



SÉRIE RELATÓRIOS

**QUALIDADE DAS ÁGUAS
SUPERFICIAIS
NO ESTADO DE SÃO PAULO
PARTE 2 - ÁGUAS SALINAS
E SALOBRAS**

2 0 1 4

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

SÉRIE RELATÓRIOS

**QUALIDADE DAS ÁGUAS
SUPERFICIAIS
NO ESTADO DE SÃO PAULO
PARTE 2 – ÁGUAS SALINAS
E SALOBRAS**

2 0 1 4

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

São Paulo
2015

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

C418q CETESB (São Paulo)

Qualidade das águas superficiais no estado de São Paulo 2014
[recurso eletrônico] / CETESB. - - São Paulo : CETESB, 2015.

2 arquivos de texto (540 p. em 2 partes) : il. color., PDF ; 65 MB. - - (Série
Relatórios / CETESB, ISSN 0103-4103)

Conteúdo: Parte 1: águas doces. - - Parte 2: águas salinas e salobras.

Fusão dos títulos publicados anteriormente: Relatório de qualidade das águas
interiores no estado de São Paulo e Relatório de qualidade das águas litorâneas
no estado de São Paulo.

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

Publicado também em CD e impresso.

Disponível em:

<<http://www.cetesb.sp.gov.br/agua/aguas-superficiais/35-publicacoes/-relatorios>>.

1. Água – poluição 2. Águas superficiais – qualidade – controle
3. São Paulo (Est.) I. Título. II. Série.

CDD (21.ed. Esp.) 363.739 463 169 081 61

CDU (2.ed. Port.) 502.175 (282:815.6)

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

Secretária Patrícia Faga Iglecias Lemos

CETESB – Companhia Ambiental do Estado do São Paulo

Diretor Presidente Otavio Okano

Diretor Vice-Presidente Nelson Roberto Bugalho

Diretor de Gestão Corporativa Edson Tomaz de Lima Filho

Diretor de Engenharia e
Qualidade Ambiental Carlos Roberto dos Santos

Diretor de Controle e
Licenciamento Ambiental Aruntho Savastano Neto

Diretora de Avaliação de
Impacto Ambiental Ana Cristina Pasini da Costa

São Paulo

2015

FICHA TÉCNICA

Diretoria de Engenharia e Qualidade Ambiental

Engº Carlos Roberto dos Santos
Diretor

Coordenação geral

Engº. Carlos Eduardo Komatsu
Gerente do Departamento de Qualidade Ambiental

Coordenação técnica

Engº. Nelson Menegon Jr.
Gerente da Divisão de Qualidade das Águas e do Solo
Biól. Marta Condé Lamparelli
Gerente da Divisão de Análises Hidrobiológicas
Biól. Cláudia Conde Lamparelli
Gerente do Setor de Águas Litorâneas
Biól. Fábio Netto Moreno
Gerente do Setor de Águas Interiores

Coordenação cartográfica

Geóg. Carmen Lucia V. Midaglia

Gerenciamento de dados

Téc. Quím. Beatriz Durazzo Ruiz

Equipe Técnica

Setor de Águas Interiores

Biól. Claudio Roberto Palombo
Eng. Quím. Uladyr Omindo Nayme
Téc. Adm. Márcia Cecília de Castro Niglio
Téc. Adm. João Bosco Ferraz
Téc. Adm. Sandra Regina Moraes Melhado

Setor de Águas Litorâneas

Biól. Karla Cristiane Pinto
Geóg. Aparecida Cristina Camolez
Eng. Quím. Felipe Bazzo Tomé

Departamento de Análises Ambientais

Farm. Bioq. Maria Inês Zanoli Sato

Setor de Comunidades Aquáticas

Biól. Adriana C. C. Ribeiro de Deus
Biól. Ana Maria Brockelmann
Biól. Denise Amazonas Pires
Biól. Helena Mitiko Watanabe
Biól. Hélio Rubens Victorino Imbimbo
Biól. Luciana Haipek Mosolino Lerche
Biól. Maria do Carmo Carvalho
Biól. Mônica Luisa Kuhlmann

Setor de Ecotoxicologia Aquática

Farm. Bioq. Rosalina Pereira de Almeida Araújo
Biól. Lucy Lina Ogura
Biól. Márcia Aparecida Aragão
Biól. Valéria Aparecida Prósperi
Biól. William Viveiros

Setor de Análises Toxicológicas

Quím. Gilson Alves Quináglia
Farm. Bioq. Daniela Dayrell França
Téc. Amb. Wálace A. A. Soares.

Setor de Toxicologia e Genotoxicidade

Biól. Deborah Arnsdorff Roubicek
Biom. Celia Maria Rech
Biól. Flavia Mazzini Bertoni

Divisão de Microbiologia e Parasitologia

Farm. Bioq. Elayse Maria Hachich

Setor de Química Inorgânica

Quím. Sharlley Alves Silva
Quím. Robson Leocádio Franklin

Setor de Hidrologia e Interpretação de Dados

Eng. Luís Altivo Carvalho Alvim
Quím. Vinícius Marques da Silva
Biól. Renato Pizzi Rossetti
Téc. Amb. Valter da Silva Ferreira
Téc. Amb. Tânia Cristina Holmo Martin Lomazi
Téc. Amb. Felipe Borsos Baão

Divisão de Saneamento

Paulo Takanori Katayama

Estagiários

Allan Santos de Oliveira
Letícia Aparecida A de Paula
Elise L. Adoul
Mayara Corazza Rodrigues
Julia Manfredini de Araújo
Giuliana Improta Romano
Ligia Ferraz Avanzi
Karolina Morales Barrio Nuevo
Flavia Kenner de Souza Gonçalves
Cláudia Alves da Costa
Maria Isabel Marcelo Silva

Coletas de Amostras e/ou Análises

Divisão de Amostragem
Setor de Química Inorgânica
Setor de Química Orgânica
Divisão de Microbiologia e Parasitologia
Setor de Comunidades Aquáticas
Setor de Ecotoxicologia Aquática
Setor de Metrologia e Calibração
Setor de Análises Toxicológicas

Setor de Toxicologia e Genotoxicidade
Divisão de Laboratório Campinas
Divisão de Laboratório Sorocaba
Divisão de Laboratório Cubatão
Divisão de Laboratório Taubaté
Divisão de Laboratório Ribeirão Preto
Divisão de Laboratório Marília
Divisão de Laboratório Limeira

Apoio

Agências Ambientais da Diretoria de Controle e Licenciamento Ambiental
Setor de Biblioteca

Colaboradores

Biól. Iris Regina F. Poffo
Biól. Carlos Ferreira Lopes
Biól. Gisela de Assis Martini

Contribuições

CIIAGRO – Centro Integrado de Informações Agrometeorológicas
DAEE – Diretoria de Bacia hidrográfica do alto Tietê e Baixada Santista
DAEE (CTH) – Engo. Grê de Araújo Lobo, Engª Maria Laura Centini Góí e Engª Cecília Cristina Jorge de Carvalho (CTH)
EMAE – Empresa Metropolitana de Água e Energia
FCTH – Fundação Centro Tecnológico de Hidráulica
Furnas – Centrais Elétricas S.A.
LIGHT Serviços de Eletricidade S/A.
Sabesp – Companhia de Saneamento Básico do Estado de São Paulo

Projeto Gráfico

Vera Severo

Editores/Diagramação

Yelow Design

Impressão

CETESB – Companhia Ambiental do Estado de São Paulo

Distribuição

CETESB – Companhia Ambiental do Estado de São Paulo
Av. Prof. Frederico Hermann Jr., 345 – Alto de Pinheiros
Tel. 3133-3000 – Cep. 05459-900 – São Paulo – SP
Disponível em: www.cetesb.sp.gov.br

Apresentação

O ano de 2014 foi atípico para a Qualidade Ambiental. No período de estiagem os corpos hídricos tem menos água para diluição de poluentes lançados e a atmosfera também fica prejudicada pela maior frequência de condições desfavoráveis à dispersão dos poluentes. A estiagem observada no final de 2013 e ao longo de todo o ano de 2014 trouxe consequências para o meio ambiente como um todo.

Em função dessa condição, a CETESB acompanhou de perto a evolução dos dados ambientais ao longo do ano. A rede de monitoramento cresceu e as campanhas de monitoramento intensificadas para que todas as ações fossem tomadas o mais rápido possível.

A rede de monitoramento da qualidade do ar foi ampliada. Duas novas estações de monitoramento automático foram instaladas: uma em São Bernardo do Campo e outra em Santa Gertrudes. A rede de monitoramento conta atualmente com 53 estações automáticas e 29 pontos de monitoramento manual no Estado de São Paulo.

A balneabilidade das praias do litoral foi monitorada semanalmente em duas novas praias: Florida Mirim, no município de Mongaguá e Suarão AFPESP, no município de Itanhaém. Foram emitidos 103 boletins, em 2014, informando a população sobre as condições de balneabilidade das 149 praias do litoral paulista distribuídos pelos 15 municípios que constituem a costa do litoral paulista.

A rede básica de monitoramento de água superficial passou de 384 pontos, em 2013, para 408 pontos, em 2014. A ampliação significativa nessa rede foi reflexo da necessidade de maior acompanhamento das condições de qualidade das águas nesse período de estiagem.

Com todas essas medidas, o Estado de São Paulo cumpre o seu papel de responder e, por vezes, se antecipar aos problemas ambientais com agilidade e transparência. Os relatórios de qualidade ambiental trazem os diagnósticos detalhados de cada área monitorada, o que representa uma pequena amostra de todo esse trabalho. Não há dúvida que mesmo com a criticidade climática, as situações foram e estão sendo acompanhadas devido a competência e a dedicação das equipes da CETESB.

Boa leitura a todos.

Otávio Okano
Diretor Presidente

Listas

LISTA DE TABELAS

Parte I - Águas Doces

Tabela 1 – Porcentagem da população atendida pela coleta e pelo tratamento de esgotos e ICTEM nas áreas urbanas das 22 UGRHIs	29
Tabela 2 – Dados do saneamento básico dos municípios paulistas – 2014	34
Tabela 1.1 – Redes de monitoramento de água doce – 2014.....	48
Tabela 1.2 – Variáveis de qualidade da Rede Básica (água doce).....	49
Tabela 1.3 – Variáveis de qualidade da Rede de Sedimento.....	50
Tabela 1.4 – Categorias e faixas de classificação dos Índices de Qualidade de Água.....	53
Tabela 1.5 – Critérios para o diagnóstico da qualidade dos sedimentos.....	54
Tabela 1.6 – Índices de Qualidade, sua finalidade, composição, redes de monitoramento e pontos da rede.....	55
Tabela 2.1 – Alterações de Pontos de Amostragem na Rede Básica em 2014.....	59
Tabela 2.2 – Registros Fotográficos dos novos pontos da ANA/CETESB.....	63
Tabela 2.3 – Pontos de amostragem da rede de sedimento em 2014.....	67
Tabela 2.4 – Pontos de amostragem novos da rede de balneabilidade de rios e reservatórios em 2014.....	68
Tabela 2.5 – Tempo de operação com geração/transmissão de dados 2014.....	70
Tabela 2.6 – Pontos pertencente ao Monitoramento Específico do Sistema Cantareira em 2014.....	71
Tabela 2.7 – Descrição dos pontos de amostragem das redes de monitoramento – 2014.....	72
Tabela 2.8 – Pontos da Rede de Monitoramento da CETESB coincidentes com postos fluviométricos operados pelo FCTH/SAISP, DAEE, SABESP e CESP	85
Tabela 2.9 – Resumo de pontos monitorados por UGRHI, tipo de projeto e densidade da rede em 2014.....	105
Tabela 2.10 – Número de pontos de amostragem no Rio Tietê.....	108
Tabela 2.11 – Número de pontos de amostragem no Rio Paraíba do Sul.....	108
Tabela 2.12 – Número de pontos de amostragem no Rio Atibaia e suas represas.....	109
Tabela 2.13 – Número de pontos de amostragem nos principais Rio Jaguari e Rio Jacaré pertencentes ao Sistema Cantareira.....	109
Tabela 2.14 – Número de pontos de amostragem nos principais Rio Jundiá e sua formadores.....	109
Tabela 2.15 – Número de pontos de amostragem nos principais Rio Piracicaba e seu Braço.....	110
Tabela 2.16 – Número de pontos de amostragem nos principais Rio Capivari e Rio Corumbataí.....	110
Tabela 2.17 – Número de pontos de amostragem no Rio Mogi Guaçu e seu reservatório.....	110
Tabela 2.18 – Número de pontos de amostragem no Res. Guarapiranga, Billings e Rio Grande.....	111
Tabela 2.19 – Número de pontos de amostragem no Rio Sorocaba, afluentes e Reservatório de Itupararanga.....	111
Tabela 2.20 – Distribuição dos pontos por município em 2014. (continua).....	112
Tabela 2.21 – Relação de municípios com pontos utilizados para abastecimento e respectiva População em 2014. (Fonte IBGE 2014).....	114
Tabela 2.22 – Composição da Matriz de análise dos fatores da Análise Multi-critério.....	117
Tabela 2.23 – Dados originais para geração do Índice de Abrangência Espacial do Monitoramento 2004 e 2014.....	118
Tabela 2.24 – Classes do Índice de Abrangência Espacial do Monitoramento (IAEM).....	119
Tabela 3.1 – Médias de 2014 e para o período 2009 a 2013, das principais variáveis de qualidade, em mg/L, salvo indicação específica.....	128
Tabela 3.2 – Porcentagem de resultados não conformes (NC) com os padrões de qualidade, para 2014 e para o período 2009 a 2013.....	137
Tabela 3.3 – Resultados mensais e média anual do IQA – 2014.....	144
Tabela 3.4 – Resultados mensais e média anual do IAP – 2014.....	152
Tabela 3.5 – Resultados mensais e média anual do IET – 2014.....	154
Tabela 3.6 – Resultados mensais e média anual do IVA – 2014.....	160
Tabela 3.7 – Resultados mensais e média anual do ICF – 2014.....	166
Tabela 3.8 – Resultados mensais e média anual do ICZ – 2014.....	168
Tabela 3.9 – Resultados do ICB – 2014.....	168
Tabela 3.10 – Resultados do IB – 2014.....	169

Tabela 3.11 – CRITÉRIO DE QUALIDADE do Sedimento.....	171
Tabela 3.12 – Porcentagem de atendimento das médias horárias do pH, Oxigênio Dissolvido e Turbidez aos padrões de qualidade da CONAMA 357/05 para as estações de monitoramento automático – 2014.....	173
Tabela 3.13 – Número de Registros de Reclamações de Mortandade de Peixes por UGRHI e por Mês durante o ano de 2014 no Estado de São Paulo.....	175
Tabela 4.1 – Distribuição porcentual das categorias do IQA por UGRHI em 2014.....	179
Tabela 4.2 – Pontos de Amostragem com tendência de melhora ou piora do IQA, para o período de 2009 a 2014.....	186
Tabela 4.3 – Vazões captadas e médias anuais do IAP em 2014.....	188
Tabela 4.4 – Microcistinas.....	192
Tabela 4.5 – Concentrações médias de <i>E. coli</i> , <i>Giardia</i> e <i>Cryptosporidium</i> em mananciais de captação do Estado de São Paulo - 2014.....	199
Tabela 4.6 – Remoção Necessária de Oocistos de <i>Cryptosporidium</i> de acordo com a Concentração na Água Bruta e a Técnica de Filtração.....	200
Tabela 4.7 – Distribuição porcentual das categorias do IVA por UGRHI em 2014.....	202
Tabela 4.8 – Distribuição Percentual do Índice de Estado Trófico por UGRHI no Estado de São Paulo em 2014.....	209
Tabela 4.9 – Tendências do IET em pontos com piora e melhora significativas, entre 2009 e 2014.....	217
Tabela 4.10 – Distribuição percentual de efeito tóxico observado em 2014 e comparação com 2013.....	220
Tabela 4.11 – Relação de pontos avaliados para mutagenicidade em 2014.....	227
Tabela 4.12 – Índice de balneabilidade.....	256
Tabela 4.13 – Relação Carbono/Nitrogênio do sedimento nos locais coletados em 2014.....	317
Tabela 4.14 – Número e porcentagem de pontos em que cada contaminante excedeu os limites TEL e PEL.....	319
Tabela 4.15 – Histórico da Avaliação de Sedimento.....	320
Tabela 4.16 – Média geométrica, densidades máximas e mínimas de <i>C. perfringens</i> e <i>E. coli</i> nos pontos de sedimento de reservatórios e rios monitorados em 2014.....	326
Tabela 4.17 – Categorização do sedimento para os diferentes organismos utilizados nos ensaios ecotoxicológicos.....	329
Tabela 4.18 – Resultado de Toxicidade Aguda com <i>Vibrio fischeri</i> das amostras de sedimento dos reservatórios do Sistema Cantareira.....	333
Tabela 4.19 – Número de registros de reclamações de mortandade de peixes por UGRHI, no Estado de São Paulo em 2014.....	339
Tabela 4.20 – Exemplos de atendimentos de ocorrências de mortandade de peixes e/ou florações de algas/cianobactérias, realizados em 2014 pela CETESB.....	345

Parte II - Águas Salinas e Salobras

Tabela 1.1 – Características das cinco zonas oceânicas definidas pela CNUDM.....	401
Tabela 1.2 – Variáveis determinadas na água.....	409
Tabela 1.3 – Variáveis determinadas no sedimento.....	411
Tabela 1.4 – parâmetros que compõem o IQAC.....	413
Tabela 1.5 – Valores e classificação para cada faixa do IQAC.....	413
Tabela 1.6 – Classes de níveis tróficos baseada nas concentrações de clorofila <i>a</i> , nitrogênio e fósforo, para ambientes marinhos, proposta por Hakanson (1994 apud Smith <i>et al.</i> 1999).....	414
Tabela 1.7 – Classes de níveis tróficos baseada nas concentrações de clorofila <i>a</i> , nitrogênio e fósforo, para ambientes estuarinos, proposta por Bricker <i>et al.</i> (2003).....	415
Tabela 1.8 – Faixas de concentração de contaminantes químicos para classificação de sedimentos.....	417
Tabela 1.9 – Classificação das amostras de acordo com os resultados ecotoxicológicos.....	417
Tabela 2.1 – Pontos de monitoramento das águas salinas e salobras por município.....	419
Tabela 2.2 – Locais de amostragem.....	422
Tabela 2.3 – Coordenadas dos pontos.....	425
Tabela 3.1 – Classificação dos pontos monitorados na Rede Costeira e média das áreas de acordo com o IQAC – 2014.....	440
Tabela 3.2 – Classificação dos pontos monitorados na Rede Costeira de acordo com o Estado Trófico – Primeira e Segunda campanhas de 2014.....	441
Tabela 3.3 – Qualidade ecotoxicológica da água na primeira campanha de 2014.....	442
Tabela 3.4 – Qualidade dos sedimentos nas áreas costeiras monitoradas em 2014 de acordo com as substâncias químicas.....	444
Tabela 3.5 – Qualidade ecotoxicológica dos sedimentos nas duas campanhas em 2014.....	445
Tabela 3.6 – Classificação dos pontos monitorados na Rede Costeira de acordo com o critério microbiológico – primeira e segunda campanha de 2014.....	446
Tabela 4.1 – Concentração média anual da clorofila <i>a</i> e as tendências da qualidade das águas de acordo com o IETC entre 2011 e 2014.....	503
Tabela 4.2 – Classificação da qualidade do sedimento costeiro, de acordo com os ensaios ecotoxicológicos realizados em 2014.....	511
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).....	512
Tabela 4.4 – Classificação ecotoxicológica dos sedimentos costeiros entre de 2010 e 2014.....	512
Tabela 4.5 – Percentual de pontos amostrais nas três grandes regiões costeiras que não apresentaram toxicidade nos ensaios com sedimento entre 2010 e 2014.....	513
Tabela 5.1 – Síntese das emergências químicas em águas costeiras ocorridas no ano de 2014 em São Paulo.....	533

LISTA DE GRÁFICOS

Parte I - Águas Doces

Gráfico 1 – Intensidades de chuva mensais e anuais no Estado de São Paulo em 2014.....	23
Gráfico 2 – Chuvas de 2014 nas UGRHs em relação à média histórica do Estado de São Paulo.....	24
Gráfico 3 – Evolução do tratamento de esgotos domésticos no Estado de São Paulo – 2009 a 2014.....	27
Gráfico 4 – Evolução da carga remanescente no Estado de São Paulo – 2009 a 2014.....	28
Gráfico 5 – Carga remanescente de DBO por UGRHI – 2014.....	30
Gráfico 1.1 – Evolução dos pontos de amostragem por programa de monitoramento de água doce.....	48
Gráfico 2.1 – Distribuição dos pontos de amostragem por tipo de monitoramento 2014.....	104
Gráfico 2.2 – Distribuição de pontos de amostragem por tipo de UGRHI.....	107
Gráfico 3.1 – Porcentagem do tempo de operação das estações (pH, OD e Turbidez) – 2014.....	174
Gráfico 4.1 – Porcentagens de resultados não-conformes na Rede Básica com relação aos padrões estabelecidos para a Classe 2, em 2014 e no período de 2009 a 2013.....	178
Gráfico 4.2 – Evolução da Distribuição do IQA, no período de 2009 a 2014.....	186
Gráfico 4.3 – Evolução da Distribuição do IAP, no período de 2010 a 2014.....	193
Gráfico 4.4 – Evolução da Distribuição do IVA, no período de 2011 a 2014.....	208
Gráfico 4.5 – Evolução da Distribuição do Índice de Estado Trófico – 2009 a 2014.....	216
Gráfico 4.6 – Distribuição do Índice de Estado Trófico - Fósforo Total em 2014.....	218
Gráfico 4.7 – Porcentagem de ocorrência de efeitos tóxicos entre 2009 e 2014, no estado de São Paulo.....	222
Gráfico 4.8 – Porcentagem dos resultados de Toxicidade Aguda com <i>Vibrio fischeri</i> nas amostras de água, distribuídos em cada categoria.....	224
Gráfico 4.9 – Porcentagem dos resultados de Toxicidade Aguda com <i>Vibrio fischeri</i> nas amostras de água Classe 4, distribuídos em cada categoria.....	224
Gráfico 4.10 – Toxicidade aguda com <i>Vibrio fischeri</i> nos pontos coincidentes nos últimos 6 anos.....	226
Gráfico 4.11 – Distribuição da média dos resultados da atividade estrogênica nos 35 pontos avaliados em 2014.....	230
Gráfico 4.12 – Distribuição da atividade estrogênica média mensal dos 10 locais com maior atividade estrogênica em 2014.....	231
Gráfico 4.13 – Tempo de residência das águas no Reservatório Billings em 2014.....	234
Gráfico 4.14 – Tempo de residência das águas no Reservatório Rio Grande em 2014.....	234
Gráfico 4.15 – Tempo de residência das águas no Reservatório Guarapiranga em 2014.....	235
Gráfico 4.16 – Evolução da classificação segundo o ICF médio dos 25 pontos analisados entre 2009 e 2014.....	239
Gráfico 4.17 – Distribuição do percentual do ICF em 2014.....	239
Gráfico 4.18 – Densidade média anual e distribuição dos grupos da comunidade zooplânctônica dos reservatórios Jaguari (JARI 00800), Jacaréi (JCRE 00500), Atibainha (RAIN 00880), Juqueri (JQU 00900), Billings (BILL 02100 e BITQ 00100), Guarapiranga (GUAR 00100 e GUAR 0900), e Barra Bonita (TIBB 02700) em 2014.....	243
Gráfico 4.19 – Evolução da Classificação nos pontos de amostragem segundo o ICZ _{RES} , entre 2009 e 2014, no reservatório Guarapiranga.....	244
Gráfico 4.20 – Evolução da Classificação nos pontos de amostragem segundo o ICZ _{RES} , entre 2005 e 2014, no reservatório Billings.....	245
Gráfico 4.21 – Perfil do IQA ao longo do Rio Paraíba do Sul em 2014 e nos últimos 5 anos.....	273
Gráfico 4.22 – Perfil do IVA ao longo do Rio Paraíba do Sul em 2014 e nos últimos 5 anos.....	273
Gráfico 4.23 – Perfil do IQA ao longo do Rio Atibaia em 2014 e nos últimos 5 anos.....	274
Gráfico 4.24 – Perfil do IVA ao longo do Rio Atibaia em 2014 e nos últimos 5 anos.....	275
Gráfico 4.25 – Vazões médias mensais de 2014 e dos últimos 5 anos, no Ponto ATIB 02300.....	275
Gráfico 4.26 – Hidrograma do Posto DAEE 4D-009 e vazões nas datas de coleta do ponto ATIB 02300 - 2014.....	276
Gráfico 4.27 – Carga de DBO em 2014, no Ponto ATIB 02300.....	276
Gráfico 4.28 – Perfil do IQA ao longo do Rio Jaguari em 2014 e nos últimos 5 anos.....	277
Gráfico 4.29 – Perfil do IVA ao longo do Rio Jaguari em 2014 e nos últimos 5 anos.....	278
Gráfico 4.30 – Vazões médias mensais de 2014 e dos últimos 5 anos, no Ponto JAGR 02800.....	278
Gráfico 4.31 – Vazões médias diárias e vazões nas datas de coleta em 2014, no Ponto JAGR 02800.....	279
Gráfico 4.32 – Vazões e carga de Fósforo em 2014, no Ponto JAGR 02800.....	279
Gráfico 4.33 – Carga de DBO em 2014, no Ponto JAGR 02800.....	280
Gráfico 4.34 – Volume equivalente dos reservatórios Jaguari/Jacaréi, Cachoeira e Atibainha ao longo de 2014.....	280
Gráfico 4.35 – Perfil do IQA nos reservatórios do Sistema Cantareira em 2014 e nos últimos 5 anos.....	281
Gráfico 4.36 – Perfil do IAP nos reservatórios do Sistema Cantareira em 2014 e nos últimos 5 anos.....	282

