

SÉRIE RELATÓRIOS

QUALIDADE DAS ÁGUAS C O S T E I R A S NO ESTADO DE SÃO PAULO

2 0 1 7

GOVERNO DO ESTADO DE SÃO PAULO • SECRETARIA DO MEIO AMBIENTE
CETESB - COMPANHIA AMBIENTAL DO ESTADO DE SÃO PAULO

SÉRIE RELATÓRIOS

QUALIDADE DAS ÁGUAS
C O S T E I R A S
NO ESTADO DE SÃO PAULO

2 0 1 7

GOVERNO DO ESTADO DE SÃO PAULO • SECRETARIA DO MEIO AMBIENTE
CETESB - COMPANHIA AMBIENTAL DO ESTADO DE SÃO PAULO

São Paulo
2018

Dados Internacionais de Catalogação
(CETESB – Biblioteca, SP, Brasil)

C418r CETESB (São Paulo)

Relatório de qualidade das águas costeiras no estado de São Paulo
2017 [recurso eletrônico] / CETESB ; Coordenação geral Maria Helena R.B. Martins ;
Coordenação técnica Nelson Menegon Jr., Cláudia Condé Lamparelli ;
Equipe técnica Cláudia Condé Lamparelli ... [et al.]. - - São Paulo : CETESB, 2018.
1 arquivo de texto (182 p.) : il. color., PDF ; 22 MB + 1 apêndice (80 arquivos
PDF : 100 MB). - - (Série Relatórios / CETESB, ISSN 0103-4103).

Publicado anteriormente como: Qualidade das águas superficiais no estado de
São Paulo.

Publicado também em papel (sem o apêndice).

Disponível em:
<<http://cetesb.sp.gov.br/aguas-costeiras/publicacoes-e-relatorios/>>
ISBN 978-85-9467-050-2

1. Água – qualidade 2. Água – poluição 3. Águas salinas 4. Águas salobras
5. São Paulo (Est.) 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)



**GOVERNO DO ESTADO
DE SÃO PAULO**

Governador Márcio França

SECRETARIA DO MEIO AMBIENTE

Secretário Maurício Brusadin

CETESB – Companhia Ambiental do Estado de São Paulo

Diretor Presidente Carlos Roberto dos Santos

Diretor de Gestão Corporativa Waldir Agnello

Diretor de Engenharia e Qualidade Ambiental Eduardo Luís Serpa

Diretor de Controle e Licenciamento Ambiental Geraldo Amaral

Diretora de Avaliação de Impacto Ambiental Ana Cristina Pasini da Costa

São Paulo

2018

FICHA TÉCNICA

Diretoria de Engenharia e Qualidade Ambiental

Eng. Eduardo Luís Serpa
Diretor

Coordenação geral

Quím. Maria Helena R. B. Martins
Gerente do Departamento de Qualidade Ambiental

Coordenação técnica

Eng. Nelson Menegon Jr.
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
Geóg. Aparecida Cristina Camolez
Eng. Felipe Bazzo Tomé

Mapas e figuras

Geóg. Aparecida Cristina Camolez

Colaboradores

Departamento de Análises Ambientais

Farm. Bioq. Maria Inês Zanoli Sato

Divisão de Análises Hidrobiológicas

Marta Condé Lamparelli

Setor de Comunidades Aquáticas

Biól. Adriana C. C. Ribeiro de Deus
Biól. Denise Amazonas Pires
Biól. Helena Mitiko Watanabe
Biól. Luciana Haipek Mosolino Lerche
Biól. Maria do Carmo Carvalho

Setor de Ecotoxicologia Aquática

Farm. Bioq. Rosalina Pereira de Almeida Araújo
Biól. Valéria Aparecida Prósperi

Setor de Atendimento a Emergências

Biól. Carlos Ferreira Lopes
Biól. Iris Regina Poffo

Setor de Hidrologia

Eng. Luís Altivo Carvalho Alvim
Quím. Vinícius Marques da Silva

CEBIMar – Centro de Biologia Marinha da Universidade de São Paulo

Amostragens e/ou análises laboratoriais

Divisão de Amostragem
Divisão de Laboratório de Taubaté
Divisão de Laboratório de Cubatão
Divisão de Laboratório de Limeira
Setor de Ecotoxicologia Aquática
Setor de Análises Toxicológicas
Divisão de Microbiologia e Parasitologia
Setor de Toxicologia e Genotoxicidade
Setor de Química Inorgânica
Setor de Química Orgânica

Projeto editorial

Centro de Editoração da Secretaria do Meio Ambiente
Capa: Vera Severo

Editoração/Diagramação

Yelow Design

Produção Editorial, Fotolito e Impressão

CETESB - Companhia Ambiental do Estado de São Paulo
Concluído em abril/2018

Distribuição

CETESB - Companhia Ambiental do Estado de São Paulo
Av. Prof. Frederico Hermann Jr., 345 - Alto de Pinheiros
Tel.: 3133-6000 - CEP 05459-900 - São Paulo - SP

Apresentação

Em 2018, a CETESB completa 50 anos de existência repletos de conquistas, desafios e dificuldades que exigem trabalho sério, motivação, inovação, investimento e compromisso por parte do governo estadual e de todo o corpo funcional da Companhia. Durante este tempo a CETESB cresceu de maneira estruturada, ampliou e modernizou suas atividades e formas de atuação visando à melhoria do meio ambiente e da qualidade de vida, com vistas a atender às expectativas da sociedade no Estado de São Paulo.

Hoje a CETESB é a maior agência ambiental do país e instituição de referência para organismos internacionais, como a Organização das Nações Unidas – ONU e Organização Mundial de Saúde - OMS, para diversas questões ambientais.

Durante todo este período a CETESB contribuiu de maneira efetiva para a melhoria da qualidade ambiental e da proteção à saúde da população no Estado de São Paulo, por meio de uma série de ações e programas. Porém, em que pese o avanço ocorrido, é necessário continuar evoluindo e muitos desafios estão lançados na tarefa de conciliar a sustentabilidade com o desenvolvimento do maior estado brasileiro em termos econômicos e populacionais. Ressalta-se que o uso sustentável dos recursos naturais é preocupação global e permeia todas as políticas públicas.

Nesse contexto, o monitoramento ambiental tem um papel importante para a elaboração e balizamento dessas políticas que são desenvolvidas pela empresa. Reconhecendo esta importância, as redes de monitoramento da qualidade ambiental da CETESB foram ampliadas, ao longo do tempo, tanto na sua abrangência territorial quanto em relação aos parâmetros avaliados.

Em 2017, a rede de monitoramento da qualidade do ar contou com 62 estações automáticas e 27 pontos de monitoramento manual no Estado de São Paulo.

Já a rede básica de água doce contou com 461 pontos de amostragem distribuídos pelos principais rios e reservatórios e com 12 estações de monitoramento automático.

A rede de avaliação da qualidade das águas subterrâneas contou com 313 pontos e a rede de monitoramento integrado de qualidade e quantidade foi expandida para 38 pontos, instalados nos principais aquíferos do Estado.

Em 2017 foram emitidos boletins semanais informando a população sobre as condições de balneabilidade das 150 praias do litoral paulista monitoradas em 167 pontos distribuídos pelos 15 municípios que constituem a costa do litoral paulista. A rede de águas costeiras foi constituída por 66 pontos de monitoramento em estuários e no Oceano Atlântico.

Com objetivo de apresentar à sociedade de forma transparente os resultados deste monitoramento, a CETESB publica periodicamente os Relatórios de Qualidade Ambiental. Este ano estão disponíveis na página da CETESB, na internet, as seguintes publicações: Relatório de Qualidade das Praias Litorâneas, de Qualidade das Águas Interiores, de Qualidade das Águas Costeiras e de Qualidade do Ar. Também estamos lançando o Boletim Anual de Qualidade das Águas Subterrâneas, com os principais resultados obtidos na rede de monitoramento. Este Boletim complementa o Relatório trianual de Qualidade das Águas Subterrâneas.

Com certeza novos desafios e oportunidades virão e a CETESB, com a competência técnica acumulada ao longo destes 50 anos, dará continuidade ao seu trabalho de proteção permanente ao meio ambiente.

Carlos Roberto dos Santos

Diretor Presidente da CETESB

Listas

LISTA DE TABELAS

Tabela 1.1 – Características das cinco zonas oceânicas definidas pela CNUDM	16
Tabela 1.2 – Características das APAs marinhas do Estado de São Paulo.....	22
Tabela 1.3 – Linhas de corte e licenciamento pertinente para as atividades de aquicultura	23
Tabela 1.4 – Área e extensão da linha de costa dos municípios litorâneos.....	27
Tabela 1.5 – Crescimento populacional no período entre 2008 e 2017	31
Tabela 1.6 – Proporção da população dos municípios litorâneos em relação às UGRHs.....	32
Tabela 1.7 – Estações de tratamento de esgoto e Estações de pré-condicionamento no litoral.....	34
Tabela 1.8 – Informações sobre saneamento básico nos municípios do litoral paulista.....	36
Tabela 2.1 – Variáveis determinadas na água	40
Tabela 2.2 – Variáveis determinadas no sedimento.....	41
Tabela 2.3 – Valores de referência para concentrações de nutrientes nos sedimentos.....	41
Tabela 2.4 – Parâmetros que compõem o IQAC.....	43
Tabela 2.5 – Valores e classificação para cada faixa do IQAC.....	44
Tabela 2.6 – Classes de níveis tróficos baseada nas concentrações de clorofila <i>a</i> , nitrogênio e fósforo, para ambientes marinhos, proposta por Hakanson (1994 apud Smith <i>et al.</i> 1999).....	44
Tabela 2.7 – Classes de níveis tróficos baseada nas concentrações de clorofila <i>a</i> , nitrogênio e fósforo, para ambientes estuarinos, proposta por Bricker <i>et al.</i> (2003)	45
Tabela 2.8 – Classificação das amostras de acordo com os resultados ecotoxicológicos	47
Tabela 2.9 – Pontos de monitoramento das águas salinas e salobras por município.....	49
Tabela 2.10 – Sub Grupos das Áreas de monitoramento.....	50
Tabela 2.11 – Profundidade dos pontos de amostragem da Rede Costeira.....	53
Tabela 2.12 – Locais de amostragem (continua).....	54
Tabela 2.13 – Coordenadas dos pontos (continua).....	68
Tabela 3.1 – Classificação dos pontos monitorados na Rede Costeira e média das áreas de acordo com o IQAC – 2017	73
Tabela 3.2 – Valores médios de clorofila <i>a</i> (µg/L) e suas classificações nos pontos monitorados de acordo com o Índice de Estado Trófico Costeiro (IETC) – primeira e segunda campanhas de 2017	74
Tabela 3.3 – Qualidade ecotoxicológica dos sedimentos em 2017.....	79
Tabela 3.4 – Classificação dos pontos monitorados na Rede Costeira de acordo com o critério microbiológico – primeira e segunda campanhas de 2017....	80
Tabela 3.5 – Resultados de Granulometria das 20 áreas por ponto, nos dois semestres de 2017	81
Tabela 3.6 – Médias (Aritmética e Geométrica), valores mínimos e máximos e porcentagem de não conformidades (NC) dos resultados de qualidade de água de Picinguaba.	83
Tabela 3.7 – Médias, valores mínimos e máximos e porcentagem de não conformidades (NC) dos resultados de qualidade de sedimento de Picinguaba.....	84
Tabela 3.8 – Médias, valores mínimos e máximos e porcentagem de não conformidades (NC) dos resultados de qualidade de água da Baía de Itaguá.	85
Tabela 3.9 – Médias, valores mínimos e máximos e porcentagem de não conformidades (NC) dos resultados de qualidade de sedimento da Baía de Itaguá.....	86
Tabela 3.10 – Médias, valores mínimos e máximos e porcentagem de não conformidades (NC) dos resultados de qualidade de água do Saco da Ribeira	87
Tabela 3.11 – Médias, valores mínimos e máximos e porcentagem de não conformidades (NC) dos resultados de qualidade de sedimento do Saco da Ribeira.....	89
Tabela 3.12 – Médias, valores mínimos e máximos e porcentagem de não conformidades (NC) dos resultados de qualidade de água de Tabatinga.....	90
Tabela 3.13 – Médias, valores mínimos e máximos e porcentagem de não conformidades (NC) dos resultados de qualidade de sedimento de Tabatinga.....	91
Tabela 3.14 – Médias, valores mínimos e máximos e porcentagem de não conformidades (NC) dos resultados de qualidade de água de Cocanha.....	92
Tabela 3.15 – Médias, valores mínimos e máximos e porcentagem de não conformidades (NC) dos resultados de qualidade de sedimento de Cocanha	93
Tabela 3.16 – Médias, valores mínimos e máximos e porcentagem de não conformidades (NC) dos resultados de qualidade de água da Baía de Caraguatatuba.....	94
Tabela 3.17 – Médias, valores mínimos e máximos e porcentagem de não conformidades (NC) dos resultados de qualidade de sedimento da Baía de Caraguatatuba.....	95

Tabela 3.18 – Médias, valores mínimos e máximos e porcentagem de não conformidades (NC) dos resultados de qualidade de água do Canal de São Sebastião	96
Tabela 3.19 – Médias, valores mínimos e máximos e porcentagem de não conformidades (NC) dos resultados de qualidade de sedimento do Canal de São Sebastião	98
Tabela 3.20 – Médias, valores mínimos e máximos e porcentagem de não conformidades (NC) dos resultados de qualidade de água de Barra do Una	99
Tabela 3.21 – Médias, valores mínimos e máximos e porcentagem de não conformidades (NC) dos resultados de qualidade de sedimento da Barra do Una	100
Tabela 3.22 – Médias, valores mínimos e máximos e porcentagem de não conformidades (NC) dos resultados de qualidade de água da área de influência da foz do Rio Itaguaré	101
Tabela 3.23 – Médias, valores mínimos e máximos e porcentagem de não conformidades (NC) dos resultados de qualidade de sedimento da área de influência da foz do Rio Itaguaré	102
Tabela 3.24 – Médias, valores mínimos e máximos e porcentagem de não conformidades (NC) dos resultados de qualidade de água do Canal da Bertioiga	103
Tabela 3.25 – Médias, valores mínimos e máximos e porcentagem de não conformidades (NC) dos resultados de qualidade de sedimento do Canal de Bertioiga	105
Tabela 3.26 – Médias, valores mínimos e máximos e porcentagem de não conformidades (NC) dos resultados de qualidade de água do Canal de Piaçaguera	106
Tabela 3.27 – Médias, valores mínimos e máximos e porcentagem de não conformidades (NC) dos resultados de qualidade de sedimento do Canal de Piaçaguera	108
Tabela 3.28 – Médias, valores mínimos e máximos e porcentagem de não conformidades (NC) dos resultados de qualidade de água da área de influência do Emissário do Guarujá	109
Tabela 3.29 – Médias, valores mínimos e máximos e porcentagem de não conformidades (NC) dos resultados de qualidade de sedimento da área de influência do Emissário do Guarujá	110
Tabela 3.30 – Médias, valores mínimos e máximos e porcentagem de não conformidades (NC) dos resultados de qualidade de água da área de influência do Emissário de Santos	111
Tabela 3.31 – Médias, valores mínimos e máximos e porcentagem de não conformidades (NC) dos resultados de qualidade de sedimento da área de influência do Emissário de Santos	112
Tabela 3.32 – Médias, valores mínimos e máximos e porcentagem de não conformidades (NC) dos resultados de qualidade de água do Canal de Santos	113
Tabela 3.33 – Médias, valores mínimos e máximos e porcentagem de não conformidades (NC) dos resultados de qualidade de sedimento do Canal de Santos	115
Tabela 3.34 – Médias, valores mínimos e máximos e porcentagem de não conformidades (NC) dos resultados de qualidade de água do Canal de São Vicente	116
Tabela 3.35 – Médias, valores mínimos e máximos e porcentagem de não conformidades (NC) dos resultados de qualidade de sedimento do Canal de São Vicente	118
Tabela 3.36 – Médias, valores mínimos e máximos e porcentagem de não conformidades (NC) dos resultados de qualidade de água da área de influência do Emissário de Praia Grande 1	119
Tabela 3.37 – Médias, valores mínimos e máximos e porcentagem de não conformidades (NC) dos resultados de qualidade de sedimento da área de influência do Emissário de Praia Grande 1	120
Tabela 3.38 – Médias, valores mínimos e máximos e porcentagem de não conformidades (NC) dos resultados de qualidade de água da área de influência da foz do Rio Itanhaém	121
Tabela 3.39 – Médias, valores mínimos e máximos e porcentagem de não conformidades (NC) dos resultados de qualidade de sedimento da área de influência da foz do Rio Itanhaém	122
Tabela 3.40 – Médias, valores mínimos e máximos e porcentagem de não conformidades (NC) dos resultados de qualidade de água da área de influência do Rio Preto	123
Tabela 3.41 – Médias, valores mínimos e máximos e porcentagem de não conformidades (NC) dos resultados de qualidade de sedimento da área de influência da foz do Rio Preto	124
Tabela 3.42 – Médias, valores mínimos e máximos e porcentagem de não conformidades (NC) dos resultados de qualidade de água do Mar Pequeno	125
Tabela 3.43 – Médias, valores mínimos e máximos e porcentagem de não conformidades (NC) dos resultados de qualidade de sedimento do Mar Pequeno	126
Tabela 3.44 – Médias, valores mínimos e máximos e porcentagem de não conformidades (NC) dos resultados de qualidade de água do Mar de Cananéia	127
Tabela 3.45 – Médias, valores mínimos e máximos e porcentagem de não conformidades (NC) dos resultados de qualidade de sedimento do Mar de Cananéia	128
Tabela 4.1 – Concentração média anual da clorofila <i>a</i> e as tendências da qualidade das águas de acordo com o IETC entre 2013 e 2017	139
Tabela 4.2 – Porcentagem de amostras de sedimentos com compostos de HPAs no Litoral Paulista em 2017	141
Tabela 4.3 – Ocorrência de metais no litoral paulista em 2017	141
Tabela 4.4 – Classificação da qualidade do sedimento costeiro, de acordo com os ensaios ecotoxicológicos realizados em 2017 com <i>Grandidierella bonnieroides</i>	144
Tabela 4.5 – Classificação ecotoxicológica dos sedimentos costeiros entre de 2013 e 2017	146
Tabela 5.1 – Principais acidentes ambientais ocorridos no Estado de São Paulo atendidos pela CETESB por atividade (1978/2017)	160
Tabela 5.2 – Ocorrências no litoral paulista em 2017 com contaminação das águas	163
Tabela 5.3 – Mortandade de peixes ocorridas em 2017 na região costeira do Estado de São Paulo	168

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1.1 – Médias pluviométricas mensais históricas (Fonte: DAEE e CIAGRO).....	28
Gráfico 1.2 – Médias de chuva por municípios, de acordo com a época do ano (Fonte: DAEE e CIAGRO)	29
Gráfico 1.3 – Aumento populacional baseado nas estimativas populacionais oficiais de 2008 e 2017	31
Gráfico 1.4 – Intensidades de chuva mensais e anuais na UGRHI 3 – Litoral Norte em 2017	32
Gráfico 1.5 – Intensidades de chuva mensais e anuais na UGRHI 7 – Baixada Santista em 2017	33
Gráfico 1.6 – Intensidades de chuva mensais e anuais na UGRHI 11 – Ribeira de Iguape/Litoral Sul em 2017.....	33
Gráfico 3.1 – Densidade de organismos nos pontos amostrados na primeira e segunda campanhas no ano de 2017	76
Gráfico 4.1 – Distribuição Percentual da classificação das áreas pelo IQAC médio em 2017	129
Gráfico 4.2 – Classificação das áreas pelo IQAC médio em 2017	130
Gráfico 4.3 – Evolução da proporção do IQAC dos pontos de 2012 a 2017.....	131
Gráfico 4.4 – Porcentagem de áreas que apresentaram não conformidade por variável em 2017	131
Gráfico 4.5 – Porcentagem de amostras não conformes por variável em 2017 na Rede costeira (A), Águas Salobras (B) e Águas Salinas (C)	132
Gráfico 4.6 – Média das concentrações de OD nas amostras de água das áreas da rede costeira em 2017 e padrão de qualidade	133
Gráfico 4.7 – Média das concentrações de carbono orgânico total (COT) (mg/L) nas amostras de água das áreas da rede costeira em 2017 e padrão de qualidade.....	134
Gráfico 4.8 – Média das concentrações de nitrogênio amoniacal (mg/L) nas amostras de água das áreas da rede costeira em 2017 e padrão de qualidade.....	134
Gráfico 4.9 – Média das concentrações de fósforo total (PT) (mg/L) nas amostras de água das áreas da rede costeira em 2017 e padrão de qualidade	135
Gráfico 4.10 – Média das concentrações de clorofila <i>a</i> (µg/L) nas amostras de água das áreas da rede costeira em 2017 e padrão de qualidade	135
Gráfico 4.11 – Porcentagem por classes de Estado Trófico nas amostras de superfície e meio da coluna d'água, 1ª e 2ª campanha de 2017	136
Gráfico 4.12 – Evolução da Distribuição do IETC – 2013 a 2017	138
Gráfico 4.13 – Média geométrica das concentrações de enterococos (UFC/100 mL) - 1ª e 2ª campanhas de 2017.....	140
Gráfico 4.14 – Porcentagem de amostras de sedimentos com compostos de HPAs no Litoral Paulista em 2017.....	140
Gráfico 4.15 – Ocorrência de metais nos sedimentos do Litoral Paulista em 2017.....	141
Gráfico 4.16 – Concentração de COT (%) dos sedimentos nas áreas da rede de monitoramento costeiro (média dos três pontos) em 2017 e valores de referência	142
Gráfico 4.17 – Ocorrências de nitrogênio kjeldahl total (NKT) no Litoral Paulista em 2017.....	142
Gráfico 4.18 – Concentração média de nitrogênio kjeldahl total (mg/kg) dos sedimentos nas áreas da rede de monitoramento costeiro em 2017 e valores de referência.....	143
Gráfico 4.19 – Concentração média de fósforo total (mg/kg) dos sedimentos nas áreas da rede de monitoramento costeiro em 2017 e valores de referência.....	143
Gráfico 4.20 – Porcentagem de amostras com presença ou ausência de efeito tóxico nos ensaios ecotoxicológico agudo nos últimos cinco anos.....	145
Gráfico 4.21 – Percentual de amostras nas três grandes regiões costeiras que não apresentaram toxicidade nos ensaios com sedimento entre 2013 e 2017....	147
Gráfico 4.22 – Médias das concentrações de <i>Clostridium perfringens</i> (NMP/100g) nos sedimentos costeiros em 2017	148
Gráfico 4.23 – Médias das concentrações de coliformes termotolerantes (NMP/100g) nos sedimentos em 2017	148
Gráfico 4.24 – Porcentagem de amostras em cada classe de qualidade microbiológica de acordo com concentração de bactéria fecal nos sedimentos em 2017	149

LISTA DE QUADROS

Quadro 3.1 – Resultado das análises qualitativas de microalgas potencialmente tóxicas	77
Quadro 4.1 – Evolução do IQAC médio das áreas entre 2012 e 2017	130
Quadro 4.2 – Siglas das áreas avaliadas	133

LISTA DE FIGURAS

Figura 1.1 – Limites estabelecidos pela Convenção das Nações Unidas sobre o Direito do Mar	17
Figura 1.2 – Linha de base reta no litoral de São Paulo e coordenadas dos pontos	18
Figura 1.3 – Plataforma continental brasileira	19
Figura 1.4 – Classificação das águas	24
Figura 1.5 – Fatores que influenciam a qualidade das águas costeiras.....	26
Figura 2.1 – Modelo conceitual do índice	42
Figura 2.2 – Resultados dos quartis 25%, 50% e 75% para clorofila <i>a</i> , ambiente marinho (superfície, meio e fundo)	45
Figura 2.3 – Proposta de classificação do ambiente marinho com base nas concentrações de clorofila <i>a</i>	45
Figura 2.4 – Resultados dos quartis 25%, 50% e 75% para clorofila <i>a</i> , ambiente estuarino (superfície e meio)	46
Figura 2.5 – Proposta de classificação do ambiente estuarino com base nas concentrações de clorofila <i>a</i>	46
Figura 2.6 – Classificação para os parâmetros microbiológicos.....	48
Figura 2.7 – Localização dos pontos de amostragem da rede costeira (continua)	63
Figura 3.1 – Fotos das microalgas registradas no litoral de São Paulo (continua)	78
Figura 5.1 – Nova viatura de Emergências Químicas da CETESB tendo a frente dois técnicos trajando Equipamentos de Proteção Individual e manuseando equipamentos de monitoramento.....	159
Figura 5.2 – Principais acidentes ambientais atendidos pela CETESB no Estado de São Paulo por atividade (1978/2017) no total de 11.055 registros.....	161
Figura 5.3 – Emergências Químicas atendidas pela CETESB no Estado de São Paulo distribuídas por região (1978-2017)	161
Figura 5.4 – Acidentes ambientais com contaminação das águas litorâneas (2013-2017).....	162
Figura 5.5 – Incêndio na Vale Fertilizantes em Cubatão	164
Figura 5.6 – Coleta e direcionamento de água de combate a incêndio	164
Figura 5.7 – Embalagens na praia do Parque Estadual do Xixová	165
Figura 5.8 – Navio cercado por barreiras de contenção	166
Figura 5.9 – Estrutura do cais impregnado com mancha de óleo	166
Figura 5.10 – Coleta de amostra de óleo pelo técnico do Setor de Atendimento a Emergência	167
Figura 1 – Modelo conceitual do índice	179

LISTA DE MAPAS

Mapa 1.1 – Municípios do Litoral Paulista.....	27
Mapa 1.2 – Mapa de percentual de coleta de esgoto no Litoral Paulista – 2017	37
Mapa 2.1 – Áreas do monitoramento da rede costeira no Litoral Norte.....	51
Mapa 2.2 – Áreas do monitoramento da rede costeira na Baixada Santista	51
Mapa 2.3 – Áreas do monitoramento da rede costeira no Litoral Sul.....	52
Mapa 4.1 – Índice de Qualidade de Água Costeira 2017 – Litoral Norte (norte).....	150
Mapa 4.2 – Índice de Qualidade de Água Costeira 2017 – Litoral Norte (sul).....	151
Mapa 4.3 – Índice de Qualidade de Água Costeira 2017 – Baixada Santista (região norte)	152
Mapa 4.4 – Índice de Qualidade de Água Costeira 2017 – Baixada Santista (região sul).....	153
Mapa 4.5 – Índice de Qualidade de Água Costeira 2017 – Litoral Sul.....	154
Mapa 4.6 – Avaliação da qualidade dos sedimentos 2017 – Litoral Norte	155
Mapa 4.7 – Avaliação da qualidade dos sedimentos 2017 – Baixada Santista (região norte).....	156
Mapa 4.8 – Avaliação da qualidade dos sedimentos 2017 – Baixada Santista (região sul)	157
Mapa 4.9 – Avaliação da qualidade dos sedimentos 2017 – Litoral Sul	158

LISTA DE ABREVIATURAS

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

Sumário

1 • As Águas Costeiras do Estado de São Paulo	15
1.1 Legislação pertinente.....	16
1.1.1 Convenção das Nações Unidas sobre o Direito do Mar (CNDUM)	16
1.1.2 Lei Nº 8.617, de 4 de janeiro de 1993 – regulamenta a Convenção da ONU	17
1.1.3 Lei Nº 7.661, de 16 de maio 1988 - Plano Nacional de Gerenciamento Costeiro (PNGC)	20
1.1.4 Decreto Nº 5.300/04 - Regulamentação do Plano Nacional de Gerenciamento Costeiro.....	20
1.1.5 Lei Nº 10.019/98 - Plano Estadual de Gerenciamento Costeiro (PEGC)	21
1.1.6 APAs Marinhas.....	22
1.1.7 Maricultura	23
1.1.8 Qualidade da Água	24
1.2 Características da Zona Costeira do Estado de São Paulo	26
1.2.1 Aspectos climáticos e físicos	26
1.2.2 Aspectos Demográficos e Econômicos.....	29
1.2.3 Balanço hídrico nas UGRHs do litoral	32
1.2.4 Aspectos de saneamento nos municípios litorâneos.....	34
2 • Metodologia e Rede Costeira.....	39
2.1 Metodologia	39
2.1.1 Distribuição Espacial e Temporal do monitoramento.....	39
2.1.2 Qualidade das águas	39
2.1.3 Qualidade dos sedimentos.....	40
2.1.3.1 Critérios de Qualidade para Sedimentos	41
2.2 Índices de Qualidade de Água	42
2.2.1 Índice de qualidade de águas costeiras (IQAC)	42
2.2.2 Índice de estado trófico costeiro (IETC).....	44
2.2.3 Microalgas (fitoplâncton)	46
2.3 Índices de qualidade de sedimento	47
2.3.1 Índice de Qualidade Ecotoxicológica do Sedimento	47
2.3.2 Índice de qualidade microbiológica de sedimento costeiro (IQMSC)	47
2.4 Rede Costeira	48
3 • Qualidade das Águas Salinas e Salobras e Sedimentos: Índices e Resultados.....	71
3.1 IQAC - Índice de Qualidade de Águas Costeiras	72
3.2 IETC - Índice de Estado Trófico Costeiro	74
3.3 Microalgas	75
3.4 Índices de qualidade dos sedimentos e granulometria	79
3.5 Avaliação da qualidade ambiental das áreas	82
3.5.1 Picinguaba	83
3.5.2 Baía de Itaguá.....	85
3.5.3 Saco da Ribeira	87
3.5.4 Tabatinga.....	90
3.5.5 Cocanha	92
3.5.6 Baía de Caraguatatuba.....	94
3.5.7 Canal de São Sebastião	96
3.5.8 Barra do Una.....	99

3.5.9 Área de influência do Rio Itaguapé.....	101
3.5.10 Canal de Bertiooga.....	103
3.5.11 Canal de Piaçaguera.....	106
3.5.12 Área de influência do Emissário do Guarujá	109
3.5.13 Área de influência do Emissário de Santos	111
3.5.14 Canal de Santos	113
3.5.15 Canal de São Vicente.....	116
3.5.16 Área de influência do emissário submarino da Praia Grande 1.....	119
3.5.17 Área de Influência do Rio Itanhaém	121
3.5.18 Área de Influência Rio Preto	123
3.5.19 Mar Pequeno	125
3.5.20 Mar de Cananeia.....	127
4 • Síntese da Qualidade das Águas Costeiras no Estado de São Paulo	129
4.1 Qualidade das Águas	129
4.1.1 Índice de qualidade de águas costeiras – IQAC	129
4.1.2 Atendimento aos padrões de qualidade de água.....	131
4.1.3 Índice de Estado Trófico Costeiro - IETC	136
4.1.4. Qualidade microbiológica	139
4.2 Qualidade dos Sedimentos	140
4.2.2. Avaliação ecotoxicológica dos sedimentos	144
4.2.3. Qualidade microbiológica dos sedimentos.....	147
5 • Emergências Químicas em Águas Costeiras	159
5.1 Panorama das principais ocorrências no Estado de São Paulo.....	160
5.2 Panorama das principais ocorrências no litoral paulista	161
5.3 Casos mais relevantes de 2017.....	163
5.4 Conclusão	167
5.5 Mortandade de peixe na região costeira	168
6 • Conclusões Gerais	169
7 • Os oceanos: questões globais, desafios e perspectivas.....	171
Referências.....	173
Anexos.....	179
Anexo 1 – Índice de Qualidade de Água – CCME Canadá	179

1 • As Águas Costeiras do Estado de São Paulo

As águas costeiras, muito utilizadas para recreação de contato primário e secundário, também abrigam fauna e flora importantes no ecossistema marinho. As águas próximas ao litoral são as mais produtivas do oceano, pois recebem a contribuição de nutrientes carreados pelos rios, são também as que sofrem maior pressão antrópica. A manutenção da qualidade dessas águas é imprescindível não só para garantir o lazer da população, mas também para a preservação da vida aquática e a manutenção da produtividade pesqueira.

Para cada uso pretendido para as águas costeiras, requer-se um nível de qualidade e faz-se necessário um monitoramento específico, adequado às necessidades criadas pela atividade desenvolvida. Dessa forma, o monitoramento adotado deve dar subsídios tanto para garantir a qualidade requerida ao uso do recurso hídrico, como também para manter sua qualidade ambiental, visando o bem-estar e a saúde da população que utiliza esse recurso.

O monitoramento da qualidade das águas costeiras, no formato de Rede Costeira, como apresentado neste relatório, com **66 pontos** fixos distribuídos em **20 áreas** ao longo do litoral do Estado de São Paulo e de caráter permanente, iniciou-se em 2010. Este 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 pré-estabelecidos e em concordância com as atividades econômicas desenvolvidas.

A obtenção de uma série histórica de dados em pontos fixos do Litoral Paulista permitirá acompanhar a evolução da qualidade ambiental, ao longo do tempo, possibilitando a identificação de alterações tanto no compartimento água como no sedimento. Essa análise servirá de subsídio para tomadas de decisão das Agências Ambientais.

Cabe ressaltar que, além da rede costeira, a CETESB realiza o Programa de Balneabilidade das praias para avaliar sua qualidade cujos resultados são apresentados anualmente em um Relatório específico - *Relatório da qualidade das praias litorâneas do Estado de São Paulo*.

1.1 Legislação pertinente

As águas salinas e salobras objeto deste monitoramento, encontram-se na zona costeira que segundo a Constituição Federal de 1988 (Art. 225), é patrimônio nacional e seu uso se dará por legislações específicas. Vários são os instrumentos legais que incidem sobre a zona costeira brasileira, tendo implicações na sua gestão ambiental. Os principais estão descritos a seguir.

1.1.1 Convenção das Nações Unidas sobre o Direito do Mar (CNUDM)

Assinada em 10/02/1982, esta convenção internacional define os conceitos e estabelece os limites para assuntos marítimos que devem servir de orientação para os países costeiros. Essa convenção foi ratificada pelo Brasil em 1988 e serviu de base para a legislação brasileira recente. Ela determina, dentre outras coisas as características das zonas marinhas definidas como (Tabela 1.1 e Figura 1.1):

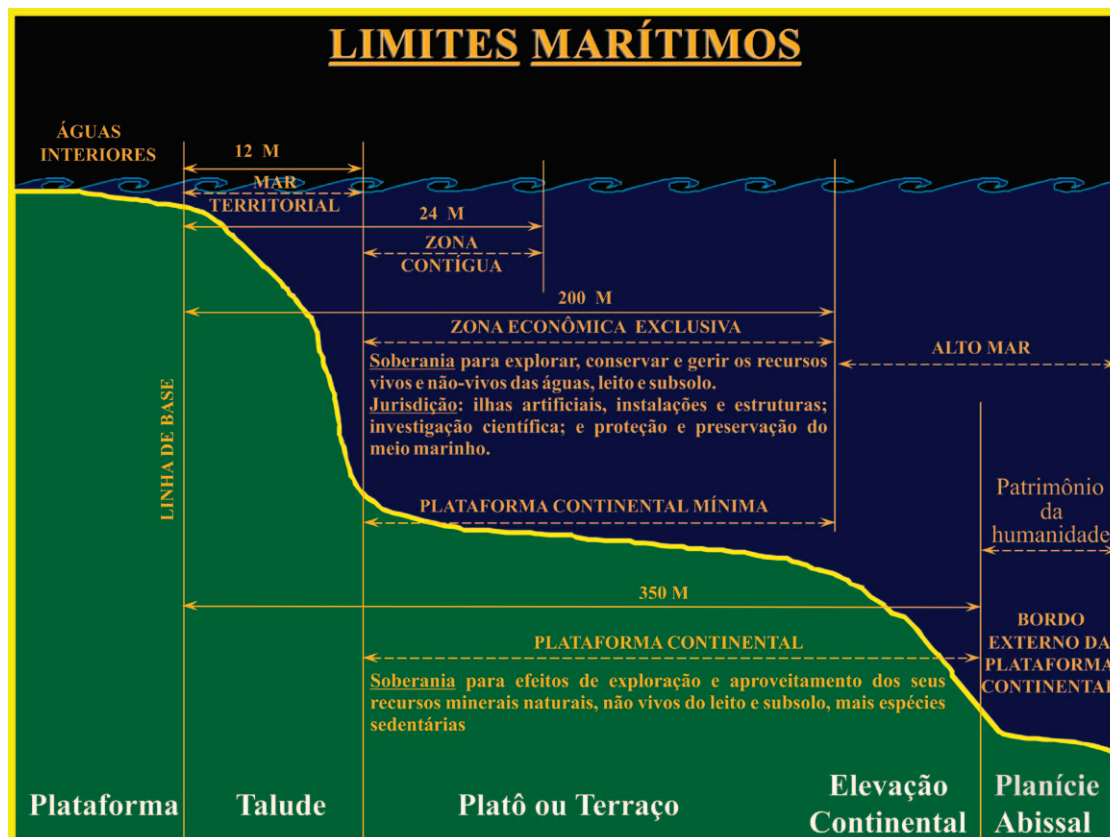
- Mar Territorial
- Linhas de base retas
- Zona contígua
- Zona econômica exclusiva
- Plataforma continental

Tabela 1.1 – Características das cinco zonas oceânicas definidas pela CNUDM

ZONA	Extensão	Características legais
Mar territorial	Até 12 milhas náuticas a partir da costa ou linhas de base de cada país.	É considerada parte do território do país costeiro que tem soberania sobre esse espaço.
Zona Contígua	12 milhas adicionais a partir do Mar Territorial.	O país tem direito de controlar imigração, alfândega e poluição.
Zona Econômica Exclusiva	Estende-se até 200 milhas náuticas a partir da costa.	Direitos de soberania para fins de exploração e aproveitamento, conservação e gestão dos recursos naturais das águas sobrejacentes ao leito do mar, do leito do mar ao seu subsolo.
Plataforma Continental*	Compreende o leito e o subsolo das áreas submarinas até a borda da margem continental. No mínimo 200 milhas náuticas podendo chegar até 350 milhas náuticas da costa, caso o Estado em questão queira ampliar seus direitos sobre a plataforma.	O país tem direito sobre os recursos minerais dessa plataforma inclusive petróleo.
Mar aberto	Zona marítima que se estende além das áreas de jurisdição nacional.	Uso comum.

* O conceito de Plataforma Continental segundo a CNUDM é jurídico e difere do conceito oceanográfico/geomorfológico que seria: Porção do fundo oceânico que margeia os continentes, de inclinação suave, desde a linha da costa até o início do talude oceânico.

Figura 1.1 – Limites estabelecidos pela Convenção das Nações Unidas sobre o Direito do Mar
https://www.mar.mil.br/dhn/dhn/quadros/ass_leplac_amazul.html



A definição de plataforma continental, da CNUDM, tem um enfoque jurídico (PCJ) diferente do conceito geomorfológico de plataforma continental (PCG) de Heezen et al. (1959). Segundo esses autores, a PCG é uma área plana, com relevo muito suave e gradiente sempre inferior a 1:1000. Mundialmente, está limitada a profundidades inferiores a -460m, com predominância de profundidades menores que -185m, razão pela qual comumente se utiliza a isóbata de 200 m como o limite da PCG. A sua largura varia de poucas milhas a mais de 200 milhas marítimas. Sua borda externa ou “quebra da plataforma” é marcada quando o gradiente passa, bruscamente, de menos de 1:1000 para mais de 1:40. (Souza, 1999).

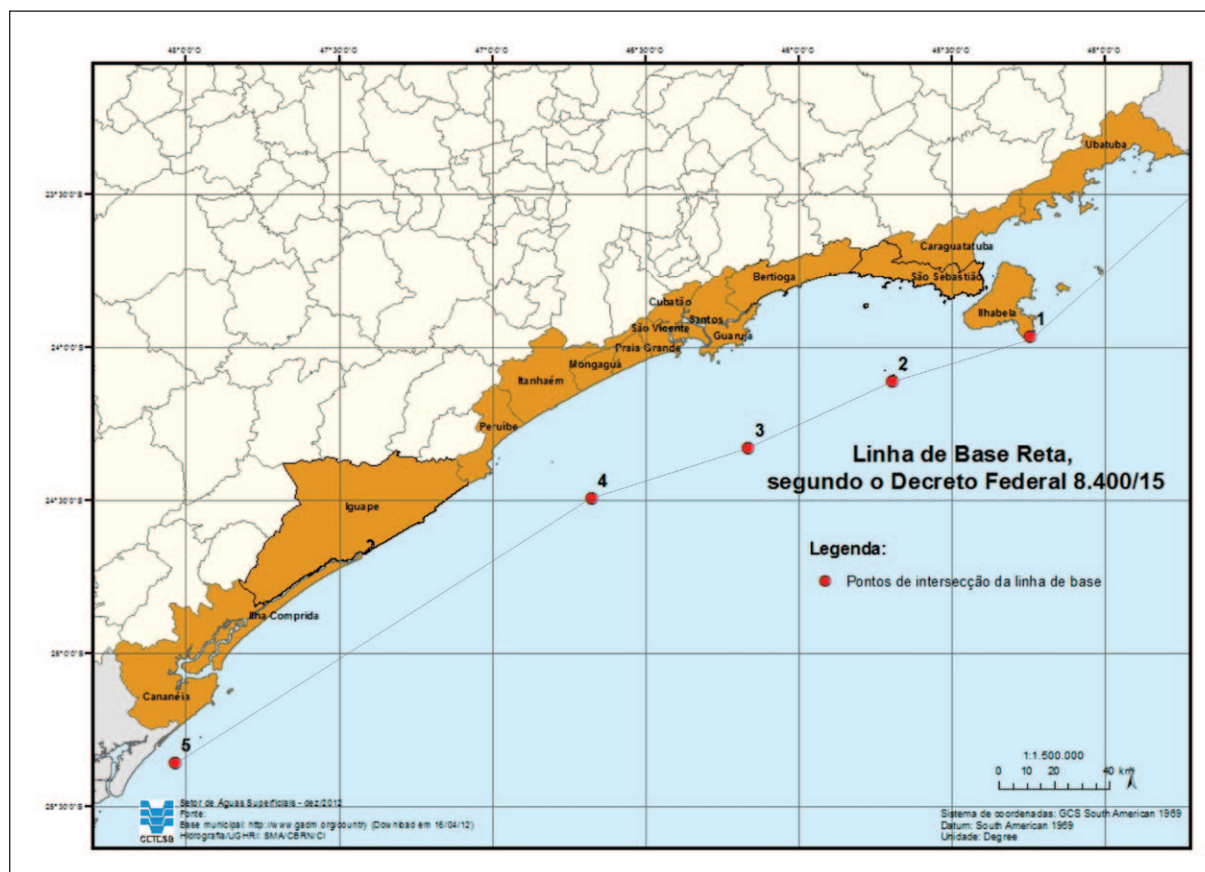
1.1.2 Lei Nº 8.617, de 4 de janeiro de 1993 – regulamenta a Convenção da ONU

Esta lei dispõe sobre o mar territorial, a zona contígua, a zona econômica exclusiva e a plataforma continental do Brasil, ela “nacionaliza” para o Estado brasileiro os termos da Convenção das Nações Unidas sobre o Direito do Mar delimita o mar territorial brasileiro a partir de uma linha de base reta; delimita a zona contígua, a ZEE e os usos da plataforma continental. Os limites estabelecidos nessa lei são medidos a partir de uma linha de base reta, conforme o Art. 1º:

§ único - Nos locais em que a costa apresente recortes profundos e reentrâncias ou em que exista uma franja de ilhas ao longo da costa na sua proximidade imediata, será adotado o método das linhas de base retas, ligando pontos apropriados, para o traçado da linha de base, a partir da qual será medida a extensão do mar territorial.

O Decreto Federal Nº 8.400/2015 determinou as coordenadas geográficas para a delimitação da linha de base reta (revogando o Decreto Nº 4983/04) (Figura 1.2).

Figura 1.2 – Linha de base reta no litoral de São Paulo e coordenadas dos pontos



Ponto	Latitude	Longitude	Localização do Ponto
1	23° 57' 51,0"S	045° 14' 37,5"W	Ponta do Boi
2	24° 06' 49,9"S	045° 42' 22,4"W	Ilha de Alcatrazes
3	24° 19' 51,6"S	046° 09' 45,6"W	Ilha Rochedos
4	24° 29' 28,0"S	046° 40' 33,9"W	Ilha Queimada Grande
5	25° 21' 26,4"S	048° 02' 01,6"W	Ilha da Figueira

Sobre a Zona Econômica Exclusiva, é determinado:

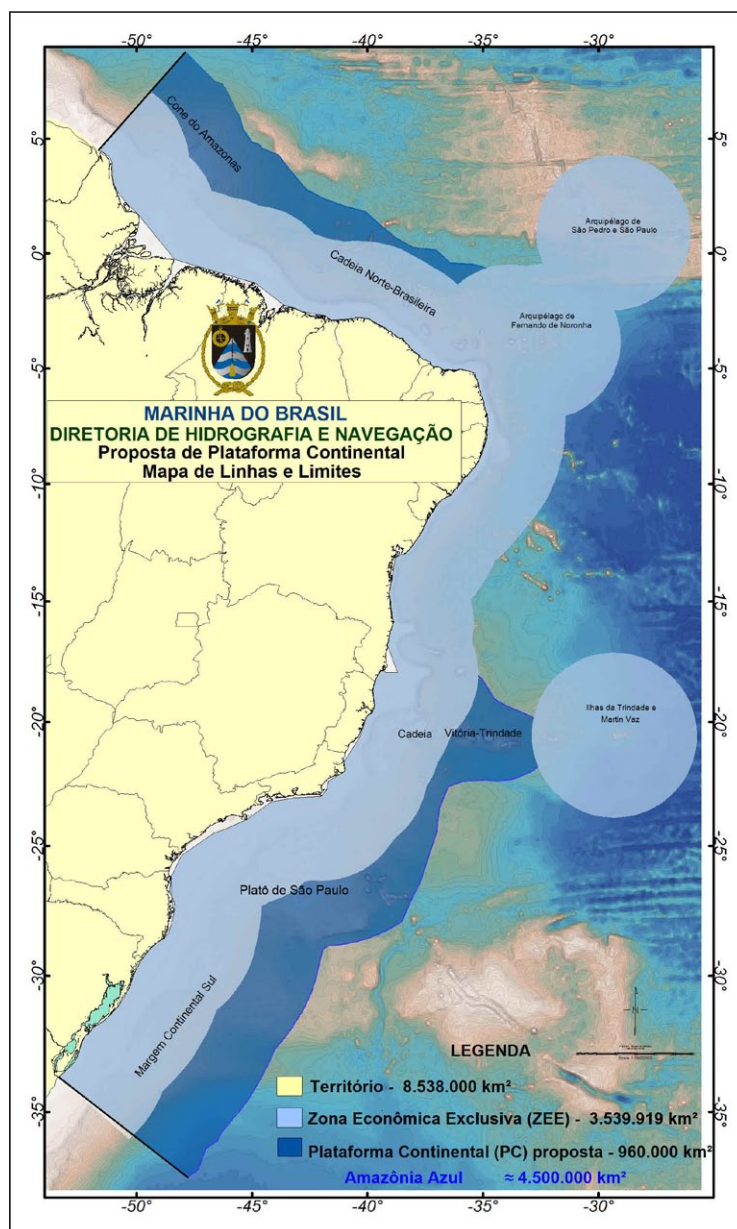
Art. 6º - A zona econômica exclusiva brasileira compreende uma faixa que se estende das doze às duzentas milhas marítimas, contadas a partir das linhas de base que servem para medir a largura do mar territorial.

Art. 7º - Na zona econômica exclusiva, o Brasil tem direitos de soberania para fins de exploração e aproveitamento, conservação e gestão dos recursos naturais, vivos ou não-vivos, das águas sobrejacentes ao leito do mar, do leito do mar e seu subsolo, e no que se refere a outras atividades com vistas à exploração e ao aproveitamento da zona para fins econômicos.

Sobre a Plataforma Continental (Figura 1.3), a Lei Nº 8617/93 determina os mesmos limites da Convenção das Nações Unidas sobre o Direito do Mar, e também determina que o Brasil tenha o direito exclusivo de exploração, pesquisa científica, uso dos recursos naturais, e para autorização e regulamentação de perfurações. O Brasil solicitou à Comissão de Limites da Plataforma Continental a ampliação do limite externo de sua plataforma para além das 200 milhas náuticas determinadas na Convenção Internacional.

Os 960 mil km² correspondentes à área total reivindicada além das duzentas milhas náuticas se distribuem ao longo da costa brasileira, principalmente nas regiões Norte (região do Cone do Amazonas e Cadeia Norte Brasileira), Sudeste (Região da Cadeia Vitória-Trindade e Platô de São Paulo) e Sul (região de Platô de Santa Catarina e Cone do Rio Grande) e equivalem à soma das áreas dos estados de São Paulo, Paraná, Santa Catarina e Rio Grande do Sul. Nesses termos, a área oceânica sob jurisdição brasileira totalizará 4,4 milhões de km² o que corresponderá, aproximadamente, à metade da área terrestre do nosso território, e é considerada a nossa Amazônia Azul.

Figura 1.3 – Plataforma continental brasileira



1.1.3 Lei Nº 7.661, de 16 de maio 1988 - Plano Nacional de Gerenciamento Costeiro (PNGC)

Essa lei define Zona Costeira como sendo “o espaço geográfico de interação do ar, do mar e da terra, incluindo seus recursos renováveis ou não, abrangendo uma faixa marítima e outra terrestre, que serão definidas pelo Plano”.

É previsto nessa lei o zoneamento de usos das diversas atividades na zona costeira, com prioridade à conservação e proteção, dentre outros, de (art.3º):

I - recursos naturais, renováveis e não renováveis; recifes, parciais e bancos de algas; ilhas costeiras e oceânicas; sistemas fluviais, estuarinos e lagunares, baías e enseadas; praias; promontórios, costões e grutas marinhas; restingas e dunas: florestas litorâneas, manguezais e pradarias submersas;

Os Estados e Municípios podem também elaborar seus respectivos Planos de Gerenciamento Costeiro, desde que seguindo as normas do Plano Nacional.

1.1.4 Decreto Nº 5.300/04 - Regulamentação do Plano Nacional de Gerenciamento Costeiro

Este decreto regulariza o PNGC dispondo sobre regras de uso e ocupação da zona costeira e de gestão da orla marítima, estabelecendo as competências de cada órgão gestor nas três esferas de poder (federal, estadual e municipal). Algumas definições importantes:

- Limites da Zona Costeira:

Art. 3º A zona costeira brasileira, considerada patrimônio nacional pela Constituição de 1988, corresponde ao espaço geográfico de interação do ar, do mar e da terra, incluindo seus recursos renováveis ou não, abrangendo uma faixa marítima e uma faixa terrestre, com os seguintes limites:

I - **faixa marítima:** espaço que se estende por doze milhas náuticas, medido a partir das linhas de base, compreendendo, dessa forma, a totalidade do mar territorial;

II - **faixa terrestre:** espaço compreendido pelos limites dos Municípios que sofrem influência direta dos fenômenos ocorrentes na zona costeira.

- Instrumentos de gestão: O artigo 7º define nove instrumentos de gestão para a zona costeira, incluindo aí os planos estaduais e municipais de gerenciamento costeiro e o Zoneamento Ecológico-Econômico Costeiro (ZEEC).

- Praias: O artigo 21º estabelece que: As praias são **bens públicos de uso comum do povo**, sendo assegurado, sempre, livre e franco acesso a elas e ao mar, em qualquer direção e sentido, ressalvados os trechos considerados de interesse da segurança nacional ou incluídos em áreas protegidas por legislação específica.

- Limites da orla marítima: De acordo com o Art. 23. Os limites da orla marítima ficam estabelecidos de acordo com os seguintes critérios:

I - **marítimo:** isóbata de dez metros, profundidade na qual a ação das ondas passa a sofrer influência da variabilidade topográfica do fundo marinho, promovendo o transporte de sedimentos;

II - **terrestre**: cinquenta metros em áreas urbanizadas ou duzentos metros em áreas não urbanizadas, demarcados na direção do continente a partir da linha de preamar ou do limite final de ecossistemas, tais como as caracterizadas por feições de praias, dunas, áreas de escarpas, falésias, costões rochosos, restingas, manguezais, marismas, lagunas, estuários, canais ou braços de mar, quando existentes, onde estão situados os terrenos de marinha e seus acrescidos.

Ainda sobre a orla marítima, os artigos 24º ao 27º estabelecem as formas de gestão e classes para os diferentes usos da orla.

1.1.5 Lei Nº 10.019/98 - Plano Estadual de Gerenciamento Costeiro (PEGC)

O PNGC foi adaptado para o Estado de São Paulo por esta lei estadual de 1998. No Estado de São Paulo a zona costeira foi definida como sendo:

Artigo 2º - Para os fins previstos nesta lei, entende-se por:

*I - Zona Costeira: o espaço geográfico delimitado, na **área terrestre**, pelo divisor de águas de drenagem atlântica no território paulista, e na **área marinha** até a isóbata de 23,6 metros representada nas cartas de maior escala da Diretoria de Hidrografia e Navegação do Ministério da Marinha. Engloba todos os ecossistemas e recursos naturais existentes em suas faixas terrestres, de transição e marinha;*

Esta área foi dividida em 4 setores: Litoral Norte, Baixada Santista, Complexo estuarino lagunar de Iguape-Cananéia e Vale do Ribeira. O sistema de gestão do PEGC será elaborado em conjunto entre o estado, os municípios e sociedades civis organizadas. Como instrumentos de gestão foram previstos, de acordo com o artigo 9:

- I - Zoneamento Ecológico-Econômico;
- II - Sistema de Informações;
- III - Planos de Ação e Gestão;
- IV - Controle; e
- V - Monitoramento.

O Zoneamento Ecológico-Econômico (ZEE) tem por objetivo identificar áreas com características físicas, biológicas e sócio-econômicas semelhantes, bem como pela dinâmica e contrastes internos e foram definidas cinco zonas e seus respectivos usos, de Z1 (mais preservada e por consequência de uso mais restritivo) até Z5 (mais degradada, que permite usos mais amplos, como por exemplo, portos).

O artigo 19º define ainda três atividades proibidas na costa paulista:

Artigo 19 - Ficam proibidas em toda a Zona Costeira, sem prejuízo das disposições legais específicas, as seguintes atividades:

- I - comercialização de madeira bruta para fora da região;*
- II - pesca de arrasto com utilização de parelha; e*
- III - utilização de agrotóxicos organoclorados na agropecuária*

No âmbito estadual foi promulgado, em 2004, o **Decreto Estadual Nº 49.215/2004**, que dispôs sobre o Zoneamento Ecológico-Econômico do Litoral Norte. Em 2013, foi aprovado o **Decreto Estadual Nº 58.996/2013**, que dispôs sobre o Zoneamento Ecológico-Econômico do setor da Baixada Santista e estabeleceu as normas de uso e ocupação do solo e de manejo dos recursos naturais.

Zoneamento Econômico Ecológico (ZEE)¹

O ZEE é um instrumento de planejamento territorial que visa organizar as decisões dos agentes públicos e privados em relação aos planos, programas projetos, entre outros, que, direta ou indiretamente utilizem recursos naturais, assegurando assim a manutenção dos ecossistemas.

Em 8 de novembro de 2017 foi promulgado o Decreto Estadual Nº 62913/17 que revisou o ZEE do Litoral Norte paulista, revogando o DE Nº 49215/04.

Nesse decreto foram estabelecidas as zonas de utilização terrestre (Z1, mais restritiva até Z5OD, menos restritiva) e marinha, dividida entre marítimo (Z1 a Z2ME) e entre marés (Z1M a Z5M).

Na Baixada Santista, o ZEE foi regulamentado pelo Decreto Estadual Nº 58.996, de 25 de março de 2013, que estabeleceu 9 zonas terrestres, 7 zonas marinhas e 6 zonas entre marés.

O Complexo Estuarino-Lagunar de Iguape-Cananéia, que abrange o município de Ilha Comprida ainda não possui um ZEE regulamentado, estando em fase de reuniões e discussões sobre o assunto.

1.1.6 APAs Marinhas

Em 2008 foram criadas pelo governo estadual três Áreas de Proteção Ambiental – APAs Marinhas. O processo contou com ampla consulta pública a todos os segmentos da sociedade direta ou indiretamente envolvidos. O objetivo dessas áreas de proteção é compatibilizar a conservação da natureza com a utilização dos recursos naturais; valorizar as funções sociais, econômicas, culturais e ambientais das comunidades tradicionais da zona costeira, através de estímulos a alternativas adequadas ao seu uso sustentável; garantir a sustentabilidade do estoque pesqueiro em águas paulistas; e o uso ecologicamente correto e responsável do espaço marinho, especialmente das atividades turísticas (Tabela 1.2).

Tabela 1.2 – Características das APAs marinhas do Estado de São Paulo

APA Marinha	Área (ha)	Municípios	Legislação
APA Marinha do Litoral Norte	316.242,45	Ubatuba, Caraguatatuba, Ilhabela, São Sebastião	Decreto Estadual 53.526 de 08 de Outubro de 2008
APA Marinha do Litoral Centro	449.259,70	Bertioga, Guarujá, Santos, São Vicente, Praia Grande, Mongaguá, Itanhaém, Peruíbe	Decreto Estadual 53.527 de 08 de Outubro de 2008
APA Marinha do Litoral Sul	357.605,53	Iguape, Cananéia, Ilha Comprida	Decreto Estadual 53.525 de 08 de Outubro de 2008

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

¹ Fonte: <http://www.ambiente.sp.gov.br/cpla/zoneamento/zoneamento-ecologico-economico/>

1.1.7 Maricultura

Em nível nacional existe a Resolução CONAMA N° 413/2009 que dispõe sobre o licenciamento ambiental da aquicultura, e dá outras providências.

No nível estadual há o Decreto N° 62.243 de 1° de novembro de 2016 que dispõe sobre as regras e procedimentos para o licenciamento ambiental da aquicultura, no Estado de São Paulo, e dá providências correlatas. No artigo 2° a atividade de aquicultura fica reconhecida como de interesse social e econômico. Esse decreto estabelece também as linhas de corte para a dispensa, com apresentação da Declaração de Conformidade da Atividade de Aquicultura (DCAA) ou tipos de licenciamento dessa atividade, conforme descrito na Tabela 1.3. Ficam sujeitos ao licenciamento ambiental ordinário os empreendimentos não relacionados nos artigos 5° e 8° desse Decreto.

Tabela 1.3 – Linhas de corte e licenciamento pertinente para as atividades de aquicultura

Tipo de aquicultura	DIMENSÕES		
	Dispensa de Licenciamento - DCAA* Artigo 7°	Licenciamento Simplificado Artigo 10°	Licenciamento Ordinário Artigo 11°
I - piscicultura e pesque e pague, em viveiros escavados	somatória de superfície de lâmina d'água inferior a 5 ha	somatória de superfície de lâmina d'água igual ou superior a 5 ha e inferior a 50 ha	somatória de superfície de lâmina d'água igual ou superior a 50 ha
II - piscicultura em tanques revestidos	somatória de volume inferior a 1.000m³	somatória de volume igual ou superior a 1.000m³ e inferior a 5.000 m³	somatória de volume igual ou superior a 5.000 m³
III - piscicultura e pesque e pague com barramento	somatória de superfície de lâmina de água seja inferior a 5 ha	somatória de superfície de lâmina d'água seja igual ou superior a 5ha e inferior a 50ha	somatória de superfície de lâmina d'água seja igual ou superior a 50ha
IV - piscicultura e pesque e pague em sistema com recirculação	somatória de superfície de lâmina de água seja inferior a 5 ha	somatória de superfície de lâmina d'água seja igual ou superior a 5ha e inferior a 50 ha	somatória de superfície de lâmina d'água seja igual ou superior a 50ha (cinquenta hectares);
V - piscicultura em tanques-rede federais, represas rurais e cavas exauridas de mineração)	somatória de volume seja inferior a 1.000 m³, em águas públicas estaduais	somatória de volume igual ou superior a 1.000 m³ e inferior a 5.000 m³, em águas públicas estaduais, federais, represas rurais e cavas exauridas de mineração	somatória de volume igual ou superior a 5.000 m³, em águas públicas estaduais, federais, represas rurais e cavas exauridas de mineração
VI - piscicultura em cavas exauridas de mineração	somatória de superfície de lâmina de água seja inferior a 5 ha	somatória de superfície de lâmina de água seja igual ou superior a 5 ha e inferior a 50 ha	somatória de superfície de lâmina de água igual ou superior a 50 ha
VII - ranicultura	que ocupe área inferior a 400 m²	que ocupe área maior ou igual a 400 m² ou inferior a 1.200 m²	que ocupe área maior que 1.200 m²
VIII - carcinicultura em água doce realizada em viveiros escavados	somatória de superfície de lâmina d'água seja inferior a 5 ha	somatória de superfície de lâmina de água seja igual ou superior a 5 ha e igual ou inferior a 50 ha	somatória de superfície de lâmina de água seja igual ou superior a 5 ha e igual ou inferior a 50 ha
IX - malacocultura	superfície de lâmina d'água inferior a 5 ha	superfície de lâmina de água igual ou superior a 5 ha e inferior a 30 ha	superfície de lâmina de água igual ou superior a 30 ha
X - algicultura	superfície de lâmina d'água inferior a 10 ha	superfície de lâmina de água igual ou superior a 10 ha e inferior a 40 ha	superfície de lâmina de água igual ou superior a 40 ha

*DCAA: Declaração de Conformidade da Atividade de Aquicultura

1.1.8 Qualidade da Água

A qualidade das águas costeiras é regida por dois instrumentos legais: a **Resolução CONAMA Nº 357/05**, que define as classes de água, seus usos e padrões de qualidade para os principais poluentes e a **Resolução CONAMA Nº 274/00**, que trata especificamente sobre a balneabilidade.

Resolução CONAMA Nº 357/05

A Resolução CONAMA Nº 357/05 é o resultado do processo de revisão da Resolução CONAMA Nº 20/86 iniciado em 2002, e que foi concluído em março de 2005. Sua publicação trouxe ganhos importantes em termos técnicos e institucionais para gestão dos recursos hídricos e para o controle da poluição.

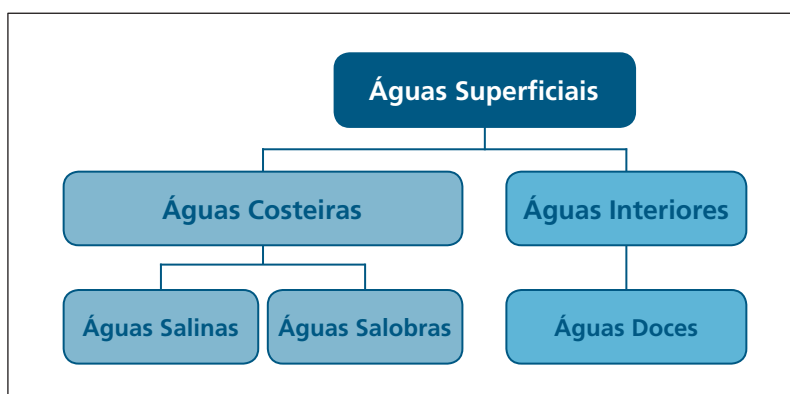
No que se referem às águas costeiras que englobam as águas salinas e salobras, os avanços foram, principalmente: a inclusão de padrões para os nutrientes, que permite a identificação de condições de eutrofização do ambiente; e o estabelecimento de quatro categorias de classes de qualidade de água (Especial,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

Classes de água salinas e salobras

Definição: Nessa Resolução são definidos 3 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 1.4 – Classificação das águas



Dentro dessas categorias foram estabelecidas classes de qualidade para atender aos usos predominantes. Para as águas salinas e salobras foram definidas **4 classes**, a saber:

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

Classe 1: são águas destinadas

- a) a recreação de contato primário, conforme Resolução CONAMA Nº 274/00;
- b) a proteção das comunidades aquáticas; e
- c) a aquicultura e a atividade de pesca;

e para as águas salobras, ainda:

- d) ao abastecimento para consumo humano após tratamento convencional ou avançado: e
- e) a 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 a 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:

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

Classe 3: são águas destinadas à:

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

Enquadramento

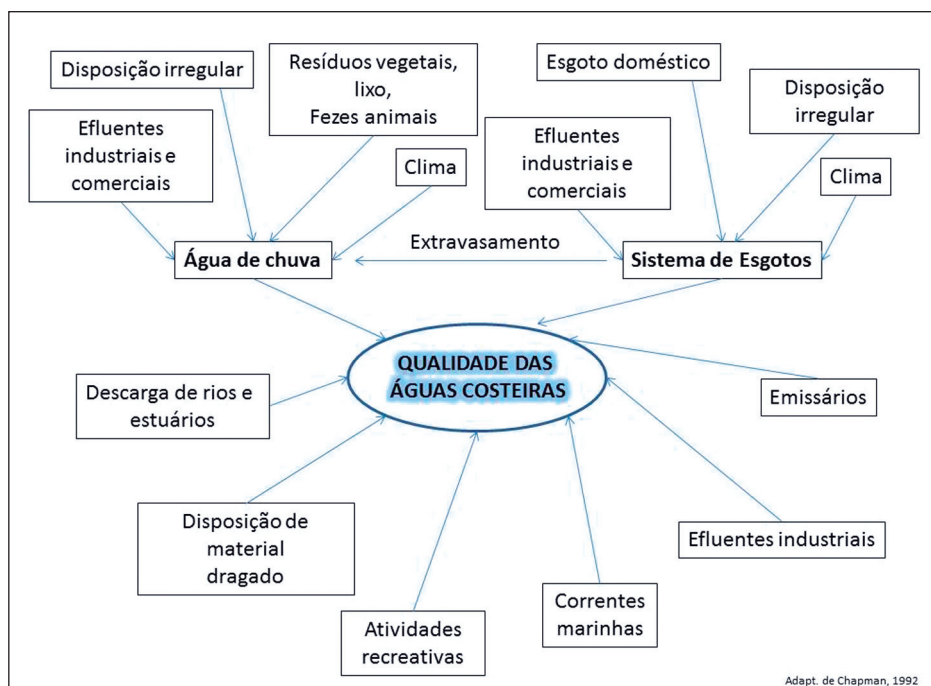
Ressalta-se que como ainda não foi aprovado o enquadramento das águas salinas e salobras estas deverão se consideradas de Classe 1, ou seja, deverão atender aos padrões estabelecidos para essa classe, conforme previsto no Artigo 42:

Art. 42. Enquanto não aprovados os respectivos enquadramentos, as águas doces serão consideradas classe 2, as salinas e salobras classe 1, exceto se as condições de qualidade atuais forem melhores, o que determinará a aplicação da classe mais rigorosa correspondente.

Fatores que influenciam a qualidade das águas costeiras

Existem inúmeros fatores que influenciam a qualidade das águas costeiras. A Figura 1.5 exemplifica esses fatores.

Figura 1.5 – Fatores que influenciam a qualidade das águas costeiras



1.2 Características da Zona Costeira do Estado de São Paulo

1.2.1 Aspectos climáticos e físicos

O litoral de São Paulo possui cerca de 880 km de extensão de linha de costa e abrange 16 municípios, com área total de 7.759 km². A Tabela 1.4 mostra as áreas dos municípios litorâneos e a extensão da linha de costa de cada um. As três UGRHs (Unidades de Gerenciamento de Recursos Hídricos) que englobam os municípios do litoral são: Litoral Norte (UGRHI 3), Baixada Santista (UGRHI 7) e Ribeira do Iguape/Litoral Sul (UGRHI 11) (Mapa 1.1).

