimativas também incorporam, todos os anos, o remanejamento da população resultado de alterações de limites territoriais dos municípios.

A distribuição da população nas três regiões do litoral paulista é bastante desigual (Tabela 1.1). A Baixada Santista concentra mais de 80% da população fixa, os municípios de Guarujá, Santos, São Vicente e Praia Grande apresentam população muito superior aos demais (acima de 200 mil habitantes) concentrando mais de 50% da população da região. Os quatro municípios do Litoral Norte representam 15%, e os três municípios do Litoral Sul somam 2% da população.

Tabela 1.1 – Proporção da população dos municípios litorâneos em relação às UGRHIs

UGRHI	População	%
Litoral Norte	358.030	15,6
Baixada Santista	1.876.539	81,9
Litoral Sul**	56.325	2,5

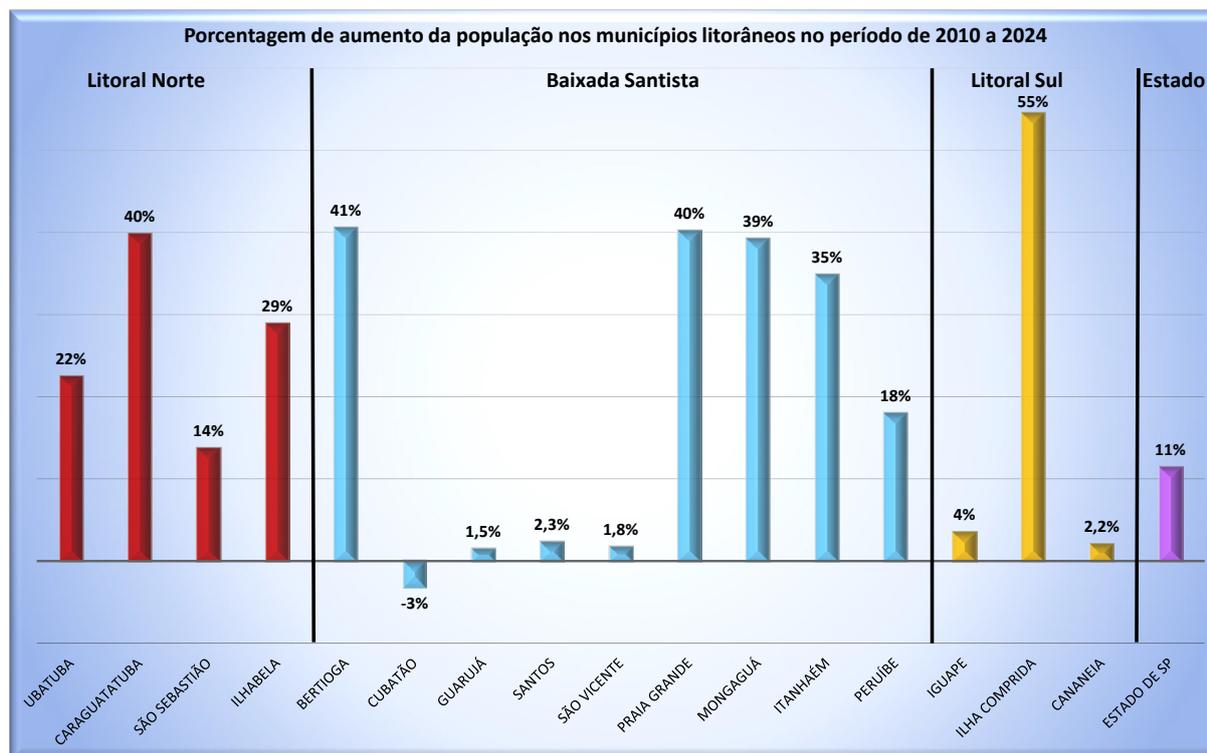
**Iguape, Ilha Comprida e Cananeia

Os dados populacionais divulgados pelo IBGE em 2024 mostraram que, no litoral de São Paulo, seis dos 16 municípios apresentam taxa de crescimento superior a 30% no período entre o Censo demográfico de 2010 e o ano de 2024 (Tabela 1.2). O Gráfico 1.1 mostra a porcentagem de aumento populacional dos municípios litorâneos. Os municípios com os maiores crescimentos foram, no Litoral Norte, Caraguatatuba (40%), na Baixada Santista, Bertioga (41%) e Praia Grande (40%) e, no Litoral Sul, destaca-se Ilha Comprida (55%). Os municípios com menores taxas foram Guarujá (1,5%) e São Vicente (1,8%). Nota-se que alguns municípios apresentaram crescimento populacional estável nesse período, contudo, municípios com potencial para expansão urbana apresentam crescimento elevado como, por exemplo, Bertioga e Ilha Comprida.

Tabela 1.2 – Crescimento populacional no período entre 2010 e 2024

	Município	Censo 2010	Estimativa populacional 2024	Aumento absoluto (nº habitantes)	Crescimento no período
Litoral Norte	Ubatuba	78.870	96.598	17.728	22%
	Caraguatatuba	100.899	141.084	40.185	40%
	São Sebastião	73.833	84.019	10.186	14%
	Ilhabela	28.176	36.329	8.153	29%
Baixada Santista	Bertioga	47.572	66.873	19.301	41%
	Cubatão	118.797	115.082	-3.715	-3%
	Guarujá	290.607	294.973	4.366	2%
	Santos	419.757	429.567	9.810	2%
	São Vicente	332.424	338.407	5.983	2%
	Praia Grande	260.769	365.577	104.808	40%
	Mongaguá	46.310	64.519	18.209	39%
	Itanhaém	87.053	117.435	30.382	35%
	Peruíbe	59.793	70.543	10.750	18%
Litoral Sul	Iguape	28.844	29.881	1.037	4%
	Ilha Comprida	9.027	13.955	4.928	55%
	Cananeia	12.226	12.489	263	2%
	Estado de São Paulo	41.252.160	46.024.937	4.772.777	12%

* Fonte: <https://www.ibge.gov.br/estatisticas/sociais/populacao/9103-estimativas-de-populacao.html> (consultado em 05/11/24)

Gráfico 1.1 – Aumento populacional baseado nas estimativas populacionais oficiais de 2010 e 2024

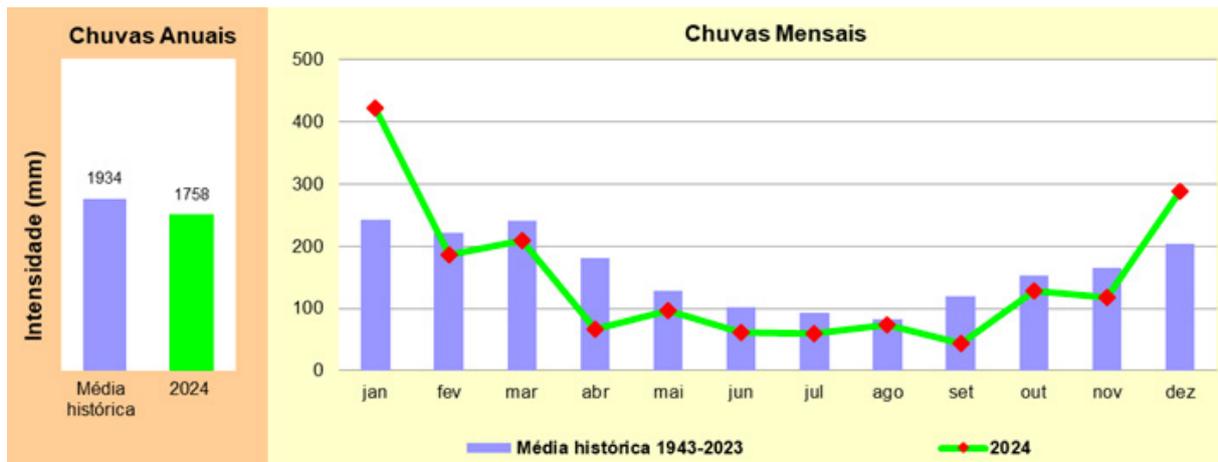
1.2.2 Balanço hídrico nas UGRHs do litoral

A avaliação da pluviosidade no litoral do estado de São Paulo¹ foi realizada tomando-se as médias mensais dos valores registrados nos postos pluviométricos nas três UGRHs da região. A seguir são mostradas as médias mensais de chuvas em 2024 comparando-as com as médias históricas.

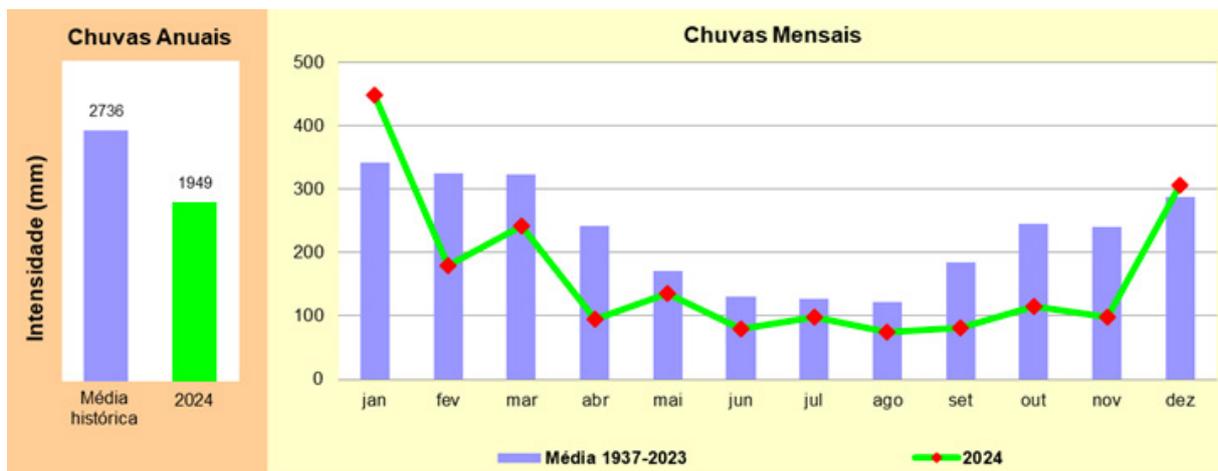
No Litoral Norte (Gráfico 5.6), verifica-se que o volume anual de chuva de 2024, foi 9% menor que a média histórica. Nota-se pelo gráfico que somente nos meses de janeiro e dezembro choveu acima da média histórica, com destaque para os meses de abril e setembro, com acumulados de chuva menores que a metade da média histórica.

1 Fonte: a) Centro Nacional de Monitoramento e Alertas de Desastres Naturais – CEMADEN; Centro integrado de informações agrometeorológicas – CIAGRO

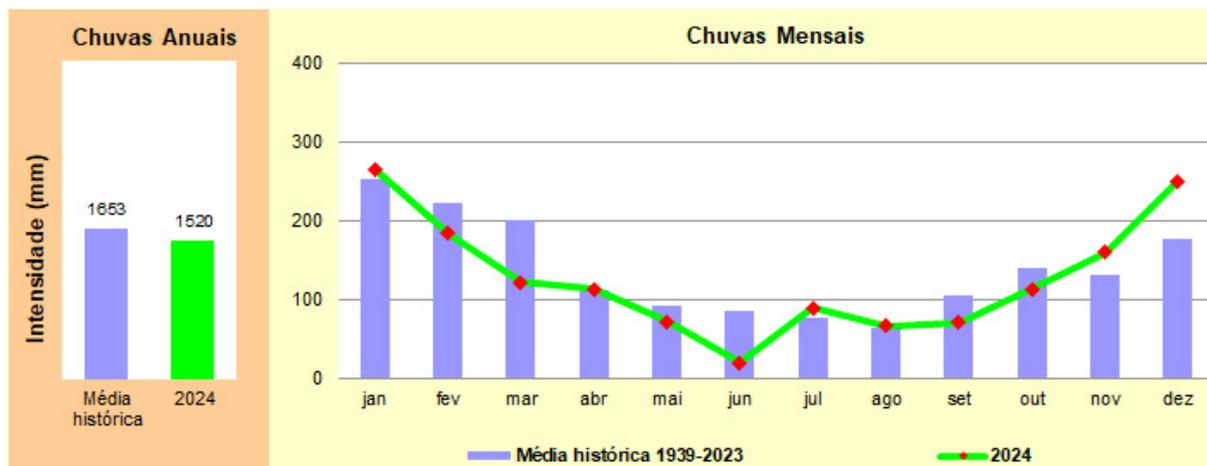
b) Departamento de Águas e Energia Elétrica - DAEE

Gráfico 1.2 – Intensidades de chuva mensais e anuais na UGRHI 3 – Litoral Norte em 2024

Na Baixada Santista (Gráfico 5.7), o volume anual de chuva de 2024 foi inferior à média histórica, pelo terceiro ano (29% menor). Somente os meses de janeiro e dezembro mostraram índices superiores à média, os demais foram inferiores ou muito próximo à média, com destaque também para os meses de abril e setembro.

Gráfico 1.3 – Intensidades de chuva mensais e anuais na UGRHI 7 – Baixada Santista em 2024

O Gráfico 5.8, referente à UGRHI 11, apresenta o total anual acumulado de precipitação para toda a região, abrangendo tanto os municípios litorâneos (Iguape, Ilha Comprida e Cananeia) quanto as demais áreas. Observa-se que, em 2024, o volume acumulado de chuvas foi 8% inferior à média histórica. Os meses de janeiro, julho, novembro e dezembro registraram volumes de precipitação superiores à média, enquanto os demais meses apresentaram totais inferiores ou muito próximos à média, com destaque para o mês de junho.

Gráfico 1.4 – Intensidades de chuva mensais e anuais na UGRHI 11 – Ribeira de Iguape/Litoral Sul em 2024

O [Apêndice A](#) contém detalhamento adicional dos aspectos físicos, climáticos e econômicos da zona costeira do estado de São Paulo.

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, além de outros fatores já citados no item 1.1. A abrangência da cobertura por rede de coleta de esgotos diminuiu a chance do aporte de esgotos domésticos às praias, o que contribui para a manutenção das boas condições de balneabilidade. A seguir são apresentados os sistemas de saneamento básico existentes nos municípios costeiros do estado de São Paulo.

O esgoto sanitário coletado no litoral de São Paulo é destinado para dois sistemas principais, a saber: as Estações de Tratamento de Esgoto - ETE; e as Estações de Precondicionamento - EPC que compõe o sistema de disposição oceânica, cujo efluente após tratamento preliminar é lançado no mar, por meio de um emissário submarino. Segundo informações da Cia. de Saneamento Básico do Estado de São Paulo - SABESP, atualmente há no litoral 37 ETEs e oito EPCs (Tabela 1.3 e Mapas 1.1 a 1.3).

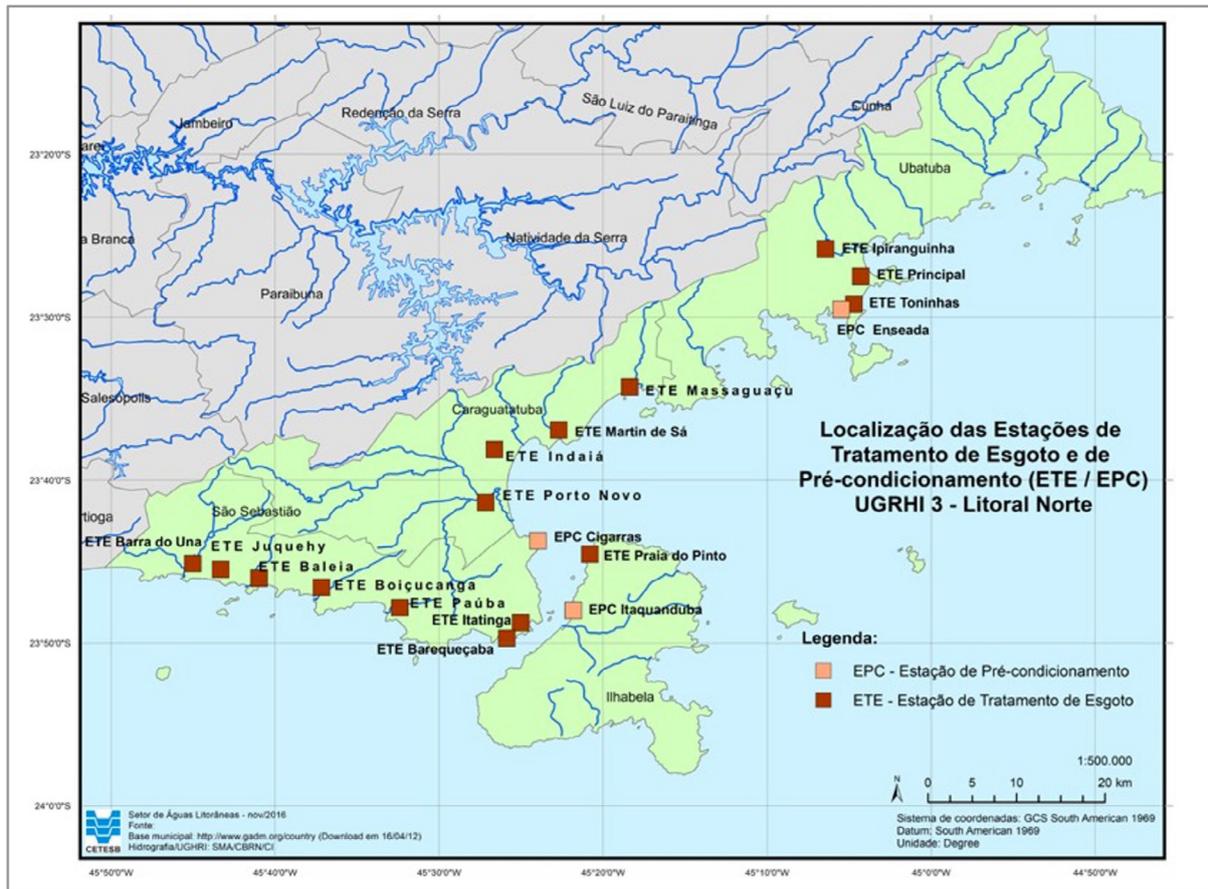
Tabela 1.3 – ETEs e EPCs em funcionamento no Litoral Paulista

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		

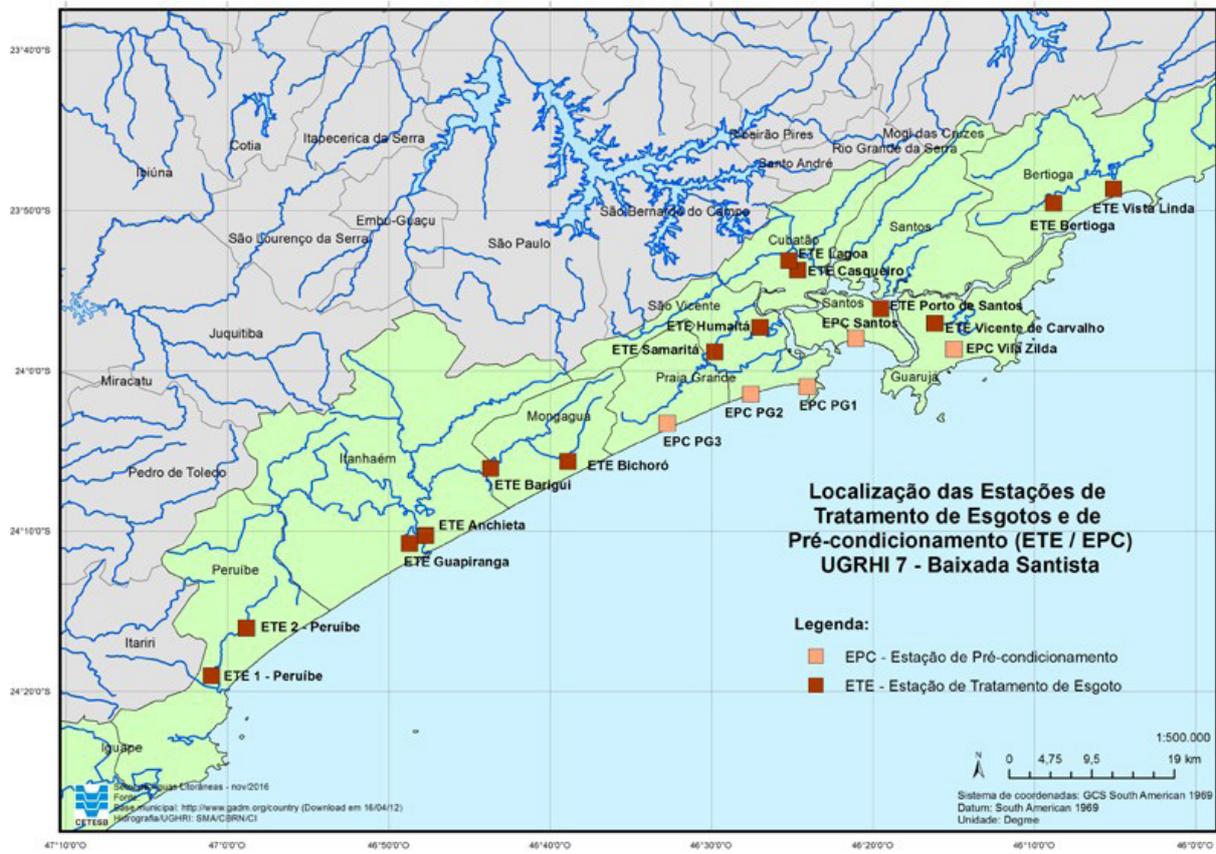
Locais cujo efluente passa por uma estação de condicionamento e segue para emissário submarino A ETE Porto de Santos é administrada por empresa privada

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

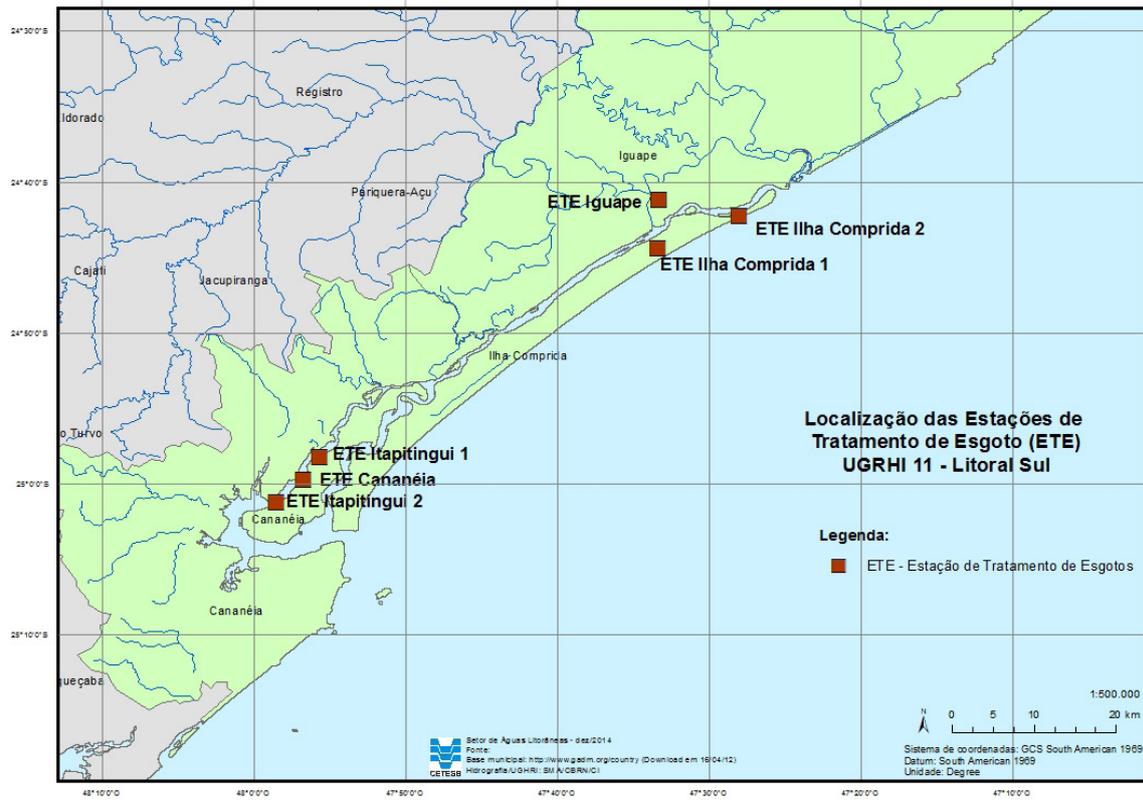
Mapa 1.1 – Localização das ETEs e EPCs em funcionamento no Litoral Norte



Mapa 1.2 – Localização ETEs e EPCs em funcionamento na Baixada Santista



Mapa 1.3 – Localização das ETEs em funcionamento no Litoral Sul



2 • Metodologia e Índices de Qualidade

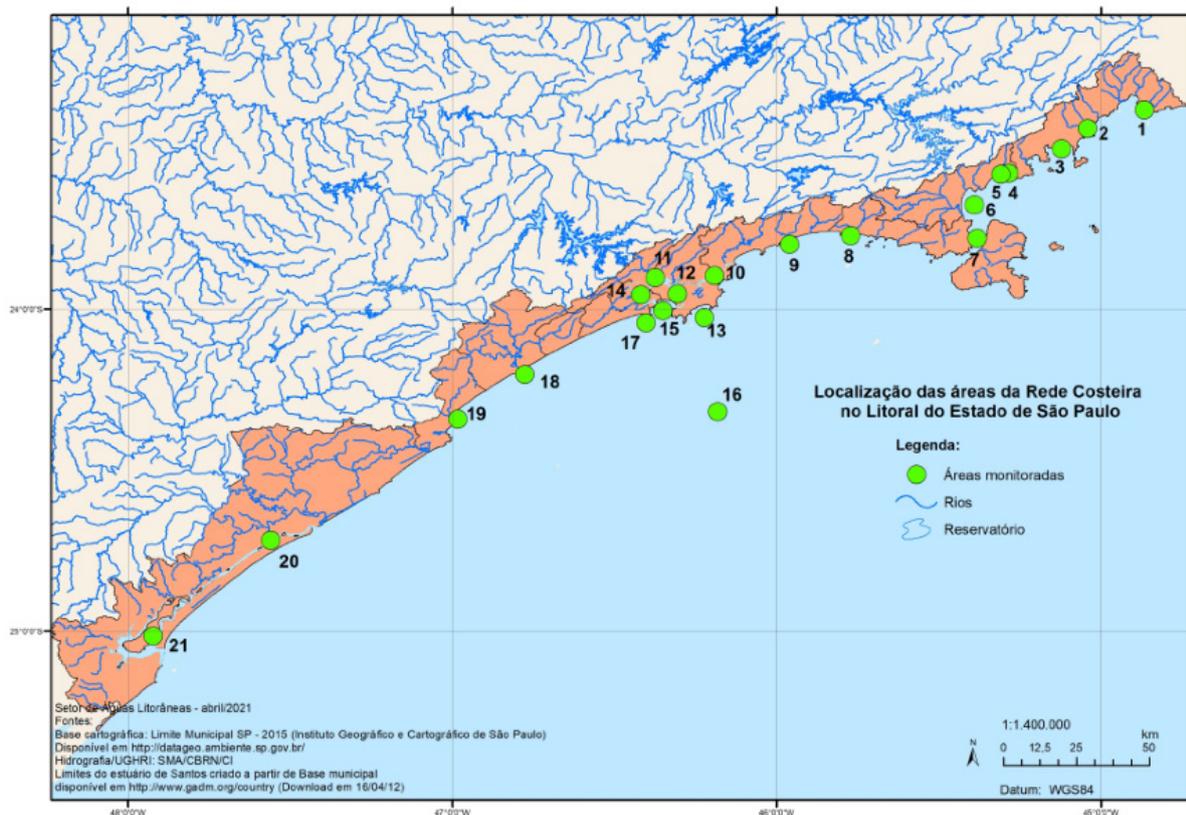
2.1 Metodologia de amostragem e parâmetros

2.1.1 Distribuição espacial e temporal do monitoramento

Na definição dessa Rede Costeira, procurou-se, primeiramente, abranger todas as regiões da costa paulista. Além disso, a seleção das áreas e dos pontos de amostragem para o 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 cada uma das áreas é representada por um conjunto de pontos de amostragem, usualmente três, dependendo de suas características e extensão. As áreas avaliadas também podem ser subdivididas em dois grupos, aquelas com águas salinas (15 áreas) e aquelas com águas salobras ou estuarinas (6 áreas) (Mapa 2.1 e Quadro 2.1). Para maiores detalhes da Rede de monitoramento, ver [o Relatório de Metodologia para Avaliação da Qualidade das Águas Costeiras](#) e o [Apêndice B](#).

Mapa 2.1 – Distribuição das áreas monitoradas



Quadro 2.1 – Descrição e localização das áreas avaliadas

UGRHI	Município	Nº no Mapa 2.1	Área	Justificativa	Número de Pontos
3	Ubatuba	1	Picinguaba	Área de preservação ambiental	3
		2	Baía de Itaguá	Área de influência de ocupação urbana contínua, com predomínio de população fixa e atividades de comércio e serviços	3
		3	Saco da Ribeira	Existência de marinas	3
	Caraguatatuba	4	Tabatinga	Uso intenso da água por banhistas e para ancoragem de embarcações	3
		5	Cocanha	Área de maricultura	3
		6	Baía de Caraguatatuba	Área de influência de rios/ Ocupação Urbana	3
	São Sebastião e Ilhabela	7	Canal de São Sebastião	Área portuária e efluentes de emissários submarinos	5
	São Sebastião	8	Barra do Una	Área de influência do Rio Una	3
7	Bertioga	9	Foz do Rio Itaguapé	Área de influência do Rio Itaguapé; preservação ambiental	3
		10	Canal de Bertioga*	Área de manguezal e de influência da região portuária de Santos	3
	Cubatão	11	Canal de Piaçaguera*	Área de influência de terminais portuários	4
	Santos e Guarujá	12	Canal de Santos*	Área de influência da região portuária de Santos	3
	Guarujá	13	Emissário submarino do Guarujá	Área de influência do emissário	4
	São Vicente	14	Canal de São Vicente*	Área de manguezal e de influência de ocupação urbana desordenada	3
	Santos	15	Baía de Santos – Emissário submarino	Área de mistura da água do mar com as águas salobras dos Canais de Santos e São Vicente; efluente de emissário submarino	4
		16	Laje de Santos	Unidade de Conservação Marinha	3
	Praia Grande	17	Emissário submarino Praia Grande I	Área de influência do emissário	4
	Itanhaém	18	Foz do Rio Itanhaém	Área de influência do Rio Itanhaém	3
	Peruíbe	19	Foz do Rio Preto	Área de influência do Rio Preto	3
11	Iguape e Ilha Comprida	20	Mar Pequeno*	Área de influência do Valo Grande	3
	Cananeia	21	Mar de Cananeia*	Área de Preservação Ambiental	3

(*) Áreas estuarinas

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 contínuas utilizando-se uma sonda

multiparâmetros. Essa sonda possui sensores capazes de medir e de fornecer resultados ao entrar em contato com a água, registrando resultados das seguintes variáveis: oxigênio dissolvido, temperatura, pH, condutividade, profundidade, salinidade e sólidos totais dissolvidos¹. 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. Note-se que alguns parâmetros não foram determinados em todos os estratos ou pontos devido a restrições operacionais.

Tabela 2.1 – Variáveis determinadas na água

VARIÁVEIS	DESCRIÇÃO
Físicas	Oxigênio Dissolvido, Temperatura da Água, Transparência, Turbidez, Condutividade, Sólidos Dissolvidos Totais e Sólidos Suspensos Totais
Químicas	Nutrientes Fósforo Total, Nitrogênio Amoniacal Total, Nitrogênio Kjeldahl 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)

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.

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

¹ Os resultados de sólidos dissolvidos totais são estimados multiplicando-se os resultados de condutividade em mS/cm pelo fator 0.65. Estimativas com fatores de correção entre 0.55 e 0.90 estão previstas no método 2510 (Conductivity) da 24ª Edição do Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater (APHA; AWWA; WEF, 2023). A CETESB está avaliando a relação da condutividade com as concentrações de sólidos dissolvidos em diversas áreas para realizar um ajuste fino do fator de correção.

são tóxicos para o *V. fischeri*, dentre elas metais, fenóis, benzeno e seus derivados, hidrocarbonetos aromáticos policíclicos, praguicidas, antibióticos, compostos clorados etc.

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. Os parâmetros microbiológicos e toxicológicos não estão sendo determinados em todos os pontos devido a restrições operacionais.

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>	

2.2 Índices de Qualidade de Água

2.2.1 Índice de qualidade de águas costeiras (IQAC)

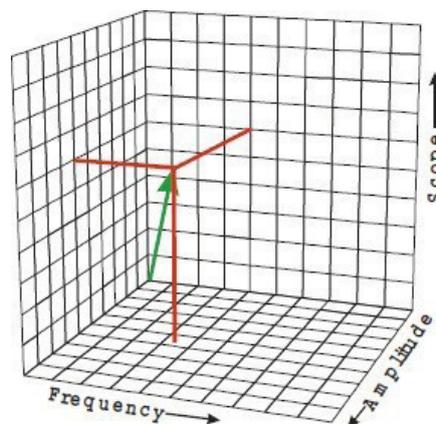
A Rede de Monitoramento das Águas Costeiras da CETESB oferece valiosas informações sobre a qualidade dessas águas. Contudo, dados apresentados de forma discreta fornecem informações limitadas no que se refere ao diagnóstico geral das áreas monitoradas. Não obstante, essas informações são usadas na gestão 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 2.4).

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 [Relatório de Metodologia para Avaliação da Qualidade das Águas Costeiras](#).

Figura 2.1 – Modelo conceitual do índice



Parâmetros ou abrangência (Scope)
Frequência
Amplitude

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 2.3 – 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 realizadas pela CETESB com resultados obtidos nas distintas regiões do litoral. Assim, optou-se por utilizar essas faixas. As classificações são apresentadas na Tabela 2.4.

Tabela 2.4 – 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. [Relatório de Metodologia para Avaliação da Qualidade das Águas Costeiras](#).

IETC adotado para ambientes marinhos

Tabela 2.5 – Proposta de classificação do ambiente marinho com base nas concentrações de Clorofila-a

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 2.6 – Proposta de classificação do ambiente estuarino baseada nas concentrações de Clorofila-a

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 [Relatório de Metodologia para Avaliação da Qualidade das Águas Costeiras](#).

2.3 Índices de Qualidade de Sedimento

2.3.1 Critérios de qualidade para sedimentos

Como não existem padrões de qualidade para sedimentos na legislação brasileira, os resultados de metais e hidrocarbonetos policíclicos aromáticos foram comparados com os critérios de qualidade estabelecidos pela Legislação Canadense (CCME, 2002). Esse guia estabelece dois tipos de valores limites para substâncias tóxicas, um para o efeito limiar (ISQG ou TEL – Threshold Effect Level) e outro, acima do qual, são observados efeitos severos (PEL – Probable Effect Level). Com relação aos nutrientes, a CETESB adota os valores de referência descritos na Tabela 2.7, 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 2.7 – Valores de referência para concentrações de nutrientes nos sedimentos

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

2.3.2 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

2.3.3 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 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 C](#).

