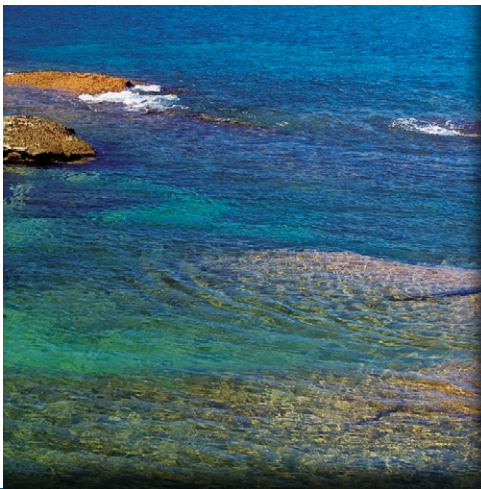


QUALIDADE DAS ÁGUAS COSTEIRAS

NO ESTADO DE SÃO PAULO



2023

SÉRIE RELATÓRIOS



GOVERNO DO ESTADO DE SÃO PAULO

SECRETARIA DE MEIO AMBIENTE, INFRAESTRUTURA E LOGÍSTICA

CETESB - COMPANHIA AMBIENTAL DO ESTADO DE SÃO PAULO

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

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

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

CETESB - Companhia Ambiental do Estado de São Paulo

Diretoria de Gestão Corporativa
Liv Nakashima Costa - Diretora

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

Diretoria de Engenharia e Qualidade Ambiental
Carolina Fiorillo Mariani - Diretora

Diretoria de Avaliação de Impacto Ambiental
Mayla Matsuzaki Fukushima - Diretora

QUALIDADE DAS ÁGUAS COSTEIRAS NO ESTADO DE SÃO PAULO

S É R I E R E L A T Ó R I O S

GOVERNO DO ESTADO DE SÃO PAULO

SECRETARIA DE MEIO AMBIENTE, INFRAESTRUTURA E LOGÍSTICA

CETESB - COMPANHIA AMBIENTAL DO ESTADO DE SÃO PAULO

2023

São Paulo ▪ 2024

Dados Internacionais de Catalogação

(CETESB – Biblioteca, SP, Brasil)

C418q CETESB (São Paulo)
Qualidade das águas costeiras no estado de São Paulo 2023 [recurso eletrônico] / CETESB ; Coordenação geral Maria Helena R.B. Martins ; Coordenação técnica Fábio Netto Moreno, Cláudia Condé Lamparelli ; Equipe técnica Cláudia Condé Lamparelli ... [et al.] ; Mapas e figuras Aparecida Cristina Camolez ; Colaboradores Maria Inês Zanoli Sato ... [et al.]. – São Paulo : CETESB, 2024.
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 : 117 p., 8 MB) + 8 apêndices A-H
(arquivos : 40 MB)
Disponível em:
<<http://cetesb.sp.gov.br/aguas-costeiras/publicacoes-e-relatorios/>>
ISBN 978-65-5577-088-9

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 2024.
Av. Prof. Frederico Hermann Jr., 345
Pinheiros – SP – Brasil – CEP 05459900

FICHA TÉCNICA

Diretoria de Engenharia e Qualidade Ambiental

Biól. Carolina Fiorillo Mariani Diretora

Coordenação geral

Quím. Maria Helena R. B. Martins

Gerente do Departamento de Qualidade Ambiental

Coordenação técnica

Biól. Fábio Netto Moreno

Gerente da Divisão de Qualidade das Águas e do Solo

Biól. Cláudia Conde Lamparelli

Gerente do Setor de Águas Litorâneas

Equipe técnica

Biól. Cláudia Conde Lamparelli

Biól. Karla Cristiane Pinto

Biól. Marta Ferreira de Lima de Cano

Eng. Felipe Bazzo Tomé

Geóg. Aparecida Cristina Camolez

Estag. Ana Laura Arraval de Deus

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 Monitoramento Automático das Águas

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

Capa: Vera Severo

Edição/Diagramação

Phábrica de Produções:

Alecsander Coelho, Daniela Bissiguini, Ércio Ribeiro, Paulo Ciola, Kauê Rodrigues e Rebeca Tonello

Setor de Análises Toxicológicas

Divisão de Microbiologia e Parasitologia Setor de Toxicologia e Genotoxicidade

Setor de Química Inorgânica

Setor de Química Orgânica

Produção Editorial, Fotolito e Impressão

CETESB - Companhia Ambiental do Estado de São Paulo

Concluído em setembro/2024

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 UGRHs	18
Tabela 1.2 – Crescimento populacional no período entre 2010 e 2022	19
Tabela 1.3 – ETEs e EPCs em funcionamento no Litoral Paulista	22
Tabela 1.4 – Cálculo do ICTEM para os municípios litorâneos.....	24
Tabela 1.5 – Elementos de composição do ICTEM para municípios com ETE e para municípios com EPC.....	25
Tabela 1.6 – Informações sobre saneamento básico nos municípios do litoral paulista	26
Tabela 2.1 – Variáveis determinadas na água.....	31
Tabela 2.2 – Variáveis determinadas no sedimento	33
Tabela 2.3 – Parâmetros que compõem o IQAC.....	34
Tabela 2.4 – Valores e classificação para cada faixa do IQAC.....	34
Tabela 2.5 – Proposta de classificação do ambiente marinho com base nas concentrações de Clorofila-a	35
Tabela 2.6 – Proposta de classificação do ambiente estuarino baseada nas concentrações de Clorofila-a	35
Tabela 2.7 – Valores de referência para concentrações de nutrientes nos sedimentos	36
Tabela 2.9 – Classificação para os parâmetros microbiológicos	37
Tabela 3.1 – Classificação anual por ponto e média das áreas monitoradas na Rede Costeira (Litoral Norte) de acordo com o IQAC – 2023	40
Tabela 3.2 – Classificação anual por ponto e médias das áreas monitoradas na Rede Costeira de acordo com o IQAC – 2023 – Baixada Santista e Litoral Sul	41
Tabela 3.3 – Valores médios de Clorofila-a ($\mu\text{g/L}$) e suas classificações por ponto, de acordo com o Índice de Estado Trófico Costeiro - IETC - primeira e segunda campanhas de 2023	49
Tabela 3.5 – Resultados de Granulometria das áreas por ponto – Litoral Norte 2023.....	57
Tabela 3.6 – Resultados de Granulometria das áreas por ponto - Baixada Santista e Litoral Sul 2023	58
Tabela 3.7 – Qualidade ecotoxicológica dos sedimentos em 2023.....	61
Tabela 4.1 – Valores médios anuais de Clorofila-a ($\mu\text{g/L}$) e suas classificações do IETC por área, de 2015 a 2023 (LN-Litoral Norte; BS-Baixada Santista; LS-Litoral Sul)	82
Tabela 4.2 – Porcentagem de amostras de sedimentos com compostos de HPAs no Litoral Paulista em 2023	84
Tabela 4.3 – Ocorrência de metais nos sedimentos do litoral paulista em 2023	85
Tabela 4.4 – Classificação ecotoxicológica dos sedimentos costeiros de 2018 a 2023	88
Tabela 4.5 – Classificação da qualidade microbiológica dos sedimentos dos pontos da rede costeira para 2023. Baseada na concentração de Coliformes Termotolerantes (NMP/100mL) e <i>Clostridium perfringens</i> (NMP/100mL)	91
Tabela 5.1 – Distribuição das ocorrências atendidas pela CETESB, por atividade, nos diferentes municípios do Litoral de São Paulo em 2023	102
Tabela 5.2 – Registros de mortalidades de peixes nas UGRHs 3 – Litoral Norte e 7 – Baixada Santista em 2023.....	110

LISTA DE QUADROS

Quadro 2.1 – Descrição e localização das áreas avaliadas	30
Quadro 3.1 – Siglas das áreas avaliadas.....	42
Quadro 3.2 – Características dos gêneros potencialmente produtores de biotoxinas detectados no monitoramento	54
Quadro 3.3 – Resultado da verificação de organismo potencialmente tóxicos. Análise qualitativa e quantitativas. Dados de 2023	55
Quadro 3.4 – Densidades absolutas (cél/L) dos organismos potencialmente tóxicos - 2023	56
Quadro 4.1 – Evolução do IQAC médio das áreas entre 2012 e 2023	78

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1.1 – Aumento populacional baseado nas estimativas populacionais oficiais de 2010 e 2022.....	19
Gráfico 1.2 – Intensidades de chuva mensais e anuais na UGRHI 3 – Litoral Norte em 2023.....	20
Gráfico 1.3 – Intensidades de chuva mensais e anuais na UGRHI 7 – Baixada Santista em 2023	20
Gráfico 1.4 – Intensidades de chuva mensais e anuais na UGRHI 11 – Ribeira de Iguape/Litoral Sul em 2023	21
Gráfico 3.1 – Classificação das áreas pelo IQAC médio em 2023	41
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 2023	42
Gráfico 3.3 – Diagrama de caixa dos resultados de Nitrogênio Amoniacal em 2023 e padrão de qualidade (linha verde).....	43
Gráfico 3.4 – Média das concentrações de OD na água e padrões de qualidade para águas salobras e salinas das áreas da rede costeira em 2023	43
Gráfico 3.5 – Diagrama de caixa dos resultados de OD em 2023 e padrões de qualidade para águas salinas (linha verde) e para águas salobras (linha amarela)....	44
Gráfico 3.6 – Média das concentrações de COT (mg/L) e padrão de qualidade na água das áreas da rede costeira em 2023	44
Gráfico 3.7 – Diagrama de caixa dos resultados de COT em 2023 e padrão de qualidade (linha verde).....	45
Gráfico 3.8 – Média das concentrações de Fósforo Total (PT) (mg/L) na água das áreas da rede costeira em 2023 e padrões de qualidade para águas salobras e salinas	45
Gráfico 3.9 – Diagrama de caixa dos resultados de Fósforo Total em 2023 e padrões de qualidade para águas salinas (linha verde) e para águas salobras (linha amarela)	46
Gráfico 3.10 – Média das concentrações de Clorofila-a (µg/L) nas amostras de água das áreas da rede costeira em 2023 e valores de referência para águas salobras e salinas	47
Gráfico 3.11 – Diagrama de caixa dos resultados de Clorofila-a em 2023 e padrões de qualidade para águas salinas (linha verde) e salobras (linha amarela).....	47
Gráfico 3.12 – Média geométrica das concentrações de Enterococos (UFC/100 mL) – 2023 e padrão de qualidade	48
Gráfico 3.13 – Porcentagem por classes de estado trófico nas amostras de superfície e meio da coluna de água nas duas campanhas de amostragem - 2023	50
Gráfico 3.14 – Porcentagem da densidade dos grandes grupos por ponto.....	52
Gráfico 3.15 – Médias das densidades totais de organismos fitoplanctônicos (org/L) por ponto e por ano de: 2017 a 2023.....	53
Gráfico 3.16 – Concentração média de COT (%) dos sedimentos nas áreas monitoradas em 2023 e Valores de Referência da CETESB para áreas salobras e salinas.....	59
Gráfico 3.17 – Concentração média de Nitrogênio Kjeldahl Total (mg/kg) dos sedimentos nas áreas da rede de monitoramento costeiro) em 2023 e Valores de Referência da CETESB para áreas salobras e salinas.....	59
Gráfico 3.18 – Concentração média de Fósforo Total (mg/kg) dos sedimentos nas áreas da rede de monitoramento costeiro em 2023 e Valores de Referência da CETESB para áreas salobras e salinas.....	60
Gráfico 3.19 – Médias das concentrações de Coliformes Termotolerantes (NMP/100g) nos sedimentos em 2023.....	62
Gráfico 3.20 – Médias das concentrações de <i>C. perfringens</i> (NMP/100g) nos sedimentos costeiros em 2023.....	62
Gráfico 4.1 – Distribuição Percentual da classificação das áreas pelo IQAC médio em 2023.....	77
Gráfico 4.2 – Evolução da distribuição percentual das categorias do IQAC por ponto de 2012 a 2023.....	78
Gráfico 4.3 – Porcentagem de áreas que apresentaram não conformidade por variável em 2023.....	79
Gráfico 4.4 – Porcentagem de amostras de água não conformes por variável em 2023 na Rede Costeira: Todo o Litoral (A), Águas Salobras (B) e Águas Salinas (C)	80
Gráfico 4.5 – Evolução da distribuição do IETC - 2019 a 2023.....	81
Gráfico 4.6 – Porcentagem de ocorrência de HPAs nos sedimentos do Litoral Paulista em 2023.....	83
Gráfico 4.7 – Ocorrência de metais nos sedimentos do Litoral Paulista em 2023	85
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 2023	86
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 2023	87
Gráfico 4.10 – 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)	89
Gráfico 4.11 – Percentual de amostras nas três regiões costeiras que não apresentaram toxicidade para <i>Grandidierella bonnieroides</i> nos ensaios com sedimento entre 2018 e 2023 (exceto 2021)	89
Gráfico 4.12 – Porcentagem nas classes de qualidade microbiológica de acordo com índice de sedimentos em 2023 - (A) Coliformes Termotolerantes (B) <i>Clostridium perfringens</i>	92
Gráfico 5.1 – Emergências atendidas pela CETESB no período de 01 de janeiro de 1978 a 31 de dezembro de 2023, por região (Região Metropolitana, interior e litoral)	100
Gráfico 5.2 – Emergências químicas atendidas pela CETESB no ano de 2023, distribuídas por região (Região Metropolitana, interior e litoral)	100
Gráfico 5.3 – Emergências químicas atendidas pela CETESB no ano de 2023, distribuídas por atividade.....	101

LISTA DE FIGURAS

Figura 1.1 – Classificação das águas.....	16
Figura 1.2 – Fatores que influenciam a qualidade das águas costeiras.....	17
Figura 2.1 – Modelo conceitual do índice.....	34
Figura 3.1 – Densidades de organismos fitoplanctônicos (org/L) e distribuição por táxon, por ponto em 2023.....	52
Figura 3.2 – Fotos de Diatomáceas (A) <i>Cyclotella litoralis</i> ; (B) <i>Coscinodiscus sp</i> e (C) <i>Skeletonema</i>	53
Figura 3.3 – Organismos potencialmente produtores de toxina, tipo de toxina, tipos de intoxicação e sintomas em humanos.....	55
Figura 5.1 – Localização espacial das emergências ocorridas no ano de 2023, (hachuradas em azul), nos municípios de Ubatuba, Guarujá, Santos, São Vicente, Cubatão, Praia Grande, Peruíbe, Iguape e Cananeia.....	103
Figura 5.2 – Barreira de contenção aplicada ao redor do navio para propiciar o cerco preventivo para o caso de vazamento durante as operações de abastecimento (a) e detalhe da limpeza realizada ao longo do casco do navio de modo a evitar a contaminação das águas quando de sua partida do porto (b).....	107
Figura 5.3 – Mancha oleosa identificada na proximidade do Terminal XXXIX (a) e contenção do resíduo oleoso lançado a partir do bueiro do sistema pluvial do município (b).....	108

LISTA DE MAPAS

Mapa 1.1 – Localização das ETEs e EPCs em funcionamento no Litoral Norte.....	23
Mapa 1.2 – Localização ETEs e EPCs em funcionamento na Baixada Santista.....	23
Mapa 1.3 – Localização das ETEs em funcionamento no Litoral Sul.....	24
Mapa 1.4 – Percentual de coleta de esgoto por município.....	28
Mapa 2.1 – Distribuição das áreas monitoradas.....	29
Mapa 4.3 – Índice de Qualidade de Água Costeira 2023 – Litoral Norte (norte).....	94
Mapa 4.2 – Índice de Qualidade de Água Costeira 2023 – Litoral Norte (sul).....	95
Mapa 4.3 – Índice de Qualidade de Água Costeira 2023 – Baixada Santista (norte).....	95
Mapa 4.4 – Índice de Qualidade de Água Costeira 2023 – Baixada Santista (sul).....	96
Mapa 4.5 – Índice de Qualidade de Água Costeira 2023 – 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).....	97
Mapa 4.8 – Avaliação da qualidade dos sedimentos – Baixada Santista (sul).....	98
Mapa 4.9 – Avaliação da qualidade dos sedimentos – Litoral Sul.....	98

Sumário

1 • Introdução: Conceitos e Legislação	15
1.1 Qualidade da Água	15
1.1.1 Resolução CONAMA nº 357/2005	16
1.1.2 Enquadramento	17
1.1.3 Fatores que influenciam a qualidade das águas costeiras	17
1.2 Características da Zona Costeira do Estado de São Paulo	18
1.2.1 Aspectos Demográficos	18
1.2.2 Balanço hídrico nas UGRHs do litoral	20
1.3 Aspectos de Saneamento	21
2 • Metodologia e Índices de Qualidade	29
2.1 Metodologia de amostragem e parâmetros	29
2.1.1 Distribuição espacial e temporal do monitoramento	29
2.1.2 Qualidade das águas	31
2.1.3 Microalgas (fitoplâncton)	32
2.1.4 Qualidade dos sedimentos	32
2.2 Índices de Qualidade de Água	33
2.2.1 Índice de qualidade de águas costeiras (IQAC)	33
2.2.2 Índice de estado trófico costeiro (IETC)	35
2.3 Índices de Qualidade de Sedimento	36
2.3.1 Critérios de qualidade para sedimentos	36
2.3.2 Índice de qualidade ecotoxicológica do sedimento	36
2.3.3 Índice de qualidade microbiológica de sedimento costeiro (IQMSC)	37
3 • Qualidade das Águas e Sedimentos: Índices e Resultados	39
3.1 Amostras de água	39
3.2 Amostras de sedimento	40
3.2.1 IQAC - Índice de Qualidade de Águas Costeiras	40
3.2.2 Avaliação dos resultados de qualidade da água	42
3.3 Índice de Estado Trófico – IETC	48
3.4 Fitoplâncton – microalgas tóxicas	51
3.5 Qualidade dos Sedimentos: índices e Granulometria	57
3.5.1 Classificação granulométrica	57
3.5.2 Qualidade Química dos Sedimentos	59
3.5.3 Classificação ecotoxicológica dos sedimentos	60
3.5.4 Qualidade microbiológica dos sedimentos	62
3.6 Análise Integrada por Área Monitorada	63
3.6.1 Picinguaba	63
3.6.2 Baía de Itaguá	63
3.6.3 Saco da Ribeira	64
3.6.4 Tabatinga	65
3.6.5 Cocanha	65
3.6.6 Baía de Caraguatatuba	66
3.6.7 Canal de São Sebastião	66
3.6.8 Barra do Una	67
3.6.9 Área de influência do Rio Itaguapé	68
3.6.10 Canal de Bertioga	68
3.6.11 Canal de Piaçaguera	69

3.6.12 Área de influência do Emissário do Guarujá.....	70
3.6.13 Área de influência do Emissário de Santos.....	70
3.6.14 Canal de Santos.....	71
3.6.15 Canal de São Vicente.....	71
3.6.16 Área de influência do emissário submarino da Praia Grande 1.....	72
3.6.17 Área de Influência do Rio Itanhaém.....	73
3.6.18 Área de Influência Rio Preto.....	73
3.6.19 Mar Pequeno.....	74
3.6.20 Mar de Cananeia.....	74
3.6.21 Laje de Santos.....	75
4 • Síntese.....	77
4.1 Qualidade das Águas.....	77
4.1.1 Índice de qualidade de águas costeiras (IQAC).....	77
4.1.2 Atendimento aos padrões legais de qualidade de água.....	79
4.1.2.1 Distribuição do atendimento nas áreas monitoradas.....	79
4.1.2.2 Proporção de atendimento por variável.....	79
4.2 Índice de estado trófico costeiro (IETC).....	81
4.3 Qualidade dos Sedimentos.....	83
4.3.1 Qualidade química dos sedimentos.....	83
4.3.1.1 Hidrocarbonetos Policíclicos Aromáticos - HPAs.....	83
4.3.1.2 Metais.....	84
4.3.1.3 Carbono Orgânico Total.....	86
4.3.1.4 Nitrogênio Kjeldahl Total.....	87
4.3.2 Avaliação ecotoxicológica dos sedimentos.....	87
4.3.3 Índice de Qualidade microbiológica dos sedimentos.....	90
4.4 Conclusões.....	93
5 • Emergências Químicas em Águas Costeiras.....	99
5.1 Emergências Químicas em Águas Costeiras.....	99
5.1.1 Panorama das principais ocorrências no litoral paulista.....	99
Referências.....	111

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 [Apêndice B](#) encontra-se a legislação geral pertinente sobre as águas costeiras e seus diversos usos.

1.1.1 Resolução CONAMA nº 357/2005

A Resolução do CONAMA nº 357/2005 é o resultado do processo de revisão da Resolução do CONAMA nº 20/1986 iniciado em 2002 e que foi concluído em março de 2005. Sua publicação trouxe ganhos importantes em termos técnicos e institucionais para gestão dos recursos hídricos e para o controle da poluição.

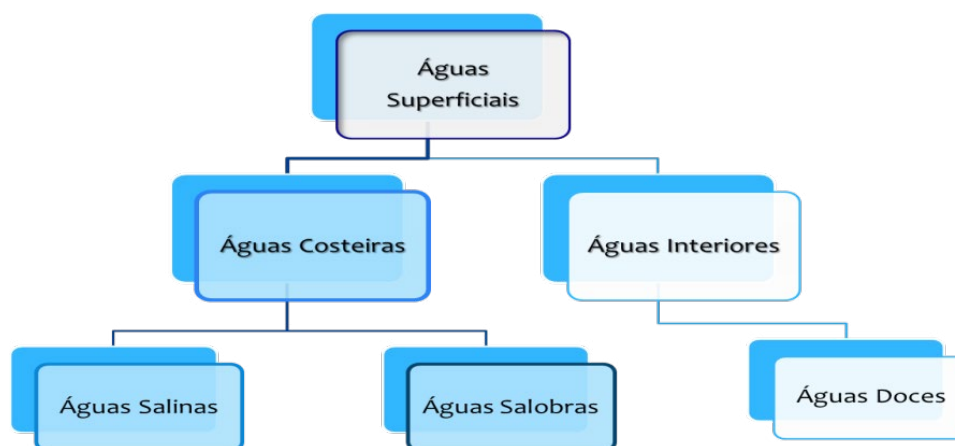
No que se refere às águas costeiras que englobam as águas salinas e salobras, os avanços foram, principalmente, a inclusão de padrões para os nutrientes, que permite a identificação de condições de eutrofização do ambiente; e o estabelecimento de quatro categorias de classes de qualidade de água (Especial,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

Classes de água salinas e salobras

Nessa Resolução são definidos três tipos de água classificadas com base na salinidade:

I Águas doces	Águas com salinidade igual ou inferior a 0,5 %
II Águas salobras	Águas com salinidade superior a 0,5 % e inferior a 30 %
III Águas salinas	Águas com salinidade igual ou superior a 30 %

Figura 1.1 – Classificação das águas



Dentro dessas categorias foram estabelecidas classes de qualidade para atender aos usos predominantes. Para as águas salinas e salobras foram definidas **quatro classes**, a saber:

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

Classe 1: são águas destinadas:

- à recreação de contato primário, conforme Resolução do CONAMA nº 274/2000;
- à proteção das comunidades aquáticas; e
- à aquicultura e à atividade de pesca; e para as águas salobras, ainda:
- ao abastecimento para consumo humano após tratamento convencional ou avançado; e
- à irrigação de hortaliças que são consumidas cruas e de frutas que se desenvolvam rentes ao solo e que sejam ingeridas cruas sem remoção de película, e à irrigação de parques, jardins, campos de esporte e lazer, com os quais o público possa vir a ter contato direto.

Classe 2: são aquelas destinadas:

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

Classe 3: são águas destinadas:

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

1.1.2 Enquadramento

Ressalta-se que, devido ao fato de o enquadramento das águas salinas e salobras ainda não ter sido aprovado, elas deverão ser 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

O IBGE, que todo ano publica uma estimativa atualizada da população no Brasil, por municípios, publicou em 2023, os primeiros resultados do Censo 2022¹. Portanto, as tabelas e os gráficos de população apresentados neste capítulo, que costumam comparar os dados populacionais de um período de dez anos, esse ano fazem referência às informações dos dois últimos censos demográficos (2010 e 2022).

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 16%, e os três municípios do Litoral Sul somam menos de 3% da população.

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

UGRHI	População	%
Litoral Norte	356.118	15,8
Baixada Santista	1.835.584	81,6
Litoral Sul*	57.116	2,5

* Iguape, Ilha Comprida e Cananeia

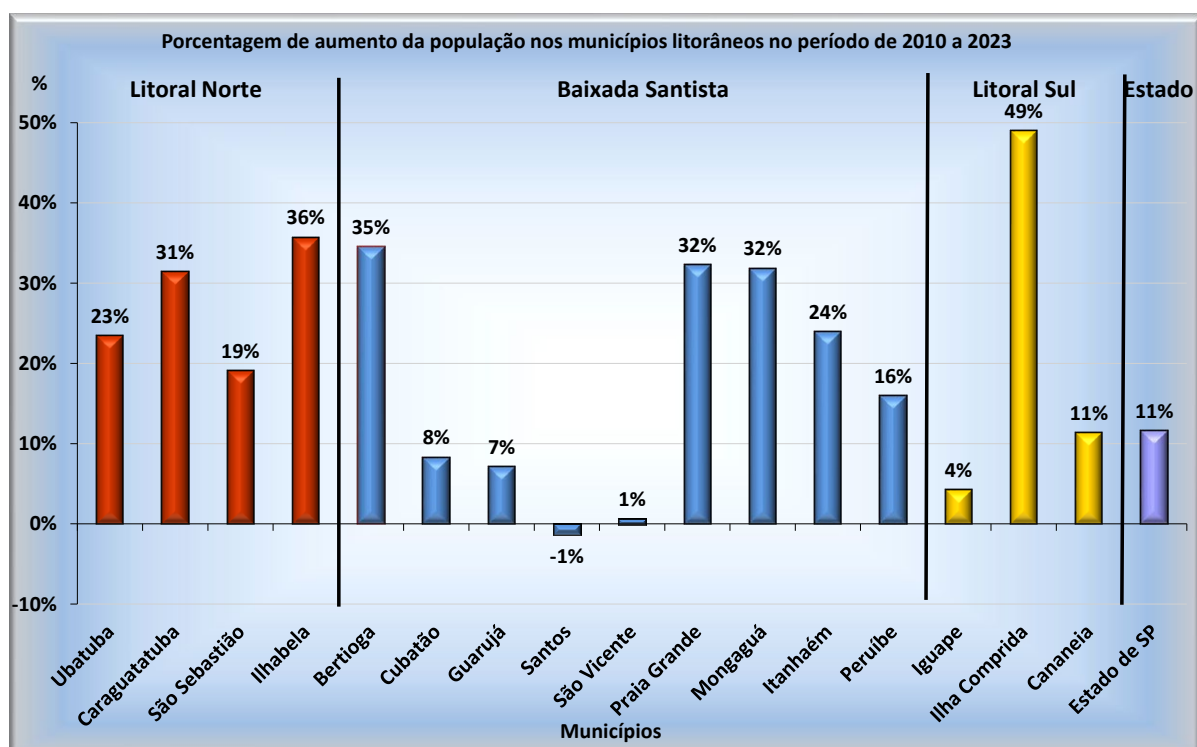
Os dados preliminares do Censo 2022 divulgados pelo IBGE em 2023, mostraram que no litoral de São Paulo, 6 dos 16 municípios apresentam taxa de crescimento superior a 30% no período entre 2010 e 2022 (Tabela 1.2), com destaque para Ilha Comprida, com 49% de crescimento populacional no período. O Gráfico 1.1 mostra a porcentagem de aumento populacional dos municípios litorâneos. Os municípios com os maiores crescimentos foram Ilha Comprida (49%), Ilhabela (36%), Bertioga (35%). Os municípios com menores crescimentos foram Santos (-1%) e São Vicente (1%). Para mais informações sobre o litoral de São Paulo, ver [Apêndice A](#).

1 Fonte: <https://www.ibge.gov.br/estatisticas/sociais/populacao/22827-censo-demografico-2022.html?edicao=35938>, consulta em 22/11/23

Tabela 1.2 – Crescimento populacional no período entre 2010 e 2022

	Município	Censo Demográfico ¹		Aumento absoluto (nº habitantes)	Crescimento no período
		2010	2022		
Litoral Norte	Ubatuba	78.870	97.382	18.512	23%
	Caraguatatuba	100.899	132.558	31.659	31%
	São Sebastião	73.833	87.939	14.106	19%
	Ilhabela	28.176	38.239	10.063	36%
Baixada Santista	Bertioga	47.572	64.018	16.446	35%
	Cubatão	118.797	128.645	9.848	8%
	Guarujá	290.607	311.116	20.509	7%
	Santos	419.757	414.029	-5.728	-1%
	São Vicente	332.424	334.632	2.208	1%
	Praia Grande	260.769	344.834	84.065	32%
	Mongaguá	46.310	61.062	14.752	32%
	Itanhaém	87.053	107.927	20.874	24%
	Peruíbe	59.793	69.321	9.528	16%
	Litoral Sul	Iguape	28.844	30.054	1.210
Ilha Comprida		9.027	13.447	4.420	49%
Cananeia		12.226	13.615	1.389	11%
Estado de São Paulo		41.252.160	46.024.937	4.772.777	12%

Fonte: <https://www.ibge.gov.br/estatisticas/sociais/populacao/22827-censo-demografico-2022.html?edicao=35938>, consulta em 22/11/23

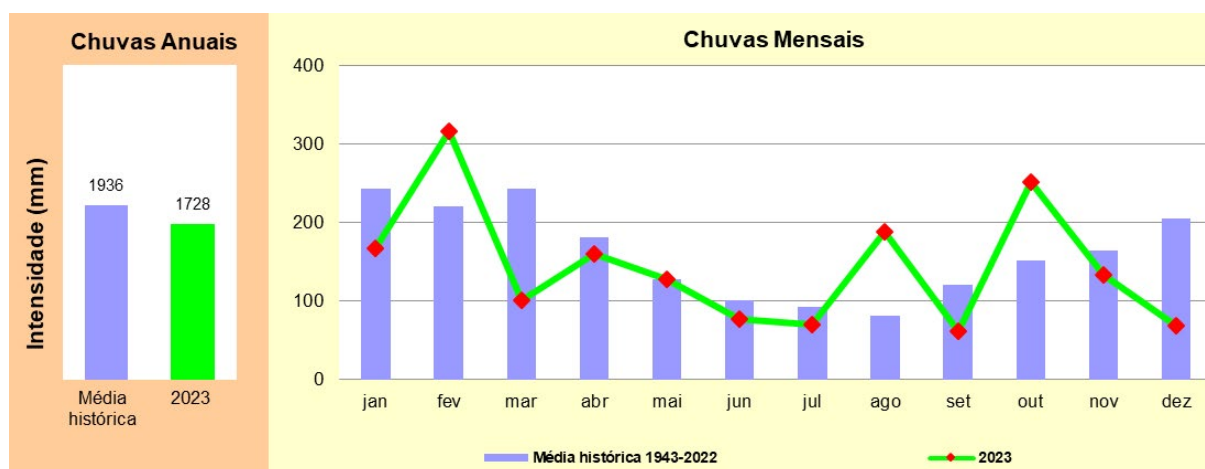
Gráfico 1.1 – Aumento populacional baseado nas estimativas populacionais oficiais de 2010 e 2022

1.2.2 Balanço hídrico nas UGRHs do litoral

A avaliação da disponibilidade hídrica no litoral do estado de São Paulo foi realizada tomando-se as médias mensais dos valores registrados nos postos pluviométricos nas três UGRHs da região. Os gráficos a seguir mostram a chuva anual e as chuvas mensais de 2023 comparadas à média histórica.

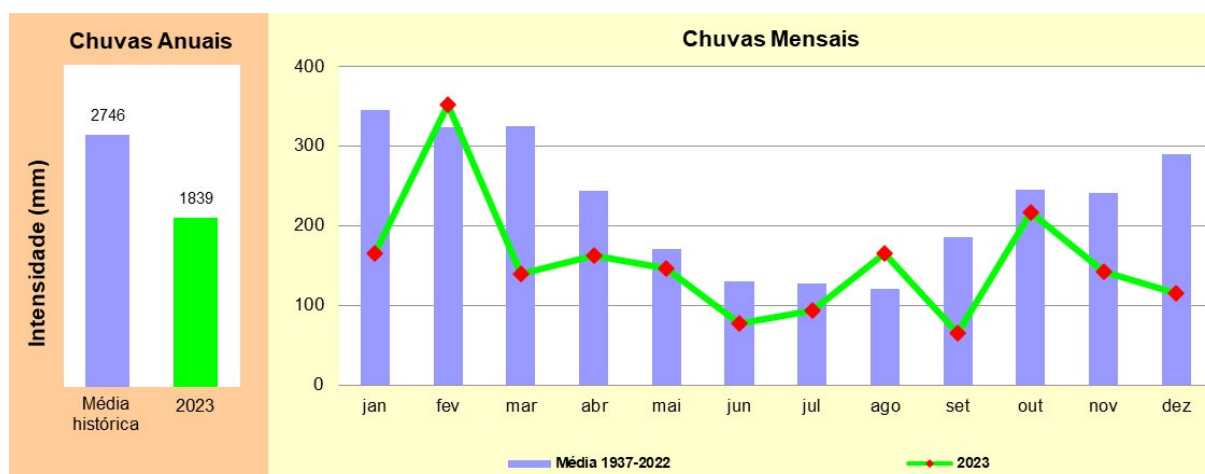
No Litoral Norte (Gráfico 1.2), verifica-se que o volume anual de chuva de 2023, foi 11% menor que a média histórica. Nota-se pelo gráfico que somente os meses de fevereiro, agosto e outubro choveu acima do índice de média histórica, com destaque para os meses de março e dezembro, com acumulado de chuva menor que a metade da média histórica.

Gráfico 1.2 – Intensidades de chuva mensais e anuais na UGRHI 3 – Litoral Norte em 2023



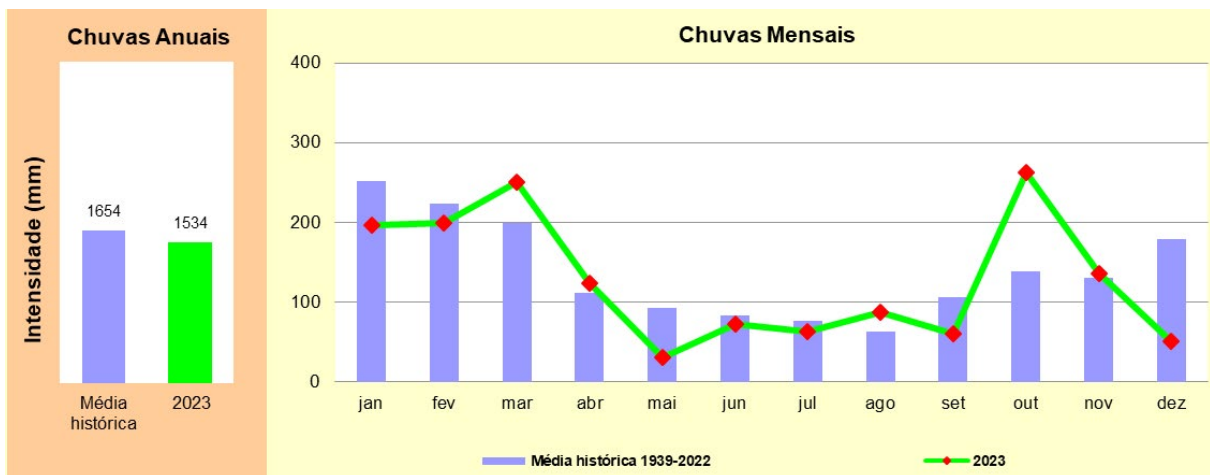
Na Baixada Santista (Gráfico 1.3), o volume anual de chuva de 2023 foi inferior à média histórica, pelo segundo ano (33% menor). Somente os meses de fevereiro e agosto mostraram índices superiores à média, os demais foram inferiores ou muito próximo à média, com destaque para os meses de janeiro, março, setembro e dezembro.