Mapa 1.1 – Municípios do Litoral Paulista



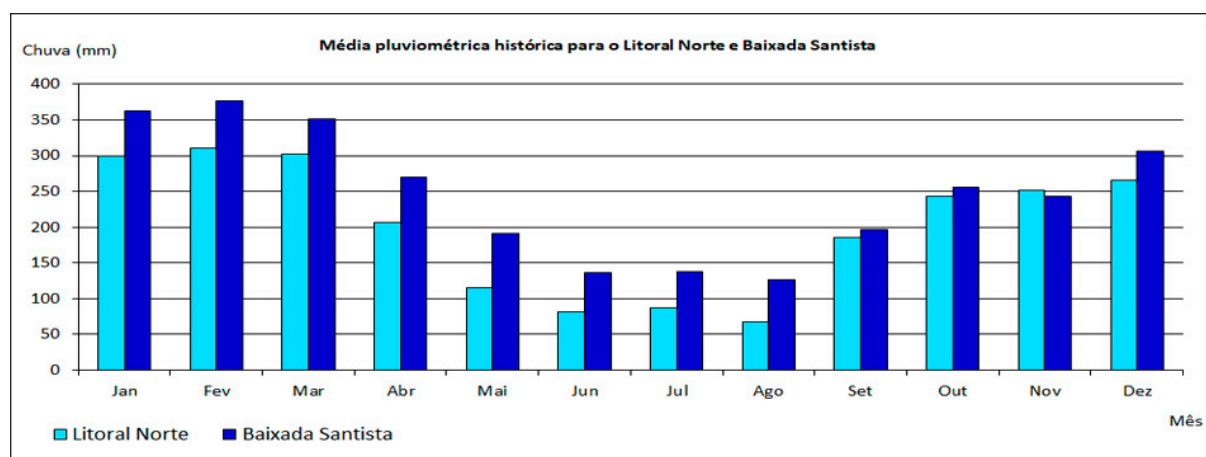
Tabela 1.4 – Área e extensão da linha de costa dos municípios litorâneos

Município	Área (km²)	Extensão (km)
Ubatuba	711	200
Caraguatatuba	484	38
São Sebastião	401	107
Ilhabela	347	134
Total Litoral Norte	1.943	479
Bertioga	491	45
Guarujá	143	64
Cubatão	142	0
Santos	280	7
São Vicente	148	17
Praia Grande	144	22
Mongaguá	137	13
Itanhaém	596	26
Peruíbe	321	52
Total Baixada Santista	2.402	246
Iguape	1.981	30
Ilha Comprida	189	65
Cananéia	1.244	62
Total Litoral Sul	3.414	157
Total Litoral Paulista	7.759	883

O Estado de São Paulo encontra-se numa área de transição entre os Climas Tropicais Úmidos de Altitude, com estação seca bem definida, devido a menor ação de atividades frontais, e os Subtropicais, sempre úmidos pela intensa ação das frentes vindas do sul (TARIFA & ARMANI, in: TARIFA *et al*, 2001). Essa localização tem como característica a alternância de períodos com chuvas intensas nos meses de verão (dezembro a março) e períodos mais secos nos demais. Devido à geografia do litoral paulista, marcada principalmente pela proximidade da Serra do Mar, é comum a ocorrência de chuvas intensas mesmo nos períodos mais secos. Isso porque a umidade formada sobre o oceano, ao se encaminhar para o continente, encontra uma barreira de serras que impede sua passagem, fazendo com que precipite na vertente leste da serra e na planície litorânea.

O Gráfico 1.1 mostra as médias pluviométricas mensais históricas² para as regiões do Litoral Norte e Baixada Santista. Observa-se que a Baixada Santista é a região mais chuvosa do litoral, mesmo nos meses mais secos (inverno). Verifica-se também a sazonalidade da precipitação durante o ano. No inverno, há sensível diminuição de chuvas, principalmente em junho, julho e agosto, se comparados aos meses de verão.

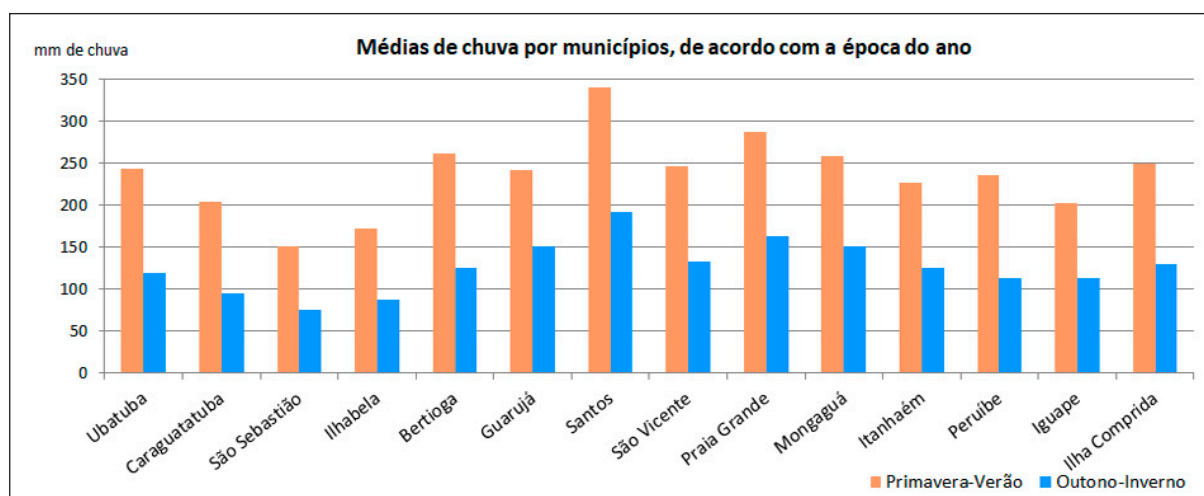
Gráfico 1.1 – Médias pluviométricas mensais históricas (Fonte: DAEE e CIAGRO³)



O Gráfico 1.2 mostra a diferença no volume de chuva entre os meses de primavera-verão e outono-inverno. Nota-se que o município de Santos possui a maior média pluviométrica do litoral tanto para os meses de primavera-verão quanto para os meses de outono-inverno, com média mensal em torno dos 266 mm. O município com a menor média pluviométrica é São Sebastião, com média mensal de 113 mm, seguido por Ilhabela, com 129 mm, ambos no Litoral Norte. Deve-se considerar que esses valores de chuva correspondem a um determinado posto pluviométrico e à sua área de influência, sendo extrapolados para todo o município, podendo desta forma não refletir a real quantidade de chuva do mesmo.

² O cálculo da média histórica foi feito a partir de dados pluviométricos adquiridos desde a década de 1930 até o ano 2000, com um mínimo de 30 anos de dados utilizados para cada município, exceção feita ao município de Praia Grande, com 18 anos de dados.

³ <http://www.sigrh.sp.gov.br/cgi-bin/bdhtm.exe/plu>; <http://www.ciiagro.sp.gov.br/>

Gráfico 1.2 – Médias de chuva por municípios, de acordo com a época do ano (Fonte: DAEE e CIAGRO ⁴)

1.2.2 Aspectos Demográficos e Econômicos

O Litoral Norte abriga quatro municípios com extensão territorial de 1.948 km². Com relação a sua economia, o turismo de veraneio é a principal atividade, devido ao grande potencial paisagístico da região, representado pelas praias e pela vegetação exuberante de Mata Atlântica, em sua maior parte protegida pelo Parque Estadual da Serra do Mar. Neste cenário, destaca-se setor terciário - comércio, serviços e construção civil.

O Porto de São Sebastião, localizado no Canal de São Sebastião, tem como principais produtos de importação a barrilha, sulfato de sódio, malte, cevada, trigo, produtos siderúrgicos, máquinas e equipamentos, bobinas de fio de aço e cargas gerais e de exportação, veículos, peças, máquinas e equipamentos, produtos siderúrgicos e cargas gerais⁵. Possui uma área de mais de 270.000 m² em pátios de armazenagem. Somente no primeiro semestre de 2017, o porto de São Sebastião movimentou mais de 250 mil toneladas em cargas.

Anexo ao porto fica o terminal aquaviário "Almirante Barroso" de uso privado da Petrobrás (Tebar), um terminal para óleo, derivados de petróleo e álcool combustível, que conta com 43 tanques com capacidade de armazenamento de mais de 2.000.000t. A movimentação de granéis líquidos acumulada até outubro de 2017 foi de mais de 41.000.000 toneladas; quanto aos navios, foram mais de 460 atracações (Fonte: <http://portoss.sp.gov.br/home/porto/caracteristicas/>).

Entre as atividades industriais destaca-se a exploração de minerais não metálicos. A pesca marinha é também importante como atividade comercial. (SMA, 2012), assim como maricultura, sendo a área de cultivo de mexilhões da Cocanha (Caraguatatuba) a maior do litoral paulista.

A Baixada Santista apesar de seu potencial turístico, tem sua economia classificada como industrial. Com território de 2.818 km², contempla nove municípios que integram a Região Metropolitana da Baixada Santista (RMBS). Ela é responsável por, aproximadamente, 2,8% do PIB estadual e concentra cerca de 4% da população paulista⁶.

⁴ <http://www.sigrh.sp.gov.br/cgi-bin/bdhtm.exe/plu>; <http://www.ciiagro.sp.gov.br/>

⁵ Fonte: <http://portoss.sp.gov.br/home/porto/caracteristicas/>

⁶ Fonte: <https://www.emplasa.sp.gov.br/>

A região abriga o Parque Industrial de Cubatão que concentra o mais importante complexo da indústria de base do Brasil e o Complexo Portuário de Santos, o maior e mais importante da América do Sul (SMA, 2012).

O movimento acumulado de carga no Porto de Santos em 2017 até o mês de outubro foi de mais de 105 milhões de toneladas; em relação aos contêineres, foram mais de 2.060.000 unidades, representando um aumento em toneladas de cerca de 10% em relação ao ano de 2016⁷. Os principais produtos são: sólidos a granel (açúcar, adubo, milho, soja, etc.); líquidos a granel (álcool, amônia, combustíveis, sucos, etc.); carga em geral (solta ou em container). O Porto de Santos aumenta ano após ano e, por envolver cargas potencialmente poluentes, faz com que seja essencial o monitoramento da qualidade das águas e sedimentos do canal do porto.

O Litoral Sul é composto por 23 municípios embora apenas três deles sejam costeiros. A região abriga o Complexo Estuarino-Lagunar de Iguape Cananéia, na foz do rio Ribeira de Iguape. Em sua economia notam-se atividades diversificadas. Na agricultura, predominam as culturas da banana e do chá além da atividade pesqueira. Na mineração, as extrações de areia e calcário. As atividades turísticas também merecem especial destaque, muito em função da grande variedade de atividades possíveis, desde a prática do turismo de sol e praia no Complexo Estuarino-Lagunar como à prática do espeleoturismo e do ecoturismo (SMA, 2012).

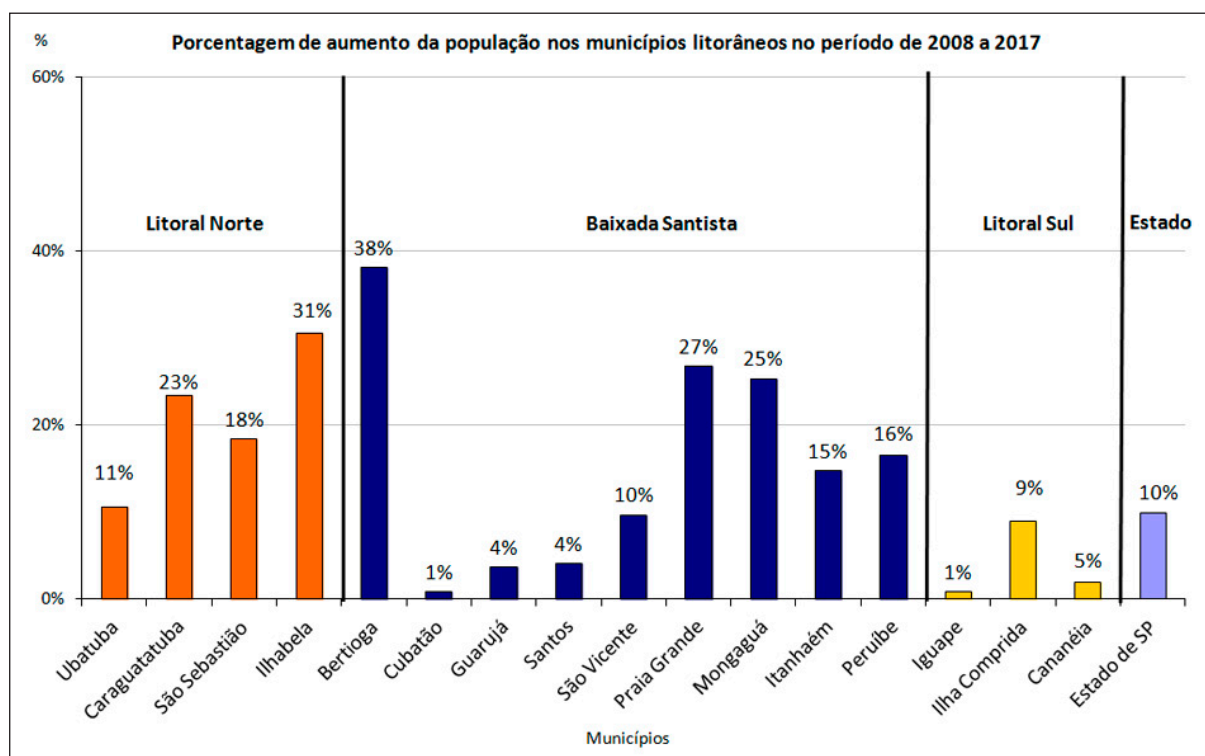
O crescimento populacional

Todo ano, o IBGE publica uma estimativa atualizada da população no Brasil, por municípios. Por ser uma estimativa pode apresentar diferenças em relação à população real, contudo, é o valor utilizado para o cálculo de indicadores socioeconômicos e demográficos nos anos em que não são realizados os censos⁸. Essa também é a população utilizada para as análises desse relatório.

Os dados populacionais divulgados mostram que no litoral de São Paulo 5 dos 16 municípios apresentam crescimento populacional superior ou igual à 20% no período entre 2008 e 2017. O Gráfico 1.3 mostra a porcentagem de aumento populacional dos municípios litorâneos, considerando as estimativas anuais do IBGE. Os maiores crescimentos ocorreram nos municípios de Bertioga (38%), Ilhabela (31%) e Praia Grande (27%). Os municípios com menores taxas de crescimento são Cubatão e Iguape (1%). Observa-se que alguns municípios crescem num ritmo inferior aos demais municípios litorâneos que apresentam características de atração populacional. A Tabela 1.5 apresenta a população dos municípios litorâneos em 2008, 2017 e a taxa de crescimento no período.

7 Fonte: <http://www.portodesantos.com.br/estatisticas.php>

8 Fonte: http://www.ibge.gov.br/home/presidencia/noticias/noticia_visualiza.php?id_noticia=1435&id_pagina=1, consultado em 11/10/11.

Gráfico 1.3 – Aumento populacional baseado nas estimativas populacionais oficiais de 2008 e 2017

Fonte: http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/populacao/estimativa2016/estimativa_tcu.shtm (consultado em 31/08/2017).

Tabela 1.5 – Crescimento populacional no período entre 2008 e 2017

	Município	Estimativa populacional		Aumento absoluto (nº habitantes)	Crescimento no período
		2008	2017		
Litoral Norte	Ubatuba	79.834	88.313	8.479	11%
	Caraguatatuba	94.598	116.786	22.188	23%
	São Sebastião	72.236	85.538	13.302	18%
	Ilhabela	25.550	33.354	7.804	31%
Baixada Santista	Bertioga	42.945	59.297	16.352	38%
	Cubatão	127.702	128.748	1.046	1%
	Guarujá	304.274	315.563	11.289	4%
	Santos	417.518	434.742	17.224	4%
	São Vicente	328.522	360.380	31.858	10%
	Praia Grande	244.533	310.024	65.491	27%
	Mongaguá	43.284	54.257	10.973	25%
	Itanhaém	85.977	98.629	12.652	15%
	Peruíbe	57.151	66.572	9.421	16%
Litoral Sul	Iguape	30.397	30.644	247	1%
	Ilha Comprida	9.782	10.656	874	9%
	Cananéia	12.377	12.609	232	2%
Estado de São Paulo		41.011.635	45.094.866	4.083.231	10%

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

Distribuição populacional

A distribuição da população nas diferentes regiões é bastante desigual. A Baixada Santista concentra mais de 80% da população fixa, sendo que os quatro municípios mais centrais, Guarujá, Santos, São Vicente e Praia Grande são os que apresentam população muito superior aos outros (acima de 200 mil habitantes) concentrando 50% de toda a população. Os quatro municípios do Litoral Norte representam 15% e as densidades populacionais mais baixas são Ilhabela. Os três municípios do Litoral Sul somam menos de 3%.

Tabela 1.6 – Proporção da população dos municípios litorâneos em relação às UGRHs

UGRHI	População	%
Litoral Norte	323.991	15,6
Baixada Santista	1.699.464	81,8
Litoral Sul*	53.909	2,6

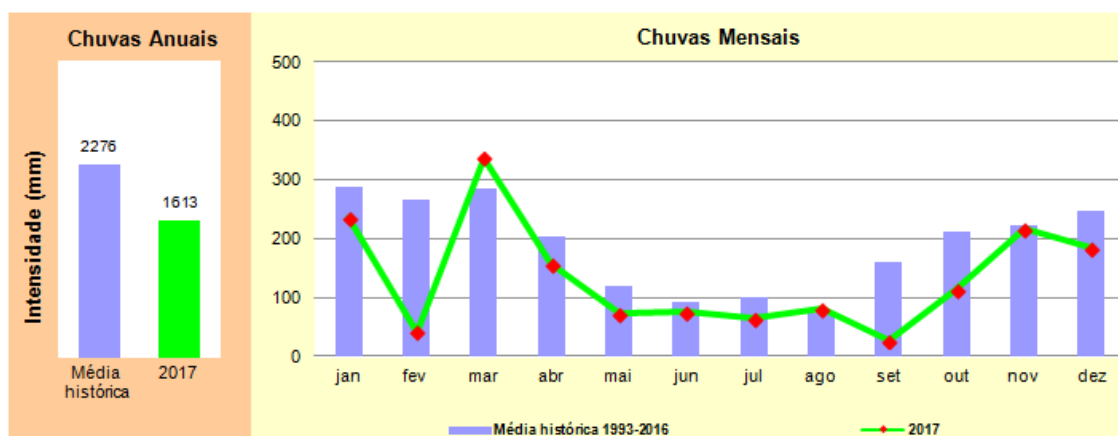
* Iguape, Ilha Comprida e Cananéia

1.2.3 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 UGRHs da região. Os gráficos a seguir mostram a chuva anual e as chuvas mensais de 2017 comparadas à média histórica (1993-2016).

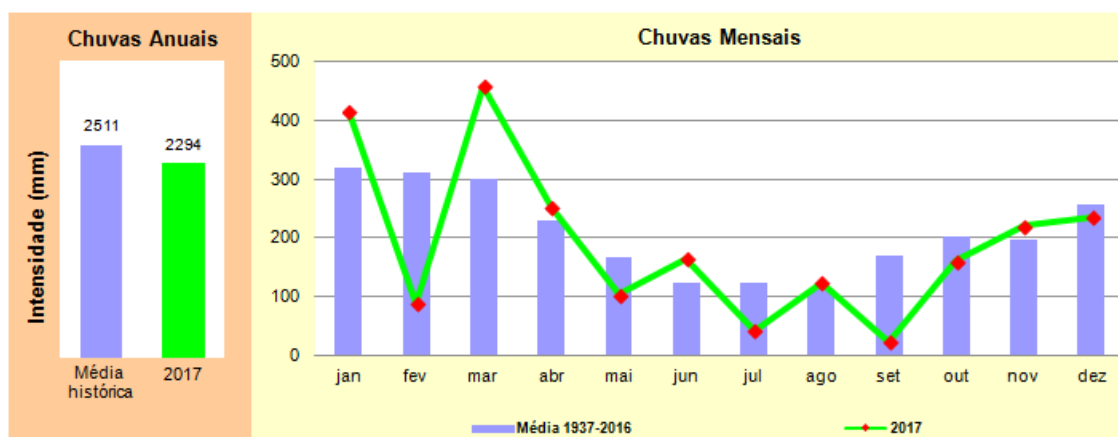
O Gráfico 1.4, com a intensidade de chuvas no Litoral Norte em 2017, mostra que somente no mês de março o acumulado de chuva foi superior à média histórica. Os meses de agosto e novembro tiveram chuva muito semelhante à média para o mês. O acumulado anual de chuva foi 70% da média histórica para a região, configurando-se um ano um pouco mais seco em todo o Litoral Norte.

Gráfico 1.4 – Intensidades de chuva mensais e anuais na UGRHI 3 – Litoral Norte em 2017



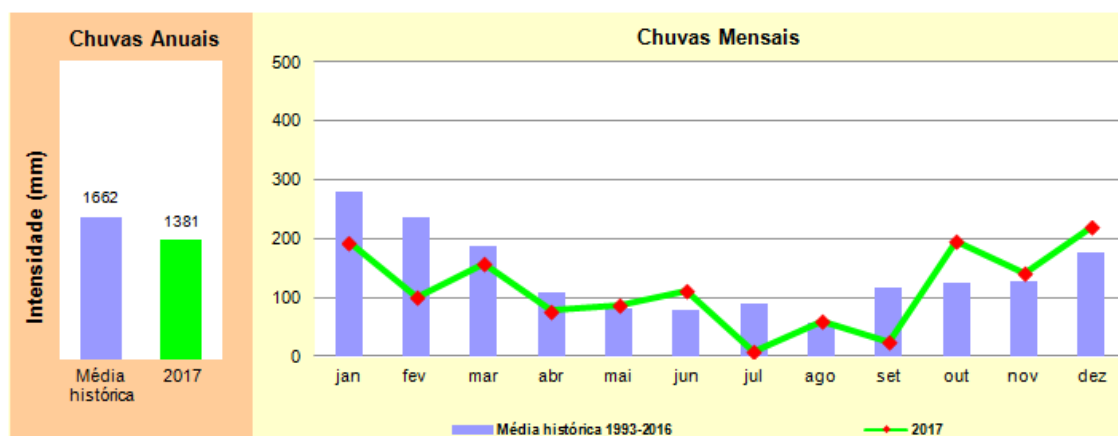
No Gráfico 1.5, sobre as chuvas da Baixada Santista, os meses de janeiro, março, abril, junho, agosto e novembro tiveram acumulados de chuva acima da média histórica, com destaque para os meses de janeiro e março. O acumulado anual ficou em 91% da média histórica, configurando-se num ano bastante chuvoso na região.

Gráfico 1.5 – Intensidades de chuva mensais e anuais na UGRHI 7 – Baixada Santista em 2017



O Gráfico 1.6, da UGRHI 11 mostra o total de chuvas de toda a região e não apenas dos municípios litorâneos (Iguape, Ilha Comprida e Cananéia), contudo, é possível observar que cinco meses apresentaram acumulados acima da média histórica. No cômputo anual, a diferença entre o acumulado e a média histórica foi pequena, com 83% da média.

Gráfico 1.6 – Intensidades de chuva mensais e anuais na UGRHI 11 – Ribeira de Iguape/Litoral Sul em 2017



Considerando-se as três UGRHIs, verifica-se que choveu em torno de 82% da média histórica. Nota-se também, que a maior diferença entre o acumulado anual e a média histórica deu-se no Litoral Norte onde choveu a 70% do que o esperado para o ano. Comparando-se com o ano anterior, observa-se que o ano de 2017 foi mais chuvoso, sendo que em 2016 o Litoral Norte também teve menor acumulado de chuva anual.

1.2.4 Aspectos de saneamento nos municípios litorâneos

A qualidade das águas costeiras é bastante influenciada pelas condições de saneamento básico existentes nas cidades litorâneas. As cidades localizadas à beira-mar, na maioria dos casos, não possuem infraestrutura de saneamento suficiente para atender toda sua população. Dessa forma, o aporte de esgotos domésticos para rios e praias é comum e isso afeta a qualidade dessas águas. Assim sendo, a avaliação dos sistemas de saneamento básico existentes nos municípios costeiros é um dos itens importantes para explicar a qualidade das águas costeiras.

Há dois tipos principais de destinação do esgoto sanitário coletado no litoral de São Paulo: as ETEs (estações de tratamento de esgoto), cujo efluente é lançado em corpos d'água na região; e as EPCs (estações de pré-condicionamento), cujo efluente é lançado no mar, por meio de um emissário submarino. Segundo informações da SABESP (Cia. de Saneamento Básico do Estado de São Paulo), no litoral há 31 estações de tratamento de esgoto e 9 estações de pré-condicionamento.

Tabela 1.7 – Estações de tratamento de esgoto e Estações de pré-condicionamento no litoral

LITORAL NORTE		BAIXADA SANTISTA		LITORAL SUL	
Município	ETE / EPC	Município	ETE / EPC	Município	ETE / EPC
Ubatuba	Taquaral (CDHU)	Bertioga	Vista Linda	Iguape	Iguape
	Ipiranguinha		Bertioga	Ilha Comprida	Ilha Comprida 1
	Principal	Cubatão	Casqueiro		Ilha comprida 2
	Enseada (EPC + emissário)		Lagoa	Cananéia	Itapitingui 1
	Toninhas	Guarujá	Vila Zilda (EPC + emissário)		Cananéia
Caraguatatuba	Massaguaçu		Vicente de Carvalho		Itapitingui 2
	Martin de Sá	Santos	Porto de Santos		
	Indaiá		José Menino (EPC + emissário)		
	Porto Novo	São Vicente	Humaitá		
São Sebastião	Cigarras (EPC + emissário)		Samaritá		
	Itatinga (EPC + emissário)	Praia Grande	Canto do Forte (EPC + emissário)		
	Baraqueçaba		Tupi (EPC + emissário)		
	Paúba		Caiçara (EPC + emissário)		
	Boiçucanga	Mongaguá	Bichoró		
	Baleia-Sai		Barigui		
Ilhabela	Juquehy	Itanhaém	Anchieta		
	Praia do Pinto		Guapiranga		
	Itaquanduba (EPC + emissário)	Peruíbe	P1		
			P2		

EPC/Emissário

Com relação à população atendida por coleta de esgoto 8 municípios têm mais de 60% por cento da população servida por rede. A média de porcentagem de coleta nos municípios litorâneos está em torno de 68%, indo de 34% em Bertioga a 98% em Santos.

No Litoral Norte esse índice fica em torno de 52% sendo que desses, 43% são tratados. Na Baixada Santista, 72% da população tem seu esgoto coletado e 20% tratado e no Litoral Sul, 58% é coletado e 58% é tratado. No Mapa 1.2 é possível observar a distribuição dos percentuais de coleta de esgoto nos municípios litorâneos, bem como o ICTEM dos mesmos.

Nota-se que alguns municípios ainda apresentam insuficiência de infraestrutura em saneamento básico. Há ainda outras questões que devem ser consideradas, uma delas é o fato de que mesmo com a implantação das redes coletoras boa parte da população demora a se conectar. Outro grande problema no litoral é o número de pessoas vivendo em áreas irregulares, onde não é possível a instalação de equipamentos de saneamento básico.

Outra informação importante é o Índice de Coleta e Tratabilidade de Esgotos da População Urbana de Municípios – ICTEM. Seu objetivo é obter uma medida entre a efetiva remoção da carga orgânica, em relação àquela, gerada pela população urbana (carga potencial), sem deixar, entretanto, de observar a importância de outros elementos responsáveis pela formação de um sistema de tratamento de esgotos, que leva em consideração, a coleta, o afastamento e o tratamento dos esgotos. O atendimento à legislação quanto à eficiência de remoção (superior a 80% da carga orgânica) e ao respeito aos padrões de qualidade do corpo receptor dos efluentes também são considerados.

Os emissários submarinos têm papel importante no afastamento dos esgotos das praias, o que contribui para a proteção da saúde pública. No entanto, em São Paulo não existe tratamento prévio antes do lançamento no mar, sendo realizado apenas o Pré-Condicionamento dos esgotos, com remoção de parte dos sólidos e da areia (gradeamento, peneiramento e caixa de areia) e em alguns casos, a desinfecção com a cloração. Esse processo não tem eficiência na remoção da carga orgânica.

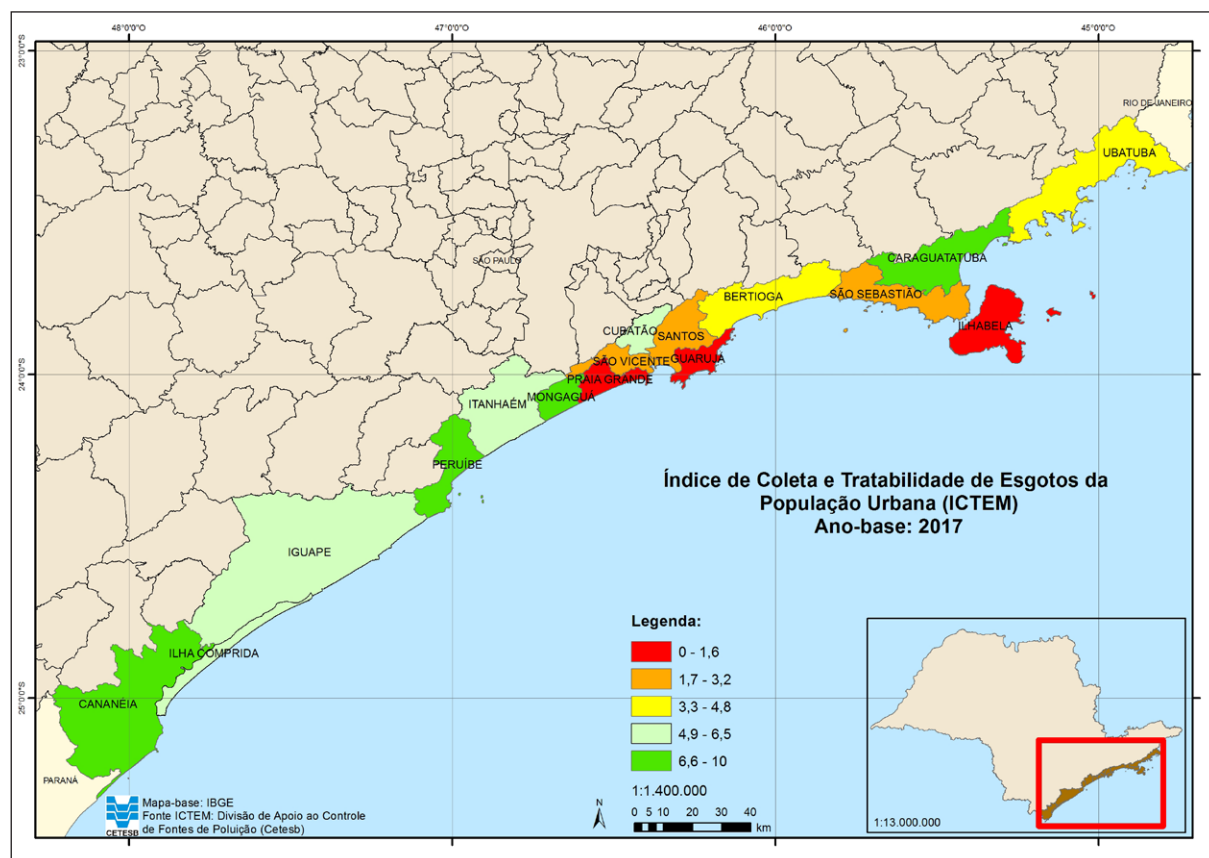
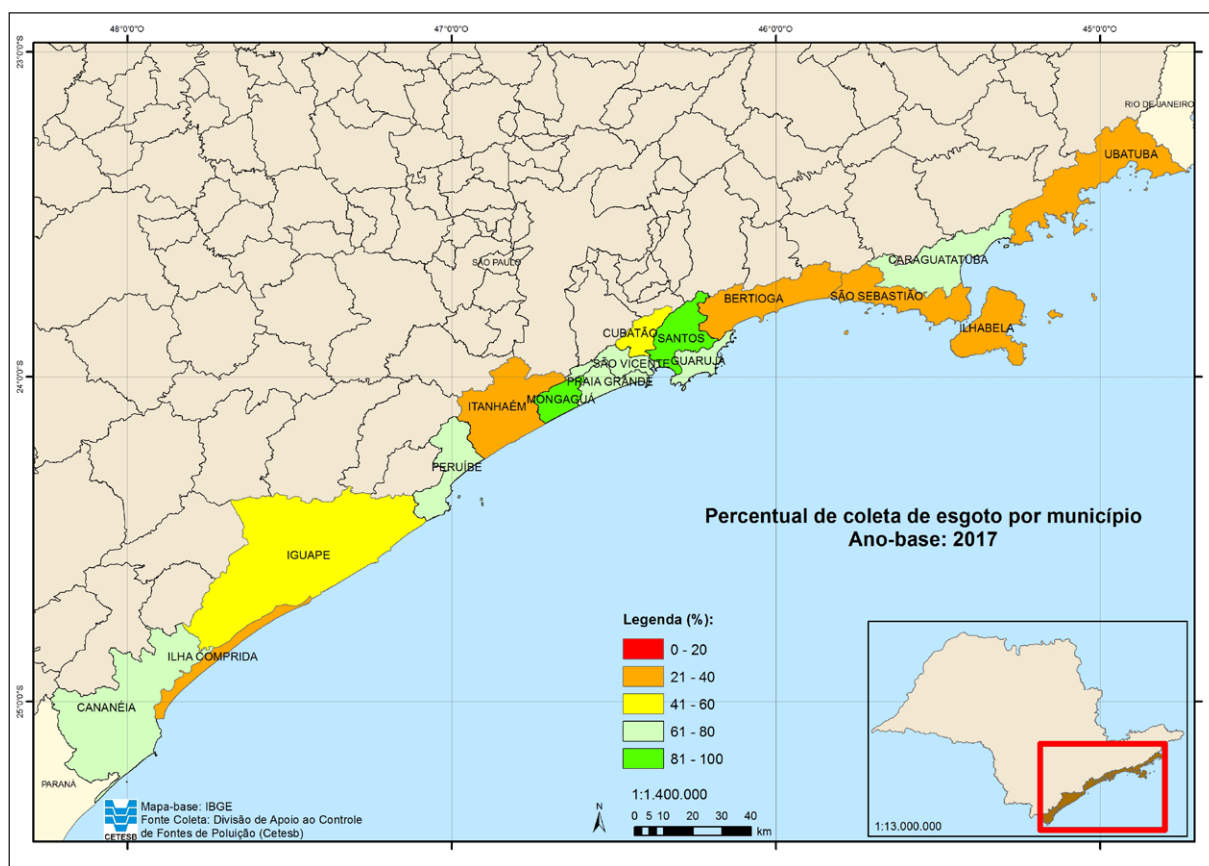
Os municípios com os maiores ICTEM do litoral no ano de 2017 são Mongaguá (7,99) na Baixada Santista e, no Litoral Norte, Caraguatatuba (7,34). Por outro lado, o município de Ilhabela é o que possui o menor ICTEM do litoral paulista (1,17), resultado do pequeno percentual de coleta de esgotos e do tipo de destinação por meio de emissário submarino sem tratamento primário. Na Baixada Santista, os municípios com menor ICTEM são Praia Grande e Guarujá, respectivamente, com 1,31 e 1,56 (Tabela 1.8 e Mapa 1.2).

Tabela 1.8 – Informações sobre saneamento básico nos municípios do litoral paulista

UGRHI	Município	População IBGE (2017) ¹		Atendimento (%) ²		Carga Poluidora (kg DBO/dia)			ICTEM	Corpo Receptor
		Total	Urbana	Coleta	Tratamento	Potencial	Removida	Remanescente		
3	Ubatuba	88.313	86.176	39%	100%	4.653	1.633	3.020	4,28	Rios Diversos / Mar
	Caraguatatuba	116.786	112.792	75%	100%	6.091	4.111	1.979	7,34	Rios Diversos / Mar
	São Sebastião	85.538	84.571	40%	55%	4.567	903	3.664	3,01	Rios Diversos / Mar
	Ilhabela	33.354	33.124	35%	4%	1.789	23	1.766	1,17	Rios Diversos / Mar
Sub-total	04 municípios	323.991	316.663	52%	43%	-	-	-	-	-
7	Bertioga	59.297	58.360	34%	100%	3.151	964	2.187	4,36	Rio Itapanhaú
	Guarujá	128.748	128.722	65%	6%	6.951	244	6.707	1,56	Enseada / Est. de Santos
	Cubatão	315.563	315.563	49%	100%	17.040	7.515	9.526	5,70	Rio Cubatão
	Santos	434.742	434.438	98%	0%	23.460	0	23.460	1,67	Baía de Santos e Canal S. Jorge
	São Vicente	360.380	359.695	73%	18%	19.424	2.297	17.127	2,00	Humaitá, R. Mariana, Samaritá, R. Branco; Insular, Est. de Santos
	Praia Grande	310.024	310.024	74%	0%	16.741	0	16.741	1,31	Mar
	Mongaguá	54.257	54.018	82%	100%	2.917	2.153	764	7,99	Mar e Rio Aguapeú
	Itanhaém	98.629	97.702	39%	100%	5.276	1.852	3.424	4,89	Rios Poço, Itanhaém e Curitiba
	Peruibe	66.572	65.826	75%	100%	3.555	2.133	1.422	7,13	Rio Preto
Sub-total	09 Municípios	1.828.212	1.824.349	72%	20%	-	-	-	-	-
11	Iguape	30.644	26.240	59%	100%	1.417	752	665	5,44	R. Ribeira de Iguape
	Ilha Comprida	10.656	10.656	40%	100%	575	206	369	4,99	Rio Candapuí
	Cananéia	12.609	10.763	73%	100%	581	339	242	6,98	Mar Pequeno
Sub-total	3 Municípios	53.909	47.659	58%	58%	-	-	-	-	-
Total	16	2.206.112	2.188.671	68%	24%	-	-	-	-	-

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

2 - Fonte: Divisão de Apoio ao Controle de Fontes de Poluição (Cetesb)

Mapa 1.2 – Mapa de percentual de coleta de esgoto no Litoral Paulista – 2017

2 • Metodologia e Rede Costeira

2.1 Metodologia

2.1.1 Distribuição Espacial e Temporal do monitoramento

Na definição da Rede Costeira da CETESB, procurou-se, primeiramente, abranger todas as regiões da costa paulista. Além disso, a seleção dos pontos de amostragem da rede de monitoramento das águas costeiras priorizou locais onde ocorrem usos específicos, para verificar se as águas apresentam qualidade necessária para a utilização pretendida ou se esses usos têm causado alteração na qualidade dessa água. Paralelamente à avaliação da qualidade da água, realiza-se também a avaliação da qualidade dos sedimentos, por ser um compartimento mais estável e importante na caracterização do ambiente aquático.

A frequência amostral é semestral, sendo considerada mínima em estudos desse tipo, pois existem características distintas nas massas d'água entre as épocas de verão e inverno, condicionadas por variáveis climáticas como temperatura e pluviosidade, assim como correntes marinhas, além da influência sazonal das atividades humanas na zona costeira.

É importante salientar que a Rede é distribuída por áreas de amostragem e cada uma delas é representada por um grupo de pontos, usualmente três, dependendo de suas características e extensão. Existem dois tipos básicos de áreas, os canais e áreas mais homogêneas de massa d'água englobando áreas de influência de rios ou emissários, e baías. As áreas estudadas também podem ser subdivididas em salinas (14 áreas) e salobras ou estuarinas (6 áreas).

2.1.2 Qualidade das águas

As amostragens para avaliação da qualidade das águas são realizadas da seguinte forma: em campo, em cada ponto de amostragem, realiza-se o perfil da coluna d'água com medições contínuas utilizando-se uma sonda multiparâmetros. Essa sonda possui vários eletrodos, que são sensores capazes de medir e de fornecer resultados imediatamente ao entrar em contato com a água. A sonda registra resultados das seguintes variáveis: oxigênio dissolvido, temperatura, pH, condutividade, turbidez, profundidade, cloreto, salinidade, clorofila *a*, sólidos totais dissolvidos e potencial redox. Além disso, realiza-se a coleta de amostras de água do mar em três profundidades, (superfície, meio e fundo), pois pode haver diferenças na qualidade das várias camadas da coluna d'água. Nessas amostras de água do mar, são realizadas determinações microbiológicas, físicas, químicas e ecotoxicológicas.

As variáveis selecionadas para a avaliação da qualidade das águas salinas e salobras abrangem os principais critérios estabelecidos na Resolução CONAMA Nº 357/05 e estão listadas na Tabela 2.1. Em casos específicos podem ser analisados parâmetros adicionais dependendo de atividades comerciais e industriais próximas aos pontos de monitoramento.

A avaliação das variáveis de qualidade de água é realizada de acordo com os padrões de qualidade para a Classe 1 de águas salinas e salobras, definidos na Resolução CONAMA Nº 357/05, uma vez que o enquadramento dessas águas não foi realizado. Para os cálculos como médias e o índice de qualidade, nos casos em que não foi possível a quantificação de determinado parâmetro, é utilizado o limite de quantificação (LQ) da análise química realizada.

Tabela 2.1 – Variáveis determinadas na água

VARIÁVEIS	DESCRIÇÃO	
Físicos	Oxigênio Dissolvido, Temperatura da Água, Transparência, Turbidez, Condutividade, Série de Sólidos.	
Químicos	Nutrientes	Fósforo total, Orto-fosfato solúvel Nitrogênio Kjeldahl total Nitrogênio Amoniacal total Nitrato, Nitrito
	Metais e semi-metais	Alumínio, Boro total, Cádmio total, Chumbo total, Cromo total, Cromo Hexavalente, Cobre dissolvido, Estanho total, Ferro dissolvido, Níquel total, Zinco total
	Orgânicos	Fenóis totais Carbono Orgânico Total (COT) Compostos Orgânicos Voláteis (COV)
	Outros	pH Salinidade Óleos e Graxas
Microbiológicos	Enterococos e Coliformes Termotolerantes	
Hidrobiológicos	Clorofila <i>a</i> e feofitina	
Ecotoxicológico	Toxicidade (Microtox)	

2.1.3 Qualidade dos sedimentos

Devido à sua natureza dinâmica, amostras de água das regiões marinhas podem não refletir o nível de poluição real do ambiente. Os poluentes podem sofrer diluição devido à quantidade de água ou mesmo serem deslocados pelas correntes marinhas, o que dificulta sua determinação. Desta forma, o sedimento passa a ter papel importante na análise da qualidade destes 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 d'água. As variáveis determinadas no sedimento encontram-se listadas na Tabela 2.2.

Para atendimento da Rede Costeira, as amostras de sedimento coletadas no primeiro semestre foram analisadas por meio de ensaio agudo com o anfípodo *Grandidierella bonnieroides*, que consiste na exposição de jovens à amostra de sedimento por um período de 10 dias (ABNT, 2015). A avaliação ecotoxicológica adicional,

com *Lytechinus variegatus*, não foi realizada, uma vez que este ouriço-do-mar foi incluído na lista de espécies vulneráveis publicada na Portaria do Ministério do Meio Ambiente MMA N° 445/2014. Outras espécies de ouriço-do-mar *Echinometra lucunter* e *Arbacia lixula* estão em avaliação, com o apoio do Centro de Biologia Marinha da USP (CEBIMar), para obtenção de dados que subsidiem a tomada de decisão para a substituição do *Lytechinus variegatus* no monitoramento futuro.

Para detectar diferenças significativas de cada amostra em relação ao controle, foi utilizado o teste de bioequivalência contido no programa estatístico TOXSTAT 3.5 (WEST INC. & GULLEY, 1996).

Tabela 2.2 – Variáveis determinadas no sedimento

VARIÁVEIS	DESCRIÇÃO	
Físicos	Granulometria, Umidade, Sólidos.	
Químicos	Nutrientes	Fósforo total Nitrogênio Kjeldahl total
	Metais	Alumínio total, Arsênio total, Cádmio total, Chumbo total, Cobre total, Cromo total, Estanho total, Ferro total, Níquel total, Zinco total
	Orgânicos	Hidrocarbonetos Aromáticos Policíclicos (HAPs) Compostos Orgânicos Voláteis Aromáticos (COVar) Óleos e Graxas Fenóis totais Carbono Orgânico total (COT)
	Outros	pH, Potencial Redox (E_h)
Microbiológicos	Coliformes Termotolerantes e <i>Clostridium perfringens</i>	
Ecotoxicológico	Teste de Toxicidade Aguda com <i>Grandidierella bonnieroides</i>	

2.1.3.1 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). Este 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 ao nutrientes a CETESB adota valores de referência baseados em resultados de monitoramento e dados de bibliografia (Tabela 2.3), ainda em processo de definição. Ressalta-se que os critérios da Resolução N° 454/2012, estabelece valores de alerta para o gerenciamento do material dragado e, portanto, não são adequados para avaliação da qualidade ambiental.

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

NUTRIENTE	ÁGUAS SALINAS	ÁGUAS SALOBRAS
	Valor de Referência	Valor de Referência
COT (%)	1,3	1,8
NKT (mg/kg)	1000	1500
PT (mg/kg)	500	700

2.2 Índices de Qualidade de Água

2.2.1 Índice de qualidade de águas costeiras (IQAC)

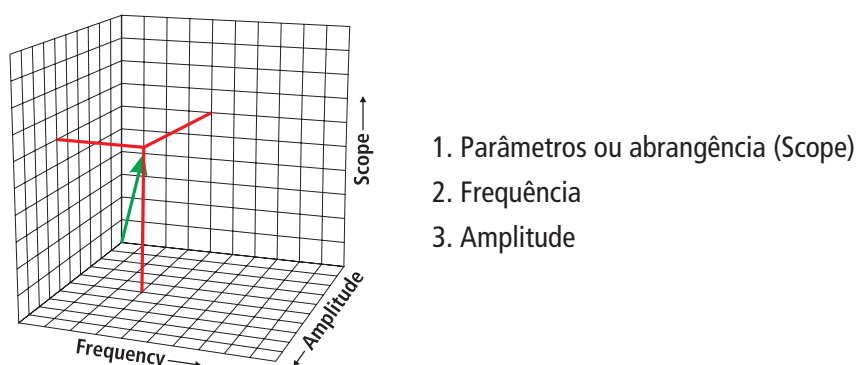
A Rede de Monitoramento das Águas Costeiras da CETESB, embora relativamente nova, oferece valiosas informações sobre a qualidade dessas águas. Contudo, dados apresentados de forma discreta fornecem informações limitadas no que se refere ao diagnóstico geral das áreas monitoradas. Não obstante, estas 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 CCME - *Canadian Council of Ministers of the Environment* (2001), 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 padrão para cada parâmetro incluído no cálculo. Por ser um método estatístico, o modelo não pode ser utilizado para menos de 4 valores obtidos em um ano. Para tanto, o índice foi calculado para cada ponto de amostragem utilizando-se os resultados obtidos nas três profundidades em duas campanhas, totalizando 6 valores. O cálculo detalhado do índice e as equações empregadas encontram-se descritos no Anexo 1. Ao final chega-se a um resultado dentro de uma escala de 1 a 100.

A metodologia Canadense contempla três fatores que se referem às desconformidades em relação a um padrão legal ou valor de referência (Figura 2.1). O número de parâmetros desconformes, a frequência das ocorrências dessa desconformidade e sua amplitude em relação ao critério.

Figura 2.1 – Modelo conceitual do índice



Na Tabela 2.4 são apresentados os parâmetros selecionados para compor o índice.

Tabela 2.4 – Parâmetros que compõem o IQAC

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	0,06	0,003
Colorofila <i>a</i>	µg/L	2,5	10
Enterococos	UFC/100mL	100	100
Coliformes termotolerantes	UFC/100mL	1.000	1.000

1. Abrangência: Parâmetros Desconformes – F1

Este fator do índice avalia a quantidade de parâmetros que apresenta não conformidades. Uma área que apresente desconformidade em poucos parâmetros será menos penalizada no cálculo do que uma área que apresente desconformidade em muitos parâmetros analisados. Este fator não considera a frequência das não conformidades de forma que apenas uma ocorrência é suficiente para a inclusão do parâmetro.

2. Frequência de desconformidade - F2

Este fator avalia a quantidade de não conformidades como um todo e não diferencia os parâmetros entre si. Desta forma, uma área que tenha poucos parâmetros com não conformidades e que estes parâmetros apresentem resultados sistematicamente não conformes será penalizada da mesma forma que uma área em que muitos parâmetros apresentem não conformidades ocasionais. Este fator temporal é impactado pelo fato da CETESB não realizar quatro amostragens anuais. A deficiência em número de campanhas por ano foi compensada considerando-se as amostras de superfície, meio e fundo de cada uma das duas campanhas anuais realizadas atualmente.

3. Amplitude da desconformidade – F3

Este fator avalia a amplitude das não conformidades. Neste caso a quantidade de amostras desconformes e a amplitude do desvio em relação ao padrão utilizado serão determinantes. Desta forma um valor 50% acima do padrão teria um peso igual a dois valores que excedessem em apenas 25%. Cada amostra não conforme deve ser comparada ao padrão e o valor total dos desvios deve ser somado.

O CCME determinou faixas de classificação para o índice que se mostraram bastante satisfatórias em testes realizados pela CETESB e optou-se por utilizar estas faixas. As classificações são apresentadas na Tabela 2.5 (para consultar o detalhamento dos cálculos, ver Anexo 1).

Tabela 2.5 – Valores e classificação para cada faixa do IQAC

FAIXA DE VALORES DO ÍNDICE	CLASSIFICAÇÃO DA FAIXA
≥ 95	Ótima
< 95 e ≥ 80	Boa
< 80 e ≥ 65	Regular
< 65 e ≥ 45	Ruim
< 45	Péssima

2.2.2 Índice de estado trófico costeiro (IETC)

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

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

Com o objetivo de se estabelecer as faixas de concentrações de clorofila *a* para cada classe de estado trófico foram utilizados os dados de clorofila *a* disponíveis dos monitoramentos marinhos e estuarinos realizados em anos anteriores, no período de 2004 a 2011. Com esses dados foram calculados os quartis 25%, 50% e 75% para as diferentes profundidades (superfície, meio e fundo) e ambientes (marinho e estuarino).

IETC para ambientes marinhos

Para se definir o índice trófico a ser utilizado, foram observadas outras classificações feitas para ambientes marinhos. Hakanson (1994 apud Smith *et al.* 1999) propôs uma classificação para ambiente marinho dividindo o estado trófico em 4 classes, considerando, além da clorofila *a*, as concentrações dos nutrientes fósforo e nitrogênio (Tabela 2.6).

Tabela 2.6 – Classes de níveis tróficos baseada nas concentrações de clorofila *a*, nitrogênio e fósforo, para ambientes marinhos, proposta por Hakanson (1994 apud Smith *et al.* 1999)

Estado trófico	Clorofila <i>a</i> ($\mu\text{g/L}$)	Nitrogênio (mg/L)	Fósforo (mg/L)
Baixo	$1 < \text{CL}$	$< 0,26$	$< 0,04$
Médio	1 - 3	0,26 - 0,35	0,01 - 0,04
Alto	3 - 5	0,35 - 0,40	0,03 - 0,04
Hipereutrófico	> 5	$> 0,40$	$\text{H} > 0,04$

Considerando a análise dos resultados obtidos de 2004 a 2011 (Figura 2.2) assim como a classificação desenvolvida por Hakanson (1994 apud Smith, 1999) foi elaborada uma proposta de classificação para ambientes marinhos com 4 classes como apresentada na Figura 2.3.

Figura 2.2 – Resultados dos quartis 25%, 50% e 75% para clorofila *a*, ambiente marinho (superfície, meio e fundo)

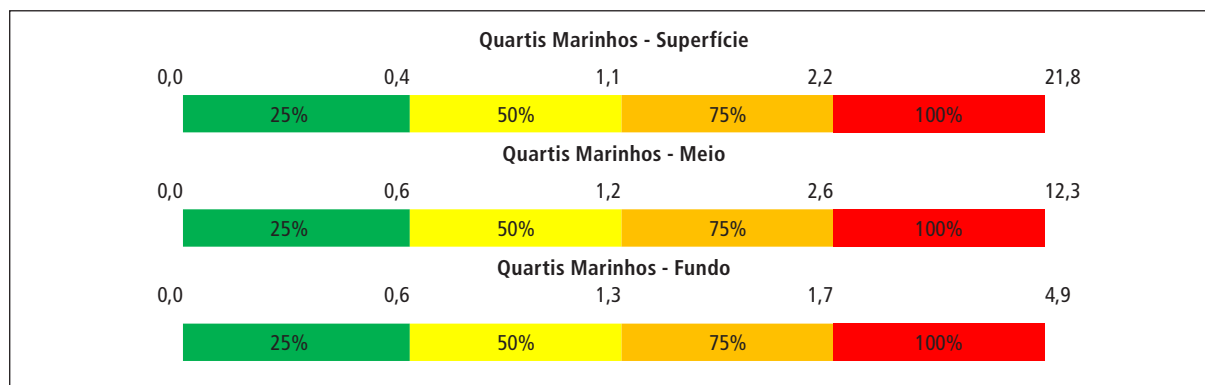


Figura 2.3 – Proposta de classificação do ambiente marinho com base nas concentrações de clorofila *a*

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

IETC para ambientes estuarinos

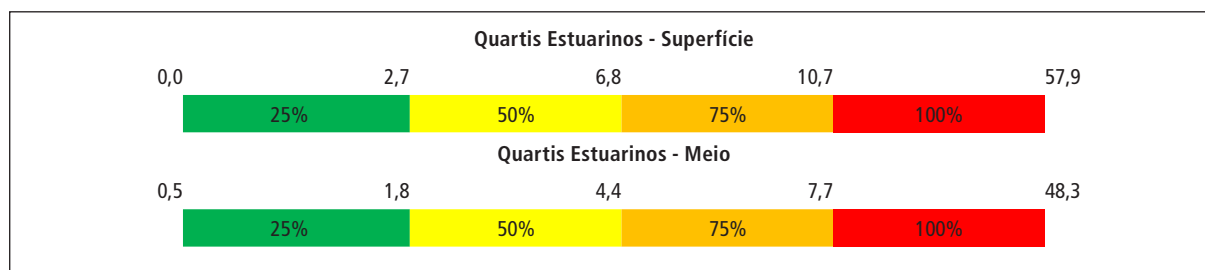
Bricker *et al.* (2003) propuseram uma classificação para ambiente estuarino dividindo o estado trófico em 4 classes, e, assim como a classificação de Hakanson (1994) foram levados em conta também, além de clorofila *a*, os nutrientes (nitrogênio e fósforo) (Tabela 2.7).

Tabela 2.7 – Classes de níveis tróficos baseada nas concentrações de clorofila *a*, nitrogênio e fósforo, para ambientes estuarinos, proposta por Bricker *et al.* (2003)

Estado trófico	Clorofila <i>a</i> (µg/L)	Nitrogênio (mg/L)	Fósforo (mg/L)
Baixo	5 < L	0 < L < 0,1	0 < L < 0,01
Médio	5 < M < 20	0,1 < M < 1,0	0,01 < M < 0,1
Alto	20 < H < 60	H > 1,0	H > 0,1
Hipereutrófico	> 60		

No que se refere ao ambiente estuarino pode-se observar resultados superiores aos do ambiente marinho. Os resultados dos quartis 25%, 50% e 75% dos resultados de 2004 a 2011 do ambiente estuarino, incluindo os projetos de Águas Costeiras, encontram-se na Figura 2.4.

Figura 2.4 – Resultados dos quartis 25%, 50% e 75% para clorofila *a*, ambiente estuarino (superfície e meio)



Considerando o conjunto de dados dos monitoramentos realizados assim como a classificação proposta por Bricker et al. (2003) foi desenvolvida uma classificação, apresentada na Figura 2.5.

Figura 2.5 – Proposta de classificação do ambiente estuarino com base nas concentrações de clorofila *a*

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

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

2.2.3 Microalgas (fitoplâncton)

Para análise de microalgas (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 20µm 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.

2.3 Índices de qualidade de sedimento

2.3.1 Índice de Qualidade Ecotoxicológica do Sedimento

A tabela 2.9 apresenta as faixas de classificação para os resultados ecotoxicológicos, onde as amostras que não apresentam diferença significativa em relação ao controle, ou seja, ausência de toxicidade, são classificadas como Ótimas. Por outro lado, nas amostras com toxicidade significativa, a intensidade dos efeitos observados, isto é, a porcentagem de mortalidade nos ensaios com *Grandidierella bonnieroides*, foi utilizada para definir a classificação da amostra entre Ruim e Péssima.

Tabela 2.8 – Classificação das amostras de acordo com os resultados ecotoxicológicos

CLASSIFICAÇÃO	<i>Grandidierella bonnieroides</i>
Ótimo	Não tóxico ^(a)
Ruim	Mortalidade <50% ^(b)
Péssimo	Mortalidade ≥50%

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

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

2.3.2 Índice de qualidade microbiológica de sedimento costeiro (IQMSC)

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

Os coliformes termotolerantes são os microrganismos de primeira escolha para avaliação da poluição de origem fecal no ambiente, uma vez que são constituídos predominantemente pela bactéria *Escherichia coli*, considerada atualmente 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 desta espécie diminui com a profundidade e com a distância das fontes de esgoto.

Neste monitoramento, 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 pode ser de difícil compreensão já que não existem padrões ou valores orientadores para microrganismos neste compartimento, e *C. perfringens* tem sido sempre detectado em concentrações bastante elevadas em todas as amostras de sedimento. Assim, a fim de interpretar esta informação, foi elaborada uma proposta tentativa 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 Cananéia; médio impacto: Saco da Ribeira e Canal de São Sebastião; alto impacto: Canal de Santos, Canal de São Vicente e Canal de Bertiooga), a qualidade dos compartimentos água e sedimento nessas regiões e a presença de descargas de esgoto doméstico. Esta análise associada ao conjunto de resultados de quatro anos de monitoramento permitiu construir a proposta de classificação. A Figura 2.6 apresenta esta classificação.

Figura 2.6 – 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

CTt: coliformes termotolerantes.

2.4 Rede Costeira

O Litoral Paulista com cerca de 880 km de extensão de linha de costa, abrange 16 municípios com população total superior a 2 milhões de habitantes. A CETESB possui redes específicas de monitoramento da água do mar, de acordo com seu uso principal:

- **Balneabilidade** e qualidade dos cursos d'água afluentes às praias, para verificação da qualidade da água para fins de recreação de contato primário como natação, mergulho, etc.¹;
- **Rede costeira**, para verificação da qualidade da água para outros fins como portos, maricultura, lançamento de efluentes domésticos e industriais, áreas de proteção ambiental, etc.

A rede de qualidade das águas salinas e salobras, denominada Rede Costeira, foi criada em 2010 com o intuito de monitorar a qualidade das águas para esses outros usos. Esse foi o ponto de partida para a escolha das atuais 20 áreas (66 pontos) de amostragem distribuídas pelo litoral (Tabela 2.9), cuja água será monitorada continuamente com o objetivo de se fazer um diagnóstico a partir do acompanhamento dos resultados ao longo dos anos. Essas áreas foram selecionadas a partir de pontos de outros programas de monitoramento costeiro anteriores e também com a inclusão de novos locais de interesse ambiental em função dos usos e atividades potencialmente poluidoras nessas regiões. Durante o ano de 2017, com o objetivo de aperfeiçoar o monitoramento próximo às saídas dos emissários submarinos da Baixada Santista, realizou-se uma revisão dos locais desses pontos e ampliado de três para quatro os locais de amostragem de água e sedimento.

1 Os resultados de balneabilidade e qualidade dos cursos d'água encontram-se no Relatório de Qualidade das Praias Litorâneas no Estado de São Paulo – 2017.

Tabela 2.9 – Pontos de monitoramento das águas salinas e salobras por município

UGHRI/ Região	MUNICÍPIO	BALNEABILIDADE	CURSOS D'ÁGUA	REDE COSTEIRA
3 Litoral Norte	Ubatuba	26	67	9
	Caraguatatuba	15	29	9
	São Sebastião	30	85	8
	Ilhabela	19	45	-
7 Baixada Santista	Bertioga	9	75	6
	Guarujá	12	41	4
	Cubatão	1	-	3
	Santos	7	8	7
	São Vicente	6	9	3
	Praia Grande	12	145	4
	Mongaguá	7	23	-
	Itanhaém	12	38	3
	Peruíbe	6	29	4
11 Litoral Sul	Iguape	1	-	3
	Ilha Comprida	4	18	-
	Cananéia	-	-	3
Total		167	612	66

Para a determinação de cada um dos pontos de amostragem após a escolha da área a ser monitorada, foi realizada uma primeira visualização do local a partir das imagens do Google Earth, de onde foram extraídas as coordenadas geográficas. Em campo, com o uso de GPS, esses pontos foram localizados e analisados quanto à viabilidade de realização de coleta de água e sedimento para então serem incluídos em definitivo na rede.

Muitos dos locais escolhidos encontram-se na foz dos principais rios litorâneos, cujo objetivo é detectar alguma influência das águas destes rios na região costeira. As distâncias dos locais de amostragens variam de 1 a 3 km da costa, exceção feita aos emissários de Santos e do Guarujá (aproximadamente 4 km da costa) em profundidades em torno de 10 metros em média. Os Mapas 2.1, 2.2 e 2.3 mostram as áreas e os pontos de amostragem nas três UGRHs do litoral.

O Canal de Piaçaguera foi incluído em 2014 nas áreas de monitoramento da Rede Costeira dada sua função de escoamento da produção de algumas indústrias de Cubatão, bem como por receber as contribuições da cidade por meio dos rios. Em 2015, com base nas cartas náuticas e no comportamento histórico do ponto 3 do Canal de Santos, optou-se por transferir esse ponto para a área do Canal de Piaçaguera.

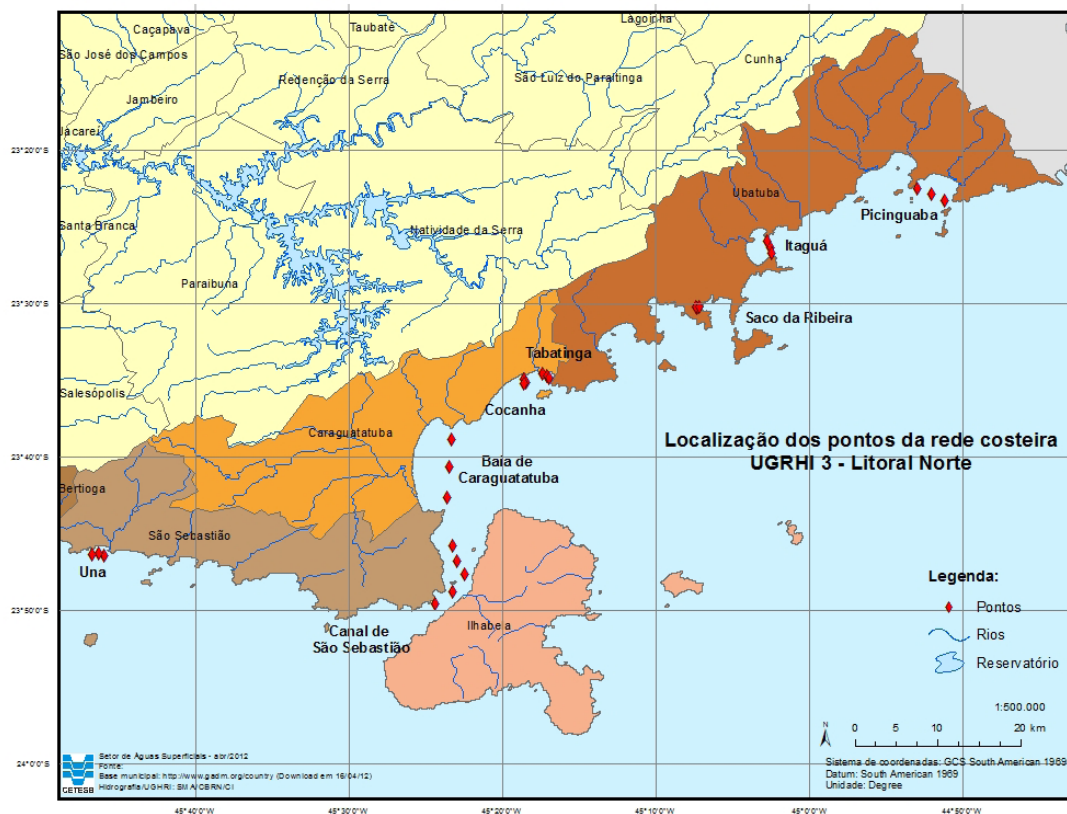
Portanto, em 2015, o ponto 3 do Canal de Santos foi realocado e agora faz parte da área do Canal de Piaçaguera. O ponto 4 do Canal de Santos, introduzido recentemente, passou a ser o terceiro ponto desse canal. Esta mudança reflete uma adequação aos limites geográficos de cada área na figura das cartas náuticas. Além disso, notou-se que a qualidade do ponto 3 do Canal de Santos apresentou resultados mais parecidos com os encontrados no Canal de Piaçaguera, fator este que acabou corroborando a ideia de mudança.

Das 20 áreas monitoradas na Rede de Qualidade das Águas Costeiras (RC) seis estão localizadas em regiões estuarinas que correspondem às águas salobras. As outras 14 que correspondem às águas salinas, podem ser subdivididas em dois grupos: aquelas próximas à foz de rios de volume significativo ou que desagüam em baías que são seis e oito áreas predominantemente marinhas (Tabela 2.10).