Os resultados são comparados aos padrões de qualidade da Classe 1 das águas salinas e salobras conforme estabelecido na Resolução CONAMA nº 357/2005, artigo 42 por não terem sido, ainda, objeto de enquadramento. Para a interpretação integrada dos resultados de água é utilizado um índice de qualidade de água (IQAC), 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 no período de um ano. O IQAC adotado pela CETESB é composto por nove parâmetros e classifica as águas em cinco categorias de acordo com sua qualidade: Ótima, Boa, Regular, Ruim e Péssima. A descrição completa do índice encontra-se no [Relatório de Metodologia para Avaliação da Qualidade das Águas Costeiras](#). Também é apresentado o Índice de Estado Trófico Costeiro (IETC), que descreve a condição de eutrofização da água com base na concentração de Clorofila-a.

Os resultados de 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. Também 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 1º semestre.

Problemas operacionais, no laboratório ou em campo, podem impossibilitar alguma determinação ou gerar alguma restrição analítica dos resultados. A seguir são apresentadas considerações referentes aos resultados analíticos das amostras de água e sedimento da rede costeira desse ano.

Amostras de água

Algumas determinações não foram realizadas ou tiveram seus resultados invalidados devido a restrições ou problemas operacionais como falha de equipamentos, problemas no transporte ou frascaria etc. O índice foi calculado normalmente apesar da ausência desses dados. Destacam-se as seguintes ocorrências:

- Fenóis Totais não foram avaliados nas áreas amostradas entre 08/02 e 21/05/2024;
- Foi identificado um problema nos ensaios de Clorofila-a e Feoftina-a em algumas amostras no período de 23/07 a 10/09/2024 cujos resultados foram desconsiderados.

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 de referência adotado pela CETESB (ISQG). Resultados não conformes para essa substância só serão comentados caso apresentem comportamento atípico em relação ao histórico e/ou ao valor basal.

Um problema no equipamento de medição impossibilitou a aferição dos valores de Potencial Redox em 11 amostras sendo 03 no dia 05/06/2024 no Rio Preto e as demais nos dias 16/04/2024 e 17/04/2024 nos emissários de Praia Grande 1 e Santos.

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, desse modo, o índice é calculado com os respectivos padrões para cada tipo de corpo de água. Os resultados do índice para cada uma das 21 áreas amostradas em 2024 encontram-se nas Tabelas 3.1 e 3.2.

Tabela 3.1 – Classificação anual por ponto e média das áreas monitoradas na Rede Costeira de acordo com o IQAC – 2024 - Litoral Norte

Classificação do IQAC - 2024				Média	% de não conformidade por parâmetro
Local de Amostragem	Ponto				
	1	2	3		
Pinguaba	92	99	99	97	OD (11%)
Baía de Itaguá	92	93	85	90	OD (28%), Clorofila-a (14%)
Saco da Ribeira	85	99	93	92	OD (6%), Enterococos (11%), Clorofila-a (8%)
Tabatinga	93	99	99	97	Clorofila-a (8%)
Cocanha	99	93	85	92	OD (6%), Fósforo Total (6%), Enterococos (6%)
Baía de Caraguatatuba	99	99	99	99	
Canal de São Sebastião (1 a 3)	93	93	93	94	OD (10%), Fósforo Total (3%)
Canal de São Sebastião (4 e 5)		93	99		
Barra do Una	85	85	85	85	OD (33%), Clorofila-a (25%)

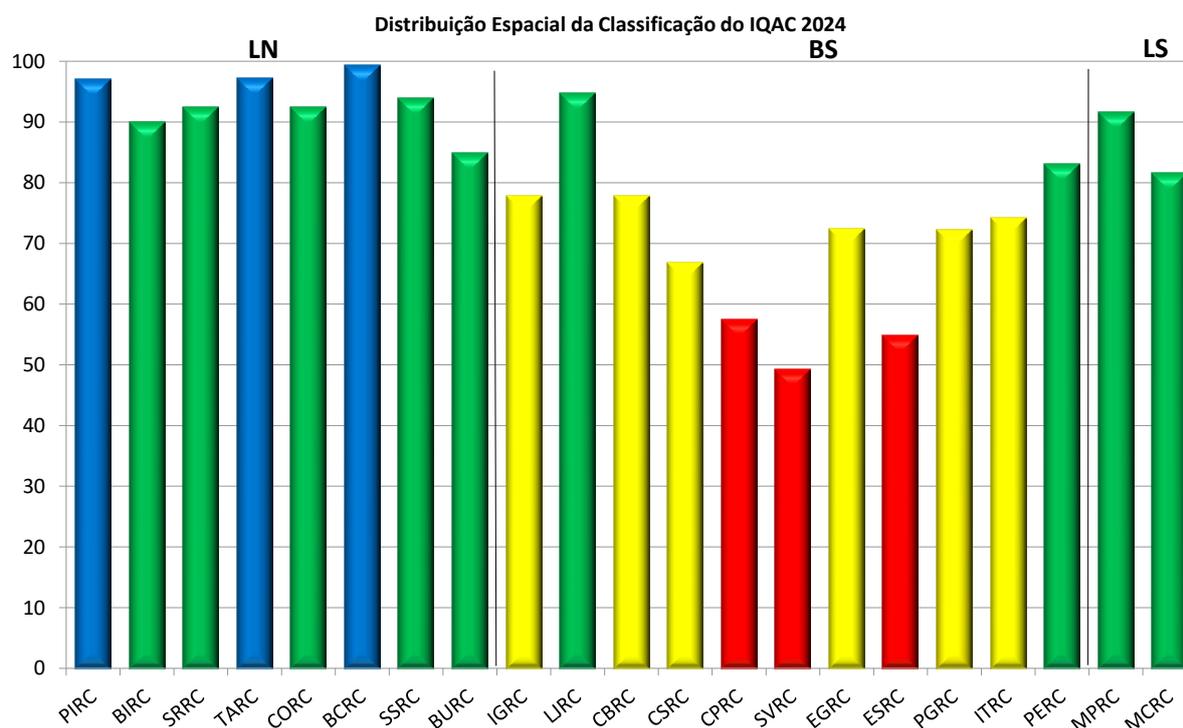
Legenda:	Ótima ≥95	Boa <95 e ≥80	Regular <80 e ≥65	Ruim <65 e ≥45	Péssima <45
----------	--------------	------------------	----------------------	-------------------	----------------

Tabela 3.2 – Classificação anual por ponto e médias das áreas monitoradas na Rede Costeira de acordo com o IQAC – 2024 – Baixada Santista e Litoral Sul

Classificação do IQAC - 2024					Média	% de não conformidade por parâmetro
Local de Amostragem	Ponto					
	1	2	3	4		
Rio Itaguaré	78	78	78		78	OD (22%), COT (11%), Fósforo Total (11%), Clorofila-a (17%)
Canal de Bertiooga	74	75	85		78	OD (44%), COT (50%), Clorofila-a (50%)
Canal de Santos	55	77	68		67	OD (28%), COT (24%), Fósforo Total (44%), Enterococos (28%), Clorofila-a (75%)
Canal de Piaçaguera	50	57	66	57	58	OD (79%), COT (54%), Fósforo Total (88%), N Amoniacal (38%), Clorofila-a (46%)
Canal de São Vicente	48	46	55		49	OD (100%), COT (72%), Fósforo Total (94%), N Amoniacal (56%), Enterococos (44%), Clorofila-a (30%)
Laje de Santos	92	99	92		95	OD (22%)
Emissário Guarujá	77	68	76	70	72	OD (38%), COT (43%), Fósforo Total (4%), Enterococos (8%), Clorofila-a (62%)
Emissário Santos	61	57	45	58	55	OD (50%), COT (17%), Fósforo Total (13%), N Amoniacal (4%), Enterococos (67%), Clorofila-a (100%)
Emissário Praia Grande 1	81	74	67	68	72	OD (67%), Fósforo Total (4%), Enterococos (39%), Clorofila-a (100%)
Rio Itanhaém	69	77	77		74	OD (17%), COT (6%), Fósforo Total (50%), Clorofila-a (50%)
Rio Preto	75	91	84		83	OD (5%), COT (15%), Clorofila-a (100%)
Mar Pequeno	92	92	92		92	COT (50%)
Mar Cananeia	73	81	91		82	COT (89%), Fósforo (6%), Clorofila-a (64%)

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

Gráfico 3.1 – Classificação das áreas pelo IQAC médio em 2024



3.2 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 2024. Como esses histogramas apresentam o valor médio dos resultados, não é possível a comparação direta com o padrão legal que foi adicionado ao gráfico apenas como referência.

Também foram elaborados diagramas de caixa (*box-plot*) com os valores de cada componente, tabelados no [Apêndice E](#). Nota-se que os resultados marcados com asterisco (*) são valores muito altos ou muito baixos, mas que não são matematicamente considerados *outliers* enquanto os círculos (o) são *outliers*.

Além disso, foram confeccionadas também, tabelas resumo, que apresentam valores máximos e mínimos além da média anual, entre outros, e que constam do [Apêndice D](#), para auxiliar na compreensão do comportamento de cada área. O Quadro 3.1 apresenta as siglas das áreas utilizadas nesses gráficos.

Quadro 3.1 – 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	CSRC	Canal de Santos		
TARC	Tabatinga	CPRC	Canal de Piaçaguera		
CORC	Cocanha	SVRC	Canal de São Vicente		
BCRC	Baía de Caraguatatuba	LJRC	Laje de Santos		
SSRC	Canal de São Sebastião	EGRC	Emissário do Guarujá		
BURC	Barra do Una	ESRC	Emissário de Santos		
		PGRC	Emissário de Praia Grande 1		
		ITRC	Rio Itanhaém		
		PERC	Rio Preto		

Nitrogênio Amoniacal

O Gráfico 3.2 mostra comportamento similar aos anos anteriores, com as maiores concentrações nos estuários de Santos e São Vicente e no Canal de Bertioga, com médias superiores ao limite legal nos canais de São Vicente e Piaçaguera. O Gráfico 3.3 também mostra alta variabilidade de resultados nessa região estuarina.

Gráfico 3.2 – Média das concentrações de Nitrogênio Amoniacal (mg/L) e padrão de qualidade nas amostras de água das áreas da rede costeira em 2024

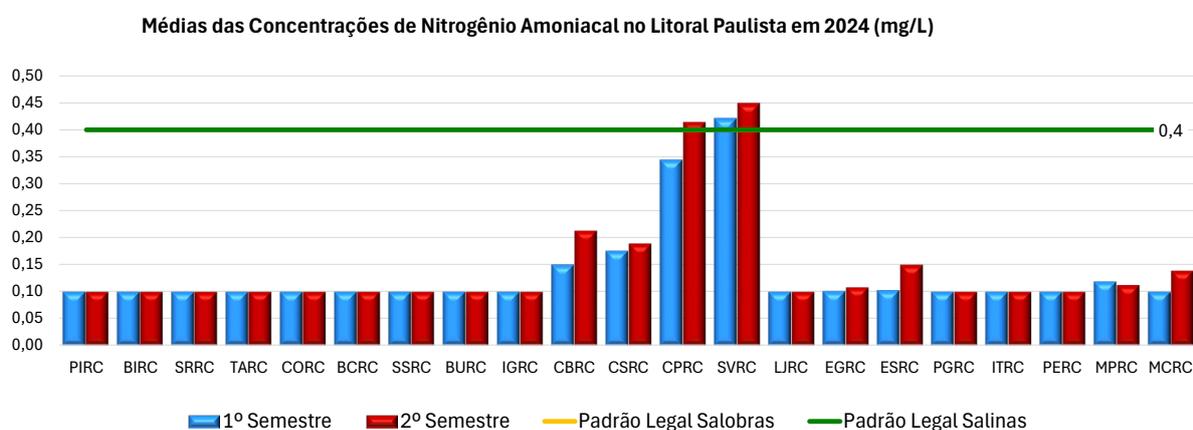
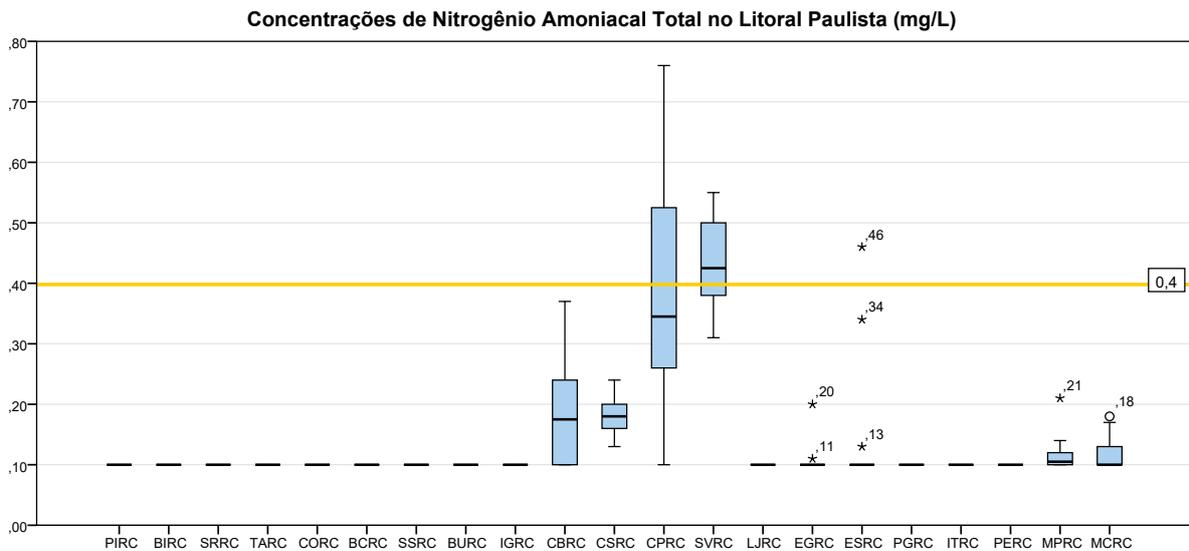


Gráfico 3.3 – Diagrama de caixa dos resultados de Nitrogênio Amoniacal em 2024 e padrão de qualidade (linha amarela)



Oxigênio Dissolvido (OD) Com relação ao OD, as menores médias foram registradas na Região Estuarina de Santos e São Vicente e no Emissário de Praia Grande 1 mantendo o comportamento dos anos anteriores (Gráficos 3.4 e 3.5). Observa-se maior amplitude nos níveis de OD nos canais da Bertioiga e Piaçaguera, nas áreas de influência dos emissários e na Barra do Una. Dentre esses casos citados, apenas os emissários de Santos e Praia Grande 1 apresentaram 50% ou mais das concentrações inferiores ao limite legal. O Canal de Piaçaguera tem quase a totalidade das amostras com concentração inferior ao limite preconizado na legislação e o Canal de São Vicente apresentou todos os resultados não conformes, em ambos os casos com menor variabilidade que em outras regiões. Note-se que a variabilidade pode estar relacionada à hidrodinâmica e às profundidades dos estratos de fundo na área e não necessariamente a fatores antrópicos como, por exemplo, o caso da Laje de Santos.

Observou-se aproximadamente 28% de amostras não conformes para o parâmetro no litoral paulista, a maior parte na Região Estuarina de Santos e São Vicente. Também nessa região foram observados os menores valores de concentração, com 11 das 12 amostras coletadas em concentrações inferiores a 3 mg/L.

Gráfico 3.4 – Média das concentrações de OD na água e padrões de qualidade para águas salobras e salinas das áreas do litoral em 2024

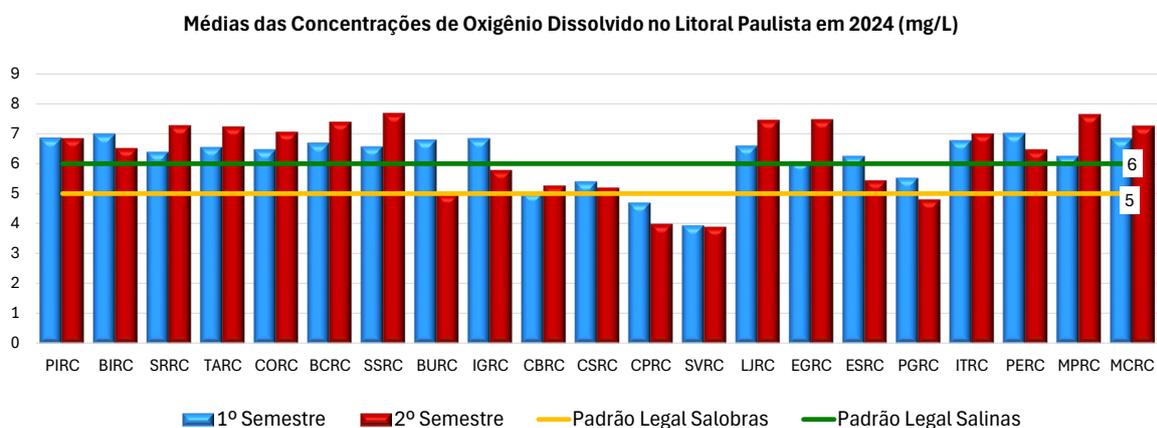
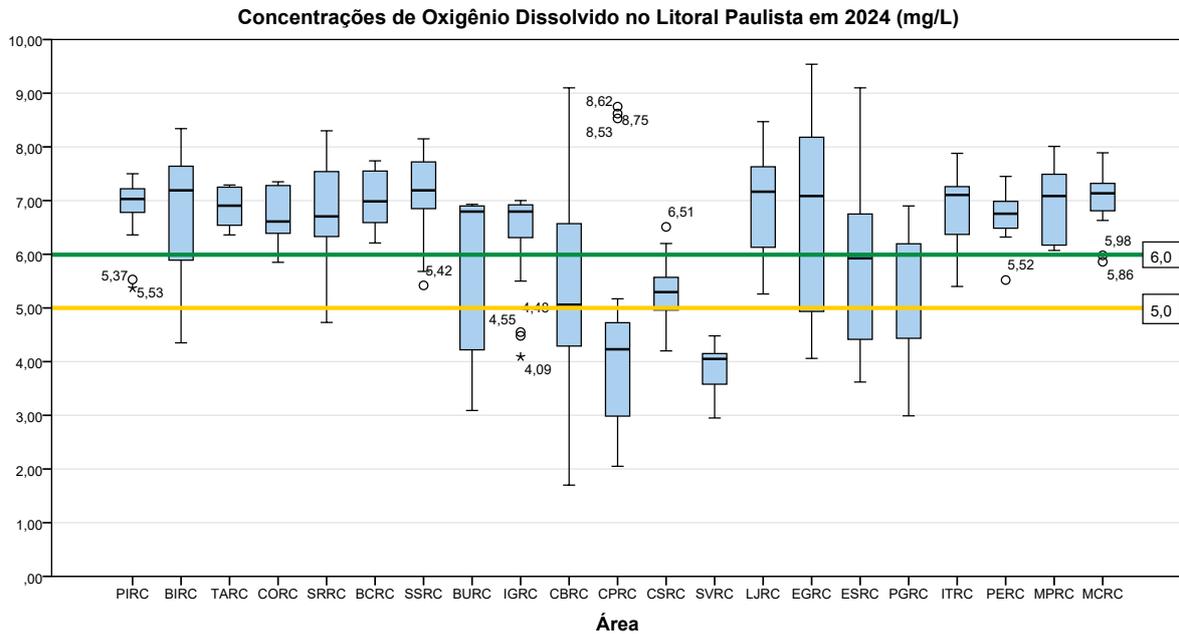


Gráfico 3.5 – Diagrama de caixa dos resultados de OD em 2024 e padrões de qualidade para águas salinas (linha verde) e para águas salobras (linha amarela)



Carbono Orgânico Total (COT) - As médias das concentrações de COT foram menores na maioria dos pontos em 2024 em relação ao ano anterior, particularmente no Litoral Norte. Com exceção de algumas concentrações no Estuário de Santos e São Vicente no primeiro semestre, as ocorrências de não conformidades retomaram o comportamento médio observado historicamente, com amplitudes maiores de COT na Baixada Santista e no Litoral Sul, com destaque para o Emissário do Guarujá, que apresentou as concentrações mais altas do ano para o parâmetro (Gráficos 3.6 e 3.7).

A maior amplitude de valores é observada no Emissário do Guarujá com o limite legal situado entre a mediana e o segundo quartil do gráfico da área com apenas 43% dos resultados não conformes. Quase todas as não conformidades aparecem no mês de julho sugerindo alguma influência da hidrodinâmica local. Os canais da Bertioga, Santos e São Vicente e o Mar Pequeno por sua vez apresentaram pelo menos metade das concentrações superiores ao limite legal enquanto ambos os quartis do Mar de Cananeia se situam acima do limite de 3,0 mg/L.

Aproximadamente 20% das amostras não atenderam ao padrão legal, com 44 amostras superando a concentração de 4 mg/L, 43 delas localizadas nos estuários da Baixada Santista e do Litoral Sul.

Gráfico 3.6 – Média das concentrações de COT e padrão de qualidade (mg/L) na água por área em 2024

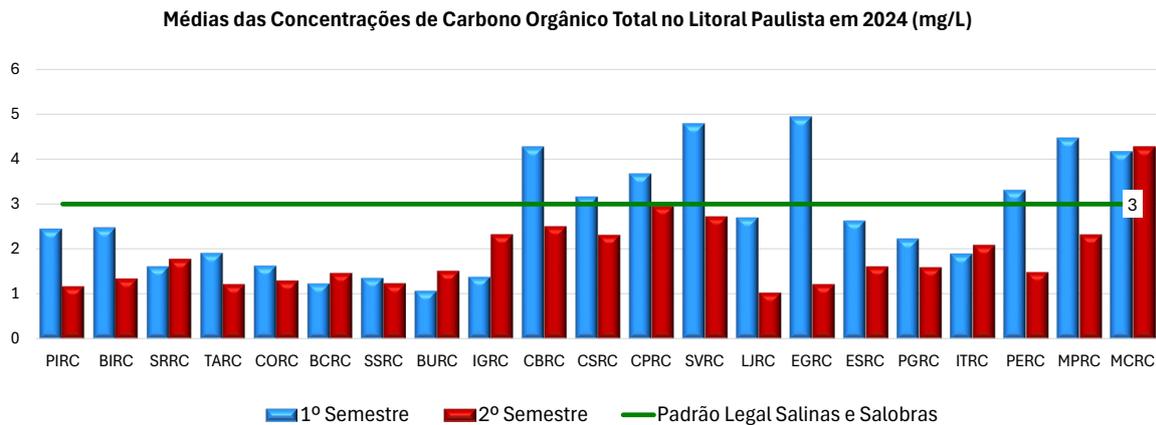
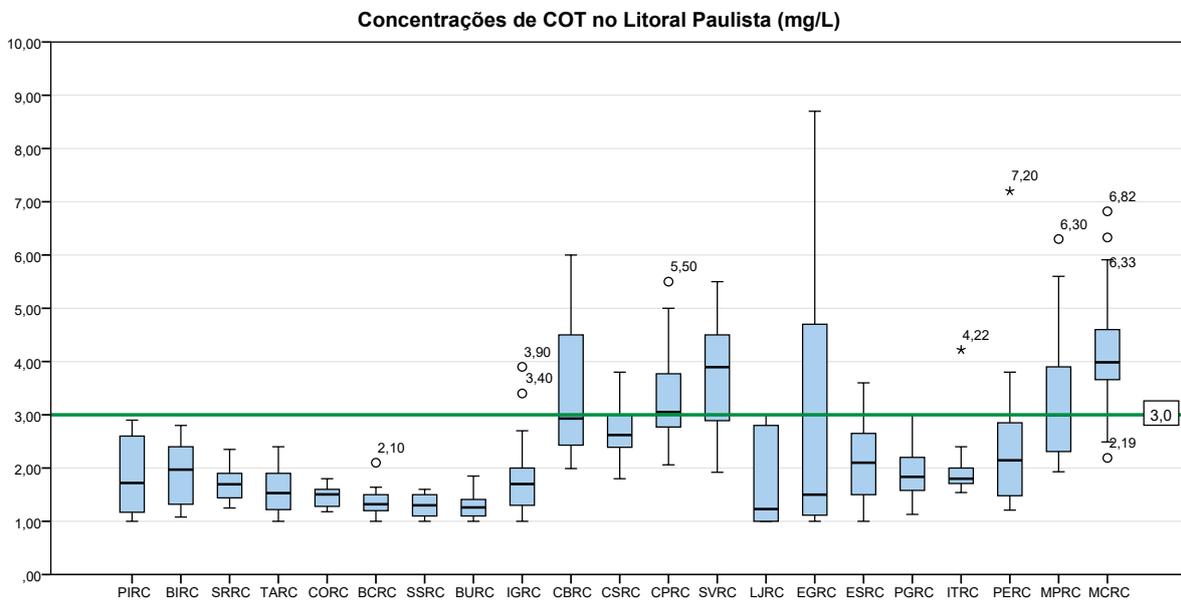


Gráfico 3.7 – Diagrama de caixa dos resultados de COT em 2024 e padrão de qualidade (linha verde)



Fósforo Total

Assim como em 2023, foram registradas concentrações médias mais elevadas na maior nos canais estuarinos, mas as concentrações médias apresentaram redução geral em 2024, principalmente no Litoral Norte, com poucas exceções como no Mar Pequeno e Rio Itanhaém. No geral o comportamento do parâmetro retomou os níveis historicamente observados. Cerca de 12% das amostras de água do litoral paulista apresentaram não conformidade em relação ao limite legal, em sua maioria localizadas nos estuários (Gráficos 3.8 e 3.9).

Os canais de Piaçaguera e de São Vicente, mostraram, as maiores concentrações de Fósforo com medianas acima do padrão legal indicando influência do aporte da indústria de fertilizantes e de carga orgânica com tendência de eutrofização. Menor variação no CBRC e CSRC, com medianas atendendo ao PL. No ITRC nota-se maior variação do Fósforo, além do que a maior parte do conjunto de dados não atende ao PL.

No MCRC também nota-se variação do IQ para o Fósforo e que praticamente todo o conjunto de dados não atende ao PL (Gráfico 3.9).

Gráfico 3.8 – Média das concentrações de Fósforo Total (PT) (mg/L) na água das áreas da rede costeira em 2024 e padrões de qualidade para águas salobras e salinas

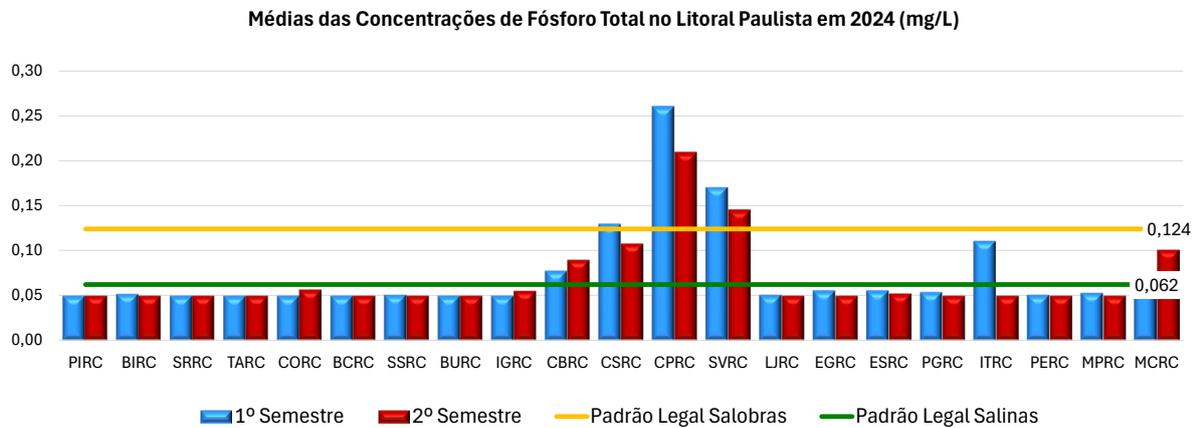
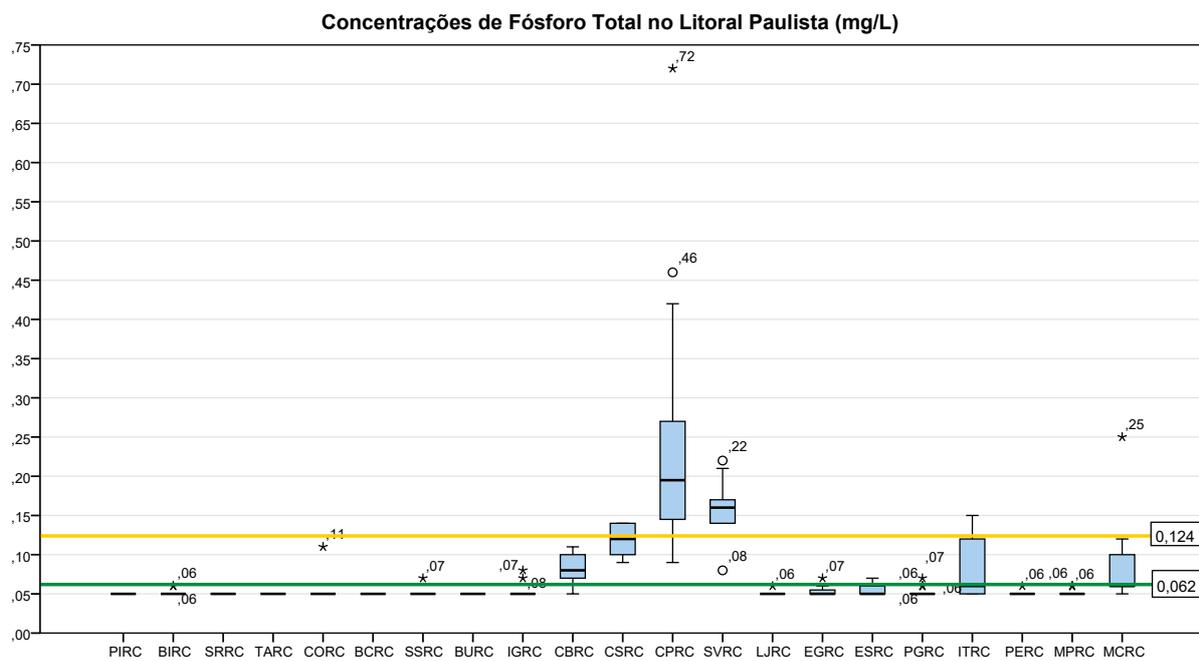


Gráfico 3.9 – Diagrama de caixa dos resultados de Fósforo Total em 2024 e padrões de qualidade para águas salinas (linha verde) e para águas salobras (linha amarela)



Clorofila-a

As concentrações médias de Clorofila-a foram inferiores ao valor de referência para águas salinas adotado pela CETESB para as áreas do Litoral Norte, exceto Barra do Una. Na Baixada Santista, na maioria das áreas analisadas, as médias ultrapassaram os respectivos valores de referência, assim como no Mar de Cananeia, localizado no Litoral Sul (Gráfico 3.10).

O Litoral Norte mantém as menores médias de Clorofila-a, enquanto na região estuarina de Santos e São Vicente, na região marinha dos Emissários de Santos e da Praia Grande e no Rio Preto, foram encontrados os valores mais altos da região e as maiores variações entre as campanhas (Gráfico 3.11).

Tais níveis de concentração não são exclusivos do ano de 2024 e estão provavelmente relacionados às altas concentrações de nutrientes nessas áreas, seja por ocorrência natural nas regiões de mangue ou pela contribuição antrópica nas demais áreas.

O comportamento da Clorofila-a nesse gráfico acompanha as variações do Fósforo apresentadas no Gráfico 3.9. As não conformidades atingiram cerca de 40% das amostras distribuídas de forma percentual parecida nas áreas salobras (estuários) e salinas.

Gráfico 3.10 – Média das concentrações de Clorofila-a (µg/L) nas amostras de água das áreas da rede costeira em 2024 e valores de referência para águas salobras e salinas

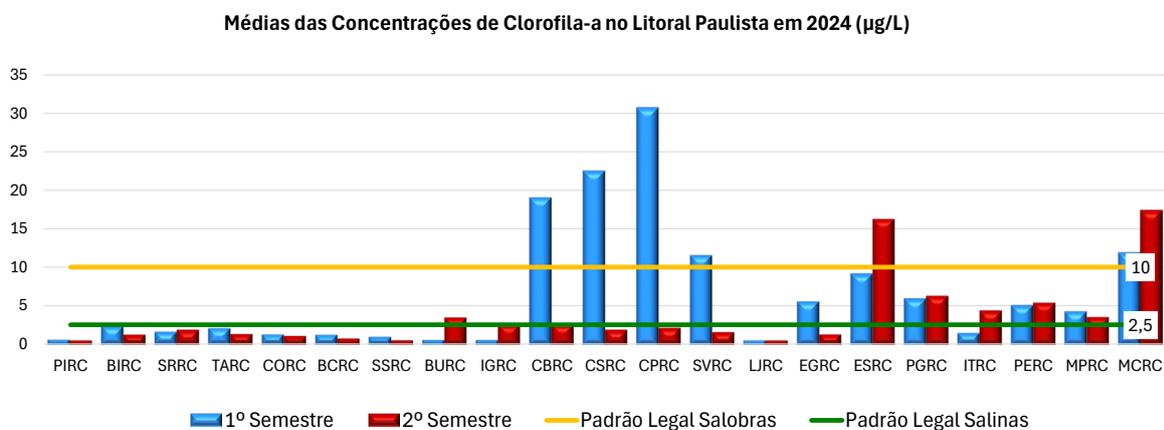
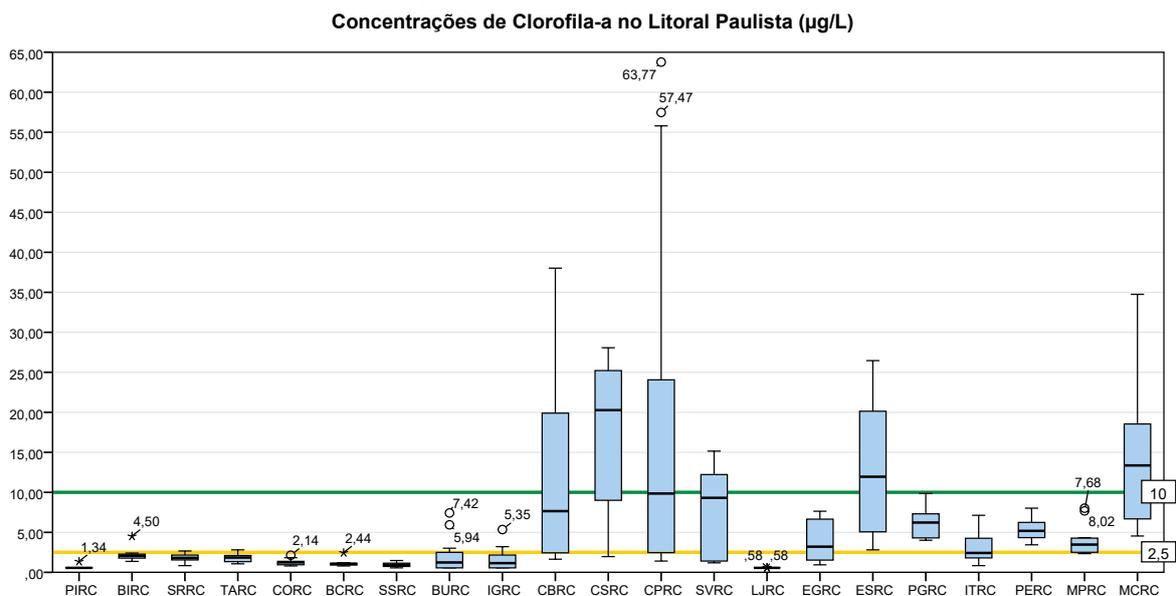


Gráfico 3.11 – Diagrama de caixa dos resultados de Clorofila-a em 2024 e padrões de qualidade para águas salinas (linha verde) e salobras (linha amarela)



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. Todas as áreas do Litoral Norte, exceto Saco da Ribeira, apresentaram média inferior a 10 UFC/100mL. A Baixada Santista apresentou quatro áreas com médias inferiores a 10 UFC/100mL, além do Mar de Cananeia no Litoral Sul. As maiores médias (>100 UFC/100 mL) foram registradas no Canal de São Vicente e no Emissário Submarino de Santos (Gráfico 3.12).