Gráfico 4.37 – Perfil do IVA nos reservatórios do Sistema Cantareira em 2014 e nos últimos 5 anos.	282
Gráfico 4.38 – Média Anual de Clorofila <i>a</i> e Fósforo Total no reservatório Jaguari – 2009 a 2014.	283
Gráfico 4.39 – Concentrações de Clorofila <i>a</i> e Fósforo Total (PT) no reservatório Jaguari – 2014.	284
Gráfico 4.40 – Concentrações de Clorofila <i>a</i> e Fósforo Total (PT) no reservatório Jacaréi 2014.	285
Gráfico 4.41 – Concentrações de Clorofila <i>a</i> e Fósforo Total (PT) no reservatório Cachoeira – 2014.	286
Gráfico 4.42 – Concentrações de Clorofila <i>a</i> e Fósforo Total (PT) no reservatório Atibainha 2014.	288
Gráfico 4.43 – Média Anual de Clorofila <i>a</i> e Fósforo Total no reservatório Juqueri – 2009 a 2014.	289
Gráfico 4.44 – Concentrações de Clorofila <i>a</i> e Fósforo Total (PT) no reservatório Juqueri – 2014.	290
Gráfico 4.45 – Concentrações de Clorofila <i>a</i> e Fósforo Total (PT) no Reservatório Águas Claras – 2014.	292
Gráfico 4.46 – Perfil do IQA ao longo do Rio Piracicaba em 2014 e nos últimos 5 anos.	293
Gráfico 4.47 – Perfil do IVA ao longo do Rio Piracicaba em 2014 e nos últimos 5 anos.	294
Gráfico 4.48 – Vazões médias mensais de 2014 e dos últimos 5 anos, no Ponto PCAB 02800.	295
Gráfico 4.49 – Vazões médias diárias e vazões nas datas de coleta em 2014, no Ponto PCAB 02800.	295
Gráfico 4.50 – Vazões e carga de DBO em 2014, no Ponto PCAB 02800.	296
Gráfico 4.51 – Perfil do IQA ao longo do Rio Tietê em 2014 e nos últimos 5 anos.	297
Gráfico 4.52 – Perfil do IVA ao longo do Rio Tietê em 2014 e nos últimos 5 anos.	297
Gráfico 4.53 – Vazões médias mensais de 2014 e dos últimos 5 anos, no Ponto TIPI 04900.	298
Gráfico 4.54 – Vazões médias diárias e vazões nas datas de coleta em 2014, no Ponto TIPI 04900.	298
Gráfico 4.55 – Vazões e carga de DBO em 2014, no Ponto TIPI 04900.	299
Gráfico 4.56 – Vazões médias de descarga e cargas de DBO e Carbono Orgânico Total, no ponto TIPI 04900.	299
Gráfico 4.57 – Perfil de COT nos Afluentes do Rio Tietê em 2014 e nos últimos 5 anos.	300
Gráfico 4.58 – IQA – Reservatório Billings em 2014 e nos últimos 5 anos.	301
Gráfico 4.59 – Médias anuais de DBO e Carbono Orgânico Total no ponto PINH 04900, em 2014.	302
Gráfico 4.60 – Perfil de COT nos afluentes do Rio Pinheiros em 2014 e nos últimos 5 anos.	302
Gráfico 4.61 – Perfil do IVA Reservatório Billings em 2014 e nos últimos 5 anos.	303
Gráfico 4.62 – Média anual de Clorofila <i>a</i> e Fósforo Total (PT) no Reservatório Billings de 2005 a 2014.	303
Gráfico 4.63 – Média anual de Clorofila <i>a</i> e Fósforo Total (PT) no Reservatório Guarapiranga de 2009 a 2014.	305
Gráfico 4.64 – Perfil do IQA no Sistema Alto Tietê e rios afluentes em 2014 e nos últimos 5 anos.	307
Gráfico 4.65 – Perfil do IVA no Sistema Alto Tietê e rios afluentes e efluentes em 2014 e nos últimos 5 anos.	307
Gráfico 4.66 – Perfil do IAP no Sistema Alto Tietê e rios afluentes e efluentes em 2014 e nos últimos 5 anos.	308
Gráfico 4.67 – Média Anual de Clorofila <i>a</i> e Fósforo Total (PT) no Reservatório Jundiá – 2009 a 2014.	308
Gráfico 4.68 – Média Anual de Clorofila <i>a</i> e Fósforo Total (PT) no Reservatório Taiaçupeba – 2009 a 2014.	310
Gráfico 4.69 – Média anual de Clorofila <i>a</i> e Fósforo Total (PT) no Reservatório Itupararanga de 2009 a 2014.	311
Gráfico 4.70 – Classificação do IAP no Reservatório de Itupararanga entre 2010 e 2014.	312
Gráfico 4.71 – Concentrações de <i>Clostridium perfringens</i> e <i>Escherichia coli</i> nos reservatórios da rede de sedimento.	326
Gráfico 4.72 – Concentrações de <i>Escherichia coli</i> e <i>Clostridium perfringens</i> nos rios da rede de sedimento.	327
Gráfico 4.73 – Porcentagem de amostras distribuídas em cada categoria referente à Toxicidade Aguda com <i>Vibrio fischeri</i> nos sedimentos do Estado de São Paulo em 2014.	332
Gráfico 4.74 – Comparação da Toxicidade Aguda com <i>Vibrio fischeri</i> nos sedimentos dos pontos avaliados sistematicamente no período de 2010 a 2014.	333
Gráfico 4.75 – Evolução dos registros de reclamações de Mortandades de 2009 a 2014 no Estado de São Paulo de acordo com a vocação da UGRHI.	339
Gráfico 4.76 – Registros de reclamações de mortandades de peixes de acordo com a vocação das UGRHIs em 2014 no Estado de São Paulo.	340
Gráfico 4.77 – Comparação entre as UGRHI que apresentaram os maiores números de reclamações de mortandades de peixes entre os anos de 2009 e 2014.	342
Gráfico 4.78 – Participação percentual das reclamações de mortandades de peixes na UGRHI 05 dentre os totais de registros no Estado de São Paulo entre os anos de 2009 e 2014.	343
Gráfico 4.79 – Participação percentual das reclamações de mortandades de peixes na UGRHI 09 dentre os totais de registros no Estado de São Paulo entre os anos de 2009 e 2014.	344
Gráfico 4.80 – Proporção entre as principais causas das ocorrências de mortandade de peixes atendidas pelo ELHC no período de 2009 a 2014.	347

Parte II - Águas Salinas e Salobras

Gráfico 1 – Intensidades de chuva mensais e anuais na UGRHI 3 – Litoral Norte em 2014.....	397
Gráfico 2 – Intensidades de chuva mensais e anuais na UGRHI 7 – Baixada Santista em 2014.....	397
Gráfico 3 – Intensidades de chuva mensais e anuais na UGRHI 11 – Ribeira de Iguaçu/Litoral Sul em 2014.....	397
Gráfico 3.1 – Concentrações de fósforo total em Picinguaba nas duas campanhas de 2014.....	447
Gráfico 3.2 – Concentrações de nitrogênio kjeldahl total (NKT) em Picinguaba nas duas campanhas de 2014.....	448
Gráfico 3.3 – Concentrações de fósforo total na Baía de Itaguá nas duas campanhas de 2014.....	449
Gráfico 3.4 – Concentrações de nitrogênio kjeldahl total (NKT) na Baía de Itaguá nas duas campanhas de 2014.....	449
Gráfico 3.5 – Concentrações de carbono orgânico total (COT) na Baía de Itaguá nas duas campanhas de 2014.....	450
Gráfico 3.6 – Concentrações de fósforo total no Saco da Ribeira nas duas campanhas de 2014.....	451
Gráfico 3.7 – Concentrações de nitrogênio kjeldahl total (NKT) em Saco da Ribeira nas duas campanhas de 2014.....	452
Gráfico 3.8 – Concentrações de carbono orgânico total (COT) em Saco da Ribeira nas duas campanhas de 2014.....	452
Gráfico 3.9 – Concentrações de fósforo total na Baía de Caraguatatuba nas duas campanhas de 2014.....	453
Gráfico 3.10 – Concentrações de nitrogênio kjeldahl total (NKT) na Baía de Caraguatatuba nas duas campanhas de 2014.....	454
Gráfico 3.11 – Concentrações de fósforo total em Tabatinga nas duas campanhas de 2014.....	455
Gráfico 3.12 – Concentrações de nitrogênio kjeldahl total (NKT) em Tabatinga nas duas campanhas de 2014.....	455
Gráfico 3.13 – Concentrações de carbono orgânico total em Tabatinga nas duas campanhas de 2014.....	456
Gráfico 3.14 – Concentrações de fósforo total em Cocanha nas duas campanhas de 2014.....	457
Gráfico 3.15 – Concentrações de nitrogênio kjeldahl total (NKT) em Cocanha nas duas campanhas de 2014.....	457
Gráfico 3.16 – Concentrações de fósforo total no Canal de São Sebastião nas duas campanhas de 2014.....	459
Gráfico 3.17 – Concentrações de nitrogênio kjeldahl total (NKT) no Canal de São Sebastião nas duas campanhas de 2014.....	460
Gráfico 3.18 – Concentrações de carbono orgânico total no Canal de São Sebastião na primeira campanha de 2014.....	460
Gráfico 3.19 – Concentrações de fósforo total em Barra do Una nas duas campanhas de 2014.....	461
Gráfico 3.20 – Concentrações de nitrogênio kjeldahl total (NKT) na Barra do Una nas duas campanhas de 2014.....	462
Gráfico 3.21 – Concentrações de fósforo total nos sedimentos da área de influência do Rio Itaguapé nas duas campanhas de 2014.....	463
Gráfico 3.22 – Concentrações de nitrogênio kjeldahl total nos sedimentos da área de influência do Rio Itaguapé nas duas campanhas realizadas em 2014.....	463
Gráfico 3.23 – Concentrações de fósforo total nos sedimentos do Canal da Bertioga nas duas campanhas de 2014.....	465
Gráfico 3.24 – Concentrações de nitrogênio kjeldahl total nos sedimentos do Canal da Bertioga nas duas campanhas realizadas em 2014.....	466
Gráfico 3.25 – Concentrações de carbono orgânico total (COT) nos sedimentos do Canal da Bertioga nas duas campanhas realizadas em 2014.....	466
Gráfico 3.26 – Concentrações de fósforo total nos sedimentos do Canal de Piaçaguera nas duas campanhas de 2014.....	469
Gráfico 3.27 – Concentrações de nitrogênio kjeldahl total (NKT) nos sedimentos do Canal de Piaçaguera nas duas campanhas de 2014.....	469
Gráfico 3.28 – Concentrações de carbono orgânico total (COT) nos sedimentos do Canal de Piaçaguera nas duas campanhas de 2014.....	470
Gráfico 3.29 – Concentrações de fósforo total nos sedimentos da área de influência do Emissário do Guarujá na segunda campanha de 2014.....	471
Gráfico 3.30 – Concentrações de nitrogênio kjeldahl total nos sedimentos da área de influência do Emissário do Guarujá na segunda campanha de 2014.....	471
Gráfico 3.31 – Concentrações de fósforo total nos sedimentos da área de influência do Emissário de Santos na primeira campanha de 2014.....	473
Gráfico 3.32 – Concentrações de nitrogênio kjeldahl total nos sedimentos da área de influência do Emissário de Santos na primeira campanha de 2014.....	473
Gráfico 3.33 – Concentrações de carbono orgânico total (COT) nos sedimentos da área de influência do Emissário de Santos na primeira campanha de 2014.....	474
Gráfico 3.34 – Concentrações de fósforo total (mg/kg) nos sedimentos do Canal de Santos nas duas campanhas de 2014.....	475
Gráfico 3.35 – Concentrações de nitrogênio kjeldahl total (NKT) nos sedimentos do Canal de Santos nas duas campanhas de 2014.....	476
Gráfico 3.36 – Concentrações de carbono orgânico total (COT) nos sedimentos do Canal de Santos nas duas campanhas de 2014.....	476
Gráfico 3.37 – Concentrações de fósforo total nos sedimentos do Canal de São Vicente nas duas campanhas de 2014.....	478
Gráfico 3.38 – Concentrações de nitrogênio kjeldahl total nos sedimentos do Canal de São Vicente nas duas campanhas de 2014.....	479
Gráfico 3.39 – Concentrações de carbono orgânico total (COT) nos sedimentos do Canal de São Vicente nas duas campanhas de 2014.....	479
Gráfico 3.40 – Concentrações de fósforo total nos sedimentos da área de influência do Emissário de Praia Grande I na segunda campanha de 2014.....	480
Gráfico 3.41 – Concentrações de nitrogênio kjeldahl total nos sedimentos da área de influência do Emissário de Praia Grande I na segunda campanha de 2014.....	481
Gráfico 3.42 – Concentrações de carbono orgânico total (COT) nos sedimentos da área de influência do Emissário de Praia Grande I na segunda campanha de 2014.....	481
Gráfico 3.43 – Concentrações de fósforo total nos sedimentos da área de influência do rio Itanhaém nas duas campanhas de 2014.....	482
Gráfico 3.44 – Concentrações de nitrogênio kjeldahl total nos sedimentos da área de influência do rio Itanhaém nas duas campanhas de 2014.....	483
Gráfico 3.45 – Concentrações de fósforo total nos sedimentos da área de influência do Rio Preto nas duas campanhas de 2014.....	484
Gráfico 3.46 – Concentrações de nitrogênio kjeldahl total nos sedimentos da área de influência do Rio Preto nas duas campanhas de 2014.....	484
Gráfico 3.47 – Concentrações de fósforo total no Mar Pequeno nas duas campanhas de 2014.....	486

Gráfico 3.48 – Concentrações de nitrogênio kjeldahl total (NKT) no Mar Pequeno nas duas campanhas de 2014.....	486
Gráfico 3.49 – Concentrações de fósforo total no Mar de Cananéia nas duas campanhas de 2013.....	487
Gráfico 3.50 – Concentrações de nitrogênio kjeldahl total (NKT) no Mar de Cananéia nas duas campanhas de 2014.....	488
Gráfico 3.51 – Concentrações de carbono orgânico total (COT) no Mar de Cananéia nas duas campanhas de 2014.....	488
Gráfico 4.1 – Distribuição Percentual da classificação das áreas pelo IQAC médio em 2014.....	489
Gráfico 4.2 – Classificação média das áreas pelo IQAC em 2014.....	490
Gráfico 4.3 – Evolução da proporção do IQAC dos pontos de 2012 a 2014.....	490
Gráfico 4.4 – Evolução do IQAC de 2012 a 2014 nas áreas; (A) Litoral Norte, (B) Baixada Santista e (C) Litoral Sul.....	491
Gráfico 4.5 – Porcentagem de áreas avaliadas que apresentaram não conformidade por variável em 2014.....	496
Gráfico 4.6 – Porcentagem de amostras não conformes por variável em 2014 na Rede costeira (A), Águas Salobras (B) e Águas Salinas (C).....	497
Gráfico 4.7 – Média das concentrações de OD nas amostras de água das áreas da rede costeira em 2014.....	498
Gráfico 4.8 – Média das concentrações de Fósforo total (mg/L) nas amostras de água das áreas da rede costeira em 2014.....	499
Gráfico 4.9 – Média das concentrações de Clorofila <i>a</i> (µg/L) nas amostras de água das áreas da rede costeira em 2014.....	499
Gráfico 4.10 – Média das concentrações de Boro total (mg/L) nas amostras de água das áreas da rede costeira em 2014.....	500
Gráfico 4.11 – Média das concentrações de Carbono orgânico total (COT) (mg/L) nas amostras de água das áreas da rede costeira em 2014.....	500
Gráfico 4.12 – Média das concentrações de Nitrogênio Amoniacal (mg/L) nas amostras de água das áreas da rede costeira em 2014.....	501
Gráfico 4.13 – Porcentagem de amostras por classes de eutrofização nas amostras de superfície e meio da coluna d'água, 1ª e 2ª campanha de 2014....	502
Gráfico 4.14 – Evolução da Distribuição do IETC – 2011 a 2014.....	502
Gráfico 4.15 – Média geométrica das concentrações de enterococos (UFC/100 mL) - 1ª e 2ª campanha de 2014.....	505
Gráfico 4.16 – Média geométrica das concentrações de coliformes termotolerantes (UFC/100 mL) - 1ª e 2ª campanha de 2014.....	505
Gráfico 4.17 – Porcentagens de amostras de sedimento nas diferentes classes de qualidade química no Litoral Paulista em 2014.....	506
Gráfico 4.18 – Porcentagem de amostras de sedimentos com compostos de HPAs no Litoral Paulista em 2014.....	507
Gráfico 4.19 – Concentração de COT (%) dos sedimentos nas áreas da rede de monitoramento costeiro (média dos três pontos).....	508
Gráfico 4.20 – Ocorrências de NKT no Litoral Paulista em 2014.....	508
Gráfico 4.21 – Concentração de nitrogênio kjeldahl total (mg/kg) dos sedimentos em todas as áreas da rede de monitoramento costeiro (média dos três pontos) em 2014.....	509
Gráfico 4.22 – Concentração de fósforo total (mg/kg) dos sedimentos em todas as áreas da rede de monitoramento costeiro (média dos três pontos).....	510
Gráfico 4.23 – Médias das concentrações de <i>Clostridium perfringens</i> nos sedimentos em 2014.....	515
Gráfico 4.24 – Médias das concentrações de coliformes termotolerantes nos sedimentos em 2014.....	515
Gráfico 4.25 – Porcentagem de amostras em cada classe de qualidade microbiológica de acordo com concentração de bactéria fecal nos sedimentos em 2014.....	516
Gráfico 5.1 – Atividades relacionadas às emergências químicas atendidas pela CETESB entre 1978 e 2014.....	522
Gráfico 5.2 – Distribuição de 64 ocorrências envolvendo liberação de substâncias oleosas e químicas que contaminaram as águas do litoral paulista (2010 a 2014).....	523
Gráfico 5.3 – Atividades Relacionadas às emergências químicas atendidas pela CETESB em 2014.....	534

LISTA DE FIGURAS

Parte I - Águas Doces

Figura 1 – Variação da intensidade de chuva em cada UGRHI em relação às suas respectivas médias históricas.	25
Figura 2.1 – Processo de codificação e georeferenciamento dos pontos de amostragem.	57
Figura 2.2 – Exemplo de localização do ponto JPEP 03150, no Rio Jacaré – Pepira, para cadastro no Banco Interáguas.	58
Figura 2.3 – Pontos ANA propostos inicialmente para o Estado de SP.	60
Figura 2.4 – Registro fotográfico da Estação Automática EF. 11- BILL 02900 - Summit Control.	69
Figura 2.5 – Exemplo do Boletim Mensal do Boletim do Sist. Cantareira.	72
Figura 2.6 – Classificação das 22 Unidades de Gerenciamento de Recursos Hídricos por vocação.	103
Figura 4.1 – Distribuição porcentual das categorias do IQA por vocação das UGRHIs em 2014.	180
Figura 4.2 – Distribuição porcentual das categorias do IQA em 2014 em função da época do ano.	185
Figura 4.3 – Distribuição porcentual das categorias do IAP em função da época do ano em 2014.	197
Figura 4.4 – Porcentagem de amostras positivas para os protozoários <i>Giardia</i> spp e <i>Cryptosporidium</i> spp em pontos de captação do Estado de São Paulo – 2014.	198
Figura 4.5 – Distribuição porcentual das categorias do IVA por vocação das UGRHIs em 2014.	207
Figura 4.6 – Distribuição do Índice de Estado Trófico por vocação das UGRHI em 2014.	213
Figura 4.7 – Distribuição dos efeitos tóxicos nas UGRHIs por vocação em 2014.	223
Figura 4.8 – Distribuição da toxicidade aguda com <i>Vibrio fischeri</i> nas amostras de água Classe 4, conforme vocação das UGRHIs do Estado de São Paulo.	225
Figura 4.9 – Esquema dos resultados de mutagenicidade dos locais de coleta da rede básica de monitoramento avaliados em 2014.	228
Figura 4.10 – Esquema dos resultados de mutagenicidade dos locais de coleta do sistema Cantareira avaliados em 2014.	229
Figura 4.11 – Estrutura da comunidade fitoplanctônica - 2014.	241
Figura 4.12 – Estrutura da comunidade bentônica em 2014.	251
Figura 4.13 – Evolução dos parâmetros medidos pela Estação Automática Mogi das Cruzes de janeiro a dezembro de 2014.	259
Figura 4.14 – Evolução dos parâmetros medidos pela Estação Automática Rasgão de janeiro a dezembro de 2014.	260
Figura 4.15 – Evolução dos parâmetros medidos pela Estação Automática Laranjal Paulista de janeiro a dezembro de 2014.	261
Figura 4.16 – Evolução dos parâmetros medidos pela Estação Automática Cotia de janeiro a dezembro de 2014.	262
Figura 4.17 – Evolução dos parâmetros medidos pela Estação Automática Piracicaba de janeiro a dezembro de 2014.	263
Figura 4.18 – Evolução dos parâmetros medidos pela Estação Automática Rio Grande de janeiro a dezembro de 2014.	264
Figura 4.19 – Evolução dos parâmetros medidos pela Estação Automática Guarapiranga de janeiro a dezembro de 2014.	265
Figura 4.20 – Evolução dos parâmetros medidos pela Estação Automática Águas Claras de janeiro a dezembro de 2014.	266
Figura 4.21 – Evolução dos parâmetros medidos pela Estação Automática Taquacetuba de janeiro a dezembro de 2014.	267
Figura 4.22 – Evolução dos parâmetros medidos pela Estação Automática Summit Control de janeiro a dezembro de 2014.	268
Figura 4.23 – Evolução dos parâmetros medidos pela Estação Automática Pedreira de janeiro a dezembro de 2014.	269
Figura 4.24 – Evolução dos parâmetros medidos pela Estação Automática São Miguel Paulista de janeiro a dezembro de 2014.	270
Figura 4.25 – Evolução dos parâmetros medidos pela Estação Automática Cantareira-Jacaréi de janeiro a dezembro de 2014.	271
Figura 4.26 – Média anual da Comunidade Fitoplanctônica e Contagem de Células de Cianobactérias no reservatório Jaguari – 2009 a 2014.	283
Figura 4.27 – Média mensal da Comunidade Fitoplanctônica e Contagem de Células de Cianobactérias no Reservatório Jaguari.	284
Figura 4.28 – Média mensal da Comunidade Fitoplanctônica e Contagem de Células de Cianobactérias no reservatório Jacaréi.	286
Figura 4.29 – Média mensal da Comunidade Fitoplanctônica e Contagem de Células de Cianobactérias no Reservatório Cachoeira.	287
Figura 4.30 – Média mensal da Comunidade Fitoplanctônica e Contagem de Células de Cianobactérias no Reserv. Atibainha.	289
Figura 4.31 – Média anual da Comunidade Fitoplanctônica e Contagem de Células de Cianobactérias no reservatório Juquerí – 2009 a 2014.	291
Figura 4.32 – Média mensal da Comunidade Fitoplanctônica e Contagem de Células de Cianobactérias no reservatório Juquerí.	291
Figura 4.33 – Média mensal da Comunidade Fitoplanctônica e Contagem de Células de Cianobactérias no reservatório Águas Claras.	293
Figura 4.34 – Média anual da composição da Comunidade fitoplanctônica e média anual do Número de Células de Cianobactérias – Reservatório Billings – 2006 a 2014.	304
Figura 4.35 – Média anual da composição da Comunidade fitoplanctônica e média anual do Número de Células de Cianobactérias – Reservatório Guarapiranga – 2009 a 2014.	306
Figura 4.36 – Média anual da Comunidade Fitoplanctônica e Contagem de Células de Cianobactérias no reservatório Jundiá – 2009 a 2014.	309
Figura 4.37 – Média anual da Comunidade Fitoplanctônica e Contagem de Células de Cianobactérias no Reservatório Taiaçupeba – 2009 a 2014.	311
Figura 4.38 – Média anual da composição da comunidade fitoplanctônica e média anual do número de células de cianobactérias- reservatório Billings- 2009 a 2014.	312
Figura 4.39 – Distribuição da toxicidade aguda com <i>Vibrio fischeri</i> conforme vocação das UGRHIs do Estado de São Paulo.	334

Parte II - Águas Salinas e Salobras

Figura 1.1 – Limites estabelecidos pela Convenção das Nações Unidas sobre o Direito do Mar.	402
Figura 1.2 – Linha de base reta no litoral de São Paulo.	403
Figura 1.3 – Plataforma continental brasileira.	404
Figura 1.4 – Fatores que influenciam a qualidade das águas costeiras.	408
Figura 1.5 – Modelo conceitual do índice.	412
Figura 1.6 – Resultados dos quartis 25%, 50% e 75% para clorofila <i>a</i> , ambiente marinho (superfície, meio e fundo).	414
Figura 1.7 – Proposta de classificação do ambiente marinho com base nas concentrações de clorofila <i>a</i>	415
Figura 1.8 – Resultados dos quartis 25%, 50% e 75% para clorofila <i>a</i> , ambiente estuarino (superfície e meio).	415
Figura 1.9 – Proposta de classificação do ambiente estuarino com base nas concentrações de clorofila <i>a</i>	416
Figura 1.10 – Classificação para os parâmetros microbiológicos.	418
Figura 2.1 – Localização dos pontos de amostragem da rede costeira.	433

