



SÉRIE RELATÓRIOS

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

2 0 1 6

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 6

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

São Paulo
2017



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

C418r CETESB (São Paulo)

Relatório de qualidade das águas costeiras no estado de São Paulo 2016 / 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, 2017.

178 p. : il. color. ; 30 cm. - - (Série Relatórios / CETESB, ISSN 0103-4103).

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

Disponível também em:

<<http://praias.cetesb.sp.gov.br/publicacoes-relatorios/>>

ISBN 978-85-9467-010-6

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)

Catalogação na fonte e normalização das referências: Margot Terada - CRB 8.4422



**GOVERNO DO ESTADO
DE SÃO PAULO**

Governador Geraldo Alckmin

SECRETARIA DO MEIO AMBIENTE

Secretário Ricardo de Aquino Salles

CETESB – Companhia Ambiental do Estado de São Paulo

Diretor Presidente	Carlos Roberto dos Santos
Diretor de Gestão Corporativa - em exercício	Carlos Roberto dos Santos
Diretor de Controle e Licenciamento Ambiental	Geraldo do Amaral Filho
Diretora de Avaliação de Impacto Ambiental	Ana Cristina Pasini da Costa
Diretor de Engenharia e Qualidade Ambiental	Eduardo Luís Serpa

São Paulo
2017

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
Estagiária Marina Jardim dos Santos Lopes

Mapas e figuras

Geóg. Aparecida Cristina Camolez

Colaboradores

Departamento de Análises Ambientais

Farm. Bioq. Maria Inês Zanolli 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

Setor de Hidrologia e Interpretação de Dados

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, Fotelito e Impressão

CETESB – Companhia Ambiental do Estado de São Paulo

Concluído em abril/2017

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

A divulgação e transparência das informações sempre foi uma preocupação da CETESB, no sentido de aprimorar a comunicação entre o Estado e a sociedade. Desta forma, há mais de 40 anos, são publicados anualmente 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.

Estes relatórios visam sintetizar os resultados obtidos pelas redes de monitoramento da CETESB e apresentam entre outras informações: dados de medição, comparações com os valores legais, principais tendências de comportamento dos poluentes, permitindo um diagnóstico ambiental amplo de forma a orientar e subsidiar o aprimoramento dos programas de controle ambiental e o planejamento e gestão do meio ambiente no Estado.

Este trabalho só é possível graças a equipes multidisciplinares dedicadas, experientes e coordenadas para efetuar os trabalhos que vão desde o planejamento das redes de avaliação e coleta de amostras até a divulgação e interpretação dos resultados.

Apesar da situação econômica vivida em 2016, a rede de monitoramento da CETESB, dada a sua importância para o diagnóstico ambiental do Estado e o esforço efetuado pela Companhia, continuou se expandindo.

Neste sentido, houve em 2016 o início de operação de duas estações de monitoramento automático da qualidade do ar: uma no Pico do Jaraguá, na RMSP e outra em Limeira e de duas estações manuais: uma no Guarujá e outra em Franca. A rede de monitoramento da qualidade do ar contou com 60 estações automáticas e 31 pontos de monitoramento manual no Estado de São Paulo.

Já a rede básica de água doce contou com um aumento de 24 pontos de amostragem, totalizando, em 2016, 449 pontos de amostragem distribuídos pelos principais rios e reservatórios, enquanto que a rede de águas costeiras foi constituída por 62 pontos em estuários e no Oceano Atlântico. Foram operadas 13 estações de monitoramento automático da qualidade das águas, entrando em operação no final de 2016 a estação localizada no rio Paraíba do Sul, no município de Queluz.

Foram emitidos 94 boletins em 2016 informando a população sobre as condições de balneabilidade das 149 praias do litoral paulista monitoradas em 165 pontos distribuídos pelos 15 municípios que constituem a costa do litoral paulista.

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

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	26
Tabela 1.5 – Crescimento populacional no período entre 2007 e 2016	29
Tabela 1.6 – Proporção da população dos municípios litorâneos em relação às UGRHIs	30
Tabela 1.7 – Estações de tratamento de esgoto e Estações de pré-condicionamento no litoral	32
Tabela 2.1 – Variáveis determinadas na água	36
Tabela 2.2 – Variáveis determinadas no sedimento	37
Tabela 2.3 – Valores de referência para concentrações de nutrientes nos sedimentos	38
Tabela 2.4 – Valores e classificação para cada faixa do IQAC	40
Tabela 2.5 – Parâmetros que compõem o IQAC	40
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 et al. 1999)	41
Tabela 2.7 – Classes de níveis tróficos baseada nas concentrações de clorofila <i>a</i> , nitrogênio e fósforo, para ambientes estuarinos, proposta por Bricker et al. (2003)	42
Tabela 2.8 – Faixas de concentração de contaminantes químicos para classificação de sedimentos	43
Tabela 2.9 – Classificação das amostras de acordo com os resultados ecotoxicológicos	44
Tabela 2.10 – Pontos de monitoramento das águas salinas e salobras por município	46
Tabela 2.11 – Sub Grupos das Áreas de monitoramento	47
Tabela 2.12 – Locais de amostragem	49
Tabela 2.13 – Coordenadas dos pontos	52
Tabela 3.1 – Classificação dos pontos monitorados na Rede Costeira e média das áreas de acordo com o IQAC – 2016 (sem COT)	66
Tabela 3.2 – Classificação dos pontos monitorados de acordo com o Índice de Estado Trófico Costeiro (IETC) – primeira e segunda campanhas de 2016	67
Tabela 3.3 – Qualidade dos sedimentos nas áreas costeiras monitoradas em 2016 de acordo com as substâncias químicas	68
Tabela 3.4 – Qualidade ecotoxicológica dos sedimentos em 2016	69
Tabela 3.5 – Classificação dos pontos monitorados na Rede Costeira de acordo com o critério microbiológico – primeira e segunda campanhas de 2016	70
Tabela 3.6 – Médias, valores mínimos e máximos e porcentagem de não conformidades (NC) dos resultados de qualidade de água de Picinguaba	71
Tabela 3.7 – Médias, valores mínimos e máximos e porcentagem de não conformidades (NC) dos resultados de qualidade de sedimento de Picinguaba	72
Tabela 3.8 – Médias, valores mínimos e máximos e porcentagem de não conformidades (NC) dos resultados de qualidade de água da Baía de Itaguá	73
Tabela 3.9 – Médias, valores mínimos e máximos e porcentagem de não conformidades (NC) dos resultados de qualidade de sedimento da Baía de Itaguá	74
Tabela 3.10 – Médias, valores mínimos e máximos e porcentagem de não conformidades (NC) dos resultados de qualidade de água do Saco da Ribeira	75
Tabela 3.11 – Médias, valores mínimos e máximos e porcentagem de não conformidades (NC) dos resultados de qualidade de sedimento do Saco da Ribeira	76
Tabela 3.12 – Médias, valores mínimos e máximos e porcentagem de não conformidades (NC) dos resultados de qualidade de água de Tabatinga	77
Tabela 3.13 – Médias, valores mínimos e máximos e porcentagem de não conformidades (NC) dos resultados de qualidade de sedimento de Tabatinga	78
Tabela 3.14 – Médias, valores mínimos e máximos e porcentagem de não conformidades (NC) dos resultados de qualidade de água de Cocanha	79
Tabela 3.15 – Médias, valores mínimos e máximos e porcentagem de não conformidades (NC) dos resultados de qualidade de sedimento de Cocanha	80
Tabela 3.16 – Médias, valores mínimos e máximos e porcentagem de não conformidades (NC) dos resultados de qualidade de água da Baía de Caraguatatuba	81
Tabela 3.17 – Médias, valores mínimos e máximos e porcentagem de não conformidades (NC) dos resultados de qualidade de sedimento da Baía de Caraguatatuba	82
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	83
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	84

Tabela 3.20 – Médias, valores mínimos e máximos e porcentagem de não conformidades (NC) dos resultados de qualidade de água de Barra do Una.....	85
Tabela 3.21 – Médias, valores mínimos e máximos e porcentagem de não conformidades (NC) dos resultados de qualidade de sedimento da Barra do Una.....	86
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.....	87
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.....	88
Tabela 3.24 – Médias, valores mínimos e máximos e porcentagem de não conformidades (NC) dos resultados de qualidade de água do Canal de Bertioga.....	89
Tabela 3.25 – Médias, valores mínimos e máximos e porcentagem de não conformidades (NC) dos resultados de qualidade de sedimento do Canal de Bertioga.....	91
Tabela 3.26 – Médias, valores mínimos e máximos e porcentagem de não conformidades (NC) dos resultados de qualidade de água do Canal de Piaçaguera...	92
Tabela 3.27 – Médias, valores mínimos e máximos e porcentagem de não conformidades (NC) dos resultados de qualidade de sedimento do Canal de Piaçaguera.....	94
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.....	95
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.....	96
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.....	97
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.....	99
Tabela 3.32 – Médias, valores mínimos e máximos e porcentagem de não conformidades (NC) dos resultados de qualidade de água do Canal de Santos.....	100
Tabela 3.33 – Médias, valores mínimos e máximos e porcentagem de não conformidades (NC) dos resultados de qualidade de sedimento do Canal de Santos.....	101
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.....	102
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.....	103
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.....	104
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.....	105
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.....	106
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.....	107
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.....	108
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.....	109
Tabela 3.42 – Médias, valores mínimos e máximos e porcentagem de não conformidades (NC) dos resultados de qualidade de água do Mar Pequeno.....	110
Tabela 3.43 – Médias, valores mínimos e máximos e porcentagem de não conformidades (NC) dos resultados de qualidade de sedimento do Mar Pequeno....	111
Tabela 3.44 – Médias, valores mínimos e máximos e porcentagem de não conformidades (NC) dos resultados de qualidade de água do Mar de Cananéia.....	112
Tabela 3.45 – Médias, valores mínimos e máximos e porcentagem de não conformidades (NC) dos resultados de qualidade de sedimento do Mar de Cananéia.....	113
Tabela 3.46 – Resultados de Granulometria das 20 áreas por ponto, nos dois semestres de 2016.....	114
Tabela 3.47 – Coordenadas dos pontos de amostragem.....	116
Tabela 3.48 – Resultados de qualidade das amostras de água e sedimentos do Canal de Piaçaguera - outubro de 2016.....	117
Tabela 4.1 – Concentração média anual da clorofila <i>a</i> e as tendências da qualidade das águas de acordo com o IETC entre 2012 e 2016.....	131
Tabela 4.2 – Classificação da qualidade do sedimento costeiro, de acordo com os ensaios ecotoxicológicos realizados em 2016 com <i>Grandierella bonnieroides</i>	137
Tabela 4.3 – Distribuição do número de amostras analisadas e porcentagem das que apresentaram efeito tóxico nos ensaios ecotoxicológicos crônico e agudo nos últimos cinco anos (NT = Não tóxico; T = Tóxico).....	138
Tabela 4.4 – Classificação ecotoxicológica dos sedimentos costeiros entre de 2012 e 2016.....	138
Tabela 4.5 – Percentual de pontos amostrais nas três grandes regiões costeiras que não apresentaram toxicidade nos ensaios com sedimento entre 2012 e 2016..	139
Tabela 5.1 – Distribuição das ocorrências atendidas pela CETESB, por atividade, nos diferentes municípios do Litoral de São Paulo.....	154
Tabela 5.2 – Mortandade de peixes ocorridas em 2016 na região costeira do Estado de São Paulo.....	158
Tabela 6.1 – Resultado da análise quantitativa de Fitoplâncton da amostra na Ponta Praia, no município de Santos, em 27/6/2016.....	163
Tabela 6.2 – Concentração de <i>Dinophysis acuminata</i> (org./L) das amostras concentradas para análise quantitativa com ênfase na contagem dessa espécie, de praias do litoral de São Paulo.....	164

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1.1 – Médias pluviométricas mensais históricas (Fonte: DAEE e CIAGRO).....	27
Gráfico 1.2 – Médias de chuva por municípios, de acordo com a época do ano (Fonte: DAEE e CIAGRO)	27
Gráfico 1.3 – Aumento populacional baseado nas contagens populacionais oficiais de 2007 e 2016.....	29
Gráfico 1.4 – Intensidades de chuva mensais e anuais na UGRHI 3 – Litoral Norte em 2016	30
Gráfico 1.5 – Intensidades de chuva mensais e anuais na UGRHI 7 – Baixada Santista em 2016	31
Gráfico 1.6 – Intensidades de chuva mensais e anuais na UGRHI 11 – Ribeira de Iguape/Litoral Sul em 2016.....	31
Gráfico 4.1 – Distribuição Percentual da classificação das áreas pelo IQAC médio em 2016	121
Gráfico 4.2 – Classificação das áreas pelo IQAC médio em 2016	121
Gráfico 4.3 – Evolução da proporção do IQAC dos pontos de 2013 a 2016.....	123
Gráfico 4.4 – Porcentagem de áreas avaliadas que apresentaram não conformidade por variável em 2016	124
Gráfico 4.5 – Porcentagem de amostras não conformes por variável em 2016 na Rede costeira (A), Águas Salobras (B) e Águas Salinas (C)	125
Gráfico 4.6 – Média das concentrações de oxigênio dissolvido nas amostras de água das áreas da rede costeira em 2016 e padrões de qualidade para água salobras e águas salinas	126
Gráfico 4.7 – Média das concentrações de fósforo total (mg/L) nas amostras de água das áreas da rede costeira em 2016 e padrões de qualidade para água salobras e águas salinas	127
Gráfico 4.8 – Média das concentrações de clorofila <i>a</i> (µg/L) nas amostras de água das áreas da rede costeira em 2016 e padrões de qualidade para água salobras e águas salinas	127
Gráfico 4.9 – Média das concentrações de nitrogênio amoniacal (mg/L) nas amostras de água das áreas da rede costeira em 2016 e padrões de qualidade para água salobras e águas salinas	128
Gráfico 4.10 – Porcentagem por classes de Estado Trófico nas amostras de superfície e meio da coluna d'água, 1ª e 2ª campanha de 2016	129
Gráfico 4.11 – Evolução da Distribuição do IETC – 2012 a 2016	130
Gráfico 4.12 – Média geométrica das concentrações de coliformes termotolerantes (UFC/100 mL) - 1ª e 2ª campanha de 2016	132
Gráfico 4.13 – Média geométrica das concentrações de enterococos (UFC/100 mL) - 1ª e 2ª campanha de 2016	132
Gráfico 4.14 – Porcentagens de amostras de sedimento nas diferentes classes de qualidade química no Litoral Paulista em 2016	133
Gráfico 4.15 – Porcentagem de amostras de sedimentos com compostos de HPAs no Litoral Paulista em 2016.....	134
Gráfico 4.16 – Ocorrência de Metais no Litoral Paulista em 2016	134
Gráfico 4.17 – Concentração de COT (%) dos sedimentos nas áreas da rede de monitoramento costeiro (média dos três pontos) em 2016 e padrões de qualidade para água salobras e águas salinas	135
Gráfico 4.18 – Distribuição das concentrações de nitrogênio Kjeldahl total no Litoral Paulista em 2016	135
Gráfico 4.19 – Concentração média de nitrogênio Kjeldahl total (mg/kg) dos sedimentos nas áreas da rede de monitoramento costeiro em 2016 e padrões de qualidade para água salobras e águas salinas	136
Gráfico 4.20 – Concentração média de fósforo total (mg/kg) dos sedimentos nas áreas da rede de monitoramento costeiro em 2016 e padrões de qualidade para água salobras e águas salinas	136
Gráfico 4.21 – Médias das concentrações de <i>Clostridium perfringens</i> (NMP/100g) nos sedimentos costeiros em 2016	140
Gráfico 4.22 – Médias das concentrações de coliformes termotolerantes (NMP/100g) nos sedimentos em 2016	141
Gráfico 4.23 – Porcentagem de amostras em cada classe de qualidade microbiológica de acordo com concentração de bactéria fecal nos sedimentos em 2016	141
Gráfico 6.1 – Resultado das análises das amostras concentradas e das análises quantitativas com ênfase na contagem de <i>Dinophysis acuminata</i> (org./L) de praias do litoral de São Paulo.....	165

LISTA DE QUADROS

Quadro 4.1 – Evolução do IQAC das áreas entre 2011 e 2016	122
Quadro 4.2 – Siglas das áreas avaliadas	126
Quadro 6.1 – Registros de florações no Estado de São Paulo.....	159

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	18
Figura 1.3 – Plataforma continental brasileira	19
Figura 1.4 – Classificação das águas	24
Figura 2.1 – Fatores que influenciam a qualidade das águas costeiras.....	36
Figura 2.2 – Modelo conceitual do índice	39
Figura 2.3 – Resultados dos quartis 25%, 50% e 75% para clorofila <i>a</i> , ambiente marinho (superfície, meio e fundo).....	41
Figura 2.4 – Proposta de classificação do ambiente marinho com base nas concentrações de clorofila <i>a</i>	41
Figura 2.5 – Resultados dos quartis 25%, 50% e 75% para clorofila <i>a</i> , ambiente estuarino (superfície e meio)	42
Figura 2.6 – Proposta de classificação do ambiente estuarino com base nas concentrações de clorofila <i>a</i>	42
Figura 2.7 – Classificação para os parâmetros microbiológicos	45
Figura 2.8 – Localização dos pontos de amostragem da rede costeira (continua).....	60
Figura 4.1 – Localização dos pontos de amostragem.....	116
Figura 5.1 – Emergências atendidas pela CETESB no período de janeiro de 1978 a dezembro de 2016, por região (região metropolitana, interior e litoral)	152
Figura 5.2 – Emergências químicas atendidas pela CETESB no ano de 2016, distribuídas por região (região metropolitana, interior e litoral).....	152
Figura 5.3 – Emergências químicas atendidas pela CETESB no ano de 2016, distribuídas por atividade.....	153
Figura 5.4 – Lançamento de água sobre as pilhas de contêineres.....	155
Figura 5.5 – Combate ao incêndio de um contêiner no interior de uma bacia de contenção	155
Figura 5.6 – Representação dos três pontos de coleta de água realizados no estuário	156
Figura 6.1 – Pontos de coleta para análise de fitoplâncton, para acompanhamento da floração de microalgas no Litoral Norte.....	161
Figura 6.2 – Pontos de coleta para análise de fitoplâncton, para acompanhamento da floração de microalgas na Baixada Santista	162
Figura 6.3 – Pontos de coleta para análise de fitoplâncton, para acompanhamento da floração de microalgas no Litoral Sul.....	162
Figura X – Modelo conceitual do índice.....	175

LISTA DE FOTOS

Fotos 6.1 e 6.2 – Amostragem na mancha da Ponta da Praia - Santos.....	160
Fotos 6.3 e 6.4 – <i>Noctiluca sp</i> (Fotos: Denise Amazonas Pires e Maria do Carmo Carvalho)	163
Fotos 6.5 e 6.6 – <i>Dinophysis acuminata</i> (Fotos: Denise Amazonas Pires e Maria do Carmo Carvalho).....	164

LISTA DE MAPAS

Mapa 1.1 – Municípios do Litoral Paulista.....	25
Mapa 1.2 – Mapa de percentual de coleta de esgoto no Litoral Paulista – 2016.....	34
Mapa 2.1 – Áreas do monitoramento da rede costeira no Litoral Norte.....	47
Mapa 2.2 – Áreas do monitoramento da rede costeira na Baixada Santista.....	48
Mapa 2.3 – Áreas do monitoramento da rede costeira no Litoral Sul.....	48
Mapa 4.1 – Índice de Qualidade de Água Costeira 2016 – Litoral Norte (norte).....	142
Mapa 4.2 – Índice de Qualidade de Água Costeira 2016 – Litoral Norte (sul).....	143
Mapa 4.3 – Índice de Qualidade de Água Costeira 2016 – Baixada Santista (região norte).....	144
Mapa 4.4 – Índice de Qualidade de Água Costeira 2016 – Baixada Santista (região sul).....	145
Mapa 4.5 – Índice de Qualidade de Água Costeira 2016 – Litoral Sul.....	146
Mapa 4.6 – Avaliação da qualidade dos sedimentos 2016 – Litoral Norte.....	147
Mapa 4.7 – Avaliação da qualidade dos sedimentos 2016 – Baixada Santista (região norte).....	148
Mapa 4.8 – Avaliação da qualidade dos sedimentos 2016 – Baixada Santista (região sul).....	149
Mapa 4.9 – Avaliação da qualidade dos sedimentos 2016 – Litoral Sul.....	150

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



CETESB



Sumário

1	As Águas Costeiras do Estado de São Paulo	15
1.1	Legislação pertinente.....	15
1.1.1	Convenção das Nações Unidas sobre o Direito do Mar (CNDUM) - 10/12/1982	16
1.1.2	Lei 8.617, de 4 de janeiro de 1993 – regulamenta a Convenção da ONU	17
1.1.3	Lei 7.661, de 16 de maio 1988 (BRASIL, 1988) - Plano Nacional de Gerenciamento Costeiro (PNGC)	19
1.1.4	Decreto 5.300/04 (BRASIL, 2004) - Regulamentação do Plano Nacional de Gerenciamento Costeiro.....	20
1.1.5	Lei 10.019/98 (SÃO PAULO, 1998) - Plano Estadual de Gerenciamento Costeiro (PEGC)	21
1.1.6	APAs Marinhas.....	22
1.1.7	Maricultura	22
1.1.8	Qualidade da Água	23
1.2	Características da Zona Costeira do Estado de São Paulo	25
1.2.1	Aspectos climáticos e físicos	25
1.2.2	Aspectos Demográficos e Econômicos.....	28
1.2.3	Balço hídrico nas UGRHs do litoral	30
1.2.4	Aspectos de saneamento nos municípios litorâneos.....	32
2	Metodologia e Rede Costeira	35
2.1	Metodologia	35
2.1.1	Distribuição Espacial e Temporal do monitoramento.....	35
2.1.2	Qualidade das águas.....	35
2.1.3	Qualidade dos sedimentos.....	37
2.1.3.1	Crítérios de Qualidade para Sedimentos	38
2.2	Índices de Qualidade de Água	38
2.2.1	Índice de qualidade de águas costeiras (IQAC).....	38
2.2.2	Índice de estado trófico costeiro (IETC).....	40
2.3	Índices de qualidade de sedimento	43
2.3.1	Índices de qualidade química de sedimento.....	43
2.3.2	Índice de Qualidade Ecotoxicológica do Sedimento	44
2.3.3	Índice de qualidade microbiológica de sedimento costeiro (IQMSC)	44
2.4	Rede Costeira	45
3	Qualidade das Águas Salinas e Salobras e Sedimentos: Índices e Resultados.....	65
3.1	IQAC - Índice de Qualidade de Águas Costeiras	65
3.2	IETC - Índice de Estado Trófico	67
3.3	Índices de qualidade dos sedimentos	68
3.4	Avaliação da qualidade ambiental das áreas.....	71
3.4.1	Picinguaba.....	71
3.4.2	Baía de Itaguá.....	73
3.4.3	Saco da Ribeira	75
3.4.4	Tabatinga.....	77
3.4.5	Cocanha	79
3.4.6	Baía de Caraguatatuba.....	81
3.4.7	Canal de São Sebastião	83
3.4.8	Barra do Una.....	85
3.4.9	Área de influência do Rio Itaguapé.....	87



3.4.10 Canal de Bertioiga.....	89
3.4.11 Canal de Piaçaguera.....	92
3.4.12 Área de influência do Emissário do Guarujá	95
3.4.13 Área de influência do Emissário de Santos	97
3.4.14 Canal de Santos	100
3.4.15 Canal de São Vicente.....	102
3.4.16 Área de influência do emissário submarino da Praia Grande 1.....	104
3.4.17 Área de Influência do Rio Itanhaém	106
3.4.18 Área de Influência Rio Preto (Peruíbe).....	108
3.4.19 Mar Pequeno	110
3.4.20 Mar de Cananeia.....	112
3.4.21 Granulometria	114
3.5 Estudo Adicional no Canal de Piaçaguera	116
3.6 Considerações.....	119
4 Síntese da Qualidade das Águas Costeiras no Estado de São Paulo	121
4.1 Qualidade das Águas	121
4.1.1 Índice de qualidade de águas costeiras – IQAC	121
4.1.2 Atendimento aos padrões de qualidade de água.....	123
4.1.3 Índice de Estado Trófico Costeiro - IETC	128
4.1.4. Qualidade microbiológica	132
4.2 Qualidade dos Sedimentos	133
4.2.2. Avaliação ecotoxicológica dos sedimentos	137
4.2.3. Qualidade microbiológica dos sedimentos.....	139
5 Emergências Químicas em Águas Costeiras.....	151
5.1 Panorama das principais ocorrências no litoral paulista	151
5.2 Casos mais relevantes ocorridos em 2016.....	155
5.3 Conclusão.....	158
5.4 Mortandade de peixe na região costeira	158
6 Florações de Microalgas Nocivas.....	159
6.1 Introdução	159
6.2 Floração de 2016	160
6.3 Metodologia	161
6.3.1 Amostragem	161
6.3.2 Metodologia analítica.....	163
6.4 Resultados	163
6.5 Medidas e ações conjuntas com outros órgãos.....	165
6.6 Conclusões e recomendações	166
7 Conclusões Gerais.....	167
Referências	169
Anexos	175
Anexo 1 – Índice de Qualidade de Água – CCME Canadá	175



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 **62 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 o artigo 225 da Constituição Federal de 1988 (BRASIL, 1988), 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 (CNDUM) - 10/12/1982

Assinada em 10/02/1982, esta convenção internacional (ONU, 1982), 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

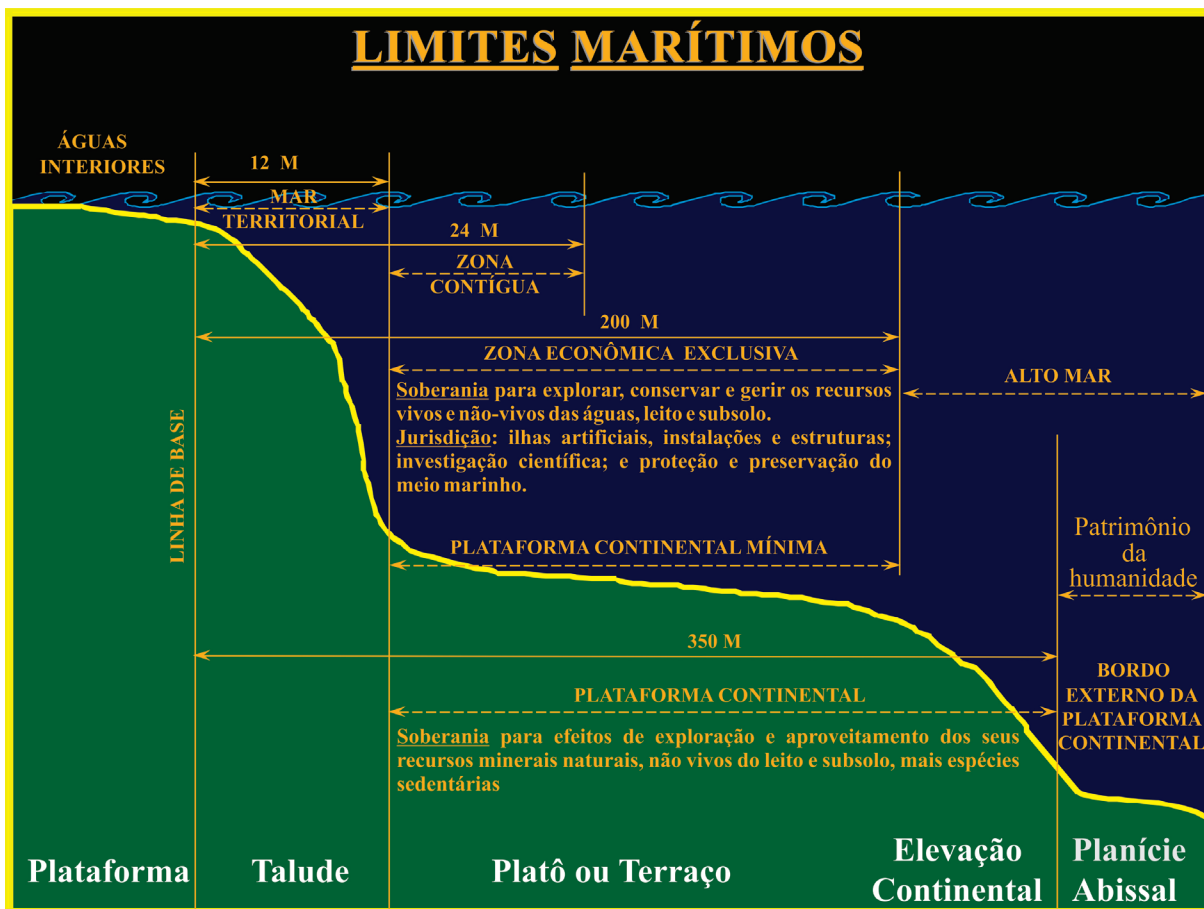
Tabela 1.1 – Características das cinco zonas oceânicas definidas pela CNUDM

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 Continental¹	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.

¹ 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.

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).

Figura 1.1 – Limites estabelecidos pela Convenção das Nações Unidas sobre o Direito do Mar



Fonte: https://www.mar.mil.br/dhn/dhn/quadros/ass_leplac_amazul.html

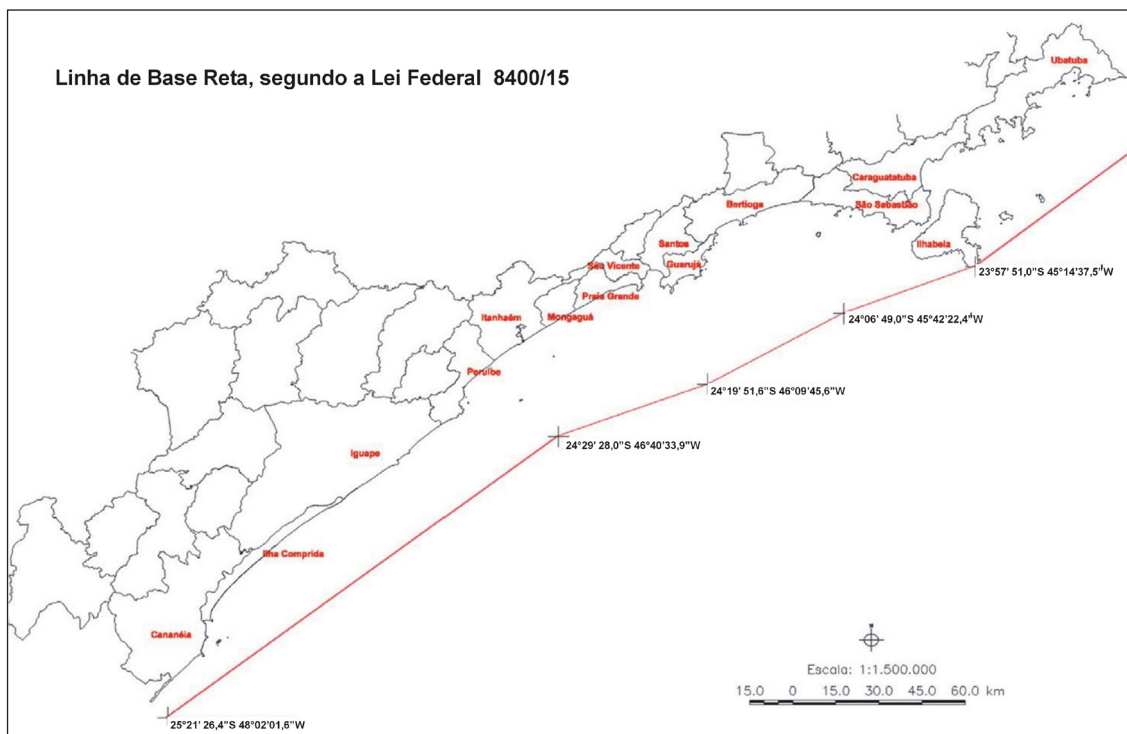
1.1.2 Lei 8.617, de 4 de janeiro de 1993 – regulamenta a Convenção da ONU

Esta lei (BRASIL, 1993), 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 8.400/15 (BRASIL, 2015), determinou as coordenadas geográficas para a delimitação da linha de base reta (revogando o Decreto 4983/04 (BRASIL, 2004)) (Figura 1.2).

Figura 1.2 – Linha de base reta no litoral de São Paulo



Sobre a Zona Econômica Exclusiva, é determinado:

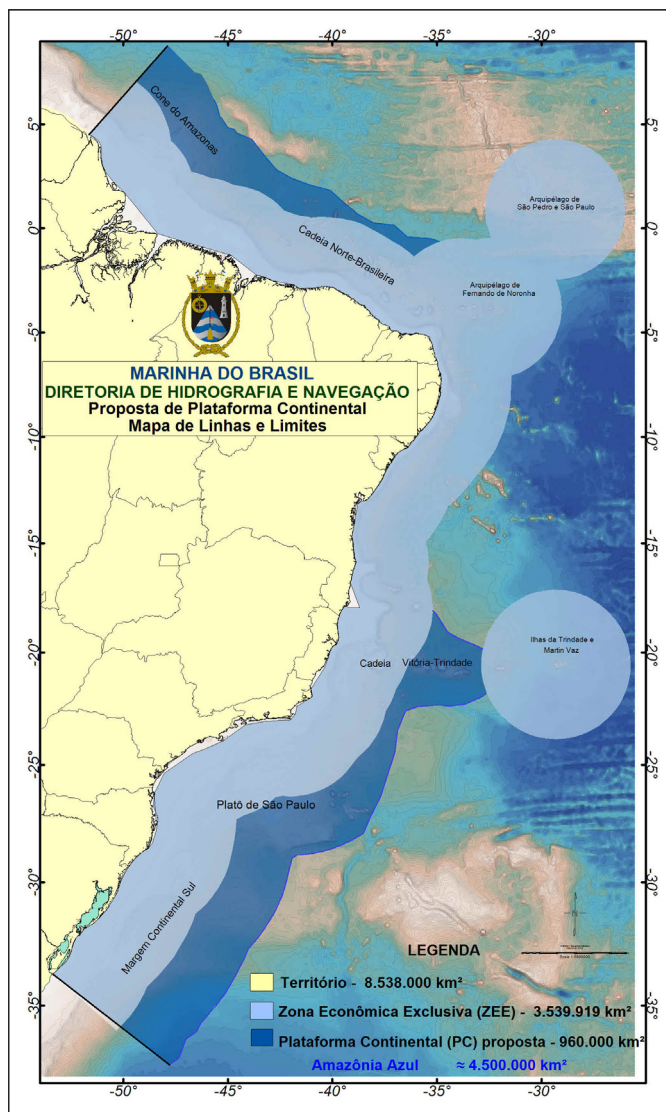
Art. 6º - A zona econômica exclusiva brasileira compreende uma faixa que se estende das doze às duzentas milhas marítimas, contadas a partir das linhas de base que servem para medir a largura do mar territorial.

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 8617/93 (BRASIL, 1993) 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 7.661, de 16 de maio 1988 (BRASIL, 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, parcéis 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 5.300/04 (BRASIL, 2004) - 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 (BRASIL, 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 21 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 24 ao 27 estabelecem as formas de gestão e classes para os diferentes usos da orla.

1.1.5 Lei 10.019/98 (SÃO PAULO, 1998) - 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) (SÃO PAULO, 2013) 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 dispõe sobre o Zoneamento Ecológico-Econômico do Litoral Norte. Em 2013, foi aprovado o **Decreto Estadual nº 58.996/2013**, que dispõe 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.

1.1.6 APAs Marinhas

Em 2008 foram criadas pelo governo estadual três Áreas de Proteção Ambiental – APAs Marinhas (SÃO PAULO, 2008). 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/>

1.1.7 Maricultura

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

No nível estadual há o Decreto 62.243 de 1° de novembro de 2016 (SÃO PAULO, 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 5º	Licenciamento Simplificado Artigo 8º
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
II - piscicultura em tanques revestidos	somatória de volume inferior a 1.000 m ³	somatória de volume igual ou superior a 1.000 m ³ e inferior a 5.000 m ³
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 5 ha (cinco hectares) e inferior a 50 ha (cinquenta hectares)
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 5 ha (cinco hectares) e inferior a 50 ha (cinquenta hectares);
V - piscicultura em tanques-rede federais, represas rurais e cavas exauridas de mineração);	somatória de volume seja inferior a 1.000 m ³ , em águas públicas estaduais	somatória de volume igual ou superior a 1.000 m ³ e inferior a 5.000 m ³ (cinco mil metros cúbicos), 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
VII - ranicultura:	que ocupe área inferior a 400 m ²	que ocupe área maior ou igual a 400 m ² ou inferior a 1.200 m ²
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
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
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

*DCAA: Declaração de Conformidade da Atividade de Aquicultura

1.1.8 Qualidade da Água

A qualidade das águas costeiras é regida principalmente por dois instrumentos legais: a **Resolução CONAMA 357/05** (BRASIL, 2005), que define as classes de água, seus usos e padrões de qualidade para os principais poluentes e a **Resolução CONAMA 274/00** (BRASIL, 2000), que trata especificamente sobre a balneabilidade.

Resolução CONAMA 357/05

A Resolução CONAMA 357/05 é o resultado do processo de revisão da Resolução CONAMA 20/86 iniciado em 2002, e que foi concluído em março de 2005. A publicação da Resolução 357/05 trouxe ganhos importantes em termos técnicos e institucionais para gestão dos recursos hídricos e para o controle da poluição.

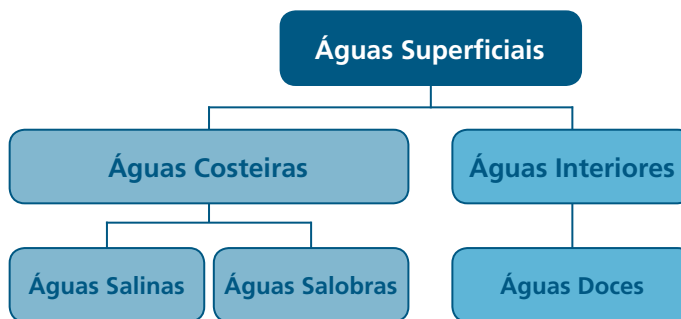
No que se referem às águas costeiras que englobam as águas salinas e salobras, os avanços foram, principalmente: a inclusão de padrões para os nutrientes, que permite a identificação de condições de eutrofização do ambiente; e o estabelecimento de quatro categorias de classes de qualidade de água (Especial, 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) a recreação de contato primário, conforme Res. CONAMA 274/00 (BRASIL, 2000);
- 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 a:

- 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 (BRASIL, 2000):

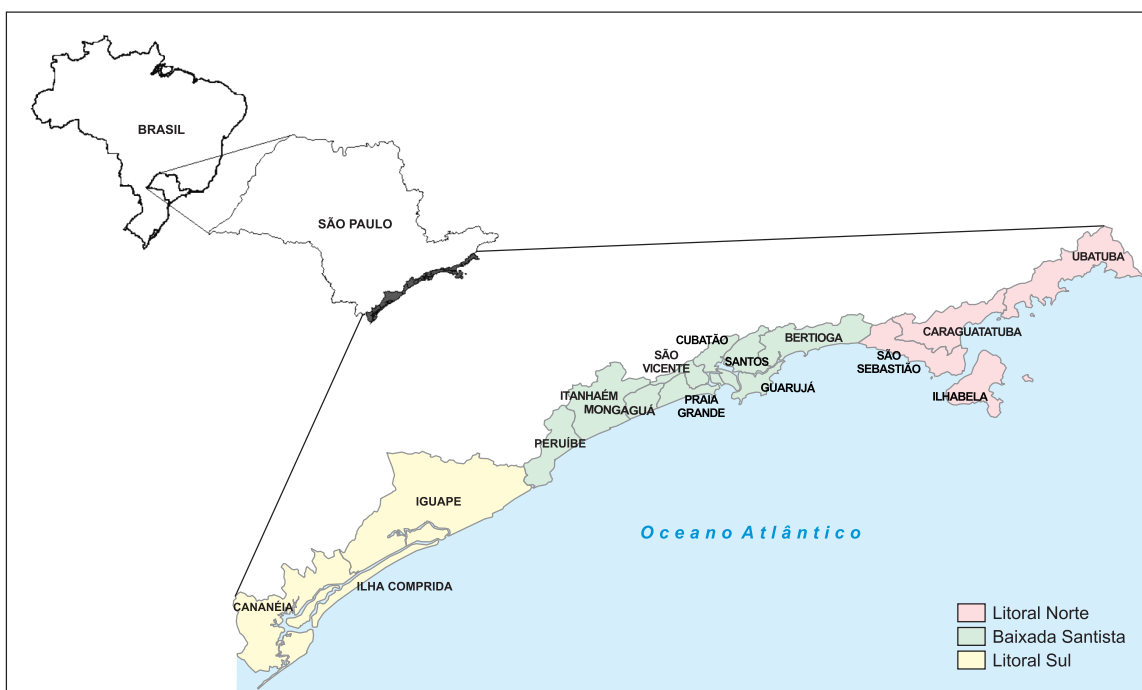
Art. 42. Enquanto não aprovados os respectivos enquadramentos, as águas doces serão consideradas classe 2, as salinas e salobras classe 1, exceto se as condições de qualidade atuais forem melhores, o que determinará a aplicação da classe mais rigorosa correspondente.

1.2 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



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 (novembro a março/abril) 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.

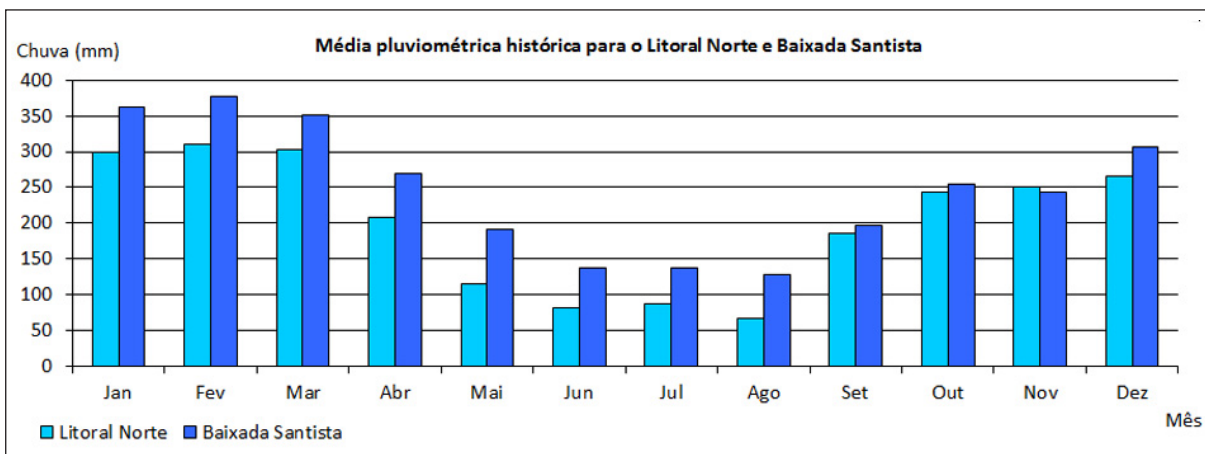
Tabela 1.4 – Área e extensão da linha de costa dos municípios litorâneos

Município	Área (km ²)	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 Gráfico 1.1 mostra as médias pluviométricas mensais históricas¹ 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.

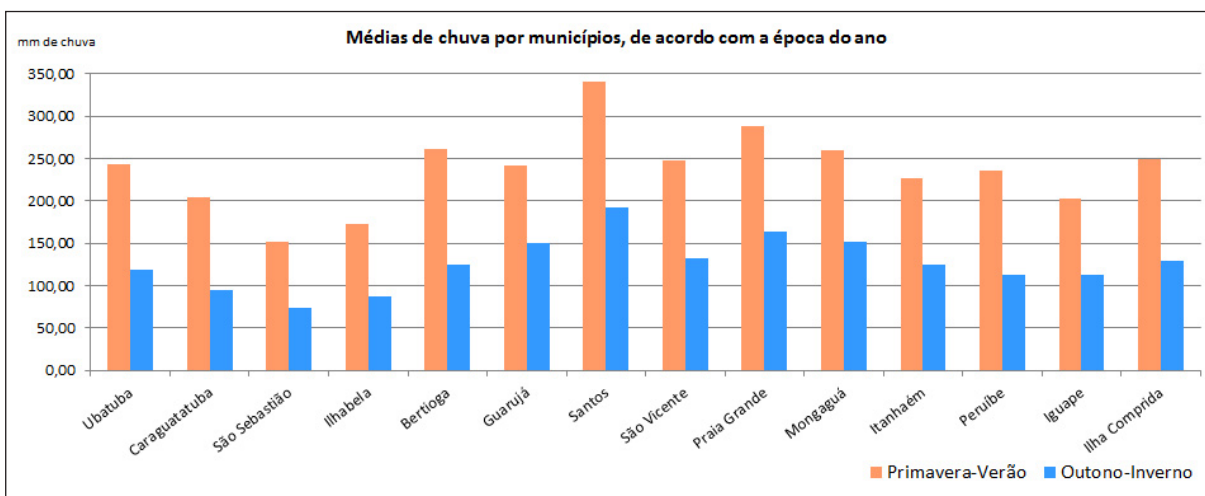
1 O cálculo da média histórica foi feito a partir de dados pluviométricos adquiridos desde a década de 1930 até o ano 2000, com um mínimo de 30 anos de dados utilizados para cada município, exceção feita ao município de Praia Grande, com 18 anos de dados.

Gráfico 1.1 – Médias pluviométricas mensais históricas (Fonte: DAEE e CIAGRO²)



O Gráfico 1.2 mostra a diferença no volume de chuva entre os meses de primavera-verão³ e outono-inverno⁴. 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.

Gráfico 1.2 – Médias de chuva por municípios, de acordo com a época do ano (Fonte: DAEE e CIAGRO⁵)



2 <http://www.sigrh.sp.gov.br/cgi-bin/bdhn.exe/plu>; <http://www.ciiagro.sp.gov.br/>
 3 Janeiro, fevereiro, março, outubro, novembro e dezembro.
 4 Abril, maio, junho, julho, agosto e setembro.
 5 <http://www.sigrh.sp.gov.br/cgi-bin/bdhn.exe/plu>; <http://www.ciiagro.sp.gov.br/>

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 terminal petrolífero "Almirante Barroso" da Petrobrás, e o Porto de São Sebastião, constituem uma referência na infraestrutura regional e estadual. Entre as atividades industriais destaca-se a exploração de minerais não metálicos. A pesca marinha é também importante como atividade comercial. (SÃO PAULO, 2012)

A Baixada Santista apesar de seu potencial turístico, tem sua economia classificada como industrial. Num território de 2.818 km², contemplando nove municípios que integram a Região Metropolitana da Baixada Santista (RMBS). A região abriga o Parque Industrial de Cubatão que concentra o mais importante complexo da indústria de base brasileira e o Complexo Portuário de Santos, o maior e mais importante da América do Sul. (SÃO PAULO, 2012)

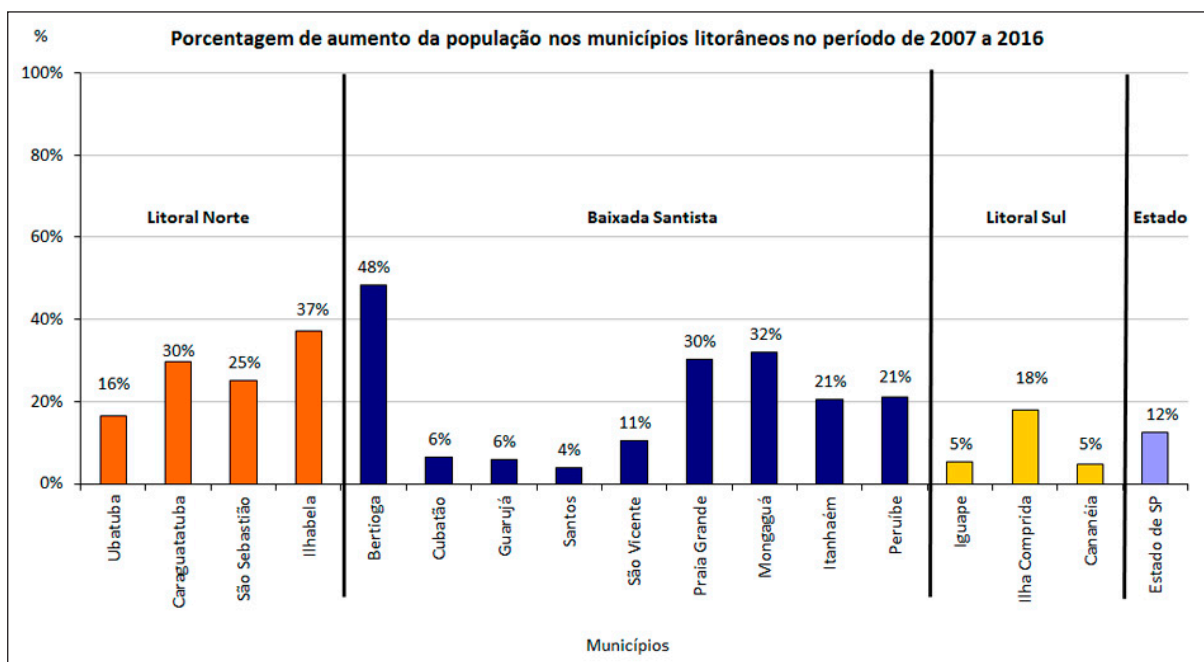
O Litoral Sul é composto por 23 municípios embora apenas três deles sejam costeiros. A região abriga o Complexo Estuarino-Lagunar de Iguape Cananéia, na foz do rio Ribeira de Iguape. Em sua economia notam-se atividades diversificadas. Na agricultura, predominam as culturas da banana e do chá além da 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. (SÃO PAULO, 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 censos⁶. Essa também é a população utilizada para as análises desse relatório.

Os dados populacionais divulgados mostram que no litoral de São Paulo 8 dos 16 municípios apresentam crescimento populacional superior ou igual à 20% no período entre 2007 e 2016. O Gráfico 1.3 mostra a porcentagem de aumento populacional dos municípios litorâneos, considerando as estimativas do IBGE. Os maiores crescimentos ocorreram nos municípios de Bertioga (48%), Ilhabela (37%) e Mongaguá (32%). O município com menor taxa de crescimento é Santos (4%), seguido por Iguape e Cananéia, ambos com 5%. Observa-se que os municípios do Guarujá, Cubatão, Santos e São Vicente crescem num ritmo inferior aos demais municípios litorâneos. Já os demais municípios apresentam características de atração populacional. A Tabela 1.5 apresenta a população dos municípios litorâneos em 2007, 2016 e a taxa de crescimento no período.