Nota-se pelo diagrama de caixa (Gráfico 3.13) que muitas áreas apresentam variabilidade, mas as áreas com maior diferença entre seus resultados são principalmente os emissários e o Canal de Santos. É possível verificar também que, salvo resultados considerados como *outliers*, a maior parte das não conformidades se concentra nos emissários e na Região Estuarina de Santos e São Vicente.

Apenas 10% das amostras apresentaram não conformidades no litoral paulista com percentagens semelhantes nas águas salobras e salinas.

Gráfico 3.12 – Média geométrica das concentrações de Enterococos (UFC/100 mL) – 2024 e padrão de qualidade

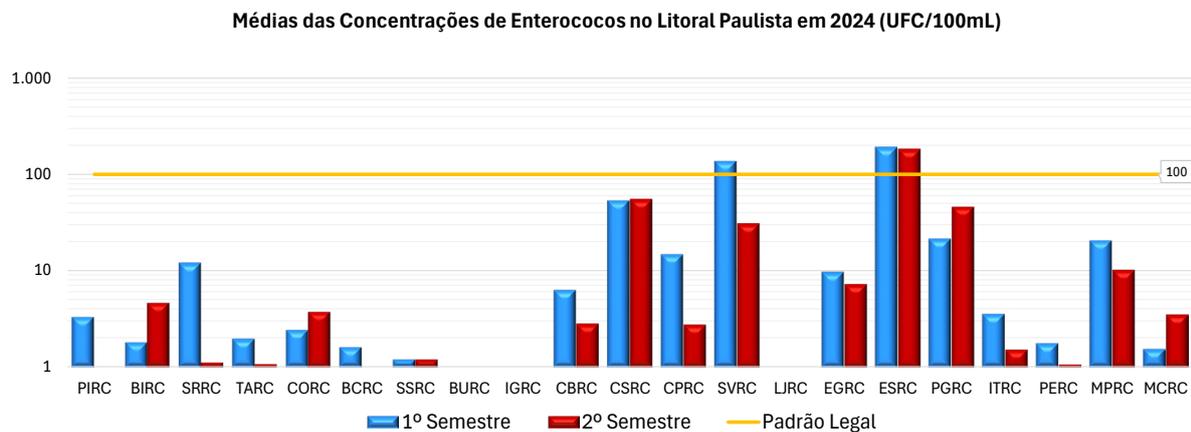
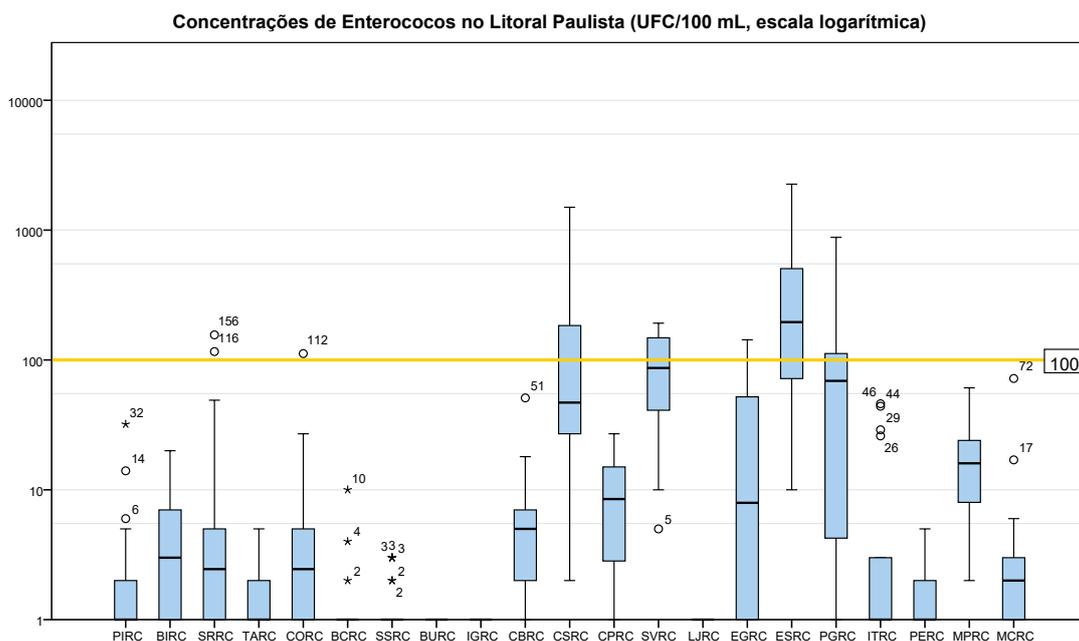


Gráfico 3.13 – Diagrama de caixa dos resultados de Enterococos em 2024 e padrão de qualidade (linha amarela)



3.3 Índice de Estado Trófico – IETC

O IETC é obtido por área e por campanha, a partir dos resultados da concentração de Clorofila-a em duas profundidades (superfície e meio) e o anual a partir da média desses valores. No segundo semestre de 2024, devido a um problema laboratorial, foram canceladas 37 amostras. Como para o cálculo da média por semestre são consideradas apenas as áreas que apresentam pelo menos três resultados válidos, não foram calculados os valores médios para as áreas da Baía de Itaguá, Baía de Caraguatatuba e Canais de São Sebastião e de Santos, na segunda campanha.

Na Tabela 3.3 são apresentados os resultados das concentrações médias de Clorofila-a, por ponto, considerando as duas profundidades, a concentração média das áreas, por campanha, além das médias anuais e das respectivas classificações pelo IETC para os ambientes salinos (mar) e salobros (estuário).

Tabela 3.3 – Valores médios da concentração 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 2024 (continua)

	Área	Ponto	1ª CAMPANHA					MÉDIA 1ª CAMP.
			P1	P2	P3	P4	P5	
LN	Salina	Picinguaba	0,95	0,58	0,56			0,70
	Salina	Baía de Itaguá	2,14	2,11	3,10			2,45
	Salina	Saco da Ribeira	1,97	1,57	1,58			1,70
	Salina	Tabatinga	2,60	2,09	1,85			2,18
	Salina	Cocanha	1,47	1,59	1,12			1,39
	Salina	Baía de Caraguatatuba	1,01	1,82	1,07			1,34
	Salina	Canal de São Sebastião	0,97	1,15	0,78	1,31	1,07	1,05
	Salina	Barra do Una	0,56	0,56	0,85			0,66
BS	Salina	Rio Itaguaré	0,73	0,56	0,56			0,62
	Salina	Laje de Santos	0,57	0,57	0,56			0,57
	Salobra	Canal de Bertioga	24,66	22,28	10,28			19,07
	Salobra	Canal de Santos	20,27	25,22	22,06			22,51
	Salobra	Canal de Piaçaguera	19,92	32,83	33,95	36,03		30,68
	Salobra	Canal de São Vicente	14,45	11,08	9,31			11,61
	Salina	Emissário do Guarujá	5,02	5,93	6,21	5,43		5,64
	salina	Emissário de Santos	7,96	9,07	11,72	8,22		9,24
	Salina	Emissário de Praia Grande - 1	7,55	6,48	4,20	5,79		6,00
	Salina	Rio Itanhaém	1,35	2,06	1,31			1,57
	Salina	Rio Preto	7,22	4,97	4,12	3,44		5,15
LS	Salobra	Mar Pequeno	7,85	2,84	2,34			4,34
	Salobra	Mar de Cananeia	16,21	12,92	6,68			11,93

Tabela 3.3 – Valores médios da concentração 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 2024 (conclusão)

	Área	Ponto	2ª CAMPANHA					MÉDIA 2ª CAMP.	MÉDIA ANUAL
			P1	P2	P3	P4	P5		
LN	Salina	Picinguaba	0,56	0,57	0,56			0,57	0,64
	Salina	Baía de Itaguá	NS	NS	NS			NS	2,45
	Salina	Saco da Ribeira	2,54	1,61	1,73			1,96	1,83
	Salina	Tabatinga	1,21	1,27	1,83			1,43	1,81
	Salina	Cocanha	1,38	0,96	1,08			1,14	1,26
	Salina	Baía de Caraguatatuba	NS	NS	NS			NS	1,34
	Salina	Canal de São Sebastião	NS	NS	NS	NS	NS	NS	1,05
	Salina	Barra do Una	4,38	3,96	2,36			3,56	2,11
BS	Salina	Rio Itaguapé	2,76	3,44	1,72			2,64	1,63
	Salina	Laje de Santos	NS	0,56	0,56			0,56	0,56
	Salobra	Canal de Bertioga	NS	1,69	3,65			2,67	12,51
	Salobra	Canal de Santos	NS	NS	NS			NS	22,51
	Salobra	Canal de Piaçaguera	1,97	NS	2,31	2,44		2,23	19,74
	Salobra	Canal de São Vicente	1,41	1,19	2,89			1,67	7,64
	Salina	Emissário do Guarujá	1,62	1,53	1,44	1,21		1,40	4,01
	salina	Emissário de Santos	17,43	13,76	15,20	18,71		16,27	12,76
	Salina	Emissário de Praia Grande - 1	5,95	5,83	7,04	6,59		6,35	6,18
	Salina	Rio Itanhaém	6,38	3,29	3,68			4,45	3,01
	Salina	Rio Preto	5,80	4,18	6,37	5,79		5,50	5,32
	LS	Salobra	Mar Pequeno	3,12	3,47	4,28			3,62
Salobra		Mar de Cananeia	28,52	20,05	4,95			17,39	14,42

Legenda: LN = Litoral Norte; BS = Baixada Santista; LS: Litoral Sul

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

O Litoral Norte apresentou a maior relação de áreas com classificação Mesotrófica (88%), em contraste com a Baixada Santista que apresentou 80% das áreas eutrofizadas (Eutrófico ou Supereutrófico).

A maior média anual do IETC foi obtida em ambiente salobro em ponto situado na área de influência do Canal de Santos, com condição Eutrófica. No entanto, vale ressaltar que esse ponto apresentou valores validados apenas para a primeira campanha. Já para os ambientes salinos, o maior valor anual do IETC foi verificado na área de influência do Emissário de Santos, com condição Supereutrófica, verificada em todos os pontos, nas duas campanhas.

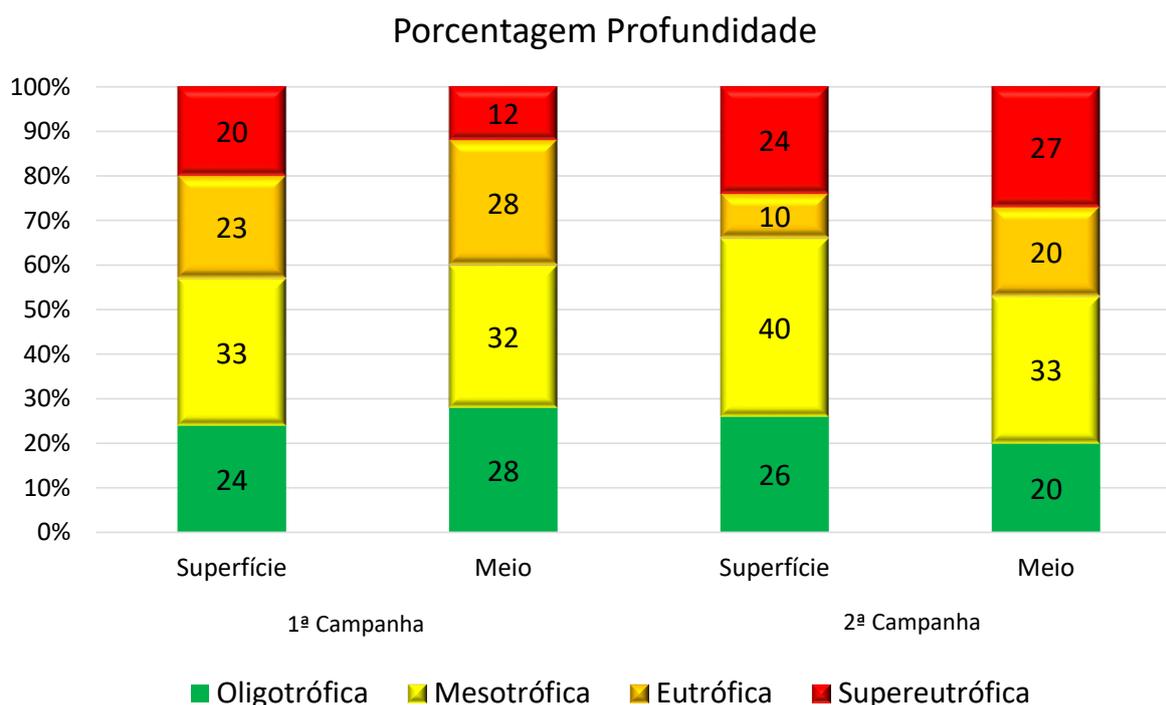
Além do Emissário de Santos, outros ambientes salinos também mantiveram condição Supereutrófica em ambas as campanhas: Rio Preto e Emissário de Praia Grande. No Emissário do Guarujá, assim como

no Canal de Piaçaguera, os maiores valores de Clorofila-a foram registrados na primeira campanha, sendo classificados como Supereutróficos. De modo geral, nota-se que houve redução do número de áreas consideradas Supereutróficas na segunda campanha.

Embora os Emissários de Santos, Praia Grande e Guarujá, o Canal de Piaçaguera e o Rio Preto tenham apresentado condição Supereutrófica, em ambas ou apenas em uma das campanhas, em 2024 não houve registro de florações de algas na Baixada Santista com potencial de atingir as praias, ou restrição ao uso das águas por essa razão.

Comparando os resultados das diferentes profundidades, verifica-se que, em ambas as campanhas, a fração de amostras na condição Mesotrófica foi a mais abundante, tanto na superfície quanto no meio. Na primeira campanha, verificou-se uma redução da condição Supereutrófica das amostras do meio em relação às da superfície, em razão da redução gradativa da luminosidade com o aumento da profundidade, reduzindo-se, portanto, a produção primária, conforme esperado (Gráfico 3.14). Por outro lado, na segunda campanha, observou-se um padrão inverso: a condição Supereutrófica foi maior no meio em comparação à superfície. Entretanto, ressalta-se que, nessa campanha, parte das amostras foi cancelada, o que pode ter influenciado os resultados e limitado a interpretação do perfil vertical.

Gráfico 3.14 – Porcentagem por classes de estado trófico nas amostras de superfície e meio da coluna de água nas duas campanhas de amostragem em 2024



3.4 Fitoplâncton – microalgas tóxicas

O monitoramento das microalgas da rede costeira iniciou-se em 2017 devido à crescente ocorrência de florações. Para tanto foram selecionadas cinco áreas (Quadro 3.2). Esses locais foram definidos por serem próximos a áreas de cultivo ou de extrativismo de moluscos bivalves, como mexilhões e ostras.

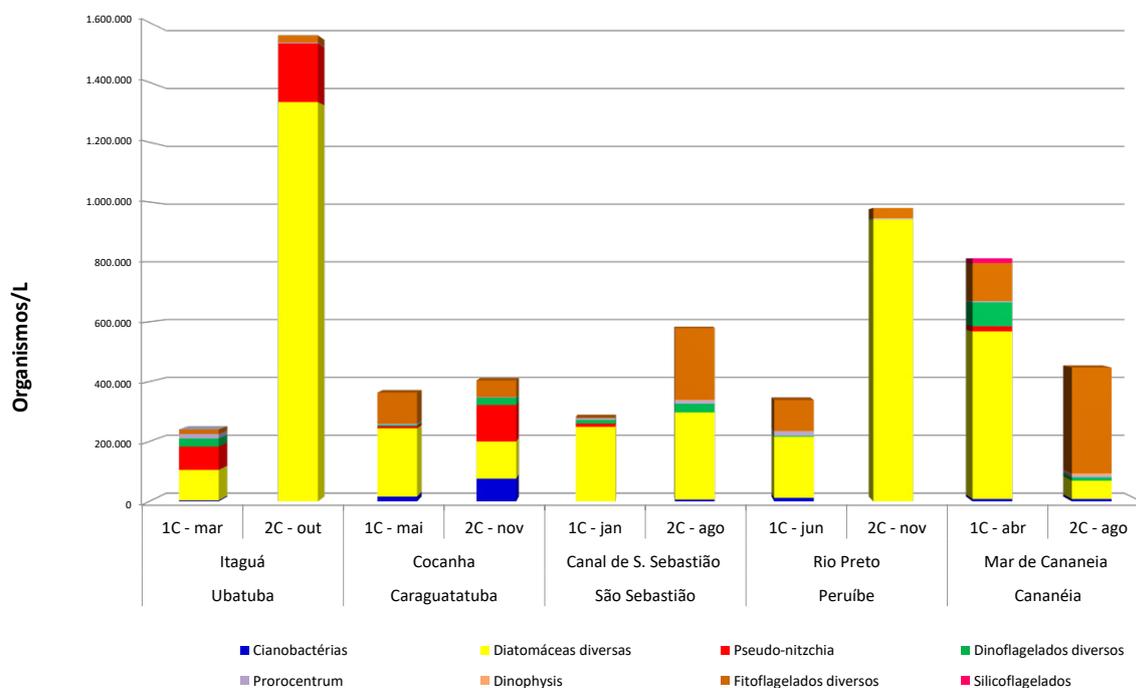
Quadro 3.2 – Locais de amostragem de microalgas

Município	Local
Ubatuba	Baía de Itaguá
Caraguatatuba	Cocanha
São Sebastião	Canal de S. Sebastião
Peruíbe	Rio Preto - Guaraú
Cananeia	Mar de Cananeia

O monitoramento visa identificar principalmente a presença de microalgas potencialmente tóxicas nas águas costeiras e, dependendo das densidades encontradas, iniciar as medidas preventivas para a proteção da saúde pública. Os resultados relativos a 2024 são apresentados a seguir.

3.4.1 Densidades de microalgas

Os resultados de densidades totais de microalgas e distribuição por táxon, por ponto, em 2024, constam no Gráfico 3.15. Na Baía do Itaguá em Ubatuba, em outubro, foi registrado o maior valor da densidade absoluta do monitoramento (1.557.000 org/L), com dominância do gênero *Skeletonema*. Essa diatomácea não é produtora de biotoxinas, mas a espécie *Skeletonema costatum* pode ser considerada potencialmente nociva por estar associada às mortandades de peixes, quando em altas densidades, já que pode causar entupimento de brânquias, além de maior consumo de oxigênio dissolvido do ambiente (Procopiak et al. 2006, Li et al. 2009). O risco do contato com as diatomáceas no banho de mar está relacionado a dermatites, pois podem causar irritação ao contato com a pele.

Gráfico 3.15 – Densidades de microalgas (org/L) e distribuição por táxon, por ponto, em 2024

De forma geral, as microalgas mostraram dominância do grupo de diatomáceas, com exceção do ponto localizado no Mar de Cananeia na segunda campanha. A predominância das diatomáceas (Gráfico 3.16 e Figura 3.1) é esperada em ambientes marinhos, pois constituem o grupo mais abundante do fitoplâncton marinho, contribuindo com até 40% da produção de matéria orgânica dos oceanos (Obata et al., 2013).

Gráfico 3.16 – Porcentagem dos grandes grupos de microalgas por área e por campanha em 2024

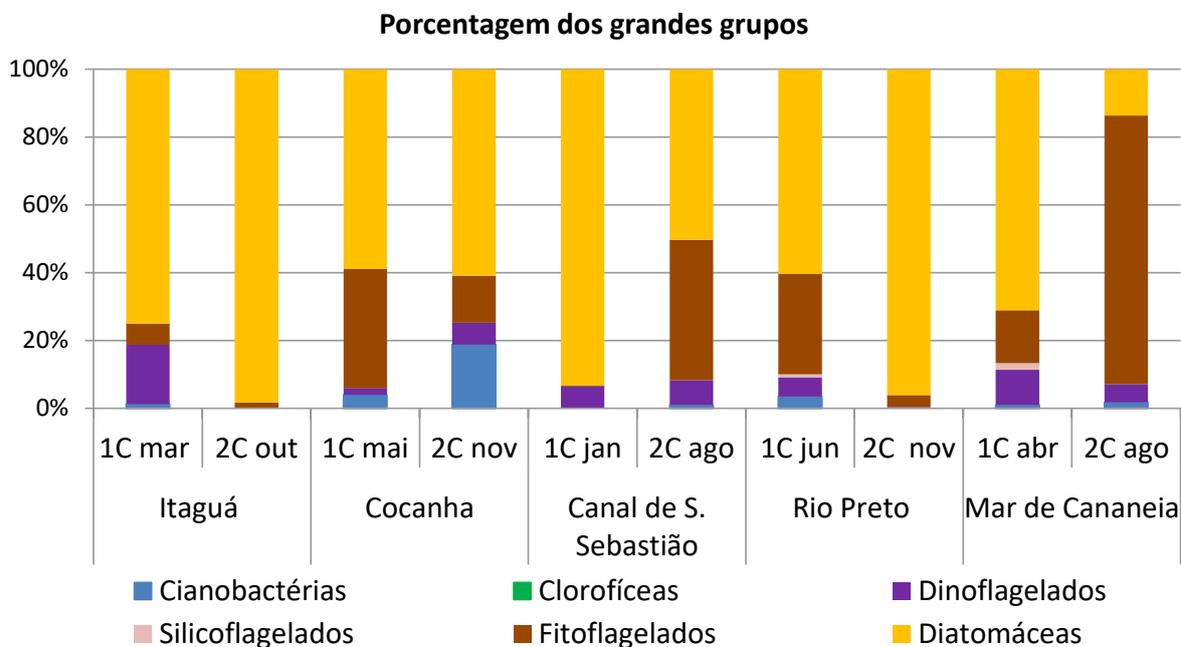
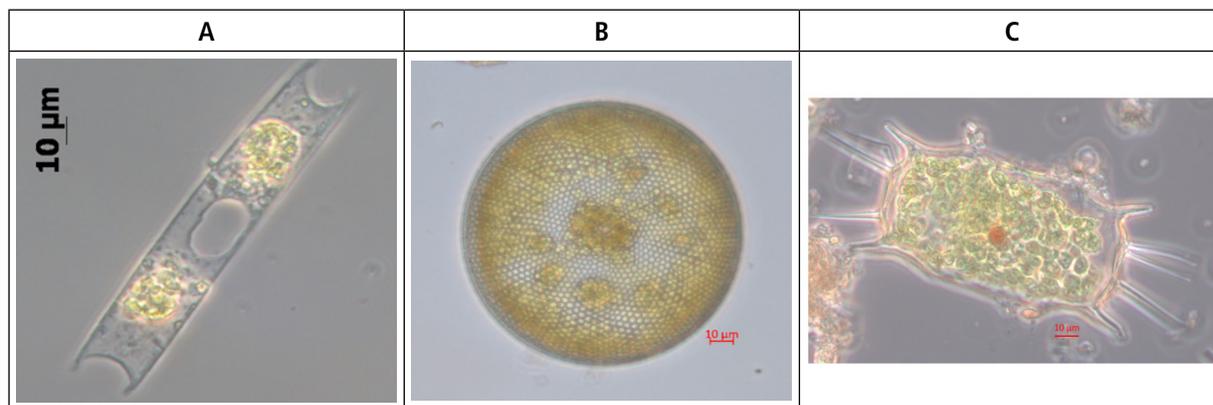
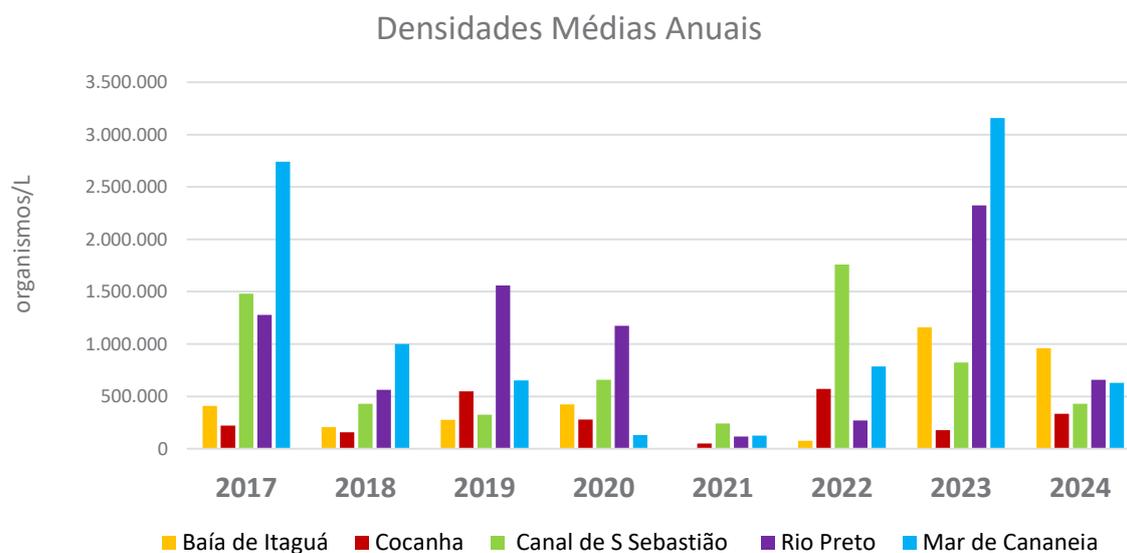


Figura 3.1 – Fotos de Diatomáceas (A) *Hemiaulus*; (B) *Coscinodiscus sp* e (C) *Odontella*



Fotos: CETESB (400x)

As médias anuais das densidades totais dessas microalgas, por ponto e por ano, de 2017 a 2024, são apresentados no Gráfico 3.17. Observa-se que houve grande variação dessas densidades entre os pontos. Essas variações são resultado de diversos fatores como correntes marítimas, condições físicas, químicas e meteorológicas que atuam conjuntamente. Os pontos que apresentaram as maiores densidades foram Canal de S. Sebastião, Rio Preto e o Mar de Cananeia e o ponto com as menores densidades foi a Cocanha.

Gráfico 3.17 – Médias das densidades totais de microalgas (org/L) das áreas por ano, entre 2017 e 2024

Ressalta-se que em 2020 e 2021 foi realizada uma única campanha, exceto para a Baía do Itaguá (Ubatuba), onde não houve amostragem em 2021, em razão das restrições decorrentes da pandemia de COVID 19.

3.4.2 Presença de microalgas potencialmente tóxicas

A presença ou ausência de microalgas potencialmente tóxicas, nas amostras de 2024, constam do Quadro 3.3.

Quadro 3.3 – Presença ou Ausência de microalgas potencialmente tóxicas em 2024

Gêneros Potencialmente Tóxicos	Baía de Itaguá (Ubatuba)	Cocanha (Caraguatatuba)	Canal de São Sebastião (São Sebastião)	Rio Preto (Peruibe)	Mar de Cananeia (Cananeia)
Diatomácea					
<i>Pseudo-nitzschia</i> spp	P	P	P	A	P
Dinoflagelado					
<i>Prorocentrum</i> spp	P	P	P	P	P
<i>Dinophysis</i> spp	P	P	P	P	P

Nota: P: presença; A: ausência

Obs: Em Cocanha e Baía do Itaguá os organismos do gênero *Dinophysis* estiveram presentes apenas nas análises qualitativas

As densidades absolutas dos organismos potencialmente tóxicos em 2024 foram dispostas no Quadro 3.3, bem como os valores Máximos de referência 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).

Tabela 3.4 – Densidades absolutas (cél/L) dos organismos potencialmente tóxicos - 2024

Microalgas Potencialmente Tóxicas		VR *	Baía de Itaguá		Cocanha		Canal de S. Sebastião		Rio Preto		Mar de Cananeia	
			1ªC	2ªC	1ªC	2ªC	1ªC	2ªC	1ªC	2ªC	1ªC	2ªC
		Cel/L	Células/Litro									
Diatomácea	<i>Pseudo-nitzschia spp</i>	≥ 50.000	78.000	196.000	7.000	122.000	11.000	-	-	-	17.000	-
Dinoflagelados	<i>Prorocentrum spp</i>	SVR	15.000	3.000	4.000	2.000	6.000	11.000	15.000	3.000	4.000	7.000
	<i>Dinophysis spp</i>	≥ 1.000	-	-	-	-	-	2.000	1.000	1.000	-	6.000

VR - Valor de Referência

SVR - Sem Valor de Referência

(*) Plano de Contingência do Governo do ESP (2021)

Os maiores valores de microalgas potencialmente tóxicas foram encontrados no Litoral Norte, em Ubatuba - Baía de Itaguá (78.000 e 196.000 céls/L de *Pseudo-nitzschia spp*) e em Caraguatatuba, na Cocanha (122.000 céls/L de *Pseudo-nitzschia spp*). Houve também valores elevados para o gênero *Dinophysis* em São Sebastião e Cananeia. No Litoral Sul, a espécie *P. lima* foi identificada em Cananeia, mas apenas nas amostras qualitativas.

3.4.3 Florações em praias

Em 2024 não houve registro de eventos de floração de microalgas em praias, apenas acompanhamento da presença do dinoflagelado *Dinophysis*, potencialmente tóxico, em função de interdições no litoral de Santa Catarina, sendo realizadas algumas análises no litoral de São Paulo. A Coordenadoria de Defesa Agropecuária também acompanhou com análises nos organismos e água nos cultivos de organismos bivalves.

3.5 Qualidade dos Sedimentos: índices e granulometria

3.5.1 Classificação granulométrica

A granulometria dos sedimentos das áreas estudadas é apresentada nas Tabelas 3.5 e 3.6. Os resultados das frações granulométricas com maior porcentagem estão ressaltados, conforme a legenda. A maioria das áreas apresenta sedimento arenoso (grãos maiores) com forte predominância da areia fina. Oito áreas apresentaram sedimentos finos (argilas e siltes) em maior proporção em alguns pontos, a maioria delas inseridas em ambientes com menor hidrodinâmica como a Baía de Itaguá, Saco da Ribeira e região estuarina da Baixada Santista. Destaca-se também, o Ponto 5 do Canal de São Sebastião com altas porcentagens de Silte nas duas campanhas.