LISTA DE MAPAS

Parte I - Águas Doces

Mapa 1 – Porcentagem de tratamento de esgoto doméstico por município – 2014.	32
Mapa 2 – ICTEM por município – 2014.	33
Mapa 2.1 – Pontos de Monitoramento da Rede Básica CETESB/Rede ANA 2014.	61
Mapa 2.2 – Pontos por projeto 2014.	89
Mapa 2.3 – Localização dos pontos de amostragem das UGRHI 01 e 02 – 2014.	91
Mapa 2.4 – Localização dos pontos de amostragem da UGRHI 05 – 2014.	93
Mapa 2.5 – Localização dos pontos de amostragem da UGRHI 06 – 2014.	95
Mapa 2.6 – Localização dos pontos de amostragem da UGRHI 07 – 2014.	97
Mapa 2.7 – Localização dos pontos de amostragem da UGRHI 9 - 2014.	99
Mapa 2.8 – Localização dos pontos de amostragem da UGRHI 10 – 2014.	101
Mapa 2.9 – Situação das UGRHIs no Estado de São Paulo em função do IAEM para o ano de 2004.	120
Mapa 2.10 – Situação das UGRHIs no Estado de São Paulo em função do IAEM - 2014.	123
Mapa 4.1 – IQA – 2014 nos pontos de amostragem da Rede Básica da CETESB.	183
Mapa 4.2 – IAP – 2014 nas captações superficiais monitoradas pela CETESB.	195
Mapa 4.3 – Médias anuais do IVA para o ano de 2014.	205
Mapa 4.4 – Médias anuais do IET para o ano de 2014.	211
Mapa 4.5 – Localização e classificação das praias de rios e reservatórios - 2014.	257
Mapa 4.6 – Distribuição espacial da qualidade dos sedimentos 2014.	315

Parte II - Águas Salinas e Salobras

Mapa 2.1 – Áreas do monitoramento da rede costeira no Litoral Norte.	420
Mapa 2.2 – Áreas do monitoramento da rede costeira na Baixada Santista.	421
Mapa 2.3 – Áreas do monitoramento da rede costeira no Litoral Sul.	421
Mapa 4.1 – Índice de Qualidade de Água Costeira 2014 – Litoral Norte.	492
Mapa 4.2 – Índice de Qualidade de Água Costeira 2014 – Baixada Santista (região norte).	493
Mapa 4.3 – Índice de Qualidade de Água Costeira 2014 – Baixada Santista (região sul).	494
Mapa 4.4 – Índice de Qualidade de Água Costeira 2014 – Litoral Sul.	495
Mapa 4.5 – Avaliação da qualidade dos sedimentos 2014 – Litoral Norte.	517
Mapa 4.6 – Avaliação da qualidade dos sedimentos 2014 – Baixada Santista (região norte).	518
Mapa 4.7 – Avaliação da qualidade dos sedimentos 2014 – Baixada Santista (região sul).	519
Mapa 4.8 – Avaliação da qualidade dos sedimentos 2014 – Litoral Sul.	520

LISTA DE FOTOS

Parte II - Águas Salinas e Salobras

Foto 5.1 – Terminal de derivados de petróleo no Porto de Santos (Fonte: CETESB).	524
Foto 5.2 – Detalhe da válvula onde houve o vazamento de óleo.	525
Foto 5.3 – Mancha de óleo na forma de filetes nas proximidades da praia do Pontal da Cruz, São Sebastião.....	525
Foto 5.4 – Vista noturna da praia das Cigarras, contaminada com óleo.	526
Foto 5.5 – Mancha de óleo sobre balsas de mexilhão das proximidades da Praia das Cigarras.	526
Foto 5.6 – Remoção manual de areia contaminada com óleo.	527
Foto 5.7 – Acondicionamento de resíduo sólido oleoso em <i>big bags</i>	527
Foto 5.8 – Embarcação naufragada em marina no Canal da Bertioga cercada por barreiras para reter espalhamento da mancha de óleo (Fonte: CETESB).	528
Foto 5.9 – Contenção e recolhimento de mancha de óleo no Rio Cubatão (Fonte: CETESB).	530
Foto 5.10 – Materiais absorventes usados em córrego contaminado em Maresias (Fonte: CETESB).	531

Sumário

Parte I - Águas Doces

Introdução	21
Avaliação da Disponibilidade Hídrica no Estado de São Paulo.....	23
Coleta e Tratamento de Esgotos no Estado de São Paulo	26
Porcentagens de Coleta e Tratamento por UGRHI e por Município.....	28
1 • Conceitos e Metodologia	47
1.1 Qualidade das Águas Doces	47
1.1.1 Redes de Monitoramento	47
1.1.2 Variáveis de Qualidade das Águas e Sedimento	49
1.1.2.1 Variáveis da Rede Básica	49
1.1.2.2 Variáveis da Rede de Sedimento	50
1.1.2.3 Variáveis da Rede de Balneabilidade	50
1.1.2.4 Variáveis do Monitoramento Automático.....	50
1.1.3 Índices de Qualidade das Águas e do Sedimento.....	51
1.1.3.1 IQA – Índice de Qualidade das Águas.....	51
1.1.3.2 IAP – Índice de Qualidade das Águas Brutas para Fins de Abastecimento Público.....	51
1.1.3.3 IVA – Índice de Qualidade das Águas para Proteção da Vida Aquática	52
1.1.3.4 IET – Índice do Estado Trófico.....	52
1.1.3.5 ICF, ICZ e ICB – Índice da Comunidade Fitoplancônica, Índice da Comunidade Zooplancônica e Índice da Comunidade Bentônica	52
1.1.3.6 IB – Índice de Balneabilidade	53
1.1.3.7 CQS – Critério de Avaliação da Qualidade dos Sedimentos	53
1.1.4 Perfis de Temperatura e Oxigênio Dissolvido	56
1.1.5 Mortandade de Peixes.....	56
2 • Redes de Monitoramento.....	57
2.1 Caracterização dos pontos de amostragem	57
2.2 Rede de Amostragem Manual	58
2.2.1 Rede Básica.....	58
2.2.2 Rede de Sedimentos	66
2.2.3 Rede de Balneabilidade em Rios e Reservatórios	68
2.3 Rede Automática.....	69
2.4 Monitoramento Específico do Sistema Cantareira.....	70
2.5 Distribuição dos pontos de amostragem.....	72
2.5.1 Distribuição por UGRHI.....	103
2.5.2 Distribuição por Corpo d'Água.....	107
2.5.3 Distribuição de pontos por município	112
2.6 Pontos de Captação	114
2.7 Índice de Abrangência Espacial do Monitoramento - IAEM.....	117
2.7.1 Cenário do IAEM para os anos de 2004 e 2014	119
3 • Resultados do Monitoramento.....	127
3.1 Rede Manual	127
3.1.1 Estatísticas	127

3.1.2 Índices de Qualidade das Águas	144
3.1.2.1 IQA – Índice de Qualidade de Água.....	144
3.1.2.2 IAP – Índice de Qualidade de Água para fins de Abastecimento Público	152
3.1.2.3 IET – Índice de Estado Trófico.....	154
3.1.2.4 IVA – Índice de qualidade de água para proteção da Vida Aquática.....	160
3.1.3 Índices de Comunidades.....	166
3.1.3.1 ICF - Índice de Comunidade Fitoplanctônica	166
3.1.3.2 ICZ - Índice de Comunidade Zooplanctônica	168
3.1.3.3 ICB - Índice de Comunidade Bentônica	168
3.1.4 IB – Índice de Balneabilidade	169
3.1.5 Qualidade dos Sedimentos	171
3.1.6 Perfis de Temperatura e Oxigênio Dissolvido	172
3.2 Rede Automática	173
3.3 Mortandade de peixes	174
4 • Síntese da Qualidade das Águas no Estado de São Paulo	177
4.1 Atendimento aos Padrões da Legislação	177
4.2 Qualidade das águas.....	179
4.2.1 IQA – Índice de Qualidade das Águas	179
4.2.1.1 Distribuição percentual do IQA por UGRHI.....	179
4.2.1.2 Distribuição percentual das categorias do IQA por vocação das UGRHIs.	180
4.2.1.3 Influência da sazonalidade na distribuição percentual das categorias do IQA.....	185
4.2.1.4 IQA entre 2009 e 2014	185
4.2.2 IAP – Índice de qualidade de água para fins de abastecimento público.....	188
4.2.2.1 IAP entre 2010 e 2014.....	193
4.2.2.2 Influência da sazonalidade na distribuição percentual das categorias do IAP	197
4.2.2.3 Monitoramento de <i>Giardia</i> spp e <i>Cryptosporidium</i> spp.....	197
4.2.3 IVA – Índice de qualidade das águas para a proteção da vida aquática	201
4.2.3.1 Distribuição percentual das categorias do IVA por UGRHI	202
4.2.3.2 Distribuição percentual das categorias do IVA por vocação das UGRHIs	207
4.2.3.3 IVA entre 2011 e 2014	208
4.2.4 IET – Índice de Estado Trófico.....	209
4.2.5 Análise da toxicidade	219
4.2.5.1 Ensaios ecotoxicológicos com o microcrustáceo <i>Ceriodaphnia dubia</i>	219
4.2.5.2 Toxicidade aguda com <i>Vibrio fischeri</i>	223
4.2.6 Análise de Mutagenicidade (teste de Ames).....	226
4.2.7 Interferentes endócrinos (atividade estrogênica).....	230
4.2.8 ICF – Índice de Comunidade Fitoplanctônica.....	232
4.2.9 ICZRes – Índice de Comunidade Zooplanctônica	243
4.2.10 ICB – Índice de Comunidade Bentônica	245
4.2.11 Outras variáveis.....	253
4.2.12 IB – Índice de Balneabilidade das praias em reservatórios e rios	254
4.2.13 Monitoramento Automático.....	259
4.2.14 Avaliação da Qualidade dos Principais Corpos Hídricos do Estado	272
4.2.14.1 Rio Paraíba do Sul.....	273
4.2.14.2 Rio Atibaia.....	274
4.2.14.3 Rio Jaguari/Reservatório Jaguari	277
4.2.14.4 Sistema Cantareira.....	280
4.2.14.5 Rio Piracicaba	293
4.2.14.6 Rio Tietê	296
4.2.14.7 Reservatório Billings.....	301
4.2.14.8 SISTEMA ALTO TIETÊ.....	307
4.2.14.9 Reservatório Itupararanga	311

4.3 Qualidade dos sedimentos.....	313
4.3.1.1 Aspecto abiótico - matéria orgânica e granulometria	317
4.3.1.2 Aspecto abiótico – metais e substâncias orgânicas	318
4.3.1.3 Avaliação microbiológica: <i>Clostridium perfringens</i> e <i>Escherichia coli</i>	325
4.3.1.4 Ensaios ecotoxicológicos com <i>Hyalella azteca</i> e <i>Chironomus sancticarloi</i>	328
4.3.1.5 Toxicidade Aguda com <i>Vibrio fischeri</i> (Sistema <i>Microtox</i> ®)	332
4.3.1.6 Análise de Mutagenicidade (teste de Ames)	334
4.3.1.7 Avaliação integrada da qualidade dos sedimentos	335
4.4 Mortandades de Peixes	338
Conclusões.....	349
Referências	353

Parte II - Águas Salinas e Salobras

Introdução	395
1 • Conceitos e Metodologia	401
1.1 Legislação pertinente.....	401
1.2 Distribuição Espacial e Temporal do monitoramento	408
1.3 Qualidade das águas.....	408
1.4 Qualidade dos sedimentos.....	410
1.5 Índices de Qualidade de Água	411
1.5.1 Índice de qualidade de águas costeiras (IQAC)	411
1.5.2 Índice de estado trófico costeiro (IETC).....	414
1.6 Índices de qualidade de sedimento	416
1.6.1 Índices de qualidade química de sedimento.....	416
1.6.2 Índice de Qualidade Ecotoxicológica do Sedimento	417
1.6.3. Índice de qualidade microbiológica de sedimento costeiro (IQMSC)	418
2 • Rede Costeira	419
3 • Resultados de Qualidade das Águas Salinas e Salobras.....	439
3.1 IQAC - Índice de Qualidade de Águas Costeiras	439
3.2 IETC - Índice de Estado Trófico	441
3.3 Qualidade Ecotoxicológica da Água	442
3.4 Índices de qualidade dos sedimentos	443
3.5 Avaliação da qualidade ambiental das áreas.....	447
3.5.1 Picinguaba	447
3.5.2 Baía de Itaguá.....	448
3.5.3 Saco da Ribeira	450
3.5.4. Baía de Caraguatatuba.....	453
3.5.5 Tabatinga.....	454
3.5.6 Cocanha	456
3.5.7 Canal de São Sebastião	458
3.5.8 Barra do Una.....	461
3.5.9 Área de influência do Rio Itaguaré.....	462
3.5.10 Canal da Bertioga	464
3.5.11 Canal de Piaçaguera.....	467
3.5.12 Área de influência do emissário do Guarujá	470
3.5.13 Área de influência do emissário de Santos	472
3.5.14 Canal de Santos	474

3.5.15 Canal de São Vicente.....	477
3.5.16 Área de influência do emissário submarino da Praia Grande 1.....	480
3.5.17 Área de Influência do Rio Itanhaém	482
3.5.18 Área de Influência Rio Preto (Peruíbe).....	483
3.5.19 Mar Pequeno	485
3.5.20 Mar de Cananéia.....	487
4 • Síntese da Qualidade das Águas Costeiras no Estado de São Paulo	489
4.1 Qualidade das Águas	489
4.1.1 Índice de qualidade de águas costeiras – IQAC	489
4.1.2 Atendimento aos padrões de qualidade de água.....	496
4.1.3 Índice de Estado Trófico Costeiro - IETC	501
4.1.4. Qualidade microbiológica	504
4.2 Qualidade dos Sedimentos	506
4.2.1 Qualidade química	506
4.2.2 Avaliação ecotoxicológica dos sedimentos	510
4.2.3 Qualidade microbiológica dos sedimentos.....	514
5 • Emergências Químicas em Águas Costeiras	521
5.1 Panorama das principais ocorrências no litoral paulista	521
5.1.1 Atividade portuária	523
5.1.2 Outras fontes de origem marítima.....	527
5.1.3 Manchas de origem desconhecida	528
5.1.4 Dutos, terminais terrestres e instalações industriais.....	529
5.1.5 Outras fontes de origem terrestre.....	530
5.2 Produtos envolvidos e estimativa de volume liberado ao mar	532
5.3 Ocorrências em 2014	532
Conclusões.....	535
Referências.....	537
Anexo.....	CD
Anexo A – Legislações.....	CD
Apêndices.....	CD
Apêndice A – Relação dos Postos Pluviométricos	CD
Apêndice B – Chuvas nas UGRHI.....	CD
Apêndice C – Índices de Qualidade das Águas.....	CD
Apêndice D – Significado Ambiental e Sanitário das Variáveis de Qualidade	CD
Apêndice E – Relação de variáveis por ponto de amostragem da Rede Básica.....	CD
Apêndice F – Localização dos pontos de amostragem por UGRHI	CD
Apêndice G – Pontos por corpo hídrico	CD
Apêndice H – ÍNDICE DE ABRANGÊNCIA ESPACIAL DO MONITORAMENTO (IAEM)	CD
Apêndice I – Dados das Variáveis de Qualidade das Águas e dos Sedimentos.....	CD
Apêndice J – Perfis de Temperatura e Oxigênio	CD
Apêndice K – Médias dos Índices 2009 a 2014.....	CD
Apêndice L – Classificação semanal e resultados analíticos de Balneabilidade de Rios e Reservatórios	CD
Apêndice M – Dados de vazão, fósforo e DBO utilizado na análise dos perfis de IQA, IVA e respectivas cargas	CD
Apêndice N – Atendimentos de ocorrências de mortandade de peixes realizados em 2014 pela CETESB	CD

Introdução

As águas costeiras, muito utilizadas para recreação de contato primário e secundário, também abrigam fauna e flora importantes no ecossistema marinho. As águas próximas ao litoral são as mais produtivas do oceano, pois recebem a contribuição de nutrientes carreados pelos rios, 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 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*.

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

Resolução CONAMA 357/05

A Res. CONAMA 357/05 é o resultado do processo de revisão da Res. CONAMA 20/86 iniciado em 2002, e que foi concluído em março de 2005. A publicação da Res. 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, o que permite a identificação de condições de eutrofização do ambiente;
- 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: de acordo com a Res. Conama 357/05 existem 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 ‰;

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 à

- a) a recreação de contato primário, conforme Res. CONAMA 274/00;
 - b) a proteção das comunidades aquáticas; e
 - c) a aquicultura e a atividade de pesca;
- e para as águas salobras, ainda:
- d) ao abastecimento para consumo humano após tratamento convencional ou avançado; e
 - e) a irrigação de hortaliças que são consumidas cruas e de frutas que se desenvolvam rentes ao solo e que sejam ingeridas cruas sem remoção de película, e a irrigação de parques, jardins, campos de esporte e lazer, com os quais o público possa vir a ter contato direto.

Classe 2: são aquelas destinadas a:

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

Classe 3: são águas destinadas à:

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

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

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

Aspectos do balanço hídrico nas UGRHs do litoral

A avaliação da disponibilidade hídrica no litoral do Estado de São Paulo foi realizada tomando-se as médias mensais dos valores registrados nos postos pluviométricos nas UGRHs da região (Apêndice A). Os gráficos a seguir mostram a chuva anual e as chuvas mensais de 2014 comparadas à média histórica de 20 anos (1993-2013).

Gráfico 1 – Intensidades de chuva mensais e anuais na UGRHI 3 – Litoral Norte em 2014.

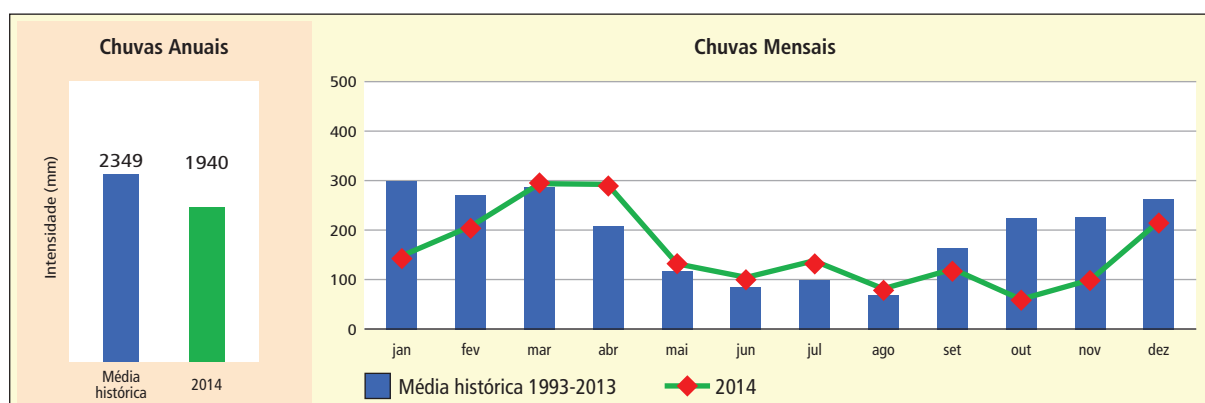


Gráfico 2 – Intensidades de chuva mensais e anuais na UGRHI 7 – Baixada Santista em 2014.

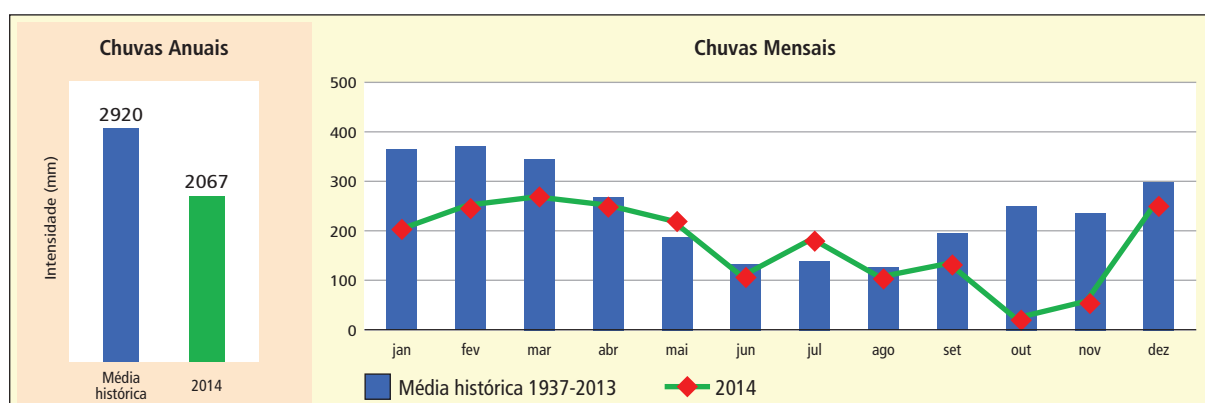
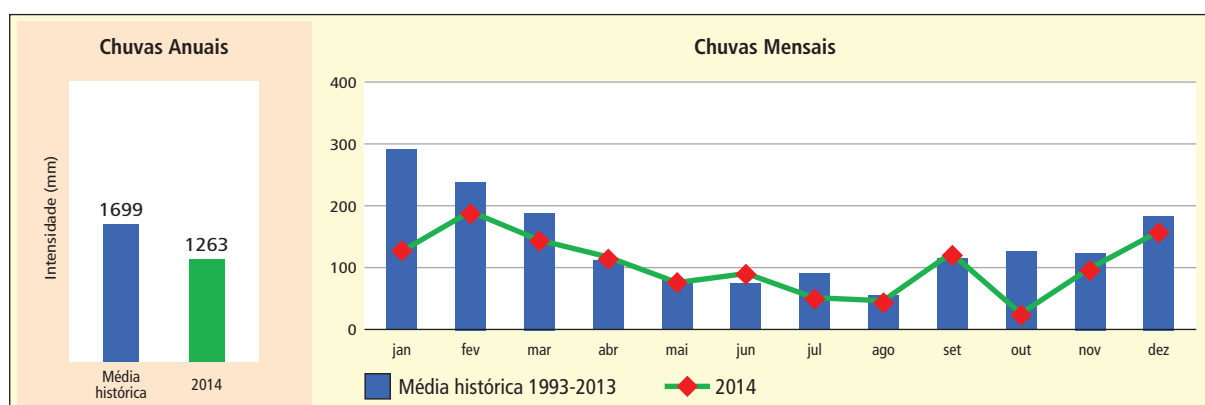


Gráfico 3 – Intensidades de chuva mensais e anuais na UGRHI 11 – Ribeira de Iguape/Litoral Sul em 2014.



O Gráfico 1, com a intensidade de chuvas no Litoral Norte em 2014, mostra que nos meses mais secos (de abril a agosto), ocorreram chuvas um pouco acima da média histórica, em compensação, nos demais meses, choveu abaixo da média, com destaque para outubro, com menos da metade da chuva média para o mês. No acumulado anual choveu 83% da média.

No Gráfico 2, sobre as chuvas da Baixada Santista, nota-se que exceção feita aos meses de maio e julho, todos os demais tiveram chuvas abaixo da média histórica, novamente com destaque para o mês de outubro e também para novembro, com índices de chuva muito inferior à média para estes meses. No total anual observa-se redução de 30% em relação à média.

O Gráfico 3, da UGRHI 11 mostra o total de chuvas de toda a região e não apenas dos municípios litorâneos, contudo, é possível observar que na maioria dos meses ocorreram chuvas em volume inferior ao da média histórica. O total anual foi 75% da média.

Analisando as três UGRHIs, nota-se um segundo semestre mais seco para todas, com destaque para o mês de outubro. Nota-se também que a maior redução ocorreu na Baixada Santista, (UGRHI 7), onde choveu 850 mm a menos do que o esperado para o ano, as demais regiões foi por volta de 400 mm a menos. Essa chuva em menor escala pode influenciar nos resultados de algumas variáveis, uma vez que interfere no volume de água que aporta às águas costeiras, interferindo na diluição de alguns poluentes.

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.

Estações de tratamento de esgoto e Estações de pré-condicionamento no litoral.