Gráfico 1.3 – Intensidades de chuva mensais e anuais na UGRHI 7 – Baixada Santista em 2023



O Gráfico 1.4 da UGRHI 11 mostra o total acumulado anual de chuvas de toda a região e não apenas dos municípios litorâneos (Iguape, Ilha Comprida e Cananeia) e observa-se que o volume acumulado de chuva em 2023 foi 7% inferior à média. Da mesma forma que as demais UGRHIs, os meses de fevereiro, agosto e outubro, foram os que tiveram chuva superior à média, os demais foram inferiores ou muito próximo à média, merecendo destaque os meses de janeiro, março, setembro e dezembro.

Gráfico 1.4 – Intensidades de chuva mensais e anuais na UGRHI 11 – Ribeira de Iguape/Litoral Sul em 2023



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

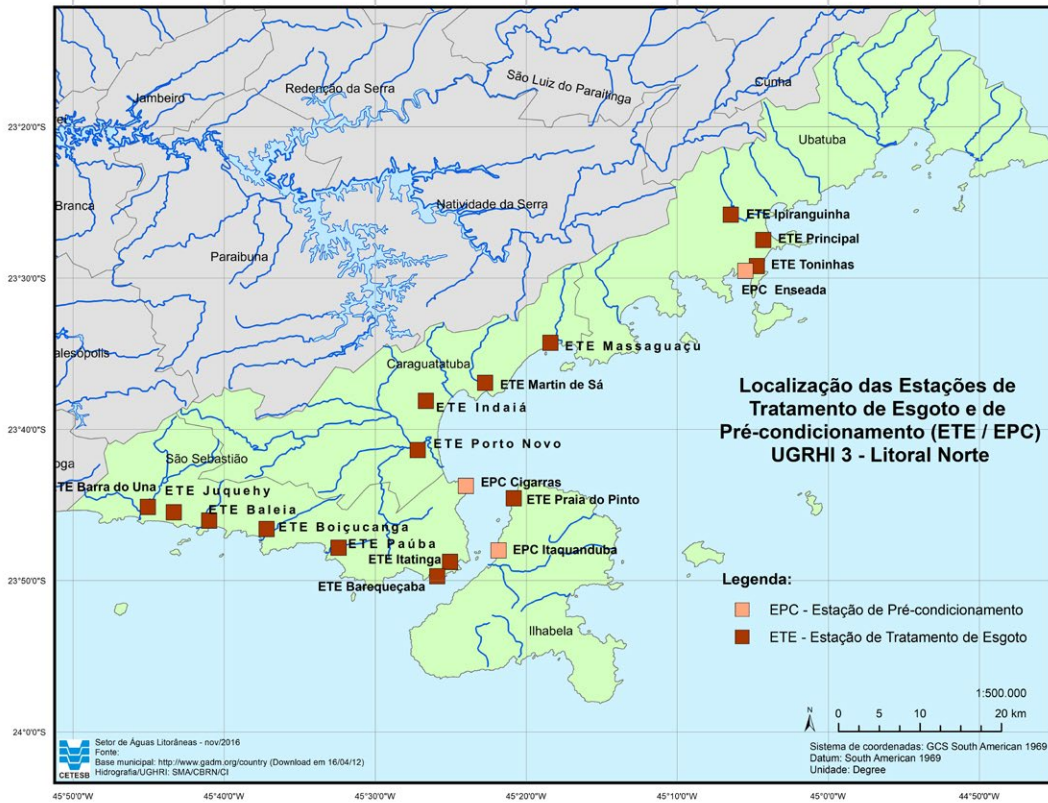
LITORAL NORTE		BAIXADA SANTISTA		LITORAL SUL	
Município	ETE / EPC	Município	ETE / EPC	Município	ETE / EPC
Ubatuba	CDHU	Bertioga	Vista Linda	Iguape	Barra da Ribeira
	Ipiranguinha		Bertioga		Iguape
	Principal	Cubatão	Casqueiro	Ilha Comprida	Ilha Comprida 1
	Enseada (EPC + emissário)		Lagoa		Ilha Comprida 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.

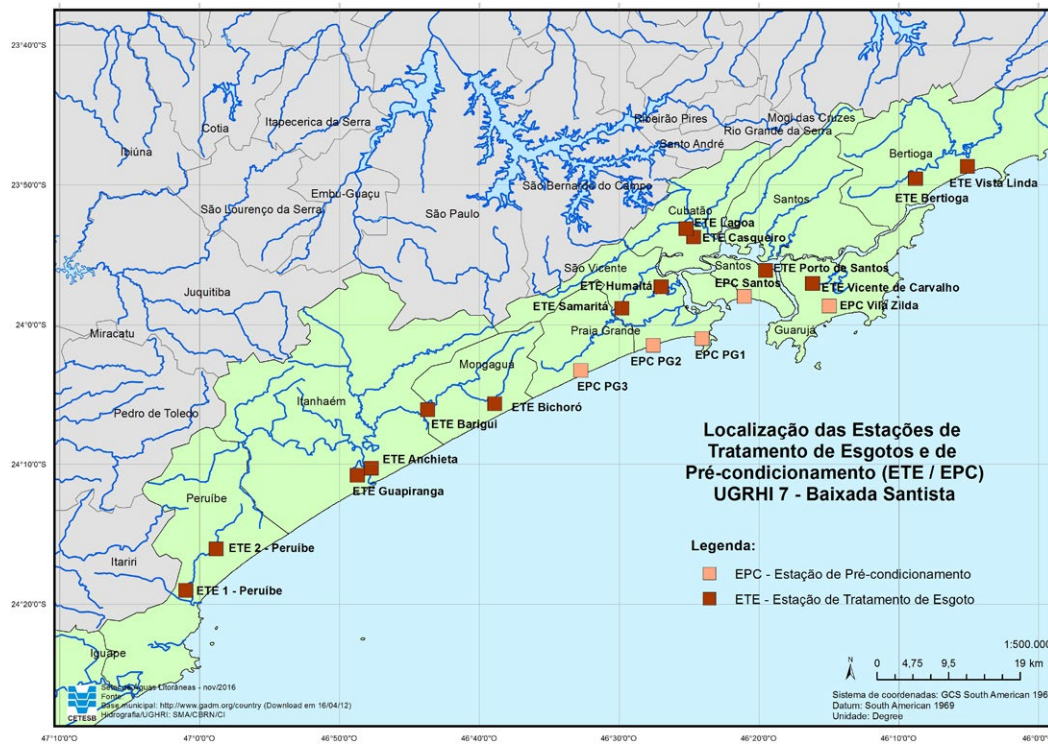
A ETE Porto de Santos é administrada por empresa privada.

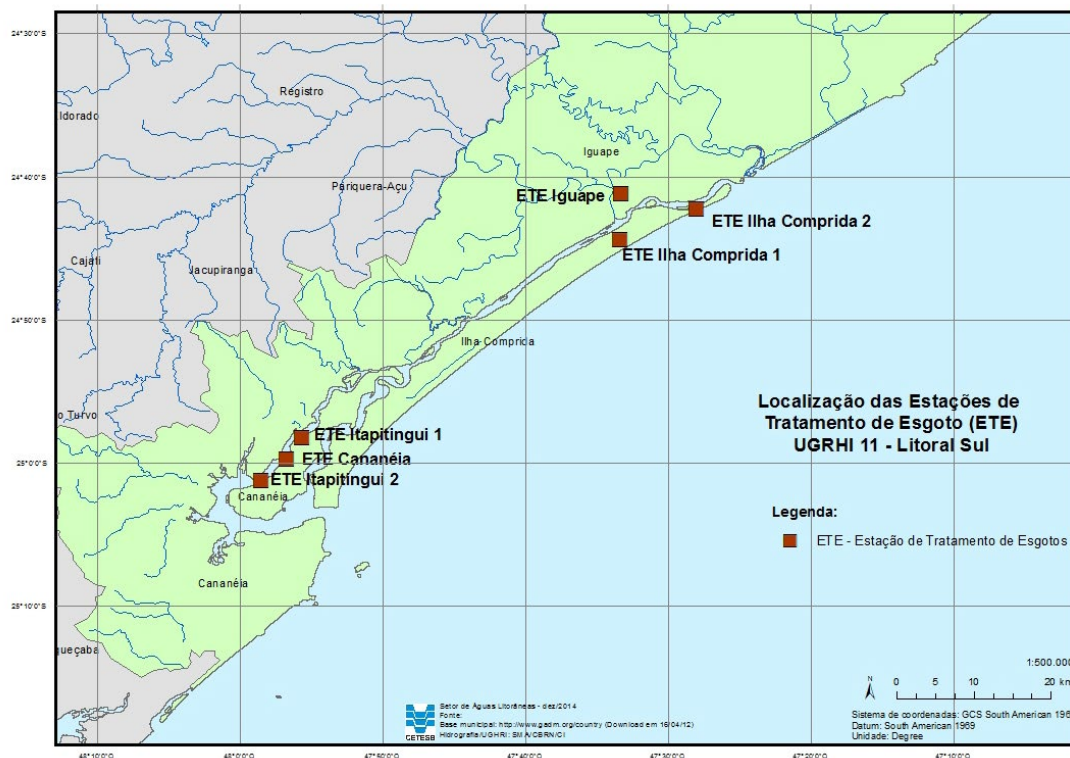
Obs.: As estações de condicionamento dos emissários da Enseada e Cigarras possuem cargas poluidoras insignificantes.

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

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

A CETESB aplica o Índice de Coleta e Tratabilidade de Esgotos da População Urbana de Municípios - ICTEM para avaliar as condições de saneamento dos municípios do estado de São Paulo. Desde 2019, a CETESB vem utilizando para os municípios litorâneos:

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

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

Tabela 1.4 – Cálculo do ICTEM para os municípios litorâneos

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

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

O ICTEM_{ES} leva em consideração a eficiência de remoção dos sólidos suspensos nas EPCs, cujos padrões são disciplinados pela Resolução CONAMA nº 430/2011, além do destino adequado dos resíduos gerados nesse tipo de tratamento e a qualidade da água do corpo receptor, avaliada por meio do Índice de Qualidade de Águas Costeiras - IQAC da CETESB.

A Tabela 1.5 apresenta o cálculo dos dois subindicadores: ICTEM_{ETE} e do ICTEM_{ES}, que compõem ICTEM para os municípios litorâneos. Mantém-se o maior peso para a eficiência de remoção de carga orgânica, nos dois subindicadores, em relação aos demais elementos. Em 2021, houve alterações nos valores de ponderação, para o cálculo de ICTEM para municípios com EPC.

Tabela 1.5 – Elementos de composição do ICTEM para municípios com ETE e para municípios com EPC

A - Elementos do indicador para municípios com ETE	Composição (%)	Ponderação
População urbana atendida por rede de coleta de esgoto	15	1,5
Tratamento e eficiência de remoção	15	1,5
Eficiência global de remoção	65	6,5
Destino adequado de lodos e resíduos de tratamento	2	0,2
Efluente da estação não desenquadrada a classe do corpo receptor	3	0,3
B - Elementos do indicador para municípios com EPC	Composição (%)	Ponderação
População urbana atendida por rede de coleta de esgoto	15	1,5
População urbana com esgoto coletado, atendida pelo sistema EPC/Emissário	15	1,5
Eficiência global de remoção de sólidos (EPC)	35	3,5
Destino adequado de lodos e resíduos de tratamento	5	0,5
Qualidade do corpo de água (IQAC-CETESB)	30	3
Total	100	10

Notas:

I. coleta: % da população urbana atendida por rede de esgotos ou sistemas isolados;

II. tratamento e eficiência de remoção: % da população urbana com esgoto tratado;

III. a eficiência global de remoção depende da eficiência unitária das ETEs.

Na Tabela 1.6, constam outras informações sobre o saneamento básico nos municípios do litoral paulista, incluindo os percentuais de coleta e tratamento de esgoto para cada um dos municípios, bem como as cargas orgânicas (potencial, removida e remanescente). Os percentuais de coleta apresentados nesta tabela foram calculados com base na população total do município. O ICTEM por município também consta da tabela. As estações de condicionamento e os emissários da Enseada e da Cigarras não foram consideradas no cálculo do ICTEM por possuírem cargas poluidoras insignificantes.

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

UGRHI	Município	População IBGE (2022) ¹		Atendimento (%) ²		Carga Poluidora (kg DBO/dia)			ICTEM	Corpo Receptor
		Total	Urbana	Coleta	Tratamento	Potencial	Removida	Remanescente		
3	Ubatuba	97.382	95.025	36%	99%	5.131	1.664	3.467	3,9	Rios Diversos / Mar
	Caraguatatuba	132.558	128.025	81%	100%	6.913	5.040	1.874	7,1	Rios Diversos
	São Sebastião	87.939	86.945	45%	98%	4.695	1.850	2.845	4,7	Rios Diversos / Mar
	Ilhabela	38.239	37.975	42%	4%	2.051	nd	nd	2,9	Rios Diversos / Mar
Sub-total	4 municípios	356.118	347.970	55%	51%	-	-	-	-	-
7	Bertioga	64.018	63.007	66%	100%	3.402	2.011	1.391	6,6	Rio Itapanhaú
	Guarujá	311.116	311.054	69%	25%	16.797	nd	nd	4,1	Enseada/ Est. de Santos
	Cubatão	128.645	128.645	52%	100%	6.947	3.239	3.708	5,9	Rio Cubatão
	Santos	414.029	413.739	97%	0%	22.342	nd	nd	3,4	Baía de Santos e Canal S.Jorge
	São Vicente	334.632	333.996	79%	20%	18.036	2.526	15.510	3,8	Humaitá, R. Mariana, Samaritá, R. Branco; Insular, Est. de Santos
	Praia Grande	344.834	344.834	80%	0%	18.621	nd	nd	3,2	Mar
	Mongaguá	61.062	60.793	87%	90%	3.283	2.305	977	6,0	Mar
	Itanhaém	107.927	106.912	53%	100%	5.773	2.764	3.009	5,3	Rios Poço, Itanhaém e Curitiba
Sub-total	9 Municípios	1.835.584	1.831.525	78%	20%	-	-	-	-	-
11	Iguape	30.054	25.735	60%	100%	1.390	754	636	5,8	R. Ribeira de Iguape
	Ilha Comprida	13.447	13.447	45%	100%	726	291	435	4,6	Rio Candapuí
	Cananeia	13.615	11.622	83%	100%	628	418	209	8,3	Mar Pequeno
Sub-total	3 Municípios	57.116	50.804	61%	61%	-	-	-	-	-
Total	16	2.248.818	2.230.299	74%	41%	-	-	-	-	-

1 - Fonte: resultado Censo Demográfico 2022 (22/11/23) <http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/populacao/>

2 - Fonte: Setor de Planejamento Estatístico - CETESB

3 - O percentual para cálculo de população urbana refere-se ao Censo Demográfico 2010

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

Dos 16 municípios costeiros, oito apresentaram ICTEM acima de 5,0. No Litoral Norte, o município de Caraguatatuba apresentou o maior ICTEM da região (7,1). Na Baixada Santista, os municípios de Bertioga e Peruíbe apresentaram os maiores ICTEM (6,6 e 6,5, respectivamente). No Litoral Sul, o município de Cananeia é o que apresenta maior ICTEM (8,3), sendo este o maior índice dentre os municípios. Por outro lado, os municípios de Praia Grande (3,2) e Ilhabela (2,9) são os que possuem os menores ICTEM do litoral paulista, são os que possuem os menores ICTEM do litoral paulista. A porcentagem de atendimento por rede coletora nos municípios litorâneos variou de 35% em Ubatuba a 97% em Santos. No Mapa 1.4, é possível observar a distribuição dos percentuais de coleta de esgoto nos municípios litorâneos.

Há ainda outras questões que devem ser consideradas no que se refere ao saneamento básico no litoral. Uma delas é a insuficiência de conexão da população à rede coletora existente, principalmente aquelas de baixa renda, que afetam os resultados decorrentes dos investimentos em saneamento realizados nos últimos anos. Segundo a SABESP, com a 1ª Etapa do Programa Onda Limpa, foram construídos mais de 1.100 km de redes coletoras distribuídas pelos municípios da Baixada Santista e conectadas mais de 110 mil ligações domiciliares. Em 2018, foi iniciada a 2ª Etapa do Programa, com execução das obras de disposição final dos Sistemas 1 e 2 de Praia Grande que já estão operando e, em 2019 foi dada continuidade às obras de coleta e afastamento de esgotos nos municípios de Praia Grande, Mongaguá, São Vicente e Itanhaém, executando até o momento cerca de 97km de redes coletoras e 8 mil ligações domiciliares.

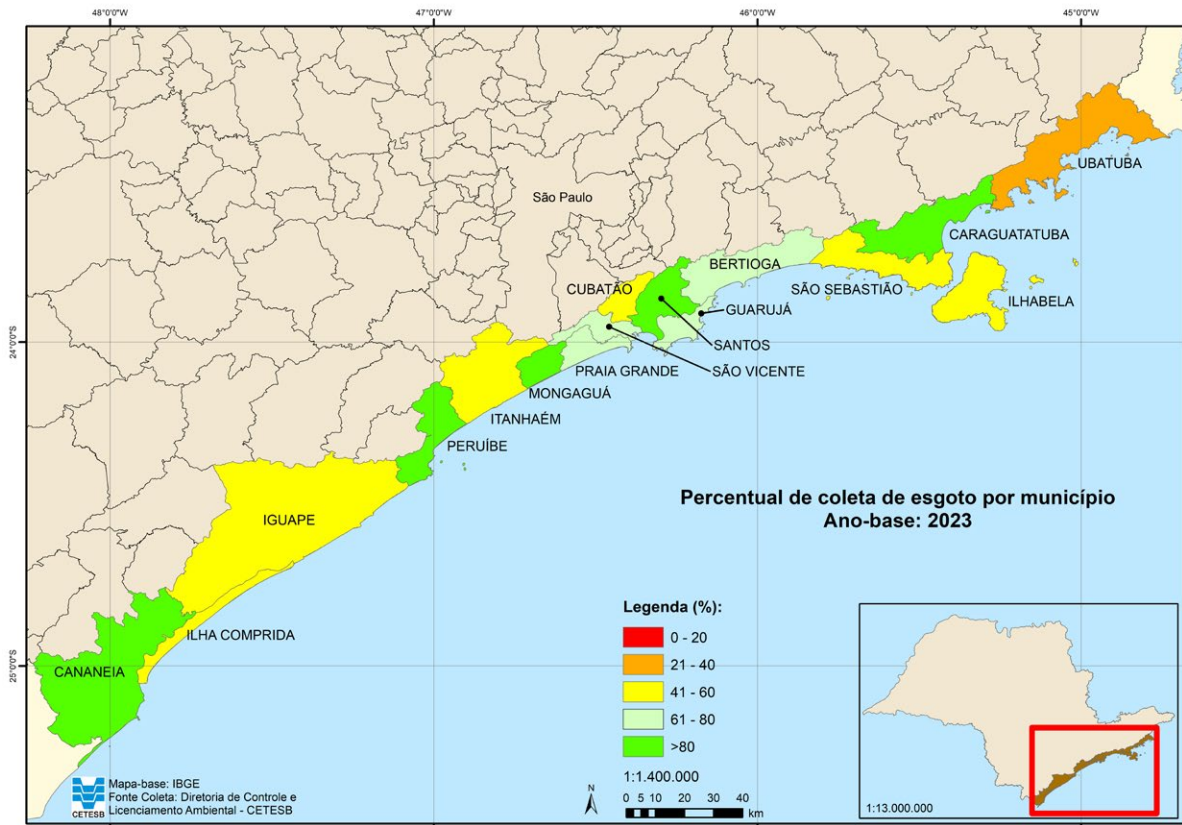
Em 2019, também, o Programa Onda Limpa foi estendido para o Litoral Norte, passando a atender Caraguatatuba, São Sebastião, Ilhabela e Ubatuba e, até agora, já executou e está executando vários investimentos como a implantação do sistema de esgotamento do bairro Gaivotas em Caraguatatuba, SES Barra do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

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

O principal problema na região litorânea é o número de pessoas vivendo em áreas ocupadas irregularmente. Nesses locais, não é possível a instalação de infraestrutura de saneamento básico. Dessa forma, mesmo que a coleta de esgoto abranja toda a população estabelecida regularmente, o esgoto gerado pela parcela da população que apresenta ocupação irregular pode continuar a comprometer a qualidade das praias e das águas costeiras. Assim sendo, seria necessária a regularização dessas áreas ou a transferência da população para áreas regularizadas, o que permitiria que a infraestrutura de saneamento pudesse ser instalada.

Isso mostra que a qualidade da água das praias é uma questão bastante complexa que depende de vários fatores como implantação e manutenção do sistema de esgotamento sanitário (redes de coleta e tratamento de esgotos) e drenagem urbana, uso e ocupação do solo, controle da poluição difusa e conscientização da população para que as ligações na rede de esgotos sejam feitas.

Mapa 1.4 – Percentual de coleta de esgoto por município



2 • Metodologia e Índices de Qualidade

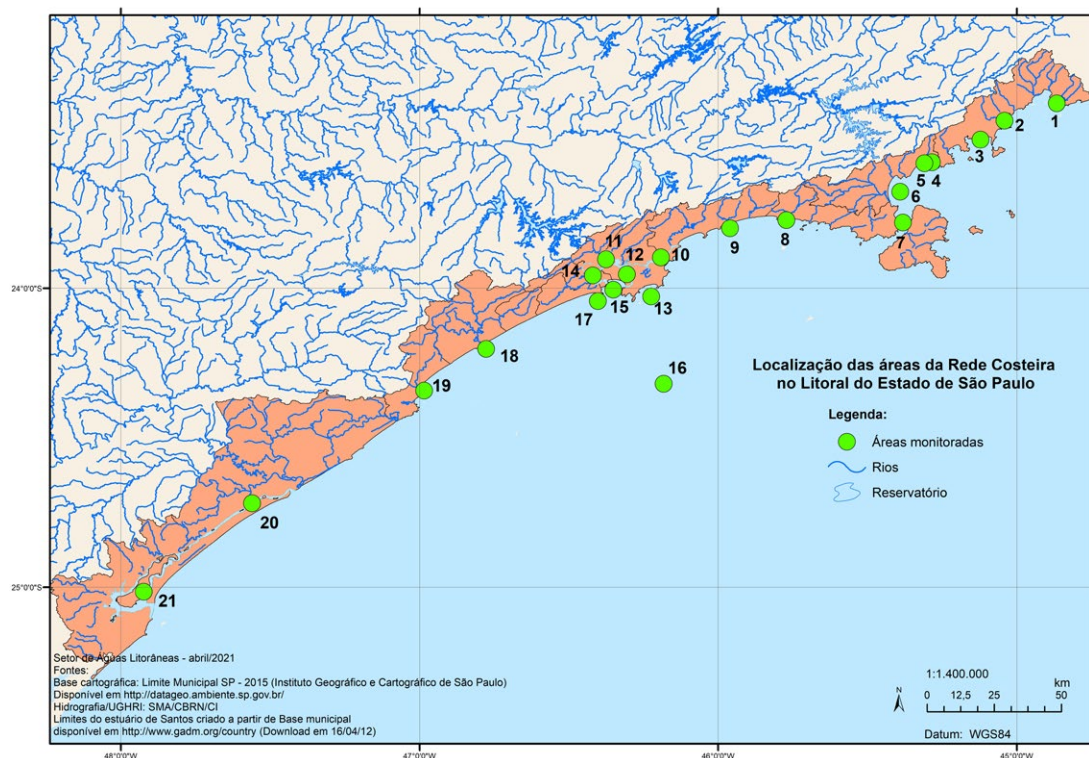
2.1 Metodologia de amostragem e parâmetros

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 [Apêndice C](#)

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	3
	Itanhaém	18	Foz do Rio Itanhaém	Área de influência do Rio Itanhaém	3
11	Peruíbe	19	Foz do Rio Preto	Área de influência do Rio Preto	3
	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, Bertioiga 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,

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.

durante 15 minutos. Na presença de substâncias tóxicas, a emissão de luminescência pela bactéria diminui, sendo essa diminuição de intensidade de luz proporcional à toxicidade da amostra. Os resultados são expressos como concentração efetiva 20% (CE20) (15 minutos), que é a concentração de amostra (em % ou mg/L) que provoca 20% de redução na emissão de luz da bactéria, após um tempo de exposição de 15 minutos. Assim, quanto menor a CE20, mais tóxica é a amostra. Vários grupos de substâncias são tóxicos para o *V. fischeri*, dentre elas metais, fenóis, benzeno e seus derivados, hidrocarbonetos aromáticos policíclicos, praguicidas, antibióticos, compostos clorados etc.

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.

No monitoramento da Rede Costeira, as amostras de sedimento foram analisadas com o ensaio de ecotoxicidade aguda com o anfípodo marinho *Grandidierella bonnieroides*. Esse ensaio consiste na exposição de jovens à amostra de sedimento por um período de 10 dias (ABNT, 2021).

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

O ensaio crônico com *Lytechinus variegatus* não foi realizado, uma vez que este ouriço-do-mar foi incluído na lista de espécies vulneráveis publicada na Portaria do Ministério do Meio Ambiente MMA nº 445/2014.

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)

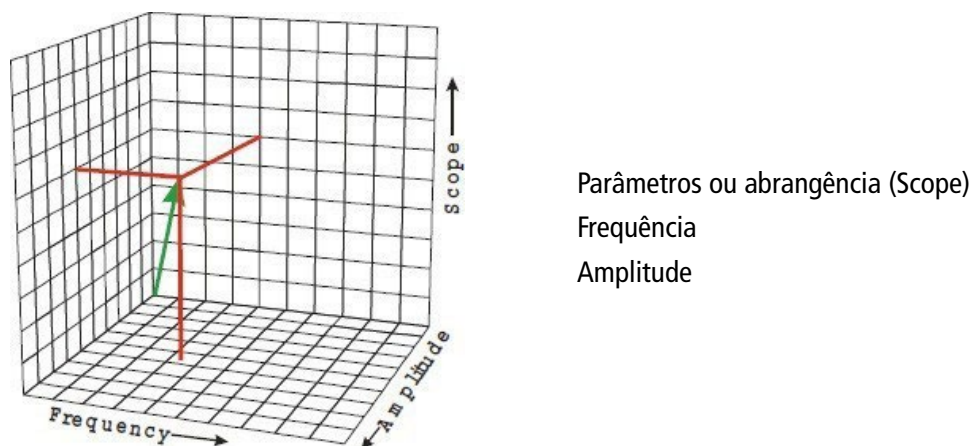
A Rede de Monitoramento das Águas Costeiras da CETESB oferece valiosas informações sobre a qualidade dessas águas. Contudo, dados apresentados de forma discreta fornecem informações limitadas no que se refere ao diagnóstico geral das áreas monitoradas. Não obstante, essas informações são usadas na gestão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

Figura 2.1 – Modelo conceitual do índice



F1: Abrangência: Parâmetros Desconformes: esse fator avalia o número de parâmetros que apresentam não conformidades.

F2: Frequência de desconformidade: esse fator avalia a quantidade de ocorrências de não conformidades como um todo.

F3: Amplitude da desconformidade: esse fator avalia a amplitude das não conformidades, ou seja, o quanto elas se distanciam do padrão legal.

Tabela 2.3 – 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. [Apêndice D](#).

IETC adotado para ambientes marinhos

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

MAR	
Estado Trófico	Clorofila-a mg/L
Oligotrófico	CL<1,00
Mesotrófico	1,00<CL<2,50
Eutrófico	2,50<CL<5,00
Supereutrófico	CL>5

IETC adotado para ambientes estuarinos

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

ESTUÁRIO	
Estado Trófico	Clorofila-a µg/L
Oligotrófico	CL<3
Mesotrófico	3<CL<10
Eutrófico	10<CL<30
Supereutrófico	CL>30

Os valores máximos do estado mesotrófico (2,50 µg/L, para ambiente marinho e 10,0 µg/L, para ambiente estuarino) foram utilizados para compor o Índice de Qualidade de Águas Costeiras.

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

2.3 Índices de Qualidade de Sedimento

2.3.1 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, onde as amostras que não apresentam diferença significativa em relação ao controle, ou seja, ausência de toxicidade, são classificadas como Ótima. 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 Péssimo.

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% (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

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 E](#).

Os resultados são comparados aos padrões de qualidade da Classe 1 das águas salinas e salobras conforme estabelecido na Resolução do CONAMA nº 357/2005, artigo 42 por não terem sido, ainda, objeto de enquadramento. Para a interpretação integrada dos resultados de água é utilizado um índice de qualidade de água (IQAC) que foi desenvolvido com base na metodologia definida pelo Conselho de Meio Ambiente do Canadá que pode ser adaptada para diferentes realidades. Esse índice considera a ocorrência de não conformidades de parâmetros selecionados em relação a um valor de referência em um conjunto de resultados obtidos 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 [Apêndice D](#). Também é apresentado o Índice de Estado Trófico Costeiro (IETC), que descreve a condição de eutrofização da água com base na concentração de Clorofila-a.

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 exceção feita à Laje de Santos.

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

3.1 Amostras de água

No Canal de São Sebastião em agosto e no Estuário de Santos em fevereiro, não foram coletadas amostras óleos e graxas. Nas amostras de outubro do emissário de Praia Grande 1 não foi possível determinar as concentrações de Carbono Orgânico Total.

Devido a restrições laboratoriais, a determinação de Nitrogênio Amoniacal foi realizada com metodologia diferente na 1ª campanha de amostragem em algumas áreas (Canal de São Sebastião, Baía de Caraguatatuba e Canal de Santos). Nesse caso, o limite de quantificação (LQ) (1,0 mg/L) foi superior ao padrão legal (0,4 mg/L). Desse modo, esses resultados não foram considerados no cálculo dos índices e demais avaliações estatísticas.

3.2 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 a substância só serão comentados caso apresentem comportamento atípico em relação ao histórico e/ou ao valor basal. Não foram realizadas as análises de Nitrogênio Kjeldahl nas áreas devido a restrições operacionais.

3.2.1 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 2023 encontram-se nas Tabelas 3.1 e 3.2.

Tabela 3.1 – Classificação anual por ponto e média das áreas monitoradas na Rede Costeira (Litoral Norte) de acordo com o IQAC – 2023

Classificação do IQAC 2023				Média	% de não conformidade por parâmetro
Local de Amostragem	1	2	3		
Picinguaba	99	93	93	95	OD (6%), COT (6%)
Baía de Itaguá	71	70	76	72	OD (11%), COT (28%), Fósforo Total (6%), Enterococos (11%), Clorofila-a (42%)
Saco da Ribeira	77	77	89	81	COT (75%), Fósforo Total (17%), Clorofila-a (25%)
Tabatinga	83	83	85	84	COT (22%), Fósforo Total (78%)
Cocanha	76	76	83	78	OD (11%), COT (28%), Fósforo Total (83%)
Baía de Caraguatatuba	77	91	77	82	OD (11%), Fósforo Total (50%), Clorofila-a (25%)
Barra do Una	69	76	76	73	OD (28%), COT (6%), Fósforo Total (61%), Clorofila-a (50%)
Canal de São Sebastião (1 a 3)	75	69	68	72	OD (20%), COT (43%), Fósforo Total (60%), Clorofila-a (35%)
Canal de São Sebastião (4 e 5)		75	71		

Legenda:

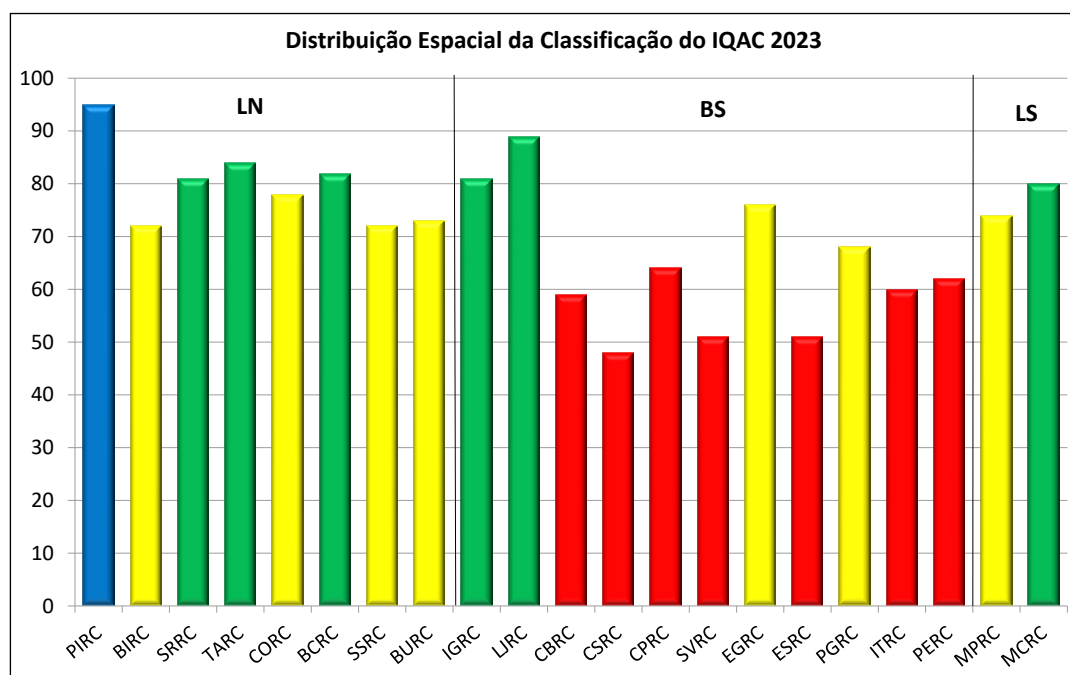
Ótima	Boa	Regular	Ruim	Péssima
≥95	<95 e ≥80	<80 e ≥65	<65 e ≥45	<45

NOTA: Em razão dos problemas relativos ao LQ na determinação do Nitrogênio Amoniacal em algumas áreas os valores com o problema foram desconsiderados para efeito de cálculo do IQAC

Tabela 3.2 – Classificação anual por ponto e médias das áreas monitoradas na Rede Costeira de acordo com o IQAC – 2023 – Baixada Santista e Litoral Sul

Classificação do IQAC 2023					Média	% de não conformidade por parâmetro
Local de Amostragem	1	2	3	4		
Rio Itaguapé	84	83	77		81	OD (33%), COT (6%), Fósforo Total (53%)
Laje de Santos	91	91	84		89	OD (6%), Fósforo Total (56%)
Canal de Bertioiga	60	57	60		59	OD (33%), COT (39%), Fósforo Total (47%), N-amoniacal (12%) Enterococos (33%), Clorofila-a (8%)
Canal de Santos	34	42	68		48	OD (50%), COT (17%), Fósforo Total (83%), N-amoniacal (56%), Enterococos (73%), Clorofila-a (33%)
Canal de São Vicente	57	55	39		51	OD (61%), COT (50%), Fósforo Total (100%), Enterococos (47%), Clorofila-a (33%)
Canal de Piaçaguera	62	67	69	58	64	OD (46%), COT (42%), Fósforo Total (91%), N Amoniactal (39%), Clorofila-a (6%)
Emissário Guarujá	84	69	76	76	76	OD (33%), Fósforo Total (52%), Enterococos (4%), Clorofila-a (38%)
Emissário Santos	53	54	47	50	51	OD (79%), COT (82%), Fósforo Total (61%), Enterococos (100%), Clorofila-a (69%)
Emissário Praia Grande I	68	61	69	76	68	OD (25%), COT (17%), Fósforo Total (50%), Enterococos (17%), Clorofila-a (81%)
Rio Itanhaém	60	61	60		60	OD (50%), COT (39%), Fósforo Total (39%) Enterococos (17%), Clorofila-a (58%)
Rio Preto	66	63	57		62	OD (60%), COT (20%), Fósforo Total (50%), Enterococos (5%), Clorofila-a (100%)
Mar Pequeno	75	72	75		74	pH (39%), COT (100%), Fósforo Total (6%), Enterococos (50%)
Mar Cananeia	79	80	82		80	COT (94%), Clorofila-a (58%)

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

Gráfico 3.1 – Classificação das áreas pelo IQAC médio em 2023

3.2.2 Avaliação dos resultados de qualidade da água

A seguir são apresentadas em gráficos de barra (histogramas) as concentrações médias das principais variáveis que mostraram não conformidades em 2023, bem como diagramas de caixa (*box-plot*) com os valores de cada componente, tabelados no [Apêndice G](#). 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 (○) são *outliers*. Como os 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. Foram confeccionadas também, tabelas resumo, que constam do [Apêndice E](#), 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	EGRC	Emissário do Guarujá		
BCRC	Baía de Caraguatatuba	ESRC	Emissário de Santos		
TARC	Tabatinga	LJRC	Laje de Santos		
CORC	Cocanha	CPRC	Canal de Piaçaguera		
SSRC	Canal de São Sebastião	CSRC	Canal de Santos		
BURC	Barra do Una	SVRC	Canal de São Vicente		
		PGRC	Emissário de Praia Grande 1		
		ITRC	Rio Itanhaém		
		PERC	Rio Preto		

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 da Bertioga com médias superiores ao limite legal nos canais de Santos, São Vicente e Piaçaguera no 1º semestre. Em todos os casos a amostragem foi realizada em fevereiro quando o impacto das chuvas de verão pode ser responsável por essa poluição difusa. O Gráfico 3.3 também mostra alta variabilidade de resultados nessa região.