Tabela 3.5 – Resultados de Granulometria das áreas por ponto – Litoral Norte 2024

Área	Ponto	(%) 1º Semestre					(%) 2º Semestre				
		Areia Grossa	Areia Média	Areia Fina	Argila	Silte	Areia Grossa	Areia Média	Areia Fina	Argila	Silte
PICINGUABA	1		3,7	89,0	1,2	6,2		3,2	93,3		3,5
	2		4,2	93,5		2,3		4,7	84,5	2,6	8,3
	3		9,2	90,1		0,7		9,5	89,8		0,7
BAÍA DE ITAGUÁ	1		5,8	33,1	15,9	45,2		2,4	40,7	19,9	37,1
	2		2,0	41,8	15,8	40,4		9,3	44,7	10,5	35,5
	3	3,2	59,3	24,5	4,7	8,4	0,2	31,8	52,5	8,0	7,5
SACO DA RIBEIRA	1		7,6	21,0	39,6	31,8		2,1	15,7	46,3	35,9
	2		2,0	17,6	50,2	30,2		1,8	18,6	48,2	31,4
	3	0,6	18,9	19,4	23,1	38,1	1,0	12,4	16,4	26,9	43,4
TABATINGA	1		3,0	92,4		4,6		5,6	84,6	0,4	9,5
	2		2,0	91,3		6,8		3,3	86,9	0,0	9,8
	3		3,1	87,7		9,2		4,9	86,3		8,7
COCANHA	1		0,6	83,0		16,4		0,7	81,8	0,8	16,8
	2		0,7	77,5		21,8		1,3	73,8	0,7	24,3
	3	0,2	46,6	48,5		4,8	32,7	50,4	14,4		2,4
BAÍA DE CARAGUATATUBA	1		0,6	83,5		15,9		0,6	84,2		15,2
	2		0,9	70,3		28,8		1,7	68,9		29,5
	3		3,2	76,7	9,1	11,0		2,3	84,6	4,3	8,9
CANAL DE SÃO SEBASTIÃO	1		1,2	50,9	23,0	24,9		0,6	37,8	31,4	30,2
	2		1,0	36,5	33,3	29,3		0,6	31,8	36,7	30,9
	3		11,8	44,1	21,1	23,0		2,2	40,0	22,1	35,7
	4		10,6	70,2	4,7	14,5		10,4	68,9	6,0	14,8
	5		4,1	32,1	24,2	39,6		8,1	29,8	26,0	36,1
BARRA DO UNA	1		5,9	91,3		2,8		6,0	91,0		3,1
	2		5,4	91,8		2,8		7,9	88,8		3,3
	3		8,9	90,3		0,9		6,1	93,1		0,9
		Areia Grossa	Areia Média	Areia Fina	Argila	Silte					

Tabela 3.6 – Resultados de Granulometria das áreas por ponto - Baixada Santista e Litoral Sul 2024

Área	Ponto	(%) 1º Semestre					(%) 2º Semestre				
		Areia Grossa	Areia Média	Areia Fina	Argila	Silte	Areia Grossa	Areia Média	Areia Fina	Argila	Silte
RIO ITAGUARÉ	1		4,7	77,5	6,9	10,9		2,5	95,7		1,8
	2		1,4	96,5		2,1		2,3	96,0		1,8
	3		1,3	96,7		2,1		2,6	96,3		1,1
CANAL DE BERTIOGA	1		4,9	24,8	36,4	33,9		6,0	22,4	35,8	35,8
	2	0,3	25,2	36,8	20,8	16,9		5,7	30,1	38,1	26,1
	3	0,8	30,3	43,3	13,6	12,1		32,9	55,4	5,4	6,3
CANAL DE SANTOS	1		1,6	39,9	33,7	24,8		5,8	79,2	7,2	7,9
	2		8,8	68,4	11,1	11,6		9,4	66,0	12,8	11,8
	3		0,5	12,5	51,1	35,9		2,8	24,5	35,5	37,2
CANAL DE PIAÇAGUERA	1	0,3	25,0	45,7	9,9	19,1	0,2	18,6	39,7	18,1	23,5
	2		8,3	36,6	29,9	25,2		2,9	36,3	32,2	28,7
	3		4,0	22,1	39,7	34,2		3,3	27,8	42,8	26,1
	4		7,6	48,1	21,5	22,9		1,7	29,5	37,7	31,1
CANAL DE SÃO VICENTE	1		17,5	81,4		1,1		16,0	78,2	2,1	3,7
	2		12,0	87,5		0,5		9,2	90,3		0,5
	3		2,1	20,9	47,4	29,7		7,5	54,3	22,2	16,1
LAJE DE SANTOS	1		3,5	95,7		0,9		3,7	95,3		1,0
	2	4,0	55,4	39,4		1,2	41,0	52,4	6,2		0,4
	3		7,7	91,8		0,5		7,3	92,2		0,5
EMISSÁRIO DO GUARUJÁ	1		2,5	48,8	18,5	30,3		0,9	64,2	10,5	24,4
	2		1,4	44,1	22,1	32,4		1,8	35,1	26,1	37,0
	3		1,0	55,0	15,1	28,9		1,5	43,5	24,9	30,0
	4		1,0	65,3	9,2	24,5		0,9	48,5	28,3	22,4
EMISSÁRIO DE SANTOS	1		3,4	94,1		2,5		2,3	95,5		2,1
	2		2,0	95,7		2,4		2,5	95,2		2,4
	3		2,0	96,0		2,0		1,4	96,5		2,1
	4		2,4	90,2	0,8	6,6		2,4	95,8		1,9
EMISSÁRIO DE PRAIA GRANDE	1		3,1	44,4	26,9	25,6		1,8	47,2	27,4	23,6
	2		2,3	92,5		5,2		3,1	92,1	0,0	4,8
	3		1,6	59,2	17,1	22,1		1,4	44,6	23,1	30,9
	4		0,7	96,5		2,8		1,2	46,0	25,9	26,9
RIO ITANHAÉM	1		2,6	73,1	11,8	12,5		2,0	96,1		1,9
	2		1,6	96,3		2,2		3,8	94,6		1,6
	3		2,2	89,3	1,3	7,2		1,8	96,5		1,7
RIO PRETO	1		1,6	77,3	6,8	14,3		2,7	78,3	5,6	13,5
	2		1,5	53,7	16,4	28,5		2,4	93,4		4,2
	3		1,4	38,3	26,2	34,1		2,3	84,4	2,8	10,6
MAR PEQUENO	1		12,9	73,4	6,9	6,9		11,3	88,7		0,0
	2		51,1	43,2	1,4	4,3		70,1	24,5	1,6	3,9
	3		7,3	72,8	9,1	10,8		4,7	63,5	12,9	18,9
MAR DE CANANEIA	1		7,5	79,5	5,8	7,1		6,5	79,7	6,1	7,7
	2		42,0	48,9	3,7	5,4		27,0	64,8	3,3	4,9
	3		5,2	88,8	2,2	3,9		5,3	81,1	7,8	5,8
Areia Grossa		Areia Média		Areia Fina		Argila		Silte			

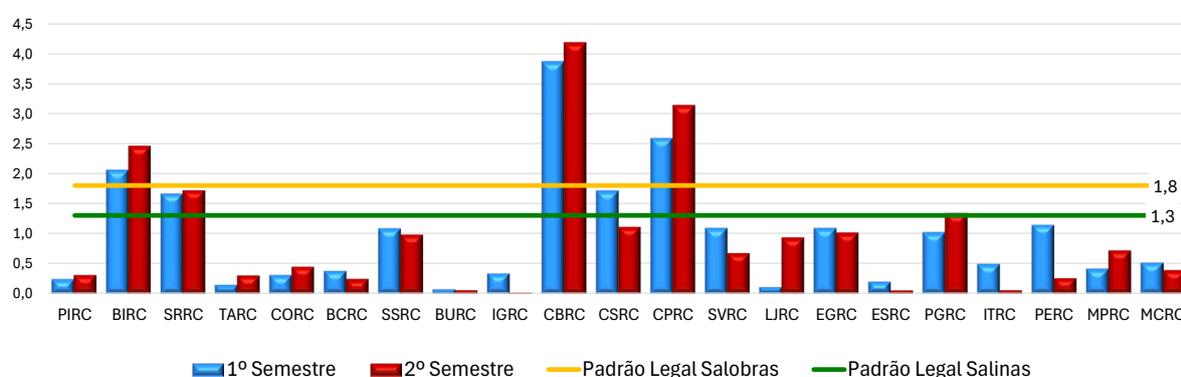
3.5.2 Qualidade Química dos Sedimentos – Nutrientes e MO

Carbono Orgânico Total

Os resultados obtidos em 2024 mantiveram o comportamento observado no ano anterior, com os maiores valores de COT observados nos sedimentos dos estuários, especificamente no Canal de Bertioga e no Canal de Piaçaguera (Gráfico 3.18). Nas áreas salinas foram registradas concentrações mais elevadas nos sedimentos da Baía de Itaguá, e do Saco da Ribeira como em anos anteriores. São Sebastião, Emissário do Guarujá, Emissário de Praia Grande 1 e Rio Preto apresentam médias mais próximas do valor de referência para águas salinas (1,3%) mantendo o comportamento histórico observado nas áreas.

Gráfico 3.18 – Concentração média de COT (%) nos sedimentos das áreas costeiras em 2024 e Valores de Referência da CETESB para áreas salobras e salinas

Médias das Concentrações de Carbono Orgânico Total no Litoral Paulista em 2024 (%)

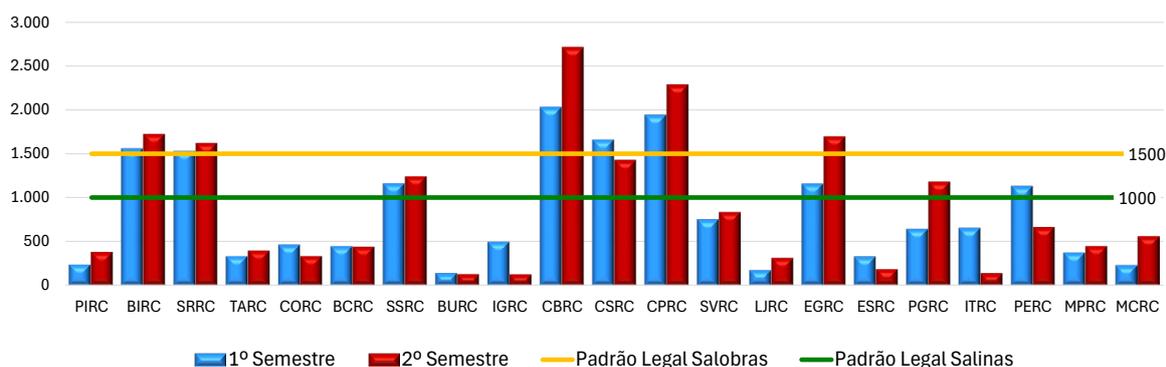


Nitrogênio Kjeldahl Total

O NKT indica a quantidade total de nitrogênio de origem orgânica no sedimento e tende a ser maior em locais com maior contribuição de efluentes domésticos como na Região Estuarina de Santos e de São Vicente, nas áreas de influência dos emissários e de locais com maior adensamento populacional (Gráfico 3.19). Os resultados obtidos em 2024 deste parâmetro, seguem o padrão histórico de outros anos.

Gráfico 3.19 – Concentração média de Nitrogênio Kjeldahl Total (mg/kg) dos sedimentos nas áreas costeiras em 2024 e Valores de Referência da CETESB para áreas salobras e salinas

Médias das Concentrações de Nitrogênio Kjeldahl Total no Litoral Paulista em 2024 (mg/kg)



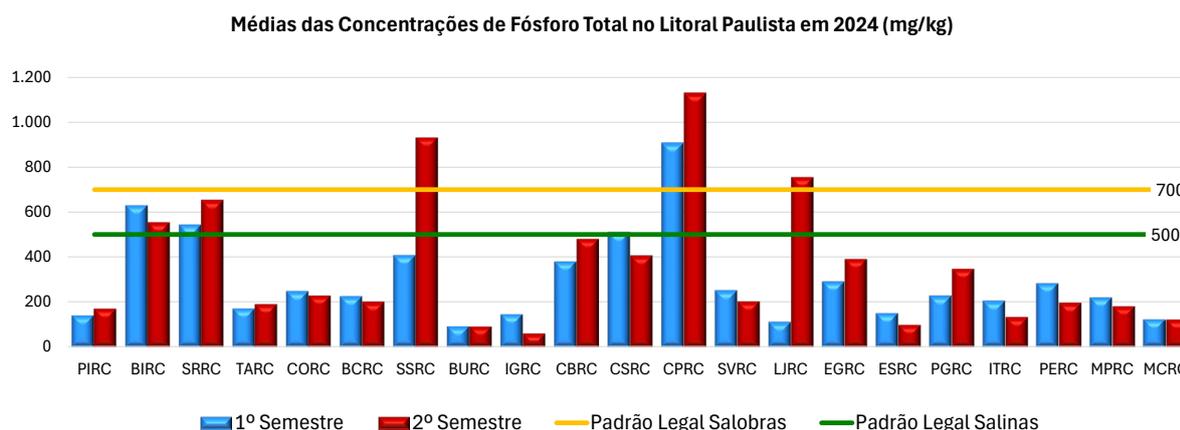
Fósforo Total

Esse parâmetro apresentou comportamento semelhante ao ano de 2023 (Gráfico 3.20). Normalmente, grandes contribuições de Fósforo estão associadas à atividade humana, especialmente pelo lançamento de esgoto doméstico e de efluentes industriais. Atividades específicas como indústria de fertilizantes podem contribuir para o aumento dos níveis desse nutriente na região de Cubatão, a exemplo das médias mais elevadas no Canal de Piaçaguera. 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 a atividade de marinas. Foi registrado um resultado elevado de Fósforo no sedimento do Canal de São Sebastião que causou um aumento significativo da média (2677 mg/kg no Ponto 3, no segundo semestre), com caráter pontual, uma vez que não foram registradas concentrações dessa magnitude no histórico do ponto.

A região da Laje de Santos apresenta sistematicamente concentração elevada possivelmente devido à contribuição das fezes da avifauna abundante do local, particularmente no Ponto 2, que fica muito próximo à porção emersa da laje.

Gráfico 3.20 – Concentração média de Fósforo Total (mg/kg) dos sedimentos nas áreas da rede de monitoramento costeiro em 2024 e Valores de Referência da CETESB para áreas salobras e salinas



Metais e Hidrocarbonetos Policíclicos Aromáticos (HPAs) serão avaliados de forma integrada no Capítulo 4.

3.5.3 Classificação ecotoxicológica dos sedimentos

Em 2024, os ensaios ecotoxicológicos agudos foram realizados apenas com o anfípoda marinho *Grandidierella bonnieroides*, em 21 áreas, com amostras coletadas durante o primeiro semestre. Predominantemente foi avaliada a amostra de sedimento coletada no Ponto 2 de cada área, exceto no Canal de São Sebastião (pontos 2 a 5), Canal de Piaçaguera (pontos 2 a 4), Canal de Bertioga (pontos 2 e 3), e Canal de São Vicente (Pontos 2 e 3). Os resultados das análises químicas das amostras de sedimento coletadas no primeiro semestre foram utilizados para auxiliar na interpretação dos resultados. As classificações ecotoxicológicas dos sedimentos das áreas monitoradas estão apresentadas na Tabela 3.7.

Tabela 3.7 – Qualidade ecotoxicológica dos sedimentos em 2024

Regiões	Área	Pontos monitorados - 1º semestre de 2024				
		1	2	3	4	5
Litoral Norte	Picinguaba					
	Baía de Itaguá					
	Saco da Ribeira					
	Baía de Caraguatatuba					
	Tabatinga					
	Cocanha					
	Canal de São Sebastião					
	Barra do Una					
Baixada Santista	Rio Itaguapé					
	Canal da Bertioga					
	Emissário do Guarujá					
	Emissário de Santos					
	Canal de Santos					
	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					

Critérios Ecotoxicológicos

ótima	ruim	péssima
Não Tóxico (a)	<50% (b)	≥50% (c)

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

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

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

3.5.4 Qualidade microbiológica dos sedimentos

A qualidade microbiológica dos sedimentos foi avaliada de acordo com as concentrações de dois indicadores de contaminação fecal: Coliformes Termotolerantes (CTt) e *Clostridium perfringens*. Os CTt são bactérias que indicam contaminação fecal recente enquanto os *C. Perfringens* indicam uma contaminação fecal remota, já que podem ser detectados quando os Coliformes Termotolerantes já não estão mais presentes nas amostras.

As áreas que apresentaram média geométrica das concentrações de CTt com valores acima de 1.000 NMP/100g, foram os canais estuarinos da Baixada Santista, e o Mar Pequeno, sendo que as áreas de influência dos emissários submarinos do Guarujá e de Santos apresentaram concentrações de CTt da ordem de 104 NMP/100g (Gráfico 3.21). As áreas que apresentaram concentrações *C. Perfringens* com valores acima

de 10.000 NMP/100g foram: Baía de Itaguá, os quatro canais estuarinos da Baixada santista, as áreas de influência dos emissários submarinos do Guarujá, Santos e Praia Grande, Rio Preto e Mar Pequeno (Gráfico 3.22).

Assim, os locais que apresentaram maiores índices de poluição fecal nos sedimentos foram os canais estuarinos e as áreas de influência de emissários submarinos.

Gráfico 3.21 – Médias das concentrações de Coliformes Termotolerantes (NMP/100g) nos sedimentos em 2024

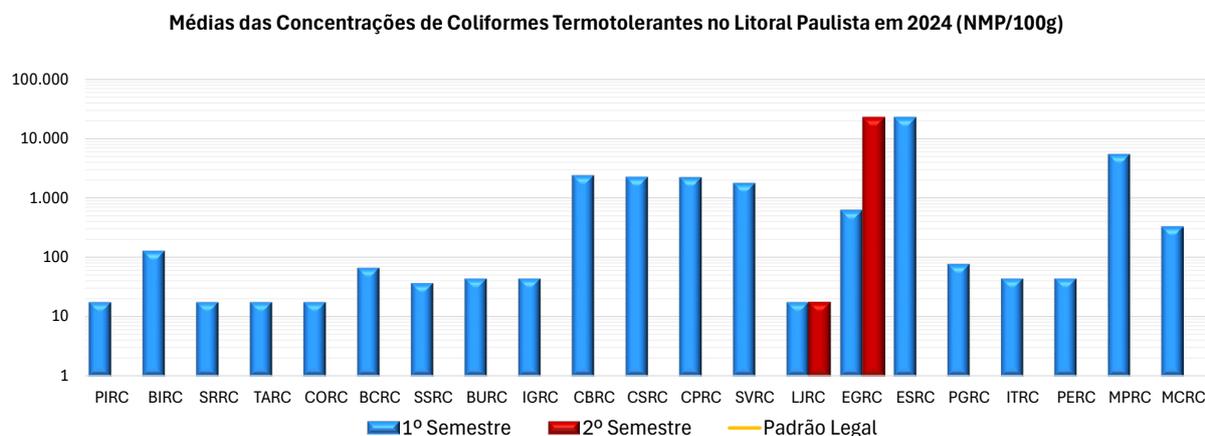
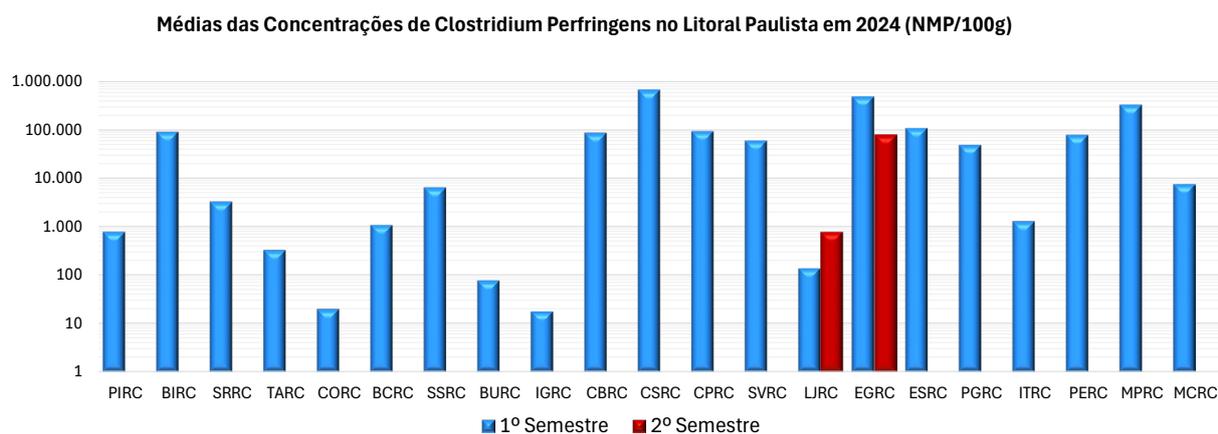


Gráfico 3.22 – Médias das concentrações de *C. Perfringens* (NMP/100g) nos sedimentos costeiros em 2024



3.6 Análise integrada da qualidade por Área monitorada

Esta seção visa apresentar dados e comentários adicionais de forma integrada e resumida sobre os vários aspectos abordados nesse relatório englobando os diversos aspectos físico-químicos, microbiológicos e ecotoxicológicos com um diagnóstico sintético apontando os aspectos mais relevantes das áreas avaliadas. Note-se que o ensaio ecotoxicológico no sedimento é realizado apenas uma vez por ano e é feito apenas em um ponto nas áreas salinas, geralmente no Ponto 2 e em dois pontos nas áreas salobras – com exceção de São Sebastião que segue o critério das áreas salobras (estuários). As planilhas resumo com as porcentagens de não conformidade e as médias das concentrações dos diversos parâmetros encontram-se no [Apêndice D](#). A classificação média do IQAC é reproduzida adjacente à seção de qualidade da água.

3.6.1 Picinguaba

Qualidade da água - ÓTIMA

Foram identificadas poucas não conformidades, somente para o OD em amostras de fundo do Ponto 1. Trata-se de uma área com poucas atividades antrópicas importantes passíveis de causar impacto significativo nas águas costeiras, além da presença de habitações e do uso de fossas sépticas.

Qualidade dos sedimentos

Os sedimentos da área são majoritariamente compostos por areia fina e, que por essa razão, apresentam menor tendência ao acúmulo de substâncias. Não foram identificadas na área ocorrências de concentrações elevadas para nenhum dos parâmetros avaliados.

A avaliação ecotoxicológica do sedimento coletado no Ponto 2 desta região, para o ensaio agudo, indicou qualidade Ótima para esse ambiente (Tabela 3.3), mantendo a classificação observada nos últimos seis anos.

Conforme o critério microbiológico, as densidades dos microrganismos indicadores de poluição fecal, Coliformes Termotolerantes e *C. Perfringens*, classificaram a área de Picinguaba como Ótima.

3.6.2 Baía de Itaguá

Qualidade da água - BOA

A área reverteu a classificação Regular obtida no ano anterior. Nota-se que desde 2012 a área apresentou classificação Regular em três ocasiões (2012, 2017 e 2023) retomando o comportamento médio esperado nos anos seguintes.

Apenas as variáveis OD e Clorofila-a apresentaram não conformidades, sendo que a última apresentou apenas um valor superior à concentração. O OD apresentou não conformidades em praticamente todas as amostras de fundo no ano de 2024.

Essa área é influenciada pela zona urbana de Ubatuba com a desembocadura de diversos rios como o Acaraú, Rio Grande e Rio Tavares cujas áreas de drenagem apresentam intensa ocupação que, em sua maior parte, não possuem coleta de esgotos podendo gerar uma importante carga de poluição difusa carregada pelas chuvas. Além disso, a hidrodinâmica local proporciona maior retenção desses nutrientes na baía, levando às ocorrências de classificação Regular, como observadas anteriormente.

Qualidade dos sedimentos

A granulometria da região é um reflexo da hidrodinâmica local, apresentando sedimentos mais finos com porcentagens significativas de argila e silte nos pontos 1 e 2. As concentrações de Fósforo e NKT em 2024 se mantiveram nos patamares observados historicamente com médias muito similares na comparação com os cinco anos anteriores, de 83,3% de não conformidades para os dois parâmetros. Já o COT apresentou

concentração média mais elevada em 2024 e 100% de amostras com concentração superior ao valor de referência (1.000 mg/kg). Não foram observadas não conformidades para os metais e os HPAs, os quais se mantiveram sempre inferiores aos limites de quantificação.

A avaliação ecotoxicológica para o ensaio agudo da amostra de sedimento coletado no Ponto 2 desta região indicou ausência de toxicidade, sendo classificado com qualidade Ótima (Tabela 3.3), da mesma forma que nos anos anteriores.

Nessa campanha, o Ponto 2 apresentou concentração de Arsênio (12,6 mg/kg) acima do limite basal para o litoral paulista, de forma que a ausência de efeitos agudos no organismos-teste indicou que este contaminante não estava biodisponível para a biota aquática.

De acordo com o critério de classificação microbiológica, a Baía de Itaguá foi classificada como Ótima, com base nos indicadores Coliformes Termotolerantes, e como Regular quando se trata do indicador *C. Perfringens*.

3.6.3 Saco da Ribeira

Qualidade da água - BOA

A qualidade observada na área apresentou melhora em relação ao ano anterior, mantendo a classificação. As não conformidades registradas para Enterococos e Clorofila-a ocorreram no Ponto 1 no primeiro e segundo semestre, respectivamente, enquanto apenas uma não conformidade foi registrada para o OD no estrato de fundo do Ponto 3, na segunda campanha.

Qualidade dos sedimentos

A granulometria dessa área é majoritariamente argilosa e siltosa, com propensão ao acúmulo de substâncias. Foram observadas concentrações de nutrientes com acima dos valores de referência em todas as amostras de NKT e COT, e em mais de 80% no caso do Fósforo. As concentrações médias desses parâmetros são similares ao observado nos anos anteriores. Verifica-se também a detecção de Cobre, já observada na série histórica, em todas as amostras dos pontos mais próximos aos píeres que devem sofrer uma maior influência das atividades das marinas. Destaca-se que a maior concentração ocorreu no Ponto 1 com valor de 63,5 mg/kg, acima do ISQG, porém distante do limite de PEL. Por fim, é possível verificar que todas as concentrações obtidas no ano de 2024 estão dentro dos valores encontrados historicamente para a área.

O ensaio ecotoxicológico com a amostra de sedimento do Ponto 2 dessa área indicou qualidade Ótima para esse ambiente (Tabela 3.3), como observado nos últimos anos.

Nessa campanha, o Ponto 2 apresentou concentrações de Arsênio (10,7 mg/kg) acima do valor basal e Cobre (27,4 mg/kg) acima de ISQG, no entanto, essas substâncias provavelmente não estavam biodisponíveis para causar efeito tóxico agudo no organismo teste.

Quanto ao aspecto microbiológico, o Saco da Ribeira foi classificado como Ótimo para Coliformes Termotolerantes e para *C. Perfringens*.

3.6.4 Tabatinga

Qualidade da água - ÓTIMA

A área registrou apenas uma não conformidade para a Clorofila-a superior ao valor de referência em 2024.

Qualidade dos sedimentos

O sedimento da área é composto predominantemente por areia fina e tem menor propensão ao acúmulo de substâncias. Não há ocorrências notáveis de substâncias no sedimento.

A avaliação ecotoxicológica da amostra de sedimento do Ponto 2 dessa área indicou qualidade Ótima para esse ambiente (Tabela 3.3), como o observado nos últimos anos.

Conforme o critério de classificação microbiológica, a amostra de Tabatinga foi classificada como Ótima para Coliformes Termotolerantes e para *C. Perfringens*.

3.6.5 Cocanha

Qualidade da água - BOA

Apenas uma não conformidade foi observada para os parâmetros OD, Fósforo e Enterococos, todas na segunda campanha. O índice Regular obtido em 2023, considerando o comportamento histórico da área com classificações Ótimas e Boas ao longo dos anos, foi atípico e deve ser acompanhado com maior atenção nos próximos monitoramentos.

Qualidade dos sedimentos

A granulometria do sedimento é predominantemente de areia fina com alguma presença de silte. As não conformidades observadas em água, podem ser pontuais uma vez que as concentrações de nutrientes no sedimento atendem aos valores de referência estabelecidos pela CETESB. Também não há registros de não conformidades para outras substâncias.

A avaliação ecotoxicológica, realizada com as amostras de sedimento do Ponto 2 da área da Cocanha, indicou qualidade Ótima para esse ambiente (Tabela 3.3), como observado nos anos anteriores. Quanto ao aspecto microbiológico, a área da Cocanha foi classificada como Ótima considerando Coliformes Termotolerantes e *C. Perfringens*.

3.6.6 Baía de Caraguatatuba

Qualidade da água - ÓTIMA

Essa classificação só foi obtida em 2021, ano em que foi realizada apenas uma amostragem, e nos anos de entre 2013 a 2017. Não houve ocorrências de não conformidades nessa área em 2024.

Qualidade dos sedimentos

A granulometria local apresenta algum conteúdo de silte, mas é predominantemente composta por areia fina. Não foram identificadas ocorrências, de concentrações elevadas para nenhum dos parâmetros avaliados nessa área.

Na avaliação ecotoxicológica realizada com a amostra de sedimento do Ponto 2 da Baía de Caraguatatuba, o ensaio agudo indicou qualidade Ótima para esse ambiente (Tabela 3.3), mantendo a classificação observada nos últimos anos.

Considerando ao aspecto microbiológico, as amostras da Baía de Caraguatatuba foram classificadas como Ótimas, tanto para Coliformes Termotolerantes como para *C. Perfringens*.

3.6.7 Canal de São Sebastião

Qualidade da água - BOA

A região retomou a classificação em 2024 após a classificação Regular em 2023, apresentando o melhor resultado desde 2016, quando encerrou um ciclo de quatro anos de classificação Ótima. Resultados de OD inferiores ao limite de quantificação nos estratos de fundo em alguns pontos com maior profundidade foram os responsáveis por essa classificação.

Qualidade dos sedimentos

A granulometria dos cinco pontos do canal é bastante heterogênea uma vez que estes apresentam profundidades diferentes e, conseqüentemente, regimes de correntes diferentes. Os pontos 1, 2 e 5 apresentam maiores parcelas das frações mais finas, enquanto os pontos 3 e 4 apresentam maiores proporções de areia fina e média. Desse modo, os três primeiros apresentam maior tendência de acúmulo de substâncias do que os dois últimos.

O Ponto 3 apresenta concentrações mais elevadas para o Fósforo com valores de 2677 mg/kg, um comportamento um pouco destoante do histórico, e provavelmente pontual. Verificam-se ocorrências de concentrações elevadas de Fósforo e COT em 20% dos resultados e de NKT em 80%. A frequência das não conformidades em 2024, no geral, está condizente com as variações observadas historicamente.

Também foi observado um resultado de Acenafileno ligeiramente superior a ISQG no Ponto 2 (6,91 µg/kg), sendo coerente com o histórico da região que apresenta ocorrências eventuais de HPAs. Não foram identificadas ocorrências de concentrações superiores aos valores de referência para os metais em 2024.

Nessa região, as amostras de sedimento coletadas nos pontos 2 a 5, 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 acima do ISQG para Arsênio nos pontos 2 e 5 (10,0 mg/kg e 12,2 mg/Kg, respectivamente). No Ponto 2 também foram identificadas concentrações de HPAs acima dos limites de referência. No entanto, essas substâncias não estavam biodisponíveis para biota aquática, uma vez que não foi observada toxicidade no ensaio ecotoxicológicos.

De acordo com o critério microbiológico, as amostras do Canal de São Sebastião foram classificadas como Ótimas para os indicadores de poluição fecal recente - Coliformes Termotolerantes. Para *C. Perfringens*, que indicam poluição fecal remota, as amostras foram classificadas como Ótimas e Boas.

3.6.8 Barra do Una

Qualidade da água - BOA

A área retomou a classificação Boa após dois anos com classificação Regular. Foram observadas algumas não conformidades para o OD e a Clorofila-a. Dessa forma, Barra do Una retomou o comportamento histórico observado antes de 2022. Todas as não conformidades foram identificadas na segunda campanha, em novembro, durante a estação úmida e quente em que aumenta a atividade turística, gerando maiores impactos na qualidade das águas.

Qualidade dos sedimentos

Os sedimentos da área são um pouco mais grossos com predominância de areia fina e alguma presença de areia média. Não foram identificadas ocorrências na área, de concentrações elevadas para nenhum dos parâmetros avaliados.

Na avaliação ecotoxicológica da amostra de sedimento dessa região, a ausência de efeito no ensaio agudo indicou qualidade Ótima no Ponto 2 (Tabela 3.3), como observado nos últimos anos.

Conforme o critério microbiológico, a Barra do Una foi classificada como Ótima para Coliformes Termotolerantes e *C. Perfringens*.

3.5.9 Área de influência do Rio Itaguaré

Qualidade da água - REGULAR

O local recebeu essa classificação pelo segundo ano, a última ocorrendo em 2022. O registro de não conformidades para quatro parâmetros (OD, COT, Fósforo e Clorofila-a), ainda que em porcentagens inferiores a 22%, comprometeu a classificação.

Qualidade dos sedimentos

Os sedimentos da área são um pouco mais grossos com predominância de areia fina e alguma presença de areia média. Não foram identificadas ocorrências na área de concentrações elevadas para nenhum dos parâmetros avaliados.

Nessa região, a avaliação ecotoxicológica da amostra de sedimento do Ponto 2 foi classificada com qualidade Ótima (Tabela 3.3), como observado nos anos anteriores.

Quanto ao aspecto microbiológico, a área de influência do Rio Itaguaré foi classificada como Ótima considerando Coliformes Termotolerantes e *C. Perfringens*.

3.6.10 Canal da Bertioga

Qualidade da água - REGULAR

O canal não registrou não conformidades para o Fósforo, Enterococos e N Amoniacal em 2024, reduzindo pela metade o número de parâmetros com alguma não conformidade. Considerando o histórico da área, nota-se alternância entre as Classificações Ruim e Regular, sendo a área classificada como Boa apenas em 2020 e 2022. Os parâmetros OD, COT e Clorofila-a apresentaram não conformidades distribuídas espacialmente e temporalmente. Entre 44% e 50% das amostras apresentaram não conformidades para os parâmetros do IQAC.

Qualidade dos sedimentos

Os sedimentos do Ponto 1, localizado no Largo do Candinho que tem influência do Estuário de Santos, apresentaram granulometria fina com maior fração de silte enquanto o Ponto 3, próximo ao Rio Itapanhaú e ao mar na boca leste do Canal, apresenta granulometria mais arenosa. O Largo do Candinho é uma área onde ocorre o encontro das águas sendo, portanto, uma área deposicional, por esse motivo possui características bastante diversas dos outros dois pontos.

Nesse ano foram observadas não conformidades para o COT e NKT nos pontos 1 e 2 com as maiores concentrações observadas no segundo semestre. Apenas o Dibenzo(a,h)antraceno apresentou concentração ligeiramente superior ao ISQG no Ponto 1, no primeiro semestre (6,5 µg/kg contra o ISQG de 6,2 µg/kg).

A avaliação ecotoxicológica das amostras de sedimento dos pontos 2 e 3 dessa área indicou qualidade Ótima para esses ambientes (Tabela 3.3), da mesma forma que o observado anteriormente.

De acordo com o critério microbiológico, o Ponto 1 do Canal de Bertioga foi classificado como Bom para Coliformes e *C. Perfringens*, enquanto o Ponto 2 foi classificado como Ruim para ambos os indicadores. O Ponto 3 foi classificado como Péssimo para Coliformes Termotolerantes e como Regular para *C. Perfringens*.

3.6.11 Canal de Piaçaguera

Qualidade da água - RUIM

A área monitorada apresentou concentrações elevadas de nutrientes, mas que estão em consonância com o comportamento histórico. Houve registros de não conformidades sistemáticas para o OD, COT, Fósforo Total, Nitrogênio Amoniacal e Clorofila-a, com destaque para o Fósforo com 88% de não conformidades. A Clorofila-a apresentou concentrações significativamente mais elevadas do que nos anos anteriores, em níveis similares aos anos de 2014 e 2018.

Qualidade dos sedimentos

A granulometria da região é predominantemente fina com cerca de metade das amostras compostas por argila e silte. Em 2024, o Ponto 1 apresentou comportamento bastante divergente do histórico com uma

fração elevada de areia média (25%) e apenas 29% de finos (argila + silte). As concentrações de substâncias, incluindo matéria orgânica, metais e HPAs, são similares aos valores observados historicamente e são mais elevadas na porção norte do canal (pontos 1 e 2, principalmente), próximo da divisa com o Canal de Santos e da área ocupada pela cava subaquática que foi utilizada para contenção dos sedimentos oriundos da atividade de dragagem de manutenção do canal. Praticamente todas as amostras dos pontos 1 a 3 apresentaram resultados superiores aos valores de referência para os nutrientes (COT, Fósforo e NKT) no segundo semestre, enquanto o Ponto 4 não superou em nenhum momento esses limites, embora tenha apresentado concentrações mais elevadas que outras áreas estuarinas com menor atividade antrópica.

Os resultados, apesar de elevados, são condizentes com a condição histórica da região, apresentando concentrações superiores ao ISQG para grande parte dos metais e HPAs nos pontos 1 e 2, com poucas ocorrências superiores a esse limite nos demais pontos. As concentrações de HPAs ficaram mais próximas do limite de PEL com valores que ultrapassaram esse limite para o Acenafileno (148 µg/kg) e o Benzo(a)pireno (992 µg/kg) no Ponto 1, no primeiro semestre. O Mercúrio excedeu o limite de PEL no segundo semestre, no Ponto 1 com concentração de 0,75 mg/kg.

Nessa região, as amostras de sedimento coletadas nos pontos 2 a 4 avaliadas nos ensaios ecotoxicológicos agudos, foram classificadas com qualidade Ótima (Tabela 3.3), como nos últimos anos.

As análises químicas apresentaram concentrações de substâncias acima dos padrões do ISQG para Arsênio (12,3 mg/kg), Mercúrio (0,49 mg/kg), Níquel (21,4 mg/kg), Zinco (128 mg/kg) e HPAs, no Ponto 2; Arsênio (10,5 mg/kg), Cobre (21,8 mg/kg), Mercúrio (0,14 mg/kg) e HPAs, no Ponto 3 e Arsênio (9,3 mg/kg), Mercúrio (0,21 mg/kg) e HPAs, no Ponto 4.