6 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 contagens populacionais oficiais de 2007 e 2016

Fonte: http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/populacao/estimativa2016/estimativa_tcu.shtm (consultado em 09/09/2016).

Tabela 1.5 – Crescimento populacional no período entre 2007 e 2016

	Município	Estimativa populacional		Aumento absoluto (nº habitantes)	Crescimento no período
		2007	2016		
Litoral Norte	Ubatuba	75.008	87.364	12.356	16%
	Caraguatatuba	88.815	115.071	26.256	30%
	São Sebastião	67.348	84.294	16.946	25%
	Ilhabela	23.886	32.782	8.896	37%
Baixada Santista	Bertioga	39.091	57.942	18.851	48%
	Cubatão	120.271	127.887	7.616	6%
	Guarujá	296.150	313.421	17.271	6%
	Santos	418.288	434.359	16.071	4%
	São Vicente	323.599	357.989	34.390	11%
	Praia Grande	233.806	304.705	70.899	30%
	Mongaguá	40.423	53.384	12.961	32%
	Itanhaém	80.778	97.439	16.661	21%
	Peruíbe	54.457	65.907	11.450	21%
Litoral Sul	Iguape	28.977	30.519	1.542	5%
	Ilha Comprida	8.875	10.476	1.601	18%
	Cananéia	12.039	12.606	567	5%
Estado de São Paulo		39.827.690	44.749.699	4.922.009	12%

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, e os três municípios do Litoral Sul que somam menos de 3%.

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

UGRHI	População	%
Litoral Norte	319.511	15,5
Baixada Santista	1.685.146	81,9
Litoral Sul ¹	53.601	2,6

¹ Iguape, Ilha Comprida e Cananéia

1.2.3 Balanço hídrico nas UGRHIs 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 UGRHIs da região. Os gráficos a seguir mostram a chuva anual e as chuvas mensais de 2016 comparadas à média histórica de 20 anos (1993-2015).

O Gráfico 1.4, com a intensidade de chuvas no Litoral Norte em 2015, mostra que com exceção de junho e agosto, todos os demais meses tiveram acumulados de chuva inferiores à média histórica, ocorreram chuvas abaixo da média histórica. O acumulado anual de chuva foi praticamente metade da média histórica para a região, configurando-se um ano mais seco em todo o Litoral Norte.

No Gráfico 1.5, sobre as chuvas da Baixada Santista, também ocorreram vários meses onde o acumulado de chuva ficou abaixo da média histórica, com destaque para os meses de abril, julho e dezembro. Já os meses de fevereiro, junho e outubro os acumulados ficaram acima da média histórica. O acumulado anual ficou mais de 600 mm abaixo da média histórica, configurando-se também um ano um pouco mais seco do que o normal para a região.

Gráfico 1.4 – Intensidades de chuva mensais e anuais na UGRHI 3 – Litoral Norte em 2016

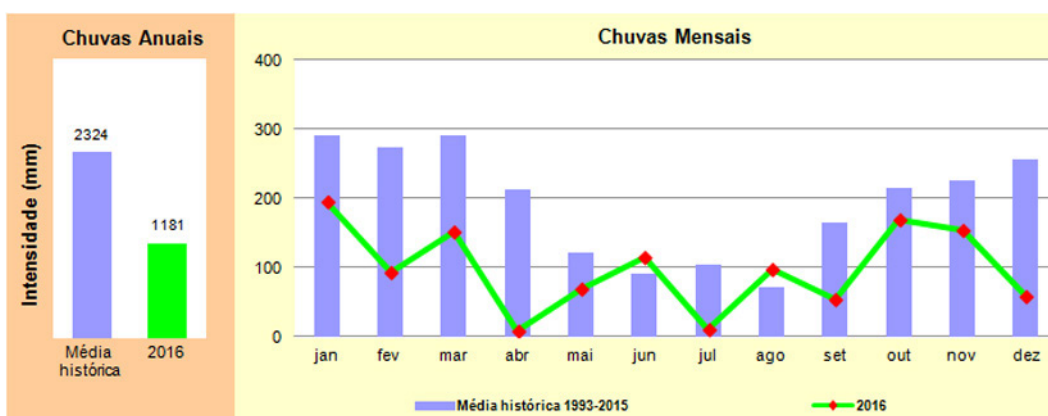
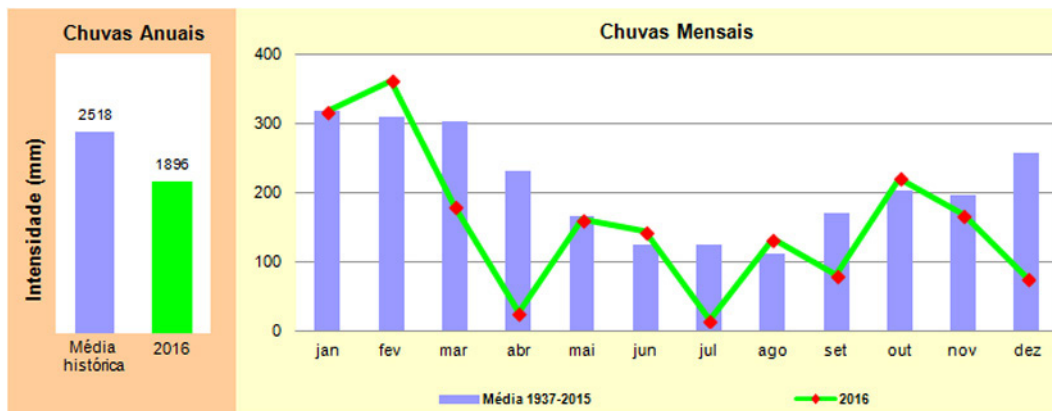
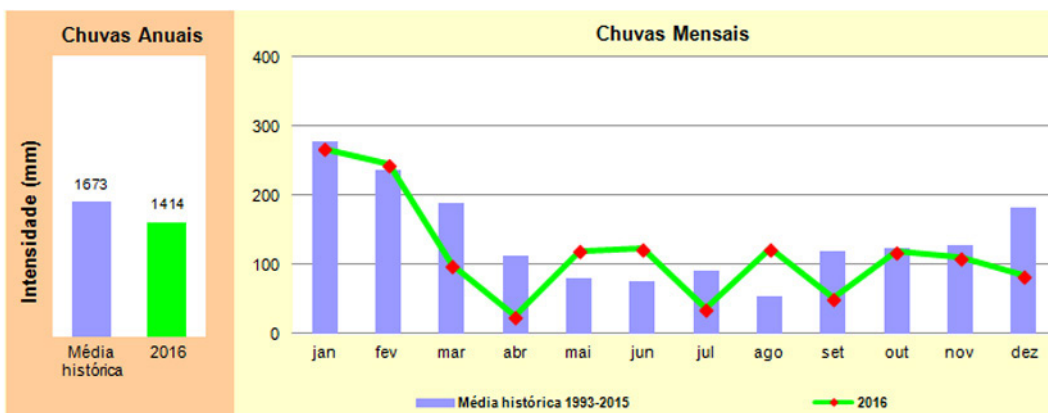


Gráfico 1.5 – Intensidades de chuva mensais e anuais na UGRHI 7 – Baixada Santista em 2016



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 vários meses também apresentaram acumulados menores que a média histórica, contudo, no cômputo anual, a diferença entre o acumulado e a média histórica foi pequena.

Gráfico 1.6 – Intensidades de chuva mensais e anuais na UGRHI 11 – Ribeira de Iguape/Litoral Sul em 2016



Analisando as três UGRHIs, nota-se que choveu em torno de 69% da média histórica. Nota-se também, que a maior redução ocorreu no Litoral Norte, (UGRHI 3), onde choveu a metade do que o esperado para o ano. Comparando-se com o ano de 2015, nota-se que o ano de 2016 foi mais seco. Essa chuva em menor escala pode influenciar nos resultados de algumas variáveis, uma vez que interfere no volume de água doce que aporta às águas costeiras, interferindo na concentração de alguns poluentes.

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

Com relação à população atendida por coleta de esgoto 10 municípios têm mais de 60% da população servida por rede de esgoto. No Litoral Norte esse índice fica em torno de 55% sendo que desses, 43% são tratados. Na Baixada Santista, 73% da população tem seu esgoto coletado e 15% tratado e no Litoral Sul, 63% é coletado e 63% é tratado. Nota-se que alguns municípios ainda apresentam insuficiência de infraestrutura em saneamento básico. Há ainda outras questões que devem ser consideradas no que se refere ao saneamento básico no litoral. Uma delas é o fato de que mesmo com a implantação das redes coletoras boa parte da população não faz a ligação. 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.

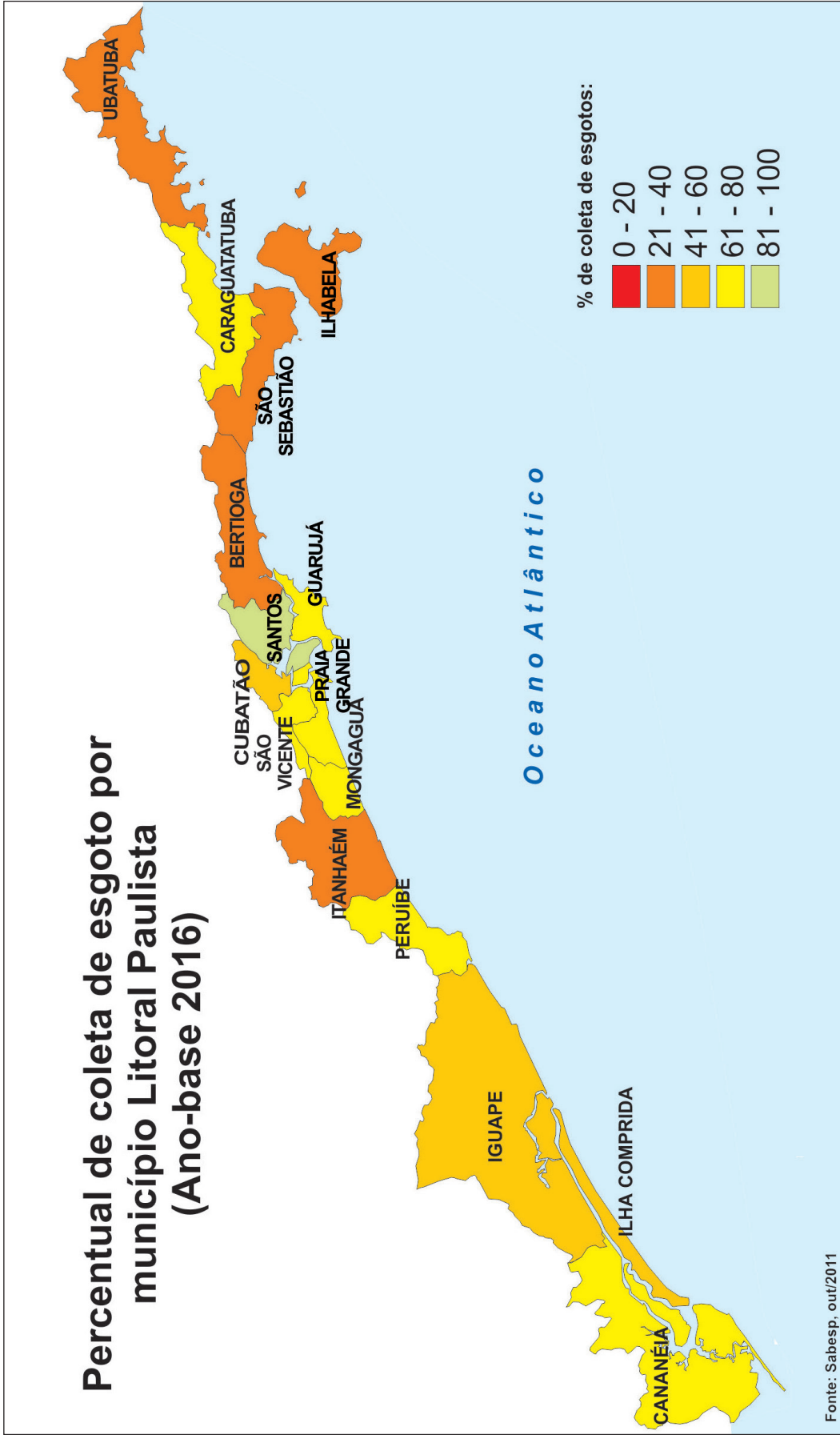
Outra informação importante é o Índice de Coleta e Tratabilidade de Esgotos da População Urbana de Municípios – ICTEM. Seu objetivo é obter uma medida entre a efetiva remoção da carga orgânica, em relação àquela, gerada pela população urbana (carga potencial), sem deixar, entretanto, de observar a importância 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, não existe tratamento prévio antes do lançamento no mar, realiza-se 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.

Os municípios com maiores ICTEM do litoral no ano de 2016 são Mongaguá (7,21) na Baixada Santista e, no Litoral Norte, Caraguatatuba (7,29). Por outro lado, o município de Ilhabela é o que possui o menor ICTEM do litoral paulista (1,04), resultado do pequeno percentual de coleta de esgotos e do tipo de destinação por meio de emissário submarino precedido de EPC. Na Baixada Santista, os municípios com menores ICTEM são Praia Grande e Santos, respectivamente, com 1,25 e 1,66.

A média de porcentagem de coleta de esgotos nos municípios litorâneos gira em torno de 55%, indo de 28% em Ilhabela e Itanhaém a 97% em Santos. No Mapa 1.2 é possível observar a distribuição dos percentuais de coleta de esgoto nos municípios litorâneos, bem como o ICTEM dos mesmos.

Mapa 1.2 – Mapa de percentual de coleta de esgoto no Litoral Paulista – 2016



2 Metodologia e Rede Costeira

2.1 Metodologia

2.1.1 Distribuição Espacial e Temporal do monitoramento

A seleção dos pontos de amostragem da rede de monitoramento das águas costeiras da CETESB priorizou local onde ocorrem usos específicos, para verificar se as águas apresentam qualidade necessária para a utilização pretendida ou se esses usos têm causado, de alguma forma, alteração na qualidade dessa água. Procurou-se, além disso, abranger todas as regiões da costa paulista.

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.

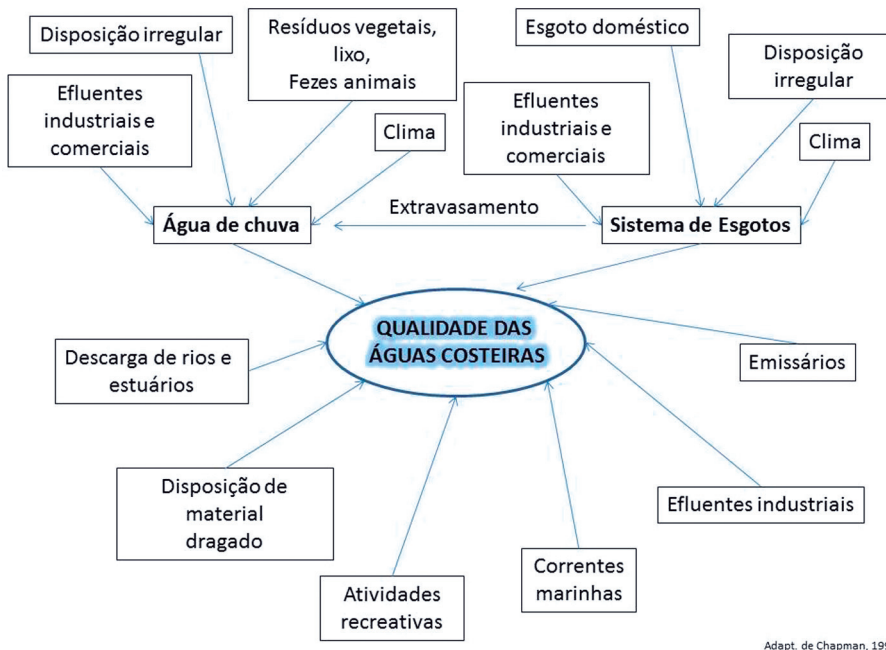
É importante salientar que a Rede é distribuída por áreas de amostragem e cada uma delas é representada por um grupo de pontos, usualmente três, dependendo de suas características e extensão. Existem dois tipos básicos de áreas, os canais e áreas mais homogêneas de massa d'água englobando áreas de influência 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

Existem inúmeros fatores que influenciam a qualidade das águas costeiras. A figura 2.1 exemplifica esses fatores.

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.

Figura 2.1 – Fatores que influenciam a qualidade das águas costeiras



Adapt. de Chapman, 1992

As variáveis selecionadas para a avaliação da qualidade das águas salinas e salobras abrangem os principais critérios estabelecidos na Resolução CONAMA 357/05 (BRASIL, 2005) 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 357/05 (BRASIL, 2005), uma vez que o enquadramento dessas águas não foi realizado.

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 Nitrito, Nitrito
	Metais e semi-metais	Alumínio, Boro total, Cádmio total, Chumbo total, Cro-mo 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 1.3.

Com relação à avaliação ecotoxicológica, os ensaios crônicos com o ouriço-do-mar *Lytechinus variegatus* não foram realizados e, para o cumprimento desta atividade, 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).

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 aos nutrientes, também não existem padrões legais muitas vezes são utilizados erroneamente os valores descritos na Resolução 454/12 sobre material dragado. Ressalta-se, entretanto, que esses são valores de alerta e não de qualidade ambiental. Dessa forma, para essa finalidade, a CETESB adota valores de referência apresentados na tabela 2.3.

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)

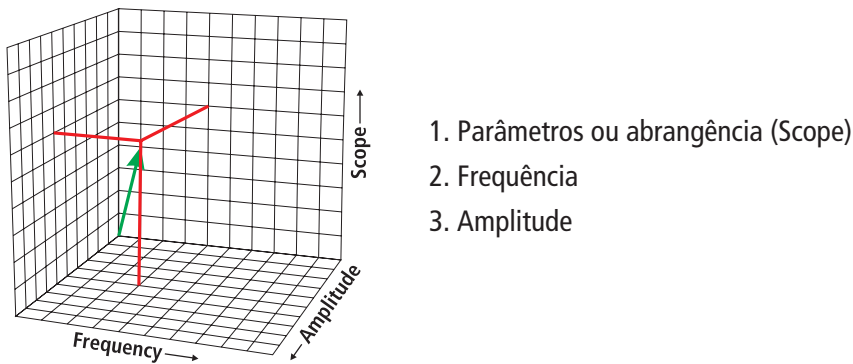
A Rede de Monitoramento das Águas Costeiras da CETESB, embora relativamente nova, oferece valiosas informações sobre a qualidade dessas águas. Contudo, dados apresentados de forma discreta fornecem informações limitadas no que se refere ao diagnóstico geral das áreas monitoradas. Não obstante, estas 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* (CCME, 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 Apêndice B. 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 2.2). O número de parâmetros desconformes, a frequência das ocorrências dessa desconformidade e sua amplitude em relação ao critério.

Figura 2.2 – Modelo conceitual do índice



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. Na tabela 2.5 são apresentados os parâmetros selecionados para compor o índice.

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 (CCME, 2001) 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 2.4 (para consultar o detalhamento dos cálculos, ver Anexo 1).

Tabela 2.4 – Valores e classificação para cada faixa do IQAC

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

Tabela 2.5 – Parâmetros que compõem o IQAC

Qualidade das Águas (Resolução CONAMA 357/15)		Padrões legais para Classe 1	
PARÂMETROS	UNIDADE	ÁGUA SALINA	ÁGUA SALOBRA
pH		6,5 a 8,5	6,5 a 8,5
OD	mg/L	6,0	5,0
Fósforo total	mg/L	0,062	0,124
COT	mg/L	3,0	3,0
Nitrogênio amoniacal	mg/L	0,4	0,4
Fenóis totais	mg/L	0,1	0,003
Colorofila <i>a</i>	mg/L	2,5*	10*
Enterococos	UFC/100mL	100	100
Coliformes termotolerantes	UFC/100mL	1.000	1.000

* valores de referência

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> (µg/L)	Nitrogênio (mg/L)	Fósforo (mg/L)
Baixo	1 < 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	H > 0,04

Considerando a análise dos resultados obtidos de 2004 a 2011 (Figura 2.3) 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 2.4.

Figura 2.3 – Resultados dos quartis 25%, 50% e 75% para clorofila *a*, ambiente marinho (superfície, meio e fundo)

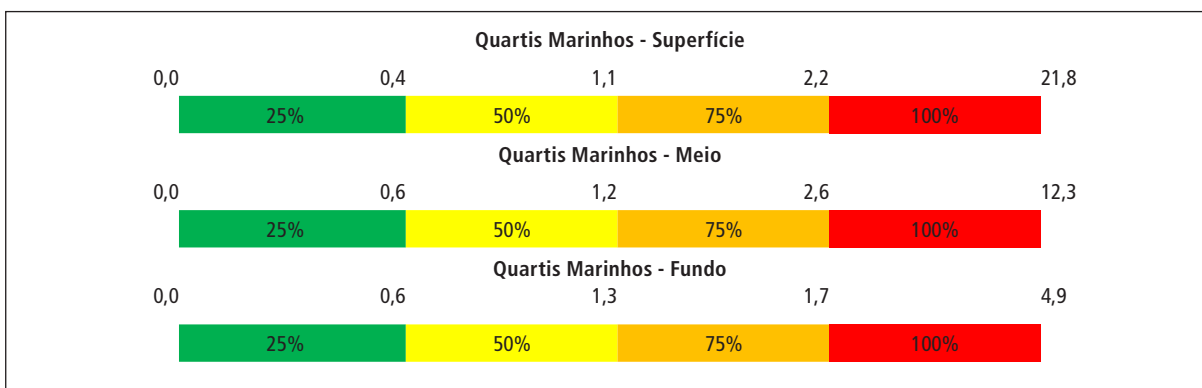


Figura 2.4 – Proposta de classificação do ambiente marinho com base nas concentrações de clorofila *a*

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

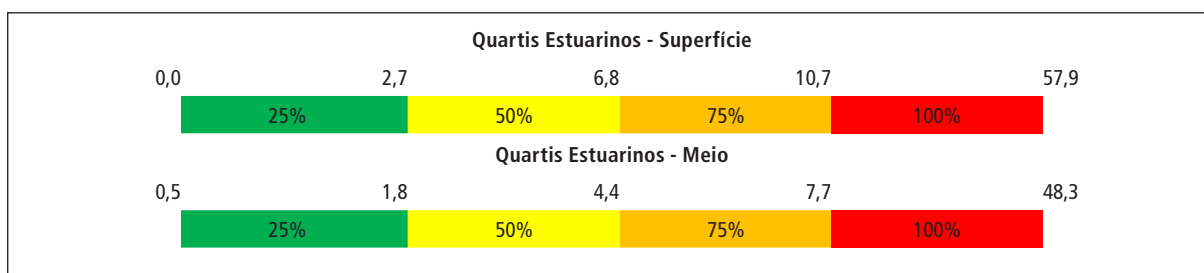
Bricker et al. (2003) propuseram uma classificação para ambiente estuarino dividindo o estado trófico em 4 classes, e, assim como a classificação de Hakanson (1994) foram levados em conta também, além de clorofila *a*, os nutrientes (nitrogênio e fósforo) (Tabela 2.7).

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 2.5.

Figura 2.5 – 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 2.6.

Figura 2.6 – 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.

2.3 Índices de qualidade de sedimento

2.3.1 Índices de qualidade química de sedimento

Com o objetivo de sintetizar informações da qualidade do sedimento utilizou-se, apenas para contaminantes químicos, o critério de avaliação de qualidade dos sedimentos adotado para ambientes de água doce. A classificação de contaminantes químicos considera como qualidade Ótima, para cada contaminante, concentrações inferiores a ISQG. A qualidade Boa, a faixa entre ISQG, inclusive, e a concentração correspondente a 50% da distância entre ISQG e PEL, somado a ISQG. A qualidade Regular, a faixa superior a 50% da distância entre ISQG e PEL¹, somado a ISQG e inferior a PEL. A qualidade Ruim, a faixa entre PEL, inclusive, e a concentração correspondente a 1,5 x de seu próprio valor. E a qualidade Péssima acima de 1,5 x PEL. As faixas utilizadas para os diversos contaminantes para a caracterização dos sedimentos com relação aos parâmetros químicos encontram-se na Tabela 2.8. Assim, considerou-se a pior situação dentro da série de contaminantes avaliados, quando as concentrações encontradas superam significativamente o valor de PEL (em mais de 50%) e, na ocorrência de bioacumuláveis (Organoclorados) acima de PEL (classificação ruim ou péssima) considera-se piora do diagnóstico em uma classe. Essa linha justifica-se pelo fato de que em termos biológicos, um único contaminante em concentração elevada seria suficiente para causar dano a uma população (KUHLMANN et al., 2007).

Tabela 2.8 – Faixas de concentração de contaminantes químicos para classificação de sedimentos

	ÓTIMA	BOA	REGULAR	RUIM	PÉSSIMA
Acenafteno	<6,71	≥6,71 - 47,81	>47,81 - <88,9	88,9 - 133,35	>133,35
Antraceno	<46,9	≥46,9 - 146,0	>146,0 - <245,0	245,0 - 367,5	>367,5
Benzo(a)antraceno	<74,8	≥74,8 - 383,9	>383,9 - <693,0	693,0 - 1039,5	>1039,5
Benzo(a)pireno	<88,8	≥88,8 - 425,9	>425,9 - <763,0	763,0 - 1144,5	>1144,5
Criseno	<108	≥108 - 477	>477 - <846,0	846,0 - 1269,0	>1269,0
Dibenzo(a,h)antraceno	<6,22	≥6,22 - 70,61	>70,61 - <135,0	135,0 - 202,5	>202,5
Fenantreno	<86,7	≥86,7 - 141,95	>141,95 - <544,0	544,0 - 816,0	>816,0
Fluoranteno	<113	≥113 - 803,5	>803,5 - 1494,0	1494,0 - 2241,0	>2241,0
Fluoreno	<21,2	≥21,2 - 82,6	>82,6 - <144,0	144,0 - 216,0	>216,0
Naftaleno	<34,6	≥34,6 - 212,8	>212,8 - <391,0	391,0 - 586,5	>586,5
Pireno	<153	≥153 - 775,5	>775,5 - <1398,0	1398,0 - 2097,0	>2097,0
Arsênio total	<7,24	≥7,24 - 24,42	>24,42 - <41,6	41,6 - 62,4	>62,4
Cádmio total	<0,7	≥0,7 - 2,45	>2,45 - <4,2	4,2 - 6,3	>6,3
Chumbo total	<30,2	≥30,2 - 71,1	>71,1 - <112,0	112,0 - 168,0	>168,0
Cobre total	<18,7	≥18,7 - 63,35	>63,36 - <108,0	108,0 - 162,0	>162,0
Cromo total	<52,3	≥52,3 - 106,15	>106,15 - <160,0	160,0 - 240,0	>240,0
Zinco total	<124	≥124 - 197,5	>197,5 - <271,0	271,0 - 406,5	>406,5

1 PEL: probable effect level. ISQG: interim sediment quality guidelines. Fonte: <http://cepg-rcqe.cme.ca/download/en/317>

2.3.2 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 Péssimo.

Tabela 2.9 – Classificação das amostras de acordo com os resultados ecotoxicológicos

CLASSIFICAÇÃO	<i>Grandidierella bonnieroides</i>
Ótimo	Não tóxico ⁽¹⁾
Ruim	Mortalidade <50% ⁽²⁾
Péssimo	Mortalidade ≥50%

⁽¹⁾ Não apresenta diferença significativa em relação ao controle.

⁽²⁾ Mortalidade inferior a 50%, porém apresentando diferença significativa em relação ao controle.

2.3.3 Índice de qualidade microbiológica de sedimento costeiro (IQMSC)

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

Os coliformes termotolerantes são os microrganismos 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 2.7 apresenta esta classificação.

Figura 2.7 – 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

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.²;
- **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 (62 pontos) de amostragem distribuídas pelo litoral (Tabela 2.10), 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. Em 2015 o ponto 3 no Canal de Santos, foi incorporado ao canal de Piaçaguera, de modo que cada um ficou com três pontos.

2 Os resultados de balneabilidade e qualidade dos cursos d'água encontram-se no Relatório de Qualidade das Praias Litorâneas no Estado de São Paulo – 2016.

Tabela 2.10 – Pontos de monitoramento das águas salinas e salobras por município

UGRHI/ Região	MUNICÍPIO	BALNEABILIDADE	CURSOS D'ÁGUA	REDE COSTEIRA
3 Litoral Norte	Ubatuba	26	56	9
	Caraguatatuba	15	25	9
	São Sebastião	29	82	8
	Ilhabela	18	33	-
7 Baixada Santista	Bertioga	9	77	6
	Guarujá	12	43	3
	Cubatão	1	-	3
	Santos	7	8	6
	São Vicente	6	9	3
	Praia Grande	12	156	3
	Mongaguá	7	26	-
	Itanhaém	12	42	3
	Peruíbe	6	30	3
11 Litoral Sul	Iguape	1	-	3
	Ilha Comprida	4	18	-
	Cananéia	-	-	3
Total		165	605	62

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.

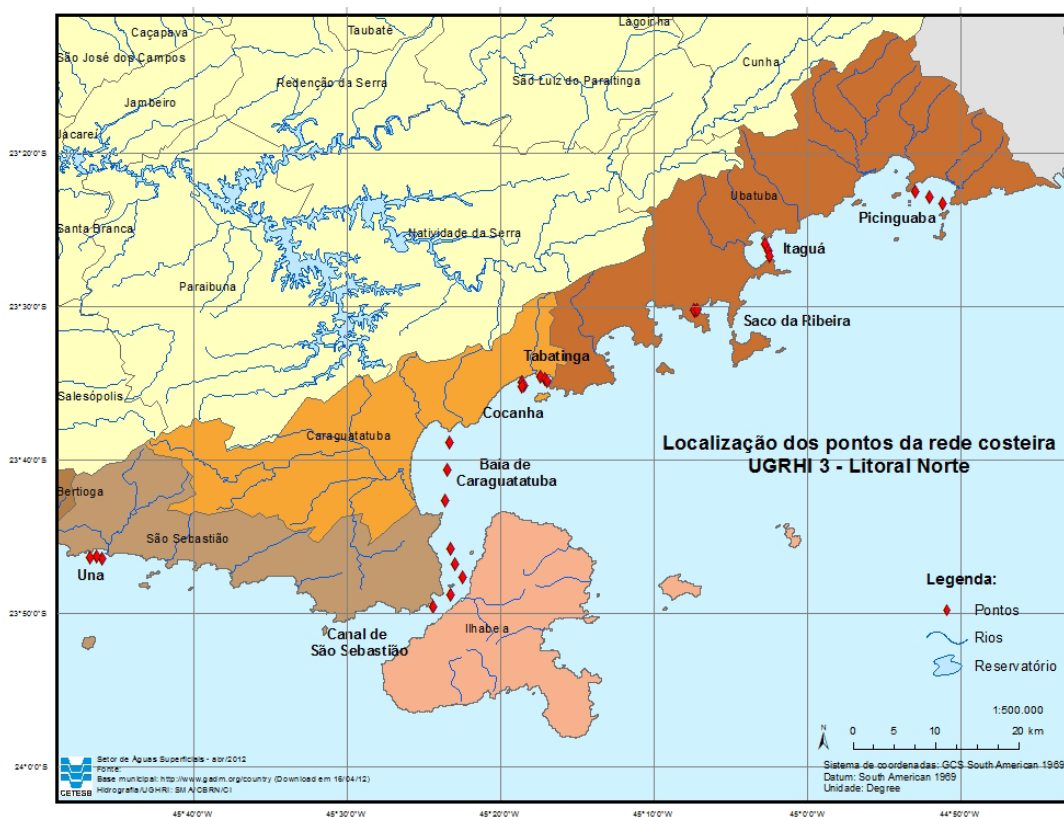
Muitos dos locais escolhidos encontram-se na foz dos principais rios litorâneos, cujo objetivo é detectar alguma influência das águas destes rios na região costeira. As distâncias dos locais de amostragens variam de 1 a 3 km da costa, exceção feita aos emissários de Santos e do Guarujá (aproximadamente 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 UGRHIs do litoral.

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 desaguam em baías que são seis e oito áreas predominantemente marinhas (Tabela 2.11).

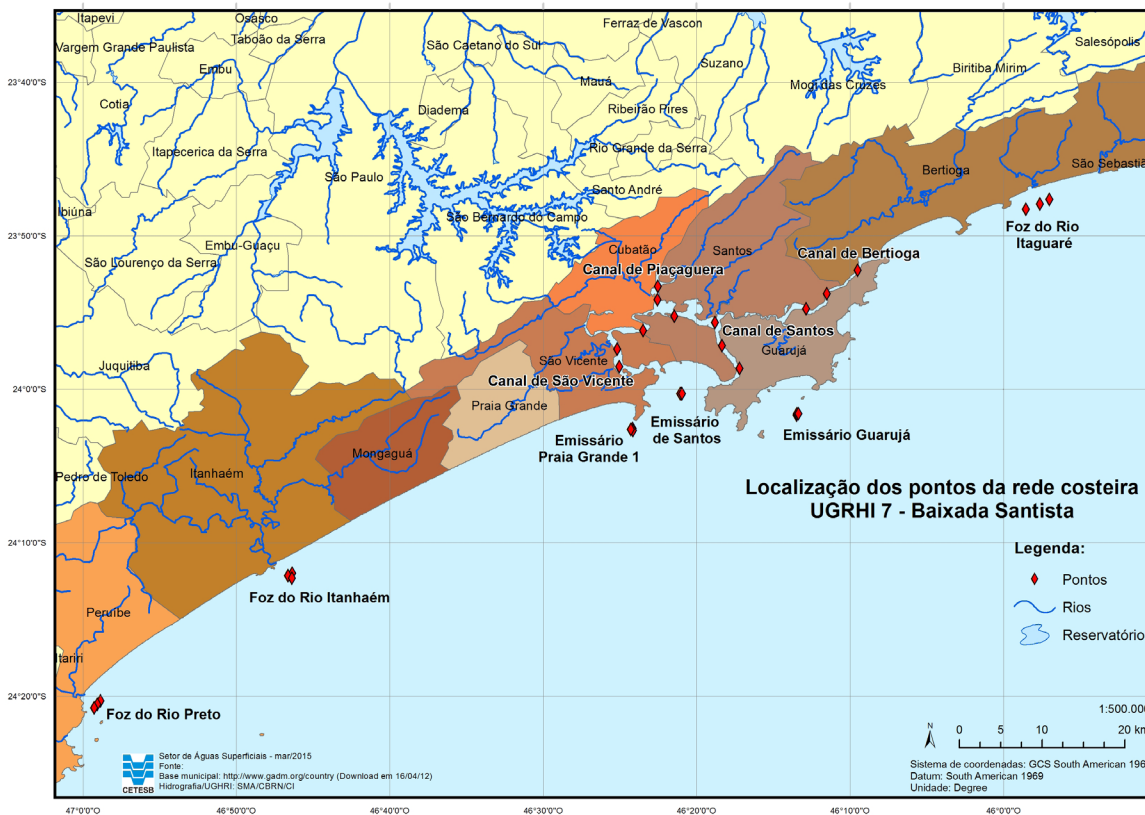
Tabela 2.11 – Sub Grupos das Áreas de monitoramento

		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	Peruibe
	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

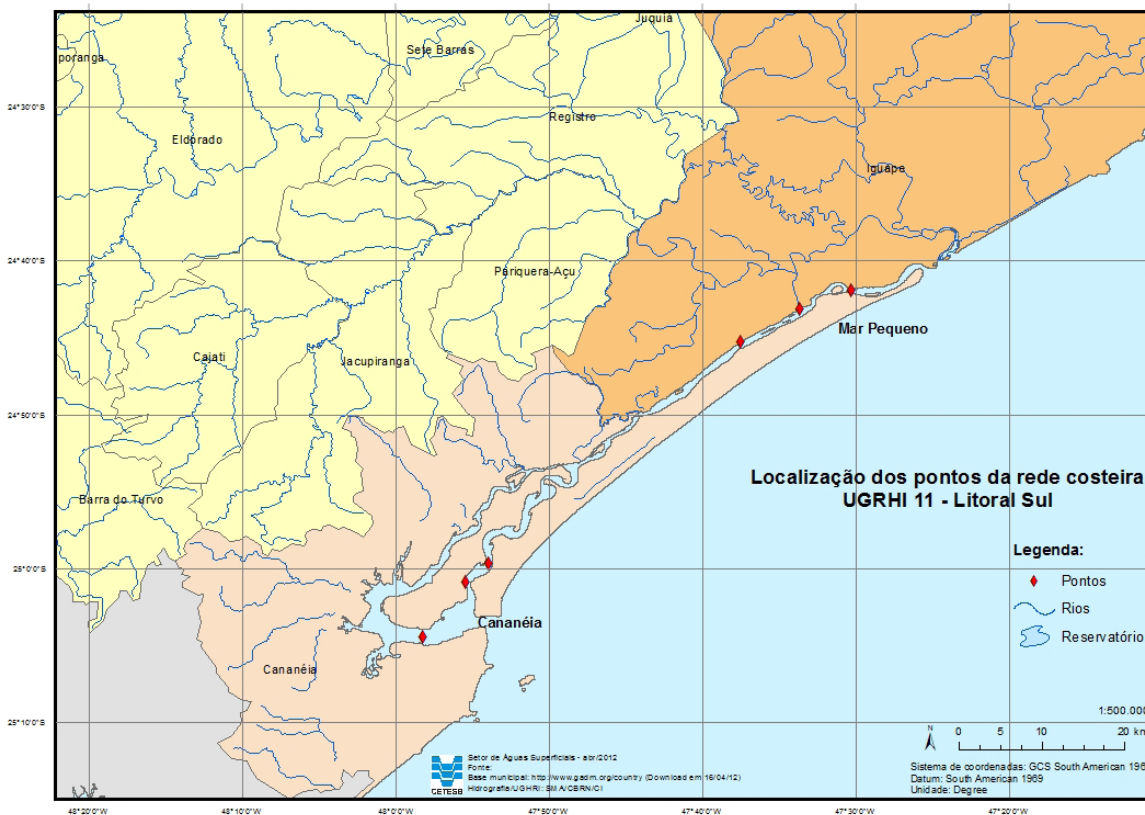
Mapa 2.1 – Áreas do monitoramento da rede costeira no Litoral Norte



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



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



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 amostragem³ (continua)

MUNICÍPIO	LOCAL	JUSTIFICATIVA	REGISTRO FOTOGRÁFICO
Ubatuba	Pinguaba	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	
	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 Caragua-tatuba	Área de influência de ocupação urbana contínua, com predomínio de população fixa e atividades industriais, de comércio e serviços	

3 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	
	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 Fosfórtel	

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	
Iguape e Ilha Comprida	Mar Pequeno	Área de influência do Valo Grande	
Cananéia	Mar de Cananéia	Área de preservação ambiental	

A tabela 2.13 contém 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"
	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"
	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"S	46° 22' 31,24"O
		2	359.959	7.355.860	23° 54' 9,84"S	46° 22' 32,61"O
		3	361.864	7.353.914	23° 55' 12,6"	46° 21' 25,7"

Tabela 2.13 – Coordenadas dos pontos (conclusão)

MUNICÍPIO	LOCAL	PONTO	UTM		LAT (S)	LONG (W)
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"S	46°18'47.06"O
	Emissário de Santos	1	362.700	7.344.600	24° 00' 15,6"	46° 20' 59,3"
		2	362.600	7.344.600	24° 00' 15,6"	46° 21' 02,8"
		3	362.800	7.344.600	24° 00' 15,6"	46° 20' 55,8"
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	375.489	7.342.130	24° 01' 39,7"	46° 13' 27,5"
		2	375.524	7.342.290	24° 01' 34,5"	46° 13' 26,2"
		3	375.662	7.342.297	24° 01' 34,3"	46° 13' 21,3"
Praia Grande	Praia Grande 1	1	357.382	7.340.353	24° 02' 32,0"	46° 24' 09,0"
		2	357.402	7.340.129	24° 02' 39,3"	46° 24' 08,3"
		3	357.194	7.340.221	24° 02' 36,2"	46° 24' 15,7"
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 - Peruíbe	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"
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

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.

A seguir é apresentada, uma descrição mais detalhada das áreas monitoradas. Na Figura 2.8 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. Trata-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 Píer 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 2.1 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 próximo às Ilhas da Cocanha Grande (Massaguaçu), da Cocanha Pequena e do Tamanduá. 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 de Caraguatatuba, 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 2.1, 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 56.500 (SÃO PAULO, 2010), o Parque Estadual Restinga de Bertiooga, que abriga áreas de restinga em todo o município de Bertiooga, e toda a extensão do Rio Itaguapé.

10. Canal de Bertiooga

O Canal de Bertiooga 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 Bertiooga). Em todo o seu percurso, o canal recebe aporte de vários rios, sendo o maior deles o Rio Itapanhaú (próximo à Barra de Bertiooga). 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 Bertiooga.

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 60 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 providas 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 Piabuçu, 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 2.1 (n) 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 Canacéia 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 carreados 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 2.8 – Localização dos pontos de amostragem da rede costeira (continua)

PICINGUABA



BAÍA DE ITAGUÁ



SACO DE RIBEIRA



TABATINGA

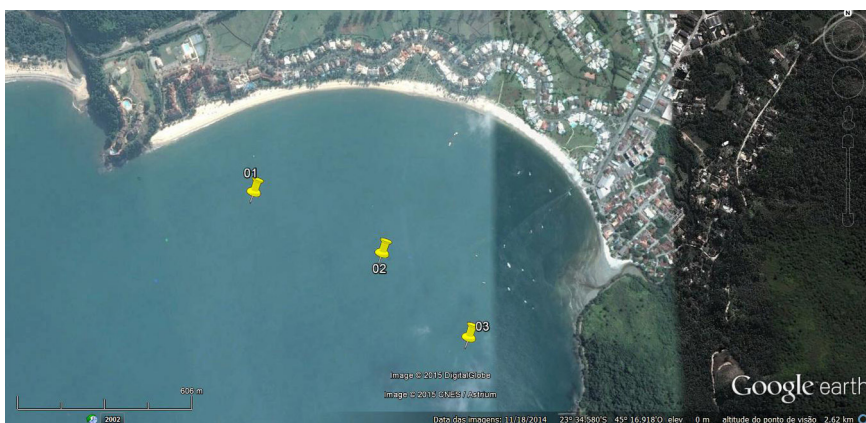


Figura 2.8 – Localização dos pontos de amostragem da rede costeira (continuação)

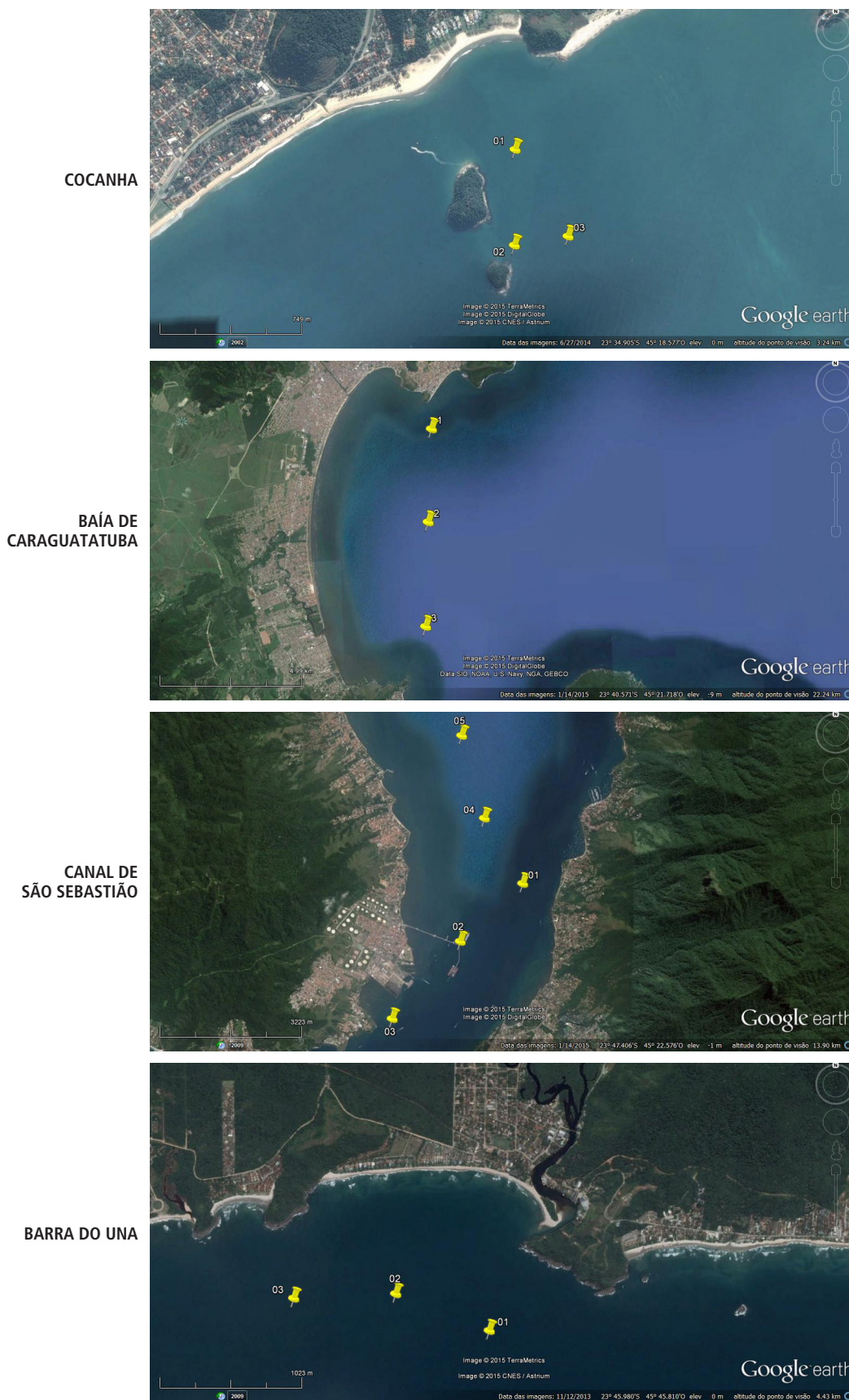
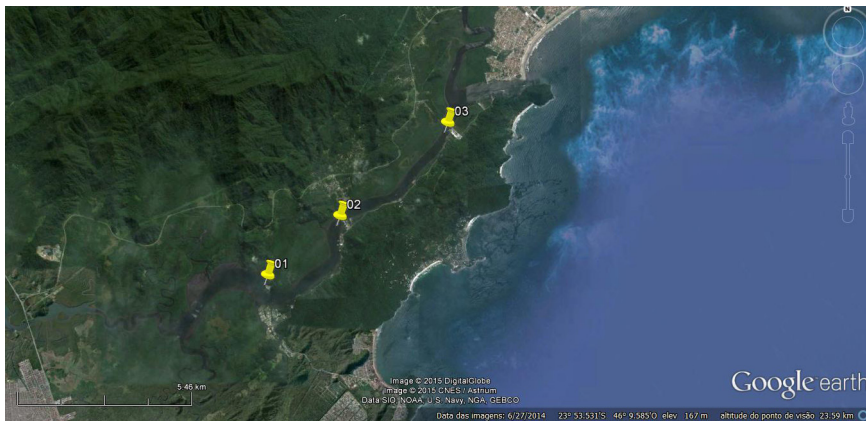


Figura 2.8 – Localização dos pontos de amostragem da rede costeira (continuação)

FOZ DO RIO ITAGUARÉ



CANAL DE BERTIOGA



EMISSÁRIO DO GUARUJÁ

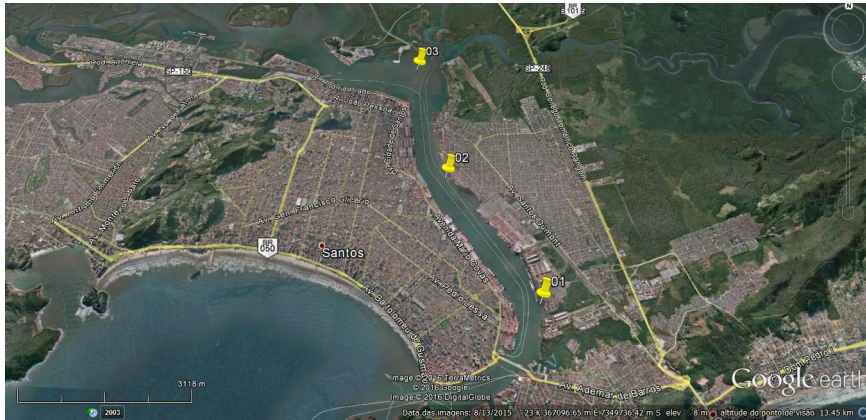


CANAL DE PIAÇAGUERA



Figura 2.8 – Localização dos pontos de amostragem da rede costeira (continuação)

CANAL DE SANTOS



CANAL DE SÃO VICENTE



EMISSÁRIO DE SANTOS



EMISSÁRIO DE PRAIA GRANDE I

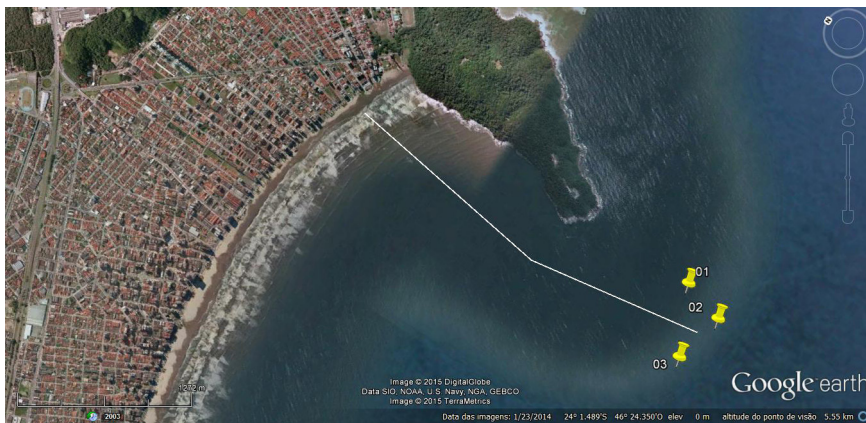
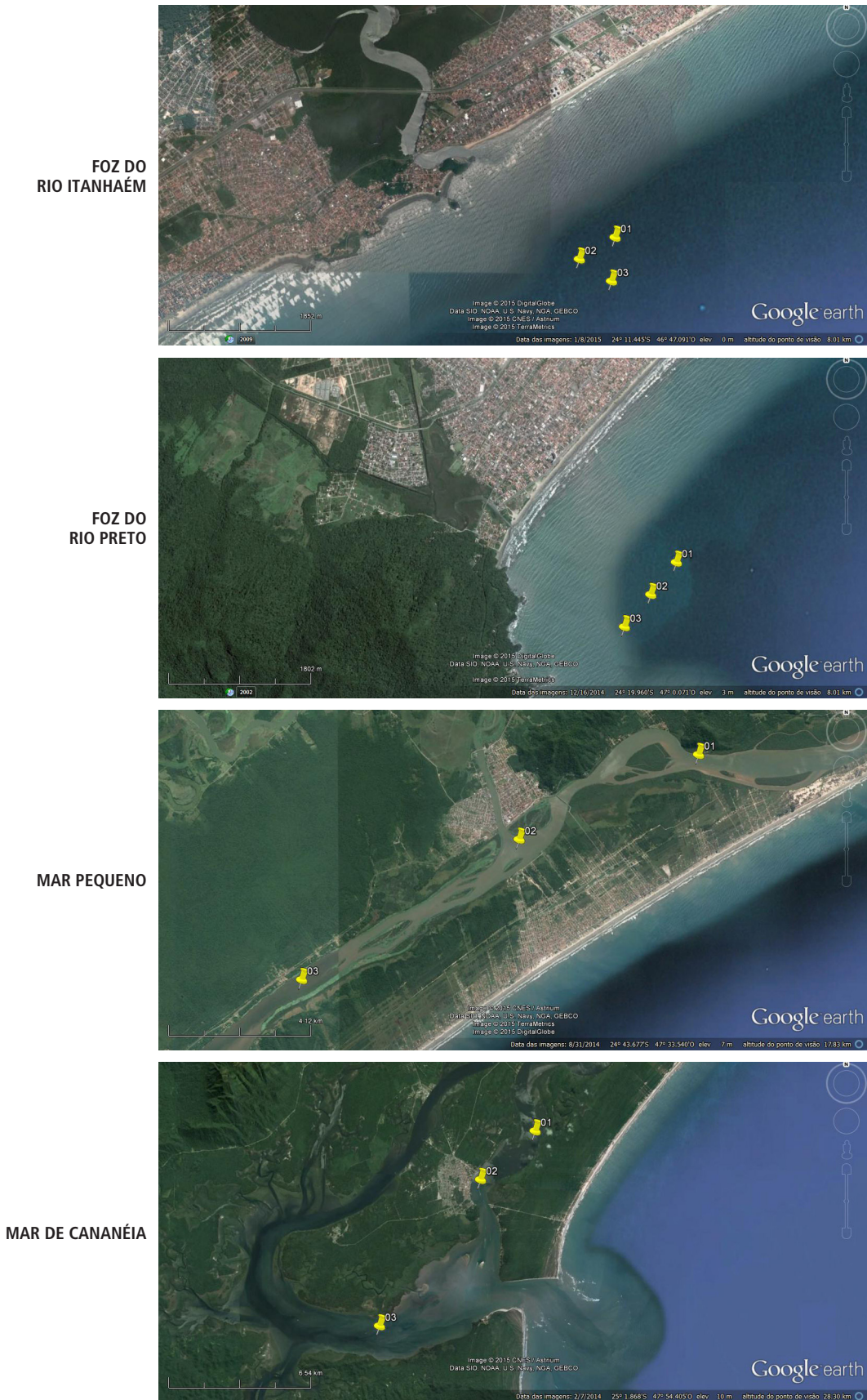


Figura 2.8 – Localização dos pontos de amostragem da rede costeira (conclusão)



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

Neste capítulo são apresentadas planilhas 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 nº 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 água 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. Sendo as águas classificadas 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 com valores de referência adotados pela CETESB para nutrientes conforme detalhado na metodologia.