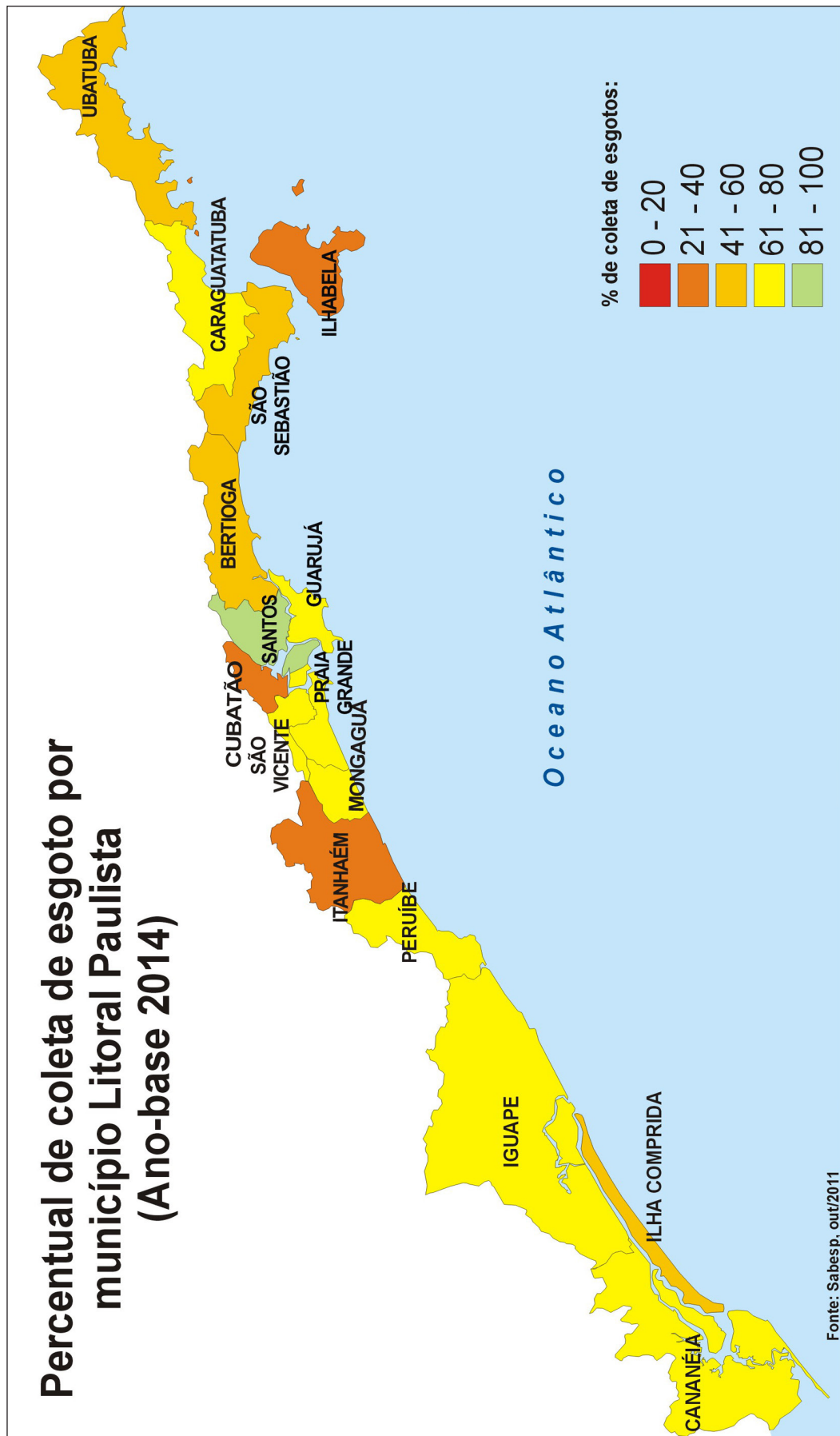
Município	ETE / EPC	Município	ETE / EPC
Ubatuba	Taquaral (CDHU)	Bertioga	Vista Linda
	Ipiranguinha		Vila Agaó
	Principal	Guarujá	Vila Zilda (EPC)
	Enseada (EPC)		Vicente de Carvalho
	Toninhas	Santos	José Menino (EPC)
Caraguatatuba	Massaguaçu	São Vicente	Humaitá
	Martin de Sá		Samaritá
	Indaiá	Praia Grande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

Com relação à população atendida por coleta de esgoto, 8 municípios têm mais de 60% da população servida por rede. No Litoral Norte esse índice fica em torno de 48% sendo que desses, 38% são tratados. Na Baixada Santista, 71% da população tem seu esgoto coletado e 17% tratado e no Litoral Sul, 61% é coletado e 61% é tratado. Nota-se que alguns municípios ainda apresentam insuficiência de infraestrutura em saneamento básico.

Outro índice utilizado para análise do saneamento básico em um município é o ICTEM (Índice de Coleta e Tratabilidade de Esgotos da População Urbana de Municípios). Os municípios com maiores ICTEM do litoral no ano de 2014 são Mongaguá (7,30), Peruíbe (7,03) e, no Litoral Norte, Caraguatatuba (6,74). Por outro lado, o município de Ilhabela é o que possui o menor ICTEM do litoral paulista (0,98), resultado do pequeno percentual de coleta de esgotos e do tipo de destinação por meio de emissário submarino sem tratamento primário. Na Baixada Santista, os municípios com menor ICTEM são Praia Grande com 2,21 e Santos, com 1,67, também por se utilizarem de emissários submarinos.

Ressalta-se que para o cálculo do ICTEM a CETESB considera nulo o tratamento quando se trata de disposição oceânica, uma vez que os efluentes enviados aos emissários submarinos não são submetidos a tratamento prévio ao lançamento, ocorrendo apenas o Pré-Condicionamento para remoção de sólidos, por meio de gradeamento, peneiras e caixa de areia, e eventual cloração.

Mapa de percentual de coleta de esgoto no Litoral Paulista – 2014.



1 • Conceitos e Metodologia

1.1 Legislação pertinente

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

a) Convenção das Nações Unidas sobre o Direito do Mar (CNDUM) - 10/12/1982)

Assinada em 10/02/1982, esta convenção internacional define os conceitos e estabelece os limites para assuntos marítimos que devem servir de orientação para os países costeiros. Essa convenção foi ratificada pelo Brasil em 1988 e serviu de base para a legislação brasileira recente. Ela determina, dentre outras coisas as características das zonas marinhas definidas como¹:

- 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 te soberania sobre esse espaço.
Zona Contígua	12 milhas adicionais a partir do Mar Territorial.	O país tem direito de controlar imigração, alfândega e poluição.
Zona Econômica Exclusiva	Estende-se até 200 milhas náuticas a partir da costa.	Direitos de soberania para fins de exploração e aproveitamento, conservação e gestão dos recursos naturais das águas sobrejacentes ao leito do mar, do leito do mar ao seu subsolo.
Plataforma Continental	Compreende o leito e o subsolo das áreas submarinas até a borda da margem continental. No mínimo 200 milhas náuticas até 350 milhas náuticas da costa.	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 Fonte: <http://bo.io.gov.br/mo/bo/ii/207/30/aviso19-01.asp>

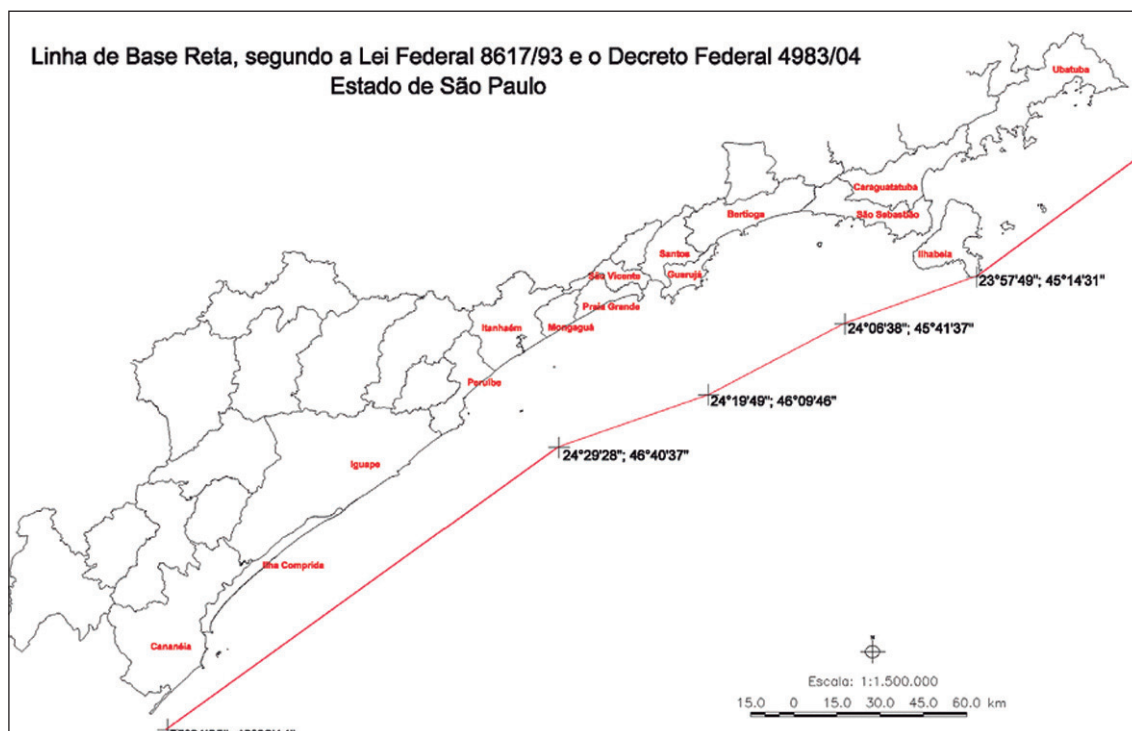
Figura 1.1 – Limites estabelecidos pela Convenção das Nações Unidas sobre o Direito do Mar.

b) Lei Nº 8.617, de 4 de janeiro de 1993

Esta lei dispõe sobre o mar territorial, a zona contígua, a zona econômica exclusiva e a plataforma continental brasileiros, ela “nacionaliza” para o Estado brasileiro os termos da Convenção das Nações Unidas sobre o Direito do Mar delimita nosso mar territorial 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.

Somente em 2004, o **Decreto Federal 4983** determinou as coordenadas geográficas para a delimitação da linha de base reta (Figura 1.2).

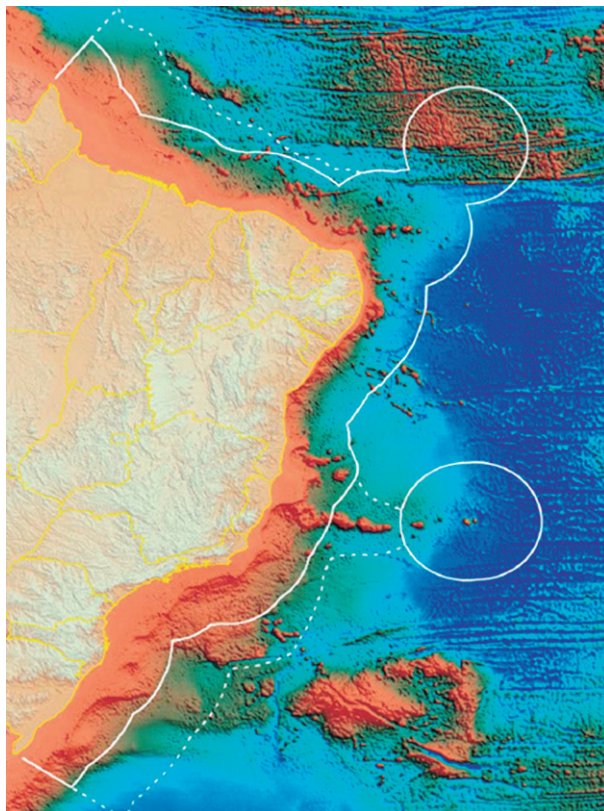
Figura 1.2 – Linha de base reta no litoral de São Paulo.

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 determina os mesmos limites da Convenção das Nações Unidas sobre o Direito do Mar, e também determina que o Brasil tem o direito exclusivo de exploração, pesquisa científica, uso dos recursos naturais, e para autorização e regulamentação de perfurações.

Figura 1.3 – Plataforma continental brasileira.

Cavalcanti, Vanessa Maria Mamede

Plataforma continental : última fronteira da mineração brasileira /
Vanessa Maria Mamede Cavalcanti. - Brasília: DNPM, 2011. 104 p. : il.

Linha contínua: limite da plataforma continental brasileira.

Pontilhado: área reivindicada pelo Brasil à Comissão de Limites da Plataforma Continental (CLPC) da ONU

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

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

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

I - recursos naturais, renováveis e não renováveis; recifes, 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.

d) Decreto 5.300/04 – Regulamentação do Plano Nacional de Gerenciamento Costeiro

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

- Limites da Zona Costeira:

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

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

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

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

- Sobre as praias, o artigo 21º estabelece:

Art. 21. 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.

- o artigo 23º estabelece os limites da orla marítima:

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

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

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

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

e) Projeto Orla²

O Projeto de Gestão Integrada da Orla Marítima (Projeto Orla) é uma ação conjunta entre o Ministério do Meio Ambiente e o Ministério do Planejamento, Orçamento e Gestão que foi implantado em 2001. Tem por objetivos o ordenamento dos espaços litorâneos sob domínio da União, aproximando as políticas ambiental e patrimonial, com ampla articulação entre as três esferas de governo e a sociedade. Este projeto já capacitou 58 municípios em 14 Estados.

f) Lei 10.019/98 - Plano Estadual de Gerenciamento Costeiro (PEGC)

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

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

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

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

Como instrumentos de gestão foram previstos, de acordo com o artigo 9:

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

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

2 Fonte: <http://www.mma.gov.br/gestao-territorial/gerenciamento-costeiro/projeto-orla>.

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

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

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

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

g) Decreto das APAs marinhas

Em 2008 foram criadas pelo governo estadual três Áreas de Proteção Ambiental – APAs – Marinhas que cobrem quase metade do litoral paulista. O processo contou com ampla consulta pública a todos os segmentos da sociedade direta ou indiretamente envolvidos. O objetivo das áreas de proteção criadas 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.

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/>

h) Legislação sobre a Maricultura:

Em nível nacional existe a Resolução CONAMA Nº 413/2009 que dispõe sobre o licenciamento ambiental da aquicultura, e dá outras providências.

No Estado de São Paulo há o Decreto 60.582 de 26 de junho de 2014.

1.2 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 (5 áreas).

1.3 Qualidade das águas

Há inúmeros fatores que influenciam a qualidade das águas costeiras. A figura 1.4 exemplifica esses fatores.

Figura 1.4 – Fatores que influenciam a qualidade das águas costeiras.



As variáveis selecionadas para a avaliação da qualidade das águas salinas e salobras abrangem os principais critérios estabelecidos na Resolução CONAMA 357/05 e estão listadas na Tabela 1.2. 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, uma vez que o enquadramento dessas águas não foi realizado.

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.

Tabela 1.2 – Variáveis determinadas na água.

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

(*) Análises realizadas somente em 4 locais, com amostras de água superficial (São Sebastião, Saco da Ribeira, Cocanha e Canal de Piaçaguera)

1.4 Qualidade dos sedimentos

Devido à sua natureza dinâmica, amostras de água das regiões marinhas podem não refletir o nível de poluição real do ambiente. Os poluentes podem sofrer diluição 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. As variáveis determinadas no sedimento encontram-se listadas na Tabela 1.3.

Para a avaliação da qualidade dos sedimentos foram coletadas amostras em pontos coincidentes com os de amostragem de água. Nessas amostras de sedimento superficial, foram realizadas determinações de variáveis físicas, químicas, microbiológicas e ecotoxicológicas similares às da coluna d'água.

Com relação à avaliação ecotoxicológica, foram realizados dois tipos de ensaio com o sedimento das 20 áreas monitoradas:

- a) Teste de toxicidade crônica com *Lytechinus variegatus* (ouriço-do-mar), que consiste na exposição dos ovos às amostras da interface sedimento/água, durante a totalidade do período de desenvolvimento embrionário, que é de 24 a 28 horas (ABNT, 2012) e,
- b) Teste de toxicidade aguda com *Leptocheirus plumulosus* (anfipodo), que consiste na exposição de jovens à amostra de sedimento por um período de 10 dias (ABNT, 2008, com modificação). Nos dois casos, 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).

Para estas análises, foram coletadas amostras compostas de sedimento nas áreas adjacentes do Emissário de Santos, Emissário Praia Grande 1, Emissário do Guarujá, Picinguaba, Baía de Itaguá, Rio Itanhaem, Mar Pequeno, Rio Itaguapé, Barra do Una, Cocanha e Tabatinga. No Canal de Santos, Canal de São Vicente, Canal de Piaçaguera, Canal de São Sebastião, Canal de Bertioga, Baía de Caraguatatuba, Peruibe, Mar de Cananéia e Saco do Ribeira foram coletadas três amostras distintas de cada área e duas amostras no Canal de Piaçaguera. Salienta-se que o ensaio com *Leptocheirus plumulosus* foi realizado com amostras de sedimento de algumas áreas e apenas no primeiro semestre.

Tabela 1.3 – Variáveis determinadas no sedimento.

Variáveis	Descrição	
Físicos	Granulometria, Umidade, Sólidos.	
Químicos	Nutrientes	Carbono Orgânico total (COT) 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
	Outros	pH, Potencial Redox (E_H)
Microbiológicos	Coliformes Termotolerantes	<i>Clostridium perfringens</i>
Ecotoxicológico	Teste de Toxicidade Crônica de curta duração com ouriço <i>Lytechinus variegatus</i> e Teste de Toxicidade Aguda com anfípodo <i>Leptocheirus plumulosus</i>	

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).

1.5 Índices de Qualidade de Água

1.5.1 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 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.

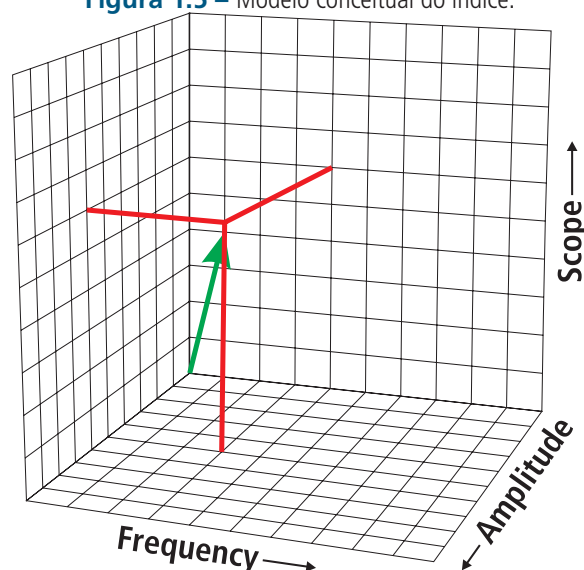
Com esse objetivo foi empregada a metodologia do Índice de Qualidade elaborado pelo CCME - *Canadian Council of Ministers of the Environment* (2001), pois se trata de uma ferramenta devidamente testada e validada com base estatística e aplicável também para águas salinas e salobras.

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 três fatores principais que se referem às desconformidades em relação a um padrão legal ou valor de referência.

1. Parâmetros ou abrangência (Scope)
2. Frequência (Frequency)
3. Amplitude

Figura 1.5 – 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. Na tabela 1.4 são apresentados os parâmetros selecionados para compor o índice.

Tabela 1.4 – parâmetros que compõem o IQAC.

Parâmetros	unidade	água salina	água salobra
pH		6,5 a 8,5	6,5 a 8,5
OD	mg/L	6,0	5,0
fósforo total	mg/L	0,062	0,124
COT	mg/L	3,0	3,0
nitrogênio amoniacal	mg/L	0,4	0,4
fenóis totais	mg/L	0,06	0,003
clorofila <i>a</i>	µg/L	2,5	10
enterococos	UFC/100 mL	100	100
coliformes termotolerantes	UFC/100 mL	1000	1000

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.

3. Amplitude da desconformidade

Este fator (denominado F_3) 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 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.

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 1.5.

Tabela 1.5 – Valores e classificação para cada faixa do IQAC.

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

1.5.2 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 1.6).

Tabela 1.6 – 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 1.6) 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 1.7.

Figura 1.6 – Resultados dos quartis 25%, 50% e 75% para clorofila *a*, ambiente marinho (superfície, meio e fundo).

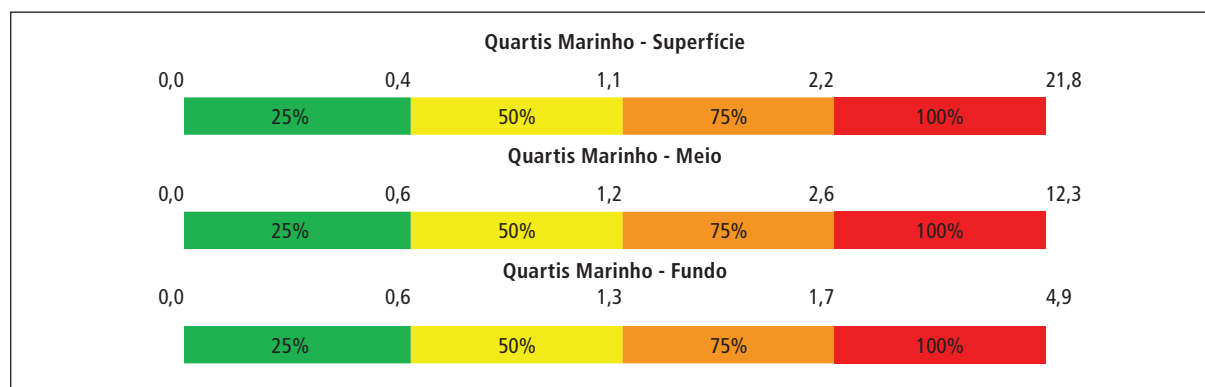


Figura 1.7 – Proposta de classificação do ambiente marinho com base nas concentrações de clorofila *a*.

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

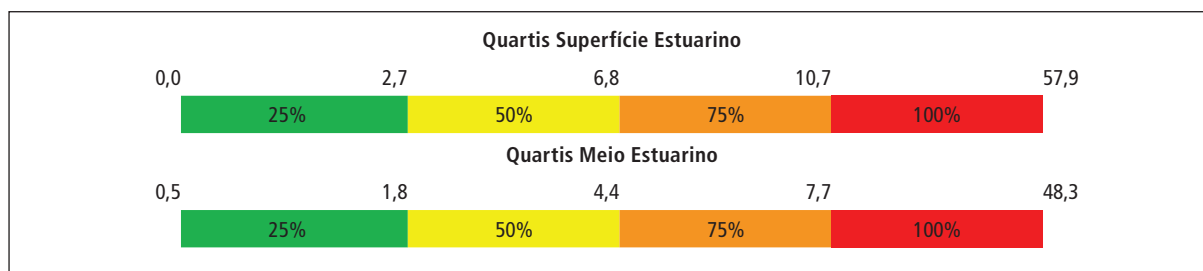
IETC para ambientes estuarino

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 1.7).

Tabela 1.7 – 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 1.8.

Figura 1.8 – 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 1.9.

Figura 1.9 – 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.

1.6 Índices de qualidade de sedimento

1.6.1 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 PEL, 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 1.8. Assim, considerou-se a pior situação dentro da série de contaminantes avaliados, quando as concentrações encontradas superaram 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 1.8 – 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	<10	≥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

1.6.2 Índice de Qualidade Ecotoxicológica do Sedimento

A tabela 1.9 apresenta cinco faixas de classificação onde as amostras que não apresentam diferença significativa em relação ao controle, ou seja, ausência de toxicidade, são classificadas como Ótimas. Por outro lado, a intensidade dos efeitos observados em cada tipo de ensaio (agudo ou crônico), refletida através da porcentagem de ocorrência de larvas normais nos ensaios com *Lytechinus variegatus* (crônico) ou na porcentagem de mortalidade com *Leptocheirus plumulosus* (agudo) foi utilizada para a classificação das amostras consideradas tóxicas.

Tendo em vista a proteção do ambiente, quando o resultado dos dois ensaios apresentaram classificações diferentes para uma mesma amostra, foi utilizado o índice mais restritivo, primeiramente em cada campanha e posteriormente na classificação anual.

Tabela 1.9 – Classificação das amostras de acordo com os resultados ecotoxicológicos.

Classificação	<i>Leptocheirus plumulosus</i>	<i>Lytechinus variegatus</i>
Ótimo	Não tóxico ^(a)	Não tóxico ^(a)
Bom	-	71 a 80% de larvas normais
Regular	-	51 a 70% de larvas normais
Ruim	Mortalidade <50% ^(b)	26 a 50% de larvas normais
Péssimo	Mortalidade ≥50%	Até 25% de larvas normais

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

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

1.6.3. 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 (CTt).

Os coliformes termotolerantes são os microrganismos de primeira escolha para avaliação da poluição de origem fecal no ambiente, uma vez que são constituídos predominantemente pela bactéria *Escherichia coli*, considerada atualmente o indicador mais adequado. Os clostrídios, também constituintes da flora fecal humana e de animais de sangue quente, são considerados importantes indicadores biológicos e a sua presença pode ser natural ou causada por descargas de origem antrópica. Por serem microrganismos produtores de esporos são capazes de resistir por muito mais tempo no ambiente em comparação aos coliformes termotolerantes. *Clostridium perfringens* é usado como indicador de poluição fecal remota. Sabe-se que a concentração desta espécie diminui com a profundidade e com a distância das fontes de esgoto.

Neste monitoramento, esses indicadores foram analisados pela Técnica de Tubos Múltiplos, e, portanto, as concentrações nas amostras de sedimento são expressas em “Número Mais Provável” (NMP) por 100 gramas de amostra. A interpretação dos resultados pode ser de difícil compreensão já que não existem padrões ou valores orientadores para microrganismos neste compartimento, e *C. perfringens* tem sido sempre detectado em concentrações bastante elevadas em todas as amostras de sedimento. Assim, a fim de interpretar esta informação, foi elaborada uma proposta tentativa de classificação em cinco categorias utilizando-se os resultados obtidos desde 2006 em várias regiões do litoral. Para a definição das classes foram levadas em consideração algumas características das regiões do litoral, como o nível de impacto (baixo impacto: Cocanha e Mar de Cananéia; médio impacto: Saco da Ribeira e Canal de São Sebastião; alto impacto: Canal de Santos, Canal de São Vicente e Canal de Bertioga), 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 1.10 apresenta esta classificação.

Figura 1.10 – Classificação para os parâmetros microbiológicos.

Categoria	CTt	<i>Clostridium perfringens</i>
Ótimo	≤ 200	≤ 10.000
Bom	≤ 500	≤ 50.000
Regular	≤ 1.000	≤ 100.000
Ruim	≤ 10.000	≤ 500.000
Péssimo	> 10.000	> 500.000

2 • Rede Costeira

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

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

A rede de qualidade das águas salinas e salobras, denominada Rede Costeira, foi criada em 2010 com o intuito de monitorar a qualidade das águas para esses outros usos. Esse foi o ponto de partida para a escolha das atuais 20 áreas (62 pontos) de amostragem distribuídas pelo litoral, 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 2014 foi incluído um ponto no Canal de Santos, perfazendo um total de 4 pontos e 2 pontos no Canal de Piaçaguera.

Na Tabela 2.1 encontra-se a distribuição dessas áreas por município.

Tabela 2.1 – Pontos de monitoramento das águas salinas e salobras por município.