Embora essas substâncias tenham sido quantificadas acima dos valores de referência, não estavam biodisponíveis para causar efeito tóxico a biota aquática, já que não foi observada toxicidade no ensaio ecotoxicológico.

Quanto ao aspecto microbiológico, o Canal de Piaçaguera foi classificado como Regular, Ruim e Péssimo para os indicadores Coliformes Termotolerantes e *C. Perfringens* (Pontos 1 a 3), com exceção da amostra do Ponto 4 para *C. Perfringens* que apresentou classificação Boa.

3.6.12 Área de influência do Emissário do Guarujá

Qualidade da água - REGULAR

Verificou-se não conformidade em 48% das amostras para o OD, todas nos estratos do meio e do fundo. O COT excedeu o limite legal em quase todas as amostras do primeiro semestre (43% do total de amostras no ano). A Clorofila-a excedeu o valor de referência apenas nas amostras do primeiro semestre (62% do total de amostras do ano). Fósforo e Enterococos apresentaram não conformidades em 4% e 8% das amostras respectivamente. As não conformidades estão concentradas principalmente na campanha de fevereiro.

Qualidade dos sedimentos

Mantendo o comportamento histórico, apenas COT e NKT apresentaram não conformidades no grupo dos nutrientes. As médias das concentrações em 2024 foram superiores à média dos cinco anos anteriores.

O NKT, particularmente, apresentou valores mais elevados no segundo semestre, particularmente nos pontos 3 e 4, elevando sua média em cerca de 40% em relação ao período anterior. A magnitude dos valores, no entanto, é condizente com o comportamento observado historicamente, provavelmente associada a uma sazonalidade habitual da área.

Na avaliação ecotoxicológica realizada com a amostra de sedimento do Ponto 2 dessa região, o ensaio agudo indicou qualidade Ótima (Tabela 3.3), como nos anos anteriores.

A análise química apresentou concentração de Arsênio (10,2 mg/kg), no Ponto 2, acima do valor basal para o litoral paulista. No entanto, essa substância não estava biodisponível para a biota aquática, uma vez que não foi observado efeito tóxico agudo no ensaio ecotoxicológico.

De acordo o critério microbiológico, a área de influência do Emissário Submarino do Guarujá foi classificada como Regular para Coliformes Termotolerantes, e Ruim para *C. Perfringens*, indicando poluição fecal pretérita.

3.6.13 Área de influência do Emissário de Santos

Qualidade da água - RUIM

O Emissário de Santos está localizado em uma região de baía com hidrodinâmica que não favorece a dispersão de poluentes, a exemplo da pluma de efluente liberada desse emissário, o que pode explicar a classificação recorrentemente Ruim, indicando pior qualidade da água na área de influência desse emissário do que aquela observada no entorno dos demais emissários submarinos monitorados pela rede.

A Clorofila-a apresentou 100% de não conformidades com os valores mais altos observados na superfície. Os Enterococos aparecem em seguida com 67% de não conformidades, sendo a maior parte delas registrada no segundo semestre e no estrato de meio, um comportamento similar ao observado nos resultados históricos.

O OD mostrou 50% de não conformidades. Foram identificadas não conformidades também para parâmetros COT (17%) Fósforo (13%), e Nitrogênio Amoniacal (4%) com concentração máxima de 0,41 mg/L.

Qualidade dos sedimentos

A qualidade dos sedimentos é considerada boa, sem o registro da ocorrência de concentrações de nutrientes e de outras substâncias superiores aos valores de referência. A granulometria predominante é composta por areia fina, sendo menos propensa a retenção de substâncias. É possível dizer que o prolongamento do emissário melhorou a dispersão do efluente e que o impacto verificado nas águas deve ser local e transitório.

O ensaio ecotoxicológico com amostra de sedimento do Ponto 2 desta região indicou qualidade Ótima para esse ambiente (Tabela 3.3), mantendo a classificação observada nos últimos anos.

Conforme o aspecto microbiológico, a área de influência do Emissário Submarino de Santos foi classificada como Péssima para Coliformes Termotolerantes indicando poluição fecal recente, e como Ruim para *C. Perfringens* indicativa de poluição pretérita.

3.6.14 Canal de Santos

Qualidade da água - REGULAR

A área recebeu essa classificação pela terceira vez desde 2012, deixando de ser classificada como Péssima a exemplo do ano anterior. Quase todos os parâmetros apresentaram redução da frequência de não conformidades e das suas concentrações em 2024, com exceção do COT, cuja frequência subiu de 17 para 24%. O N Amoniacal que apresentou 56% de não conformidades em 2023, não aparece na lista de parâmetros com ocorrências no período para o ano de 2024. Nota-se que, apesar do canal receber forte contribuição de efluentes domésticos e industriais, além da atividade portuária, a qualidade da água vem apresentando melhora na comparação com o registro histórico.

Qualidade dos sedimentos

A granulometria da área é predominantemente composta por areia fina com exceção do Ponto 3, onde predominam argila e silte. O Potencial Redox bastante negativo nesse ponto é condizente com as altas concentrações de matéria orgânica observadas. Nota-se algumas ocorrências de resultados superiores aos valores de referência para os metais e HPAs nos pontos 2 e 3, nenhum deles particularmente elevado ou destoante do comportamento histórico.

A maior parte das não conformidades dessa área ocorreu no primeiro semestre (fevereiro). Assim como no Canal de Piaçaguera, existe na área uma contribuição pretérita relacionado a presença de metais e HPAs no sedimento, além contribuições associadas às atividades portuárias.

A avaliação pelo ensaio ecotoxicológico agudo do sedimento do Ponto 2, resultou na classificação de qualidade Ótima (Tabela 3.3), como nos últimos anos. O Ponto 2 apresentou concentrações de Cobre (19,2 mg/kg) e Mercúrio (0,16 mg/kg) acima de ISQG, no entanto, essas substâncias provavelmente não estavam biodisponíveis para a biota aquática.

Quanto ao aspecto microbiológico, o Canal de Santos foi classificado como Ruim e Péssimo para ambos os indicadores Coliformes Termotolerantes e *C. Perfringens*, exceto na amostra do Ponto 3 para Coliformes Termotolerantes que apresentou classificação Boa.

3.6.15 Canal de São Vicente

Qualidade da água - RUIM

A qualidade da água na área é similar ao observado no Canal de Santos, com altos níveis de nutrientes e não conformidades próximas ou superiores a 50% das amostras avaliadas, com exceção somente do pH e dos Fenóis Totais. A presença de Nitrogênio Amoniacal em concentrações superiores à legislação em 56% das amostras (variando entre 0,31 e 0,55 mg/L) de não conformidades para Enterococos, em cerca de 44% de amostras, demonstra que existe uma forte contribuição de efluentes domésticos. As altas concentrações de COT e de nutrientes também contribuem para o consumo do OD, que apresentou 100% de resultados não conformes com valores situados entre 2,95 e 4,48 mg/L. Embora o IQAC dos pontos 1 e 2 tenha sofrido

pequena redução em seu valor, todos os pontos obtiveram classificação Ruim e nenhuma Péssima, como no Ponto 3 em 2023.

Qualidade dos sedimentos

Geralmente se observa pior qualidade dos sedimentos no Ponto 3, que fica próximo ao entroncamento entre os canais da Região Estuarina de Santos e São Vicente e, além de receber atualmente contribuições importantes da porção norte do estuário, também contém poluentes no sedimento advindos de atividades industriais pretéritas e granulometria muito fina com predominância de argila e silte. Houve uma leve redução das médias das concentrações dos nutrientes em 2024. Com exceção de uma ocorrência de Dibenzo(a,h)antraceno no segundo semestre, no Ponto 3 (8,9 µg/kg), todos os resultados superiores aos valores de referência foram identificados no primeiro semestre para todos os parâmetros no mesmo ponto. O Mercúrio apresentou concentração de 0,41 mg/kg no primeiro semestre, Ponto 3 (contra o ISQG de 0,1 mg/kg), magnitude observada em outros anos como em 2022 quando apresentou 0,45 mg/kg no mesmo ponto. Níquel e Cobre apresentaram não conformidades de baixa significância, próximas ao limite de ISQG também no Ponto 3, primeiro semestre. No geral as concentrações têm se mantido estáveis ou apresentado algum declínio.

A avaliação ecotoxicológica das amostras de sedimento coletadas nos pontos 2 e 3 dessas áreas indicaram qualidade Ótima para esse ambiente (Tabela 3.3), da mesma forma como observado nos últimos anos.

As análises químicas apresentaram, no ponto 3, concentrações de contaminantes acima do valor basal para Arsênio (10,6 mg/kg) e dos padrões do ISQG para alguns parâmetros conforme citado anteriormente. Contudo, estas substâncias provavelmente não estavam biodisponíveis para a biota aquática, conforme indicaram os resultados do ensaio ecotoxicológico.

Conforme o critério microbiológico, o Canal de São Vicente foi classificado como Péssimo para os pontos 1 e 2 e como Ótimo para o Ponto 3 considerando os indicadores Coliformes Termotolerantes. Quanto ao indicador *C. Perfringens*, os pontos 1 e 3 foram classificados como Bons e o Ponto 2 foi classificado como Péssimo.

3.6.16 Área de influência do Emissário submarino da Praia Grande 1

Qualidade da água - REGULAR

Observa-se elevada atividade algal com 100% das amostras apresentando concentrações de Clorofila-a superiores ao valor de referência com média de 6,18 µg/L, superior ao ano anterior, embora não tenham sido identificadas manchas ou indícios de florações no local. O OD apresentou 67% de não conformidades em 2024 contra 25% no ano anterior, apesar da média do ano ser de 5,17 mg/L e a concentração mínima de 2,99 mg/L. Esses resultados indicam uma maior influência do efluente nesse ano ainda que as concentrações de Fósforo não sejam tão elevadas quanto em 2023, com apenas 4% de resultados não conformes. Desse modo, é provável que o impacto seja localizado na área de influência do emissário pois a dispersão da pluma deve ser favorecida pela hidrodinâmica local como pode ser verificado visualmente em dias de maior transparência das águas.

Qualidade dos sedimentos

O sedimento local apresenta granulometria fina, com parcelas significativas de argila e silte nos pontos 1, 3 e 4, que não são esperadas para a região, além de ser observado um potencial redox negativo, indicando que o ambiente é redutor e rico em matéria orgânica. As concentrações de nutrientes observadas excederam os valores de referência em 12,5% (Fósforo), 37,5% (NKT) e 62,5% (COT) em todos os casos nos pontos 1, 3 e 4. Os valores máximos de concentração desses nutrientes é de 521 mg/kg, 1880 mg/kg e 2,26%, respectivamente. Existe um impacto do empreendimento na área, mas ele é pontual.

Na avaliação ecotoxicológica, a amostra de sedimento coletada no Ponto 2, na área de influência do Emissário submarino da Praia Grande 1 não apresentou toxicidade e foi classificada com qualidade Ótima (Tabela 3.3), como nos anos anteriores.

Quanto ao aspecto microbiológico, a área de influência do Emissário Submarino de PG 1 foi classificada como Ótima, considerando Coliformes Termotolerantes, e como Boa para *C. Perfringens*.

3.6.17 Área de Influência do Rio Itanhaém

Qualidade da água - REGULAR

Não foram identificadas amostras com concentração de Enterococos superior ao limite legal e observou-se uma melhora significativa nas concentrações de OD, COT e Clorofila-a, contribuindo para a melhora do índice. O único parâmetro que apresentou aumento de não conformidades e de sua amplitude foi o Fósforo, com uma concentração máxima de 0,15 mg/L e média de 0,08 mg/L em 2024, contra 0,08 e 0,062 mg/L respectivamente em 2023.

O parâmetro OD apresentou variação de 5,4 a 7,88 mg/L, com média anual ligeiramente superior aos 5 anos anteriores, enquanto o COT apresentou uma única não conformidade de 4,22 mg/L no estrato de superfície do Ponto 2, segunda campanha. Também foi observado que todas as não conformidades de Clorofila-a aconteceram no segundo semestre apresentando concentrações mais baixas do que o ano anterior, com máximo de 7,13 µg/L na superfície do Ponto 1. O comportamento é similar ao observado historicamente.

Qualidade dos sedimentos

Observa-se alguma presença de frações de silte e argila nos pontos monitorados, devido à influência do rio e à tendência de algum acúmulo de substâncias, apesar da hidrodinâmica na região ser mais favorável à dispersão. Com exceção de uma concentração de NKT superior ao valor de referência no Ponto 3, primeiro semestre (1102 mg/kg), o sedimento não apresentou outras ocorrências significativas.

Com relação à avaliação ecotoxicológica a amostra de sedimento do Ponto 2 da área de influência do Rio Itanhaém foi classificada com qualidade Ótima (Tabela 3.3), como observado nos últimos anos.

Conforme o critério microbiológico, a área de influência do Rio Itanhaém foi classificada como Ótima para Coliformes Termotolerantes e *C. Perfringens*.

3.6.18 Área de Influência Rio Preto

Qualidade da água - BOA

O Rio Preto apresentou melhora significativa, sugerindo que a classificação Ruim obtida em 2023 é pontual. Não foram identificadas não conformidades para Fósforo ou Enterococos em 2024. Foi observada apenas uma não conformidade para o OD no estrato de fundo, em contraste com os 60% de amostras não conformes de 2023. As concentrações de Clorofila-a obtidas em 2024, embora tenham mantido 100% de não conformidade, foram inferiores às aquelas do ano anterior.

Qualidade dos sedimentos

Assim como na área de influência do Rio Itanhaém, a predominância é de areia fina nos sedimentos com a presença significativa de frações de argila e silte. Foram identificadas concentrações superiores aos valores de referência para os nutrientes NKT e COT nos pontos 2 e 3 no primeiro semestre, sendo de 1264 e 1283 mg/kg, respectivamente, para o NKT e 1,54% e 1,34%, respectivamente, para o COT, além de uma ocorrência de NKT no Ponto 1, durante o segundo semestre (1141 mg/kg). É possível que haja alguma influência dos resultados observados no ano anterior nas águas, mas os valores não são altos e não suscitam atenção adicional, dados os níveis pretéritos dessas substâncias. Há também uma ocorrência isolada e próxima do ISQG para o Acenafileno no Ponto 3, primeiro semestre, no valor de 10 µg/kg, que pode ser pontual.

O ensaio ecotoxicológico com a amostra de sedimento do Ponto 2 dessa área indicou qualidade Ótima para esse ambiente (Tabela 3.3), como o observado nos últimos anos. No aspecto microbiológico, a área de influência do Rio Preto foi classificada como Ótima para Coliformes Termotolerantes e como Regular para *C. Perfringens*.

3.6.19 Mar Pequeno

Qualidade da água - BOA

Houve melhora das concentrações de COT, uma vez que apenas as amostras do primeiro semestre apresentaram não conformidades, em comparação com o ano anterior quando todas as amostras excederam o limite legal. Nenhum outro parâmetro apresentou não conformidades. Destaca-se que não houve registro de chuvas nas datas de coleta e no dia antecedente.

Qualidade dos sedimentos

Os sedimentos da área são relativamente arenosos, com predominância de areia fina e alguma parcela de areia média e, como nos anos anteriores, não foram identificadas ocorrências na área, de concentrações elevadas para nenhum dos parâmetros avaliados.

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 anos. Não foram determinadas substâncias

químicas acima do ISQG nesse ponto, no entanto, o sedimento coletado no Ponto 2 em 2017 apresentou qualidade Ruim, assim como nos pontos 1 e 2, em 2019.

Quanto ao aspecto microbiológico, o Mar Pequeno foi classificado como Ruim e Péssimo nos indicadores de Coliformes Termotolerantes e *C. Perfringens*, exceto na amostra do Ponto 3 que apresentou classificação Ótima somente para Coliformes Termotolerantes.

3.6.20 Mar de Cananeia

Qualidade da água - BOA

A região manteve comportamento similar a 2023 considerando as porcentagens de não conformidades para o COT (89%) e Clorofila-a (64%) com alguma redução nas concentrações médias. Destaca-se que o Ponto 3 apresentou as menores concentrações de COT, e nenhuma não conformidade para a Clorofila-a foi observada neste ponto.

Qualidade dos sedimentos

A granulometria do local é predominantemente composta por areia fina, não apresentando tendência significativa de retenção de substâncias, de forma que não foram identificadas na área concentrações elevadas para nenhum dos parâmetros avaliados.

A avaliação ecotoxicológica com amostra de sedimento do Ponto 2 da área do Mar de Cananeia, indicou qualidade Ótima para esse ambiente (Tabela 3.3), da mesma forma que nos anos anteriores. Conforme o critério microbiológico, o Mar de Cananeia foi classificado como Bom para Coliformes Termotolerantes e como Ótimo para *C. Perfringens*.

3.6.21 Laje de Santos

Qualidade da água - BOA

Neste ano não foram observadas não conformidades para o Fósforo com classificação individual Ótima no Ponto 2. Todas as não conformidades para o OD foram identificadas nos estratos de fundo dos pontos com maior profundidade (1 e 3).

Qualidade dos sedimentos

A Laje de Santos, por apresentar hidrodinâmica que favorece a dispersão, possui sedimentos mais grossos com predominância de areia média no Ponto 2 e fina nos demais. Foram observadas ocorrências de Fósforo Total e de Carbono Orgânico Total acima dos valores de referência, principalmente no Ponto 2, mais próximo da Laje, provavelmente devido à grande concentração de avifauna no local.

Este ponto foi incluído na Rede em 2020. De acordo com os ensaios ecotoxicológicos, a amostra de sedimento do Ponto 2 desta região indicou qualidade Ótima para esse ambiente, como nos anos anteriores. Baseado no critério microbiológico, a Laje de Santos foi classificada como Ótima para Coliformes Termotolerantes e *C. Perfringens*.

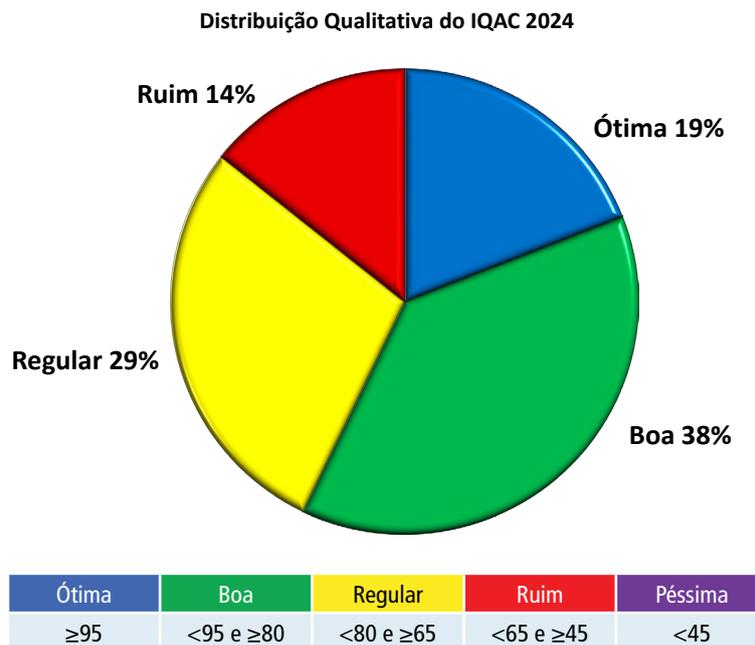
4 • Síntese

4.1 Qualidade das Águas

4.1.1 Índice de qualidade de águas costeiras (IQAC)

A distribuição do IQAC médio de 2024 apresentou melhora significativa em relação ao ano anterior. As áreas classificadas como Ótimas aumentaram de 5% para 19%, todas no Litoral Norte, principalmente em razão da diminuição das não conformidades de COT e Fósforo. Houve também aumento das consideradas Boas que passaram de 29% a 38%. Além disso, verificou-se redução significativa nas áreas classificadas como Ruins que passaram de 33% para 14%. Não houve área com a classificação média Péssima em 2024 (Gráfico 4.1).

Gráfico 4.1 – Distribuição Percentual da classificação das áreas pelo IQAC médio em 2024



O Quadro 4.1 e o Gráfico 4.2 mostram a evolução do IQAC médio por área e ponto desde 2012. Destaca-se que, em razão da pandemia de COVID-19, em 2020 e 2021 foi realizada apenas uma campanha.

A piora na qualidade observada no ano de 2023 não se manteve em 2024. A redução significativa nas concentrações dos nutrientes e na Clorofila-a neste ano podem ter contribuído para essa melhora. As classificações Ruins da Baixada Santista se localizam todas no Estuário de Santos e São Vicente incluindo a área de influência do Emissário de Santos.

No Litoral Norte há alguma estabilidade na qualidade das águas, mas nota-se uma redução de áreas com a classificação Ótima. Barra do Una apresentou as duas classificações Regulares de sua história em 2022 e 2023.

É possível notar alguma melhora na Região Estuarina de Santos e São Vicente, incluindo o Canal de Bertioga, com ausência de classificações Péssimas há algum tempo no Canal de São Vicente e também no Litoral Sul, particularmente no Mar Pequeno que reduziu as ocorrências de classificação Regular ao longo dos anos. O Rio Itaguapé apresentou duas classificações Regulares nos últimos três anos, destoando de seu comportamento histórico. As demais áreas aparentam estabilidade no comportamento da qualidade.

Quadro 4.1 – Evolução do IQAC médio das áreas entre 2012 e 2024

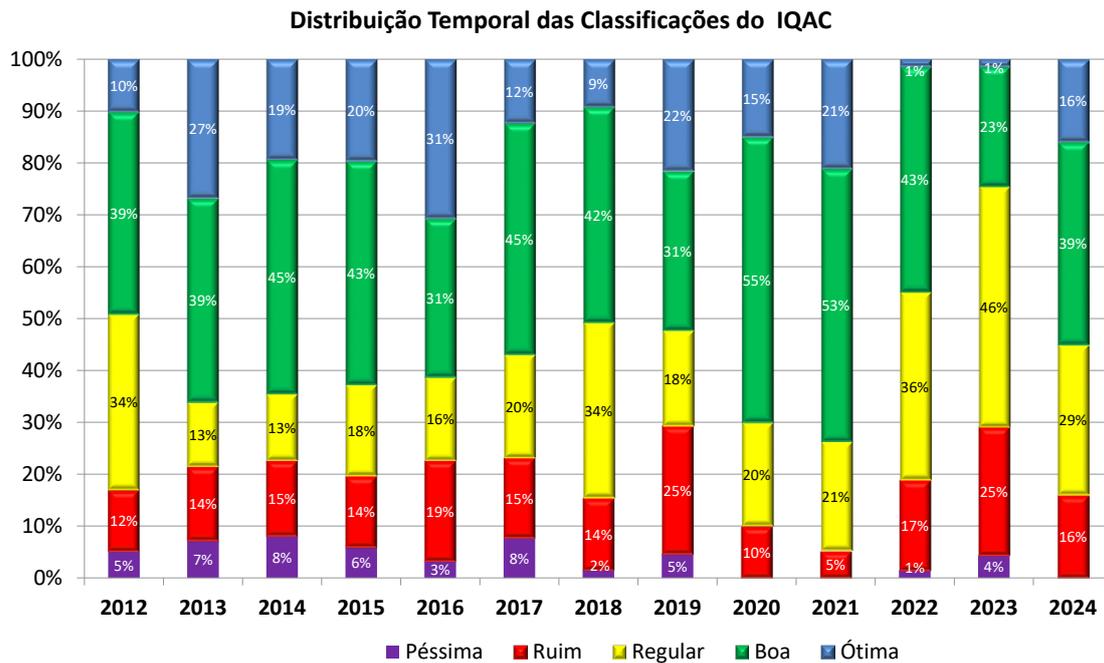
Local de amostragem	ANO												
	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024
Pinguaba	77	99	85	97	99	79	97	99	92	99	92	95	97
Baía de Itaguá	73	85	90	95	93	79	97	94	99	85	88	72	90
Saco da Ribeira	89	87	92	83	96	97	97	99	99	99	89	81	92
Tabatinga	92	99	99	90	96	97	85	97	92	99	81	84	97
Cocanha	95	99	99	88	97	99	90	97	99	93	90	78	92
Baía de Caraguatatuba	90	97	99	97	99	86	85	80	92	99	88	82	99
Canal de São Sebastião *	98	98	95	95	92	90	89	88	83		88	72	94
Barra do Una	93	90	90	88	92	86	88	83	83	93	71	73	85
Rio Itaguapé	93	90	90	88	92	86	90	99	83	85	76	81	78
Laje de Santos									99		78	89	95
Canal de Bertioga	69	58	69	57	75	70	55	66	83	71	80	59	78
Canal de Santos	59	46	47	73	59	55	62	58	59	76	63	48	67
Canal de Piaçaguera**				58	58	40	60	51	67	67	63	64	58
Canal de São Vicente	53	43	39	37	54	46	54	50	58	85	56	51	49
Emissário Guarujá **	83	80	81	81	78	83	77	75	67	85	81	76	72
Emissário Santos **	39	70	47	54	49	47	65	50	83	53	47	51	55
Emissário Praia Grande 1 **	60	76	85	71	74	75	78	61	75	85	75	68	72
Rio Itanhaém	87		82	79	87	79	76	83	75	78	80	60	74
Rio Preto	71	92	88	80	83	76	74	67	83	93	75	62	83
Mar Pequeno	68	67	68	78	62	76	80	66	92	85	85	74	92
Mar de Cananeia	69	85	84	84	91	85	81	86	92	92	85	80	82

* 5 pontos

** 4 pontos

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

Gráfico 4.2 – Evolução da distribuição percentual das categorias do IQAC por ponto de 2012 a 2024

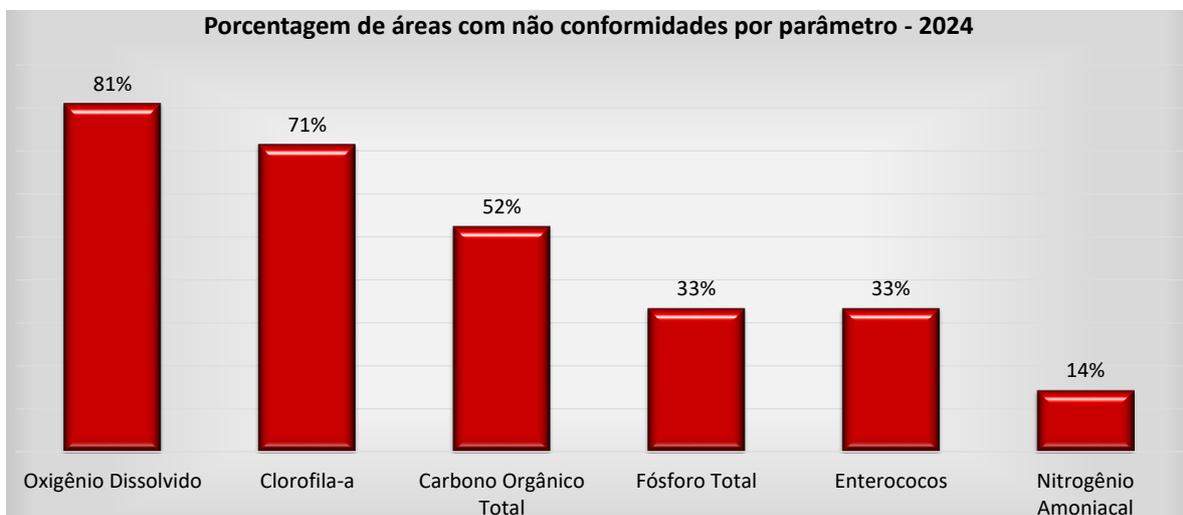


4.1.2 Atendimento aos padrões legais de qualidade de água

Distribuição do atendimento nas áreas monitoradas

O Gráfico 4.3 mostra a porcentagem de áreas que apresentaram não conformidades por parâmetro. O parâmetro com maior porcentagem de áreas com ocorrências de não conformidades no litoral é o OD. Outros com mais de 50% das áreas com não conformidades foram a Clorofila-a e o COT. Em 2024 foi verificada uma diminuição significativa de áreas com não conformidades de COT e Fósforo Total, em relação ao ano anterior (32 e 48% de redução respectivamente). A redução das ocorrências veio acompanhada de uma melhora significativa nos resultados do IQAC de cada área.

Gráfico 4.3 – Porcentagem de áreas que apresentaram não conformidade por variável em 2024

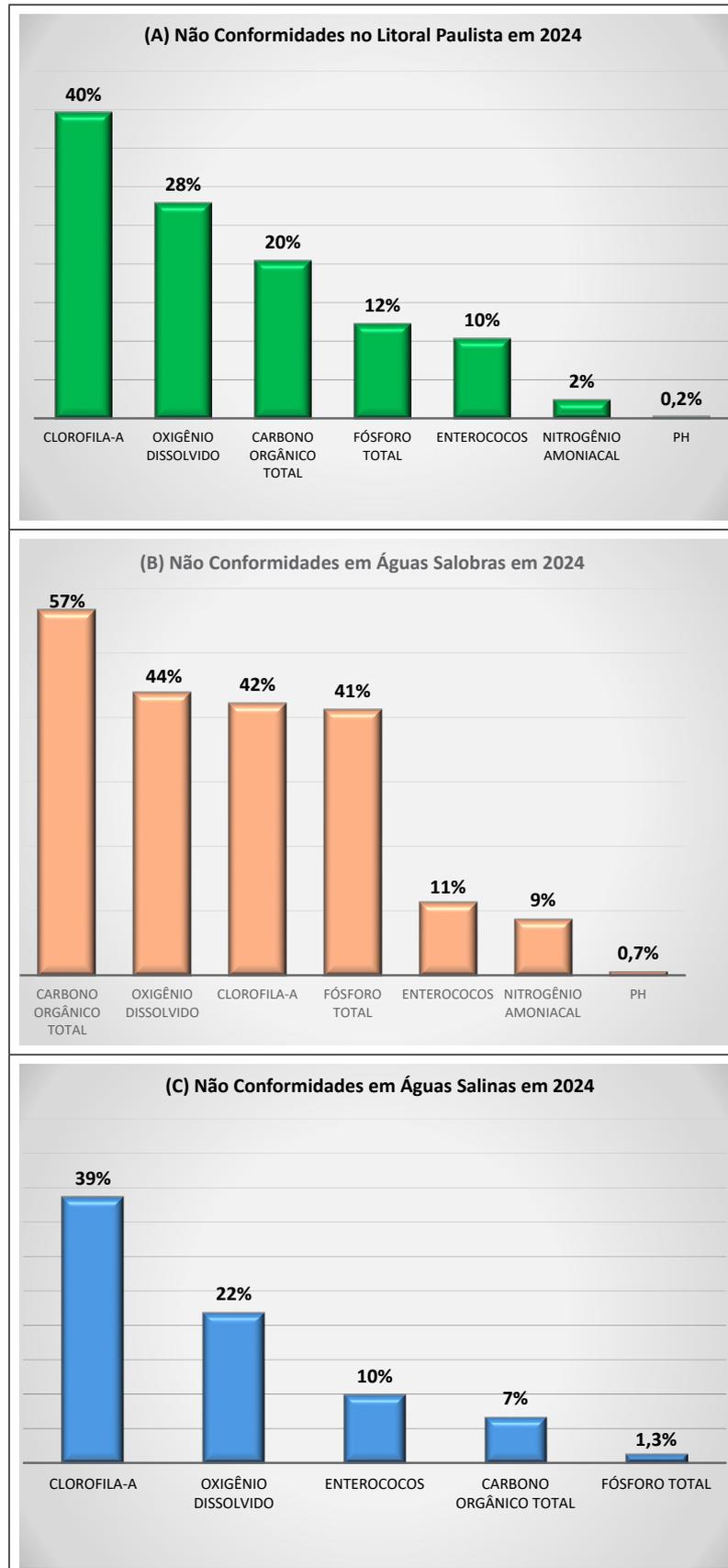


Proporção de atendimento por variável

Analisando a porcentagem de amostras não conformes para cada variável em todas as áreas (Gráfico 4.4 A) verifica-se que o aumento expressivo de não conformidades observado em 2023 para o COT e Fósforo não se manteve nas áreas salinas. Nas porcentagens gerais, o Fósforo Total caiu de 41% para 12%, menos da metade do valor observado em 2022 (27%), enquanto o COT caiu para 20% contra 33% no ano anterior e 29% em 2022. A Clorofila-a, que teve aumento de 18% para 32% (2022-2023), subiu novamente para 40% das amostras de 2024, embora muitas não conformidades sejam ligeiramente superiores aos valores de referência. Os demais parâmetros apresentaram estabilidade ou ligeira queda em um ano amostral relativamente melhor do que 2023.

Com relação às áreas estuarinas (águas salobras – Gráfico 4.4 B), a porcentagem de não conformidades se manteve relativamente estável e dentro daquela observada historicamente com uma variação maior nas concentrações de Clorofila-a (22% em 2023 contra 42% em 2024). A melhora mais pronunciada ocorreu nas áreas marinhas (águas salinas – Gráfico 4.4 C), com diminuição importante das não conformidades de Clorofila-a, COT e Fósforo, esse último com o registro de não conformidades em apenas 1,3% das amostras contra 37% no ano anterior. Muitos fatores podem ter influenciado essa redução geral nas concentrações, em especial as condições meteorológicas prévias às amostragens como ausência de chuvas intensas.

Gráfico 4.4 – Porcentagem de amostras de água não conformes por variável em 2024 na Rede Costeira: Todo o Litoral (A), Águas Salobras (B) e Águas Salinas (C)

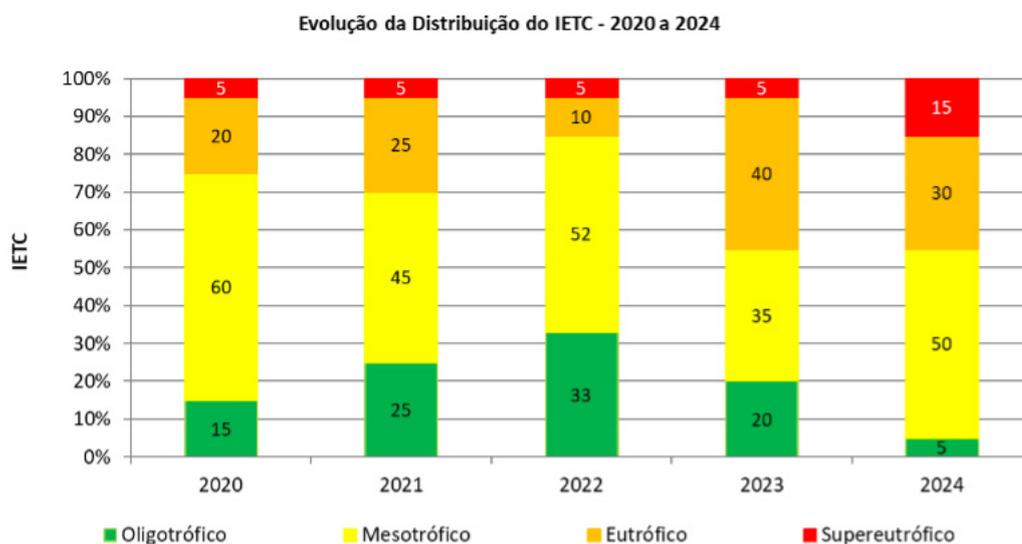


4.2 Índice de estado trófico costeiro (IETC)

A evolução da distribuição do IETC médio anual no período de 2020 a 2024 para 20 áreas é apresentada no Gráfico 4.5, com exceção da Laje de Santos, que não tem histórico de cinco anos. É importante destacar que foram considerados os resultados da única campanha realizada para os anos de 2020 e 2021; já para o ano 2024, foi considerada uma única campanha para os pontos Baía de Itaguá, Baía de Caraguatatuba, Canal de São Sebastião e Canal de Santos; e nos demais pontos e anos foi calculada a média anual com os resultados de duas campanhas.