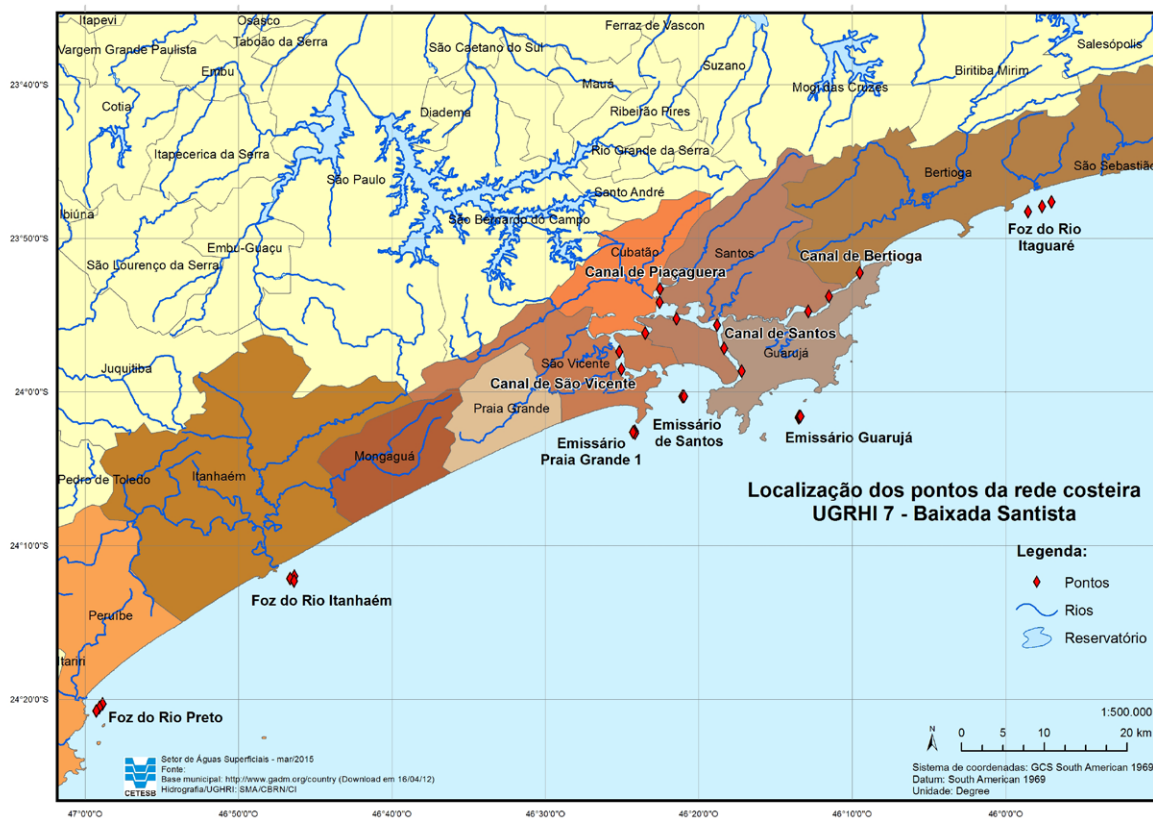
Tabela 2.10 – Sub Grupos das Áreas de monitoramento

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

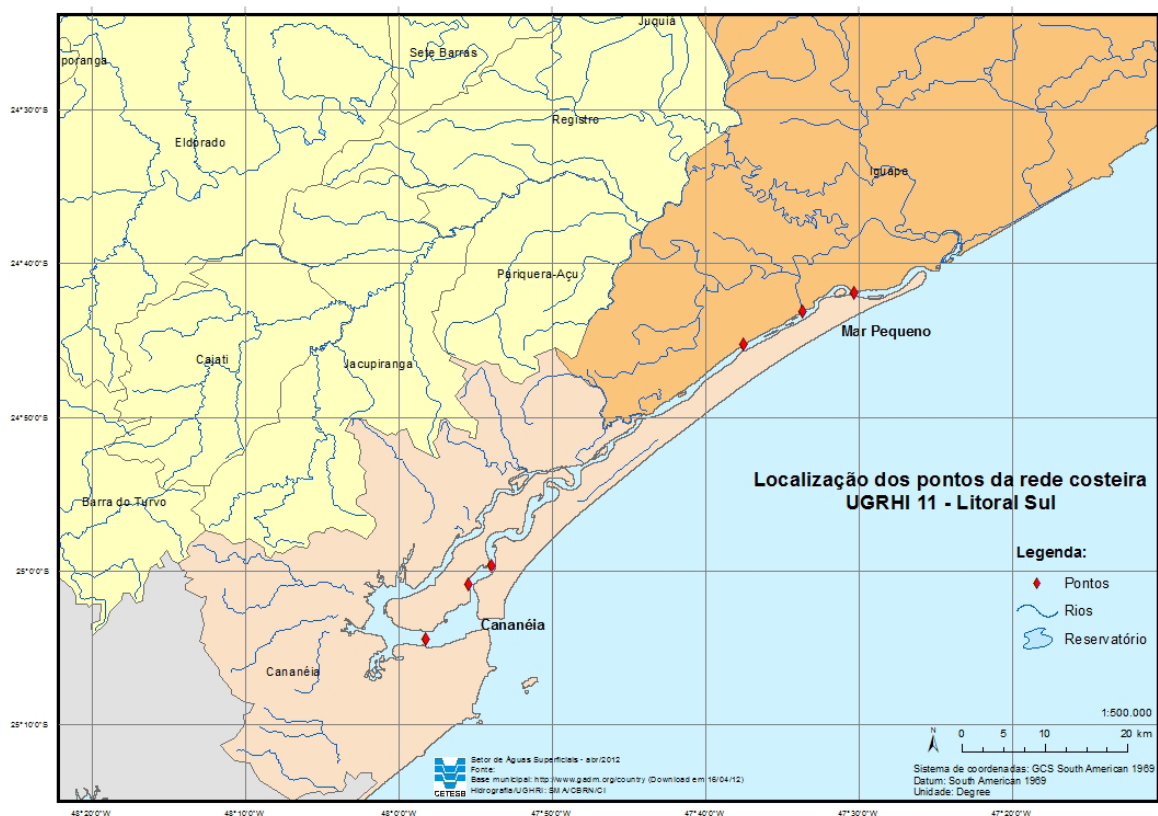
Mapa 2.1 – Áreas do monitoramento da rede costeira no Litoral Norte



Mapa 2.2 – Áreas do monitoramento da rede costeira na Baixada Santista



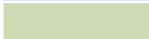
Mapa 2.3 – Áreas do monitoramento da rede costeira no Litoral Sul



Cada ponto de água é amostrado em três profundidades: superfície, meio e fundo, para que seja possível uma análise de toda a coluna d'água. A Tabela 2.11 mostra as profundidades de cada ponto do monitoramento.

Tabela 2.11 – Profundidade dos pontos de amostragem da Rede Costeira

LITORAL NORTE				BAIXADA SANTISTA				LITORAL SUL			
Área	Ponto	Profundidades (em metros)		Área	Ponto	Profundidades (em metros)		Área	Ponto	Profundidades (em metros)	
		Meio	Fundo			Meio	Fundo			Meio	Fundo
Picinguaba	1	6	12	Canal de Bertioga	1	1,5	3	Mar de Cananéia	1	1	2
	2	7	13		2	2	5		2	3	6
	3	8	15		3	4,5	9		3	4	8
Baía de Itaguá	1	4	7	Canal de Santos	1	2	4	Mar Pequeno	1	2,5	5
	2	4	7		2	1	3		2	0,5	1
	3	6	11		3	2	4		3	2	4
Saco da Ribeira	1	1	2	Canal de Piaçaguera	1	0,5	1				
	2	2	4		2	4	8				
	3	3	6		3	5	11				
Tabatinga	1	1,5	3	Canal de São Vicente	1	2	4				
	2	1,5	3		2	1	2				
	3	1,5	3		3	1	2				
Cocanha	1	1,5	3	Emissário Guarujá	1	7	14				
	2	2	4		2	7	14				
	3	2,5	5		3	7	14				
Baía de Caraguatatuba	1	3	6		4	7	14				
	2	4	8	Emissário Santos	1	5	11				
	3	4	7		2	5	10				
Canal de São Sebastião	1	17	29		3	5	10				
	2	12	23		4	6	11				
	3	8	16	Emissário Praia Grande 1	1	6	12				
	4	1	2		2	6	12				
	5	1,5	3		3	7	13				
Barra do Una	1	5	9		4	7	13				
	2	5	9	Rio Itanhaém	1	4	8				
	3	3	5		2	4	8				
Foz Rio Itaguaré	1	5	10		3	4	8				
	2	5	10	Rio Preto	1	3	5				
	3	5	9		2	3	5				
					3	2	4				
					4	1,5	3				

 Água marinha
  Água salobra

A Tabela 2.12 descreve os locais de amostragem que compõe a rede costeira e os principais usos da água, distribuídos pelos municípios litorâneos.

Tabela 2.12 – Locais de amostragem² (continua)

MUNICÍPIO	LOCAL	JUSTIFICATIVA	REGISTRO FOTOGRÁFICO
Ubatuba	Picinguaba	Área de preservação ambiental	
	Baía de Itaguá	Área de influência de ocupação urbana contínua, com predomínio de população fixa e atividades de comércio e serviços	
Ubatuba	Saco da Ribeira	Existência de marinas	
Caraguatatuba	Tabatinga	Uso intenso da água por banhistas e para ancoragem de embarcações	
	Cocanha	Área de maricultura	
	Baía de Caraguatatuba	Área de influência de ocupação urbana contínua, com predomínio de população fixa e atividades industriais, de comércio e serviços	

2 Fotos: acervo EQAL.

Tabela 2.12 – Locais de amostragem (continuação)

MUNICÍPIO	LOCAL	JUSTIFICATIVA	REGISTRO FOTOGRÁFICO
São Sebastião	Barra do Una	Área de influência do Rio Una	
São Sebastião e Ilhabela	Canal de São Sebastião	Área portuária e efluente de emissários submarinos	
Bertioga	Foz do Rio Itaguapé	Área de influência do Rio Itaguapé; preservação ambiental	
Bertioga	Canal de Bertioga	Área de manguezal e de influência da região portuária de Santos	
Guarujá	Emissário submarino do Guarujá	Área de influência do emissário	
Santos e Guarujá	Canal de Santos	Área de influência da região portuária de Santos	
Cubatão	Canal de Piaçaguera	Acesso aos terminais de indústrias como Usiminas e Fosfertil	

Tabela 2.12 – Locais de amostragem (conclusão)

MUNICÍPIO	LOCAL	JUSTIFICATIVA	REGISTRO FOTOGRÁFICO
Santos	Baía de Santos	Área de mistura da água do mar com as águas salobras dos Canais de Santos e São Vicente; efluente de emissário submarino	
São Vicente	Canal de São Vicente	Área de manguezal e de influência de ocupação urbana desordenada	
Praia Grande	Emissário submarino Praia Grande I	Área de influência do emissário	
Itanhaém	Foz do Rio Itanhaém	Área de influência do Rio Itanhaém	
Peruíbe	Foz do Rio Preto	Área de influência do Rio Preto e um ponto em frente à praia do Guaraú, para análise de fitoplâncton	
Iguape e Ilha Comprida	Mar Pequeno	Área de influência do Valo Grande	
Cananéia	Mar de Cananéia	Área de preservação ambiental	

A seguir é apresentada, uma descrição mais detalhada das áreas monitoradas. Na Figura 2.7 encontram-se os pontos de amostragem de cada local.

1. Picinguaba

Distante aproximadamente 25 km do centro de Ubatuba, esta praia está inserida no Parque Estadual da Serra do Mar (PESM) - Núcleo Picinguaba, onde encontra-se uma vila de pescadores tombada pelo patrimônio histórico com significativa importância turística. É o único trecho do PESM a atingir o mar e incorpora ecossistemas associados à Mata Atlântica, além de núcleos caiçaras, quilombolas e indígenas. Nos últimos anos, a praia de Picinguaba (que integra o programa de balneabilidade da CETESB), apresentou alguns eventos de impropriedade o que indica certa contaminação das águas por efluentes domésticos. Fez-se então necessário seu monitoramento sistemático para acompanhamento da qualidade da água marinha.

2. Baía de Itaguá

A Baía de Itaguá situa-se defronte à sede do município de Ubatuba, entre a Ponta Grossa ao sul e a Ponta do Alegre ao norte. Suas águas abrigam as praias de Itaguá, Iperoig, Prainha do Matarazzo, Perequê-Açu e Barra Seca. Tratam-se de praias urbanas, com ocupação contínua predominante de população fixa e atividades de comércio e serviços. No seu interior, estão localizados o Farol da Ponta Grossa e o cais do porto de Ubatuba. Nela deságuam os rios Acaraú, Lagoa (ou Tavares), Grande e Indaiá. As praias monitoradas pelo programa de balneabilidade da CETESB apresentam-se bastante comprometidas quanto à qualidade sanitária das águas. Fez-se então necessário o monitoramento sistemático para acompanhamento da qualidade da água marinha.

3. Saco da Ribeira – Marinas

A Marina Pier do Saco da Ribeira é pública, administrada pela Fundação Florestal e oferece serviços de garagem náutica, atracação para carga e descarga, pesca e transporte para o Parque Estadual da Ilha Anchieta, além de postos de abastecimento flutuantes para embarcações; abriga também uma base do Instituto Oceanográfico da Universidade de São Paulo. Está localizada no interior da Baía do Flamengo, no trecho sul do município de Ubatuba, onde predomina uma ocupação descontínua por população flutuante. Apresenta grande concentração de estabelecimentos voltados para o turismo e atividade náutica, devido à instalação de píeres e atracadouros. Em decorrência do intenso uso e ocupação, sua praia foi praticamente extinta, reduzida a poucos metros de faixa de areia. Na Figura 2.7 é possível observar a grande quantidade de embarcações ancoradas.

4. Tabatinga

Localizada a 18 km ao norte do centro de Caraguatatuba, na divisa com Ubatuba, Tabatinga é uma praia de águas calmas e rasas, muito utilizada por banhistas e para a prática de esportes náuticos como mergulho livre. A praia possui também intenso tráfego de embarcações como lanchas, jet-skis, caiaques, esqui-aquáticos, windsurfes que podem gerar poluição por óleo e graxas. Ao norte, há ainda a foz do Rio Tabatinga que corre por uma área de crescente urbanização, podendo carrear para o mar efluentes sanitários; o ponto de monitoramento mais próximo a essa área é o ponto 3. Nos últimos anos, a praia de Tabatinga (monitoradas pelo programa de balneabilidade da CETESB com dois pontos de amostragem), apresentou alguns eventos de impropriedade o que indica certa contaminação das águas por efluentes domésticos

5. Cocanha

Esta área localiza-se na região norte do município de Caraguatatuba, e possui atividade de maricultura desenvolvida na área próxima às Ilhas da Cocanha Grande (Massaguaçu) e da Cocanha Pequena. A criação de mexilhões desenvolvida na Cocanha utiliza o sistema de "long lines", onde os mexilhões, da espécie *Perna perna*, crescem aderidos em linhas presas perpendicularmente ao cabo principal, em profundidade equivalente ao meio da coluna d'água (± 2 m). Como encontra-se em área de ocupação urbana, com população flutuante intensificada em períodos de férias, pode receber poluição por efluentes de esgotos domésticos.

6. Baía de Caraguatatuba

A Baía de Caraguatatuba situa-se defronte à sede do município. Abriga as praias de Porto Novo, Fleixeiras, Romance, Palmeiras, Lagoa, Aruan, Indaiá, Centro e Camaroeiro. Todas essas praias são urbanas, com ocupação contínua predominante de população fixa e atividades de comércio e serviços. Os principais rios que deságuam na baía são o Rio Santo Antônio, o Rio Lagoa e o Rio Juqueriquerê, o maior dos três. As praias monitoradas pelo programa de balneabilidade da CETESB apresentam comprometimento quanto à qualidade sanitária das águas. Fez-se então necessário o monitoramento sistemático para acompanhamento da qualidade da água marinha. Outro fator importante a ser considerado é o aumento da atividade industrial representada pela instalação da Unidade de Tratamento de Gás do Campo de Mexilhão (Petrobras), o que deve também refletir em um aumento da população fixa local.

7. Canal de São Sebastião

O Canal de São Sebastião (CSS) está localizado na costa nordeste do Estado de São Paulo. O canal separa o continente da Ilha de São Sebastião, que abriga o município de Ilhabela. Este canal limita-se, ao norte, pela Ponta das Canas e, ao sul, pela Ponta da Sela, ambas situadas na Ilha de São Sebastião; a extensão é de aproximadamente 25 km e a largura varia entre 6 km na entrada norte, 7 km na entrada sul e 2 km no ponto central. O CSS localiza-se entre duas serras, nas margens continental e insular, sendo abrigado do Oceano Atlântico, funcionando como um funil para os ventos. Já a profundidade é variável e aumenta das desembocaduras para o centro, de 23 m na parte sul e 25 m na parte norte, chegando a mais de 40 metros próximo ao terminal petrolífero TASSE da Petrobras na região central do canal. A água do canal recebe efluentes de quatro emissários submarinos: três de efluentes doméstico e um de efluente industrial (TASSE). Por se tratar de um local abrigado e de grande profundidade nele se localiza também o Porto de São Sebastião.

8. Barra do Una

A praia da Barra do Una, distante 56 km ao sul do centro de São Sebastião, localiza-se numa enseada formada entre a Ponta do Una a leste e o Morro do Engenho a oeste. Com extensão aproximada de 1.800 m. É um local bastante procurado por banhistas e a população fixa tem aumentado. O principal curso d'água afluente é o Rio Una, de porte considerável, que tem apresentado níveis elevados de contaminação por esgotos. O rio é navegável e nas suas margens há inúmeras marinas e atracadouros para barcos de pequeno porte.

9. Foz do Rio Itaguapé

A praia de Itaguapé é considerada a única praia totalmente preservada da região e é muito procurada por surfistas; por sua vez o Rio Itaguapé, cuja foz é nessa praia, é bastante procurado para a prática de canoagem e também para banhos e pesca de arremesso. A praia tem aproximadamente 3,5 km de extensão de mar aberto, a vegetação é formada por mangue, restinga e Mata Atlântica. É uma região confinada entre duas áreas com ocupação urbana: São Lourenço ao Sul e Guaratuba ao norte e sofre com a pressão imobiliária. Na Figura 2.7, é possível observar também essas áreas de ocupação ao redor do rio. Com o intuito de proteger os ecossistemas locais foi criado, em dezembro de 2010, por meio do Decreto Estadual Nº 56.500, o Parque Estadual Restinga de Bertioiga, que abriga áreas de restinga em todo o município de Bertioiga, e toda a extensão do Rio Itaguapé.

10. Canal de Bertioiga

O Canal de Bertioiga é o maior canal da Baixada Santista (24 km de extensão) Localiza-se entre o continente e a Ilha de Santo Amaro e possui duas desembocaduras. A desembocadura sul faz a ligação com o sistema estuarino de Santos e a desembocadura norte faz a ligação com o Oceano Atlântico (região também conhecida por Barra de Bertioiga). Em todo o seu percurso, o canal recebe aporte de vários rios, sendo o maior deles o Rio Itapanhaú (próximo à Barra de Bertioiga). Outros rios que deságuam no canal, são o Rio Crumaú (na Ilha de Santo Amaro) e o Rio Trindade (na porção Continental), ambos localizados junto ao Largo do Candinho, na porção central do canal, região em que este atinge até 1 km de largura e onde as correntes de maré divergentes, provenientes das duas desembocaduras, se encontram. O ecossistema predominante no canal é o manguezal. Há também várias marinas incluindo postos de abastecimento para embarcações. Ressalta-se que os pontos de amostragem localizam-se na porção leste do canal entre o Largo do Candinho e a barra de Bertioiga.

11. Área de influência do emissário do Guarujá

A enseada do Guarujá, de geometria alongada, é um ambiente costeiro de plataforma continental aberta. Nela localiza-se o sistema de disposição oceânica dos esgotos sanitários do Guarujá composto por uma EPC (Estação de Pré Condicionamento), na qual o efluente passa por gradeamento e peneiras finas (ambos visando à remoção de sólidos), seguido pela cloração (para a eliminação dos coliformes) sendo posteriormente eliminado por meio do Emissário Submarino, localizado na praia da Enseada. Esse sistema atende a uma população de 445.858 habitantes.

Cabe ressaltar que este emissário é o maior em extensão do litoral paulista (4.500m) e o que atinge a maior profundidade na Baixada Santista (14m), e possui a segunda maior vazão em todo o litoral (1.447 m³/s).

12. Canal de Piaçaguera

O Canal de Piaçaguera faz parte do Sistema Estuarino de Santos e São Vicente. Situa-se na parte alta do estuário, possui cerca de 5 km de extensão até o largo do Caneu terminando na região do terminal da Alemoa, e tem cerca de 450m de largura. Recebe influência de vários tipos de efluentes, domésticos, industriais, além da influência das atividades portuárias. Era um canal natural que foi aprofundado na década de 1960 com a finalidade de servir de acesso marítimo aos terminais portuários da Usiminas e da Fosfertil em Cubatão, é uma região considerada crítica em termos de poluição, pois recebe efluentes industriais e passa constantemente por atividades de dragagem de aprofundamento.

13. Canal de Santos

O Canal de Santos tem cerca de 13 km de extensão, com profundidade média entre 12 e 14 metros. Localiza-se a leste da Ilha de Santo Amaro, interligando a parte interna do Estuário de Santos à Baía. A principal atividade nessa área é representada pelo Porto de Santos, que ocupa mais de 7 milhões de m². O Canal recebe a drenagem dos municípios de Cubatão, Santos e Guarujá, além de influência do Canal de Bertioga. É uma área intensamente impactada pela atividade portuária e pela presença, nas adjacências, de parque industrial, além de esgotos domésticos. Para manutenção da atividade portuária, há a necessidade de dragagem periódica do canal de navegação e, dada a natureza desse material, é necessário o monitoramento do ambiente.

Os pontos de amostragem foram selecionados com o objetivo de englobar as diversas fontes potenciais de poluição que afluem para essas águas. Na margem esquerda (Guarujá), além de terminais portuários, há também moradias de baixa renda, representada por favelas (ponto 1). No ponto 2 predominam as atividades portuárias e drenagem urbana. O ponto 3 foi escolhido por ser o início do Canal do porto, próximo à saída do Canal de Bertioga.

14. Canal de São Vicente

O Canal de São Vicente localizado na Baixada Santista é, juntamente com o Canal de Santos, destinatário das águas provindas dos rios da região estuarina como o Cubatão, o Perequê, o Piaçaguera e o Casqueiro. O Canal recebe também as águas dos rios Santana, Mariana e Piabuçú, todos na margem direita do Canal, que se encontra em melhor estado de conservação e é composta por manguezais, no município de São Vicente; em contraposição na margem esquerda do canal, a Ilha de São Vicente é uma região densamente ocupada. O processo de ocupação nessa margem foi, em muitos locais, desordenado, com a presença de habitações do tipo palafitas, que possuem pouca ou nenhuma condição de saneamento, incrementando o canal com uma carga considerável de efluentes domésticos. Nesta mesma margem, encontra-se o Rio dos Bagres, na divisa com o município de Santos, onde desde a década de 50 existia o “Dique de Sambaiatuba” (originalmente um manguezal) que funcionou como um lixão. Atualmente, programas de habitação e de plantio de mudas de mangue vêm sendo realizados na região. A Figura 2.7 mostra os pontos de amostragem.

15. Baía de Santos - Área de influência do Emissário de Santos

A baía de Santos tem cerca de 7 km de largura na parte central e 11 km na parte final, entre as Pontas de Itaipu a oeste e do Munduba a leste e uma profundidade média de 5 a 10 metros. Ao norte, é delimitada pelas praias de Santos e São Vicente. Recebe águas do estuário de Santos e São Vicente, pelas desembocaduras do canal de Santos e do canal dos Barreiros constituindo-se numa área de mistura da água do mar com as águas salobras vindas do continente. Além da poluição produzida pelo Porto de Santos e pelas indústrias da região de Cubatão, outra fonte de poluição são os esgotos domésticos lançados tanto no estuário quanto pelo emissário submarino cuja saída do efluente está localizada a 4 km da costa, no centro da baía. Todos esses fatores contribuem para que este ambiente se apresente bastante impactado.

16. Área de influência do Emissário de Praia Grande 1

A Praia Grande é uma região de plataforma continental aberta e está sob a influência direta das massas de águas costeiras da plataforma continental adjacente. Possui uma topografia do fundo submarino uniforme, onde as isóbatas entre 10 e 30 metros são, aproximadamente paralelas à linha de costa. A porcentagem de esgoto coletado nesse município é de 70% encaminhado para as Estações de Pré Condicionamento (EPCs) onde passam por um processo de remoção de sólidos grosseiros (peneiramento) e cloração. Após o pré-condicionamento, o esgoto é eliminado por meio dos três emissários: Subsistema 1, 2 e 3.

O primeiro deles, o subsistema Praia Grande 1 (PG1), localizado no Canto do Forte, atende a uma população de aproximadamente 253.775 habitantes. O segundo subsistema, Praia Grande 2 (PG2) esta localizado na Vila Tupy e atende a uma população de aproximadamente 348.635 habitantes. O terceiro, localizado na Vila Caiçara, atende uma população de aproximadamente 559 mil pessoas.

17. Área de influência da foz do Rio Itanhaém

O rio Itanhaém é formado pelas águas dos rios Preto e Branco no município de Itanhaém e é considerado um criadouro natural para peixes e aves aquáticas. Os ecossistemas envolvidos são os manguezais, com área de aproximadamente 278 ha, dos quais 30% encontra-se em área urbana, além de mata de restinga e mata atlântica. Por ser navegável, abriga inúmeras marinas. É um rio ainda bastante preservado em suas margens, contudo, sofre a pressão de áreas de expansão urbana. Recebe o efluente de uma estação de tratamento de esgotos sanitários.

18. Área de influência da foz do Rio Preto

Distante 138 km da capital, Peruíbe é um município tipicamente turístico, com 321 km² de área entre a planície litorânea onde encontram-se as praias e as serras, entre elas, a de Serra de Peruíbe e a Serra do Mar. Há poucas áreas de manguezais no município, a vegetação predominante é a de Mata Atlântica dividida entre o Parque Estadual da Serra do Mar e a Estação Ecológica da Juréia (há uma sobreposição entre a Estação Ecológica e a Área de Proteção Ambiental Cananéia – Iguape – Peruíbe), ou seja, grande parte do município pertence a áreas sob proteção legal. O rio Preto recebe efluente de estação de tratamento de esgoto sanitário.

19. Mar Pequeno

O Mar Pequeno faz parte do sistema estuarino lagunar de Iguape-Cananeia e é um braço de mar com mais de 50 km de extensão, que separa a Ilha Comprida do município de Iguape na parte continental. Possui duas embocaduras que fazem a ligação com o mar, a barra da Icapara ao norte e a de Cananéia ao Sul. É uma área rica em manguezais e berçário para várias espécies marinhas e aves aquáticas. A área localiza-se próximo a diversas unidades de conservação como a Estação Ecológica Juréia Itatins e Áreas de Proteção Ambiental de Ilha Comprida. Recebe as águas do Rio Ribeira de Iguape, por meio do Valo Grande, no centro urbano de Iguape.

O Valo Grande é um canal artificial inaugurado em 1855 cujo objetivo era encurtar o caminho das canoas que traziam arroz para carregamento no porto marítimo de Iguape, bastante importante para a economia local. Originalmente com 4 metros de largura, foi sofrendo forte e rápida erosão provocada pelas águas do Rio Ribeira. Os sedimentos carregados para o Mar Pequeno assorearam o porto marítimo inutilizando-o para operações no final do século XIX. O aumento da água doce provocou sensíveis mudanças no ambiente local tanto na temperatura quanto na salinidade, turbidez e mesmo na comunidade aquática, fonte de renda para muitos ribeirinhos. Por sua vez, o Rio Ribeira com apenas 1/3 de suas águas chegando até a foz, também sofreu assoreamento e grandes mudanças no sistema hídrico. Obras para contenção da erosão provocada pelo Valo Grande foram realizadas, contudo nenhuma delas obteve o sucesso esperado e outras nem chegaram ao término por alegação de falta de recursos financeiros. Hoje, o Valo Grande possui mais de 200 metros de largura em alguns trechos, recebe 2/3 das águas do Rio Ribeira e é uma grande influência no ambiente aquático do Mar Pequeno.

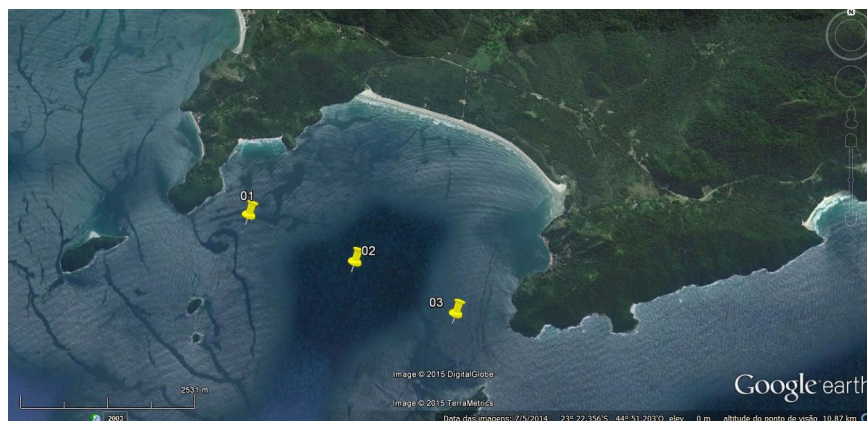
20. Mar de Cananéia

O município de Cananéia situa-se no extremo sul do litoral paulista, e é formado por inúmeras ilhas: Cananéia (sede), Cardoso, Bom Abrigo, Filhote, Cambriú, Castilho, Figueira, Casca e Pai do Mato.

Em toda a região, a principal atividade da população é a pesca artesanal e envolve principalmente a captura dos camarões sete-barbas, branco e rosa, além da utilização de armadilhas principalmente para a pesca da tainha. Para a população local o recurso natural é de grande importância econômica e cultural. Segundo o Instituto de Pesca de Cananéia, a economia da região baseia-se na pesca artesanal e industrial, no ecoturismo e na prestação de serviços.

Figura 2.7 – Localização dos pontos de amostragem da rede costeira (continua)

PICINGUABA



BAÍA DE ITAGUÁ



SACO DE RIBEIRA



TABATINGA

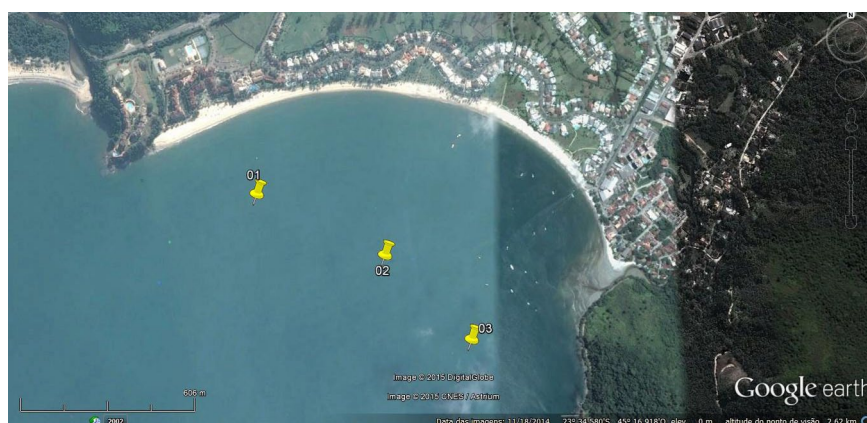


Figura 2.7 – Localização dos pontos de amostragem da rede costeira (continuação)

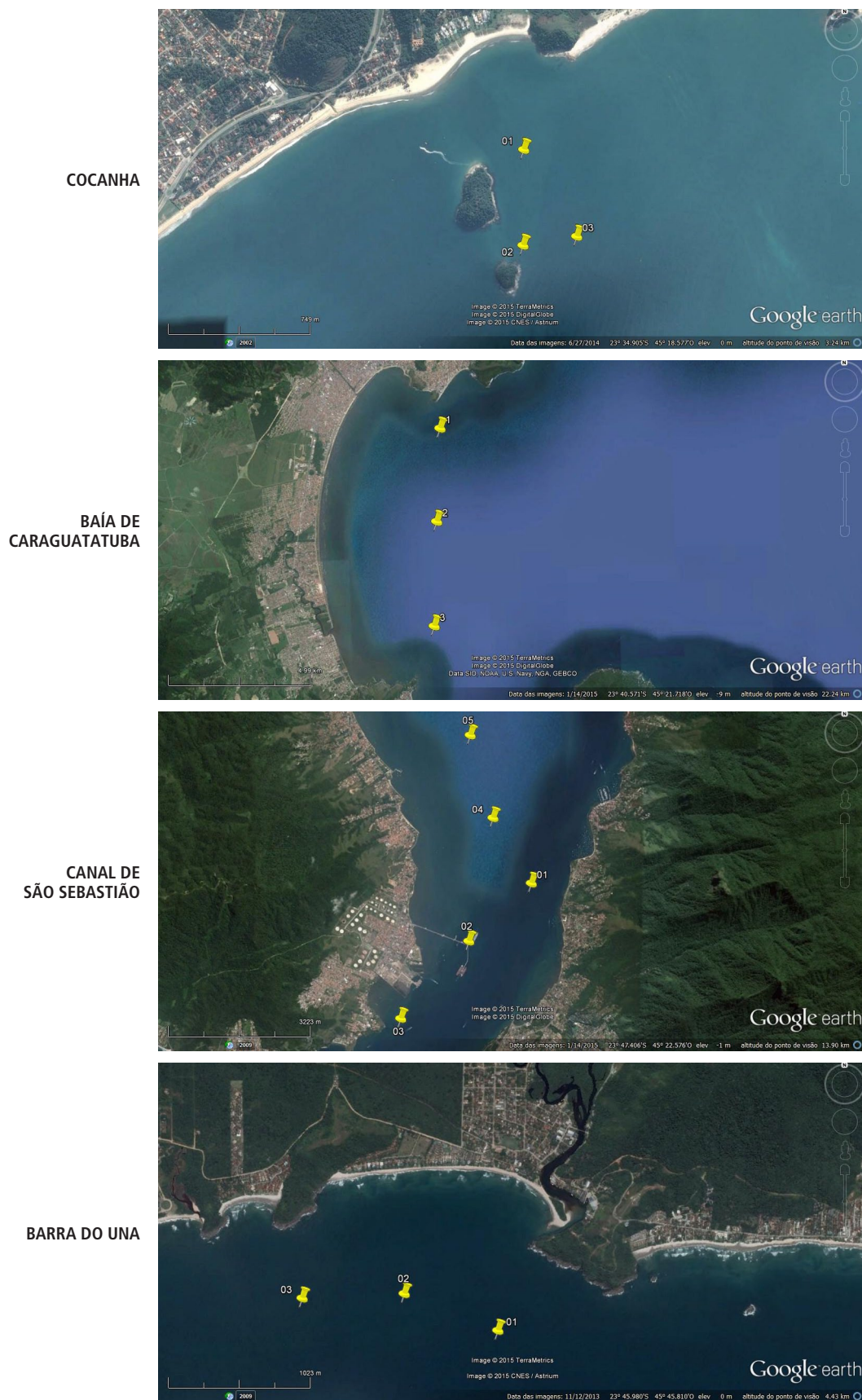


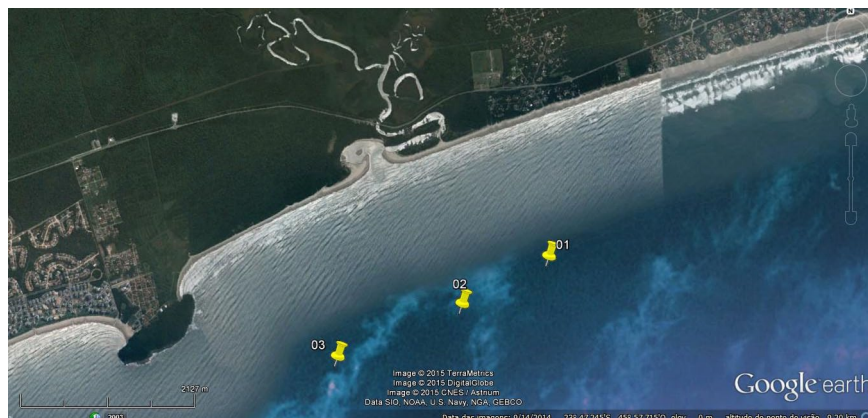
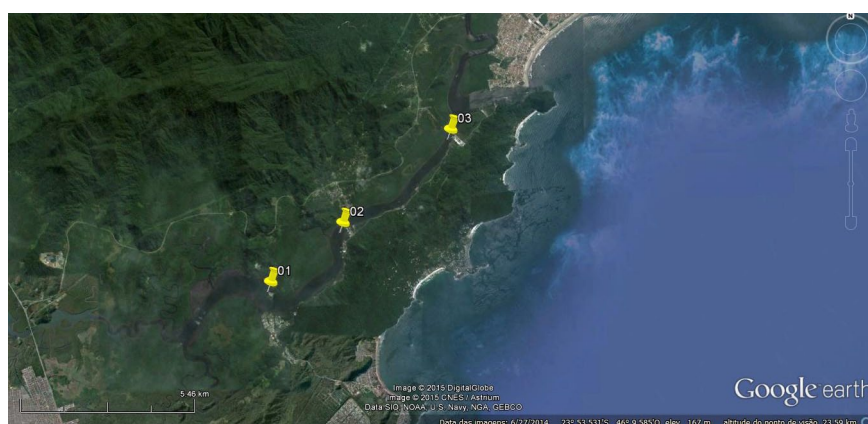
Figura 2.7 – Localização dos pontos de amostragem da rede costeira (continuação)**FOZ DO
RIO ITAGUARÉ****CANAL DE
BERTIOGA****EMISSÁRIO DO
GUARUJÁ****CANAL DE
PIAÇAGUERA**

Figura 2.7 – Localização dos pontos de amostragem da rede costeira (continuação)

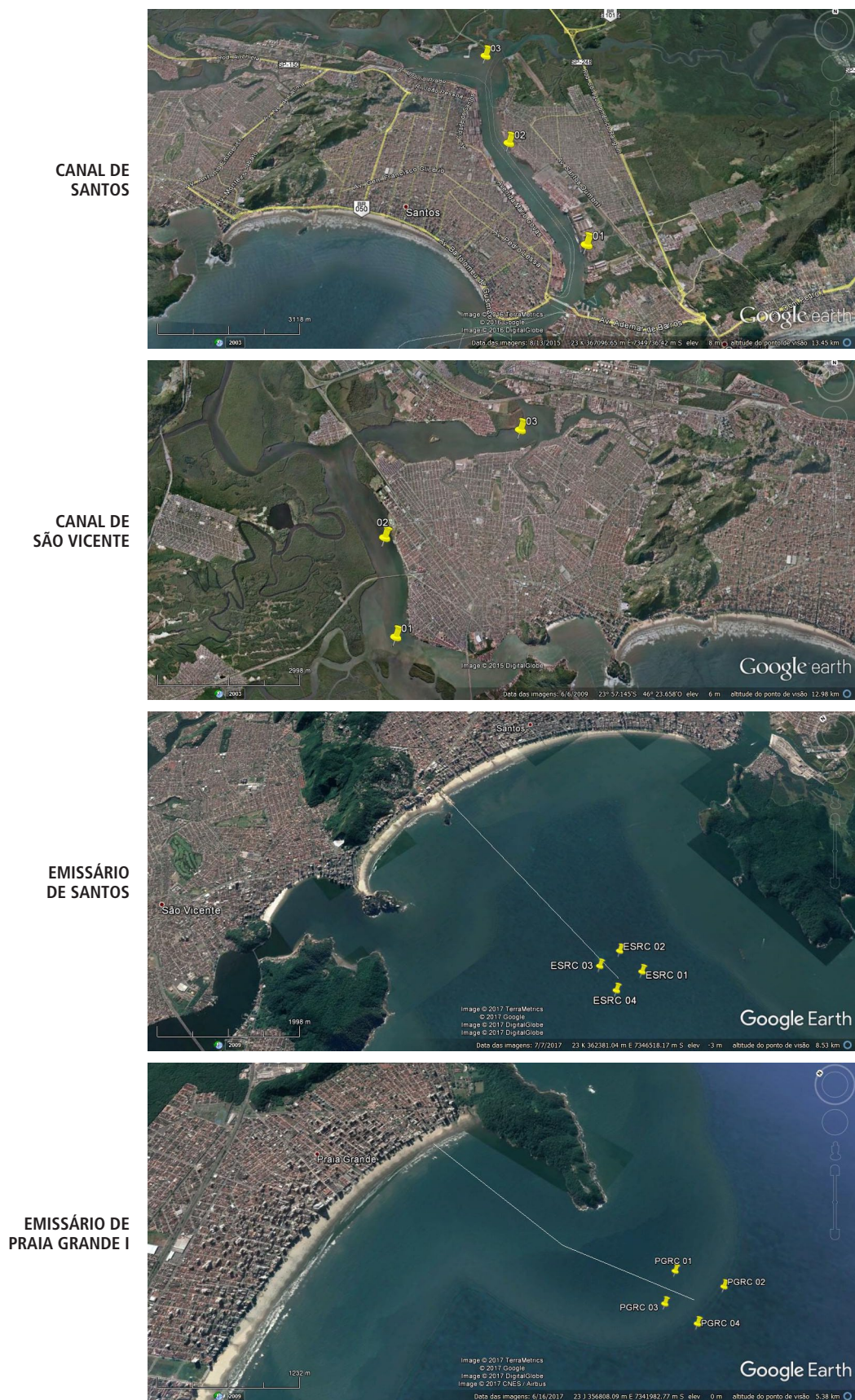
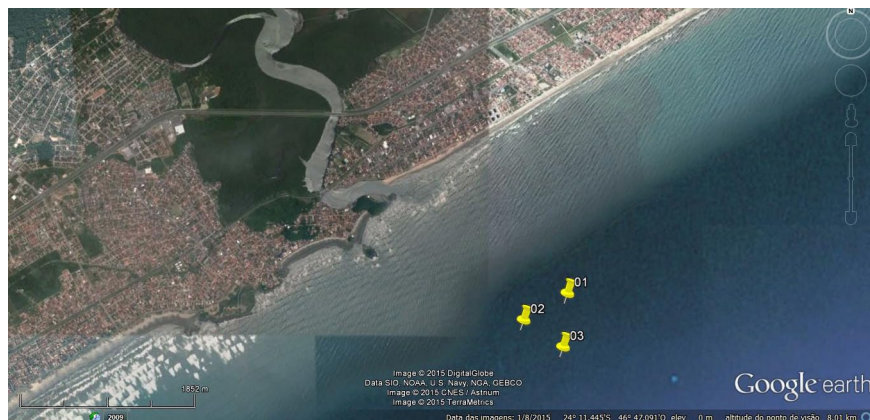
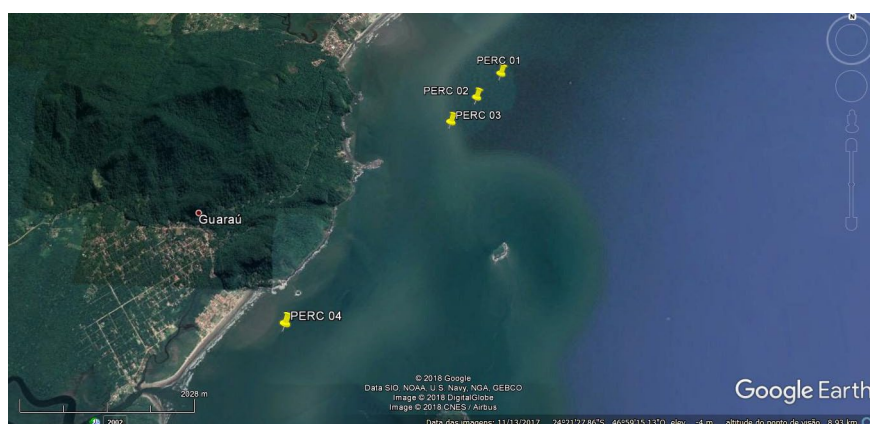
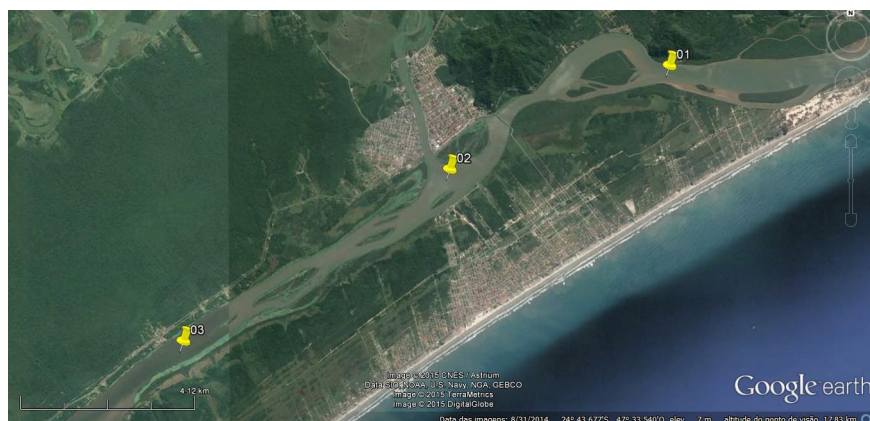
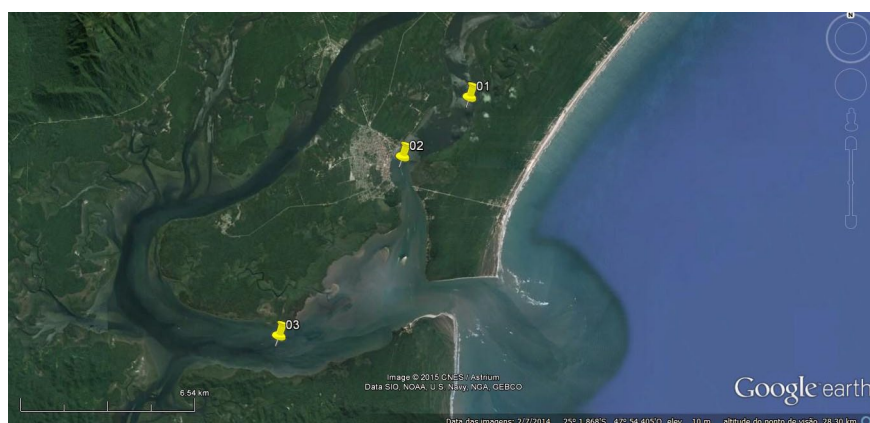


Figura 2.7 – Localização dos pontos de amostragem da rede costeira (conclusão)**FOZ DO
RIO ITANHAÉM****FOZ DO
RIO PRETO****MAR PEQUENO****MAR DE
CANANÉIA**

A Tabela 2.13 apresenta as coordenadas dos pontos da Rede Costeira.

Tabela 2.13 – Coordenadas dos pontos (continua)

Município	Local	PONTO	UTM		LAT (S)	LONG (W)
Ubatuba	Picinguaba	1	512.128	7.415.005	23° 22' 27,57"	44° 52' 52,79"
		2	513.666	7.414.345	23° 22' 48,88"	44° 51' 58,67"
		3	515.127	7.413.621	23° 23' 12,43"	44° 51' 07,14"
	Itaguá	1	495.420	7.408.739	23° 25' 51,46"	45° 02' 41,43"
		2	495.786	7.407.921	23° 26' 18,04"	45° 02' 28,55"
		3	495.960	7.407.238	23° 26' 40,25"	45° 02' 22,47"
	Saco da Ribeira	1	487.634	7.400.724	23° 30' 12,9"	45° 07' 16,0"
		2	487.600	7.400.892	23° 30' 07,5"	45° 07' 17,1"
		3	487.943	7.400.814	23° 30' 10,0"	45° 07' 05,1"
Caraguatatuba	Tabatinga	1	470.565	7.392.694	23° 34' 33,3"	45° 17' 18,4"
		2	471.009	7.392.481	23° 34' 40,2"	45° 17' 02,7"
		3	471.311	7.392.191	23° 34' 49,7"	45° 16' 52,1"
Caraguatatuba	Cocanha	1	468.450	7.392.101	23° 34' 51,3"	45° 18' 33,1"
		2	468.729	7.391.649	23° 35' 06,1"	45° 18' 23,3"
		3	468.445	7.391.602	23° 35' 07,6"	45° 18' 33,3"
	Baía de Caragua	1	460.429	7.384.873	23° 38' 46,85"	45° 23' 16,78"
		2	460.231	7.381.531	23° 40' 35,50"	45° 23' 24,09"
		3	460.052	7.377.776	23° 42' 37,58"	45° 23' 30,77"
São Sebastião	Canal de São Sebastião	1	462.019	7.368.621	23° 47' 34,3"	45° 22' 22,1"
		2	460.659	7.366.471	23° 48' 44,1"	45° 23' 10,4"
		3	458.736	7.364.998	23° 49' 31,8"	45° 24' 18,5"
		4	461.161	7.370.128	23° 46' 46,36"	45° 22' 52,31"
		5	460.658	7.371.989	23° 45' 45,81"	45° 23' 9,92"
	Una	1	422.069	7.370.651	23° 46' 24,23"	45° 45' 53,46"
		2	421.395	7.370.885	23° 46' 15,43"	45° 46' 17,19"
		3	420.659	7.370.856	23° 46' 16,20"	45° 46' 43,17"
Bertioga	Itaguapé	1	403.239	7.368.293	23° 47' 36,18"	45° 56' 59,14"
		2	402.176	7.367.723	23° 47' 54,46"	45° 57' 36,80"
		3	400.652	7.367.091	23° 48' 14,60"	45° 58' 30,81"

Tabela 2.13 – Coordenadas dos pontos (continuação)

Município	Local	PONTO	UTM		LAT (S)	LONG (W)
Bertioga	Canal de Bertioga	1	376.409	7.354.924	23° 54' 44,1 "	46° 12' 51,1 "
		2	378.681	7.356.747	23° 53' 45,4 "	46° 11' 30,2 "
		3	382.069	7.359.622	23° 52' 12,9 "	46° 09' 29,6 "
Cubatão	Canal de Piaçaguera	1	359.982	7.357.491	23°53'16.84"	46°22'31.24"
		2	359.959	7.355.860	23°54'9.84"	46°22'32.61"
		3	361.864	7.353.914	23° 55' 12,6 "	46° 21' 25,7 "
Santos	Canal de Santos	1	369.107	7.347.706	23° 58' 36,6 "	46° 17' 11,6 "
		2	367.145	7.350.411	23° 57' 08,1 "	46° 18' 20,1 "
		3	366.363	7.353.172	23°55'39.20"	46°18'47.06"
	Emissário de Santos	1	362.909	7.343.984	24° 0'36.85"	46°20'52.33"
		2	362.884	7.344.421	24° 0'22.64"	46°20'53.07"
		3	362.489	7.344.431	24° 0'22.19"	46°21'7.04"
		4	362.419	7.344.012	24° 0'35.79"	46°21'9.66"
São Vicente	Canal de São Vicente	1	355.832	7.347.793	23° 58' 29,6 "	46° 25' 01,2 "
		2	355.575	7.349.873	23° 57' 21,9 "	46° 25' 09,5 "
		3	358.418	7.352.163	23° 56' 08,4 "	46° 23' 28,2 "
Guarujá	Emissário Guarujá	1	375.411	7.341.842	24° 1'50.20"	46°13'30.57"
		2	375.359	7.342.258	24° 1'36.66"	46°13'32.28"
		3	375.789	7.342.309	24° 1'35.12"	46°13'17.04"
		4	375. 838	7.341.901	24° 1'48.40"	46°13'15.44"
Praia Grande	Praia Grande 1	1	357.387	7.340.387	24° 2'32.02"	46°24'9.01 "
		2	357.522	7.339.943	24° 2'46.50"	46°24'4.39 "
		3	357.037	7.340.299	24° 2'34.77"	46°24'21.43 "
		4	357.046	7.339.965	24° 2'45.63"	46°24'21.23 "
Itanhaém	Foz do Rio Itanhaém	1	319.992	7.322.518	24° 11' 57,9 "	46° 46' 20,2 "
		2	319.530	7.322.232	24° 12' 07,0 "	46° 46' 36,7 "
		3	319.951	7.321.951	24° 12' 16,3 "	46° 46' 21,9 "
Peruíbe	Foz do Rio Preto	1	299.032	7.306.871	24° 20' 17,2 "	46° 58' 50,6 "
		2	298.705	7.306.452	24° 20' 30,7 "	46° 59' 02,5 "
		3	298.365	7.306.031	24° 20' 44,2 "	46° 59' 14,7 "
		4	296.509	7.303.099	24° 22' 19,76 "	47° 0' 22,38 "

Tabela 2.13 – Coordenadas dos pontos (conclusão)

Município	Local	PONTO	UTM		LAT (S)	LONG (W)
Iguape	Mar Pequeno	1	246.379	7.266.044	24° 41' 55,85"	47° 30' 23,98"
		2	241.203	7.263.550	24° 43' 13,74"	47° 33' 29,65"
		3	234.939	7.259.450	24° 45' 23,03"	47° 37' 15,10"
Cananéia	Cananéia	1	207.464	7.232.504	24° 59' 39,9"	47° 53' 52,6"
		2	204.973	7.230.260	25° 00' 51,1"	47° 55' 23,0"
		3	200.399	7.223.528	25° 04' 26,4"	47° 58' 11,3"

Datum: WGS84

3 • Qualidade das Águas Salinas e Salobras e Sedimentos: Índices e Resultados

Neste capítulo são apresentadas tabelas resumo e a discussão dos resultados de qualidade de água e sedimento obtidos no monitoramento. Além disso, são analisados diversos índices calculados para cada compartimento. As planilhas com os dados brutos encontram-se no Apêndice 1.

Os resultados serão comparados aos padrões de qualidade da Classe 1 para águas salinas e salobras conforme estabelecido na Resolução N° 357/2005 e seu artigo 42 por não terem sido ainda objeto de enquadramento.

Para a interpretação integrada dos resultados de água empregou-se um índice de qualidade de águas costeiras desenvolvido no Canadá para a avaliação de corpos d'água, que se utiliza da ocorrência de não conformidades de parâmetros selecionados em relação a um valor de referência em um universo de amostragens realizadas. Para esse índice (IQAC) foram selecionados nove parâmetros. Classifica as águas em cinco categorias de acordo com a qualidade observada: Ótima, Boa, Regular, Ruim e Péssima. A descrição completa do índice encontra-se no Capítulo 1.

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

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

Com relação aos sedimentos foram empregados dois índices, o de qualidade microbiológica que resultou na classificação deste compartimento em cinco categorias: Ótima, Boa, Regular, Ruim e Péssima e ecotoxicológica em 3 categorias: Ótima, Ruim e Péssima.

Problemas operacionais tanto em laboratório quanto em campo podem impedir alguma determinação ou gerar alguma restrição analítica quanto aos resultados. Nota-se que alguns grupos de substâncias são avaliados somente uma vez por ano como os metais em água e HPAs no sedimento. A seguir são apresentadas considerações referentes às coletas e aos resultados analíticos das amostras de água e sedimento da rede costeira obtidas em 2017.

Quanto às amostras de água:

- O limite de quantificação (LQ) da maior parte das análises no que tange o fósforo total e o grupo dos metais (exceto boro) foi superior aos padrões legais, limitando a avaliação destes parâmetros no ano de 2017.
- As águas costeiras (salinas) apresentam uma concentração natural de boro muito próxima do limite legal, que é 10 vezes superior ao limite para regiões estuarinas (águas salobras) de forma que não conformidades deste parâmetro são comuns e não necessariamente fruto de uma contaminação de fonte antropogênica.

Quanto às amostras de sedimento:

- Há uma quantidade natural (nível basal) de arsênio nos solos e sedimentos do litoral paulista que frequentemente excede os valores orientadores;
- O litoral paulista apresenta valor de concentração basal de 9,84 mg/kg de arsênio (Quinaglia, 2006), superior ao valor orientador adotado pela CETESB (ISQG).

3.1 IQAC - Índice de Qualidade de Águas Costeiras

Como o IQAC utiliza os padrões de qualidade para gerar as classificações, e considerando que os critérios estabelecidos na Resolução nº 357/2005 são diferentes para águas salinas e águas salobras, o índice das seis áreas que se caracterizam por apresentarem águas salobras: Canal de Bertioga, Canal de Santos, Canal de São Vicente, Canal de Piaçaguera, Mar de Cananéia e Mar Pequeno, é calculado com limites diferentes das outras áreas.

Os resultados do índice por ponto de amostragem e a média obtida para cada uma das 20 áreas estudadas encontram-se na Tabela 3.1. A maioria delas possui 3 pontos de amostragem, exceto as áreas de influência dos emissários com quatro e o Canal de São Sebastião com 5 pontos. São apresentados, também, os parâmetros que se mostraram não conformes em cada uma delas independentemente de serem computados no índice.

Ressalta-se que neste ano não foram considerados os resultados de fósforo total no cálculo do índice, exceto para áreas estuarinas (água salobra) em função dos limites de quantificação atingidos pelos laboratórios terem sido superiores aos padrões legais. Isso pode representar uma melhora dos índices de algumas áreas, onde normalmente ele se apresentaria não conforme.

Tabela 3.1 – Classificação dos pontos monitorados na Rede Costeira e média das áreas de acordo com o IQAC – 2017

Classificação - IQAC 2017					(%) de amostras não conformes por Parâmetro
Local de amostragem	Ponto 1	Ponto 2	Ponto 3	MÉDIA	
Picinguaba	82	82	75	79	33% COT, 11% OD e 17% clorofila <i>a</i>
Baía de Itaguá	73	83	83	79	61% COT, 22% OD, 8% clorofila <i>a</i>
Saco da Ribeira	92	99	99	97	6% enterococos
Tabatinga	99	99	99	99	
Cocanha	99	99	99	99	
Baía de Caraguatatuba	91	92	75	86	33% clorofila <i>a</i> , 6% COT, 6% OD
Barra do Una	91	83	83	86	44% COT, 17% clorofila <i>a</i>
Rio Itaguapé	91	91	91	91	39% COT
Canal de Bertioga	64	63	83	70	100% COT, 60% fósforo, 55% clorofila <i>a</i> , 29% OD
Canal de Santos	58	54	54	55	100% COT, 100% fósforo, 50% nitrogênio amoniacal, 50% Enterococos, 50% clorofila <i>a</i> , 11% OD
Canal de Piaçaguera	27	40	54	40	100% fósforo, 59% COT, 56% nitrogênio amoniacal, 53% OD, 50% enterococos, 8% clorofila <i>a</i>
Canal de São Vicente	47	54	37	46	100% fósforo, 94% nitrogênio amoniacal, 67% OD, 67% COT, 42% clorofila <i>a</i> , 33% enterococos
Rio Itanhaém	74	82	81	79	83% clorofila <i>a</i> , 22% COT, 6% enterococos.
Rio Preto	75	75	80	76	67% clorofila <i>a</i> , 28% COT, 11% OD
Mar Pequeno	77	74	76	76	56% COT, 33% enterococos, 33% clorofila <i>a</i> , 17% fósforo
Mar Cananéia	80	81	92	85	83% COT, 33% clorofila <i>a</i>

Classificação - IQAC 2017							(%) de amostras não conformes por Parâmetro
Local de amostragem	Ponto 1	Ponto 2	Ponto 3	Ponto 4	Ponto 5	MÉDIA	
Canal de São Sebastião	91	91	92	92	83	90	17% OD, 10% clorofila <i>a</i> , 3% COT, 3% pH (1 ocorrência acima de 8,5)
Emissário Guarujá	83	83	82	82		83	46% OD, 44% clorofila <i>a</i>
Emissário Santos	54	44	52	38		47	94% clorofila <i>a</i> , 63% COT, 63% enterococos, 38% OD, 4% nitrogênio amoniacal
Emissário Praia Grande	73	69	74	83		75	56% clorofila <i>a</i> , 30% OD, 17% enterococos, 4% COT

Legenda:

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

3.2 IETC - Índice de Estado Trófico Costeiro

Com relação à eutrofização, nas duas campanhas realizadas em 2017, foram monitoradas 20 áreas nas quais os pontos de amostragem foram avaliados em duas profundidades (superfície e meio) e classificados segundo o Índice de Estado Trófico Costeiro (IETC). Na Tabela 3.2 são apresentados os resultados das médias das concentrações de clorofila *a* das duas profundidades por ponto, a média por campanha e a média anual, além de suas respectivas classificações pelo IETC.

Tabela 3.2 – Valores médios de clorofila *a* (µg/L) e suas classificações nos pontos monitorados de acordo com o Índice de Estado Trófico Costeiro (IETC) – primeira e segunda campanhas de 2017

Local	Ponto	1ª CAMPANHA						2ª CAMPANHA						MÉDIA ANUAL
		1	2	3	4	5	MÉDIA 1ª C	1	2	3	4	5	MÉDIA 2ª C	
Picinguaba		0,56	0,68	0,88			0,71	2,94	1,62	3,38			2,65	1,68
Baía de Itaguá		1,41	1,08	0,69			1,06	4,17	1,93	1,73			2,61	1,83
Saco da Ribeira		1,22	1,64	0,56			1,14	1,32	1,47	0,58			1,12	1,13
Tabatinga		0,56	0,56	0,82			0,65	1,35	1,32	1,64			1,43	1,04
Cocanha		0,73	0,56	0,56			0,62	0,61	0,58	0,56			0,58	0,60
Baía de Caraguatatuba		1,02	2,44	1,09			1,52	2,60	0,85	2,35			1,93	1,72
Canal de São Sebastião		0,86	1,30	1,26	0,70	4,09	1,64	0,70	0,96	0,56	1,46	1,69	1,07	1,36
Barra do Una		0,86	0,84	1,02			0,91	1,84	1,97	3,02			2,28	1,59
Rio Itaguaré		0,59	1,13	1,16			0,96	0,56	0,68	0,56			0,60	0,78
*Canal de Bertioga		33,41	18,14	5,70			19,08	4,61	9,95	10,86			8,47	13,78
Emissário do Guarujá		3,89	2,81	2,96	3,84		3,37	1,80	1,74	1,87	2,14		1,89	2,63
*Canal de Santos		13,09	13,34	18,83			15,09	4,86	4,38	3,96			4,40	9,74
Emissário de Santos		5,36	3,87	5,62	8,67		5,88	12,51	12,03	13,18	11,36		12,27	9,07
*Canal de Piaçaguera		5,35	2,51	4,57			4,14	9,09	7,89	5,84			7,60	5,87
*Canal de São Vicente		11,57	12,03	16,79			13,46	2,65	4,17	7,84			4,88	9,17
Emissário de Praia Grande - 1		1,80	1,92	2,20	2,27		2,05	3,17	3,39	2,45	2,23		2,81	2,43
Rio Itanhaém		2,27	2,78	3,44			2,83	5,08	6,35	6,69			6,04	4,43
Rio Preto		1,94	1,58	7,77	3,56		3,73	4,28	3,92	4,22	6,95		4,54	4,14
*Mar Pequeno		2,67	2,10	3,69			2,82	10,43	1,77	11,50			7,90	5,36
*Mar de Cananéia		20,82	16,92	7,76			15,16	6,68	6,30	2,41			5,13	10,15

* Ambiente estuarinos

Estado Trófico	Mar Clorofila <i>a</i> µg/L	Estuário Clorofila <i>a</i> µg/L
Oligotrófico	CL<1,00	CL<3
Mesotrófico	1,00<CL<2,50	3<CL<10
Eutrófico	2,50<CL<5,00	10<CL<30
Supereutrófico	CL>5	CL>30

3.3 Microalgas

As microalgas são organismos microscópicos de vital importância para os ecossistemas por serem a base da cadeia alimentar, sendo que a maioria das espécies não é prejudicial à saúde, ao meio ambiente e às atividades econômicas. Dentre as 5.000 espécies de microalgas marinhas, cerca de 300 podem ocorrer em grande número e provocar florações ou “Blooms” e apenas 80 tem a capacidade de produzir biotoxinas.

As florações de microalgas ocorrem naturalmente nos oceanos, geralmente associadas às mudanças sazonais no regime de luz solar, disponibilidade de nutrientes e condições hidrodinâmicas, que modificam a estabilidade da coluna de água (SOLÉ *et al.*, 2005). As consequências são diminuição drástica do oxigênio dissolvido e bloqueio de luz solar, podendo prejudicar outros organismos.

As florações também podem representar um risco ao meio ambiente e à saúde pública porque algumas espécies pertencentes ao grupo dos dinoflagelados e das diatomáceas têm a capacidade de produzir biotoxinas, que são metabólicos resistentes ao calor, não sendo eliminadas com o cozimento ou outro tipo de processamento, podendo levar a sérias complicações à saúde.

O monitoramento da comunidade de microalgas da rede costeira foi iniciado em 2017, em decorrência da intensificação de eventos de florações registrados na região costeira do Estado desde 2014. Em sua maioria, essas florações apresentaram elevadas densidades de organismos não-tóxicos. Em 2014, por exemplo, foi registrada uma extensa mancha avermelhada nas águas de Ilhabela devido à floração do ciliado *Mesodinium rubrum*, e em junho de 2016 foi registrada uma floração do dinoflagelado *Noctiluca* na Baixada Santista. Entretanto, no mesmo mês da ocorrência de floração do *Noctiluca* houve uma floração do dinoflagelado *Dinophysis*, potencialmente produtor de toxinas que causam intoxicação diarreica (*Diarrhetic Shellfish Poisoning* – DSP), sendo registrada a ocorrência de gastroenterite em pessoas que ingeriram moluscos bivalves provenientes de uma colônia de cultivo em Cocanha – Caraguatatuba. Esses registros são inquietantes do ponto de vista ecológico e com relação à saúde humana devido, principalmente, à ocorrência de florações de organismos potencialmente produtores de toxinas.

Em 2017 foram registrados três eventos importantes na região costeira. Em agosto, banhistas relataram a ocorrência de grande quantidade de espuma no mar e coloração escura nas praias do Guarujá e Peruíbe, devido ao crescimento intensivo de diatomáceas dos gêneros *Anaulus* e *Asterionellopsis* na zona de arrebentação. Em setembro, uma extensa mancha vermelha foi avistada no litoral norte, afetando várias praias e áreas de produção de moluscos bivalves. Não foi possível identificar o dinoflagelado responsável pela floração em nível de gênero, devido à dificuldade de identificação taxonômica inerente a esse grupo. Em novembro, em São Sebastião – Praia de Santiago, foi registrada uma mancha similar a óleo, porém o CEBIMar – Centro de Biologia Marinha da USP confirmou tratar-se da cianobactéria *Trichodesmium*, por análise em microscópio.

Para o monitoramento da CETESB foram selecionados cinco pontos, localizados em regiões de cultivo ou de extrativismo de moluscos bivalves:

1. Baía de Itaguá (Ubatuba) - ponto 1 (BIRC 11 011);
2. Praia da Cocanha - ponto 1 – (CORC 11 011);
3. Canal de São Sebastião - ponto 5 (SSRC 11 051);
4. Rio Preto (Peruíbe) - Ponto 4 (PERC 11 041) e
5. Mar de Cananéia - ponto 3 (MCRC 21 031).