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 2023

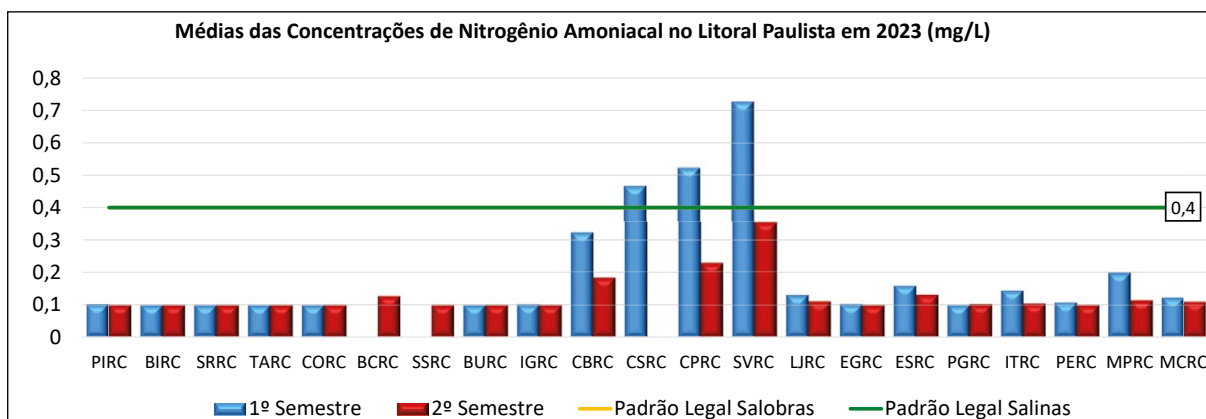
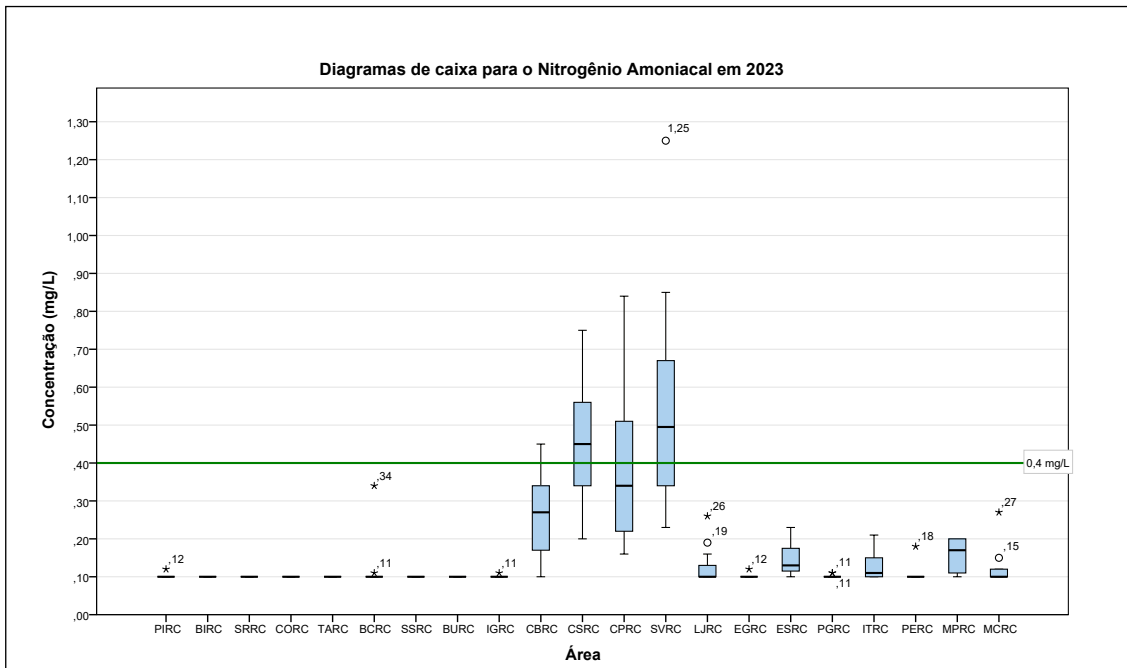


Gráfico 3.3 – Diagrama de caixa dos resultados de Nitrogênio Amoniacal em 2023 e padrão de qualidade (linha verde)



NOTA: Em razão dos problemas relativos ao LQ na determinação do Nitrogênio Amoniacal nas áreas: BCRC, SSRC e CSRC) esses resultados foram desconsiderados para confecção dos diagramas de caixa e para a avaliação em geral

Oxigênio Dissolvido (OD)

Com relação ao OD, as menores médias foram registradas nos quatro canais da Baixada Santista, de águas salobras na 1ª amostragem, e na foz do Rio Preto no 2º semestre (Gráfico 3.4). Os diagramas de caixa (Gráfico 3.5) mostram que as concentrações não apresentam grande amplitude entre os valores máximos e mínimos na região estuarina de Santos e São Vicente e no Emissário do Guarujá. As áreas de influência dos rios Preto, Itanhaém, Itaguapé e Una também apresentaram grande variação, provavelmente associada à flutuação da população na temporada. O comportamento desse parâmetro em 2023 foi similar ou melhor do que o observado nos registros históricos.

Gráfico 3.4 – Média das concentrações de OD na água e padrões de qualidade para águas salobras e salinas das áreas da rede costeira em 2023

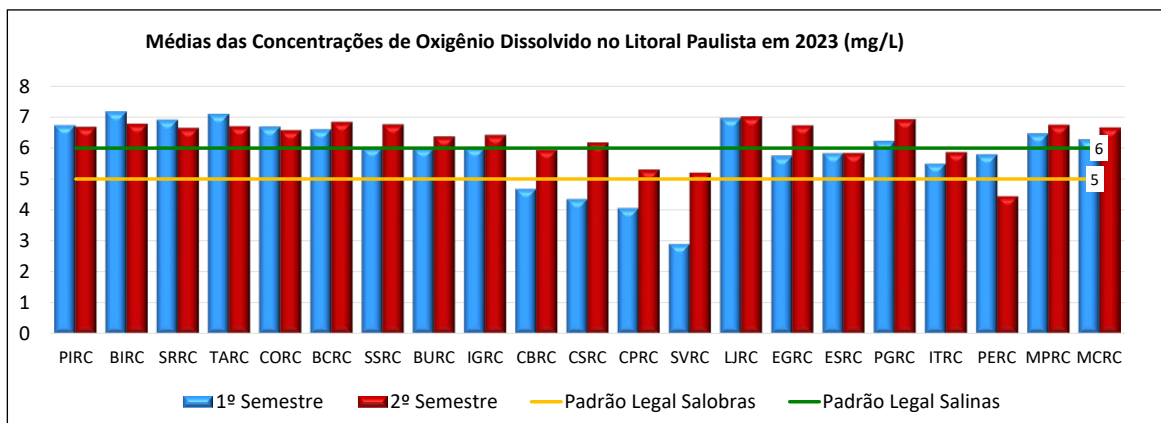
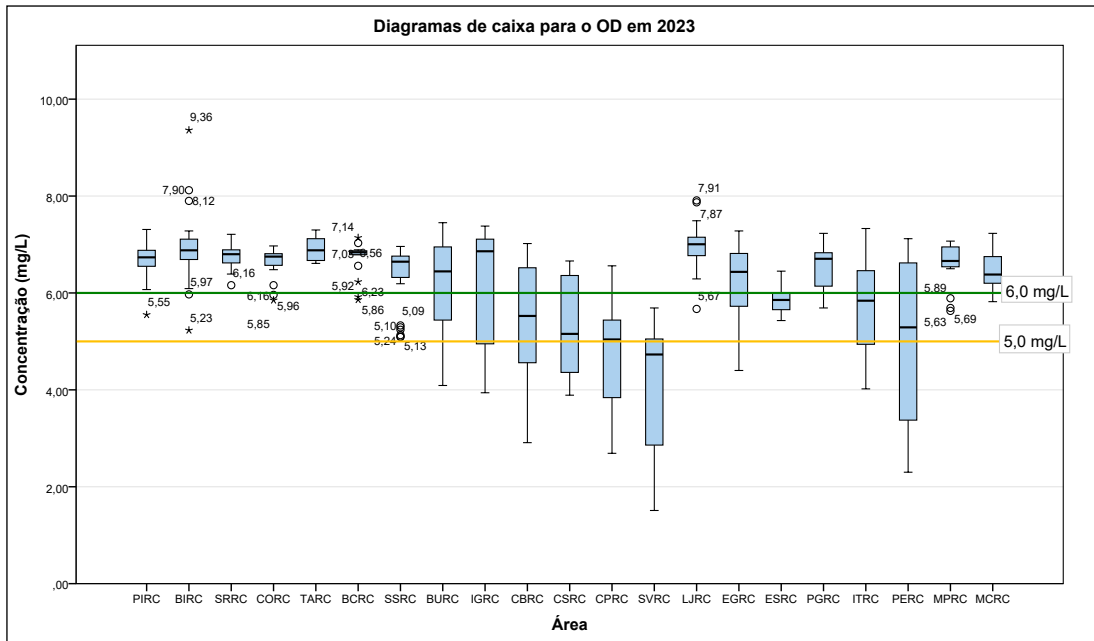


Gráfico 3.5 – Diagrama de caixa dos resultados de OD em 2023 e padrões de qualidade para águas salinas (linha verde) e para águas salobras (linha amarela)



Carbono Orgânico Total (COT)

O COT apresentou resultados médios superiores ao padrão legal (3,0 mg/L) em algumas áreas no Litoral Norte. As concentrações também estiveram altas nos canais de Bertioga e São Vicente além do Emissário de Santos. Também na área de influência do Rio Itanhaém e nas áreas estuarinas de Iguape e Cananeia (Gráfico 3.6). Nesses mesmos locais foi observada maior frequência de não conformidades e médias similares aos valores observados historicamente (Gráfico 3.7).

Gráfico 3.6 – Média das concentrações de COT (mg/L) e padrão de qualidade na água das áreas da rede costeira em 2023

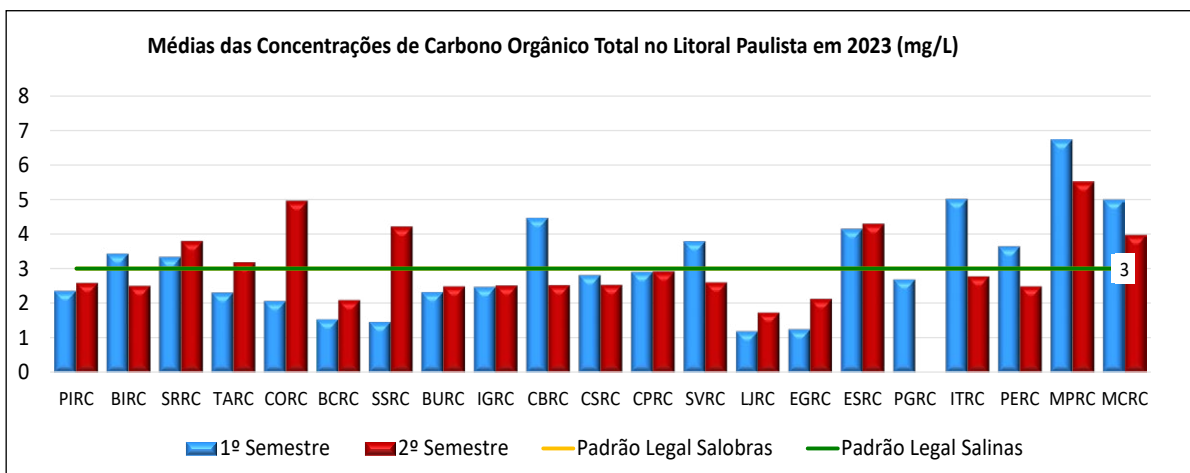
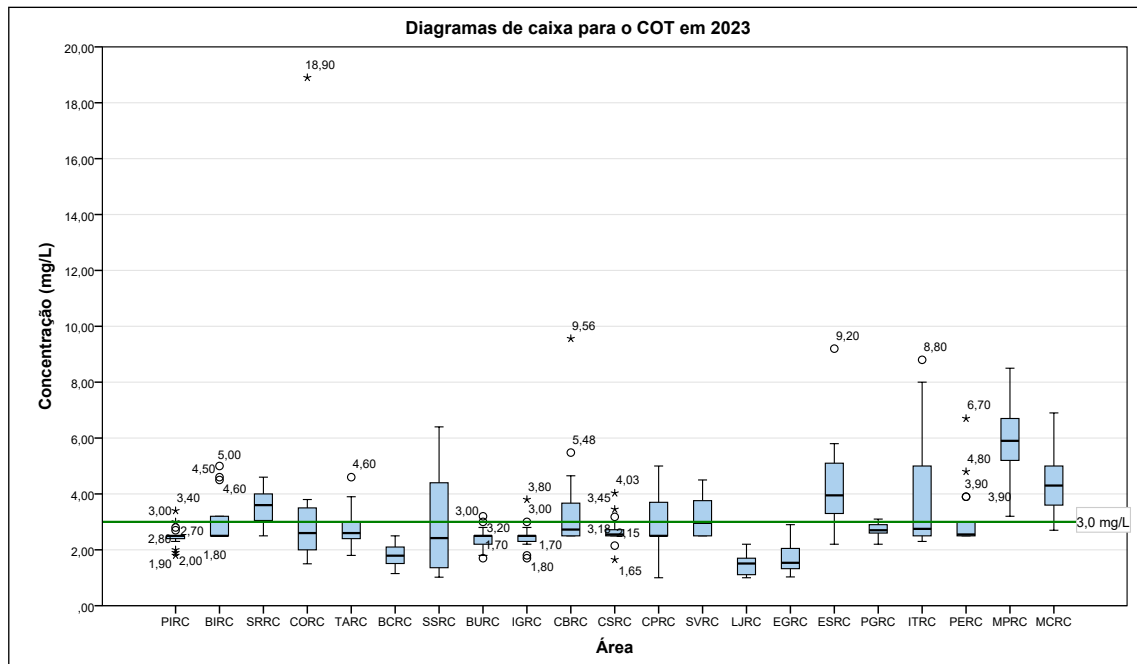
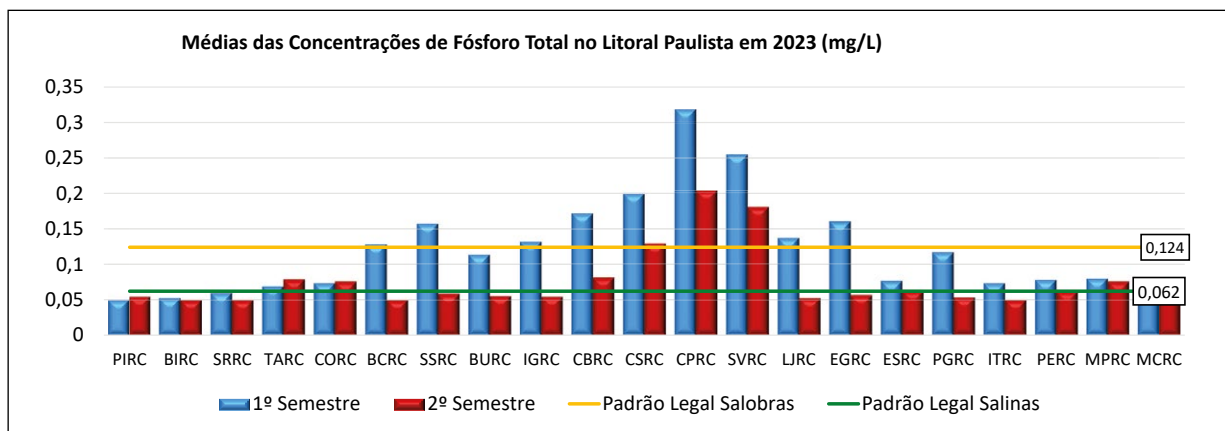


Gráfico 3.7 – Diagrama de caixa dos resultados de COT em 2023 e padrão de qualidade (linha verde)

Fósforo Total

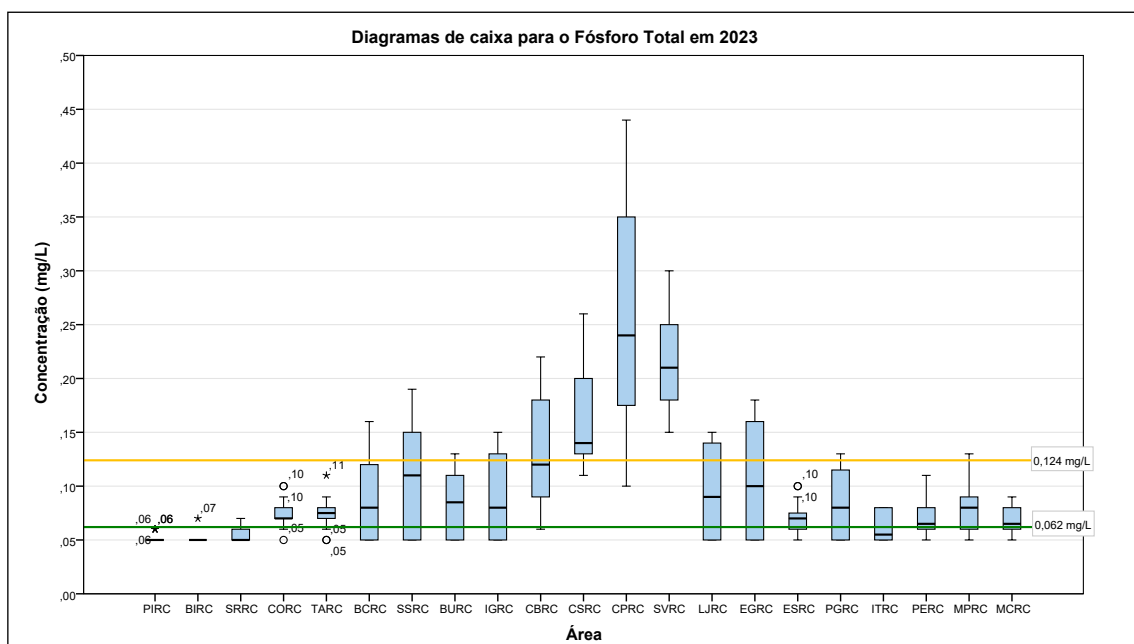
Foram registradas concentrações médias mais elevadas no 1º semestre na maior parte das áreas podendo estar relacionadas à estação chuvosa. Nota-se elevação das concentrações e respectivas médias na região estuarina de Santos e São Vicente, que é esperada, considerando a grande influência de atividades antrópicas, como as zonas industriais e portuárias nesses locais. A região estuarina de Cananeia e Iguape manteve o comportamento dos anos anteriores, com ligeira redução das concentrações no Mar Pequeno (Gráfico 3.8).

Gráfico 3.8 – Média das concentrações de Fósforo Total (PT) (mg/L) na água das áreas da rede costeira em 2023 e padrões de qualidade para águas salobras e salinas

Em 2023, foram observadas não conformidades para esse parâmetro na maioria das áreas, em frequência semelhante ao ano anterior embora não tenham se repetido as altas concentrações observadas nas áreas de influência dos rios Una e Itagararé (Gráfico 3.9).

Observou-se também um aumento, em menor escala, nos emissários do Guarujá e de Praia Grande 1, e nas áreas de influência dos rios Itanhaém e Preto. Algumas áreas do Litoral Norte (por exemplo Cocanha, Tabatinga, Baía de Caraguatatuba, Canal de São Sebastião) têm apresentado tendência de elevação das concentrações de nutrientes ao longo da série histórica como já verificado em relação ao COT. Nota-se grande variabilidade e valores elevados nos canais do Estuário de Santos e São Vicente, com destaque para o Canal de Piaçaguera.

Gráfico 3.9 – Diagrama de caixa dos resultados de Fósforo Total em 2023 e padrões de qualidade para águas salinas (linha verde) e para águas salobras (linha amarela)



Clorofila-a

Uma discussão mais detalhada sobre a Clorofila-a será realizada no item referente ao IETC. As concentrações médias de Clorofila-a em geral foram inferiores ao valor de referência adotado pela CETESB para as respectivas áreas, com algumas exceções (Gráfico 3.10). O Litoral Norte apresentou resultados melhores em relação a 2022, com exceção do Baía de Itaguá, Canal de São Sebastião e Barra do Una que apresentaram mais não conformidades. A região estuarina de Santos e São Vicente apresentou aumento geral das concentrações em relação ao ano anterior, ainda que a maior parte dos resultados seja inferior ao valor de referência (10 µg/L), vide Gráfico 3.11.

Ainda na Baixada Santista, o Emissário de Santos, em 2023, apresentou redução de classificação de Supereutrófico para Eutrófico e um aumento significativo das concentrações no Rio Preto em relação ao ano anterior. O Rio Preto apresenta concentrações mais elevadas de Fósforo e COT, o que pode explicar a atividade algal mais elevada e provavelmente tem origem continental, embora a amostragem tenha sido realizada no dia 15 de março, tecnicamente fora da temporada.

No Mar de Cananeia foram registrados resultados muito altos no 2º semestre, embora a região apresente valores elevados regularmente. Na ocasião, o menor valor de Clorofila-a observado foi de 13,58 µg/L enquanto os demais ultrapassaram os 40 µg/L, em contraste com o 1º semestre quando as concentrações não ultrapassaram 14 µg/L e se mantiveram inferiores ao valor de referência na maioria das amostras.

Gráfico 3.10 – Média das concentrações de Clorofila-a (µg/L) nas amostras de água das áreas da rede costeira em 2023 e valores de referência para águas salobras e salinas

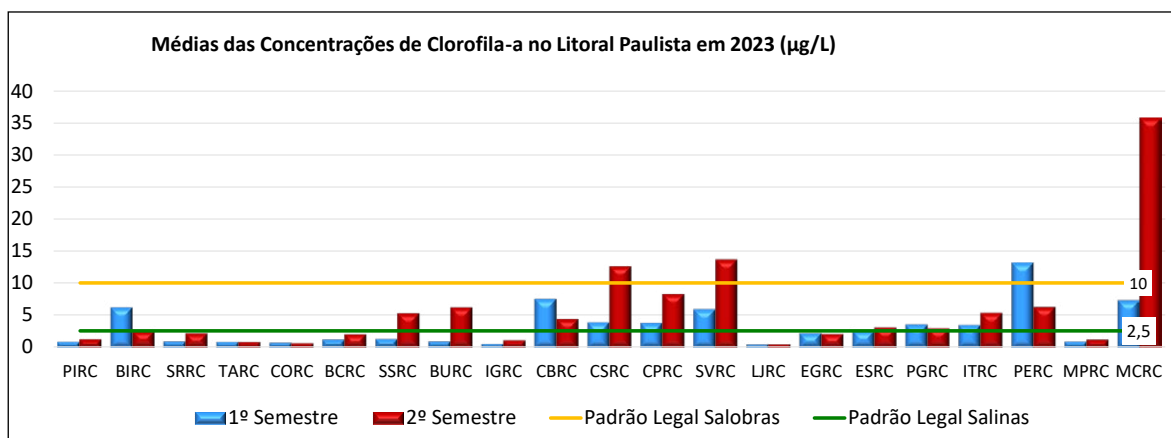
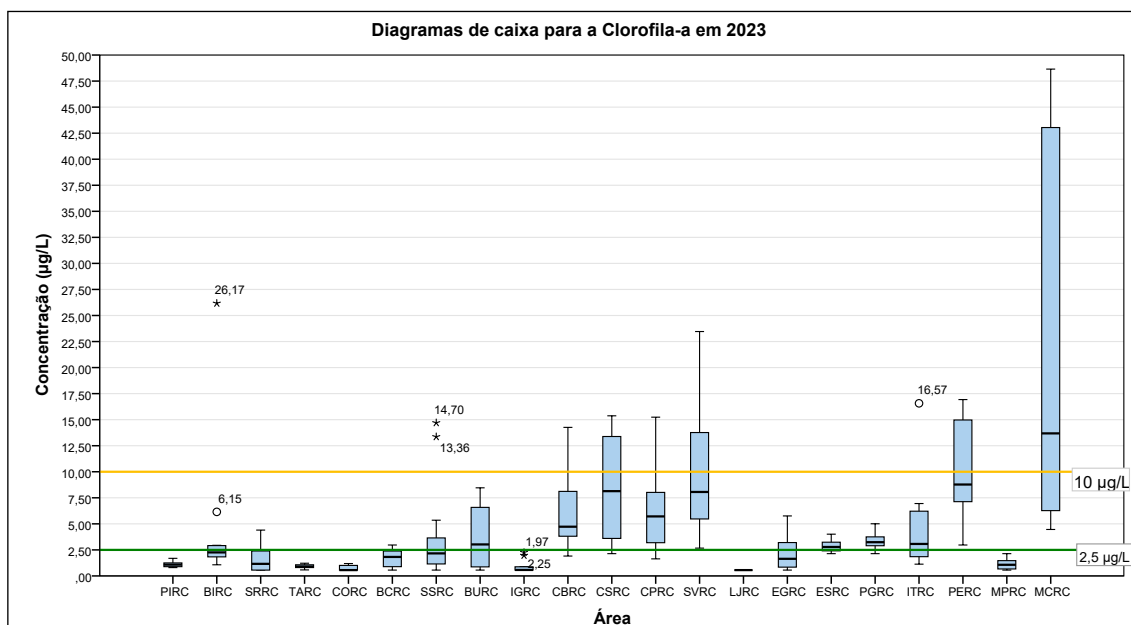


Gráfico 3.11 – Diagrama de caixa dos resultados de Clorofila-a em 2023 e padrões de qualidade para águas salinas (linha verde) e salobras (linha amarela)



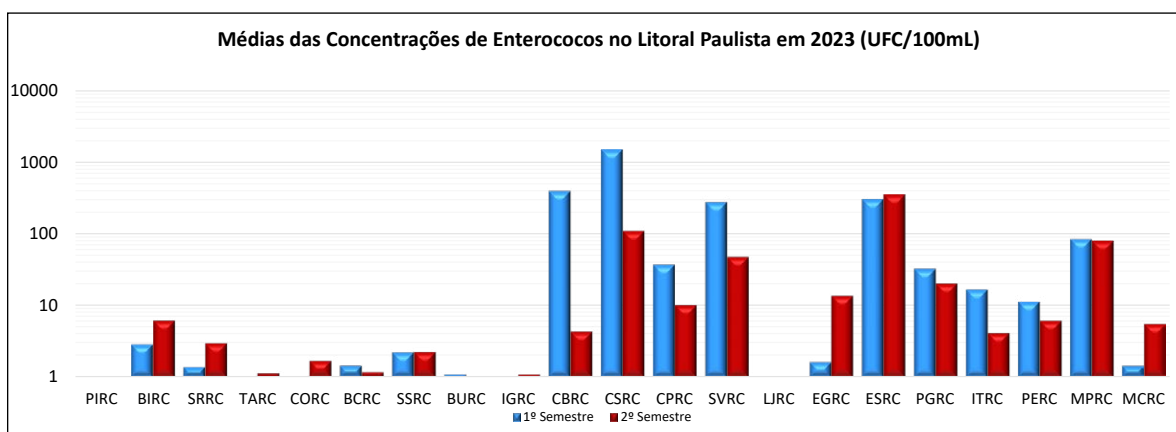
Outros parâmetros

Foram observadas não conformidades do parâmetro pH no mês de outubro de 2023 no Mar Pequeno, em Iguape. Com relação aos ensaios toxicológicos realizados na água com a bactéria *Vibrio fischeri*, nenhuma das amostras de 2023 apresentou toxicidade aguda para a referida bactéria nas condições do teste.

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 Baía de Itaguá na segunda campanha, Laje de Santos e Mar de Cananeia apresentaram médias geométricas inferiores a 10 UFC/100 mL em ambas as campanhas. O Canal de Bertioga apresentou média inferior a 10 UFC/100 mL na segunda campanha e o Emissário do Guarujá na primeira. Médias geométricas maiores que 100 UFC/100 mL foram verificadas no Canal de Bertioga e Mar Pequeno na primeira campanha, Canal de Santos, Canal de São Vicente e no Emissário Submarino de Santos em ambas. Destaca-se que na primeira campanha o Canal de Bertioga e o Canal de Santos apresentaram concentrações de Enterococos da ordem de 10^3 UFC/100 mL (Gráfico 3.12).

Gráfico 3.12 – Média geométrica das concentrações de Enterococos (UFC/100 mL) – 2023 e padrão de qualidade



3.3 Índice de Estado Trófico – IETC

O Índice de Estado Trófico Costeiro – IETC foi calculado a partir das médias dos resultados de Clorofila-a obtidos nas amostragens em duas profundidades (superfície e meio) por ponto.

Na Tabela 3.3 são apresentados os resultados das concentrações médias de Clorofila-a, considerando as duas profundidades por ponto, a concentração média das áreas, por campanha e as suas médias anuais, além das respectivas classificações pelo IETC para os ambientes salinos (Mar) ou salobros (Estuário). Observa-se valores acima de 10 ($\mu\text{g/L}$) em três pontos do Rio Preto e muito elevados, acima de 40 ($\mu\text{g/L}$) em dois pontos do Mar de Cananeia.

Tabela 3.3 – Valores médios de Clorofila-a ($\mu\text{g/L}$) e suas classificações por ponto, de acordo com o Índice de Estado Trófico Costeiro - IETC - primeira e segunda campanhas de 2023

	Área	Ponto	1ª CAMPANHA					2ª CAMPANHA					MÉDIA ANUAL		
			P1	P2	P3	P4	P5	MÉDIA 1ª CAMP.	P1	P2	P3	P4		P5	MÉDIA 2ª CAMP.
LN	Salina	Pinguaba	0,85	0,88	1,10			0,94	1,41	1,24	1,36			1,33	1,14
	Salina	Baía de Itaguá	2,26	2,52	14,07			6,28	1,96	4,55	1,38			2,63	4,46
	Salina	Saco da Ribeira	1,34	1,13	<0,56			1,01	3,89	2,33	<0,56			2,26	1,64
	Salina	Tabatinga	0,75	0,98	1,00			0,91	0,71	0,81	1,22			0,91	0,91
	Salina	Cocanha	1,13	0,68	<0,56			0,79	0,88	<0,56	0,73			0,72	0,76
	Salina	Baía de Caraguatatuba	1,92	0,73	1,15			1,27	1,83	2,06	2,60			2,16	1,72
	Salina	Canal de São Sebastião	1,36	1,44	1,40	0,69	2,01	1,38	1,54	3,65	3,82	4,01	14,03	5,41	3,40
	Salina	Barra do Una	1,51	<0,56	0,95			1,01	4,22	6,85	7,97			6,51	3,76
BS	Salina	Rio Itaguapé	<0,56	<0,56	0,68			0,60	0,73	1,27	1,57			1,19	0,90
	Salina	Laje de Santos	<0,56	<0,56	<0,56			<0,56	<0,56	<0,56	<0,56			<0,56	<0,56
	Salobra	Canal de Bertioga	5,26	5,86	11,59			7,57	3,61	5,33	4,63			4,52	6,05
	Salobra	Canal de Santos	3,42	3,90	4,53			3,95	14,66	13,99	9,57			12,74	8,35
	Salobra	Canal de Piaçaguera	2,35	3,50	4,57	5,06		3,87	7,89	8,94	4,94	11,87		8,41	6,14
	Salobra	Canal de São Vicente	8,90	6,37	2,67			5,98	6,68	13,77	20,84			13,76	9,87
	Salina	Emissário do Guarujá	0,68	2,84	3,28	2,33		2,28	1,74	2,18	2,54	2,27		2,18	2,23
	Salina	Emissário de Santos	2,57	2,54	2,67	2,70		2,62	3,64	2,80	2,81	3,43		3,17	2,90
	Salina	Emissário de Praia Grande 1	4,11	3,25	4,27	2,81		3,61	2,80	3,39	2,57	3,52		3,07	3,34
	Salina	Rio Itanhaém	4,17	3,57	2,90			3,55	5,21	1,92	9,33			5,48	4,52
LS	Salina	Rio Preto	8,91	13,43	16,15	14,06		13,14	3,16	8,56	7,13	6,77		6,40	9,77
	Salobra	Mar Pequeno	0,66	1,21	1,08			0,98	1,43	1,74	0,67			1,28	1,13
	Salobra	Mar de Cananeia	6,72	5,50	9,78			7,33	47,43	43,04	17,04			35,83	21,58

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

No Litoral Norte, tanto Tabatinga como Cocanha, considerada a média anual, se mantiveram Oligotróficos em 2023, assim como a Laje de Santos e o Mar Pequeno, localizados na Baixada Santista e Litoral Sul, respectivamente.

A maior média anual do IETC foi obtida em água salina em ponto situado na área de influência da foz do Rio Preto, com condição Supereutrófica, verificada em praticamente todas as amostragens.

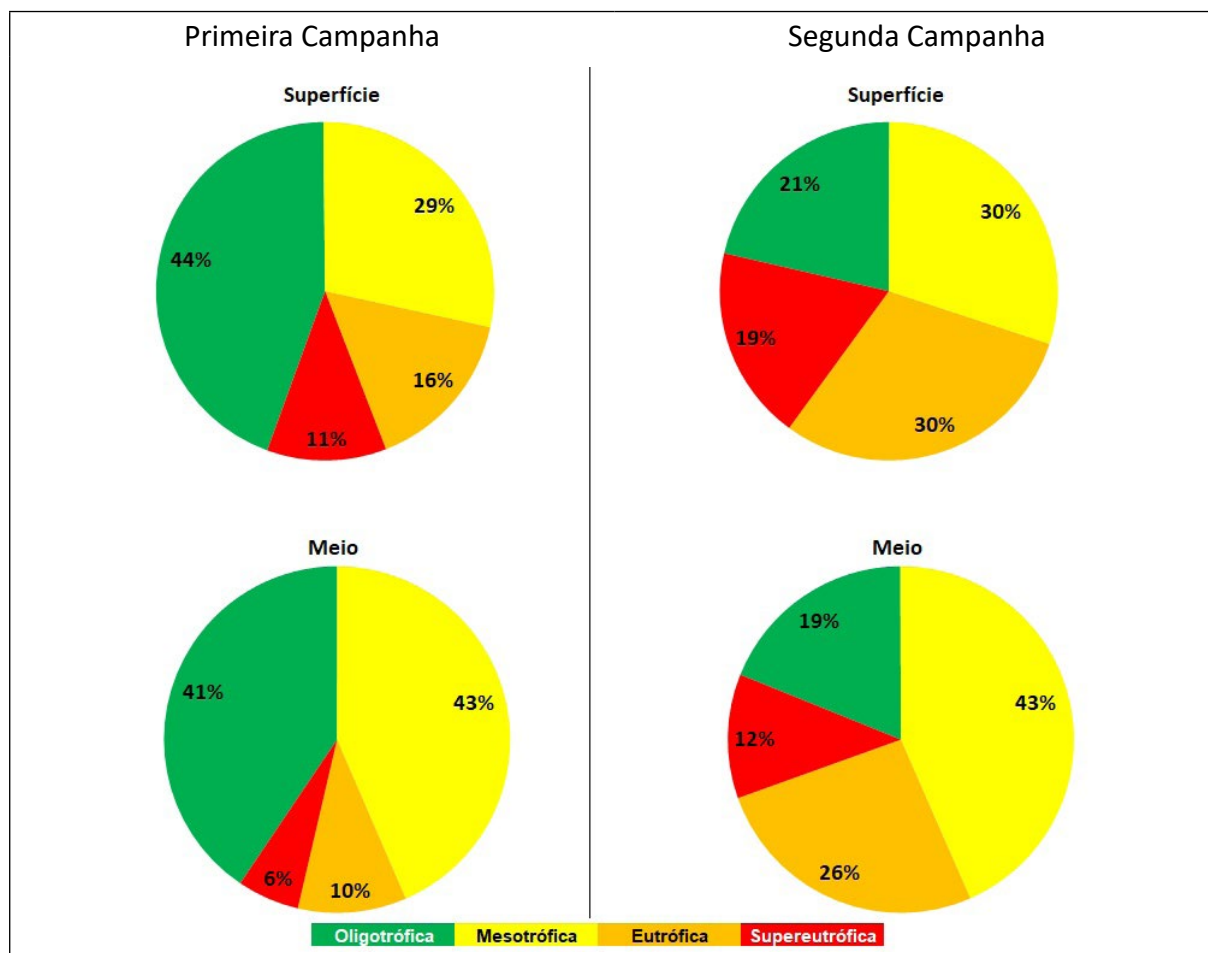
De modo geral, entre águas salinas e salobras, o Mar de Cananeia merece destaque por apresentar a média mais elevada na 2ª campanha em 2023, seguido pelo Canal de São Sebastião, Barra do Una e a área de influência do Rio Itanhaém (Tabela 3.3).