Observa-se que, nos últimos cinco anos, houve uma tendência de aumento na porcentagem de áreas eutrofizadas (Eutrófico e Supereutrófico), exceto no ano de 2022. Destaca-se que 2024 registrou a maior porcentagem de áreas Supereutróficas. Já a porcentagem de áreas em condição Oligotrófica aumentou progressivamente até 2022, porém vem apresentando declínio desde então.

Gráfico 4.5 – Evolução da distribuição do IETC - 2020 a 2024



Considerando as médias anuais de Clorofila-a no período de 2015 a 2024 (Tabela 4.1), observa-se que o Litoral Norte manteve os menores índices, entre Oligotrófico e Mesotrófico. A área de Picinguaba manteve, predominantemente, índice Oligotrófico assim como a Laje de Santos. Por outro lado, tanto a Baixada Santista quanto o Litoral Sul apresentaram nesse período uma variação significativa nos valores médios, influenciando a classificação de Eutrófica a Supereutrófica no Emissário de Santos; de Mesotrófica a Supereutrófica no Emissário da Praia Grande e de Oligotrófica a Supereutrófica no Rio Preto. Na área do Emissário de Santos, em 80% do período analisado verificou-se índice de estado trófico Supereutrófico, enquanto no Rio Preto, que apresentou melhora em 2021 e 2022, foi constatado grau de trofia Supereutrófico em 2023 e 2024.

Em comparação com 2023, observa-se que 19% das áreas apresentaram uma melhora no índice do estado trófico em 2024, enquanto 48% apresentaram uma piora, e o restante manteve a classificação (Tabela 4.1).

Tabela 4.1 – Valores médios anuais da concentração de Clorofila-a ($\mu\text{g/L}$) e suas classificações por ponto, de acordo com o Índice de Estado Trófico Costeiro – IETC. Período de 2015 a 2024

			2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024
LN	Salina	Picinguaba	0,65	0,63	1,68	0,63	0,61	0,64	0,73	0,79	1,14	0,64
	Salina	Baía de Itaguá	0,96	1,20	1,83	1,41	1,09	1,37	2,23	1,62	4,46	2,45
	Salina	Saco da Ribeira	2,46	2,73	1,13	0,74	1,34	1,14	1,73	2,44	1,64	1,83
	Salina	Tabatinga	2,28	2,36	1,04	1,39	1,30	2,43	1,31	2,60	0,91	1,81
	Salina	Cocanha	1,73	1,69	0,60	0,78	1,10	1,55	0,92	1,36	0,76	1,26
	Salina	Baía de Caraguatatuba	0,99	1,29	1,72	2,53	2,15	0,96	1,39	1,20	1,72	1,34
	Salina	Canal de São Sebastião	1,38	1,24	1,36	2,27	1,5	1,67	1,32	1,94	3,40	1,05
	Salina	Barra do Una	1,72	2,61	1,59	1,53	2,56	2,47	0,70	1,03	3,76	2,11
BS	Salina	Rio Itaguapé	2,06	2,14	0,78	0,94	1,14	0,82	2,97	1,20	0,90	1,63
	Salina	Laje de Santos	--	--	--	--	--	<0,56	--	0,60	<0,56	0,56
	Salobra	*Canal de Bertoga	4,73	17,67	13,78	10,05	6,86	5,80	15,03	4,98	6,05	12,51
	Salobra	*Canal de Santos	2,64	11,13	9,74	2,84	3,17	3,03	4,17	1,89	8,35	22,51
	Salobra	*Canal de Piaçaguera	3,77	5,76	5,87	10,85	5,15	8,30	7,05	1,06	6,14	19,74
	Salobra	*Canal de São Vicente	4,88	13,22	9,17	11,14	5,16	11,80	28,74	1,38	9,87	7,64
	Salina	Emissário do Guarujá	2,15	3,70	2,63	2,05	1,82	1,47	0,74	1,12	2,23	4,01
	salina	Emissário de Santos	13,51	6,30	9,07	5,05	9,98	3,49	15,49	8,84	2,90	12,76
	Salina	Emissário de Praia Grande - 1	5,34	1,61	2,43	4,41	3,43	3,29	1,57	4,56	3,34	6,18
	Salina	Rio Itanhaém	4,74	3,44	4,43	4,98	1,09	2,05	3,34	1,51	4,52	3,01
	Salina	Rio Preto	2,49	3,29	4,14	6,07	3,84	9,70	2,04	0,91	9,77	5,32
LS	Salobra	*Mar Pequeno	22,78	2,04	5,36	5,90	15,65	10,38	1,64	2,14	1,13	3,98
	Salobra	*Mar de Cananeia	10,19	13,12	10,15	10,00	6,86	7,34	22,64	9,39	21,58	14,42

Legenda: * Ambientes estuarinos; -- Não Amostrado; LN = Litoral Norte; BS = Baixada Santista; LS: Litoral Sul

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

Além disso, foram avaliadas as tendências de melhora ou piora nos graus de trofia, considerando os resultados dos últimos cinco anos, ou seja, as médias anuais das campanhas de 2022 e 2023, e uma única campanha para 2020, 2021 e para quatro áreas em 2024, o que torna a avaliação menos robusta. Para tanto, 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.

Nessa avaliação, duas áreas localizadas na Baixada Santista apresentaram tendência de piora (Canal de Santos e Emissário do Guarujá). O Emissário de Santos, apesar do aumento no grau de trofia em relação a 2023, não mostrou tendência de piora, uma vez que vem apresentando concentrações historicamente elevadas. Não foram identificadas áreas com tendência de melhora.

Qualidade dos Sedimentos

4.2.1 Qualidade química dos sedimentos

Hidrocarbonetos Policíclicos Aromáticos - HPAs

A porcentagem de amostras com concentrações de HPAs que excederam os valores orientadores foi de 4,4, com uma ocorrência pontual superior a PEL (Limite de Efeito Provável) observada no ponto 1 do Canal de Piaçaguera no 2º semestre (Benzo(a)pireno, 992 µg/kg) equivalente a 0,1% do total. Entretanto, o ponto tem apresentado o mesmo comportamento em anos anteriores e está localizado na porção mais comprometida historicamente, a bacia de evolução. A maioria das concentrações superiores aos valores orientadores se concentra no Canal de Piaçaguera e em menor frequência nos canais de Santos e São Vicente, sendo estes relacionados às atividades industriais e portuárias da área, além de eventuais atividades de dragagem que podem ocasionar impactos transitórios. Há resultados superiores a ISQG fora da Região Estuarina de Santos e São Vicente, mas são pontuais e de baixa significância. A Tabela 4.2 contém os valores para cada parâmetro bem como os totais, representados também pelo Gráfico 4.6.

Gráfico 4.6 – Porcentagem de ocorrência de HPAs nos sedimentos do Litoral Paulista em 2024

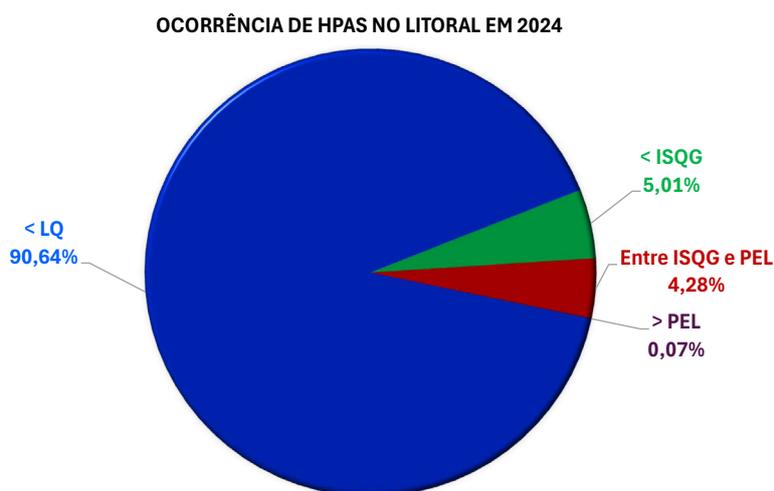


Tabela 4.2 – Porcentagem de amostras de sedimentos com compostos de HPAs no Litoral Paulista em 2024

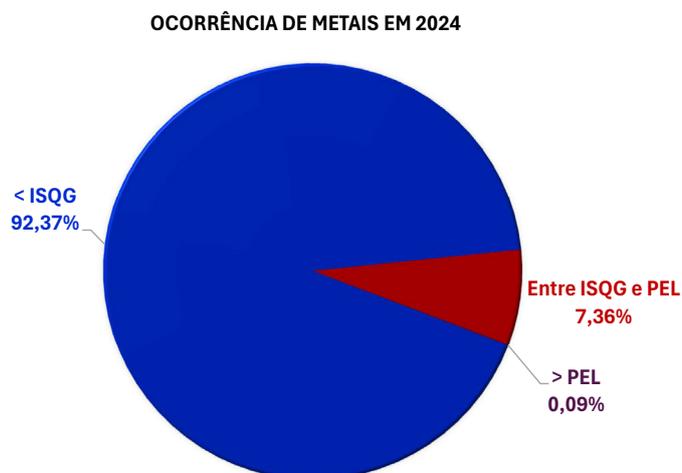
HPAs	Valores de Referência		Número de determinações					Porcentagem (%)				
	ISQG	PEL	< LQ	< ISQG	Entre ISQG e PEL	> PEL	Total	< LQ	< ISQG	Entre ISQG e PEL	> PEL	Total
Acenafteno(SED)	6,71	88,9	130	0	8	0	138	94,20%	0,00%	5,80%	0,00%	100,00%
Antraceno(SED)	46,9	245	132	2	4	0	138	95,65%	1,45%	2,90%	0,00%	100,00%
Benzo (a) antraceno - (SED)	74,8	693	126	6	6	0	138	91,30%	4,35%	4,35%	0,00%	100,00%
Benzo(a) pireno(SED)	88,8	763	110	21	6	1	138	79,71%	15,22%	4,35%	0,72%	100,00%
Criseno(SED)	108	846	122	9	6	0	137	89,05%	6,57%	4,38%	0,00%	100,00%
Dibenzo(a,h) antraceno (SED)	6,22	135	127	1	10	0	138	92,03%	0,72%	7,25%	0,00%	100,00%
Fenantreno(SED)	86,7	544	123	10	5	0	138	89,13%	7,25%	3,62%	0,00%	100,00%
Fluoranteno(SED)	113	1494	119	12	7	0	138	86,23%	8,70%	5,07%	0,00%	100,00%
Fluoreno(SED)	21,2	144	134	0	4	0	138	97,10%	0,00%	2,90%	0,00%	100,00%
Naftaleno(SED)	34,6	391	133	2	3	0	138	96,38%	1,45%	2,17%	0,00%	100,00%
Pireno(SED)	153	1398	119	13	6	0	138	86,23%	9,42%	4,35%	0,00%	100,00%
Totais			1375	76	65	1	1517	90,64%	5,01%	4,28%	0,07%	100,00%

Metais

O Gráfico 4.7 apresenta os resultados das determinações de metais nos sedimentos do litoral paulista e a Tabela 4.3 apresenta o seu detalhamento por parâmetro.

Os metais ultrapassaram o limite de ISQG em 7,5% das amostras (0,1% dos quais foram superiores a PEL) mantendo a tendência de redução das não conformidades apesar do resultado de mercúrio de 0,75 mg/kg no Ponto 1 do Canal de Piaçaguera no primeiro semestre que foi superior a PEL (Gráfico 4.7). Além do Arsênio, que é comum por sua presença natural em concentrações superiores a ISQG, os metais que apresentaram mais não conformidades foram o Cobre e o Mercúrio, com 14 e 8 ocorrências de concentrações quantificadas entre os limites de ISQG e PEL respectivamente, seguidos pelo Níquel e Zinco, com 5 e 4 ocorrências respectivamente.

A área do Saco da Ribeira tem apresentado ocorrências frequentes de não conformidades desse grupo de substâncias, em grande parte devido às atividades náuticas envolvendo marinas e embarcações. Entretanto, as concentrações desta área se mantiveram próximas ao limite de ISQG. As não conformidades nas demais áreas são, aparentemente, pontuais.

Gráfico 4.7 – Ocorrência de metais nos sedimentos do Litoral Paulista em 2024**Tabela 4.3** – Ocorrência de metais nos sedimentos do litoral paulista em 2024

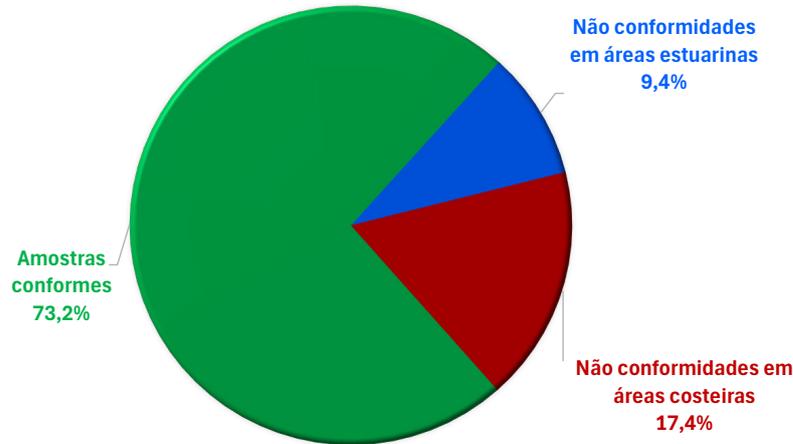
Metal	Valores de Referência		Número de determinações				Porcentagem (%)			
	ISQG	PEL	< ISQG	Entre ISQG e PEL	> PEL	Total	< ISQG	Entre ISQG e PEL	> PEL	Total
Arsênio	7,24	41,6	88	49	0	138	63,77%	35,51%	0,00%	100,00%
Cádmio	0,7	4,2	138	0	0	138	100,00%	0,00%	0,00%	100,00%
Chumbo	30,2	112	137	1	0	138	99,28%	0,72%	0,00%	100,00%
Cobre	18,7	108	124	14	0	138	89,86%	10,14%	0,00%	100,00%
Crômio	52,3	160	138	0	0	138	100,00%	0,00%	0,00%	100,00%
Níquel	15,9	42,8	133	5	0	138	96,38%	3,62%	0,00%	100,00%
Zinco	124	271	134	4	0	138	97,10%	2,90%	0,00%	100,00%
Mercúrio	0,13	0,7	125	8	1	135	92,59%	5,93%	0,74%	100,00%
Totais	0	0	1017	81	1	1101	92,37%	7,36%	0,09%	100,00%

Carbono Orgânico Total

As porcentagens de não conformidades, considerando os valores de referência adotados pela CETESB para o COT (1,8% e 1,3% para áreas estuarinas e costeiras, respectivamente), foram semelhantes em áreas costeiras (salinas) em 2024 em relação ao ano anterior quando a porcentagem foi de 9,9%. Nas áreas estuarinas houve aumento de 14,1% em 2023 para 17,4% em 2024, embora se observem, em geral, concentrações menores que no ano anterior (Gráfico 4.8).

Gráfico 4.8 – Porcentagem de conformidades de COT nos sedimentos do Litoral Paulista e não conformidades por classe de água de acordo com o Valor de Referência da CETESB em 2024

OCORRÊNCIA DE CARBONO ORGÂNICO TOTAL NOS SEDIMENTOS EM 2024

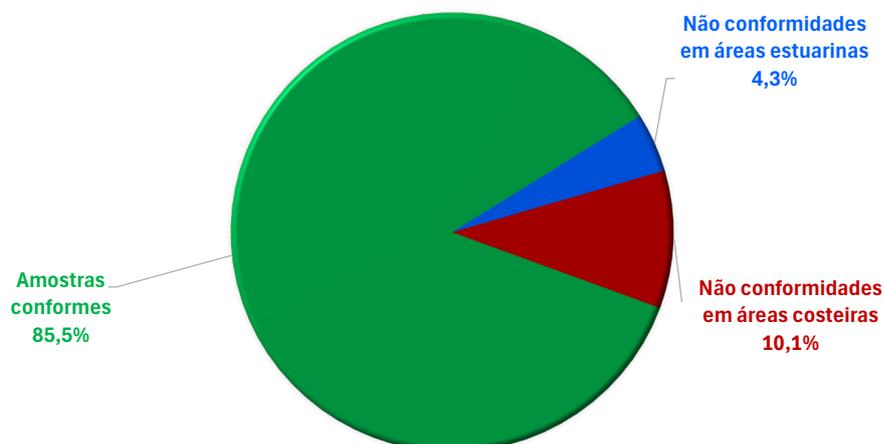


Fósforo Total

O Gráfico 4.9 apresenta as porcentagens de não conformidades considerando os valores de referência para cada ambiente para o Fósforo Total (PT) (500 e 700 mg/kg para áreas estuarinas e costeiras, respectivamente). Houve ligeira redução na porcentagem de não conformidades em relação ao ano anterior nas águas salobras e ligeiro aumento nas águas salinas. Nota-se que as médias gerais da maior parte das áreas se mantiveram dentro dos patamares observados historicamente, com exceção do Canal de São Sebastião, que apresentou uma concentração muito elevada de Fósforo (2677 mg/kg) no ponto 3, no 2º semestre, resultando no aumento da média geral de cerca de 70% em relação aos 5 anos anteriores. Apesar do aumento de ocorrências de concentrações superiores ao valor de referência no Litoral Norte, a magnitude não foi significativa e o comportamento segue as variações observadas historicamente.

Gráfico 4.9 – Porcentagem de conformidades de Fósforo Total nos sedimentos do Litoral Paulista e não conformidades por classe de água, de acordo com o Valor de Referência da CETESB, em 2024

OCORRÊNCIA DE FÓSFORO TOTAL NOS SEDIMENTOS EM 2024

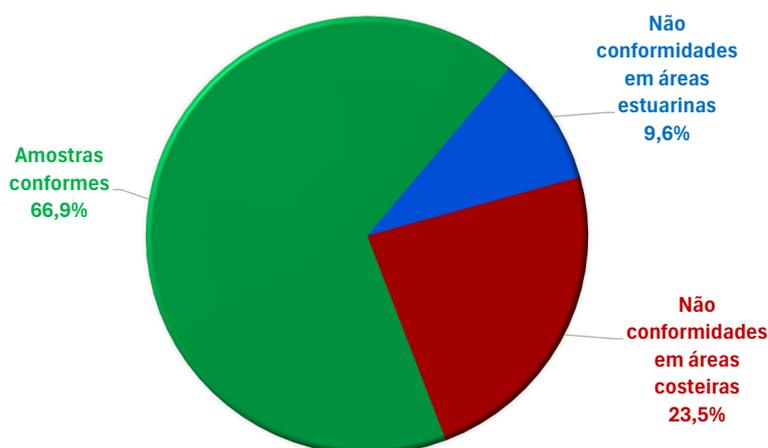


Nitrogênio Kjeldahl Total

As comparações dos resultados ano a ano serão baseadas no ano de 2022 em razão da lacuna de dados em 2023 por restrições operacionais. Em 2024 foi verificada estabilidade das não conformidades nos sedimentos estuarinos (salobros) e aumento de cerca de 4 % nas áreas costeiras (salinas) em relação a 2022. Um aumento significativo dessas não conformidades foi observado em algumas áreas como o Canal de São Sebastião, Emissário do Guarujá, Rio Itanhaém e Rio Preto, mas apenas o Emissário do Guarujá e o Rio Itanhaém apresentaram aumento significativo das concentrações médias (14% e 179% respectivamente). Concentrações médias mais altas para o Rio Itanhaém também foram observadas em 2019 e anos anteriores. No caso do Emissário do Guarujá o aumento também ocorreu após a pandemia, mas não se observaram as mesmas concentrações médias antes de 2020, sugerindo que as concentrações observadas em 2024 podem se tratar de uma mudança nos patamares observados para a área.

Gráfico 4.10 – Porcentagem de conformidades de Nitrogênio Kjeldahl Total nos sedimentos do Litoral Paulista e não conformidades por classe de água, de acordo com o Valor de Referência da CETESB, em 2024

OCORRÊNCIA DE NITROGÊNIO KJELDAHL TOTAL NOS SEDIMENTOS EM 2024



4.2.2 Avaliação ecotoxicológica dos sedimentos

A classificação dos sedimentos das áreas monitoradas com os ensaios ecotoxicológicos em 2024 e o histórico dos últimos 6 anos constam da Tabela 4.4. A classificação em 2024 foi baseada apenas nos resultados dos ensaios agudos com o anfípodo *Grandidierella bonnieroides* realizados no primeiro semestre relativos apenas ao ponto 2 das 21 áreas analisadas, exceto nas áreas de Canais: de São Sebastião (pontos 2 a 5), de Piaçaguera (pontos 2 a 4), de Bertioga (pontos 2 e 3), e de São Vicente (pontos 2 e 3). Todos os locais foram classificados como Ótimo. Historicamente, apenas os sedimentos do Mar Pequeno (2019) apresentaram toxicidade nesse período.

Tabela 4.4 – Classificação ecotoxicológica dos sedimentos costeiros de 2019 a 2024

Regiões	Área	2019					2020					2021					2022					2023					2024									
		1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5					
Litoral Norte	Picinguaba																																			
	Baía de Itaguá																																			
	Saco da Ribeira																																			
	Baía de Caraguatatuba																																			
	Tabatinga																																			
	Cocanha																																			
	Canal de São Sebastião																																			
	Barra do Una																																			
Baixada Santista	Rio Itaguapé																																			
	Canal 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																																			

Critérios para Avaliação Ecotoxicológica

Ótima ^(a)	Ruim ^(b)	Péssimo ^(c)
----------------------	---------------------	------------------------

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

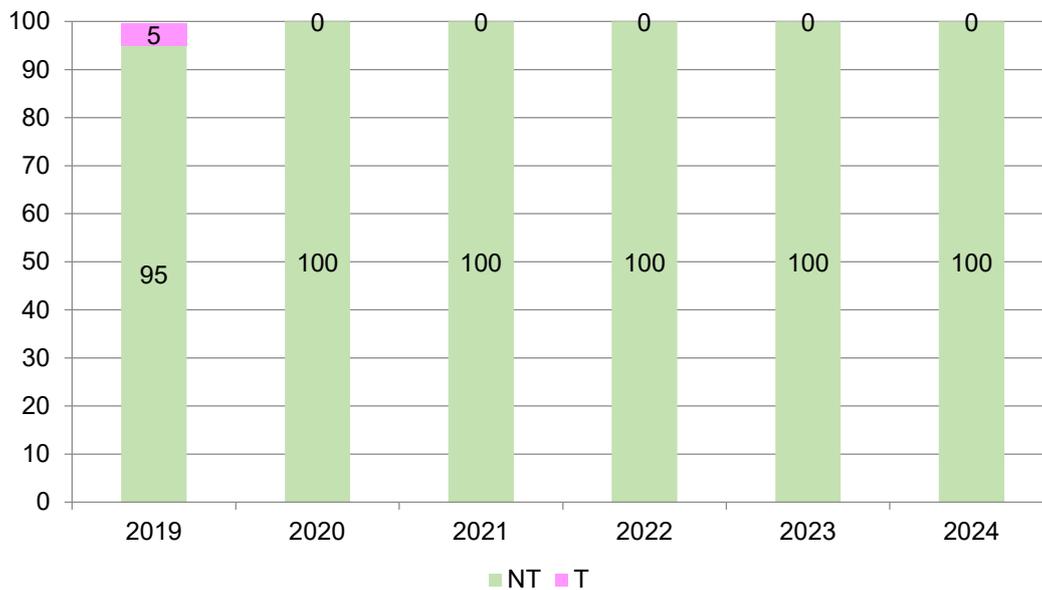
(b) Mortalidade inferior a 50%, porém apresentando diferença significativa em relação ao controle

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

Os gráficos 4.11 e 4.12 apresentam os resultados históricos do período de 2019 a 2024 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.

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

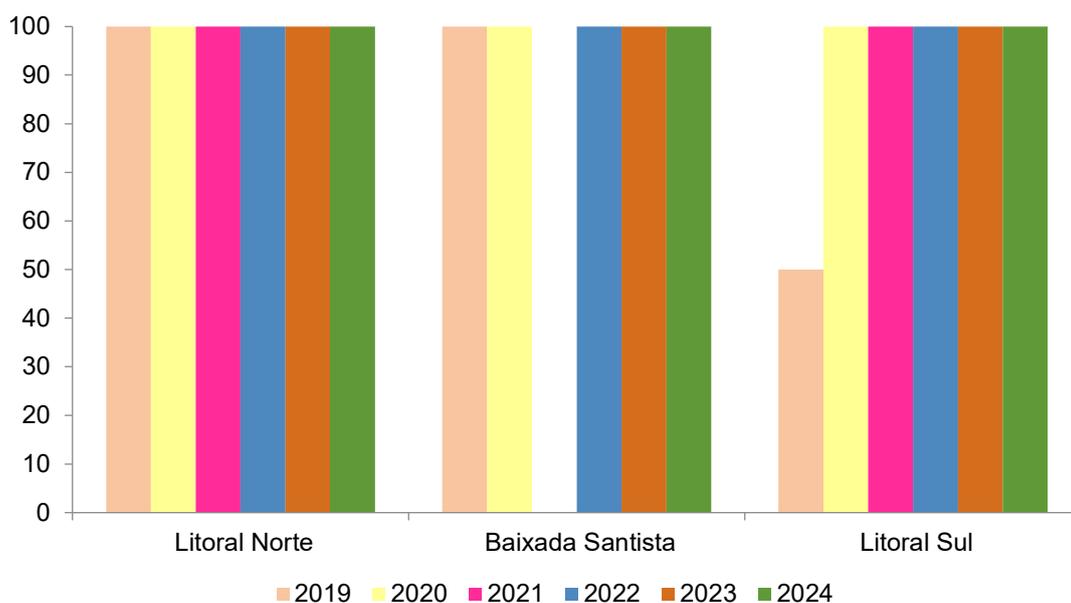
Gráfico 4.11 – Percentagem de amostras com presença ou ausência de efeito tóxico nos ensaios ecotoxicológicos agudos com *Grandidierella bonnieroides* nos últimos seis anos (NT = Não tóxico; T = Tóxico)



O Gráfico 4.12 apresenta o percentual de amostras com ausência de toxicidade nos últimos seis anos (2019 a 2024). Observando-se os dados nas três regiões, é possível afirmar que:

- No Litoral Norte e Baixada Santista, a porcentagem de pontos amostrais com ausência de toxicidade foi mantida em 100% desde 2019.
- 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 de resultados com ausência de toxicidade dentre as três regiões (92%) nos últimos seis anos.

Gráfico 4.12 – Percentual de amostras nas três grandes regiões costeiras que não apresentaram toxicidade para *Grandidierella bonnieroides* nos ensaios com sedimento entre 2019 e 2024



É importante ressaltar que em algumas regiões na Baixada Santista e no Litoral Norte foram observadas concentrações de substâncias tóxicas 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, que 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 Índice de Qualidade microbiológica dos sedimentos

A maioria das áreas do Litoral Norte tiveram seus sedimentos classificados como Ótimos para ambos os indicadores. Nas outras regiões isso ocorreu no Rio Itaguapé, na Laje de Santos e no Rio Itanhaém.

Os canais de Bertioga, Santos, Piaçaguera, São Vicente, Mar Pequeno e a área de influência do Emissário Submarino de Santos apresentaram classificações Ruins e/ou Péssimas para os dois indicadores (Tabela 4.5).

Tabela 4.5 – Classificação da qualidade microbiológica dos sedimentos dos pontos da rede costeira para 2024. Baseada na concentração de Coliformes Termotolerantes (NMP/100mL) e *Clostridium perfringens* (NMP/100mL)

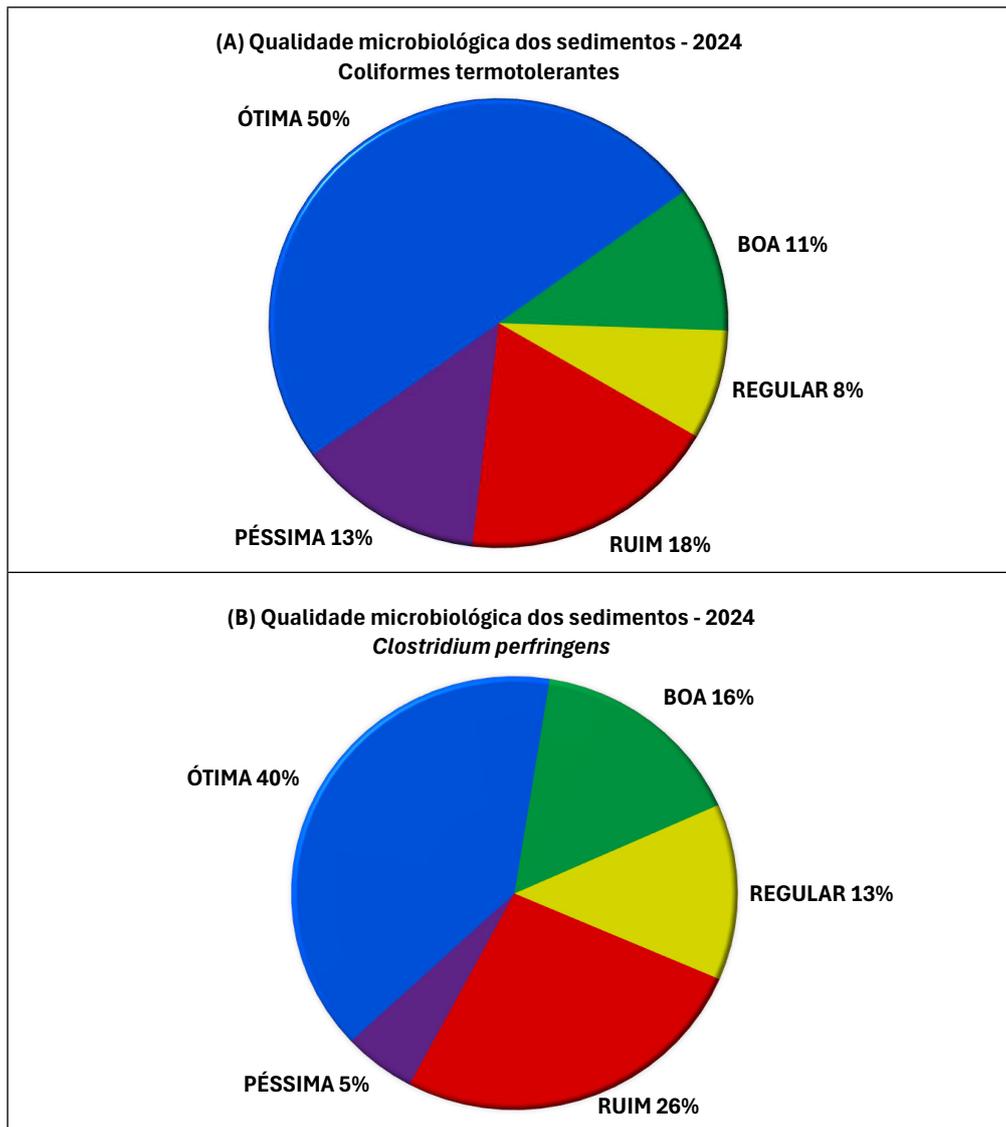
Campanha 1 - 2024	Ponto 1		Ponto 2		Ponto 3		Ponto 4	
	Coliformes termotolerantes	<i>Clostridium perfringens</i>						
ÁREA	(NMP/100g)		(NMP/100g)		(NMP/100g)		(NMP/100g)	
Picinguaba	*	*	18	790	*	*		
Baía de Itaguá	*	*	130	92.000	*	*		
Saco da Ribeira	*	*	18	3.300	*	*		
Tabatinga	*	*	18	330	*	*		
Cocanha	*	*	18	20	*	*		
Baía de Caraguatatuba	*	*	68	1.100	*	*		
Canal de São Sebastião	45	3.300	20	3.300	20	23.000	110	7.000
Barra do Una	*	*	45	78	*	*		
Rio Itaquaré	*	*	45	18	*	*		
Canal de Bertioga	230	49.000	4.900	170.000	13.000	79.000		
Canal de Santos	7.900	790.000	4.600	490.000	330	790.000		
Canal de Piaçaguera	790	79.000	24.000	350.000	790	170.000	1.700	17.000
Canal de São Vicente	7.900	28.000	7.900	170.000	93	46.000		
Laje de Santos Camp 1	*	*	18	140	*	*		
Laje de Santos Camp 2	*	*	18	790	*	*		
Emissário do Guarujá Camp 1	*	*	630	490.000	*	*	*	*
Emissário do Guarujá Camp 2	*	*	23.000	79.000	*	*	*	*
Emissário de Santos	*	*	23.000	110.000	*	*	*	*
Emissário de Praia Grande 1	*	*	78	49.000	*	*	*	*
Rio Itanhaém	*	*	45	1.300	*	*		
Rio Preto	*	*	45	79.000	*	*		
Mar Pequeno	1.100.000	330.000	2.300	330.000	68	330.000		
Mar de Cananeia	490	9.400	230	6.100	*	*		

* amostragem não realizada

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 para os dois indicadores são apresentadas no Gráfico 4.13. Para os Coliformes Termotolerantes, 50% das amostras foram classificadas como Ótimas e 11% como Boas. As categorias Ruim e Péssima somaram 31%. Para *C. perfringens*, 40% das amostras foram classificadas como Ótimas, 16% como Boas e 31% como Ruins e Péssimas. As porcentagens nas categorias Ruim e Péssima foram parecidas para os dois indicadores.

Gráfico 4.13 – Porcentagem nas classes de qualidade microbiológica de acordo com índice de sedimentos em 2023 -
(A) *Coliformes Termotolerantes* (B) *Clostridium perfringens*



4.3 Conclusões

A proporção das classes do IQAC obtidas em 2024 para as áreas monitoradas mostrou que 57% foram classificadas como Ótimas ou Boas em uma melhora substancial em relação a 2023. Áreas classificadas como Regulares e Ruins representaram 43% contra 66% no ano anterior. Todas as classificações Regulares e Ruins se localizam na Baixada Santista. Não houve registro de áreas com a classificação média Péssima em 2024 mantendo o comportamento dos últimos anos.