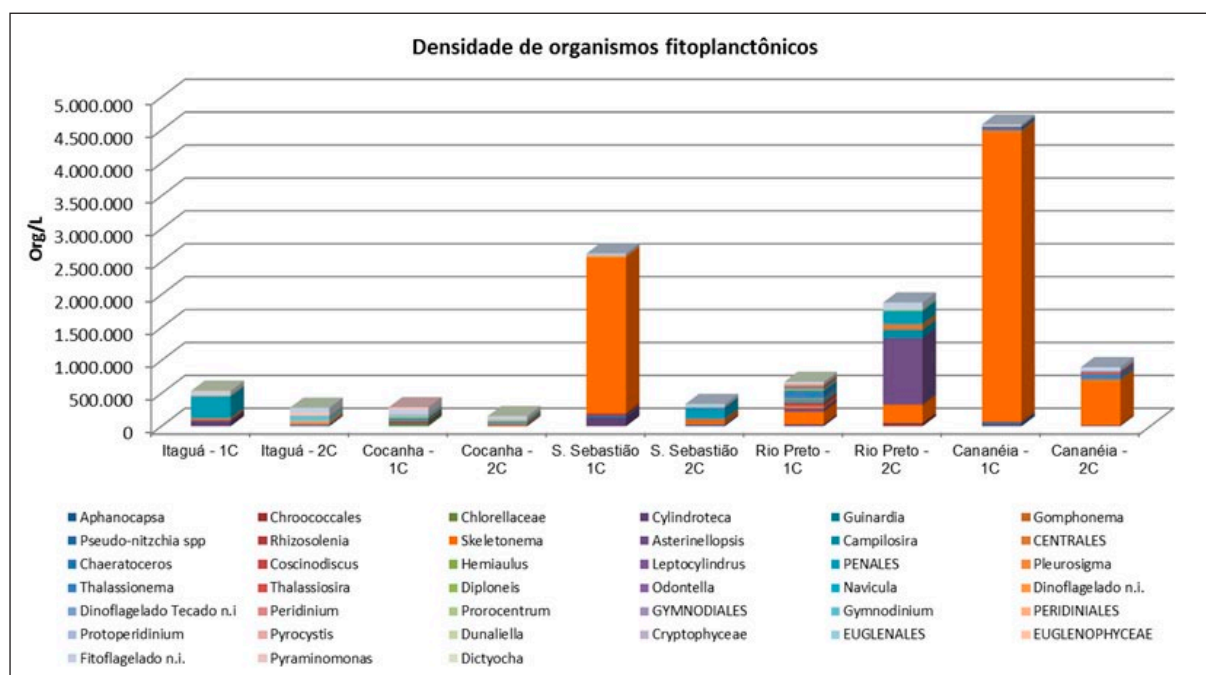
A amostragem foi feita em superfície e semestralmente, sendo identificados os organismos presentes e quantificando o número de organismos (densidade).

Os maiores valores de densidade de organismos foram obtidos na primeira campanha, em abril, no mar de Cananéia ($4,58 \times 10^{-6}$ org.L⁻¹) e no canal de São Sebastião ($2,62 \times 10^{-6}$ org.L⁻¹), e o menor valor foi registrado em novembro na praia da Cocanha ($0,15 \times 10^{-6}$ org.L⁻¹) (Gráfico 3.1).

Nos pontos localizados no canal de São Sebastião, Rio Preto e mar de Cananéia, houve forte dominância de diatomáceas nas duas campanhas, destacando-se os gêneros *Skeletonema* e *Asterionellopsis*. Apesar desses gêneros não serem considerados potencialmente produtores de toxinas, eles já foram associados à mortandade de organismos filtradores quando em altas densidades (PROCOPIAK *et al.*, 2006). Já no ponto localizado na praia da Cocanha, não foi registrada dominância de grupos, porém houve abundância de flagelados (Figura 3.1).

Na baía de Itaguá constatou-se dominância de diatomáceas em maio e abundância de dinoflagelados em agosto, destacando-se o gênero *Gymnodinium*. Dentro desse gênero a espécie *G. catenatum* é conhecida produtora de biotoxinas do tipo *Paralytic Shellfish Poisoning* – PSP, no entanto, ela não foi identificada na amostra. Considerando o registro de uma espécie do gênero capaz de produzir biotoxinas, não se pode descartar a possibilidade de outras espécies do mesmo gênero também a produzirem, o que indica necessidade de cautela na avaliação.

Gráfico 3.1 – Densidade de organismos nos pontos amostrados na primeira e segunda campanhas no ano de 2017



Nota: 1C: Primeira Campanha (abril, maio, junho); 2C: Segunda Campanha (agosto, setembro, novembro)

Uma análise qualitativa também foi realizada concentrando 10 litros de amostra com uma rede de 20 µm, analisada sob microscópio invertido. Nessa análise foi priorizado o registro de presença, ou ausência, de organismos potencialmente produtores de biotoxinas, que podem trazer prejuízos para a biota aquática e para a saúde (Quadro 3.1).

Quadro 3.1 – Resultado das análises qualitativas de microalgas potencialmente tóxicas

	Baía de Itaguá		Cocanha		São Sebastião		Rio Preto		Cananéia	
Campanha de Coleta	1C	2C	1C	2C	1C	2C	1C	2C	1C	2C
Diatomácea	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Pseudo-nitzschia spp</i>	X	X	-	-	X	X	-	-	X	-
Dinoflagelado	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Dynophysis</i>	-	-	-	-	X	-	-	X	-	-
<i>Gymnodinium</i>	-	X	-	-	-	X	-	-	-	-
<i>Noctiluca</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	X	-
<i>Prorocentrum</i>	X	X	X	X	X	X	X	X	X	-

X : presença / - : ausência

Organismos do gênero *Prorocentrum*, potencialmente produtores de toxinas DSP (MIOTTO & TAMANAHA, 2012), foram encontrados em praticamente todas as amostragens, porém em baixas densidades, não representando um risco em potencial, uma vez que eles fazem parte da comunidade fitoplanctônica.

Os dinoflagelados do gênero *Dynophysis*, também potencialmente produtores de DSP, que além da intoxicação diarréica também pode agir como agentes cancerígenos (MIOTTO & TAMANAHA, 2012), não foram quantificados, sendo apenas registrada sua presença durante a observação da amostra concentrada nos pontos do canal de São Sebastião e Peruíbe, podendo indicar que ele está presente no ambiente, mas em concentrações baixas.

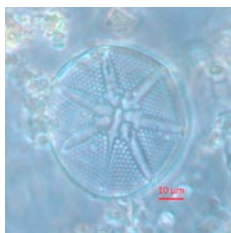
As diatomáceas do gênero *Pseudo-nitzschia*, potencialmente produtoras de ácido domóico, agente causador da *Amnesic Shellfish Poisoning* (ASP), TRAINER *et al.*, 2012, foram encontradas nos pontos do canal de São Sebastião, baía de Itaguá e mar de Cananéia, mas também não foram abundantes.

Organismos do gênero *Noctiluca* foram incluídos na verificação das amostras concentradas, apesar de não produzirem toxinas, pois, como predam organismos como *Pseudo-nitzschia* e *Dynophysis*, que são potencialmente produtores de toxinas, podem agir como vetor de toxinas para níveis tróficos mais elevados, como peixes e moluscos (ESCARELA *et al.*, 2007).

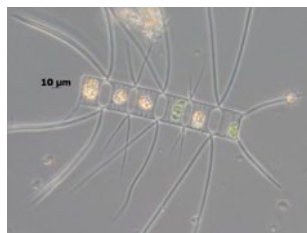
Conclusão

Para o ano de 2017 a avaliação realizada nas cinco áreas, para observação das microalgas potencialmente tóxicas, verificou que houve presença de algumas delas: para o grupo das diatomáceas o gênero *Pseudo-nitzschia* e para o grupo dos dinoflagelados os gêneros *Dynophysis*, *Gymnodinium*, *Noctiluca* e *Prorocentrum*, porém em baixas densidades.

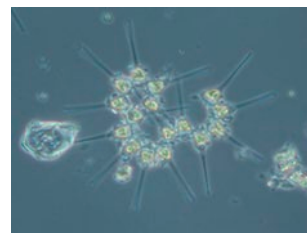
Figura 3.1 – Fotos das microalgas registradas no litoral de São Paulo (continua)



Diatomácea (*Asteromphalus cf. flabellatus*)
Ocorrência: Canal de São Sebastião



Diatomácea (*Chaetoceros sp*)
Ocorrência: Cigarras



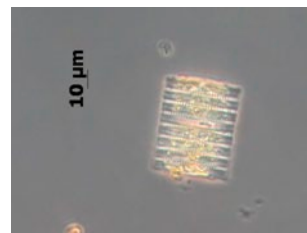
Diatomácea (*Asterionellopsis glacialis.*)
Ocorrência: Cigarras



Diatomácea (*Diploneis sp*)
Ocorrência: Cigarras



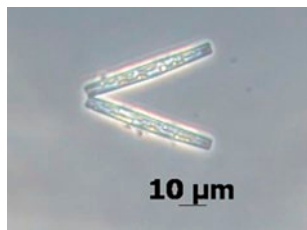
Diatomácea (*Odontella mobiliensis*)



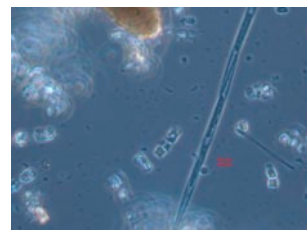
Diatomácea (*Campilosira*)
Ocorrência: Cigarras



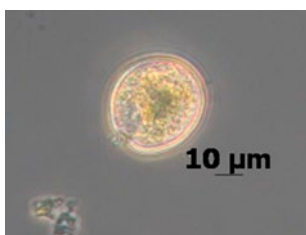
Diatomácea (*Rhizosolenia*)
Ocorrência: Cigarras



Diatomácea (*Thalassionema*)
Ocorrência: Cigarras



Diatomácea (*Pseudo-nitzschia sp*)



Diatomácea (*Prorocentrum sp.*)
Ocorrência: Cigarras



Dinoflagelado (*Prorocentrum gracile sp*)

3.4 Índices de qualidade dos sedimentos e granulometria

Com relação ao sedimento foram avaliados aspectos de suas características ecotoxicológica, microbiológica e granulométricas.

Como não existem padrões de qualidade de sedimentos na legislação brasileira, a CETESB utiliza no caso de substâncias tóxicas os limites do CCME (ISQG ou TEL e PEL) e para as concentrações de outras substâncias como nutrientes, adota alguns valores de referência propostos pela CETESB baseados em bibliografia e resultados dos monitoramentos realizados na zona costeira (BERBEL, 2008). Com o decorrer da operação da Rede Costeira verificou-se que a metodologia adotada até o relatório passado no índice de qualidade química do sedimento não reflete adequadamente a realidade de diversas áreas de estudo de forma que no presente relatório serão feitas apenas análises caso a caso sem um índice comparativo geral. Para os relatórios futuros estão sendo discutidas novas metodologias e alternativas que poderão integrar este estudo tornando-o mais representativo.

A Tabela 3.3 mostra a classificação dos sedimentos das áreas monitoradas com os ensaios ecotoxicológicos, totalizando 65 amostras. Ressalta-se que em 2017 foi realizado apenas o ensaio agudo com o anfípodo *Grandidierella bonnieroides* no primeiro semestre.

Tabela 3.3 – Qualidade ecotoxicológica dos sedimentos em 2017

Regiões	Área	Amostras	1ª campanha 2017 (ensaio agudo)				
			1	2	3	4	5
Litoral Norte	Picinguaba						
	Baía de Itaguá						
	Saco da Ribeira						
	Baía de Caraguatatuba						
	Tabatinga						
	Cocanha						
	Canal de São Sebastião						
Baixada Santista	Barra do Una						
	Rio Itaguapé						
	Canal da Bertioga						
	Emissário do Guarujá						
	Emissário de Santos						
	Canal de Santos						
	Canal de São Vicente						
	Canal de Piaçaguera						
	Emissário de Praia Grande 1						
	Rio Itanhaém						
Litoral Sul	Rio Preto						
	Mar Pequeno						
	Mar de Cananéia						

Critérios Ecotoxicológicos:

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

^(a) não apresenta diferença significativa em relação ao controle

^(b) mortalidade inferior a 50% com diferença significativa em relação ao controle

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

Tabela 3.4 – Classificação dos pontos monitorados na Rede Costeira de acordo com o critério microbiológico – primeira e segunda campanhas de 2017

Campanha 1 - 2017	1		2		3		4		5	
Ponto	coliformes termotolerantes (NMP/100g)	<i>Clostridium perfringens</i> (NMP/100g)	coliformes termotolerantes (NMP/100g)	<i>Clostridium perfringens</i> (NMP/100g)	coliformes termotolerantes (NMP/100g)	<i>Clostridium perfringens</i> (NMP/100g)	coliformes termotolerantes (NMP/100g)	<i>Clostridium perfringens</i> (NMP/100g)	coliformes termotolerantes (NMP/100g)	<i>Clostridium perfringens</i> (NMP/100g)
Picinguaba	18	1.700	18	93	18	20				
Baía de Itaguá	18	79.000	18	49.000	18	2.300				
Saco da Ribeira	110	490.000	110	79.000	18	33.000				
Baía de Caraguatatuba	170	7.900	18	11.000	490	3.300				
Tabatinga	18	2.300	18	3.300	40	3.300				
Cocanha	18	4.900	18	1.300	18	330				
Canal de São Sebastião	18	4.900	20	7.900	110	23.000	18	3.300	40	7.900
Barra do Una	130	790	18	1.300	18	130				
Rio Itagaré	18	1.100	18	580	18	790				
Canal da Bertioga	330	79.000	790	94.000	1.100	49.000				
Canal de Santos	22.000	63.000	54.000	790.000	490	170.000				
Canal de São Vicente	7.900	79.000	7.000	33.000	13.000	230.000				
Canal de Piaçaguera	35.000	130.000	11.000	33.000	3.500	130.000				
Emissário do Guarujá	18	70.000	40	49.000	490	49.000	460	170.000		
Emissário de Santos	11.000	210.000	540.000	140.000	49.000	40.000	33.000	1.100.000		
Emissário de P. Grande	54.000	140.000	92.000	7.900	4.900	170.000	7.000	23.000		
Rio Itanhaém	130	270	220	2.300	230	2.300				
Rio Preto	250	33.000	2.400	49.000	1.700	130.000				
Mar Pequeno	13.000	230.000	11.000	33.000	7.900	49.000				
Mar de Cananéia	18	1.700	18	340	18	3.300				
Campanha 2 - 2017	1		2		3		4		5	
Ponto	coliformes termotolerantes (NMP/100g)	<i>Clostridium perfringens</i> (NMP/100g)	coliformes termotolerantes (NMP/100g)	<i>Clostridium perfringens</i> (NMP/100g)	coliformes termotolerantes (NMP/100g)	<i>Clostridium perfringens</i> (NMP/100g)	coliformes termotolerantes (NMP/100g)	<i>Clostridium perfringens</i> (NMP/100g)	coliformes termotolerantes (NMP/100g)	<i>Clostridium perfringens</i> (NMP/100g)
Picinguaba	18	270	18	230	18	18				
Baía de Itaguá	18	490	18	23.000	18	13.000				
Saco da Ribeira	18	350.000	18	23.000	78	23.000				
Baía de Caraguatatuba	18	3.300	18	2.200	18	4.600				
Tabatinga	18	13.000	18	2.300	45	13.000				
Cocanha	170	2.300	78	2.300	20	23.000				
Canal de São Sebastião	18	1.400	18	13.000	18	13.000	330	2.800	18	23.000
Barra do Una	18	7.900	18	490	18	130				
Rio Itagaré	18	1.100	18	790	18	68				
Canal da Bertioga	230	33.000	45	23.000	130	130.000				
Canal de Santos	1.300	1.300.000	3.300	1.300.000	310	230.000				
Canal de São Vicente	1.100	49.000	3.500	49.000	130	130.000				
Canal de Piaçaguera	1.300	220.000	3.300	17.000	1.300	130.000				
Emissário do Guarujá	230	7.900	5.400	1.300	24.000	13.000	1.400	4.600		
Emissário de Santos	1.700	350.000	1.300	4.900	1.300	17.000	230	790		
Emissário de P. Grande	35.000	240.000	310	14.000	45	33.000	6.300	2.200		
Rio Itanhaém	18	33.000	20	1.300	20	13.000				
Rio Preto	18	28.000	18	13.000	18	49.000				
Mar Pequeno	400	79.000	13.000	49.000	2.300	17.000				
Mar de Cananéia	20	1.300	790	2.200	18	49.000				

* análise não realizada

Legenda:

Categoria	CTt (NMP/100g)	<i>Clostridium perfringens</i> (NMP/100g)
ÓTIMA	≤ 200	≤ 10.000
BOA	≤ 500	≤ 50.000
REGULAR	≤ 1000	≤ 100.000
RUIM	≤ 10.000	≤ 500.000
PÉSSIMA	> 10.000	> 500.000

Granulometria

A Granulometria dos sedimentos das áreas estudadas é apresentada na Tabela 3.5. Os resultados do grão com maior porcentagem estão ressaltados, em cada ponto, conforme a legenda.

A maioria das áreas apresenta sedimento arenoso (grãos maiores). Apenas 8 áreas mostraram sedimentos mais finos em maior proporção.

Essas são aquelas mais propensas para reter contaminantes.

Tabela 3.5 – Resultados de Granulometria das 20 áreas por ponto, nos dois semestres de 2017 (continua)

Área	Ponto	(%) 1º Semestre			(%) 2º Semestre		
		Areia	Argila	Silte	Areia	Argila	Silte
PICINGUABA	1	87,7	6,1	6,2	89,1	4,3	6,7
	2	98,0	0,0	2,0	99,2	0,0	0,8
	3	99,4	0,0	0,6	100,0	0,0	0,0
BAÍA DE ITAGUÁ	1	47,6	16,6	35,9	42,5	19,4	38,1
	2	44,8	14,6	40,7	45,6	14,3	40,1
	3	79,2	11,2	9,6	40,4	22,5	37,1
SACO DA RIBEIRA	1	13,7	50,0	36,3	15,7	48,5	35,8
	2	21,6	39,0	39,4	74,2	11,3	14,5
	3	20,8	24,8	54,4	39,7	23,4	36,9
TABATINGA	1	73,4	6,8	19,8	92,7	0,0	7,3
	2	92,3	0,0	7,7	91,8	0,0	8,2
	3	88,7	1,8	9,6	91,9	0,0	8,1
COCANHA	1	68,6	9,6	21,8	85,7	0,0	14,3
	2	78,7	0,0	21,3	78,5	0,0	21,5
	3	80,5	0,0	19,6	85,7	4,7	9,6
B. DE CARAGUATATUBA	1	81,7	0,0	17,3	81,6	0,4	18,0
	2	71,1	0,0	28,9	95,2	0,0	4,8
	3	83,8	6,8	9,4	80,2	9,4	10,4
CANAL DE S. SEBASTIÃO	1	36,4	39,7	23,9	74,7	14,5	10,8
	2	41,0	31,2	27,8	62,7	14,9	22,5
	3	52,2	23,4	24,4	60,1	20,9	19,0
	4	75,3	7,4	17,3	79,5	6,0	14,5
	5	33,4	28,6	38,0	27,6	34,0	38,4
BARRA DO UNA	1	91,3	0,0	8,7	97,6	0,0	2,4
	2	97,1	0,0	2,9	97,2	0,0	2,8
	3	99,5	0,0	0,6	99,5	0,0	0,5
RIO ITAGUARÉ	1	97,5	0,0	2,5	98,3	0,0	1,7
	2	97,5	0,0	2,5	97,9	0,0	2,1
	3	98,0	0,0	2,1	99,2	0,0	0,8
CANAL DE BERTIOGA	1	31,3	40,0	28,7	97,6	0,0	2,4
	2	91,3	3,0	5,8	32,8	39,6	27,6
	3	89,1	4,6	6,4	98,9	0,0	1,1
CANAL DE SANTOS	1	51,4	30,4	18,2	58,4	25,8	15,8
	2	83,9	7,8	8,3	67,6	18,8	13,6
	3	30,4	38,7	30,9	52,0	27,1	21,0

Tabela 3.5 – Resultados de Granulometria das 20 áreas por ponto, nos dois semestres de 2017 (conclusão)

Área	Ponto	(%) 1º Semestre			(%) 2º Semestre		
		Areia	Argila	Silte	Areia	Argila	Silte
CANAL DE PIAÇAGUERA	1	71,5	12,1	16,4	33,4	37,6	29,1
	2	20,7	48,1	31,2	30,2	38,0	31,9
	3	17,1	48,4	34,5	9,0	59,5	31,5
CANAL DE S. VICENTE	1	99,7	0,0	0,4	96,2	0,4	3,4
	2	100,0	0,0	0,0	100,0	0,0	0,0
	3	12,6	58,1	29,3	31,5	45,3	23,2
EMISSÁRIO DO GUARUJÁ	1	58,6	14,0	27,4	71,6	7,5	20,9
	2	54,8	19,0	26,2	89,1	0,4	10,5
	3	69,4	6,1	24,6	63,1	9,1	27,8
	4	73,9	4,3	21,8	34,5	31,8	33,6
EMISSÁRIO DE SANTOS	1	94,6	0,0	5,4	89,4	3,0	7,6
	2	81,1	6,9	12,0	96,3	0,0	3,8
	3	96,4	0,0	3,6	97,0	0,0	3,0
	4	82,7	6,1	11,2	62,1	20,6	17,3
EMISSÁRIO DE P GRANDE	1	61,7	18,3	20,0	85,4	6,5	8,2
	2	82,6	6,9	10,6	98,9	0,0	1,1
	3	94,7	0,0	5,3	96,9	0,0	3,1
	4	95,6	0,0	4,4	97,0	0,0	3,0
RIO ITANHAÉM	1	98,3	0,0	1,7	91,7	1,9	6,4
	2	98,1	0,0	1,9	98,9	0,0	1,1
	3	98,8	0,0	1,2	43,9	30,8	25,3
RIO PRETO	1	66,1	10,0	23,9	53,2	22,4	24,4
	2	72,8	8,3	18,9	91,4	0,9	7,7
	3	53,7	15,8	30,6	51,2	18,8	30,0
MAR PEQUENO	1	77,4	11,8	10,8	86,3	7,1	6,7
	2	60,5	19,1	20,4	99,1	0,0	0,9
	3	84,0	5,8	10,1	91,7	2,8	5,5
MAR DE CANANÉIA	1	92,7	3,0	4,2	81,9	5,1	13,0
	2	100,0	0,0	0,0	100,0	0,0	0,0
	3	80,1	8,7	11,3	90,7	4,1	5,2

■ Arenoso ■ Argiloso ■ Siltoso

3.5 Avaliação da qualidade ambiental das áreas

A seguir são discutidos os resultados de qualidade de água e sedimentos obtidos em 2017 nas 20 áreas monitoradas. Algumas análises não foram realizadas por questões operacionais ou por impossibilidade de coleta das amostras ou dados. Os resultados de IQAC encontram-se na Tabela 3.1, no início deste capítulo.

3.5.1 Picinguaba

Qualidade da água

Com relação à qualidade da água, a área de Picinguaba apresentou não conformidades de COT, OD e clorofila *a* com destaque para o ponto 3 que acabou reduzindo sua classificação média para Regular. O Relatório de Balneabilidade tem mostrado uma piora das condições da praia próxima aos pontos de coleta sugerindo um maior aporte de carga orgânica na área. No ano anterior a classificação Ótima pode ter sido fruto da ausência do COT que no ano presente apresentou não conformidade em 33% das amostras.

Em relação à eutrofização, as concentrações de clorofila *a* (Tabela 3.2) foram bem menores na 1ª campanha na qual os três pontos amostrados indicaram baixa trofia sugerindo boa qualidade da água. Já na 2ª campanha os valores foram mais elevados, variando de Mesotrófico a Eutrófico, indicando uma piora na qualidade das águas que pode estar relacionado à ocorrência de chuvas no período de amostragem. Segundo o IETC (Índice de Estado Trófico Costeiro), pela média anual, o local foi classificado como Mesotrófico exibindo uma piora da condição trófica em relação ao ano anterior.

Tabela 3.6 – Médias (Aritmética e Geométrica), valores mínimos e máximos e porcentagem de não conformidades (NC) dos resultados de qualidade de água de Picinguaba.

Parâmetro	Unidade	Padrão classe 1 águas salinas Res. CONAMA nº 357/05	min	máx	% NC	Média aritmética 2017	Média aritmética 2012-2016
Campo							
OD	mg/L	6	5,68	7,31	11%	6,78	6,81
pH	-	6,5 a 8,5	7,4	8,12	0%	7,98	8,05
Salinidade	ppt		35,33	36,23		35,92	34,72
Temperatura da Água	°C		20,07	23,59		21,87	23,05
Turbidez	NTU		1,03	14,2		3,66	1,49
Metais							
Alumínio Dissolvido	mg/L	1,5	0,5	0,5	0%	0,50	0,13
Boro Total	mg/L	5	3,97	4,46	0%	4,36	4,12
Cádmio Total	mg/L	0,005	0,05	0,05	n.d.	0,05	0,003
Chumbo Total	mg/L	0,01	0,1	0,1	n.d.	0,10	0,03
Cobre Dissolvido	mg/L	0,005	0,05	0,05	n.d.	0,05	0,01
Cromo Hexavalente	mg/L		0,004	0,004	0%	0,004	0,005
Cromo Total	mg/L	0,05	0,1	0,1	n.d.	0,10	0,02
Estanho Total	mg/L		1	1	0%	1,00	0,10
Ferro Dissolvido	mg/L	0,3	0,5	0,5	n.d.	0,50	0,13
Níquel Total	mg/L	0,025	0,1	0,1	n.d.	0,10	0,02
Zinco Total	mg/L	0,09	0,1	0,1	n.d.	0,10	0,02
Nutrientes							
Carbono Orgânico Total	mg/L	3	1	3,4	11%	2,15	3,91
Orto-fosfato Solúvel	mg/L		0,007	0,01	0%	0,01	0,01
Fósforo Total	mg/L	0,062	0,07	0,07	n.d.	0,07	0,03
Nitrogênio Amoniacal Total	mg/L	0,4	0,1	0,12	0%	0,10	0,12
Nitrogênio Kjeldahl Total	mg/L		0,5	1	0%	0,75	0,59
Outros							
Clorofila <i>a</i>	ppb	2,5	0,56	5,63	17%	1,676	0,865
Fenóis Totais	mgC6H5OH/L	0,06	0,003	0,003	0%	0,003	0,003
Microbiológicos							
Enterococos	UFC/100mL	100	1	61	0%	1,65	1,13

■ Médias geométricas

n.d. - não determinado pelo fato do limite de quantificação do método de medição ser maior do que o padrão de qualidade. Neste caso, nas colunas mín, máx e média consta o limite de quantificação

Qualidade dos sedimentos

Os sedimentos do local possuem granulometria predominantemente arenosa em todos os pontos. Sedimentos com estas características tendem a não reter substâncias. Observam-se valores um pouco elevados de fósforo total, o que explica o potencial redox ligeiramente negativo verificado na região. Apesar de apresentarem não conformidade, as concentrações de arsênio são normais para o litoral paulista já que existe uma concentração basal relativamente elevada e não conformidades são observadas regularmente por toda a sua extensão.

No primeiro semestre, a avaliação ecotoxicológica com as amostras de sedimento dos três pontos da região de Picinguaba, indicou qualidade Ótima para esse ambiente (Tabela 3.3).

Conforme o critério de classificação microbiológico, as densidades dos microrganismos indicadores de poluição fecal, coliformes termotolerantes e *Clostridium perfringens* classificaram os três pontos como Ótimos nas duas campanhas de amostragem, assim como no ano anterior.

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

Parâmetro	Unidade	Padrão CCME, 2002		min	máx	% NC (resultados acima de ISQG)	Média aritmética 2017	Média aritmética 2012-2016
Nutrientes								
Fósforo Total *	mg/kg	500		121	526	16,7%	266,33	320,99
Nitrogênio Kjeldahl Total *	mg/kg	1.000		135	802	0,0%	341,17	438,97
Potencial Redox	mV			-119,1	150,5	-	-43,55	-4,35
Orgânicos								
Carbono Orgânico Total *	%	1,3		1	1	0,0%	1,00	1,02
Fenóis Totais	mg/kg			1,96	2,34	-	2,06	1,42
Óleos e Graxas Totais	mg/kg			350	350	-	350,00	455,45
Hidrocarbonetos Arom. Polinucleares		ISQG	PEL					
Acenafteno	µg/kg	6,7	88,9	6	6	0,0%	6,00	18,65
Antraceno	µg/kg	46,9	245	20	20	0,0%	20,00	20,00
Benzo(a)antraceno	µg/kg	74,8	693	20	20	0,0%	20,00	20,00
Benzo(a)pireno	µg/kg	88,8	763	10	10	0,0%	10,00	10,00
Benzo(b)fluoranteno	µg/kg			20	20	-	20,00	20,00
Benzo(g,h,i)perileno	µg/kg			80	80	-	80,00	80,00
Benzo(k)fluoranteno	µg/kg			30	30	-	30,00	11,94
Criseno	µg/kg	108,0	846	20	20	0,0%	20,00	20,00
Dibenzo(a,h)antraceno	µg/kg	6,2	135	6	6	0,0%	6,00	28,16
Fenantreno	µg/kg	86,7	544	20	20	0,0%	20,00	20,00
Fluoranteno	µg/kg	113,0	1.494	20	20	0,0%	20,00	20,00
Fluoreno	µg/kg	21,2	144	15	15	0,0%	15,00	19,52
Indeno(1,2,3-cd)pireno	µg/kg			20	20	-	20,00	74,19
Naftaleno	µg/kg	34,6	391	20	20	0,0%	20,00	29,03
Pireno	µg/kg	153,0	1.398	20	20	0,0%	20,00	20,00
Metais		ISQG	PEL					
Alumínio Total	mg/kg			1.718	10.317	-	4.830,83	6.513,29
Arsênio Total	mg/kg	7,2	41,6	2,67	8,89	16,7%	5,58	6,44
Cádmio Total	mg/kg	0,7	4,2	0,5	0,5	0,0%	0,50	0,37
Chumbo Total	mg/kg	30,2	112	5	14	0,0%	9,64	6,80
Cobre Total	mg/kg	18,7	108	5	5	0,0%	5,00	2,40
Cromo Total	mg/kg	52,3	160	5	13,4	0,0%	7,77	9,10
Estanho Total	mg/kg			5	5	-	5,00	6,57
Ferro Total	mg/kg			4.164	13.209	-	6.803,17	7.741,71
Níquel Total	mg/kg	15,9	42,8	2	5	0,0%	3,58	3,23
Zinco Total	mg/kg	124,0	271	5,27	20,6	0,0%	10,44	12,53

* valores adotados pela CETESB, vide metodologia no capítulo 2

3.5.2 Baía de Itaguá

Qualidade da água

Na Baía de Itaguá, a qualidade da água mostrou que os parâmetros COT, OD e clorofila *a* apresentaram concentrações acima do padrão de qualidade com destaque para o ponto 1, reduzindo sua classificação de Boa para Regular.

As concentrações de clorofila *a* (Tabela 3.2) foram um pouco menores na 1ª campanha, variando de Oligotrófico a Mesotrófico, com a média indicando condição Mesotrófica para o local. Na 2ª campanha foi observada uma piora, provavelmente também em decorrência de chuvas no período de amostragem, com as concentrações de clorofila *a* indicando condições de Mesotrófica a Eutrófica resultando, pela média, na condição Eutrófica. Pela média anual este local foi classificado, segundo o IETC, como Mesotrófico, ou seja, um ambiente em processo de eutrofização, mantendo a classificação trófica do ano anterior.

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

Parâmetro	Unidade	Padrão classe 1 águas salinas Res. CONAMA nº 357/05	mín	máx	% NC	Média aritmética 2017	Média aritmética 2012-2016
Campo							
OD	mg/L	6	4,8	7,44	22%	6,55	6,74
pH	-	6,5 a 8,5	7,28	8,08	0%	7,91	8,02
Salinidade	ppt		33,05	36,21		35,68	34,78
Temperatura da Água	°C		20,46	23,54		22,04	23,13
Turbidez	NTU		1	8,12		3,66	2,12
Metais							
Alumínio Dissolvido	mg/L	1,5	0,5	0,5	0%	0,50	0,14
Boro Total	mg/L	5	2,72	3,32	0%	3,05	4,27
Cádmio Total	mg/L	0,005	0,05	0,05	n.d.	0,05	0,003
Chumbo Total	mg/L	0,01	0,1	0,1	n.d.	0,10	0,03
Cobre Dissolvido	mg/L	0,005	0,05	0,05	n.d.	0,05	0,01
Cromo Hexavalente	mg/L		0,004	0,004	0%	0,004	0,004
Cromo Total	mg/L	0,05	0,1	0,1	n.d.	0,10	0,02
Estanho Total	mg/L		1	1	0%	1,00	0,10
Ferro Dissolvido	mg/L	0,3	0,5	0,5	n.d.	0,50	0,14
Níquel Total	mg/L	0,025	0,1	0,1	n.d.	0,10	0,02
Zinco Total	mg/L	0,09	0,1	0,1	n.d.	0,10	0,02
Nutrientes							
Carbono Orgânico Total	mg/L	3	2,2	5	61%	3,29	4,69
Orto-fosfato Solúvel	mg/L		0,007	0,01	0%	0,01	0,01
Fósforo Total	mg/L	0,062	0,07	0,07	n.d.	0,07	0,03
Nitrogênio Amoniacal Total	mg/L	0,4	0,1	0,16	0%	0,10	0,11
Nitrogênio Kjeldahl Total	mg/L		0,5	1	0%	0,75	0,61
Outros							
Clorofila <i>a</i>	ppb	2,5	0,56	6,31	8%	1,833	1,373
Fenóis Totais	mgC6H5OH/L	0,06	0,003	0,003	0%	0,003	0,003
Microbiológicos							
Enterococos	UFC/100mL	100	1	37	0%	1,48	1,77

■ Médias geométricas

n.d. - não determinado pelo fato do limite de quantificação do método de medição ser maior do que o padrão de qualidade. Neste caso, nas colunas mín, máx e média consta o limite de quantificação

Qualidade dos sedimentos

Com relação à qualidade dos sedimentos, os valores de potencial redox ligeiramente negativos, e as concentrações de nutrientes apresentaram comportamento semelhante ao ano de 2016 indicando ambiente redutor com maior composição de argila e silte, rico em matéria orgânica, reflexo de uma maior contribuição de material continental na área e da hidrodinâmica que favorece maior deposição em baías. Foram observadas concentrações de chumbo nos pontos 1 e 2 e de arsênio em todos os pontos pouco acima dos valores orientadores (ISQG). O arsênio também superou ligeiramente a concentração basal dos sedimentos do estado.

Na avaliação ecotoxicológica das amostras de sedimento dos três pontos da Baía de Itaguá no primeiro semestre, o ensaio agudo indicou qualidade Ótima para esse ambiente (Tabela 3.3). O chumbo e o arsênio detectados não estavam biodisponíveis para causar efeito tóxico aos organismos teste.

Conforme o critério de classificação microbiológico, todos os pontos foram considerados Ótimos nas duas campanhas, com base nos coliformes termotolerantes. Considerando o indicador *C. perfringens*, o ponto 1 foi classificado como Regular na primeira campanha e os demais pontos foram classificados como Bons e Ótimos em ambas as campanhas.

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

Parâmetro	Unidade	Padrão CCME, 2002		min	máx	% NC (resultados acima de ISQG)	Média aritmética 2017	Média aritmética 2012-2016
Nutrientes								
Fósforo Total *	mg/kg	500		437	826	50,0%	602,83	594,67
Nitrogênio Kjeldahl Total *	mg/kg	1.000		738	1.705	83,3%	1.497,17	1.428,86
Potencial Redox	mV			-171,1	-18	-	-121,43	-132,95
Orgânicos								
Carbono Orgânico Total *	%	1,3		1,1	1,9	66,7%	1,45	1,64
Fenóis Totais	mg/kg			2,59	3,9	-	3,32	2,36
Óleos e Graxas Totais	mg/kg			350	350	-	350,00	530,97
Hidrocarbonetos Arom. Polinucleares		ISQG	PEL					
Acenafteno	µg/kg	6,7	88,9	6	6	0,0%	6,00	20,00
Antraceno	µg/kg	46,9	245	20	20	0,0%	20,00	20,02
Benzo(a)antraceno	µg/kg	74,8	693	20	20	0,0%	20,00	20,00
Benzo(a)pireno	µg/kg	88,8	763	10	10	0,0%	10,00	10,00
Benzo(b)fluoranteno	µg/kg			20	20	-	20,00	20,00
Benzo(g,h,i)perileno	µg/kg			80	80	-	80,00	80,00
Benzo(k)fluoranteno	µg/kg			30	30	-	30,00	10,00
Criseno	µg/kg	108,0	846	20	20	0,0%	20,00	20,00
Dibenzo(a,h)antraceno	µg/kg	6,2	135	6	6	0,0%	6,00	30,00
Fenantreno	µg/kg	86,7	544	20	20	0,0%	20,00	20,00
Fluoranteno	µg/kg	113,0	1.494	20	20	0,0%	20,00	30,92
Fluoreno	µg/kg	21,2	144	15	15	0,0%	15,00	20,00
Indeno(1,2,3-cd)pireno	µg/kg			20	20	-	20,00	80,00
Naftaleno	µg/kg	34,6	391	20	20	0,0%	20,00	30,00
Pireno	µg/kg	153,0	1.398	20	20	0,0%	20,00	20,00
Metais		ISQG	PEL					
Alumínio Total	mg/kg			12.988	35.916	-	27.466,50	32.580,00
Arsênio Total	mg/kg	7,2	41,6	9,68	13	100,0%	11,56	9,80
Cádmio Total	mg/kg	0,7	4,2	0,5	0,5	0,0%	0,50	0,39
Chumbo Total	mg/kg	30,2	112	14	39,4	33,3%	25,33	15,68
Cobre Total	mg/kg	18,7	108	5	8,89	0,0%	7,58	6,67
Cromo Total	mg/kg	52,3	160	11	31,7	0,0%	27,02	28,21
Estanho Total	mg/kg			5	5	-	5,00	6,41
Ferro Total	mg/kg			14.859	32.219	-	26.307,67	24.449,46
Níquel Total	mg/kg	15,9	42,8	5	11,2	0,0%	8,99	11,08
Zinco Total	mg/kg	124,0	271	17,4	60,6	0,0%	48,88	49,87

* valores adotados pela CETESB, vide metodologia no capítulo 2

3.5.3 Saco da Ribeira

Qualidade da água

Considerando-se as duas campanhas de amostragem realizadas em 2017, no Saco da Ribeira, apenas o parâmetro enterococos apresentou não conformidade, classificando a região, conforme a média do IQAC, na categoria Boa.

As concentrações de clorofila *a* (Tabela 3.2) em ambas as campanhas foram similares, variando de Oligotrófico a Mesotrófico. Portanto, a média anual deste local foi classificada como Mesotrófico, indicando uma melhora quanto à eutrofização, em relação ao ano anterior.

Tabela 3.10 – Médias, valores mínimos e máximos e porcentagem de não conformidades (NC) dos resultados de qualidade de água do Saco da Ribeira

Parâmetro	Unidade	Padrão classe 1 águas salinas Res. CONAMA nº 357/05	mín	máx	% NC	Média aritmética 2017	Média aritmética 2012-2016
Campo							
OD	mg/L	6	6,55	7,21	0%	6,94	6,82
pH	-	6,5 a 8,5	7	8,17	0%	7,85	8,16
Salinidade	ppt		34,43	36,29		35,43	33,83
Temperatura da Água	°C		22,47	24,6		23,54	23,15
Turbidez	NTU		1	4,8		2,20	2,59
Metais							
Alumínio Dissolvido	mg/L	1,5	0,5	0,5	0%	0,50	0,15
Boro Total	mg/L	5	3,64	3,97	0%	3,81	4,25
Cádmio Total	mg/L	0,005	0,05	0,05	n.d.	0,05	0,003
Chumbo Total	mg/L	0,01	0,1	0,1	n.d.	0,10	0,03
Cobre Dissolvido	mg/L	0,005	0,05	0,05	n.d.	0,05	0,01
Cromo Hexavalente	mg/L		0,004	0,004	0%	0,00	0,01
Cromo Total	mg/L	0,05	0,1	0,1	n.d.	0,10	0,02
Estanho Total	mg/L		1	1	0%	1,00	0,09
Ferro Dissolvido	mg/L	0,3	0,5	0,5	n.d.	0,50	0,14
Níquel Total	mg/L	0,025	0,1	0,1	n.d.	0,10	0,02
Zinco Total	mg/L	0,09	0,1	0,1	n.d.	0,10	0,02
Nutrientes							
Carbono Orgânico Total	mg/L	3	1	1,81	0%	1,35	3,28
Orto-fosfato Solúvel	mg/L		0,007	0,007	0%	0,01	0,01
Fósforo Total	mg/L	0,062	0,02	0,07	0%	0,05	6,49
Nitrogênio Amoniacal Total	mg/L	0,4	0,1	0,31	0%	0,14	0,11
Nitrogênio Kjeldahl Total	mg/L		1	1	0%	1,00	0,60
Outros							
Clorofila <i>a</i>	ppb	2,5	0,56	2,38	0%	1,129	3,174
Fenóis Totais	mgC6H5OH/L	0,06	0,003	0,003	0%	0,003	0,004
Microbiológicos							
Enterococos	UFC/100mL	100	1	102	6%	2,51	2,20

■ Dados calculados considerando apenas a 2ª campanha, uma vez que na 1ª o limite de quantificação do método analítico foi superior ao padrão de qualidade

■ Médias geométricas

n.d. - não determinado pelo fato do limite de quantificação do método de medição ser maior do que o padrão de qualidade. Neste caso, nas colunas mín, máx e média consta o limite de quantificação

Qualidade dos sedimentos

Observa-se a presença de metais (arsênio, chumbo, cobre e zinco) na região em consonância com o comportamento histórico, provavelmente devido à presença de marinas e o tráfego de embarcações. No caso do arsênio, sua ocorrência sistemática em diversos locais do litoral paulista sugere que os valores orientadores são mais baixos do que as concentrações naturalmente encontradas no sedimento natural em algumas localidades. Nota-se que a granulometria fina do local e os valores de potencial redox negativos indicando ambiente redutor evidenciam a tendência de acúmulo de substâncias no local.

Os ensaios ecotoxicológicos com as amostras de sedimento dos três pontos desta região indicaram qualidade Ótima para esse ambiente (Tabela 3.4) no primeiro semestre. Foi observada a presença de concentrações acima do ISQG de cobre (Cu) e zinco (Zn) nos pontos 1 e 2 e de Pb e As nos 3 pontos, sendo essa última substância também superior ao valor basal determinado para a região costeira nos pontos 1 e 2.

No entanto, esses contaminantes não estavam biodisponíveis para causar efeito tóxico aos organismos teste. Conforme mencionado anteriormente, é fato que existe um histórico de contaminantes na região que demanda atenção e a eventual ressuspensão do sedimento poderá causar efeitos deletérios nas comunidades biológicas.

Quanto ao aspecto microbiológico, considerando os coliformes termotolerantes, os pontos foram classificados como Ótimos em ambas as campanhas. Quanto aos *C. perfringens*, o ponto 1 foi classificado como Ruim nas duas campanhas, o ponto 2 foi classificado como Regular na primeira campanha e o 3 como Bom. Já na segunda campanha os pontos 2 e 3 foram classificados como Bons.

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

Parâmetro	Unidade	Padrão CCME, 2002		min	máx	% NC (resultados acima de ISQG)	Média aritmética 2017	Média aritmética 2012-2016
Nutrientes								
Fósforo Total *	mg/kg	500		292	1.198	83,3%	768,83	910,11
Nitrogênio Kjeldahl Total *	mg/kg	1.000		654	1.865	83,3%	1.411,33	1.697,14
Potencial Redox	mV			-193,9	-127	-	-156,13	-107,05
Orgânicos								
Carbono Orgânico Total *	%	1,3		0,9	1,7	66,7%	1,41	1,46
Fenóis Totais	mg/kg			3,17	4,72	-	3,94	2,24
Óleos e Graxas Totais	mg/kg			350	350	-	350,00	572,83
Hidrocarbonetos Arom. Polinucleares		ISQG	PEL					
Acenafteno	µg/kg	6,7	88,9	6	6	0,0%	6,00	22,97
Antraceno	µg/kg	46,9	245	20	20	0,0%	20,00	24,24
Benzo(a)antraceno	µg/kg	74,8	693	20	25,2	0,0%	21,73	22,70
Benzo(a)pireno	µg/kg	88,8	763	10	26,6	0,0%	17,03	16,11
Benzo(b)fluoranteno	µg/kg			20	65,8	-	43,03	25,31
Benzo(g,h,i)perileno	µg/kg			80	80	-	80,00	96,97
Benzo(k)fluoranteno	µg/kg			30	30	-	30,00	14,93
Criseno	µg/kg	108,0	846	20	20	0,0%	20,00	24,48
Dibenzo(a,h)antraceno	µg/kg	6,2	135	6	6	0,0%	6,00	34,18
Fenantreno	µg/kg	86,7	544	20	20	0,0%	20,00	24,35
Fluoranteno	µg/kg	113,0	1.494	20	20	0,0%	20,00	36,12
Fluoreno	µg/kg	21,2	144	15	15	0,0%	15,00	23,79
Indeno(1,2,3-cd)pireno	µg/kg			20	31,1	-	23,70	91,52
Naftaleno	µg/kg	34,6	391	20	20	0,0%	20,00	35,45
Pireno	µg/kg	153,0	1.398	20	33	0,0%	24,33	28,34
Metais		ISQG	PEL					
Alumínio Total	mg/kg			21.670	42.255	-	30.531,67	59.146,06
Arsênio Total	mg/kg	7,2	41,6	7,87	19,6	100,0%	12,18	14,65
Cádmio Total	mg/kg	0,7	4,2	0,5	0,5	0,0%	0,50	0,44
Chumbo Total	mg/kg	30,2	112	16,2	65,2	66,7%	37,12	34,79
Cobre Total	mg/kg	18,7	108	7,1	75,6	66,7%	40,10	61,40
Cromo Total	mg/kg	52,3	160	11,9	37,6	0,0%	27,50	39,63
Estanho Total	mg/kg			5	5	-	5,00	5,91
Ferro Total	mg/kg			18.520	45.641	-	31.539,67	40.882,79
Níquel Total	mg/kg	15,9	42,8	5,06	11,5	0,0%	8,36	14,85
Zinco Total	mg/kg	124,0	271	42	142	50,0%	90,65	135,61

* valores adotados pela CETESB, vide metodologia no capítulo 2

3.5.4 Tabatinga

Qualidade da água

Não foram identificadas não conformidades na região (tabela 3.11), que foi classificada como Ótima segundo o IQAC.

Quanto ao estado trófico (Tabela 3.2.), na 1ª campanha foram observados valores indicadores de baixa trofia com todos os pontos classificados como Oligotróficos, já na 2ª campanha, foi observada uma piora na qualidade da água, com concentrações de clorofila *a* um pouco maiores resultando, pela média, na classificação Mesotrófica que pode estar relacionada às chuvas ocorridas no período. Pela média anual, o local foi classificado como Mesotrófico mantendo, em relação à eutrofização, a classificação exibida no ano anterior.

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

Parâmetro	Unidade	Padrão classe 1 águas salinas Res. CONAMA nº 357/05	mín	máx	% NC	Média aritmética 2017	Média aritmética 2012-2016
Campo							
OD	mg/L	6	6,9	7,22	0%	7,10	7,32
pH	-	6,5 a 8,5	7,37	8,1	0%	7,95	8,19
Salinidade	ppt		34,46	35,83		35,04	33,85
Temperatura da Água	°C		22,82	25,1		24,01	22,98
Turbidez	NTU		1,22	30,7		4,46	3,45
Metais							
Alumínio Dissolvido	mg/L	1,5	0,5	0,5	0%	0,50	0,15
Boro Total	mg/L	5	3,35	3,76	0%	3,62	4,08
Cádmio Total	mg/L	0,005	0,05	0,05	n.d.	0,05	0,003
Chumbo Total	mg/L	0,01	0,1	0,1	n.d.	0,10	0,03
Cobre Dissolvido	mg/L	0,005	0,05	0,05	n.d.	0,05	0,01
Cromo Hexavalente	mg/L		0,004	0,004	0%	0,004	0,01
Cromo Total	mg/L	0,05	0,1	0,1	n.d.	0,10	0,02
Estanho Total	mg/L		1	1	0%	1,00	0,09
Ferro Dissolvido	mg/L	0,3	0,5	0,5	n.d.	0,50	0,15
Níquel Total	mg/L	0,025	0,1	0,1	n.d.	0,10	0,02
Zinco Total	mg/L	0,09	0,1	0,1	n.d.	0,10	0,02
Nutrientes							
Carbono Orgânico Total	mg/L	3	1	2,8	0%	1,76	3,74
Orto-fosfato Solúvel	mg/L		0,007	0,007	0%	0,01	0,01
Fósforo Total	mg/L	0,062	0,02	0,07	0%	0,05	0,03
Nitrogênio Amoniacal Total	mg/L	0,4	0,1	0,25	0%	0,11	0,11
Nitrogênio Kjeldahl Total	mg/L		1	1	0%	1,00	0,65
Outros							
Clorofila <i>a</i>	ppb	2,5	0,56	1,64	0%	1,040	1,731
Fenóis Totais	mgC6H5OH/L	0,06	0,003	0,003	0%	0,003	0,004
Microbiológicos							
Enterococos	UFC/100mL	100	1	10	0%	1,14	1,76

■ Dados calculados considerando apenas a 2ª campanha, uma vez que na 1ª o limite de quantificação do método analítico foi superior ao padrão de qualidade

■ Médias geométricas

n.d. - não determinado pelo fato do limite de quantificação do método de medição ser maior do que o padrão de qualidade. Neste caso, nas colunas mín, máx e média consta o limite de quantificação

Qualidade dos sedimentos

Os sedimentos do local possuem granulometria predominantemente arenosa em todos os pontos. Sedimentos com estas características tendem a não reter substâncias. Apesar disso, a contribuição continental na área faz com que o potencial redox seja mais negativo do que o esperado.

Na avaliação ecotoxicológica com as amostras de sedimento dos três pontos desta região, o ensaio agudo indicou qualidade Ótima para esse ambiente (Tabela 3.3) no primeiro semestre. No ponto 1 foi observada concentração de As superiores ao ISQG, mas dentro do limiar do valor basal da região costeira do estado porém essa substância não estava biodisponível para causar efeito tóxico aos organismos teste.

De acordo com o critério de classificação microbiológico, em ambas as campanhas os três pontos foram classificados como Ótimos para coliformes termotolerantes. Para *C. perfringens* todos os pontos foram classificados como Ótimos, exceção feita aos pontos 1 e 3, no segundo semestre, que foram classificados como Bons.

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

Parâmetro	Unidade	Padrão CCME, 2002		min	máx	% NC (resultados acima de ISQG)	Média aritmética 2017	Média aritmética 2012-2016
Nutrientes								
Fósforo Total *	mg/kg	500		136	309	0,0%	209,83	234,43
Nitrogênio Kjeldahl Total *	mg/kg	1.000		190	631	0,0%	317,83	594,53
Potencial Redox	mV			-203	-24,5	-	-108,88	-107,77
Orgânicos								
Carbono Orgânico Total *	%	1,3		0,13	1	0,0%	0,58	1,02
Fenóis Totais	mg/kg			2,04	2,59	-	2,17	1,34
Óleos e Graxas Totais	mg/kg			350	350	-	350,00	418,33
Hidrocarbonetos Arom. Polinucleares		ISQG	PEL					
Acenafteno	µg/kg	6,7	88,9	6	6	0,0%	6,00	18,73
Antraceno	µg/kg	46,9	245	20	20	0,0%	20,00	20,00
Benzo(a)antraceno	µg/kg	74,8	693	20	20	0,0%	20,00	20,00
Benzo(a)pireno	µg/kg	88,8	763	10	10	0,0%	10,00	10,00
Benzo(b)fluoranteno	µg/kg			20	20	-	20,00	20,00
Benzo(g,h,i)perileno	µg/kg			80	80	-	80,00	78,18
Benzo(k)fluoranteno	µg/kg			30	30	-	30,00	11,82
Criseno	µg/kg	108,0	846	20	20	0,0%	20,00	20,00
Dibenzo(a,h)antraceno	µg/kg	6,2	135	6	6	0,0%	6,00	27,82
Fenantreno	µg/kg	86,7	544	20	20	0,0%	20,00	20,00
Fluoranteno	µg/kg	113,0	1.494	20	20	0,0%	20,00	20,12
Fluoreno	µg/kg	21,2	144	15	15	0,0%	15,00	19,55
Indeno(1,2,3-cd)pireno	µg/kg			20	20	-	20,00	74,55
Naftaleno	µg/kg	34,6	391	20	20	0,0%	20,00	29,09
Pireno	µg/kg	153,0	1.398	20	20	0,0%	20,00	20,00
Metais		ISQG	PEL					
Alumínio Total	mg/kg			4.928	9.449	-	7.240,17	13.617,80
Arsênio Total	mg/kg	7,2	41,6	3,27	9,83	16,7%	5,25	5,98
Cádmio Total	mg/kg	0,7	4,2	0,5	0,5	0,0%	0,50	0,41
Chumbo Total	mg/kg	30,2	112	4,36	15,2	0,0%	10,01	12,81
Cobre Total	mg/kg	18,7	108	5	5	0,0%	5,00	2,79
Cromo Total	mg/kg	52,3	160	7,27	14,8	0,0%	11,58	15,28
Estanho Total	mg/kg			5	5	-	5,00	6,00
Ferro Total	mg/kg			7.704	13.754	-	11.814,00	15.160,30
Níquel Total	mg/kg	15,9	42,8	2	5	0,0%	3,84	5,01
Zinco Total	mg/kg	124,0	271	14,5	26,8	0,0%	20,87	30,22

* valores adotados pela CETESB, vide metodologia no capítulo 2

3.5.5 Cocanha

Não foram identificadas não conformidades na região, que foi classificada como Ótima segundo o IQAC.

As concentrações de clorofila *a* (Tabela 3.2) foram similares em ambas as campanhas exibindo como resultado final das médias por campanhas, bem como média anual a condição Oligotrófica, segundo o IETC, indicando baixa trofia, ou seja, qualidade das águas desejável. Quando comparada ao ano anterior, em relação à eutrofização, observou-se uma melhora na qualidade das águas.

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

Parâmetro	Unidade	Padrão classe 1 águas salinas Res. CONAMA nº 357/05	mín	máx	% NC	Média aritmética 2017	Média aritmética 2012-2016
Campo							
OD	mg/L	6	6,24	7,17	0%	6,99	7,15
pH	-	6,5 a 8,5	6,87	8,18	0%	7,91	8,15
Salinidade	ppt		34,1	36,07		35,06	33,78
Temperatura da Água	°C		22,46	25,2		23,74	22,95
Turbidez	NTU		1	5,75		2,41	3,22
Metais							
Alumínio Dissolvido	mg/L	1,5	0,5	0,5	0%	0,50	0,13
Boro Total	mg/L	5	3,55	3,9	0%	3,72	4,03
Cádmio Total	mg/L	0,005	0,05	0,05	n.d.	0,05	0,003
Chumbo Total	mg/L	0,01	0,1	0,1	n.d.	0,10	0,03
Cobre Dissolvido	mg/L	0,005	0,05	0,05	n.d.	0,05	0,01
Cromo Hexavalente	mg/L		0,004	0,00411	0%	0,004	0,01
Cromo Total	mg/L	0,05	0,1	0,1	n.d.	0,10	0,02
Estanho Total	mg/L		1	1	0%	1,00	0,09
Ferro Dissolvido	mg/L	0,3	0,5	0,5	n.d.	0,50	0,13
Níquel Total	mg/L	0,025	0,1	0,1	n.d.	0,10	0,02
Zinco Total	mg/L	0,09	0,1	0,1	n.d.	0,10	0,02
Nutrientes							
Carbono Orgânico Total	mg/L	3	1	2,4	0%	1,43	3,73
Orto-fosfato Solúvel	mg/L		0,007	0,008	0%	0,01	0,01
Fósforo Total	mg/L	0,062	0,02	0,07	0%	0,05	0,03
Nitrogênio Amoniacal Total	mg/L	0,4	0,1	0,22	0%	0,11	0,11
Nitrogênio Kjeldahl Total	mg/L		1	1	0%	1,00	0,64
Outros							
Clorofila <i>a</i>	ppb	2,5	0,56	0,89	0%	0,599	1,333
Fenóis Totais	mgC6H5OH/L	0,06	0,003	0,003	0%	0,003	0,003
Microbiológicos							
Enterococos	UFC/100mL	100	1	10	0%	1,18	1,88

■ Dados calculados considerando apenas a 2ª campanha, uma vez que na 1ª o limite de quantificação do método analítico foi superior ao padrão de qualidade

■ Médias geométricas

n.d. - não determinado pelo fato do limite de quantificação do método de medição ser maior do que o padrão de qualidade. Neste caso, nas colunas mín, máx e média consta o limite de quantificação

Qualidade dos sedimentos

Os sedimentos da região são predominantemente arenosos, porém com alguma presença de silte (cerca de 20%). Sendo possível que haja acúmulo de substâncias. Observa-se valores um pouco elevados de fósforo total devido à presença de maricultura na área, o que deixa o potencial redox ligeiramente negativo.

Na avaliação ecotoxicológica realizada no primeiro semestre, com as amostras de sedimento dos três pontos da região da Cocanha, o ensaio agudo indicou qualidade Ótima para esse ambiente (Tabela 3.3).

Conforme o critério de classificação microbiológico, em ambas as campanhas os três pontos foram classificados como Ótimos para coliformes termotolerantes e para *C. perfringens*. A única exceção foi o ponto 3 no segundo semestre que apresentou classificação Boa para *Cl. perfringens*.

Tabela 3.15 – Médias, valores mínimos e máximos e porcentagem de não conformidades (NC) dos resultados de qualidade de sedimento de Cocanha

Parâmetro	Unidade	Padrão CCME, 2002		min	máx	% NC (resultados acima de ISQG)	Média aritmética 2017	Média aritmética 2012-2016
Nutrientes								
Fósforo Total *	mg/kg	500		237	836	16,7%	374,00	275,19
Nitrogênio Kjeldahl Total *	mg/kg	1.000		308	732	0,0%	464,83	467,64
Potencial Redox	mV			-143	36,1	-	-94,12	-89,77
Orgânicos								
Carbono Orgânico Total *	%	1,3		0,22	1	0,0%	0,70	1,00
Fenóis Totais	mg/kg			2,13	3,08	-	2,37	1,34
Óleos e Graxas Totais	mg/kg			350	350	-	350,00	420,42
Hidrocarbonetos Arom. Polinucleares		ISQG	PEL					
Acenafteno	µg/kg	6,7	88,9	6	6	0,0%	6,00	19,33
Antraceno	µg/kg	46,9	245	20	20	0,0%	20,00	20,61
Benzo(a)antraceno	µg/kg	74,8	693	20	20	0,0%	20,00	20,00
Benzo(a)pireno	µg/kg	88,8	763	10	10	0,0%	10,00	10,30
Benzo(b)fluoranteno	µg/kg			20	20	-	20,00	20,61
Benzo(g,h,i)perileno	µg/kg			80	80	-	80,00	82,42
Benzo(k)fluoranteno	µg/kg			30	30	-	30,00	12,12
Criseno	µg/kg	108,0	846	20	20	0,0%	20,00	20,61
Dibenzo(a,h)antraceno	µg/kg	6,2	135	6	6	0,0%	6,00	28,73
Fenantreno	µg/kg	86,7	544	20	20	0,0%	20,00	20,61
Fluoranteno	µg/kg	113,0	1.494	20	20	0,0%	20,00	20,61
Fluoreno	µg/kg	21,2	144	15	15	0,0%	15,00	20,15
Indeno(1,2,3-cd)pireno	µg/kg			20	20	-	20,00	76,97
Naftaleno	µg/kg	34,6	391	20	20	0,0%	20,00	30,00
Pireno	µg/kg	153,0	1.398	20	20	0,0%	20,00	20,61
Metais		ISQG	PEL					
Alumínio Total	mg/kg			6.242	13.479	-	9.798,00	16.128,00
Arsênio Total	mg/kg	7,2	41,6	4,19	5,99	0,0%	5,19	5,28
Cádmio Total	mg/kg	0,7	4,2	0,5	0,5	0,0%	0,50	0,41
Chumbo Total	mg/kg	30,2	112	7,01	20,5	0,0%	12,45	13,51
Cobre Total	mg/kg	18,7	108	5	12,2	0,0%	6,57	2,88
Cromo Total	mg/kg	52,3	160	6,97	21,7	0,0%	16,33	19,65
Estanho Total	mg/kg			5	5	-	5,00	6,03
Ferro Total	mg/kg			8.392	21.864	-	16.376,33	19.721,46
Níquel Total	mg/kg	15,9	42,8	2,59	9,47	0,0%	5,23	5,91
Zinco Total	mg/kg	124,0	271	20,2	41,1	0,0%	30,63	34,97

* valores adotados pela CETESB, vide metodologia no capítulo 2

3.5.6 Baía de Caraguatatuba

Na Baía de Caraguatatuba foram identificadas não conformidades para o, COT e OD concentradas no ponto 3 que teve sua classificação individual como Regular. Na média a região foi classificada como Boa.

As concentrações de clorofila *a* (Tabela 3.2) na 1ª campanha indicaram condições Mesotróficas com uma média ligeiramente menor em relação à 2ª campanha, onde foram observadas variações na condição trófica de Oligotrófica a Eutrófica entre os pontos, no entanto, tanto a média por campanha quanto a média anual classificaram este local como Mesotrófico mantendo a condição trófica observada no ano anterior.

Tabela 3.16 – Médias, valores mínimos e máximos e porcentagem de não conformidades (NC) dos resultados de qualidade de água da Baía de Caraguatatuba

Parâmetro	Unidade	Padrão classe 1 águas salinas Res. CONAMA nº 357/05	mín	máx	% NC	Média aritmética 2017	Média aritmética 2012-2016
Campo							
OD	mg/L	6	4,74	7,28	6%	6,79	6,96
pH	-	6,5 a 8,5	7,26	8,14	0%	7,95	8,14
Salinidade	ppt		33,62	35,89		35,06	34,14
Temperatura da Água	°C		20,21	26,29		23,41	23,67
Turbidez	NTU		1,06	9,4		2,87	1,66
Metais							
Alumínio Dissolvido	mg/L	1,5	0,05	0,5	0%	0,45	0,13
Boro Total	mg/L	5	3,49	4,07	0%	3,82	4,16
Cádmio Total	mg/L	0,005	0,05	0,05	n.d.	0,05	0,003
Chumbo Total	mg/L	0,01	0,1	0,1	n.d.	0,10	0,03
Cobre Dissolvido	mg/L	0,005	0,05	0,05	n.d.	0,05	0,01
Cromo Hexavalente	mg/L		0,004	0,004	0%	0,004	0,004
Cromo Total	mg/L	0,05	0,1	0,1	n.d.	0,10	0,02
Estanho Total	mg/L		1	1	0%	1,00	0,10
Ferro Dissolvido	mg/L	0,3	0,5	0,5	n.d.	0,50	0,13
Níquel Total	mg/L	0,025	0,1	0,1	n.d.	0,10	0,02
Zinco Total	mg/L	0,09	0,1	0,1	n.d.	0,10	0,02
Nutrientes							
Carbono Orgânico Total	mg/L	3	1	4,3	6%	1,58	4,11
Orto-fosfato Solúvel	mg/L		0,007	0,01	0%	0,01	0,01
Fósforo Total	mg/L	0,062	0,07	0,07	n.d.	0,07	0,03
Nitrogênio Amoniacal Total	mg/L	0,4	0,1	0,1	0%	0,10	0,10
Nitrogênio Kjeldahl Total	mg/L		1	1	0%	1,00	0,61
Outros							
Clorofila <i>a</i>	ppb	2,5	0,56	3,01	33%	1,723	1,463
Fenóis Totais	mgC6H5OH/L	0,06	0,003	0,003	0%	0,003	0,003
Microbiológicos							
Enterococos	UFC/100mL	100	1	11	0%	1,19	1,33

■ Médias geométricas

n.d. - não determinado pelo fato do limite de quantificação do método de medição ser maior do que o padrão de qualidade. Neste caso, nas colunas mín, máx e média consta o limite de quantificação

Qualidade dos sedimentos

Os sedimentos da região são predominantemente arenosos, porém com alguma presença de silte (cerca de 20%). Baías são naturalmente regiões deposicionais devido às suas características topográficas que dificultam a circulação das águas no local. Desta forma a média do potencial redox observada é moderadamente negativa.

Em 2017 a região da Baía de Caraguatatuba observou alguma melhora nas concentrações de nutrientes no sedimento revertendo seu comportamento histórico de aumento destas concentrações.

Na avaliação ecotoxicológica realizada no primeiro semestre, com as amostras de sedimento dos três pontos da Baía de Caraguatatuba, o ensaio agudo indicou qualidade Ótima para esse ambiente (Tabela 3.3).

Com base no critério de classificação microbiológico, em ambas as campanhas de amostragem os pontos foram classificados como Ótimos e Bons, para os coliformes termotolerantes e para *C. perfringens*.

Tabela 3.17 – Médias, valores mínimos e máximos e porcentagem de não conformidades (NC) dos resultados de qualidade de sedimento da Baía de Caraguatatuba

Parâmetro	Unidade	Padrão CCME, 2002		mín	máx	% NC (resultados acima de ISQG)	Média aritmética 2017	Média aritmética 2012-2016
Nutrientes								
Fósforo Total *	mg/kg	500		143	265	0,0%	229,83	232,69
Nitrogênio Kjeldahl Total *	mg/kg	1.000		192	829	0,0%	493,50	535,11
Potencial Redox	mV			-127,3	-1	-	-74,45	-109,23
Orgânicos								
Carbono Orgânico Total *	%	1,3		0,31	1	0,0%	0,72	1,01
Fenóis Totais	mg/kg			2,07	2,66	-	2,33	1,75
Óleos e Graxas Totais	mg/kg			350	350	-	350,00	461,03
Hidrocarbonetos Arom. Polinucleares		ISQG	PEL					
Acenafteno	µg/kg	6,7	88,9	6	6	0,0%	6,00	18,44
Antraceno	µg/kg	46,9	245	20	20	0,0%	20,00	20,00
Benzo(a)antraceno	µg/kg	74,8	693	20	20	0,0%	20,00	20,00
Benzo(a)pireno	µg/kg	88,8	763	10	10	0,0%	10,00	10,00
Benzo(b)fluoranteno	µg/kg			20	20	-	20,00	20,00
Benzo(g,h,i)perileno	µg/kg			80	80	-	80,00	80,00
Benzo(k)fluoranteno	µg/kg			30	30	-	30,00	12,22
Criseno	µg/kg	108,0	846	20	20	0,0%	20,00	20,00
Dibenzo(a,h)antraceno	µg/kg	6,2	135	6	6	0,0%	6,00	27,33
Fenantreno	µg/kg	86,7	544	20	20	0,0%	20,00	20,00
Fluoranteno	µg/kg	113,0	1.494	20	20	0,0%	20,00	20,06
Fluoreno	µg/kg	21,2	144	15	15	0,0%	15,00	19,44
Indeno(1,2,3-cd)pireno	µg/kg			20	20	-	20,00	73,33
Naftaleno	µg/kg	34,6	391	20	20	0,0%	20,00	28,89
Pireno	µg/kg	153,0	1.398	20	20	0,0%	20,00	20,00
Metais		ISQG	PEL					
Alumínio Total	mg/kg			7.110	10.870	-	9.936,50	14.555,03
Arsênio Total	mg/kg	7,2	41,6	3,68	5,78	0,0%	5,00	5,72
Cádmio Total	mg/kg	0,7	4,2	0,5	0,5	0,0%	0,50	0,34
Chumbo Total	mg/kg	30,2	112	8,6	14,3	0,0%	12,47	12,57
Cobre Total	mg/kg	18,7	108	5	5	0,0%	5,00	2,81
Cromo Total	mg/kg	52,3	160	13,4	19	0,0%	17,40	21,92
Estanho Total	mg/kg			5	5	-	5,00	6,36
Ferro Total	mg/kg			12.160	20.354	-	17.226,17	16.886,58
Níquel Total	mg/kg	15,9	42,8	3,59	6,39	0,0%	4,98	6,89
Zinco Total	mg/kg	124,0	271	21,1	34,4	0,0%	28,92	32,71

* valores adotados pela CETESB, vide metodologia no capítulo 2

3.5.7 Canal de São Sebastião

Qualidade da água

As amostras coletadas em 2017 nos cinco pontos do Canal de São Sebastião indicaram não conformidades nos resultados de OD, COT e pH (os dois últimos com apenas uma ocorrência), o que resultou em um IQAC médio Bom. A ocorrência de não conformidades de pH acima da faixa preconizada pela legislação provavelmente se trata de um evento pontual.