Em 2023, foram constatados dois eventos de florações de diatomáceas, um na baía de Itaguá (ponto 3) no final de março, quando a classificação do IETC foi Supereutrófica, superior às classificações dos outros pontos amostrados nesse local. Em outubro foi constatada a presença de diatomáceas cêntricas na baía de Itaguá e no mar de Cananeia, principalmente nos pontos 1 e 2, com classificação Supereutrófica (os valores mais elevados em 2023 dentre todos os pontos amostrados).

Comparando os resultados das diferentes profundidades, verifica-se que na 1ª campanha, a fração de amostras com baixa trofia foi a mais abundante, para as amostras de superfície, já na 2ª as porcentagens de baixa trofia foram semelhantes entre as profundidades. A maior diferença entre as amostras de superfície e meio é a redução dos graus de trofia mais elevados nas amostras de meio da coluna (Eutróficas e Supereutróficas), em razão da redução gradativa da luminosidade com o aumento da profundidade, reduzindo-se, portanto a produção primária, conforme esperado (Gráfico 3.13).

Comparando-se as duas campanhas do ano nota-se que na 2ª houve redução à metade o número de amostras classificadas como oligotróficas. Em relação às amostras consideradas eutrofizadas (Eutróficas e Supereutróficas), observa-se que houve um aumento de amostras assim classificadas na 2ª campanha (Gráfico 3.13). Os índices pluviométricos podem ter sido um fator potencial para a condição verificada nessa campanha, pois foram registrados picos de chuva no mês de outubro (período em que foram efetuadas as amostragens) sobretudo no Litoral Norte e Sul ultrapassando, inclusive, as médias históricas para essas regiões.

Gráfico 3.13 – Porcentagem por classes de estado trófico nas amostras de superfície e meio da coluna de água nas duas campanhas de amostragem - 2023



3.4 Fitoplâncton – microalgas tóxicas

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

Esses locais foram definidos por serem próximos a áreas de cultivo ou de extrativismo de moluscos bivalves, como mexilhões e ostras. Esse monitoramento visa identificar principalmente a presença de microalgas potencialmente tóxicas em amostras de água e, dependendo das densidades encontradas, iniciar as medidas preventivas para a proteção da saúde pública.

As amostragens foram realizadas em superfície, em duas campanhas, sendo efetuadas:



Análises quantitativas: identificação e quantificação do número de organismos fitoplanctônicos em subamostra da água bruta.



Análises qualitativas: nas amostras concentradas em rede de 20 µm, a partir de um volume filtrado de 10 litros, visando a identificação de microalgas potencialmente nocivas em microscópio.

Os resultados de densidades totais de organismos fitoplanctônicos e distribuição por táxon, por ponto em 2023, constam na Figura 3.1.

No Mar de Cananeia, em abril, foi registrado o maior valor da densidade absoluta do monitoramento (6.132.000 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 a 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 associado à exposição de contato primário com diatomáceas está relacionado a dermatites, pois possuem carapaças de sílica que podem causar irritação ao contato com a pele.

Em relação à composição dessa comunidade, foi possível verificar que houve dominância do grupo de diatomáceas, com aumento das proporções de dinoflagelados e fitoflagelados na Cocanha e Mar de Cananeia, na segunda campanha.

A predominância das diatomáceas (Figura 3.2) é esperada em ambientes marinhos, pois constituem o grupo mais abundante do fitoplâncton marinho, contribuindo com até 40% da produção de matéria orgânica dos oceanos (OBATA *et al.*, 2013). A principal característica dos organismos desse grupo é a parede celular composta de sílica polimerizada. Apresentam alta resistência física e química, sendo bem-sucedidos ecologicamente (ALMEIDA *et al.*, 2020).

Figura 3.1 – Densidades de organismos fitoplanctônicos (org/L) e distribuição por táxon, por ponto em 2023

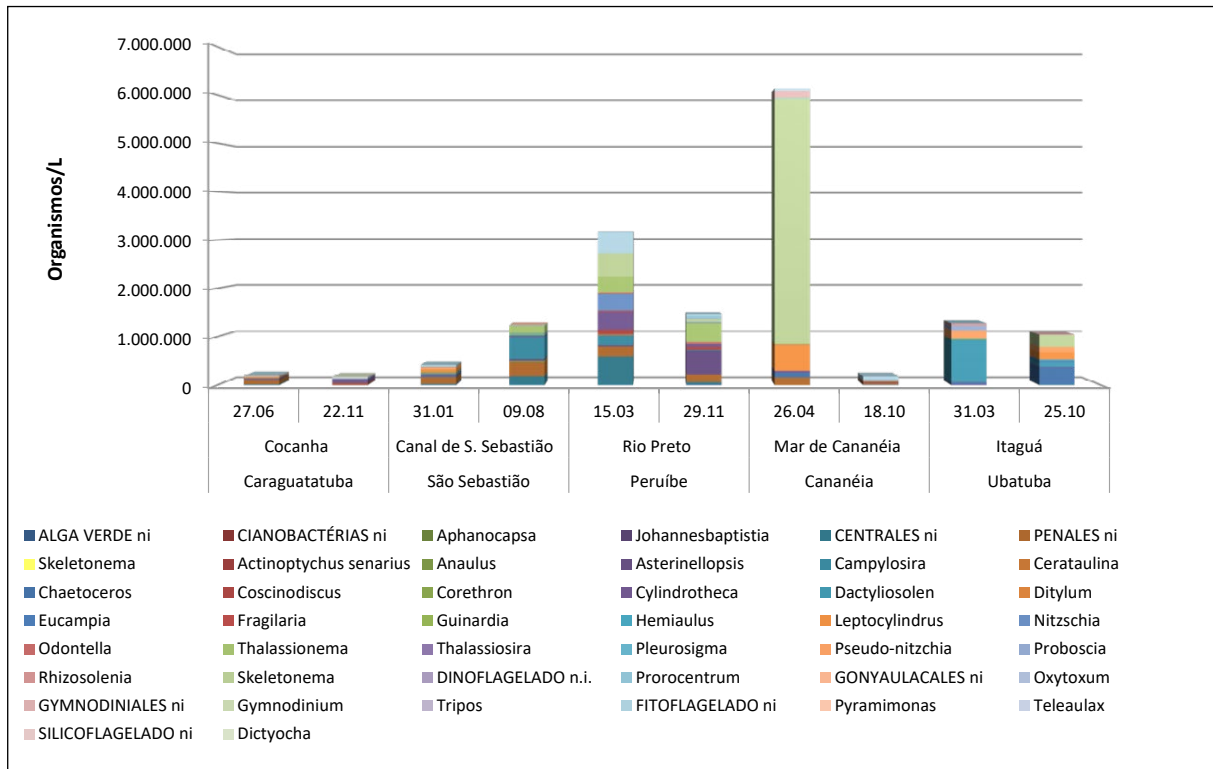


Gráfico 3.14 – Porcentagem da densidade dos grandes grupos por ponto

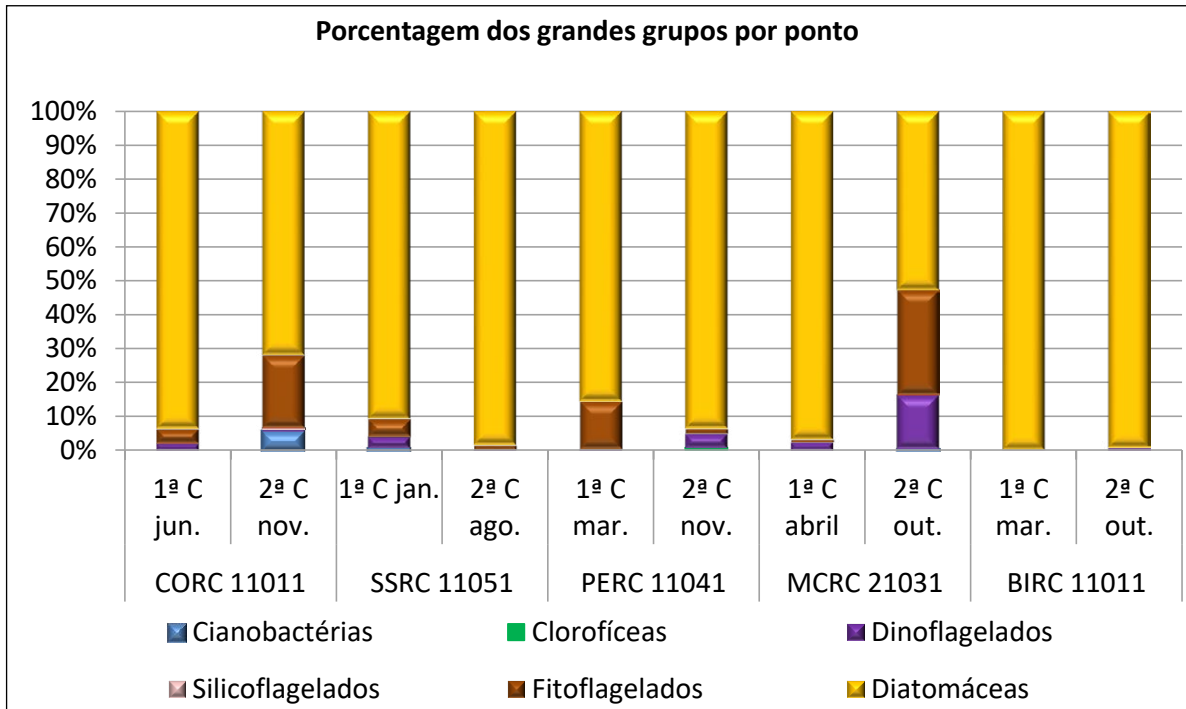
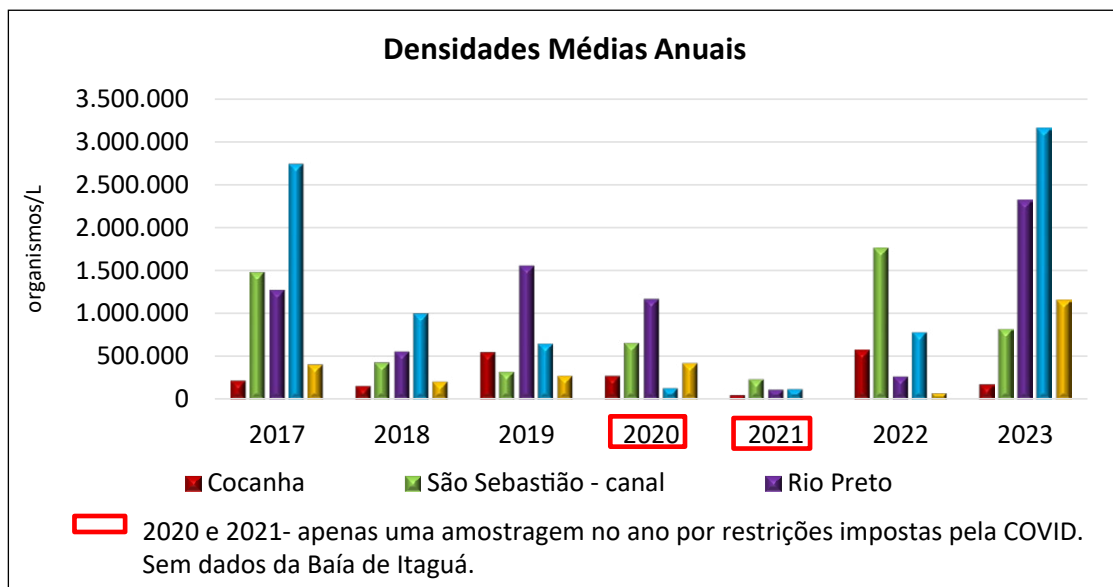


Figura 3.2 – Fotos de Diatomáceas (A) *Cyclotella litoralis*; (B) *Coscinodiscus sp* e (C) *Skeletonema*

Fotos: CETESB (400x)

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

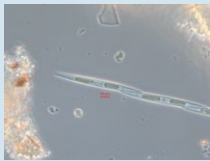

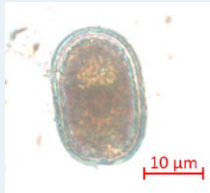

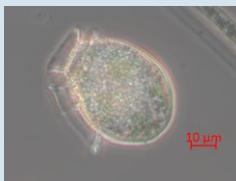

As médias anuais das densidades totais dessa comunidade por ponto e por ano, de 2017 a 2023, são apresentados no Gráfico 3.15. Observa-se que houve grande variação das densidades desses organismos entre os pontos. Essas variações são resultado de diversos fatores como correntes marítimas, condições físicas, químicas e meteorológicas que atuam conjuntamente. Os pontos que apresentaram as maiores densidades foram a Foz do Rio Preto e o Mar de Cananeia. Ressalta-se que em 2020 e 2021, foi realizada uma única campanha, exceto para a Baía do Itaguá onde não houve amostragem em 2021, em razão das restrições decorrentes da pandemia de COVID 19.

Gráfico 3.15 – Médias das densidades totais de organismos fitoplanctônicos (org/L) por ponto e por ano de: 2017 a 2023

Organismos potencialmente tóxicos

A identificação dos organismos potencialmente produtores de biotoxinas é complexa e a quantificação em nível de gênero já é suficiente para configurar ameaça, quer seja para a biota aquática, para a recreação, consumo de moluscos, entre outros. Informações sobre os gêneros que geralmente ocorrem no monitoramento da CETESB constam no Quadro 3.2, bem como as imagens e os ícones.

Quadro 3.2 – Características dos gêneros potencialmente produtores de biotoxinas detectados no monitoramento

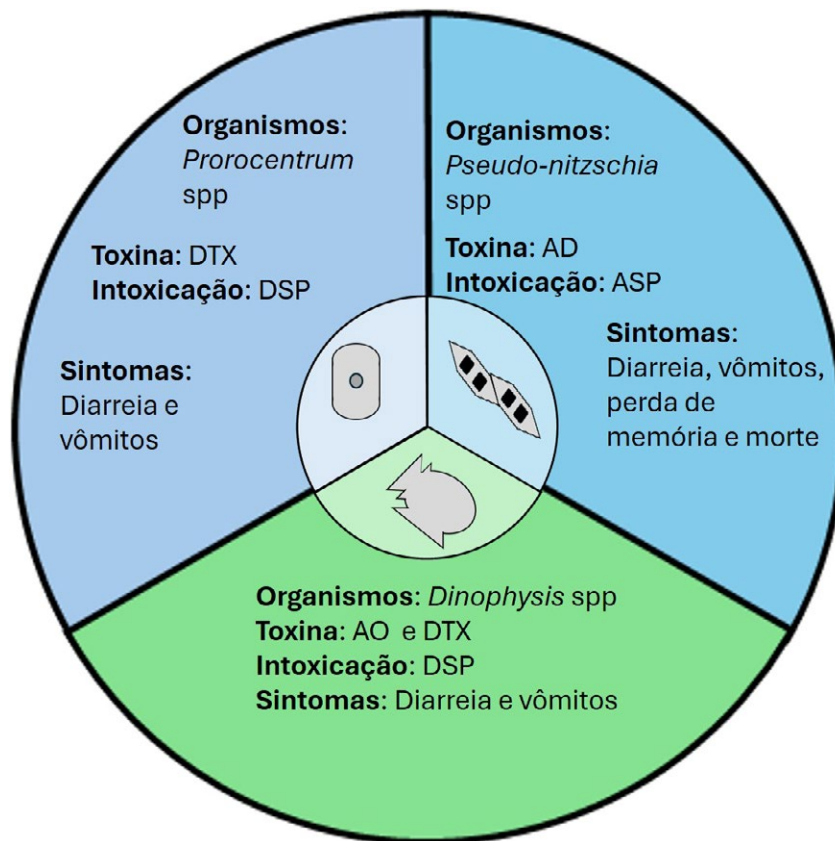
Organismos potencialmente tóxicos	Imagem	ícone	Observações
Diatomácea <i>Pseudo-nitzschia sp</i>			Células apresentam simetria longitudinal e formam cadeias. Sua identificação em nível específico é difícil, sendo necessário o uso de microscopia de varredura.
Dinoflagelado <i>Prorocentrum lima</i>			Células solitárias formadas por placas de celulose. Sua identificação é complexa e depende da localização e da quantidade dessas placas. Apenas para a espécie <i>Prorocentrum lima</i> foi estabelecido valor de alerta em planos de ação relacionados ao monitoramento de microalgas potencialmente tóxicas. Sua identificação é facilitada devido à presença de um pirenoide central visível em microscopia óptica.
Dinoflagelado <i>Dinophysis acuminata</i>			Células solitárias formadas por placas de celulose. Sua identificação é complexa e depende da localização e da quantidade dessas placas.

Fotos: CETESB (400X).

Observação: Os ícones simbolizam, de forma geral, um representante de cada gênero. Os organismos dos gêneros *Prorocentrum* e *Dinophysis* podem ter formas diferentes, dependendo da espécie.

As informações referentes à toxina potencialmente produzida, ao tipo de intoxicação e os principais sintomas de intoxicação foram dispostos de maneira sucinta na Figura 3.3.

Figura 3.3 – Organismos potencialmente produtores de toxina, tipo de toxina, tipos de intoxicação e sintomas em humanos



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

A presença ou ausência de organismos potencialmente tóxicos, nas amostras de 2023, constam do Quadro 3.3. Esses resultados levaram em consideração as análises das amostras qualitativas (concentradas) e quantitativas.

Quadro 3.3 – Resultado da verificação de organismo potencialmente tóxicos. Análise qualitativa e quantitativas. Dados de 2023

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

Nota: P: presença; A: ausência

Obs: os organismos do gênero *Dinophysis* estiveram presentes apenas nas análises qualitativas.

As densidades absolutas dos organismos potencialmente tóxicos em 2023 foram dispostas no Quadro 3.4, 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).

Quadro 3.4 – Densidades absolutas (cél/L) dos organismos potencialmente tóxicos - 2023

Gêneros Potencialmente Tóxicos	Valor Máximos de Referência* (cél/L)	Cocanha (cél/L)		Canal de São Sebastião (cél/L)		Rio Preto (cél/L)		Mar de Cananeia (cél/L)		Baía de Itaguá (cél/L)	
		1°C	2°C	1°C	2°C	1°C	2°C	1°C	2°C	1°C	2°C
Diatomácea											
<i>Pseudo-nitzschia spp</i>	≥ 50.000	13.000	-	14.000	-	5.000	-	-	-	158.000	114.000
<i>Pseudo-nitzschia delicatissima/pseudodelicatissima</i>	≥ 500.000	-	-	30.000	-	-	-	-	-	-	-
Dinoflagelado											
<i>Prorocentrum spp</i>	Svalor de referência	2.000	1.000	9.000	4.000	5.000	51.000	19.000	15.000	2.000	-
<i>Dinophysis spp</i>	≥ 1.000	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Legenda: Svalor de referência: Sem Valor de Referência; (-): Não encontrado

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

Os maiores valores de organismos potencialmente tóxicos foram encontrados na Baía de Itaguá: 158.000 e 114.000 céls/L de *Pseudo-nitzschia spp*. Embora tenham sido quantificados organismos do gênero *Prorocentrum*, em todos os pontos, estes não foram identificados como *P. lima*.

Intensificação do monitoramento

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



Quando há indícios de florações em áreas de cultivo/extrativismo de moluscos bivalves, inclusive em locais que não fazem parte dos pontos rotineiramente avaliados na rede costeira. Nesses casos, dependendo dos organismos e das densidades encontradas, medidas preventivas para a proteção da saúde pública são iniciadas.



Quando ocorrem manchas ou indícios de florações nas praias constatados por banhistas e comunicados à CETESB ou verificados por técnicos da Companhia durante as coletas de rotina.

Florações em praias

Em fevereiro de 2023, a CETESB foi notificada por técnicos do Parque Estadual Ilha Anchieta (PEIA) que avistaram uma mancha escura na água do mar, na praia do sul da Ilha Anchieta, no Litoral Norte. Suspeitava-se que esta mancha fosse causada pela presença de microalgas. Amostras do local foram encaminhadas à CETESB e o resultado da análise em microscopia evidenciou a presença de grumos verdes, mas não foi possível fazer a identificação do material por estar degradado. Verificou-se também a presença de diatomáceas do gênero *Hemiaulus*. Preventivamente, a CETESB enviou uma nota recomendando evitar nadar ou praticar esportes náuticos em locais com manchas na água.

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 do tipo de grão com maior porcentagem estão ressaltados com cores, conforme a legenda. A maioria das áreas apresenta sedimento arenoso (grãos maiores) embora com forte predominância da areia fina. Oito áreas apresentaram sedimentos finos em maior proporção em alguns pontos, a maioria delas inseridas em ambientes com menor hidrodinâmica como a Baía de Itaguá, Saco da Ribeira e regiões estuarinas da Baixada Santista e Litoral Sul. Destaca-se também o ponto 5 do canal de São Sebastião com altas porcentagem de Silte nas duas campanhas.

Tabela 3.5 – Resultados de Granulometria das áreas por ponto – Litoral Norte 2023

Área	Ponto	(%) 1º Semestre					(%) 2º Semestre				
		Areia Grossa	Areia Média	Areia Fina	Argila	Silte	Areia Grossa	Areia Média	Areia Fina	Argila	Silte
PICINGUABA	1	0,0	2,7	94,0	0,0	3,3	0,0	3,9	92,6	0,0	3,4
	2	0,0	8,1	88,6	0,0	3,4	0,0	5,3	88,9	0,6	5,3
	3	0,0	9,9	89,6	0,0	0,6	0,0	9,6	89,8	0,0	0,7
BAÍA DE ITAGUÁ	1	0,0	14,5	37,9	16,8	30,8	0,0	6,3	30,0	25,0	38,7
	2	0,0	2,0	43,2	14,6	40,2	0,0	1,9	41,7	16,3	40,1
	3	0,0	19,3	31,2	27,0	22,5	1,1	23,8	23,2	34,9	17,1
SACO DA RIBEIRA	1	0,0	4,5	23,2	41,0	31,3	0,0	3,2	34,9	34,5	27,4
	2	0,0	2,0	14,9	52,0	31,1	0,0	3,5	16,2	49,5	30,8
	3	0,4	10,4	16,2	33,6	39,5	1,4	18,6	19,1	18,8	42,1
TABATINGA	1	0,0	3,1	85,1	1,0	10,9	0,0	3,4	93,2	0,0	3,5
	2	0,0	3,1	77,6	3,0	16,2	0,0	3,6	85,1	0,0	11,2
	3	0,0	7,4	76,1	3,8	12,6	0,2	24,0	70,4	0,0	5,4
COCANHA	1	0,0	0,3	84,9	0,0	14,8	0,0	0,7	82,8	0,0	16,6
	2	0,0	0,1	77,7	0,0	22,2	0,0	0,7	76,4	0,0	22,9
	3	0,0	0,8	77,6	1,2	20,5	11,5	53,0	33,7	0,0	1,8
B. DE CARAGUATATUBA	1	0,0	1,0	70,7	11,6	16,7	0,0	0,6	85,5	0,0	14,0
	2	0,0	1,7	68,1	0,0	30,2	0,0	2,0	69,3	0,0	28,7
	3	0,0	0,7	84,8	0,0	14,6	0,0	3,1	80,1	7,4	9,3
CANAL DE S. SEBASTIÃO	1	0,0	2,5	38,3	31,8	27,4	0,0	0,3	22,5	39,6	37,6
	2	0,0	0,6	37,0	32,6	29,8	0,0	0,6	37,0	33,4	29,0
	3	0,0	9,3	51,8	19,5	19,5	2,8	35,8	31,7	14,8	15,0
	4	0,0	10,1	70,6	4,9	14,4	0,0	10,2	66,8	6,6	16,4
	5	0,0	0,6	33,7	26,2	39,5	0,0	4,3	22,0	32,3	41,4
BARRA DO UNA	1	0,0	6,7	89,7	0,0	3,6	0,0	4,7	93,6	0,0	1,7
	2	0,0	6,0	92,0	0,0	2,1	0,0	5,2	92,0	0,0	2,9
	3	0,0	7,4	92,0	0,0	0,6	0,0	5,8	93,6	0,0	0,6



Tabela 3.6 – Resultados de Granulometria das áreas por ponto - Baixada Santista e Litoral Sul 2023

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	0,0	1,2	96,6	0,0	2,1	0,0	2,4	95,3	0,0	2,4
	2	0,0	1,5	96,4	0,0	2,1	0,0	1,7	95,8	0,0	2,5
	3	0,0	2,4	86,8	2,3	8,6	0,0	1,5	96,4	0,0	2,1
CANAL DE BERTIOGA	1	0,0	3,6	16,5	45,0	34,9	0,0	1,6	18,2	44,7	35,5
	2	0,0	7,5	29,4	38,7	24,4	0,0	21,5	44,4	19,1	15,0
	3	0,0	14,7	51,8	20,3	13,2	0,0	36,3	60,3	0,0	3,4
CANAL DE SANTOS	1	0,0	5,9	88,5	0,7	4,9	0,0	6,9	48,5	26,2	18,3
	2	0,0	8,5	73,7	8,6	9,3	0,0	9,4	60,7	17,9	12,0
	3	0,0	2,0	14,6	50,1	33,3	0,0	3,5	15,6	50,4	30,5
CANAL DE PIAÇAGUERA	1	0,3	26,4	43,0	11,2	19,0	0,0	10,2	46,2	21,2	22,4
	2	0,0	1,1	32,2	32,9	33,9	0,0	14,2	51,4	15,2	19,3
	3	0,0	6,5	23,0	41,4	29,1	0,0	1,9	29,7	44,4	24,0
	4	0,0	1,5	25,5	33,0	40,0	0,0	3,3	81,6	4,7	10,5
CANAL DE S. VICENTE	1	0,0	14,0	82,1	1,0	2,9	0,0	11,3	86,0	0,7	2,0
	2	0,0	15,5	84,0	0,0	0,4	0,0	15,9	84,1	0,0	0,0
	3	0,0	4,0	13,4	52,3	30,3	0,0	4,1	32,5	41,0	22,5
EMISSÁRIO DO GUARUJÁ	1	0,0	0,9	62,6	9,7	26,8	0,0	0,9	60,0	13,3	25,8
	2	0,0	1,4	43,1	22,7	32,8	0,0	1,1	44,5	21,5	32,9
	3	0,0	3,1	35,0	26,3	35,6	0,0	1,6	79,6	2,2	16,7
	4	0,0	0,9	57,7	11,7	29,7	0,0	0,9	64,6	9,9	24,6
EMISSÁRIO DE SANTOS	1	0,0	2,2	91,5	0,2	6,1	0,0	2,5	94,2	0,0	3,3
	2	0,0	2,3	95,0	0,0	2,7	0,0	1,6	96,2	0,0	2,3
	3	0,0	3,4	92,2	0,0	4,4	0,0	3,6	94,5	0,0	1,9
	4	0,0	1,9	95,1	0,0	3,0	0,0	2,7	90,4	1,0	6,0
EMISSÁRIO DE P GRANDE	1	0,0	5,6	81,1	4,9	8,4	0,0	1,9	43,8	26,5	27,9
	2	0,0	4,6	93,6	0,0	1,8	0,0	3,0	90,3	1,9	4,8
	3	0,0	2,9	73,6	11,0	12,5	0,0	2,4	73,4	10,5	13,7
	4	0,0	1,3	96,2	0,0	2,6	0,0	2,1	94,8	0,0	3,1
RIO ITANHAÉM	1	0,0	2,7	64,1	13,7	19,5	0,0	1,4	97,4	0,0	1,2
	2	0,0	1,5	96,9	0,0	1,7	0,0	1,9	69,8	11,5	16,8
	3	0,0	2,0	89,1	1,4	7,5	0,0	1,8	34,9	31,9	31,5
RIO PRETO	1	0,0	1,0	66,4	9,1	23,6	0,0	0,9	53,9	17,4	27,8
	2	0,0	0,9	72,1	8,3	18,7	0,0	3,0	80,0	5,0	12,0
	3	0,0	2,7	77,2	5,9	14,3	0,0	2,5	73,0	8,2	16,3
MAR PEQUENO	1	0,0	28,8	66,9	1,1	3,3	0,0	20,3	79,7	0,0	0,0
	2	0,0	45,8	53,8	0,0	0,4	21,8	46,4	30,5	0,0	1,4
	3	0,0	8,4	70,4	9,9	11,3	0,0	8,1	76,5	5,3	10,3
MAR DE CANANEIA	1	0,0	4,3	62,6	18,7	14,5	0,0	6,6	80,0	5,8	7,6
	2	0,0	31,5	65,4	0,0	3,1	0,0	41,5	58,5	0,0	0,0
	3	0,0	6,6	79,2	8,2	5,9	0,0	5,7	79,5	8,4	6,5
LAJE DE SANTOS	1	0,0	4,3	94,9	0,0	0,8	0,0	4,5	94,7	0,0	0,7
	2	0,0	81,6	14,6	0,0	3,8	0,0	9,4	88,8	0,0	1,9
	3	0,0	7,2	92,2	0,0	0,6	0,0	6,9	92,6	0,0	0,5

3.5.2 Qualidade Química dos Sedimentos

COT - Os resultados obtidos em 2023 mantiveram o comportamento observado no ano anterior, com ligeiro aumento das concentrações médias. As maiores concentrações de COT em 2023 foram observadas nos estuários, especificamente no Canal de Bertioga e no Canal de Piaçaguera (Gráfico 3.16). Nas áreas salinas foram registradas concentrações mais elevadas na Baía de Itaguá e no Saco da Ribeira que apresentam o comportamento similar em campanhas anteriores.

Gráfico 3.16 – Concentração média de COT (%) dos sedimentos nas áreas monitoradas em 2023 e Valores de Referência da CETESB para áreas salobras e salinas

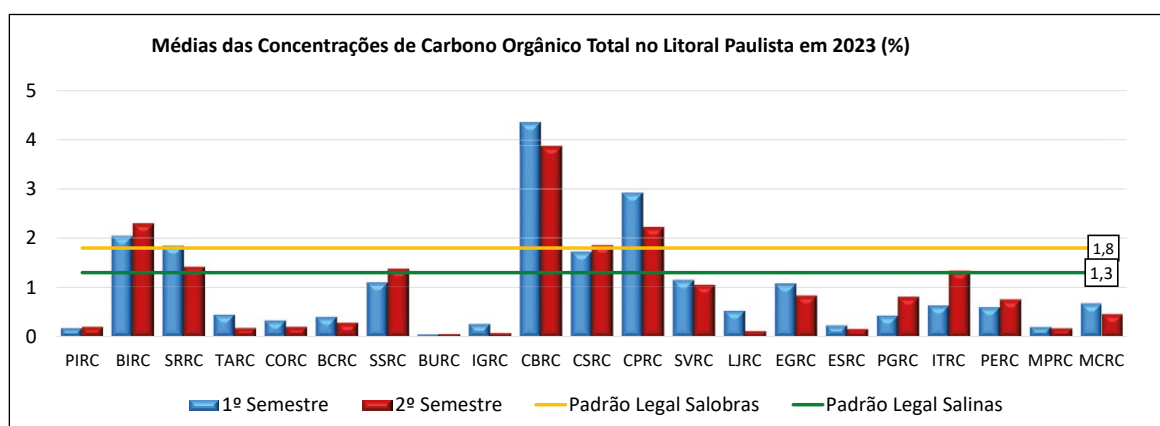
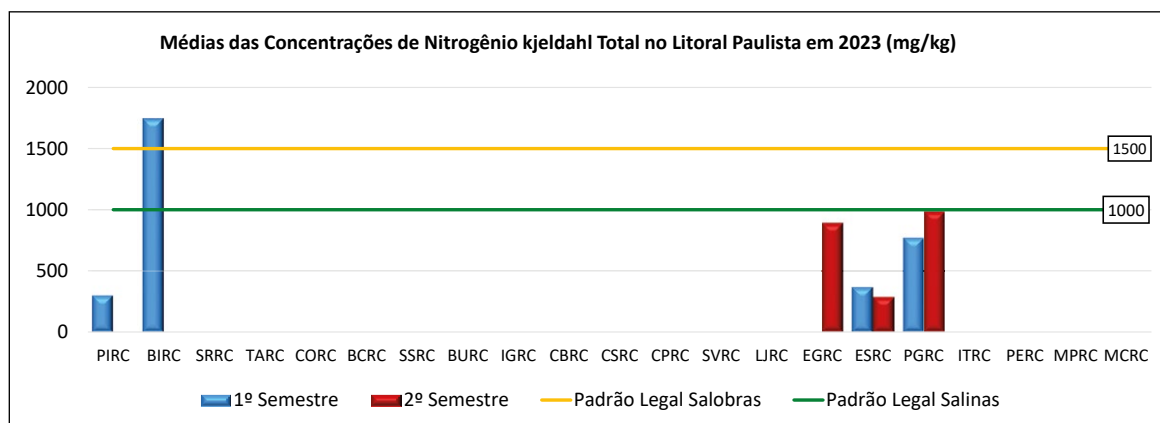


Gráfico 3.17 – Concentração média de Nitrogênio Kjeldahl Total (mg/kg) dos sedimentos nas áreas da rede de monitoramento costeiro) em 2023 e Valores de Referência da CETESB para áreas salobras e salinas

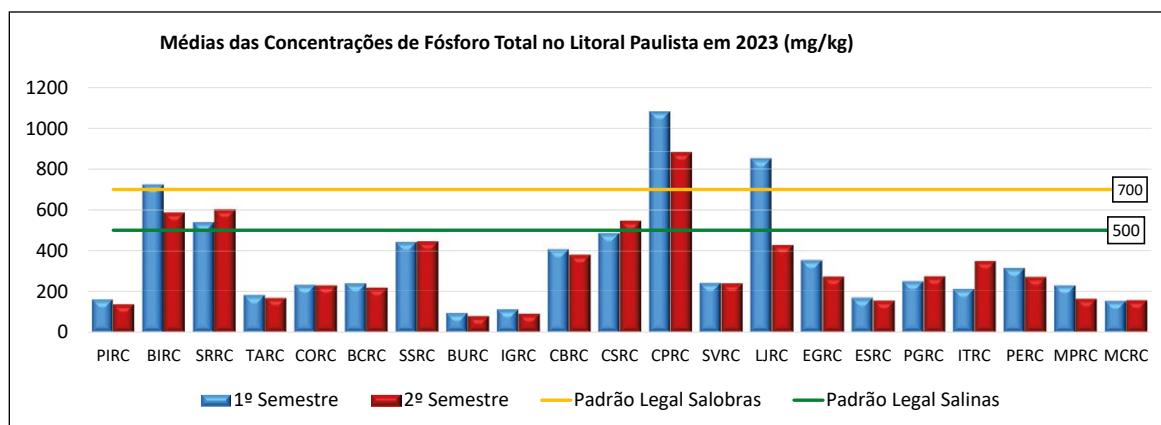


NKT - Devido a restrições operacionais não foi possível realizar as determinações de Nitrogênio Kjeldahl Total (NKT) na maior parte das áreas. Nos locais onde foi possível a realização do ensaio, o comportamento semelhante a 2022 (Gráfico 3.5). A Baía de Itaguá apresenta hidrodinâmica local que contribui com o acúmulo de nutrientes.