Analisando a porcentagem de amostras de água não conformes com os padrões legais de qualidade para todo o litoral, verificou-se que a variável que apresentou mais não conformidades foi a Clorofila-a com 40% das amostras analisadas, seguida pelo Oxigênio Dissolvido (OD) com 28% e o Carbono Orgânico Total (COT) com 20%. O Fósforo Total aparece em quarto lugar com 12% das amostras não conformes, uma melhora de 29 pontos percentuais em relação a 2023 quando 41% das amostras excederam o padrão legal. Os Enterococos mantiveram o patamar de 10% de não conformidades, Nitrogênio Amoniacal apresentou 2% (todos em áreas estuarinas). De uma forma geral, houve melhora da qualidade das águas com redução das não conformidades registradas em 2024.

Em todos os casos, as maiores porcentagens de não conformidades se concentraram nas áreas estuarinas. Nesses ambientes, as concentrações superaram o limite legal em 57% das amostras de COT, 44% de OD, 42% Clorofila-a e 41% de Fósforo Total. Os mesmos parâmetros apresentaram 7%, 22%, 39% e 1,3% nas águas salinas.

A avaliação do estado de eutrofização, aferido pelo Índice de Estado Trófico Costeiro (IETC), evidenciou que houve diminuição das áreas Oligotróficas e aumento significativo das áreas classificadas como Supereutróficas na Baixada Santista, apontando duas áreas com tendência de piora na eutrofização (Canal de Santos e Emissário do Guarujá) Nas outras áreas não houve constatação de tendência. Assim, de um modo geral, nota-se um incremento das condições de eutrofização das águas costeiras.

Com relação à qualidade dos sedimentos, como nos anos anteriores, as variáveis associadas à 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 aos HPAs, as amostras com concentrações acima dos critérios de qualidade para o efeito limiar (ISQG) estiveram abaixo de 8% e menos de 1% acima do critério de efeito provável (PEL). Há registros de ocorrências superiores a esse limite no estuário de forma intermitente ao longo da série histórica e em 2024.

Finalmente, o monitoramento vem mostrando 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. Observa-se que houve alguma atipicidade nos resultados observados no ano de 2023 pois o comportamento não se repetiu no ano atual e não foi observado em anos anteriores.

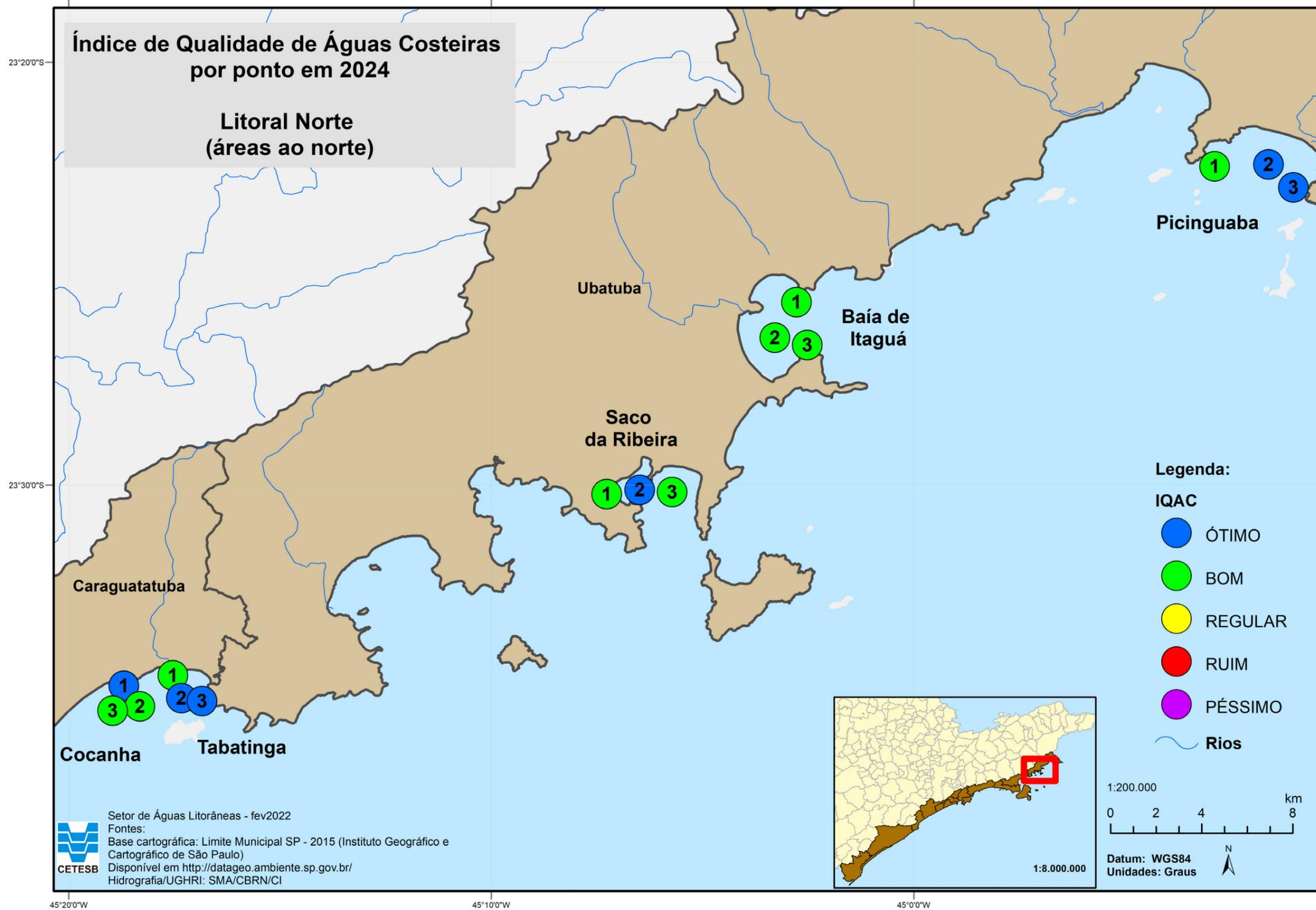
As principais alterações na qualidade das águas costeiras permanecem relacionadas ao excesso de nutrientes e de matéria orgânica e ao baixo teor de oxigênio dissolvido, na maioria dos casos relacionada à presença de esgotos domésticos.

Observa-se também, que existem vários fatores como o carreamento de matéria orgânica e poluição difusa por eventos de precipitação pluviométrica intensa ou presença de avifauna na Laje de Santos que podem interferir nos resultados de qualidade. A avaliação dos resultados à luz do comportamento histórico de cada ponto e/ou área é importante na identificação desse tipo de interferência e de possíveis tendências, o que pode contribuir para melhor subsidiar políticas públicas de preservação do Litoral Paulista.

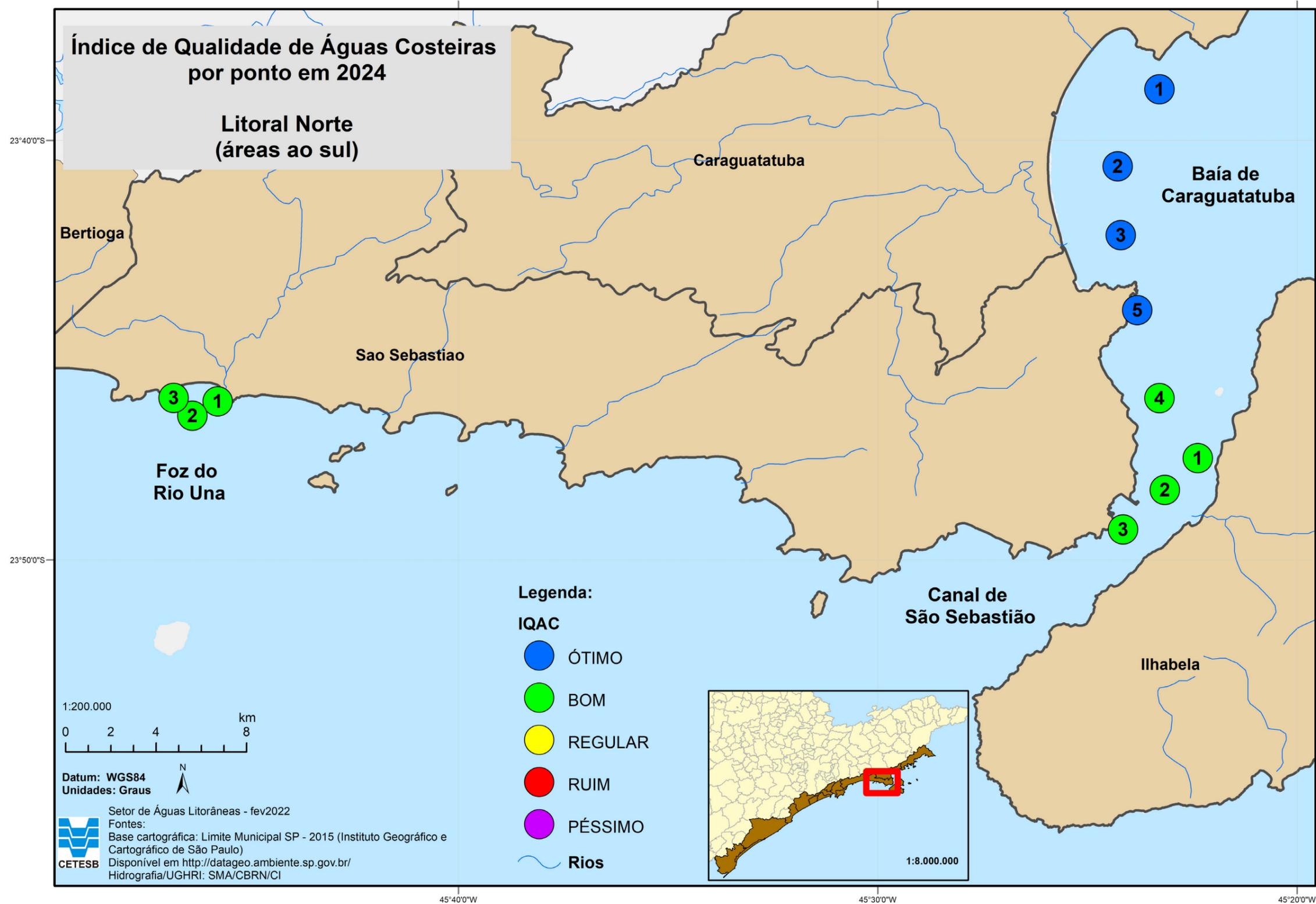
Os Mapas 4.1, 4.2, 4.3, 4.4 e 4.5 a seguir mostram as classificações do IQAC das áreas nas três regiões do litoral do estado de São Paulo, referentes ao ano de 2024.

Os Mapas 4.6, 4.7, 4.8 e 4.9 mostram as classificações referentes ao ano de 2024 nos critérios de avaliação da qualidade dos sedimentos (ecotoxicológico e microbiológico) das várias áreas nas três regiões do litoral do estado de São Paulo.

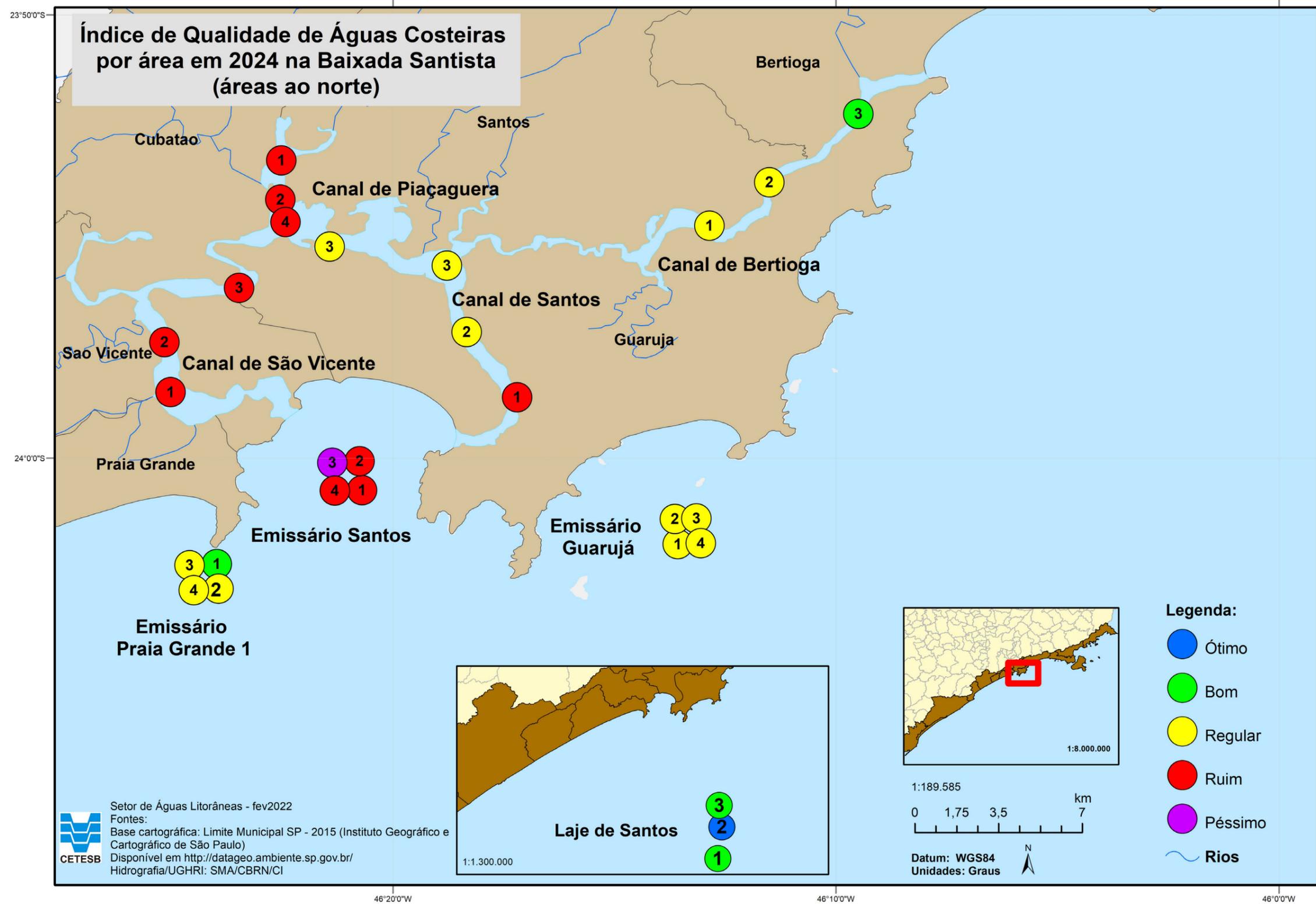
Mapa 4.1 – Índice de Qualidade de Água Costeira 2024 – Litoral Norte (norte)



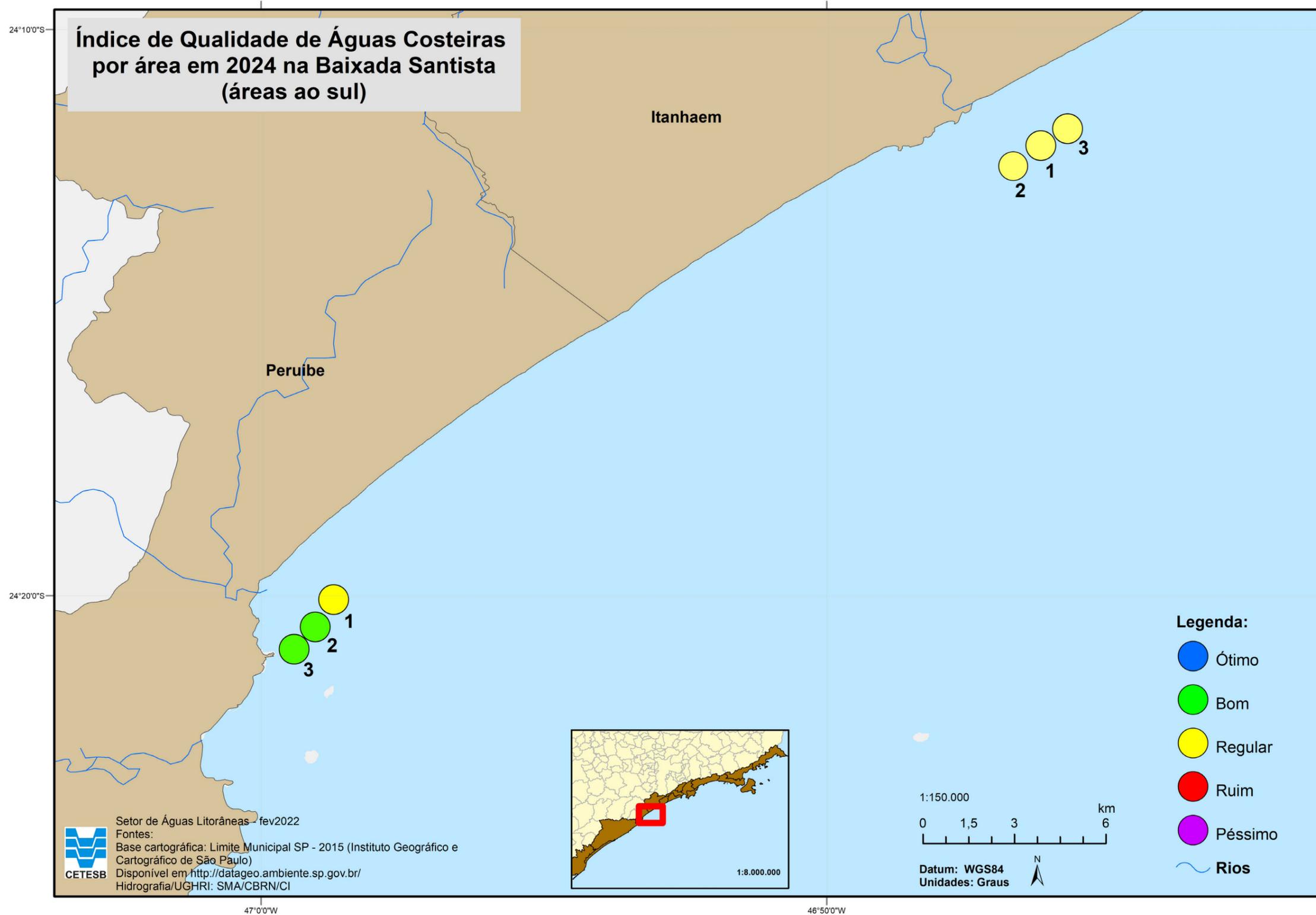
Mapa 4.2 – Índice de Qualidade de Água Costeira 2024 – Litoral Norte (sul)



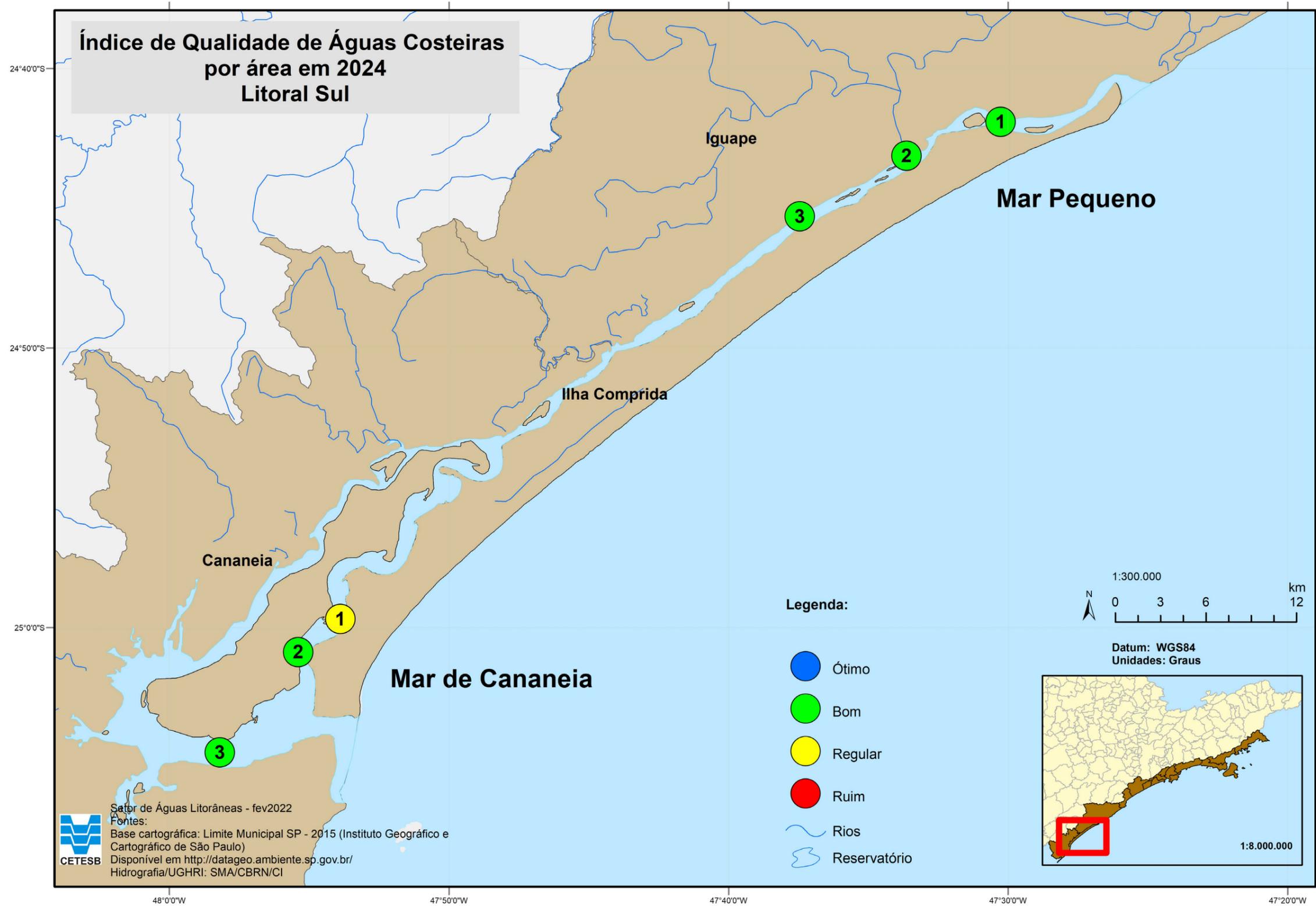
Mapa 4.3 – Índice de Qualidade de Água Costeira 2024 – Baixada Santista (norte)



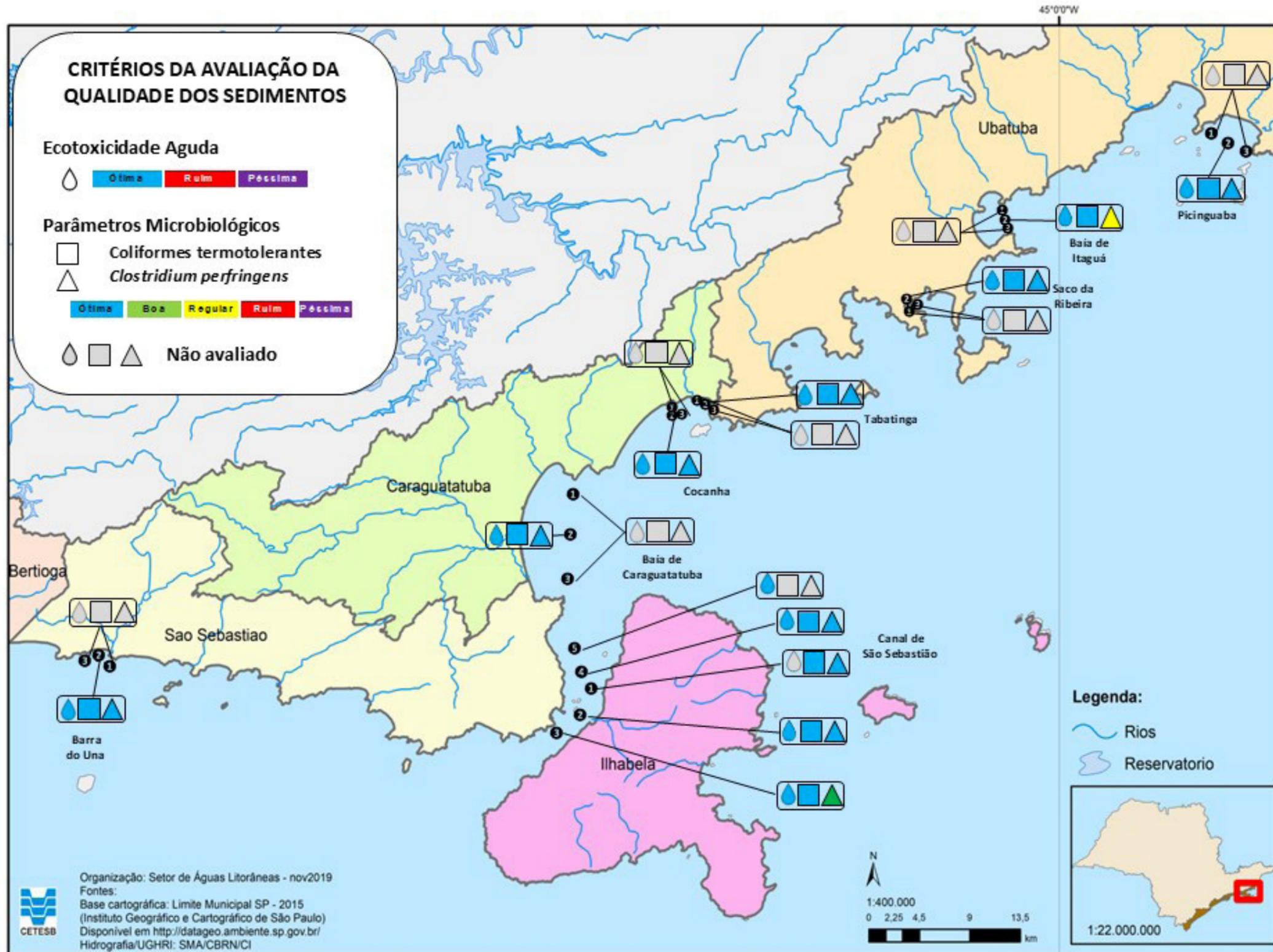
Mapa 4.4 – Índice de Qualidade de Água Costeira 2024 – Baixada Santista (sul)



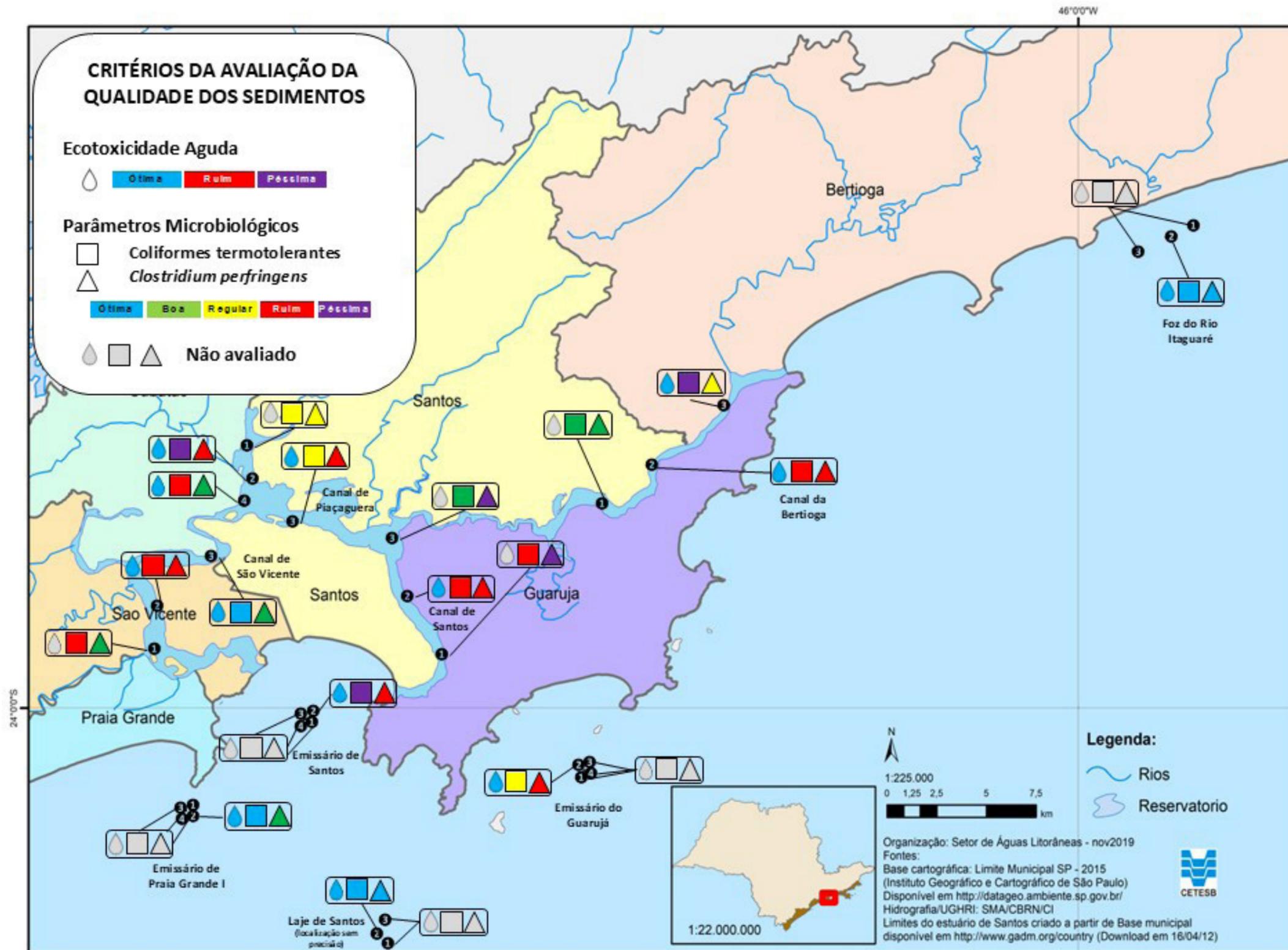
Mapa 4.5 – Índice de Qualidade de Água Costeira 2024 – Litoral Sul



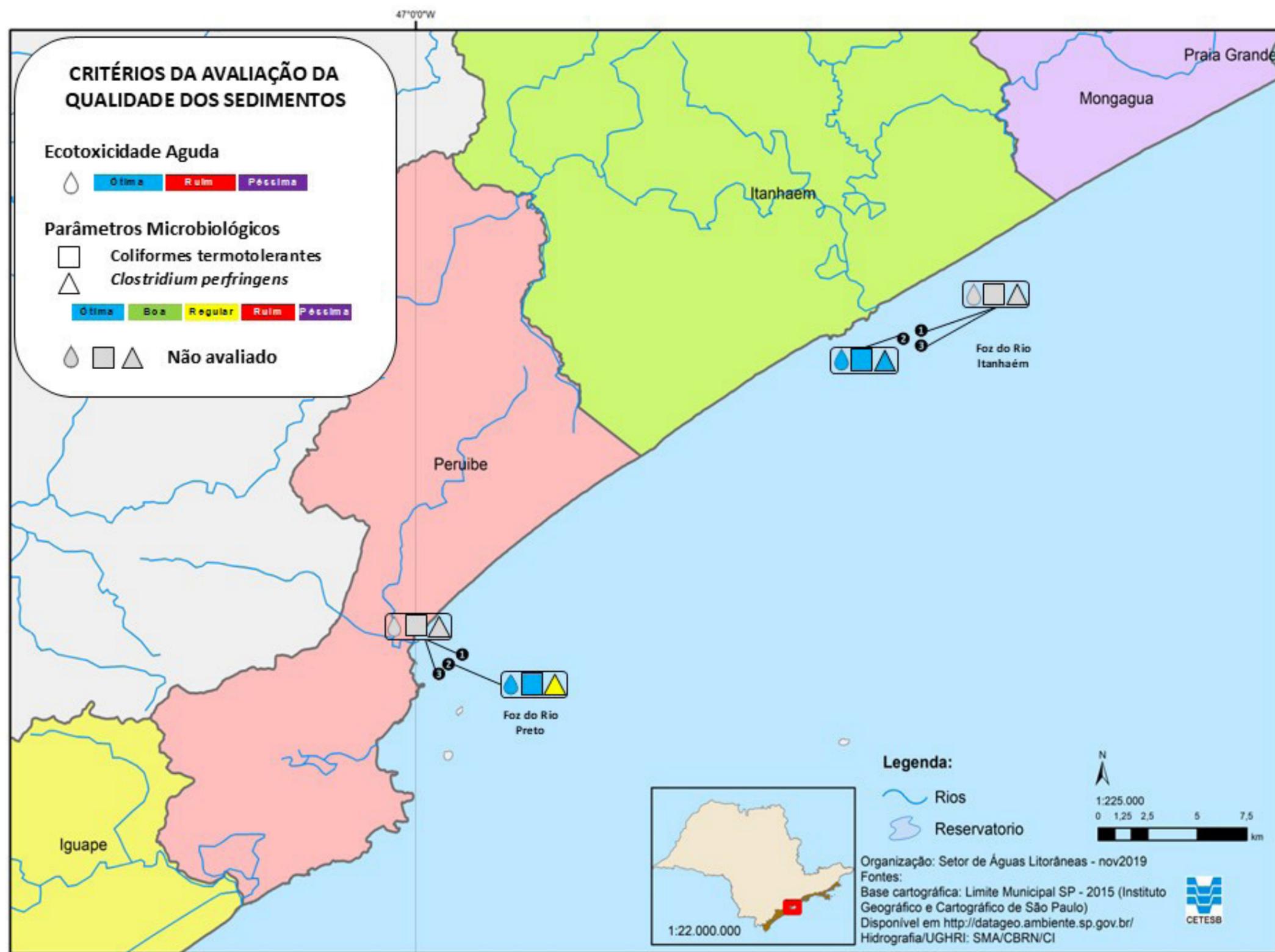
Mapa 4.6 – Avaliação da qualidade dos sedimentos – Litoral Norte



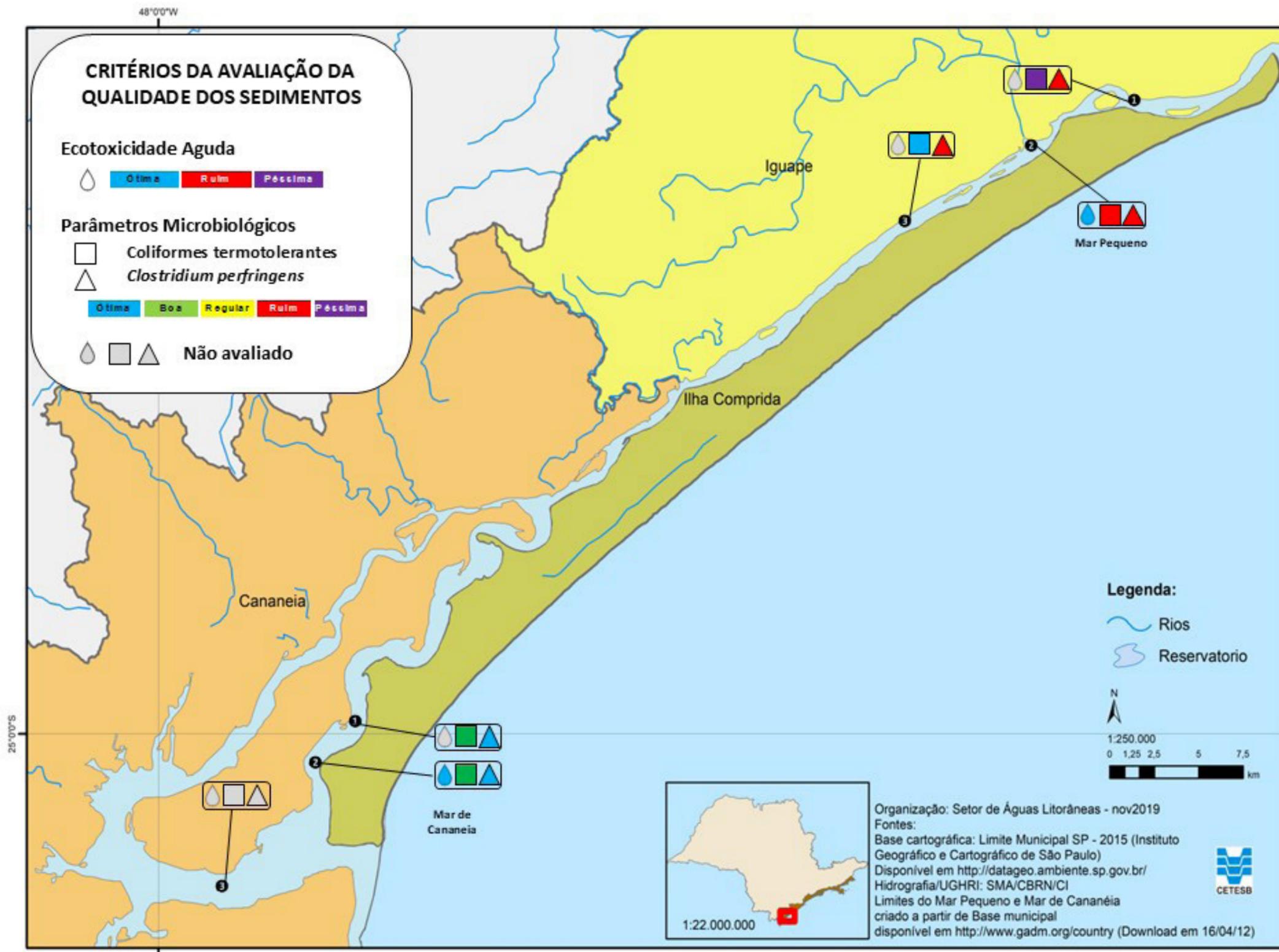
Mapa 4.7 – Avaliação da qualidade dos sedimentos – Baixada Santista (norte)



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



Mapa 4.9 – Avaliação da qualidade dos sedimentos – Litoral Sul



5 • Emergências Químicas 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. Estes 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 destas 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 d'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.