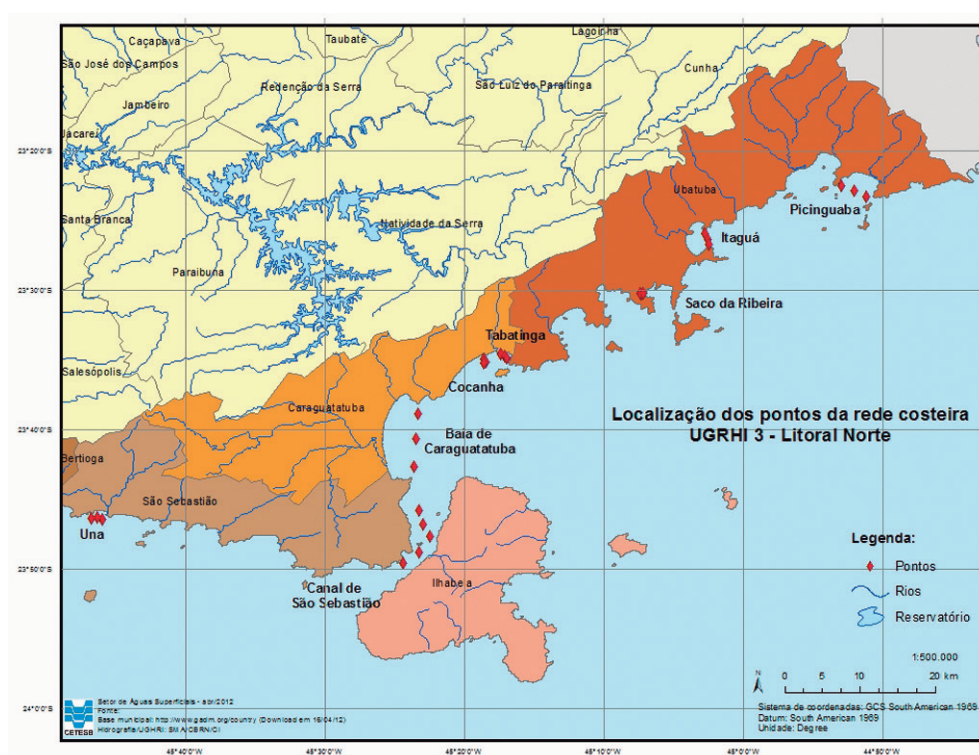
Município	Balneabilidade	Cursos d'água	Rede Costeira
Ubatuba	26	56	9
Caraguatatuba	15	25	9
São Sebastião	29	82	8
Ilhabela	15	33	-
Bertioga	9	77	6
Guarujá	11	43	3
Cubatão	1	-	2
Santos	7	8	7
São Vicente	6	9	3
Praia Grande	12	156	3
Mongaguá	6	26	-
Itanhaém	10	42	3
Peruíbe	6	30	3
Iguape	1	-	3
Ilha Comprida	4	18	-
Cananéia	-	-	3
Total	158	605	62

1 Os resultados de balneabilidade e qualidade dos cursos d'água encontram-se no Relatório de Qualidade das Praias Litorâneas no Estado de São Paulo – 2014.

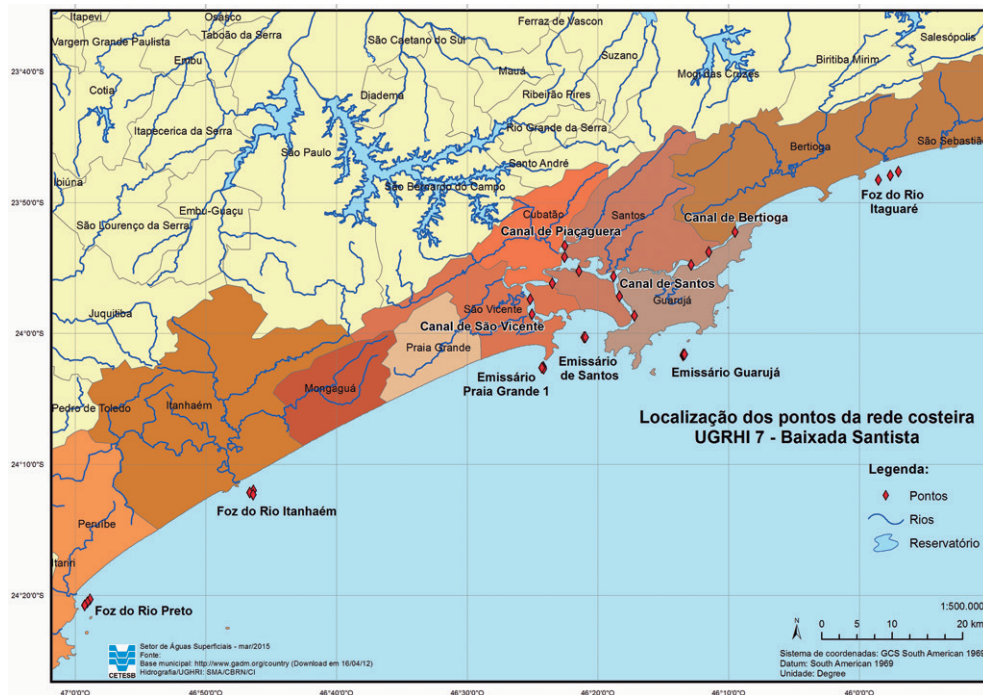
Para a determinação de cada um dos pontos de amostragem após a escolha da área a ser monitorada, foi realizada uma primeira visualização do local a partir das imagens do Google Earth, de onde foram extraídas as coordenadas geográficas. Em campo, com o uso de GPS, esses pontos foram localizados e analisados 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 da poluição destes rios na região costeira. As distâncias dos locais de amostragens variam de 1 a 3 km da costa, exceção feita aos emissários de Santos e do Guarujá (aproximadamente 4 km da costa) em profundidades em torno de 10 metros em média. Os Mapas 2.1, 2.2 e 2.3 mostram as áreas e os pontos de amostragem nas três UGRHs do litoral.

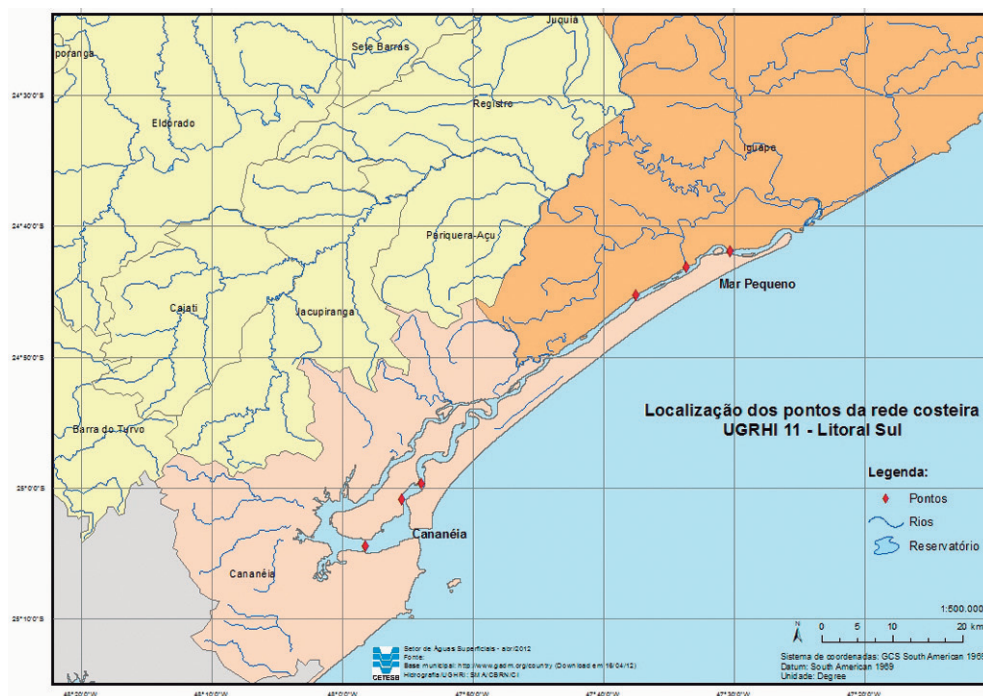
Mapa 2.1 – Áreas do monitoramento da rede costeira no Litoral Norte.



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



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

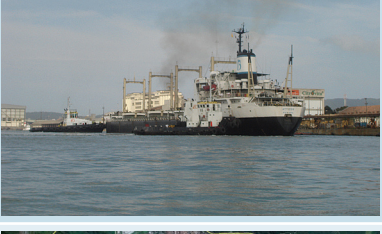


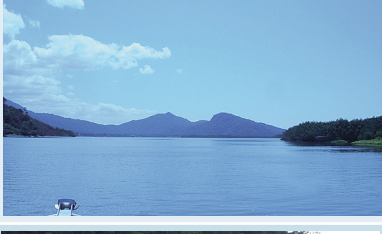
A Tabela 2.2 descreve os locais de amostragem que compõe a rede costeira e os principais usos da água, distribuídos pelos municípios litorâneos.

Tabela 2.2 – Locais de amostragem².

Município	Local	Justificativa	Registro Fotográfico
Ubatuba	Picinguaba	Área de preservação ambiental	
	Baía de Itaguá	Área de influência de ocupação urbana contínua, com predomínio de população fixa e atividades de comércio e serviços	
	Saco da Ribeira	Existência de marinas	
Caraguatatuba	Tabatinga	Uso intenso da água por banhistas e para ancoragem de embarcações	
	Cocanha	Área de maricultura	
	Baía de Caraguatatuba	Área de influência de ocupação urbana contínua, com predomínio de população fixa e atividades industriais, de comércio e serviços	

2 Fotos: acervo EQAL.

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 Fósforo	

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 2.3 contém as coordenadas dos pontos da Rede Costeira.

Tabela 2.3 – Coordenadas dos pontos.

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"	46° 22' 31,24"
		2	359.959	7.355.860	23° 54' 9,84"	46° 22' 32,61"
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	361.864	7.353.914	23° 55' 12,6"	46° 21' 25,7"
		4	366.363	7.353.172	23° 55' 39,20"	46° 18' 47,06"
	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"

Município	Local	Ponto	UTM		LAT (S)	LONG (W)
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

Abaixo, uma descrição mais detalhada dos locais de amostragem:

a) 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. A Figura 2.1 (a) mostra os três pontos de coleta, há aproximadamente 2,5 km da praia.

b) 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. A Figura 2.1 (b) mostra os locais de amostragem há aproximadamente 2,5 km da costa.

c) Saco da Ribeira – Marinas

A Marina Pier do Saco da Ribeira é pública, administrada pela Fundação Florestal e oferece serviços de garagem náutica, atracação para carga e descarga, pesca e transporte para o Parque Estadual da Ilha Anchieta, além de postos de abastecimento flutuantes para embarcações; abriga também uma base do Instituto Oceanográfico da Universidade de São Paulo. Está localizada no interior da Baía do Flamengo, no trecho sul do município de Ubatuba, onde predomina uma ocupação descontínua por população flutuante; apresenta grande concentração de estabelecimentos voltados para o turismo e atividade náutica, devido à instalação de píeres e atracadouros. Em decorrência do intenso uso e ocupação, sua praia foi praticamente extinta, reduzida a poucos metros de faixa de areia. A Figura 2.1 (c) mostra a localização dos pontos de amostragem; nessa Figura também é possível observar a grande quantidade de embarcações ancoradas.

d) 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. Fez-se então necessário monitoramento sistemático para acompanhamento da qualidade da água marinha. A Figura 2.1 (d) apresenta os pontos de monitoramento, há aproximadamente 800 m da costa e também é possível observar inúmeras embarcações ancoradas.

e) 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. A Figura 2.1 (e) mostra os pontos de amostragem.

f) 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. A Figura 2.1 (f) mostra os locais de amostragem há aproximadamente 2,5 km da costa.

g) 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), além da existência do Porto de São Sebastião. A Figura 2.1 (g) mostra a localização dos pontos de amostragem. Por se tratar de um local abrigado e de grande profundidade, nele localiza-se além do terminal aquaviário da Petrobrás, o Porto de São Sebastião.

h) 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. O objetivo do monitoramento sistemático é avaliar a influência das águas do Rio Una na área costeira. A Figura 2.1 (h) apresenta os pontos de monitoramento.

i) 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 (i), que mostra os pontos de amostragem, 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, o Parque Estadual Restinga de Bertiooga, que abriga áreas de restinga em todo o município de Bertiooga, e toda a extensão do Rio Itaguapé.

j) Canal de Bertiooga

O Canal de Bertiooga é o maior canal da baixada santista (24 km de extensão) e tem seus principais limites nas suas duas desembocaduras, localizando-se entre o continente e a Ilha de Santo Amaro. 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 várias marinas no canal incluindo postos de abastecimento para embarcações. A Figura 2.1 (j) mostra os pontos de amostragem.

l) Área de influência do emissário do Guarujá

A enseada do Guarujá, de geometria alongada, é um ambiente costeiro de plataforma continental aberta. Em 1998 foi iniciada a operação do sistema de disposição final 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). A Figura 2.1 (l) mostra os pontos de amostragem.

m) Canal de Piaçaguera

O Canal de Piaçaguera é 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. A figura 2.1 (m) mostra a localização dos pontos.

n) Canal de Santos

O Canal de Santos tem cerca de 15 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. Encontram-se, ainda, algumas manchas de manguezal, principalmente na margem esquerda e próximo ao terminal de graneis líquidos (ponto 3). A Figura 2.1 (n) mostra a localização dos pontos de amostragem.

o) Canal de São Vicente

O Canal de São Vicente localizado na Baixada Santista é, juntamente com o Canal de Santos, destinatário das águas provindas dos rios da região estuarina como o Cubatão, o Perequê, o Piaçaguera e o Casqueiro. O Canal recebe também as águas dos rios Santana, Mariana e 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 Sambaíatuba” (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 (o) mostra os pontos de amostragem.

p) 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 Monduba a leste e uma profundidade média de 5 a 10 metros. Ao norte, é delimitada pelas praias de Santos e São Vicente. Recebe águas dos estuários de Santos e São Vicente, 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 nos estuários quanto através do emissário submarino cuja saída do efluente está localizada a 4 km da costa, no centro da baía. Todos esses fatores contribuem para que este local se apresente bastante impactado. A Figura 2.1 (p) mostra os pontos de amostragem.

q) Área de influência do Emissário de Praia Grande 1

A Praia Grande é uma região de plataforma continental aberta e está sob 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 54% 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 dois emissários: Subsistema 1 e 2.

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. Ambos os subsistemas realizam o gradeamento e desinfecção do esgoto. A Figura 2.1 (q) mostra os pontos de amostragem.

r) 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. A Figura 2.1 (r) mostra os pontos de amostragem.

s) 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. A Figura 2.1 (s) mostra os pontos de amostragem.

t) Mar Pequeno

O Mar Pequeno separa a Ilha Comprida do município de Iguape na parte continental. É uma área rica em manguezais e berço para várias espécies marinhas e aves aquáticas. A área localiza-se próximo a diversas unidades de conservação como a Estação Ecológica Juréia Itatins e Áreas de Proteção Ambiental de Ilha Comprida. Recebe as águas do Rio Ribeira de Iguape, por meio do Valo Grande, no centro urbano de Iguape.

O Valo Grande é um canal artificial inaugurado em 1855 cujo objetivo era encurtar o caminho das canoas que traziam arroz para carregamento no porto marítimo de Iguape, bastante importante para a economia local. Originalmente com 4 metros de largura, foi sofrendo forte e rápida erosão provocada pelas águas do Rio Ribeira. Os sedimentos carregados para o Mar Pequeno assorearam o porto marítimo inutilizando-o para operações no final do século XIX. O aumento da água doce provocou sensíveis mudanças no ambiente local tanto na temperatura quanto na salinidade, turbidez e mesmo na comunidade aquática, fonte de renda para muitos ribeirinhos. Por sua vez, o Rio Ribeira com apenas 1/3 de suas águas chegando até a foz, também sofreu assoreamento e grandes mudanças no sistema hídrico. Obras para contenção da erosão provocada pelo Valo Grande foram realizadas, contudo nenhuma delas obteve o sucesso esperado e outras nem chegaram ao término por alegação de falta de recursos financeiros. Hoje, o Valo Grande possui mais de 200 metros de largura em alguns trechos, recebe 2/3 das águas do Rio Ribeira e é uma grande influência no ambiente aquático do Mar Pequeno. A Figura 2.1 (t) mostra os pontos de amostragem.

u) Mar de Cananéia

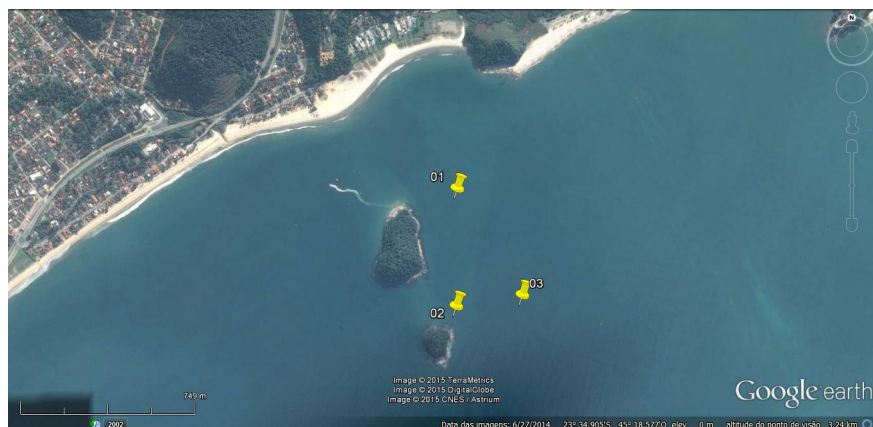
O município de Cananéia situa-se no extremo sul do litoral paulista, e é formado por inúmeras ilhas: Cananéia (sede), Cardoso, Bom Abrigo, Filhote, Cambriú, Castilho, Figueira, Casca e Pai do Mato.

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. A Figura 2.1 (u) mostra os pontos de amostragem.

Figura 2.1 – Localização dos pontos de amostragem da rede costeira.



(e) Cocanha



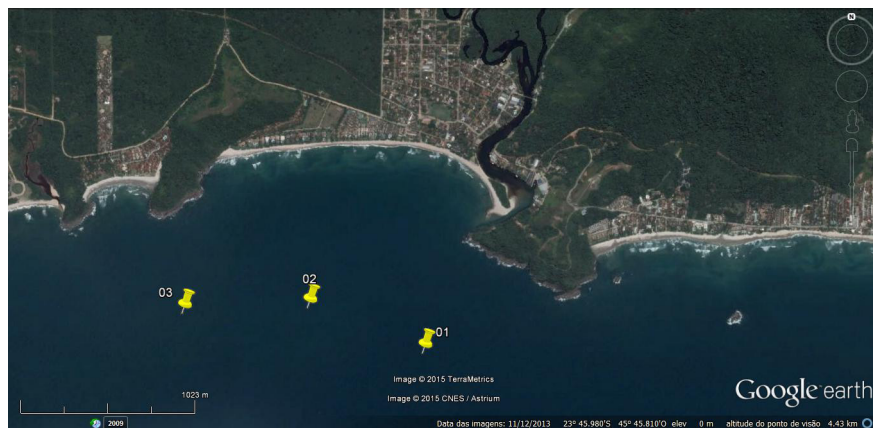
(f) Baía de Caraguá



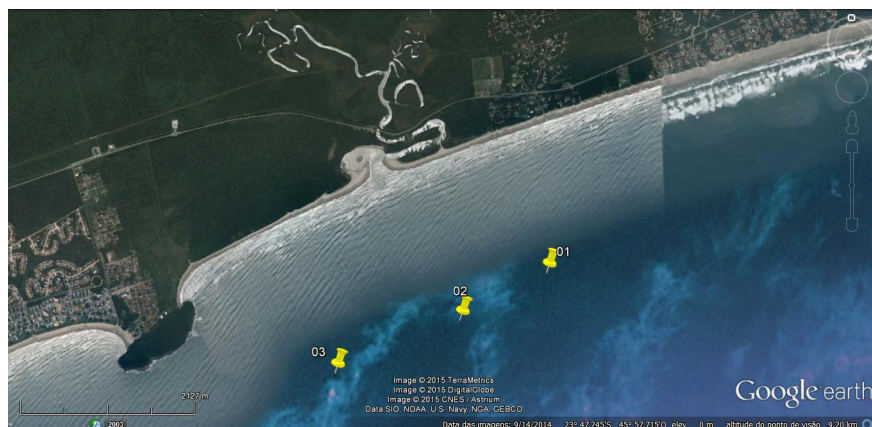
(g) Canal de São Sebastião



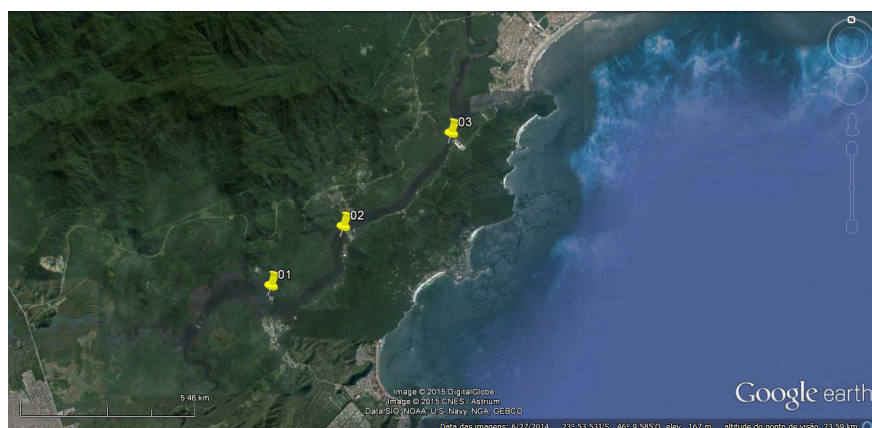
(h) Barra do Una



(i) Foz do Rio Itaguapé



(j) Canal de Bertioga



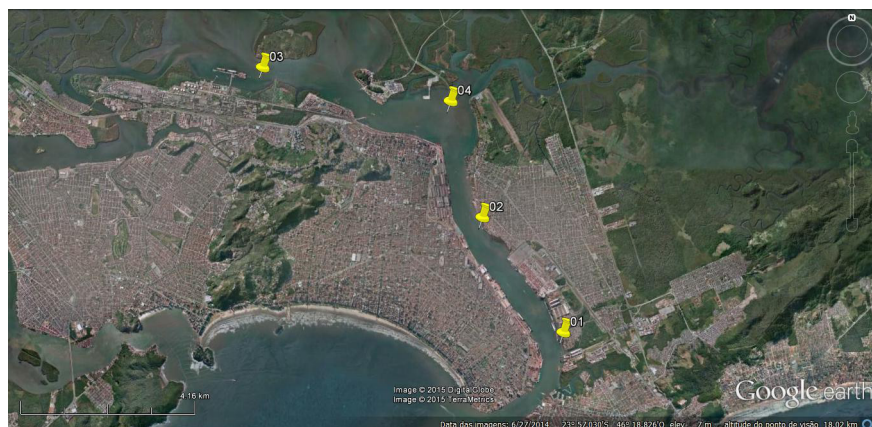
(l) Emissário do Guarujá



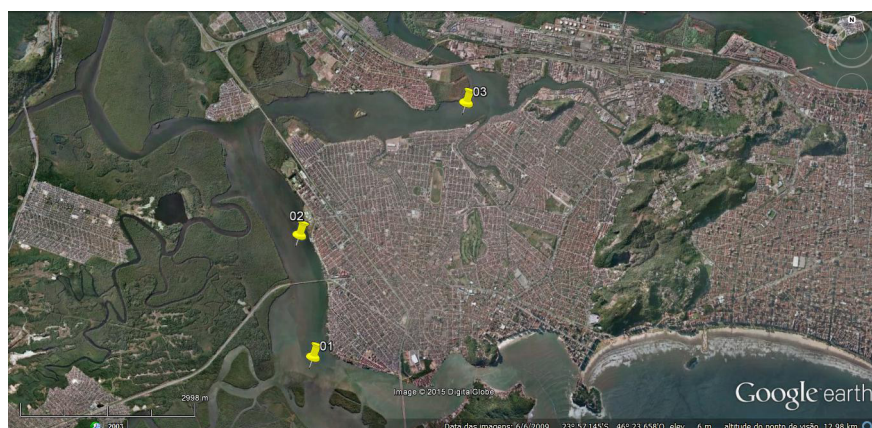
(m) Canal de Piaçaguera



(n) Canal de Santos



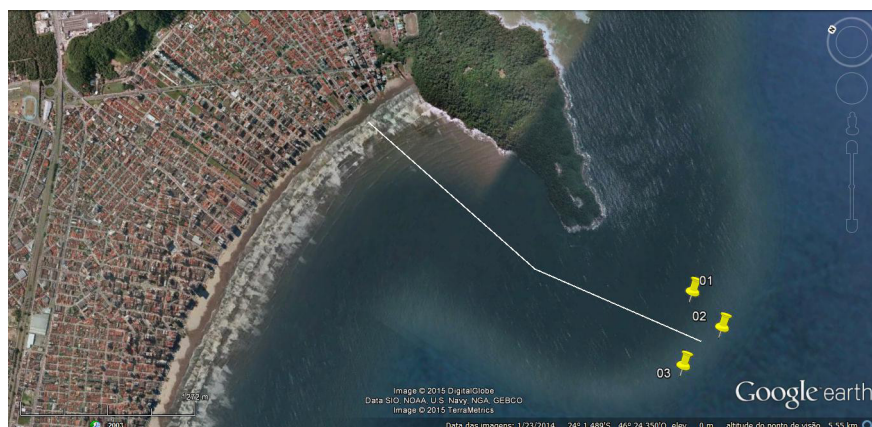
(o) Canal de São Vicente



(p) Emissário de Santos



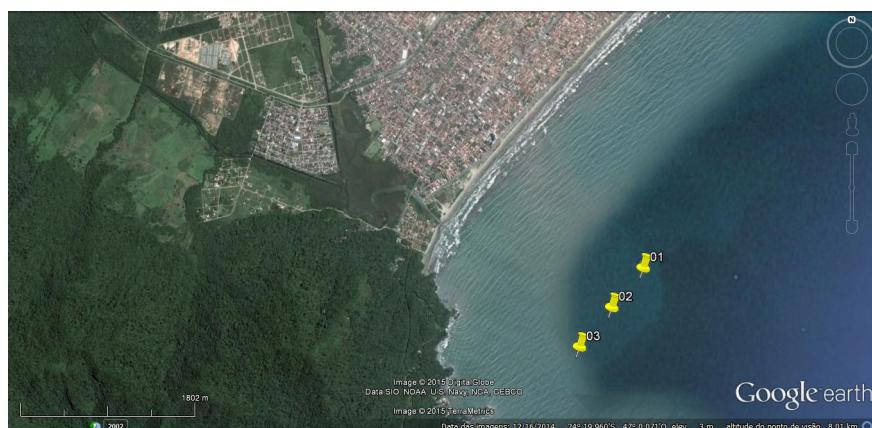
(q) Emissário de Praia Grande I



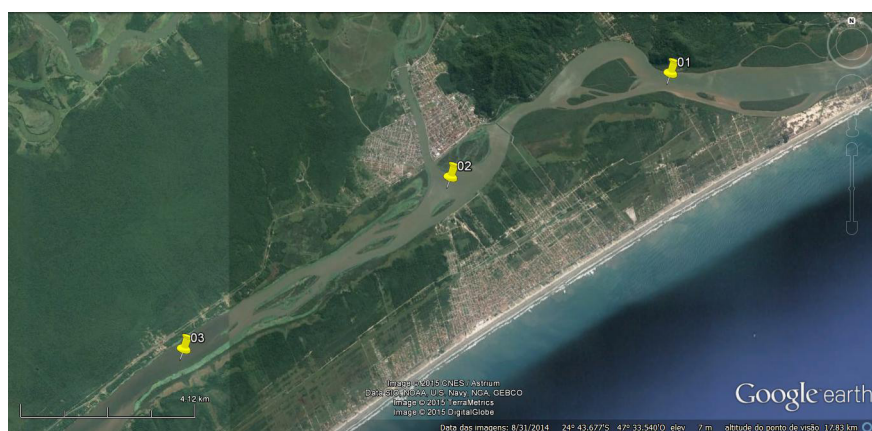
(r) Foz do Rio Itanhaém



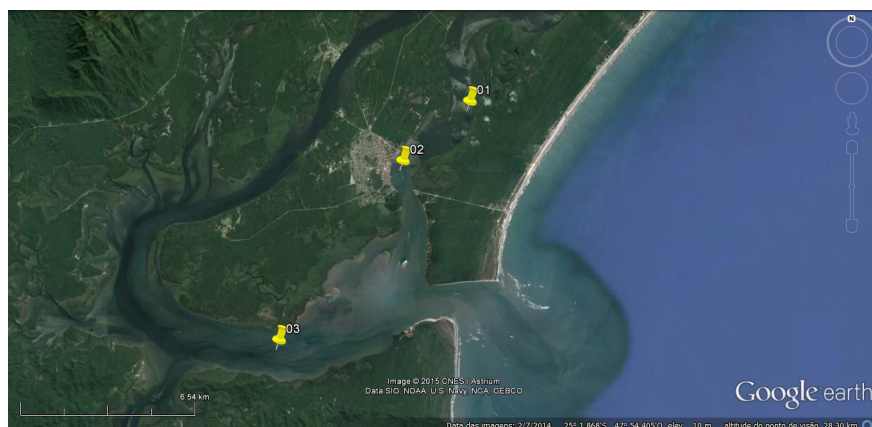
(s) Foz do Rio Preto



(t) Mar Pequeno



(u) Mar de Cananéia



3 • Resultados de Qualidade das Águas Salinas e Salobras

Neste capítulo serão apresentados e discutidos os resultados obtidos no monitoramento nos dois compartimentos avaliados água e sedimentos.