As concentrações de clorofila *a* (Tabela 3.2) na 1ª campanha foram ligeiramente maiores em relação à segunda campanha, variando de Oligotrófico a Eutrófico, provavelmente devido à uma maior transparência, portanto maior incidência luminosa. Já na 2ª campanha variaram de Oligotrófica a Mesotrófica. Considerando os cinco pontos monitorados, tanto a média por campanhas quanto a média anual, indicam que essa região encontra-se em processo de eutrofização, classificada como Mesotrófica, mantendo a condição trófica em relação ao ano anterior.

Tabela 3.18 – Médias, valores mínimos e máximos e porcentagem de não conformidades (NC) dos resultados de qualidade de água do Canal de São Sebastião

Parâmetro	Unidade	Padrão classe 1 águas salinas Res. CONAMA nº 357/05	mín	máx	% NC	Média aritmética 2017	Média aritmética 2012-2016
Campo							
OD	mg/L	6	4,27	7,65	17%	6,63	6,84
pH	-	6,5 a 8,5	7,05	8,66	3%	7,91	8,12
Salinidade	ppt		33,89	35,91		35,28	34,35
Temperatura da Água	°C		17,74	26,2		22,92	23,27
Turbidez	NTU		1	8,7		3,03	2,01
Metais							
Alumínio Dissolvido	mg/L	1,5	0,5	0,5	0%	0,50	0,13
Boro Total	mg/L	5	2,69	3,61	0%	3,24	4,19
Cádmio Total	mg/L	0,005	0,05	0,05	n.d.	0,05	0,002
Chumbo Total	mg/L	0,01	0,1	0,1	n.d.	0,10	0,02
Cobre Dissolvido	mg/L	0,005	0,05	0,05	n.d.	0,05	0,01
Cromo Hexavalente	mg/L		0,004	0,004	0%	0,004	0,004
Cromo Total	mg/L	0,05	0,1	0,1	n.d.	0,10	0,02
Estanho Total	mg/L		1	1	0%	1,00	0,10
Ferro Dissolvido	mg/L	0,3	0,5	0,5	n.d.	0,50	0,13
Níquel Total	mg/L	0,025	0,1	0,1	n.d.	0,10	0,02
Zinco Total	mg/L	0,09	0,1	0,1	n.d.	0,10	0,02
Nutrientes							
Carbono Orgânico Total	mg/L	3	1	3,5	3%	1,44	4,10
Orto-fosfato Solúvel	mg/L		0,007	0,02	0%	0,01	0,01
Fósforo Total	mg/L	0,062	0,07	0,07	n.d.	0,07	0,03
Nitrogênio Amoniacal Total	mg/L	0,4	0,1	0,14	0%	0,10	0,10
Nitrogênio Kjeldahl Total	mg/L		1	1	0%	1,00	0,62
Outros							
Clorofila <i>a</i>	ppb	2,5	0,56	4,33	10%	1,356	1,394
Fenóis Totais	mgC6H5OH/L	0,06	0,003	0,003	0%	0,003	0,004
Microbiológicos							
Enterococos	UFC/100mL	100	1	60	0%	2,00	1,54

■ Médias geométricas

n.d. - não determinado pelo fato do limite de quantificação do método de medição ser maior do que o padrão de qualidade. Neste caso, nas colunas mín, máx e média consta o limite de quantificação

Qualidade dos sedimentos

Os sedimentos do canal de São Sebastião possuem granulometria variada dadas as diferentes características dependentes da localização do ponto no canal. Pontos localizados em maiores profundidades e mais próximos ao canal principal apresentam granulometria mais arenosa e potencial redox mais próximo de zero enquanto pontos mais próximos do continente apresentam granulometria mais fina e potencial redox mais negativo devido à deposição de material continental, incluindo esgoto doméstico. Em relação aos nutrientes as não conformidades se concentraram nesses últimos pontos.

Verificou-se ocorrências de arsênio nos dois semestres e chumbo no primeiro semestre no ponto 5, todas muito próximas de ISQG.

Nessa região os ensaios ecotoxicológicos agudos foram realizados nos cinco pontos. Os resultados indicaram ausência de efeitos tóxicos para o sedimento em todos os pontos no primeiro semestre, sendo classificados com qualidade Ótima. No ponto 5 foram observadas concentrações de Pb e As superiores ao ISQG, sendo essa última substância também superior ao valor basal da região costeira paulista. No entanto, esses contaminantes não estavam biodisponíveis para causar efeito tóxico aos organismos teste.

O Canal de São Sebastião tem grande importância do ponto de vista econômico. Recebe efluentes domésticos (3 emissários) e industrial (Tasse), além da contribuição proveniente das atividades do Porto de São Sebastião. Embora em 2017 os resultados não tenham mostrado valores elevados de contaminantes, essa região exige atenção especial, principalmente considerando-se o futuro aumento dos usos já existentes, como a ampliação do Porto. Além disso, como no Saco da Ribeira, a eventual ressuspensão do sedimento poderá causar efeitos deletérios nas comunidades biológicas.

Com base no critério microbiológico, os cinco pontos de amostragem foram classificados como Ótimos e Bons para os coliformes termotolerantes e *C. perfringens*, em ambas as campanhas.

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

Parâmetro	Unidade	Padrão CCME, 2002		min	máx	% NC (resultados acima de ISQG)	Média aritmética 2017	Média aritmética 2012-2016
Nutrientes								
Fósforo Total *	mg/kg	500		201	578	30,0%	371,70	376,91
Nitrogênio Kjeldahl Total *	mg/kg	1.000		400	1.729	40,0%	955,00	819,41
Potencial Redox	mV			-165,8	-28	-	-103,53	-116,16
Orgânicos								
Carbono Orgânico Total *	%	1,3		0,52	1,6	30,0%	1,14	1,13
Fenóis Totais	mg/kg			1,95	3,63	-	2,70	1,76
Óleos e Graxas Totais	mg/kg			350	350	-	350,00	491,27
Hidrocarbonetos Arom. Polinucleares		ISQG	PEL					
Acenafteno	µg/kg	6,7	88,9	6	6	0,0%	6,00	18,41
Antraceno	µg/kg	46,9	245	20	20	0,0%	20,00	20,00
Benzo(a)antraceno	µg/kg	74,8	693	20	20	0,0%	20,00	20,02
Benzo(a)pireno	µg/kg	88,8	763	10	24,8	0,0%	12,96	10,78
Benzo(b)fluoranteno	µg/kg			20	26,1	-	21,22	20,03
Benzo(g,h,i)perileno	µg/kg			80	80	-	80,00	80,00
Benzo(k)fluoranteno	µg/kg			30	30	-	30,00	12,27
Criseno	µg/kg	108,0	846	20	23,6	0,0%	20,72	20,00
Dibenzo(a,h)antraceno	µg/kg	6,2	135	6	6	0,0%	6,00	27,27
Fenantreno	µg/kg	86,7	544	20	20	0,0%	20,00	20,00
Fluoranteno	µg/kg	113,0	1.494	20	31,4	0,0%	22,28	24,74
Fluoreno	µg/kg	21,2	144	15	15	0,0%	15,00	19,43
Indeno(1,2,3-cd)pireno	µg/kg			20	24,6	-	20,92	73,18
Naftaleno	µg/kg	34,6	391	20	20	0,0%	20,00	28,86
Pireno	µg/kg	153,0	1.398	20	31,3	0,0%	22,26	21,56
Metais		ISQG	PEL					
Alumínio Total	mg/kg			3.939	22.595	-	12.564,80	19.533,33
Arsênio Total	mg/kg	7,2	41,6	3,71	13,6	20,0%	7,12	6,63
Cádmio Total	mg/kg	0,7	4,2	0,5	0,56	0,0%	0,51	0,37
Chumbo Total	mg/kg	30,2	112	5,88	30,8	10,0%	16,66	14,51
Cobre Total	mg/kg	18,7	108	5	15,9	0,0%	6,77	6,49
Cromo Total	mg/kg	52,3	160	7,47	31	0,0%	19,55	24,29
Estanho Total	mg/kg			5	5	-	5,00	6,25
Ferro Total	mg/kg			6.377	27.371	-	19.562,40	20.212,69
Níquel Total	mg/kg	15,9	42,8	2,97	9,47	0,0%	6,29	9,98
Zinco Total	mg/kg	124,0	271	15,5	52,5	0,0%	34,90	47,17

* valores adotados pela CETESB, vide metodologia no capítulo 2

3.5.8 Barra do Una

Qualidade da água

Nesta área os parâmetros COT e clorofila *a* apresentaram concentrações maiores do que o padrão de qualidade sendo que o primeiro apresentou não conformidade em 44% das amostras. Mesmo assim a classificação de todos os pontos e a média foram boas uma vez que as concentrações nas amostras não conformes são muito próximas do limite legal.

Quanto às condições tróficas, observou-se que as concentrações de clorofila *a* foram menores na 1ª campanha, variando de Oligotrófica a Mesotrófica com a média indicando condição Oligotrófica. Na 2ª campanha foi observado um aumento nas concentrações de clorofila *a* indicando condições tróficas que variaram entre Mesotrófica e Eutrófica, resultando, pela média desta campanha, na classificação Mesotrófica. A média anual das duas campanhas indicou, para o local, classificação Mesotrófica (Tabela 3.2), indicando quanto à eutrofização, uma melhora na qualidade das águas em relação ao ano anterior.

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

Parâmetro	Unidade	Padrão classe 1 águas salinas Res. CONAMA nº 357/05	mín	máx	% NC	Média aritmética 2017	Média aritmética 2012-2016
Campo							
OD	mg/L	6	6,27	7,13	0%	6,73	7,06
pH	-	6,5 a 8,5	7,5	8,2	0%	8,01	8,10
Salinidade	ppt		35,2	36,94		36,12	33,72
Temperatura da Água	°C		22,4	25,04		23,16	22,61
Turbidez	NTU		1	13		4,16	3,41
Metais							
Alumínio Dissolvido	mg/L	1,5	0,5	0,5	0%	0,50	0,13
Boro Total	mg/L	5	4,04	4,24	0%	4,13	4,01
Cádmio Total	mg/L	0,005	0,05	0,05	n.d.	0,05	0,002
Chumbo Total	mg/L	0,01	0,1	0,1	n.d.	0,10	0,02
Cobre Dissolvido	mg/L	0,005	0,05	0,05	n.d.	0,05	0,01
Cromo Hexavalente	mg/L		0,004	0,004	0%	0,004	0,004
Cromo Total	mg/L	0,05	0,1	0,1	n.d.	0,10	0,02
Estanho Total	mg/L		1	1	0%	1,00	0,10
Ferro Dissolvido	mg/L	0,3	0,5	0,5	n.d.	0,50	0,12
Níquel Total	mg/L	0,025	0,1	0,1	n.d.	0,10	0,02
Zinco Total	mg/L	0,09	0,1	0,1	n.d.	0,10	0,02
Nutrientes							
Carbono Orgânico Total	mg/L	3	1	5,9	44%	2,56	3,91
Orto-fosfato Solúvel	mg/L		0,007	0,02	0%	0,01	0,01
Fósforo Total	mg/L	0,062	0,07	0,07	n.d.	0,07	0,03
Nitrogênio Amoniacal Total	mg/L	0,4	0,1	0,21	0%	0,11	0,11
Nitrogênio Kjeldahl Total	mg/L		0,5	1	0%	0,78	0,64
Outros							
Clorofila <i>a</i>	ppb	2,5	0,56	3,56	17%	1,590	1,993
Fenóis Totais	mgC ₆ H ₅ OH/L	0,06	0,003	0,003	0%	0,003	0,004
Microbiológicos							
Enterococos	UFC/100mL	100	1	3	0%	1,06	1,98

■ Médias geométricas

n.d. - não determinado pelo fato do limite de quantificação do método de medição ser maior do que o padrão de qualidade. Neste caso, nas colunas mín, máx e média consta o limite de quantificação

Qualidade dos sedimentos

Os sedimentos da região são predominantemente arenosos e não apresentaram concentrações elevadas das substâncias avaliadas, mostrando boa qualidade.

Na avaliação ecotoxicológica das amostras de sedimento no primeiro semestre, o ensaio agudo nos pontos 1 e 2 indicou qualidade Ótima (Tabela 3.3). Por outro lado, o ponto 3 apresentou toxicidade, resultando na classificação Ruim. Uma vez que dentre as substâncias analisadas, para as quais existem critérios, os mesmos foram atendidos (Tabela 3.21), provavelmente outras substâncias não avaliadas na amostra ou mesmo sua interação, provocaram a toxicidade observada no ponto 3.

Conforme o critério microbiológico, nas duas campanhas de amostragem os pontos foram classificados com Ótimos para coliformes termotolerantes e para *C. perfringens*.

Tabela 3.21 – Médias, valores mínimos e máximos e porcentagem de não conformidades (NC) dos resultados de qualidade de sedimento da Barra do Una

Parâmetro	Unidade	Padrão CCME, 2002		mín	máx	% NC (resultados acima de ISQG)	Média aritmética 2017	Média aritmética 2012-2016
Nutrientes								
Fósforo Total *	mg/kg	500		45,7	185	0,0%	98,53	155,32
Nitrogênio Kjeldahl Total *	mg/kg	1.000		133	311	0,0%	187,50	344,38
Potencial Redox	mV			-126,3	153,9	-	49,35	0,73
Orgânicos								
Carbono Orgânico Total *	%	1,3		0,03	1	0,0%	0,53	1,05
Fenóis Totais	mg/kg			1,9	2,25	-	2,03	1,51
Óleos e Graxas Totais	mg/kg			350	350	-	350,00	441,97
Hidrocarbonetos Arom. Polinucleares		ISQG	PEL					
Acenafteno	µg/kg	6,7	88,9	6	6	0,0%	6,00	18,50
Antraceno	µg/kg	46,9	245	20	20	0,0%	20,00	20,38
Benzo(a)antraceno	µg/kg	74,8	693	20	20	0,0%	20,00	20,00
Benzo(a)pireno	µg/kg	88,8	763	10	10	0,0%	10,00	11,40
Benzo(b)fluoranteno	µg/kg			20	20	-	20,00	20,02
Benzo(g,h,i)perileno	µg/kg			80	80	-	80,00	80,00
Benzo(k)fluoranteno	µg/kg			30	30	-	30,00	12,14
Criseno	µg/kg	108,0	846	20	20	0,0%	20,00	20,00
Dibenzo(a,h)antraceno	µg/kg	6,2	135	6	6	0,0%	6,00	27,43
Fenantreno	µg/kg	86,7	544	20	20	0,0%	20,00	20,00
Fluoranteno	µg/kg	113,0	1.494	20	20	0,0%	20,00	20,68
Fluoreno	µg/kg	21,2	144	15	15	0,0%	15,00	19,46
Indeno(1,2,3-cd)pireno	µg/kg			20	20	-	20,00	73,62
Naftaleno	µg/kg	34,6	391	20	20	0,0%	20,00	30,00
Pireno	µg/kg	153,0	1.398	20	20	0,0%	20,00	20,38
Metais		ISQG	PEL					
Alumínio Total	mg/kg			2.912	11.016	-	5.874,00	9.142,19
Arsênio Total	mg/kg	7,2	41,6	2,18	6	0,0%	4,28	4,61
Cádmio Total	mg/kg	0,7	4,2	0,5	0,5	0,0%	0,50	0,40
Chumbo Total	mg/kg	30,2	112	5	14	0,0%	9,86	11,08
Cobre Total	mg/kg	18,7	108	5	5	0,0%	5,00	2,80
Cromo Total	mg/kg	52,3	160	5,02	15	0,0%	8,82	15,57
Estanho Total	mg/kg			5	5	-	5,00	5,00
Ferro Total	mg/kg			4.697	17.830	-	9.484,83	11.964,72
Níquel Total	mg/kg	15,9	42,8	2	5	0,0%	3,86	5,12
Zinco Total	mg/kg	124,0	271	9,01	31,3	0,0%	16,92	22,23

* valores adotados pela CETESB, vide metodologia no capítulo 2

3.5.9 Área de influência do Rio Itaguapé

Qualidade da água

Nesta área foram identificadas algumas não conformidades nas concentrações de COT, o que reduziu sua classificação para Boa em 2017 (anteriormente Ótima). A área tem oscilado entre as duas classificações desde o início da série histórica em 2011.

As concentrações de clorofila *a* (Tabela 3.2) variaram na 1ª campanha de Oligotrófica a Mesotrófica, já na 2ª campanha foram observados valores menores, classificados como Oligotróficos. Tanto a média das duas campanhas quanto a média anual indicaram, segundo o IETC, a classificação Oligotrófica, ou seja, indicativa de baixa trofia, condição esta desejável, visto que se trata de uma área de preservação ambiental. Comparado ao ano anterior observa-se uma melhora na condição trófica deste local.

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

Parâmetro	Unidade	Padrão classe 1 águas salinas Res. CONAMA nº 357/05	mín	máx	% NC	Média aritmética 2017	Média aritmética 2012-2016
Campo							
OD	mg/L	6	6,32	7,24	0%	6,84	6,92
pH	-	6,5 a 8,5	7,58	8,2	0%	8,03	8,10
Salinidade	ppt		35,26	36,82		36,02	33,88
Temperatura da Água	°C		22,39	25,22		23,20	22,65
Turbidez	NTU		1	12		2,54	2,60
Metais							
Alumínio Dissolvido	mg/L	1,5	0,5	0,5	0%	0,50	0,12
Boro Total	mg/L	5	4,02	4,43	0%	4,25	4,13
Cádmio Total	mg/L	0,005	0,05	0,05	n.d.	0,05	0,002
Chumbo Total	mg/L	0,01	0,1	0,1	n.d.	0,10	0,02
Cobre Dissolvido	mg/L	0,005	0,05	0,05	n.d.	0,05	0,01
Cromo Hexavalente	mg/L		0,004	0,004	0%	0,004	0,005
Cromo Total	mg/L	0,05	0,1	0,1	n.d.	0,10	0,02
Estanho Total	mg/L		1	1	0%	1,00	0,10
Ferro Dissolvido	mg/L	0,3	0,5	0,5	n.d.	0,50	0,12
Níquel Total	mg/L	0,025	0,1	0,1	n.d.	0,10	0,02
Zinco Total	mg/L	0,09	0,1	0,1	n.d.	0,10	0,03
Nutrientes							
Carbono Orgânico Total	mg/L	3	1	3,3	11%	1,73	3,50
Orto-fosfato Solúvel	mg/L		0,007	0,01	0%	0,01	0,01
Fósforo Total	mg/L	0,062	0,07	0,07	n.d.	0,07	0,03
Nitrogênio Amoniacal Total	mg/L	0,4	0,1	0,16	0%	0,11	0,11
Nitrogênio Kjeldahl Total	mg/L		1	1	0%	1,00	0,66
Outros							
Clorofila <i>a</i>	ppb	2,5	0,56	1,19	0%	0,780	1,540
Fenóis Totais	mgC6H5OH/L	0,06	0,003	0,003	0%	0,003	0,004
Microbiológicos							
Enterococos	UFC/100mL	100	1	3	0%	1,06	1,33

■ Médias geométricas

n.d. - não determinado pelo fato do limite de quantificação do método de medição ser maior do que o padrão de qualidade. Neste caso, nas colunas mín, máx e média consta o limite de quantificação

Qualidade dos sedimentos

Os sedimentos da região são predominantemente arenosos e não apresentaram concentrações elevadas dos contaminantes estudados.

Com relação aos ensaios ecotoxicológicos no primeiro semestre, os resultados do ensaio agudo indicaram ausência de toxicidade para as amostras de sedimento nos 3 pontos do Rio Itaguapé, resultando na classificação Ótima (Tabela 3.3).

Com base no critério microbiológico, todos os pontos foram classificados como Ótimos para coliformes termotolerantes e *C. perfringens* nas duas campanhas de amostragem.

Tabela 3.23 – Médias, valores mínimos e máximos e porcentagem de não conformidades (NC) dos resultados de qualidade de sedimento da área de influência da foz do Rio Itaguapé

Parâmetro	Unidade	Padrão CCME, 2002		mín	máx	% NC (resultados acima de ISQG)	Média aritmética 2017	Média aritmética 2012-2016
Nutrientes								
Fósforo Total *	mg/kg	500		50,8	103	0,0%	79,95	117,50
Nitrogênio Kjeldahl Total *	mg/kg	1.000		122	177	0,0%	144,17	286,22
Potencial Redox	mV			-196	113,4	-	-10,78	24,30
Orgânicos								
Carbono Orgânico Total *	%	1,3		0,03	1	0,0%	0,53	1,01
Fenóis Totais	mg/kg			1,89	2,03	-	1,94	1,41
Óleos e Graxas Totais	mg/kg			350	350	-	350,00	454,70
Hidrocarbonetos Arom. Polinucleares		ISQG	PEL					
Acenafteno	µg/kg	6,7	88,9	6	6	0,0%	6,00	18,60
Antraceno	µg/kg	46,9	245	20	20	0,0%	20,00	20,24
Benzo(a)antraceno	µg/kg	74,8	693	20	20	0,0%	20,00	20,00
Benzo(a)pireno	µg/kg	88,8	763	10	10	0,0%	10,00	10,94
Benzo(b)fluoranteno	µg/kg			20	20	-	20,00	20,00
Benzo(g,h,i)perileno	µg/kg			80	80	-	80,00	80,00
Benzo(k)fluoranteno	µg/kg			30	30	-	30,00	12,00
Criseno	µg/kg	108,0	846	20	20	0,0%	20,00	20,00
Dibenzo(a,h)antraceno	µg/kg	6,2	135	6	6	0,0%	6,00	27,60
Fenantreno	µg/kg	86,7	544	20	20	0,0%	20,00	20,00
Fluoranteno	µg/kg	113,0	1.494	20	20	0,0%	20,00	20,71
Fluoreno	µg/kg	21,2	144	15	15	0,0%	15,00	19,50
Indeno(1,2,3-cd)pireno	µg/kg			20	20	-	20,00	74,00
Naftaleno	µg/kg	34,6	391	20	20	0,0%	20,00	29,00
Pireno	µg/kg	153,0	1.398	20	20	0,0%	20,00	20,11
Metais		ISQG	PEL					
Alumínio Total	mg/kg			3.275	5.354	-	4.291,67	5.797,25
Arsênio Total	mg/kg	7,2	41,6	2,11	5	0,0%	3,87	3,72
Cádmio Total	mg/kg	0,7	4,2	0,5	0,5	0,0%	0,50	0,41
Chumbo Total	mg/kg	30,2	112	5	14	0,0%	9,51	13,62
Cobre Total	mg/kg	18,7	108	5	5	0,0%	5,00	172,26
Cromo Total	mg/kg	52,3	160	6,47	9,19	0,0%	7,43	15,28
Estanho Total	mg/kg			5	5	-	5,00	5,00
Ferro Total	mg/kg			5.203	8.836	-	7.603,17	8.812,54
Níquel Total	mg/kg	15,9	42,8	2	5	0,0%	3,59	23,99
Zinco Total	mg/kg	124,0	271	9,11	15,4	0,0%	12,20	84,69

* valores adotados pela CETESB, vide metodologia no capítulo 2

3.5.10 Canal de Bertiooga

Qualidade da água

Nas campanhas de 2017, os pontos 1 e 2 do canal de Bertiooga apresentaram qualidade pior do que o ano anterior apresentando a classificação Ruim. Foram observadas não conformidades com parâmetros COT, fósforo e OD. Além disso, o parâmetro boro total também apresentou concentrações entre 6 e 8 vezes acima do padrão de qualidade para águas salobras em todas as amostras pela grande influência das águas salinas. Há estudos sugerindo que o boro ocorra de forma natural em águas salinas em concentrações mais elevadas do que os valores orientadores de forma que não é possível atribuir tais ocorrências às atividades antrópicas.

Quanto à condição trófica, as concentrações de clorofila *a* (Tabela 3.2) na 1ª campanha foram maiores do que a 2ª campanha, apresentando classificações entre Mesotrófica e Supereutrófica, e média Eutrófica, relacionada provavelmente às chuvas ocorridas no período. Na 2ª campanha, as concentrações variaram de Mesotrófica a Eutrófica e a média para esta campanha foi Mesotrófica. Pela média anual este local foi classificado, segundo o IETC, como Eutrófico, indicando um ambiente já eutrofizado, mas mantendo a condição observada no ano anterior.

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

Parâmetro	Unidade	Padrão classe 1 águas salinas Res. CONAMA nº 357/05	mín	máx	% NC	Média aritmética 2017	Média aritmética 2012-2016
Campo							
OD	mg/L	5	2,33	8,45	29%	5,55	5,65
pH	-	6,5 a 8,5	7,21	7,98	0%	7,62	7,69
Salinidade	ppt		20,21	34,54		28,51	25,13
Temperatura da Água	°C		21,53	29,01		24,88	23,37
Turbidez	NTU		2,63	9,49		5,36	4,53
Metais							
Alumínio Dissolvido	mg/L	0,1	0,1	0,1	0%	0,10	0,19
Boro Total	mg/L	0,5	2,69	4,64	100%	3,41	2,67
Cádmio Total	mg/L	0,005	0,0007	0,0007	0%	0,001	0,003
Chumbo Total	mg/L	0,01	0,009	0,009	0%	0,01	0,03
Cobre Dissolvido	mg/L	0,005	0,009	0,009	n.d.	0,01	0,01
Cromo Hexavalente	mg/L		0,004	0,02	0%	0,01	0,01
Cromo Total	mg/L	0,05	0,02	0,02	0%	0,02	0,02
Estanho Total	mg/L		0,1	0,1	0%	0,10	0,10
Ferro Dissolvido	mg/L	0,3	0,1	0,1	0%	0,10	0,16
Níquel Total	mg/L	0,025	0,02	0,02	0%	0,02	0,02
Zinco Total	mg/L	0,09	0,02	0,02	0%	0,02	0,02
Nutrientes							
Carbono Orgânico Total	mg/L	3	2,12	8,8	72%	4,95	5,65
Orto-fosfato Solúvel	mg/L		0,02	0,2	0%	0,11	0,17
Fósforo Total	mg/L	0,124	0,03	0,21	59%	0,14	0,15
Nitrogênio Amoniacal Total	mg/L	0,4	0,1	0,37	0%	0,21	0,19
Nitrogênio Kjeldahl Total	mg/L		0,5	1	0%	0,81	0,70
Outros							
Clorofila <i>a</i>	ppb	10	3,1	41,43	55%	14,581	8,016
Fenóis Totais	mgC ₆ H ₅ OH/L	0,06	0,003	0,003	0%	0,003	0,003
Microbiológicos							
Enterococos	UFC/100mL	100	1	100	0%	6,78	6,59

■ Médias geométricas

n.d. - não determinado pelo fato do limite de quantificação do método de medição ser maior do que o padrão de qualidade. Neste caso, nas colunas mín, máx e média consta o limite de quantificação

Qualidade dos sedimentos

Os sedimentos do ponto 1, localizado no Largo do Candinho que tem influência do estuário de Santos, apresentaram granulometria fina com maior fração de silte enquanto, que ponto 3, próximo ao rio Itapanhaú e ao mar na boca leste do canal, e submetido a correntes mais intensas apresenta granulometria mais arenosa. O largo do Candinho é uma área onde ocorre o encontro das águas sendo, portanto, uma área deposicional, por esse motivo possui características bastante diversas dos outros dois pontos. Em geral os sedimentos da região possuem altas quantidades de partículas finas e potencial redox negativo.

O ano de 2017 apresentou concentrações bem inferiores à série histórica em se tratando de nutrientes e também apresentou não conformidades pontuais da série de metais concentradas nos pontos 1 e 2 (arsênio e cobre, ambos próximos ao nível de ISQG).

Os ensaios ecotoxicológicos do primeiro semestre, nas amostras de sedimento dos três pontos desta região indicaram qualidade Ótima para esse ambiente (Tabela 3.3). Embora tenha sido observada a presença de As no ponto 1, acima do ISQG, mas abaixo do limiar do valor basal, esse elemento não estava biodisponível para causar efeito tóxico aos organismos teste.

Na avaliação dessa região é necessário considerar o histórico de contaminação, como por exemplo, a presença HPAs e metais que, embora abaixo dos limites de ISQG nas amostragens deste ano, podem causar problemas no caso de uma eventual movimentação e ressuspensão da camada de sedimento, aumentando a probabilidade de ocorrência de efeitos deletérios nas comunidades biológicas.

Considerando o critério microbiológico, as amostras do primeiro semestre, para coliformes termotolerantes foram classificadas como Boa, Regular e Ruim, e para *C. perfringens* os pontos 1 e 2 foram classificados como Regulares e o ponto 3 como Bom. No segundo semestre o cenário melhora e as amostras são classificadas como Ótimas e Boas para os dois indicadores. Exceção feita para a amostra do ponto 3 que foi classificada como Regular.

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

Parâmetro	Unidade	Padrão CCME, 2002		min	máx	% NC (resultados acima de ISQG)	Média aritmética 2017	Média aritmética 2012-2016
Nutrientes								
Fósforo Total *	mg/kg	700		164	725	16,7%	370,33	548,81
Nitrogênio Kjeldahl Total *	mg/kg	1.500		1	3.538	28,6%	1.249,71	2.107,70
Potencial Redox	mV			-357	-27	-	-205,88	-196,03
Orgânicos								
Carbono Orgânico Total *	%	1,8		1	5,9	33,3%	2,65	3,68
Fenóis Totais	mg/kg			2,18	6,08	-	3,58	4,24
Óleos e Graxas Totais	mg/kg			350	2.850	-	1.330,00	1.516,33
Hidrocarbonetos Arom. Polinucleares		ISQG	PEL					
Acenafteno	µg/kg	6,7	88,9	6	6	0,0%	6,00	21,21
Antraceno	µg/kg	46,9	245	20	26,5	0,0%	22,17	73,79
Benzo(a)antraceno	µg/kg	74,8	693	20	20	0,0%	20,00	23,56
Benzo(a)pireno	µg/kg	88,8	763	10	22,1	0,0%	14,03	22,37
Benzo(b)fluoranteno	µg/kg			20	29,1	-	23,03	44,05
Benzo(g,h,i)perileno	µg/kg			80	80	-	80,00	86,28
Benzo(k)fluoranteno	µg/kg			30	30	-	30,00	13,94
Criseno	µg/kg	108,0	846	20	21,9	0,0%	20,63	29,98
Dibenzo(a,h)antraceno	µg/kg	6,2	135	6	6	0,0%	6,00	31,82
Fenantreno	µg/kg	86,7	544	20	20	0,0%	20,00	25,29
Fluoranteno	µg/kg	113,0	1.494	20	28,7	0,0%	22,90	37,21
Fluoreno	µg/kg	21,2	144	15	15	0,0%	15,00	21,21
Indeno(1,2,3-cd)pireno	µg/kg			20	26	-	22,00	85,64
Naftaleno	µg/kg	34,6	391	20	20	0,0%	20,00	31,82
Pireno	µg/kg	153,0	1.398	20	33,5	0,0%	24,50	32,82
Metais		ISQG	PEL					
Alumínio Total	mg/kg			4.543	25.250	-	11.542,50	31.696,09
Arsênio Total	mg/kg	7,2	41,6	2,33	9,48	33,3%	5,52	7,99
Cádmio Total	mg/kg	0,7	4,2	0,5	0,5	0,0%	0,50	0,40
Chumbo Total	mg/kg	30,2	112	5	25	0,0%	12,59	19,92
Cobre Total	mg/kg	18,7	108	2,52	19,2	16,7%	9,33	8,45
Cromo Total	mg/kg	52,3	160	3,92	28,1	0,0%	14,08	26,26
Estanho Total	mg/kg			5	5	-	5,00	5,72
Ferro Total	mg/kg			4.436	26.780	-	13.080,17	23.475,70
Níquel Total	mg/kg	15,9	42,8	2	10,7	0,0%	5,19	10,63
Zinco Total	mg/kg	124,0	271	14,4	72	0,0%	36,48	52,81

* valores adotados pela CETESB, vide metodologia no capítulo 2

3.5.11 Canal de Piaçaguera

Qualidade da água

A área apresentou muitas não conformidades para os parâmetros OD (53%), fósforo total (100%), nitrogênio amoniacal total (56%), COT (56%) e enterococos (50%), classificando a região na categoria Péssima, mostrando uma piora em relação ao ano de 2016. O boro total apresentou não conformidade sistemática ao longo do canal, mas verifica-se nitidamente a contribuição das águas salinas já que sua concentração cai de um patamar próximo a 4 mg/L nos pontos mais ao sul (e com maior contribuição da cunha salina) para menos de 1 mg/L na porção norte.

As concentrações de clorofila *a* (Tabela 3.2) na 1ª campanha foram menores variando da condição Oligotrófica a Mesotrófica. Já na 2ª campanha as concentrações de clorofila *a* para todos os pontos indicaram condição Mesotrófica. Na 1ª campanha foram observadas concentrações elevadas de Fósforo Total de 3 a 16 vezes acima do limite estabelecido pela CONAMA N° 357/05 para águas salobras, bem como valores mais elevados de orto-fosfato provavelmente relacionada à presença de indústrias de fertilizantes no entorno do canal. Apesar da elevada concentração de nutrientes, provavelmente a alta turbidez, foi o fator que não permitiu o estabelecimento da comunidade fitoplanctônica resultando em valores de clorofila *a* menores que os da 2ª campanha. Pelo IETC, tanto a média por campanha quanto a média anual, classificaram este local como Mesotrófico, mantendo a condição trófica observada no ano anterior.

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

Parâmetro	Unidade	Padrão classe 1 águas salinas Res. CONAMA n° 357/05	mín	máx	% NC	Média aritmética 2017	Média aritmética 2012-2016
Campo							
OD	mg/L	5	2,31	6,36	53%	4,72	4,67
pH	-	6,5 a 8,5	6,78	7,84	0%	7,36	7,55
Salinidade	ppt		2,36	33,23		23,51	24,82
Temperatura da Água	°C		21,13	25,96		23,21	23,31
Turbidez	NTU		3,4	118		26,36	6,93
Metais							
Alumínio Dissolvido	mg/L	0,1	0,1	0,13	13%	0,10	0,16
Boro Total	mg/L	0,5	0,21	4,47	75%	2,04	2,73
Cádmio Total	mg/L	0,005	0,0007	0,0007	0%	0,001	0,002
Chumbo Total	mg/L	0,01	0,009	0,009	0%	0,01	0,02
Cobre Dissolvido	mg/L	0,005	0,009	0,009	n.d.	0,01	0,01
Cromo Hexavalente	mg/L		0,004	0,017	0%	0,01	0,00
Cromo Total	mg/L	0,05	0,02	0,02	0%	0,02	0,02
Estanho Total	mg/L		0,1	0,1	0%	0,10	0,10
Ferro Dissolvido	mg/L	0,3	0,1	0,13	0%	0,11	0,14
Níquel Total	mg/L	0,025	0,02	0,02	0%	0,02	0,02
Zinco Total	mg/L	0,09	0,02	0,02	0%	0,02	0,02
Nutrientes							
Carbono Orgânico Total	mg/L	3	1	9,5	59%	4,55	5,62
Orto-fosfato Solúvel	mg/L		0,25	2,81	0%	0,91	1,19
Fósforo Total	mg/L	0,124	0,27	3,32	100%	1,02	1,59
Nitrogênio Amoniacal Total	mg/L	0,4	0,21	1,82	53%	0,69	0,54
Nitrogênio Kjeldahl Total	mg/L		0,5	2,82	0%	1,33	1,08
Outros							
Outros							
Clorofila <i>a</i>	ppb	10	3,1	41,43	55%	14,581	8,016
Microbiológicos							
Enterococos	UFC/100mL	100	1	15000	53%	168,71	18,81

■ Médias geométricas

n.d. - não determinado pelo fato do limite de quantificação do método de medição ser maior do que o padrão de qualidade. Neste caso, nas colunas

mín, máx e média consta o limite de quantificação

Qualidade dos sedimentos

Os sedimentos da região são predominantemente finos, compostos por silte e argila tendendo a acumular substâncias, apresentando potencial redox muito negativo. Desta forma não são surpreendentes as altas concentrações de nutrientes verificadas em ambos os semestres.

O ponto 1 apresentou ocorrências de diversas substâncias acima dos valores orientadores no sedimento. O grupo dos HPAs apresenta valores superiores a ISQG em quase todos os seus integrantes, algumas mais próximas do limite superior (PEL). O ponto 2 também apresentou algumas ocorrências de HPAs, mas com menor frequência enquanto no ponto 3 os nutrientes são os maiores destaques. Observou-se ocorrência de metais distribuídas ao longo das amostragens com destaque para chumbo, cobre e zinco. Este comportamento também foi verificado nos anos anteriores.

Nota-se que no ano de 2017 foram executadas operações de dragagem de recuperação do canal de navegação do local e a CETESB observou alterações importantes na qualidade dos sedimentos em relação a metais e HPAs na região e em relação a nutrientes tanto em água quanto em sedimento através de monitoramentos próprios e oriundos de licenciamento das atividades supracitadas. É provável que os impactos observados sejam pontuais, mas a região continuará a ser monitorada e caso seja identificada a necessidade de intervenção, ações mitigativas ou corretivas serão efetuadas.

A avaliação ecotoxicológica no primeiro semestre nas amostras de sedimento dos três pontos desta região indicou qualidade Ótima para esse ambiente (Tabela 3.3). Salienta-se que as concentrações do As nos 3 pontos eram superiores ao ISQG e inferiores ao valor basal. Além disso, apesar da diversidade de HPAs e metais acima do ISQG, já mencionados anteriormente nos pontos 1 e 2, esses contaminantes não estavam biodisponíveis para causar efeito tóxico agudo aos organismos teste.

Em função da situação histórica do sedimento desta região e da sua movimentação devido às operações de dragagem, existe um aumento da probabilidade de ocorrência de problemas ambientais, tendo como consequência efeitos deletérios para as comunidades aquáticas.

Com base no critério microbiológico, considerando o grupo dos coliformes termotolerantes, os pontos foram classificados como Ruins e Péssimos. Quanto aos *C. perfringens* as amostras dos pontos 1 e 3 foram classificadas como Ruins e do ponto 2 como Boas. Esse cenário se repete nas duas campanhas de amostragem.

Tabela 3.27 – Médias, valores mínimos e máximos e porcentagem de não conformidades (NC) dos resultados de qualidade de sedimento do Canal de Piaçaguera

Parâmetro	Unidade	Padrão CCME, 2002		min	máx	% NC (resultados acima de ISQG)	Média aritmética 2017	Média aritmética 2012-2016
Nutrientes								
Fósforo Total *	mg/kg	700		631	2.500	83,3%	1.309,17	1.549,08
Nitrogênio Kjeldahl Total *	mg/kg	1.500		1.631	2.696	100,0%	2.170,83	1.833,87
Potencial Redox	mV			-276	-183	-	-224,34	-201,10
Orgânicos								
Carbono Orgânico Total *	%	1,8		2,3	4,5	100,0%	3,10	3,25
Fenóis Totais	mg/kg			4,11	5,94	-	4,95	3,22
Óleos e Graxas Totais	mg/kg			350	2.950	-	1.327,83	1.718,25
Hidrocarbonetos Arom. Polinucleares		ISQG	PEL					
Acenafteno	µg/kg	6,7	88,9	6	32,3	33,3%	14,77	23,54
Antraceno	µg/kg	46,9	245	20	112	33,3%	50,67	59,46
Benzo(a)antraceno	µg/kg	74,8	693	29,4	388	33,3%	159,17	212,07
Benzo(a)pireno	µg/kg	88,8	763	56,4	585	66,7%	243,77	321,96
Benzo(b)fluoranteno	µg/kg			51,1	474	-	201,13	224,24
Benzo(g,h,i)perileno	µg/kg			80	393	-	184,33	235,29
Benzo(k)fluoranteno	µg/kg			30	266	-	112,93	127,73
Criseno	µg/kg	108,0	846	43,2	530	33,3%	223,80	83,25
Dibenzo(a,h)antraceno	µg/kg	6,2	135	8,7	81,7	100,0%	45,70	35,99
Fenantreno	µg/kg	86,7	544	26,6	215	33,3%	90,90	61,08
Fluoranteno	µg/kg	113,0	1.494	61,5	840	33,3%	335,83	564,55
Fluoreno	µg/kg	21,2	144	15	43,7	33,3%	24,57	24,03
Indeno(1,2,3-cd)pireno	µg/kg			42,8	434	-	178,97	217,41
Naftaleno	µg/kg	34,6	391	20	49,3	33,3%	29,77	31,92
Pireno	µg/kg	153,0	1.398	66,3	847	33,3%	342,43	556,13
Metais		ISQG	PEL					
Alumínio Total	mg/kg			17.720	31.380	-	25.706,67	41.764,09
Arsênio Total	mg/kg	7,2	41,6	8,69	10,4	100,0%	9,50	10,12
Cádmio Total	mg/kg	0,7	4,2	0,5	0,68	0,0%	0,53	0,50
Chumbo Total	mg/kg	30,2	112	19,8	33,5	16,7%	27,20	28,55
Cobre Total	mg/kg	18,7	108	13,9	24,9	83,3%	20,55	23,05
Cromo Total	mg/kg	52,3	160	31,5	41,5	0,0%	36,97	46,30
Estanho Total	mg/kg			5	6,18	-	5,20	5,40
Ferro Total	mg/kg			26.030	40.570	-	31.221,67	37.495,96
Níquel Total	mg/kg	15,9	42,8	11,1	15,5	0,0%	13,40	19,97
Zinco Total	mg/kg	124,0	271	56,8	233	33,3%	115,82	141,20

* valores adotados pela CETESB, vide metodologia no capítulo 2

3.5.12 Área de influência do Emissário do Guarujá

Qualidade da água

O ano de 2017 marca a inclusão de um quarto ponto na área de influência dos emissários para compreender a variação de regimes de corrente ao longo do ano. No caso do emissário do Guarujá todos os 4 pontos apresentaram alguma amostra não conforme em relação ao OD, alguns no pH. Houve várias ocorrências de clorofila *a* acima dos valores de referência. No entanto a amplitude destas não conformidades foi baixa, ou seja, as concentrações estão próximas aos limites adotados de forma que a classificação de todos os pontos é Boa, uma evolução em relação ao ano anterior.

Quanto à eutrofização, as concentrações de clorofila *a* (Tabela 3.2) na 1ª campanha foram maiores nos quatro pontos monitorados, indicando condição Eutrófica, que pode estar relacionada aos valores mais elevados de orto-fosfato solúvel nas amostras desta campanha. Na 2ª campanha, as concentrações de clorofila *a* exibiram uma diminuição de seus valores indicando condição Mesotrófica. Pela média anual, o local foi classificado como Eutrófico, mantendo a classificação observada no ano anterior.

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

Parâmetro	Unidade	Padrão classe 1 águas salinas Res. CONAMA nº 357/05	mín	máx	% NC	Média aritmética 2017	Média aritmética 2012-2016
Campo							
OD	mg/L	6	4,95	7,43	46%	6,23	6,84
pH	-	6,5 a 8,5	6,49	8,13	3%	7,85	8,13
Salinidade	ppt		34,16	35,79		35,12	34,57
Temperatura da Água	°C		22,4	26,27		24,24	23,41
Turbidez	NTU		1,44	4,62		2,49	3,43
Metais							
Alumínio Dissolvido	mg/L	1,5	0,5	0,5	0%	0,50	0,14
Boro Total	mg/L	5	3,67	4,33	0%	3,98	4,14
Cádmio Total	mg/L	0,005	0,05	0,05	n.d.	0,05	0,003
Chumbo Total	mg/L	0,01	0,1	0,1	n.d.	0,10	0,03
Cobre Dissolvido	mg/L	0,005	0,05	0,05	n.d.	0,05	0,01
Cromo Hexavalente	mg/L		0,004	0,019	0%	0,01	0,004
Cromo Total	mg/L	0,05	0,1	0,1	n.d.	0,10	0,02
Estanho Total	mg/L		1	1	0%	1,00	0,10
Ferro Dissolvido	mg/L	0,3	0,5	0,5	n.d.	0,50	0,14
Níquel Total	mg/L	0,025	0,1	0,1	n.d.	0,10	0,02
Zinco Total	mg/L	0,09	0,1	0,1	n.d.	0,10	0,02
Nutrientes							
Carbono Orgânico Total	mg/L	3	1	2,5	0%	1,32	3,72
Orto-fosfato Solúvel	mg/L		0,007	0,02	0%	0,01	0,01
Fósforo Total	mg/L	0,062	0,02	0,07	0%	0,05	0,03
Nitrogênio Amoniacal Total	mg/L	0,4	0,1	0,24	0%	0,11	0,10
Nitrogênio Kjeldahl Total	mg/L		0,5	1	0%	0,94	0,62
Outros							
Clorofila <i>a</i>	ppb	2,5	1,34	4,01	44%	2,629	3,167
Fenóis Totais	mgC6H5OH/L	0,06	0,003	0,003	0%	0,003	0,003
Microbiológicos							
Enterococos	UFC/100mL	100	1	85	0%	4,90	10,44

■ Dados calculados considerando apenas a 2ª campanha, uma vez que na 1ª o limite de quantificação do método analítico foi superior ao padrão de qualidade

■ Médias geométricas

n.d. - não determinado pelo fato do limite de quantificação do método de medição ser maior do que o padrão de qualidade. Neste caso, nas colunas mín, máx e média consta o limite de quantificação

Qualidade de sedimento

O sedimento apresenta concentrações um pouco mais elevadas de nutrientes com ocorrências acima dos valores orientadores nos pontos 2, 3 e 4 distribuídos ao longo das amostragens. A granulometria do sedimento apresenta grande quantidade de finos (de 30 a 40%), atípica para regiões costeiras, resultado da influência do emissário na área. O potencial redox, negativo, é mais uma evidência desta influência.

Na avaliação ecotoxicológica realizada no primeiro semestre com as amostras de sedimento dos quatro pontos desta região, o ensaio agudo indicou qualidade Ótima para esse ambiente (Tabela 3.3). Foi observada a presença de As no ponto 2 superior ao ISQG, mas inferior ao valor basal determinado para a região costeira de 9,84mg/kg (Quinaglia, 2006), não estando biodisponível para causar efeito tóxico aos organismos teste.

Com relação ao critério microbiológico, as densidades de coliformes termotolerantes classificaram as amostras como Ótimas e Boas na 1ª campanha. Na 2ª campanha as amostras foram classificadas como Boas, Ruins e Péssimas. As densidades de *C. perfringens* classificaram as amostras da 1ª campanha como Boas, Regulares e Ruins. Na 2ª campanha, as amostras foram classificadas como Ótimas e Boas.

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

Parâmetro	Unidade	Padrão CCME, 2002		min	máx	% NC (resultados acima de ISQG)	Média aritmética 2017	Média aritmética 2012-2016
Nutrientes								
Fósforo Total *	mg/kg	500		185	467	0,0%	290,29	291,19
Nitrogênio Kjeldahl Total *	mg/kg	1.000		449	1.670	28,6%	886,29	796,42
Potencial Redox	mV			-189,9	-13	-	-116,69	-98,73
Orgânicos								
Carbono Orgânico Total *	%	1,3		0,24	2	25,0%	1,01	1,03
Fenóis Totais	mg/kg			2,31	3,83	-	2,79	1,55
Óleos e Graxas Totais	mg/kg			350	350	-	350,00	463,07
Hidrocarbonetos Arom. Polinucleares		ISQG	PEL					
Acenafteno	µg/kg	6,7	88,9	6	6	0,0%	6,00	20,00
Antraceno	µg/kg	46,9	245	20	20	0,0%	20,00	22,02
Benzo(a)antraceno	µg/kg	74,8	693	20	20	0,0%	20,00	20,44
Benzo(a)pireno	µg/kg	88,8	763	12,6	16,6	0,0%	14,60	13,23
Benzo(b)fluoranteno	µg/kg			20	20	-	20,00	21,11
Benzo(g,h,i)perileno	µg/kg			80	80	-	80,00	80,00
Benzo(k)fluoranteno	µg/kg			30	30	-	30,00	10,87
Criseno	µg/kg	108,0	846	20	20	0,0%	20,00	20,91
Dibenzo(a,h)antraceno	µg/kg	6,2	135	6	6	0,0%	6,00	30,00
Fenantreno	µg/kg	86,7	544	20	20	0,0%	20,00	20,86
Fluoranteno	µg/kg	113,0	1.494	20	20	0,0%	20,00	23,48
Fluoreno	µg/kg	21,2	144	15	15	0,0%	15,00	20,12
Indeno(1,2,3-cd)pireno	µg/kg			20	20	-	20,00	80,00
Naftaleno	µg/kg	34,6	391	20	20	0,0%	20,00	30,00
Pireno	µg/kg	153,0	1.398	20	20	0,0%	20,00	20,75
Metais		ISQG	PEL					
Alumínio Total	mg/kg			5.969	20.876	-	13.878,14	17.076,45
Arsênio Total	mg/kg	7,2	41,6	4,54	8,05	28,6%	5,87	6,33
Cádmio Total	mg/kg	0,7	4,2	0,5	0,5	0,0%	0,50	0,38
Chumbo Total	mg/kg	30,2	112	8,71	23	0,0%	15,10	14,77
Cobre Total	mg/kg	18,7	108	5	10,6	0,0%	6,86	4,40
Cromo Total	mg/kg	52,3	160	10,2	25,3	0,0%	19,86	21,50
Estanho Total	mg/kg			5	5	-	5,00	6,36
Ferro Total	mg/kg			10.420	23.380	-	18.290,00	20.425,61
Níquel Total	mg/kg	15,9	42,8	4,38	10,2	0,0%	6,91	8,33
Zinco Total	mg/kg	124,0	271	31,8	50,2	0,0%	39,49	39,74

* valores adotados pela CETESB, vide metodologia no capítulo 2

3.5.13 Área de influência do Emissário de Santos

Qualidade da água

Na área de influência do Emissário de Santos os parâmetros OD, pH, nitrogênio amoniacal total, COT, fósforo total e enterococos apresentaram não conformidades. Além do grande número de parâmetros que apresentaram não conformidades, a amplitude da não conformidade em alguns deles, em especial a clorofila *a* em relação ao valor de referência, foi bastante elevada. Este cenário levou a classificação da área como Péssima segundo o IQAC, uma piora em relação ao ano anterior quando foi classificada como Ruim.

Quanto à condição trófica (Tabela 3.2), na 1ª campanha todos os quatro pontos monitorados indicaram condições que variaram de Eutrófica a Supereutrófica. Já na 2ª campanha, os valores foram superiores à campanha anterior com todos os pontos classificados como Supereutróficos, esses valores extremamente elevados de clorofila *a* observados podem estar relacionados à ocorrência de chuvas durante o período de amostragem, escoando nutrientes dos canais e estuários para o local. Em ambas as campanhas houve indicativos de contaminação por efluente doméstico advindo tanto dos estuários quanto do emissário submarino. Segundo o IETC, tanto a média por campanha, quanto a média anual, classificaram este local como Supereutrófico, indicativos de um ambiente extremamente eutrofizado. A área de influência do Emissário de Santos manteve a condição trófica observada no ano anterior, porém houve um aumento na concentração da clorofila *a*.

Tabela 3.30 – Médias, valores mínimos e máximos e porcentagem de não conformidades (NC) dos resultados de qualidade de água da área de influência do Emissário de Santos

Parâmetro	Unidade	Padrão classe 1 águas salinas Res. CONAMA nº 357/05	mín	máx	% NC	Média aritmética 2017	Média aritmética 2012-2016
Campo							
OD	mg/L	6	2,62	7,4	38%	5,95	6,38
pH	-	6,5 a 8,5	7,21	8,57	3%	7,98	8,02
Salinidade	ppt		33,71	35,98		35,10	32,87
Temperatura da Água	°C		21,44	26,74		24,03	24,27
Turbidez	NTU		1,77	16,6		5,81	5,85
Metais							
Alumínio Dissolvido	mg/L	1,5	0,1	0,1	0%	0,10	0,13
Boro Total	mg/L	5	4,61	5,18	17%	4,80	4,24
Cádmio Total	mg/L	0,005	0,0007	0,0007	0%	0,001	0,003
Chumbo Total	mg/L	0,01	0,009	0,009	0%	0,01	0,03
Cobre Dissolvido	mg/L	0,005	0,009	0,009	n.d.	0,01	0,01
Cromo Hexavalente	mg/L		0,004	0,007	0%	0,005	0,004
Cromo Total	mg/L	0,05	0,02	0,02	0%	0,02	0,02
Estanho Total	mg/L		0,1	0,1	0%	0,10	0,10
Ferro Dissolvido	mg/L	0,3	0,1	0,1	0%	0,10	0,13
Níquel Total	mg/L	0,025	0,02	0,02	0%	0,02	0,02
Zinco Total	mg/L	0,09	0,02	0,02	0%	0,02	0,02
Nutrientes							
Carbono Orgânico Total	mg/L	3	1,9	8,3	63%	4,13	4,61
Orto-fosfato Solúvel	mg/L		0,007	0,05	0%	0,02	0,04
Fósforo Total	mg/L	0,062	0,03	0,09	17%	0,06	0,08
Nitrogênio Amoniacal Total	mg/L	0,4	0,1	0,42	4%	0,15	0,19
Nitrogênio Kjeldahl Total	mg/L		0,5	1	0%	0,77	9,15
Outros							
Clorofila <i>a</i>	ppb	2,5	2,25	13,37	94%	9,072	8,330
Fenóis Totais	mgC6H5OH/L	0,06	0,003	0,003	0%	0,003	0,003
Microbiológicos							
Enterococos	UFC/100mL	100	2	11500	63%	147,85	74,84

■ Dados calculados considerando apenas a 2ª campanha, uma vez que na 1ª o limite de quantificação do método analítico foi superior ao padrão de qualidade

■ Médias geométricas

n.d. - não determinado pelo fato do limite de quantificação do método de medição ser maior do que o padrão de qualidade. Neste caso, nas colunas mín, máx e média consta o limite de quantificação

Qualidade dos sedimentos

Os sedimentos da região mostraram-se predominantemente arenosos, apesar da influência do emissário. O potencial redox apresentou valores bastante negativos, indicando ambiente anaeróbio. Os sedimentos apresentaram algumas ocorrências de Fósforo total, NKT e COT em concentrações acima dos valores de referência.

Na avaliação ecotoxicológica das amostras de sedimento do primeiro semestre, dos quatro pontos da área de influência do Emissário de Santos indicaram qualidade Ótima para esse ambiente (Tabela 3.3).

Considerando o critério microbiológico, as densidades de coliformes termotolerantes classificaram os pontos 1, 2 e 3 como Ruins e Péssimos, considerando as duas campanhas. Exceção feita ao ponto 4 que foi classificado como Bom nas duas campanhas. Quanto ao *C. perfringens*, as amostras foram classificadas como Ruins e Péssimas na 1ª campanha, exceto o ponto 3 que foi classificado como Bom. Na segunda campanha os pontos 2, 3 e 4 foram classificados como Ótimos e Bons, e o ponto 1 como Ruim. Ressalta-se que a amostra do ponto 4, na 1ª campanha, teve densidade que alcançou a grandeza de 10⁶ NMP/100g.

Tabela 3.31 – Médias, valores mínimos e máximos e porcentagem de não conformidades (NC) dos resultados de qualidade de sedimento da área de influência do Emissário de Santos

Parâmetro	Unidade	Padrão CCME, 2002		min	máx	% NC (resultados acima de ISQG)	Média aritmética 2017	Média aritmética 2012-2016
Nutrientes								
Fósforo Total *	mg/kg	500		140	444	0,0%	230,38	391,39
Nitrogênio Kjeldahl Total *	mg/kg	1.000		150	1.778	25,0%	615,00	1.238,31
Potencial Redox	mV			-332	-14	-	-155,66	-204,35
Orgânicos								
Carbono Orgânico Total *	%	1,3		0,12	1,41	12,5%	0,77	1,41
Fenóis Totais	mg/kg			1,96	3,86	-	2,55	2,68
Óleos e Graxas Totais	mg/kg			350	875	-	460,88	926,88
Hidrocarbonetos Arom. Polinucleares		ISQG	PEL					
Acenafteno	µg/kg	6,7	88,9	6	6	0,0%	6,00	20,00
Antraceno	µg/kg	46,9	245	20	20	0,0%	20,00	24,13
Benzo(a)antraceno	µg/kg	74,8	693	20	20	0,0%	20,00	20,53
Benzo(a)pireno	µg/kg	88,8	763	10	11,2	0,0%	10,30	19,23
Benzo(b)fluoranteno	µg/kg			20	20	-	20,00	24,34
Benzo(g,h,i)perileno	µg/kg			80	80	-	80,00	80,00
Benzo(k)fluoranteno	µg/kg			30	30	-	30,00	11,02
Criseno	µg/kg	108,0	846	20	20	0,0%	20,00	22,57
Dibenzo(a,h)antraceno	µg/kg	6,2	135	6	6	0,0%	6,00	30,00
Fenantreno	µg/kg	86,7	544	20	20	0,0%	20,00	20,66
Fluoranteno	µg/kg	113,0	1.494	20	20	0,0%	20,00	33,18
Fluoreno	µg/kg	21,2	144	15	15	0,0%	15,00	20,00
Indeno(1,2,3-cd)pireno	µg/kg			20	20	-	20,00	80,00
Naftaleno	µg/kg	34,6	391	20	20	0,0%	20,00	30,00
Pireno	µg/kg	153,0	1.398	20	20	0,0%	20,00	28,53
Metais		ISQG	PEL					
Alumínio Total	mg/kg			4.872	15.860	-	7.727,13	21.858,92
Arsênio Total	mg/kg	7,2	41,6	3,31	10,3	12,5%	4,91	5,67
Cádmio Total	mg/kg	0,7	4,2	0,5	0,5	0,0%	0,50	0,41
Chumbo Total	mg/kg	30,2	112	5,98	19,9	0,0%	9,76	15,16
Cobre Total	mg/kg	18,7	108	5	9,34	0,0%	6,25	8,65
Cromo Total	mg/kg	52,3	160	10,9	27,6	0,0%	14,94	25,44
Estanho Total	mg/kg			5	5	-	5,00	6,67
Ferro Total	mg/kg			12.580	21.810	-	15.298,75	22.243,11
Níquel Total	mg/kg	15,9	42,8	3,58	8,9	0,0%	5,09	9,73
Zinco Total	mg/kg	124,0	271	25,5	47,5	0,0%	33,00	48,67

* valores adotados pela CETESB, vide metodologia no capítulo 2

3.5.14 Canal de Santos

Qualidade da água

No Canal de Santos os parâmetros COT, OD, nitrogênio amoniacal, fósforo total, clorofila *a* e enterococos apresentaram concentrações acima do padrão de qualidade ou valor de referência, classificando a área na categoria Ruim pelos critérios do IQAC, repetindo a classificação de 2016. COT e fósforo total tiveram 100% de amostras não conformes. Nota-se que, apesar de muitos parâmetros apresentarem porcentagens elevadas de não conformidade, o Canal de Santos apresentou melhor classificação do IQAC do que a região do Emissário de Santos, uma vez que a amplitude das ocorrências foi pequena, isto é, as ocorrências mantiveram-se muito próximas dos limites estabelecidos.

As concentrações de clorofila *a* (Tabela 3.2) na 1ª campanha foram maiores com todos os pontos monitorados classificados como Eutróficos, com indicativos de contaminação por esgotos domésticos. Essa condição Eutrófica provavelmente está relacionada as chuvas ocorridas no período. Na 2ª campanha, as concentrações foram menores, classificando o canal como Mesotrófico. A média anual, do IETC, indicou condição Mesotrófica exibindo uma melhora na qualidade das águas em relação ano anterior.

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

Parâmetro	Unidade	Padrão classe 1 águas salinas Res. CONAMA nº 357/05	mín	máx	% NC	Média aritmética 2017	Média aritmética 2012-2016
Campo							
OD	mg/L	5	4,35	7,18	11%	5,63	5,28
pH	-	6,5 a 8,5	6,99	7,93	0%	7,68	7,81
Salinidade	ppt		26	34,28		31,75	28,89
Temperatura da Água	°C		21,27	27,52		23,71	23,18
Turbidez	NTU		2,38	8,95		4,93	5,10
Metais							
Alumínio Dissolvido	mg/L	0,1	0,1	0,1	0%	0,10	0,16
Boro Total	mg/L	0,5	3,52	4,51	100%	4,20	3,43
Cádmio Total	mg/L	0,005	0,0007	0,0007	0%	0,001	0,002
Chumbo Total	mg/L	0,01	0,009	0,009	0%	0,01	0,63
Cobre Dissolvido	mg/L	0,005	0,009	0,009	n.d.	0,01	0,01
Cromo Hexavalente	mg/L		0,004	0,009	0%	0,01	0,005
Cromo Total	mg/L	0,05	0,02	0,02	0%	0,02	0,02
Estanho Total	mg/L		0,1	0,1	0%	0,10	0,10
Ferro Dissolvido	mg/L	0,3	0,1	0,1	0%	0,10	0,15
Níquel Total	mg/L	0,025	0,02	0,02	0%	0,02	0,02
Zinco Total	mg/L	0,09	0,02	0,02	0%	0,02	0,02
Nutrientes							
Carbono Orgânico Total	mg/L	3	3,1	5	100%	3,78	5,59
Orto-fosfato Solúvel	mg/L		0,16	0,48	0%	0,29	0,27
Fósforo Total	mg/L	0,124	0,17	0,62	100%	0,33	0,35
Nitrogênio Amoniacal Total	mg/L	0,4	0,18	0,57	50%	0,36	0,29
Nitrogênio Kjeldahl Total	mg/L		0,62	1,16	0%	0,90	0,78
Outros							
Clorofila <i>a</i>	ppb	2,5	2,25	13,37	94%	9,072	8,330
Fenóis Totais	mgC6H5OH/L	0,06	0,0003	0,003	0%	0,003	0,004
Microbiológicos							
Enterococos	UFC/100mL	100	1	1140	50%	52,60	123,86

■ Médias geométricas

n.d. - não determinado pelo fato do limite de quantificação do método de medição ser maior do que o padrão de qualidade. Neste caso, nas colunas mín, máx e média consta o limite de quantificação

Qualidade dos sedimentos

Os sedimentos da região são predominantemente finos com tendência de acúmulo de substâncias. As altas concentrações de nutrientes e resultado de potencial redox substancialmente negativos indicam ambiente onde ocorre degradação anaeróbia dos nutrientes.

Os sedimentos do ponto 2 apresentaram algumas ocorrências de concentrações de HPAs ligeiramente acima dos valores orientadores e houve algumas ocorrências no caso dos metais também, no ponto 3, mas aparentemente a tendência de melhora se mantém em relação ao comportamento histórico.

Na avaliação ecotoxicológica com as amostras de sedimento dos três pontos do Canal de Santos, o ensaio agudo indicou qualidade Ótima para esse ambiente (Tabela 3.3) no primeiro semestre. Acima do ISQG, foi observada a presença de Cu e As no ponto 3, sendo esse último em concentração inferior ao valor basal. Dentre os HPA's, observou-se benzo(a)antraceno, criseno, fluoranteno e pireno no ponto 2 e benzo(a)pireno e dibenzo(a,h)antraceno acima do ISQG nos pontos 2 e 3. No entanto, esses contaminantes não estavam biodisponíveis para causar efeito tóxico agudo aos organismos teste.

Esta região tem grande importância do ponto de vista econômico em contrapartida verifica-se a ocorrência dos HPAs mencionados acima e de outros compostos deste mesmo grupo, mesmo abaixo do ISQG, mas próximas desses limites, além da presença de metais. O registro da ocorrência desses contaminantes desde o início do monitoramento do Canal causa preocupação, uma vez que os organismos existentes na região são expostos cronicamente a estas concentrações. Dessa forma, a movimentação da camada de sedimento do Canal de Santos, com sua ressuspensão, deve ser criteriosamente avaliada, pois pode aumentar a probabilidade de problemas ambientais com a ocorrência de efeitos deletérios nas comunidades biológicas.

No aspecto microbiológico, as densidades de coliformes termotolerantes classificaram as amostras Ruins e Péssimas, exceto o ponto 3 que foi classificado como Bom nos dois semestres. Quanto ao *C. perfringens*, as amostras dos pontos foram classificadas como Regulares, Ruins e Péssimas. Ressalta-se que as amostras dos pontos 1 e 2, na 2ª campanha, tiveram densidades que alcançou a grandeza de 10^6 NMP/100g.

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

Parâmetro	Unidade	Padrão CCME, 2002		min	máx	% NC (resultados acima de ISQG)	Média aritmética 2017	Média aritmética 2012-2016
Nutrientes								
Fósforo Total *	mg/kg	700		275	648	0,0%	425,33	532,90
Nitrogênio Kjeldahl Total *	mg/kg	1.500		938	2.294	16,7%	1.360,83	1.367,93
Potencial Redox	mV			-307,9	-70	-	-173,60	-171,04
Orgânicos								
Carbono Orgânico Total *	%	1,8		1	3,3	33,3%	1,62	1,92
Fenóis Totais	mg/kg			2,56	5,02	-	3,41	1,99
Óleos e Graxas Totais	mg/kg			350	2.360	-	990,00	902,30
Hidrocarbonetos Arom. Polinucleares		ISQG	PEL					
Acenafteno	µg/kg	6,7	88,9	6	6	0,0%	6,00	20,01
Antraceno	µg/kg	46,9	245	20	29,3	0,0%	24,65	31,90
Benzo(a)antraceno	µg/kg	74,8	693	49,4	86,1	50,0%	67,75	40,94
Benzo(a)pireno	µg/kg	88,8	763	88,6	144	50,0%	116,30	72,66
Benzo(b)fluoranteno	µg/kg			102	109	-	105,50	61,28
Benzo(g,h,i)perileno	µg/kg			80,9	119	-	99,95	91,84
Benzo(k)fluoranteno	µg/kg			42,2	71	-	56,60	30,48
Criseno	µg/kg	108,0	846	74,5	132	50,0%	103,25	34,99
Dibenzo(a,h)antraceno	µg/kg	6,2	135	12,9	25,7	100,0%	19,30	30,13
Fenantreno	µg/kg	86,7	544	45,4	48,6	0,0%	47,00	40,25
Fluoranteno	µg/kg	113,0	1.494	95,5	191	50,0%	143,25	116,55
Fluoreno	µg/kg	21,2	144	15	15	0,0%	15,00	20,15
Indeno(1,2,3-cd)pireno	µg/kg			75,4	124	-	99,70	91,30
Naftaleno	µg/kg	34,6	391	20	20	0,0%	20,00	31,11
Pireno	µg/kg	153,0	1.398	107	162	50,0%	134,50	71,63
Metais		ISQG	PEL					
Alumínio Total	mg/kg			5.629	20.150	-	13.688,17	28.616,93
Arsênio Total	mg/kg	7,2	41,6	3,96	8,98	33,3%	6,58	7,96
Cádmio Total	mg/kg	0,7	4,2	0,5	0,5	0,0%	0,50	0,42
Chumbo Total	mg/kg	30,2	112	17,4	38,7	16,7%	23,50	39,61
Cobre Total	mg/kg	18,7	108	11,8	22,3	16,7%	15,30	16,36
Cromo Total	mg/kg	52,3	160	13,1	29,6	0,0%	22,45	32,94
Estanho Total	mg/kg			5	5	-	5,00	5,57
Ferro Total	mg/kg			9.143	25.000	-	16.882,17	23.730,57
Níquel Total	mg/kg	15,9	42,8	4,93	11,8	0,0%	8,06	12,75
Zinco Total	mg/kg	124,0	271	41,7	88,3	0,0%	58,75	73,53

* valores adotados pela CETESB, vide metodologia no capítulo 2

3.5.15 Canal de São Vicente

Qualidade da água

No Canal de São Vicente foram verificadas não conformidades nos parâmetros COT, OD, fósforo total, nitrogênio amoniacal total, clorofila *a* e enterococos, que apresentaram concentrações acima do padrão de qualidade ou do valor de referência, conferindo classificação Ruim segundo o IQAC, mantendo a classificação do ano de 2016.