Fósforo Total – Esse parâmetro apresentou comportamento semelhante ao ano de 2022 (Gráfico 3.18). Normalmente, grandes contribuições de Fósforo estão associadas à atividade humana especialmente na forma de descarga de esgoto doméstico e atividade industrial. Atividades específicas como indústria de fertilizantes podem contribuir para o aumento dos níveis desse nutriente na região de Cubatão. Nas demais áreas os valores têm sido mais baixos ao longo dos anos.

No caso da Baía de Itaguá e do Saco da Ribeira o acúmulo de Fósforo pode ocorrer, como os demais parâmetros, por conta da hidrodinâmica local associada às atividades antrópicas, incluindo o tráfego de embarcações. A região da Laje de Santos apresentou concentração bastante elevada possivelmente devido à contribuição das fezes da avifauna abundante do local, que apresenta reflexos também na concentração observada na água, reduzindo a classificação da área pelo IQAC para Regular apesar de ser uma ocorrência natural.

Gráfico 3.18 – Concentração média de Fósforo Total (mg/kg) dos sedimentos nas áreas da rede de monitoramento costeiro em 2023 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 2023, 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 1 a 5), Canais de Bertioga, Santos e São Vicente (pontos 1, 2 e 3), e Canal de Piaçaguera (pontos 1 a 4). 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 na Tabela 3.7. Em todos os casos as amostras foram classificadas como não tóxicas.

Tabela 3.7 – Qualidade ecotoxicológica dos sedimentos em 2023

Regiões	Área	Pontos monitorados - semestres/2023				
		1º				
		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						

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

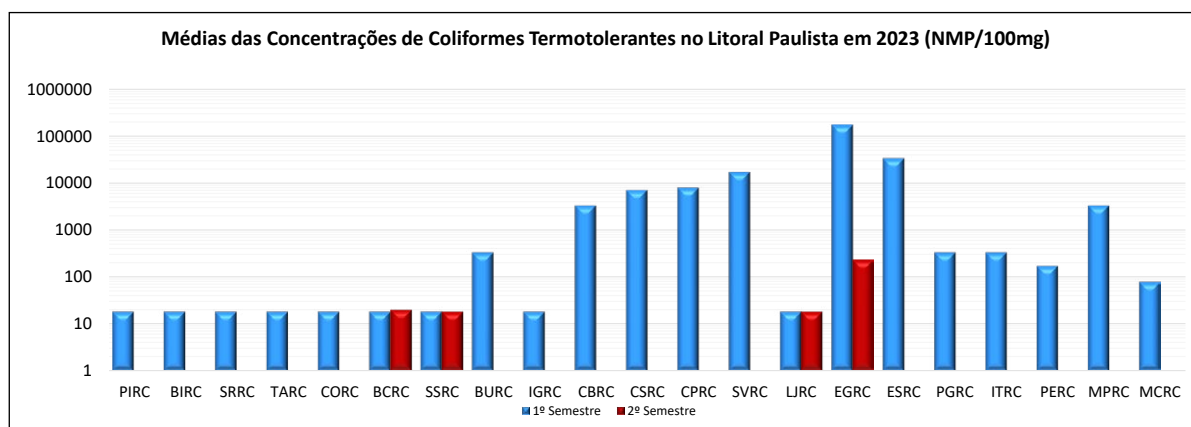
(c) Mortalidade superior ou igual a 50%, porém apresentando diferença significativa em relação ao controle

3.5.4 Qualidade microbiológica dos sedimentos

A qualidade microbiológica dos sedimentos foi avaliada de acordo com as concentrações dos indicadores de contaminação fecal: Coliformes Termotolerantes (CTt) e *C. perfringens*. Os CTt são bactérias que indicam contaminação fecal recente. Os *C. perfringens* indicam contaminação fecal remota, podendo mostrar contaminação fecal quando os Coliformes Tt já não estão mais presentes nas amostras.

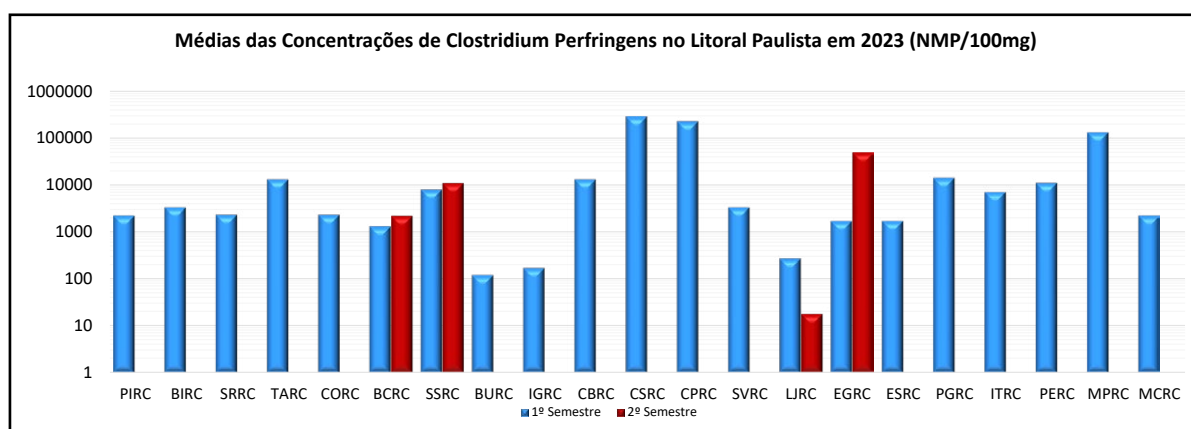
As áreas que apresentaram média geométrica das concentrações de Coliformes Tt com valores acima de 1.000 NMP/100g foram: Canal de Bertioga, Canal de Santos, Canal de Piaçaguera, Canal de São Vicente, áreas de influência dos Emissários Submarinos do Guarujá e de Santos e Mar Pequeno (Gráfico 3.19). A área de influência do Emissário Submarino do Guarujá apresentou concentrações de CTt da ordem de 10^5 NMP/100g. Assim, as áreas que apresentam maiores índices de poluição fecal nos sedimentos foram os canais estuarinos e as áreas de influência de emissários submarinos.

Gráfico 3.19 – Médias das concentrações de Coliformes Termotolerantes (NMP/100g) nos sedimentos em 2023



As áreas que apresentaram médias das concentrações de *C. perfringens* com valores acima de 10.000 NMP/100g foram: Tabatinga, Canal de São Sebastião, Canal de Bertioga, Canal de Santos, Canal de Piaçaguera, área de influência dos Emissários Submarinos do Guarujá e Praia Grande e Mar Pequeno (Gráfico 3.20).

Gráfico 3.20 – Médias das concentrações de *C. perfringens* (NMP/100g) nos sedimentos costeiros em 2023



3.6 Análise Integrada 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.

3.6.1 Picinguaba

Qualidade da água

Essa área apresenta regularmente água de boa qualidade. Dois pontos obtiveram classificação Boa com o IQAC acima de 90 e um com classificação Ótima, resultando com a média na classificação Ótima. Foram identificadas poucas não conformidades (uma para o OD e outra para o COT) em amostras de fundo ambas na segunda campanha. Trata-se de uma área com poucas atividades antrópicas importantes passíveis de causar impacto significativo nas águas costeiras. Em 2023, foi a única área a receber a classificação Ótima.

Qualidade dos sedimentos

Os sedimentos da área são majoritariamente compostos por areia fina e não contribuem muito para o acúmulo de substâncias. Não há ocorrências notáveis no sedimento.

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 mesma classificação observada nos últimos quatro 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

Essa Baía foi classificada como Regular nos três pontos. Nessa área foram identificadas diversas não conformidades para os parâmetros do IQAC com exceção do Nitrogênio Amoniacoal e dos Fenóis Totais.

O COT apresentou 23% de não conformidades, todas na primeira campanha e distribuídas entre os pontos com média 2,98 mg/L. O OD apresentou apenas duas não conformidades nos estratos de fundo dos pontos na segunda campanha com valores próximos ao padrão legal. O Fósforo Total apresentou apenas uma não conformidade com valor de 0,07 mg/L no estrato de superfície do ponto 3, segunda campanha.

Por fim, a Clorofila-a apresentou 42% dos resultados acima do valor de referência estabelecido pela CETESB de 2,5 µg/L com média de 4,45 µg/L, mínimo de 1,07 µg/L e máximo de 26,17 µg/L no estrato de superfície do ponto 3, primeira campanha, que foi identificado como um *outlier*. O segundo maior valor, de 6,15 µg/L, aparece no estrato de superfície do ponto 2, na 2ª campanha. Nota-se que os valores de OD nas amostras com os maiores valores de concentração de Clorofila-a também são maiores do que o usual.

Nessa área está localizada a zona urbana de Ubatuba com a desembocadura de diversos rios como o Acaraú, Rio Grande e Rio Tavares cujas áreas de drenagem apresenta intensa ocupação que em sua maior parte não possui coleta de esgotos o que pode gerar importante carga de poluição difusa. Além disso, a hidrodinâmica local proporciona maior retenção desses nutrientes dentro da baía.

Qualidade dos sedimentos

A granulometria da região é reflexo da hidrodinâmica local com sedimentos mais finos com porcentagens significativas de argila e silte, em especial no segundo semestre de 2023. Todos os resultados de Fósforo Total, NKT e COT excederam os valores de referência na 2ª campanha com médias de 726 mg/kg, 1746 mg/kg e 2,1% respectivamente. O sedimento demonstra que os resultados obtidos em água não são pontuais e devem ocorrer com frequência como vem sendo observado ao longo dos anos.

A avaliação ecotoxicológica de sedimento do ponto 2 desta região, para o ensaio agudo, indicou ausência de toxicidade, sendo classificado com qualidade Ótima (Tabela 3.3), da mesma forma que nos últimos quatro anos. Nessa campanha, o ponto 2 apresentou concentração de Arsênio (13,9 mg/kg) acima dos valores de referência de ISQG e do limite basal para o litoral paulista, mas, provavelmente não estava biodisponível para causar efeito tóxico aos organismos-teste.

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

3.6.3 Saco da Ribeira

Qualidade da água

Apesar dos pontos 1 e 2 apresentarem qualidade inferior, na média, a área foi classificada como Boa segundo o IQAC. A região apresenta não conformidades sistemáticas de COT com apenas 4 das 16 amostras em conformidade com a legislação. A média do parâmetro no ano foi de 3,54 mg/L.

O Fósforo Total apresentou três não conformidades, no valor de 0,07 mg/L, todas na 1ª campanha. Apesar de não ser comum a ocorrência de vários resultados idênticos, o método analítico fornece três casas decimais de precisão e não foram identificadas anomalias de forma que os resultados são válidos mesmo com a coincidência, ou seja, não houve problemas na determinação.

A Clorofila-a também apresentou 3 não conformidades nas 12 amostras analisadas com valores entre 3,38 e 4,40 µg/L nos pontos 1 e 2, primeira campanha. Os demais valores não ultrapassaram a concentração de 1,41 µg/L.

Qualidade dos sedimentos

Os sedimentos da área apresentam granulometria majoritariamente argilosa e siltosa, com propensão de acúmulo de substâncias. Há ocorrências de nutrientes em valor mais elevado que as concentrações de referência em ambas as campanhas em mais da metade das amostras sendo que a média para o Fósforo no ano foi de 571,5 mg/L e a média do COT foi de 1,65% com baixa variância em ambos os casos. Verifica-se a

ocorrência de Cobre, já observada na série histórica, em todas as amostras dos pontos 1 e 2 que ficam mais próximas aos píeres e devem sofrer maior influência das atividades das marinas. A maior concentração ocorre no ponto 1, segunda campanha com valor de 50,5 mg/kg, distante do limite de PEL. Todas as concentrações estão dentro dos valores encontrados historicamente para a área.

O ensaio ecotoxicológico de sedimento do ponto 2 dessa área indicou qualidade Ótima para esse ambiente (Tabela 3.3), como observado nos últimos quatro anos. Nessa campanha, esse ponto apresentou concentrações de Arsênio (12,6 mg/kg) e Cobre (29,1 mg/kg) acima de ISQG, no entanto, estes contaminantes provavelmente não estavam biodisponíveis para causar efeito tóxico sobre os organismos-teste.

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

3.6.4 Tabatinga

Qualidade da água

Apesar das diversas não conformidades de COT e, especialmente, Fósforo Total, a região foi classificada como Boa segundo o IQAC. Apenas 4 das 18 amostras de Fósforo apresentaram concentração inferior ao limite legal e a média geral foi de 0,074 mg/L. No caso do COT apenas 4 amostras apresentaram não conformidades com valores que variaram de 3,1 a 4,6 mg/L. Fontes possíveis para o aumento da concentração de Fósforo estão as atividades de marina e o aumento da densidade populacional da área.

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 no sedimento.

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

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

3.6.5 Cocanha

Qualidade da água

A região da Cocanha obteve classificação Regular segundo o IQAC. O COT mostrou 28% das amostras não conformes sendo uma considerada, estatisticamente, um *outlier* (18,9 mg/L) no ponto 3, 2ª campanha. Contudo como não foram identificadas anomalias na cadeia de custódia que impliquem em problemas analíticos, o resultado foi considerado nos cálculos. Possivelmente há um acúmulo da substância pelo fato do ponto se localizar entre as linhas de suporte das boias utilizadas no cultivo de mexilhões, formando um *hotspot*, uma vez que as demais não conformidades não ultrapassaram a concentração de 3,8 mg/L. No caso do Fósforo Total apenas três resultados estiveram em conformidade com o padrão legal e a média de concentração foi de 0,075 mg/L.

Qualidade dos sedimentos

A granulometria do sedimento é predominantemente de areia fina com alguma presença de silte. Apesar das não conformidades observadas em água, percebe-se que o impacto delas é pontual 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 quatro 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

O IQAC médio da área foi Bom apesar dos pontos 1 e 3 terem obtido classificação Regular por conta das não conformidades de Fósforo Total em 50% das amostras. O nutriente apresentou média de 0,09 mg/L e foi acompanhado por não conformidades de Clorofila-a em 25% das amostras ainda que seu valor máximo (2,97 µg/L) esteja próximo ao valor de referência adotado pela CETESB de 2,5 µg/L. As não conformidades de OD aparecem com certa regularidade nos dados históricos nos estratos de fundo por conta da profundidade de amostragem.

Qualidade dos sedimentos

A granulometria local apresenta algum conteúdo de silte, mas é predominantemente composta por areia fina. Não há ocorrências notáveis no sedimento.

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 mesma classificação observada nos últimos quatro 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

Pela primeira vez desde 2012 a classificação da área foi Regular segundo o IQAC. A maior contribuição para essa classificação vem do COT com concentração média de 2,84 mg/L e 43% de não conformidades concentradas na 2ª campanha, e do Fósforo Total com média de 0,11 mg/L com 60% de não conformidades (concentradas na 1ª campanha). A Clorofila-a apresentou 35% de não conformidades principalmente na 1ª campanha e o OD apresentou 20% de não conformidades em maior frequência na 2ª campanha nos estratos de meio e fundo dos pontos de maior profundidade.

Qualidade dos sedimentos

A granulometria dos pontos do canal é bastante heterogênea uma vez que os pontos apresentam profundidades diferentes e, conseqüentemente, regimes de correntes diferentes. Os pontos 1, 2 e 5 apresentam parcelas relativamente parecidas das frações mais finas (argila e silte) e de areia fina enquanto os pontos 3 e 4 apresentam maiores proporções de areia fina e algum conteúdo de areia média de forma que os primeiros apresentam maior tendência de acúmulo de substâncias do que os dois últimos.

Nota-se que os resultados acima do valor de referência se concentraram nos pontos 1, 2 e 5 com mais ocorrências de resultados mais elevados de nutrientes e com algumas ocorrências pontuais de Cobre e Níquel no ponto 2 na 2ª e 1ª campanha respectivamente, ambos próximos a ISQG.

Nessa região, as amostras de sedimento coletadas nos pontos 1 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 de contaminantes acima do ISQG para Arsênio (9,71 mg/kg, 11,1 mg/kg e 12,2 mg/kg) nos pontos 1, 2 e 5, respectivamente. No entanto, essas substâncias não estavam biodisponíveis para causar efeito tóxico aos organismos-teste, uma vez que não foi observada toxicidade nos ensaios.

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, respectivamente.

3.6.8 Barra do Una

Qualidade da água

Barra do Una apresentou classificação Regular pelo segundo ano consecutivo, mas sem pontos com a classificação Ruim como em 2022. O Fósforo Total apresentou 61% de não conformidades com média de 0,08 mg/L e a Clorofila-a 50% com média 3,68 µg/L constituindo o maior peso na classificação obtida. O OD vem em seguida com 28% de não conformidades e média de 6,18 mg/L embora tenha apresentado um valor mínimo de 4,09 mg/L um pouco mais baixo do que as não conformidades históricas para o parâmetro na área e o COT apresenta apenas 6% de não conformidades.

Qualidade dos sedimentos

Os sedimentos da área são um pouco mais grossos com predominância de areia fina e alguma presença de areia média. Não há ocorrências notáveis no sedimento.

Na avaliação ecotoxicológica da amostra de sedimento dessa região, o 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 Boa para Coliformes Termotolerantes e como Ótima para *C. perfringens*.

3.5.9 Área de influência do Rio Itaguapé

Qualidade da água

O local apresentou classificação Boa, uma melhora em relação a 2022. As principais não conformidades se dão no Fósforo Total com 53% das amostras apresentando concentrações superiores aos valores de referência e média geral de 0,08 mg/L. O OD apresenta 33% de não conformidades e média superior ao limite legal de 6 mg/L, mas registra valor mínimo de 3,94 mg/L, em nível similar ao observado nos últimos anos. O COT apresenta 6% de amostras não conformes.

Qualidade dos sedimentos

Os sedimentos da área são um pouco mais grossos com predominância de areia fina e alguma presença de areia média. Não há ocorrências notáveis no sedimento.

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 Itaguapé foi classificada como Ótima considerando Coliformes Termotolerantes e *C. perfringens*.

3.6.10 Canal de Bertioga

Qualidade da água

O canal apresenta não conformidades em 6 dos 8 parâmetros monitorados com 30 a 47% de amostras não conformes para 4 deles, o que classificou a área como Ruim. Fósforo (47%), COT (39%), OD e Enterococos (ambos com 33%) são os maiores contribuintes, todos com amplitude relativamente alta nos resultados. Destaca-se uma ocorrência de 3800 UFC/100mL de Enterococos e uma de 9,56 mg/L de COT, ambas na superfície do ponto 3, primeira campanha.

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, submetido a correntes mais intensas apresenta granulometria mais arenosa. O Largo do Candinho é uma área onde ocorre o encontro das águas sendo, portanto, uma área deposicional, por esse motivo possui características bastante diversas dos outros dois pontos. Nesse ano foram observadas não conformidades para o COT nos pontos 1 e 2 e de alguns metais e HPAs em concentrações próximas a ISQG no ponto 1 todas condizentes com o comportamento histórico da área.

A avaliação ecotoxicológica das amostras de sedimento dos pontos 1, 2 e 3 dessa área indicou qualidade Ótima para esses ambientes (Tabela 3.3), da mesma forma que o observado nos últimos quatro anos. Nas análises químicas foram identificadas, nessa campanha, concentrações de contaminantes acima do ISQG, no ponto 1, para Arsênio (12 mg/kg); Chumbo (36,5 mg/kg); Mercúrio (0,14 mg/kg) e Acenafileno (8,29 µg/kg). Embora esses contaminantes tenham sido identificados acima dos valores de referência, não estavam biodisponíveis para causar efeito tóxico aos organismos-teste, uma vez que não foi observada toxicidade nos ensaios.

De acordo o critério microbiológico, o Canal de Bertioga foi classificado como Ruim para Coliformes Termotolerantes, que indicam poluição fecal recente, e como Ótimo para *C. perfringens*.

3.6.11 Canal de Piaçaguera

Qualidade da água

A área monitorada apresentou qualidade Ruim segundo o IQAC e concentrações elevadas de nutrientes estão em consonância com o comportamento histórico. Nota-se ocorrências de não conformidades sistemáticas de OD, COT, Fósforo Total, Nitrogênio Amoniacal e Clorofila-a, com destaque para o Fósforo com 91% de não conformidades. A Clorofila-a apresentou concentrações significativamente mais elevadas em 2023 do que no ano anterior, mas apenas 6% excederam o valor de referência estabelecido pela CETESB.

Qualidade dos sedimentos

A granulometria da região é predominantemente fina com pelo menos metade do sedimento composta por argila e 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) sem ocorrências notáveis no ponto 4, próximo da divisa com o Canal de Santos e da cava subaquática que foi utilizada para contenção dos sedimentos oriundos da atividade de dragagem de manutenção do canal.

Os resultados, apesar de elevados, são condizentes com o comportamento histórico da região. Nesse canal há ocorrência de grandes obras de dragagem de manutenção e grande circulação de navios, além da presença de indústria de fertilizantes. Muitas concentrações de HPAs ficaram próximas do limite de PEL com um valor superior no caso do Benzo(a)pireno no segundo semestre de 975 µg/kg ante o valor de referência de PEL de 763 µg/kg.

Nessa região, as amostras de sedimento dos pontos 1 a 4 avaliadas nos ensaios ecotoxicológicos agudos, foram classificadas com qualidade Ótima (Tabela 3.3), como nos últimos quatro anos. As análises químicas apresentaram concentrações de contaminantes acima do ISQG para Arsênio (11,6 mg/kg), Chumbo (35,8 mg/kg), Cobre (22,5 mg/kg), Mercúrio (0,4 mg/kg), Zinco (143 mg/kg) e diversos HPAs, no ponto 1; Arsênio (11,6 mg/kg), Chumbo (36,9 mg/kg), Cobre (28,5 mg/kg), Mercúrio (0,44mg/kg) e vários HPAs, no ponto 2; Chumbo (30,5 mg/kg), Cobre (23,7 mg/kg), Mercúrio (0,2 mg/kg) e alguns HPAs, no ponto 3. Embora esses contaminantes tenham sido identificados acima dos valores de referência, provavelmente não estavam biodisponíveis para causar efeito tóxico aos organismos-teste, uma vez que não foi observada toxicidade nos ensaios.

Quanto ao aspecto microbiológico, o Canal de Piaçaguera foi classificado como Ruim para os indicadores Coliformes Termotolerantes e *C. perfringens*.

3.6.12 Área de influência do Emissário do Guarujá

Qualidade da água

A região manteve a oscilação entre as classificações Boa e Regular sendo a última obtida em 2023. Verificaram-se ocorrências regulares de não conformidades de OD em 33% das amostras, todas nos estratos de meio e fundo na 1ª campanha (Fev/2023), com a influência da temporada de verão e da profundidade, pois, é comum a ocorrência de resultados inferiores a 6 mg/L nesses estratos. O Fósforo Total (52% concentradas no primeiro semestre) e Clorofila-a (38% distribuídas espacial e temporalmente) indicando algum nível de eutrofização. Apenas uma das 24 amostras apresentou resultado não conforme para o parâmetro Enterococos.

Qualidade dos sedimentos

Apenas o COT e o NKT apresentaram não conformidades no sedimento. O Fósforo Total não mostrou concentrações superiores ao valor de referência. Apesar das não conformidades observadas, todas estiveram próximas ao valor de referência e se devem provavelmente ao impacto do lançamento do emissário nas imediações.

Na avaliação ecotoxicológica realizada no sedimento do ponto 2 dessa região, o ensaio agudo indicou qualidade Ótima (Tabela 3.3), como nos últimos quatro anos.

De acordo o critério microbiológico, a área de influência do Emissário Submarino do Guarujá foi classificada como Péssima para Coliformes Termotolerantes, que indicam poluição fecal recente, e como Ótima para *C. perfringens*.

3.6.13 Área de influência do Emissário de Santos

Qualidade da água

O Emissário de Santos está localizado em uma região de baía com hidrodinâmica que não favorece a dispersão da pluma de esgoto. A situação da qualidade na área aparentemente melhorou, pois não apresentou mais classificação Péssima como em 2012. Entretanto, apresenta regularmente a classificação Ruim, como em 2023, e geralmente tem qualidade pior do que observado no monitoramento do entorno dos demais emissários que fazem parte da rede. Mais de 60% de todos os parâmetros, com exceção dos fenóis e do pH apresentaram não conformidades chegando a 100% no caso dos Enterococos.

O único ano em que apresentou classificação Boa foi em 2020 durante a pandemia.

Qualidade dos sedimentos

A qualidade é boa, sem a ocorrência de concentrações de nutrientes e outras substâncias superiores aos valores de referência. Sua granulometria também é predominantemente de areia fina e menos propensa a retenção de substâncias.

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

Conforme o aspecto microbiológico, a área de influência do Emissário Submarino de Santos foi classificada como Péssima para Coliformes Termotolerantes, que indicam poluição fecal recente, e como Ótima para *C. perfringens*.

3.6.14 Canal de Santos

Qualidade da água

A classificação Ruim segundo o IQAC se deve às não conformidades frequentes em 6 dos 8 parâmetros que integram o índice. Metade das amostras de OD apresentaram valores inferiores a 5 mg/L enquanto o Fósforo Total apresentou 83% de não conformidades, Nitrogênio Amoniacoal 56% e Enterococos 75%. A amplitude das não conformidades foi de até 50% em relação aos padrões com exceção dos Enterococos que chegaram a apresentar concentração de 12000 UFC/100mL. O canal tem forte contribuição de efluentes domésticos e industriais, além da atividade portuária e apresenta comportamento semelhante ao observado historicamente.

Qualidade dos sedimentos

A granulometria da área é predominantemente composta por areia fina, mas seu Potencial Redox bastante negativo indica que há acúmulo de matéria orgânica, ainda que não exceda os valores de referência na maior parte dos resultados. Nota-se diversas ocorrências de resultados superiores aos valores de referência para os metais e HPAs, nenhum deles particularmente elevado ou destoante do comportamento histórico e todos uniformemente distribuídos em todos os pontos. O ponto 3 apresentou maior frequência de não conformidades na 1ª campanha enquanto os pontos 1 e 2 apresentaram esse comportamento na 2ª campanha. Assim como no Canal de Piaçaguera, existe contribuição de passivo ambiental da própria área nos resultados de metais e HPAs. As atividades portuárias também contribuem para as alterações da qualidade das águas e sedimentos do canal.

Nessa região, as amostras de sedimento coletadas nos pontos 1, 2 e 3, avaliadas no ensaio ecotoxicológico agudo, foram classificadas com qualidade Ótima (Tabela 3.3), como nos últimos quatro anos. O ponto 3 apresentou concentrações de Arsênio (11,8 mg/kg), Chumbo (35,6 mg/kg), Cobre (23,1 mg/kg), Mercúrio (0,14) e HPAs acima de ISQG, no entanto, estes contaminantes provavelmente não estavam biodisponíveis para causar efeito tóxico sobre os organismos-teste.

Quanto ao aspecto microbiológico, o Canal de Santos foi classificado como Ruim para os indicadores Coliformes Termotolerantes e *C. perfringens*.

3.6.15 Canal de São Vicente

Qualidade da água

O canal apresenta classificação Ruim em 2023 como em anos anteriores. O comportamento da área é similar ao observado no Canal de Santos na qualidade da água com altos níveis de nutrientes e não conformidades iguais ou superiores a 50% das amostras coletadas. A presença de Nitrogênio Amoniacoal em concentrações superiores à legislação em 61% das amostras demonstra que existe uma forte contribuição de efluentes domésticos nessa área do estuário juntamente com o parâmetro Enterococos que apresenta cerca de 47% de amostras não conformes.

Qualidade dos sedimentos

As ocorrências de substâncias diversas são comuns no ponto 3 dado o passivo ambiental da região e de sua proximidade com o entroncamento com os canais de Santos e Piaçaguera, sendo esse último corpo receptor dos efluentes das indústrias de Cubatão. Todas as concentrações superiores aos valores de referência se encontram nesse ponto. Para os metais e HPAs verifica-se que nenhuma das concentrações excede o limite de PEL e se situam próximas ao limite de ISQG, ou seja, são não conformidades de baixa amplitude.

A avaliação ecotoxicológica das amostras de sedimento coletadas nos pontos 1, 2 e 3 dessas áreas indicaram qualidade Ótima para esse ambiente (Tabela 3.3), da mesma forma como observado nos últimos quatro anos. As análises químicas apresentaram, no ponto 3, concentrações de contaminantes acima dos limites do ISQG para Arsênio (12,1 mg/kg), Chumbo (42,6 mg/kg), Cobre (23 mg/kg), Crômio (58,8 mg/Kg), Mercúrio (0,26 mg/Kg) e alguns HPAs, no entanto, estes contaminantes provavelmente não estavam biodisponíveis para causar efeito tóxico sobre os organismos-teste.

Conforme o critério microbiológico, o Canal de São Vicente foi classificado como Péssimo para Coliformes Termotolerantes, que indicam poluição fecal recente, e como Bom para *C. perfringens*.

3.6.16 Área de influência do emissário submarino da Praia Grande 1

Qualidade da água

A área de influência do emissário apresentou classificação Regular. Observa-se elevada atividade algal com 81% das amostras apresentando concentrações de Clorofila-a superiores ao valor de referência com média de 3,34 µg/L embora não tenham sido identificadas manchas ou indícios de florações no local e os níveis de OD não apresentem alterações significativas. A presença de Fósforo em concentrações superiores à legislação em 50% das amostras contribui com essa atividade e provavelmente tem origem no emissário ainda que a dispersão da pluma seja favorecida pela hidrodinâmica local e seu impacto deva ser pontual e restrito à área de influência do empreendimento.

Qualidade dos sedimentos

O sedimento local apresenta granulometria fina, com parcelas significativas de argila e silte que não são esperadas para a região, além do potencial redox negativo indicando ambiente redutor e rico em matéria orgânica. As concentrações de nutrientes observadas excedendo os valores de referência entre 13% e 29% dos casos. Todas essas características evidenciam o possível impacto do emissário no entorno, ainda que transitório.

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 quatro anos anteriores.

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

3.6.17 Área de Influência do Rio Itanhaém

Qualidade da água

Pela primeira vez na série histórica o Rio Itanhaém apresentou classificação Ruim. O fato de 5 dos 8 parâmetros considerados apresentarem não conformidades com amplitude relativamente elevada para o COT e Clorofila-a, contribuíram para essa classificação. Os valores máximos observados para esses parâmetros foram 8,80 mg/L e 16,6 µg/L respectivamente. As concentrações elevadas de nutrientes podem ter se originado de lançamento de efluentes domésticos não tratados e da poluição difusa, em especial nas bacias de drenagem que escoam para o corpo hídrico.

Qualidade dos sedimentos

Observa-se alguma presença de frações de silte e argila nos pontos monitorados, indicando a influência do rio e tendência de algum acúmulo de substâncias apesar da hidrodinâmica mais favorável à dispersão. A ocorrência de 17% e 33% de amostras superando os valores de referência para o Fósforo Total e o COT respectivamente evidencia a influência antrópica no rio e na região. Há uma ocorrência aparentemente pontual e não aguda de Níquel no ponto 3, segundo semestre, próxima ao limite de ISQG.

Na avaliação ecotoxicológica do sedimento do ponto 2, a área do Rio Itanhaém foi classificada com qualidade Ótima (Tabela 3.3), como observado nos últimos quatro anos.

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

3.6.18 Área de Influência Rio Preto

Qualidade da água

O Rio Preto apresentou classificação Ruim pela primeira vez na série histórica. O Fósforo Total apresentou 50% de não conformidade e para o COT foram 20%. A maior contribuição para essa piora na classificação foram dos parâmetros Clorofila-a com 100% de não conformidades e valor máximo de 16,9 µg/L e o OD com 60% de não conformidades e valor mínimo atípico de 2,3 mg/L. A continuidade do monitoramento deverá indicar se os resultados observados são pontuais ou fruto de uma possível tendência.

Qualidade dos sedimentos

Assim como o Rio Itanhaém, a predominância é de areia fina nos sedimentos da área, mas nota-se presença significativa de frações de areia e silte. Apesar disso, não foram observadas ocorrências notáveis nas concentrações das substâncias avaliadas. Esse fato pode indicar que os resultados obtidos em água são pontuais de 2023. O acompanhamento do compartimento sedimentos deve auxiliar na identificação de possíveis tendências na área.

O ensaio ecotoxicológico com o sedimento do ponto 2 dessa área indicou qualidade Ótima para esse ambiente (Tabela 3.3), como o observado nos últimos quatro anos.

De acordo com o aspecto microbiológico, a área de influência do Rio Preto foi classificada como Ótima para Coliformes Termotolerantes e como Boa para *C. perfringens*.

3.6.19 Mar Pequeno

Qualidade da água

O Mar Pequeno apresentou classificação Regular em 2023, segundo o IQAC. Provavelmente essa classificação se deve à ocorrência de não conformidades de pH, em outubro. Para entender essas ocorrências, distribuídas de forma relativamente homogênea em todos os pontos, incluindo nos distantes da influência da mancha urbana, foi necessário avaliar outros parâmetros e as condições de contorno. Nota-se que a salinidade em todos os pontos não superou 0,04 ppt indicando que não há influência da cunha salina. Além disso, aproximadamente oito horas antes da amostragem há registro de pluviosidade intensa com 38,6 mm de chuva entre 0 e 2 horas da manhã e mais 8,4 mm nas seis horas seguintes (medidas na estação A712 do INMET¹) após um período de aproximadamente seis dias sem chuvas. A precipitação pluviométrica intensa provavelmente ocasionou o carreamento de matéria orgânica, geralmente na forma de ácido húmico, causando a acidificação das águas na área de coleta tratando-se, provavelmente, de um evento natural.

Nota-se, também, que o COT apresentou 100% de resultados não conformes com média de 6,12 mg/L, correspondente ao dobro do padrão legal sendo 50% superior à média dos últimos 5 anos. Esses resultados provavelmente se devem à poluição difusa pelo carreamento de matéria orgânica devido aos índices pluviométricos intensos observados na área.

Qualidade dos sedimentos

Os sedimentos da área são relativamente arenosos, com predominância de areia fina e alguma parcela de areia média como nos anos anteriores e não apresentam ocorrências notáveis.

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

Quanto ao aspecto microbiológico, o Mar Pequeno foi classificado como Ruim para os indicadores Coliformes Termotolerantes e *C. perfringens*, que indicam poluição fecal recente e remota, respectivamente.

3.6.20 Mar de Cananeia

Qualidade da água

A região obteve classificação Boa segundo o IQAC apesar de ter apresentado 94% de não conformidades para o COT com média de 4,49 mg/L, possivelmente resultado do carreamento de nutrientes pelas chuvas. A Clorofila-a apresentou 58% de não conformidades com média de 21,6 µg/L. Os valores não conformes de Clorofila-a se concentram no segundo semestre.

Qualidade dos sedimentos

A granulometria predominantemente composta por areia fina não apresenta tanta tendência de retenção de substâncias e não foram identificadas ocorrências notáveis na área.

1 Fonte: <https://tempo.inmet.gov.br/TabelaEstacoes/A712>. Acesso em 15 de março de 2024.

A avaliação ecotoxicológica do sedimento do ponto 2 da área do Mar de Cananeia, indicou qualidade Ótima para esse ambiente (Tabela 3.3), da mesma forma que nos últimos quatro anos.

Conforme o critério microbiológico, o Mar de Cananeia foi classificado como Ótimo para Coliformes Termotolerantes e para *C. perfringens*.

3.6.21 Laje de Santos

Qualidade da água

A Laje apresentou uma melhora com classificação Boa em 2023, ainda com ocorrência frequente de não conformidades de Fósforo (56%) provavelmente proveniente das fezes da avifauna, presente em abundância no local.