Os resultados serão comparados aos padrões de qualidade da classe 1 para águas salinas e salobras conforme estabelecido na Resolução 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 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 9 parâmetros. Ela classifica as águas em cinco categorias de acordo com a qualidade observada: Ótima, Boa, Regular, Ruim e Péssima. A descrição completa do índice encontra-se no Capítulo 1.

Além do IQAC é também apresentado o índice de estado trófico costeiro (IETC).

Com relação aos sedimentos foram empregados dois índices, o de qualidade química e o ecotoxicológica que também resultaram na classificação em cinco categorias.

Devido a restrições operacionais não foi possível realizar a coleta de amostras em algumas regiões.

3.1 IQAC - Índice de Qualidade de Águas Costeiras

Dentre os 20 corpos de água monitorados, seis deles 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. Ressalta-se que os padrões de qualidade são diferentes dos de água salina.

Os resultados 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.

Tabela 3.1 – Classificação dos pontos monitorados na Rede Costeira e média das áreas de acordo com o IQAC – 2014.

Classificação - IQAC 2014					(% de amostras não conformes por Parâmetro)
Local de amostragem	Ponto 1	Ponto 2	Ponto 3	Média	
Picinguaba	78	93	85	85	Oxigênio dissolvido (17%), Carbono orgânico total (11%) e Nitrogênio amoniacal total (11%)
Baía de Itaguá	85	92	92	90	Oxigênio dissolvido (28%) e Carbono orgânico total (6%)
Saco da Ribeira	91	91	93	92	Oxigênio dissolvido (6%) e Clorofila a (42%)
Tabatinga	99	99	99	99	
Cocanha	99	99	99	99	
Baía de Caraguatatuba	99	99	99	99	
Canal de São Sebastião (5 pts)	93	93	93	95	Oxigênio dissolvido (10%)
	99	99			
Barra do Una	85	85	99	90	Nitrogênio amoniacal total (11%), Clorofila a (50%) e Nitrogênio nitrato* (6%)
Rio Itaguaré	92	93	92	92	Clorofila a (42%)
Canal de Bertioga	55	67	85	69	Oxigênio dissolvido (33%), Carbono orgânico total (33%), Fósforo total (67%), Nitrogênio amoniacal total (6%), Clorofila a (33%), Boro total* (100%)
Canal de Piaçaguera	24	43		34	Oxigênio dissolvido (58%), pH (8%), Carbono orgânico total (33%), Fósforo total (100%), Nitrogênio amoniacal total (50%), Fenóis totais (18%), Clorofila a (38%), Boro total* (100%), Coliformes termotolerantes* (0,8%) e Nitrogênio nitrato* (50%)
Emissário Guarujá	83	76	84	81	Enterococos (44%), Clorofila a (100%) e Coliformes termotolerantes* (22%)
Emissário Santos	45	47	48	47	Oxigênio dissolvido (46%), Carbono orgânico total (33%), Fósforo total (100%), Nitrogênio amoniacal total (100%), Fenóis totais (25%), Enterococos (29%), Clorofila a (50%), Boro total* (100%) e Nitrogênio nitrato* (4%)
Canal de Santos (4 pts)	53	47	42	47	Oxigênio dissolvido (46%), Carbono orgânico total (33%), Fósforo total (100%), Nitrogênio amoniacal total (13%), Fenóis totais (25%), Enterococos (29%), Clorofila a (50%), Boro total* (100%) e Nitrogênio nitrato* (4%)
	46				
Canal de São Vicente	50	37	31	39	Oxigênio dissolvido (73%), Carbono orgânico total (50%), Fósforo total (94%), Nitrogênio amoniacal total (78%), Fenóis totais (22%), Enterococos (44%), Clorofila a (33%), Boro total* (100%) e Coliformes termotolerantes* (56%), Enterococos* (44%)
Emissário Praia Grande	79	84	91	85	Enterococos (33%), Clorofila a (100%) e Coliformes termotolerantes* (11%)
Rio Itanhaém	76	85	85	82	Oxigênio dissolvido (28%), Carbono orgânico total (6%) e Clorofila a (42%)
Rio Preto	92	84	85	87	Oxigênio dissolvido (22%), Clorofila a (50%) e Nitrogênio nitrato* (6%)
Mar Cananéia	76	84	92	84	Carbono orgânico total (50%), Fósforo total (6%), Fenóis totais (11%), Clorofila a (8%) e Boro total* (100%)
Mar Pequeno	62	68	74	68	Carbono orgânico total (50%), Fósforo total (83%), Nitrogênio amoniacal total (H21:H286%), Fenóis totais (6%), Enterococos (6%), Clorofila a (50%), Alumínio dissolvido* (78%), Boro total* (11%) e Ferro dissolvido* (67%)

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

Legenda:	Águas Salobras	Ótimo	Bom	Regular	Ruim	Péssima
		≥ 95	< 95 e ≥ 80	< 80 e ≥ 65	< 65 e ≥ 45	< 45

3.2 IETC - Índice de Estado Trófico

Com relação à condição de eutrofização, os pontos de amostragem foram avaliados em duas profundidades (superfície e meio) e classificados segundo o Índice de Estado Trófico Costeiro (IETC), para as duas campanhas realizadas em 2014 (Tabela 3.2). Na Tabela 3.2 são apresentados os resultados das médias das duas profundidades por ponto, a média por campanha e a média anual.

Tabela 3.2 – Classificação dos pontos monitorados na Rede Costeira de acordo com o Estado Trófico – Primeira e Segunda campanhas de 2014.

Local Ponto	1ª CAMPANHA						2ª CAMPANHA						MÉDIA ANUAL
	1	2	3	4	5	MÉDIA	1	2	3	4	5	MÉDIA	
Picinguaba	0,27	0,40	0,54			0,40	0,41	0,87	0,57			0,62	0,51
Baía de Itaguá	2,17	1,80	1,81			1,93	0,70	0,73	1,66			1,03	1,48
Saco da Ribeira	1,53	2,49	1,45			1,82	7,82	6,84	1,94			5,53	3,68
Tabatinga	0,59	0,74	0,60			0,64	1,00	1,04	1,29			1,11	0,87
Cocanha	0,89	0,44	0,61			0,65	0,54	0,30	1,16			0,67	0,66
Baía de Caraguatatuba	1,24	0,86	1,53			1,21	0,30	0,73	0,42			0,48	0,84
Canal de São Sebastião	1,28	0,96	1,26	1,66	1,13	1,26	0,16	1,03	0,86	0,70	0,44	0,64	0,95
Barra do Una	3,22	2,78	2,11			2,70	2,43	2,96	2,25			2,54	2,62
Rio Itaguapé	3,01	2,54	3,34			2,96	0,67	0,27	0,41			0,45	1,71
*Canal de Bertioga	44,33	20,28	5,97			23,52	3,57	3,85	3,09			3,50	13,51
Emissário do Guarujá	**	**	**			**	4,41	3,57	3,16			3,71	3,71
*Canal de Santos	22,98	17,59	43,21	21,19		26,24	2,69	3,82	2,82	4,07		3,35	14,79
Emissário de Santos	3,48	2,58	2,58			2,88	**	**	**			**	2,88
*Canal de Piaçaguera	25,43	20,69				23,06	6,09	4,10				5,09	14,08
*Canal de São Vicente	11,01	12,37	28,31			17,23	3,98	6,68	3,71			4,79	11,01
Emissário de Praia Grande - 1	**	**	**			**	2,84	2,81	2,74			2,80	2,80
Rio Itanhaém	3,70	4,95	2,57			3,74	0,99	0,56	0,58			0,71	2,22
Rio Preto	2,11	4,01	3,35			3,15	1,44	4,59	1,27			2,43	2,79
*Mar Pequeno	1,57	0,39	0,76			0,91	13,90	12,22	17,29			14,47	7,69
*Mar de Cananéia	10,43	5,40	4,08			6,63	2,58	3,44	3,07			3,03	4,83

* Ambiente de águas salobras

** Amostragem não realizada

Legenda:

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 Qualidade Ecotoxicológica da Água

A tabela 3.3 mostra a classificação, por ponto de amostragem, das áreas monitoradas com o ensaio ecotoxicológico crônico (com *Lytechinus variegatus*) na primeira campanha de 2014. Foram analisadas quatro áreas (Canal de São Sebastião, Saco da Ribeira, Cocanha, Canal de Piaçaguera), totalizando 11 pontos. Em todas as amostras observou-se o limite de quantificação (LQ) inferior ao limite legal para o cobre dissolvido e o nitrito.

Tabela 3.3 – Qualidade ecotoxicológica da água na primeira campanha de 2014.

Regiões	Campanha 1 - 2014		Toxicidade Crônica ¹				
	Área	Amostras	1	2	3	4	5
Litoral Norte	Saco da Ribeira						
	Cocanha						
	Canal de São Sebastião			*	*		
Baixada Santista	Canal de Piaçaguera						

Critérios Ecotoxicológicos:	Ótima	Boa	Regular	Ruim	Péssima	
	Não Tóxico ^(a)	71 - 80%	51 - 70%	26 - 50%	< 25%	¹ (% de larvas normais - <i>L. variegatus</i>)

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

* amostra não analisada

No Canal de São Sebastião, não se observou efeito tóxico nos pontos 4 e 5, classificados como Ótimos. Por outro lado, a classificação do ponto 1 foi Regular, em função da toxicidade verificada (Tabela 3.3). De modo geral, nesta região o boro foi encontrado em concentração muito próxima do padrão CONAMA 357 (5,0mg/L). Em águas superficiais essa substância pode ser significativamente aumentada por descargas domésticas, uma vez que compostos de boro são ingredientes de detergentes e outros produtos de limpeza. Ressalta-se que a toxicidade encontrada nesta amostra de água coincidiu com o resultado apresentado para o sedimento deste local (Tabela 3.5). Essa região recebe efluentes de três emissários de efluentes domésticos e um de efluente industrial (Tasse), além da existência do Porto de São Sebastião, de tal forma que essa região exige atenção especial, principalmente ao considerarmos a perspectiva de ampliação do Porto.

No Saco da Ribeira, o ponto 1 não apresentou toxicidade enquanto os pontos 2 e 3 apresentaram efeito deletério para os organismos-teste, sendo classificados como Regular. A amostra do ponto 3, do mesmo modo que em São Sebastião, foi a única do Saco da Ribeira que apresentou o boro (4,52mg/L) em concentração muito próxima do padrão CONAMA 357.

Na Cocanha, os resultados dos 3 pontos monitorados indicaram a boa qualidade da água, classificada como Ótima (Tabela 3.3).

Ressalta-se que apesar da presença de concentrações de boro, carbono orgânico, fósforo e nitrito, coliformes termotolerantes em concentrações acima dos respectivos padrões CONAMA 357, nos 2 pontos analisados do Canal de Piaçaguera, as amostras de água não evidenciaram efeito tóxico, mostrando que esse ambiente apesar de apresentar condições impróprias para esses parâmetros, não interferiram na qualidade em termos ecotoxicológicos.

3.4 Índices de qualidade dos sedimentos

Com relação ao sedimento foram avaliados aspectos de suas características física, 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 (TEL e PEL - vide capítulo 1) e para as concentrações de outras substâncias como nutrientes, adota alguns valores de referência baseados em bibliografia e resultados dos monitoramentos realizados na zona costeira (BERBEL, 2008).

Salienta-se que, em 2014, houve restrições operacionais que impediram que uma das campanhas fosse realizada em algumas localidades inviabilizando algumas composições de índice ou mesmo uma análise mais adequada. Além disso, foram identificadas restrições analíticas para alguns parâmetros destacadas a seguir:

- A análise química dos metais necessitou de uma revisão e só serão apresentadas juntamente com os resultados de 2015 no relatório do ano que vem. Por esse motivo o índice de qualidade química de 2014 só está levando em consideração a presença dos dados de HPAs.
- Acenafteno e dibenzo(a,h)antraceno (HPAs): o limite de quantificação destes parâmetros alcançado pelos laboratórios da CETESB ainda é superior ao limite inferior dos valores orientadores adotados para confecção deste relatório (20 e 30 µg/kg contra padrões de 6,71 e 6,22 µg/kg respectivamente); optou-se por excluir estes resultados da classificação dos sedimentos nos casos em que não foram quantificados na análise de 2014; a CETESB está trabalhando para adequar os laboratórios ao LQ dos padrões;

Estas restrições serão destacadas caso a caso.

A Tabela 3.4 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 3.4 – Qualidade dos sedimentos nas áreas costeiras monitoradas em 2014 de acordo com as substâncias químicas.

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

* Não classificado

Critério Substâncias Químicas: Ótima Boa Regular Ruim Péssima

A tabela 3.5 mostra a classificação dos sedimentos das áreas monitoradas com o ensaio ecotoxicológico crônico (com *Lytechinus variegatus*) e o ensaio agudo (com *Leptocheirus plumulosus*) nas duas campanhas de 2014. Também apresenta o resultado por campanha, após análise e adoção da classificação final mais restritiva, nos casos de pontos amostrais com resultados divergentes entre os ensaios de toxicidade crônica e aguda. Ressalta-se que o ensaio agudo foi realizado apenas com amostras de algumas áreas no primeiro semestre. Já no segundo semestre, foi realizado somente o ensaio para avaliação da toxicidade crônica com *L. variegatus*.

Tabela 3.5 – Qualidade ecotoxicológica dos sedimentos nas duas campanhas em 2014.

Regiões	Campanha 1 - 2014		Toxicidade Crônica ¹			Toxicidade Aguda ²			Classificação 1ª campanha / 2014		
	Área	Amostras	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 Bertioga					*	*	*			
	Emissário do Guarujá						*				
	Emissário de Santos						*				
	Canal de Santos					*	*	*			
	Canal de Santos (pto 4)					*	*	*			
	Canal de São Vicente					*	*	*			
	Canal de Piaçaguera					*	*	*			
	Emissário de Praia Grande 1						*				
	Rio Itanhaém										
Litoral Sul	Peruíbe										
	Mar Pequeno										
	Mar de Cananéia										

Regiões	Campanha 2 - 2014		Toxicidade Crônica ¹			Classificação 2ª campanha / 2014		
	Área	Amostras	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 Santos (pto 4)					*	*	*
	Canal de São Vicente					*	*	*
	Canal de Piaçaguera					*	*	*
	Emissário de Praia Grande 1							
	Rio Itanhaém							
Litoral Sul	Peruíbe							
	Mar Pequeno							
	Mar de Cananéia							

Critérios Ecotoxicológicos:

Ótima	Boa	Regular	Ruim	Péssima	
Não Tóxico ^(a)	71 - 80%	51 - 70%	26 - 50%	< 25%	¹ (% de larvas normais - <i>L. variegatus</i>)
	-	-	< 50% ^(b)	≥ 50%	² (% de mortalidade - <i>L. plumulosus</i>)

^(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 3.6 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 3.6 – Classificação dos pontos monitorados na Rede Costeira de acordo com o critério microbiológico – primeira e segunda campanha de 2014.

Campanha 1 - 2014	1		2		3	
Ponto	coliformes termotolerantes	<i>Clostridium perfringens</i>	coliformes termotolerantes	<i>Clostridium perfringens</i>	coliformes termotolerantes	<i>Clostridium perfringens</i>
Picinguaba	<18	2.300	<18	840	<18	3.300
Baía de Itaguá	20	330.000	45	49.000	130	33.000
Saco da Ribeira	<18	3.300	78	7.900	<18	3.300
Baía de Caraguatatuba	<18	33.000	40	33.000	<18	23.000
Tabatinga	<18	700	<18	1.700	45	3.300
Cocanha	18	460	<18	1.700	<18	7.000
Canal de São Sebastião	<18	33.000	20	49.000	<18	49.000
Canal de São Sebastião (ptos 4 e 5)	20	23.000	<18	33.000		
Barra do Una	<18	490	20	490	<18	3.300
Rio Itaguapé	<18	7.900	<18	1.100	<18	13.000
Canal da Bertiooga	<18	790.000	<18	220.000	790	220.000
Canal de Piaçaguera	60	260.000	110	46.000		
Emissário do Guarujá	*	*	*	*	*	*
Emissário de Santos	3.500	4.900.000	130.000	1.400.000	4.900	1.700.000
Canal de Santos	330	490.000	790	790.000	330	220.000
Canal de Santos (pto 4)	330	330.000				
Canal de São Vicente	3.300	33.000	790	130.000	45	490.000
Emissário de Praia Grande	*	*	*	*	*	*
Rio Itanhaém	20	790	<18	4.900	170	2.300
Rio Preto	45	23.000	20	110.000	140	130.000
Mar Pequeno	11.000	140.000	13.000	1.300.000	790	3.300.000
Mar de Cananéia	<18	32.000	40	1.700	<18	26.000

Campanha 2 - 2014	1		2		3	
Ponto	coliformes termotolerantes	<i>Clostridium perfringens</i>	coliformes termotolerantes	<i>Clostridium perfringens</i>	coliformes termotolerantes	<i>Clostridium perfringens</i>
Picinguaba	<18	2.300	<18	230	<18	490
Baía de Itaguá	<18	14.000	<18	49.000	<18	33.000
Saco da Ribeira	4.600	17.000	<18	79.000	<18	7.900
Baía de Caraguatatuba	<18	7.900	<18	3.300	<18	23.000
Tabatinga	<18	46.000	20	7.900	<18	4.900
Cocanha	<18	1.300	<18	4.900	<18	130.000
Canal de São Sebastião	170	3.300	<18	130.000	20	79.000
Canal de São Sebastião (ptos 4 e 5)	<18	17.000	<18	49.000		
Barra do Una	<18	3.300	20	13.000	<18	4.900
Rio Itaguapé	<18	4.900	<18	2.800	<18	49.000
Canal da Bertiooga	230	490.000	20	140.000	490	23.000
Canal de Piaçaguera	1.700	79.000	330	220.000		
Emissário do Guarujá	210	130.000	270	110.000	20	46.000
Emissário de Santos	*	*	*	*	*	*
Canal de Santos	700	1.100.000	1.300	700.000	330	790.000
Canal de Santos (pto 4)	230	940.000				
Canal de São Vicente	1.300	110.000	1.300	490.000	1.700	140.000
Emissário de Praia Grande	1.300	17.000	2.300	28.000	220	330.000
Rio Itanhaém	<18	1.100	<18	13.000	<18	3.300
Rio Preto	<18	490	<18	4.900	20	11.000
Mar Pequeno	1.400	130.000	3.300	17.000	68	110.000
Mar de Cananéia	20	3.300	<18	1.700	<18	6.300

* 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

3.5 Avaliação da qualidade ambiental das áreas

A seguir são discutidos os resultados de qualidade de água e sedimentos obtidos em 2014 nas 20 áreas monitoradas. As tabelas com esses resultados brutos encontram-se no Apêndice I. Salienta-se que não foi possível realizar algumas análises devido a restrições operacionais.

3.5.1 Picinguaba

Nas amostras de água de Picinguaba, de acordo com o IQAC, os pontos 2 e 3 tiveram classificação Boa apesar de apresentarem OD abaixo do limite legal nas amostras de fundo do primeiro semestre, ocorrência aparentemente pontual. O ponto 1 apresentou concentrações de nitrogênio amoniacal total acima dos limites legais em ambas as campanhas enquanto o COT e o OD apresentaram não conformidades no primeiro semestre reduzindo sua classificação para Regular. Destaca-se que as concentrações de OD ficaram abaixo de 6 mg/L em todos os pontos nas amostras de fundo do primeiro semestre mas o ponto 1 apresentou o pior resultado (2,31 mg/L). As concentrações de clorofila *a* (Tabela 3.2) foram menores na primeira campanha, porém em ambas as campanhas, em relação à eutrofização, os três pontos amostrados indicaram boa qualidade da água. Segundo o IETC (Índice de Estado Trófico), pela média das duas campanhas, o local foi classificado como Oligotrófico.

Os sedimentos de Picinguaba apresentaram-se predominantemente arenosos. Os pontos 1 e 2, em ambas as campanhas, apresentaram valores negativos de potencial redox, indicando sedimento mais rico em matéria orgânica, mas dentro das expectativas para a região. Destaca-se que a concentração de fósforo foi mais elevada no segundo semestre no ponto 3, mas aparenta ser ocorrência pontual. Com base no critério de classificação química dos sedimentos (somente para HPAs), os três pontos foram classificados como Ótimos.

Conforme o critério de classificação microbiológico, as densidades dos microrganismos indicadores coliformes termotolerantes e *Cl. perfringens* classificaram os três pontos de sedimento como Ótimos.

Na avaliação ecotoxicológica com a amostra composta do sedimento desta região, os ensaios agudo e crônico, realizados somente na primeira campanha, indicaram qualidade Ótima para esse ambiente (Tabela 3.5).

Gráfico 3.1 – Concentrações de fósforo total em Picinguaba nas duas campanhas de 2014.