As concentrações de clorofila *a* (Tabela 3.2) na 1ª campanha foram maiores exibindo classificação Eutrófica para todos os pontos. Já na 2ª campanha as concentrações observadas indicaram condições variando de Oligotrófica a Mesotrófica, com média para a campanha de Mesotrófica. Em ambas as campanhas houve indicativos de contaminação por esgotos domésticos. Pela média anual, segundo o IETC, o local foi classificado como Mesotrófico. Comparado ao ano anterior, o Canal de São Vicente, exibiu melhora em relação à eutrofização.

Tabela 3.34 – Médias, valores mínimos e máximos e porcentagem de não conformidades (NC) dos resultados de qualidade de água do Canal de São Vicente

Parâmetro	Unidade	Padrão classe 1 águas salinas Res. CONAMA nº 357/05	mín	máx	% NC	Média aritmética 2017	Média aritmética 2012-2016
Campo							
OD	mg/L	5	2,97	5,37	67%	4,49	4,47
pH	-	6,5 a 8,5	7,02	7,77	0%	7,42	7,48
Salinidade	ppt		17,42	30,13		25,74	21,75
Temperatura da Água	°C		21,32	28,88		24,74	23,45
Turbidez	NTU		2,49	10,1		5,39	4,32
Metais							
Alumínio Dissolvido	mg/L	0,1	0,1	0,1	0%	0,10	0,23
Boro Total	mg/L	0,5	2,24	3,67	100%	3,13	2,13
Cádmio Total	mg/L	0,005	0,0007	0,0007	0%	0,001	0,002
Chumbo Total	mg/L	0,01	0,009	0,009	0%	0,01	0,03
Cobre Dissolvido	mg/L	0,005	0,009	0,009	n.d.	0,01	0,01
Cromo Hexavalente	mg/L		0,004	0,015	0%	0,01	0,01
Cromo Total	mg/L	0,05	0,02	0,02	0%	0,02	0,02
Estanho Total	mg/L		0,1	0,1	0%	0,10	0,10
Ferro Dissolvido	mg/L	0,3	0,1	0,1	0%	0,10	0,20
Níquel Total	mg/L	0,025	0,02	0,02	0%	0,02	0,02
Zinco Total	mg/L	0,09	0,02	0,02	0%	0,02	0,16
Nutrientes							
Carbono Orgânico Total	mg/L	3	2,1	6,1	83%	4,35	5,91
Orto-fosfato Solúvel	mg/L		0,23	0,58	0%	0,30	0,24
Fósforo Total	mg/L	0,124	0,24	0,66	100%	0,35	0,30
Nitrogênio Amoniacal Total	mg/L	0,4	0,15	3,23	94%	0,76	0,53
Nitrogênio Kjeldahl Total	mg/L		0,98	3,84	0%	1,30	1,02
Outros							
Clorofila <i>a</i>	ppb	2,5	2,25	13,37	94%	9,072	8,330
Fenóis Totais	mgC6H5OH/L	0,06	0,003	0,003	0%	0,003	0,004
Microbiológicos							
Enterococos	UFC/100mL	100	11	1600	33%	64,19	116,81

■ Médias geométricas

n.d. - não determinado pelo fato do limite de quantificação do método de medição ser maior do que o padrão de qualidade. Neste caso, nas colunas mín, máx e média consta o limite de quantificação

Qualidade dos sedimentos

Os pontos 1 e 2 apresentaram granulometria arenosa e se localizam no baixo estuário. Diferentemente dos demais pontos, o ponto 3, situado no alto estuário, apresenta granulometria fina (mais de 70% de argila e silte), o que pode explicar sua tendência de acúmulo de substâncias. Apesar destas diferenças, o potencial redox de todos os pontos é negativo evidenciando o acúmulo de nutrientes e outros materiais continentais na área.

Os sedimentos do Canal de São Vicente apresentaram ocorrência de concentrações de chumbo, cobre e HPAs no ponto 3 acima dos valores orientadores. O mesmo ponto também apresentou concentrações de nutrientes superiores aos limites adotados, mas no geral verifica-se uma melhora em relação ao ano anterior.

Com relação aos ensaios ecotoxicológicos no primeiro semestre, os resultados do ensaio agudo com amostras de sedimento indicaram ausência de toxicidade nos 3 pontos, sendo classificados com qualidade Ótima (Tabela 3.3). Foi observada a ocorrência acima do ISQG de dibenzo(a,h)antraceno, Pb, Cu e As no ponto 3, sendo esse último muito próximo ao valor basal. No entanto, esses contaminantes não estavam biodisponíveis para causar efeito tóxico agudo aos organismos teste.

A região do Canal de São Vicente também deve ser observada com atenção, uma vez que a ocorrência de concentrações de HPAs mesmo abaixo do ISQG, mas muito próximas desses limites, além de metais observados no monitoramento a partir de 2012, podem causar efeitos subletais aos organismos existentes na região. Dessa forma, a movimentação da camada de sedimento do Canal de São Vicente, com sua ressuspensão, deve ser criteriosamente avaliada, pois pode aumentar a probabilidade de ocorrência de efeitos deletérios nas comunidades biológicas.

Com base no critério microbiológico, as densidades de coliformes termotolerantes classificaram as amostras do ponto 1 como Ruins em ambos os semestres; o ponto 3 foi classificado como Péssimo na primeira campanha e como Ótimo na segunda. Com relação ao *C. perfringens*, as amostras foram classificadas como Boas, Ruins e Regulares.

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

Parâmetro	Unidade	Padrão CCME, 2002		mín	máx	% NC (resultados acima de ISQG)	Média aritmética 2017	Média aritmética 2012-2016
Nutrientes								
Fósforo Total *	mg/kg	700		55,3	738	16,7%	255,95	280,80
Nitrogênio Kjeldahl Total *	mg/kg	1.500		139	1.909	33,3%	750,83	870,61
Potencial Redox	mV			-221	5	-	-100,00	-157,14
Orgânicos								
Carbono Orgânico Total *	%	1,8		1	2,6	33,3%	1,48	1,63
Fenóis Totais	mg/kg			2,09	5,28	-	3,02	2,62
Óleos e Graxas Totais	mg/kg			350	1.540	-	553,33	616,75
Hidrocarbonetos Arom. Polinucleares		ISQG	PEL					
Acenafteno	µg/kg	6,7	88,9	6	6	0,0%	6,00	20,00
Antraceno	µg/kg	46,9	245	20	20	0,0%	20,00	29,76
Benzo(a)antraceno	µg/kg	74,8	693	20	30,8	0,0%	23,60	27,70
Benzo(a)pireno	µg/kg	88,8	763	10	64,8	0,0%	28,27	36,40
Benzo(b)fluoranteno	µg/kg			20	61,8	-	33,93	36,27
Benzo(g,h,i)perileno	µg/kg			80	80	-	80,00	82,61
Benzo(k)fluoranteno	µg/kg			30	32,6	-	30,87	17,13
Criseno	µg/kg	108,0	846	20	50	0,0%	30,00	20,83
Dibenzo(a,h)antraceno	µg/kg	6,2	135	6	9,07	33,3%	7,02	30,00
Fenantreno	µg/kg	86,7	544	20	32,3	0,0%	24,10	23,26
Fluoranteno	µg/kg	113,0	1.494	20	70,3	0,0%	36,77	65,35
Fluoreno	µg/kg	21,2	144	15	15	0,0%	15,00	20,00
Indeno(1,2,3-cd)pireno	µg/kg			20	48,8	-	29,60	81,24
Naftaleno	µg/kg	34,6	391	20	20	0,0%	20,00	30,62
Pireno	µg/kg	153,0	1.398	20	68,8	0,0%	36,27	46,60
Metais		ISQG	PEL					
Alumínio Total	mg/kg			1.528	30.160	-	10.269,50	16.499,42
Arsênio Total	mg/kg	7,2	41,6	2	10,2	33,3%	4,62	4,14
Cádmio Total	mg/kg	0,7	4,2	0,5	0,5	0,0%	0,50	0,40
Chumbo Total	mg/kg	30,2	112	5	30,9	16,7%	13,27	14,38
Cobre Total	mg/kg	18,7	108	5	21,8	16,7%	9,67	8,75
Cromo Total	mg/kg	52,3	160	5	39,2	0,0%	16,12	18,71
Estanho Total	mg/kg			5	5	-	5,00	5,67
Ferro Total	mg/kg			1.232	29.250	-	10.672,67	12.508,09
Níquel Total	mg/kg	15,9	42,8	2	14,5	0,0%	5,98	7,60
Zinco Total	mg/kg	124,0	271	5,59	87,1	0,0%	33,21	41,57

* valores adotados pela CETESB, vide metodologia no capítulo 2

3.5.16 Área de influência do emissário submarino da Praia Grande 1

Qualidade da água

Na área de influência do emissário submarino da Praia Grande, os parâmetros OD, COT, clorofila *a* e enterococos apresentaram não conformidades, classificando a área na categoria Regular, conforme a média do IQAC mantendo a classificação dos dois anos anteriores. Algumas concentrações baixas de OD e altas de enterococos contribuíram para reduzir sua classificação conferindo peso à parcela de amplitude do índice.

As concentrações de clorofila *a* (Tabela 3.2) na 1ª campanha indicaram condição Mesotrófica para os quatro pontos monitorados. Já na 2ª campanha a média indicou condição Mesotrófica, tendo variado de Mesotrófica a Eutrófica. Pela média anual, segundo o IETC, o local foi classificado como Mesotrófico, mantendo a classificação obtida no ano anterior. No entanto, o valor da concentração da clorofila *a* se encontra muito próxima ao limite máximo desta classe trófica.

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

Parâmetro	Unidade	Padrão classe 1 águas salinas Res. CONAMA nº 357/05	mín	máx	% NC	Média aritmética 2017	Média aritmética 2012-2016
Campo							
OD	mg/L	6	3,37	7,51	30%	6,35	6,71
pH	-	6,5 a 8,5	7,23	8,25	0%	7,95	8,07
Salinidade	ppt		31,89	35,79		34,74	33,75
Temperatura da Água	°C		22,84	27,12		24,44	24,05
Turbidez	NTU		1,59	18,2		6,19	2,76
Metais							
Alumínio Dissolvido	mg/L	1,5	0,5	0,5	0%	0,50	0,13
Boro Total	mg/L	5	3,18	3,98	0%	3,58	4,35
Cádmio Total	mg/L	0,005	0,05	0,05	n.d.	0,05	0,003
Chumbo Total	mg/L	0,01	0,1	0,1	n.d.	0,10	0,03
Cobre Dissolvido	mg/L	0,005	0,05	0,05	n.d.	0,05	0,01
Cromo Hexavalente	mg/L		0,004	0,014	0%	0,01	0,004
Cromo Total	mg/L	0,05	0,1	0,1	n.d.	0,10	0,02
Estanho Total	mg/L		1	1	0%	1,00	0,10
Ferro Dissolvido	mg/L	0,3	0,5	0,5	n.d.	0,50	0,13
Níquel Total	mg/L	0,025	0,1	0,1	n.d.	0,10	0,02
Zinco Total	mg/L	0,09	0,1	0,1	n.d.	0,10	0,02
Nutrientes							
Carbono Orgânico Total	mg/L	3	1	4,4	4%	1,77	3,39
Orto-fosfato Solúvel	mg/L		0,007	0,02	0%	0,01	0,02
Fósforo Total	mg/L	0,062	0,07	0,07	n.d.	0,07	0,04
Nitrogênio Amoniacal Total	mg/L	0,4	0,1	0,33	0%	0,12	0,11
Nitrogênio Kjeldahl Total	mg/L		0,5	1	0%	0,98	0,58
Outros							
Clorofila <i>a</i>	ppb	10	2,08	23,17	42%	9,172	7,327
Fenóis Totais	mgC6H5OH/L	0,06	0,003	0,003	0%	0,003	0,005
Microbiológicos							
Enterococos	UFC/100mL	100	1	2000	17%	11,49	26,36

■ Médias geométricas

n.d. - não determinado pelo fato do limite de quantificação do método de medição ser maior do que o padrão de qualidade. Neste caso, nas colunas mín, máx e média consta o limite de quantificação

Qualidade dos sedimentos

A região tem concentrações de nutrientes mais elevadas do que outras sem a presença de emissários mas apresenta apenas uma ocorrência de concentração acima dos valores orientadores. No geral o sedimento é predominantemente arenoso com potencial redox negativo devido à contribuição do emissário.

Na avaliação ecotoxicológica com as amostras de sedimento dos três pontos desta região, o ensaio agudo indicou qualidade Ótima para esse ambiente (Tabela 3.3). Foi observada a presença de As no ponto 1 acima do ISQG e inferior ao valor basal, porém essa substância não estava biodisponível para causar efeito tóxico aos organismos teste.

Com relação ao aspecto microbiológico, as densidades de coliformes termotolerantes e *C. perfringens* classificaram as amostras como Ótimas, Boas, Ruins e Péssimas.

Tabela 3.37 – Médias, valores mínimos e máximos e porcentagem de não conformidades (NC) dos resultados de qualidade de sedimento da área de influência do Emissário de Praia Grande 1

Parâmetro	Unidade	Padrão CCME, 2002		mín	máx	% NC (resultados acima de ISQG)	Média aritmética 2017	Média aritmética 2012-2016
Nutrientes								
Fósforo Total *	mg/kg	500		114	366	0,0%	213,25	214,72
Nitrogênio Kjeldahl Total *	mg/kg	1.000		132	1.197	12,5%	548,38	685,61
Potencial Redox	mV			-150,6	113	-	-61,56	-66,83
Orgânicos								
Carbono Orgânico Total *	%	1,3		0,04	1,1	0,0%	0,64	1,08
Fenóis Totais	mg/kg			1,93	3,17	-	2,40	1,89
Óleos e Graxas Totais	mg/kg			350	350	-	350,00	430,83
Hidrocarbonetos Arom. Polinucleares		ISQG	PEL					
Acenafteno	µg/kg	6,7	88,9	6	6	0,0%	6,00	20,00
Antraceno	µg/kg	46,9	245	20	20	0,0%	20,00	30,87
Benzo(a)antraceno	µg/kg	74,8	693	20	20	0,0%	20,00	20,00
Benzo(a)pireno	µg/kg	88,8	763	10	10	0,0%	10,00	10,15
Benzo(b)fluoranteno	µg/kg			20	20	-	20,00	20,09
Benzo(g,h,i)perileno	µg/kg			80	80	-	80,00	80,00
Benzo(k)fluoranteno	µg/kg			30	30	-	30,00	10,00
Criseno	µg/kg	108,0	846	20	20	0,0%	20,00	20,71
Dibenzo(a,h)antraceno	µg/kg	6,2	135	6	6	0,0%	6,00	30,00
Fenantreno	µg/kg	86,7	544	20	20	0,0%	20,00	20,27
Fluoranteno	µg/kg	113,0	1.494	20	20	0,0%	20,00	21,80
Fluoreno	µg/kg	21,2	144	15	15	0,0%	15,00	20,00
Indeno(1,2,3-cd)pireno	µg/kg			20	20	-	20,00	80,00
Naftaleno	µg/kg	34,6	391	20	20	0,0%	20,00	30,00
Pireno	µg/kg	153,0	1.398	20	20	0,0%	20,00	20,13
Metais		ISQG	PEL					
Alumínio Total	mg/kg			3.829	13.951	-	8.370,88	12.199,17
Arsênio Total	mg/kg	7,2	41,6	3,08	7,61	12,5%	5,30	5,66
Cádmio Total	mg/kg	0,7	4,2	0,5	0,5	0,0%	0,50	0,42
Chumbo Total	mg/kg	30,2	112	5	14,8	0,0%	9,35	9,66
Cobre Total	mg/kg	18,7	108	3,43	7,17	0,0%	5,00	3,08
Cromo Total	mg/kg	52,3	160	9,14	20,6	0,0%	14,52	17,25
Estanho Total	mg/kg			5	5	-	5,00	6,67
Ferro Total	mg/kg			10.090	18.070	-	14.222,50	16.225,00
Níquel Total	mg/kg	15,9	42,8	2,21	7,45	0,0%	4,69	5,85
Zinco Total	mg/kg	124,0	271	15,9	38,1	0,0%	26,34	28,94

* valores adotados pela CETESB, vide metodologia no capítulo 2

3.5.17 Área de Influência do Rio Itanhaém

Qualidade da água

Na área de influência da foz do Rio Itanhaém os parâmetros oxigênio dissolvido, COT e clorofila *a* apresentaram não conformidades. A média do IQAC classificou a área na categoria Boa mantendo a classificação de 2016.

As concentrações de clorofila *a* (Tabela 3.2) foram menores na 1ª campanha as quais variaram de Mesotrófico a Eutrófico classificando esse ambiente, pela média, como Eutrófico. Já na 2ª campanha, realizada em dezembro, foi observada uma piora, com concentrações elevadas e todos os pontos classificados como Supereutróficos, provavelmente relacionada à presença de turistas. Pela média anual, segundo o IETC, este local já se encontra eutrofizado tendo sido classificado como Eutrófico mantendo a condição trófica obtida no ano anterior, porém com valor muito próximo ao limite máximo desta classe. A condição trófica observada neste local, provavelmente, está relacionada a ocupação urbana do entorno, visto que em período de chuva houve indícios de contaminação por esgotos domésticos.

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

Parâmetro	Unidade	Padrão classe 1 águas salinas Res. CONAMA nº 357/05	mín	máx	% NC	Média aritmética 2017	Média aritmética 2012-2016
Campo							
OD	mg/L	6	6,19	7,33	0%	6,63	6,78
pH	-	6,5 a 8,5	7,23	8,19	0%	8,01	8,13
Salinidade	ppt		35,4	36,87		35,93	32,86
Temperatura da Água	°C		21,76	25,4		23,64	22,22
Turbidez	NTU		3,63	18		9,12	4,69
Metais							
Alumínio Dissolvido	mg/L	1,5	0,5	0,5	0%	0,50	0,15
Boro Total	mg/L	5	3,71	4,75	0%	4,32	3,65
Cádmio Total	mg/L	0,005	0,05	0,05	n.d.	0,05	0,003
Chumbo Total	mg/L	0,01	0,1	0,1	n.d.	0,10	0,03
Cobre Dissolvido	mg/L	0,005	0,05	0,05	n.d.	0,05	0,01
Cromo Hexavalente	mg/L		0,004	0,004	0%	0,004	0,004
Cromo Total	mg/L	0,05	0,1	0,1	n.d.	0,10	0,02
Estanho Total	mg/L		1	1	0%	1,00	0,10
Ferro Dissolvido	mg/L	0,3	0,5	0,5	n.d.	0,50	0,15
Níquel Total	mg/L	0,025	0,1	0,1	n.d.	0,10	0,02
Zinco Total	mg/L	0,09	0,1	0,1	n.d.	0,10	0,02
Nutrientes							
Carbono Orgânico Total	mg/L	3	1,12	3,2	6%	2,24	3,78
Orto-fosfato Solúvel	mg/L		0,007	0,02	0%	0,01	0,01
Fósforo Total	mg/L	0,062	0,007	0,07	89%	0,07	0,03
Nitrogênio Amoniacal Total	mg/L	0,4	0,1	0,15	0%	0,11	0,11
Nitrogênio Kjeldahl Total	mg/L		1	1	0%	1,00	0,62
Outros							
Clorofila <i>a</i>	ppb	2,5	1,57	8,02	83%	4,433	3,508
Fenóis Totais	mgC6H5OH/L	0,06	0,003	0,003	0%	0,003	0,003
Microbiológicos							
Enterococos	UFC/100mL	100	1	184	6%	5,55	2,82

■ Dados calculados considerando apenas a 2ª campanha, uma vez que na 1ª o limite de quantificação do método analítico foi superior ao padrão de qualidade

■ Médias geométricas

n.d. - não determinado pelo fato do limite de quantificação do método de medição ser maior do que o padrão de qualidade. Neste caso, nas colunas mín, máx e média consta o limite de quantificação

Qualidade dos sedimentos

Foram identificadas concentrações mais elevadas de nutrientes no sedimento do ponto 3 onde se concentram as ocorrências de fósforo, COT e NKT acima dos valores orientadores. Os sedimentos da região são predominantemente arenosos e apresentam potencial redox positivo no primeiro semestre e negativo no segundo nos pontos 1 e 3. É provável que este comportamento se deva ao regime de correntes do local no momento das coletas. As correntes marítimas usualmente fluem no sentido nordeste nas cercanias dos pontos de amostragem mas podem mudar de direção ou mesmo para o sentido oposto em alguns períodos do ano.

Com relação à avaliação ecotoxicológica, as amostras de sedimento dos três pontos desta região, foram classificadas com qualidade Ótima (Tabela 3.3) no primeiro semestre. Nos pontos 1 e 3 foram observadas concentrações de As superiores ao ISQG, porém inferiores ao valor basal mas essa substância não estava biodisponível para causar efeito tóxico agudo aos organismos teste.

Quanto ao aspecto microbiológico, as amostras foram classificadas como Ótimas e Boas em ambas as campanhas para os dois indicadores.

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

Parâmetro	Unidade	Padrão CCME, 2002		min	máx	% NC (resultados acima de ISQG)	Média aritmética 2017	Média aritmética 2012-2016
Nutrientes								
Fósforo Total *	mg/kg	500		127	599	25,0%	249,25	143,00
Nitrogênio Kjeldahl Total *	mg/kg	1.000		127	2.764	25,0%	788,50	258,60
Potencial Redox	mV			-134,5	162	-	14,30	37,02
Orgânicos								
Carbono Orgânico Total *	%	1,3		0,09	2,36	16,7%	1,00	1,00
Fenóis Totais	mg/kg			1,93	5,08	-	2,73	1,53
Óleos e Graxas Totais	mg/kg			350	350	-	350,00	451,29
Hidrocarbonetos Arom. Polinucleares		ISQG	PEL					
Acenafteno	µg/kg	6,7	88,9	6	6	0,0%	6,00	19,00
Antraceno	µg/kg	46,9	245	20	20	0,0%	20,00	20,31
Benzo(a)antraceno	µg/kg	74,8	693	20	20	0,0%	20,00	20,34
Benzo(a)pireno	µg/kg	88,8	763	10	10	0,0%	10,00	10,16
Benzo(b)fluoranteno	µg/kg			20	20	-	20,00	20,31
Benzo(g,h,i)perileno	µg/kg			80	80	-	80,00	81,25
Benzo(k)fluoranteno	µg/kg			30	30	-	30,00	12,03
Criseno	µg/kg	108,0	846	20	20	0,0%	20,00	20,31
Dibenzo(a,h)antraceno	µg/kg	6,2	135	6	6	0,0%	6,00	28,22
Fenantreno	µg/kg	86,7	544	20	20	0,0%	20,00	20,31
Fluoranteno	µg/kg	113,0	1.494	20	20	0,0%	20,00	20,31
Fluoreno	µg/kg	21,2	144	15	15	0,0%	15,00	19,84
Indeno(1,2,3-cd)pireno	µg/kg			20	20	-	20,00	75,63
Naftaleno	µg/kg	34,6	391	20	20	0,0%	20,00	29,22
Pireno	µg/kg	153,0	1.398	20	20	0,0%	20,00	20,31
Metais		ISQG	PEL					
Alumínio Total	mg/kg			4.732	22.660	-	9.447,00	12.974,15
Arsênio Total	mg/kg	7,2	41,6	6,42	17,6	75,0%	10,09	6,92
Cádmio Total	mg/kg	0,7	4,2	0,5	0,5	0,0%	0,50	0,41
Chumbo Total	mg/kg	30,2	112	14	30,2	0,0%	18,05	12,09
Cobre Total	mg/kg	18,7	108	5	11,9	0,0%	6,73	2,18
Cromo Total	mg/kg	52,3	160	8,5	34,7	0,0%	15,21	16,03
Estanho Total	mg/kg			5	34,7	-	12,43	5,70
Ferro Total	mg/kg			12.751	30.010	-	17.250,50	18.783,65
Níquel Total	mg/kg	15,9	42,8	5	12,5	0,0%	6,88	3,83
Zinco Total	mg/kg	124,0	271	16,3	54,4	0,0%	26,15	21,85

* valores adotados pela CETESB, vide metodologia no capítulo 2

3.5.18 Área de Influência Rio Preto

Qualidade da água

Na área de influência da foz do Rio Preto os parâmetros oxigênio dissolvido, COT e clorofila *a* apresentaram não conformidades. A média do IQAC classificou a área na categoria Regular, uma piora em relação ao ano anterior. O parâmetro clorofila *a* superou o valor de referência adotado em mais de duas vezes em algumas amostras contribuindo decisivamente para esta classificação.

As concentrações de clorofila *a* (Tabela 3.2) na 1ª campanha variaram da condição Mesotrófica a Supereutrófica. Na 2ª campanha os valores foram maiores, variando da condição Eutrófica a Supereutrófica. Segundo o IETC, tanto a média por campanha quanto a média anual classificaram este local como Eutrófico, indicativo de ambiente já eutrofizado, mantendo a classificação obtida no ano anterior, porém com valor próximo ao limite máximo desta classe.

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

Parâmetro	Unidade	Padrão classe 1 águas salinas Res. CONAMA nº 357/05	mín	máx	% NC	Média aritmética 2017	Média aritmética 2012-2016
Campo							
OD	mg/L	6	5,82	8,86	11%	6,83	6,94
pH	-	6,5 a 8,5	7,24	8,15	0%	7,94	8,14
Salinidade	ppt		33,96	36,79		35,29	31,89
Temperatura da Água	°C		21,43	23,1		22,27	22,26
Turbidez	NTU		3,1	38		12,61	4,74
Metais							
Alumínio Dissolvido	mg/L	1,5	0,5	0,5	0%	0,50	0,12
Boro Total	mg/L	5	4,29	4,71	0%	4,51	3,89
Cádmio Total	mg/L	0,005	0,05	0,05	n.d.	0,05	0,002
Chumbo Total	mg/L	0,01	0,1	0,1	n.d.	0,10	0,02
Cobre Dissolvido	mg/L	0,005	0,05	0,05	n.d.	0,05	0,01
Cromo Hexavalente	mg/L		0,004	0,004	0%	0,004	0,01
Cromo Total	mg/L	0,05	0,1	0,1	n.d.	0,10	0,02
Estanho Total	mg/L		1	1	0%	1,00	0,10
Ferro Dissolvido	mg/L	0,3	0,05	0,5	91%	0,46	0,12
Níquel Total	mg/L	0,025	0,1	0,1	n.d.	0,10	0,02
Zinco Total	mg/L	0,09	0,1	0,1	n.d.	0,10	0,02
Nutrientes							
Carbono Orgânico Total	mg/L	3	1	6,1	28%	2,85	2,64
Orto-fosfato Solúvel	mg/L		0,007	0,01	0%	0,01	0,01
Fósforo Total	mg/L	0,062	0,03	0,07	9%	0,06	0,03
Nitrogênio Amoniacal Total	mg/L	0,4	0,1	0,18	0%	0,11	0,11
Nitrogênio Kjeldahl Total	mg/L		1	1	0%	1,00	0,64
Outros							
Clorofila <i>a</i>	ppb	2,5	1,57	8,02	83%	4,433	3,508
Fenóis Totais	mgC6H5OH/L	0,06	0,003	0,003	0%	0,003	0,003
Microbiológicos							
Enterococos	UFC/100mL	100	1	46	0%	2,44	3,48

■ Dados calculados considerando apenas a 2ª campanha, uma vez que na 1ª o limite de quantificação do método analítico foi superior ao padrão de qualidade

■ Médias geométricas

n.d. - não determinado pelo fato do limite de quantificação do método de medição ser maior do que o padrão de qualidade. Neste caso, nas colunas mín, máx e média consta o limite de quantificação

Qualidade dos sedimentos

Os sedimentos da região são predominantemente arenosos com presença de silte (cerca de 20%). O potencial redox é predominantemente negativo verificando-se a ocorrência de concentrações de nutrientes acima dos valores orientadores. Em geral as regiões de influência de grandes corpos hídricos continentais apresentam concentrações maiores de nutrientes do que outros pontos ao longo da costa.

Quanto ao aspecto microbiológico, as densidades de coliformes termotolerantes, classificaram as amostras do primeiro semestre como Boas e Ruins; no segundo semestre todas as amostras foram classificadas como Ótimas. Para o indicador *C. perfringens*, as amostras foram classificadas como Boas, exceto a amostra do ponto 3, na 1ª campanha, que foi classificada como Ruim.

A avaliação ecotoxicológica no primeiro semestre, com as amostras de sedimento dos três pontos da área de influência da foz do Rio Preto, indicou qualidade Ótima para esse ambiente (Tabela 3.3). No ponto 3 foi observada concentração de As superior ao ISQG, porém inferior valor basal, sendo que esse contaminante não estava biodisponível para causar efeito tóxico aos organismos teste.

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

Parâmetro	Unidade	Padrão CCME, 2002		min	máx	% NC (resultados acima de ISQG)	Média aritmética 2017	Média aritmética 2012-2016
Nutrientes								
Fósforo Total *	mg/kg	500		153	519	16,7%	388,83	312,70
Nitrogênio Kjeldahl Total *	mg/kg	1.000		371	1.766	50,0%	1.163,50	930,06
Potencial Redox	mV			-189,2	111	-	-92,90	-108,52
Orgânicos								
Carbono Orgânico Total *	%	1,3		0,25	1,25	0,0%	0,92	1,08
Fenóis Totais	mg/kg			2	3,5	-	2,98	1,89
Óleos e Graxas Totais	mg/kg			350	499	-	374,83	412,12
Hidrocarbonetos Arom. Polinucleares		ISQG	PEL					
Acenafteno	µg/kg	6,7	88,9	6	6	0,0%	6,00	18,44
Antraceno	µg/kg	46,9	245	20	20	0,0%	20,00	21,81
Benzo(a)antraceno	µg/kg	74,8	693	20	20	0,0%	20,00	20,00
Benzo(a)pireno	µg/kg	88,8	763	10	10	0,0%	10,00	10,83
Benzo(b)fluoranteno	µg/kg			20	20	-	20,00	20,60
Benzo(g,h,i)perileno	µg/kg			80	80	-	80,00	80,00
Benzo(k)fluoranteno	µg/kg			30	30	-	30,00	12,35
Criseno	µg/kg	108,0	846	20	20	0,0%	20,00	22,53
Dibenzo(a,h)antraceno	µg/kg	6,2	135	6	6	0,0%	6,00	27,33
Fenantreno	µg/kg	86,7	544	20	20	0,0%	20,00	28,93
Fluoranteno	µg/kg	113,0	1.494	20	20	0,0%	20,00	23,93
Fluoreno	µg/kg	21,2	144	15	15	0,0%	15,00	20,73
Indeno(1,2,3-cd)pireno	µg/kg			20	20	-	20,00	73,33
Naftaleno	µg/kg	34,6	391	20	20	0,0%	20,00	28,89
Pireno	µg/kg	153,0	1.398	20	20	0,0%	20,00	25,78
Metais		ISQG	PEL					
Alumínio Total	mg/kg			6.620	18.300	-	12.963,67	27.153,16
Arsênio Total	mg/kg	7,2	41,6	4,17	11,6	83,3%	8,79	7,99
Cádmio Total	mg/kg	0,7	4,2	0,5	0,5	0,0%	0,50	0,40
Chumbo Total	mg/kg	30,2	112	8,59	25,1	0,0%	19,30	19,07
Cobre Total	mg/kg	18,7	108	5	9,76	0,0%	7,33	4,94
Cromo Total	mg/kg	52,3	160	12,3	28	0,0%	21,08	22,67
Estanho Total	mg/kg			5	5	-	5,00	5,63
Ferro Total	mg/kg			12.800	25.430	-	20.609,00	24.721,25
Níquel Total	mg/kg	15,9	42,8	3,67	10	0,0%	6,52	8,63
Zinco Total	mg/kg	124,0	271	23,1	50,1	0,0%	37,10	38,59

* valores adotados pela CETESB, vide metodologia no capítulo 2

3.5.19 Mar Pequeno

Qualidade da água

No Mar Pequeno, considerando as duas campanhas de amostragem, os parâmetros fósforo total, COT, clorofila *a* e enterococos apresentaram concentrações acima do padrão de qualidade. A média do IQAC classificou a área como Regular, uma melhora em relação ao ano anterior. Alguns valores elevados de enterococos e de clorofila *a* contribuíram para a classificação.

As concentrações de clorofila *a* (Tabela 3.2) na 1ª campanha foram um pouco menores, variando de Oligotrófica a Mesotrófica, com a média da campanha indicando um ambiente de baixa trofia, classificado como Oligotrófico. Na 2ª campanha, observou-se um aumento nas concentrações de clorofila *a*, que variaram da condição Oligotrófica a Eutrófica, tendo a média indicado condição Mesotrófica. Pela média anual, este local foi considerado um ambiente em processo de eutrofização, classificado como Mesotrófico indicando uma piora na condição trófica deste local quando comparado ao ano anterior. No entanto, em 2016, os baixos valores de clorofila *a* obtidos que resultaram em uma condição Oligotrófica, foram decorrentes de elevada turbidez, provocada por fortes chuvas, enquanto os dados históricos sugerem uma manutenção da qualidade das águas como Mesotrófica.

Tabela 3.42 – Médias, valores mínimos e máximos e porcentagem de não conformidades (NC) dos resultados de qualidade de água do Mar Pequeno

Parâmetro	Unidade	Padrão classe 1 águas salinas Res. CONAMA nº 357/05	mín	máx	% NC	Média aritmética 2017	Média aritmética 2012-2016
Campo							
OD	mg/L	5	6,19	8,52	0%	7,52	7,36
pH	-	6,5 a 8,5	6,87	7,9	0%	7,06	7,16
Salinidade	ppt		0,03	21,58		1,81	1,88
Temperatura da Água	°C		18,56	27,27		22,01	23,36
Turbidez	NTU		1,17	21,4		11,57	57,46
Metais							
Alumínio Dissolvido	mg/L	0,1	0,5	0,5	100%	0,50	0,26
Boro Total	mg/L	0,5	1	2,29	100%	1,14	0,10
Cádmio Total	mg/L	0,005	0,05	0,05	n.d.	0,05	0,003
Chumbo Total	mg/L	0,01	0,1	0,1	n.d.	0,10	0,03
Cobre Dissolvido	mg/L	0,005	0,05	0,05	n.d.	0,05	0,01
Cromo Hexavalente	mg/L		0,004	0,004	0%	0,004	0,005
Cromo Total	mg/L	0,05	0,1	0,1	n.d.	0,10	0,02
Estanho Total	mg/L		1	1	0%	1,00	0,10
Ferro Dissolvido	mg/L	0,3	0,5	0,5	n.d.	0,50	0,64
Níquel Total	mg/L	0,025	0,1	0,1	n.d.	0,10	0,02
Zinco Total	mg/L	0,09	0,1	0,1	n.d.	0,10	0,02
Nutrientes							
Carbono Orgânico Total	mg/L	3	1	4,77	33%	2,78	4,23
Orto-fosfato Solúvel	mg/L		0,02	0,1	0%	0,05	0,10
Fósforo Total	mg/L	0,124	0,07	0,15	17%	0,09	0,17
Nitrogênio Amoniacal Total	mg/L	0,4	0,1	0,12	0%	0,10	0,11
Nitrogênio Kjeldahl Total	mg/L		0,5	1,34	0%	0,76	0,83
Outros							
Clorofila <i>a</i>	ppb	2,5	1,07	8,4	67%	3,949	3,025
Fenóis Totais	mgC6H5OH/L	0,06	0,003	0,003	0%	0,003	0,005
Microbiológicos							
Enterococos	UFC/100mL	100	2	380	33%	47,75	49,55

■ Médias geométricas

n.d. - não determinado pelo fato do limite de quantificação do método de medição ser maior do que o padrão de qualidade. Neste caso, nas colunas mín, máx e média consta o limite de quantificação

Qualidade dos Sedimentos

Os sedimentos da região são predominantemente arenosos, porém com resultados de potencial redox ligeiramente negativos.

Em relação à poluição fecal, as densidades de coliformes termotolerantes classificaram as amostras como Ruins e Péssimas, exceto a amostra do ponto 1 no segundo semestre que foi classificada como Boa. Quanto aos *C. perfringens*, as amostras foram classificadas como Boas, exceto as amostras do ponto 1 que foram classificadas como Ruim e Regular.

Os testes de toxicidade aguda com amostras de sedimento no primeiro semestre, na região do Mar Pequeno, apresentaram qualidade Ótima nos pontos 1 e 3 e Ruim no ponto 2. Salienta-se que, dentre as substâncias analisadas, para as quais existem critérios, os mesmos foram atendidos (Tabela 3.43) e, provavelmente outras substâncias não avaliadas na amostra ou mesmo sua interação, provocaram a toxicidade observada no ponto 2.

Tabela 3.43 – Médias, valores mínimos e máximos e porcentagem de não conformidades (NC) dos resultados de qualidade de sedimento do Mar Pequeno

Parâmetro	Unidade	Padrão CCME, 2002		min	máx	% NC (resultados acima de ISQG)	Média aritmética 2017	Média aritmética 2012-2016
Nutrientes								
Fósforo Total *	mg/kg	700		97,3	366	0,0%	223,55	317,87
Nitrogênio Kjeldahl Total *	mg/kg	1.500		124	1.001	0,0%	477,83	447,14
Potencial Redox	mV			-161,3	24	-	-105,68	-120,31
Orgânicos								
Carbono Orgânico Total *	%	1,8		0,1	1,2	0,0%	0,67	1,06
Fenóis Totais	mg/kg			1,93	3,11	-	2,36	1,23
Óleos e Graxas Totais	mg/kg			350	500	-	375,00	459,17
Hidrocarbonetos Arom. Polinucleares		ISQG	PEL					
Acenafteno	µg/kg	6,7	88,9	6	6	0,0%	6,00	20,61
Antraceno	µg/kg	46,9	245	20	20	0,0%	20,00	20,89
Benzo(a)antraceno	µg/kg	74,8	693	20	20	0,0%	20,00	20,63
Benzo(a)pireno	µg/kg	88,8	763	10	10	0,0%	10,00	10,63
Benzo(b)fluoranteno	µg/kg			20	20	-	20,00	20,65
Benzo(g,h,i)perileno	µg/kg			80	80	-	80,00	82,50
Benzo(k)fluoranteno	µg/kg			30	30	-	30,00	10,63
Criseno	µg/kg	108,0	846	20	20	0,0%	20,00	20,63
Dibenzo(a,h)antraceno	µg/kg	6,2	135	6	6	0,0%	6,00	30,94
Fenantreno	µg/kg	86,7	544	20	20	0,0%	20,00	20,63
Fluoranteno	µg/kg	113,0	1.494	20	20	0,0%	20,00	20,63
Fluoreno	µg/kg	21,2	144	15	15	0,0%	15,00	20,63
Indeno(1,2,3-cd)pireno	µg/kg			20	20	-	20,00	82,50
Naftaleno	µg/kg	34,6	391	20	20	0,0%	20,00	30,94
Pireno	µg/kg	153,0	1.398	20	20	0,0%	20,00	20,63
Metais		ISQG	PEL					
Alumínio Total	mg/kg			2.091	8.504	-	5.499,33	12.630,03
Arsênio Total	mg/kg	7,2	41,6	2	5	0,0%	3,50	2,70
Cádmio Total	mg/kg	0,7	4,2	0,5	0,5	0,0%	0,50	0,38
Chumbo Total	mg/kg	30,2	112	5,23	23,1	0,0%	14,35	17,05
Cobre Total	mg/kg	18,7	108	5	11,4	0,0%	7,43	49,84
Cromo Total	mg/kg	52,3	160	5,55	16,2	0,0%	11,07	15,29
Estanho Total	mg/kg			5	5	-	5,00	6,03
Ferro Total	mg/kg			3.636	15.323	-	10.217,50	13.203,85
Níquel Total	mg/kg	15,9	42,8	2	5	0,0%	3,84	7,00
Zinco Total	mg/kg	124,0	271	11,2	33,9	0,0%	23,98	31,16

* valores adotados pela CETESB, vide metodologia no capítulo 2

3.5.20 Mar de Cananeia

Qualidade da água

No Mar de Cananéia apresentaram não conformidades os parâmetros COT e clorofila *a* classificando a área na categoria Boa segundo o IQAC mantendo as classificações anteriores.

As concentrações de clorofila *a* (Tabela 3.2) na 1ª campanha foram maiores, variando da condição Mesotrófica a Eutrófica, com a média da campanha indicando condição Eutrófica. Na 2ª campanha, com concentrações de clorofila *a* menores, este local exibiu classificação que variou de Oligotrófica a Mesotrófica, com a média da campanha indicando condição Mesotrófica. Pela média anual, segundo o IETC, este local foi classificado como Eutrófico, indicativo de um ambiente já eutrofizado, mantendo a classificação exibida no ano anterior, porém com tendência de piora, considerando os dados históricos.

Tabela 3.44 – Médias, valores mínimos e máximos e porcentagem de não conformidades (NC) dos resultados de qualidade de água do Mar de Cananeia

Parâmetro	Unidade	Padrão classe 1 águas salinas Res. CONAMA nº 357/05	mín	máx	% NC	Média aritmética 2017	Média aritmética 2012-2016
Campo							
OD	mg/L	5	6,17	8,33	0%	7,10	6,86
pH	-	6,5 a 8,5	7,45	7,99	0%	7,73	7,87
Salinidade	ppt		10,31	29,45		20,70	24,06
Temperatura da Água	°C		19,43	27,47		22,92	23,94
Turbidez	NTU		1	24,4		7,04	8,87
Metais							
Alumínio Dissolvido	mg/L	0,1	0,5	0,5	n.d.	0,50	0,16
Boro Total	mg/L	0,5	1,53	3,29	100%	2,36	2,51
Cádmio Total	mg/L	0,005	0,05	0,05	n.d.	0,05	0,003
Chumbo Total	mg/L	0,01	0,1	0,1	n.d.	0,10	0,03
Cobre Dissolvido	mg/L	0,005	0,05	0,05	n.d.	0,05	0,01
Cromo Hexavalente	mg/L		0,004	0,006	0%	0,004	0,005
Cromo Total	mg/L	0,05	0,1	0,1	n.d.	0,10	0,02
Estanho Total	mg/L		1	1	0%	1,00	0,10
Ferro Dissolvido	mg/L	0,3	0,5	0,5	n.d.	0,50	0,17
Níquel Total	mg/L	0,025	0,1	0,1	n.d.	0,10	0,02
Zinco Total	mg/L	0,09	0,1	0,1	n.d.	0,10	0,02
Nutrientes							
Carbono Orgânico Total	mg/L	3	1	7	61%	4,03	5,06
Orto-fosfato Solúvel	mg/L		0,006	0,03	0%	0,02	0,02
Fósforo Total	mg/L	0,124	0,07	0,07	0%	0,07	0,05
Nitrogênio Amoniacal Total	mg/L	0,4	0,1	0,17	0%	0,12	0,11
Nitrogênio Kjeldahl Total	mg/L		0,5	1	0%	0,72	0,67
Outros							
Clorofila <i>a</i>	ppb	2,5	1,07	8,4	67%	3,949	3,025
Fenóis Totais	mgC6H5OH/L	0,06	0,003	0,003	0%	0,003	0,004
Microbiológicos							
Enterococos	UFC/100mL	100	1	7	0%	2,37	2,00

■ Médias geométricas

n.d. - não determinado pelo fato do limite de quantificação do método de medição ser maior do que o padrão de qualidade. Neste caso, nas colunas mín, máx e média consta o limite de quantificação

Qualidade dos Sedimentos

Os sedimentos da região são predominantemente arenosos e apresentam potencial redox negativo, típico de região estuarinas com presença de manguezais.

A avaliação ecotoxicológica no primeiro semestre, com as amostras de sedimento dos três pontos da região do Mar de Cananéia, indicou qualidade Ótima para esse ambiente (Tabela 3.3).

Com base nos aspectos microbiológicos, as amostras foram classificadas como Ótimas para coliformes termotolerantes, exceção feita ao ponto 2 que teve classificação Regular na segunda campanha. Com relação aos *C. perfringens*, as amostras foram classificadas como Ótimas, exceto a amostra do ponto 3 que foi classificada como Boa no segundo semestre.

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

Parâmetro	Unidade	Padrão CCME, 2002		mín	máx	% NC (resultados acima de ISQG)	Média aritmética 2017	Média aritmética 2012-2016
Nutrientes								
Fósforo Total *	mg/kg	700		50,9	252	0,0%	119,37	209,45
Nitrogênio Kjeldahl Total *	mg/kg	1.500		135	809	0,0%	429,50	782,14
Potencial Redox	mV			-189,2	111,2	-	-92,90	-108,52
Orgânicos								
Carbono Orgânico Total *	%	1,8		0,15	1	0,0%	0,67	1,29
Fenóis Totais	mg/kg			1,93	3,22	-	2,32	1,86
Óleos e Graxas Totais	mg/kg			350	791	-	446,67	640,97
Hidrocarbonetos Arom. Polinucleares		ISQG	PEL					
Acenafteno	µg/kg	6,7	88,9	6	6	0,0%	6,00	21,03
Antraceno	µg/kg	46,9	245	20	20	0,0%	20,00	25,23
Benzo(a)antraceno	µg/kg	74,8	693	20	20	0,0%	20,00	21,03
Benzo(a)pireno	µg/kg	88,8	763	10	10	0,0%	10,00	10,52
Benzo(b)fluoranteno	µg/kg			20	20	-	20,00	21,03
Benzo(g,h,i)perileno	µg/kg			80	80	-	80,00	84,14
Benzo(k)fluoranteno	µg/kg			30	30	-	30,00	10,52
Criseno	µg/kg	108,0	846	20	20	0,0%	20,00	22,83
Dibenzo(a,h)antraceno	µg/kg	6,2	135	6	6	0,0%	6,00	31,55
Fenantreno	µg/kg	86,7	544	20	20	0,0%	20,00	21,70
Fluoranteno	µg/kg	113,0	1.494	20	20	0,0%	20,00	21,03
Fluoreno	µg/kg	21,2	144	15	15	0,0%	15,00	21,03
Indeno(1,2,3-cd)pireno	µg/kg			20	20	-	20,00	84,14
Naftaleno	µg/kg	34,6	391	20	20	0,0%	20,00	31,55
Pireno	µg/kg	153,0	1.398	20	20	0,0%	20,00	21,03
Metais		ISQG	PEL					
Alumínio Total	mg/kg			1.663	9.945	-	4.758,33	12.250,49
Arsênio Total	mg/kg	7,2	41,6	2	5,08	0,0%	3,76	3,75
Cádmio Total	mg/kg	0,7	4,2	0,5	0,5	0,0%	0,50	0,38
Chumbo Total	mg/kg	30,2	112	5	15,2	0,0%	9,86	10,35
Cobre Total	mg/kg	18,7	108	5	5	0,0%	5,00	4,57
Cromo Total	mg/kg	52,3	160	5	13,8	0,0%	8,05	13,84
Estanho Total	mg/kg			5	5	-	5,00	6,17
Ferro Total	mg/kg			1.591	12.170	-	5.994,00	10.053,94
Níquel Total	mg/kg	15,9	42,8	2	5	0,0%	3,65	5,78
Zinco Total	mg/kg	124,0	271	2,21	18,9	0,0%	10,60	21,81

* valores adotados pela CETESB, vide metodologia no capítulo 2

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

4.1 Qualidade das Águas

4.1.1 Índice de qualidade de águas costeiras – IQAC

Os resultados obtidos na avaliação de 2017 mostram que não houve alteração significativa ao longo dos últimos 5 anos na qualidade das águas costeiras.

A distribuição das médias do Índice de Qualidade de Água Costeira para as áreas estudadas, obtida em 2017, mostram uma piora em relação ao ano de 2016 com redução das áreas classificadas como Ótimas (30% para 15%) e aumento de áreas classificadas como Regulares (15% para 35%). Uma das possíveis explicações está no retorno do carbono orgânico total (COT) ao cálculo do índice já que uma parcela considerável das não conformidades foi deste parâmetro. Em 2016 o COT não foi determinado uma vez que o novo método analítico estava passando por processo de validação. Nota-se também que, com exceção das áreas estuarinas, o fósforo total não foi considerado no cálculo do índice para as áreas costeiras (águas salinas) pois o limite de quantificação obtido foi ligeiramente superior ao preconizado na legislação (0,07 contra 0,062 mg/L), mas como quase não houve registro de resultados acima do limite analítico é possível inferir que o parâmetro não influenciou na classificação média. No final deste capítulo, os mapas de 4.1 a 4.5 mostram as classificações referentes ao ano de 2017. Os Gráficos 4.1 e 4.2, a seguir, mostram a distribuição do IQAC médio e valor por área no litoral paulista.

Gráfico 4.1 – Distribuição Percentual da classificação das áreas pelo IQAC médio em 2017

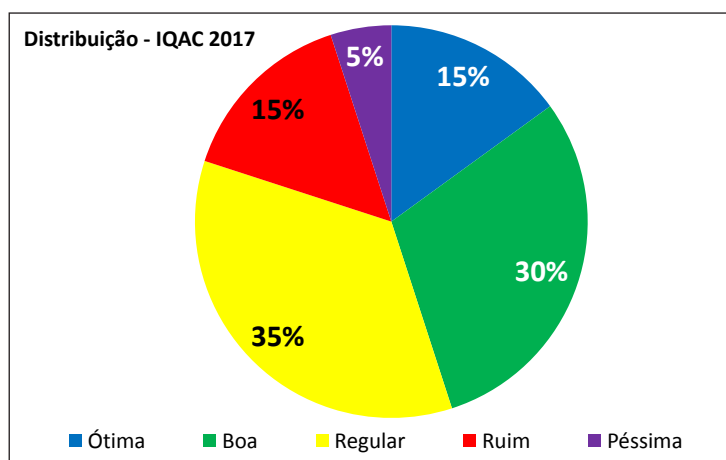
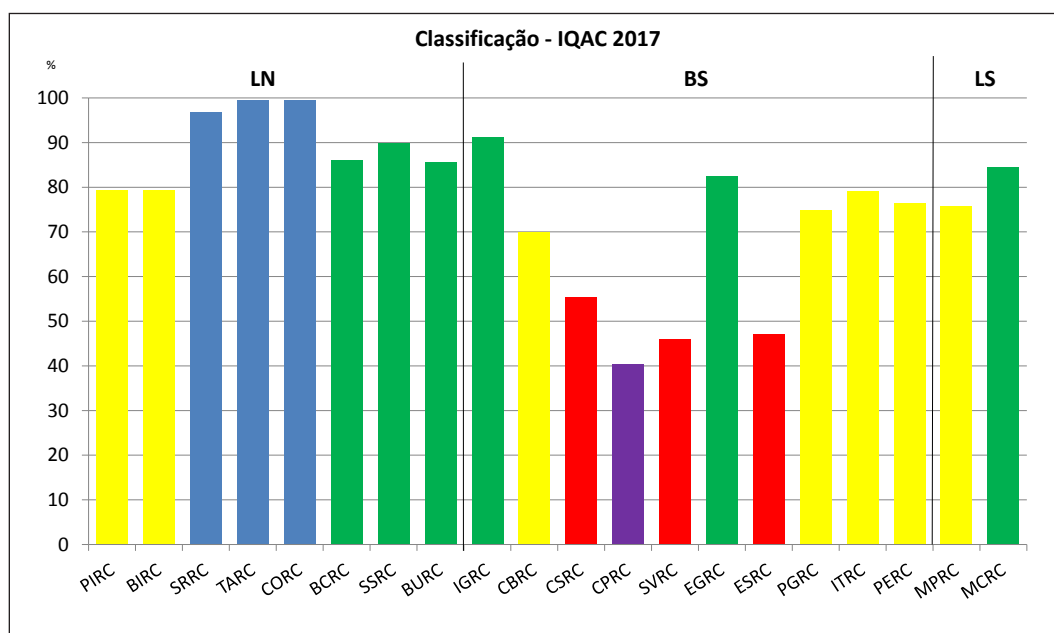


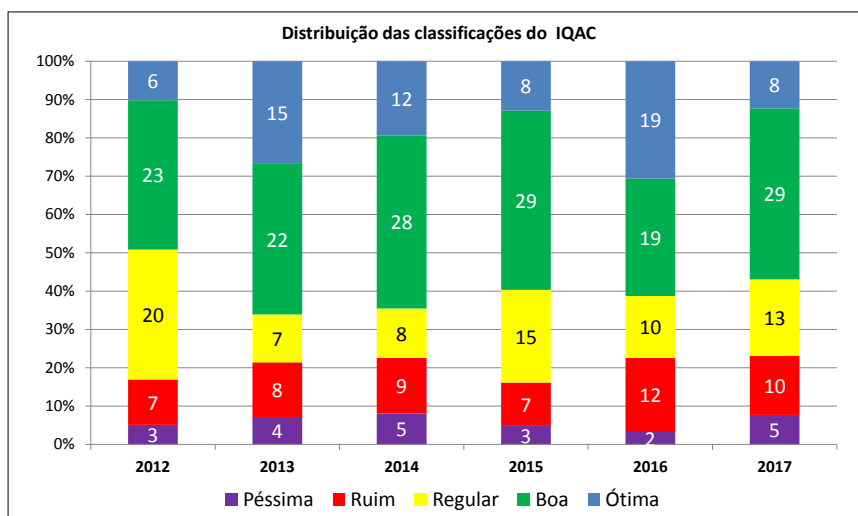
Gráfico 4.2 – Classificação das áreas pelo IQAC médio em 2017

* legenda: ver quadro 4.2

O quadro 4.1 que apresenta o histórico das médias dos índices por área desde 2012, mostra que não houve grandes alterações ao longo do período avaliado. Destaca-se apenas piora na região do Canal de Piaçaguera. Duas delas melhoraram seu índice: emissário do Guarujá e Mar Pequeno.

Quadro 4.1 – Evolução do IQAC médio das áreas entre 2012 e 2017

Local de amostragem	2012	2013	2014	2015	2016	2017
Picinguaba	77	99	85	97	99	79
Baía de Itaguá	73	85	90	95	93	79
Saco da Ribeira	89	87	92	83	96	97
Tabatinga	92	99	99	90	96	99
Cocanha	95	99	99	88	97	99
Baía de Caraguatatuba	90	97	99	97	99	86
Canal de São Sebastião (5pts)	98	98	95	95	92	90
Barra do Una	93	90	90	88	92	86
Rio Itaguapé	93	90	92	85	97	91
Canal de Bertioga	69	58	69	57	75	70
Canal de Santos	59	46	47	73	59	55
Canal de Piaçaguera				58	58	40
Canal de São Vicente	53	43	39	37	54	46
Emissário Guarujá	83	80	81	81	78	83
Emissário Santos	39	70	47	54	49	47
Emissário Praia Grande	60	76	85	71	74	75
Rio Itanhaém	87		82	79	87	79
Rio Preto	71	92	88	80	83	76
Mar Pequeno	68	67	68	78	62	76
Mar de Cananéia	69	85	84	84	91	85

Gráfico 4.3 – Evolução da proporção do IQAC dos pontos de 2012 a 2017

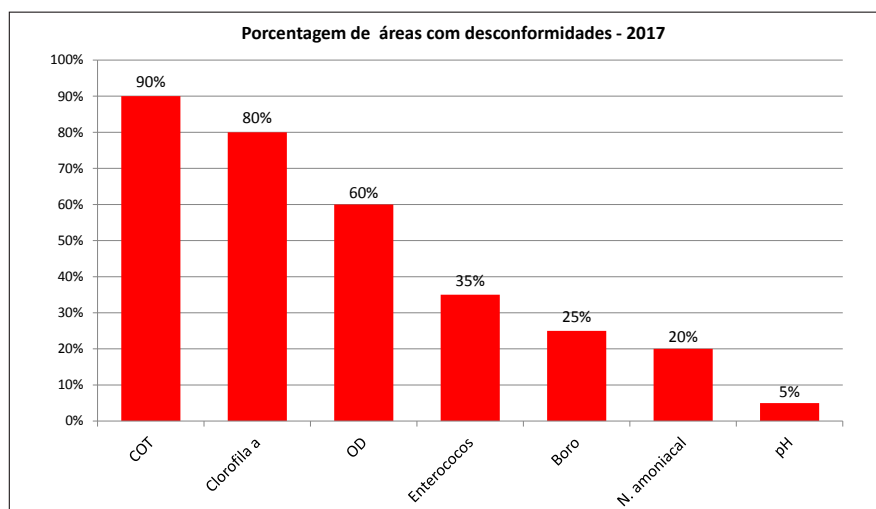
Os mapas 4.1, 4.2, 4.3, 4.4 e 4.5, que se encontram ao final deste capítulo, mostram a classificação média do IQAC.

4.1.2 Atendimento aos padrões de qualidade de água

Como no ano anterior, em todos os casos nota-se que os nutrientes apresentaram não conformidade em algum momento, em diversas áreas. Em consonância com os registros históricos, as áreas da Baixada Santista também apresentaram não conformidades nas concentrações de oxigênio dissolvido (OD), clorofila *a*, enterococos, fósforo e compostos nitrogenados de uma forma geral.

Distribuição do atendimento nas áreas monitoradas

Nota-se no Gráfico 4.4 que o COT, clorofila *a* e o oxigênio dissolvido são os parâmetros que se apresentam não conformes na maioria das áreas. Em seguida estão os enterococos, OD e boro. Nota-se que os metais Cd, Pb, Cu, Ar, Fe, Ni e Zn em geral apresentaram problemas em seus limites de quantificação neste ano e não puderam ser avaliados adequadamente.

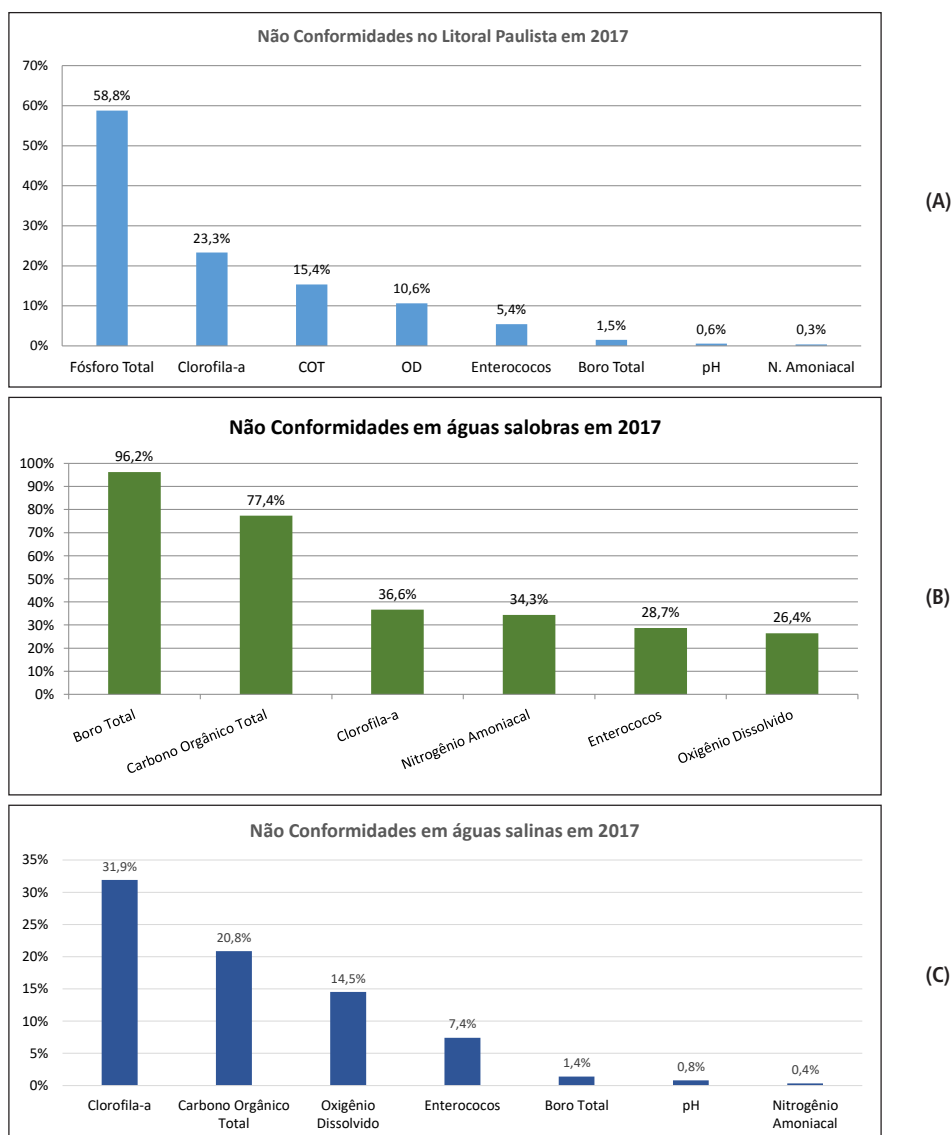
Gráfico 4.4 – Porcentagem de áreas que apresentaram não conformidade por variável em 2017

Proporção de atendimento por variável

Analisando a porcentagem de amostras não conformes para cada variável para toda a rede (Gráfico 4.5 A) e para cada classe de água (Gráfico 4.5 B e C), verifica-se que as variáveis que se apresentam desconformes na maioria das amostras são: COT, clorofila *a*, OD, enterococos e o boro total. Nota-se que o fósforo e o grupo dos metais (Cd, Pb, Cu, Ar, Fe, Ni e Zn) não foram considerados no ano de 2017, pois seus limites de quantificação foram mais altos do que o padrão legislativo inviabilizando esta análise.

Verifica-se também, que as porcentagens de amostras não conformes nas águas salobras são bem superiores as das águas salinas e que a distribuição das não conformidades nas variáveis é bem diferente para cada classe de água. No caso do boro o padrão de qualidade é bem inferior ao das águas salinas, mas recebem influência destas últimas que em geral possuem concentrações mais elevadas desse elemento. Foram registrados alumínio e ferro dissolvido em baixas porcentagens provavelmente devido ao transporte de material terrestre. Os resultados foram melhores em 2017 do que no ano anterior com exceção do nitrogênio amoniacal nas águas estuarinas (salobras).

Gráfico 4.5 – Porcentagem de amostras não conformes por variável em 2017 na Rede costeira (A), Águas Salobras (B) e Águas Salinas (C)



Concentrações médias das principais variáveis não conformes

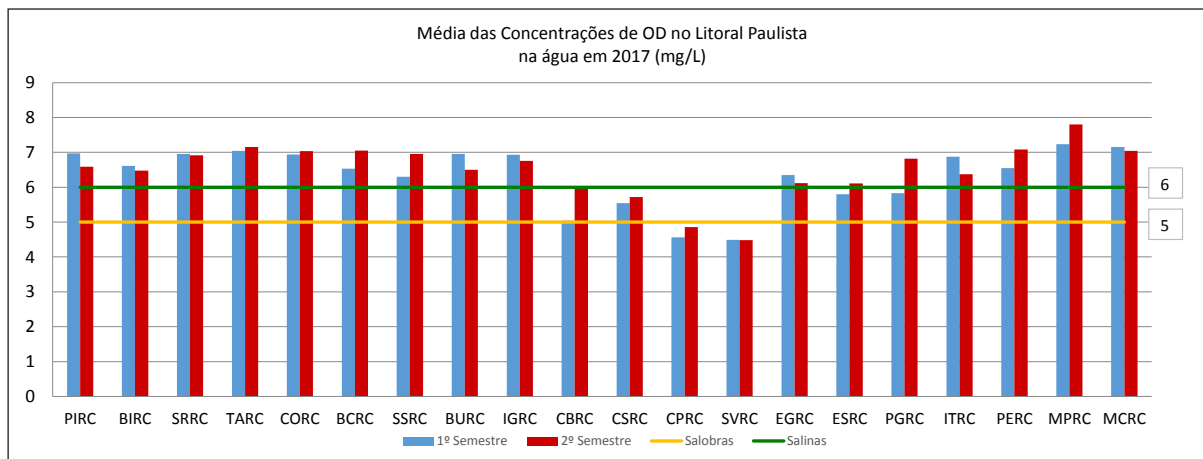
A seguir serão apresentadas em gráficos as concentrações médias das principais variáveis que apresentaram não conformidades em 2017. O Quadro 4.2 apresenta as siglas das áreas utilizadas nesses Gráficos.

Quadro 4.2 – Siglas das áreas avaliadas

Litoral Norte		Baixada Santista		Litoral Sul	
PIRC	Picinguaba	IGRC	Rio Itaguapé	MPRC	Mar Pequeno
BIRC	Baía de Itaguá	CBRC	Canal da Bertioga	MCRC	Mar de Cananéia
SRRC	Saco da Ribeira	EGRC	Emissário do Guarujá		
BCRC	Baía de Caraguatatuba	ESRC	Emissário de Santos		
TARC	Tabatinga	CPRC	Canal de Piaçaguera		
CORC	Cocanha	CSRC	Canal de Santos		
SSRC	Canal de São Sebastião	SVRC	Canal de São Vicente		
BURC	Barra do Una	PGRC	Emissário de Praia Grande		
		ITRC	Rio Itanhaém		
		PERC	Rio Preto		

Com relação ao Oxigênio Dissolvido, as menores médias foram registradas nos canais da Baixada Santista com destaque para os canais de Piaçaguera, Santos e São Vicente para águas salobras e o Emissário de Santos nas águas salinas (Gráfico 4.6).

Gráfico 4.6 – Média das concentrações de OD nas amostras de água das áreas da rede costeira em 2017 e padrão de qualidade



O COT apresentou resultados mais elevados em todas as áreas principalmente nos estuários e nas áreas com alta influência continental como desembocaduras de corpos hídricos de grande vazão como o Rio Itanhaém (Gráfico 4.7). O nitrogênio amoniacal apresentou média bastante elevada no Canal de Piaçaguera e no Canal de São Vicente (Gráfico 4.8).