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

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 valores diferentes das outras áreas.

Os resultados do índice por ponto de amostragem e a média obtida para cada área estudada encontram-se na Tabela 3.1. 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 serão apresentados os resultados de carbono orgânico total na água pois houve alteração do método analítico e o novo método está passando por um processo de validação em nossos laboratórios. Dessa forma, em 2016 o COT excepcionalmente não foi incluído no cálculo do IQAC. Isso pode representar uma melhora dos índices de algumas áreas, onde normalmente ele se apresenta não conforme.

Tabela 3.1 – Classificação dos pontos monitorados na Rede Costeira e média das áreas de acordo com o IQAC – 2016 (sem COT)

Classificação - IQAC 2016					Porcentagem de não conformidades por parâmetro
Local de amostragem	Ponto			Média	
	1	2	3		
Picinguaba	99	99	99	99	
Baía de Itaguá	87	93	99	93	enterococos (11%), clorofila <i>a</i> (8%)
Saco da Ribeira	93	95	98	96	clorofila <i>a</i> (42%)
Tabatinga	99	97	92	96	pH (6%), clorofila <i>a</i> (33%)
Cocanha	93	99	99	97	fósforo total (6%)
Baía de Caraguatatuba	99	99	99	99	clorofila <i>a</i> (8%)
Canal de São Sebastião (5pts)	87	99	85	92	oxigênio dissolvido (7%), enterococos (3%). *coliformes termotolerantes (3%)
	90	99			
Barra do Una	93	97	85	92	fósforo total (6%), clorofila <i>a</i> (58%)
Rio Itaguapé	93	98	99	97	clorofila <i>a</i> (17%)
Canal de Bertiooga	67	74	84	75	oxigênio dissolvido (33%), fósforo total (44%), clorofila <i>a</i> (83%), *boro total (100%),
Canal de Santos	50	65	63	59	oxigênio dissolvido (33%), fósforo total (89%), enterococos (61%), clorofila <i>a</i> (33%), *boro total (100%), *nitrito (11%), *coliformes termotolerantes (22%)
Canal de Piaçaguera	45	61	67	58	oxigênio dissolvido (28%), fósforo total (100%), nitrogênio amoniacal total (39%), enterococos (11%), clorofila <i>a</i> (17%), *boro total (100%), *nitrito (56%), *coliformes Tt (11%)
Canal de São Vicente	53	61	48	54	oxigênio dissolvido (28%), fósforo total (100%), nitrogênio amoniacal total (61%), enterococos (28%), clorofila <i>a</i> (75%), *boro total (100%), *coliformes termotolerantes (28%)
Emissário Guarujá	78	82	74	78	oxigênio dissolvido (42%), enterococos (17%), clorofila <i>a</i> (89%), *coliformes termotolerantes (8%)
Emissário Santos	43	52	53	49	oxigênio dissolvido (44%), pH (6%), fósforo total (61%), nitrogênio amoniacal total (6%), enterococos (50%), clorofila <i>a</i> (67%), *coliformes termotolerantes (28%)
Emissário Praia Grande	74	71	77	74	oxigênio dissolvido (17%), pH (6%), enterococos (17%), clorofila <i>a</i> (25%)
Rio Itanhaém	93	84	84	87	oxigênio dissolvido (11%), clorofila <i>a</i> (73%)
Rio Preto	79	84	85	83	oxigênio dissolvido (28%), clorofila <i>a</i> (58%)
Mar Pequeno	61	63	61	62	fósforo total (28%), enterococos (72%), *coliformes termotolerantes (50%)
Mar de Cananéia	79	96	97	91	oxigênio dissolvido (6%), clorofila <i>a</i> (58%), *boro total (100%)

* parâmetros que não fizeram parte da composição do IQAC, mas apresentam não conformidade

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

3.2 IETC - Índice de Estado Trófico

Com relação à eutrofização, nas duas campanhas realizadas em 2016, 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.

Tabela 3.2 – Classificação dos pontos monitorados de acordo com o Índice de Estado Trófico Costeiro (IETC) – primeira e segunda campanhas de 2016

Local	Ponto	1ª CAMPANHA				2ª CAMPANHA				MÉDIA ANUAL
		1	2	3	MÉDIA	1	2	3	MÉDIA	
Picinguaba		0,85	0,56	0,56	0,66	0,57	0,57	0,68	0,61	0,63
Baía de Itaguá		2,58	0,56	1,20	1,45	0,92	1,10	0,82	0,95	1,20
Saco da Ribeira		2,08	2,46	2,41	2,32	2,99	5,62	0,83	3,14	2,73
Tabatinga		2,09	1,73	2,75	2,19	2,04	3,12	2,46	2,54	2,36
Cocanha		1,52	1,75	1,78	1,68	1,69	1,36	2,06	1,70	1,69
Baía de Caraguatatuba		1,10	0,96	1,87	1,31	0,85	0,56	2,42	1,28	1,29
Canal de São Sebastião pontos 4 e 5		0,58	1,10	0,96	1,22	0,68	0,89	1,46	1,25	1,24
		1,64	1,84			1,55	1,66			
Barra do Una		2,55	2,16	2,68	2,46	2,14	3,78	2,36	2,76	2,61
Rio Itaguapé		2,10	2,22	2,22	2,18	2,24	2,61	1,47	2,10	2,14
*Canal de Bertioga		21,55	29,22	6,65	19,14	12,12	22,44	14,05	16,20	17,67
Emissário do Guarujá		2,60	2,60	2,61	2,60	4,55	5,37	4,48	4,80	3,70
*Canal de Santos		12,84	18,71	22,72	18,09	4,78	3,90	3,86	4,18	11,13
Emissário de Santos		10,29	9,03	11,26	10,19	2,68	2,23	2,34	2,41	6,30
*Canal de Piaçaguera		11,90	6,31	5,90	8,03	4,87	2,82	2,75	3,48	5,76
*Canal de São Vicente		14,59	14,80	13,18	14,19	19,60	14,50	2,68	12,26	13,22
Emissário de Praia Grande - 1		1,00	0,99	0,84	0,94	2,21	2,44	2,19	2,28	1,61
Rio Itanhaém		4,73	4,34	3,87	4,23	1,95	3,45	2,54	2,64	3,44
Rio Preto		5,75	3,87	4,54	4,72	2,23	1,96	1,38	1,85	3,29
*Mar Pequeno		1,77	1,54	5,13	2,81	1,62	0,56	1,62	1,26	2,04
*Mar de Cananéia		27,57	21,39	12,79	20,58	10,25	4,98	1,78	5,67	13,12

* 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 Índices de qualidade dos sedimentos

Com relação ao sedimento foram avaliados aspectos de suas características físicas (granulometria), química, ecotoxicológica e microbiológica.

Como não existem padrões de qualidade de sedimentos na legislação brasileira, a CETESB utiliza no caso de substâncias tóxicas os limites do CCME (ISQG e PEL) e para as concentrações de outras substâncias como nutrientes, adota valores de referência baseados em bibliografia (BERBEL, 2008) e resultados dos monitoramentos realizados na zona costeira.

Nota-se a seguinte restrição analítica para o ano de 2016: dibenzo(a,h)antraceno (HPAs): o limite de quantificação deste parâmetro alcançado pelos laboratórios da CETESB foi superior ao limite inferior dos valores orientadores adotados para confecção deste relatório; optou-se por excluir estes resultados da classificação dos sedimentos nos casos em que não foram quantificados na análise de 2016. A CETESB vem trabalhando para adequar os limites aos valores de referência, contudo, restrições operacionais poderão influenciar resultados desta e de outras substâncias no futuro.

A Tabela 3.3 apresenta a classificação química estabelecida de acordo com os critérios canadenses (CCME Capítulo 1, 1999). Essa classificação química do sedimento leva em consideração os resultados dos parâmetros das duas campanhas de amostragem.

Tabela 3.3 – Qualidade dos sedimentos nas áreas costeiras monitoradas em 2016 de acordo com as substâncias químicas

Regiões	Índice de Qualidade dos Sedimentos			
	Local de amostragem	Ponto 1	Ponto 2	Ponto 3
Litoral Norte	Picinguaba	Ótima	Ótima	Ótima
	Baía de Itaguá	Ótima	Ótima	Ótima
	Saco da Ribeira	Bom	Ruim	Bom
	Tabatinga	Ótima	Ótima	Ótima
	Cocanha	Ótima	Ótima	Ótima
	Baía de Caraguatatuba	Ótima	Ótima	Ótima
	Canal de São Sebastião	Ótima	Ótima	Ótima
	Canal de São Sebastião (ptos 4 e 5)	Ótima	Bom	Ótima
	Barra do Una	Ótima	Ótima	Ótima
Baixada Santista	Rio Itaguapé	Ótima	Ótima	Ótima
	Canal de Bertioga	Bom	Regular	Ótima
	Canal de Piaçaguera	Regular	Bom	Bom
	Emissário Guarujá	Ótima	Ótima	Ótima
	Emissário Santos	Ótima	Ótima	Ótima
	Canal de Santos	Bom	Bom	Bom
	Canal de São Vicente	Ótima	Ótima	Bom
	Emissário Praia Grande	Ótima	Ótima	Ótima
	Rio Itanhaém	Ótima	Ótima	Ótima
	Rio Preto (Peruíbe)	Ótima	Ótima	Ótima
Litoral Sul	Mar Cananéia	Ótima	Ótima	Ótima
	Mar Pequeno	Bom	Ótima	Ótima

Critério Substâncias Químicas: Ótima (Azul) Bom (Verde) Regular (Amarelo) Ruim (Vermelho) Péssima (Púrpura)

A Tabela 3.4 mostra a classificação dos sedimentos das áreas monitoradas com os ensaios ecotoxicológicos, totalizando 62 amostras. Ressalta-se que em 2016 foi realizado apenas o ensaio agudo com o anfípodo *Grandidierella bonnieroides* no primeiro semestre.

Tabela 3.4 – Qualidade ecotoxicológica dos sedimentos em 2016

Regiões	Área	Amostras	agudo 1º campanha 2016		
			1	2	3
Litoral Norte	Picinguaba				
	Baía de Itaguá				
	Saco da Ribeira				
	Baía de Caraguatatuba				
	Tabatinga				
	Cocanha				
	Canal de São Sebastião				
	Canal de São Sebastião (ptos 4 e 5)			*	
	Barra do Una				
Baixada Santista	Rio Itagaré				
	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

* amostra não analisada

A Tabela 3.5 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 3.5 – Classificação dos pontos monitorados na Rede Costeira de acordo com o critério microbiológico – primeira e segunda campanhas de 2016

Campanha 1 - 2016		1		2		3	
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)	
Picinguaba	18	490	18	92	18	220	
Baía de Itaguá	18	7.000	18	11.000	45	2.200	
Saco da Ribeira	7.000	130.000	7.900	330.000	61	49.000	
Baía de Caraguatatuba	18	1.100	18	4.900	18	1.400	
Tabatinga	18	13.000	18	17.000	18	17.000	
Cocanha	20	49.000	45	33.000	68	7.900	
Canal de São Sebastião	20	4.900	18	4.900	18	3.300	
Canal de São Sebastião (ptos 4 e 5)	45	4.900	45	4.900			
Barra do Una	18	46.000	490	79.000	20	23.000	
Rio Itaguapé	20	490	18	3.300	20	7.900	
Canal da Bertioga	2.300	130.000	2.300	220.000	3.300	7.900	
Emissário do Guarujá	790	33.000	1.100	28.000	1.700	49.000	
Emissário de Santos	240.000	230.000	23.000	1.400.000	350.000	2.600.000	
Canal de Santos	330	2.300.000	490	700.000	1.700	79.000	
Canal de São Vicente	3.300	330.000	2.300	35.000	2.300	220.000	
Canal de Piaçaguera	220	260.000	1.300	1.100.000	13.000	700.000	
Emissário de Praia Grande	3.300	170.000	460	110.000	4.900	130.000	
Rio Itanhaém	18	28.000	20	460	68	7.900	
Rio Peruíbe	68	49.000	78	13.000	18	130.000	
Mar Pequeno	2.300	170.000	35.000	220.000	24.000	350.000	
Mar de Cananéia	20	2.300	20	2.300	18	17.000	
Campanha 2 - 2016		1		2		3	
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)	
Picinguaba	18	490	18	790	18	310	
Baía de Itaguá	18	7.900	18	3.300	18	2.100	
Saco da Ribeira	18	79.000	18	240.000	18	49.000	
Baía de Caraguatatuba	18	79.000	18	7.900	18	13.000	
Tabatinga	18	7.000	18	4.900	18	23.000	
Cocanha	18	13.000	18	4.900	18	4.900	
Canal de São Sebastião	330	1.100	130	9.400	1.100	33.000	
Canal de São Sebastião (ptos 4 e 5)	18	49.000	18	7.900			
Barra do Una	18	7.900	18	2.200	18	23.000	
Rio Itaguapé	18	2.300	18	4.900	18	7.900	
Canal da Bertioga	170	130.000	78	33.000	490	49.000	
Emissário do Guarujá	93	94.000	7.900	49.000	40	23.000	
Emissário de Santos	33.000	17.000	33.000	13.000	23.000	17.000	
Canal de Santos	490	790.000	3.300	140.000	790	49.000	
Canal de São Vicente	1.700	79.000	3.300	790.000	2.300	1.300.000	
Canal de Piaçaguera	130	330.000	2.300	230.000	490	790.000	
Emissário de Praia Grande	7.900	22.000	13.000	130.000	2.300	7.900	
Rio Itanhaém	45	1.700	18	3.300	20	1.300	
Rio Peruíbe	40	7.900	20	3.300	18	2.300	
Mar Pequeno	160.000	330.000	35.000	490.000	54.000	1.300.000	
Mar de Cananéia	45	35.000	110	330	18	1.300	

* análise não realizada

Legenda:

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

3.4 Avaliação da qualidade ambiental das áreas

A seguir são discutidos os resultados de qualidade de água e sedimentos obtidos em 2016 nas 20 áreas monitoradas. Salienta-se que não foi possível realizar algumas análises devido a restrições operacionais e/ou climatológicas. Os resultados de IQAC encontram-se na Tabela 3.1. Os resultados da granulometria encontram-se na Tabela 3.46 no final deste capítulo.

3.4.1 Picinguaba

Em Picinguaba, nenhum parâmetro analisado apresentou concentrações acima do padrão de qualidade. Assim, a média do IQAC classificou a área na categoria Ótima, mesma classificação observada no ano anterior.

Em relação à eutrofização, as concentrações de clorofila *a* (Tabela 3.2) foram similares em ambas as campanhas. Os três pontos amostrados indicaram baixa trofia sugerindo boa qualidade da água. Segundo o IETC (Índice de Estado Trófico Costeiro), pela média anual, o local foi classificado como Oligotrófico mantendo a classificação obtida no ano anterior.

Tabela 3.6 – Médias, 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	mín	máx	% NC	Média aritmética - 2016	Média aritmética - 2011-2015
Campo							
OD	mg/L	6	6,75	7,54	0%	7,16	6,74
pH	-	6,5 a 8,5	7,83	8,16	0%	8,06	8,04
Salinidade	ppt		32,16	34,84		33,45	35,03
Temperatura da Água	°C		20,81	29,95		23,15	23,16
Turbidez	NTU		1	1,9		1,23	1,53
Metais							
Boro Total	mg/L	5	3,18	3,95	0%	3,43	4,24
Nutrientes							
Orto-fosfato Solúvel	mg/L		0,007	0,01	0%	0,01	0,01
Fósforo Total	mg/L	0,062	0,01	0,02	0%	0,02	0,03
Nitrogênio Amoniacal Total	mg/L	0,4	0,1	0,14	0%	0,11	0,12
Nitrogênio Kjeldahl Total	mg/L		0,5	0,5	0%	0,50	0,60
Microbiológicos							
Coliformes Termotolerantes	UFC/100mL	1000	1	3	0%	1,22	1,19
Enterococos	UFC/100mL	100	1	4	0%	1,44	1,18

A classificação dos sedimentos dos três pontos da região pelo critério químico foi Ótima em 2016. 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.

Na avaliação ecotoxicológica com as amostras de sedimento dos três pontos desta região, o ensaio agudo indicou qualidade Ótima para esse ambiente (Tabela 3.4).

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

Parâmetro	Unidade	Padrão CCME, 2002		mín	máx	% NC (resultados acima de ISQG)	Média aritmética - 2016	Média aritmética - 2011-2015
		ISQG	PEL					
Nutrientes								
Fósforo Total *	mg/kg	500		118	308	0,0%	200,83	330,02
Nitrogênio Kjeldahl Total *	mg/kg	1000		150	705	0,0%	321,50	447,07
Orgânicos								
Carbono Orgânico Total *	%	1,3		1	1	0,0%	1,00	1,02
Fenóis Totais	mg/kg			1,96	2,33	-	2,10	1,36
Óleos e Graxas Totais	mg/kg			500	500	-	500,00	451,00
Metais								
Alumínio Total	mg/kg			1156	7690	-	4.835,67	6.755,06
Arsênio Total	mg/kg	7,2	41,6	2,58	7,32	16,7%	4,18	6,58
Cádmio Total	mg/kg	0,7	4,2	0,5	0,5	0,0%	0,50	0,36
Chumbo Total	mg/kg	30,2	112	1	9,77	0,0%	6,12	6,94
Cobre Total	mg/kg	18,7	108	5	5	0,0%	5,00	2,16
Cromo Total	mg/kg	52,3	160	5,41	12,5	0,0%	9,23	9,16
Ferro Total	mg/kg			4229	9679	-	6.966,83	7.879,28
Níquel Total	mg/kg	15,9	42,8	2	5,32	0,0%	3,17	3,25
Zinco Total	mg/kg	124,0	271	4,34	21,7	0,0%	12,37	12,65

* valores adotados pela CETESB, vide metodologia no capítulo 2

3.4.2 Baía de Itaguá

Na Baía de Itaguá, considerando as duas campanhas de amostragem, os parâmetros enterococos e clorofila *a* apresentaram concentrações acima do padrão de qualidade. Assim, a média do IQAC classificou a área na categoria Boa, assim como no ano anterior.

As concentrações de clorofila *a* (Tabela 3.2) foram um pouco maiores na 1ª campanha, variando de Oligotrófico a Eutrófico, com a média indicando condição Mesotrófica para o local. Na 2ª campanha foi observada uma melhora com as concentrações de clorofila *a* indicando condições de Oligotrófica a Mesotrófica resultando, pela média, na condição Oligotrófica indicativa de ambiente de baixa trofia. Pela média anual este local foi classificado, segundo o IETC, como Mesotrófico, ou seja, um ambiente em processo de eutrofização, tendo exibido uma piora em relação ao 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 - 2016	Média aritmética - 2011-2015
Campo							
OD	mg/L	6	6,13	7,5	0%	7,18	6,65
pH	-	6,5 a 8,5	7,02	8,19	0%	8,04	8,02
Salinidade	ppt		31,66	35,77		33,67	35,06
Temperatura da Água	°C		20,78	27,23		23,16	23,12
Turbidez	NTU		1	3,65		1,60	2,23
Metais							
Boro Total	mg/L	5,0	2,93	4,44	0%	4,16	4,29
Nutrientes							
Orto-fosfato Solúvel	mg/L		0,009	0,02	0%	0,01	0,01
Fósforo Total	mg/L	0,062	0,02	0,03	0%	0,02	0,03
Nitrogênio Amoniacal Total	mg/L	0,4	0,1	0,1	0%	0,10	0,12
Nitrogênio Kjeldahl Total	mg/L		0,5	0,5	0%	0,50	0,64
Microbiológicos							
Coliformes Termotolerantes	UFC/100mL	1000	1	104	0%	11,50	52,49
Enterococos	UFC/100mL	100	1	170	11%	23,78	28,37

A classificação dos sedimentos dos três pontos da região pelo critério químico foi Ótima em 2016. Os valores de potencial redox, nitrogênio Kjeldahl total e fósforo apresentaram comportamento semelhante ao ano de 2015 indicando ambiente redutor, rico em matéria orgânica, reflexo de uma maior contribuição de material continental na área. Há uma ocorrência aparentemente pontual de níquel na primeira campanha, ponto 2. 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*, todos os pontos foram classificados Ótimos em ambas as campanhas, exceto o ponto 2 que foi classificado como Bom na 1ª campanha.

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

Parâmetro	Unidade	Padrão CCME, 2002		mín	máx	% NC (resultados acima de ISQG)	Média aritmética - 2016	Média aritmética - 2011-2015
		ISQG	PEL					
Nutrientes								
Fósforo Total *	mg/kg	500		461	769	83,3%	585,67	596,47
Nitrogênio Kjeldahl Total *	mg/kg	1000		713	2334	83,3%	1.442,50	1.426,13
Orgânicos								
Carbono Orgânico Total *	%	1,3		1	1,9	60,0%	1,46	1,67
Fenóis Totais	mg/kg			2,55	4,15	-	3,36	2,16
Óleos e Graxas Totais	mg/kg			500	900	-	614,17	514,33
Metais								
		ISQG	PEL					
Alumínio Total	mg/kg			18150	32030	-	27.218,33	33.554,85
Arsênio Total	mg/kg	7,2	41,6	8,29	12,7	100,0%	10,65	9,65
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	15,8	26,3	0,0%	22,25	14,49
Cobre Total	mg/kg	18,7	108	6,44	11,9	0,0%	10,12	6,05
Cromo Total	mg/kg	52,3	160	21,2	31,9	0,0%	27,92	28,26
Ferro Total	mg/kg			19300	30050	-	26.261,67	24.119,97
Níquel Total	mg/kg	15,9	42,8	9,54	16,8	16,7%	12,71	10,79
Zinco Total	mg/kg	124,0	271	37,1	67,6	0,0%	54,58	49,01

* valores adotados pela CETESB, vide metodologia no capítulo 2.

Na avaliação ecotoxicológica com as amostras de sedimento dos três pontos desta região, o ensaio agudo indicou qualidade Ótima para esse ambiente (Tabela 3.4), embora tenha sido observada a presença de arsênio acima do ISQG nos três pontos, conforme anteriormente mencionado.

3.4.3 Saco da Ribeira

Considerando-se as duas campanhas de amostragem realizadas em 2016, no Saco da Ribeira, apenas o parâmetro clorofila *a* apresentou não conformidade, classificando a região, conforme a média do IQAC, na categoria Ótima. No ano anterior a classificação foi Boa.

As concentrações de clorofila *a* (Tabela 3.2) na primeira campanha foram um pouco menores, com todos os pontos classificados como Mesotrófico. Já na 2ª campanha, os valores foram maiores nos pontos 1 e 2, com média indicando condição Eutrófica. Pela média anual este local foi classificado como Eutrófico, ou seja, ambiente já eutrofizado, indicando uma piora 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 - 2016	Média aritmética - 2011-2015
Campo							
OD	mg/L	6	6,7	7,42	0%	7,11	6,76
pH	-	6,5 a 8,5	8,12	8,39	0%	8,22	8,15
Salinidade	ppt		30,73	35,22		32,94	34,03
Temperatura da Água	°C		19,73	25,54		22,41	23,30
Turbidez	NTU		1	6,19		3,00	2,51
Metais							
Boro Total	mg/L	5,0	3,51	3,68	0%	3,64	4,35
Nutrientes							
Orto-fosfato Solúvel	mg/L		0,008	0,02	0%	0,01	0,01
Fósforo Total	mg/L	0,062	0,02	0,05	0%	0,03	7,77
Nitrogênio Amoniacal Total	mg/L	0,4	0,1	0,15	0%	0,11	0,11
Nitrogênio Kjeldahl Total	mg/L		0,5	0,5	0%	0,50	0,62
Microbiológicos							
Coliformes Termotolerantes	UFC/100mL	1000	1	85	0%	25,22	4,76
Enterococos	UFC/100mL	100	1	42	0%	12,11	3,98

A classificação dos sedimentos pelo critério químico dos pontos 1 e 3 foi Boa, já a do ponto 2 foi Ruim devido a uma ocorrência de cobre. A presença de marinas e o tráfego de embarcações pode explicar o fenômeno que já aconteceu em outras campanhas de pontos com detecção de metais, em geral. 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. As concentrações de nitrogênio Kjeldahl total e fósforo total foram mais elevadas que no ano de 2015 e detectaram-se ocorrências de chumbo e zinco na região, o que reduziu sua classificação de qualidade.

Quanto ao aspecto microbiológico, considerando os coliformes termotolerantes, os pontos 1 e 2 foram classificados como Ruins e o 3 como Ótimo na 1ª campanha e na 2ª campanha os três pontos foram classificados como Ótimos. Quanto aos *C. perfringens*, os pontos 1 e 2 foram classificados como Ruim e o 3 como Bom na 1ª campanha. Já na 2ª campanha os pontos foram classificados como Regular, Ruim e Bom, respectivamente.

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

Parâmetro	Unidade	Padrão CCME, 2002		mín	máx	% NC (resultados acima de ISQG)	Média aritmética - 2016	Média aritmética - 2011-2015
Nutrientes								
Fósforo Total *	mg/kg	500		404	972	83,3%	764,50	940,24
Nitrogênio Kjeldahl Total *	mg/kg	1000		843	1876	83,3%	1.581,00	1.720,37
Orgânicos								
Carbono Orgânico Total *	%	1,3		1	1,8	83,3%	1,52	1,45
Fenóis Totais	mg/kg			2,49	4,58	-	4,06	1,88
Óleos e Graxas Totais	mg/kg			500	545	-	523,00	581,13
Hidrocarbonetos Arom. Polinucleares		ISQG	PEL					
Benzo(a)pireno	µg/kg	88,8	763	10	16,6	0,0%	12,20	16,50
Fluoranteno	µg/kg	113,0	1494	20	28,1	0,0%	22,70	37,47
Metais		ISQG	PEL					
Alumínio Total	mg/kg			18630	40960	-	34.495,00	64.624,07
Arsênio Total	mg/kg	7,2	41,6	7,55	23,4	100,0%	16,09	14,32
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	17,1	55,6	83,3%	36,50	34,41
Cobre Total	mg/kg	18,7	108	7,24	110	83,3%	57,67	62,22
Cromo Total	mg/kg	52,3	160	21	36,4	0,0%	31,83	41,36
Ferro Total	mg/kg			21810	42410	-	36.705,00	41.811,19
Níquel Total	mg/kg	15,9	42,8	7,11	17,1	16,7%	14,04	15,03
Zinco Total	mg/kg	124,0	271	42,6	178	50,0%	123,77	138,24

* valores adotados pela CETESB, vide metodologia no capítulo 2.

Os ensaios ecotoxicológicos com as amostras de sedimento dos três pontos desta região indicaram qualidade Ótima para esse ambiente (Tabela 3.4). Embora tenha sido observada a presença de arsênio, chumbo e cobre acima do ISQG nos três pontos e zinco nos pontos 1 e 2, conforme anteriormente mencionado, essas substâncias não estavam biodisponíveis para causar efeito tóxico aos organismos teste.

No monitoramento dos anos anteriores também foram quantificados alguns contaminantes acima do ISQG associados às atividades das marinas existentes no local, além de HPAs que, mesmo atendendo aos limites apresentam-se muito próximos destes. Dessa forma, uma eventual movimentação da camada de sedimento dessa região, com sua ressuspensão, provavelmente aumentará a probabilidade de ocorrência de efeitos deletérios nas comunidades biológicas.

3.4.4 Tabatinga

As duas coletas realizadas em 2016 em Tabatinga indicaram não conformidades nos resultados de pH e clorofila *a*, o que resultou em um IQAC médio Ótimo. No ano anterior a área foi classificada como Boa.

Quanto ao estado trófico (Tabela 3.2.), em ambas as campanhas foram observadas classificações que variaram de Mesotrófica a Eutrófica. A média da 1ª campanha indicou condição Mesotrófica, 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 Eutrófica. No entanto, 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 - 2016	Média aritmética - 2011-2015
Campo							
OD	mg/L	6	6,35	8,41	0%	7,41	7,31
pH	-	6,5 a 8,5	8,11	8,51	6%	8,30	8,17
Salinidade	ppt		29,59	34,06		31,87	34,26
Temperatura da Água	°C		18,9	24,89		21,86	23,19
Turbidez	NTU		1,31	10,8		4,50	3,24
Metais							
Boro Total	mg/L	5,0	3,05	3,41	0%	3,27	4,21
Nutrientes							
Orto-fosfato Solúvel	mg/L		0,01	0,02	0%	0,01	0,01
Fósforo Total	mg/L	0,062	0,02	0,04	0%	0,03	0,03
Nitrogênio Amoniacal Total	mg/L	0,4	0,1	0,11	0%	0,10	0,11
Nitrogênio Kjeldahl Total	mg/L		0,5	0,5	0%	0,50	0,68
Microbiológicos							
Coliformes Termotolerantes	UFC/100mL	1000	1	25	0%	3,22	12,20
Enterococos	UFC/100mL	100	1	11	0%	2,17	11,70

A classificação dos sedimentos dos três pontos da região pelo critério químico foi Ótima em 2016. 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 Bons, exceção feita aos pontos 1 e 2, 2º semestre, que foram classificados como Ótimos.

Na avaliação ecotoxicológica com as amostras de sedimento dos três pontos desta região, o ensaio agudo indicou qualidade Ótima para esse ambiente (Tabela 3.4).

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

Parâmetro	Unidade	Padrão CCME, 2002		mín	máx	% NC (resultados acima de ISQG)	Média aritmética - 2016	Média aritmética - 2011-2015
		ISQG	PEL					
Nutrientes								
Fósforo Total *	mg/kg	500		156	313	0,0%	203,33	240,65
Nitrogênio Kjeldahl Total *	mg/kg	1000		169	497	0,0%	291,33	655,17
Orgânicos								
Carbono Orgânico Total *	%	1,3		1	1	0,0%	1,00	1,03
Fenóis Totais	mg/kg			2,01	2,15	-	2,07	1,20
Óleos e Graxas Totais	mg/kg			500	500	-	500,00	402,00
Metais								
Alumínio Total	mg/kg			4267	7810	-	6.587,00	14.858,53
Arsênio Total	mg/kg	7,2	41,6	4,19	5,12	0,0%	4,81	6,19
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	5	8,78	0,0%	7,29	13,79
Cobre Total	mg/kg	18,7	108	5	5	0,0%	5,00	2,40
Cromo Total	mg/kg	52,3	160	7,4	13,2	0,0%	11,12	16,01
Ferro Total	mg/kg			7590	13760	-	11.580,00	15.792,12
Níquel Total	mg/kg	15,9	42,8	2,77	4,77	0,0%	3,68	5,25
Zinco Total	mg/kg	124,0	271	16	27	0,0%	22,37	31,61

* valores adotados pela CETESB, vide metodologia no capítulo 2.

3.4.5 Cocanha

As amostragens realizadas em 2016 na região de maricultura de Cocanha, em Caraguatatuba, indicaram não conformidades nos resultados de fósforo total, o que resultou em um IQAC médio Ótimo. No ano anterior a área foi classificada como Boa.

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, condição Mesotrófica, segundo o IETC. Em relação ao ano anterior, observou-se a manutenção da condição trófica.

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 n° 357/05	mín	máx	% NC	Média aritmética - 2016	Média aritmética - 2011-2015
Campo							
OD	mg/L	6	6,25	8,13	0%	7,31	7,12
pH	-	6,5 a 8,5	8,11	8,42	0%	8,26	8,13
Salinidade	ppt		29,58	34,47		32,02	34,13
Temperatura da Água	°C		18,71	24,77		21,64	23,17
Turbidez	NTU		1	50,1		6,29	2,60
Metais							
Boro Total	mg/L	5,0	3,19	3,42	0%	3,29	4,15
Nutrientes							
Orto-fosfato Solúvel	mg/L		0,009	0,02	0%	0,01	0,01
Fósforo Total	mg/L	0,062	0,02	0,08	6%	0,03	0,03
Nitrogênio Amoniacal Total	mg/L	0,4	0,1	0,14	0%	0,10	0,11
Nitrogênio Kjeldahl Total	mg/L		0,5	0,5	0%	0,50	0,66
Microbiológicos							
Coliformes Termotolerantes	UFC/100mL	1000	1	10	0%	2,33	37,57
Enterococos	UFC/100mL	100	1	7	0%	1,78	10,23

A classificação dos sedimentos dos três pontos da região pelo critério químico foi Ótima em 2016. Conforme o critério de classificação microbiológico, em ambas as campanhas os três pontos foram classificados como Ótimos para coliformes termotolerantes. Para *C. perfringens*, os pontos foram classificados como Ótimos e Bons.

Na avaliação ecotoxicológica com as amostras de sedimento dos três pontos desta região, o ensaio agudo indicou qualidade Ótima para esse ambiente (Tabela 3.4).

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

Parâmetro	Unidade	Padrão CCME, 2002		mín	máx	% NC (resultados acima de ISQG)	Média aritmética - 2016	Média aritmética - 2011-2015
		ISQG	PEL					
Nutrientes								
Fósforo Total *	mg/kg	500		236	303	0,0%	271,83	275,87
Nitrogênio Kjeldahl Total *	mg/kg	1000		333	720	0,0%	463,33	468,50
Orgânicos								
Carbono Orgânico Total *	%	1,3		1	1	0,0%	1,00	1,00
Fenóis Totais	mg/kg			2,06	2,26	-	2,15	1,17
Óleos e Graxas Totais	mg/kg			500	500	-	500,00	404,50
Metais								
Alumínio Total	mg/kg			9971	14950	-	11.910,17	16.894,88
Arsênio Total	mg/kg	7,2	41,6	1,494	7,56	16,7%	5,34	5,27
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	8,37	13,9	0,0%	11,19	13,93
Cobre Total	mg/kg	18,7	108	5	5	0,0%	5,00	2,50
Cromo Total	mg/kg	52,3	160	16,7	20,4	0,0%	18,37	19,88
Ferro Total	mg/kg			17030	21800	-	18.920,00	19.867,18
Níquel Total	mg/kg	15,9	42,8	5,55	7,45	0,0%	6,37	5,83
Zinco Total	mg/kg	124,0	271	31,1	46,5	0,0%	37,58	34,49

* valores adotados pela CETESB, vide metodologia no capítulo 2.

3.4.6. Baía de Caraguatatuba

Na Baía de Caraguatatuba as duas coletas realizadas em 2016 indicaram não conformidades nos resultados de clorofila *a*, resultando em um IQAC Ótimo. A mesma classificação foi verificada no ano anterior.

As concentrações de clorofila *a* (Tabela 3.2) foram similares em ambas as campanhas variando entre as classificações Oligotrófica e Mesotrófica, exibindo como média em cada campanha e média anual a condição Mesotrófica. Em comparação ao ano anterior este local exibiu uma piora em relação à eutrofização.

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 n° 357/05	mín	máx	% NC	Média aritmética - 2016	Média aritmética - 2011-2015
Campo							
OD	mg/L	6	6,61	7,56	0%	6,94	6,96
pH	-	6,5 a 8,5	8,03	8,17	0%	8,13	8,15
Salinidade	ppt		30,99	35,2		33,26	34,31
Temperatura da Água	°C		21,32	25,05		23,56	23,70
Turbidez	NTU		1	2,63		1,36	1,73
Metais							
Boro Total	mg/L	5,0	4,32	4,56	0%	4,45	4,11
Nutrientes							
Orto-fosfato Solúvel	mg/L		0,01	0,02	0%	0,02	0,01
Fósforo Total	mg/L	0,062	0,02	0,03	0%	0,02	0,03
Nitrogênio Amoniacal Total	mg/L	0,4	0,1	0,18	0%	0,11	0,10
Nitrogênio Kjeldahl Total	mg/L		0,5	0,5	0%	0,50	0,64
Microbiológicos							
Coliformes Termotolerantes	UFC/100mL	1000	1	5	0%	1,22	5,87
Enterococos	UFC/100mL	100	1	11	0%	3,00	1,40

A classificação dos sedimentos dos pontos da região pelo critério químico foi Ótima em 2016. Nota-se altas concentrações de carbono orgânico total e nitrogênio Kjeldahl total nos pontos 1 e 2 e, em menor intensidade, no ponto 3. É provável que a contribuição continental de esgoto doméstico sem tratamento seja o principal fator que contribui para as altas concentrações e o aumento populacional deve estar contribuindo para a elevação das médias anuais destes contaminantes em comparação com o histórico. Com base no critério de classificação microbiológico, em ambas as campanhas de amostragem todos os pontos foram classificados como Ótimos, para os coliformes termotolerantes. Para *C. perfringens*, no primeiro semestre, todos os pontos foram classificados como Ótimos e no 2º semestre, os pontos foram classificados como Regular, Ótimo e Bom, respectivamente.

Na avaliação ecotoxicológica com as amostras de sedimento dos três pontos desta região, o ensaio agudo indicou qualidade Ótima para esse ambiente (Tabela 3.4).

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

Parâmetro	Unidade	Padrão CCME, 2002		mín	máx	% NC (resultados acima de ISQG)	Média aritmética - 2016	Média aritmética - 2011-2015
		ISQG	PEL					
Nutrientes								
Fósforo Total *	mg/kg	500		162	259	0,0%	211,33	236,97
Nitrogênio Kjeldahl Total *	mg/kg	1000		320	747	0,0%	522,83	537,57
Orgânicos								
Carbono Orgânico Total *	%	1,3		1	1	0,0%	1,00	1,01
Fenóis Totais	mg/kg			2,05	2,57	-	2,30	1,64
Óleos e Graxas Totais	mg/kg			500	500	-	500,00	453,23
Metais								
Alumínio Total	mg/kg			7168	13310	-	9.583,33	15.659,85
Arsênio Total	mg/kg	7,2	41,6	4,29	5,66	0,0%	5,06	5,86
Cádmio Total	mg/kg	0,7	4,2	0,5	0,5	0,0%	0,50	0,30
Chumbo Total	mg/kg	30,2	112	9,37	12,9	0,0%	10,66	12,99
Cobre Total	mg/kg	18,7	108	5	5	0,0%	5,00	2,33
Cromo Total	mg/kg	52,3	160	13,4	43,9	0,0%	26,45	20,92
Ferro Total	mg/kg			12360	18620	-	16.055,00	17.071,37
Níquel Total	mg/kg	15,9	42,8	4,08	7	0,0%	5,73	7,15
Zinco Total	mg/kg	124,0	271	26,1	34,8	0,0%	30,58	33,10

* valores adotados pela CETESB, vide metodologia no capítulo 2.

3.4.7 Canal de São Sebastião

As amostras coletadas em 2016 nos cinco pontos do Canal de São Sebastião indicaram não conformidades nos resultados de oxigênio dissolvido e enterococos, o que resultou em um IQAC médio Bom. Comparando-se com o ano anterior, houve queda na qualidade, uma vez que o IQAC médio em 2015 foi Ótimo. Vale comentar que o parâmetro coliformes termotolerantes, que não compõe o IQAC, também apresentou concentrações acima do padrão de qualidade.

As concentrações de clorofila *a* (Tabela 3.2) foram similares nas duas campanhas resultando em classificações que variaram de Oligotrófica a Mesotrófica, com a média para ambas as campanhas indicando a condição Mesotrófica. Pela média anual, para os cinco pontos monitorados, essa região mostra um ambiente em processo de eutrofização classificado, como Mesotrófico, mantendo a classificação 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 n° 357/05	mín	máx	% NC	Média aritmética - 2016	Média aritmética - 2011-2015
Campo							
OD	mg/L	6	5,24	7,32	7%	6,74	6,86
pH	-	6,5 a 8,5	7,69	8,17	0%	8,01	8,14
Salinidade	ppt		31,18	35,1		33,40	34,54
Temperatura da Água	°C		20,42	25,04		23,32	23,27
Turbidez	NTU		1	8,09		2,31	1,95
Metais							
Boro Total	mg/L	5,0	4,25	4,51	0%	4,40	4,16
Nutrientes							
Orto-fosfato Solúvel	mg/L		0,01	0,03	0%	0,02	0,01
Fósforo Total	mg/L	0,062	0,02	0,04	0%	0,03	0,03
Nitrogênio Amoniacal Total	mg/L	0,4	0,1	0,15	0%	0,10	0,10
Nitrogênio Kjeldahl Total	mg/L		0,5	0,5	0%	0,50	0,64
Microbiológicos							
Coliformes Termotolerantes	UFC/100mL	1000	1	1040	3%	38,03	4,47
Enterococos	UFC/100mL	100	1	660	3%	29,57	1,67

Com relação aos sedimentos, a classificação dos pontos 1 a 4 da região pelo critério químico foi Ótima em 2016. Uma ocorrência aparentemente pontual de cromo no ponto 5 reduziu sua classificação para Boa.

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. Exceção feita ao ponto 3 que foi classificado como Ruim no 2º semestre, considerando os coliformes termotolerantes.

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

Parâmetro	Unidade	Padrão CCME, 2002		mín	máx	% NC (resultados acima de ISQG)	Média aritmética - 2016	Média aritmética - 2011-2015
Nutrientes								
Fósforo Total *	mg/kg	500		113	612	10,0%	358,00	381,02
Nitrogênio Kjeldahl Total *	mg/kg	1000		150	1840	40,0%	815,20	820,33
Orgânicos								
Carbono Orgânico Total *	%	1,3		1	1,5	30,0%	1,18	1,11
Fenóis Totais	mg/kg			2	3,29	-	2,61	1,57
Óleos e Graxas Totais	mg/kg			500	500	-	500,00	489,37
Hidrocarbonetos Arom. Polinucleares		ISQG	PEL					
Fluoranteno	µg/kg	113,0	1494	20	21,4	0,0%	20,28	25,31
Metais		ISQG	PEL					
Alumínio Total	mg/kg			3262	22350	-	10.864,20	21.597,40
Arsênio Total	mg/kg	7,2	41,6	2,39	9,14	30,0%	5,92	6,80
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	5	24,1	0,0%	12,73	14,94
Cobre Total	mg/kg	18,7	108	5	13,5	0,0%	7,05	6,36
Cromo Total	mg/kg	52,3	160	7,12	65,7	10,0%	24,16	24,32
Ferro Total	mg/kg			6668	27720	-	18.249,50	20.680,12
Níquel Total	mg/kg	15,9	42,8	3,03	14,3	0,0%	7,79	10,50
Zinco Total	mg/kg	124,0	271	11,8	64,4	0,0%	35,50	49,94

* valores adotados pela CETESB, vide metodologia no capítulo 2.

Nessa região os ensaios ecotoxicológicos foram realizados em cinco pontos. Os resultados dos ensaios agudos indicaram ausência de efeitos tóxicos para o sedimento em quatro pontos classificados com qualidade Ótima, sendo que apenas o ponto 2 foi classificado na faixa de qualidade Ruim. Conforme anteriormente mencionado, dentre as substâncias analisadas, verificou-se a presença de cromo no ponto 5 e arsênio acima do ISQG nos pontos 3 e 2, sendo que apenas neste último ponto foi observado efeito tóxico.

Salienta-se que o Canal de São Sebastião recebe efluentes domésticos (3 emissários) e industrial (Tasse), além da contribuição proveniente das atividades do Porto de São Sebastião. Dessa forma, essa região exige atenção especial, principalmente ao considerarmos o futuro aumento dos usos já existentes caso ocorra a ampliação do Porto. Além disso, do mesmo modo que no Saco da Ribeira, a eventual ressuspensão do sedimento poderá causar efeitos deletérios nas comunidades biológicas.

3.4.8 Barra do Una

Considerando-se as duas campanhas de 2016, os parâmetros fósforo total e clorofila *a* apresentaram concentrações maiores do que o padrão de qualidade, conferindo a esta área uma média do IQAC que a classificou na categoria Boa. Em 2015 essa área teve a mesma classificação.

Quanto às condições tróficas, observou-se que as concentrações de clorofila *a* foram um pouco menores na 1ª campanha, variando de Mesotrófica a Eutrófica com a média indicando condição Mesotrófica. Na 2ª campanha as concentrações de clorofila *a* indicaram condições tróficas que variaram entre Mesotrófica e Eutrófica, com aumento nas suas concentrações que resultou, pela média desta campanha, na classificação Eutrófica. A média anual das duas campanhas indicou, para o local, classificação Eutrófica (Tabela 3.2), indicativo de ambiente já eutrofizado, exibindo uma piora 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 - 2016	Média aritmética - 2011-2015
Campo							
OD	mg/L	6	6,64	7,77	0%	7,29	7,01
pH	-	6,5 a 8,5	7,71	8,37	0%	8,12	8,10
Salinidade	ppt		24,77	32,69		31,39	34,32
Temperatura da Água	°C		19,94	21,83		20,83	23,00
Turbidez	NTU		1,81	26		6,76	2,66
Metais							
Boro Total	mg/L	5,0	2,98	4,27	0%	3,90	4,04
Nutrientes							
Orto-fosfato Solúvel	mg/L		0,007	0,19	0%	0,02	0,01
Fósforo Total	mg/L	0,062	0,02	0,26	6%	0,05	0,03
Nitrogênio Amoniacal Total	mg/L	0,4	0,1	0,27	0%	0,12	0,11
Nitrogênio Kjeldahl Total	mg/L		0,5	0,65	0%	0,51	0,67
Microbiológicos							
Coliformes Termotolerantes	UFC/100mL	1000	1	230	0%	33,50	4,10
Enterococos	UFC/100mL	100	1	100	0%	20,50	2,68

A classificação dos sedimentos dos pontos da região pelo critério químico foi Ótima em 2016. Conforme o critério microbiológico, nas duas campanhas de amostragem os pontos foram classificados com Ótimos para coliformes termotolerantes, exceção feita a ponto 2 no 1º semestre que foi classificado como Bom. Para *C. perfringens* as amostras foram classificadas como Ótima e Boa, à exceção do ponto 2 que foi classificado como Regular no 1º semestre.