Qualidade do sedimento

A Laje de Santos por apresentar hidrodinâmica que favorece a dispersão possui sedimentos consequentemente mais grossos com predominância de areia média no ponto 2 e fina nos demais. Há ocorrências de Fósforo e Carbono acima do valor de referência, no ponto 2 mais próximo da Laje propriamente dita provavelmente devido à grande concentração de avifauna no local.

De acordo com os ensaios ecotoxicológicos, a amostra de sedimento do ponto 2 dessa área indicou qualidade Ótima para esse ambiente, como nos anos anteriores.

Baseado o critério microbiológico, a Laje de Santos foi classificada como Ótima para Coliformes Termotolerantes e para *C. perfringens*.

4 • Síntese

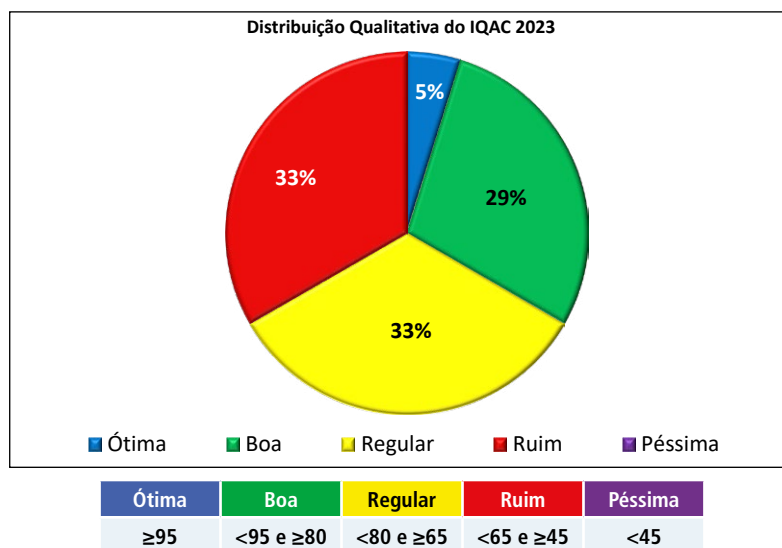
4.1 Qualidade das Águas

4.1.1 Índice de qualidade de águas costeiras (IQAC)

A distribuição do IQAC médio de 2023 apresentou 5% das áreas estudadas com classificação Ótima. Em 2022 nenhuma das áreas obteve essa classificação. As áreas classificadas como Boas foram 29% mostrando uma diminuição em relação ao ano anterior quando foram 57%. As áreas classificadas como Regulares tiveram um pequeno aumento e passaram a compor 33% do total enquanto que as Ruins subiram de 19% em 2022 para 33%. Em mais um ano não foram constatadas áreas com a classificação média Péssima (Gráfico 4.1).

A única ocorrência da classificação Ótima em 2023 foi no Litoral Norte, onde também se concentram a maior parte das áreas com classificação Boa e sem áreas classificadas como Ruins, que estão todas localizadas a Baixada Santista.

Gráfico 4.1 – Distribuição Percentual da classificação das áreas pelo IQAC médio em 2023



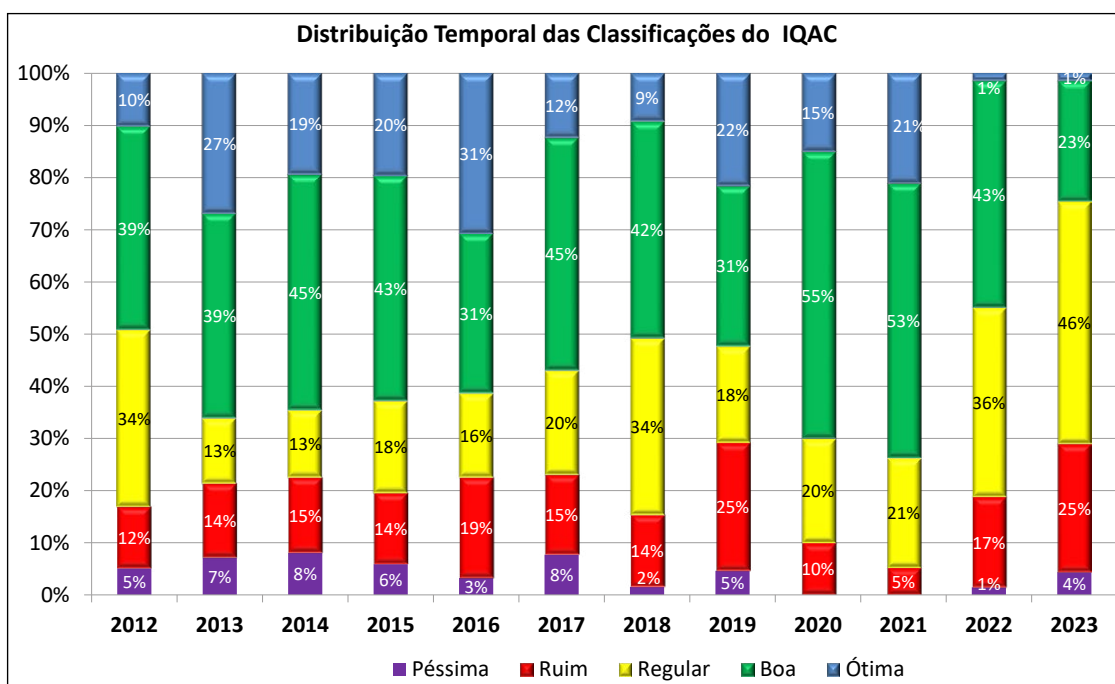
O Quadro 4.1 e o Gráfico 4.2 mostram a evolução dos índices por área e pontos desde 2012. Destaca-se que, em razão da pandemia de COVID-19, em 2020 e 2021 foi realizada apenas uma campanha.

No Litoral Norte, houve uma piora nas classificações, com maior ocorrência de áreas Regulares em relação aos anos anteriores. Essa alteração foi observada nas áreas da Baía de Itaguá, Cocanha, Barra do Una e Canal de São Sebastião por apresentarem, com frequência, vários parâmetros não conformes, como OD, Fósforo Total e principalmente Clorofila-a. As classificações Ruins da Baixada Santista estão concentradas no Estuário de Santos e São Vicente. No geral, as classificações de 2023 mantiveram o comportamento histórico da região com exceção das áreas dos rios Itanhaém e Peruíbe que mostraram piora, tendo sido classificados como Ruins pela primeira vez desde o início do monitoramento.

Quadro 4.1 – Evolução do IQAC médio das áreas entre 2012 e 2023

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

* 5 pontos; ** 4 pontos

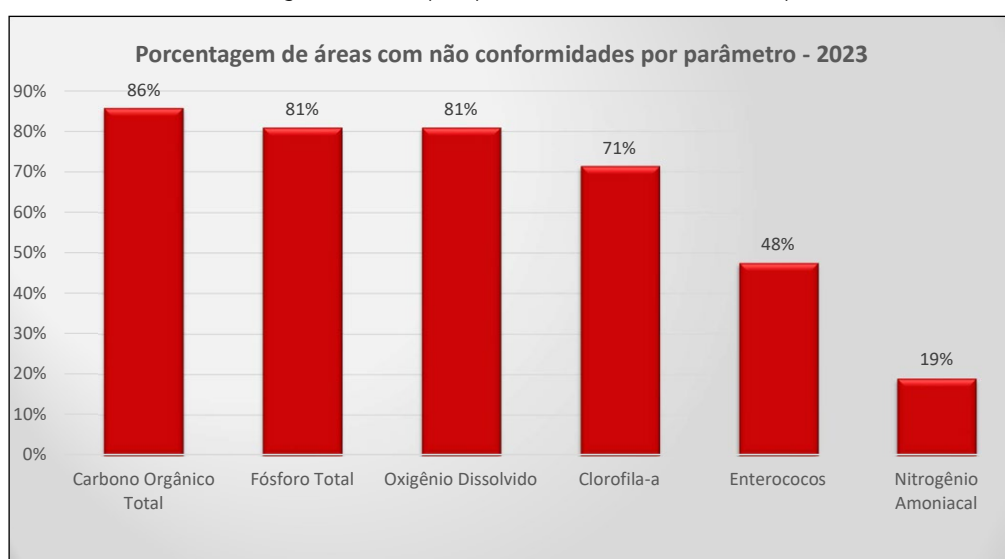
Gráfico 4.2 – Evolução da distribuição percentual das categorias do IQAC por ponto de 2012 a 2023

4.1.2 Atendimento aos padrões legais de qualidade de água

4.1.2.1 Distribuição do atendimento nas áreas monitoradas

O Gráfico 4.3 mostra a porcentagem de áreas que apresentaram não conformidades, divididas por parâmetro. Em 2023, os parâmetros que apresentaram ampla distribuição de não conformidade nas áreas foram o COT (86%), o Fósforo Total e o OD (ambos com 81%), seguidos da Clorofila-a (71%). Nota-se um aumento das áreas com não conformidades desses três últimos em relação ao ano anterior. Os Enterococos estiveram não conformes em 48% das áreas contra 40% no ano anterior e o Nitrogênio Amoniacal aparece não conforme em 19% das áreas, mantendo essa porcentagem ao longo dos últimos anos.

Gráfico 4.3 – Porcentagem de áreas que apresentaram não conformidade por variável em 2023

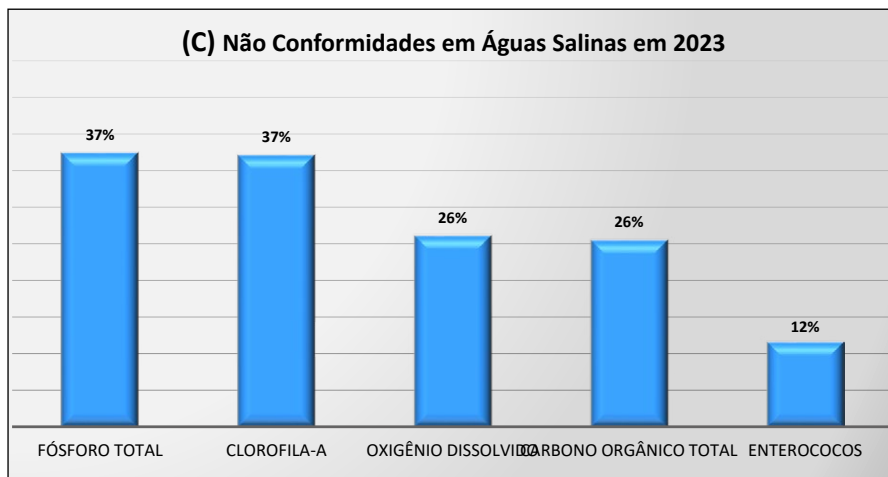
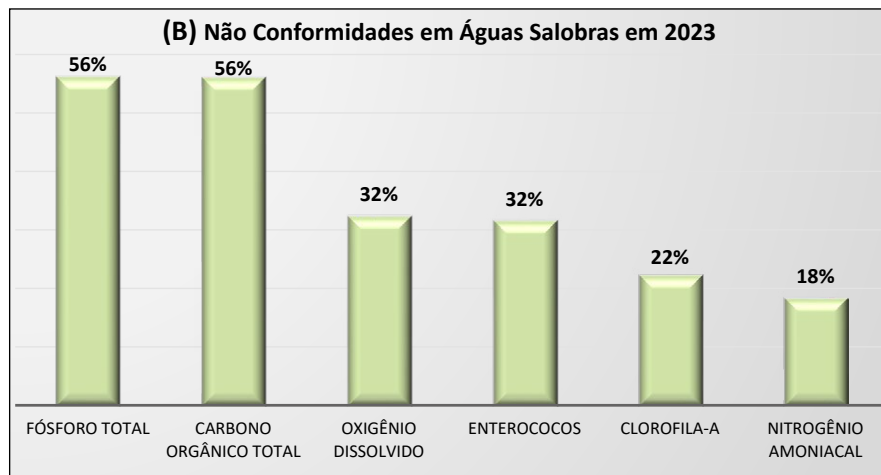


4.1.2.2 Proporção de atendimento por variável

Analisando a porcentagem de amostras não conformes para cada variável em todas as áreas (Gráfico 4.4 A) verifica-se que houve um aumento em relação ao ano anterior. O Fósforo Total subiu de 27% para 41% seguido pelo COT que foi de 29% para 33%, Clorofila-a que teve aumento expressivo de 18% para 32% e OD com aumento de 23 para 27%. O parâmetro Enterococos manteve os 16%. O Nitrogênio Amoniacal mostrou 5% de não conformidades.

Com relação às áreas estuarinas (águas salobras – Gráfico 4.4 B), as não conformidades foram superiores a 50% para Fósforo e COT com diminuição das não conformidades para o OD em relação ao ano anterior passando de 54% para 32%. No caso do Nitrogênio Amoniacal, foram 18%. Nas áreas marinhas (águas salinas – Gráfico 4.4 C), houve aumento das não conformidades para o Fósforo e Clorofila-a (de 24% e 22%, respectivamente, ambas para 37%) e o OD (de 11% para 26%), o que pode explicar algumas piores verificadas nas classificações obtidas segundo o IQAC.

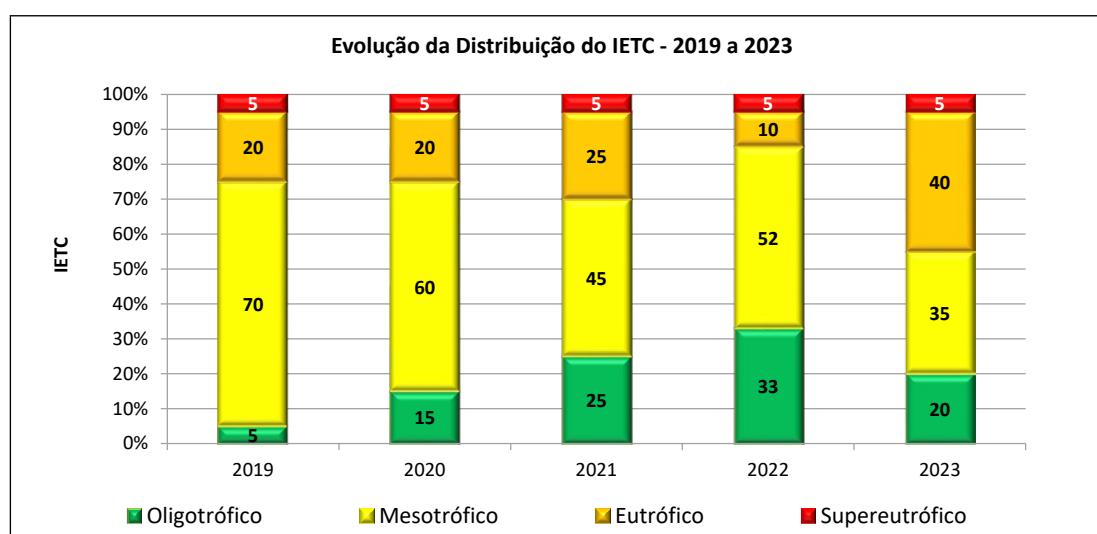
Gráfico 4.4 – Porcentagem de amostras de água não conformes por variável em 2023 na Rede Costeira: Todo o Litoral (A), Águas Salobras (B) e Águas Salinas (C)



4.2 Índice de estado trófico costeiro (IETC)

No Gráfico 4.5, é apresentada a evolução da distribuição do IETC médio anual no período de 2019 a 2023 considerando-se 20 áreas para as quais se dispõe de histórico de dados. Assim, a Laje de Santos não foi incluída nesse histórico, pois só foi amostrada em 2020 e 2022. Nessa comparação para os anos de 2020 e 2021 foram considerados os resultados da única campanha realizada; nos demais anos foi calculada a média anual com os resultados de duas campanhas.

Gráfico 4.5 – Evolução da distribuição do IETC - 2019 a 2023



Avaliando o histórico do IETC nos anos de monitoramento (Tabela 4.1), nota-se que em 2023 houve um aumento na porcentagem de áreas com classificação Eutrófica. De 2019 até 2022 há um aumento da quantidade de pontos considerados Oligotróficos, mostrando uma tendência de melhora, que não se manteve em 2023. Também foi constatada manutenção das porcentagens de IETC Supereutrófico ao longo dos anos.

Considerando-se o Litoral Norte, de modo geral, a condição trófica variou ao longo dos anos de condição Oligotrófica a Eutrófica, contudo, a Baía de Itaguá, o Canal de São Sebastião e a Barra do Una apresentaram piora em 2023.

Da mesma forma, na Baixada Santista a condição trófica é bastante variável em todos os locais amostrados ao longo do tempo. No caso do Emissário de Santos em 2023, foi verificada condição Eutrófica, assim como em 2020, podendo ser uma indicação de melhoria, uma vez que nos últimos nove anos, geralmente, foi classificada como Supereutrófica.

A maior média anual do IETC em 2023 foi obtida na área de influência da foz do Rio Preto, com condição Supereutrófica, mostrando piora em relação a 2021 e 2022 (Meso e Oligotrófico, respectivamente), mas semelhante ao observado em 2018 e 2020, indicando que esse local apresenta uma condição variável relativa à condição trófica (Tabela 4.1).

Tabela 4.1 – Valores médios anuais de Clorofila-a ($\mu\text{g/L}$) e suas classificações do IETC por área, de 2015 a 2023 (LN-Litoral Norte; BS-Baixada Santista; LS-Litoral Sul)

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

Não Amostrado

(*) Estuário

Estado Trófico	MAR	ESTUÁRIO
	Clorofila a mg/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 2019, 2022 e 2023, e uma única campanha para 2020 e 2021 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 (R2) a partir de 0,5.

Nessa avaliação quatro áreas apresentaram tendência de piora, sendo três no Litoral Norte (Picinguaba, Baía de Itaguá e Canal de São Sebastião) e um na Baixada Santista (Rio Itanhaém). O Rio Preto, embora tenha apresentado significativo aumento no grau de trofia em relação a 2022, não mostrou tendência de piora, pois já havia registrado altas concentrações em anos anteriores. Por outro lado, o Mar Pequeno, no Litoral Sul, foi o único que apresentou tendência de melhora.

4.3 Qualidade dos Sedimentos

4.3.1 Qualidade química dos sedimentos

4.3.1.1 Hidrocarbonetos Policíclicos Aromáticos - HPAs

A porcentagem das concentrações **dos HPAs** que excederam os valores orientadores somados foi de 4,4%, ligeiramente inferior ao ano anterior, mas com uma ocorrência superior a PEL (Limite de Efeito Provável) no ponto 1 do Canal de Piaçaguera no 2º semestre (975 µg/kg). O mesmo ponto apresentou concentração muito próxima a PEL no 1º semestre (737 µg/kg), que corresponde apenas a 0,1% das amostras. Sendo que a área apresenta outras ocorrências em anos anteriores.

As áreas que ultrapassaram o limite de ISQG (Limite para o efeito limiar) e, esporadicamente, PEL se situam no estuário de Santos e de São Vicente, concentradas no Canal de Piaçaguera e estão relacionadas às atividades industriais e portuárias da área, além de eventuais atividades de dragagem que podem ocasionar impactos transitórios. A Tabela 4.2 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 2023

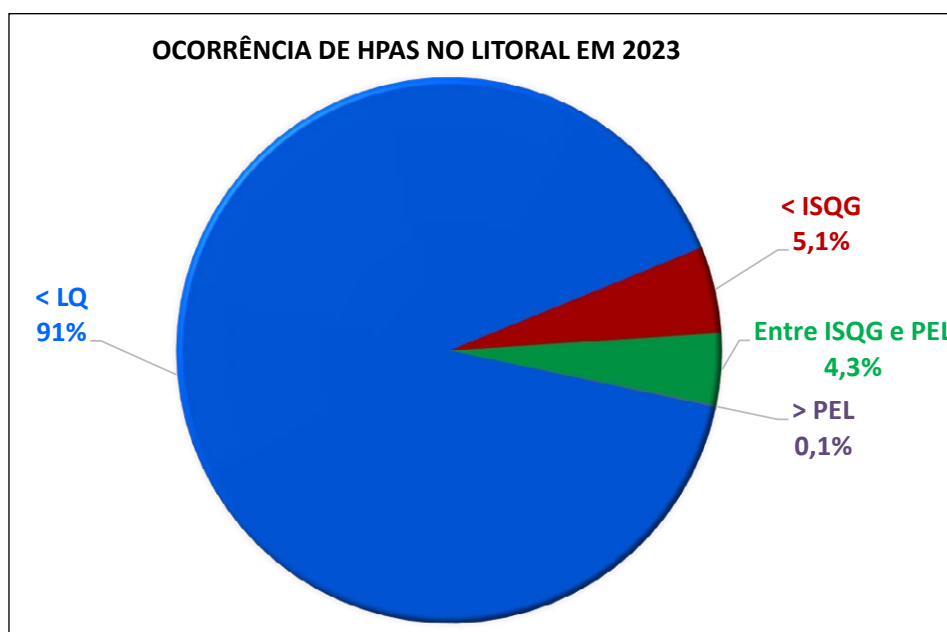


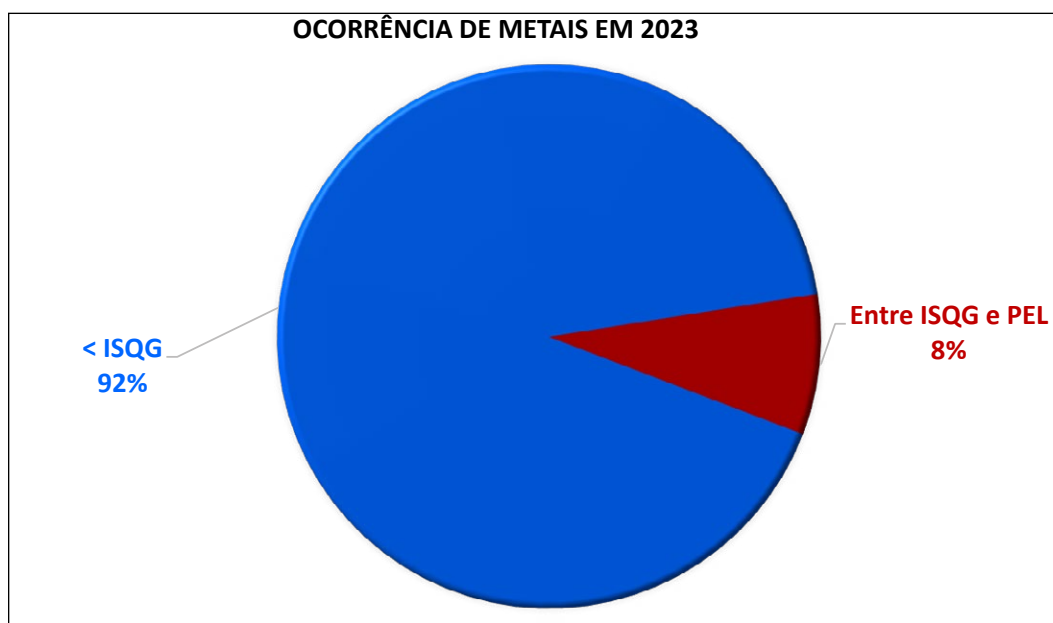
Tabela 4.2 – Porcentagem de amostras de sedimentos com compostos de HPAs no Litoral Paulista em 2023

HPAs	Valores orientadores		Número de determinações					Porcentagem (%)				
	ISQG	PEL	< LQ	< ISQG	Entre ISQG e PEL	> PEL	Total	< LQ	< ISQG	Entre ISQG e PEL	> PEL	Total
Acenafteno(SED)	6,71	88,9	107	0	8	0	115	93,0%	0,0%	7,0%	0,0%	100,0%
Antraceno(SED)	46,9	245	111	0	4	0	115	96,5%	0,0%	3,5%	0,0%	100,0%
Benzo (a) antraceno - (SED)	74,8	693	104	6	5	0	115	90,4%	5,2%	4,3%	0,0%	100,0%
Benzo(a)pireno(SED)	88,8	763	90	19	5	1	115	78,3%	16,5%	4,3%	0,9%	100,0%
Criseno(SED)	108	846	102	8	4	0	114	89,5%	7,0%	3,5%	0,0%	100,0%
Dibenzo(a,h)antraceno (SED)	6,22	135	106	0	9	0	115	92,2%	0,0%	7,8%	0,0%	100,0%
Fenantreno(SED)	86,7	544	104	7	4	0	115	90,4%	6,1%	3,5%	0,0%	100,0%
Fluoranteno(SED)	113	1494	99	11	5	0	115	86,1%	9,6%	4,3%	0,0%	100,0%
Fluoreno(SED)	21,2	144	111	0	4	0	115	96,5%	0,0%	3,5%	0,0%	100,0%
Naftaleno(SED)	34,6	391	112	2	1	0	115	97,4%	1,7%	0,9%	0,0%	100,0%
Pireno(SED)	153	1398	98	12	5	0	115	85,2%	10,4%	4,3%	0,0%	100,0%
Totais			1144	65	54	1	1264	90,5%	5,1%	4,3%	0,1%	100,0%

4.3.1.2 Metais

Os metais ultrapassaram o limite de ISQG em 8,4% das determinações contra 12,5% em 2022. Além do Arsênio, que é comum por sua presença natural em concentrações superiores ao ISQG, os metais com mais não conformidades foram o Cobre e o Níquel com 16 e 11 ocorrências respectivamente seguidos pelo chumbo com sete ocorrências. Mantendo o comportamento dos anos anteriores, não houve registro de ocorrência de valores acima de PEL.

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. Em todas as não conformidades no local as concentrações se mantiveram próximas ao limite de ISQG. As não conformidades nas demais áreas são, aparentemente, pontuais. A Tabela 4.3 apresenta os valores utilizados no Gráfico 4.7 e seu detalhamento por parâmetro.

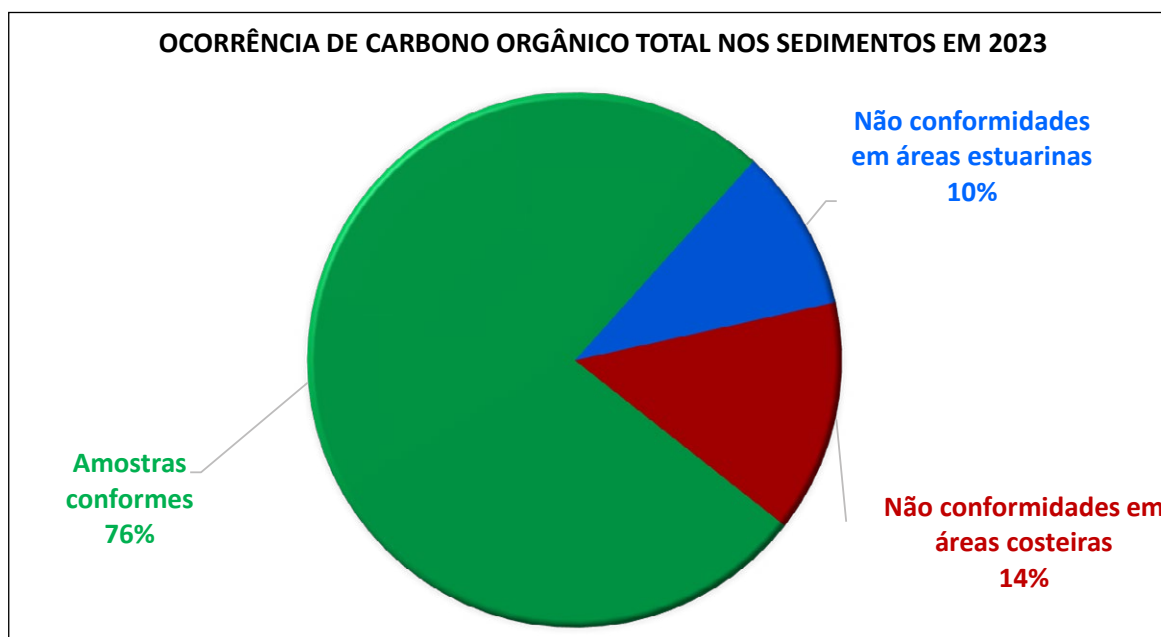
Gráfico 4.7 – Ocorrência de metais nos sedimentos do Litoral Paulista em 2023**Tabela 4.3** – Ocorrência de metais nos sedimentos do litoral paulista em 2023

Metal	Valores orientadores		Número de determinações				Porcentagem (%)			
	ISQG	PEL	< ISQG	Entre ISQG e PEL	> PEL	Total	< ISQG	Entre ISQG e PEL	> PEL	Total
Arsênio	7,24	41,6	84	52	0	136	61,8%	38,2%	0,0%	100,0%
Cádmio	0,7	4,2	136	0	0	136	100,0%	0,0%	0,0%	100,0%
Chumbo	30,2	112	129	7	0	136	94,9%	5,1%	0,0%	100,0%
Cobre	18,7	108	120	16	0	136	88,2%	11,8%	0,0%	100,0%
Crômio	52,3	160	135	1	0	136	99,3%	0,7%	0,0%	100,0%
Níquel	15,9	42,8	125	11	0	136	91,9%	8,1%	0,0%	100,0%
Zinco	124	271	134	2	0	136	98,5%	1,5%	0,0%	100,0%
Mercúrio	0,3	1	135	2	0	137	98,5%	1,5%	0,0%	100,0%
Totais	0	0	998	91	0	1089	91,6%	8,4%	0,0%	100,0%

4.3.1.3 Carbono Orgânico Total

As porcentagens de não conformidades por amostra 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 2023 do que no ano anterior quando a porcentagem foi de 12,3%. O comportamento é similar ao observado nas concentrações de COT na água dessas áreas. No caso das áreas estuarinas houve ligeira redução (Gráfico 4.8).

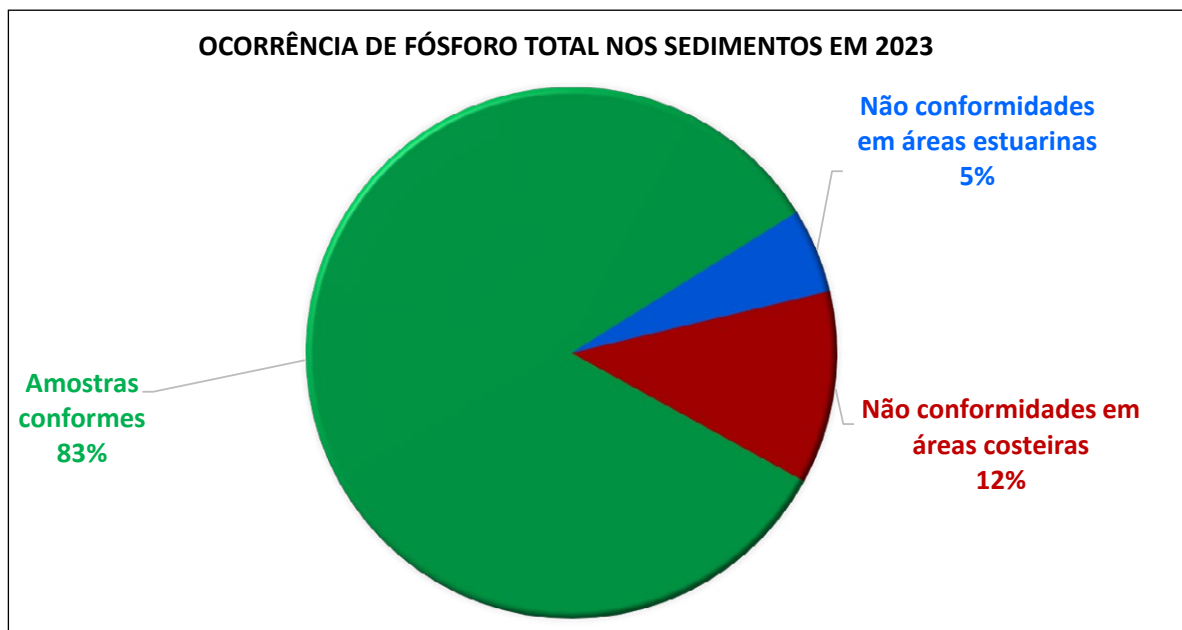
Gráfico 4.8 – Porcentagem de conformidades de COT nos sedimentos do Litoral Paulista e não conformidades por classe de água de acordo com o Valor de Referência da CETESB em 2023



Fósforo Total

O Gráfico 4.9 apresenta as porcentagens de não conformidades por amostra 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 tanto nas áreas salinas quanto nas salobras.

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 2023



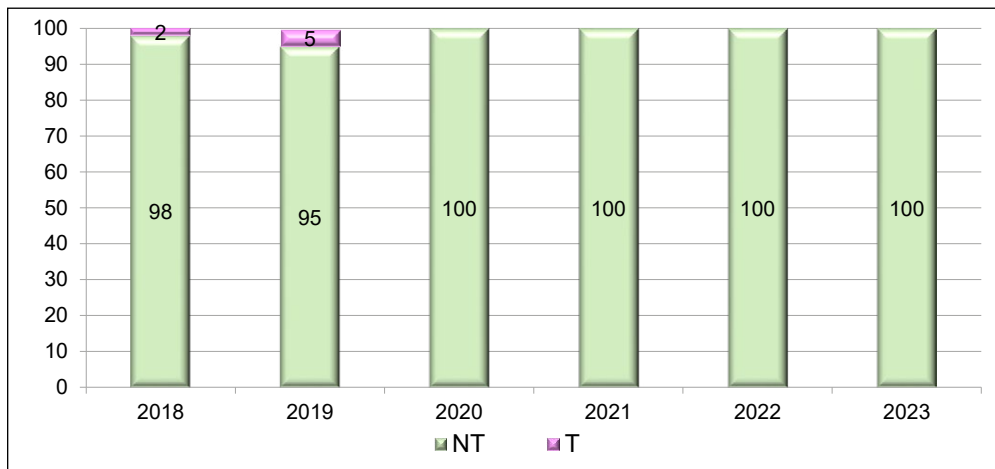
4.3.1.4 Nitrogênio Kjeldahl Total

Em 2023 só foi possível a determinação desse parâmetro nas áreas Picinguaba, Baía de Itaguá e os três emissários da Baixada Santista, sendo que a porcentagem de não conformidades foi de 24%, considerando os limites estabelecidos para cada ambiente para o NKT (1500 e 1000 mg/kg para áreas estuarinas e costeiras respectivamente).

4.3.2 Avaliação ecotoxicológica dos sedimentos

A Tabela 4.3 mostra a classificação dos sedimentos das áreas monitoradas com os ensaios ecotoxicológicos em 2023 e o histórico dos últimos seis anos. A classificação em 2023 foi baseada apenas nos resultados dos ensaios agudos com o anfípodo *Grandidierella bonnieroides* realizados no primeiro semestre relativos a um único ponto (Ponto 2) das 21 áreas analisadas, exceto para os canais: Canal de São Sebastião (pontos 1 a 5), Canal de Piaçaguera (pontos 1 a 4) e Canal de Bertioga, Canal de Santos e Canal de São Vicente (pontos 1, 2 e 3). Todos os locais amostrados foram classificados como Ótimos. Historicamente apenas os sedimentos dos pontos da Barra do Una (2018) e do Mar Pequeno (2019) apresentaram toxicidade.