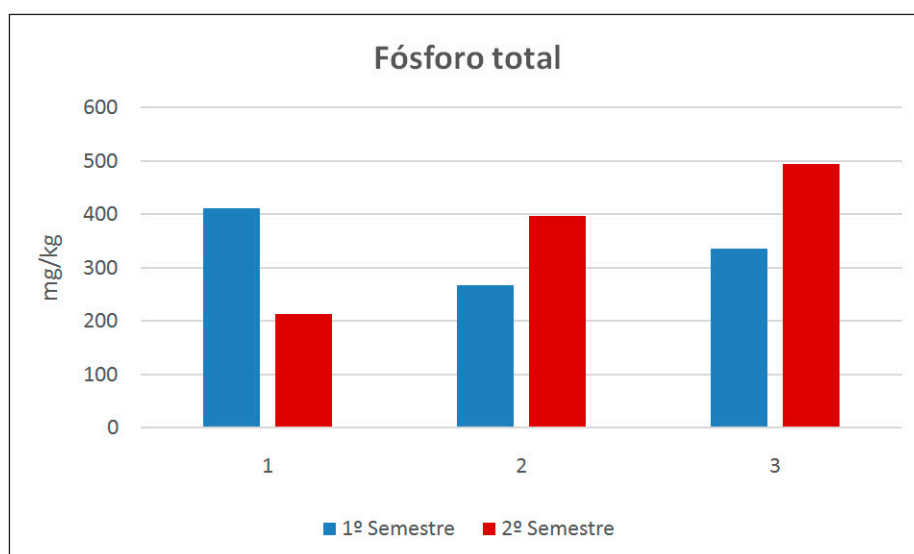
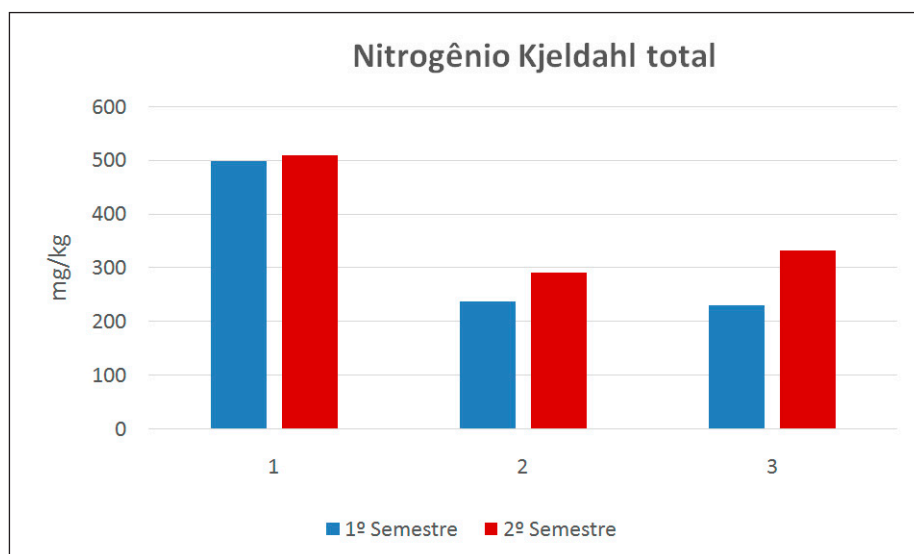


Gráfico 3.2 – Concentrações de nitrogênio kjeldahl total (NKT) em Picinguaba nas duas campanhas de 2014.

3.5.2 Baía de Itaguá

Na Baía de Itaguá foram detectadas concentrações de oxigênio dissolvido abaixo de 6,0 mg/L em praticamente todas as amostras de fundo. Diferentemente do ano anterior, em nenhuma amostra as concentrações de enterococos esteve acima de 100 UFC/100 mL. As concentrações de clorofila *a* (Tabela 3.2) foram maiores na primeira campanha, com os três pontos classificados como Mesotróficos. Na segunda campanha as amostras indicaram condição Mesotrófica no ponto 3 - superfície e nas demais Oligotróficas. Pela média das duas campanhas este local exibe indicativos de um ambiente em processo de eutrofização classificado, segundo IETC, como Mesotrófico. Com isto, a classificação de todos os pontos e da área em 2014 foi Boa.

Os sedimentos dos pontos 1 e 2 apresentaram equilíbrio entre as frações de areia e silte, já o ponto 3 apresentou-se arenoso como nos anos anteriores. Os valores de potencial redox indicaram ambiente redutor, com decomposição anaeróbia de matéria orgânica. As concentrações de NKT e fósforo foram relativamente elevadas ao longo de todas as campanhas algumas sem, no entanto, ultrapassar os valores de referência (Gráficos 3.3 e 3.4), reflexo de uma maior contribuição de material continental na área. Óleos e graxas foram detectados novamente em uma amostra (833 mg/kg no ponto 1) na primeira campanha. Não foram detectados HPAs este ano. Com base no critério de classificação química dos sedimentos (somente para HPAs), os três pontos foram classificados como Ótimos.

Conforme o critério de classificação microbiológico, todas as amostras foram consideradas Ótimas com base nos coliformes termotolerantes. Considerando o indicador *Cl. perfringens*, as amostras foram classificadas como Boas, exceto a amostra do ponto 1 no primeiro semestre que foi classificada como Ruim.

Na avaliação ecotoxicológica realizada na primeira campanha, com amostra composta, observou-se qualidade Péssima no ensaio crônico e ausência de toxicidade no ensaio agudo. Devido à divergência nos resultados, foi adotada a classificação final mais restritiva para expressar a qualidade do sedimento nesta região, visando a proteção das comunidades mais sensíveis (Tabela 3.5). Já na segunda campanha, observou-se uma melhora na qualidade do sedimento, classificado como Ótimo (Tabela 3.5).

Como dentre as substâncias analisadas e para as quais existem critérios não foram observadas desconformidades, provavelmente outras substâncias ou mesmo sua interação, provocaram a toxicidade observada na primeira campanha.

Gráfico 3.3 – Concentrações de fósforo total na Baía de Itaguá nas duas campanhas de 2014.

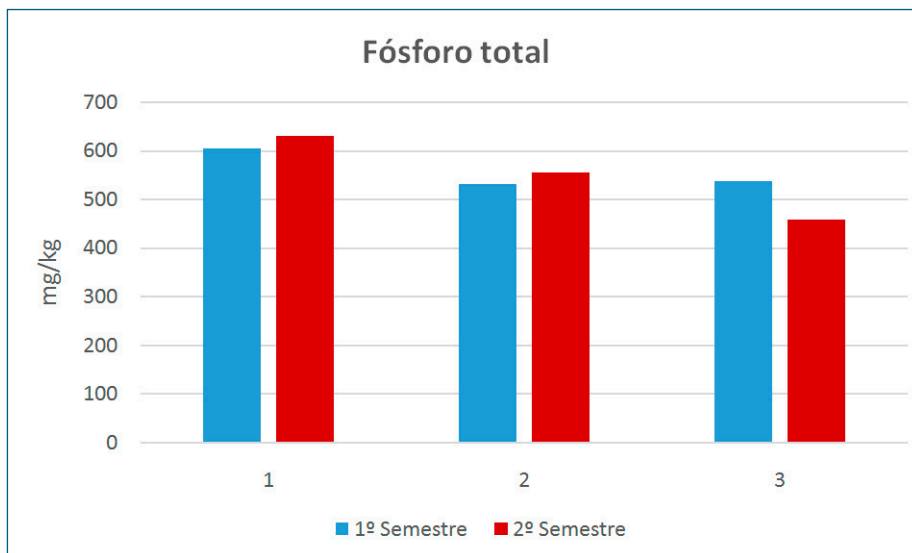


Gráfico 3.4 – Concentrações de nitrogênio kjeldahl total (NKT) na Baía de Itaguá nas duas campanhas de 2014.

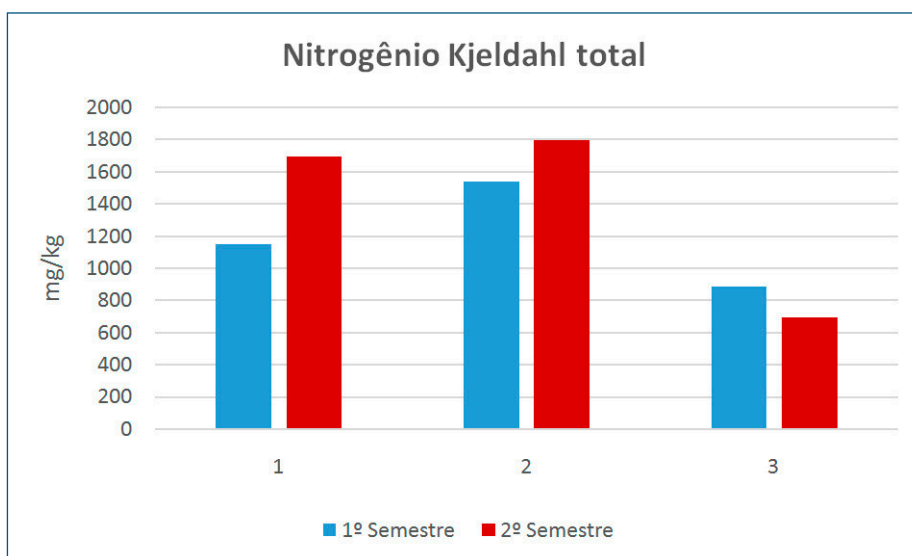
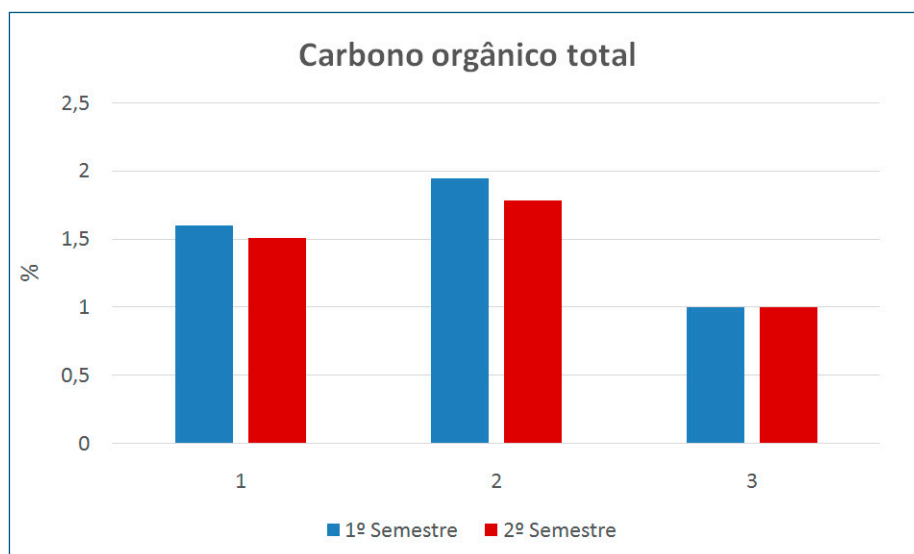


Gráfico 3.5 – Concentrações de carbono orgânico total (COT) na Baía de Itaguá nas duas campanhas de 2014.

3.5.3 Saco da Ribeira

No Saco da Ribeira foi observada amostra de fundo no primeiro semestre em desacordo com o padrão de qualidade de OD ($>6,0$ mg/L) no ponto 3. As concentrações de clorofila *a* (Tabela 3.2.) na primeira campanha indicaram condição Mesotrófica, na média e na maioria das amostras com exceção da superfície do ponto 2 que indicou condição Eutrófica. Já na segunda campanha os valores foram maiores, indicando condição Supereutrófica (ponto 1 e 2) e Mesotrófica (ponto 3), classificando o ambiente, pela média, como Supereutrófico sugerindo uma piora na qualidade da água no segundo semestre. Pela média das duas campanhas este local exibiu indicativos de um ambiente já eutrofizado classificado, segundo o IETC, como Eutrófico. O IQAC indicou qualidade Boa em todos os pontos.

Quanto ao sedimento, a análise granulométrica apontou composição mais fina com predominância de argila e silte. Os valores de potencial redox indicaram ambiente redutor típico de sedimentos com a composição granulométrica apresentada que tendem a acumular mais matéria orgânica. As concentrações de NKT foram superiores a 1.000 mg/kg em quase todas as amostras assim como o fósforo superou os 700 mg/kg em algumas ocorrências (Gráfico 3.6 e 3.7) devido à contribuição de material continental e a hidrodinâmica da área. Em consonância com valores históricos o cobre apresentou concentração superior ao ISQG em todas as amostras variando de 28,1 a 91,8 mg/kg, ligeiramente acima da faixa observada no ano anterior. Da mesma forma o zinco apresentou duas amostras com concentrações acima dos valores de referência, contudo, observou-se uma redução no número de amostras que ultrapassaram estes limites. Ambos os metais são associados às atividades das marinas assim como a presença de óleos e graxas, notadamente ausentes no ano de 2014. É importante salientar que estes valores podem sofrer alterações devido às revisões dos resultados citadas anteriormente. Também não foram detectados HPAs. Com base no critério de classificação química dos sedimentos (somente para HPAs), os três pontos foram classificados como Ótimos.

Quanto ao aspecto microbiológico, na primeira campanha de amostragem todas as amostras de sedimento foram classificadas como Ótimas para ambos os indicadores. Na segunda campanha a amostra do ponto 1 foi classificada como Ruim com base no indicador coliforme termotolerante, que apontam contaminação fecal recente. Os pontos 2 e 3 foram classificados como Ótimos. Para *Cl. perfringens* o ponto 1 foi classificado como Bom, o 2 como Regular e o ponto 3 como Ótimo. As densidades de *Clostridium perfringens* foram mais elevadas, indicando poluição fecal remota.

Na avaliação ecotoxicológica, realizada na primeira campanha, observou-se qualidade Ótima nos ensaios agudo e crônico nos três pontos amostrais. Essa classificação foi mantida na segunda campanha, uma vez que também não se verificou efeito tóxico sobre os organismos-teste no ensaio crônico (Tabela 3.5). Ressalta-se que nos cinco anos de monitoramento, exceto o ponto 2 em 2013, não se observou efeito tóxico na região.

No monitoramento dos anos anteriores 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.

Gráfico 3.6 – Concentrações de fósforo total no Saco da Ribeira nas duas campanhas de 2014.

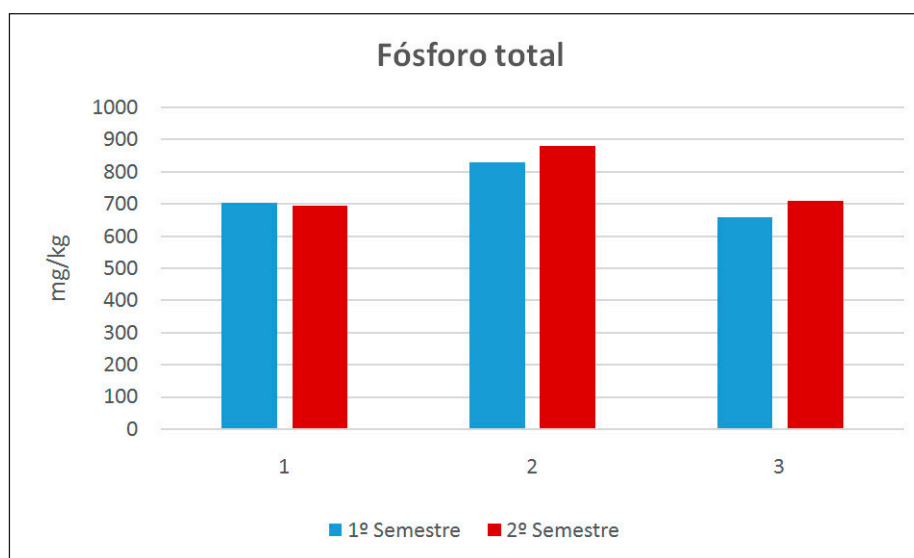
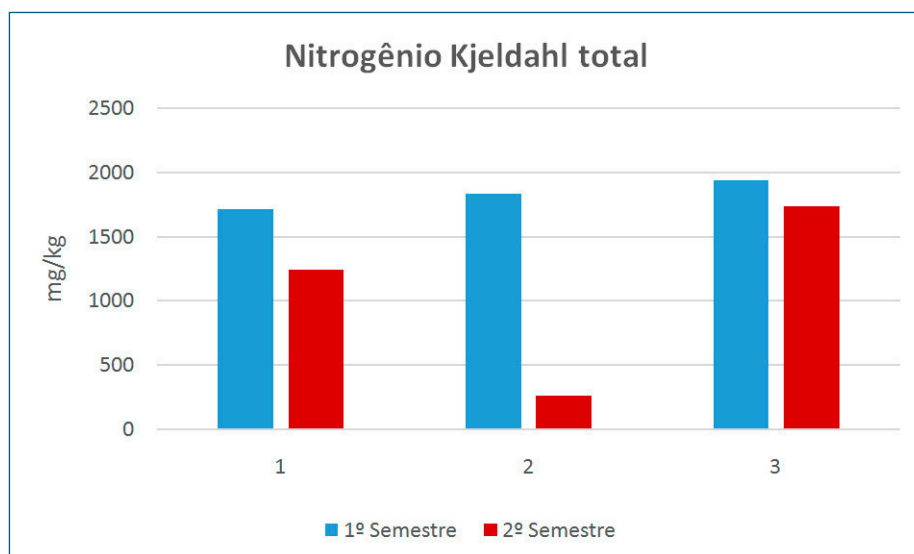
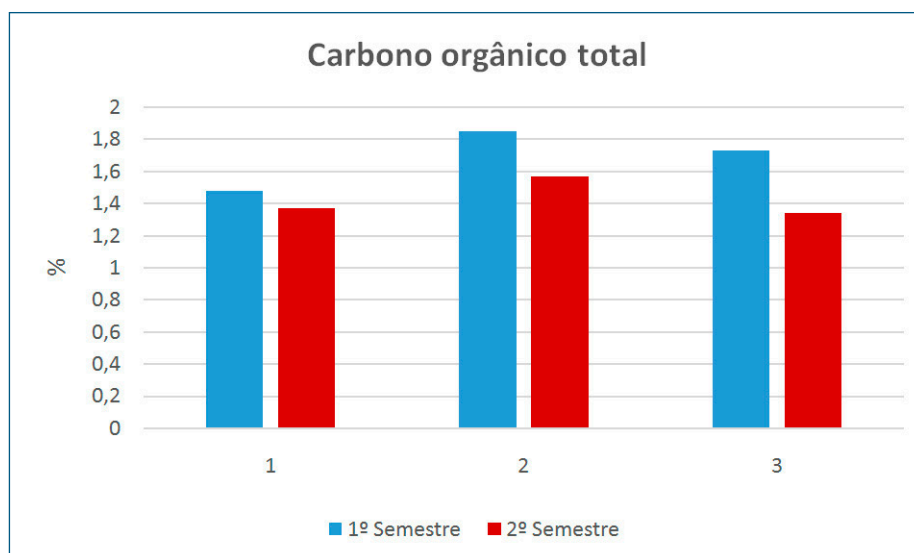


Gráfico 3.7 – Concentrações de nitrogênio kjeldahl total (NKT) em Saco da Ribeira nas duas campanhas de 2014.**Gráfico 3.8** – Concentrações de carbono orgânico total (COT) em Saco da Ribeira nas duas campanhas de 2014.

3.5.4. Baía de Caraguatatuba

Na Baía de Caraguatatuba foi detectada, em 2013, uma amostra com concentração de boro total acima do padrão de qualidade (5,0 mg/L). Não houve registro de não conformidade em 2014 embora as concentrações da substância tenham se mantido em limiar próximo ao limite preconizado pela legislação. As concentrações de clorofila *a* (Tabela 3.2) foram maiores na primeira campanha variando entre as classificações Oligotrófica e Mesotrófica, exibindo como resultado final a condição Mesotrófica, porém próxima do limite inferior desta classe. Já na segunda campanha, observou-se uma melhora na qualidade da água, com todos os pontos indicando condição Oligotrófica. Pela média das duas campanhas este local exibiu indicativos de um ambiente com boa qualidade da água classificado, segundo o IETC, como Oligotrófico. Com relação ao IQAC todos os pontos foram classificados como Ótimos.

No que se refere ao sedimento, as análises granulométricas apontaram sedimento eminentemente arenoso. Observou-se valores negativos de potencial redox indicando ambiente redutor com decomposição anaeróbia de matéria orgânica apesar da ausência de concentrações de nutrientes elevadas. De acordo com o critério de classificação química do sedimento, os três pontos foram classificados como Ótimos.

Com base no critério de classificação microbiológico, em ambas as campanhas de amostragem os três pontos foram classificados como Ótimos considerando os indicadores coliformes termotolerantes. Para *Cl. perfringens* os três pontos foram classificados como Bons na primeira campanha; na segunda campanha os pontos 1 e 2 foram classificados como Ótimos e o ponto 3 como Bom.

Os ensaios crônicos, realizados com as amostras de sedimento provenientes dos pontos 1 a 3 na primeira campanha, indicaram qualidade Ótima para esse ambiente. Já na segunda campanha, exceto no ponto 1, classificado como Ótimo, verificou-se qualidade Ruim no ponto 2 e Regular no ponto 3 (Tabela 3.5).

Neste caso, provavelmente outras substâncias não analisadas nas amostras ou mesmo sua interação, provocaram a toxicidade observada nos pontos 2 e 3, uma vez que dentre as analisadas e com critérios estabelecidos não se observou nenhuma desconformidade.

Gráfico 3.9 – Concentrações de fósforo total na Baía de Caraguatatuba nas duas campanhas de 2014.

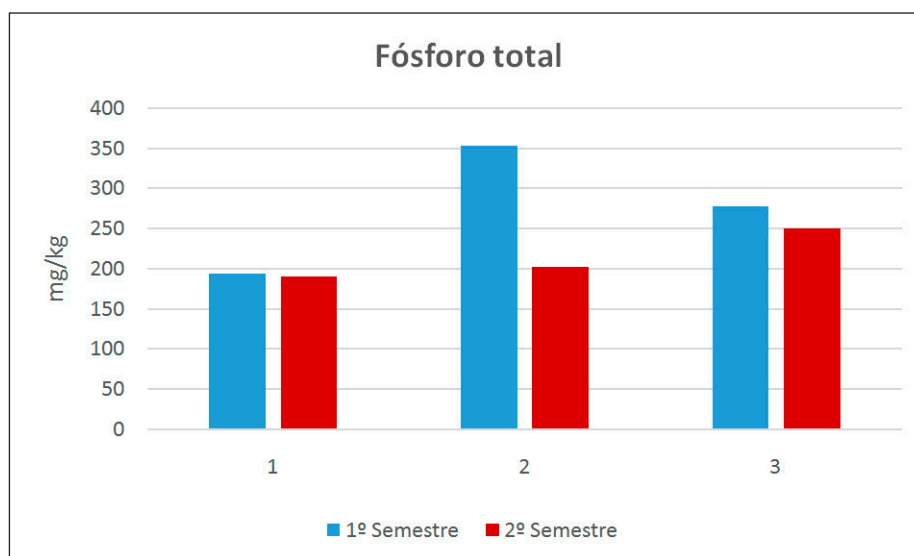
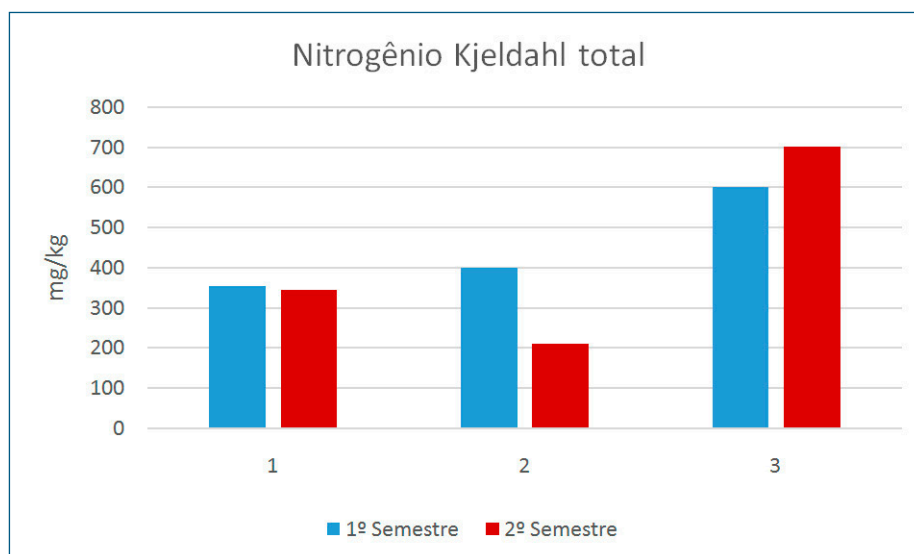


Gráfico 3.10 – Concentrações de nitrogênio kjeldahl total (NKT) na Baía de Caraguatatuba nas duas campanhas de 2014.

3.5.5 Tabatinga

Em Tabatinga não foram observadas alterações significativas na qualidade da água. Quanto à clorofila *a* (Tabela 3.2.), na primeira campanha os três pontos avaliados exibiram condição Oligotrófica. Na segunda campanha o estado trófico variou de Oligotrófico a Mesotrófico indicando pela média dos três pontos, um ambiente Mesotrófico, porém com concentrações próximas ao limite inferior dessa classe trófica. Pela média das duas campanhas este local exibiu indicativos de um ambiente com boa qualidade da água classificado, segundo o IETC, como Oligotrófico. Conforme o IQAC, os três pontos foram classificados como Ótimos.

O sedimento de Tabatinga apresentou-se predominantemente arenoso com valores de potencial redox negativos indicando ambiente redutor. O ponto 1 apresentou frações um pouco mais elevadas de silte. As concentrações de nutrientes em geral estão dentro do esperado para a região superando os limites da literatura em especial para o NKT no ponto 1. O resultado condiz com a granulometria mais fina encontrada. Com base no critério de classificação química dos sedimentos (somente para HPAs), os três pontos foram classificados como Ótimos.

De acordo com o critério de classificação microbiológico, em ambas as campanhas os três pontos foram classificados como Ótimos para os dois indicadores de poluição fecal, exceto o ponto 3 que foi classificado como Bom na segunda campanha para o indicador *Cl. perfringens*.

Com relação aos ensaios ecotoxicológicos com a amostra composta do sedimento desta região, apenas o ensaio crônico foi realizado nas duas campanhas. Os resultados indicaram a boa qualidade do sedimento da região, que foi classificado como Ótimo (Tabela 3.5).