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 - 2016	Média aritmética - 2011-2015
Nutrientes								
Fósforo Total *	mg/kg	500		108	451	0,0%	246,50	135,06
Nitrogênio Kjeldahl Total *	mg/kg	1000		168	1710	16,7%	740,67	256,31
Orgânicos								
Carbono Orgânico Total *	%	1,3		1	1,7	16,7%	1,12	1,04
Fenóis Totais	mg/kg			2,12	3,8	-	2,68	1,24
Óleos e Graxas Totais	mg/kg			500	500	-	500,00	429,07
Hidrocarbonetos Arom. Polinucleares		ISQG	PEL					
Benzo(b)fluoranteno	µg/kg			20	20,5	-	20,17	20,00
Fluoranteno	µg/kg	113,0	1494	20	32,4	0,0%	24,13	20,27
Indeno(1,2,3-cd)pireno	µg/kg			20	21,3	-	20,43	80,00
Naftaleno	µg/kg	34,6	391	20	20	0,0%	20,00	31,20
Metais		ISQG	PEL					
Alumínio Total	mg/kg			4565	11570	-	7.718,00	9.427,03
Arsênio Total	mg/kg	7,2	41,6	3,51	8,99	16,7%	5,98	4,34
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	6,14	16,1	0,0%	10,39	11,22
Cobre Total	mg/kg	18,7	108	5	8,47	0,0%	5,72	2,22
Cromo Total	mg/kg	52,3	160	10,3	38,5	0,0%	22,17	14,25
Ferro Total	mg/kg			9554	20700	-	14.577,33	11.442,20
Níquel Total	mg/kg	15,9	42,8	3,26	9,89	0,0%	6,17	4,91
Zinco Total	mg/kg	124,0	271	17,7	50,3	0,0%	31,25	20,43

* valores adotados pela CETESB, vide metodologia no capítulo 2.

Na avaliação ecotoxicológica com as amostras de sedimento dos três pontos desta região, o ensaio agudo indicou qualidade Ótima para esse ambiente (Tabela 3.4). Foi observada a presença de arsênio no ponto 2 acima do ISQG, conforme mencionado anteriormente, porém esse contaminante não estava biodisponível para causar efeito tóxico aos organismos teste.

3.4.9 Área de influência do Rio Itaguapé

As amostras coletadas em 2016 na área de influência da foz do Rio Itaguapé indicaram não conformidades nos resultados de clorofila *a*, o que resultou em um IQAC médio Ótimo. No ano anterior a área foi classificada como Boa.

As concentrações de clorofila *a* (Tabela 3.2) foram similares em ambas as campanhas, indicando condição Mesotrófica para todos os pontos, com exceção do ponto 2 na segunda campanha que exibiu classificação Eutrófica. Tanto a média das duas campanhas quanto a média anual indicaram, segundo o IETC, a classificação Mesotrófica mantendo a condição trófica do ano anterior.

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

Parâmetro	Unidade	Padrão classe 1 águas salinas Res. CONAMA nº 357/05	mín	máx	% NC	Média aritmética - 2016	Média aritmética - 2011-2015
Campo							
OD	mg/L	6	6,36	7,82	0%	7,39	6,82
pH	-	6,5 a 8,5	7,94	8,33	0%	8,11	8,10
Salinidade	ppt		31,2	32,15		31,84	34,39
Temperatura da Água	°C		19,51	21,95		20,53	23,12
Turbidez	NTU		1	3,7		1,78	2,79
Metais							
Boro Total	mg/L	5,0	3,96	4,21	0%	4,10	4,13
Nutrientes							
Orto-fosfato Solúvel	mg/L		0,007	0,03	0%	0,01	0,01
Fósforo Total	mg/L	0,062	0,02	0,04	0%	0,03	0,03
Nitrogênio Amoniacal Total	mg/L	0,4	0,1	0,22	0%	0,12	0,10
Nitrogênio Kjeldahl Total	mg/L		0,5	0,5	0%	0,50	0,69
Microbiológicos							
Coliformes Termotolerantes	UFC/100mL	1000	1	10	0%	3,17	1,07
Enterococos	UFC/100mL	100	1	15	0%	4,72	1,25

A classificação dos três pontos da região pelo critério químico foi Ótima em 2016. 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 - 2016	Média aritmética - 2011-2015
		ISQG	PEL					
Nutrientes								
Fósforo Total *	mg/kg	500		71,9	143	0,0%	107,12	119,80
Nitrogênio Kjeldahl Total *	mg/kg	1000		122	257	0,0%	171,60	307,44
Orgânicos								
Carbono Orgânico Total *	%	1,3		1	1	0,0%	1,00	1,01
Fenóis Totais	mg/kg			2	2,73	-	2,18	1,24
Óleos e Graxas Totais	mg/kg			500	500	-	500,00	444,63
Metais								
Alumínio Total	mg/kg			3224	6141	-	4.063,83	6.143,93
Arsênio Total	mg/kg	7,2	41,6	2,83	5,01	0,0%	3,55	3,75
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	5	9,31	0,0%	6,30	15,09
Cobre Total	mg/kg	18,7	108	5	5	0,0%	5,00	205,72
Cromo Total	mg/kg	52,3	160	7,7	20,8	0,0%	11,75	15,99
Ferro Total	mg/kg			6825	10500	-	8.617,33	8.852,93
Níquel Total	mg/kg	15,9	42,8	2,2	3,98	0,0%	3,10	28,16
Zinco Total	mg/kg	124,0	271	11,4	20,3	0,0%	15,97	98,44

* valores adotados pela CETESB, vide metodologia no capítulo 2.

Com relação aos ensaios ecotoxicológicos, os resultados do ensaio agudo indicaram ausência de efeitos tóxicos para o sedimento nos pontos 2 e 3 classificados com qualidade Ótima, sendo que o ponto 1 foi classificado na faixa de qualidade Ruim (Tabela 3.4). Como dentre as substâncias analisadas, para as quais existem critérios, os mesmos foram atendidos, provavelmente outras substâncias não analisadas na amostra ou mesmo sua interação, provocaram a toxicidade observada no ensaio agudo.

3.4.10 Canal de Bertioiga

Considerando-se as duas campanhas de amostragem realizadas em 2016, no Canal de Bertioiga, os parâmetros oxigênio dissolvido, fósforo total e clorofila *a* apresentaram não conformidades, classificando a região, conforme a média do IQAC, na categoria Regular. No ano anterior a classificação foi a mesma. Embora não compondo o IQAC, o parâmetro boro total também apresentou concentrações acima do padrão de qualidade.

Quanto à condição trófica, as concentrações de clorofila *a* (Tabela 3.2) na 1ª campanha indicaram classificações entre Mesotrófica e Eutrófica, com média para esta campanha como Eutrófica. Já na 2ª campanha todos os pontos e a média indicaram condição Eutrófica. Pela média anual este local foi classificado, segundo o IETC, como Eutrófico, indicando um ambiente já eutrofizado exibindo uma piora em relação ao ano anterior.

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

Parâmetro	Unidade	Padrão classe 1 águas salobras Res. CONAMA nº 357/05	mín	máx	% NC	Média aritmética - 2016	Média aritmética - 2011-2015
Campo							
OD	mg/L	5	2,12	9,91	33%	6,62	5,45
pH	-	6,5 a 8,5	7,38	8,23	0%	7,91	7,64
Salinidade	ppt		18,32	32,46		26,34	24,88
Temperatura da Água	°C		19,5	28,76		23,47	23,35
Turbidez	NTU		2,04	9,57		4,43	4,56
Metais							
Boro Total	mg/L	0,5	1,2	3,66	100%	2,70	2,66
Nutrientes							
Orto-fosfato Solúvel	mg/L		0,007	0,26	0%	0,10	0,19
Fósforo Total	mg/L	0,124	0,03	0,27	44%	0,12	0,15
Nitrogênio Amoniacal Total	mg/L	0,4	0,1	0,3	0%	0,16	0,20
Nitrogênio Kjeldahl Total	mg/L		0,5	0,5	0%	0,50	0,72
Nitrogênio Nitrato	mg/L	0,4	0,2	0,22	0%	0,20	0,20
Nitrogênio Nitrito	mg/L	0,07	0,1	0,14	*	0,11	0,07
Microbiológicos							
Coliformes Termotolerantes	UFC/100mL	1000	1	580	0%	60,39	272,47
Enterococos	UFC/100mL	100	2	13	0%	6,22	90,51

* LQ > padrão de qualidade

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.

O ano de 2016 apresentou concentrações médias ligeiramente inferiores a 2015. Destacam-se no Canal de Bertiooga as altas concentrações de nutrientes, em especial de nitrogênio Kjeldahl total nos pontos 1 e 2. Nota-se, contudo, uma redução nos valores médios de fósforo após a redução do uso deste elemento na composição de alguns produtos de limpeza. Em 2014 sua concentração média superava os 1200 mg/kg, caindo a 875 em 2015 e finalmente a 666 mg/kg em 2016.

Com base no critério de classificação química dos sedimentos, o ponto 3 foi classificado como Ótimo, o ponto 1 como bom (com alguma presença de chumbo) e o ponto 2 como Regular devido à presença de chumbo, contudo foram detectados também cobre e antraceno acima dos valores orientadores.

Considerando o critério microbiológico, todas as amostras do 1º semestre foram classificadas como Ruim para os dois indicadores. No 2º semestre o cenário melhora e as amostras são classificadas como Ótima e Boa também para os dois indicadores. Exceções são feitas para as amostras do ponto 3 no 1º semestre que foi classificada como Ótima e para a amostra do ponto 1 no 2º semestre que foi classificada como Ruim, ambas para *C. perfringens*.

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

Parâmetro	Unidade	Padrão CCME, 2002		mín	máx	% NC (resultados acima de ISQG)	Média aritmética - 2016	Média aritmética - 2011-2015
Nutrientes								
Fósforo Total *	mg/kg	700		212	666	0,0%	502,50	558,07
Nitrogênio Kjeldahl Total *	mg/kg	1500		917	3671	66,7%	2.413,50	2.046,54
Orgânicos								
Carbono Orgânico Total *	%	1,8		1,3	6,3	66,7%	3,77	3,66
Fenóis Totais	mg/kg			2,58	9,83	-	5,25	4,04
Óleos e Graxas Totais	mg/kg			500	2630	-	1.599,17	1.499,77
Hidrocarbonetos Arom. Polinucleares		ISQG	PEL					
Antraceno	µg/kg	46,9	245	20	47,9	33,3%	29,30	78,24
Benzo(a)pireno	µg/kg	88,8	763	10	14,6	0,0%	11,53	23,46
Benzo(b)fluoranteno	µg/kg			20	80,2	-	42,30	44,25
Fluoranteno	µg/kg	113,0	1494	20	35,7	0,0%	25,23	38,45
Metais		ISQG	PEL					
Alumínio Total	mg/kg			7908	77540	-	28.436,33	32.420,48
Arsênio Total	mg/kg	7,2	41,6	5,16	11,7	50,0%	8,02	7,98
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	11	71,8	33,3%	30,40	17,59
Cobre Total	mg/kg	18,7	108	5,09	20,9	33,3%	13,16	7,41
Cromo Total	mg/kg	52,3	160	10,7	33,9	0,0%	21,90	27,23
Ferro Total	mg/kg			9896	55510	-	25.866,00	22.944,52
Níquel Total	mg/kg	15,9	42,8	4,84	18,9	16,7%	10,59	10,63
Zinco Total	mg/kg	124,0	271	28,3	86,9	0,0%	55,48	52,21

* valores adotados pela CETESB, vide metodologia no capítulo 2.

Os ensaios ecotoxicológicos com as amostras de sedimento dos três pontos desta região indicaram qualidade Ótima para esse ambiente (Tabela 3.4), embora tenha sido observada a presença de antraceno (ponto 2), arsênio (ponto 1), chumbo (pontos 2 e 3) e cobre (pontos 1 e 2). Apesar da presença destes contaminantes acima do ISQG, já mencionados anteriormente, esses não estavam biodisponíveis para causar efeito tóxico aos organismos teste.

Ressalta-se que na avaliação dessa região também 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.

3.4.11 Canal de Piaçaguera

De acordo com os resultados de 2016, no Canal de Piaçaguera, os parâmetros oxigênio dissolvido, fósforo total, nitrogênio amoniacal total, clorofila *a* e enterococos apresentaram não conformidades, classificando a região, conforme a média do IQAC, na categoria Ruim. No ano anterior a classificação foi a mesma. Destaca-se que os parâmetros boro total, nitrato e coliforme termotolerantes, que não fazem parte da composição do IQAC, também apresentaram concentrações acima do padrão de qualidade.

As concentrações de clorofila *a* (Tabela 3.2) na 1ª campanha foram superiores variando da condição Eutrófica a Mesotrófica. Já na 2ª campanha as concentrações de clorofila *a* variaram da condição Oligotrófica a Mesotrófica, em ambas as campanhas pelas médias este local foi classificado como Mesotrófico. Na média anual, o Canal de Piaçaguera foi classificado como ambiente 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 salobras Res. CONAMA nº 357/05	mín	máx	% NC	Média aritmética - 2016	Média aritmética - 2011-2015
Campo							
OD	mg/L	5	1,43	6,92	28%	4,80	4,63
pH	-	6,5 a 8,5	7,17	7,82	0%	7,59	7,53
Salinidade	ppt		6,27	31,26		22,45	25,66
Temperatura da Água	°C		19,43	25,67		22,53	23,57
Turbidez	NTU		3,16	15,3		6,06	7,22
Metais							
Boro Total	mg/L	0,5	0,57	3,46	100%	2,20	2,95
Nutrientes							
Orto-fosfato Solúvel	mg/L		0,15	1,66	0%	0,61	1,40
Fósforo Total	mg/L	0,124	0,16	1,37	100%	0,64	1,89
Nitrogênio Amoniacal Total	mg/L	0,4	0,13	1,42	39%	0,42	0,58
Nitrogênio Kjeldahl Total	mg/L		0,5	0,71	0%	0,54	1,17
Nitrogênio Nitrato	mg/L	0,4	0,2	1,32	56%	0,70	0,53
Nitrogênio Nitrito	mg/L	0,07	0,1	0,27	*	0,13	0,10
Microbiológicos							
Coliformes Termotolerantes	UFC/100mL	1000	9	1300	11%	268,83	309,09
Enterococos	UFC/100mL	100	2	180	11%	40,22	68,15

* LQ > padrão de qualidade

A classificação química dos sedimentos do canal apresentou alguma melhora em relação aos anos anteriores com o ponto 1 classificado como Regular e os demais como Bons. Verificam-se muitas ocorrências de HPAs e metais em consonância com seu comportamento histórico.

Observa-se no Canal de Piaçaguera que, conforme a amostragem se aproxima de sua porção norte, a qualidade química dos sedimentos se deteriora significativamente. Os pontos 1 e 2 apresentam múltiplas ocorrências de HPAs, muitos deles acima dos valores de referência de ISQG e mais próximos de PEL como no caso do fluoranteno.

Os valores observados não implicam, necessariamente, que haja alguma fonte de poluição atual, mas podem estar associados às atividades normais do local como o tráfego de navios que podem ressuspender sedimentos com substâncias depositadas anteriormente.

O canal apresentou alta concentração de todos os nutrientes com destaque para o fósforo e o nitrogênio Kjeldahl total que apresentaram valores acima de 2000 mg/kg.

Com base no critério microbiológico, considerando o grupo dos coliformes termotolerantes, na 1ª campanha, os pontos foram classificados como Bom, Ruim e Péssimo, respectivamente. Na 2ª campanha os pontos foram classificados como Ótimo, Ruim e Bom. As densidades de *C. perfringens* classificaram as amostras como Ruim e Péssima.

A avaliação ecotoxicológica com as amostras de sedimento dos três pontos desta região indicou qualidade Ótima para esse ambiente (Tabela 3.4). Apesar da diversidade de HPAs e metais acima do ISQG, já mencionados anteriormente, esses contaminantes não estavam biodisponíveis para causar efeito tóxico agudo aos organismos teste.

No entanto, devido aos vários contaminantes presentes e níveis de concentrações observados nos 3 pontos desde 2014 quando se iniciou o monitoramento, uma eventual movimentação da camada de sedimento dessa região, com sua ressuspensão, pode aumentar a probabilidade de problemas ambientais com a ocorrência de efeitos deletérios nas comunidades biológicas.

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

Parâmetro	Unidade	Padrão CCME, 2002		mín	máx	% NC (resultados acima de ISQG)	Média aritmética - 2016	Média aritmética - 2011-2015
Nutrientes								
Fósforo Total *	mg/kg	700		980	2754	100,0%	1.840,67	1.451,89
Nitrogênio Kjeldahl Total *	mg/kg	1500		1958	2696	100,0%	2.489,33	1.602,53
Orgânicos								
Carbono Orgânico Total *	%	1,8		2,6	4,4	100,0%	3,37	3,21
Fenóis Totais	mg/kg			4,4	5,48	-	4,87	2,68
Óleos e Graxas Totais	mg/kg			1240	3745	-	2.317,50	1.518,50
Hidrocarbonetos Arom. Polinucleares		ISQG	PEL					
Acenafteno	µg/kg	6,7	88,9	20	23,5	100,0%	21,17	23,93
Antraceno	µg/kg	46,9	245	20	166	33,3%	71,17	57,51
Benzo(a)antraceno	µg/kg	74,8	693	21,7	256	33,3%	115,47	229,11
Benzo(a)pireno	µg/kg	88,8	763	50	565	66,7%	245,33	334,73
Benzo(b)fluoranteno	µg/kg			68,8	491	-	225,27	224,07
Benzo(g,h,i)perileno	µg/kg			80	334	-	166,93	246,68
Benzo(k)fluoranteno	µg/kg			25,7	217	-	97,37	132,79
Criseno	µg/kg	108,0	846	20	123	33,3%	56,20	87,76
Dibenzo(a,h)antraceno	µg/kg	6,2	135	30	30	100,0%	30,00	36,99
Fenantreno	µg/kg	86,7	544	24	202	33,3%	96,50	55,17
Fluoranteno	µg/kg	113,0	1494	118	1080	100,0%	504,33	575,18
Fluoreno	µg/kg	21,2	144	20	35,8	33,3%	25,27	23,83
Indeno(1,2,3-cd)pireno	µg/kg			80	277	-	145,67	229,37
Naftaleno	µg/kg	34,6	391	30	39	33,3%	33,00	31,74
Pireno	µg/kg	153,0	1398	62,9	883	66,7%	384,97	584,66
Metais		ISQG	PEL					
Alumínio Total	mg/kg			22020	35060	-	28.190,00	46.554,94
Arsênio Total	mg/kg	7,2	41,6	9,53	11,6	100,0%	10,36	10,03
Cádmio Total	mg/kg	0,7	4,2	0,5	0,72	16,7%	0,56	0,48
Chumbo Total	mg/kg	30,2	112	30,6	38,1	100,0%	33,18	26,91
Cobre Total	mg/kg	18,7	108	21,8	33,3	100,0%	27,55	21,46
Cromo Total	mg/kg	52,3	160	34,6	43,3	0,0%	39,53	48,68
Ferro Total	mg/kg			29460	45200	-	36.058,33	38.003,35
Níquel Total	mg/kg	15,9	42,8	14,7	23,5	83,3%	18,27	20,57
Zinco Total	mg/kg	124,0	271	115	270	66,7%	171,00	130,68

* valores adotados pela CETESB, vide metodologia no capítulo 2.

■ LQ > Referência

3.4.12 Área de influência do Emissário do Guarujá

Os resultados de 2016 na área de influência do Emissário do Guarujá indicaram não conformidades para oxigênio dissolvido, enterococos e clorofila *a*, o que resultou em uma média de IQAC Regular. Comparando-se com o ano anterior, houve queda na qualidade, uma vez que o IQAC resultante em 2015 foi Bom. Coliformes termotolerantes, que não fazem parte do cálculo do IQAC, também apresentaram concentrações acima do padrão de qualidade.

Quanto à eutrofização, as concentrações de clorofila *a* (Tabela 3.2) na 1ª campanha indicaram condição Eutrófica. Na 2ª campanha, por problemas operacionais foram coletadas apenas amostras de superfície, no entanto as concentrações de clorofila *a* exibiram valores mais elevados indicando condições que variaram de Eutrófica a Supereutrófica. Assim tanto pelas médias por campanha como pela média anual, o local foi classificado como Eutrófico, exibindo uma piora em relação ao 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 - 2016	Média aritmética - 2011-2015
Campo							
OD	mg/L	6	3,55	8,32	42%	6,12	6,95
pH	-	6,5 a 8,5	7,97	8,39	0%	8,19	8,12
Salinidade	ppt		32,32	34,88		33,50	34,73
Temperatura da Água	°C		23,16	26,76		25,28	23,14
Turbidez	NTU		1	4,26		2,53	3,56
Metais							
Boro Total	mg/L	5,0	3,57	4,39	0%	3,82	4,20
Nutrientes							
Orto-fosfato Solúvel	mg/L		0,01	0,03	0%	0,02	0,01
Fósforo Total	mg/L	0,062	0,02	0,03	0%	0,02	0,04
Nitrogênio Amoniacal Total	mg/L	0,4	0,1	0,18	0%	0,12	0,10
Nitrogênio Kjeldahl Total	mg/L		0,5	0,5	0%	0,50	0,63
Nitrogênio Nitrato	mg/L	0,4	0,2	0,2	0%	0,20	0,17
Nitrogênio Nitrito	mg/L	0,07	0,1	0,1	*	0,10	0,05
Microbiológicos							
Coliformes Termotolerantes	UFC/100mL	1000	1	1200	8%	206,00	269,06
Enterococos	UFC/100mL	100	1	290	17%	48,67	109,44

* LQ > padrão de qualidade

A classificação dos sedimentos dos pontos da região pelo critério químico foi Ótima em 2016. Com relação ao critério microbiológico, as densidades de coliformes termotolerantes classificaram o ponto 1 como Regular e os pontos 2 e 3 como Ruim, na 1ª campanha. Na 2ª campanha os pontos foram 1 e 3 classificados como Ótimos e o 2 como Ruim. As densidades de *C. perfringens* classificaram as três amostras da 1ª campanha como Boa e na 2ª campanha, o ponto 1 foi classificado com Regular e os pontos 2 e 3 como Bons.

Na avaliação ecotoxicológica com as amostras de sedimento dos três pontos desta região, o ensaio agudo, realizado somente na primeira campanha, indicou qualidade Ótima para esse ambiente (Tabela 3.4).

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

Parâmetro	Unidade	Padrão CCME, 2002		mín	máx	% NC (resultados acima de ISQG)	Média aritmética - 2016	Média aritmética - 2011-2015
		ISQG	PEL					
Nutrientes								
Fósforo Total *	mg/kg	500		209	379	0,0%	273,00	295,56
Nitrogênio Kjeldahl Total *	mg/kg	1000		481	1750	33,3%	904,50	770,48
Orgânicos								
Carbono Orgânico Total *	%	1,3		1	1,2	0,0%	1,07	1,02
Fenóis Totais	mg/kg			2,18	3,57	-	2,67	1,28
Óleos e Graxas Totais	mg/kg			500	500	-	500,00	453,83
Metais								
Alumínio Total	mg/kg			7471	16160	-	11.223,67	18.377,07
Arsênio Total	mg/kg	7,2	41,6	4,05	8,51	33,3%	5,88	6,43
Cádmio Total	mg/kg	0,7	4,2	0,5	0,5	0,0%	0,50	0,35
Chumbo Total	mg/kg	30,2	112	11,3	21	0,0%	15,10	14,69
Cobre Total	mg/kg	18,7	108	5	8,56	0,0%	6,21	4,00
Cromo Total	mg/kg	52,3	160	14,7	22,9	0,0%	17,75	22,33
Ferro Total	mg/kg			15980	23070	-	18.558,33	20.840,56
Níquel Total	mg/kg	15,9	42,8	6,44	10,5	0,0%	8,41	8,31
Zinco Total	mg/kg	124,0	271	32,1	47,3	0,0%	38,93	39,92

* valores adotados pela CETESB, vide metodologia no capítulo 2.

3.4.13 Área de influência do Emissário de Santos

Na área de influência do Emissário de Santos os parâmetros oxigênio dissolvido, pH, fósforo total, nitrogênio amoniacal total, clorofila *a* e enterococos apresentaram não conformidades. A média do IQAC classificou a área como Ruim. A mesma classificação foi verificada no ano anterior. Destaca-se que os coliformes termotolerantes, que não fazem parte do IQAC, apresentaram concentrações acima do padrão de qualidade.

Quanto ao Índice de Estado Trófico Costeiro – IETC (Tabela 3.2), na 1ª campanha todos os três pontos indicaram condição Supereutrófica. Já na 2ª campanha, exibiu uma melhora na qualidade da água com classificação trófica variando de Mesotrófica a Eutrófica, pela média da campanha, o local foi classificado como Mesotrófico. No entanto, pela média anual, este local exibe indicativos de um ambiente extremamente eutrofizado classificado, segundo o IETC como Supereutrófico. Os valores extremamente elevados de clorofila *a* na 1ª campanha, realizada em fevereiro, assim como no ano anterior, podem estar relacionados principalmente ao período de maior aporte de turistas a essa região bem como condições ambientais que favorecem o estabelecimento da comunidade fitoplanctônica. Comparado ao ano anterior, foi observada uma manutenção da condição trófica neste local.

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 - 2016	Média aritmética - 2011-2015
Campo							
OD	mg/L	6	2,59	7,9	44%	5,87	6,50
pH	-	6,5 a 8,5	7,78	8,86	6%	8,02	8,03
Salinidade	ppt		28,74	35,15		32,69	32,92
Temperatura da Água	°C		20,31	28,71		23,27	24,50
Turbidez	NTU		2,02	20		7,08	5,57
Metais							
Boro Total	mg/L	5,0	3,84	4,68	0%	4,41	4,21
Nutrientes							
Orto-fosfato Solúvel	mg/L		0,02	0,11	0%	0,06	0,04
Fósforo Total	mg/L	0,062	0,02	0,16	61%	0,07	0,08
Nitrogênio Amoniacal Total	mg/L	0,4	0,1	0,73	6%	0,19	0,19
Nitrogênio Kjeldahl Total	mg/L		0,5	0,52	0%	0,50	10,11
Nitrogênio Nitrato	mg/L	0,4	0,2	0,2	0%	0,20	0,20
Nitrogênio Nitrito	mg/L	0,07	0,1	0,1	*	0,10	0,03
Microbiológicos							
Coliformes Termotolerantes	UFC/100mL	1000	33	12300	28%	1.682,56	4.407,01
Enterococos	UFC/100mL	100	1	8100	50%	892,56	1.264,73

* LQ > padrão de qualidade

A classificação dos sedimentos dos pontos da região pelo critério químico foi Ótima em 2016 apesar de terem sido detectados vários HPAs e alguns metais. Além disso, os valores de fósforo, nitrogênio e carbono orgânico total foram elevados repetindo os valores observados historicamente. Considerando o critério microbiológico, as densidades de coliformes termotolerantes classificaram os três pontos de amostragem como Ruim, no 1º e no 2º semestre. Quanto ao *C. perfringens*, as amostras foram classificadas como Ruim e Péssimas na 1ª campanha e como Boas na 2ª campanha. Ressalta-se que a amostra do ponto 2, na 1ª campanha, teve densidade que alcançou a grandeza de 10^6 NMP/100g.

A avaliação ecotoxicológica das amostras de sedimento dos três pontos desta região indicou qualidade Ótima para esse ambiente (Tabela 3.4). Foi registrada a presença de arsênio no ponto 2 acima do ISQG, conforme mencionado anteriormente, porém esse elemento não estava biodisponível para causar efeito tóxico agudo aos organismos teste.

A ocorrência de concentrações de HPAs mesmo abaixo do ISQG, mas muito próximos desses limites, além de metais observados no monitoramento a partir de 2012, pode causar efeitos subletais e, ao longo do tempo, provocar problemas nas comunidades existentes na região. Devido a isso, em caso de movimentação da camada de sedimento, a sua ressuspensão poderá aumentar a probabilidade de problemas ambientais com a ocorrência de efeitos deletérios nas comunidades biológicas.

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

Parâmetro	Unidade	Padrão CCME, 2002		mín	máx	% NC (resultados acima de ISQG)	Média aritmética - 2016	Média aritmética - 2011-2015
Nutrientes								
Fósforo Total *	mg/kg	500		135	774	33,3%	377,83	394,41
Nitrogênio Kjeldahl Total *	mg/kg	1000		169	1926	16,7%	638,17	1.376,81
Orgânicos								
Carbono Orgânico Total *	%	1,3		1	1,8	16,7%	1,17	1,45
Fenóis Totais	mg/kg			2,04	4,3	-	2,95	2,62
Óleos e Graxas Totais	mg/kg			500	1080	-	661,67	985,81
Hidrocarbonetos Arom. Polinucleares		ISQG	PEL					
Benzo(a)antraceno	µg/kg	74,8	693	20	30,8	0,0%	23,60	20,20
Benzo(a)pireno	µg/kg	88,8	763	10	39,8	0,0%	20,57	19,09
Benzo(b)fluoranteno	µg/kg			20	30,5	-	23,50	24,43
Benzo(k)fluoranteno	µg/kg			10	17,1	-	12,37	10,88
Criseno	µg/kg	108,0	846	20	34,7	0,0%	24,90	22,32
Fluoranteno	µg/kg	113,0	1494	20	46,4	0,0%	28,80	33,65
Pireno	µg/kg	153,0	1398	20	46,7	0,0%	28,90	28,49
Metais		ISQG	PEL					
Alumínio Total	mg/kg			3817	17850	-	9.317,83	24.367,13
Arsênio Total	mg/kg	7,2	41,6	3,1	8,95	16,7%	5,31	5,76
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	5,83	22,4	0,0%	12,74	15,64
Cobre Total	mg/kg	18,7	108	5	11,9	0,0%	8,08	8,77
Cromo Total	mg/kg	52,3	160	9,72	28	0,0%	17,29	27,07
Ferro Total	mg/kg			11230	21760	-	15.958,33	23.500,07
Níquel Total	mg/kg	15,9	42,8	3,69	12,4	0,0%	7,09	10,26
Zinco Total	mg/kg	124,0	271	22,5	65,2	0,0%	43,12	49,78

* valores adotados pela CETESB, vide metodologia no capítulo 2.

3.4.14 Canal de Santos

No Canal de Santos os parâmetros oxigênio dissolvido, fósforo total, clorofila *a* e enterococos apresentaram concentrações acima do padrão de qualidade, classificando a área, conforme a média do IQAC, na categoria Ruim. No ano anterior esta área foi classificada como Regular. Embora não fazendo parte da composição do IQAC, os parâmetros boro total, nitrato e coliformes termotolerantes também apresentaram concentrações acima do padrão de qualidade.

As concentrações de clorofila *a* (Tabela 3.2) na 1ª campanha foram maiores com todos os 3 pontos monitorados classificados como Eutróficos. Na 2ª campanha, as concentrações foram menores classificando o canal como Mesotrófico. A média anual, segundo o IETC, indicou condição Eutrófica exibindo uma piora significativa 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 salobras Res. CONAMA nº 357/05	mín	máx	% NC	Média aritmética - 2016	Média aritmética - 2011-2015
Campo							
OD	mg/L	5	3,32	7,55	33%	5,59	5,20
pH	-	6,5 a 8,5	7,55	8	0%	7,83	7,80
Salinidade	ppt		14,58	31,39		26,20	29,57
Temperatura da Água	°C		19,13	26,92		22,84	23,27
Turbidez	NTU		2	12,4		5,45	5,01
Metais							
Boro Total	mg/L	0,5	1,63	3,43	100%	2,60	3,61
Nutrientes							
Orto-fosfato Solúvel	mg/L		0,08	0,53	0%	0,22	0,28
Fósforo Total	mg/L	0,124	0,11	0,5	89%	0,26	0,38
Nitrogênio Amoniacal Total	mg/L	0,4	0,12	0,4	0%	0,24	0,30
Nitrogênio Kjeldahl Total	mg/L		0,5	0,81	0%	0,53	0,81
Nitrogênio Nitrato	mg/L	0,4	0,2	0,5	11%	0,30	0,25
Nitrogênio Nitrito	mg/L	0,07	0,1	0,12	*	0,10	0,07
Microbiológicos							
Coliformes Termotolerantes	UFC/100mL	1000	53	45000	22%	3.150,17	3.631,81
Enterococos	UFC/100mL	100	9	3300	61%	358,67	4.931,15

* LQ > padrão de qualidade

A classificação dos sedimentos dos pontos da região foi Boa em todos os pontos devido a ocorrências de chumbo e cobre. No geral o Canal apresenta melhora em relação ao histórico apesar de ainda apresentar ocorrências e HPAs quantificáveis. No aspecto microbiológico, as densidades de coliformes termotolerantes classificaram as amostras como Boa, Regular e Ruim Quanto ao *C. perfringens*, as amostras dos pontos 1 e 2 foram classificadas como Ruim e Péssima. No ponto 3 as amostras foram classificadas como Regular e Boa. Ressalta-se que a amostra do ponto 1, na 1ª campanha, teve densidade que alcançou a grandeza de 10⁶ 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		mín	máx	% NC (resultados acima de ISQG)	Média aritmética - 2016	Média aritmética - 2011-2015
Nutrientes								
Fósforo Total *	mg/kg	700		449	769	16,7%	540,83	530,92
Nitrogênio Kjeldahl Total *	mg/kg	1500		298	2032	50,0%	1.424,33	1.353,83
Orgânicos								
Carbono Orgânico Total *	%	1,8		1,3	3,2	83,3%	2,22	1,85
Fenóis Totais	mg/kg			3,26	7,12	-	4,27	1,42
Óleos e Graxas Totais	mg/kg			500	1620	-	1.083,33	857,04
Hidrocarbonetos Arom. Polinucleares		ISQG	PEL					
Benzo(a)pireno	µg/kg	88,8	763	20,1	42,4	0,0%	27,80	78,27
Benzo(b)fluoranteno	µg/kg			27,5	67,7	-	42,80	63,59
Benzo(k)fluoranteno	µg/kg			10	20,5	-	13,50	32,70
Fluoranteno	µg/kg	113,0	1494	45,2	86,3	0,0%	59,93	123,63
Pireno	µg/kg	153,0	1398	20	42,5	0,0%	28,53	77,02
Metais		ISQG	PEL					
Alumínio Total	mg/kg			12740	24270	-	17.425,00	31.669,27
Arsênio Total	mg/kg	7,2	41,6	6,07	9,65	66,7%	8,30	7,87
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	21,9	35,9	50,0%	29,30	42,56
Cobre Total	mg/kg	18,7	108	16	25,8	83,3%	21,70	14,90
Cromo Total	mg/kg	52,3	160	20,3	37,6	0,0%	28,12	34,26
Ferro Total	mg/kg			13840	25460	-	20.473,33	24.618,91
Níquel Total	mg/kg	15,9	42,8	10	15	0,0%	12,75	12,76
Zinco Total	mg/kg	124,0	271	64,8	85,9	0,0%	79,97	71,78

* valores adotados pela CETESB, vide metodologia no capítulo 2.

Na avaliação ecotoxicológica com as amostras de sedimento dos três pontos desta região, o ensaio agudo indicou qualidade Ótima para esse ambiente (Tabela 3.4). Foi observada a presença de arsênio (pontos 1 e 3), chumbo (pontos 2 e 3) e cobre nos 3 pontos acima do ISQG, conforme mencionado anteriormente, porém esses contaminantes não estavam biodisponíveis para causar efeito tóxico aos organismos teste.

A preocupação com essa região se deve à ocorrência de concentrações de HPAs mesmo abaixo do ISQG, mas muito próximos desses limites, além de metais observados no monitoramento a partir de 2012, que podem causar efeitos subletais aos organismos existentes na região. Dessa forma, devido ao histórico de contaminação dessa região, 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.

3.4.15 Canal de São Vicente

No Canal de São Vicente os parâmetros oxigênio dissolvido, fósforo total, nitrogênio amoniacal total, clorofila *a* e enterococos apresentaram concentrações acima do padrão de qualidade, conferindo classificação Ruim para esta área, de acordo com a média do IQAC. Em 2015 a área foi classificada como Péssima. Os parâmetros boro total e coliformes termotolerantes, que não fazem parte do IQAC, também apresentaram concentrações acima do padrão de qualidade.

As concentrações de clorofila *a* (Tabela 3.2) foram similares em ambas as campanhas exibindo classificação Eutrófica com exceção do ponto 3, classificado como Mesotrófico, na 2ª campanha. Porém, de acordo com a média em ambas as campanhas e pela média anual, o local foi classificado como Eutrófico. Comparado ao ano anterior, o Canal de São Vicente, exibiu piora 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 salobras Res. CONAMA nº 357/05	mín	máx	% NC	Média aritmética - 2016	Média aritmética - 2011-2015
Campo							
OD	mg/L	5	1,76	7,97	28%	5,15	4,33
pH	-	6,5 a 8,5	7,21	7,9	0%	7,58	7,46
Salinidade	ppt		6,88	29,06		21,76	21,75
Temperatura da Água	°C		19,81	27,24		23,25	23,49
Turbidez	NTU		1,48	8,11		5,31	4,12
Metais							
Boro Total	mg/L	0,5	0,86	3,06	100%	1,66	2,21
Nutrientes							
Orto-fosfato Solúvel	mg/L		0,12	0,34	0%	0,21	0,25
Fósforo Total	mg/L	0,124	0,14	0,46	100%	0,27	0,31
Nitrogênio Amoniacal Total	mg/L	0,4	0,27	1,13	61%	0,48	0,55
Nitrogênio Kjeldahl Total	mg/L		0,58	0,83	0%	0,68	1,05
Nitrogênio Nitrito	mg/L	0,4	0,2	0,26	0%	0,21	0,24
Nitrogênio Nitrito	mg/L	0,07	0,1	0,13	*	0,11	0,08
Microbiológicos							
Coliformes Termotolerantes	UFC/100mL	1000	150	58000	28%	4.258,33	2.326,16
Enterococos	UFC/100mL	100	17	2500	28%	203,28	274,79

* LQ > padrão de qualidade

Os sedimentos do Canal de São Vicente apresentou qualidade Ótima nos pontos 1 e 2 e Boa no ponto 3 devido a ocorrências de chumbo, cobre e zinco. Com base no critério microbiológico, as densidades de coliformes termotolerantes classificaram as amostras como Ruins em ambos os semestres. Com relação ao *C. perfringens*, as amostras foram classificadas como Boa e Ruim na 1ª campanha e como Regular e Péssima na 2ª campanha. Destaca-se que a amostra do ponto 3 no 2º semestre alcançou a grandeza de 10⁶ NMP/100g.

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 - 2016	Média aritmética - 2011-2015
Nutrientes								
Fósforo Total *	mg/kg	700		70,1	704	16,7%	304,18	276,12
Nitrogênio Kjeldahl Total *	mg/kg	1500		255	2023	33,3%	945,17	855,70
Orgânicos								
Carbono Orgânico Total *	%	1,8		1	3	33,3%	1,52	1,65
Fenóis Totais	mg/kg			2,15	18,79	-	5,99	1,95
Óleos e Graxas Totais	mg/kg			500	1790	-	870,00	566,10
Hidrocarbonetos Arom. Polinucleares		ISQG	PEL					
Benzo(a)pireno	µg/kg	88,8	763	10	36,5	0,0%	18,83	38,15
Benzo(b)fluoranteno	µg/kg			20	58	-	32,67	36,63
Benzo(k)fluoranteno	µg/kg			10	16,6	-	12,20	17,63
Fluoranteno	µg/kg	113,0	1494	20	38,8	0,0%	26,27	69,26
Pireno	µg/kg	153,0	1398	20	33,1	0,0%	24,37	48,83
Metais		ISQG	PEL					
Alumínio Total	mg/kg			1279	21220	-	9.567,33	18.039,89
Arsênio Total	mg/kg	7,2	41,6	2	9,24	33,3%	4,48	4,06
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	33,6	33,3%	15,08	14,23
Cobre Total	mg/kg	18,7	108	5	26,4	33,3%	11,87	8,06
Cromo Total	mg/kg	52,3	160	5	36,5	0,0%	15,48	19,43
Ferro Total	mg/kg			2028	28020	-	10.529,00	12.947,89
Níquel Total	mg/kg	15,9	42,8	2	16,9	16,7%	7,52	7,61
Zinco Total	mg/kg	124,0	271	6,06	125	16,7%	48,17	40,05

* valores adotados pela CETESB, vide metodologia no capítulo 2.

Com relação aos ensaios ecotoxicológicos, os resultados do ensaio agudo indicaram ausência de efeitos tóxicos para o sedimento nos pontos 1 e 2 classificados com qualidade Ótima, sendo que o ponto 3 foi classificado na faixa de qualidade Ruim (Tabela 3.4). Salienta-se que a presença de arsênio, chumbo e cobre no ponto 3 podem ser os responsáveis pelo efeito tóxico observado.

A ocorrência de concentrações de HPAs mesmo abaixo do ISQG, mas muito próximos desses limites, além de metais observados no monitoramento a partir de 2012, pode 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.

3.4.16 Área de influência do emissário submarino da Praia Grande 1

Na área de influência do emissário submarino da Praia Grande, os parâmetros oxigênio dissolvido, pH, clorofila *a* e enterococos apresentaram não conformidades, classificando a área na categoria Regular, conforme a média do IQAC. Em 2015 a área teve a mesma classificação.

As concentrações de clorofila *a* (Tabela 3.2) na 1ª campanha variaram de Oligotrófica a Mesotrófica, resultando pela média na classificação Oligotrófica, indicativo de ambiente de baixa trofia. Já na 2ª campanha todos os pontos, assim como a média da campanha foram classificados como Mesotróficos. Pela média anual, segundo o IETC o local foi classificado como Mesotrófico exibindo uma melhora significativa quando comparado ao ano anterior.

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

Parâmetro	Unidade	Padrão classe 1 águas salinas Res. CONAMA nº 357/05	mín	máx	% NC	Média aritmética - 2016	Média aritmética - 2011-2015
Campo							
OD	mg/L	6	3,42	7,55	17%	6,17	6,83
pH	-	6,5 a 8,5	6,03	8,1	6%	7,86	8,12
Salinidade	ppt		32,32	36,21		33,70	33,77
Temperatura da Água	°C		20,3	28,54		23,50	24,18
Turbidez	NTU		0,42	11,5		2,86	2,74
Metais							
Boro Total	mg/L	5,0	4,43	4,77	0%	4,62	4,30
Nutrientes							
Orto-fosfato Solúvel	mg/L		0,007	0,03	0%	0,02	0,02
Fósforo Total	mg/L	0,062	0,02	0,04	0%	0,03	0,04
Nitrogênio Amoniacal Total	mg/L	0,4	0,1	0,13	0%	0,10	0,11
Nitrogênio Kjeldahl Total	mg/L		0,5	0,5	0%	0,50	0,59
Nitrogênio Nitrato	mg/L	0,4	0,2	0,2	0%	0,20	0,18
Nitrogênio Nitrito	mg/L	0,07	0,1	0,1	*	0,10	0,05
Microbiológicos							
Coliformes Termotolerantes	UFC/100mL	1000	1	870	0%	132,89	1.383,33
Enterococos	UFC/100mL	100	2	480	17%	53,72	580,75

* LQ > padrão de qualidade

A classificação dos sedimentos dos pontos da região pelo critério químico foi Ótima em 2016. Com relação ao aspecto microbiológico, as densidades de coliformes termotolerantes classificaram as amostras como Ruim e Péssima, em ambos semestres; com variação no ponto 2 que foi classificado como Bom no 1º semestre. Quanto aos *C. perfringens* os sedimentos foram classificados como Ruim na 1ª campanha e como Bom, Ruim e Ótimo na 2ª campanha, respectivamente.

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 - 2016	Média aritmética - 2011-2015
Nutrientes								
Fósforo Total *	mg/kg	500		185	323	0,0%	256,67	205,39
Nitrogênio Kjeldahl Total *	mg/kg	1000		347	832	0,0%	659,17	691,48
Orgânicos								
Carbono Orgânico Total *	%	1,3		1	1	0,0%	1,00	1,10
Fenóis Totais	mg/kg			2,19	2,91	-	2,54	1,75
Óleos e Graxas Totais	mg/kg			500	500	-	500,00	413,54
Metais		ISQG	PEL					
Alumínio Total	mg/kg			6570	19700	-	10.953,67	12.448,27
Arsênio Total	mg/kg	7,2	41,6	5,93	8,12	33,3%	7,00	5,35
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	7,45	14,5	0,0%	11,57	9,28
Cobre Total	mg/kg	18,7	108	5	7,92	0,0%	6,15	2,46
Cromo Total	mg/kg	52,3	160	13,5	26,3	0,0%	19,27	16,85
Ferro Total	mg/kg			13750	20580	-	16.788,33	16.112,33
Níquel Total	mg/kg	15,9	42,8	4,58	8,28	0,0%	6,53	5,72
Zinco Total	mg/kg	124,0	271	23,5	40,9	0,0%	34,47	27,84

* valores adotados pela CETESB, vide metodologia no capítulo 2.

Na avaliação ecotoxicológica com as amostras de sedimento dos três pontos desta região, o ensaio agudo indicou qualidade Ótima para esse ambiente (Tabela 3.4). Foi observada a presença de arsênio nos pontos 1 e 3 acima do ISQG, conforme mencionado anteriormente, porém esse contaminante não estava biodisponível para causar efeito tóxico aos organismos teste.

3.4.17 Área de Influência do Rio Itanhaém

Na área de influência da foz do Rio Itanhaém os parâmetros oxigênio dissolvido e clorofila *a* apresentaram não conformidades. A média do IQAC classificou a área na categoria Boa. Em 2015 recebeu classificação Regular.

As concentrações de clorofila *a* (Tabela 3.2) foram maiores na 1ª campanha classificando esse ambiente como Eutrófico. Já na 2ª campanha, foram observadas concentrações menores as quais variaram de Mesotrófico a Eutrófico. Tanto a média das campanhas, quanto a média anual, indicam que este local já se encontra eutrofizado tendo sido classificado como Eutrófico, porém, mantendo a condição trófica obtida no ano anterior.

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

Parâmetro	Unidade	Padrão classe 1 águas salinas Res. CONAMA nº 357/05	mín	máx	% NC	Média aritmética - 2016	Média aritmética - 2011-2015
Campo							
OD	mg/L	6	5,73	8,78	11%	7,12	6,71
pH	-	6,5 a 8,5	8,09	8,43	0%	8,19	8,12
Salinidade	ppt		22,4	34,02		29,97	33,58
Temperatura da Água	°C		17,59	25,38		20,68	22,57
Turbidez	NTU		1,46	14		5,67	4,50
Metais							
Boro Total	mg/L	5,0	2,26	2,73	0%	2,57	3,83
Nutrientes							
Orto-fosfato Solúvel	mg/L		0,01	0,02	0%	0,02	0,01
Fósforo Total	mg/L	0,062	0,03	0,05	0%	0,03	0,03
Nitrogênio Amoniacal Total	mg/L	0,4	0,1	0,15	0%	0,11	0,11
Nitrogênio Kjeldahl Total	mg/L		0,5	0,5	0%	0,50	0,65
Microbiológicos							
Coliformes Termotolerantes	UFC/100mL	1000	1	235	0%	33,17	30,35
Enterococos	UFC/100mL	100	1	38	0%	7,06	10,42

A classificação dos sedimentos dos pontos da região pelo critério químico foi Ótima em 2016. Quanto ao aspecto microbiológico, as amostras foram classificadas como Ótimas em ambas as campanhas para os dois indicadores. Exceção feita a amostra do ponto 1 que foi classificada como Boa para *C. perfringens* no 1º semestre.

Com relação à avaliação ecotoxicológica, as amostras de sedimento dos três pontos desta região, foram classificadas de qualidade Ótima (Tabela 3.4). Foi observada a presença de arsênio no ponto 1 acima do ISQG, conforme mencionado anteriormente, porém esse elemento não estava biodisponível para causar efeito tóxico agudo aos organismos teste.

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

Parâmetro	Unidade	Padrão CCME, 2002		mín	máx	% NC (resultados acima de ISQG)	Média aritmética - 2016	Média aritmética - 2011-2015
Nutrientes								
Fósforo Total *	mg/kg	500		119	180	0,0%	139,17	143,79
Nitrogênio Kjeldahl Total *	mg/kg	1000		91	278	0,0%	166,17	277,72
Orgânicos								
Carbono Orgânico Total *	%	1,3		1	1	0,0%	1,00	1,00
Fenóis Totais	mg/kg			1,87	2,16	-	2,02	1,43
Óleos e Graxas Totais	mg/kg			500	985	-	580,83	424,48
Metais		ISQG	PEL					
Alumínio Total	mg/kg			3276	4756	-	4.199,17	14.522,68
Arsênio Total	mg/kg	7,2	41,6	5,84	7,58	33,3%	6,77	6,95
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	5,88	8,03	0,0%	7,04	12,99
Cobre Total	mg/kg	18,7	108	5	5	0,0%	5,00	1,68
Cromo Total	mg/kg	52,3	160	9,95	11,1	0,0%	10,48	17,01
Ferro Total	mg/kg			11770	13560	-	12.461,67	19.899,29
Níquel Total	mg/kg	15,9	42,8	3,04	4,58	0,0%	3,66	3,86
Zinco Total	mg/kg	124,0	271	19,1	24,1	0,0%	21,52	21,90

* valores adotados pela CETESB, vide metodologia no capítulo 2.

3.4.18 Área de Influência Rio Preto (Peruíbe)

Na área de influência da foz do Rio Preto os parâmetros oxigênio dissolvido e clorofila *a* apresentaram não conformidades. A média do IQAC classificou a área na categoria Boa. Em 2015 a área recebeu classificação Regular.

As concentrações de clorofila *a* (Tabela 3.2) na 1ª campanha foram mais elevadas, variando da condição Eutrófica a Supereutrófica classificando-se pela média como Eutrófica. Na 2ª campanha com valores menores, este local foi classificado como Mesotrófico. No entanto, pela média anual, este local foi classificado como Eutrófico exibindo uma piora quando comparado à 2015, retornando à classificação observada em anos anteriores.