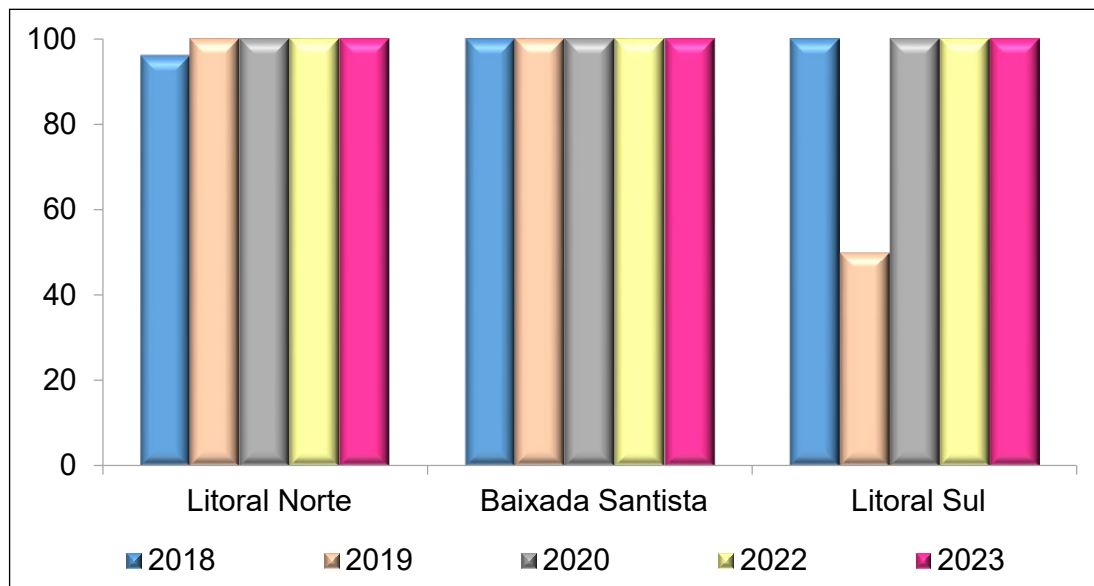
Gráfico 4.10 – Porcentagem de amostras com presença ou ausência de efeito tóxico nos ensaios ecotoxicológicos agudos com *Grandidierella bonnieroides* nos últimos seis anos (NT= Não tóxico; T= Tóxico)



O Gráfico 4.11 apresenta o percentual de amostras com ausência de toxicidade nos últimos seis anos (2018 a 2023). Observando-se os dados nas três regiões, é possível afirmar que:

- No Litoral Norte a porcentagem de pontos amostrais com ausência de toxicidade foi mantida em 100% desde 2019. A média dos últimos cinco anos é de 99%.
- Na Baixada Santista, a ausência de toxicidade em 100% das amostras foi mantida desde 2018.
- No Litoral Sul a ausência de toxicidade em 100% das amostras foi mantida desde 2020. Essa região apresenta a maior variação nos resultados ao longo do monitoramento (de 50% a 100%) e a menor média dentre as três regiões (92%) nos últimos seis anos.

Gráfico 4.11 – Percentual de amostras nas três regiões costeiras que não apresentaram toxicidade para *Grandidierella bonnieroides* nos ensaios com sedimento entre 2018 e 2023 (exceto 2021)



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

4.3.3 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 no Mar de Cananeia. Os canais de Santos, de Piaçaguera e o Mar Pequeno apresentaram classificações Ruins para os dois indicadores. O Canal de S. Vicente e as áreas de influência dos emissários de Santos e do Guarujá foram classificados como Péssimos para os Coliformes Tt mas, foram Ótimos para para *C. perfringens* (Tabela 4.4).

Tabela 4.5 – Classificação da qualidade microbiológica dos sedimentos dos pontos da rede costeira para 2023. Baseada na concentração de Coliformes Termotolerantes (NMP/100mL) e *Clostridium perfringens* (NMP/100mL)

Ponto	Campanha 1 - 2023		Campanha 2 - 2023	
	Coliformes Termotolerantes (NMP/100g)	<i>Clostridium perfringens</i> (NMP/100g)	Coliformes Termotolerantes (NMP/100g)	<i>Clostridium perfringens</i> (NMP/100g)
Picinguaba	18	2.200	*	*
Baía de Itaguá	18	3.300	*	*
Saco da Ribeira	18	2.300	*	*
Tabatinga	18	13.000	*	*
Cocanha	18	2.300	*	*
Baía de Caraguatatuba	18	1.300	20	2.200
Canal de São Sebastião	18	7.900	18	11.000
Barra do Una	330	120	*	*
Rio Itaguaré	18	170	*	*
Canal de Bertioiga	3.300	13.000	*	*
Canal de Santos	7.000	280.000	*	*
Canal de Piaçaguera	7.900	220.000	*	*
Canal de São Vicente	17.000	3.300	*	*
Laje de Santos	18	270	18	18
Emissário do Guarujá	170.000	1.700	230	49.000
Emissário de Santos	33.000	1.700	*	*
Emissário de Praia Grande 1	330	14.000	*	*
Rio Itanhaém	330	7.000	*	*
Rio Preto	170	11.000	*	*
Mar Pequeno	3.300	130.000	*	*
Mar de Cananeia	78	2.200	*	*

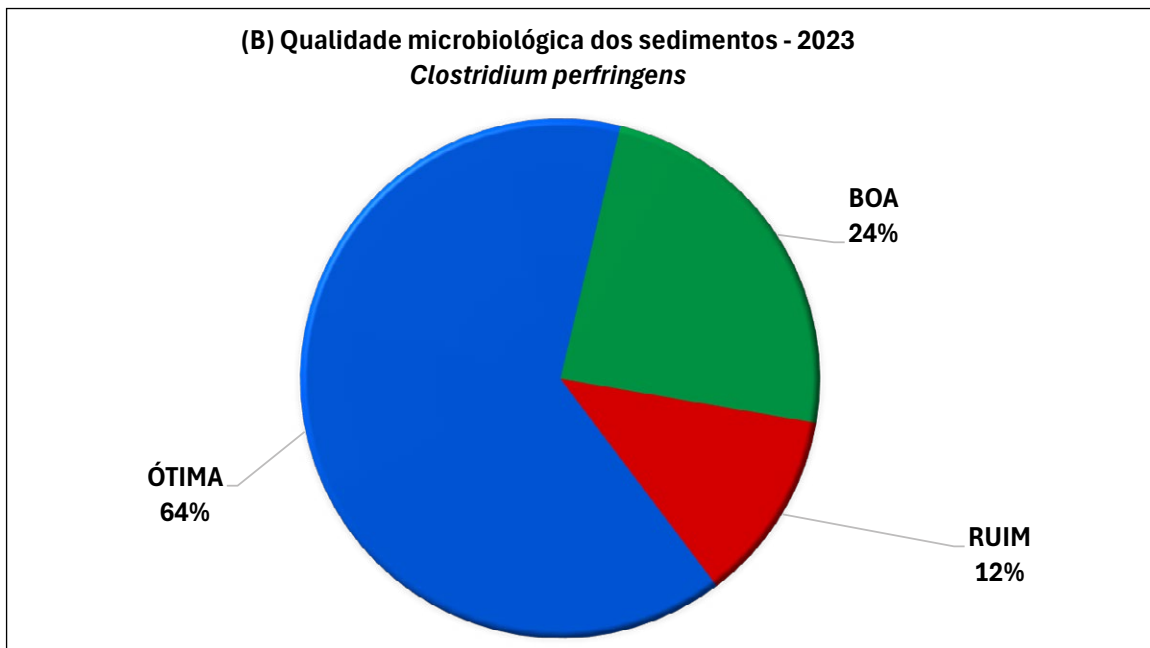
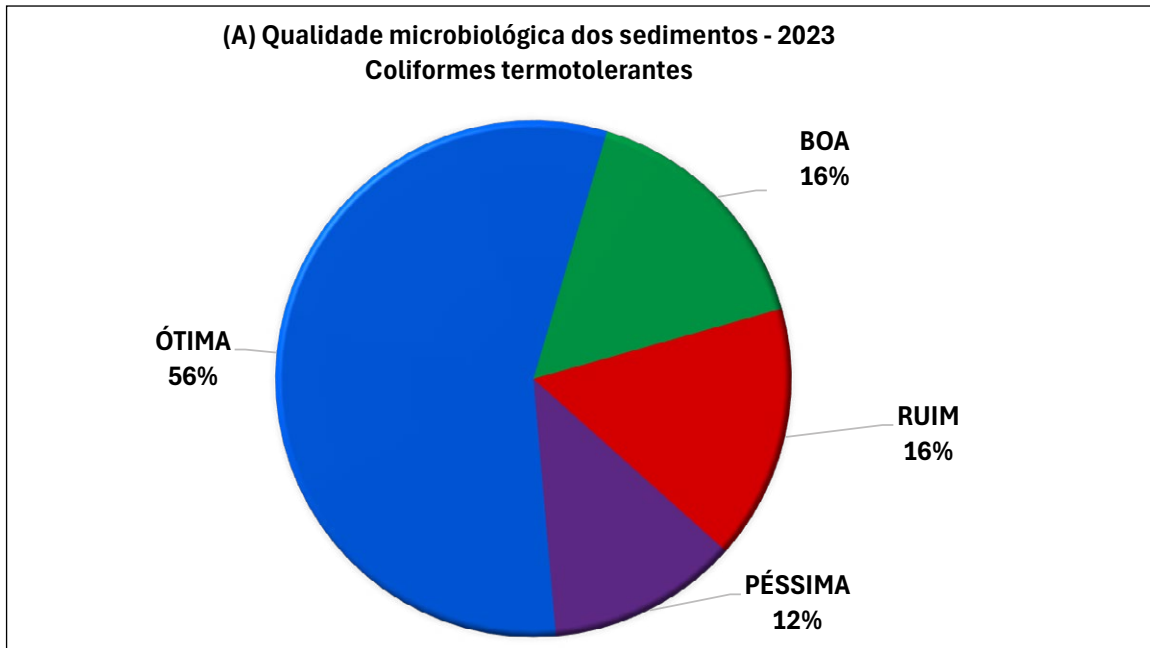
* amostragem não realizada

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 4.12. Para os Coliformes Tt, 56% das amostras foram classificadas como Ótimas e 16% como Boas. As categorias Ruim e Péssima somaram 28%.

Para *C. perfringens*, 64% das amostras foram classificadas como Ótimas, 24% como Boas e 12% como Ruins. Nenhuma amostra foi classificada como Péssima. As porcentagens nas categorias Ruim e Péssima foram maiores para Coliformes Tt, indicando que no sedimento predomina contaminação referente à poluição fecal recente.

Gráfico 4.12 – Porcentagem nas classes de qualidade microbiológica de acordo com índice de sedimentos em 2023 - (A) Coliformes Termotolerantes (B) *Clostridium perfringens*



4.4 Conclusões

O Índice de Qualidade das Águas Costeiras (IQAC) médio obtido em 2023 para as áreas monitoradas mostrou que 34% foram classificadas como Ótimas ou Boas, todas localizadas no Litoral Norte, além da Laje de Santos e Mar de Cananeia. Tanto as áreas classificadas como Regulares quanto as Ruins representaram cada uma 33% do total. Todas as classificações Ruins se localizam na Baixada Santista. Apesar da diminuição das áreas classificadas como Boas, novamente não houve registro de áreas com a classificação média na condição Péssima em 2023 mantendo a ausência dessa classificação nos 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 o Fósforo Total com 41% seguido pelo Carbono Orgânico Total, Oxigênio Dissolvido e Clorofila-a com porcentagens entre 33 e 27%. Outro parâmetro com não conformidade acima de 10% foram os Enterococos. Com relação especificamente às áreas estuarinas salobras, as porcentagens de não conformidade para esses parâmetros foram maiores, variando de 56% para o Fósforo Total e o COT e de 32 % para o OD e os Enterococos. No caso das áreas costeiras salinas as porcentagens de não conformidades foram mais baixas sendo de 37% para o Fósforo Total e a Clorofila-a e de 26% para o OD e o COT.

A avaliação do estado de eutrofização pelo Índice de Estado Trófico Costeiro (IETC) evidenciou que de modo geral, houve piora da qualidade das águas em 2023, quando se compara as porcentagens das médias anuais de Índice de Estado Trófico Costeiro (IETC) por região, com aumento da categoria Eutrófica. Destaca-se que apenas quatro áreas mostraram tendência de piora, sendo três no Litoral Norte e uma na Baixada Santista. Para o Litoral Sul, no Mar Pequeno, observou-se tendência de melhora.

Com relação à qualidade dos sedimentos, como nos anos anteriores, as variáveis que indicam a presença de matéria orgânica e nutrientes nos canais do estuário santista foram as que apresentaram teores mais elevados, embora para todo o litoral, tenha sido observada conformidade em relação aos valores de referência para Carbono Orgânico Total e Nitrogênio em mais de 70% das amostras, e para o Fósforo Total em mais de 80%. No Litoral Norte, notam-se alguns locais com tendência de acúmulo de nutrientes, como a Baía de Itaguá e o Saco da Ribeira. No que se refere aos metais e Hidrocarbonetos Policíclicos Aromáticos (HPAs) nos sedimentos, as amostras com concentrações acima dos critérios de qualidade para o efeito limiar (ISQG) estiveram abaixo de 10% com redução em relação a 2022, mas apresentou 0,1% dos resultados de HPAs acima do critério de efeito provável (PEL) em uma amostra no Canal de Piaçaguera. Há registros de ocorrências superiores a esse limite no estuário de forma intermitente ao longo da série histórica com valor superior ao observado em 2023.

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. Apesar disso, é possível observar em 2023 alguma piora na qualidade de algumas áreas dessa região evidenciada pelo aumento das classificações Regulares do Índice de Qualidade de Águas Costeiras (IQAC), sendo necessária a continuidade do monitoramento para avaliar se esse comportamento configura uma tendência ou tem caráter ocasional.

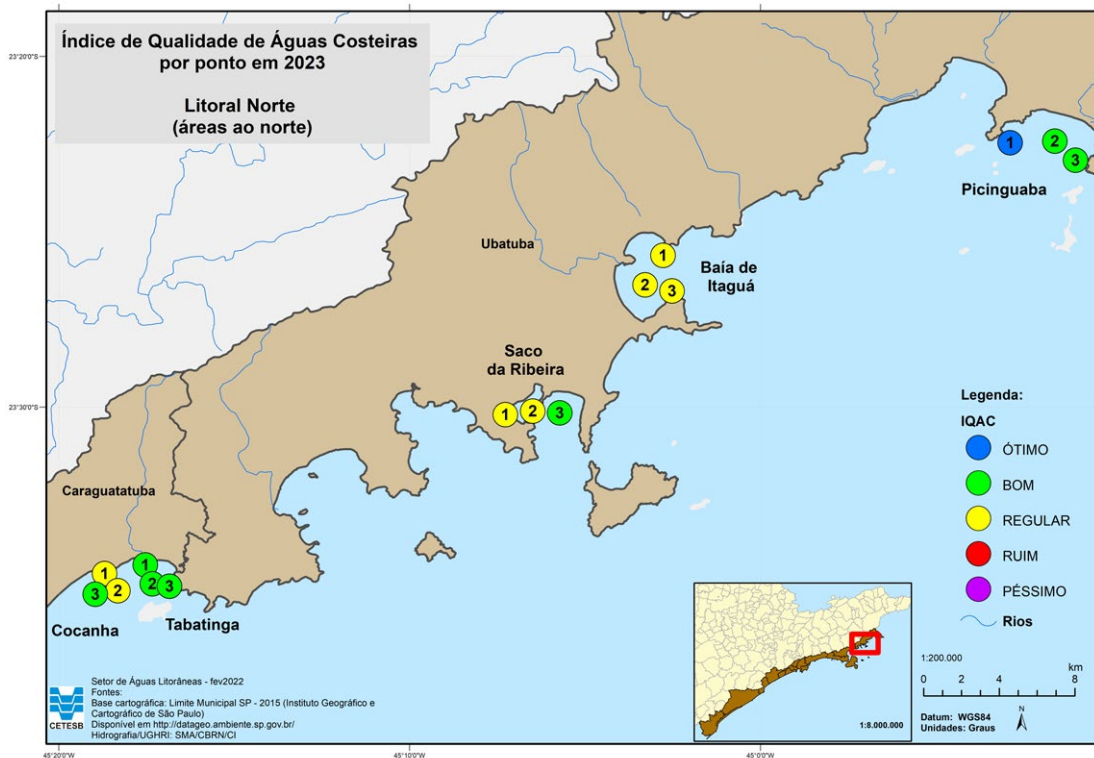
As principais alterações na qualidade das águas costeiras permanecem relacionadas ao excesso de nutrientes e matéria orgânica e ao baixo teor de oxigênio, na maioria dos casos relacionada à presença de esgotos domésticos.

Observa-se também, que existem vários fatores como, por exemplo, o carreamento de matéria orgânica e poluição difusa por eventos de precipitação pluviométrica intensa ou presença de avifauna na Laje de Santos que podem afetar os 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 para melhor subsidiar políticas públicas de preservação do Litoral Paulista.

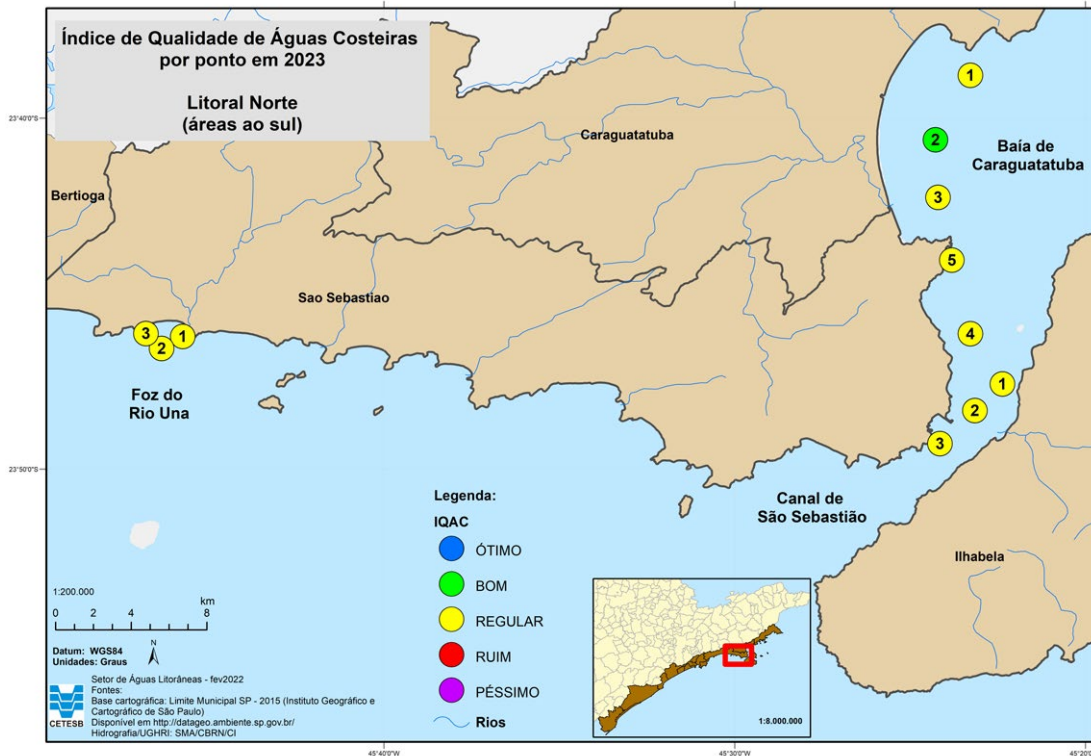
Os Mapas 4.1, 4.2, 4.3, 4.4 e 4.5 a seguir mostram as classificações do IQAC das áreas nas três regiões do litoral do estado de São Paulo, referentes ao ano de 2023.

Os Mapas 4.6, 4.7, 4.8 e 4.9 mostram as classificações referentes ao ano de 2023 nos critérios de avaliação da qualidade dos sedimentos (ecotoxicológico e microbiológico) das várias áreas nas três regiões do litoral do estado de São Paulo.

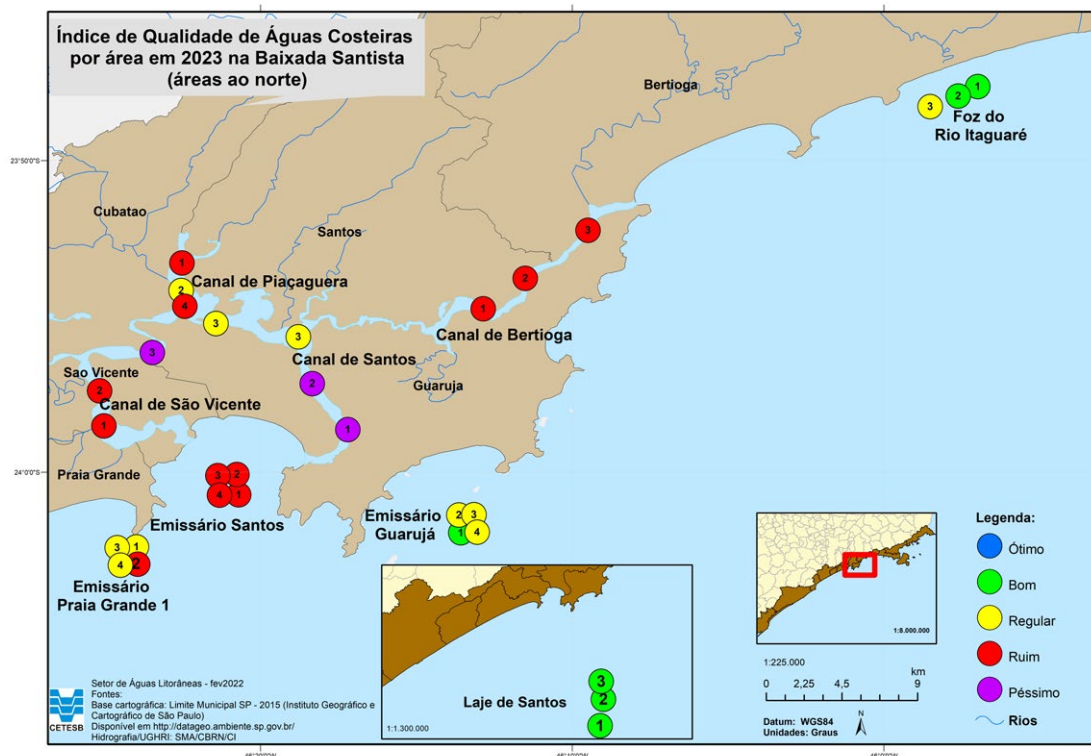
Mapa 4.3 – Índice de Qualidade de Água Costeira 2023 – Litoral Norte (norte)



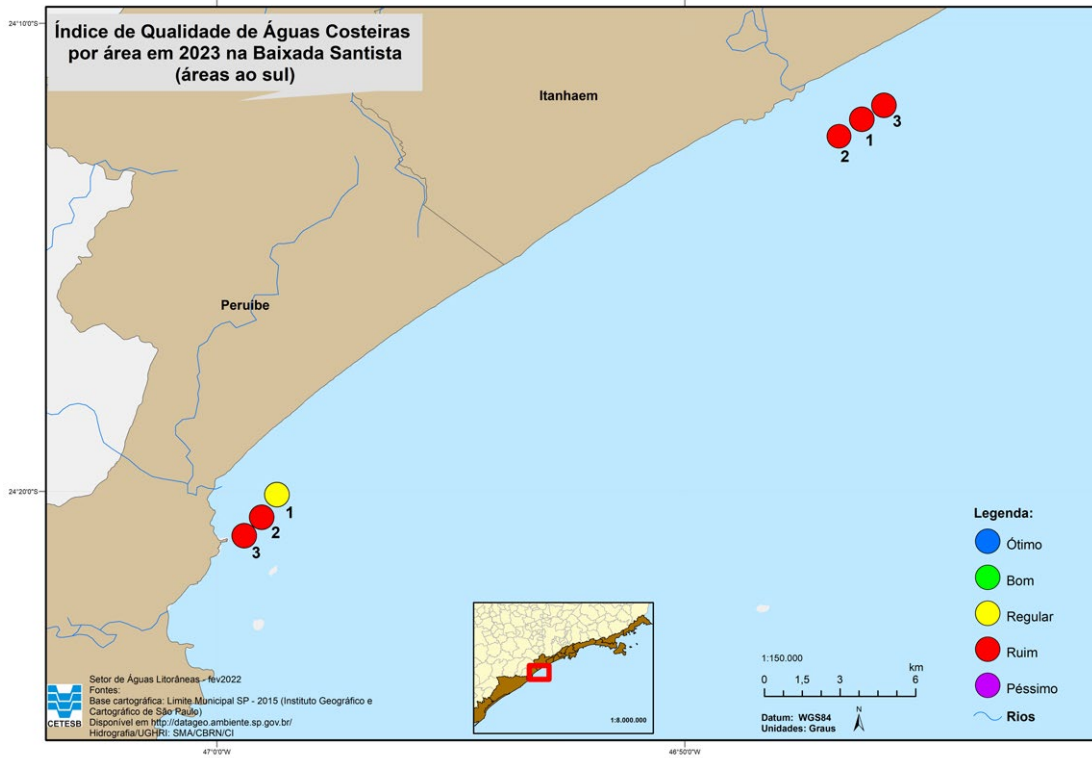
Mapa 4.2 – Índice de Qualidade de Água Costeira 2023 – Litoral Norte (sul)



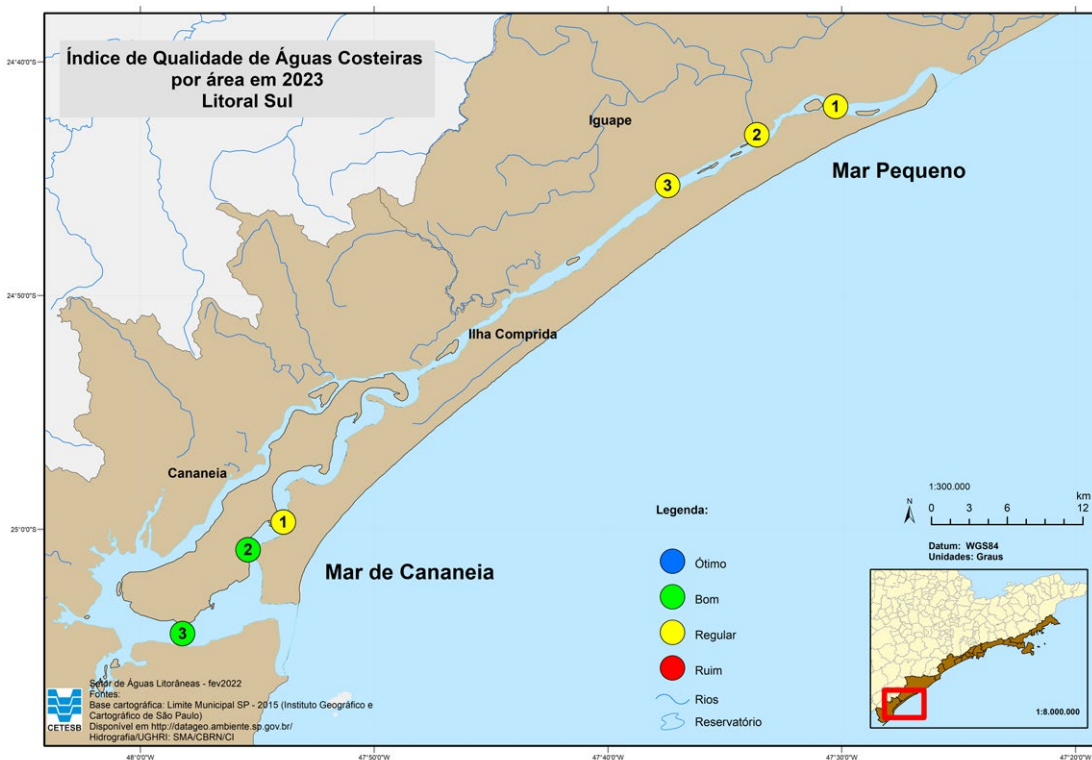
Mapa 4.3 – Índice de Qualidade de Água Costeira 2023 – Baixada Santista (norte)



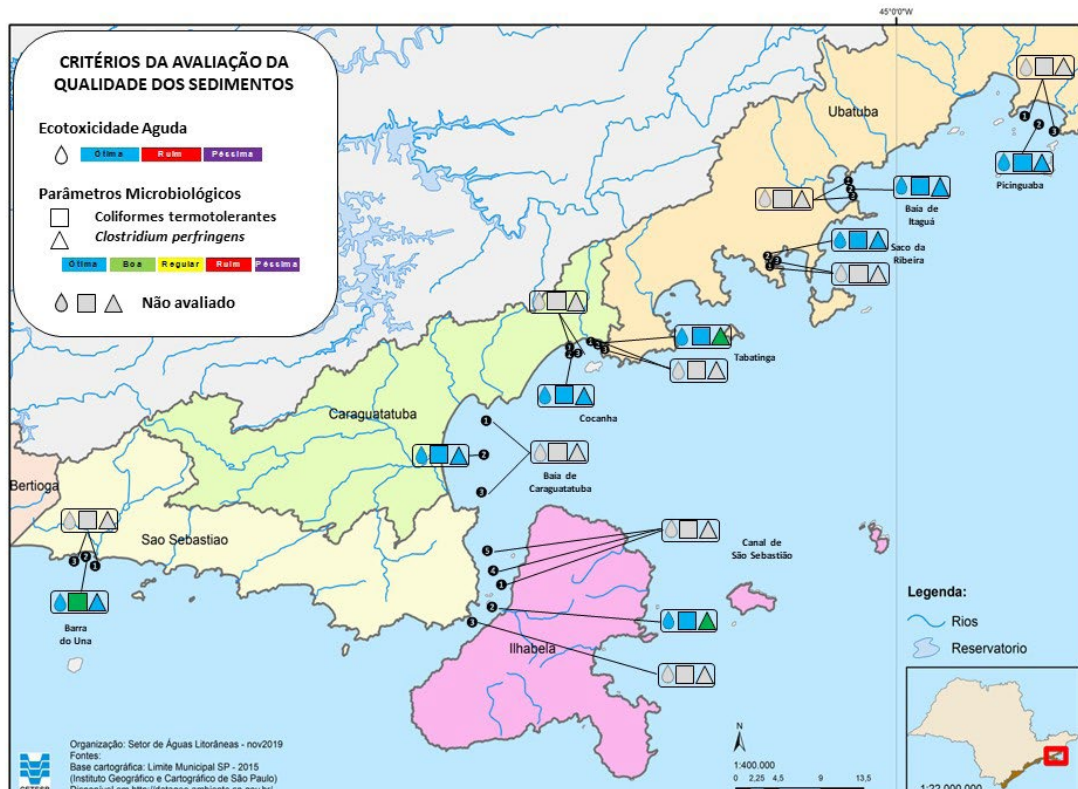
Mapa 4.4 – Índice de Qualidade de Água Costeira 2023 – Baixada Santista (sul)



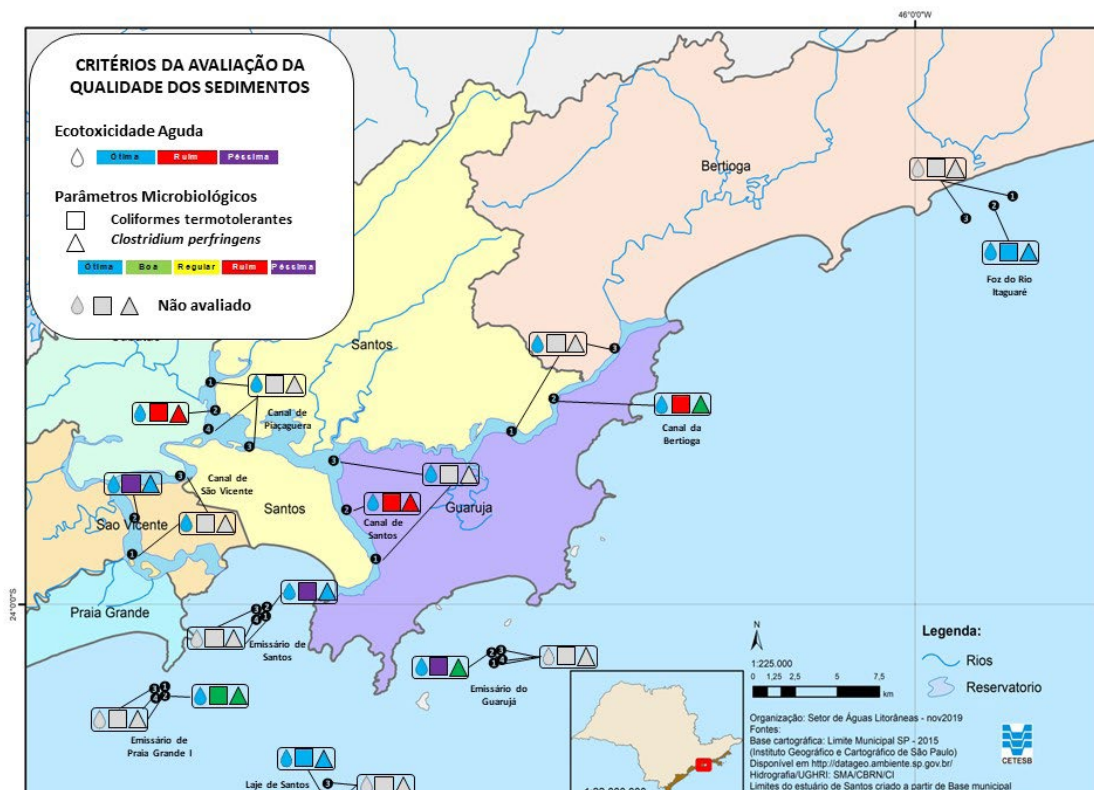
Mapa 4.5 – Índice de Qualidade de Água Costeira 2023 – Litoral Sul



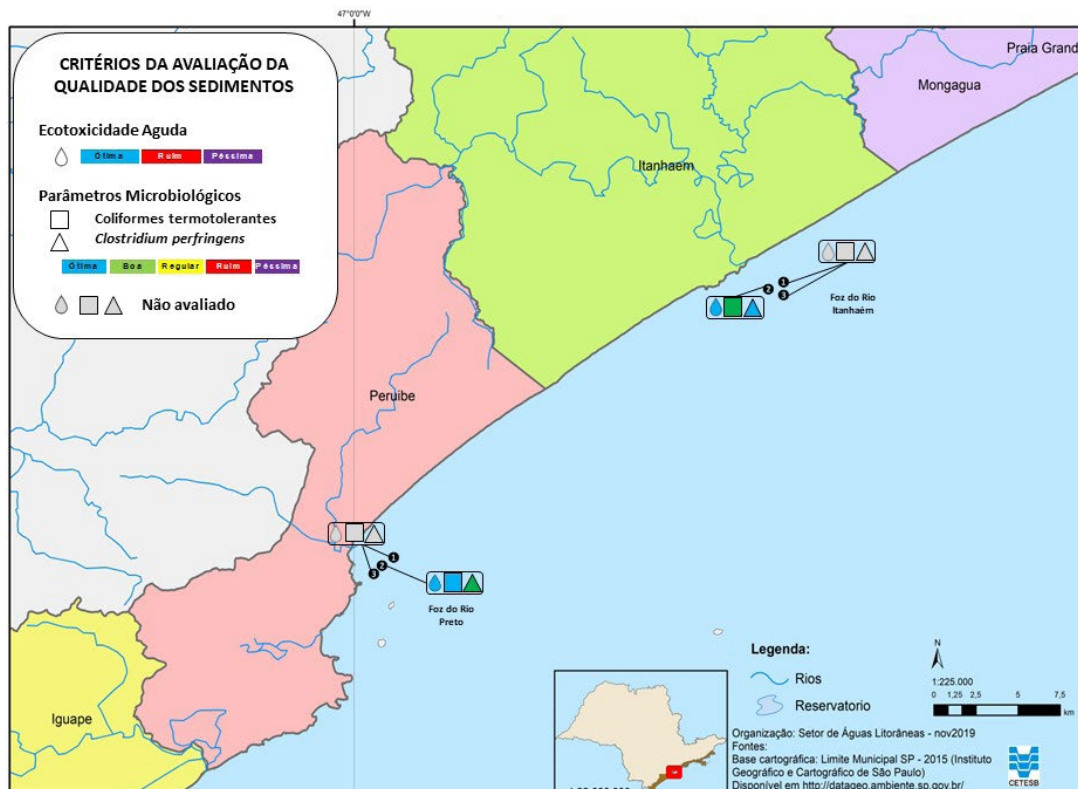
Mapa 4.6 – Avaliação da qualidade dos sedimentos – Litoral Norte