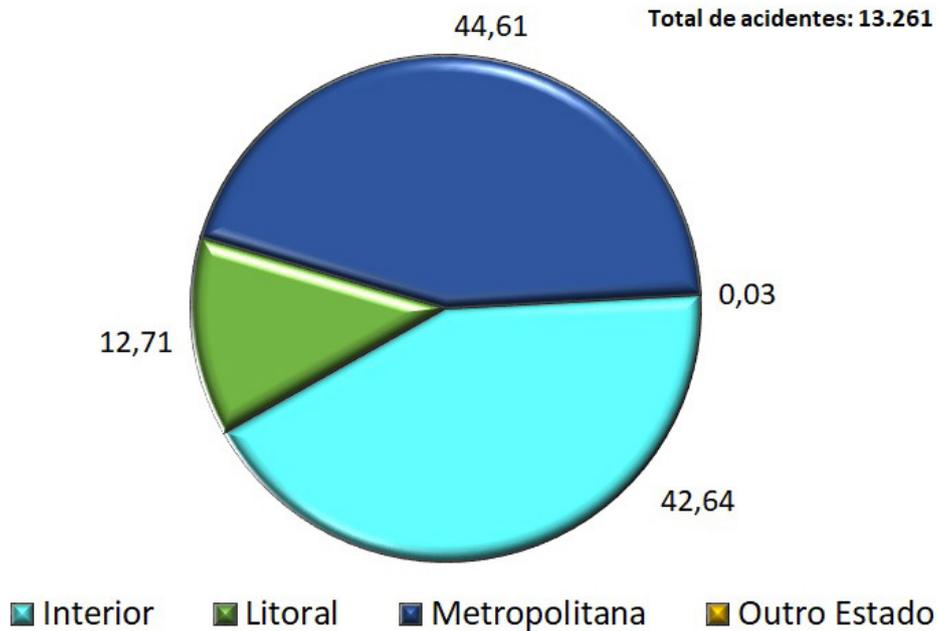
Quando ocorrem vazamentos de produtos químicos, petróleo e seus derivados, os técnicos da CETESB acompanham as atividades desencadeadas e de responsabilidade do poluidor como a contenção e recolhimento do produto vazado, as ações de limpeza das áreas contaminadas e o acondicionamento e disposição final de resíduos gerados, conforme as características do cenário acidental.

5.1.1 Panorama das principais ocorrências no litoral paulista

Todas as emergências químicas atendidas pela CETESB são registradas e consolidadas num banco de dados interno denominado SIEQ – Sistema de Informações Sobre Emergências Químicas (CETESB, 2025a). Com base neste banco de dados, no período de 01 janeiro de 1978 (início dos registros), até 31 de dezembro de 2024 a CETESB atendeu 13.261 ocorrências envolvendo produtos químicos (Gráfico 5.1). Destas, 44,61% ocorreram na região metropolitana de São Paulo, 42,64% no interior e 12,71% no litoral. Embora com pouca frequência, a CETESB também atendeu emergências em outros estados (0,03% das ocorrências) (Gráfico 5.1).

Gráfico 5.1 – Emergências atendidas pela CETESB no período de 01 de janeiro de 1978 a 31 de dezembro de 2024, por região (região metropolitana, interior e litoral)

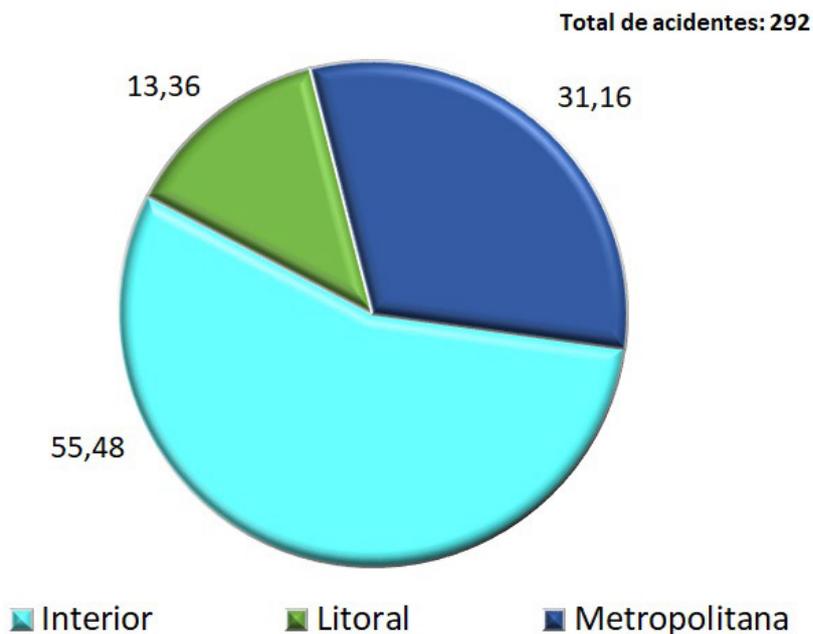
CETESB - Gráfico de regiões de 01/01/1978 a 31/12/2024



Especificamente para o ano de 2024, foram registradas 292 ocorrências assim distribuídas: 31,16% na região metropolitana (91 ocorrências), 55,48% no interior (162 ocorrências) e 13,36% no litoral (39 ocorrências) (Gráfico 5.2).

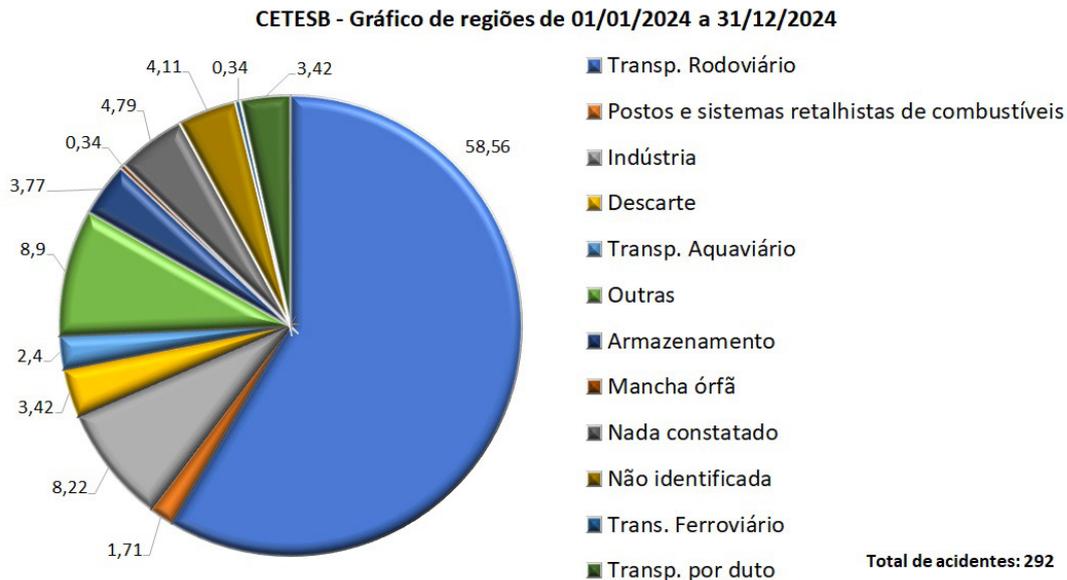
Gráfico 5.2 – Emergências químicas atendidas pela CETESB no ano de 2024, distribuídas por região (região metropolitana, interior e litoral)

CETESB - Gráfico de regiões de 01/01/2024 a 31/12/2024



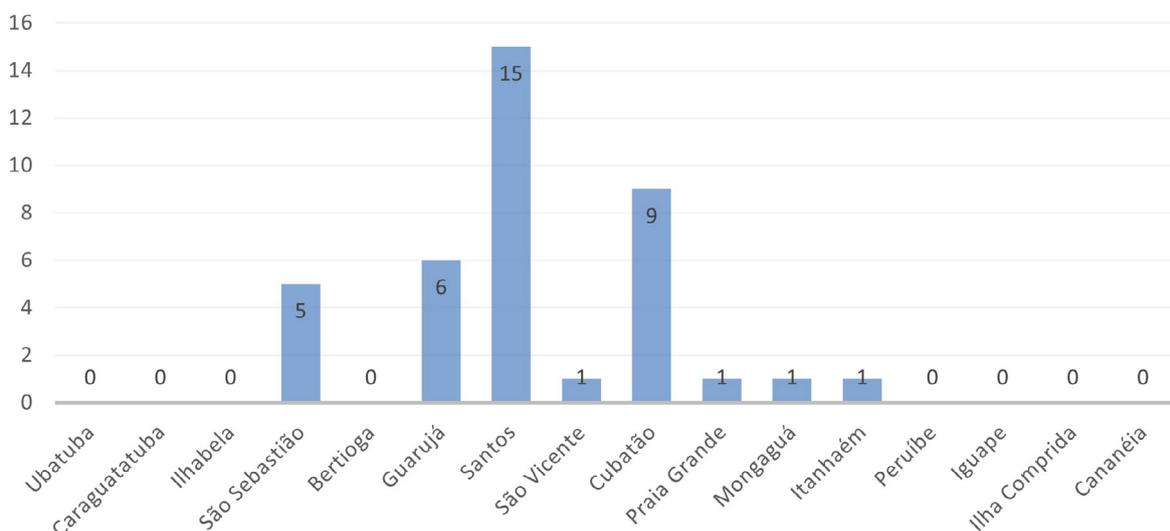
No que se refere à atividade, o transporte rodoviário de produtos químicos figurou como a que mais causou emergências, representando uma porcentagem de 58,56% do total de registros. Emergências envolvendo o transporte aquaviário, ocorrências em que normalmente há a contaminação das águas, foram episódios com pouca frequência de ocorrência (2,4% das ocorrências). Foram registrados para o litoral de São Paulo, poucas ocorrências envolvendo manchas oleosas de origem desconhecida, conhecidas também como manchas órfãs (0,34% das ocorrências) (Gráfico 5.3).

Gráfico 5.3 – Emergências químicas atendidas pela CETESB no ano de 2024, distribuídas por atividade



As emergências ocorridas no litoral tiveram maior incidência na Baixada Santista (34 registros), seguido pelo Litoral Norte (5 registros). Não foram registradas ocorrências no Litoral Sul. Na Baixada Santista, os municípios com maior número de ocorrências registradas foram Santos (15 registros), Cubatão (9 registros) e Guarujá (6 registros). No litoral Norte, as cinco ocorrências foram registradas em São Sebastião (Gráfico 5.4).

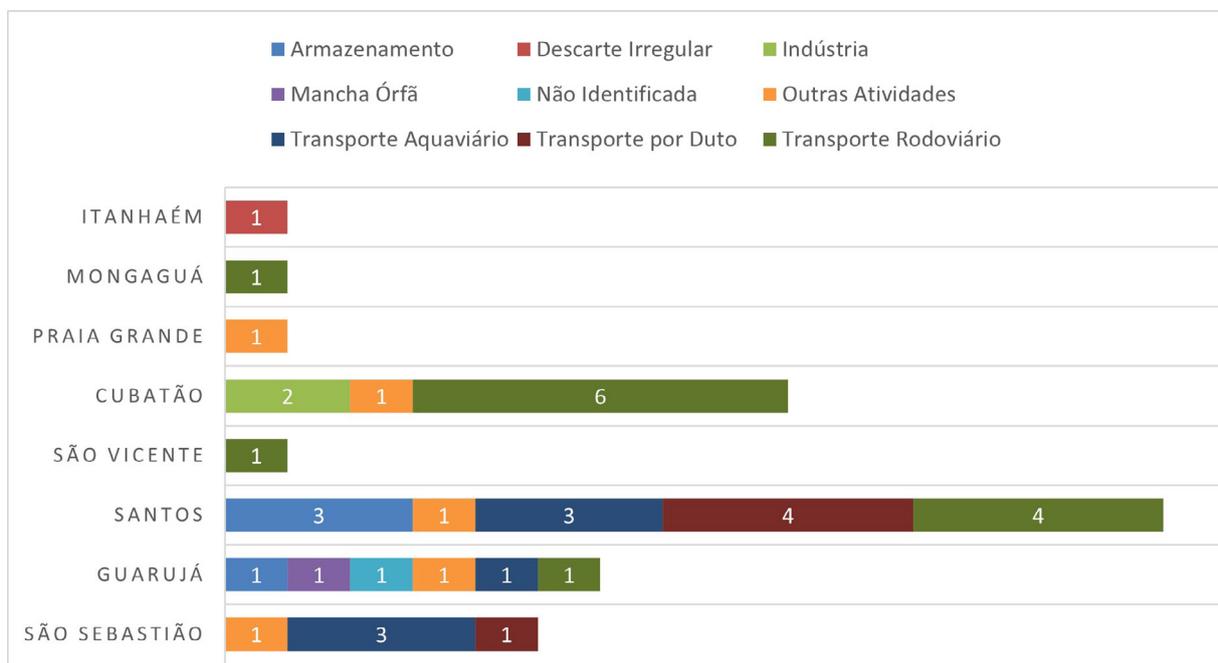
Gráfico 5.4 – Número de ocorrências registradas no ano de 2024, por município do litoral de São Paulo



As emergências envolveram diversas atividades que em sua grande maioria não ocasionaram contaminação das águas costeiras. Tratou-se de acidentes envolvendo atividades de armazenamento de produtos químicos, processos industriais, transporte de produtos por dutos, por rodovias ou transporte aquaviário, descarte irregular em área pública e a presença de manchas oleosas de origem desconhecida (manchas órfãs) (Gráfico 5.5).

Ocorrências classificadas como “não identificadas” se deveram a episódios em que a CETESB após vistoria detectou a presença de produto químico, porém sem a identificação da origem do derrame/vazamento. Algumas ocorrências, classificadas como “outras atividades” se referiram a casos em que o cenário acidental foi distinto dos demais como por exemplo o lançamento de efluente industrial ocorrido na Praia Grande e o lançamento de efluente doméstico ocorrido em Guarujá (Gráfico 5.5).

Gráfico 5.5 – Número de ocorrências registradas no ano de 2024, por município do litoral de São Paulo e por atividade



Ainda que poucas ocorrências tenham efetivamente atingido as águas, em termos espaciais, verifica-se que algumas das emergências ocorreram próximas à costa ou ao estuário, demonstrando a potencial vulnerabilidade das águas costeiras aos acidentes envolvendo produtos químicos (CETESB, 2025b) (Figura 5.1).

Figura 5.1 – Localização espacial das emergências ocorridas no ano de 2024, (hachuradas em azul), nos municípios de São Sebastião, Guarujá, Santos, São Vicente, Cubatão, Praia Grande, Mongaguá e Itanhaém





5.1.2 Descrição das emergências químicas com a contaminação das águas costeiras

Dos 39 acidentes registrados no litoral de São Paulo, apenas seis efetivamente ocasionaram a contaminação das águas costeiras, os quais estão descritos abaixo:

Transporte aquaviário – Vazamento de óleo durante operação de *Ship to Ship* – STS em São Sebastião.

Data: 09.01.2024.

Local: Av. Guarda Mor Lobo Viana, 1111.

Bairro: Centro.

Município: São Sebastião.

Latitude: -23.808691°; Longitude: -45.387144°.

Região: Litoral. UGRHI: 3 – Litoral Norte.

Descrição da Fonte do Vazamento: Vazamento de óleo durante transferência do produto por meio de operação *Ship to Ship* – STS realizada no Terminal Almirante Barroso da Transpetro.

Durante uma operação denominada *Ship to Ship* realizada entre navios atracados no píer do Terminal Almirante Barroso da Transpetro, um dos flanges de conexão dos mangotes apresentou vazamento ocasionado a perda de cerca de 30 litros de petróleo o qual escorreu pelo costado do navio e atingiu o mar. Tendo em vista que a operação envolve a instalação de forma preventiva de barreiras de contenção, o óleo derramado foi contido no interior das barreiras. Contudo, um pequeno volume de óleo ultrapassou a barreira sendo posteriormente recolhido com utilização de materiais absorventes de óleo. O residual de petróleo aderido ao costado do navio foi posteriormente removido antes que a embarcação deixasse o porto.

Mancha Órfã – Presença de mancha oleosa de origem desconhecida, no Canal de Santos.

Data: 18.03.2024.

Local: Av. Bento Pedro da Costa, 65.

Bairro: Conceiçãozinha.

Município: Guarujá.

Latitude: -23.971142°; Longitude: -46.276975°.

Região: Litoral. UGRHI: 7 – Baixada Santista.

Descrição da Fonte do Vazamento: Avistamento de mancha oleosa de origem não identificada presente na proximidade do Terminal de Exportação do Guarujá – TEG.

Durante os preparativos para o abastecimento de óleo para o navio “Pegasus” que se encontrava atracado no píer do TEG, foi avistada uma mancha oleosa cuja origem não foi identificada. O Plano de Emergência Individual - PEI do terminal foi acionado cuja empresa de resposta contratada denominada Brasclean, realizou o cerco da mancha com utilização de barreiras de contenção e o posterior recolhimento do óleo da água com utilização de materiais absorventes. Após as ações não foi mais observada presença de manchas oleosas no estuário.

Mancha Órfã – Presença de mancha oleosa de origem desconhecida, no Canal de Santos.

Data: 22.03.2024.

Local: Av. Bento Pedro da Costa, 65.

Bairro: Conceiçãozinha.

Município: Guarujá.

Latitude: -23.976343°; Longitude: -46.287005°.

Região: Litoral. UGRHI: 7 – Baixada Santista.

Descrição da Fonte do Vazamento: Avistamento de mancha oleosa de origem não identificada presente na proximidade do Terminal de Exportação do Guarujá – TEG.

Equipe do Setor de Monitoramento do TEG identificou uma mancha oleosa de origem não identificada na proximidade do píer do Terminal. O Plano de Emergência Individual - PEI do terminal foi acionado cuja empresa de resposta contratada denominada Brasclean, isolou o perímetro com utilização de barreiras de contenção e realizou o recolhimento do óleo com utilização de materiais absorventes.

Transporte Aquaviário – Vazamento de óleo durante atividade de remoção de resíduo de navio, em Santos.

Data: 26.04.2024.

Local: Av. Eng. Augusto Barata, s/n.

Bairro: Alemoa.

Município: Santos.

Latitude: -23.921860°; Longitude: -46.346766°.

Região: Litoral. UGRHI: 7 – Baixada Santista.

Descrição da Fonte do Vazamento: Vazamento de óleo durante a operação de retirada de resíduo proveniente de navio para caminhão-tanque.

Durante a atividade de remoção de resíduo oleoso do navio “Maersk Leon” atracado no berço 3 do Brasil Terminal Portuário – BTP para caminhão-tanque localizado a contrabordo, realizada pela empresa Paraná Oil, houve vazamento de cerca de 100 litros de resíduo o qual atingiu o mar. A BTP e a Paraná Oil acionaram seus respectivos Planos de Emergência Individual – PEIs cujas empresas contratadas (Ambipar e Ocean Pact) de forma integrada, realizaram as ações emergenciais de cerco da mancha oleosa com utilização de barreiras de contenção e posterior recolhimento com barreiras absorventes.

Transporte Aquaviário – Vazamento de óleo durante operação de carregamento de navio em Santos

Data: 11.09.2024.

Local: Porto de Santos, Píer da Transpetro.

Bairro: Alemoa.

Município: Santos.

Latitude: -23.922052°; Longitude: -46.364072°.

Região: Litoral. UGRHI: 7 – Baixada Santista.

Descrição da Fonte do Vazamento: Vazamento de óleo durante carregamento para navio.

Durante operação de carregamento de óleo para o navio “Anita Garibaldi”, o qual encontrava-se atracado no píer da Transpetro em Alemoa, Santos, houve a abertura não prevista de uma válvula do sistema de carregamento do navio (*manifold*) com conseqüente vazamento de óleo (cerca de 10 litros) o qual atingiu o convés, os braços de carregamento e as águas do estuário entre o costado da embarcação e a estrutura do píer. Devido à instalação preventiva de barreiras de contenção durante a atividade, a qual cercava a embarcação, o óleo ficou confinado sendo posteriormente recolhido com utilização de material absorvente.

Transporte por Duto – Vazamento de óleo durante carregamento de navio em São Sebastião

Data: 11.09.2024.

Local: Av. Guarda Mor Lobo Viana, 1111.

Bairro: Centro.

Município: São Sebastião.

Latitude: -23.794785°; Longitude: -45.400497°.

Região: Litoral. UGRHI: 3 – Litoral Norte.

Descrição da Fonte do Vazamento: Vazamento de óleo durante carregamento para navio.

Durante operação de carregamento de óleo combustível marítimo para o navio “Eagle Paraíso”, o qual encontrava-se atracado no píer sul da Transpetro em São Sebastião, houve uma pequena ruptura na tubulação que conduzia o produto, ocasionando o vazamento de óleo para as águas do Canal de São Sebastião. O bombeamento de óleo foi imediatamente paralisado, cessando o vazamento. O óleo presente na água foi contido com utilização de barreiras de contenção e sua remoção foi posteriormente feita com o emprego de materiais absorventes de óleo.

5.2 Mortandades de Peixes 2024 – 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, com o apoio 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).

O levantamento dos dados aqui apresentados foi baseado nos registros dos atendimentos realizados pela CETESB em 2024, além de pesquisas na imprensa, seja em mídia eletrônica ou tradicional.

Nas UGRHs costeiras (3, 7 e 11), foram verificadas dezoito ocorrências de mortandades de peixes em 2024, sendo dez no Litoral Norte, sete na Baixada Santista e uma no Litoral Sul. Entre as mortandades registradas, as causas puderam ser apuradas em 61% das ocorrências.

A Tabela 5.1 a seguir apresenta os registros de mortandades de peixes nas UGRHs 3, 7 e 11 no ano de 2024, apresentando os municípios, datas de ocorrência, os organismos afetados e as possíveis causas.

A prática da despesca foi a causa mais provável para a morte de cardumes de peixes que atingiram praias em três eventos no Litoral Norte e um na Baixada Santista.

A contaminação da água foi causa de morte de peixes, em duas ocorrências registradas no Litoral Norte, ambas no município de São Sebastião, sendo uma referente ao vazamento de esgotos por um poço de visita (PV), atingindo um corpo d'água nas proximidades, na região da praia do Pontal da Cruz. O outro evento de mortandade está relacionado ao vazamento de óleo durante operação de abastecimento de navio, no terminal da Transpetro, no canal de São Sebastião.

Em 2024, o Instituto Meros do Brasil, (comunicação pessoal), registrou o encalhe de onze exemplares de Mero (*Epinephelus itajara*), espécie criticamente ameaçada da fauna brasileira. Esse tipo de encalhe é registrado todos os anos, no final do inverno e início da primavera, mas houve um aumento de ocorrências em relação aos anos anteriores, o que despertou um alerta na população da região costeira. A causa mais provável para a morte dos meros em 2024, de acordo com o Instituto Meros do Brasil, é a baixa a temperatura das correntes, que chegou a 13,9°C, abaixo do suportado pela espécie. Em decorrência dos encalhes, a Fundação Florestal e a CETESB estabeleceram procedimentos para o atendimento a notificações de avistamento de meros moribundos.

As mortes de aves e mamíferos aquáticos não são computadas nos registros de mortandade de peixes da CETESB, mas devem ser assinaladas por se tratar de ocorrências de interesse na conservação da fauna marinha. Em janeiro de 2024 foi registrado o encalhe de uma baleia em estado avançado de decomposição na faixa de areia de Praia Grande no bairro Guilhermina. O Instituto Biopesca não pôde identificar a espécie devido ao estado de deterioração organismo (G1, 16 jan 2024). No dia 10 de maio de 2024, uma baleia-juvarte (*Megaptera novaeangliae*) encalhou em uma praia de Santos e o Instituto Gremar realizou a necropsia do organismo, constatando que se tratava de um macho filhote ou juvenil (G1 Santos, 10 de maio 2024). O Instituto Argonauta relatou o recolhimento de duas baleias no dia 6 de julho de 2024, uma na praia de Paúba e outra na praia de Boracéia, ambas em São Sebastião. Na mesma cidade, na praia de Guaecá, foi encontrada outra baleia no dia 30 de junho de 2024. Ainda segundo o Instituto Argonauta, uma baleia morta foi avistada no mar por pescadores em Ubatuba, na praia de Picinguaba, mas não foi encontrada pelo Instituto (G1 Vale do Paraíba 11 jul 2024). Em 2 de setembro de 2024, uma baleia-juvarte encalhou na praia de Balneário Araçá,

em Ilha Comprida. O desencilhe desse organismo foi realizado por veterinários do Instituto de Pesquisas Cananéia (IPEC) (G1 Santos, 02 set 2024).

A migração de pinguins-de-magalhães (*Spheniscus magellanicus*) em busca de águas mais quentes e alimento, principalmente no outono e inverno, ocorre todos os anos, com encalhe de aves ao longo do litoral do Estado de São Paulo nesse período. Os primeiros animais chegaram à região em maio, mas é a partir de julho que essa passagem se intensifica. Ela segue até meados de setembro, de acordo com o Instituto Argonauta. Em 10 de julho o instituto já havia registrado 43 pinguins em praias de Caraguatatuba, São Sebastião, Ubatuba e Ilhabela - 24 estavam vivos e 19 mortos (G1 Vale do Paraíba, 10 jul 2024).

Tabela 5.1 – Registros de mortandades de peixes nas UGRHs 3 – Litoral Norte, 7 – Baixada Santista e 11- Ribeira de Iguape/Litoral Sul em 2024

UGRHI/Região	Município	Reclamação em	Corpo d'água	Organismo	Causa	Atendido por
3 - LITORAL NORTE	São Sebastião	05/07/2024	Praia do Porto Grande -23.794691, -45.399523	Não especificado	Provável contaminação por vazamento de efluente doméstico	Agência Ambiental de São Sebastião (CMS)
	São Sebastião	05/08/2024	*	*	*	*
	Ubatuba	15/08/2024	Praia da Enseada -23.493197, -45.090054	Mero (<i>Epinephelus itajara</i>)	Provavelmente ligado a alteração de temperatura causada por ressurgência	Instituto Argonauta
	São Sebastião	27/09/2024	Córrego que deságua na Praia de Pontal da Cruz -23.778901, -45.399303	Não especificado	Vazamento de PV da SABESP atingindo rio e mar	Agência Ambiental de São Sebastião (CMS)
	Caraguatatuba	03/10/2024	Lagoa Azul, Praia de Capricórnio -23.621358, -45.360352	Não especificado	Inconclusivo	Agência Ambiental de São Sebastião (CMS)
	Caraguatatuba	06/10/2024	Entre a Praia do Camaroeiro -23.623947, -45.399273 e Foz do Rio Juqueriquerê -23.706257, -45.425822	Não especificado	Possível despesca	Agência Ambiental de São Sebastião (CMS)
	São Sebastião	11/10/2024	Canal de São Sebastião, píer Sul -23.803603, -45.385852	Não especificado	Vazamento de óleo combustível marítimo durante operação de abastecimento (Transpetro)	Agência Ambiental de São Sebastião (CMS)
	Caraguatatuba	06/11/2024	Praia do Indaiá -23.636314, -45.419150	Não especificado	Possível despesca	Agência Ambiental de São Sebastião (CMS)
	Caraguatatuba	13/11/2024	Praia do Indaiá -23.636314, -45.419150	Não especificado	Possível despesca	Agência Ambiental de São Sebastião (CMS)
	São Sebastião	31/12/2024	*	*	*	*
7 - BAIXADA SANTISTA	Santos	09/01/2024	Canal de Drenagem - Av Campos Salles x Av. Brás Cubas -23.943594 -46.325177	Não especificado	Inconclusivo	Agência Ambiental de Santos (CMN)
	Cubatão	13/02/2024	*	*	Inconclusivo	Agência Ambiental de Santos (CMN)
	Santos	15/02/2024	*	*	*	*
	Santos	08/05/2024	Praia do Gonzaga entre Canais 2 e 3 -23.973318, -46.334744	Sardinhas	Provável despesca	Agência Ambiental de Santos (CMN)
	Guarujá	15/08/2024	Praia da Enseada -23.985990, -46.221711	Mero (<i>Epinephelus itajara</i>)	Provavelmente ligado a alteração de temperatura causada por ressurgência	Instituto Meros do Brasil
	Santos	04/10/2024	*	*	*	*
	Iguape	28/09/2024	Praia do Rio Verde -24.547140, -47.212166	Mero (<i>Epinephelus itajara</i>)	Provavelmente ligado a alteração de temperatura causada por ressurgência	Biólogos do Instituto Bioventura
11 RIBEIRA DE IGUAPE/LITORAL SUL	Peruíbe	10/10/2024	Praia do Guaraú -24.369282, -47.011131	Mero (<i>Epinephelus itajara</i>)	Provavelmente ligado a alteração de temperatura causada por ressurgência	Biólogos do Instituto Bioventura

5.3. Conclusão

Baseado na análise dos registros verifica-se que devido ao pequeno volume de vazamento de produto químico envolvido ou mesmo pela capacidade de diluição do corpo d'água, não foi observado o comprometimento da qualidade das águas ou seu uso recreacional (balneabilidade). Da mesma forma, tanto a resposta prestada pelas empresas por meio do acionamento de seus respectivos planos de emergência, bem como pela gestão dos acidentes pelos órgãos públicos competentes, concorreu para a mitigação dos efeitos ambientais de tais episódios.

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., GIANESELLA-GALVÃO, S., KUTNER, M.B.B., TEIXEIRA C. Ecossistema costeiro

subtropical: nutrientes dissolvidos, fitoplâncton e clorofila-a e suas relações com as condições oceanográficas na região de Ubatuba, SP. **Publicações esp. Inst. Oceanogr.**, São Paulo, (10):9-43, 1993.

ALMEIDA, 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/conamalegiabre.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, 2023. Sistema de Informações sobre Emergências Químicas da CETESB – SIEQ. Disponível em: <<https://sistemasinter.cetesb.sp.gov.br/emergencia/relatorio.php>>. Acessado em 01.04.2024.

CETESB, 2023. Emergências químicas atendidas pela CETESB. Disponível em: <<https://ambientesp.maps.arcgis.com/apps/webappviewer/index.html?id=91e6fc5f77b24af5adc790437acf99bc>>. Acessado em 08.04.2024.

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

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

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

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

SÃO PAULO. Decreto n. 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 Environmental Toxicology and Chemistry. (www.setac.org).

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

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

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

TRAINER, V. L.; BATES, S. S.; LUNDHOLM, N.; THESSEN, A. E.; COCHLAN, W.P.; ADAMS, N. G.; TRICK, C. G

Pseudo-nitzschia physiological ecology, phylogeny, toxicity, monitoring and impacts on ecosystem health. Harmful Algae. 14, p. 271–300, 2012.

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

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

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

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

[http:// www.ciiagro.sp.gov.br/dados/entrada.htm](http://www.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_pagina1

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



Secretaria de  **SÃO PAULO**
Meio Ambiente, Infraestrutura e Logística GOVERNO DO ESTADO

Acompanhe as redes sociais da CETESB:



[Site: cetesb.sp.gov.br](http://cetesb.sp.gov.br)



[Facebook: facebook.com/cetesbsp](https://facebook.com/cetesbsp)



[Linkedin: linkedin.com/company/cetesb](https://linkedin.com/company/cetesb)



[Instagram: instagram.com/cetesbsp](https://instagram.com/cetesbsp)



[SoundCloud: soundcloud.com/cetesbsp](https://soundcloud.com/cetesbsp)