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

Parâmetro	Unidade	Padrão classe 1 águas salinas Res. CONAMA nº 357/05	mín	máx	% NC	Média aritmética - 2016	Média aritmética - 2011-2015
Campo							
OD	mg/L	6	4,68	8,92	28%	7,21	6,88
pH	-	6,5 a 8,5	7,99	8,38	0%	8,19	8,13
Salinidade	ppt		25,48	33,73		29,75	32,42
Temperatura da Água	°C		18,02	25,61		20,75	22,59
Turbidez	NTU		2,02	13,7		5,23	4,64
Metais							
Boro Total	mg/L	5,0	2,67	2,9	0%	2,79	4,11
Nutrientes							
Orto-fosfato Solúvel	mg/L		0,01	0,02	0%	0,02	0,01
Fósforo Total	mg/L	0,062	0,03	0,05	0%	0,04	0,03
Nitrogênio Amoniacal Total	mg/L	0,4	0,1	0,22	0%	0,11	0,11
Nitrogênio Kjeldahl Total	mg/L		0,16	0,5	0%	0,48	0,67
Microbiológicos							
Coliformes Termotolerantes	UFC/100mL	1000	1	42	0%	6,28	96,45
Enterococos	UFC/100mL	100	1	12	0%	4,06	53,82

A classificação dos sedimentos dos pontos da região pelo critério químico foi Ótima em 2016. Quanto ao aspecto microbiológico, as densidades de coliformes termotolerantes, classificaram as amostras como Ótimas nos dois semestres. Para o indicador *C. perfringens*, as amostras foram classificadas como Ótima e Boa, exceto a amostra do ponto 3, na 1ª campanha, que foi classificada como Ruim. No 2º semestre as amostras foram classificadas como Ótima.

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

Parâmetro	Unidade	Padrão CCME, 2002		mín	máx	% NC (resultados acima de ISQG)	Média aritmética - 2016	Média aritmética - 2011-2015
Nutrientes								
Fósforo Total *	mg/kg	500		166	336	0,0%	279,00	320,19
Nitrogênio Kjeldahl Total *	mg/kg	1000		292	1020	16,7%	767,83	966,11
Orgânicos								
Carbono Orgânico Total *	%	1,3		1	1,2	0,0%	1,03	1,09
Fenóis Totais	mg/kg			2,08	2,86	-	2,58	1,73
Óleos e Graxas Totais	mg/kg			500	500	-	500,00	392,59
Metais		ISQG	PEL					
Alumínio Total	mg/kg			5661	10820	-	9.325,00	31.267,35
Arsênio Total	mg/kg	7,2	41,6	5,56	8,18	50,0%	7,07	8,20
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	10	20,3	0,0%	15,38	19,92
Cobre Total	mg/kg	18,7	108	5	7,7	0,0%	5,91	4,72
Cromo Total	mg/kg	52,3	160	10,8	20,9	0,0%	17,90	23,77
Ferro Total	mg/kg			13120	19780	-	17.488,33	26.390,38
Níquel Total	mg/kg	15,9	42,8	4,21	9,86	0,0%	7,72	8,84
Zinco Total	mg/kg	124,0	271	23,3	43,2	0,0%	36,25	39,13

* valores adotados pela CETESB, vide metodologia no capítulo 2.

A avaliação ecotoxicológica, com as amostras de sedimento dos três pontos desta região, indicou qualidade Ótima para esse ambiente (Tabela 3.4). Foi observada a presença de arsênio no ponto 1 acima do ISQG, conforme mencionado anteriormente, porém esse contaminante não estava biodisponível para causar efeito tóxico aos organismos teste.

3.4.19 Mar Pequeno

No Mar Pequeno, considerando as duas campanhas de amostragem, os parâmetros fósforo total e enterococos apresentaram concentrações acima do padrão de qualidade. A média do IQAC classificou a área como Ruim. Em 2015 esta área foi classificada na categoria Regular. Vale destacar que, embora não fazendo parte da composição do IQAC, os coliformes termotolerantes também apresentaram concentrações acima do padrão de qualidade.

As concentrações de clorofila *a* (Tabela 3.2) na 1ª campanha foram um pouco maiores, variando de classificação Oligotrófica a Mesotrófica (ponto 3), com a média da campanha indicando um ambiente baixa trofia, classificado como Oligotrófico. Na 2ª campanha, observou-se baixas concentrações de clorofila *a*, que resultaram na condição Oligotrófica para todos os pontos e para média da campanha. No histórico deste ponto os dados da segunda campanha (agosto) são sistematicamente superiores, mas em 2016, as baixas concentrações, provavelmente estão relacionadas às fortes chuvas ocorridas na região do rio Ribeira de Iguape, em dias anteriores à coleta, que ocasionaram tanto um aumento no fluxo da água bem como na turbidez, fatores que em geral, não propiciam o estabelecimento da comunidade fitoplanctônica. Pela média anual, este local foi considerado um ambiente de baixa trofia sendo classificado, como Oligotrófico. Devido aos fatores anteriormente citados não é possível afirmar que os resultados observados indiquem uma melhora real deste local.

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

Parâmetro	Unidade	Padrão classe 1 águas salobras Res. CONAMA nº 357/05	min	máx	% NC	Média aritmética - 2016	Média aritmética - 2011-2015
Campo							
OD	mg/L	5	5,29	7,34	0%	6,64	7,51
pH	-	6,5 a 8,5	6,55	7,23	0%	6,88	7,22
Salinidade	ppt		0,03	3,46		0,43	2,17
Temperatura da Água	°C		17,64	29,34		22,73	23,49
Turbidez	NTU		22,8	163		97,98	49,36
Metais							
Boro Total	mg/L	0,5	0,03	0,09	0%	0,04	0,10
Nutrientes							
Orto-fosfato Solúvel	mg/L		0,02	0,07	0%	0,04	0,11
Fósforo Total	mg/L	0,124	0,07	0,23	28%	0,11	0,18
Nitrogênio Amoniacal Total	mg/L	0,4	0,1	0,13	0%	0,11	0,11
Nitrogênio Kjeldahl Total	mg/L		0,5	1,05	0%	0,63	0,87
Microbiológicos							
Coliformes Termotolerantes	UFC/100mL	1000	84	2300	50%	938,67	179,52
Enterococos	UFC/100mL	100	56	2440	72%	1.109,56	51,57

Com base no critério de classificação química dos sedimentos, os pontos 2 e 3 foram classificados como Ótimos e o ponto 1 como Bom devido a ocorrência de chumbo e cobre. Em relação à poluição fecal, as densidades de coliformes termotolerantes e *C. perfringens* classificaram as amostras como Ruim e Péssima em ambos os semestres.

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

Parâmetro	Unidade	Padrão CCME, 2002		mín	máx	% NC (resultados acima de ISQG)	Média aritmética - 2016	Média aritmética - 2011-2015
Nutrientes								
Fósforo Total *	mg/kg	700		179	745	16,7%	385,33	304,37
Nitrogênio Kjeldahl Total *	mg/kg	1500		146	1760	16,7%	535,83	429,40
Orgânicos								
Carbono Orgânico Total *	%	1,8		1	2,2	16,7%	1,20	1,03
Fenóis Totais	mg/kg			2,08	3,1	-	2,32	1,01
Óleos e Graxas Totais	mg/kg			500	500	-	500,00	451,00
Metais		ISQG	PEL					
Alumínio Total	mg/kg			3722	33450	-	11.425,83	12.848,97
Arsênio Total	mg/kg	7,2	41,6	2	7,03	0,0%	3,12	2,61
Cádmio Total	mg/kg	0,7	4,2	0,5	0,5	0,0%	0,50	0,36
Chumbo Total	mg/kg	30,2	112	11,5	51,1	16,7%	20,67	16,39
Cobre Total	mg/kg	18,7	108	5,55	37,6	16,7%	13,46	56,46
Cromo Total	mg/kg	52,3	160	8,25	34,4	0,0%	14,71	15,40
Ferro Total	mg/kg			7856	45210	-	15.698,17	12.750,33
Níquel Total	mg/kg	15,9	42,8	3,97	23,2	16,7%	9,06	6,62
Zinco Total	mg/kg	124,0	271	18,3	98,8	0,0%	39,23	29,69

* valores adotados pela CETESB, vide metodologia no capítulo 2.

Os testes de toxicidade aguda com amostras de sedimento do Mar Pequeno apresentaram qualidade Ótima no ponto 2 e Péssima nos pontos 1 e 3.

Salienta-se que a amostra do ponto 1 apresentou concentração de chumbo e cobre acima do ISQG e essas substâncias podem ser as responsáveis pelo efeito tóxico observado. Como no ponto 3, dentre as substâncias analisadas, para as quais existem critérios, os mesmos foram atendidos, provavelmente outras substâncias não analisadas na amostra ou mesmo sua interação, provocaram a toxicidade observada.

3.4.20 Mar de Cananeia

No Mar de Cananeia foram constatadas não conformidades os parâmetros oxigênio dissolvido e clorofila *a*. A média do IQAC classificou a área na categoria Boa. Em 2015 foi verificado o mesmo cenário. Embora não fazendo parte da composição do IQAC, o parâmetro boro total apresentou concentrações acima do padrão de qualidade.

As concentrações de clorofila *a* (Tabela 3.2) na 1ª campanha foram maiores, com todos os pontos e a média da campanha, classificados como Eutrófico. Na 2ª campanha, com concentrações de clorofila *a* menores este local exibiu classificação que variou de Oligotrófica a Eutrófica 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.

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

Parâmetro	Unidade	Padrão classe 1 águas salobras Res. CONAMA nº 357/05	mín	máx	% NC	Média aritmética - 2016	Média aritmética - 2011-2015
Campo							
OD	mg/L	5	4,87	7,8	6%	6,70	6,90
pH	-	6,5 a 8,5	7,21	8,01	0%	7,76	7,89
Salinidade	ppt		13,65	29,6		22,16	24,43
Temperatura da Água	°C		18,27	28,79		23,52	24,03
Turbidez	NTU		2,4	26,5		10,29	8,59
Metais							
Boro Total	mg/L	0,5	1,89	3,39	100%	2,69	2,49
Nutrientes							
Orto-fosfato Solúvel	mg/L		0,009	0,03	0%	0,02	0,02
Fósforo Total	mg/L	0,124	0,02	0,08	0%	0,05	0,05
Nitrogênio Amoniacal Total	mg/L	0,4	0,1	0,17	0%	0,13	0,11
Nitrogênio Kjeldahl Total	mg/L		0,5	0,5	0%	0,50	0,71
Microbiológicos							
Coliformes Termotolerantes	UFC/100mL	1000	1	17	0%	6,83	7,18
Enterococos	UFC/100mL	100	1	23	0%	7,33	2,81

A classificação dos sedimentos dos pontos do mar de Cananéia pelo critério químico foi Ótima em 2016. Com base nos aspectos microbiológico, considerando as duas campanhas, as amostras da região foram classificadas como Ótima para coliformes termotolerantes e para *C. perfringens* foram classificadas como Ótima e Boa.

Na avaliação ecotoxicológica com as amostras de sedimento dos três pontos desta região, o ensaio agudo indicou qualidade Ótima para esse ambiente (Tabela 3.4).

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

Parâmetro	Unidade	Padrão CCME, 2002		mín	máx	% NC (resultados acima de ISQG)	Média aritmética - 2016	Média aritmética - 2011-2015
Nutrientes								
Fósforo Total *	mg/kg	700		60,5	414	0,0%	196,92	211,96
Nitrogênio Kjeldahl Total *	mg/kg	1500		198	1862	33,3%	961,17	746,33
Orgânicos								
Carbono Orgânico Total *	%	1,8		1	1,7	0,0%	1,12	1,32
Fenóis Totais	mg/kg			1,96	3,87	-	3,05	1,63
Óleos e Graxas Totais	mg/kg			500	1885	-	751,67	618,83
Metais		ISQG	PEL					
Alumínio Total	mg/kg			1745	15490	-	7.783,17	13.174,76
Arsênio Total	mg/kg	7,2	41,6	2	7,63	16,7%	3,82	3,73
Cádmio Total	mg/kg	0,7	4,2	0,5	0,5	0,0%	0,50	0,35
Chumbo Total	mg/kg	30,2	112	5	23,8	0,0%	10,80	10,26
Cobre Total	mg/kg	18,7	108	5	11,3	0,0%	6,29	4,21
Cromo Total	mg/kg	52,3	160	5	23,9	0,0%	11,29	14,37
Ferro Total	mg/kg			2164	16510	-	9.202,50	10.230,10
Níquel Total	mg/kg	15,9	42,8	2	11,3	0,0%	5,07	5,93
Zinco Total	mg/kg	124,0	271	4,47	44,5	0,0%	20,46	22,09

* valores adotados pela CETESB, vide metodologia no capítulo 2.

3.4.21 Granulometria

A Granulometria dos sedimentos das áreas estudadas é apresentada na Tabela 3.46. 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, em algum ponto, sedimentos mais finos em maior proporção. Estes são os mais propensos à retenção de contaminantes.

Tabela 3.46 – Resultados de Granulometria das 20 áreas por ponto, nos dois semestres de 2016 (continua)

Área	Ponto	(%) 1º Semestre			(%) 2º Semestre		
		Areia	Argila	Silte	Areia	Argila	Silte
PINGUABA	1	83,6	8,6	7,9	90,3	3,5	6,2
	2	99,1	0,0	0,9	97,2	0,0	2,8
	3	100,0	0,0	0,0	99,4	0,0	0,7
BAÍA DE ITAGUÁ	1	49,3	14,5	36,2	37,4	22,9	39,7
	2	35,1	24,2	40,8	35,3	22,6	42,1
	3	87,8	5,8	6,4	64,2	24,0	11,9
SACO DA RIBEIRA	1	17,3	46,2	36,5	25,5	42,3	32,2
	2	18,6	39,6	41,8	23,7	34,8	41,5
	3	20,4	47,3	32,4	55,5	5,8	38,8
TABATINGA	1	95,5	0,0	4,6	93,8	0,0	6,2
	2	92,3	0,0	7,7	92,9	0,0	7,1
	3	86,2	3,8	10,1	94,6	0,0	5,4
COCANHA	1	76,5	4,2	19,4	76,7	1,9	21,4
	2	77,3	0,0	22,7	76,9	0,0	23,2
	3	78,4	1,2	20,5	81,5	0,0	18,5
B. DE CARAGUATATUBA	1	79,7	1,5	18,8	84,8	0,0	15,2
	2	90,5	2,1	7,4	94,2	0,0	5,8
	3	79,3	9,6	11,1	80,5	8,9	10,7
CANAL DE S. SEBASTIÃO	1	45,0	33,1	21,9	31,4	43,1	25,5
	2	41,9	28,8	29,3	35,6	34,2	30,2
	3	39,6	35,1	25,4	71,8	14,5	13,7
	4	94,3	0,0	5,7	84,1	4,5	11,4
	5	54,8	18,2	27,0	59,8	17,8	22,5
BARRA DO UNA	1	81,1	4,6	14,3	92,3	0,0	7,7
	2	60,7	13,5	25,9	97,0	0,0	3,0
	3	77,3	7,2	15,6	89,9	0,6	9,5
RIO ITAGUARÉ	1	98,2	0,0	1,8	98,3	0,0	1,7
	2	93,9	0,0	6,1	90,5	1,3	8,3
	3	97,6	0,0	2,4	97,8	0,0	2,3

Tabela 3.46 – Resultados de Granulometria das 20 áreas por ponto, nos dois semestres de 2016 (conclusão)

Área	Ponto	(% 1º Semestre)			(% 2º Semestre)		
		Areia	Argila	Silte	Areia	Argila	Silte
CANAL DE BERTIOGA	1	29,0	40,6	30,4	21,5	46,6	32,0
	2	63,2	20,4	16,4	43,3	30,3	26,4
	3	80,2	8,8	11,0	83,9	7,9	8,2
CANAL DE SANTOS	1	38,5	40,9	20,5	56,2	27,9	15,9
	2	36,6	41,6	21,8	56,1	27,1	16,9
	3	25,3	43,0	31,6	34,2	38,2	27,7
CANAL DE PIAÇAGUERA	1	41,5	29,7	28,8	70,3	13,0	16,7
	2	38,6	28,2	33,2	38,2	32,5	29,4
	3	30,9	39,1	30,1	16,0	49,7	34,3
CANAL DE S. VICENTE	1	90,5	4,2	5,4	98,7	0,0	1,3
	2	99,1	0,0	0,9	99,8	0,0	0,2
	3	31,0	44,2	24,8	15,2	54,2	30,6
EMISSÁRIO DO GUARUJÁ	1	69,0	6,6	24,4	48,5	20,7	30,8
	2	72,5	3,8	23,7	85,9	1,8	12,3
	3	58,6	12,1	29,3	48,2	19,4	32,4
EMISSÁRIO DE SANTOS	1	96,7	0,0	3,3	97,8	0,0	2,3
	2	64,6	14,6	20,8	71,0	11,2	17,8
	3	81,5	6,3	12,3	93,6	0,0	6,4
EMISSÁRIO DE P GRANDE	1	75,2	9,3	15,5	95,1	0,0	4,9
	2	90,0	1,7	8,3	90,6	1,8	7,6
	3	76,5	7,5	16,0	90,4	1,7	7,9
RIO ITANHAÉM	1	97,0	0,0	3,0	98,4	0,0	1,6
	2	98,9	0,0	1,1	98,8	0,0	1,2
	3	97,7	0,0	2,3	97,7	0,0	2,3
RIO PRETO	1	62,6	11,6	25,9	81,6	4,0	14,4
	2	76,8	7,3	16,0	75,8	6,4	17,8
	3	85,2	2,4	12,4	55,4	13,2	31,4
MAR PEQUENO	1	32,3	31,0	36,7	89,4	5,2	5,4
	2	93,3	1,8	4,9	90,8	2,7	6,6
	3	81,8	7,5	10,7	82,9	7,1	10,0
MAR DE CANANÉIA	1	52,2	28,4	19,4	72,0	12,6	15,5
	2	78,6	11,9	9,6	100,0	0,0	0,0
	3	83,6	8,7	7,8	93,3	2,9	3,9

■ Arenoso ■ Argiloso ■ Siltoso

3.5 Estudo Adicional no Canal de Piaçaguera

Em 2016 para se obter mais informações do canal, por se tratar de área crítica, a CETESB realizou uma amostragem adicional em 4 pontos localizados próximos ao Canal de Piaçaguera em acompanhamento a outras atividades da empresa. O local dos pontos amostrados é detalhado na Figura 4.1 e na Tabela 3.47. Os resultados são disponibilizados na Tabela 3.48. Os pontos amostrados se localizam na porção norte do canal, próximos ao Ponto 1 da Rede de Monitoramento da Qualidade das Águas Costeiras da CETESB sendo 1 deles no manguezal (MG2).

Foram realizadas as seguintes determinações:

- Em água: fósforo e turbidez (exceto ponto MG2, pois se localiza na franja do mangue);
- Em sedimento: fósforo total, nitrogênio Kjeldahl total, fenóis, óleos e graxas, HPAs, metais (exceto mercúrio), bifenilas policloradas (PCBs), ensaio toxicológico com *Vibrio fischeri* e análise mutagênica.

Todas as amostras apresentaram múltiplas ocorrências de HPAs e alguns metais, em consonância com os resultados históricos observados na rede de monitoramento das áreas costeiras. Por outro lado, não foram detectados PCBs, toxicidade ou efeito mutagênico, fato muito positivo para a preservação da vida aquática no local.

Figura 4.1 – Localização dos pontos de amostragem



Tabela 3.47 – Coordenadas dos pontos de amostragem

Ponto	Latitude	Longitude
Piaçaguera 1 (CETESB)	23°53'16.84"S	46°22'31.24"O
SD1	23°53'4.20"S	46°22'20.21"O
SD2	23°53'28.11"S	46°22'36.69"O
SD2A	23°53'31.81"S	46°22'48.89"O
MG2	23°52'56.99"S	46°22'22.99"O

Datum: WGS84

Tabela 3.48 – Resultados de qualidade das amostras de água e sedimentos do Canal de Piaçaguera - outubro de 2016 (continua)

Local Canal de Piaçaguera		Data 14/10/16					
Parâmetros	Unidades	Padrões CCME, 2002		Pontos			
		ISQG	PEL	MG2	SD1	SD2	SD2A
AMOSTRA DE ÁGUA DE MEIO DE COLUNA D'ÁGUA							
Fósforo Total	mg/L	0,124		*	1,42	0,44	0,67
Turbidez	UNT			*	8	10	12
AMOSTRA DE SEDIMENTO							
Parâmetros físicos							
Sólidos Totais	%			53	44	27	54
Teor de Umidade	%			50,2	58,0	74,1	48,5
Nutrientes							
Fósforo Total ¹	mg/kg	700		380	771	2141	793
Nitrogênio Kjeldahl Total ¹	mg/kg	1500		1214	1462	2721	799
Orgânicos							
Fenóis Totais	mg/kg			<2,70	<3,25	<5,46	<2,72
Óleos e Graxas	mg/kg			700	905	1230	755
Hidrocarbonetos Arom.Polinucleares							
1 Metil Naftaleno	µg/kg			<50	<50	<50	<50
2 Metil Naftaleno	µg/kg			25,2	<20	142	38,1
Acenafteno	µg/kg	6,7	88,9	8,07	6,52	52,4	13,6
Acenaftileno	µg/kg			22,4	19,5	30,1	22,5
Antraceno	µg/kg	46,9	245	46,4	47,9	144	84,7
Benzo(a)antraceno	µg/kg	74,8	693	103	143	332	343
Benzo(a)pireno	µg/kg	88,8	763	150	192	551	670
Benzo(b)fluoranteno	µg/kg			119	148	323	502
Benzo(g,h,i)perileno	µg/kg			122	138	382	466
Benzo(k)fluoranteno	µg/kg			71,9	87,9	213	259
Criseno	µg/kg	108,0	846	121	203	413	526
Dibenzo(a,h)antraceno	µg/kg	6,2	135	25,8	22,6	65,6	86,9
Fenantreno	µg/kg	86,7	544	53,8	34,1	310	116
Fluoranteno	µg/kg	113,0	1494	267	296	921	553
Fluoreno	µg/kg	21,2	144	<15	<15	72,8	17,9
Indeno(1,2,3-cd)pireno	µg/kg			114	126	328	421
Naftaleno	µg/kg	34,6	391	<20	<20	78,5	26,8
Pireno	µg/kg	153,0	1398	192	368	820	515

Tabela 3.48 – Resultados de qualidade das amostras de água e sedimentos do Canal de Piaçaguera - outubro de 2016 (conclusão)

Local Canal de Piaçaguera		Data 14/10/16					
Parâmetros	Unidades	Padrões CCME, 2002		Pontos			
		ISQG	PEL	MG2	SD1	SD2	SD2A
Metais							
Alumínio Total	mg/kg			11390	26160	31690	18790
Arsênio Total	mg/kg	7,2	41,6	5,68	10,2	12,1	6,43
Cádmio Total	mg/kg	0,7	4,2	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5
Chumbo Total	mg/kg	30,2	112	15,5	32,2	45	23,3
Cobre Total	mg/kg	18,7	108	9,63	20,8	31,7	16,8
Cromo Total	mg/kg	52,3	160	16,7	34,5	41	28,3
Estanho Total	mg/kg			<5	<5	<5	<5
Ferro Total	mg/kg			20570	31690	40470	26940
Níquel Total	mg/kg			10,4	19,8	21,4	16,7
Zinco Total	mg/kg	124,0	271	97,8	106	157	104
Ecotoxicológicos							
<i>Vibrio fischeri</i>				Não Tóxico	Não Tóxico	Não Tóxico	Não Tóxico
Bifenilas Policloradas							
Congener 101	µg/kg			<2,3	<2,3	<2,3	<2,3
Congener 118	µg/kg			<2,3	<2,3	<2,3	<2,3
Congener 138	µg/kg			<2,3	<2,3	<2,3	<2,3
Congener 153	µg/kg			<2,3	<2,3	<2,3	<2,3
Congener 180	µg/kg			<2,3	<2,3	<2,3	<2,3
Congener 28	µg/kg			<2,3	<2,3	<2,3	<2,3
Congener 52	µg/kg			<2,3	<2,3	<2,3	<2,3
Análise Mutagênica Classe D							
TA98-S9	rev./g			não detectável	não detectável	não detectável	não detectável
TA98+S9	rev./g			não detectável	não detectável	não detectável	não detectável
TA100-SP	rev./g			não detectável	não detectável	não detectável	não detectável
TA100+S9	rev./g			não detectável	não detectável	não detectável	não detectável

Legenda:

¹ Valores orientadores adotados pela CETESB, vide capítulo 2

(*) Análise não realizada.

■ Resultados acima de ISQG e PEL, estabelecidos na CCME,2002.

N.T. não tóxico.

3.6 Considerações

A seguir são apresentadas considerações referentes às amostragens e aos resultados analíticos das amostras de água e sedimento da rede costeira obtidos em 2016.

Quanto às amostras de água:

- os metais alumínio dissolvido, cádmio total, chumbo total, cobre dissolvido, cromo total, cromo hexavalente, estanho total, ferro dissolvido, níquel total e zinco total foram analisados nas amostras da primeira campanha de amostragem e todos os resultados foram menores do que o limite de quantificação do método analítico;
- nitrito e nitrato foram analisados na primeira campanha de amostragem. Vale destacar que por problemas operacionais estas análises não foram realizadas na segunda campanha em 13 das 20 áreas;
- o limite de quantificação (LQ) do método analítico do parâmetro nitrito (0,1 mg/L) é maior do que o padrão de qualidade para águas salinas e salobras (0,07 mg/L) de forma que não foram incluídos em representações gráficas dos resultados. No entanto, para efeito de cálculo (quando aplicável como por exemplo em médias ou estatísticas), o valor considerado para os resultados abaixo do LQ foi o próprio LQ, ou seja, 0,1 mg/L;
- fenóis totais foram detectados apenas em uma amostra;
- 100% das amostras analisadas apresentaram resultados ">81,9%" no ensaio ecotoxicológico com *Vibrio fischeri*, ou seja, "não tóxicas".

Quanto às amostras de sedimento:

- há uma quantidade natural mais elevada (nível basal) de arsênio nos solos e sedimentos do litoral paulista que frequentemente excede os valores orientadores;
- HPAs foram determinados somente no primeiro semestre;
- houve restrições operacionais para a determinação do dibenzo(a,h)antraceno e acenafteno de forma que seu limite de quantificação (LQ) foi maior do que os valores de referência em diversas análises e os resultados não foram considerados para a classificação química dos sedimentos;



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

4.1 Qualidade das Águas

4.1.1 Índice de qualidade de águas costeiras – IQAC

A distribuição das médias do índice de qualidade de água costeira para as áreas estudadas, obtida em 2016, mostram 30% de áreas classificadas como Ótimas e 30% como Boas. Em comparação com o ano anterior, observou-se redução das áreas classificadas como Boa de 40 para 35%. Além disso, houve diminuição da categoria Regular de 30% para 15% e aumento da Ruim de 10 para 25%. Não houve, em 2016, nenhuma área com média classificada como Péssima. Essa distribuição está mais semelhante aos anos de 2013 e 2014, embora essa aparente melhora possa estar associada ao fato do COT não ter entrado no cálculo do índice. No final deste capítulo, os mapas de 4.1 a 4.5 mostram as classificações referentes ao ano de 2016. Os Gráficos 4.1, 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 2016

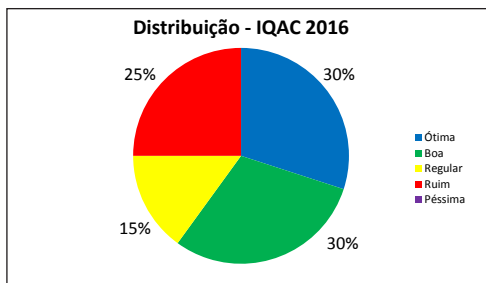
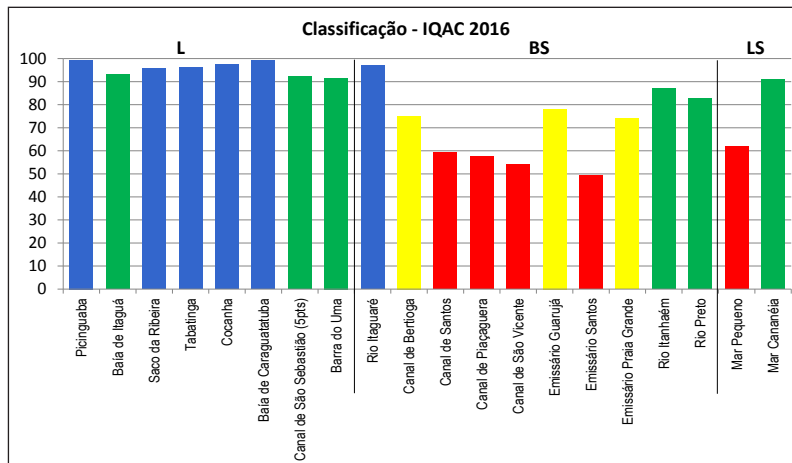


Gráfico 4.2 – Classificação das áreas pelo IQAC médio em 2016



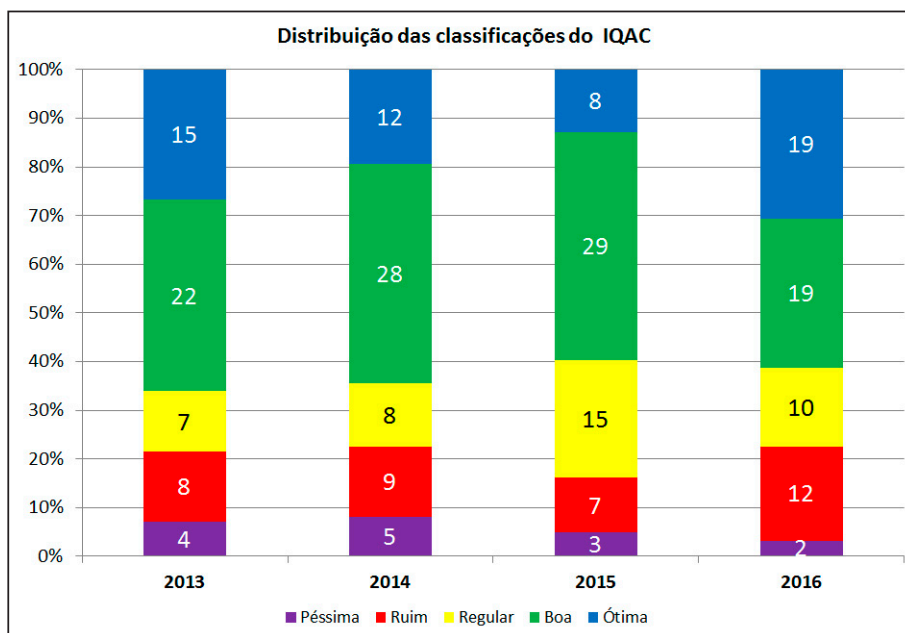
Analisando-se a evolução da qualidade considerando-se as médias dos pontos das áreas nos últimos 5 anos, nota-se uma melhora no último ano, tendo sido observada em 35% das áreas. Dentre elas, o Saco da Ribeira, canal de São Vicente e os rios Itanhaém e Preto, podem ter obtido índices melhores em função da falta dos resultados de COT. Houve piora do índice médio em quatro áreas (20%), Canal de São Sebastião, Canal de Santos, Emissário do Guarujá e Mar Pequeno. Dos locais avaliados 45% permaneceram com o mesmo índice médio. O detalhamento histórico das áreas se encontra no Quadro 4.1

Quadro 4.1 – Evolução do IQAC das áreas entre 2011 e 2016

Local de amostragem	2011	2012	2013	2014	2015	2016
Picinguaba	64	77	99	85	97	99
Baía de Itaguá	62	73	85	90	95	93
Saco da Ribeira	79	89	87	92	83	96
Tabatinga	79	92	99	99	90	96
Cocanha	85	95	99	99	88	97
Baía de Caraguatatuba	82	90	97	99	97	99
Canal de São Sebastião (5pts)	81	98	98	95	95	92
Barra do Una		93	90	90	88	92
Rio Itaguaré		93	90	92	85	97
Canal de Bertioga	58	69	58	69	57	75
Canal de Santos	32	59	46	47	73	59
Canal de Piaçaguera					58	58
Canal de São Vicente	37	53	43	39	37	54
Emissário Guarujá	75	83	80	81	81	78
Emissário Santos	44	39	70	47	54	49
Emissário Praia Grande	69	60	76	85	71	74
Rio Itanhaém	76	87		82	79	87
Rio Preto		71	92	88	80	83
Mar Pequeno	80	68	67	68	78	62
Mar de Cananéia	54	69	85	84	84	91

A evolução da porcentagem dos índices por ponto revela que houve aumento significativo nos pontos classificados como Ótimos e Ruins. Além disso, nota-se diminuição dos pontos Bons e Regulares (Gráfico 4.3).

Gráfico 4.3 – Evolução da proporção do IQAC dos pontos de 2013 a 2016



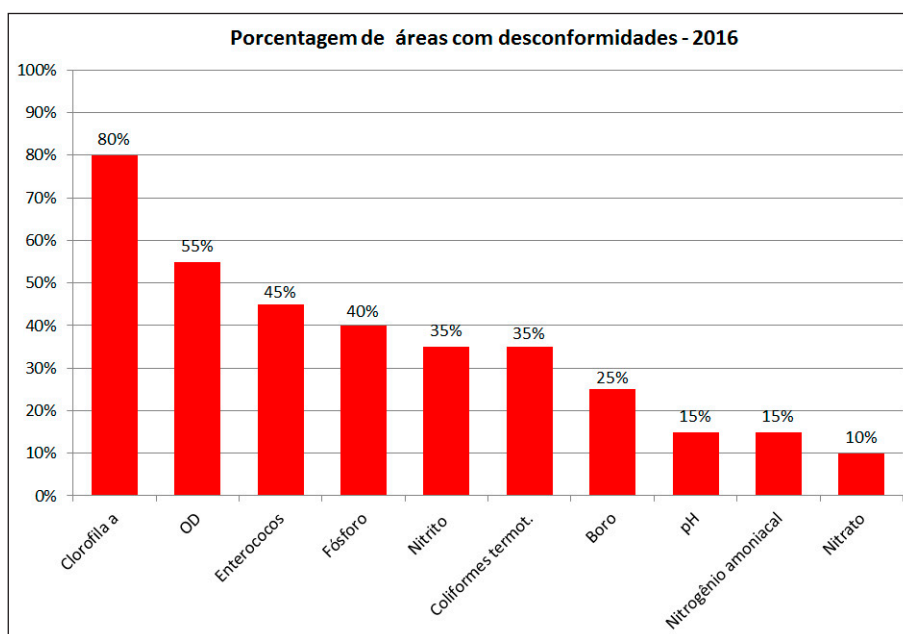
4.1.2 Atendimento aos padrões de qualidade de água

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 cujo objetivo é mostrar a abrangência espacial das alterações de determinada variável, que a clorofila *a* e o oxigênio dissolvido são as que se apresentam não conformes na maioria das áreas. Em seguida estão os enterococos o fósforo e os coliformes termotolerantes. As demais variáveis apresentaram não conformidade em menos de 30% das áreas. As áreas estuarinas da Baixada Santista foram as que mais apresentaram não conformidades.

Gráfico 4.4 – Porcentagem de áreas avaliadas que apresentaram não conformidade por variável em 2016

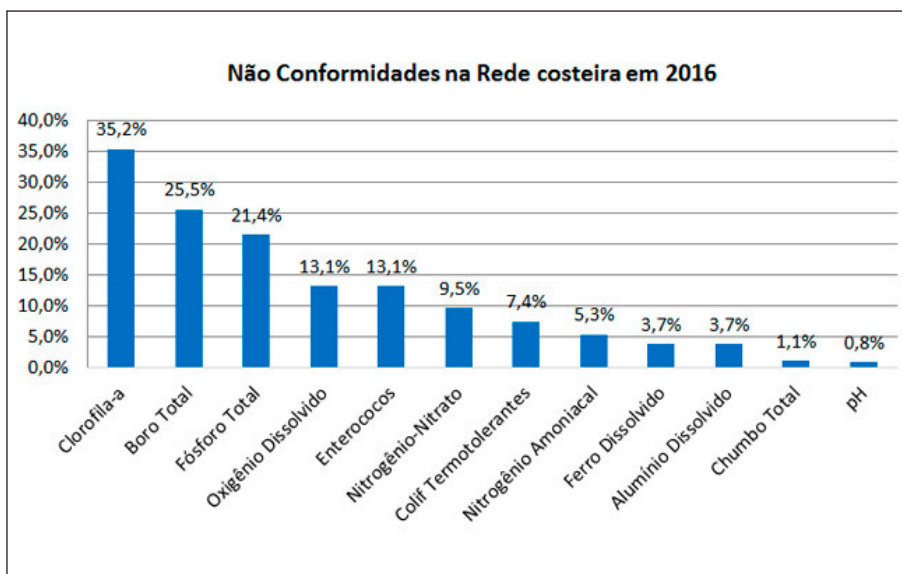


Proporção de atendimento por variável

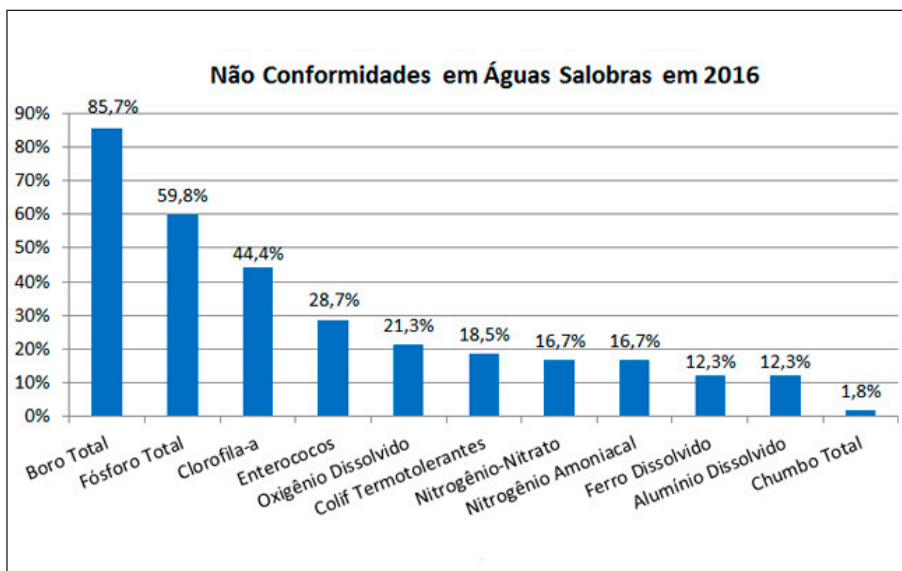
Analisando a porcentagem de amostras não conformes para cada variável para toda a rede (Gráfico 4.5 A) e para cada classe de água (Gráfico 4.5 B e C), verifica-se que as variáveis que se apresentam desconformes na maioria das amostras são: clorofila *a*, fósforo total, OD e o boro total.

Verifica-se também, que as porcentagens de amostras não conformes nas águas salobras são bem superiores às das águas salinas e que a distribuição das não conformidades nas variáveis é bem diferente pra cada classe de água. No caso do boro o padrão de qualidade das águas salobras é bem inferior ao das águas salinas, mas recebem influência destas últimas que em geral possuem concentrações mais elevadas desse elemento. Foram registradas não conformidades de alumínio e ferro dissolvido em baixas porcentagens provavelmente devido ao transporte de material terrestre.

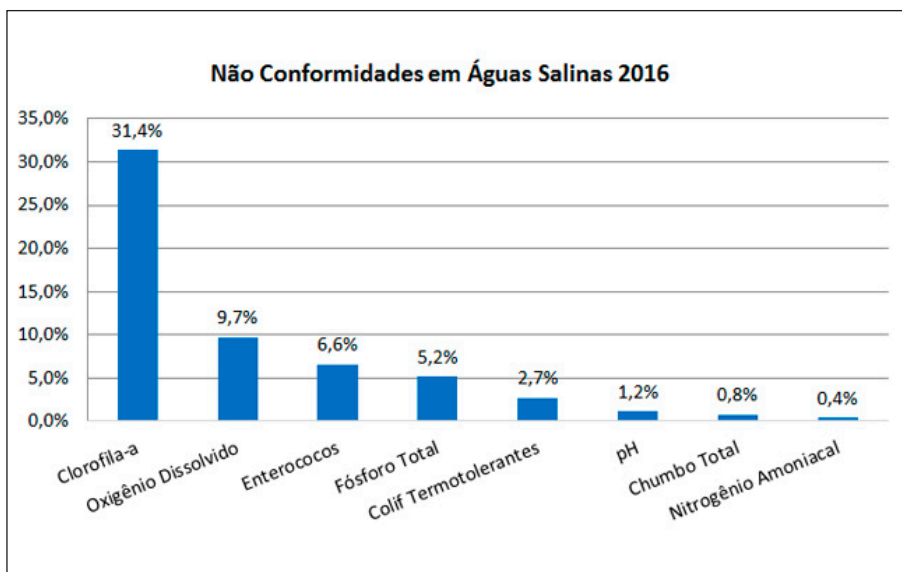
Gráfico 4.5 – Porcentagem de amostras não conformes por variável em 2016 na Rede costeira (A), Águas Salobras (B) e Águas Salinas (C)



(A)



(B)



(C)

Concentrações médias das principais variáveis não conformes

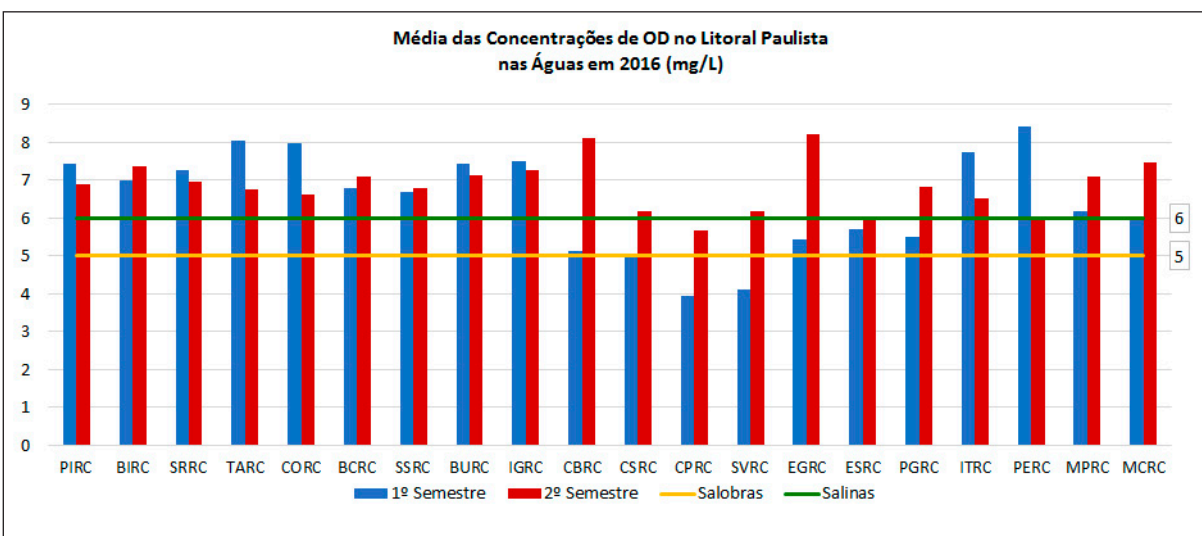
A seguir serão apresentadas em gráficos as concentrações médias das principais variáveis que apresentaram não conformidades em 2016. O Quadro 4.2 apresenta as siglas das áreas utilizadas nesses gráficos.

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 Bertiooga	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		

As menores médias de oxigênio dissolvido foram registradas nos canais da Baixada Santista com destaque para o Canal de Piaçaguera, Santos e de São Vicente para águas salobras e o Emissário de Santos nas águas salinas (Gráfico 4.6). Assim como no ano anterior, foram identificadas ocorrências pontuais em locais que não costumam apresentar não conformidades.

Gráfico 4.6 – Média das concentrações de oxigênio dissolvido nas amostras de água das áreas da rede costeira em 2016 e padrões de qualidade para água salobras e águas salinas



Observa-se que neste ano que as concentrações de fósforo estiveram elevadas em grande parte das amostras de águas salobras. Novamente as áreas mais prejudicadas foram os canais de Santos, São Vicente e Canal de Piaçaguera provavelmente por influência das indústrias de fertilizantes da região e despejos de esgoto doméstico (Gráfico 4.7).

A clorofila *a* mostrou valores mais elevados, principalmente na 1ª campanha, em todos os canais da Baixada Santista, no Emissário de Santos e no Mar de Cananéia (Gráfico 4.8). Diversos fatores podem contribuir para o crescimento da comunidade fitoplanctônica e o conseqüente o aumento das concentrações de clorofila *a* tais como elevados teores de nutrientes na água, transparência da água que pode ser causados pela ocorrência de chuvas e da atividade antrópica.

Gráfico 4.7 – Média das concentrações de fósforo total (mg/L) nas amostras de água das áreas da rede costeira em 2016 e padrões de qualidade para água salobras e águas salinas

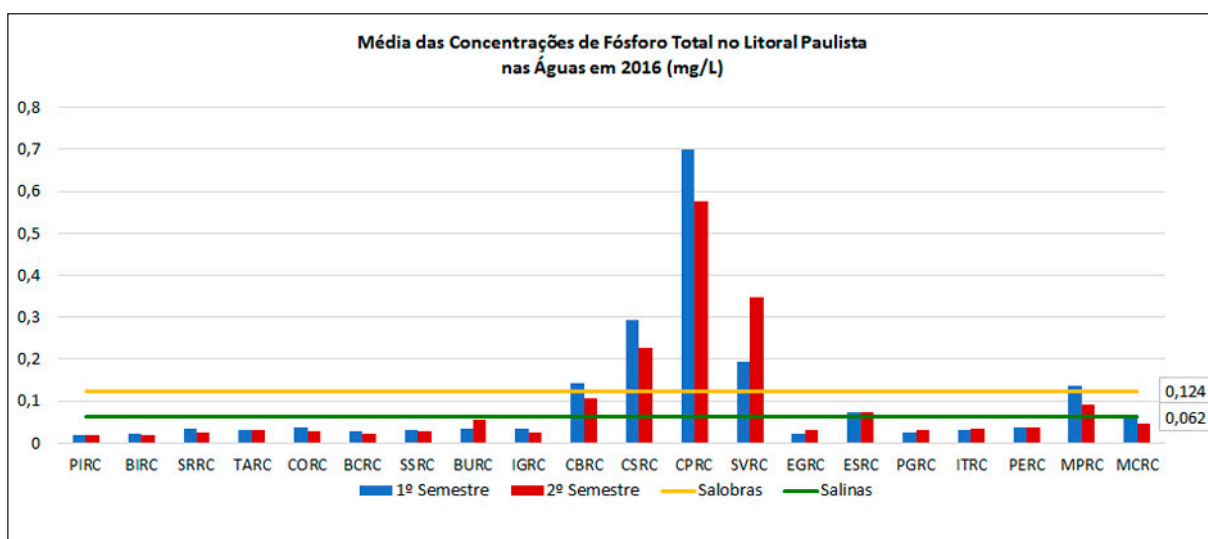
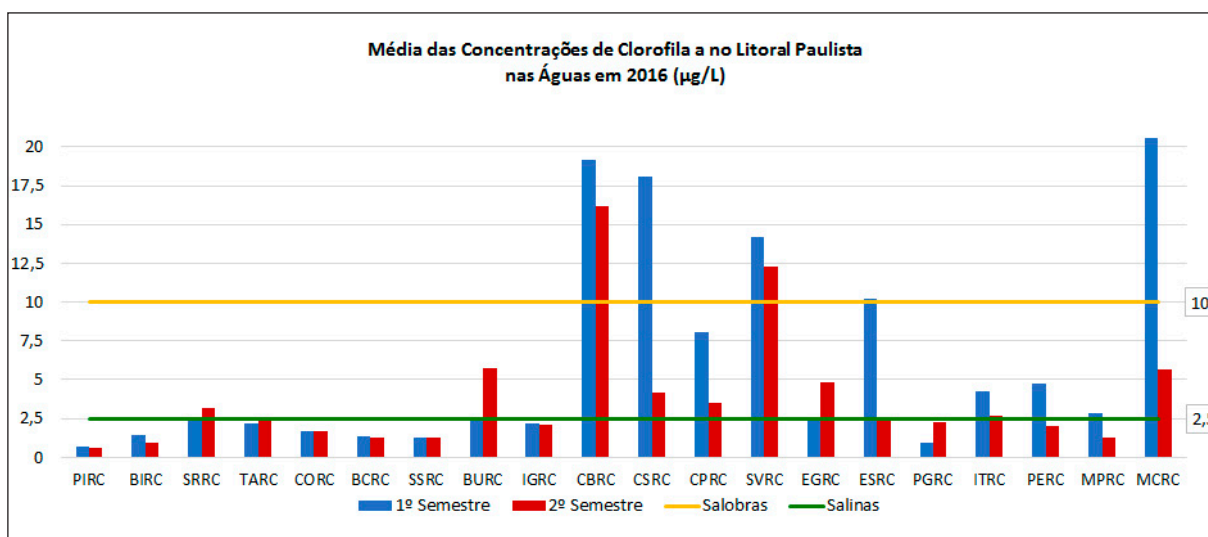
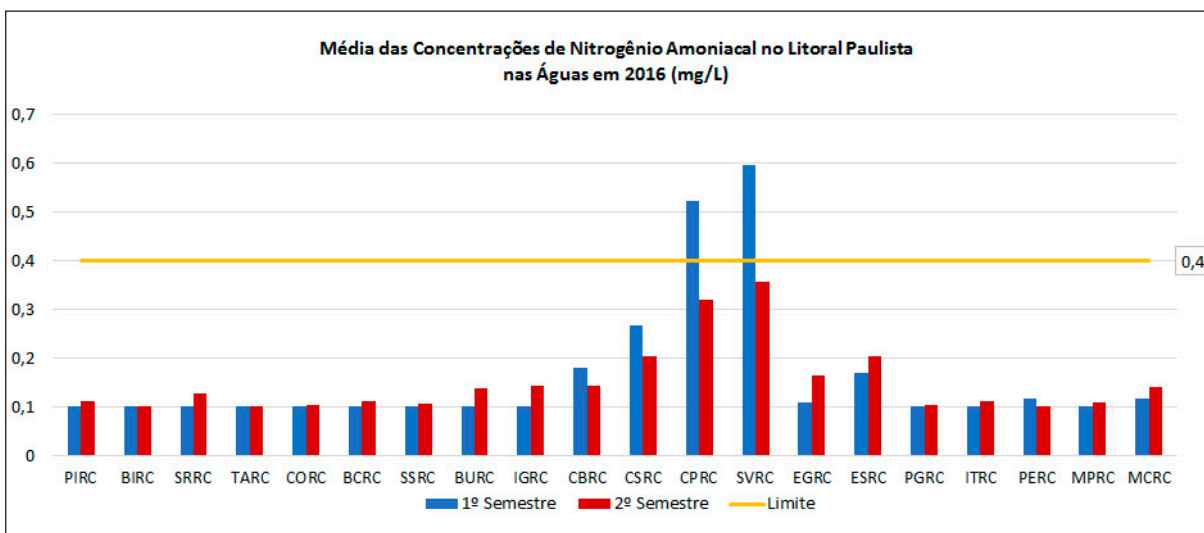


Gráfico 4.8 – Média das concentrações de clorofila *a* (µg/L) nas amostras de água das áreas da rede costeira em 2016 e padrões de qualidade para água salobras e águas salinas



O nitrogênio amoniacal apresentou média bastante elevada no Canal de Piaçaguera e no Canal de São Vicente (Gráfico 4.9).