Gráfico 4.7 – Média das concentrações de carbono orgânico total (COT) (mg/L) nas amostras de água das áreas da rede costeira em 2017 e padrão de qualidade

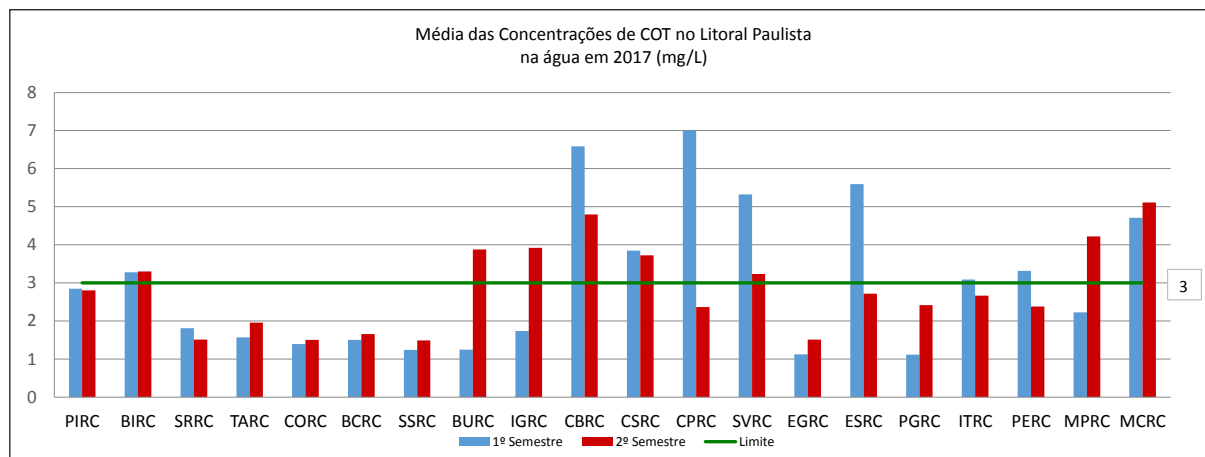
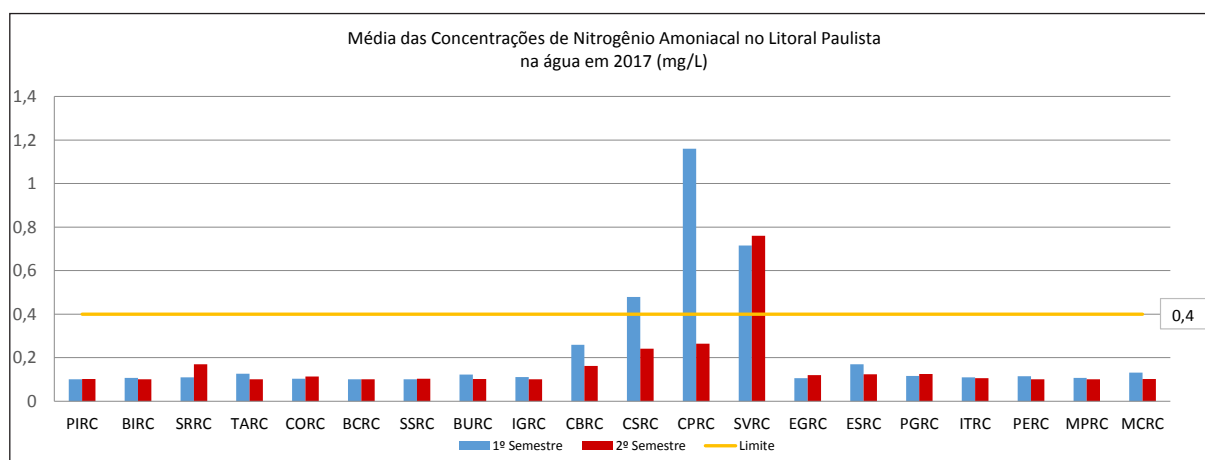
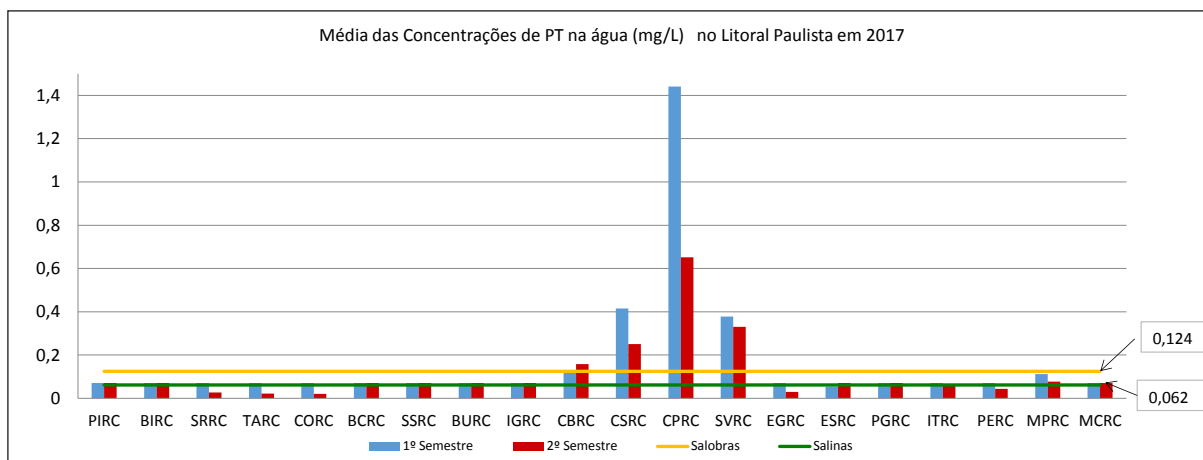


Gráfico 4.8 – Média das concentrações de nitrogênio amoniacal (mg/L) nas amostras de água das áreas da rede costeira em 2017 e padrão de qualidade



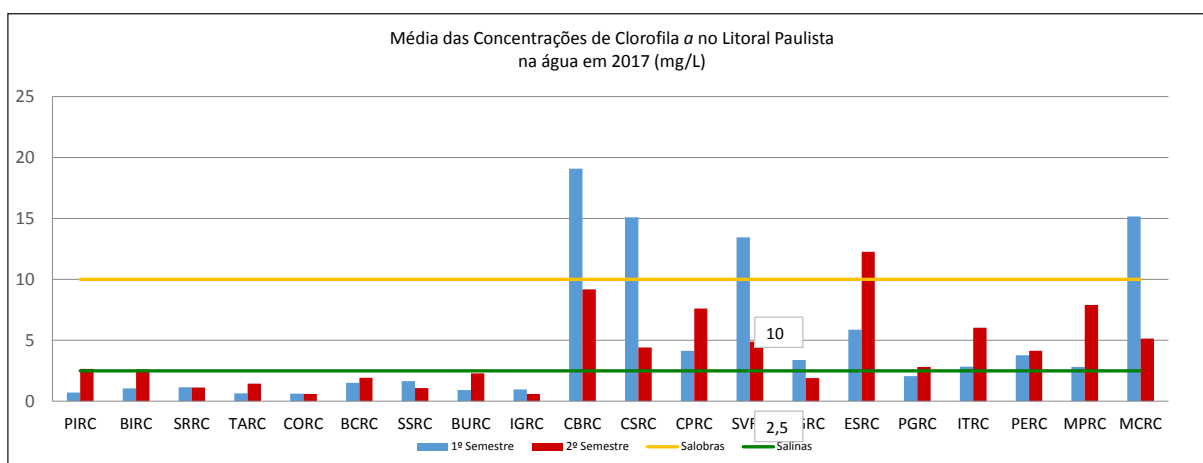
As concentrações de fósforo foram elevadas na maioria das amostras de águas salobras. Manteve-se o comportamento histórico e as áreas com maiores concentrações foram, novamente, os canais de Santos, São Vicente e de Piaçaguera provavelmente por influência das indústrias de fertilizantes da região e despejos de esgoto doméstico (Gráfico 4.9). Salienta-se que o LQ para as áreas costeiras foi superior ao da legislação nas áreas costeiras (águas salinas) em especial no primeiro semestre.

Gráfico 4.9 – Média das concentrações de fósforo total (PT) (mg/L) nas amostras de água das áreas da rede costeira em 2017 e padrão de qualidade



As concentrações de clorofila *a* variaram nas diferentes regiões com classificações tróficas mais elevadas na 1ª campanha, apresentando não conformidades em todos os canais, exceto no Canal de Piaçaguera, e no Emissário de Santos (Gráfico 4.10). Este último apresentou maiores concentrações na 2ª campanha, ultrapassando, juntamente com o rio Itanhaém, os respectivos padrões de qualidade. Já no Litoral Norte, Picinguaba, Baía de Itaguá, Tabatinga e Barra do Una apresentaram classificações tróficas mais elevadas na segunda campanha, no entanto, nessa região todos os valores estiveram abaixo dos limites legais. Diversos fatores podem contribuir para o crescimento da comunidade fitoplanctônica e consequente aumento das concentrações de clorofila *a*, tais como transparência da água, elevados teores de nutrientes na água, que podem ser carregados de sua origem por meio das águas de chuvas, atividades antrópicas do entorno. Além disso, condições oceanográficas e climáticas também podem contribuir para o desenvolvimento de organismos fitoplanctônicos.

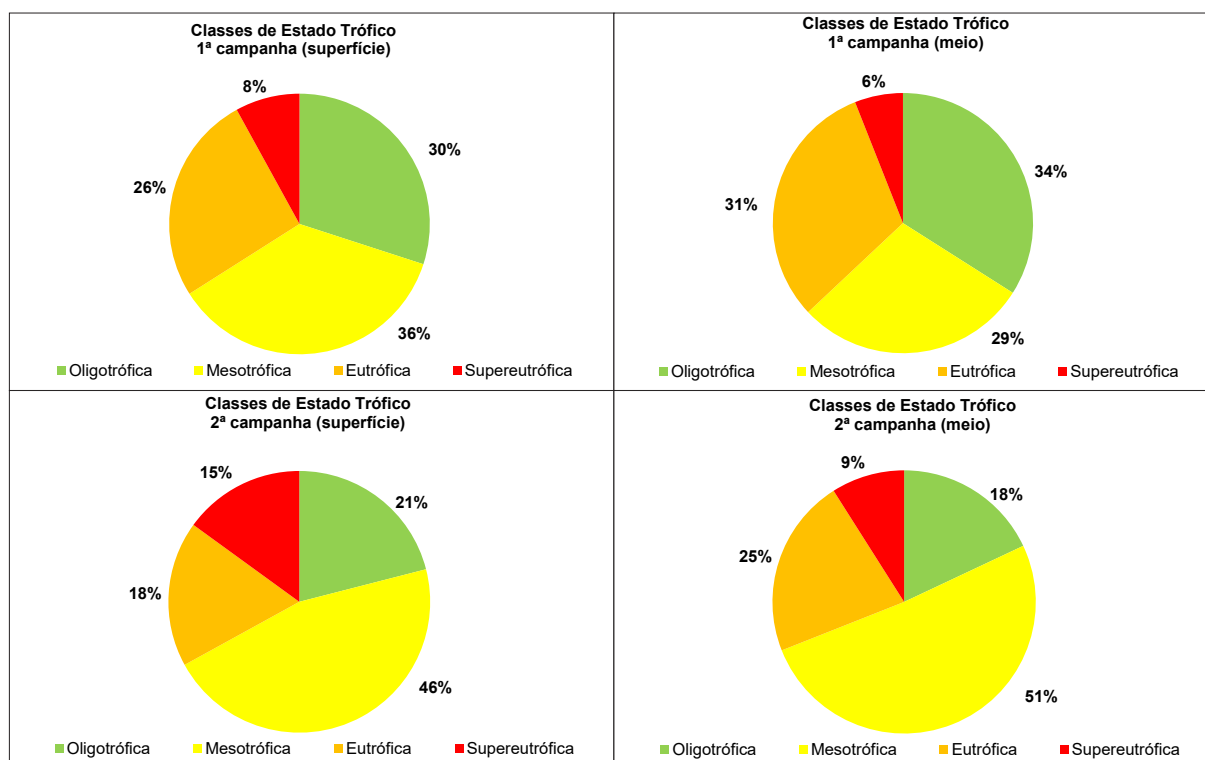
Gráfico 4.10 – Média das concentrações de clorofila *a* (µg/L) nas amostras de água das áreas da rede costeira em 2017 e padrão de qualidade



4.1.3 Índice de Estado Trófico Costeiro - IETC

O grau de eutrofização da região costeira em 2017 foi avaliado em 20 áreas com 66 pontos no total. Para cada ponto foram realizadas amostragens em duas campanhas e em duas profundidades: superfície e meio da coluna d'água, com exceção do ponto 4 do rio Preto no qual foi amostrada apenas a superfície, perfazendo um total de 262 amostras. A maioria das amostras exibiu condições de baixa e média trofia. Na 1ª campanha foi possível observar que 34% das amostras de superfície e 37% das amostras do meio da coluna d'água foram indicativas de ambientes eutrofizados (soma das categorias Eutrófica e Supereutrófica). Além disso, em relação ao ano anterior a porcentagem de ambientes eutrofizados na superfície diminuiu e do meio da coluna d'água se manteve. Já na 2ª campanha, houve uma ligeira redução das amostras indicativas de ambientes eutrofizados, tanto na superfície quanto no meio da coluna d'água, embora tenham diminuído as amostras classificadas como Oligotróficas, sobretudo no litoral Norte (Gráfico. 4.11). Em relação ao ano anterior houve um aumento no grau de trofia em ambas as profundidades.

Gráfico 4.11 – Porcentagem por classes de Estado Trófico nas amostras de superfície e meio da coluna d'água, 1ª e 2ª campanha de 2017



No Litoral Norte, com 8 áreas monitoradas, na 1ª campanha as amostras variaram entre a classificação Oligotrófica e Eutrófica. Na média a Baía de Caraguatatuba, o Canal de São Sebastião, a Baía do Itaguá e o Saco da Ribeira apresentaram os maiores valores do IETC com classificação Mesotrófica, possivelmente relacionada à ocupação e atividades existentes na região, ocorrência de chuvas além de condições oceanográficas que podem favorecer o desenvolvimento de organismos fitoplânctônicos. Na 2ª campanha, foi observada uma piora com amostras variando da classificação Oligotrófica a Supereutrófica com maior comprometimento das áreas de Picinguaba e Baía de Itaguá. Essa piora está provavelmente relacionada ao carreamento de nutrientes pelas chuvas uma vez que essas áreas possuem ocupação urbana. No entanto, esta região exibiu, nas duas campanhas, uma diminuição nas porcentagens de amostras consideradas eutrofizadas comparado ao ano anterior, e na média anual, todos os ambientes foram classificados como de baixa a média trofia (categorias Oligotrófica e Mesotrófica), ou seja, ambientes com a melhor qualidade da água do litoral paulista.

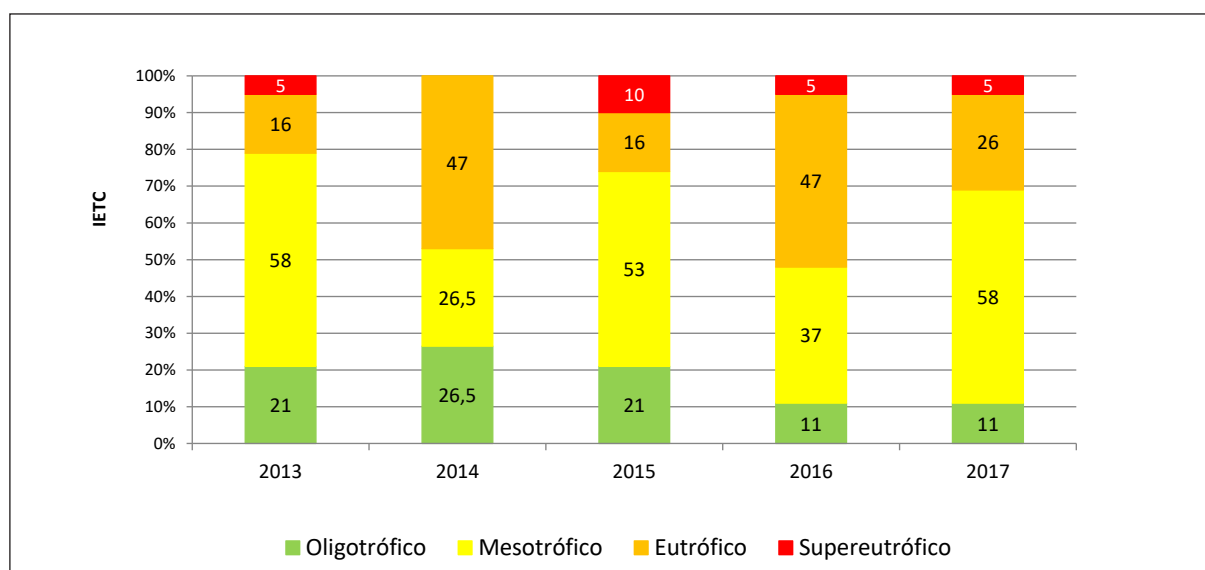
Na Baixada Santista, com 10 áreas monitoradas, na 1ª campanha as amostras foram classificadas de Oligotrófica a Supereutrófica com a maioria de suas amostras (58%) indicativas de ambientes eutrofizados (Eutrófico e Supereutrófico) sendo que todas as áreas, com exceção do rio Itaguapé, do canal de Piaçaguera e do Emissário de Praia Grande-1, foram classificadas na média da campanha como ambientes eutrofizados. No entanto, comparado ao ano anterior foi observada uma diminuição nas porcentagens dessas classes. Na 2ª campanha comparada a 1ª, houve uma redução das amostras classificadas como Eutróficas e Supereutróficas, com duas áreas classificadas, pela média da campanha, como Eutróficas: o Emissário de Praia Grande-1 e o Rio Preto e duas classificadas como Supereutróficas: o Emissário de Santos e o rio Itanhaém. A Baixada Santista, em ambas as campanhas, foi a região que mais contribuiu para a porcentagem de amostras indicativas de ambientes eutrofizados e isto, provavelmente, está relacionado a diversos fatores tais como: a existência de elevada concentração populacional fixa e de população flutuante decorrente do turismo, visto que é a região mais próxima da capital paulista, existência de um grande complexo industrial e portuário bem como pela ocorrência de chuvas no período de amostragem que tendem a carrear nutrientes advindos de efluentes domésticos, bem como das outras atividades existentes nesta região.

No Litoral Sul, com apenas duas áreas monitoradas, nas duas campanhas as amostras variaram de Oligotrófica a Eutrófica. Tanto o Mar Pequeno como o Mar de Cananéia exibiram amostras classificadas como Eutrófica, na 2ª e 1ª campanha, respectivamente. Portanto, no segundo semestre, em relação à eutrofização, o Mar Pequeno exibiu uma piora na qualidade das águas, provavelmente relacionada às chuvas ocorridas neste período, que em geral, tendem a carrear nutrientes e intensificar a eutrofização. Já o Mar de Cananéia, exibiu uma melhora apesar da chuva ocorrida no período. Provavelmente foram chuvas de menor intensidade no Mar de Cananéia, visto que os resultados de salinidade foram mais elevados que no primeiro semestre, no qual não ocorreram chuvas, o que sugere que as chuvas ocorridas na segunda campanha não alteraram as características das águas deste local. Nesta região a maioria das amostras exibe condição de baixa à média trofia.

No Gráfico 4.12 é apresentada a evolução da distribuição do IETC médio anual no período de 2013 a 2017 considerando-se 19 áreas para as quais se dispõe de histórico de dados, sendo a única exceção o Canal de Piaçaguera, onde o levantamento dos dados de clorofila *a* teve início em 2014.

Considerando-se a média anual das áreas monitoradas no período de cinco anos (Gráfico 4.12) observa-se um aumento dos ambientes classificados como Oligotróficos em 2014, um declínio nos dois anos seguinte e sua manutenção em 2017 em 11%. Já os ambientes classificados como Mesotróficos vêm alternando, com declínios e aumentos, atingindo em 2017, 58%, a mesma porcentagem exibida em 2013. A porcentagem de áreas com classificação Eutrófica também variou muito ao longo dos anos. Apenas a área do Emissário de Santos foi classificada Supereutrófica em todos os anos, exceto em 2014. Em 2015 a área do Emissário de Praia Grande também foi classificada como Supereutrófica, resultando no aumento dessa classe para 10%. Em relação à 2016 houve uma diminuição significativa da porcentagem de ambientes já considerados eutrofizados (de 52 para 31%).

Gráfico 4.12 – Evolução da Distribuição do IETC – 2013 a 2017



Na tabela 4.1 a seguir são apresentadas as concentrações médias anuais da clorofila *a* e as tendências da qualidade das águas, em relação à eutrofização, nos 19 pontos em que há resultados do IETC para o período de 2013 a 2017. Para a avaliação da tendência foi utilizada a função linha de tendência estatística Linear do software Excel, considerando-se como significativo o valor do Coeficiente de Variação (R^2) a partir de 0,5. Das 19 áreas avaliadas, uma (5%) apresentou melhora, três (16%) apresentaram piora, e as demais (79%) não apresentaram tendência significativa.

Tabela 4.1 – Concentração média anual da clorofila *a* e as tendências da qualidade das águas de acordo com o IETC entre 2013 e 2017

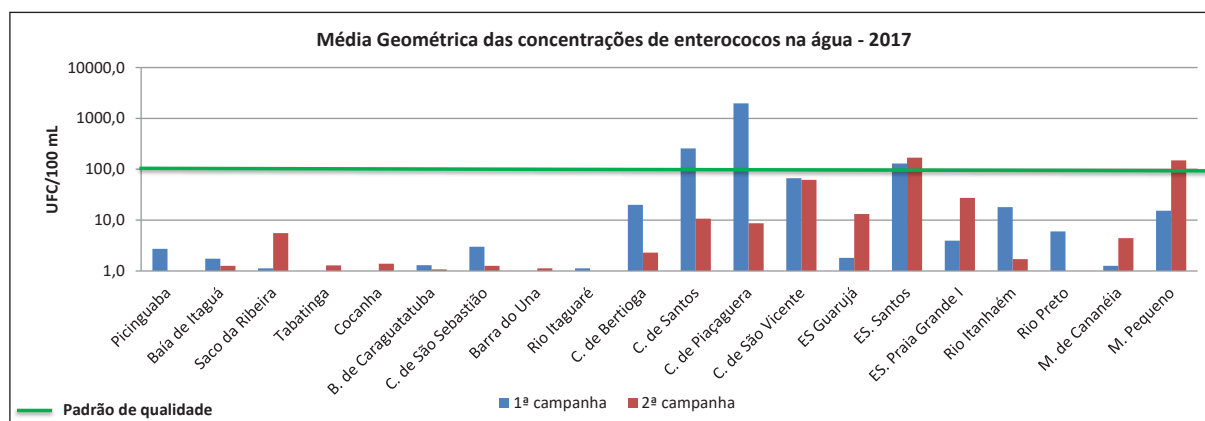
	Local	2013	2014	2015	2016	2017	Tendência
LITORAL NORTE	Picinguaba	0,64	0,51	0,65	0,63	1,68	P
	Baía de Itaguá	1,39	1,48	0,96	1,20	1,83	N.S.
	Saco da Ribeira	3,21	3,68	2,48	2,82	1,13	M
	Tabatinga	1,08	0,87	2,28	2,36	1,04	N.S.
	Cocanha	0,71	0,66	1,73	1,69	0,60	N.S.
	Baía de Caraguatatuba	1,63	0,84	0,99	1,29	1,72	N.S.
	Canal de São Sebastião	1,35	0,95	1,49	1,52	1,36	N.S.
	Barra do Una	1,17	2,62	1,72	2,61	1,59	N.S.
BAIXADA SANTISTA	Rio Itaguapé	0,87	1,70	2,06	2,14	0,78	N.S.
	*Canal de Bertioga	4,60	13,51	4,73	17,67	13,78	N.S.
	Emiss. Do Guarujá	2,33	3,71	2,15	3,70	2,63	N.S.
	*Canal de Santos	2,00	14,80	2,64	11,13	9,74	N.S.
	Emiss. Santos	6,55	2,88	13,51	6,30	9,07	N.S.
	*Canal de São Vicente	4,65	11,01	4,88	13,22	9,17	N.S.
	Emiss. Praia Grande -1	1,73	2,80	5,34	1,61	2,43	N.S.
	Rio Itanhaém	3,19	2,22	4,74	3,43	4,43	N.S.
	Rio Preto	3,03	2,79	2,49	3,29	4,14	P
LITORAL SUL	*Mar Pequeno	5,86	7,69	22,78	2,04	5,36	N.S.
	*Mar de Cananéia	6,72	4,83	10,19	13,12	10,15	P

Estado Trófico	Oligotrófico	Mesotrófico	Eutrófico	Supereutrófico
P = Piora	M = Melhora	N.S. = Não Significativo		

* Ambientes estuarinos

4.1.4. Qualidade microbiológica

A qualidade microbiológica das águas costeiras apresenta um padrão espacial bem definido, com concentrações de enterococos crescentes do norte até área de influência do Emissário Submarino de Praia Grande¹. As áreas do Litoral Norte (de Picinguaba até o Rio Itaguapé), além do Rio Preto e Mar de Cananéia, apresentaram médias geométricas inferiores a 10 UFC/100 mL nas duas campanhas. Médias geométricas maiores que 100 UFC/100 mL foram detectadas no Canal de Santos e Canal de Piaçaguera na 1ª campanha, na área de influência do Emissário Submarino de Santos nas duas campanhas e no Mar Pequeno na 2ª campanha (Gráfico 4.13).

Gráfico 4.13 – Média geométrica das concentrações de enterococos (UFC/100 mL) - 1ª e 2ª campanhas de 2017

4.2 Qualidade dos Sedimentos

Qualidade química

A classificação dos sedimentos do litoral paulista em 2017 em relação à sua qualidade química não foi realizada. Optou-se pelo desenvolvimento de uma metodologia que reflita mais adequadamente as condições verificadas nos sedimentos do litoral do Estado. Tal desenvolvimento exigirá estudos mais aprofundados que serão publicados em relatórios futuros oportunamente. No interim serão discutidos os resultados mais relevantes observados nas amostragens deste ano.

A concentração dos HPAs foi detectada em 6% das determinações, mas excedeu os valores orientadores somente em 3% delas sendo que não houve ocorrências acima dos valores que causam efeitos deletérios nos organismos aquáticos (PEL) como nos anos anteriores. Todas as áreas que ultrapassaram o limite de ISQG se situam no estuário de Santos e São Vicente (concentradas no Canal de Piaçaguera). Nota-se que a CETESB já verificou concentrações superiores em outros pontos do canal em campanhas relacionadas a processos de licenciamento na região do Canal de Piaçaguera, mas em geral a tendência é de melhora destes parâmetros ao longo dos anos. A Tabela 4.2 contém os valores para cada parâmetro bem como os totais, representados também pelo Gráfico 4.14.

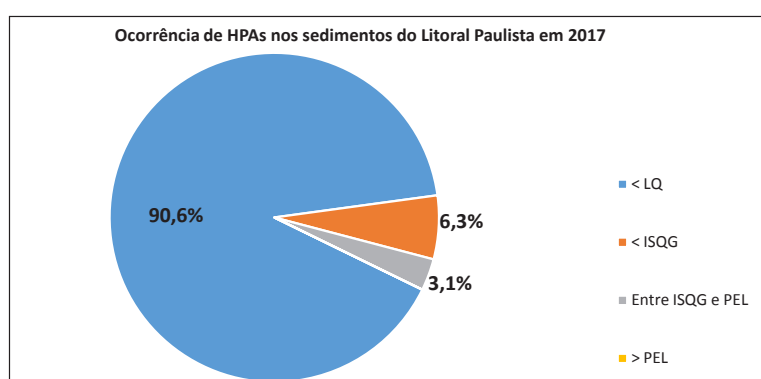
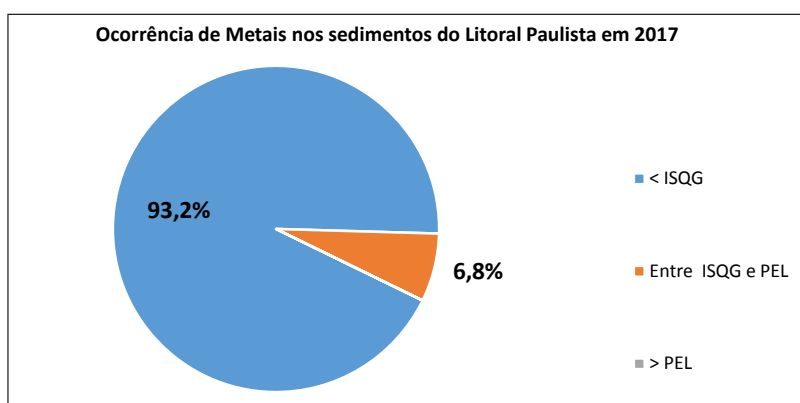
Gráfico 4.14 – Porcentagem de amostras de sedimentos com compostos de HPAs no Litoral Paulista em 2017

Tabela 4.2 – Porcentagem de amostras de sedimentos com compostos de HPAs no Litoral Paulista em 2017

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
Acenafeno	6,71	88,9	63	0	1	0	64	98,4%	0,0%	1,6%	0,0%	100,0%
Antraceno	46,9	245	61	2	1	0	64	95,3%	3,1%	1,6%	0,0%	100,0%
Benzo (a) antraceno	74,8	693	57	5	2	0	64	89,1%	7,8%	3,1%	0,0%	100,0%
Benzo(a)pireno	88,8	763	49	12	3	0	64	76,6%	18,8%	4,7%	0,0%	100,0%
Criseno	108	846	56	6	2	0	64	87,5%	9,4%	3,1%	0,0%	100,0%
Dibenzo(a,h)antraceno	6,22	135	58	0	6	0	64	90,6%	0,0%	9,4%	0,0%	100,0%
Fenantreno	86,7	544	58	5	1	0	64	90,6%	7,8%	1,6%	0,0%	100,0%
Fluoranteno	113	1494	56	6	2	0	64	87,5%	9,4%	3,1%	0,0%	100,0%
Fluoreno	21,2	144	63	0	1	0	64	98,4%	0,0%	1,6%	0,0%	100,0%
Naftaleno	34,6	391	63	0	1	0	64	98,4%	0,0%	1,6%	0,0%	100,0%
Pireno	153	1398	54	8	2	0	64	84,4%	12,5%	3,1%	0,0%	100,0%
Totais			638	44	22	0	704	90,6%	6,3%	3,1%	0,0%	100,0%

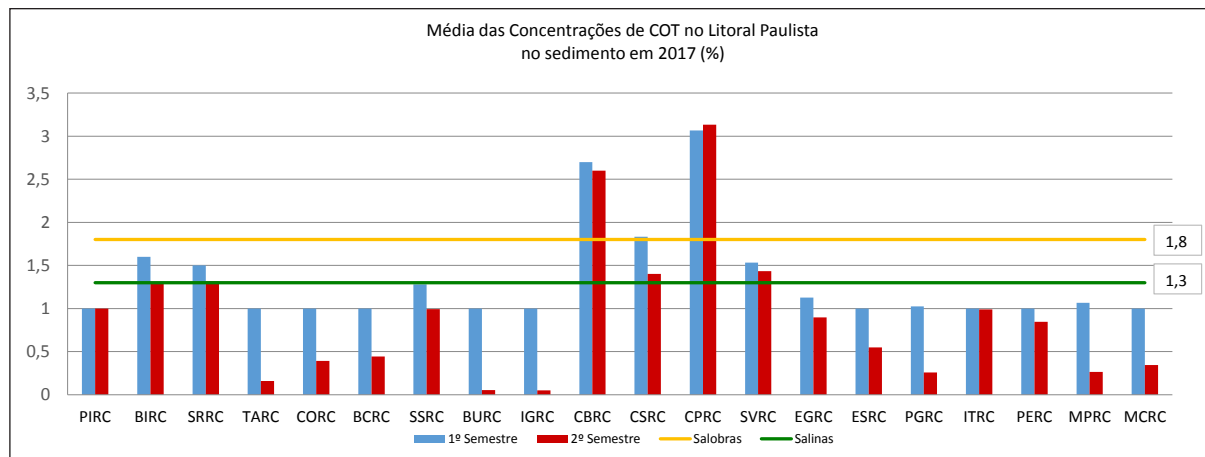
Os metais ultrapassaram o limite de ISQG em cerca de 7% das determinações, uma redução em relação ao ano de 2016 quando registraram cerca de 12%. Repetindo o resultado do ano anterior, não houve ocorrência de valores acima de PEL. A Tabela 4.3 apresenta os valores usados no Gráfico 4.15 e sua discretização por parâmetro.

Gráfico 4.15 – Ocorrência de metais nos sedimentos do Litoral Paulista em 2017**Tabela 4.3** – Ocorrência de metais no litoral paulista em 2017

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	87	41		0	128	68,0%	32,0%		0,0%	100,0%
Cádmio	0,7	4,2	128	0		0	128	100,0%	0,0%		0,0%	100,0%
Chumbo	30,2	112	116	10		0	128	90,6%	7,8%		0,0%	100,0%
Cobre	18,7	108	116	12		0	128	90,6%	9,4%		0,0%	100,0%
Cromo	52,3	160	128	0		0	128	100,0%	0,0%		0,0%	100,0%
Níquel	15,9	42,8	127	0		0	127	100,0%	0,0%		0,0%	100,0%
Zinco	124	271	123	5		0	128	96,1%	3,9%		0,0%	100,0%
Mercurio	0,3	1	126	1		0	130	96,9%	0,8%		0,0%	100,0%
Totais	0	0	951	69		0	1025	92,8%	6,7%		0,0%	100,0%

Em consonância com os anos anteriores, as maiores concentrações de COT em 2017 foram observadas no Canal de Bertioga, Canal de Santos, Canal de São Vicente e Canal de Piaçaguera (Gráfico 4.16).

Gráfico 4.16 – Concentração de COT (%) dos sedimentos nas áreas da rede de monitoramento costeiro (média dos três pontos) em 2017 e valores de referência



Para o nitrogênio (NKT) foram obtidas concentrações acima de 1000 mg/Kg em 31% das amostras coletadas (Gráfico 4.17), uma manutenção dos níveis observados historicamente. Os maiores valores foram encontrados no sistema estuarino de Santos e São Vicente e no Canal de Bertioga. O Rio Itanhaém apresentou problemas nas amostras da segunda campanha de forma que apenas o ponto 3 tem resultados das análises de alguns parâmetros, mas mesmo assim o valor é significativamente mais alto do que o comportamento histórico da área, podendo se tratar de um resultado pontual. Novamente Baía de Itaguá e Saco da Ribeira apresentaram concentrações elevadas, similares a 2016. As concentrações observadas nessas áreas não são comuns para o litoral norte, mas já aparecem pelo segundo ano consecutivo (Gráfico 4.18). Verificou-se que os resultados elevados em geral foram observados em ambientes que tendem a receber contribuição continental seja ela de origem natural ou antrópica. No caso dos Canais de Santos, Bertioga e Piaçaguera que apresentaram as maiores concentrações na Baixada Santista é notável o impacto das atividades humanas. Já em áreas como a Baía de Itaguá e o Saco da Ribeira sofrem impactos da atividade antrópica local com contribuição de esgoto doméstico bruto, acrescida à hidrodinâmica do local podem estar contribuindo com o acúmulo de nutrientes nestas áreas. É necessário aguardar a continuidade do monitoramento para obtenção de uma série histórica que possibilite identificar uma eventual tendência.

Gráfico 4.17 – Ocorrências de nitrogênio keldahl total (NKT) no Litoral Paulista em 2017

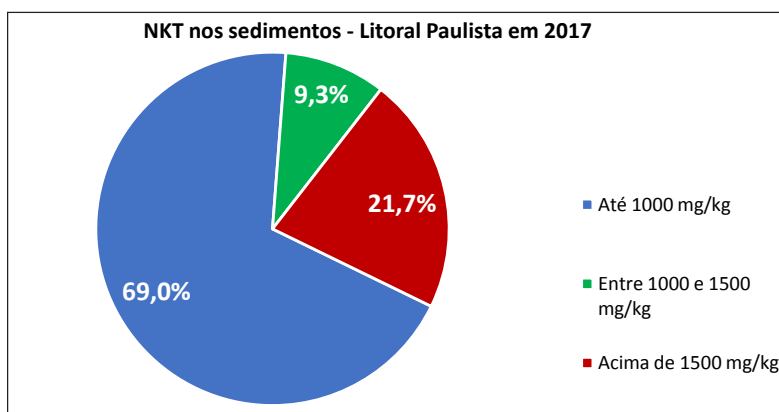
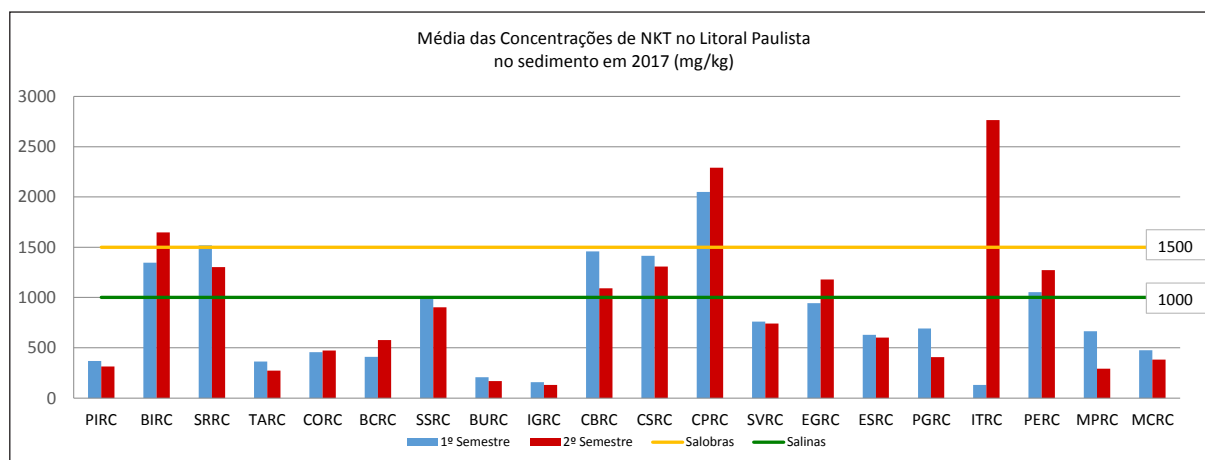


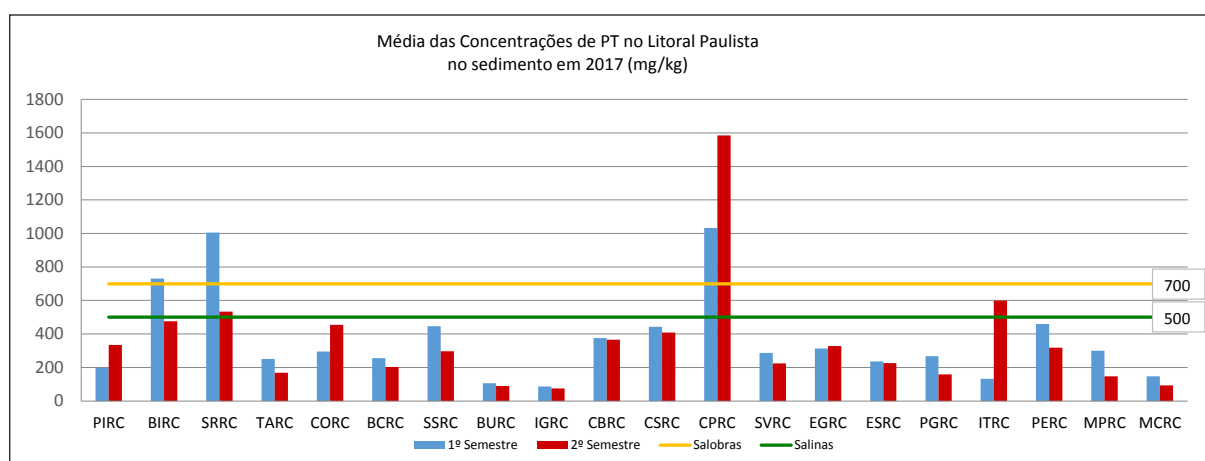
Gráfico 4.18 – Concentração média de nitrogênio kjeldahl total (mg/kg) dos sedimentos nas áreas da rede de monitoramento costeiro em 2017 e valores de referência



Com relação ao fósforo total (PT) as maiores concentrações foram observadas no Saco da Ribeira, Canal de Piaçaguera e Baía de Itaguá (Gráfico 4.19). Usualmente grandes contribuições de fósforo estão associadas à atividade humana especialmente na forma de descarga de esgoto doméstico e atividade industrial. Atividades específicas como a indústria de fertilizantes podem contribuir para o aumento dos níveis deste nutriente na região de Cubatão.

Novamente as regiões da Baía de Itaguá e do Saco da Ribeira apresentaram concentrações de nutrientes significativas assim como em 2016. Uma série histórica mais longa é necessária para que seja possível identificar alguma tendência. O canal de Piaçaguera também apresenta resultados por volta de duas vezes maiores do que os valores orientadores. Nas demais áreas os valores têm sido mais baixos ao longo dos anos. Destaca-se o Rio Itanhaém no segundo semestre que apresentou alta concentração também de PT no ponto 3, único com resultados válidos.

Gráfico 4.19 – Concentração média de fósforo total (mg/kg) dos sedimentos nas áreas da rede de monitoramento costeiro em 2017 e valores de referência



4.2.2. Avaliação ecotoxicológica dos sedimentos

A Tabela 4.4 mostra a classificação dos sedimentos das áreas monitoradas com os ensaios ecotoxicológicos, totalizando 65 amostras. Ressalta-se que em 2017 foi realizado apenas o ensaio agudo com o anfípodo *Grandidierella bonnieroides* no primeiro semestre, de tal forma que esses resultados são também a classificação anual.

Tabela 4.4 – Classificação da qualidade do sedimento costeiro, de acordo com os ensaios ecotoxicológicos realizados em 2017 com *Grandidierella bonnieroides*.

Regiões	Área	Amostras	Classificação anual 2017				
			1	2	3	4	5
Litoral Norte	Picinguaba						
	Baía de Itaguá						
	Saco da Ribeira						
	Baía de Caraguatatuba						
	Tabatinga						
	Cocanha						
	Canal de São Sebastião						
	Barra do Una						
Baixada Santista	Rio Itaguapé						
	Canal da Bertioga						
	Emissário do Guarujá						
	Emissário de Santos						
	Canal de Santos						
	Canal de São Vicente						
	Canal de Piaçaguera						
	Emissário de Praia Grande 1						
	Rio Itanhaém						
	Rio Preto						
Litoral Sul	Mar Pequeno						
	Mar de Cananéia						

Critérios Ecotoxicológicos

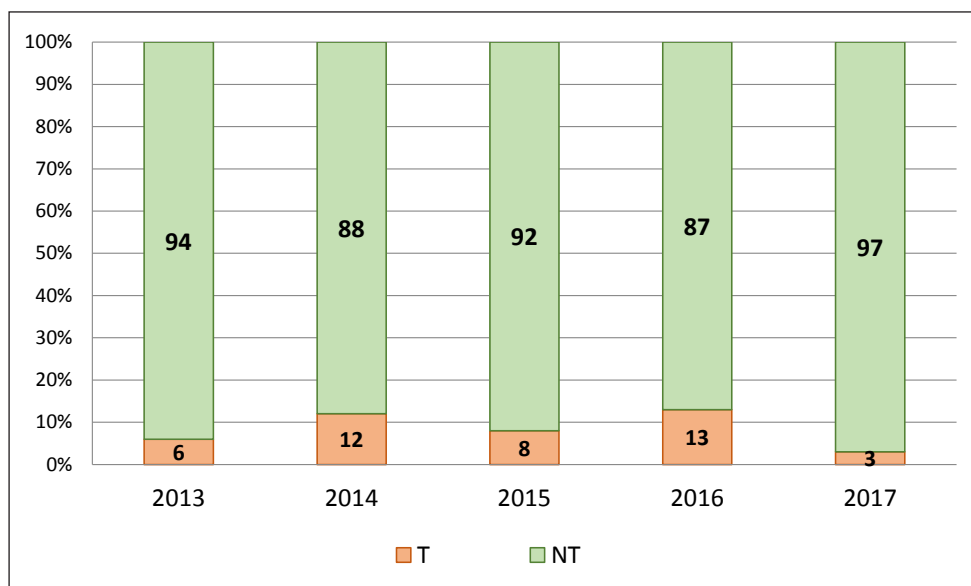
ótima	ruim	péssima
Não Tóxico ^(a)	<50% ^(b)	≥50%

^(a) não apresenta diferença significativa em relação ao controle

^(b) mortalidade inferior a 50% com diferença significativa em relação ao controle

Em 2017, para as 20 áreas que compõem a Rede de Monitoramento Costeiro, distribuídas entre Litoral Norte, Sul e Baixada Santista, os resultados indicaram, através do ensaio agudo, 97% das amostras com ausência de toxicidade e apenas 3% com efeito tóxico (Gráfico 4.20). Neste gráfico também é possível verificar que o percentual de amostras com toxicidade aguda de 2013 a 2016 se manteve no mesmo patamar, ao redor de 10% e, em 2017, observou-se uma redução para 3%.

Gráfico 4.20 – Porcentagem de amostras com presença ou ausência de efeito tóxico nos ensaios ecotoxicológico agudo nos últimos cinco anos (T = Não tóxico; T = Tóxico)



Na Tabela 4.5 observa-se a evolução dos resultados ecotoxicológicos obtidos com a realização do ensaio agudo, com amostras de sedimento, a partir de 2013, considerando a classificação de cada ponto amostral. Cabe notar que até 2015 o ensaio agudo era realizado com o anfípoda *Leptocheirus plumulosus* e a partir de 2016 o organismo-teste passou a ser outro anfípoda, *Grandidierella bonnieroides*.

Nesta tabela, mesmo com escassos resultados nos dois primeiros anos, observamos desde 2013 que 60 % dos pontos se mantêm com qualidade inalterada, classificada como Ótima para a avaliação ecotoxicológica com ensaios agudos: Picinguaba, Baía do Itaguá, Baía de Caraguatatuba, Tabatinga, Canal de Bertiooga, Emissário do Guarujá, Emissário de Santos, Canal de Piaçaguera, Emissário de Praia Grande 1, Rio Preto, Rio Itanhaém e Mar de Cananeia.

No Litoral Norte é possível notar, que o Saco da Ribeira e Cocanha apresentaram uma melhoria consistente nos dois últimos anos do monitoramento nos resultados dos ensaios agudos. Já o Canal de São Sebastião, apresentou toxicidade no ponto 5 em 2013 e no ponto 2 em 2016.

Na Baixada Santista o Rio Itaguapé apresentou toxicidade em 2013 e para o ponto 1 em 2016, o Canal de Santos, apresentou toxicidade no ponto 2 em 2014 e o Canal de São Vicente, apresentou toxicidade no ponto 3 em 2016. Verifica-se que todas essas áreas apresentaram resultado satisfatório nos anos subsequentes (Tabela 4.5).

Tabela 4.5 – Classificação ecotoxicológica dos sedimentos costeiros entre de 2013 e 2017

Regiões	Área	<i>Leptocheirus plumulosus</i>															<i>Grandidierella bonnieroides</i>									
		2013					2014					2015					2016					2017				
		1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
Litoral Norte	Picinguaba																									
	Baía de Itaguá																									
	Saco da Ribeira																									
	Baía de Caraguatatuba																									
	Tabatinga																									
	Cocanha																									
	Canal de São Sebastião																									
	Barra do Una																									
Baixada Santista	Rio Itaguapé																									
	Canal da Bertioga																									
	Emissário do Guarujá																									
	Emissário de Santos																									
	Canal de Santos																									
	Canal de São Vicente																									
	Canal de Piaçaguera																									
	Emissário de Praia Grande 1																									
	Rio Itanhaém																									
	Rio Preto																									
Litoral Sul	Mar Pequeno																									
	Mar de Cananéia																									
% de pontos amostrais que não apresentaram toxicidade/ano		88					88					87					92					97				

Critérios Ecotoxicológicos

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

^(a) não apresenta diferença significativa em relação ao controle^(b) mortalidade inferior a 50% com diferença significativa em relação ao controle

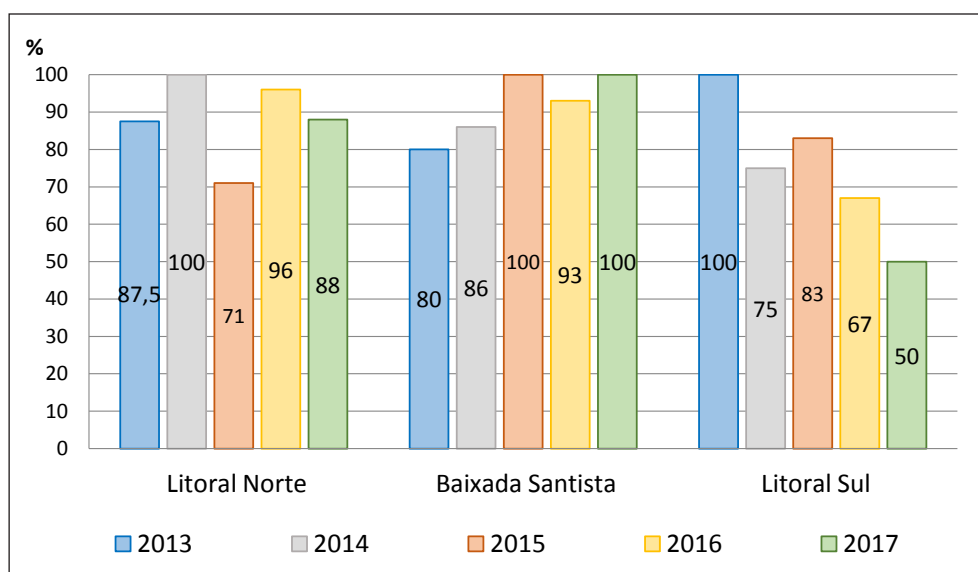
Não é improvável a ocorrência de variações nas classificações ao longo dos anos, uma vez que o sedimento é uma matriz heterogênea, no entanto, ao considerarmos as 20 regiões verificamos que Barra do Una e Mar Pequeno apresentaram as maiores variações com 45 e 40%, respectivamente, de amostras com toxicidade no ensaio agudo, necessitando, portanto, de atenção.

O percentual de amostras que não apresentaram efeito tóxico para cada ano de monitoramento (Gráfico 4.21), e a média de amostras que não apresentaram toxicidade de 2013 a 2017 nas 3 grandes regiões (Litoral Norte e Sul e Baixada Santista), permite verificar que:

- No Litoral Norte a porcentagem de pontos amostrais com ausência de toxicidade apresentou ligeira redução de 96 para 88% em relação ao ano anterior, mas manteve-se no patamar da média dos últimos 4 anos de 88,6%.
- Na Baixada Santista ocorre uma menor variação, com índice de pontos amostrais sem toxicidade entre 80 e 100%, com média de 91,8%.
- No Litoral Sul encontramos a média de 75%, sendo a região com menor percentual de amostras com ausência de toxicidade e, em 2017 foi observada a redução de 25% em relação ao ano anterior.

É necessário ressaltar que na Baixada Santista e em algumas regiões do Litoral Norte têm sido registradas elevadas concentrações de contaminantes no sedimento 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 contaminação tanto para bioacumulação por organismos bentônicos, como da coluna d'água, especialmente quando ressuspensos, o que pode ocorrer nas atividades de navegação e de dragagem. Dessa forma, a avaliação dessas atividades merece atenção especial, e têm sido acompanhadas pela CETESB através dos processos de licenciamento.

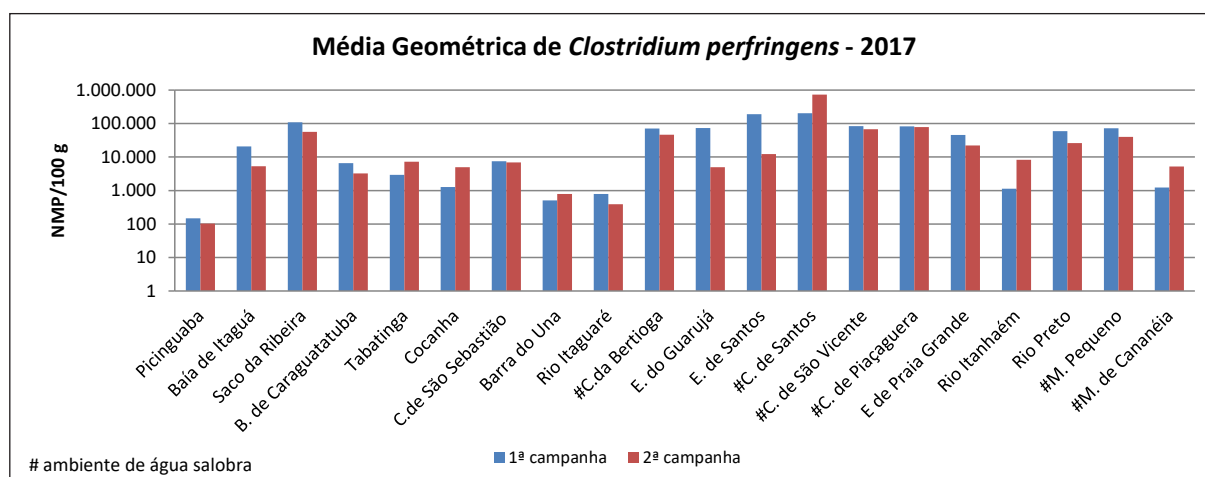
Gráfico 4.21 – Percentual de amostras nas três grandes regiões costeiras que não apresentaram toxicidade nos ensaios com sedimento entre 2013 e 2017



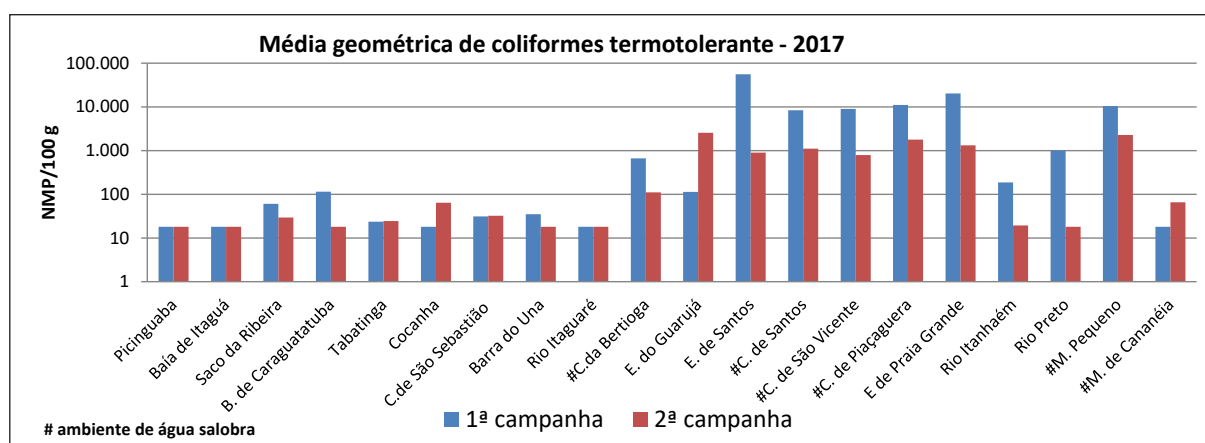
4.2.3. Qualidade microbiológica dos sedimentos

A qualidade microbiológica dos sedimentos foi atribuída de acordo com as concentrações dos indicadores de contaminação fecal: coliformes termotolerantes e *Clostridium perfringens*. Os coliformes termotolerantes são bactérias encontradas nas fezes humanas e de animais. A presença dessas bactérias no sedimento indica contaminação fecal atual. Os *Clostridium perfringens* são bactérias que produzem esporos e apresentam prolongada resistência às condições adversas do ambiente, indicando contaminação fecal remota e em algumas ocasiões, indicam contaminação quando os coliformes termotolerantes já não estão mais presentes nas amostras.

Considerando a média geométrica das concentrações de todos os pontos amostrados em cada local, apresentaram concentrações acima de 100.000 NMP/100g *Clostridium perfringens*, na 1ª campanha de amostragem, o Saco da Ribeira, a área de influência de Emissário Submarino de Santos e o Canal de Santos. Já na 2ª campanha apresentou concentrações superiores à citada apenas o Canal de Santos. Vale ressaltar que o Canal de Santos apresentou a maior média de concentrações na 1ª e 2ª campanha de amostragem. De maneira geral, as médias geométricas da 1ª campanha foram maiores do que na 2ª campanha (Gráfico 4.22).

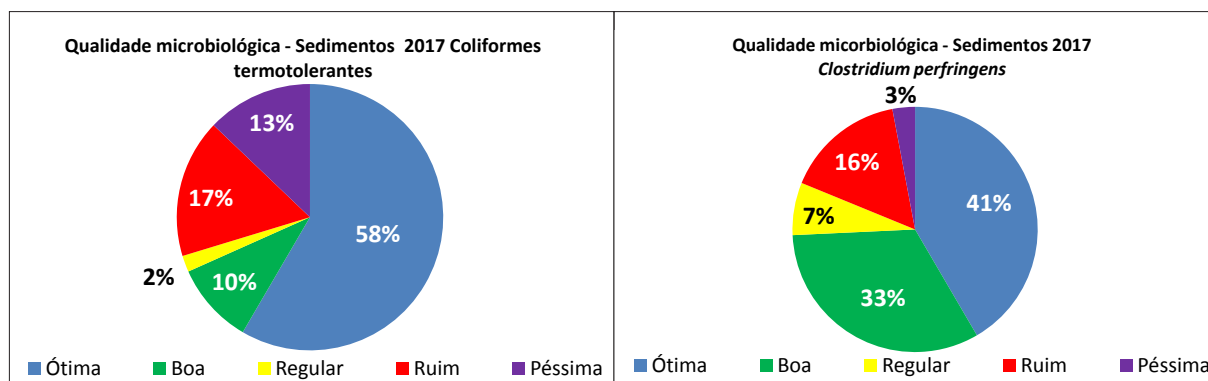
Gráfico 4.22 – Médias das concentrações de *Clostridium perfringens* (NMP/100g) nos sedimentos costeiros em 2017

Considerando a média geométrica das concentrações de todos os pontos amostrados em cada local, apresentaram concentrações acima de 1.000 NMP/100g coliformes termotolerantes, na 1ª campanha de amostragem, a área de influência do Emissário Submarino de Santos, Canal de Santos, Canal de São Vicente, Canal de Piaçaguera, área de influência do Emissário Submarino de Praia Grande I, Rio Preto e o Mar Pequeno. Na 2ª campanha, apresentaram médias das concentrações acima de 1.000 NMP/100g, a área de influência do Emissário Submarino de Guarujá, Canal de Santos, Canal de Piaçaguera, área de influência do Emissário Submarino de Praia Grande I e o Mar Pequeno. Destaca-se que a área de influência do Emissário Submarino de Santos apresentou a maior média de concentrações na 1ª campanha de amostragem. De maneira geral, as médias geométricas da 1ª campanha foram maiores do que na 2ª campanha (Gráfico 4.23).

Gráfico 4.23 – Médias das concentrações de coliformes termotolerantes (NMP/100g) nos sedimentos em 2017

O Gráfico 4.24 apresenta a porcentagem de amostras distribuídas em categorias de qualidade microbiológica de acordo com o critério elaborado para os indicadores de poluição fecal: coliformes Tt e *Clostridium perfringens*, com base na Tabela 3.4.

Gráfico 4.24 – Porcentagem de amostras em cada classe de qualidade microbiológica de acordo com concentração de bactéria fecal nos sedimentos em 2017



Para *Clostridium perfringens*, 41% das amostras foram classificadas como Ótimas e 33% como Boas. Assim, 19% das amostras foram classificadas como Ruins e Péssimas. Em 2016, 40% das amostras foram classificadas na categoria Ótima, 27% na categoria Boa e 28% foram classificadas como Ruins e Péssimas.

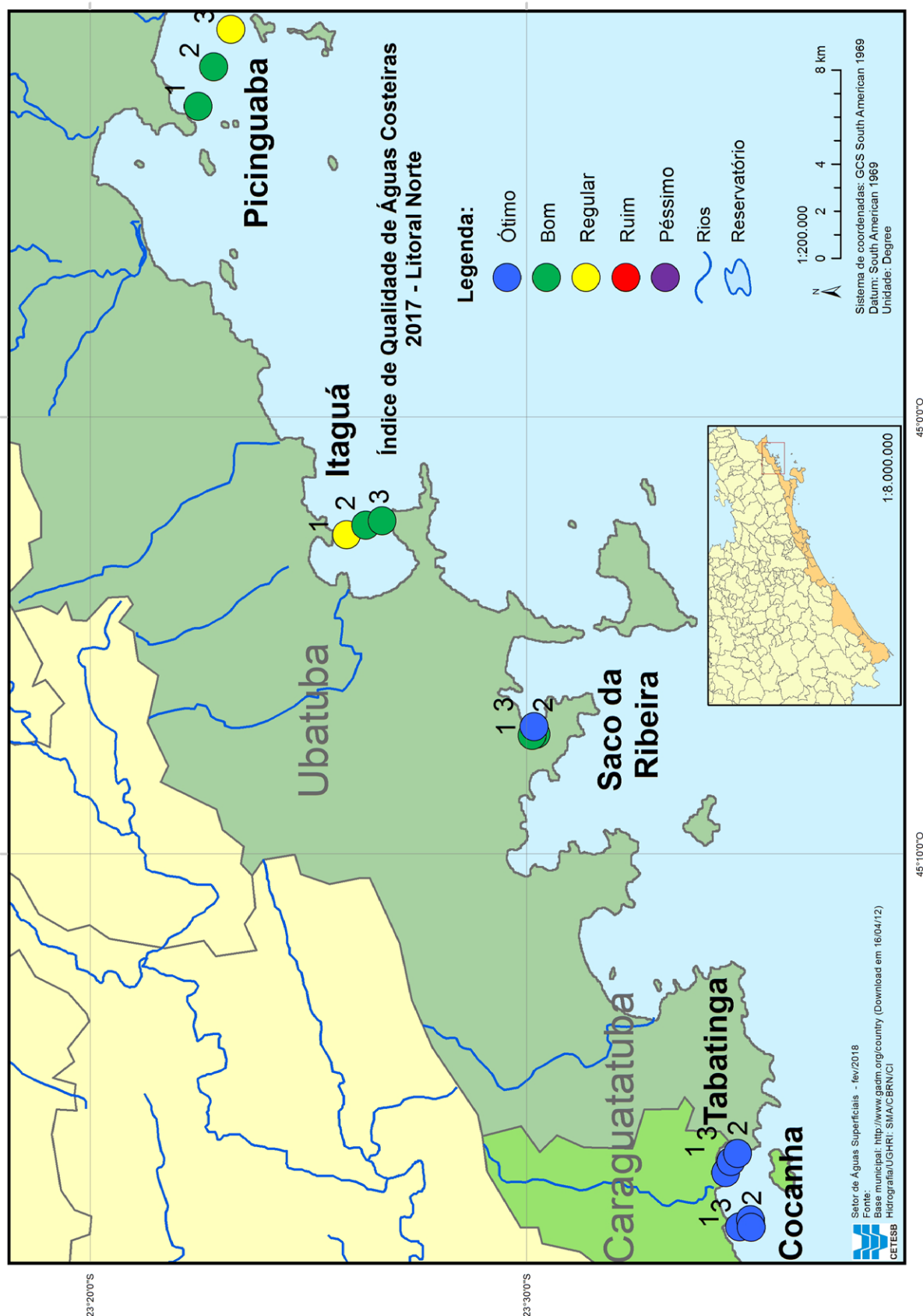
Para coliformes termotolerantes, 58% das amostras foram classificadas como Ótimas e 10% como Boas. As categorias Ruim e Péssima somaram 30%. Em 2016, 62% das amostras foram classificadas como Ótimas e 7% como Boas. 29% das amostras foram classificadas nas categorias Ruim e Péssima.

Considerando ambos os indicadores, poucas amostras foram classificadas na categoria Regular: 2% de coliformes termotolerantes e 7% de *Clostridium perfringens*. No ano anterior o cenário foi semelhante.

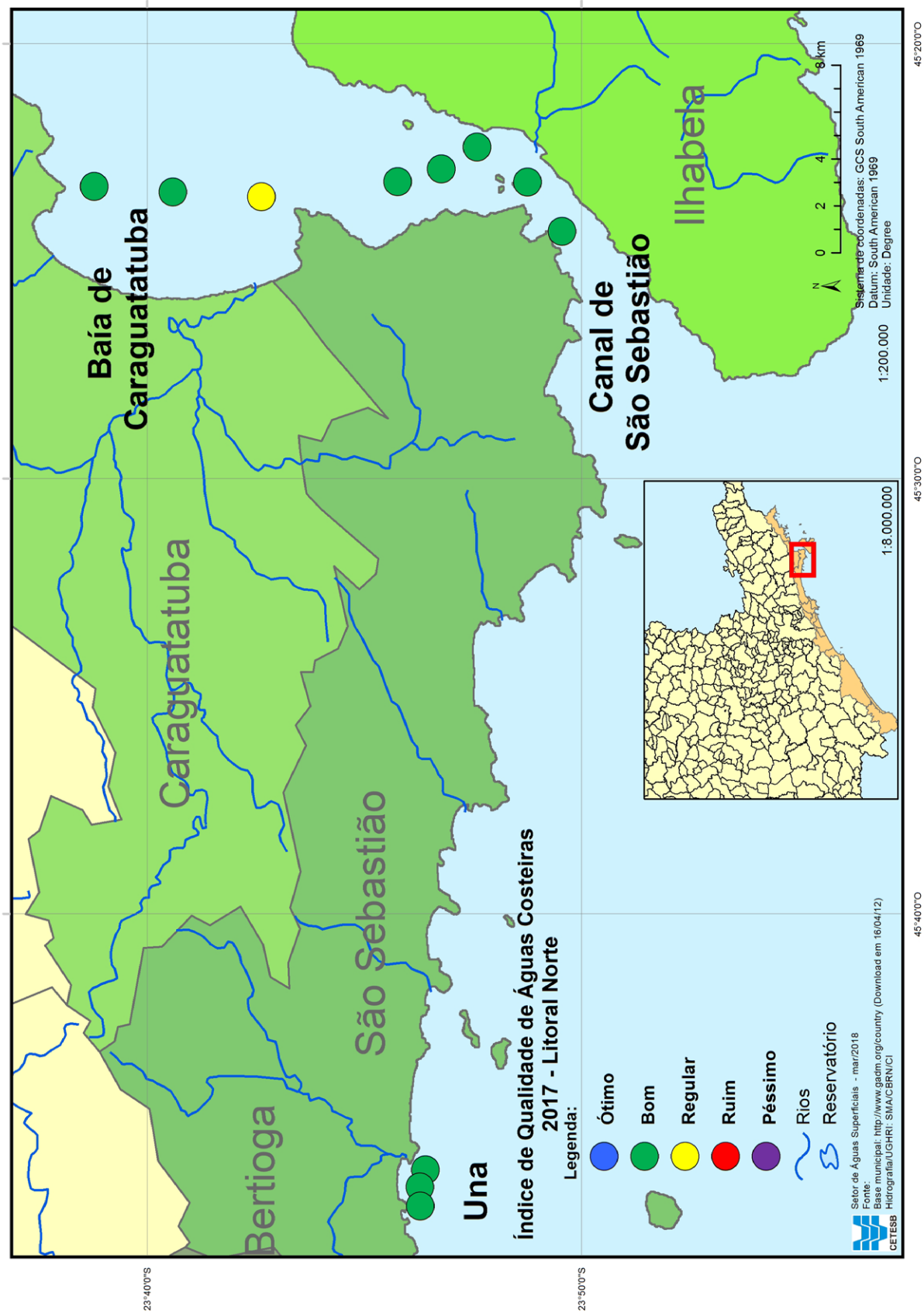
As porcentagens nas categorias Péssima e Ruim foram maiores para coliformes termotolerantes, indicando que no sedimento a maior parte da contaminação se refere à poluição fecal atual.