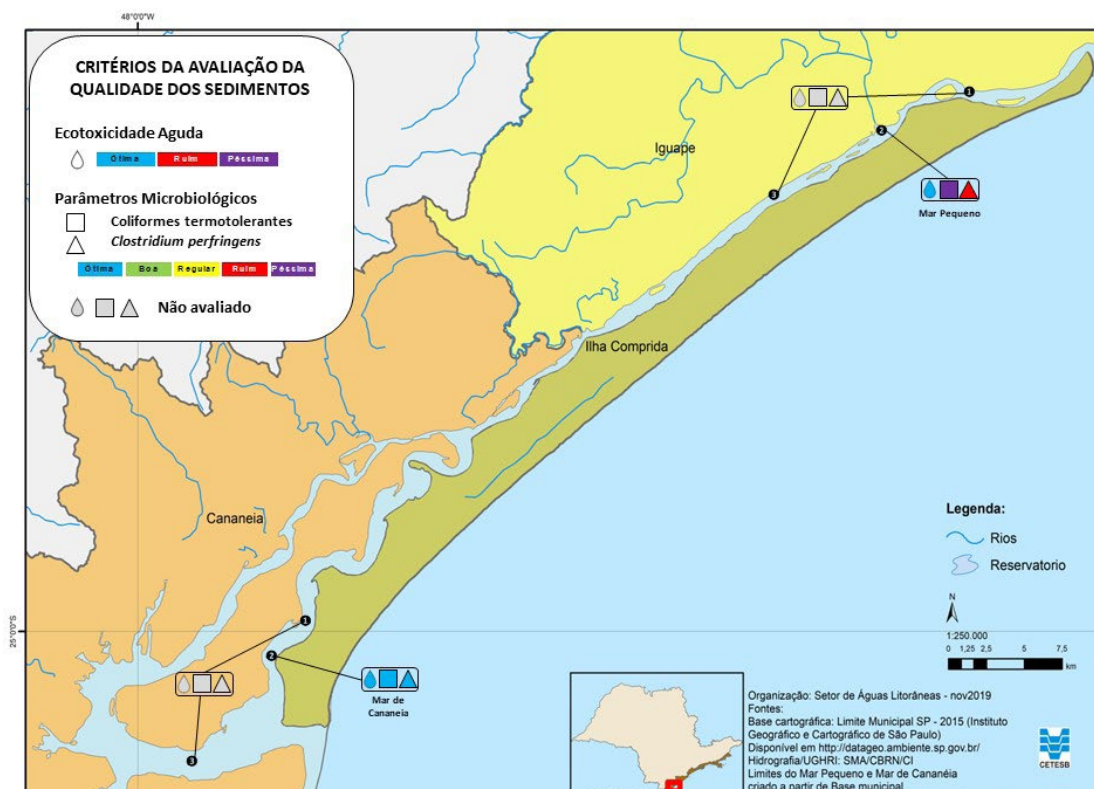
Mapa 4.7 – Avaliação da qualidade dos sedimentos – Baixada Santista (norte)



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 Sistema de Informações Sobre Emergências Químicas – SIEQ (CETESB, 2024). Com base neste banco de dados, no período de 01 janeiro de 1978 (início dos registros), até 31 de dezembro de 2023 a CETESB atendeu 12.969 ocorrências envolvendo produtos químicos (Gráfico 5.1). Destas, 44,96% ocorreram na Região Metropolitana de São Paulo, 42,35% no interior e 12,66% 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 2023, por região (Região Metropolitana, interior e litoral)

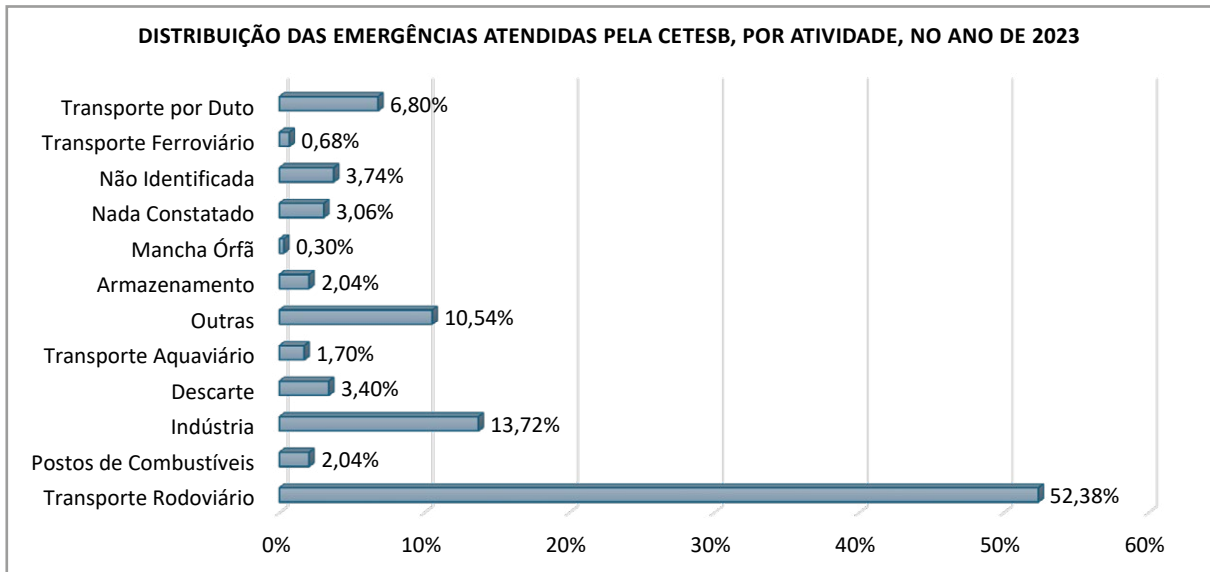


Especificamente para o ano de 2023, foram registradas 294 ocorrências assim distribuídas: 37,76% na Região Metropolitana de São Paulo (111 ocorrências), 50,34% no interior (148 ocorrências) e 11,90% no litoral (35 ocorrências) (Gráfico 5.2).

Gráfico 5.2 – Emergências químicas atendidas pela CETESB no ano de 2023, distribuídas por região (Região Metropolitana, interior e litoral)



No que se refere à atividade, o transporte rodoviário de produtos químicos figurou como a que mais causou emergências, representando uma porcentagem de 52,38% 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 (1,7% 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 2023, distribuídas por atividade

As emergências ocorridas no litoral tiveram maior incidência na Baixada Santista (31 registros), seguido pelo Litoral Sul (3 registros) e Litoral Norte (1 registro) (Tabela 5.1). Na Baixada Santista, os municípios com maior número de ocorrências registradas foram Santos (11 registros), Cubatão (10 registros) e Guarujá (6 registros). No Litoral Sul, das três ocorrências verificadas, duas ocorreram em Cananeia. No Litoral Norte houve apenas uma ocorrência verificada em Ubatuba (Tabela 5.1).

Tabela 5.1 – Distribuição das ocorrências atendidas pela CETESB, por atividade, nos diferentes municípios do Litoral de São Paulo em 2023

Município	Número de ocorrências	Atividade
Litoral Norte (1 ocorrência)		
Ubatuba	1	Transporte rodoviário
Caraguatatuba	*	
Ilhabela	*	
São Sebastião	*	
Baixada Santista (31 ocorrências)		
Bertioga	*	
Guarujá	6	Transporte rodoviário (1) Outras atividades (2) Transporte aquaviário (2) Indústria (1)
Santos	11	Armazenamento (1) Transporte aquaviário (2) Nada constatado (2) Não identificada (2) Transporte por duto (1) Mancha órfã (1) Postos e sistemas retalhistas de combustíveis (2)
São Vicente	1	Transporte rodoviário
Cubatão	10	Indústria (5) Transporte rodoviário (4) Outras atividades (1)
Praia Grande	2	Transporte rodoviário (1) Outras atividades (1)
Mongaguá	*	
Itanhaém	*	
Peruíbe	1	Transporte rodoviário
Litoral Sul (3 ocorrências)		
Iguape	1	Transporte rodoviário
Ilha Comprida	*	
Cananeia	2	Transporte aquaviário (1) Outras atividades (1)

Legenda: * - Não foram registradas ocorrências

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, 2024) (Figura 5.1).

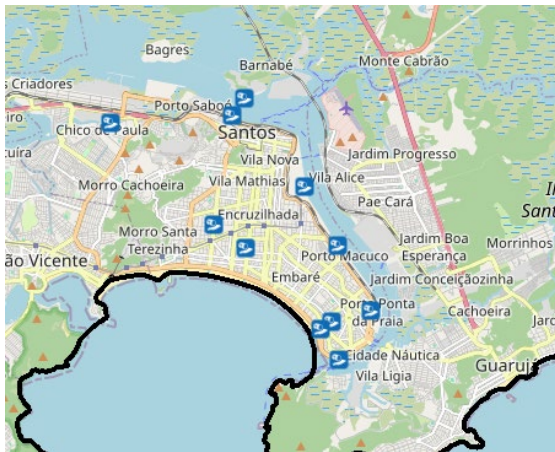
Figura 5.1 – Localização espacial das emergências ocorridas no ano de 2023, (hachuradas em azul), nos municípios de Ubatuba, Guarujá, Santos, São Vicente, Cubatão, Praia Grande, Peruíbe, Iguape e Cananeia



Ubatuba



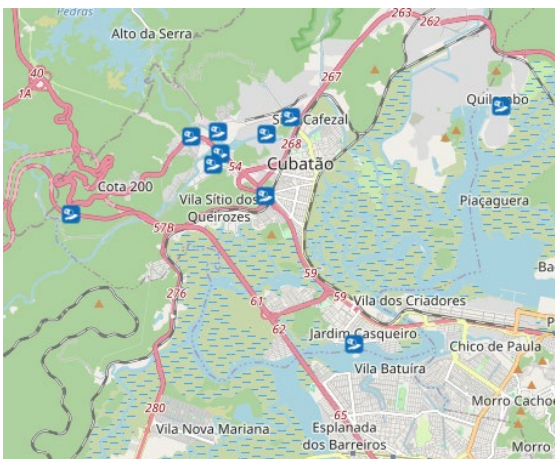
Guarujá



Santos



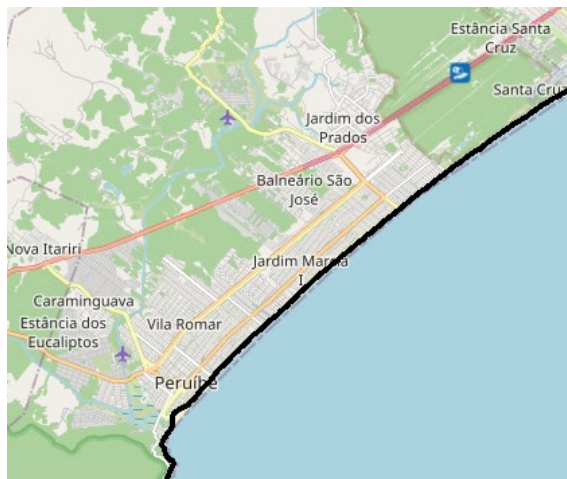
São Vicente



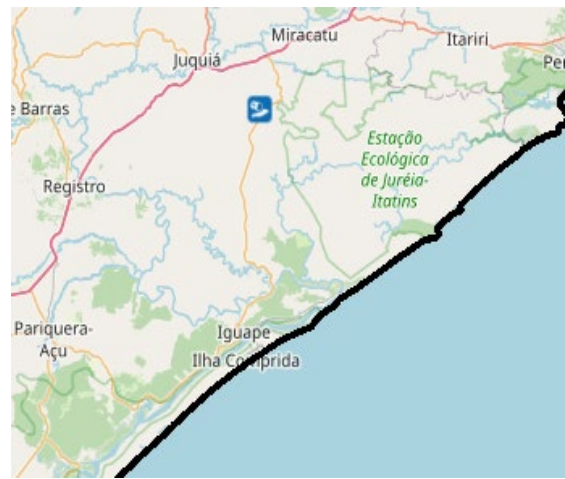
Cubatão



Praia Grande



Peruíbe



Iguape



Cananeia

Os acidentes ocorridos no litoral, em sua grande maioria, não ocasionaram contaminação das águas costeiras. Tratou-se de acidentes envolvendo atividades de armazenamento de produtos químicos, postos de combustíveis, processos industriais, transporte de produtos por dutos, por rodovias ou transporte aquaviário. Os acidentes considerados como “nada constatado” (em Santos) foram aqueles em que a CETESB foi acionada e, após avaliação, não foi constatada qualquer contaminação ou fonte suspeita.

Ocorrências classificadas como “não identificadas” ocorridas em Santos 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, recebendo então esta classificação particular, como foi o caso de emergências envolvendo derrames de soja e açúcar.

Alguns acidentes ocasionaram contaminação das águas costeiras e que, devido ao pequeno volume envolvido ou mesmo pela capacidade de diluição do corpo d’água, não comprometeram a qualidade das águas ou seu uso recreacional (balneabilidade). Da mesma forma, 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 desses acidentes.

Abaixo, são relatados alguns acidentes ocorridos em 2023, os quais tiveram o potencial ou que efetivamente contaminaram as águas costeiras:

Transporte aquaviário – Naufrágio parcial de embarcação no Guarujá.

Data: 14.02.2023.

Local: Av. Senador Salgado Filho, 356.

Bairro: Jardim Santense.

Município: Guarujá.

Latitude: -23.943135°; Longitude: -46.307447°.

Região: Litoral. UGRHI: 7 – Baixada Santista.

Descrição da Fonte do Vazamento: Naufrágio parcial de embarcação da empresa BRASBUNKER, atracada em seu píer privativo, com vazamento de óleo diesel.

O acidente envolveu a embarcação denominada "OSC08" de propriedade da empresa BRASBUNKER. Por problemas não apurados no momento, a embarcação naufragou parcialmente junto ao píer da própria empresa contendo um volume de cerca de 50 litros de óleo diesel e 10 litros de óleo de motor. Com o naufrágio, uma dada quantidade de óleo contaminou as águas do entorno, gerando uma mancha de coloração iridescente. Foram lançadas barreiras de contenção as quais cercaram as manchas evitando seu espalhamento. Por orientação da Agência Ambiental de Santos, as barreiras ficaram posicionadas no entorno até a remoção final da embarcação da água.

Armazenamento – Lançamento de impermeabilizante proveniente de empresa em Santos.

Data: 14.02.2023.

Local: Avenida Governador Mário Covas, s/n.

Bairro: Estuário.

Município: Santos.

Latitude: -23.962870°; Longitude: -46.302939°.

Região: Litoral. UGRHI: 7 – Baixada Santista.

Descrição da Fonte do Vazamento: Lançamento de efluente líquido branco (impermeabilizante) proveniente do armazém 30 da empresa Louis Dreyfus – LDC, junto ao berço de atracação do mesmo armazém.

O lançamento do produto químico em pauta foi devido a uma atividade de impermeabilização da câmara fria da empresa a qual estava presente na área do cais. Durante esta atividade, fortes chuvas carregaram o impermeabilizante ainda fresco, para o piso do cais, sendo que parte do produto alcançou as águas do estuário que devido ao seu comportamento solúvel, não foi possível contê-lo e recolhê-lo. O remanescente, presente no piso, foi totalmente recolhido e dado destino como resíduo Classe 1 (resíduo perigoso).

Transporte Aquaviário – Vazamento de gasolina proveniente de navio atracado em terminal em Santos.

Data: 31.03.2023.

Local: Berço de atracação do Cais Bocaina do Porto Organizado de Santos.

Bairro: Ilha Barnabé.

Município: Santos.

Latitude: -23.925060°; Longitude: -46.329065°.

Região: Litoral. UGRHI: 7 – Baixada Santista.

Descrição da Fonte do Vazamento: Vazamento de gasolina durante carregamento de gasolina no terminal químico da empresa AGEO Terminais.

Constatado que durante o carregamento de gasolina para o navio denominado “CASTILLO DE TEBRA” atracado no Cais Bocaina, para embarque de gasolina efetuado pela empresa “AGEO NORTE”, houve o vazamento de produto pelo lançador nº 18 do casco da embarcação. De acordo com informações obtidas no momento pelo técnico da Agência Ambiental de Santos, houve o vazamento de cerca de 100 litros de gasolina para as águas do estuário. Parte do produto que alcançou as águas, foi recolhida com utilização de caminhão-vácuo. Os resíduos gerados foram acondicionados em recipientes plásticos.

Transporte Aquaviário – Vazamento de óleo combustível durante abastecimento de navio em Santos.

Data: 01.05.2023.

Local: Terminal Açucareiro COPERSUCAR – Armazéns 21 e 22.

Bairro: Docas.

Município: Santos.

Latitude: -23.9475564°; Longitude: -46.3123024°.

Região: Litoral. UGRHI: 7 – Baixada Santista.

Descrição da Fonte do Vazamento: Vazamento de óleo combustível durante abastecimento do navio cargueiro “Pride”, Bandeira Ilhas Marshall acostado nos píeres de atracação dos Armazéns 21 e 22.

O acidente ocorreu por falha durante o bombeamento de óleo combustível do tipo VLSFO - *Very Low Sulphur Fuel Oil* para os tanques do navio, o que resultou na saída de combustível pelo respiro dos tanques, combustível esse que acabou escorrendo pela lateral (costado) do navio, até atingir o mar. Conforme diretrizes da Autoridade Portuária de Santos (Norma NAP.SUMAS.OPR.004.2021), durante o carregamento haviam sido lançadas barreiras de contenção realizando o cerco preventivo o que favoreceu a contenção das manchas próximas ao navio, minimizando assim o espalhamento do produto pelo estuário (Figura 5.2).

Por meio de vistorias marítimas foram registradas manchas oleosas no estuário com coloração prateada/iridescente difíceis de serem contidas devido sua fina espessura. Foram utilizadas embarcações para promover a dispersão mecânica das manchas a fim de favorecer a degradação do óleo na coluna d’água.

O óleo presente no convés e aderido ao casco do navio em várias seções bem como ao longo da linha d’água foi removido por meio de limpeza manual (Figura 5.2).

As manchas oleosas presentes no interior dos lances das barreiras de contenção foram removidas com utilização de materiais absorventes de óleo. Não foi verificada a presença de óleo nas águas próximas às praias.

Figura 5.2 – Barreira de contenção aplicada ao redor do navio para propiciar o cerco preventivo para o caso de vazamento durante as operações de abastecimento (a) e detalhe da limpeza realizada ao longo do casco do navio de modo a evitar a contaminação das águas quando de sua partida do porto (b)



Mancha órfã – Presença de mancha oleosa no estuário em Santos.

Data: 15.06.2023.

Local: Proximidade do Terminal Ecoporto.

Bairro: Valongo.

Município: Santos.

Latitude: -23.92946541930°; Longitude: -46.33266306165°.

Região: Litoral. UGRHI: 7 – Baixada Santista.

Descrição da Fonte do Vazamento: Presença de mancha oleosa próximo ao terminal Ecoporto.

Foi localizada uma mancha de origem desconhecida (mancha órfã) nas proximidades do Terminal Ecoporto. A Autoridade Portuária de Santos – APS acionou seu Plano de Emergência Individual - PEI e realizou o atendimento emergencial controlando o espalhamento da mancha com utilização de barreiras de contenção e realizando seu recolhimento por meio de barreiras de absorção. A fonte do vazamento não foi identificada tendo-se como possibilidade que o óleo tenha alcançado o estuário através da rede de drenagem municipal. Não houve contaminação de praias.

Não identificada – Contaminação do estuário por resíduo oleoso proveniente da drenagem pluvial do município.

Data: 02.08.2023.

Local: Terminal 39 – Porto de Santos.

Bairro: Estuário.

Município: Santos.

Latitude: -23.979323°; Longitude: -46.293718°.

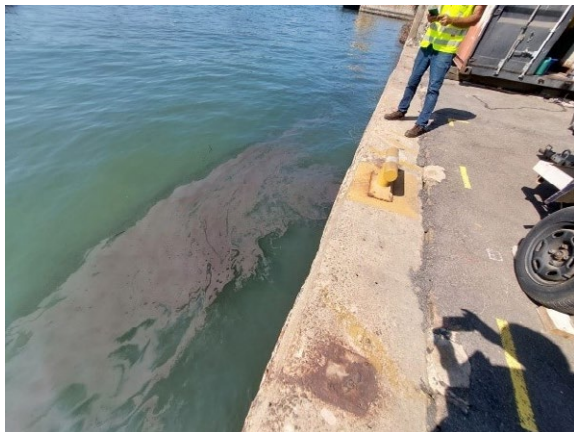
Região: Litoral. UGRHI: 7 – Baixada Santista.

Descrição da Fonte do Vazamento: Vazamento de resíduo oleoso proveniente da drenagem pluvial do município.

Constatada a presença de resíduo oleoso adjacente ao Terminal XXXIX (Figura 5.3). Por orientação da Autoridade Portuária de Santos, a empresa acionou seu Plano de Emergência Individual – PEI para dar combate à emergência. Frentes de trabalho foram criadas no sentido de succionar o resíduo oleoso presente nas galerias de drenagem do terminal, lavagem das galerias e contenção e remoção do resíduo sobrenadante nas águas do estuário (Figura 5.3).

Posteriormente, foi constatada, por meio de vistoria, a presença de vestígios de óleo, de coloração escura, em um bueiro localizado na Av. Mário Covas Júnior esquina com a Rua Cypriano Barata, constatando-se então ser esta a fonte do incidente, uma vez que deste local, o resíduo alcançava as águas do estuário a partir do bueiro de número 39, pertencente ao sistema de drenagem municipal. Não houve contaminação de praias.

Figura 5.3 – Mancha oleosas identificada na proximidade do Terminal XXXIX (a) e contenção do resíduo oleoso lançado a partir do bueiro do sistema pluvial do município (b)



5.2 Mortandades de Peixes 2023 – UGRHIs Costeiras

A CETESB realiza atendimento a ocorrências de mortandades de peixes por meio da atuação das Agências Ambientais distribuídas em diferentes municípios do Estado, do Setor de Comunidades Aquáticas (ELHC), lotado em São Paulo, pertencente à Divisão de Análises Hidrobiológicas (ELH), e do Setor de Atendimento a Emergências (EEEQ) da CETESB. O levantamento dos dados apresentados foi baseado em registros dos atendimentos realizados pela CETESB em 2023, além de pesquisas na imprensa, seja em mídia eletrônica ou tradicional.

Nas UGRHIs costeiras (3 e 7), foram verificadas sete ocorrências de mortandades de peixes em 2023, sendo duas no Litoral Norte e cinco na Baixada Santista. Entre as mortandades registradas, as causas puderam ser apuradas em três ocorrências na Baixada Santista, sendo a morte dos organismos causada pela queda na concentração de oxigênio dissolvido na água devido ao aporte de carga orgânica após chuvas intensas. Em relação às ocorrências em Cubatão e São Vicente, apesar de serem em datas e locais diferentes, ambos os registros têm causa comum, relacionada à queda de carga ferroviária e ao pátio de estocagem de grãos que atingiram o rio Boturoca, que percorre os municípios de Praia Grande, São Vicente e Cubatão. Em uma das ocorrências foram registrados espécimes de carapebas, tainhas e bagres mortos ao longo do rio, até o píer do Casqueiro. Na ocorrência verificada em São Sebastião, foram registrados robalos moribundos na foz do rio Una, sem registro de outras espécies na mesma condição, nem indicação da ação de substâncias tóxicas. Apesar do rápido atendimento realizado pela Agência Ambiental de São Sebastião (CMS) não foi possível identificar o agente causador da mortandade.

A Tabela 5.2 a seguir apresenta os registros de mortandades de peixes nas UGRHIs 3 e 7 no ano de 2023.

Enquanto em 2022 houve registro de descarte de pesca incidental (*bycatch*) e da arraia ticonha (*Rhinoptera brasiliensis*) em Itanhaém, espécie criticamente ameaçada da fauna brasileira, em 2023 houve registros do combate à pesca ilegal e predatória de arraias e tubarões em ações da Polícia Ambiental no litoral de São Paulo. Em 24 de julho foram resgatadas 22 arraias de espécies variadas, presas em rede de pesca em São Sebastião. Entre as variedades devolvidas ao mar, estavam as arraias treme-treme, prego, bicuda e viola. Em 25 de outubro a Polícia Ambiental apreendeu 100 exemplares de arraias e cações, em uma embarcação pesqueira em Santos, no litoral de São Paulo.

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 conservação da fauna marinha. O monitoramento do Instituto Argonauta contabilizou de janeiro a março de 2023, 26 atendimentos a ocorrências de encalhe de toninhas (*Pontoporia balinvillei*) nas praias de Ubatuba, Caraguatatuba, São Sebastião e Ilhabela (Redação ((o) eco, 2023). Em outubro de 2023 foram registrados encalhes de baleias pelo Instituto Gremer no Guarujá e pelo Instituto Biopesca em Itanhaém. No Guarujá, a baleia jubarte tinha uma rede de pesca presa ao corpo, o que pode ter contribuído para sua morte (A Tribuna, 15 out. 2023; G1, 24 out 2023). Em dezembro de 2023, o Instituto Argonauta e o Projeto Baleia Jubarte registraram o encalhe de duas carcaças de baleias de Bryde próximas à Ilha Anchieta, em Ubatuba, no litoral norte de São Paulo (Folha de São Paulo, 15 dez, 2023) nos dias 12 e 13 de dezembro.

No litoral sul de São Paulo foram encontrados mais de 440 pinguins-de-Magalhães (*Spheniscus magellanicus*) durante o mês de agosto de 2023 em praias da Ilha do Cardoso, Ilha Comprida e Iguape, de acordo com levantamento do Instituto de Pesquisas Cananéia - IPeC (G1, 5 set, 2023). De acordo com o instituto, essa época é de migração de diversas espécies (de aves marinhas) e muitos organismos ficam debilitados durante essa viagem, o que ocasiona os encalhes. Apesar do número expressivo de organismos mortos, a ocorrência é considerada comum para a espécie e época do ano.

Tabela 5.2– Registros de mortandades de peixes nas UGRHs 3 – Litoral Norte e 7 – Baixada Santista em 2023

UGRHI/ Região	Município	Reclamação em	Corpo d'água	Organismo	Motivo	Atendido por
3	São Sebastião*	04/01/23	*	*	*	*
LITORAL NORTE	São Sebastião	07/07/23	Foz do rio Una -23.760085°, -45.758564°	Robalos (<i>Centropomus sp</i>)	Indeterminada	Agência Ambiental de São Sebastião (CMS)
7 BAIXADA SANTISTA	Cubatão	21/02/23	Pier Casqueiro -23.932473°, -46.409350°	Não especificado	Queda OD, aporte de carga orgânica após queda de produtos transportados por via férrea	Agência Ambiental de Santos (CMN) junto com o Setor de Atendimento a Emergências (EEEQ)
	São Vicente	28/02/23	Rio Boturoca -23.988817°, -46.508272°	Não especificado	Queda OD, aporte de carga orgânica após queda de produtos transportados por via férrea	Agência Ambiental de Santos (CMN)
	São Vicente	10/04/23	*	Não especificado	Queda OD após chuvas e aporte de matéria orgânica	Agência Ambiental de Santos (CMN)
	Santos*	14/08/23	*	*	*	*
	Cubatão	01/10/23	Canal Piaçaguera/Rio Cubatão -23.886097°, -46.403299°	Tainhas	Indeterminada	Agência Ambiental de Santos (CMN)

(*) Não foi possível obter mais informações

Referências

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

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

ALMEIDA, P. D., MACHADO, S. M., BARROS, B., MORALES, E. A., CANTO, P., GASPAR, M. D., RUIVO, M.

L. P., BERRÊDO, J. F. *Registros arqueobotânicos em um sambaqui amazônico: utilização de microalgas (Diatomáceas, Bacillariophyta) como indicadoras de alterações ambientais*. *Boletim do Museu Paraense Emílio Goeldi. Ciências Humanas*. v.15, n. 3, e20190036. doi: 10.1590/2178-2547-BGOELDI-2019-0036. 2020

ALMEIDA, K.C.S. *Avaliação da contaminação da água do mar por benzeno, tolueno e xileno na região de Ubatuba, Litoral Norte (SP) e estudo de degradação destes compostos por radiação ionizante*. 2006. 84 p. *Dissertação (Mestrado em Tecnologia Nuclear), Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares, São Paulo*.

BERBEL, G. B. B. *Estudo do fósforo sedimentar e de suas especiações químicas em dois sistemas costeiros e Plataforma Continental Sudeste (Brasil) e Baía do Almirantado (região antártica) considerando suas relações biogeoquímicas*. 2008. 102 p. *Tese (Doutorado em Oceanografia Química e Geológica) - Instituto Oceanográfico, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2008*. Disponível em: < <http://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/21/21133/tde-25062008-152427/pt-br.php>>. Acesso em: abr. 2014.

BRASIL. *Constituição (1988)*. *Constituição da República Federativa do Brasil*. Brasília, DF: Senado Federal: Centro Gráfico, 1988. 292 p.

BRASIL. Decreto n. 5300, de 7 de dezembro de 2004. *Regulamenta a Lei no 7.661, de 16 de maio de 1988, que institui o Plano Nacional de Gerenciamento Costeiro – PNGC, dispõe sobre regras de uso e ocupação da zona costeira e estabelece critérios de gestão da orla marítima, e dá outras providências* *Diário Oficial da União - Seção 1 - 8/12/2004, Página 3 (Publicação Original)*. Disponível em http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2004-2006/2004/decreto/D5300.htm. Acesso em: março de 2017.

BRASIL. Decreto n. 8400, de 4 de fevereiro de 2015. *Estabelece os pontos apropriados para o traçado da Linha de Base do Brasil ao longo da costa brasileira continental e insular e dá outras providências*. *Diário Oficial da União - Seção 1 - 5/2/2015, Página 4 (Publicação Original)*. Disponível em http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2015-2018/2015/Decreto/D8400.htm. Acesso em: março de 2017

BRASIL. Lei n. 7661, de 16 de maio de 1988. Institui o Plano Nacional de Gerenciamento Costeiro e dá outras providências. *Diário Oficial da União - Seção 1 - Suplemento - 31/7/1945, Página 1 (Publicação Original)*. Disponível em http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/L7661.htm. Acesso em: março de 2017.

BRASIL. Lei n. 8617, de 4 de janeiro 1993. Dispõe sobre o mar territorial, a zona contígua, a zona econômica exclusiva e a plataforma continental brasileiros e dá outras providências. *Diário Oficial da União - Seção 1-5/1/1993, Página 57 (Publicação Original)*. Disponível em http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/L8617.htm. Acesso em: março de 2017.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. CONAMA. Resolução nº 274, de 29 de novembro de 2000. Dispõe sobre os critérios de balneabilidade em águas. **Diário Oficial da União:** República Federativa do Brasil, Poder Executivo, Brasília, DF, no 18, de 25 de janeiro de 2001, Seção 1, páginas 70-71. Disponível em: <http://www.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=272>>. Acesso em: fevereiro de 2009.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. CONAMA. Resolução nº 357, de 17 de março de 2005. Dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento, bem como estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes, e dá outras providências. **Diário Oficial da União:** República Federativa do Brasil, Poder Executivo, Brasília, DF, n. 53, 18 mar. 2005. Seção 1, p. 58-63. Disponível em: <http://www.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=459>>. Acesso em: junho de 2008.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. CONAMA. Resolução nº 413, de 20 de junho de 2009. Dispõe sobre o licenciamento ambiental da aquicultura, e dá outras providências. **Diário Oficial da União:** República Federativa do Brasil, Poder Executivo, Brasília, DF, n. 112, 30 jun.2009. p. 126-129. Disponível em: <http://www.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=608>. Acesso em: março de 2017.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. CONAMA. Resolução nº 454, de 01 de novembro de 2012. Estabelece as diretrizes gerais e os procedimentos referenciais para o gerenciamento do material a ser dragado em águas sob jurisdição nacional. **Diário Oficial da União:** República Federativa do Brasil, Poder Executivo, Brasília, DF, n. 53, 18 mar. 2005. Seção 1, p. 66. Disponível em <http://www.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=693>. Acesso em: abril de 2017.

BRASIL, Ministério do Meio Ambiente. Portaria MMA nº 148, de 1 de junho de 2022. *DOU N° 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, L.S. 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 (Estado). Decreto n. 53526, de 8 de outubro de 2008. Cria a Área de Proteção Ambiental Marinha do Litoral Centro, e dá providências correlatas. DOE-I 09/10/2008, p. 5/7. Disponível em <http://www.al.sp.gov.br/norma/?id=141553>. Acesso em: março de 2017.

SÃO PAULO (Estado). Decreto n. 53527, de 8 de outubro de 2008. Cria a Área de Proteção Ambiental Marinha do Litoral Sul e a Área de Relevante Interesse Ecológico do Guará, e dá providências correlatas. DOE-I 09/10/2008, p. 7/8. Disponível em <http://www.al.sp.gov.br/norma/?id=141554>. Acesso em: março de 2017. São Paulo (Estado).

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

SÃO PAULO (Estado). Decreto n. 56.500, de 9 de dezembro de 2010. Cria o Parque Estadual Restinga de Bertioaga e dá providências correlatas. DOE-I 10/12/2010, p. 1. Disponível em <http://www.al.sp.gov.br/norma/?id=160588>. Acesso em: abril de 2017.

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

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

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

SÃO PAULO. Decreto n. 53525, de 8 de outubro de 2008. Cria a Área de Proteção Ambiental Marinha do Litoral Norte e a Área de Relevante Interesse Ecológico de São Sebastião, e dá providências correlatas. DOE-I 09/10/2008, p. 1/5. Disponível em <http://www.al.sp.gov.br/norma/?id=141552>. Acesso em: março de 2017.

SÃO PAULO. Decreto n. 58.996, de 25 de março de 2013. Dispõe sobre o Zoneamento ecológico- econômico do setor da Baixada Santista e dá providências correlatas. Diário Oficial - Executivo, 26/03/2013, p.1.

Disponível em <https://www.al.sp.gov.br/norma/?id=169787>. Acesso em: dezembro de 2017.

SÃO PAULO. Decreto n. 62.913, de 8 de novembro de 2017. Dispõe sobre o Zoneamento Ecológico- Econômico do Setor do Litoral Norte, e dá providências correlatas. Diário Oficial - Executivo, 09/11/2017, p.1. Disponível em <https://www.al.sp.gov.br/norma/183921>. Acesso em: dezembro de 2017.

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

SARANGI R.K.; CHAUHAN, P.; NAYAK, S.R. Detection and monitoring of *Trichodesmium* blooms in the coastal waters off Saurashtra coast, India using IRS-P $\$$ OCM data. *Corrent Science*, vol 86, n. 12. 2004

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

<http://www.sigrh.sp.gov.br/> http://www.ibge.gov.br/home/presidencia/noticias/noticia_visualiza.php?id_noticia=1435&id_pagina=1 http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/populacao/estimativa2016/estimativa_tcu.shm

Redação ((o))eco. (20 abril, 2023,). *Em 5 anos, 323 toninhas foram encontradas mortas no litoral norte de São Paulo.* ((O))Eco. <https://oeco.org.br/salada-verde/em-5-anos-323-toninhas-foram-encontradas-mortas-no-litoral-norte-de-sao-paulo/>

Folha de São Paulo. (15 dez, 2023). *Duas baleias são encontradas mortas no litoral norte de São Paulo.* Folha de São Paulo; Grupo Folha. <https://www1.folha.uol.com.br/cotidiano/2023/12/duas-baleias-sao-encontradas-mortas-no-litoral-norte-de-sao-paulo.shtml>

G1. (5 Set, 2023). *Mais de 440 pinguins são encontrados mortos em praias do litoral de SP; FOTOS.* Santos E Região, TV Tribuna; Globo.com. <https://g1.globo.com/sp/santos-regiao/noticia/2023/09/05/mais-de-440-pinguins-sao-encontrados-mortos-em-praias-do-litoral-de-sp-fotos.ghtml>





G1.(24 out, 2023). *"Baleia Encalha Horas Após Ser Vista No Mar Em Praia No Litoral de SP; FOTOS."* Santos E Região, TV Tribuna. Globo.com, , g1.globo.com/sp/santos-regiao/noticia/2023/10/24/baleia-encalha-horas-apos-ser-vista-no-mar-em-praia-no-litoral-de-sp-fotos.ghtml.

A Tribuna. (15 out, 2023) *"Baleia Morta Aparece Em Praia Do Litoral de SP; VÍDEO."* A Tribuna. www.atribuna.com.br/cidades/litoral-sul/baleia-morta-aparece-em-praia-do-litoral-de-sp-video-1.383326.



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

Acompanhe as redes sociais da CETESB:

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