Gráfico 4.9 – Média das concentrações de nitrogênio amoniacal (mg/L) nas amostras de água das áreas da rede costeira em 2016 e padrões de qualidade para água salobras e águas salinas



4.1.3 Índice de Estado Trófico Costeiro - IETC

O grau de eutrofização da região costeira em 2016 foi avaliado em 20 áreas com 62 pontos no total. Para cada ponto foram realizadas amostragens em duas campanhas e duas profundidades: superfície e meio da coluna d'água e por questões operacionais e analíticas 4 amostras não foram realizadas, perfazendo um total de 244 amostras. A maioria das amostras exibiu condições de baixa e média trofia (Gráfico 4.10). Na 1ª campanha foi possível observar uma porcentagem maior de amostras indicativas de ambientes eutrofizados (soma das categorias Eutrófica e Supereutrófica) tanto na superfície (46%) quanto do meio da coluna d'água (37%). Já na 2ª campanha, houve uma redução de amostras indicativas de ambientes eutrofizados, sendo que os dados de superfície e meio da coluna exibiram porcentagens semelhantes, 29% e 27%, respectivamente.

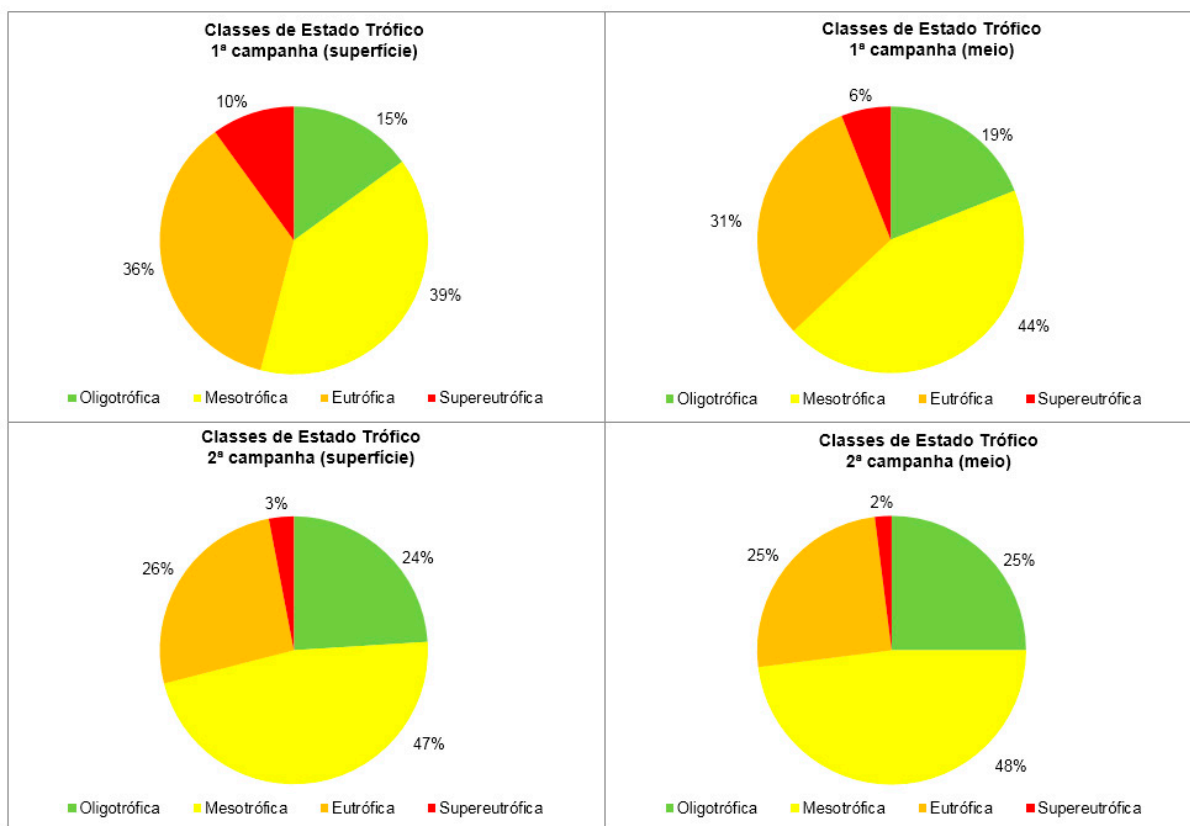
No Litoral Norte, com 8 áreas monitoradas, na 1ª campanha as amostras variaram entre a classificação Oligotrófica e Eutrófica sendo a Barra do Una a área com mais amostras classificadas como Eutrófica possivelmente relacionada a ocorrência de chuvas. Na 2ª campanha, foi observada uma piora com amostras que variaram da classificação Oligotrófica a Supereutrófica com maior comprometimento das áreas do Saco da Ribeira, Tabatinga e novamente Barra do Una que pela média da campanha foram classificadas como Eutróficas.

Na Baixada Santista, com 10 áreas monitoradas, na 1ª campanha as amostras foram classificadas de Oligotrófica a Supereutrófica com a maioria de suas amostras (64%) indicativas de ambientes eutrofizados (Eutrófico e Supereutrófico) a maior contribuição para esta porcentagem se deve aos canais de Bertioga, Santos e São Vicente, Emissários do Guarujá e os rios Itanhaém e Preto classificados pela média da campanha em Eutróficos. Já o Emissário de Santos apresentou classificação média Supereutrófica. Na 2ª campanha, houve uma redução das amostras classificadas como Eutróficas e Supereutróficas, com apenas quatro áreas classificadas, pela média da campanha, como Eutróficas: os Canais de Bertioga e de São Vicente, o Emissário

do Guarujá e o Rio Itanhaém. A Baixada Santista foi a região que mais contribuiu na 1ª campanha para essa porcentagem de amostras indicativas de eutrofização e isto, provavelmente, está relacionada tanto ao período de maior aporte de turistas como pela ocorrência de chuvas no período de amostragem.

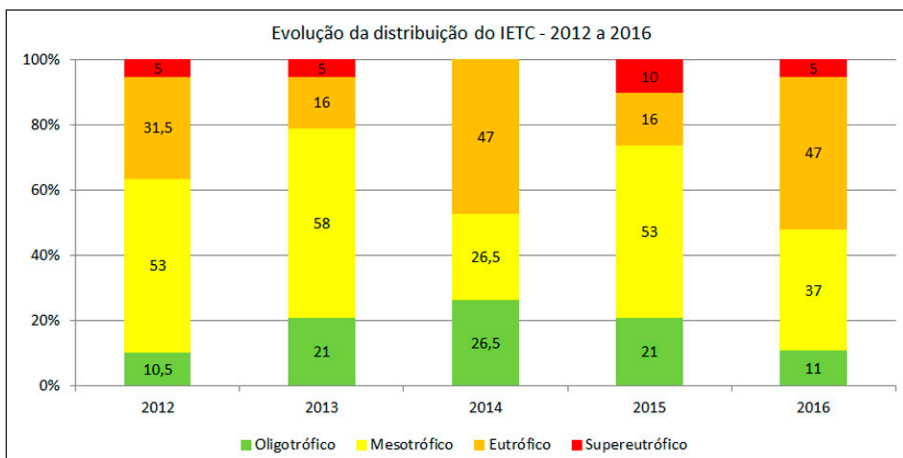
No Litoral Sul, com duas áreas, na 1ª campanha somente o Mar de Cananéia exibiu amostras classificadas como Eutrófica e Supereutrófica. Já na 2ª campanha foram observadas menores concentrações de clorofila *a*. Cabe ressaltar que em dias anteriores à coleta no Mar Pequeno ocorreram fortes chuvas na região do rio Ribeira de Iguape que pode ter contribuído para uma condição de maior fluxo de água bem como de elevada turbidez, o que não propicia um ambiente adequado para o estabelecimento da comunidade fitoplanctônica, mesmo na presença de nutrientes, resultando em baixas concentrações de clorofila *a* no local.

Gráfico 4.10 – Porcentagem por classes de Estado Trófico nas amostras de superfície e meio da coluna d’água, 1ª e 2ª campanha de 2016



Com relação ao ano anterior, foi observado que na 1ª campanha houve um aumento na porcentagem de amostras consideradas indicativas de ambientes eutrofizados, com diminuição significativa das amostras classificadas como Oligotróficas. Na 2ª campanha houve uma diminuição significativa da porcentagem de amostras de superfície classificadas como Supereutrófica, porém, um aumento nas classificadas como Eutrófica. Nesta campanha, em ambas as profundidades foram observadas a diminuição na porcentagem de amostras classificadas como Oligotróficas. De uma forma geral a região do litoral norte exibe as melhores condições de qualidade da água no que se refere à eutrofização.

No Gráfico 4.11 é apresentada a evolução da distribuição do IETC médio anual no período de 2012 a 2016 considerando-se 19 áreas para as quais se dispõe de histórico de dados.

Gráfico 4.11 – Evolução da Distribuição do IETC – 2012 a 2016

Considerando-se a média anual dos pontos das mesmas áreas monitoradas no período de cinco anos (Gráfico 4.11) é possível observar um aumento dos ambientes classificados como Oligotróficos até 2014 e o seu declínio até 2016. Já os ambientes classificados como Mesotróficos aumentaram de 2012 para 2013, um declínio significativo em 2014 e um aumento e declínio nos anos subsequentes. Os ambientes classificados como Eutrófico desde 2012 vêm alternando em declínios e aumentos a cada ano. Os classificados como Supereutrófico apenas em 2015 exibiu aumento significativo em relação ao ano anterior quando esteve ausente esta classificação. Em 2016 foi observada a maior porcentagem (52%) de locais já considerados eutrofizados destes últimos cinco anos. A presença da classe Supereutrófica se deve, principalmente, a área de influência do Emissário de Santos localizada na Baixada Santista.

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 2012 a 2016. 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, duas (10,5%) apresentaram melhora, três (15,8%) apresentaram piora, e as demais (73,7%) 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 2012 e 2016

	Local	2012	2013	2014	2015	2016	Tendência
LITORAL NORTE	Picinguaba	1,50	0,64	0,51	0,65	0,63	N.S.
	Baía de Itaguá	1,97	1,39	1,48	0,96	1,20	M
	Saco da Ribeira	3,36	3,21	3,68	2,48	2,82	N.S.
	Tabatinga	1,86	1,08	0,87	2,28	2,36	N.S.
	Cocanha	1,70	0,71	0,66	1,73	1,69	N.S.
	Baía de Caraguatatuba	2,66	1,63	0,84	0,99	1,29	M
	Canal de São Sebastião	1,65	1,35	0,95	1,49	1,52	N.S.
	Barra do Una	0,99	1,17	2,62	1,72	2,61	P
BAIXADA SANTISTA	Rio Itaguapé	1,05	0,87	1,70	2,06	2,14	P
	*Canal de Bertioga	4,01	4,60	13,51	4,73	17,67	N.S.
	Emiss. Do Guarujá	3,74	2,33	3,71	2,15	3,70	N.S.
	*Canal de Santos	2,08	2,00	14,80	2,64	11,13	N.S.
	Emiss. Santos	10,83	6,55	2,88	13,51	6,30	N.S.
	*Canal de São Vicente	4,42	4,65	11,01	4,88	13,22	N.S.
	Emiss. Praia Grande -1	2,44	1,73	2,80	5,34	1,61	N.S.
	Rio Itanhaém	2,58	3,19	2,22	4,74	3,43	N.S.
	Rio Preto	4,08	3,03	2,79	2,49	3,29	N.S.
LITORAL SUL	*Mar Pequeno	17,52	5,86	7,69	22,78	2,04	N.S.
	*Mar de Cananéia	5,91	6,72	4,83	10,19	13,12	P

P = Piora

M = Melhora

N.S. = Não Significativo

* Ambientes estuarinos

No Litoral Norte (Tabela 4.1) Picinguaba e Canal de São Sebastião exibiram tendência de melhora e apenas Barra do Una de piora. Essa piora está parcialmente relacionada à 2ª campanha de 2016 realizada em setembro na qual a média dos três pontos monitorados atingiu a classificação Eutrófica.

Na Baixada Santista em 89% das áreas não foram observadas tendências significativas, apenas a área de influência do rio Itaguapé exibiu piora que vem ocorrendo paulatinamente dentro da condição Mesotrófica, ou seja, ambiente em processo de eutrofização, sendo observado que as concentrações de clorofila *a* foram maiores nos últimos anos. Apesar de não exibir tendência significativa de piora quando considerado os últimos cinco anos, algumas áreas monitoradas da Baixada Santista vem mantendo elevadas concentrações de clorofila *a* indicativas de ambientes eutrofizados.

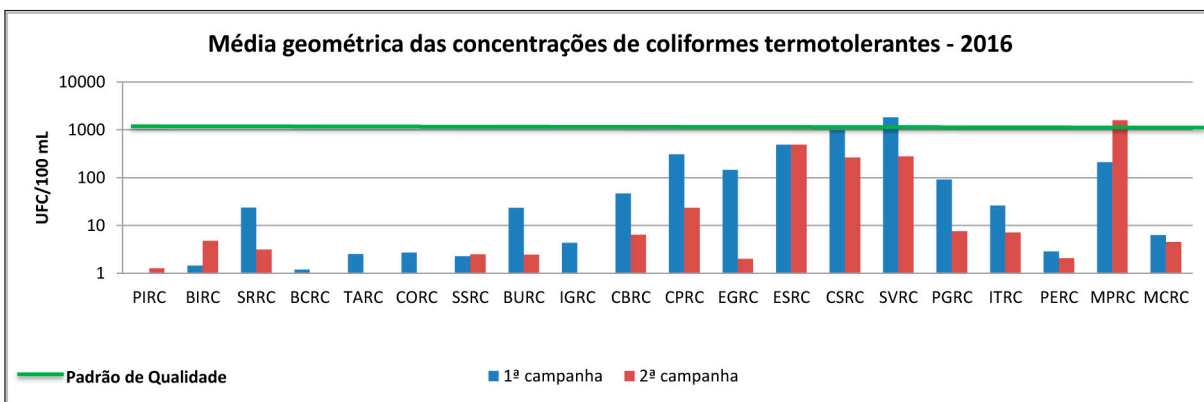
Na região do Litoral Sul das duas áreas monitoradas apenas o Mar de Cananéia exibiu piora significativa e desde 2015 apresenta elevadas concentrações de clorofila *a*. Cabe ressaltar que esta área se localiza em área de preservação ambiental.

4.1.4. Qualidade microbiológica

A qualidade microbiológica das águas costeiras apresenta um padrão espacial bem definido com concentrações de coliformes termotolerantes e enterococos crescentes do norte até área de influência do Emissário Submarino de Praia Grande 1. Para ambos os indicadores de contaminação fecal as maiores médias geométricas das concentrações (UFC/100 mL), considerando os três pontos de amostragem e as três profundidades, foram verificadas na área de influência do Emissário Submarino de Santos, Canal de Santos, Canal de São Vicente e Mar Pequeno.

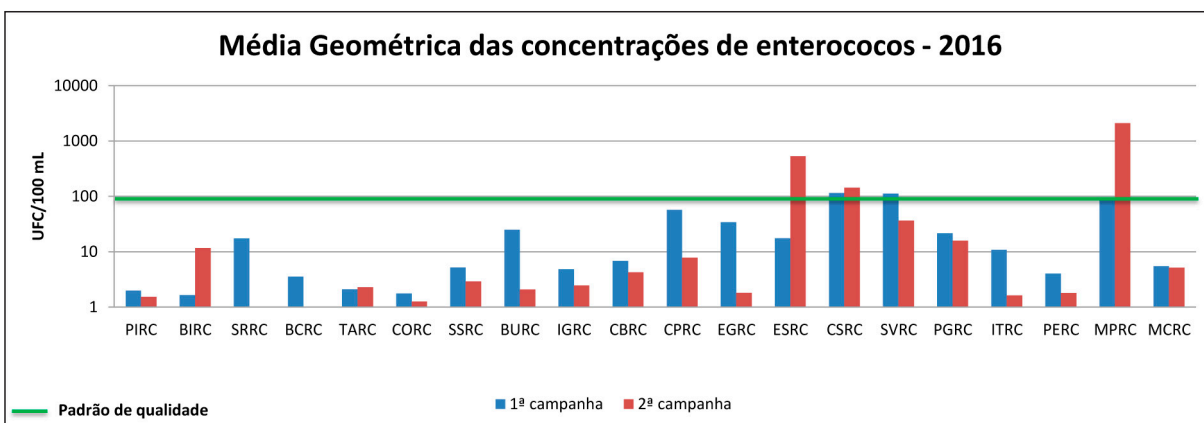
Com relação aos coliformes termotolerantes, em Picinguaba, Baía de Itaguá, Baía de Caraguatatuba, Tabatinga, Cocanha, Canal de São Sebastião, Rio Itaguapé, Rio Preto e Mar de Cananéia as médias geométricas não ultrapassaram 10 UFC/100 mL em ambas as campanhas de amostragem. Médias geométricas acima de 1000 UFC/100 mL foram detectadas no Canal de São Vicente na 1ª campanha de amostragem e no Mar Pequeno na 2ª campanha (Gráfico 4.12).

Gráfico 4.12 – Média geométrica das concentrações de coliformes termotolerantes (UFC/100 mL) - 1ª e 2ª campanha de 2016



Quanto aos enterococos, em Picinguaba, Baía de Caraguatatuba, Tabatinga, Cocanha, Canal de São Sebastião, Rio Itaguapé, Canal de Bertioga, Rio Preto e Mar de Cananéia as médias geométricas não ultrapassaram 10 UFC/100 mL nas duas campanhas de amostragem. Médias geométricas maiores que 100 UFC/100 mL foram detectadas no Canal de São Vicente na 1ª campanha, Canal de Santos nas duas campanhas e na área de influência do Emissário Submarino de Santos 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 campanha de 2016

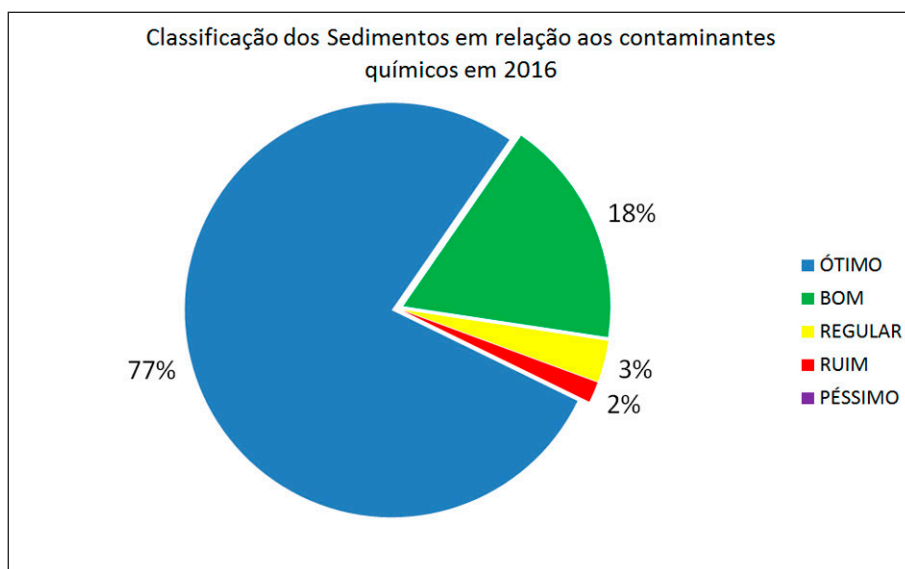


4.2 Qualidade dos Sedimentos

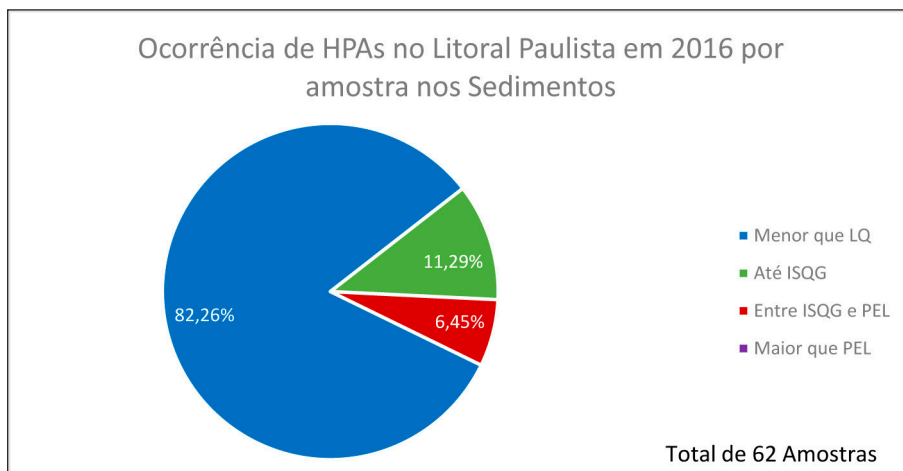
Qualidade química

A classificação dos sedimentos do litoral paulista em 2016 mostrou que mais de 95% dos pontos de monitoramento apresentou sedimentos de qualidade química Ótima ou Boa (Gráfico 4.14) em 2016, pelo menos 5% a mais que no ano anterior. Só duas áreas foram classificadas como Regular, o canal de Bertioga e o de Piaçaguera. O Saco da Ribeira obteve classificação Ruim. Nota-se que algumas das referências adotadas são diferentes para águas salinas ou salobras. Nesta análise são consideradas áreas com águas salobras as seguintes: Canal de Bertioga (CBRC), Canal de Santos (CSRC), Canal de Piaçaguera (CPRC), Canal de São Vicente (SVRC), Mar Pequeno (MPRC) e Mar de Cananéia (MCRC).

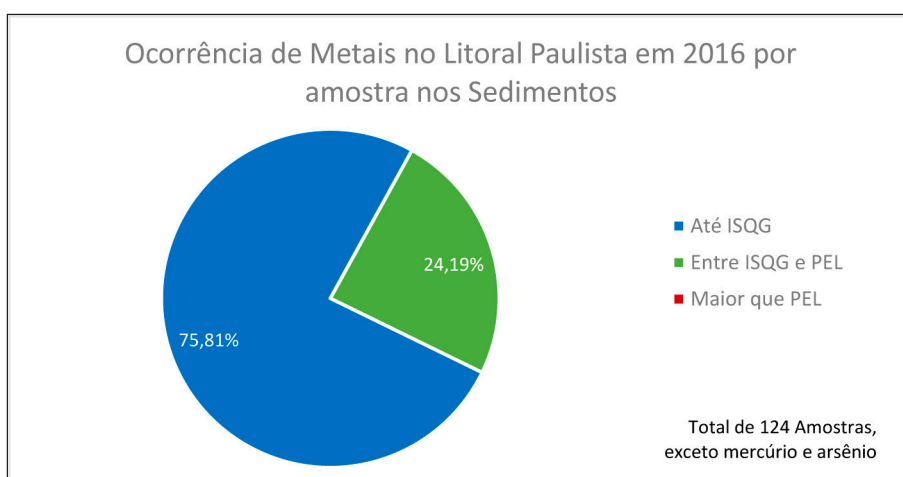
Gráfico 4.14 – Percentagens de amostras de sedimento nas diferentes classes de qualidade química no Litoral Paulista em 2016



Os HPAs estiveram presentes em torno de 18% das amostras analisadas (total=62) para estes parâmetros no Litoral Paulista. Em 11,3% dos casos as concentrações observadas estavam abaixo dos valores de referência para desencadear efeitos tóxicos (ISQG) enquanto 6,5% delas ultrapassaram esse valor. Todas as áreas que ultrapassaram o limite de ISQG se situam no estuário de Santos e São Vicente (Pontos 1 e 2 do Canal de Santos e todos os pontos do Canal de Piaçaguera) e no Canal de Bertioga (Ponto 2). Assim como em 2015 não houve casos excedendo o valor de PEL (limite do efeito tóxico provável) (Gráfico 4.15).

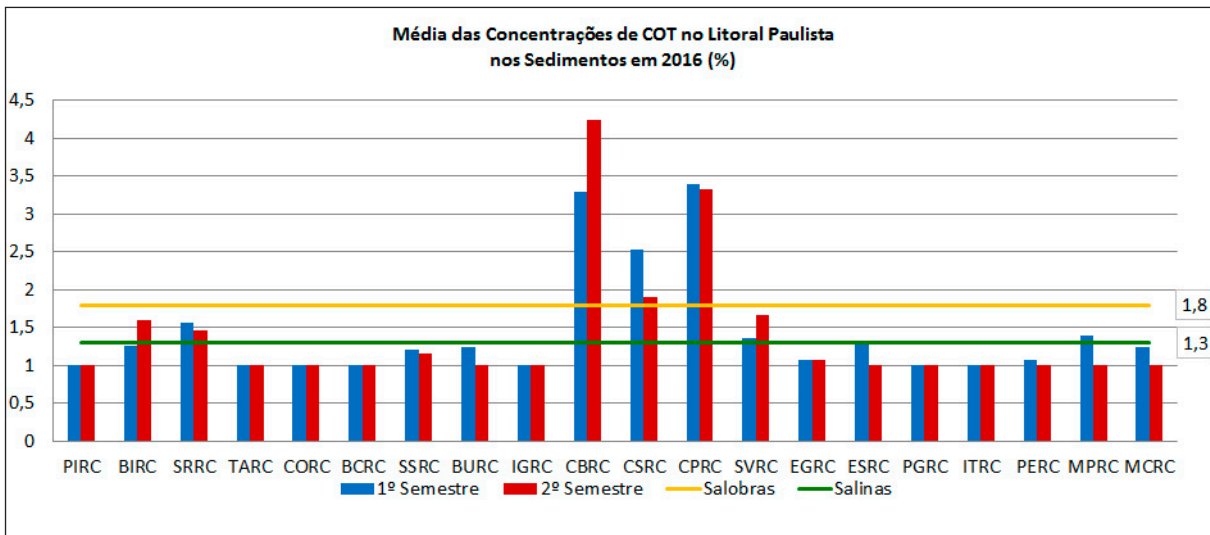
Gráfico 4.15 – Porcentagem de amostras de sedimentos com compostos de HPAs no Litoral Paulista em 2016

Os metais ultrapassaram o limite de ISQG em cerca de 24% dos casos, menos de 1% a mais do que em 2015. Repetindo o resultado do ano anterior, não houve ocorrência de valores acima de PEL. Exceção feita a uma ocorrência de cobre no ponto 2 do Saco da Ribeira no valor de 110 mg/kg.

Gráfico 4.16 – Ocorrência de Metais no Litoral Paulista em 2016

Assim como em 2015, as maiores concentrações de COT em 2016 foram observadas no Canal de Bertiooga, Canal de Santos, Canal de São Vicente e Canal de Piaçaguera (Gráfico 4.17). Os valores médios nos canais supracitados variam entre 1,9% e 4,2% que são concentrações elevadas para estuários (conforme destacado na metodologia a CETESB vem adotando o limite de 1,8% para áreas estuarinas/salobras). De forma geral, todos os resultados foram menores do que no ano de 2015.

Gráfico 4.17 – Concentração de COT (%) dos sedimentos nas áreas da rede de monitoramento costeiro (média dos três pontos) em 2016 e padrões de qualidade para água salobras e águas salinas



Para o nitrogênio Kjeldahl total foram obtidas concentrações acima de 1000 mg/kg em 32% das amostras coletadas (Gráfico 4.18). Os maiores valores foram encontrados nos canais de Bertioga e Piaçaguera que apresentaram médias superiores a 2000 mg/kg nos dois semestres. As concentrações no Canal de Santos foram menores este ano equiparando-se com Baía de Itaguá e Saco da Ribeira. Tais concentrações médias até são esperadas para a região santista, mas não são comuns nas áreas localizadas no litoral norte. (Gráfico 4.19). 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 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 que pode estar contribuindo com o acúmulo de nutrientes nestas áreas. Na Baía de Itaguá, por exemplo, foi verificada uma concentração de mais de 2000 mg/kg o que pode ter contribuído para a média mais alta. É necessário aguardar a continuidade do monitoramento para melhor analisar o comportamento destas áreas.

Gráfico 4.18 – Distribuição das concentrações de nitrogênio Kjeldahl total no Litoral Paulista em 2016

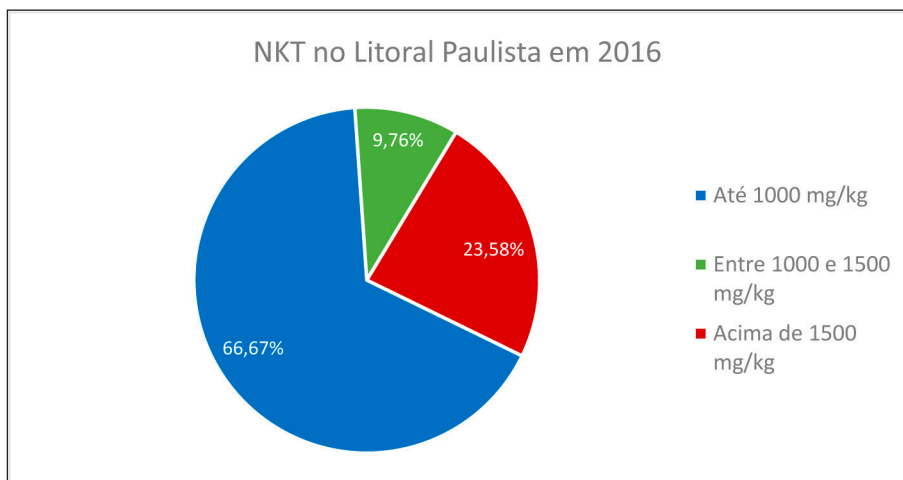
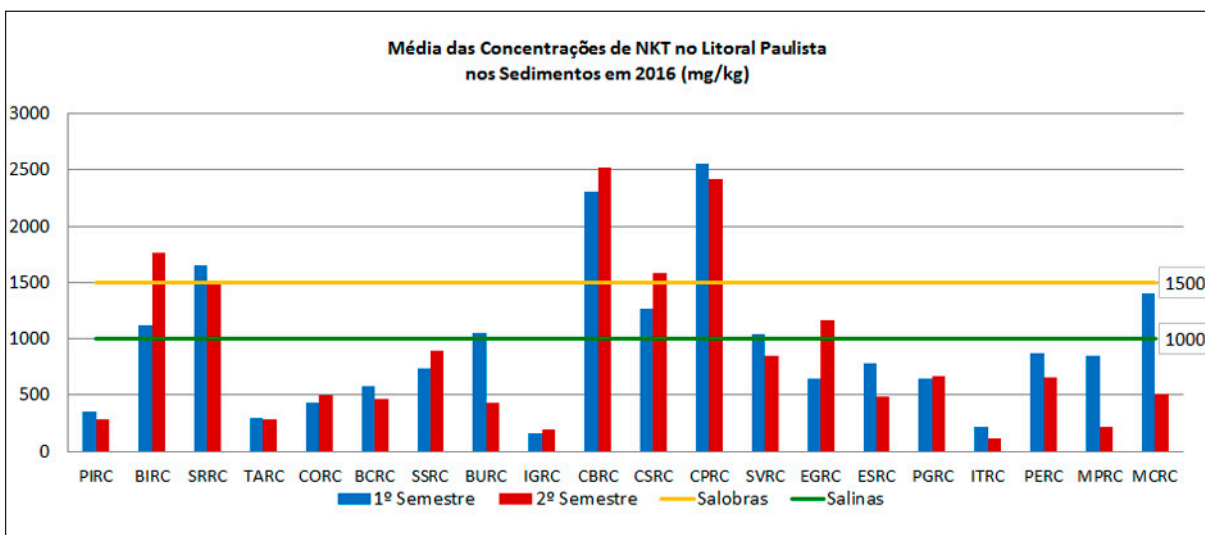


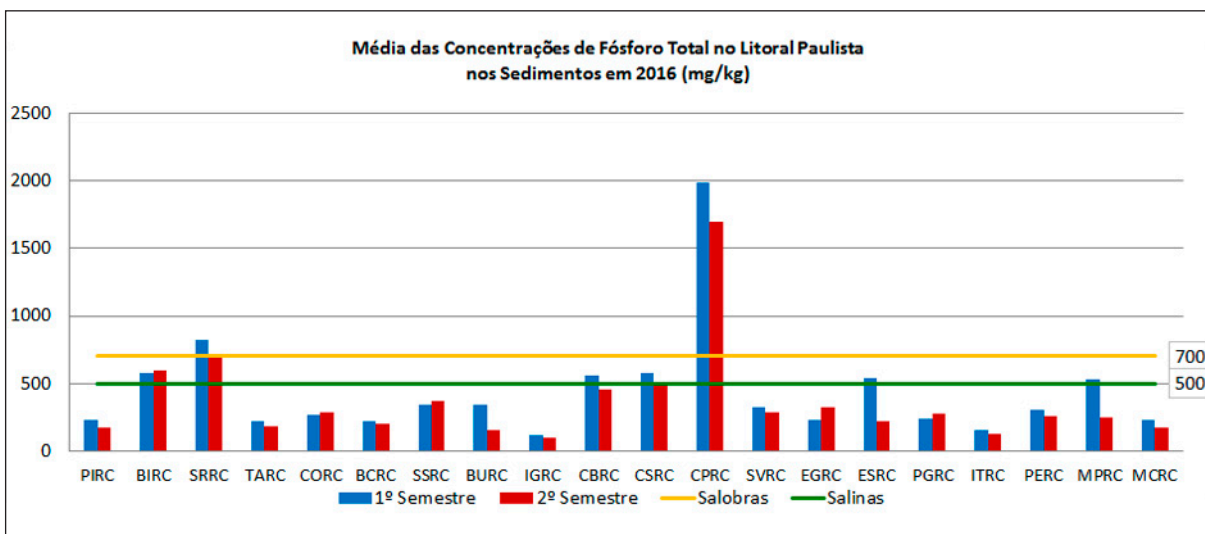
Gráfico 4.19 – Concentração média de nitrogênio Kjeldahl total (mg/kg) dos sedimentos nas áreas da rede de monitoramento costeiro em 2016 e padrões de qualidade para água salobras e águas salinas



Com relação ao fósforo total as maiores concentrações foram observadas no Saco da Ribeira, Canal de Bertioga, Canal de Santos, Canal de Piaçaguera e Baía de Itaguá (Gráfico 4.20). 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.

Observa-se que em 2016 as regiões da Baía de Itaguá e do Saco da Ribeira apresentaram concentrações de nutrientes significativas embora com menor variância do que as concentrações de nitrogênio Kjeldahl total (os resultados estavam mais próximos da média). Este comportamento já foi observado em outras ocasiões, em especial no Saco da Ribeira, mas com menor intensidade. Será necessário aguardar o próximo ano para que seja possível uma melhor avaliação dos locais.

Gráfico 4.20 – Concentração média de fósforo total (mg/kg) dos sedimentos nas áreas da rede de monitoramento costeiro em 2016 e padrões de qualidade para água salobras e águas salinas



4.2.2. Avaliação ecotoxicológica dos sedimentos

A tabela 4.2 mostra a classificação dos sedimentos das áreas monitoradas com os ensaios ecotoxicológicos, totalizando 62 amostras. Ressalta-se que em 2016 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 4.2 – Classificação da qualidade do sedimento costeiro, de acordo com os ensaios ecotoxicológicos realizados em 2016 com *Grandidierella bonnieroides*

Regiões	Área	agudo 1ª campanha 2016			Classificação anual 2016		
		1	2	3	1	2	3
Litoral Norte	Picinguaba						
	Baía de Itaguá						
	Saco da Ribeira						
	Baía de Caraguatatuba						
	Tabatinga						
	Cocanha						
	Canal de São Sebastião						
	Canal de São Sebastião (ptos 4 e 5)			*			*
	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

* amostra não analisada

Em 2016, para as 20 áreas que compõem a rede de monitoramento costeiro, distribuídas entre Litoral Norte, Sul e Baixada Santista, conforme mencionado anteriormente, foram analisadas 62 amostras de sedimento e, dentre as amostras analisadas com o ensaio agudo, 87% das amostras não exibiram toxicidade e 13% foram tóxicas (Tabela 4.5).

Na Tabela 4.3 também é possível observar que, embora tenha ocorrido aumento do percentual de amostras com efeito deletério sobre os organismos teste de 2015 (8%) para 2016 (13%), o percentual de amostras com toxicidade aguda nos últimos cinco anos se manteve no mesmo patamar, ao redor de 10%.

Tabela 4.3 – Distribuição do número de amostras analisadas e porcentagem das que apresentaram efeito tóxico nos ensaios ecotoxicológicos crônico e agudo nos últimos cinco anos (NT = Não tóxico; T = Tóxico)

Tipo de ensaio		2012			2013			2014			2015			2016		
		T	NT	Total	T	NT	Total	T	NT	Total	T	NT	Total	T	NT	Total
Agudo	Nº de amostras (%)	5 (10)	46 (90)	51	1 (6)	16 (94)	17	2 (12)	15 (88)	17	8 (8)	91 (92)	99	8 (13)	54 (87)	62

Na Tabela 4.4 observa-se a evolução dos resultados ecotoxicológicos das amostras de sedimento a partir de 2012, considerando a classificação de cada ponto amostral somente com os resultados dos ensaios agudos, uma vez que neste ano não foram realizados os ensaios crônicos, com consequente avaliação integrada entre os 2 tipos de ensaios.

Tabela 4.4 – Classificação ecotoxicológica dos sedimentos costeiros entre de 2012 e 2016

Regiões	Área	Amostras	<i>Leptocheirus plumulosus</i>									<i>Grandidierella bonnieroides</i>								
			2012			2013			2014			2015			2016					
			1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3			
Litoral Norte	Picinguaba					*														
	Baía de Itaguá					*														
	Saco da Ribeira				*	*	*													
	Baía de Caraguatatuba							*	*	*										
	Tabatinga					*			*											
	Cocanha					*			*											
	Canal de São Sebastião	*		*	*			*	*	*	*		*							
	Canal de São Sebastião (ptos 4 e 5)			*		*	*	*	*	*	*		*				*			
	Barra do Una								*				*	*	*					
	Baixada Santista	Rio Itaguapé					*	*	*	*	*	*					*			
Canal da Bertioiga				*	*	*	*	*	*	*										
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			79%			88%			88%			87%			92%					

Crítérios 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

* amostra não analisada

Esses resultados mostram que entre 2012 e 2016, mesmo com escassos resultados entre 2013 e 2014, embora seja esperada a variação encontrada nas classificações ao longo dos anos, uma vez que o sedimento é uma matriz heterogênea, a Baía de Caraguatatuba, Emissário do Guarujá, Emissário de Santos, Canal de Piaçaguera, Emissário de Praia Grande 1, Rio Itanhaém e Rio Preto são regiões que se mantêm com qualidade inalterada, classificadas como Ótimas para a avaliação ecotoxicológica com ensaios agudos.

Também é possível observar que Picinguaba, Baía do Itaguá Canal de Bertioga e Mar de Cananéia apresentaram uma melhora consistente nos dois últimos anos do monitoramento nos resultados dos ensaios agudos.

A apresentação do percentual de amostras que não apresentaram efeito tóxico para cada ano de monitoramento (Tabela 4.5), nas 3 grandes regiões (Litoral Norte e Sul e Baixada Santista), permite verificar que analisando as 3 grandes regiões, que no Litoral Norte a porcentagem de pontos amostrais com ausência de toxicidade apresentou aumento de 25% em relação ao ano interior, diferentemente da situação verificada no Litoral Sul onde o percentual de pontos com ausência de toxicidade mostrou redução de 16%. Na Baixada Santista não ocorre uma grande variação, com índice de pontos amostrais sem toxicidade entre 80 e 100%.

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 dos cinco anos de monitoramento analisados. 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.

Tabela 4.5 – Percentual de pontos amostrais nas três grandes regiões costeiras que não apresentaram toxicidade nos ensaios com sedimento entre 2012 e 2016

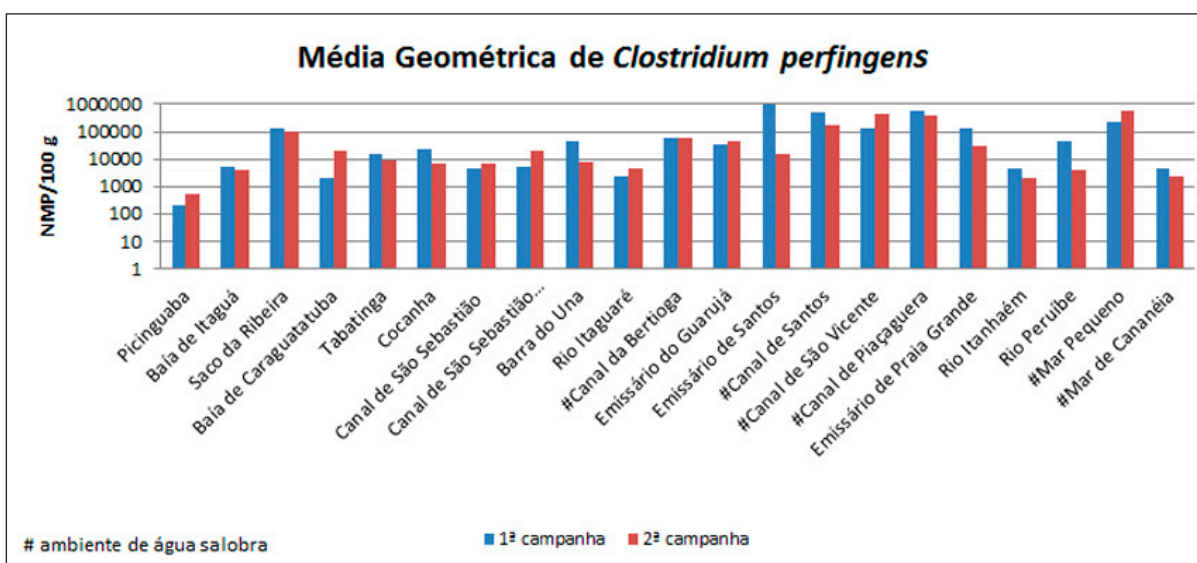
Região Ano (%)	2012	2013	2014	2015	2016
Litoral Norte	79	87,5	100	71	96
Baixada Santista	93	80	86	100	93
Litoral Sul	25	100	75	83	67

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.

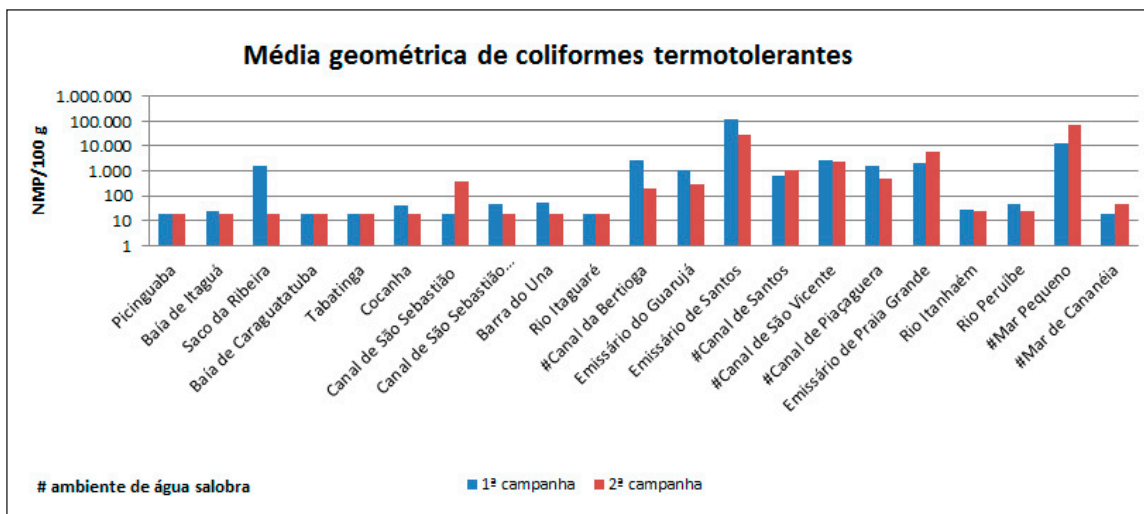
Considerando a média geométrica das concentrações de todos os pontos amostrados em cada local, apresentaram concentrações acima de 100.000 NMP/100g *Clostridium perfringens*, na 1ª campanha de amostragem, o Saco da Ribeira, a área de influência de Emissário Submarino de Santos, Canal de Santos, Canal de São Vicente, Canal de Piaçaguera, a área de influência de Emissário Submarino de Praia Grande I e Mar Pequeno. Já na 2ª campanha apresentaram concentrações superiores à citada o Canal de Santos, Canal de São Vicente, Canal de Piaçaguera e Mar Pequeno. Vale ressaltar que a área de influência do Emissário Submarino de Santos apresentou a maior média de concentrações na 1ª campanha de amostragem e o Mar Pequeno na segunda (Gráfico 4.21).

Gráfico 4.21 – Médias das concentrações de *Clostridium perfringens* (NMP/100g) nos sedimentos costeiros em 2016



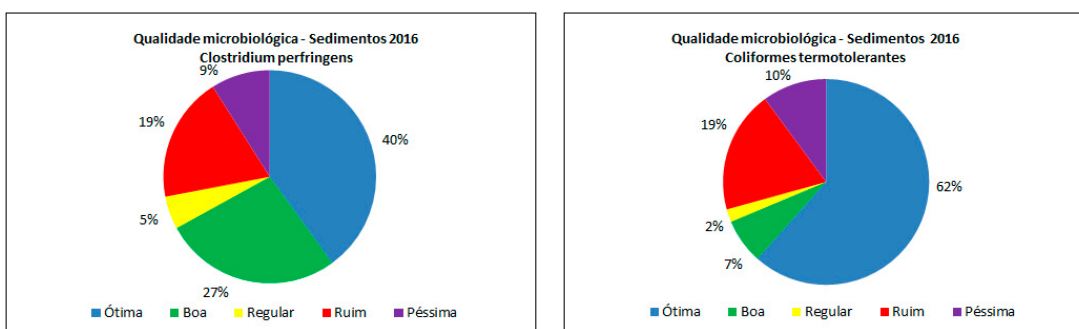
Considerando a média geométrica das concentrações de todos os pontos amostrados em cada local, apresentaram concentrações acima de 1.000 NMP/100g coliformes termotolerantes, na 1ª campanha de amostragem, o Saco da Ribeira, Canal de Bertioga, área de influência do Emissário Submarino do Guarujá, área de influência do Emissário Submarino de Santos, Canal de São Vicente, Canal de Piaçaguera, área de influência do Emissário Submarino de Praia Grande I e o Mar Pequeno. Na 2ª campanha, apresentaram médias das concentrações acima de 100 NMP/100g, a área de influência do Emissário Submarino de Santos, Canal de Santos, Canal de São Vicente, 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 e o Mar Pequeno na segunda (Gráfico 4.22).

Gráfico 4.22 – Médias das concentrações de coliformes termotolerantes (NMP/100g) nos sedimentos em 2016



O Gráfico 4.23 apresenta a porcentagem de amostras distribuídas em categorias de qualidade microbiológica de acordo com o critério elaborado para os indicadores de poluição fecal: coliformes termotolerantes e *Clostridium perfringens*, com base na Tabela 3.5.

Gráfico 4.23 – Porcentagem de amostras em cada classe de qualidade microbiológica de acordo com concentração de bactéria fecal nos sedimentos em 2016



Para *Clostridium perfringens*, 40% das amostras foram classificadas como Ótima e 27% como Boa. Assim, 28% das amostras foram classificadas como Ruim e Péssima. Em 2015, 35% das amostras foram classificadas na categoria Ótima, 29% na categoria Boa e 31% foram classificadas como Ruim e Péssima.

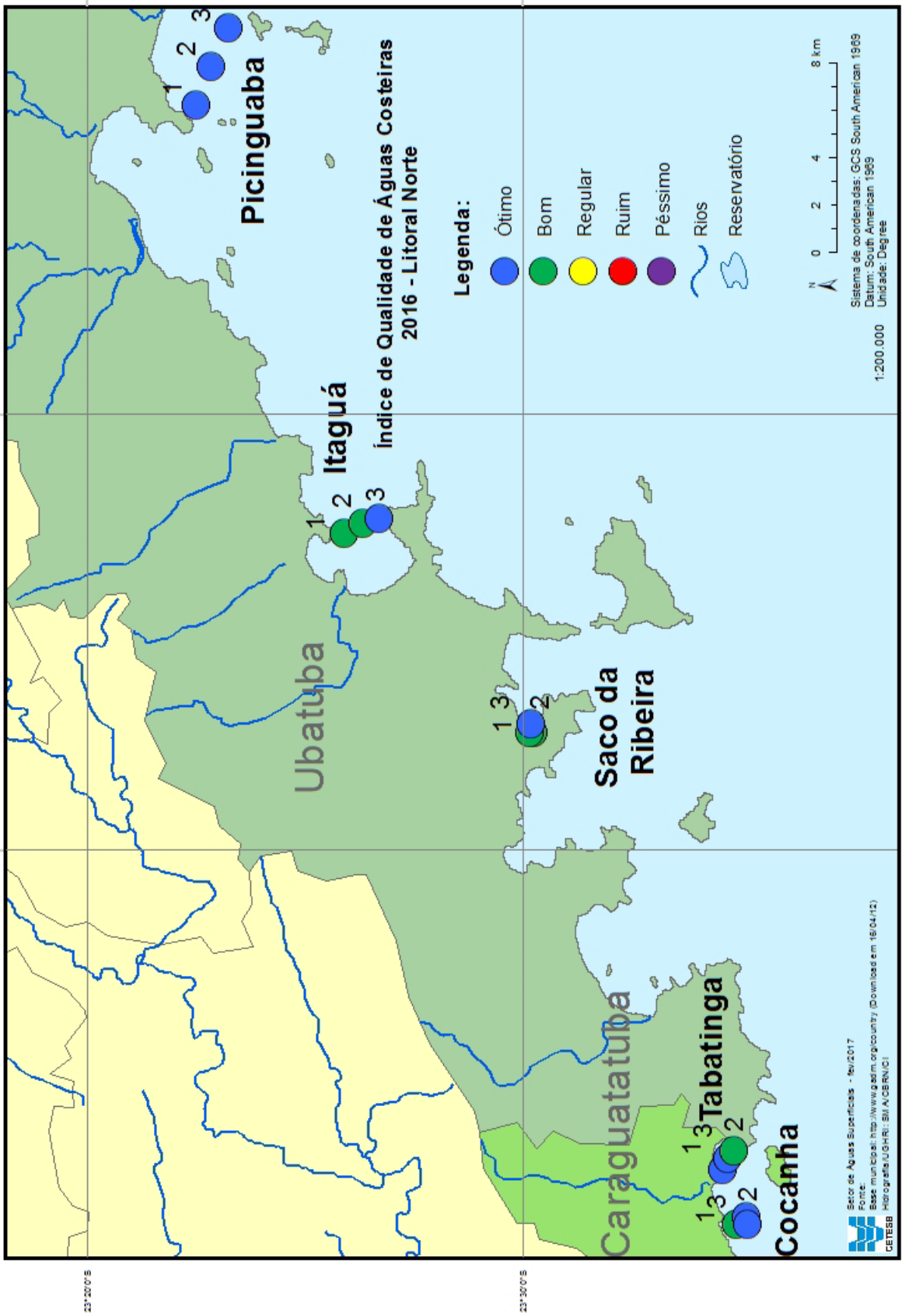
Para coliformes termotolerantes, 62% das amostras foram classificadas como Ótima e 7% como Boa. As categorias Ruim e Péssima somaram 29%. Em 2015, 76% das amostras foram classificadas nas categorias Ótima (61%) e Boa (15%). Ainda assim, 19% das amostras foram classificadas nas categorias Ruim e Péssima.