Os mapas 4.6, 4.7, 4.8 e 4.9 mostram as classificações referentes ao ano de 2017 nos critérios de avaliação da qualidade dos sedimentos (ecotoxicológico e microbiológico) das várias áreas nas três regiões do litoral do Estado de São Paulo.

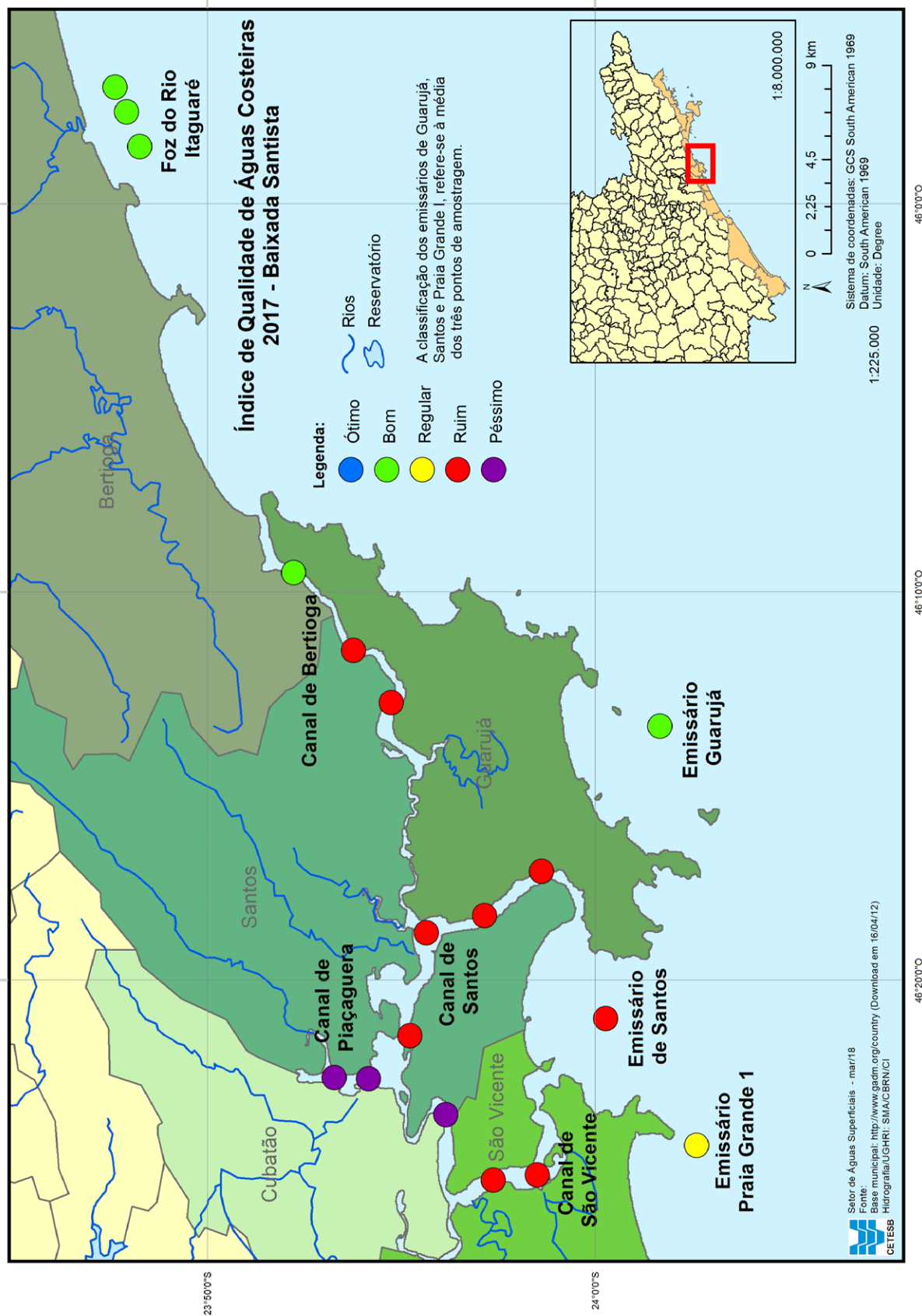
Mapa 4.1 – Índice de Qualidade de Água Costeira 2017 – Litoral Norte (norte)



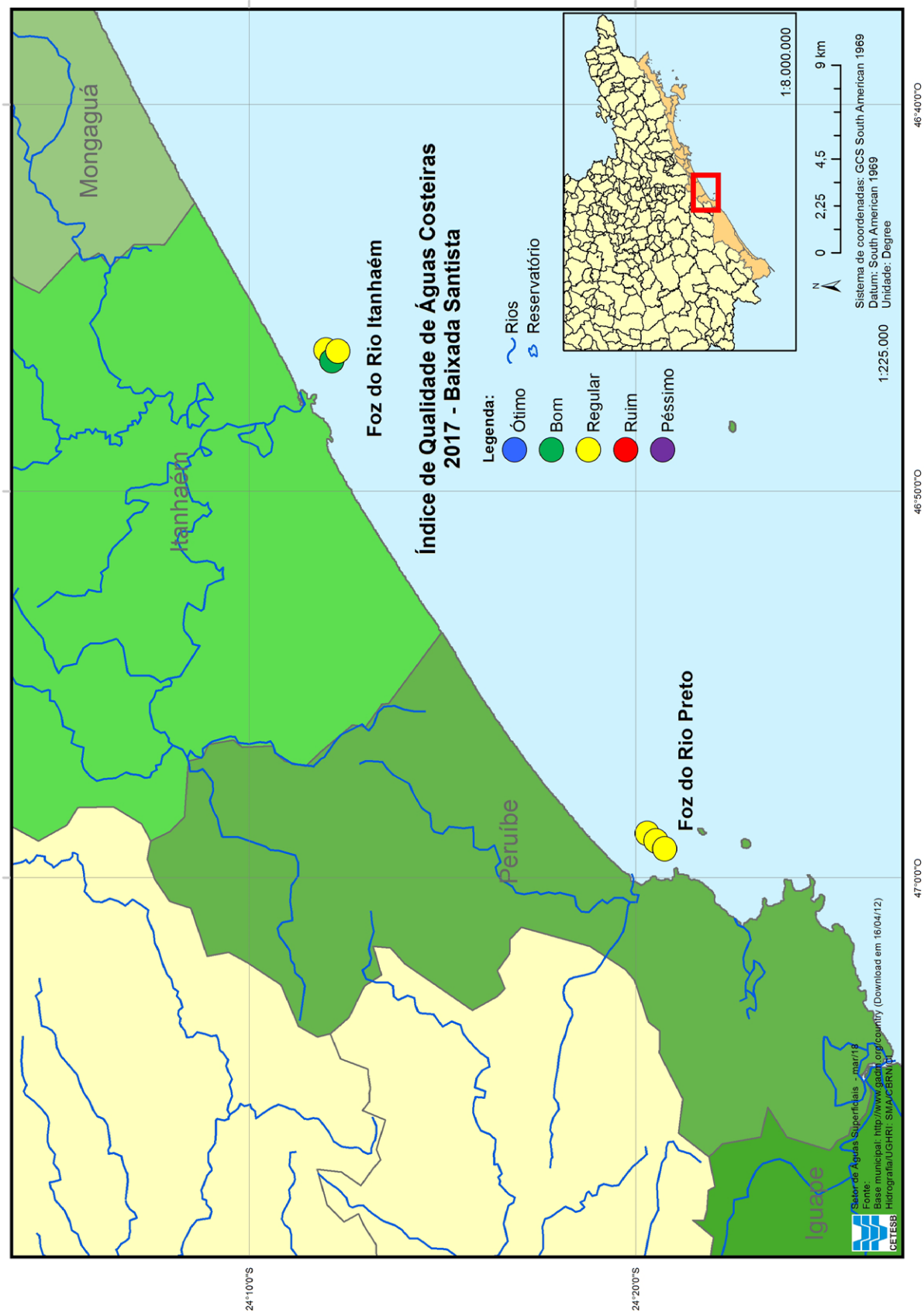
Mapa 4.2 – Índice de Qualidade de Água Costeira 2017 – Litoral Norte (sul)



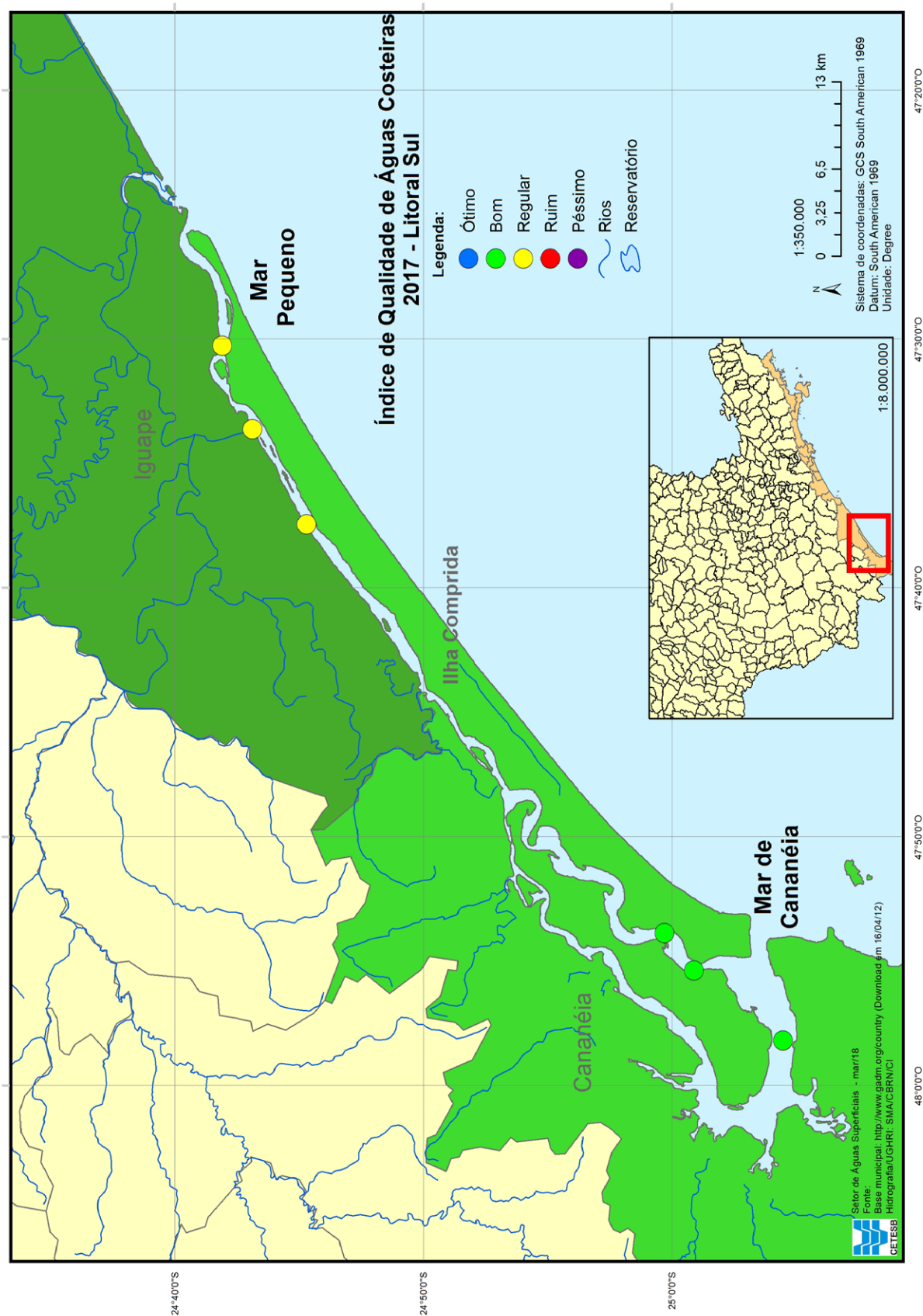
Mapa 4.3 – Índice de Qualidade de Água Costeira 2017 – Baixada Santista (região norte)



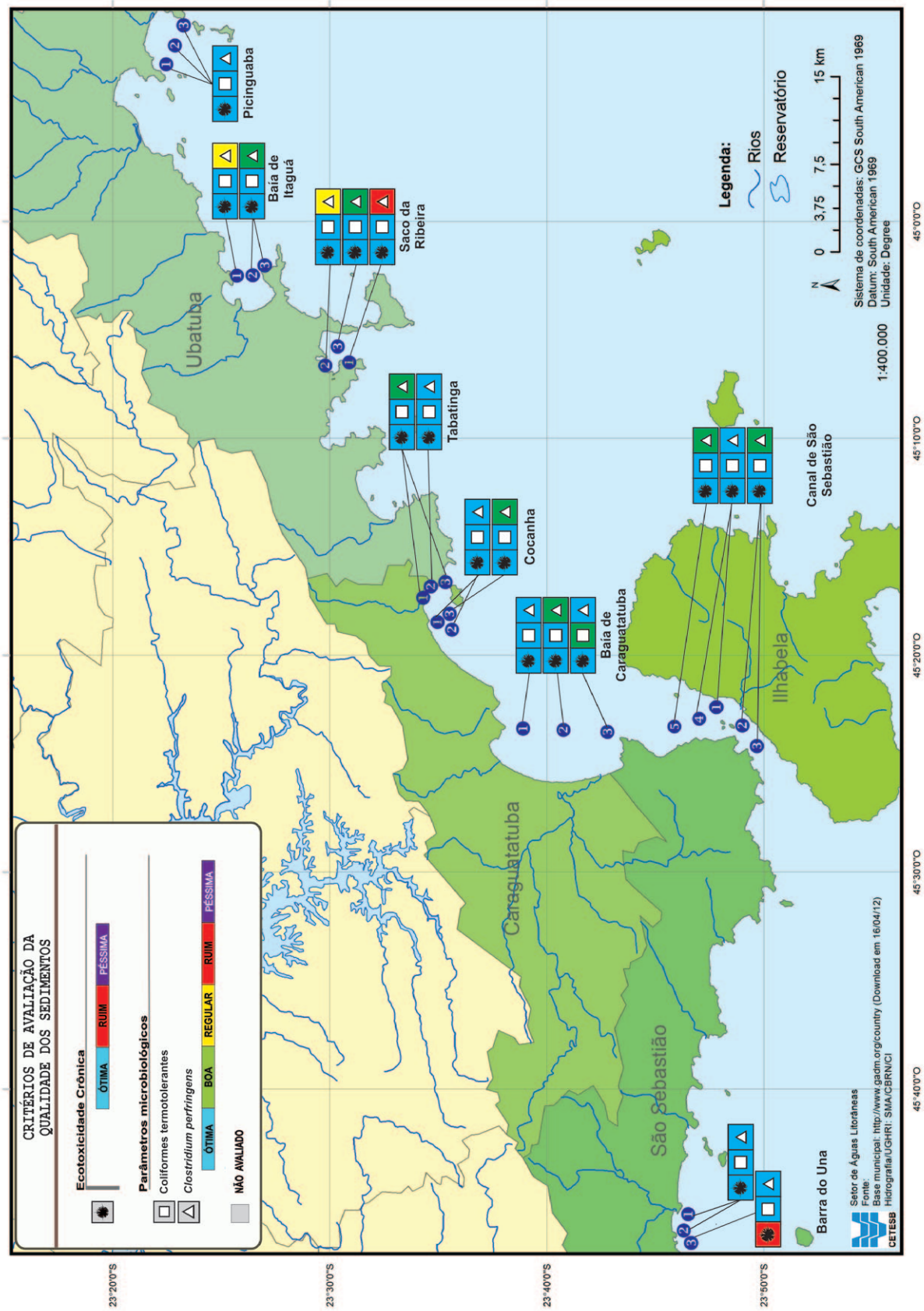
Mapa 4.4 – Índice de Qualidade de Água Costeira 2017 – Baixada Santista (região sul)



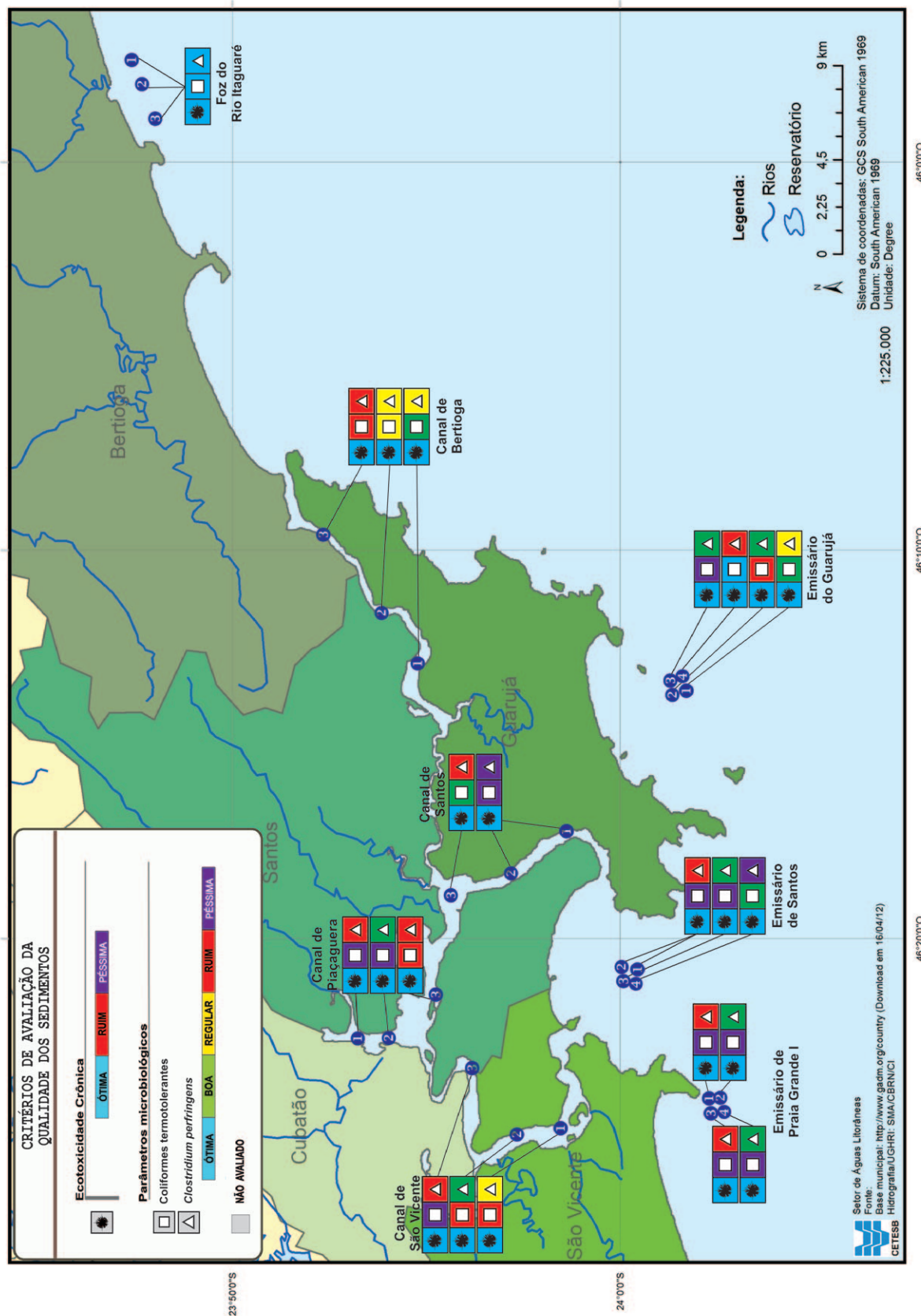
Mapa 4.5 – Índice de Qualidade de Água Costeira 2017 – Litoral Sul



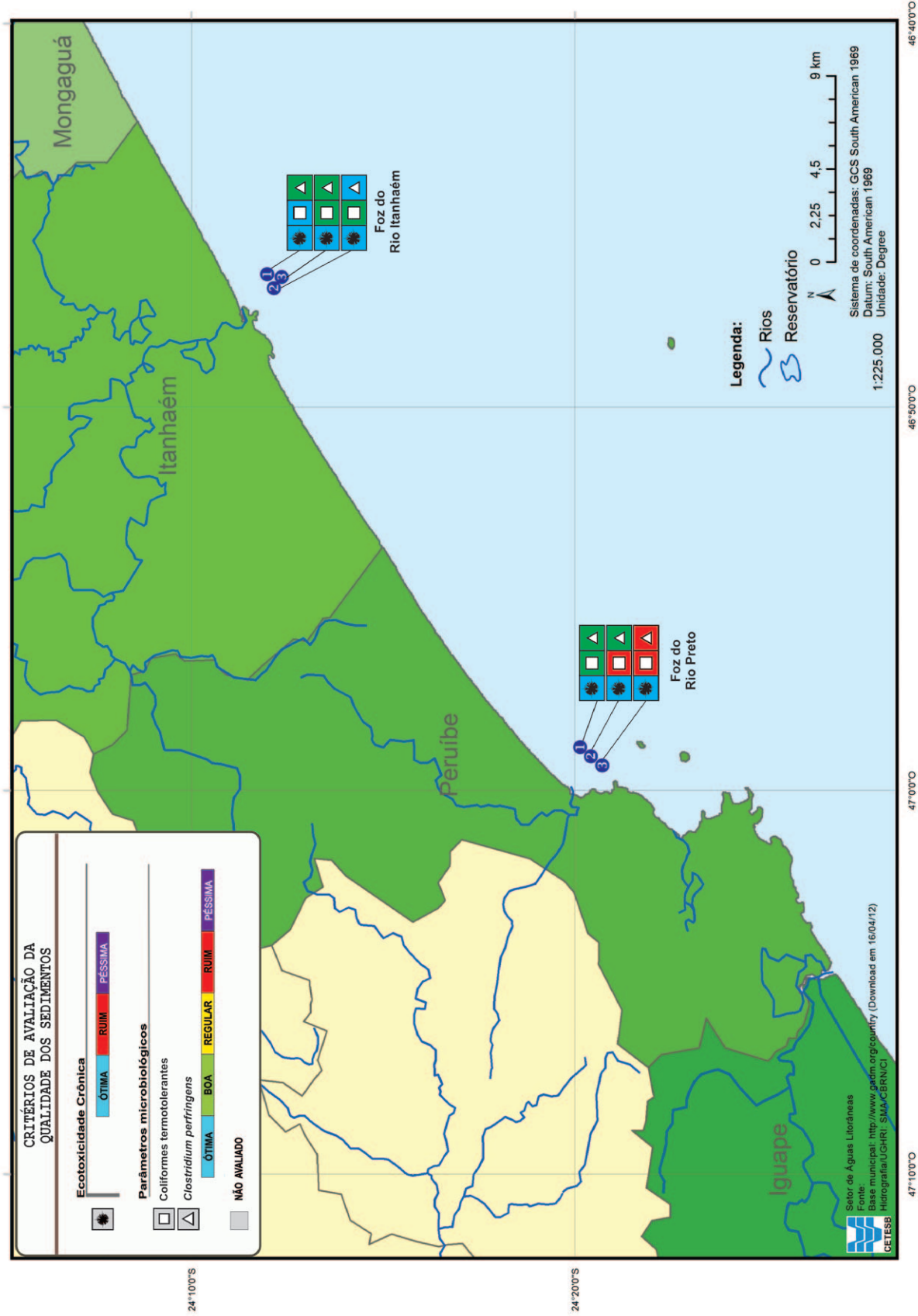
Mapa 4.6 – Avaliação da qualidade dos sedimentos 2017 – Litoral Norte



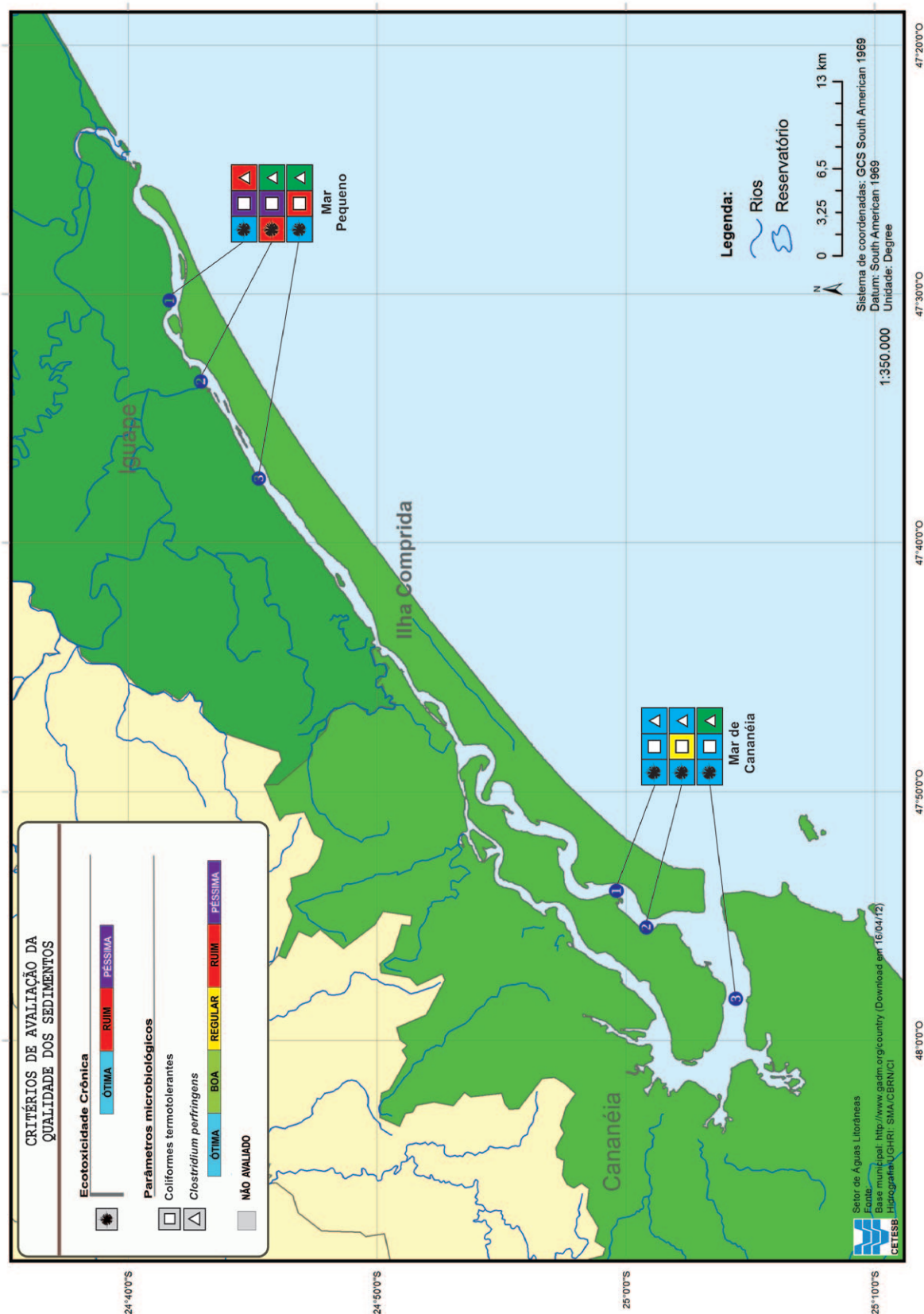
Mapa 4.7 – Avaliação da qualidade dos sedimentos 2017 – Baixada Santista (região norte)



Mapa 4.8 – Avaliação da qualidade dos sedimentos 2017 – Baixada Santista (região sul)



Mapa 4.9 – Avaliação da qualidade dos sedimentos 2017 – Litoral Sul



5 • Emergências Químicas em Águas Costeiras

Emergências químicas são acontecimentos ou sequência de eventos inesperados, envolvendo substâncias químicas, petróleo e seus derivados entre outras cargas, que podem ocorrer durante o manuseio ou transporte de produtos químicos diversos. Como consequência pode haver poluição ambiental, incêndio e até explosão que podem resultar em danos à saúde pública, à fauna e à flora, aos bens materiais e patrimoniais e, prejudicar a qualidade das águas litorâneas inclusive.

Nestes casos, os técnicos da CETESB acompanham o trabalho de contenção e recolhimento do produto vazado por parte do poluidor, as ações de proteção e limpeza das áreas contaminadas e o acondicionamento de resíduos, conforme as características do cenário accidental, por meio do Setor de Atendimento a Emergências e das Agências Ambientais da capital, do interior e do litoral. Para evitar tais ocorrências e para minimizar seus efeitos, a CETESB desenvolve ações de prevenção e preparação às emergências químicas, junto às principais atividades poluidoras, desde 1978.

Destacam-se também os investimentos recentes feitos pelo Sistema Ambiental Paulista, como a aquisição de duas novas viaturas de atendimento e emergências químicas e de três equipamentos portáteis de detecção, que agregarão qualidade na identificação e quantificação de substâncias químicas de natureza orgânica e inorgânica (Figura 5.1). Saiba mais acessando <http://cetesbhomolog.sp.gov.br/emergencias-quimicas/>

Com informações atualizadas, a nova edição do Manual de Produtos Químicos foi construída em uma plataforma tecnológica, garantindo acesso via *web*, com diversos recursos de pesquisa para fichas químicas, o que concede dinamismo às consultas, disponível em: <http://cetesb.sp.gov.br/emergencias-quimicas/manual-de-produtos-quimicos/>

Figura 5.1 – Nova viatura de Emergências Químicas da CETESB tendo a frente dois técnicos trajando Equipamentos de Proteção Individual e manuseando equipamentos de monitoramento



Fonte: CETESB

5.1 Panorama das principais ocorrências no Estado de São Paulo

De 1978 a 2017, a CETESB registrou 11.055 ocorrências para todo o Estado de São Paulo, segundo o Sistema de Informações sobre Emergências Químicas – SIEQ (Tabela 5.1), das quais o Transporte Rodoviário se destaca com 5.014 registros (45%).

Tabela 5.1 – Principais acidentes ambientais ocorridos no Estado de São Paulo atendidos pela CETESB por atividade (1978/2017)

Atividade	Registros	Porcentagem
Transporte rodoviário	5.014	45%
Indústrias	795	7%
Transporte aquaviário	428	4%
Armazenamento	297	3%
Transporte por duto	299	3%
Manchas oleosas	116	1%
Demais atividades	4106	37%
Total	11.055	100%

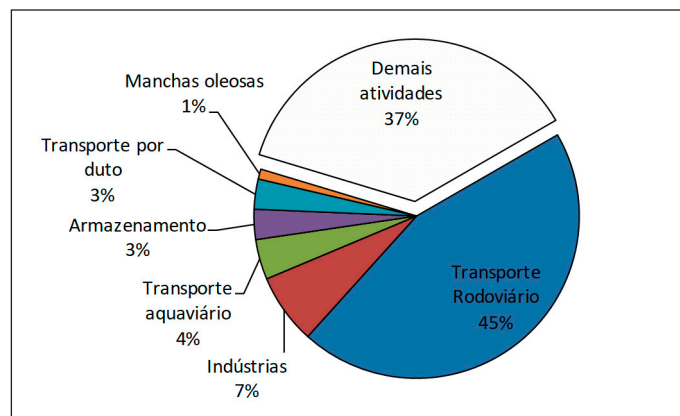
Fonte: Sistema de Informações sobre Emergências Químicas da CETESB – SIEQ
<http://sistemasinter.cetesb.sp.gov.br/emergencia/relatorio.php>

A classificação adotada pelo Setor de Atendimento a Emergência abrange:

- Transporte Rodoviário: caminhões nas rodovias e vias públicas;
- Transporte Aquaviário: navios cargueiros, petroleiros e embarcações menores (de pesca, apoio portuário e de lazer), e operações de abastecimento de óleo combustível;
- Armazenamento: terminais de petróleo e derivados, terminais de produtos químicos, bem como falhas nas operações de carga e descarga dos navios;
- Manchas oleosas de origem desconhecida: casos nos quais a fonte poluidora não foi identificada, também denominadas de “manchas órfãs”, popularmente;
- Demais atividades: compreendem casos com menor frequência tais como transporte ferroviário, postos e sistemas retalhistas de combustíveis, descarte em vias públicas, casos cuja fonte poluidora não foi identificada e nos quais nenhum vazamento foi detectado quando da vistoria do técnico da CETESB no local.

A Figura 5.2 ilustra os dados apresentados na Tabela 5.1, ressaltando a predominância das ocorrências envolvendo transporte rodoviário sobre as demais.

Figura 5.2 – Principais acidentes ambientais atendidos pela CETESB no Estado de São Paulo por atividade (1978/2017) no total de 11.055 registros



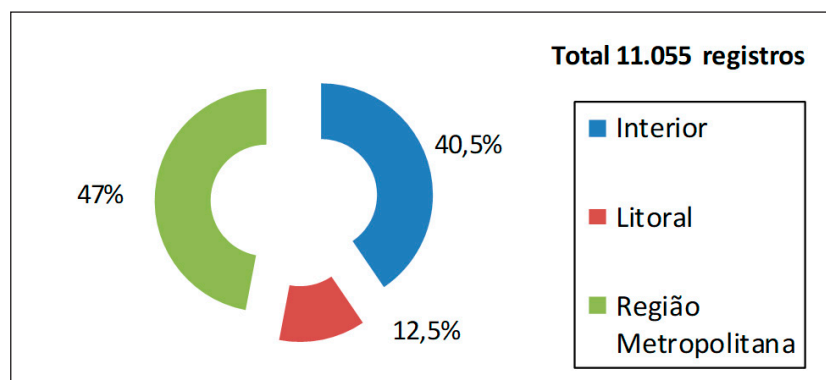
Fonte: Sistema de Informações sobre Emergências Químicas da CETESB – SIEQ
<http://sistemasinter.cetesb.sp.gov.br/emergencia/relatorio.php>

A maior frequência de acidentes rodoviários está associada ao modal de transporte adotado no Brasil, com preferência ao rodoviário que ao hidroviário e ao ferroviário. Assim é grande a movimentação de cargas provenientes das indústrias químicas e petroquímicas, e do setor agrícola (entre outros), por ser o Estado de São Paulo um grande centro produtor e consumidor brasileiro, e também por servir como elo entre outras regiões do país.

5.2 Panorama das principais ocorrências no litoral paulista

Com relação ao local, as ocorrências são classificadas em regiões: metropolitana, (abrangendo a cidade de São Paulo e municípios vizinhos), litoral (abrangendo municípios do litoral norte, central e sul) e interior (demais municípios paulistas). A Figura 5.3 ilustra a distribuição destas ocorrências.

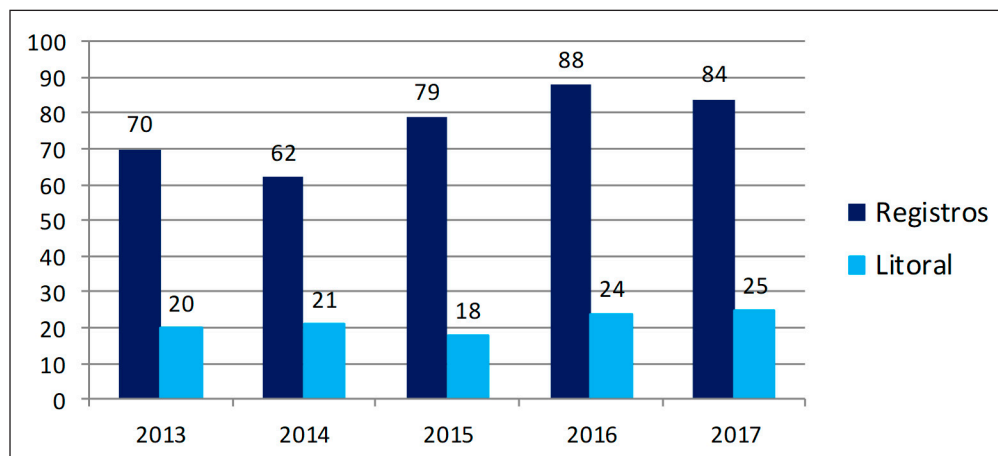
Figura 5.3 – Emergências Químicas atendidas pela CETESB no Estado de São Paulo distribuídas por região (1978-2017)



Fonte: Sistema de Informações sobre Emergências Químicas da CETESB – SIEQ
<http://sistemasinter.cetesb.sp.gov.br/emergencia/relatorio.php>

Verifica-se que a maioria das ocorrências aconteceu na região metropolitana (5.195 casos ou 47%) e a minoria no litoral (1385 casos ou 12,5%). Pesquisando especificamente os dados do SIEQ/CETESB que registraram contaminação das águas, nos últimos cinco anos, de 2013 a 2017, chega-se a 383 casos no total, distribuídos conforme ilustra a Figura 5.4.

Figura 5.4 – Acidentes ambientais com contaminação das águas litorâneas (2013-2017)



Fonte: Sistema de Informações sobre Emergências Químicas da CETESB – SIEQ
<http://sistemasinter.cetesb.sp.gov.br/emergencia/relatorio.php>

A Figura 5.4 demonstra que dos 383 registros nos quais houve contaminação do meio aquático, 108 (28%) se referem ao litoral, sendo 83 na região da Baixada Santista, 24 no Litoral Norte e um em Itanhaém. Quanto a origem destes 108 registros, destacam-se os relacionados ao transporte aquaviário (34 casos), ao aparecimento de manchas oleosas de origem não identificada (20 casos), e acidentes no transporte rodoviário (17 casos), maioria ocorrida na Baixada Santista. Acidentes envolvendo indústrias, terminais químicos e de petróleo entre outros somaram os 37 casos restantes. Com relação ao volume vazado, seja de produtos químicos seja de substâncias oleosas, predominaram os 61 casos de quantidade não estimada, os quais geralmente representam pequenas perdas, 20 com quantia inferior ou igual a 1.000 litros e 19 casos com estimativa superior, muitos dos quais relacionados com o transporte rodoviário.

No ano de 2017, foram cadastradas 333 ocorrências para todo Estado de São Paulo, das quais 156 (46%) no interior, 129 na região metropolitana (40%), e 48 no litoral (14%), ao contrário do que demonstrou o gráfico 5.1, no qual a porcentagem no interior foi menor que na área metropolitana. Isto também ocorreu em 2016. Sobre a contaminação do meio aquático, a CETESB registrou 84 ocorrências, sendo 25 no litoral (Tabela 5.2).

Tabela 5.2 – Ocorrências no litoral paulista em 2017 com contaminação das águas

Município	Atividade - Nº de Ocorrências		Produto/ Vol. vazado
Ubatuba	Mancha oleosa	1	Substância oleosa/NE
Caraguatatuba	Mancha oleosa	1	Substância oleosa/NE
	Transporte rodoviário	1	Óleo diesel (300L) e Álcool (5000 L)
São Sebastião	Transp. rodoviário	1	Hipoclorito de sódio (7000 L)
	Transp. aquaviário	2	Óleos diesel marítimo e Hidráulico (NE)
	Floração de algas marinhas	1	
Guarujá	Transp. aquaviário	3	Substâncias oleosas (NE)
Cubatão	Armazenamento	1	Água de combate a incêndio (NE)
	Transp. Rodoviário	1	Nafta, óleo diesel e água de combate a incêndio (NE)
Santos	Mancha oleosa	3	Substâncias oleosas (NE)
	Armazenamento	1	Substâncias oleosas (NE)
	Transp. Aquaviário	7	Substâncias oleosas (NE)
	Outra	1	Queda de contêineres ao mar
Praia Grande	Transp. Ferroviário	1	Óleo diesel (5.000 L)

Fonte: Sistema de Informações sobre Emergências Químicas da CETESB – SIEQ
<http://sistemasinter.cetesb.sp.gov.br/emergencia/relatorio.php>

Pela Tabela 5.2, observa-se a predominância de ocorrências envolvendo substâncias oleosas e volumes inferiores a 1000 L.

5.3 Casos mais relevantes de 2017

Neste ano de 2017, quatro ocorrências se destacaram no litoral paulista:

- Incêndio em Unidade da Vale Fertilizantes em Cubatão

Em 05/01/2017 ocorreu incêndio no armazém de nitrato de amônio da empresa Vale Fertilizantes (fig. 5.5). Agiram conjuntamente o Corpo de Bombeiros, a Defesa Civil, o IBAMA, a CETESB e representantes dos Planos de Auxílio Mútuo da Baixada Santista (PAM de Cubatão e PAM do Porto de Santos), e o Plano Integrado de Emergência - PIE da Associação Brasileira de Terminais Líquidos - ABTL.

Por precaução, foram removidos em torno de 140 moradores da comunidade Pedreira da Mantiqueira, situada nas proximidades, em ônibus cedido pela Vale Fertilizantes com auxílio da Defesa Civil. Empresas vizinhas promoveram ação de abandono de seus funcionários. O incêndio foi controlado sem atingir outras unidades da empresa. Técnicos da CETESB monitoraram a área e não verificaram concentrações perigosas de óxidos nitrosos ou de amônia no local.

Figura 5.5 – Incêndio na Vale Fertilizantes em Cubatão

Fonte: CETESB, 2017

A água de combate ao incêndio foi direcionada para umas das lagoas de equalização (Figura 5.6), porém, em função da queda de energia elétrica, foi necessário abrir uma das comportas, dando vazão ao Rio Mogi, assim que a situação foi normalizada, o bombeamento foi retomado. Técnicos da CETESB e do IBAMA acompanharam toda operação.

Figura 5.6 – Coleta e direcionamento de água de combate a incêndio

Fonte: CETESB, 2017

- Acidente rodoviário com vazamento de hipoclorito de sódio em São Sebastião

Em 19/01/2017, ocorreu tombamento de carreta-tanque transportando 7.000 litros de hipoclorito de sódio na Rodovia SP 55, entre Bertioga e São Sebastião. Como resultado do acidente parte da carga vazou na pista. Técnicos da CETESB monitoraram o local e identificaram que o produto escorreu pela canaleta de drenagem pluvial, atingindo pequeno rio que desagua na Praia de Maresias, liberando forte odor nas imediações. Durante o monitoramento ambiental, técnicos da CETESB constataram mortandade de peixes na foz do rio no "Canto do Moreira".

- Queda no mar de contêineres de navio na Área de Fundeio do Porto de Santos

Em 11/08/2017, em função de fortes ventos e mar agitado, 46 contêineres que estavam a bordo do navio *Log in Pantanal*, ancorado na Área de Fundeio 3, caíram no mar deixando escapar a carga que estava transportando como mochilas, material hospitalar, tapetes, impressoras e enfeites de natal entre outros, sendo espalhado pela correnteza, até Ilhabela e São Sebastião, nos dias seguintes. Técnicos da CETESB, CODESP, Marinha, do IBAMA, Corpo de Bombeiros entre outros órgãos e de empresas de apoio portuário estiveram no local. Não foi constatada a presença de manchas oleosas nem de tambores com produtos químicos. Durante o sobrevoo, contêineres foram localizados nas praias do Forte de Itaipú, em Praia Grande, no Saco do Major, em Guarujá e nas imediações da Ilha Porchat em São Vicente. Grande quantidade de mercadorias e de embalagens (papelão, isopor e plásticos) foi avistada nas praias do Parque Estadual do Xixová, entre Praia Grande e São Vicente (Figura 5.7). No mesmo dia o navio atracou no cais do Terminal da Libra 37. Empresas especializadas no atendimento à emergências foram designadas pela CODESP para efetuar a limpeza nas praias afetadas. A notícia rapidamente se espalhou pela região e vários contêineres flutuantes foram saqueados pela população que chegava em pequenos barcos, desobedecendo aos alertas das autoridades. O saque também aconteceu em praias do Guarujá, onde ficaram encalhados.

Figura 5.7 – Embalagens na praia do Parque Estadual do Xixová



Fonte: CETESB, 2017

- Vazamento de óleo do navio cargueiro *Golden Trader* no Porto de Santos

Em 05.11.17, o navio *Golden Trader* estava atracado no Terminal 38 da empresa Caramuru para receber farelo de trigo, quando foi constatada a presença de óleo nas imediações. Suspeitava-se que fosse originário do sistema de caldeira do navio, mas, como a origem do vazamento não foi prontamente identificada, a Capitania dos Portos coletou amostras de óleo do cargueiro, do Canal de Santos e da barcaça-tanque que estava abastecendo o navio para realização de análises comparativas no laboratório da Marinha, situado no Rio de Janeiro. Equipes de três empresas de emergência realizaram o cerco do navio e recolhimento das manchas de óleo, porém, em função de fortes ventos e da correnteza, parte do óleo escapou das barreiras de contenção e deslocou-se em direção a Ponta da Praia, atingindo as estruturas do Terminal Santos Brasil. As praias de Santos não foram afetadas (Figuras 5.8 a 5.10).

Figura 5.8 – Navio cercado por barreiras de contenção



Fonte: CETESB, 2017

Figura 5.9 – Estrutura do cais impregnado com mancha de óleo



Fonte: CETESB, 2017

Figura 5.10 – Coleta de amostra de óleo pelo técnico do Setor de Atendimento a Emergência



Fonte: CETESB, 2017

5.4 Conclusão

Dos 333 registros de Emergências Químicas cadastrados pelo SIEQ/CETESB em 2017, para o Estado de São Paulo, 48 ocorreram no litoral (14%). O transporte rodoviário foi a atividade que causou maior liberação de produtos químicos para o meio ambiente, porém grande parte da carga ficou contida próxima a fonte de origem, atingindo parcialmente canais de águas pluviais e pequenos córregos. A Baixada Santista abrange o maior número de casos, em função da maior presença de terminais químicos, do polo industrial de Cubatão, das atividades do Porto de Santos e da movimentação de caminhões.

Em 2017 houve incêndio na empresa Vale Fertilizantes em Cubatão, porém com consequências socio-ambientais e econômicas menores quando comparadas às ocorrências de 2016 no Terminal de Contêineres da LOCALFRIO, no Guarujá e em 2015 no Terminal da ULTRACARGO em Alemoa/Santos.

Considera-se que as atividades de prevenção e preparação de acidentes tecnológicos que a CETESB vem promovendo, em conjunto com Defesa Civil, Corpo de Bombeiros, IBAMA, Marinha, CODESP, Companhia Docas de São Sebastião, prefeituras, e terminais aquaviários, por meio do Plano de Auxílio Mútuo – PAM do Porto de Santos, PAM de Cubatão e PAM do Guarujá, do Plano Integrado de Emergências dos terminais da Associação Brasileira de Terminais Líquidos - PIET/ABTL e do Plano de Área do Porto Organizado de Santos e região - PAPOSS estão sendo fundamentais para minimizar as consequências ambientais.

5.5 Mortandade de peixe na região costeira

Em 2017 foram registradas as seguintes mortandades de peixe na região costeira:

Tabela 5.3 – Mortandade de peixes ocorridas em 2017 na região costeira do Estado de São Paulo

DATA	UGRHI	MUNICÍPIO	LOCAL	ORGANISMO	MOTIVO	Atendimento
19/1	3	São Sebastião	Foz do rio na praia de Maresias - "Canto do Moreira"	Não especificado	Contaminação por hipoclorito de sódio devido a vazamento de um caminhão tanque acidentado na Rodovia SP 55 Km 157, entre Maresias e Boiçucanga	Atendimento realizado pela Agência Ambiental de São Sebastião (CMS)
2/3	3	São Sebastião	Rio Boiçucanga	Não especificado	Indeterminado	Atendimento realizado pela Agência Ambiental de São Sebastião (CMS)
1/6	7	Peruíbe	Praia do Centro, próximo ao Aquário Municipal	Pampos, corvinas, peixes-galo, bagres, siris chita, bolachas-de-praia, camarões, moluscos (gastropode e bivalve) e cracas	Organismos provavelmente carregados para o litoral pela ação de uma forte ressaca causada por condições climáticas adversas, com correntes favoráveis para o transporte de material (sedimento)	Atendimento realizado pela Agência Ambiental de Santos (CMN) com suporte técnico da Divisão de Análises Hidrobiológicas (ELH)
23/6	3	Caraguatatuba	Rio Mococa, no trecho sob a Rod. Rio-Santos	Não especificado	Indeterminado	Atendimento realizado pela Agência Ambiental de Franca (CGF)
8/11	3	Caraguatatuba	Praia do Porto Novo	Bagres	Provável despesca	Atendimento realizado pela Agência Ambiental de São Sebastião (CMS)

6 • Conclusões Gerais

A rede de monitoramento da qualidade das águas costeiras da CETESB abrange 20 áreas distribuídas ao longo do litoral do estado de São Paulo sendo oito no Litoral Norte, dez na Baixada Santista e duas no litoral sul. Dessas áreas seis são de água salobra, e as outras 14 de água salina.

Os resultados obtidos na avaliação de 2017 mostram que não houve alteração significativa na qualidade das águas costeiras. A maioria das áreas permaneceu com a mesma classificação média de 2016, havendo piora do índice médio de 35% das áreas estudadas. Essa piora pode estar associada ao fato do COT não ter sido considerado no índice em 2016. O canal de Piaçaguera foi a única área que obteve a classificação Péssima. A melhora do IQAC foi registrada na área de influência do emissário do Guarujá e no Mar Pequeno. Foi observada uma diminuição das áreas classificadas como Ótima e aumento principalmente das áreas com classificação Boa e também das Regulares.

Os resultados de 2017 continuam a confirmar o que já havia sido constatado em anos anteriores, que as áreas monitoradas com melhor qualidade estão localizadas no Litoral Norte e correspondem a ambientes marinhos pouco influenciados pela água doce continental. Neste ano, 15% das áreas receberam classificação média Ótima, todas localizadas nessa região. As áreas classificadas como Boa foram 30%. A porcentagem de áreas com classificação Regular foi 35% e de Ruim 15%, a maioria localizadas na Baixada Santista, salvo o Mar Pequeno e as áreas de Picinguaba e Baía de Itaguá.

Também como anteriormente, as áreas com piores condições de qualidade das águas foram observadas na Baixada Santista na região do estuário de Santos e São Vicente, com três áreas classificadas como Ruim e uma como Péssima. Nesses ambientes salobros, os principais parâmetros responsáveis pela piora da qualidade foram: as altas concentrações de COT, fósforo, nitrogênio amoniacal e de clorofila *a*. Além disso, foram registradas cerca de 30% de não conformidades para o oxigênio dissolvido e os enterococos. Esses resultados indicam poluição principalmente por esgotos domésticos. Deve-se considerar, também, que na região do estuário de Santos e São Vicente, existe grande influência do polo industrial e das atividades portuárias.

Nas águas salinas a variável com maior porcentagem de não atendimento em relação ao valor de referência foi a Clorofila *a*, seguida do COT e do OD em menor proporção, todas as outras variáveis com não conformidades, apresentaram índices abaixo de 10%.

No que se refere ao IET que avalia o nível de eutrofização dessas águas, nota-se que houve aumento das áreas consideradas Mesotróficas em relação ao ano anterior, com consequente diminuição das áreas Eutróficas.

Em relação aos sedimentos, neste ano de 2017, as variáveis como carbono orgânico total, nitrogênio Kjeldahl, e fósforo nos canais da Baixada Santista foram os que apresentaram teores mais elevados, novamente com destaque para o canal de Piaçaguera. No litoral Norte notam-se alguns locais com tendência de acúmulo de nutrientes como a Baía de Itaguá e o Saco da Ribeira. Nesses locais, ocorre aporte de material terrígeno, incluindo aí contribuições antrópicas, que aliado a pouca renovação de água no local devido a sua morfologia, podem explicar tal comportamento.

Quanto aos ensaios ecotoxicológicos agudos com amostras de sedimentos foram registrados 97% das amostras sem toxicidade neste último ano, sendo que no ano passado essa porcentagem foi de 87%. Apenas 3% das amostras apresentaram efeito tóxico, a menor porcentagem obtida desde 2013.

7 • Os oceanos: questões globais, desafios e perspectivas.

A qualidade das águas costeiras e do ambiente marinho envolve questões globais como, por exemplo, poluição, lixo, principalmente por plásticos no mar, acidificação dos oceanos e aumento da temperatura, estes últimos decorrentes do aquecimento global.

Considerando que os oceanos representam 70% da superfície do planeta e 97% da água superficial, sendo responsáveis pela produção de 50% do oxigênio da atmosfera e sua circulação tendo papel importante nos padrões climáticos da Terra, a avaliação dessas alterações é central para o entendimento dessas questões.

Vale a pena ressaltar que o ano de 2017 foi marcado por muitas iniciativas internacionais e nacionais no que se refere à conservação dos oceanos. A CETESB tem a preocupação de trabalhar para poder contribuir com essas iniciativas no sentido de avaliar a magnitude desses problemas ambientais e auxiliar em busca de soluções.

Com relação ao lixo marinho, considerando que cerca de oito milhões de toneladas de plástico entram no oceano por ano, a Conferência sobre os Oceanos, ocorrida em junho de 2017, na sede das Nações Unidas em Nova Iorque (EUA), contou com os principais chefes de Estado e de Governo, bem como representantes de organizações de todo o mundo que trabalham com o tema. O objetivo principal é apoiar a implementação do Objetivo de Desenvolvimento Sustentável 14: conservar e utilizar de forma sustentável os oceanos, os mares e os recursos marinhos para o desenvolvimento sustentável.

Naquele mesmo mês, a ONU Meio Ambiente lançou no Brasil a campanha Mares Limpos, que durante cinco anos terá ações para conter a maré de plásticos que invade os oceanos.

No Brasil, a campanha trabalhará na mobilização de governos, parlamentares, sociedade civil e setor privado para fortalecer ações que reduzam a contribuição do país ao problema global dos plásticos que acabam nos mares. Os esforços da campanha se concentrarão em buscar uma drástica redução no uso de plásticos descartáveis e o banimento de microesferas de plástico em cosméticos e produtos de higiene, além de apoiar a elaboração do Plano Nacional de Combate ao Lixo no Mar, capitaneado pelo Ministério do Meio Ambiente.

Em novembro de 2017, foi realizado o I Seminário Nacional sobre Combate ao Lixo no Mar promovido pelo Ministério do Meio Ambiente (MMA), em parceria com o Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente (ONU Meio Ambiente) e o Instituto Oceanográfico da Universidade de São Paulo (IOUSP), que foi a primeira fase do processo de elaboração do Plano Nacional de Combate ao Lixo no Mar, a ser, portanto, desenvolvido pelo governo federal.

Na Assembleia Ambiental das Nações Unidas (UNEA 3) em Nairóbi (Quênia), realizada em dezembro de 2017, a comunidade internacional aprovou uma série de resoluções. Uma das prioridades da delegação brasileira no evento, o combate ao lixo marinho está entre as proposições aprovadas pelos 193 países que integram o foro. A proposição destaca a importância da eliminação dos microplásticos dos oceanos e de ações para prevenir e reduzir significativamente a poluição marinha até 2025. (Lucas Totentino - Ascom MMA Divulgação).

Além disso, em maio de 2017, os países membros da Convenção de Basileia e da Convenção de Estocolmo, conscientes da necessidade de se tomar medidas de alcance mundial sobre o lixo marinho, estimularam os Centros Regionais, entre eles a CETESB, a liderar a implantação de projetos e medidas de prevenção e gestão ambientalmente adequada junto aos países- partes das Convenções sobre o impacto do lixo marinho, resíduos plásticos, microplásticos.

Com o intuito de responder a esta questão global emergente e de se alinhar aos ditames internacionais, o Centro Regional/CETESB, iniciou então as suas ações no tema, apoiando a Campanha “Verão no Clima”, da Secretaria de Meio Ambiente do Estado de São Paulo.

Essa campanha de 2017-2018 teve como objetivo contribuir para a diminuição do lixo nas áreas de veraneio e lazer que atraem grande público, especialmente durante as férias de verão notadamente por ocasião das festas de Final de Ano e Carnaval. Ao fornecer aos veranistas informações sobre o meio ambiente, procurou-se estimular a corresponsabilidade na proteção ambiental por meio de sua participação.

O projeto Verão no Clima adotou duas frentes de ação: presencial e virtual. As ações presenciais envolveram abordagens realizadas diretamente com os frequentadores de praias dos 16 municípios do Litoral Paulista articulando diversas ações de conscientização, principalmente sobre as questões da geração e do recolhimento de resíduos. Além disso, também foram realizados mutirões de limpeza. Essas são atividades que geram maior visibilidade ao projeto e aos temas norteadores como o descarte adequado do lixo e as mudanças climáticas. As ações virtuais aconteceram nas redes sociais, sites e meios de comunicação ampliando a área de abrangência do projeto divulgando material educativo.

A questão do lixo foi amplamente discutida nessa campanha juntamente com as mudanças climáticas que têm profundos efeitos nos oceanos como aumento da temperatura da água e sua acidificação, com sérias consequências para os padrões climáticos e para a biodiversidade marinha.

Nesse sentido a CETESB está empenhada em encontrar formas de contribuir mais efetivamente no estudo dessas questões para sua melhor compreensão buscando também, propostas de mitigação dos problemas.

Referências

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

BRICKER, S.B., FERREIRA, J.G. & SIMAS T. An Integrated methodology for assessment of estuarine trophic status. **Ecological Modelling**. 169: 39-60. 2003.

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

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.

_____. 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.

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

CENSO DEMOGRÁFICO. Acesso em dez. 2010. Disponível em: http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/populacao/censo2010/tabelas_pdf/total_populacao_sao_paulo.pdf.

CETESB. **SQ PR/LB 095**: ensaio ecotoxicológico com *Lytechinus variegatus* - águas superficiais e sedimentos. São Paulo: CETESB, versão 17. 2017d. 13p.

CETESB. **SQ PR/LB 177**: ensaio ecotoxicológico com anfípodos marinhos - sedimento. São Paulo: CETESB, versão 11. 2017e. 6p.

ESCARELA, L.; YOLANDA, P.; MORONO, A.; REGUERA, B. *Noctiluca scintillans* may act as a vector of toxigenic microalgae. **Harmful algae**. 6, p.317-320. 2007.

FUKUYO, Y.; KODAMA, M.; OMURA, T.; KEN FURUYA K.; FURIO, E.F.; CAYME, M.; LIM PO TEEN, L.P.; HA, D.V.; KOTAKI, Y.; MATSUOKA K.; IWATAKI, M.; SRIWOON, R.; LIRDWITAYAPRASIT, T. 2011 Ecology and oceanography of harmful marine microalgae (Project-2). Chapter 3. 23-48.

GOOGLE EARTH. Software para visualização de imagens de satélite e fotografias aéreas. Disponível para instalação em: <http://earth.google.com/intl/pt/>. Acesso em: dez/2011.

Heezen, B.C., Tharp, M. and Ewing, M., 1959. The floor of the oceans, 1:The North Atlantic. New York, The Geological Society of America Special Paper 65, 122p.

KUHLMANN, M.L. et al. Aplicação da tríade na avaliação da qualidade de sedimentos em redes de monitoramento. São Paulo: CETESB, 2007. 107p.

MIOTTO, M. C. & TAMANAHA, M. S. Ocorrência de dinoflagelados tecados potencialmente tóxicos e nocivos em cultivos de moluscos situados no município de Penha, Santa Catarina. **Brazilian Journal of Aquatic Science and Technology**. v.16, n.1, p. 53-67, 2012.

ONU. Convenção das Nações Unidas para o Direito do Mar. 1982. Disponível em http://www.un.org/depts/los/convention_agreements/convention_overview_convention.htm Acesso em março de 2017.

PROCOPIAK, L.K., FERNANDES, L.F. AND MOREIRA FILHO, H. Diatomáceas (Bacillariophyta) marinhas e estuarinas do Paraná, Sul do Brasil: lista de espécies com ênfase em espécies nocivas. **Biota Neotropical**. vol. 6, no. 3, Sep/Dec 2006.

QUINÁGLIA, G.A., 2006. Caracterização dos níveis basais de concentração de metais nos sedimentos do sistema estuarino da Baixada Santista. São Paulo: Universidade de São Paulo, 239 p. Tese de Doutorado.

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

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

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

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

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

São Paulo. Decreto n. 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.

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.

Smith, V.H., Tilman, G.D., Nekola, J.C. Eutrophication: impacts of excess nutrient inputs on freshwater, marine and terrestrial ecosystems. **Environmental Pollution** 100: 179-196. 1999.

Sole, J., Garcia-Ladona, E., Ruudij, P. and Estrada, M. 2005. Modelling allelopathy among marine algae. *Ecol. Modell.*, 183: 373–384.

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.

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/presidencia/noticias/noticia_visualiza.php?id_noticia=1435&id_pagina=1)

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

Anexos

Anexo 1 – Índice de Qualidade de Água – CCME Canadá

A Rede de Monitoramento das Águas Costeiras da CETESB, embora relativamente nova, 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, estas informações são usadas na gestão da qualidade dessas águas. No sentido de aperfeiçoar a apresentação e integrar as informações geradas optou-se por introduzir neste ano, o 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.

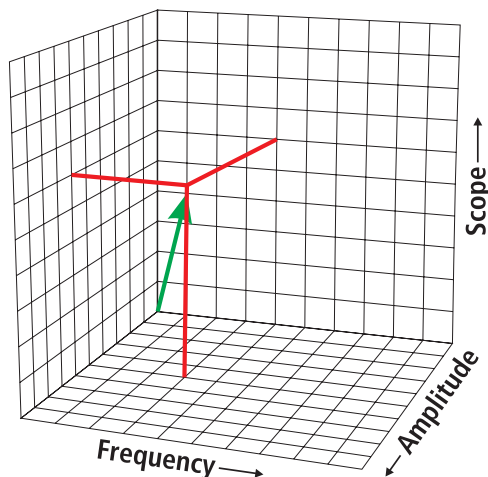
Com esse objetivo foi empregada a metodologia do Índice de Qualidade elaborado pelo CCME - *Canadian Council of Ministers of the Environment* (2001), pois se trata de uma ferramenta devidamente testada e validada com base estatística e aplicável também para águas salinas e salobras.

O método Canadense consiste em uma análise estatística que relaciona os resultados obtidos nas análises com um valor padrão para cada parâmetro incluído no cálculo. Por ser um método estatístico, o modelo não pode ser utilizado para menos de 4 valores. Para tanto, o índice foi calculado para cada ponto de amostragem utilizando-se os resultados obtidos nas três profundidades em duas campanhas, totalizando 6 valores.

A metodologia Canadense contempla 3 fatores principais que se referem às desconformidades em relação à um padrão legal ou valor de referência.

1. Parâmetros ou abrangência (Scope)
2. Frequencia
3. Amplitude

Figura 1 – Modelo conceitual do índice



1. Abrangência: Parâmetros Desconformes

Este fator do índice (denominado F_1) avalia a quantidade de parâmetros que apresenta não conformidades. Uma área que apresente desconformidade em poucos parâmetros será menos penalizada no cálculo do que uma área que apresente desconformidade em muitos parâmetros analisados. Este fator não considera a frequência das não conformidades de forma que apenas uma ocorrência é suficiente para a inclusão do parâmetro. O cálculo é porcentual simples como apresentado na equação (1):

$$F_1 = \left(\frac{V_{NC}}{V_T} \right) \times 100 \quad (1)$$

Onde:

V_{NC} é o número de variáveis que apresentaram não conformidade em relação aos valores de referência (por exemplo os limites da Resolução CONAMA 357/2005);

V_T é o número total de variáveis analisadas que possuem valores de referência.

2. Frequência de desconformidade

Este fator avalia a quantidade de não conformidades como um todo e não diferencia os parâmetros entre si. Desta forma, uma área que tenha poucos parâmetros com não conformidades e que estes parâmetros apresentem resultados sistematicamente não conformes será penalizada da mesma forma que uma área em que muitos parâmetros apresentem não conformidades ocasionais. Este fator temporal é impactado pelo fato da CETESB não realizar quatro amostragens anuais. A deficiência em número de campanhas por ano foi compensada considerando-se as amostras de superfície, meio e fundo de cada uma das duas campanhas anuais realizadas atualmente. O cálculo é apresentado na equação (2).

$$F_2 = \left(\frac{A_{NC}}{A_T} \right) \times 100 \quad (2)$$

Onde:

A_{NC} é o número total de amostras não conformes;

A_T é o número total de amostras.

Nota: incluem-se todas as amostras de todos os parâmetros considerados para o cálculo, mesmo aqueles com menor número (as análises de clorofila consideram apenas superfície e meio).

3. Amplitude da desconformidade

Este fator (denominado F_3) avalia a amplitude das não conformidades. Neste caso a quantidade de amostras desconformes e o 'tamanho' do desvio em relação ao padrão utilizado serão determinantes. Desta forma um valor 50% acima do padrão teria um peso igual a dois valores que excedessem em apenas 25%. Cada amostra não conforme deve ser comparada ao padrão e o valor total dos desvios deve ser somado segundo as equações (3a), (3b) e (4). A equação (3b) deve ser usada em casos em que existe um valor mínimo e não máximo como é o caso do oxigênio dissolvido.

$$D_i = \left(\frac{NC_j}{R_i} \right) - 1 \quad (3a)$$

$$D_i = \left(\frac{R_i}{NC_j} \right) - 1 \quad (3b)$$

$$S = \frac{\sum_{i=1}^n D_i}{A_r} \quad (4)$$

Onde:

D_i é o desvio do valor da não conformidade em relação ao valor de referência;

NC_j é o resultado das análises não conformes;

R_i é valor de referência para o parâmetro analisado;

S é a somatória normalizada dos desvios.

A parcela F_3 é então calculada seguindo-se uma função assintótica que transpõe o resultado para um número em uma escala de 0 e 100 conforme a equação (5).

$$F_3 = \frac{S}{0,01 \times S + 0,01} \quad (5)$$

Índice

O índice é então calculado segundo a equação (6).

$$\text{Índice Costeiro} = 100 - \frac{\sqrt{F_1^2 + F_2^2 + F_3^2}}{1,732} \quad (6)$$

O valor 1,732 advém do fato de que o valor máximo para cada fator do índice pode atingir é 100. A visualização gráfica dos três fatores mostra que o vetor resultante pode ser dado pela equação (7).

$$\sqrt{100^2 + 100^2 + 100^2} = \sqrt{30000} = 173,2 \quad (7)$$

Sendo 173,2 seu valor máximo. Desta forma, faz-se necessário adicionar o divisor 1,732 para trazer a amplitude máxima do vetor para uma escala de 0 a 100.

O CCME determinou faixas de classificação para o índice que se mostraram bastante satisfatórias em testes realizados pela CETESB e optou-se por utilizar estas faixas em um primeiro momento. As classificações são apresentadas na Tabela.

Faixa de valores do índice	Classificação da faixa
≥ 95	Ótima
< 95 e ≥ 80	Boa
< 80 e ≥ 65	Regular
< 65 e ≥ 45	Ruim
< 45	Péssima