Considerando ambos os indicadores, poucas amostras foram classificadas na categoria Regular: 2% de coliformes termotolerantes e 5% de *Clostridium perfringens*. No ano anterior o cenário foi semelhante.

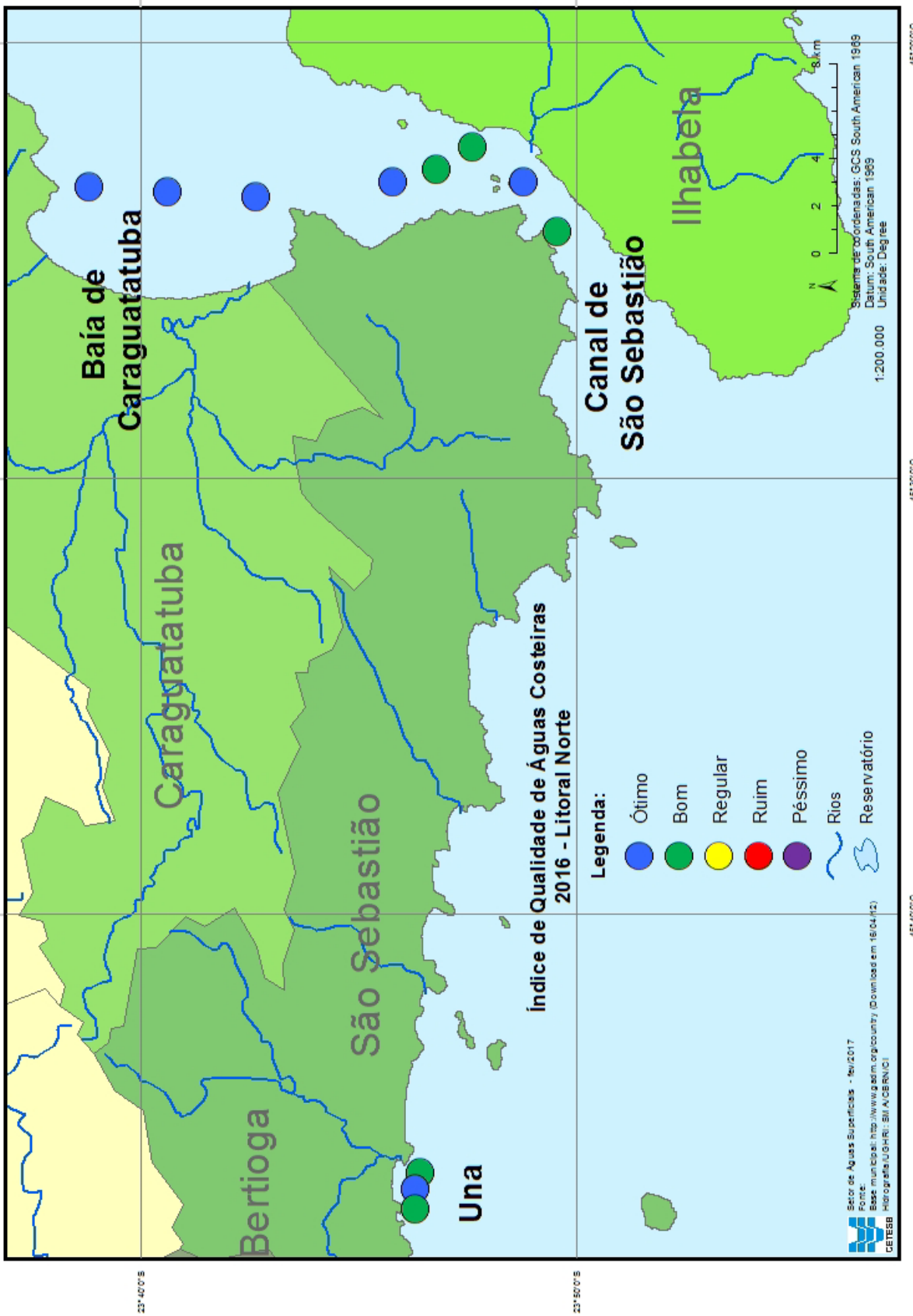
As porcentagens nas categorias Péssima e Ruim foram similares para *Clostridium perfringens* (28%) e para coliformes termotolerantes (28%), indicando que no sedimento contaminação se refere à poluição fecal atual e remota.

Os mapas 4.6, 4.7, 4.8 e 4.9 mostram as classificações referentes ao ano de 2016 nos três critérios de avaliação da qualidade dos sedimentos (químico, ecotoxicológico e microbiológico) das várias áreas nas três regiões do litoral do Estado de São Paulo.

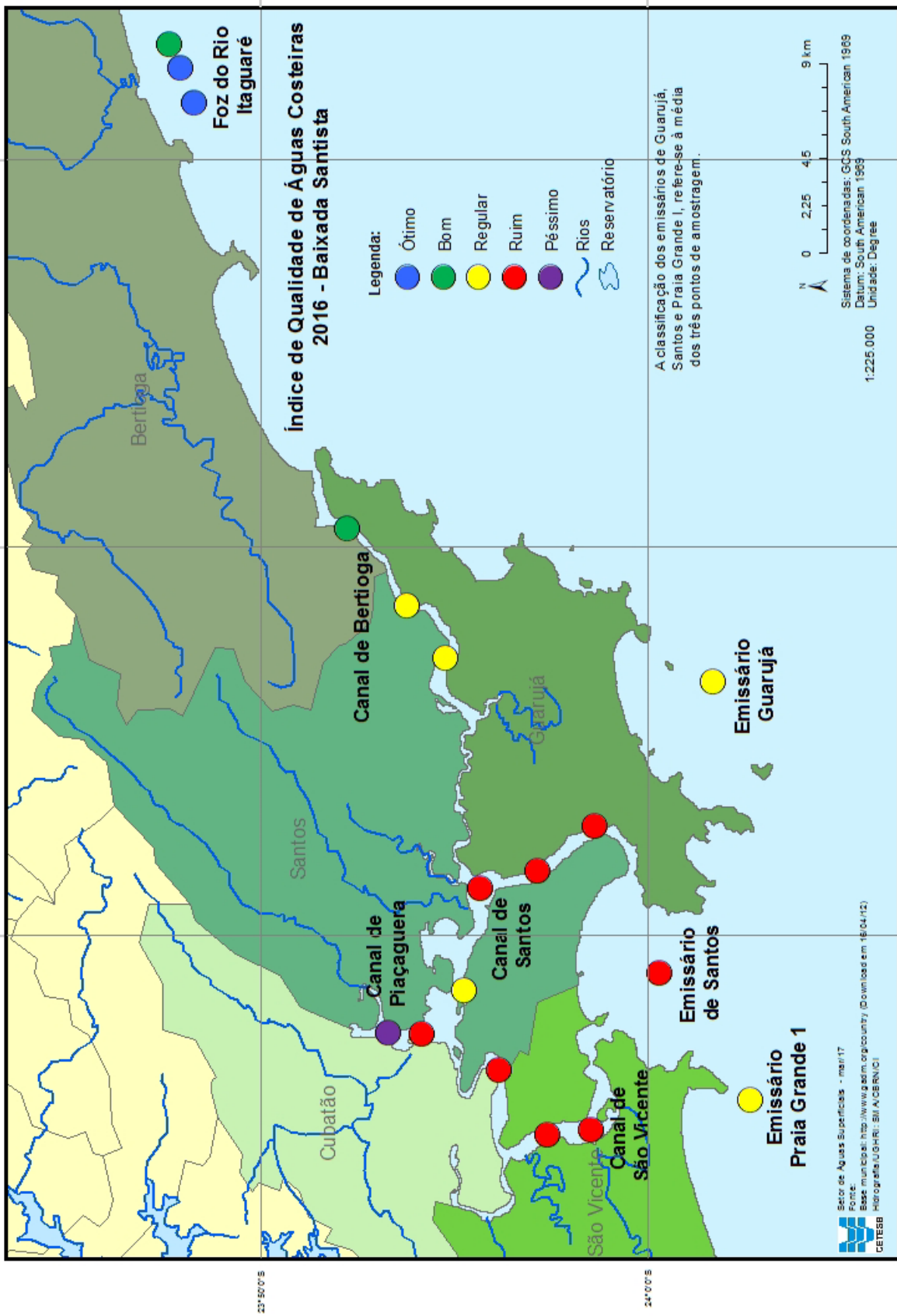
Mapa 4.1 – Índice de Qualidade de Água Costeira 2016 – Litoral Norte (norte)



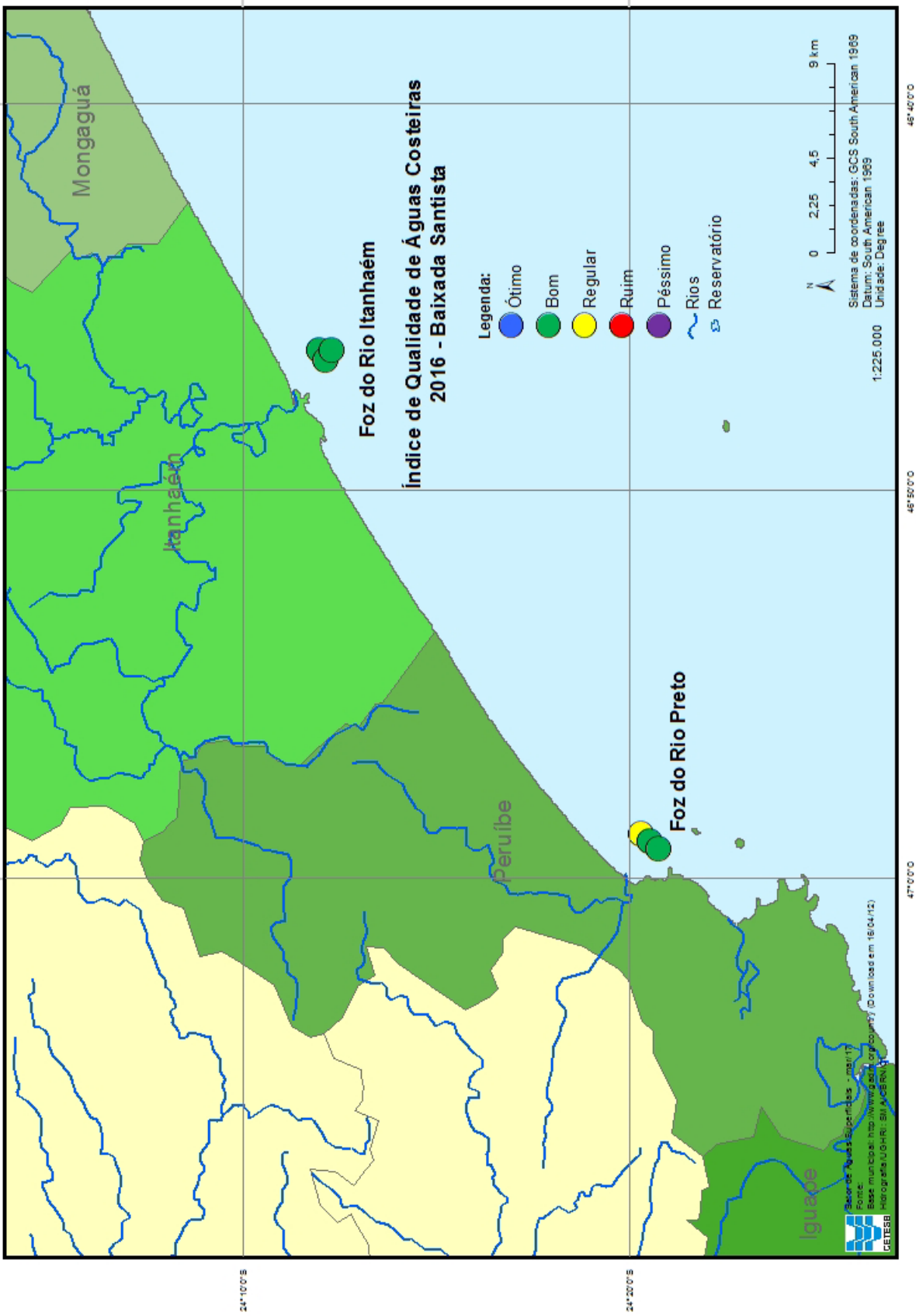
Mapa 4.2 – Índice de Qualidade de Água Costeira 2016 – Litoral Norte (sul)



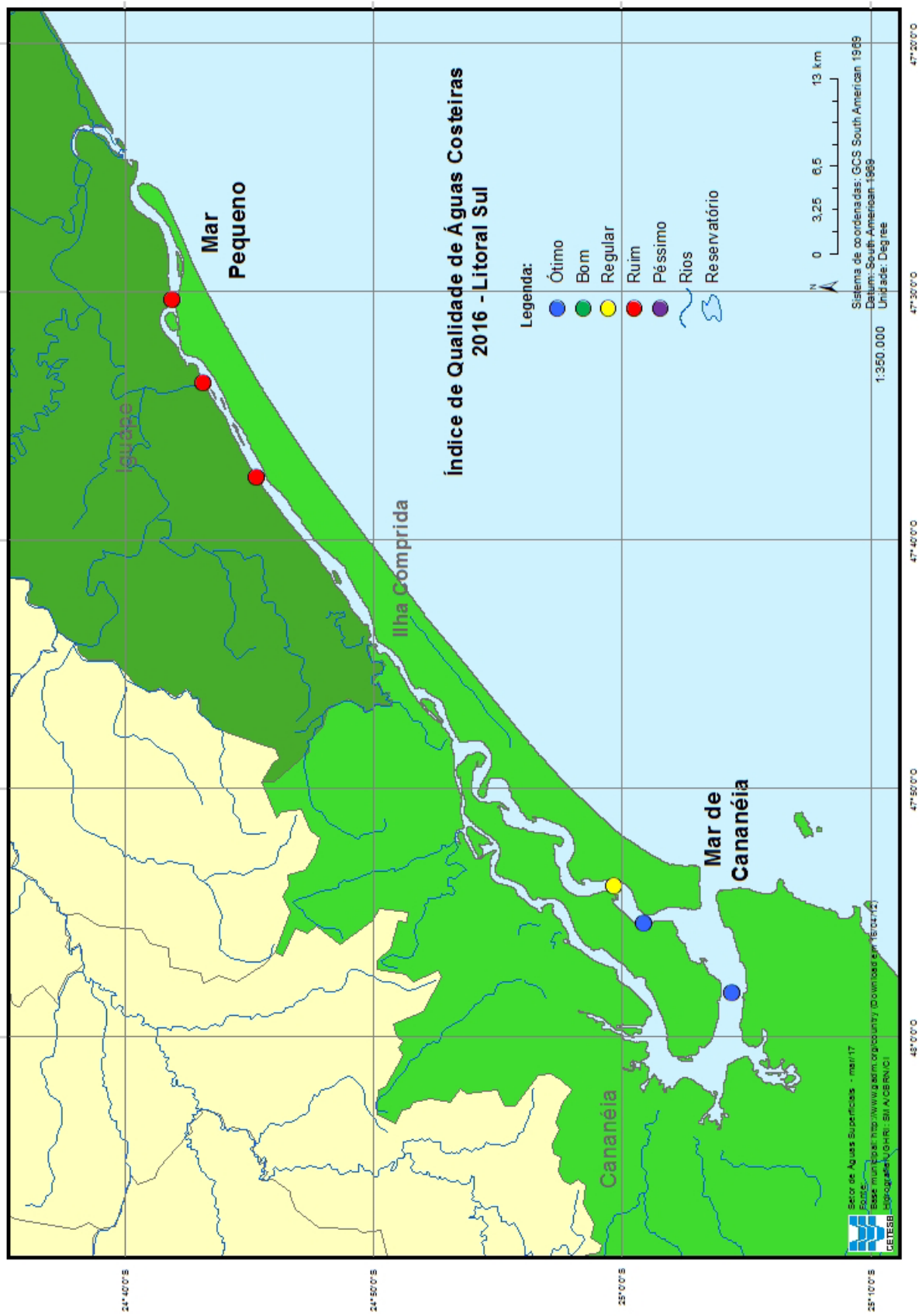
Mapa 4.3 – Índice de Qualidade de Água Costeira 2016 – Baixada Santista (região norte)



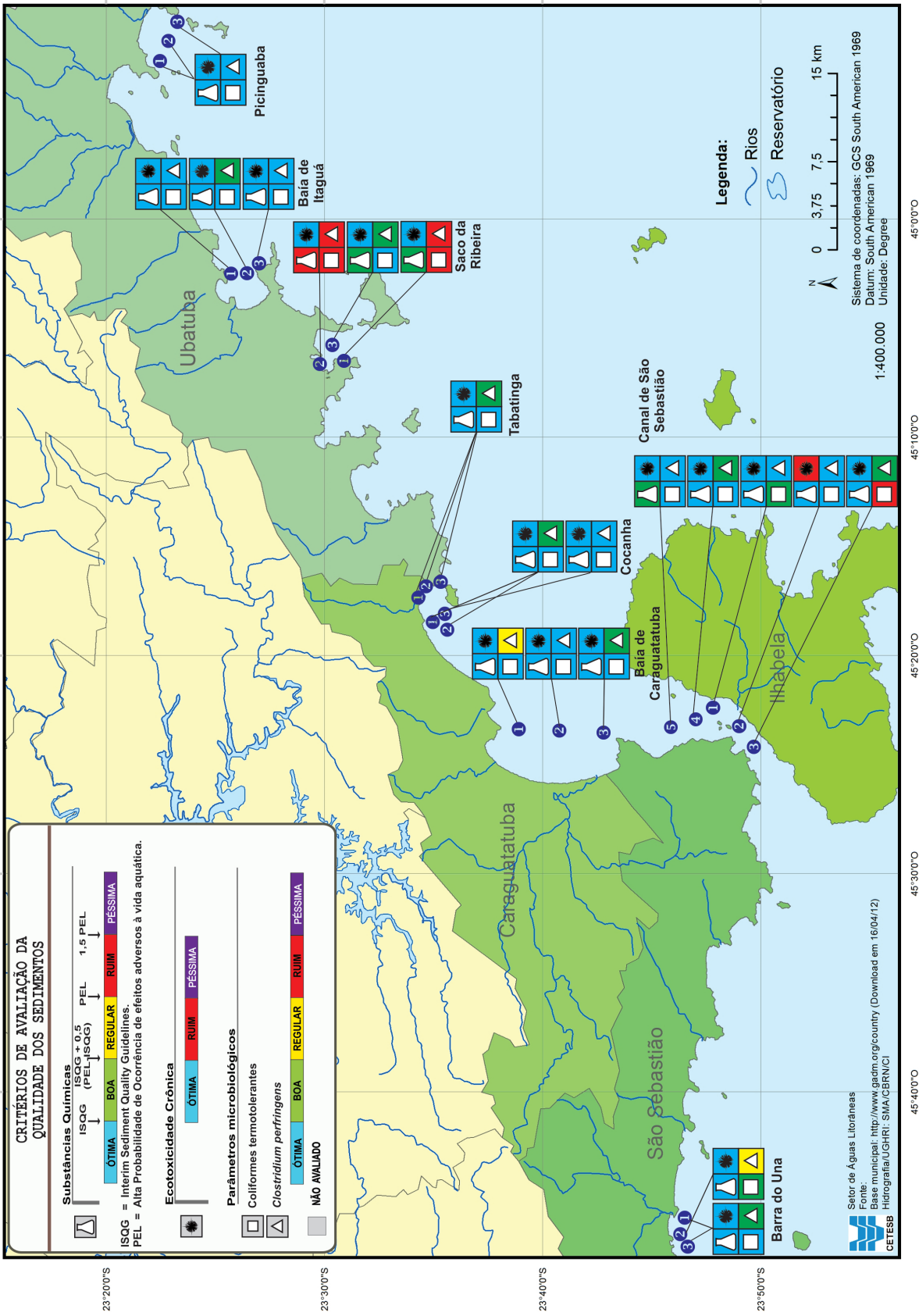
Mapa 4.4 – Índice de Qualidade de Água Costeira 2016 – Baixada Santista (região sul)



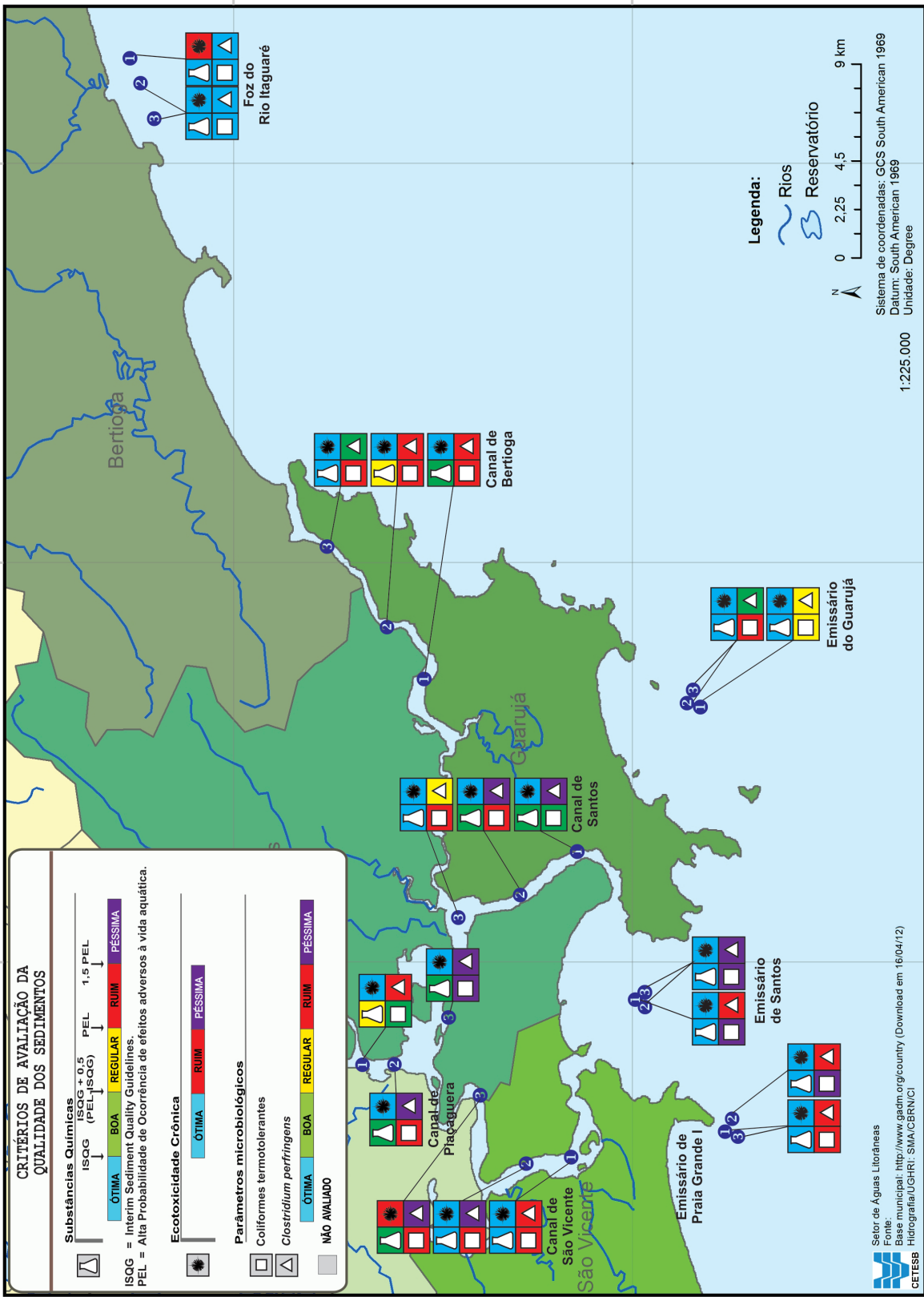
Mapa 4.5 – Índice de Qualidade de Água Costeira 2016 – Litoral Sul



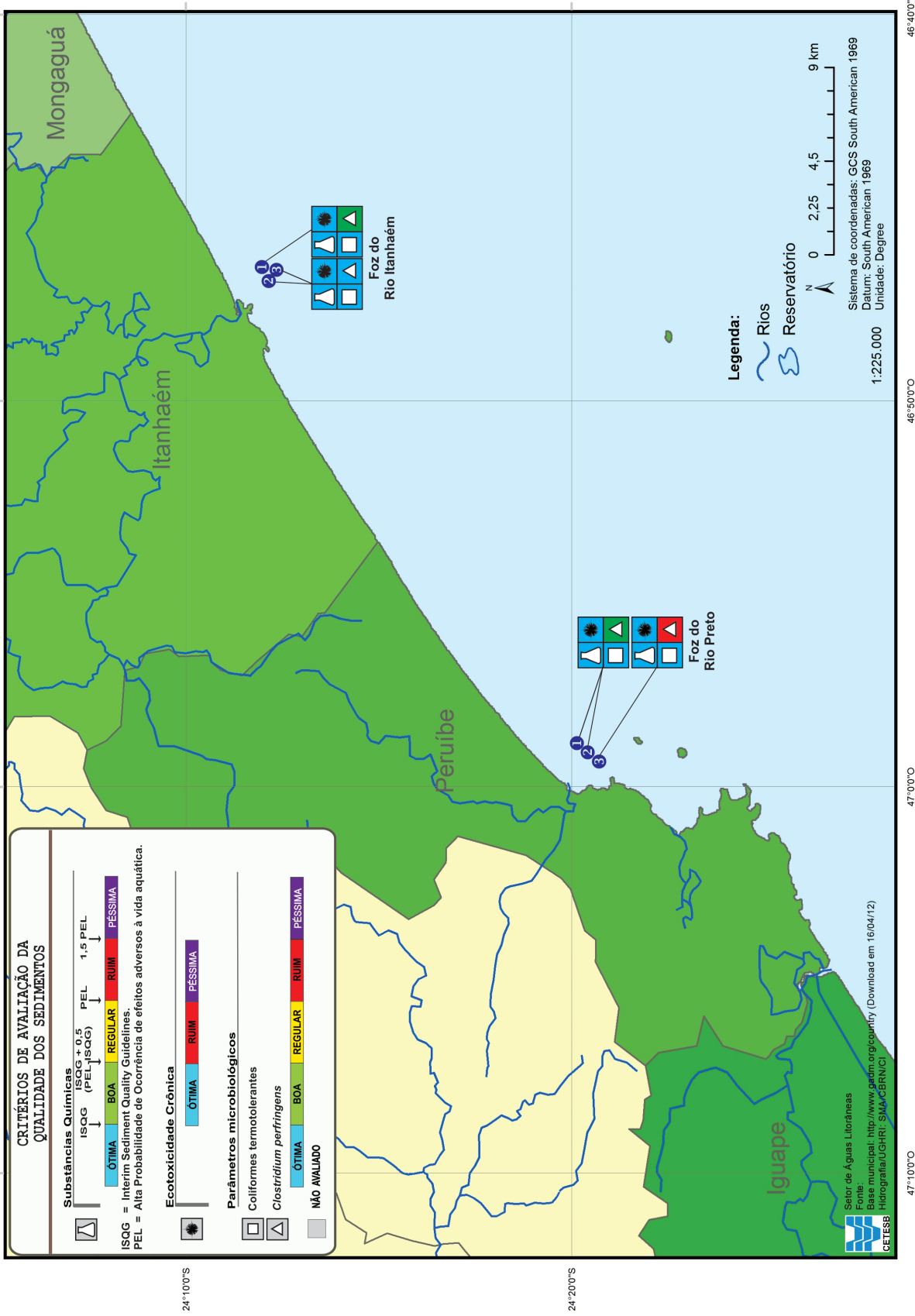
Mapa 4.6 – Avaliação da qualidade dos sedimentos 2016 – Litoral Norte



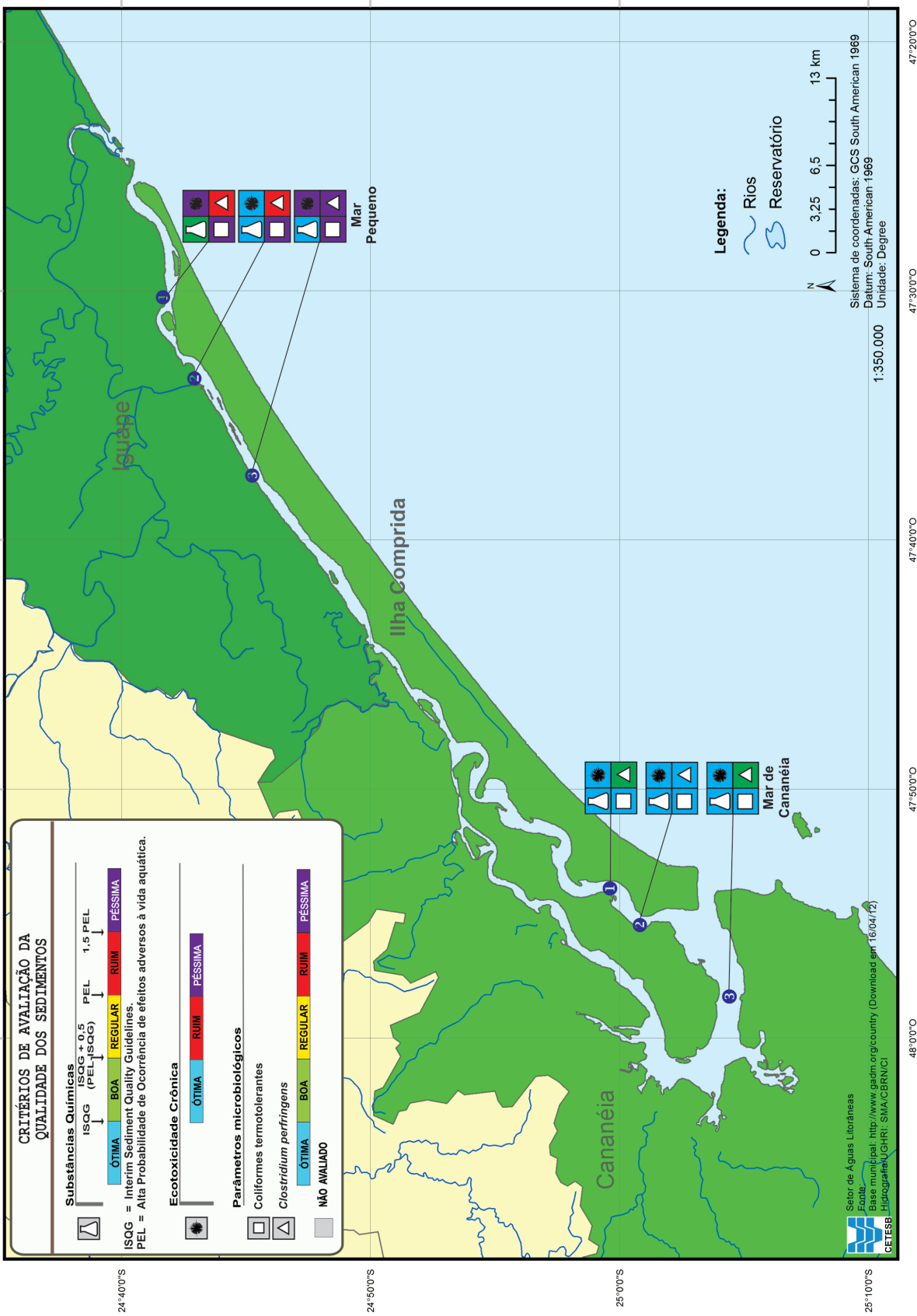
Mapa 4.7 – Avaliação da qualidade dos sedimentos 2016 – Baixada Santista (região norte)



Mapa 4.8 – Avaliação da qualidade dos sedimentos 2016 – Baixada Santista (região sul)



Mapa 4.9 – Avaliação da qualidade dos sedimentos 2016 – Litoral Sul



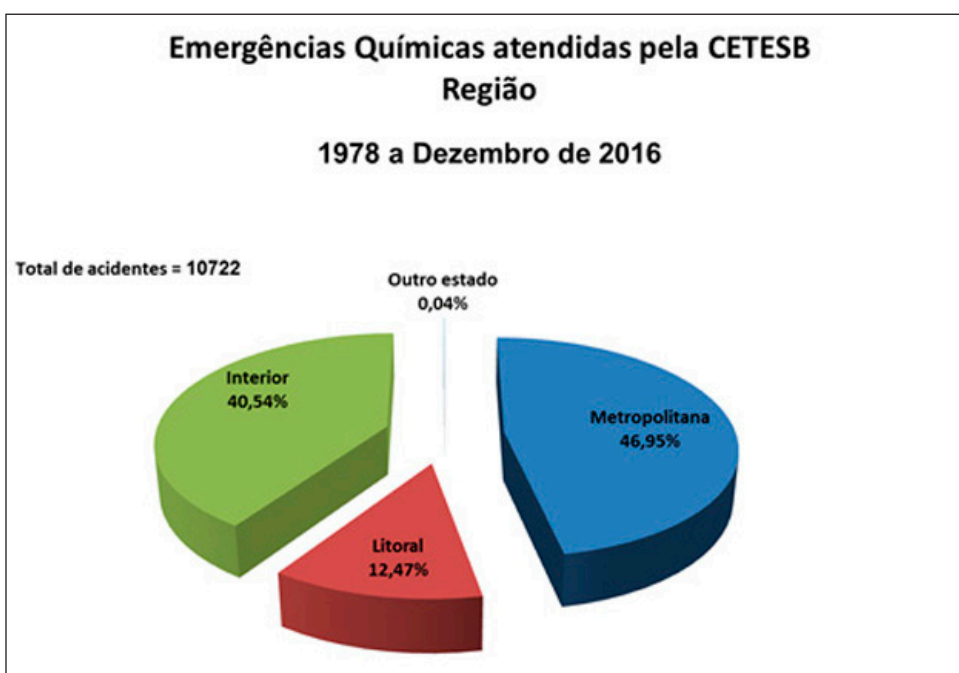
5 Emergências Químicas em Águas Costeiras

Emergências químicas são acontecimentos ou sequência de eventos inesperados que podem ocorrer em todas as atividades onde são manuseados produtos químicos como indústrias, transporte por rodovias, ferrovias, vias navegáveis, dutos, postos e sistemas retalhistas de combustíveis entre outras fontes. Estes episódios podem causar consequências indesejáveis à saúde pública, ao meio ambiente, aos bens materiais e, inclusive, prejudicar a qualidade das águas litorâneas. A CETESB atua na prevenção, preparação e resposta às emergências químicas visando minimizar os efeitos negativos destas ocorrências à população e ao meio ambiente, por meio do Setor de Atendimento a Emergências e das Agências Ambientais da capital, do interior e do litoral. Quando ocorrem vazamentos de produtos químicos, petróleo e seus derivados, os técnicos da CETESB acompanham as atividades desencadeadas e de responsabilidade do poluidor como a contenção e recolhimento do produto vazado, as ações de limpeza das áreas contaminadas e o acondicionamento de resíduos gerados, conforme as características do cenário acidental.

5.1 Panorama das principais ocorrências no litoral paulista

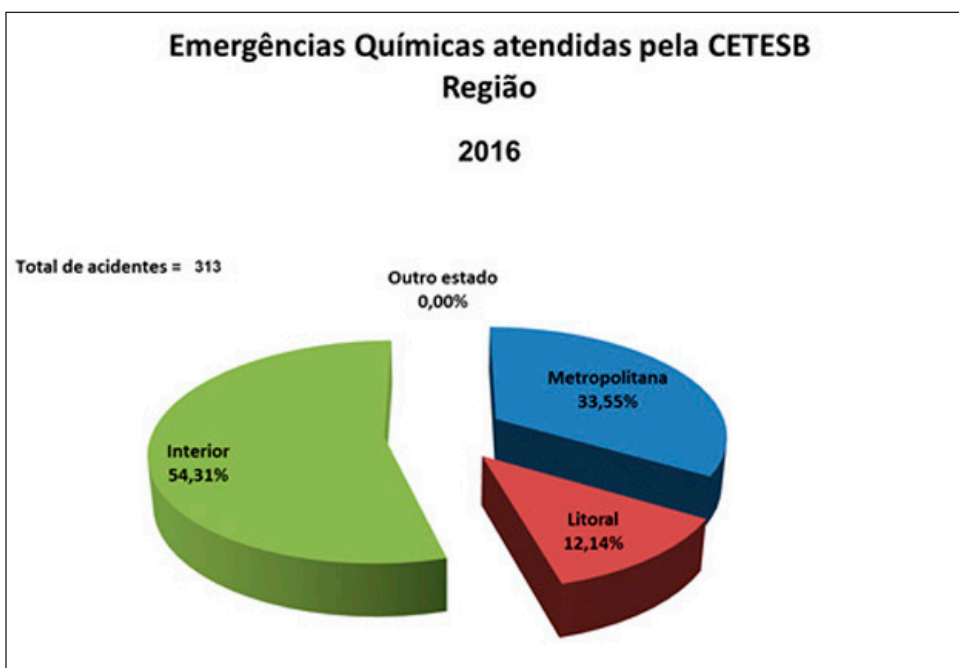
Todas as emergências químicas atendidas pela CETESB são registradas e consolidadas num banco de dados interno denominado SIEQ – Sistema de Informações sobre Emergências Químicas. Com base neste banco de dados, a CETESB, no período de janeiro de 1978 (início dos registros), até dezembro de 2016 atendeu 10722 ocorrências envolvendo produtos químicos (Figura 1). Destas, 46,95% ocorreram na região metropolitana de São Paulo, 40,54% no interior e 12,47% no litoral (Figura 5.1).

Figura 5.1 – Emergências atendidas pela CETESB no período de janeiro de 1978 a dezembro de 2016, por região (região metropolitana, interior e litoral)



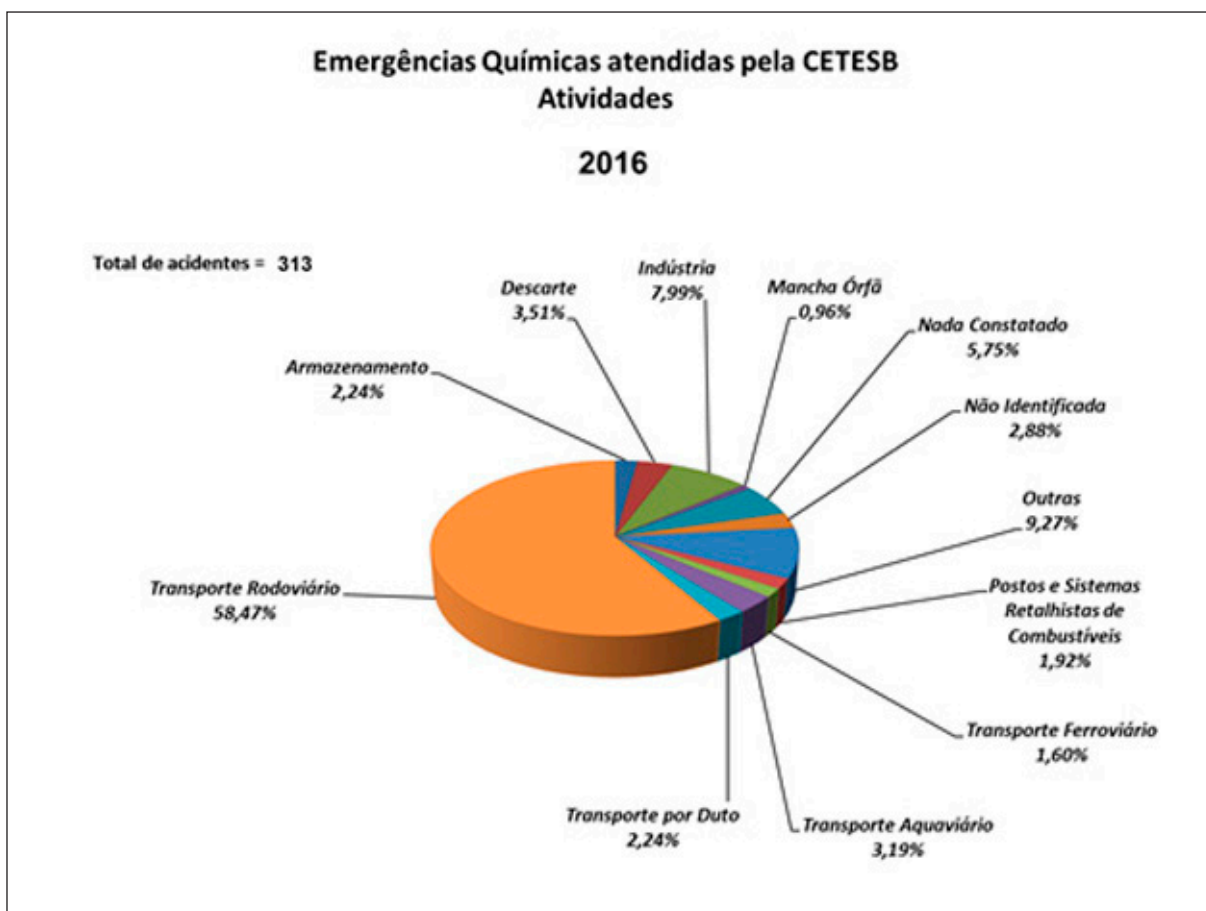
Especificamente para o ano de 2016, foram registradas 313 ocorrências assim distribuídas: 33,55% na região metropolitana, 54,31% no interior e 12,14% no litoral (Figura 5.2).

Figura 5.2 – Emergências químicas atendidas pela CETESB no ano de 2016, distribuídas por região (região metropolitana, interior e litoral)



No que se refere ao modal, o transporte rodoviário de produtos químicos figurou como a atividade que mais causou emergências, representando uma porcentagem de 58,47% do total de registros. Emergências envolvendo o transporte aquaviário e manchas oleosas de origem desconhecida (manchas órfãs), ocorrências em que normalmente há a contaminação das águas, foram registros com pouca frequência de ocorrência (3,19% e 0,96%, respectivamente) (Figura 5.3).

Figura 5.3 – Emergências químicas atendidas pela CETESB no ano de 2016, distribuídas por atividade



As emergências ocorridas no litoral (12,14% ou 38 registros) tiveram maior incidência na Baixada Santista (28 registros), seguido pelo Litoral Norte (9 registros) e Litoral Sul com apenas um registro (tabela 1). Na Baixada Santista, os municípios com maior número de ocorrências registradas foram Guarujá (10 registros), Santos (8 registros) e Cubatão (4 registros). No Litoral Norte, São Sebastião somou cinco registros, seguido por Ilhabela com três registros. A região do Litoral Sul, pelo seu perfil particular pouco desenvolvido em termos industriais, teve apenas um registro o qual ocorreu no município de Iguape (tabela 5.1).

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

LITORAL NORTE		
Município	Número de Ocorrências	Atividade
Ubatuba	*	
Caraguatatuba	1	Transporte Rodoviário
Ilhabela	3	Nada Constatado (1)
		Mancha Órfã (1)
		Transporte Aquaviário (1)
São Sebastião	5	Transporte Aquaviário (2)
		Transporte por Duto (1)
		Outras Atividades (1)
		Mancha Órfã (1)
Baixada Santista		
Bertioga	*	
Guarujá	10	Transporte Rodoviário (4)
		Armazenamento (1)
		Transporte Aquaviário (4)
		Outras Atividades (1)
Santos	8	Armazenamento (2)
		Transporte Rodoviário (2)
		Transporte Aquaviário (1)
		Mancha Órfã (1)
		Outras Atividades (2)
São Vicente	3	Descarte (1)
		Indústria (1)
		Transporte Aquaviário (1)
Cubatão	4	Transporte Rodoviário (2)
		Transporte por Duto (1)
		Fonte não Identificada (1)
Praia Grande	1	Transporte Ferroviário
Mongaguá	*	
Itanhaém	2	Transporte Rodoviário (1)
		Descarte (1)
Peruíbe	*	
Litoral Sul		
Iguape	1	Transporte Rodoviário
Ilha Comprida	*	
Cananéia	*	

* Não foram registradas ocorrências neste município

Dos 38 registros verificados no litoral, 15 ocorrências repercutiram em vazamento de produto químico, óleo ou efluente atingindo as águas costeiras. Destas, oito estiveram relacionadas ao transporte aquaviário (falha no abastecimento de óleo para a embarcação ou acidente/naufrágio de embarcação), três relacionadas à presença de manchas oleosas de origem desconhecida (mancha órfã), duas provenientes de acidentes no armazenamento, uma ao transporte por duto e uma devido ao vazamento de efluente líquido proveniente de terminal.

5.2 Casos mais relevantes ocorridos em 2016

Incêndio no Terminal da empresa Localfrio

Dos acidentes ocorridos em 2016 no litoral o de maior repercussão foi o incêndio verificado em um terminal de contêineres. Na data de 14.01.2016 aconteceu um incêndio de grandes proporções no Terminal de Contêineres da empresa Localfrio, localizada no município de Guarujá. O incêndio, ao que tudo indica, iniciou-se devido a uma reação química envolvendo água (chovia no momento) com produto químico acondicionado no interior de contêineres. O produto envolvido denominava-se dicloroisocianurato de sódio, utilizado como agente de desinfecção para piscinas. O produto da reação deste material com água poderia gerar fumaça tóxica contendo inclusive gás cloro.

O Corpo de Bombeiros comandou a operação de combate ao incêndio implantando um posto de comando na proximidade. Participaram deste comando, além da empresa sinistrada, representantes de diversas instituições públicas locais como Defesa Civil, CETESB, IBAMA, Exército Brasileiro, CODESP, Prefeitura Municipal de Guarujá, Guarda Portuária, representantes de planos de auxílio mútuo da região, entre outros.

A quadra dentro do Terminal onde ocorria o incêndio contava com pilhas que somavam 85 contêineres, 90% dos quais acondicionando dicloroisocianurato. Os remanescentes continham produtos variados como nitrato de potássio, feniletilbenzeno, acrilato de butila, entre outros. Inicialmente o combate ao incêndio restringia-se a lançar água sobre as pilhas o que repercutia na geração de grande quantidade de fumaça (Figura 5.4). Posteriormente a estratégia foi alterada segregando das pilhas os contêineres que não encontravam-se reagindo e reposicionando-os distantes do local de forma a impedir o alastramento das chamas. Os contêineres que estavam reagindo foram afogados em uma bacia de contenção contendo água o que surtiu um efeito positivo extinguindo a reação em curto prazo assim como a emanação de fumaça (Figura 5.5).

Figura 5.4 – Lançamento de água sobre as pilhas de contêineres



Figura 5.5 – Combate ao incêndio de um contêiner no interior de uma bacia de contenção



Embora não se tenha obtido informações sobre o sistema de drenagem da empresa, considerou-se a possibilidade de que esta água pudesse alcançar as águas estuarinas. Com isso, em 15.01 foram realizadas coletas de amostra de água em três pontos do estuário (Figura 5.6). De acordo com resultados dos laudos, não foram verificadas alterações de pH em nenhum dos pontos amostrados. Contudo, no ponto 2, ponto este o mais próximo ao píer da empresa Santos Brasil, contígua à Localfrio, foi verificada concentração de 0,21 mg/L de cloro residual livre cujo limite legislado (cloro combinado + livre) é de 0,01 mg/L (Brasil, 2005). Contudo, de acordo com as vistorias realizadas ao longo do estuário, não foi constatada mortandade de peixes levando a crer que a alteração verificada quanto ao parâmetro acima mencionado foi de pequena escala não repercutindo efeito considerável à biota local.

Figura 5.6 – Representação dos três pontos de coleta de água realizados no estuário



O incêndio transcorreu por três dias sendo dado como extinto na noite do dia 16.01. Os técnicos da Agência Ambiental de Santos retornaram as instalações da Localfrio no dia 17 de janeiro de 2016, a fim de acompanhar entre outras ações, as operações de rescaldo do sinistro e recolhimento dos resíduos, sólidos e líquidos.

Naufração de embarcação de recreio no Guarujá

Em 29.02.2016 ocorreu um incêndio seguido de naufrágio de uma embarcação de recreio de 43 pés, na Marina Guarujá no município de mesmo nome. Com o acidente, uma quantidade não estimada de óleo diesel marítimo e óleo combustível vazou originando manchas oleosas iridescentes sobre a água do canal contíguo à marina. Foram colocadas barreiras absorventes visando conter as manchas. Posteriormente a embarcação foi reflutuada e rebocada para a garagem náutica do píer 26 do CING – Complexo Industrial Naval de Guarujá.

Mancha de origem desconhecida em Ilhabela

Na data de 22.07.2016 foi reportada a presença de uma mancha oleosa em frente à praia do Barreiro no município de Ilhabela. Com base em vistorias realizadas pela CETESB e Secretaria Municipal de Meio Ambiente do município estimou-se uma mancha de aproximadamente 500m² cuja origem não foi identificada. Uma vez que a mesma encontrava-se localizada fora do porto organizado, não foi possível acionar o Plano de Área do Porto Organizado de São Sebastião – PA POSS para dar combate à emergência. Assim, a mancha foi monitorada sendo que a mesma dispersou-se naturalmente pelo Canal de São Sebastião.

Vazamento de óleo diesel marítimo durante abastecimento de navio

Em 01.08.2016 ocorreu um vazamento de óleo diesel marítimo durante operação de abastecimento de um navio fundeado junto ao Armazém 19 da empresa Rumo Logística – Canal de Santos. O óleo diesel escorreu pelo costado da embarcação formando manchas que ficaram retidas entre o navio e a mureta do píer. Manchas também foram verificadas entre o costado e o píer de outro navio fundeado na proximidade. A empresa de abastecimento acionou seu plano de emergência individual – PEI e passou a intervir na emergência por meio de aplicação de barreiras de contenção e absorventes visando conter as manchas de óleo as quais foram posteriormente removidas por meio de bombeamento.

Vazamento de óleo diesel marítimo durante abastecimento de navio

Uma semana após o vazamento acima relatado, foi constatado novo acidente de mesma causa. O evento ocorreu em 07.08.2016 no píer operado pela empresa TEG – Terminal Exportador do Guarujá, localizado na margem esquerda do Canal de Santos, município de Guarujá. Na ocasião, a empresa que fornecia combustível para um navio (NM Toba) fundeado no píer do TEG incorreu em falha na operação de transferência. Com isso, houve extravasamento de óleo diesel marítimo o qual atingiu o convés da embarcação numa quantidade de cerca de 2.200 litros. Parte deste volume escorreu pelo costado do navio, atingindo as águas do estuário, formando manchas iridescentes adjacentes ao píer. A empresa de resposta a acidentes prestadora de serviços da fornecedora de combustível atuou emergencialmente realizando a contenção e remoção das manchas de óleo.

5.3 Conclusão

Das 15 emergências ocorridas em 2016 em que produtos químicos alcançou as águas costeiras, verifica-se que para a grande maioria delas, o ponto de vazamento foi distante das praias e o volume envolvido foi de pequena escala, de forma que as consequências ambientais foram localizadas não repercutindo em contaminação das águas das praias dos diferentes municípios. Apenas uma das ocorrências (acidente na empresa Localfrio) teve maior repercussão. Ainda assim os efeitos foram também localizados e adjacentes ao terminal sinistrado. As consequências mais importantes referentes a este episódio foram as plumas atmosféricas geradas a partir da queima dos produtos químicos envolvidos.

5.4 Mortandade de peixe na região costeira

Em 2016 foram registradas as seguintes mortandades de peixe na região costeira:

Tabela 5.2 – Mortandade de peixes ocorridas em 2016 na região costeira do Estado de São Paulo

DATA	UGRHI	MUNICÍPIO	LOCAL	ORGANISMO	MOTIVO	ATENDIMENTO
22/06/2016	3	Caraguatatuba	Rio Juqueriquerê	Bagres Africanos	Indeterminado	Atendimento realizado pela Agência Ambiental de São Sebastião (CMS)
22/07/2016	3	Ilhabela	Praia do Barreiro	Não especificado	Vazamento de óleo marítimo após albaroamento de embarcação	Atendimento realizado pela Agência Ambiental de São Sebastião (CMS)
08/05/2016	7	Mongaguá	Canal junto à Rodoviária Municipal	Tilápias	Indeterminado	Atendimento realizado pela Agência Ambiental de Cubatão (CMB)
26/08/2016	7	Cubatão	Rio Cubatão	Não especificado	Contaminação do rio por amônia devido a vazamento resultante de tubulação na Vale Fertilizantes	Atendimento realizado pela Agência Ambiental de Cubatão (CMB). Foi aplicada a penalidade de multa, no valor equivalente a 10.000 UFESPs

6 Florações de Microalgas Nocivas

6.1 Introdução

As microalgas são importantes constituintes da base da teia alimentar de ambientes aquáticos. Entretanto, em situações específicas como no caso de uma floração nociva (ou maré vermelha), as microalgas podem ter efeitos deletérios que afetam atividades como navegação, pesca, maricultura, recreação, qualidade de águas e saúde pública, assim como a própria biota aquática. Desta forma, manchas causadas pelo acúmulo de microalgas no litoral do Estado de São Paulo constituem um fator de risco e podem, em alguns casos, ser critério suficiente para que uma praia seja considerada imprópria para o banho. Paralelamente, o comprometimento da qualidade de moluscos de interesse comercial, cultivados em fazendas de maricultura ou coletados em bancos naturais, também são motivo de preocupação em decorrência da contaminação por ficotoxinas.

É grande a complexidade de estudar um fenômeno natural que vem se intensificando devido à interferência de atividades antrópicas em ambientes costeiros, especialmente aquelas que ocasionam eutrofização. A ênfase em explicitar o termo *potencialmente* nocivo retrata esta complexidade, ao mesmo tempo em que evita uma atitude alarmista. Não é possível evitar o fenômeno, mas é possível minimizar suas causas e proteger a indústria do turismo, a economia pesqueira e a saúde pública de suas consequências negativas.

No Estado de São Paulo há registros de florações de microalgas (Quadro 6.1), embora esta ocorrida em 2016 tenha sido a mais importante, com consequências na saúde e na economia da região.

Quadro 6.1 – Registros de florações no Estado de São Paulo

ANO	MÊS	LOCAL	MICROALGA	GRUPO
2000	Fevereiro	Itanhaém até S. Sebastião	<i>Trichodesmium erythraeum</i>	cianobactéria
	Novembro	Praia Grande	<i>Anaulus</i>	diatomácea
2001	Fevereiro	Litoral Norte	<i>Hemiaulus</i>	diatomácea
2013	Junho	Praia Grande e Bertioga	<i>Anaulus</i>	diatomácea
2014	Janeiro	Ilhabela	<i>Myrionecta rubra = Mesodinium rubrum</i>	ciliado
	Junho	Praia Grande e Bertioga	<i>Anaulus</i>	diatomácea
	Julho	Bertioga	<i>Asterionellopsis glacialis</i>	diatomácea
2016	Maio	Praia Grande	<i>Anaulus</i>	Diatomácea
	Junho-Julho	Baixada Santista e Litoral Norte	<i>Dinophysis acuminata</i>	Dinoflagelado
	Julho	Santos	<i>Noctiluca</i>	Dinoflagelado

6.2 Floração de 2016

No início do mês de junho, a CETESB foi informada pelo Prof. Luis Proença da Universidade de Itajaí sobre a ocorrência de uma floração de microalga tóxica (*Dinophysis acuminata*) no litoral de Santa Catarina que havia contaminado os moluscos (mexilhões e ostras) da região. Na ocasião foi informado que essa floração já estava no litoral do Estado do Paraná e poderia avançar para o litoral do Estado de São Paulo.

Assim sendo, as Agências da CETESB do litoral foram contatadas com a finalidade de alertar, tanto os coletores que estão semanalmente nas praias para verificarem se havia alguma mancha no mar, ou reclamações de casos de intoxicação.

No dia 27/6/2016 o Setor de Comunidades Aquáticas (ELHC) foi informado pelo Laboratório de Cubatão (EDT) da existência uma mancha avermelhada na região da Ponta da Praia em Santos e que à noite esta mancha causava bioluminescência na água, fato amplamente divulgado pela imprensa na ocasião. No mesmo dia a CETESB foi ao local (Fotos 6.1 e 6.2) e coletou uma amostra de água para análise de Fitoplâncton, com contagem e identificação dos organismos.

Fotos 6.1 e 6.2 – Amostragem na mancha da Ponta da Praia - Santos



No dia 29/6/2016 o Setor de Águas Litorâneas (EQAL) recebeu informação de relatos sobre intoxicações com diarreia de pessoas que consumiram mexilhões na cidade de Caraguatatuba e poderia estar relacionada à floração de Santa Catarina e Paraná. No dia 30.06 técnicos da CETESB coletaram amostras de água nas praias de Cocanha e Martim de Sá, em Caraguatatuba para verificar a presença e, eventualmente a densidade, da microalga tóxica (*Dinophysis acuminata*).

Tendo sido constatada a presença da referida microalga, aliado a outros relatos de intoxicação com diarreia em Peruíbe, os locais de amostragem foram ampliados, para o monitoramento da floração.

6.3 Metodologia

6.3.1 Amostragem

Foram realizadas amostragens preliminares de água do mar nos seguintes locais e datas:

Baixada Santista, na Ponta da Praia - Santos – 27/6/2016

Litoral Norte em Martim de Sá e Cocanha - Caraguatatuba – 30/6/2016

Posteriormente as amostragens passaram a ser semanais nos seguintes locais:

Litoral Norte (Figura 6.1):
 Martim de Sá - Caraguatatuba
 Cocanha - Caraguatatuba
 Maranduba - Ubatuba
 Cigarras - São Sebastião

Baixada Santista (Figura 6.2):
 Ponta da Praia - Santos
 Guaraú - Peruíbe

No Litoral Sul (Figura 6.3) também foram realizadas algumas amostragens, em pontos localizados na Prainha (Ilha Comprida) e no Mar de Dentro (Cananéia).

Figura 6.1 – Pontos de coleta para análise de fitoplâncton, para acompanhamento da floração de microalgas no Litoral Norte

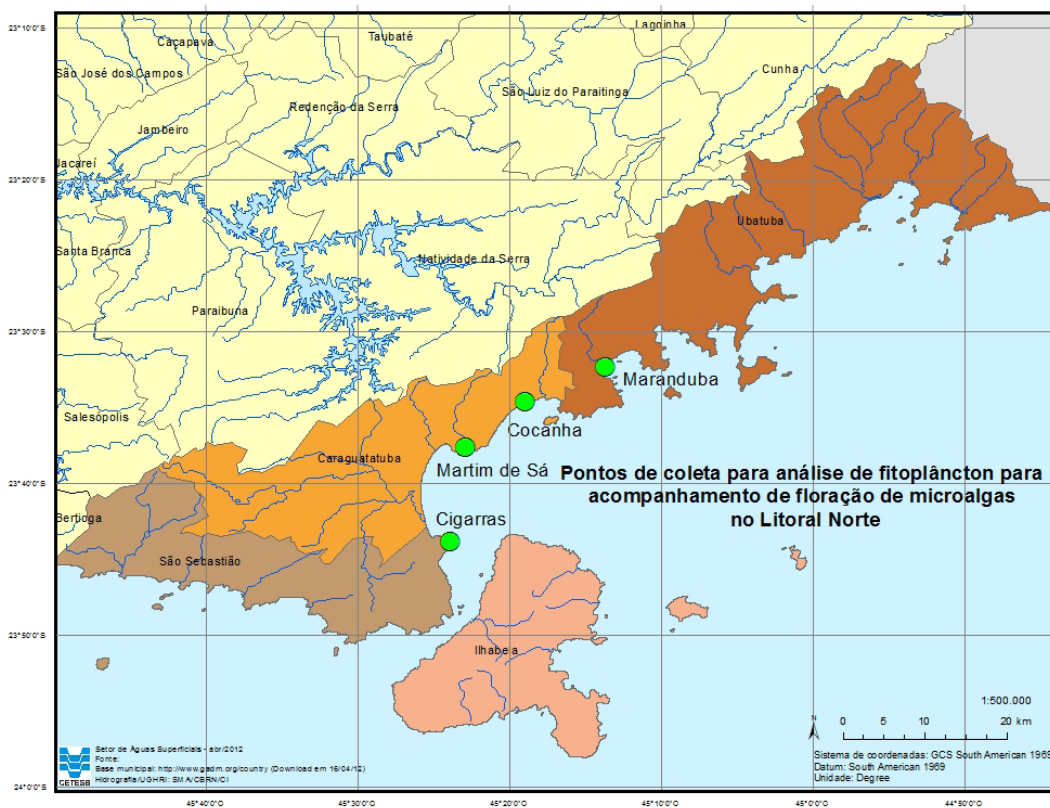


Figura 6.2 – Pontos de coleta para análise de fitoplâncton, para acompanhamento da floração de microalgas na Baixada Santista

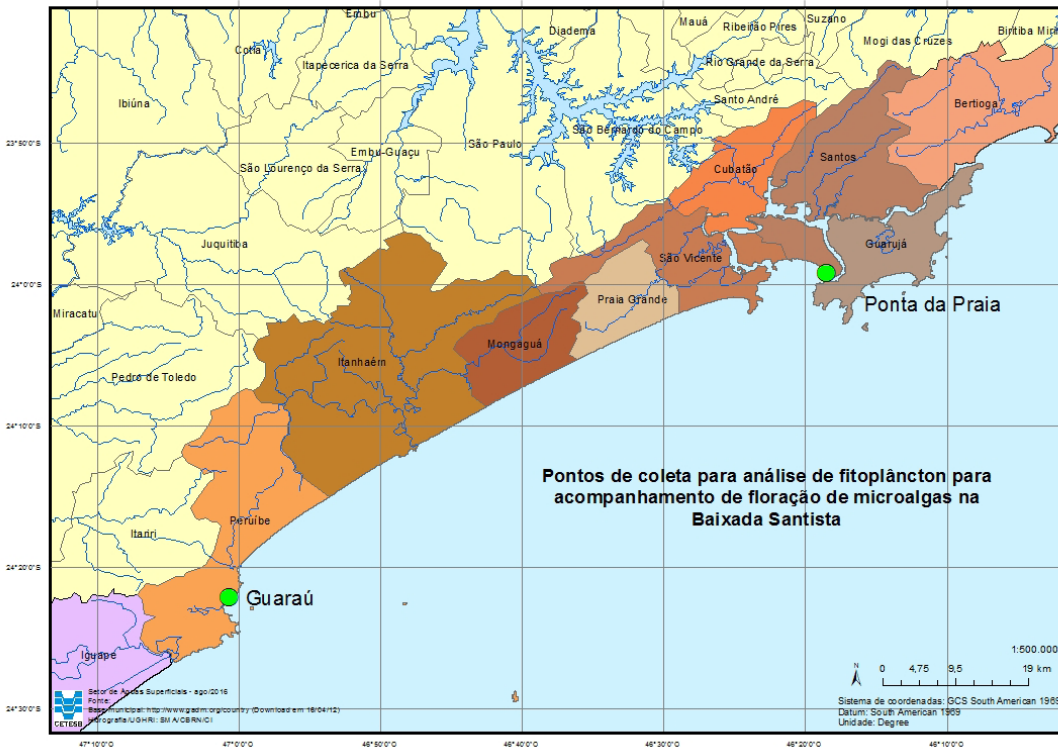
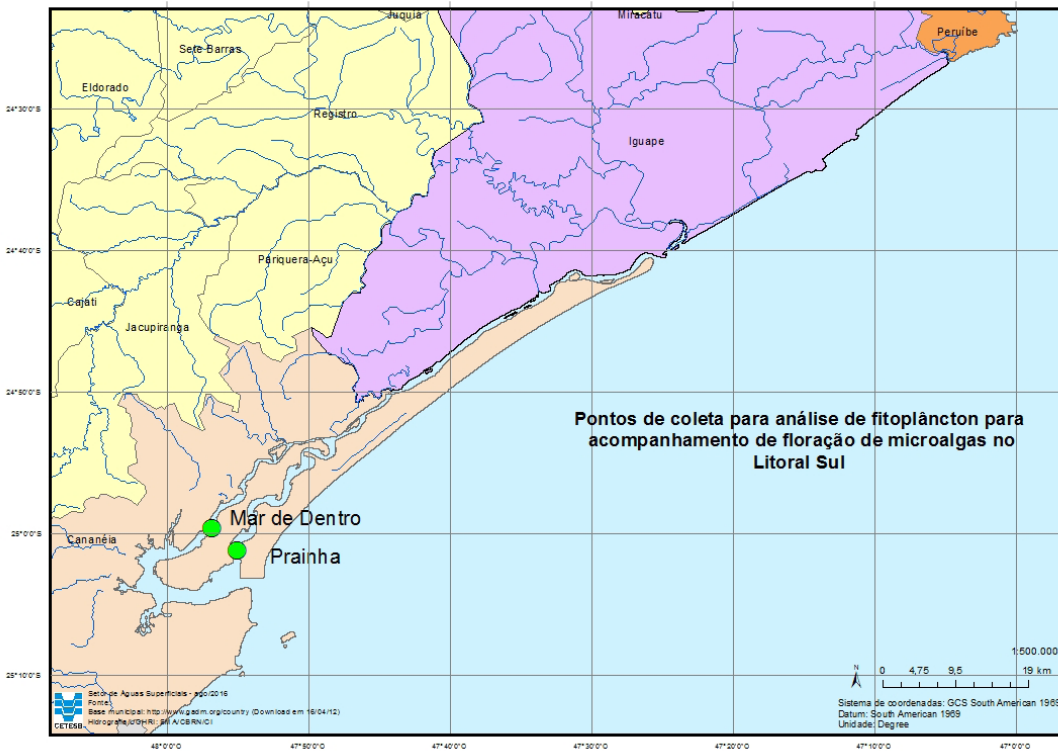


Figura 6.3 – Pontos de coleta para análise de fitoplâncton, para acompanhamento da floração de microalgas no Litoral Sul



As amostras foram coletadas na superfície, em galões de 10 litros e encaminhadas ao laboratório sob-refrigeração para identificação de algas.

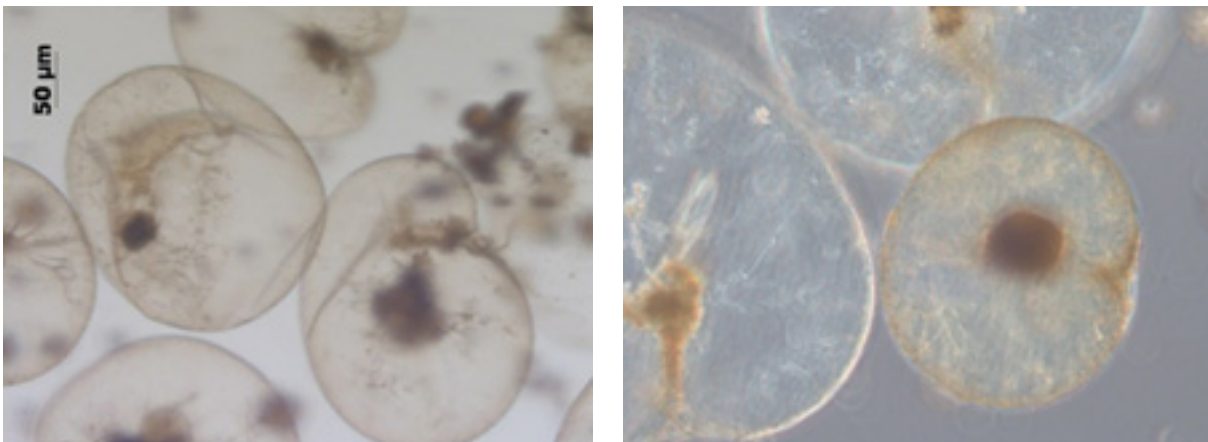
6.3.2 Metodologia analítica

As amostras de Fitoplâncton para identificação e contagem de organismos foram fixadas com Lugol para análise quantitativa e com formaldeído neutralizado (concentração final 2%) para as análises qualitativas (UTERMÖHL, 1958). Para as análises qualitativas foram concentrados 10 L de amostra para verificar a presença da microalga tóxica *Dinophysis acuminata*.

6.4 Resultados

A amostra do dia 27/6 foi observada em microscópio e apresentou uma alta densidade de organismos pertencentes ao grupo dos Dinoflagelados, sendo que os organismos com maior biomassa foram os denominados *Noctiluca*, atingindo 642 org./mL (Tabela 6.1). Foram feitos contatos com o Instituto Oceanográfico (IO/USP) e o Museu Nacional (UFRJ) para auxílio na identificação de outros organismos presentes nessa amostra. A presença da microalga tóxica (*Dinophysis acuminata*) **não foi** registrada nessa amostra.

Fotos 6.3 e 6.4 – *Noctiluca* sp (Fotos: Denise Amazonas Pires e Maria do Carmo Carvalho)



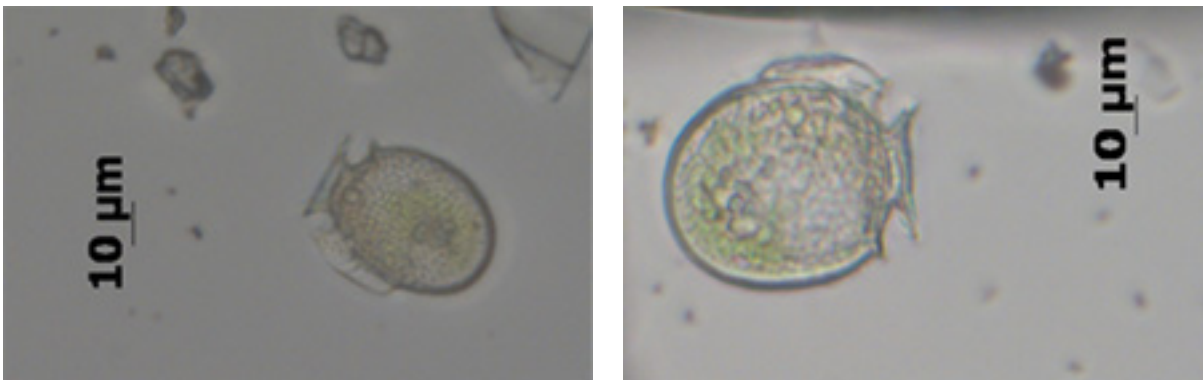
Noctiluca é um dinoflagelado heterotrófico, ou seja, preda outros organismos, podendo estabelecer simbiose com outro dinoflagelado (*Pedinomonas noctilucae*), o que lhe confere coloração esverdeada (Fukuyo et al., 2011). É comumente chamado de fásca do mar por apresentar bioluminescência. Não há registro de que este organismo seja produtor de toxinas, entretanto, pode provocar danos a biota aquática quando em altas densidades por induzir anoxia ou excesso de amônia (CARDOSO, 2012).

Tabela 6.1 – Resultado da análise quantitativa de Fitoplâncton da amostra na Ponta Praia, no município de Santos, em 27/6/2016

Grupo de organismos fitoplanctônicos	Nº de organismos/mL
DIATOMÁCEAS	525
OUTROS DINOFLAGELADOS	3908
FITOFLAGELADOS	175
<i>NOCTILUCA</i>	642

No dia 30/6 foram realizadas coletas nas praias de Martim de Sá e Cocanha município de Caraguatatuba. Os resultados mostraram a presença da microalga *Dinophysis acuminata* (Tabela 6.2).

Fotos 6.5 e 6.6 – *Dinophysis acuminata* (Fotos: Denise Amazonas Pires e Maria do Carmo Carvalho)



Em virtude da constatação da presença da microalga tóxica *Dinophysis acuminata* foram realizadas novas coletas para acompanhamento e contagem deste organismo, em sete praias situadas no litoral do Estado de São Paulo, conforme discriminado na Tabela 6.2.

Tabela 6.2 – Concentração de *Dinophysis acuminata* (org./L) das amostras concentradas para análise quantitativa com ênfase na contagem dessa espécie, de praias do litoral de São Paulo

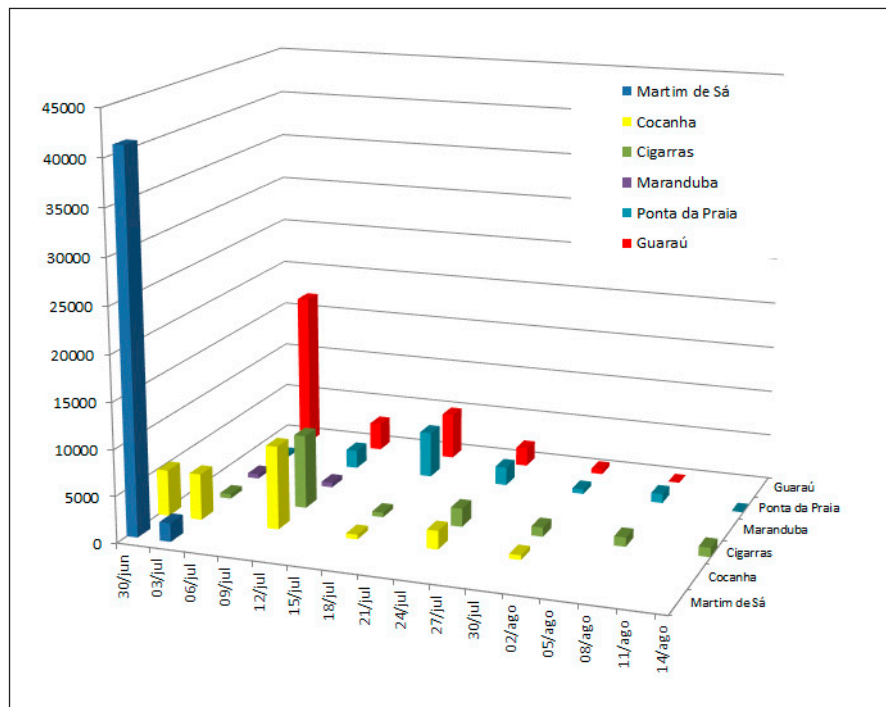
Local	Data da amostragem								
	30/6	3/7 e 4/7	10/7 e 13/7	17/7	24/7	31/7 e 1/8	7/8	14/8	21/8
Ponta da Praia	*	Presença	2.000	5.000	2.000	Presença	1.000	Presença	*
Cigarras	*	*	8.000	Presença	2.000	1.000	1.000	Presença	Ausência
Martim de Sá	41.000	2.000	*	*	*	*	*	*	*
Cocanha	5.000	*	9.000	Presença	2.000	Presença	Ausência	*	*
Maranduba	*	Presença	Presença	*	*	*	*	*	*
Guaraú	*	17.000	3.000	5.000	2.000	Presença	Ausência	*	*
Ilha Comprida	*	Presença	Ausência	*	*	Presença	*	*	*

Nota 1: * Não coletada.

Nota 2: Informações sobre Presença ou Ausência foram incorporadas nas ocasiões em que não foram encontrados organismos do gênero *Dinophysis* nas análises quantitativas.

Durante o acompanhamento da floração foi possível notar que os maiores valores (acima de 10.000 org./L) registrados no final de junho e início de julho. A partir de 10/7 as concentrações começaram a se reduzir. Após um mês já estavam com valores baixos, não tendo sido mais possível sua quantificação a partir de 14 de agosto (Gráfico 6.1).

Gráfico 6.1 – Resultado das análises das amostras concentradas e das análises quantitativas com ênfase na contagem de *Dinophysis acuminata* (org./L) de praias do litoral de São Paulo



6.5 Medidas e ações conjuntas com outros órgãos

No dia 4/7/2016 a CETESB divulgou nota técnica denominada – **CETESB alerta autoridades do litoral Norte sobre a presença de algas tóxicas**, com o intuito de alertar a população e autoridades da Saúde e Agricultura.

No dia 6/7/2016 a CETESB divulgou a notícia denominada - **CETESB constata presença de microalgas tóxicas nas praias de Santos, São Sebastião e Peruíbe**, informando sobre os locais onde houve a presença da *Dinophysis acuminata* e informações gerais sobre a alga e a toxina.

Simultaneamente foram contatadas outras instituições envolvidas com essa questão como, a Secretaria de Estado da Saúde por meio do seu Centro de Vigilância Sanitária (CVS), a Secretaria de Agricultura e Abastecimento por meio do Instituto de pesca e a Coordenadoria de Defesa Agropecuária do Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento.

Durante todo o período (junho a dezembro) foram realizadas reuniões com representantes dessas instituições para avaliação do monitoramento da floração e tomada de decisões sobre ações necessárias, tanto a proibição do consumo e comercialização por interdição cautelar, como as desinterdições publicadas no Diário Oficial do Estado (DOE):

- A) Nº. 126 – DOE de 13/07/2016 – Seção 1 – página 32
 Comunicado CVS 025/2016 – GT Alimentos/DITEP, de 12-07-2016
Assunto: Interdição cautelar do comércio e consumo de moluscos bivalves, no estado de São Paulo.

- B) Nº. 176 – DOE de 17/09/2016 – Seção 1 – página 31
Comunicado CVS-SAMA 029/2016, de 15-09-2016
Assunto: Desinterdição cautelar parcial do comércio e consumo de moluscos bivalves, no estado de São Paulo.
- C) Nº. 231 – DOE de 10/12/2016 – Seção 1 – página 37
Comunicado CVS-SAMA/DITEP 038/2016, de 08-12-2016
Assunto: Desinterdição do comércio e consumo de moluscos bivalves no Estado de São Paulo

Durante esse período, a CETESB manteve o monitoramento das microalgas em diversos locais do litoral de São Paulo, como também as prefeituras municipais foram mantidas atualizadas sobre a situação da floração.

Além disso, por precaução, as praias onde foi constatada a presença da microalga nociva, foram consideradas impróprias para o banho. Essa decisão foi tomada, considerando que as águas poderiam ser menos atrativas às atividades recreativas podendo causar algum incômodo aos banhistas. Isso porque a toxina em questão, do tipo veneno diarreico, não tem efeito deletério com hecído na saúde apenas pelo banho de mar.

6.6 Conclusões e recomendações

A floração constatada na costa de Santa Catarina e Paraná em maio de 2016 que resultou na proibição do consumo de bivalves nesses estados, foi constatada após um mês no Estado de São Paulo. Essa floração foi também decorrente da presença da microalga (dinoflagelado) *Dinophysis acuminata*, porém em concentrações celulares mais baixas (10^3 a 4×10^4 céls.L⁻¹). Esses eventos estão geralmente atrelados a condições meteorológicas e oceanográficas específicas.

A CETESB alertou suas agências e prefeituras do litoral para essa ocorrência. Foi observada apenas uma mancha em Santos juntamente com o aparecimento de bioluminescência, cuja causa foi a presença do dinoflagelado *Noctiluca scintillans*.

Foram também relatados casos de intoxicação em Caraguatatuba e Peruíbe. Esses fatos desencadearam coletas de amostra de água nesses locais, onde se constatou a presença do dinoflagelado *Dinophysis acuminata* que foi a causa das intoxicações causadas nos consumidores de moluscos bivalves.

A ocorrência desse organismo foi detectada durante o período de dois meses, porém, depois de três semanas as densidades observadas já estavam baixas.

A CETESB, cumprindo sua atribuição, acompanhou a evolução do fenômeno realizando amostragens semanais em pontos estratégicos para dar suporte às tomadas de decisão feitas pela Secretaria da Saúde e da Agricultura e Abastecimento.

A ocorrência dessa floração, suas diversas implicações envolvendo aspectos de saúde e meio ambiente demonstraram a necessidade de se desenvolver um plano de contingência junto com os outros órgãos para o melhor enfrentamento e agilização das medidas a serem tomadas em potenciais ocorrências futuras. Para tanto, está sendo criado um grupo de trabalho no âmbito do governo do Estado.

7 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.

De um modo geral, os resultados obtidos nessa avaliação de 2016, mostram que houve uma pequena melhora na qualidade das águas costeiras, tendo sido registradas melhorias do índice médio de 35% das áreas estudadas. Grande parte delas (45%) permaneceu com a mesma classificação média de 2015. Foi observado aumento das áreas classificadas como Ótima e diminuição das áreas com classificação Boa e Regular. Houve aumento das áreas classificadas como Ruim, e nenhuma classificada como Péssima. Ressalta-se que esta melhora pode estar associada ao fato do carbono orgânico total não ter sido considerado no índice em 2016.

Os resultados de 2016 confirmam 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 30% das áreas receberam classificação média Ótima, quase todas localizadas no Litoral Norte. As áreas classificadas como Boa também foram 30%. A porcentagem de áreas classificadas como Regular foi de 15% e de Ruim de 25%, todas localizadas na Baixada Santista, salvo o Mar Pequeno. Não houve área com qualidade média Péssima.

As maiores alterações na qualidade das águas foram observadas na Baixada Santista na região do estuário de Santos e São Vicente, com quatro áreas classificadas como Ruim. Nesses ambientes, em sua maioria salobros, os principais parâmetros responsáveis pela piora da qualidade foram: as altas concentrações de fósforo e de clorofila *a*. Além disso, foram registradas 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*, todas as outras variáveis apresentaram índices de não conformidade abaixo de 10%.

Em relação aos sedimentos, neste ano a classificação química mostrou melhora de uma forma geral. A grande maioria das áreas (77%) apresentou qualidade Ótima. Nota-se que os ambientes que tiveram seus sedimentos classificados como Regular foram: o canal de Bertioga e o de Piaçaguera. O saco da Ribeira apresentou uma classificação Ruim. Não houve áreas classificadas como Péssimas.

Com relação às outras variáveis como carbono orgânico total, nitrogênio Kjeldahl total e fósforo os canais da Baixada Santista foram os que apresentaram teores mais elevados, novamente com destaque para o canal de Piaçaguera. Notam-se alguns locais com tendência de acúmulo de nutrientes como 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, explicam tal comportamento.

No que se refere aos ensaios ecotoxicológicos agudos com amostras de sedimentos foi registrada uma melhora no Litoral Norte com aumento dos pontos sem toxicidade nos últimos dois anos, passando de 71% para 96%. A Baixada Santista não mostrou muita variação e tem apresentado ausência de toxicidade em aproximadamente 90% dos pontos avaliados nos últimos 5 anos. Já no Litoral Sul que havia registrado apenas 25% de pontos sem toxicidade em 2012, com melhora entre 2013 e 2015, em 2016 apenas 7% das amostras não apresentaram toxicidade. O melhor ano para o Litoral Sul foi 2013, para o Litoral Norte foi 2014 e para a Baixada Santista 2015.

Referências

ABNT. **NBR 15638**: ecotoxicologia aquática - toxicidade aguda – método de ensaio com anfípodos marinhos e estuarinos em sedimentos. 2.ed. Rio de Janeiro, 2015. 19 p.

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, 2006. Disponível em: <<http://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/85/85131/tde-22052007-143631/pt-br.php>>. Acesso em: mar. 2017.

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, 1988a. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/constituicao/constituicao.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] República Federativa do Brasil**, Poder Executivo, Brasília DF, 18 maio 1988b. Seção 1, p. 8633. 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] República Federativa do Brasil**, Ato do Poder Legislativo, Brasília, DF, v. 131, n. 2, 5 jan. 1993, Seção 1, p. 57-58. Disponível em <<http://pesquisa.in.gov.br/imprensa/jsp/visualiza/index.jsp?data=05/01/1993&jornal=1&pagina=1&totalArquivos=48>>. Acesso em: mar. 2017.

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**: República Federativa do Brasil, Atos do Poder Executivo, Brasília, DF, v. 141, n. 235, 8 dez. 2004. Seção, p. 2-5. Disponível em: <<http://pesquisa.in.gov.br/imprensa/jsp/visualiza/index.jsp?data=08/12/2004&jornal=1&pagina=2&totalArquivos=152>>. Acesso em: mar. 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: República Federativa do Brasil, Atos do Poder Executivo, Brasília, DF, 5 fev. 2015, Seção 1, p. 4. Disponível em <<http://pesquisa.in.gov.br/imprensa/jsp/visualiza/index.jsp?data=05/02/2015&jornal=1&pagina=4&totalArquivos=92>>. Acesso em: mar. 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, n. 18, 25 jan. 2001. Seção 1, p. 70-71. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=272>>. Acesso em: mar. 2017.

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. Com alterações posteriores. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=459>>. Acesso em: mar. 2017.

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. Com alterações posteriores. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=608>>. Acesso em: mar. 2017.

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

BRASIL. Marinha do Brasil. Diretoria de Hidrografia e Navegação. **LEPLAC:** Amazônia azul. [Brasília, DF], abril/2017. Disponível em: <https://www.mar.mil.br/dhn/dhn/quadros/ass_leplac_amazul.html>. Acesso em: abr. 2017.

BRICKER, S.B.; FERREIRA, J.G.; SIMAS T. An Integrated methodology for assessment of estuarine trophic status. **Ecological Modelling**, v. 169, n. 1, p. 39-60, nov. 2003.

CARDOSO, Luciana de Souza. Bloom of *Noctiluca scintillans* (Macartney) Kofoid & Swezy (Dinophyceae) in Southern Brazil. **Brazilian Journal of Oceanography**, São Paulo, v. 60, n. 2, p.265-268, apr./june 2012. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1679-87592012000200017&lng=en&nrm=iso>. Acesso em: mar. 2017.

CARR, R.S.; NIPPER, M. (Ed.). **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, held on 18-22 march 2000 in Pensacola, Florida, USA. Pensacola: SETAC, 2001. 29 p. Disponível em: <https://c.ymcdn.com/sites/www.setac.org/resource/resmgr/publications_and_resources/pwsummary.pdf>. Acesso em: mar. 2017.

CCME. Canadian water quality guidelines for the protection of aquatic life. In: _____. **Canadian environmental quality guidelines**. Winnipeg, 2001. (CCME Water Quality Index 1.0, Technical Report). Disponível em: <<http://ceqg-rcqe.ccme.ca/download/en/137>>. Acesso em: abr. 2017.

_____. **Canadian sediment quality guidelines for the protection of aquatic life: summary tables**. Winnipeg, 2001. Disponível em: <https://www.elaw.org/system/files/sediment_summary_table.pdf>. Acesso em: abr. 2017.

CIIAGRO. **Instituto Agrônomo. CIIAGRO On Line**. São Paulo. Disponível em: <<http://www.ciiagro.sp.gov.br/dados/entrada.htm>>. Acesso em: abr. 2017

FUKUYO, Y. et al. Ecology and oceanography of harmful marine microalgae (Project-2). In: NISHIDA, S.; FORTES, Miguel D.; MIYAZAKI, Nobuyuki (Ed.). **Coastal marine science in southeast Asia: synthesis report of the Core University ...** Tokyo: TERRAPUB, 2011. Chap. 3, p. 23-48. Disponível em: <https://www.terrapub.co.jp/e-library/nishida/pdf/nishida_023.pdf>. Acesso em: abr. 2017.

GOOGLE INCORPORATED. **Google earth: imagens diversas do litoral de São Paulo - Brasil**. Mountain View, CA. 1 software para instalação e visualização de imagens de satélite e fotografias aéreas. Disponível em: <<https://www.google.com/intl/pt-PT/earth/>>. Acesso em: abr. 2017.

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.

IBGE. **Censo demográfico 2010**: São Paulo. Rio de Janeiro, 2010. 1 tabela, PDF. Disponível em: <http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/populacao/censo2010/tabelas_pdf/total_populacao_sao_paulo.pdf>. Acesso em: abr. 2017.

IBGE. **Estimativa de população para 1º de julho de 2016**. Rio de Janeiro, [2016]. Disponível em: <http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/populacao/estimativa2016/estimativa_tcu.shtm>. Acesso em: abr. 2017.

KUHLMANN, M.L. et al. **Aplicação da tríade na avaliação da qualidade de sedimentos em redes de monitoramento**. São Paulo: CETESB, 2007. 107 p. Disponível em: <<http://aguasinteriores.cetesb.sp.gov.br/publicacoes-e-relatorios/>>. Acesso em: abr. 2017.

SÃO PAULO (Estado). **Lei n. 10019, de 3 de julho de 1998**. Dispõe sobre o Plano Estadual de Gerenciamento Costeiro. Com alterações posteriores. Disponível em: <<http://www.al.sp.gov.br/norma/?id=6838>>. Acesso em: abr. 2017.

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. **Diário Oficial [do] Estado de São Paulo**, Poder Executivo, São Paulo, v. 114, n. 230, 8 dez. 2004. Seção 1, p. 1-3. Disponível em: <<http://dobuscadireta.imprensaoficial.com.br/default.aspx?DataPublicacao=20041208&Caderno=DOE-I&NumeroPagina=1>>. Acesso em: abr. 2017.

SÃO PAULO (Estado). **Decreto n. 53525, de 8 de outubro de 2008a.** Cria a Área de Proteção Ambiental Marinha do Litoral Norte e a Área de Relevante Interesse Ecológico de São Sebastião, e dá providências correlatas. Com republicação posterior. Disponível em <<http://www.al.sp.gov.br/norma/?id=141552>>. Acesso em: abr. 2017.

SÃO PAULO (Estado). **Decreto n. 53526, de 8 de outubro de 2008b.** Cria a Área de Proteção Ambiental Marinha do Litoral Centro, e dá providências correlatas. Com alterações posteriores. Disponível em: <<http://www.al.sp.gov.br/norma/?id=141553>>. Acesso em: abr. 2017.

SÃO PAULO (Estado). **Decreto n. 53527, de 8 de outubro de 2008c.** Cria a Área de Proteção Ambiental Marinha do Litoral Sul e a Área de Relevante Interesse Ecológico do Guará, e dá providências correlatas. Com alterações posteriores. Disponível em: <<http://www.al.sp.gov.br/norma/?id=141554>>. Acesso em: abr. 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. **Diário Oficial [do] Estado de São Paulo**, Poder Executivo, São Paulo, v. 123, n. 56, 26 mar. 2013. Seção 1, p. 1-4. Disponível em: <<http://dobuscadireta.imprensaoficial.com.br/default.aspx?DataPublicacao=20130326&Caderno=DOE-I&NumeroPagina=1>>. Acesso em: abr. 2017.

São Paulo (Estado). Decreto n. 56.500, de 9 de dezembro de 2010. Cria o Parque Estadual Restinga de Bertioiga e dá providências correlatas. **Diário Oficial [do] Estado de São Paulo**, Poder Executivo, São Paulo I 10/12/2010, p. 1. Disponível em <http://www.al.sp.gov.br/norma/?id=160588>. Acesso em: abril de 2017.

SÃO PAULO (Estado). Decreto n. 62243, de 1 de novembro de 2016. Dispõe sobre as regras e procedimentos para o licenciamento ambiental da aquicultura, no Estado de São Paulo, e dá providências correlatas. **Diário Oficial [do] Estado de São Paulo**, Poder Executivo, São Paulo, v. 126, n. 206, 2 nov. 2016. Seção 1, p. 1-4. Disponível em: <<http://dobuscadireta.imprensaoficial.com.br/default.aspx?DataPublicacao=20161102&Caderno=DOE-I&NumeroPagina=1>>. Acesso em: abr. 2017.

SÃO PAULO (Estado). Secretaria do Meio Ambiente. Coordenadoria de Planejamento Ambiental. **Zona costeira paulista:** relatório de qualidade ambiental 2012. Organizador Fabiano Eduardo Lagazzi Figueiredo. São Paulo, 2012. 152 p. Disponível em: <http://arquivos.ambiente.sp.gov.br/cpla/2012/12/Relat%C3%B3rio-de-Qualidade-Ambiental-da-Zona-Costeira-do-Estado-de-S%C3%A3o-Paulo-2012.pdf>>. Acesso em: abr. 2017.

SÃO PAULO (Estado). Secretaria do Meio Ambiente. Fundação Florestal. **Unidades de conservação:** APAS – área de proteção ambiental – conceito. São Paulo, [2015?]. Disponível em: <<http://fflorestal.sp.gov.br/unidades-de-conservacao/apas/apas-area-de-protecao-ambiental-conceito/>>. Acesso em: abr. 2017.

SÃO PAULO. (Estado). Secretaria de Saneamento e Recursos Hídricos. **SIGRH:** sistema integrado de gerenciamento dos recursos hídricos do estado de São Paulo. São Paulo. Disponível em: <<http://www.sigrh.sp.gov.br/>>. Acesso em: abr. 2017.

SMITH, V. H.; TILMAN, G. D.; NEKOLA, J. C. Eutrophication: impacts of excess nutrient inputs on freshwater, marine and terrestrial ecosystems. **Environmental Pollution**, Atlanta, GA, v. 100, n. 1-3, p. 179-196, 1999.

SOUZA, J.M. Mar territorial, zona econômica exclusiva ou plataforma continental? **Revista Brasileira de Geofísica**, São Paulo, v. 17, n. 1, p. 80-82, mar. 1999. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0102-261X1999000100007>. Acesso em: abr. 2017.

TARIFA, J. R.; AZEVEDO, T. R. (Org.). **Os climas da cidade de São Paulo: teoria e prática**. São Paulo: FFLCH/USP, 2001. 199 p. (GEOUSP: Novos caminhos; 4).

UNITED NATIONS. **United Nations Convention on the Law of the Sea of 10 December 1982**. [Geneva], 2013. Disponível em: <http://www.un.org/depts/los/convention_agreements/convention_overview_convention.htm>. Acesso em: abr. 2017.

UTERMÖHL, H. **Perccionamento del metodo cuantitativo del fitoplancton**. [S.l.]: Asociación Internacional de Limnología Teórica y Aplicada, 1958. 39 p. (Asociación Internacional de Limnología Teórica y Aplicada - Comité de Metodos Limnológicos, Comunicación, 9)

WEST INCORPORATED; GULLEY, D. **TOXSTAT®**. Version 3.5. Wyoming, USA: University of Wyoming, 1996. 1 computer program + 1 manual (38 p.)



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.

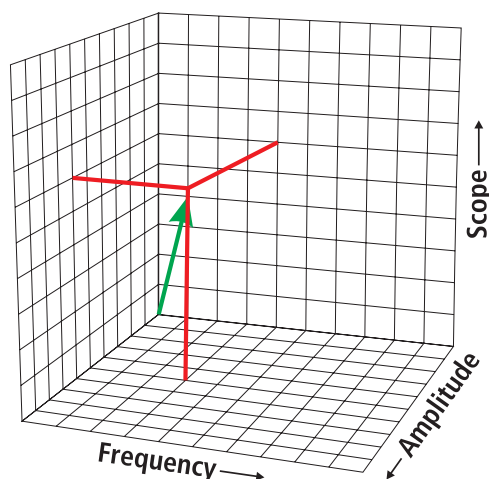
Com esse objetivo foi empregada a metodologia do Índice de Qualidade elaborado pelo CCME - *Canadian Council of Ministers of the Environment* (2001), pois se trata de uma ferramenta devidamente testada e validada com base estatística e aplicável também para águas salinas e salobras.

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. Frequência
3. Amplitude

Figura X – 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 percentual 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.

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

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

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

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).

$$\text{Índice Costeiro} = 100 - \frac{\sqrt{F_1^2 + F_2^2 + F_3^3}}{1,732} \quad (6)$$

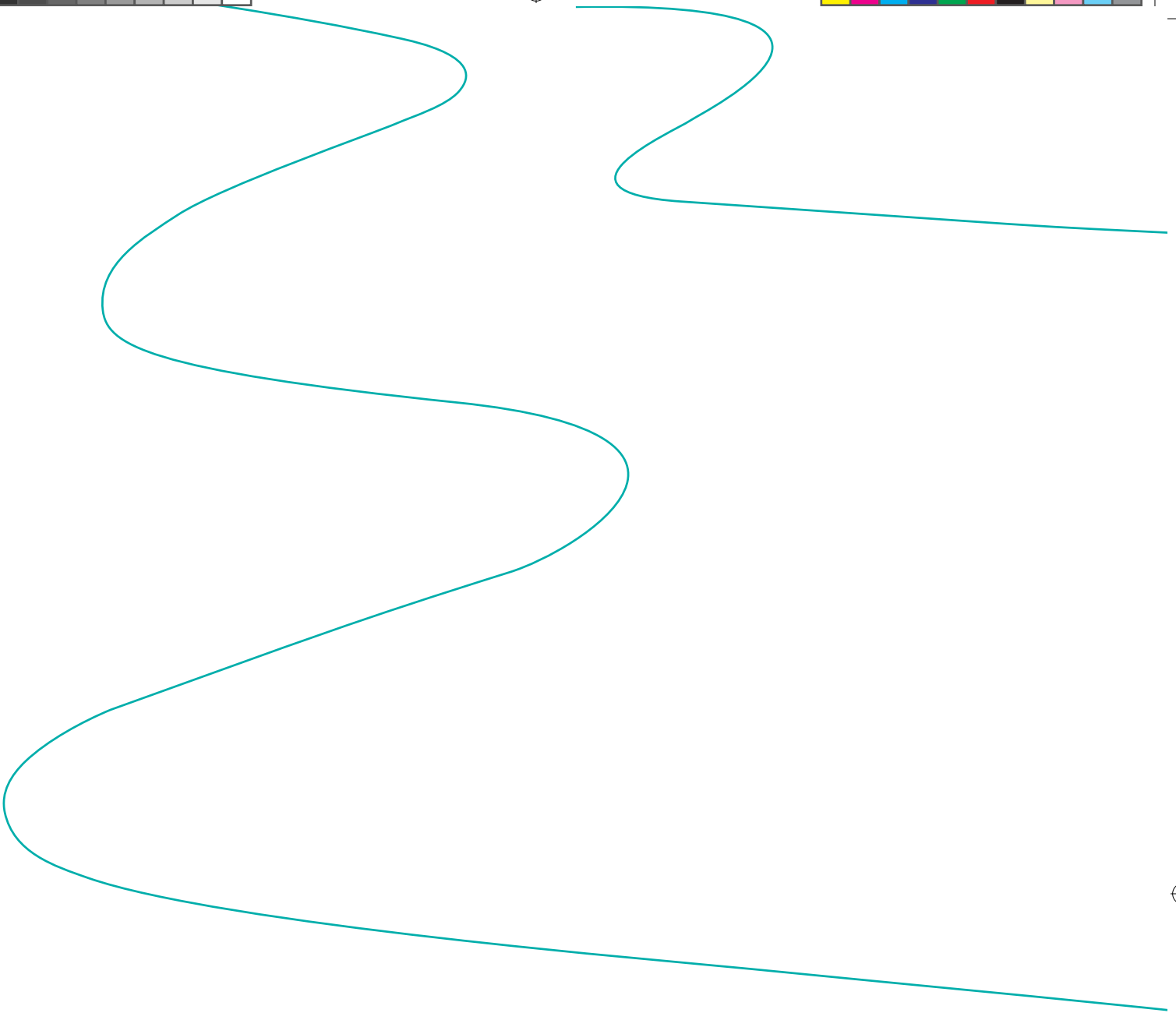
O valor 1,732 advém do fato de que o valor máximo para cada fator do índice pode atingir é 100. A visualização gráfica dos três fatores mostra que o vetor resultante pode ser dado pela equação (7).

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

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



GOVERNO DO ESTADO
SÃO PAULO
Secretaria do Meio Ambiente