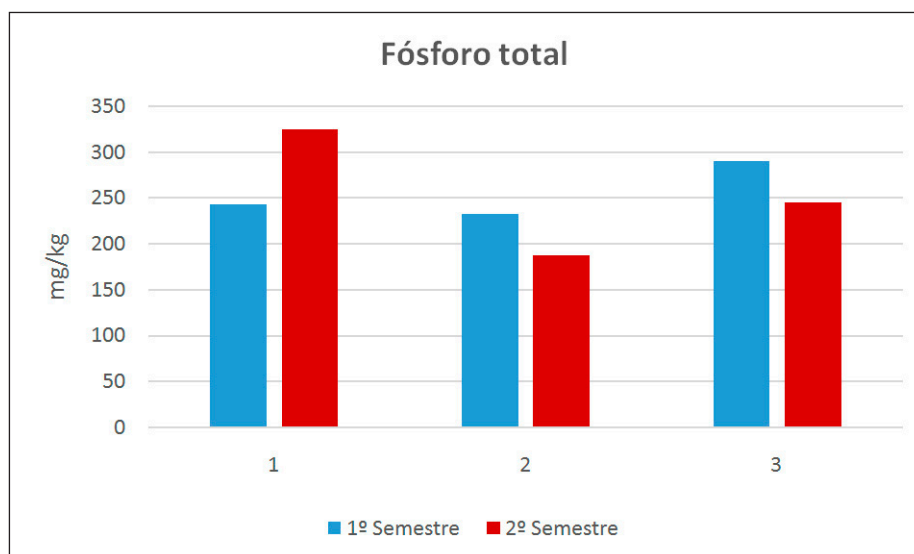
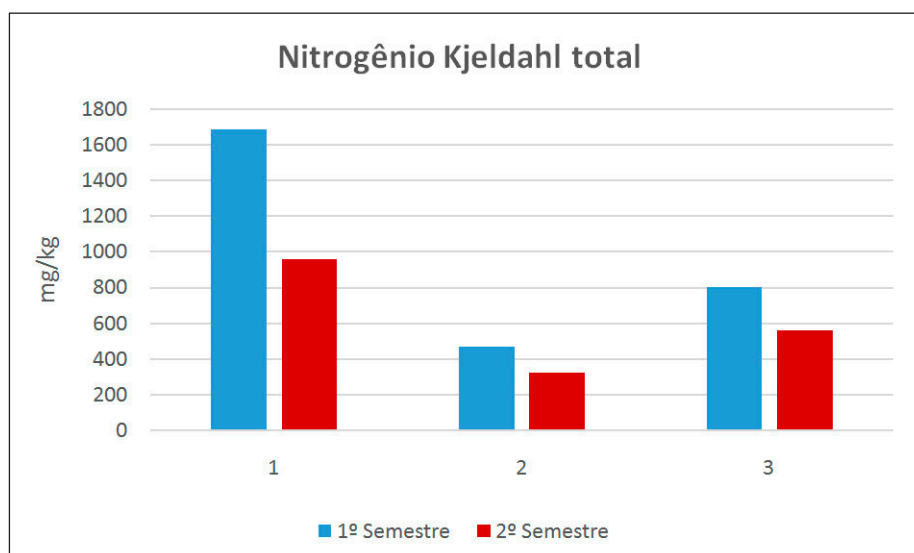
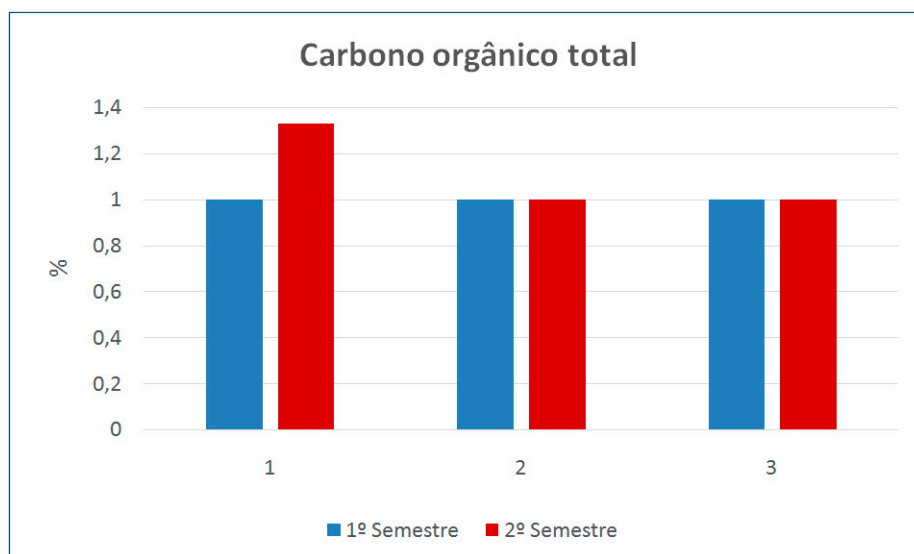
Gráfico 3.11 – Concentrações de fósforo total em Tabatinga nas duas campanhas de 2014.**Gráfico 3.12** – Concentrações de nitrogênio kjeldahl total (NKT) em Tabatinga nas duas campanhas de 2014.

Gráfico 3.13 – Concentrações de carbono orgânico total em Tabatinga nas duas campanhas de 2014.

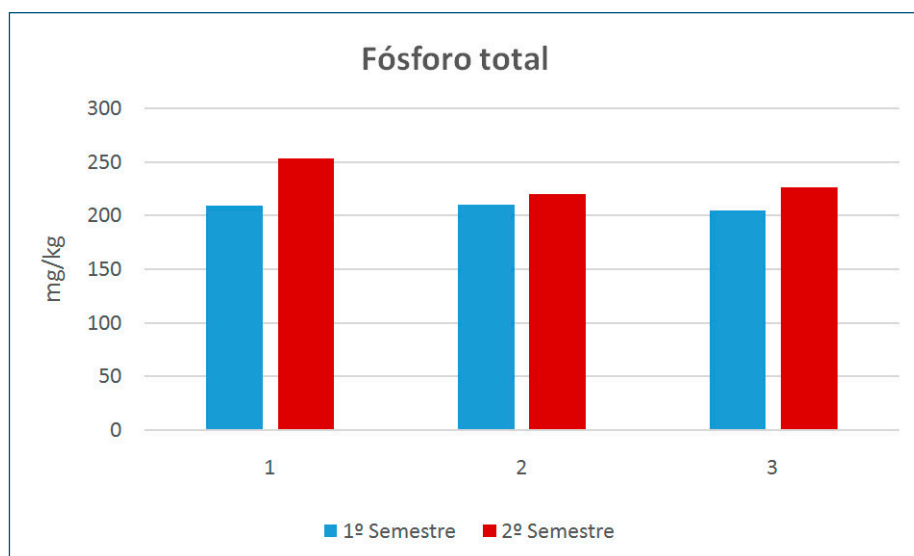
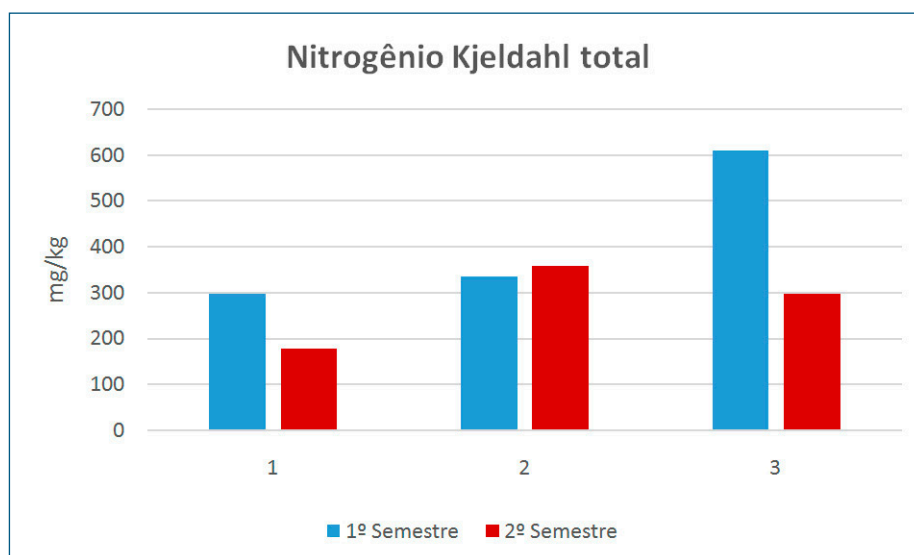
3.5.6 Cocanha

Na Cocanha não foram observadas alterações significativas na qualidade da água. As concentrações de clorofila *a* (Tabela 3.2.) nos três pontos em ambas as campanhas foram similares, indicando um ambiente com boa qualidade da água classificado, segundo o IETC, como Oligotrófico. De acordo com o IQAC, os três pontos da Cocanha foram classificados como Ótimos.

A análise granulométrica indicou sedimento predominantemente arenoso seguido do silte, com destaque para o ponto 2 que apresentou maior porcentagem desta fração, o que pode explicar o potencial redox significativamente negativo (ambiente redutor) em cinco das seis amostras. Com base no critério de classificação química dos sedimentos (somente para HPAs), os três pontos foram classificados como Ótimos.

Conforme o critério de classificação microbiológico, em ambas as campanhas os três pontos foram classificados como Ótimos para os dois indicadores de poluição fecal, exceto o ponto 3 que foi classificado como Ruim na segunda campanha para o indicador *Cl. perfringens*, pois apresentou concentração da ordem de 10^5 NMP/100 g.

Os ensaios ecotoxicológicos foram realizados apenas na primeira campanha com a amostra composta do sedimento. Os resultados foram coincidentes, indicando boa qualidade do sedimento da região, classificado como Ótimo (Tabela 3.5).

Gráfico 3.14 – Concentrações de fósforo total em Cocanha nas duas campanhas de 2014.**Gráfico 3.15** – Concentrações de nitrogênio kjeldahl total (NKT) em Cocanha nas duas campanhas de 2014.

3.5.7 Canal de São Sebastião

No Canal de São Sebastião nota-se concentrações de OD ligeiramente inferiores ao limite legal para o corpo hídrico nos pontos 1, 2 e 3. Contudo, em todos os casos o valor ocorreu em profundidades elevadas, podendo se tratar de ocorrência natural. As concentrações de clorofila *a* (Tabela 3.2.) foram maiores na primeira campanha com a maioria das amostras e média indicando condição Mesotrófica. Já na segunda campanha, o ambiente exibiu melhor qualidade da água com a maioria das amostras classificadas como Oligotrófica, com exceção das amostras do meio da coluna d'água dos pontos 2 e 3 classificados como Mesotrófico. Pela média das duas campanhas, para os cinco pontos amostrados, este local exibe indicativos de um ambiente em processo de eutrofização classificado, segundo o IETC, como Mesotrófico. De acordo com o IQAC, os pontos 1, 2, 3 foram classificados como Bons (devido aos resultados de OD no fundo) e os pontos 4 e 5 foram classificados como Ótimos.

Com relação ao sedimento, a granulometria pode ter variado devido às fortes correntes típicas do canal que dificultam o lançamento da draga e em alguns casos não permitem a deposição de sedimentos. Desta forma, em alguns casos a embarcação foi deslocada para mais próximo do lado continental do canal onde há melhor deposição de sedimentos em consequência das correntes mais fracas. Esta medida deve reduzir as ocorrências onde não é possível coletar as amostras, em especial de sedimento. Observou-se alguma variabilidade entre os pontos em ambas as campanhas. Os pontos 4 e 5 apresentaram granulometria mais grossa (arenosa) em ambas as campanhas demonstrando que sofrem efeito maior das correntes marítimas no local enquanto os demais pontos apresentaram granulometria relativamente equilibrada entre as frações. Os demais pontos apresentaram variação em especial se comparadas as duas campanhas, fato este que pode ser explicado pelo arraste da draga devido à correnteza, deslocamento da embarcação ou mesmo ligeira mudança de local de acordo com a hidrodinâmica (correntes fortes no canal) ou condições de segurança. É possível verificar pela profundidade registrada em campo que não foi possível realizar as coletas exatamente no mesmo ponto e/ou havia correntes mais fortes atuando impedindo que a sonda atingisse a profundidade máxima.

Os valores de potencial redox foram negativos, indicando ambiente redutor. As concentrações de nutrientes apresentaram valores de NKT acima dos 1.000 mg/kg na primeira campanha, mas este fato pode estar relacionado à variabilidade de local de amostragem supracitada. Com base no critério de classificação química dos sedimentos (somente para HPAs), todos os pontos foram classificados como Ótimos.

Com base no critério microbiológico, os 5 pontos de amostragem foram classificados como Ótimos quando considerados os coliformes termotolerantes. Quanto ao *Cl. perfringens*, na primeira campanha os pontos apresentaram baixas concentrações. Na segunda campanha esse cenário mudou para o ponto 2, que foi classificado como Ruim, por apresentar concentração da ordem de 10^5 NMP/100g e o ponto 3, que foi classificado como Regular, pois apresentou concentração de 10^4 NMP/100 g. Nesses pontos fica evidente a poluição fecal remota.

Nessa região, apenas o ensaio crônico com amostras de sedimento foi realizado nas duas campanhas. Os resultados da primeira amostragem indicaram ausência de efeitos tóxicos para o sedimento dos pontos 2, 3 e 4, de tal forma que foram classificados na faixa de qualidade Ótima. Por outro lado, o sedimento dos pontos 1 e 5 receberam classificação Regular (Tabela 3.5). Nesse ponto também foi constatada toxicidade na água do ponto 1, conforme mencionado anteriormente.

Na segunda campanha, o ponto 3 não foi analisado, o ponto 5 apresentou uma melhora e foi classificado como Ótimo da mesma forma que o ponto 4, indicou boa qualidade daquele ambiente. Por outro lado, houve uma piora na qualidade do sedimento do ponto 2, classificado como Regular e do ponto 1 classificado como Péssimo (Tabela 3.5). Nessa última amostra foi encontrada concentração de amônia não ionizada (0,07 mg/L) acima do limite de sensibilidade estabelecido para *Lytechinus variegatus*. Embora considerada um provável interferente em ensaios com sedimento para este organismo-teste, em concentrações acima de 0,05 mg/L, salienta-se que, neste caso, esta variável deve ser avaliada como um possível contaminante decorrente das características dessa região.

O Canal de São Sebastião recebe efluentes de três emissários de efluentes domésticos e um de efluente industrial (Tasse), além da existência do Porto de São Sebastião, de tal forma que essa região exige atenção especial, principalmente ao considerarmos o futuro aumento dos usos já existentes com a ampliação do Porto. Além disso, conforme mencionado anteriormente, no primeiro semestre a qualidade do sedimento já havia sido classificada como Regular. Devido ao exposto, do mesmo modo que no Saco da Ribeira, a eventual ressuspensão do sedimento poderá causar efeitos deletérios nas comunidades biológicas.

Gráfico 3.16 – Concentrações de fósforo total no Canal de São Sebastião nas duas campanhas de 2014.

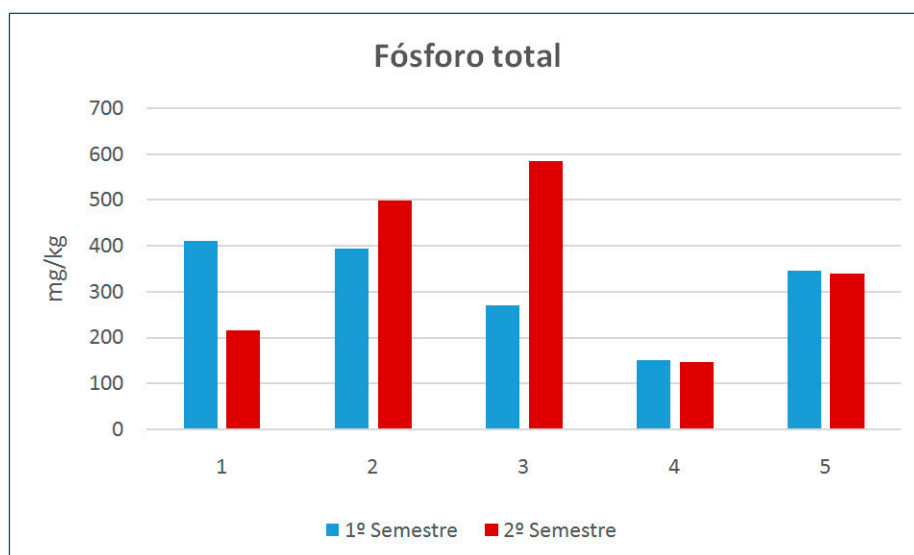
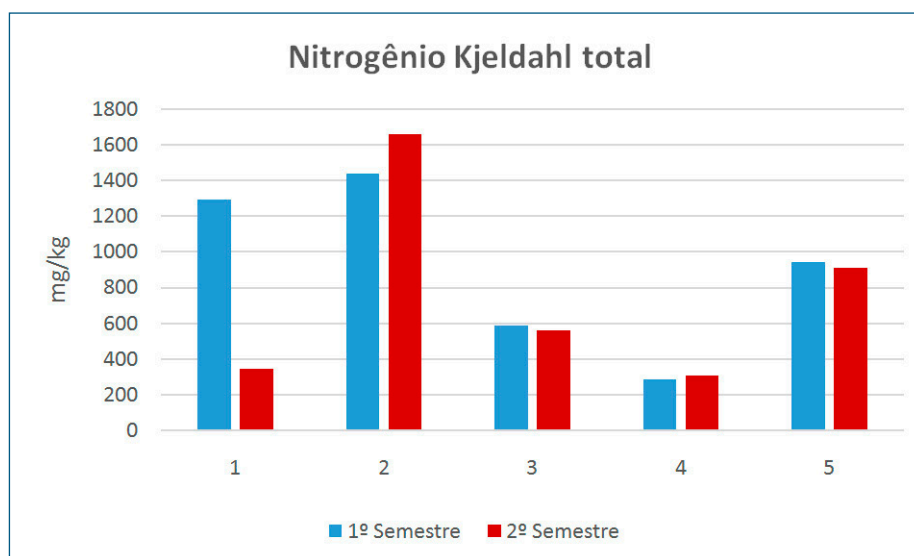
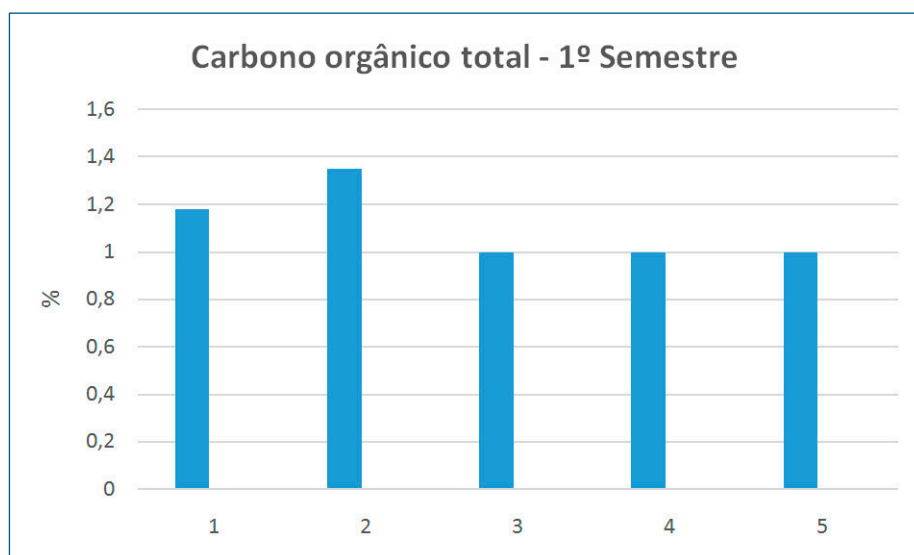


Gráfico 3.17 – Concentrações de nitrogênio kjeldahl total (NKT) no Canal de São Sebastião nas duas campanhas de 2014.**Gráfico 3.18** – Concentrações de carbono orgânico total no Canal de São Sebastião na primeira campanha de 2014.

3.5.8 Barra do Una

Nas águas da Barra do Una observou-se altas concentrações de nitrogênio amoniacal na primeira campanha nos pontos 1 e 2 predominantemente nas amostras de superfície onde também excederam o padrão legal de 0,4 mg/L (0,59 e 0,52 mg/L respectivamente). Já na segunda campanha o Nitrato excedeu o limite legal de 0,4 mg/L (0,43 mg/L). As concentrações de clorofila *a* (Tabela 3.2.), em ambas as campanhas, variaram de Mesotrófico a Eutrófico com valores similares, que pela média indicaram um ambiente Eutrófico. Segundo esses resultados este local exibe indicativos de um ambiente já eutrofizado classificado, segundo o IETC, como Eutrófico. Aplicando-se o IQAC, os pontos 1 e 2 foram classificados como Bons ao passo que o ponto 3 melhorou sua classificação para Ótima.

Em relação à caracterização dos sedimentos, a análise granulométrica indicou sedimento eminentemente arenoso com baixas concentrações de nutrientes (NKT, Fósforo e COT) sugerindo que as não conformidades observadas na água podem ser de caráter pontual. Os valores de potencial redox foram positivos diferentemente de resultados anteriores. Cabe salientar que a barra do Rio Una passou por processo de dragagem para restaurar o leito do rio e permitir a passagem de embarcações das marinas, fato este que pode ter colaborado com os valores negativos encontrados anteriormente. Com base no critério de classificação química dos sedimentos (somente para HPAs), os três pontos foram classificados como Ótimos.

Conforme o critério microbiológico, os três pontos amostrados foram classificados como Ótimos considerando os dois indicadores, exceto o ponto 2 que na segunda campanha foi classificado como Bom.

Na avaliação ecotoxicológica com a amostra composta de sedimento, os ensaios crônicos realizados nas duas campanhas indicaram a boa qualidade do sedimento desta região, sendo classificados como Ótimo (Tabela 3.5).

Gráfico 3.19 – Concentrações de fósforo total em Barra do Una nas duas campanhas de 2014.

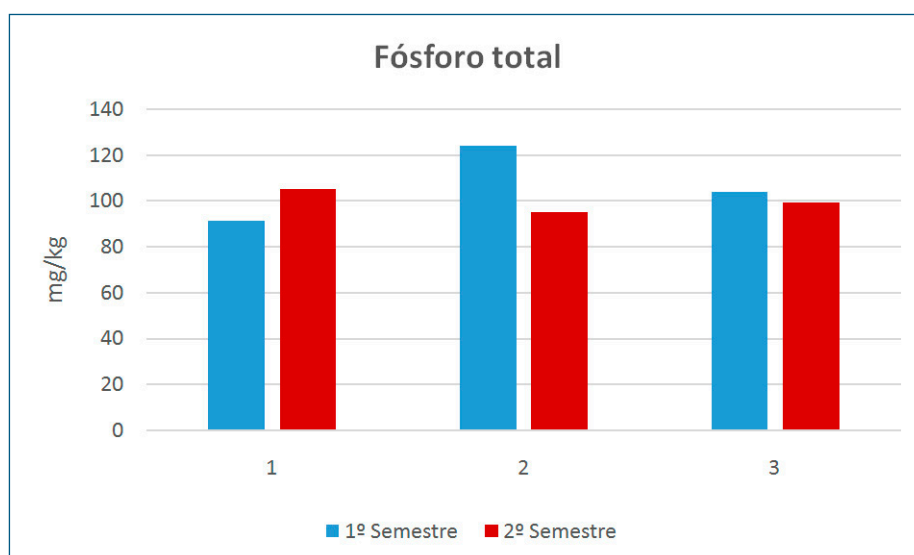
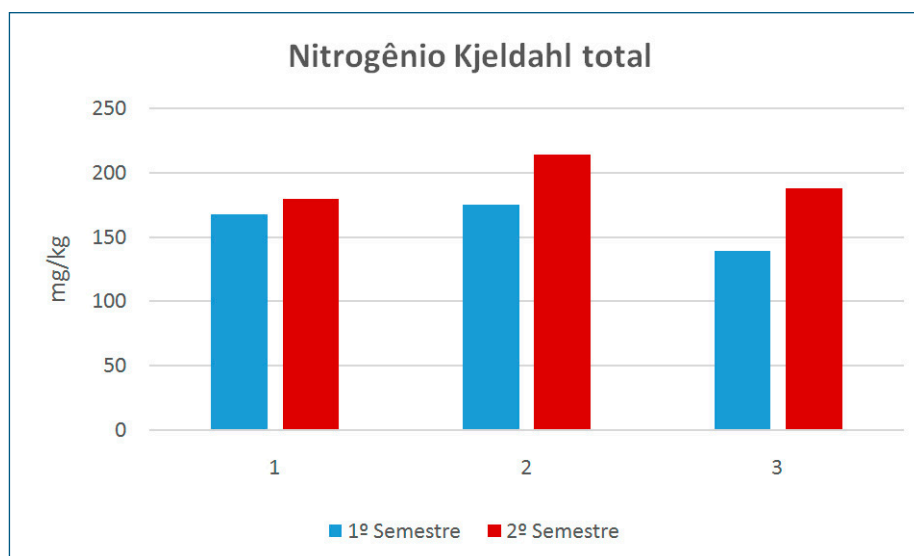


Gráfico 3.20 – Concentrações de nitrogênio kjeldahl total (NKT) na Barra do Una nas duas campanhas de 2014.

3.5.9 Área de influência do Rio Itaguaré

No Rio Itaguaré não foram verificadas alterações significativas na água, além da presença de clorofila *a*. As concentrações de clorofila *a* (Tabela 3.2.) foram maiores na primeira campanha com a maioria das amostras classificadas como Eutróficas. Na segunda campanha todos os pontos exibiram condição Oligotrófica, sugerindo uma melhora na qualidade da água. Pela média das duas campanhas este local exibe indicativos de um ambiente em processo de eutrofização, classificado, segundo o IETC, como Mesotrófico Conforme o IQAC, todos os pontos foram classificados como Bons devido apenas aos resultados de Clorofila *a*.

Com relação aos sedimentos, o potencial redox dos três pontos é positivo ou ligeiramente negativo, com granulometria predominantemente arenosa. Os nutrientes não apresentaram valores elevados em nenhum ponto.

Foi observada ocorrência de chumbo ligeiramente acima do valor limiar (ISQG) de 31,3 mg/kg (padrão de 30,1 mg/kg) na primeira campanha, ponto 2. A ocorrência não se repetiu na segunda campanha e nem é recorrente de forma que pode se tratar de um fato isolado ou até mesmo algum problema analítico. É importante salientar que estes valores podem sofrer alterações devido às revisões dos resultados citadas anteriormente. Com base no critério de classificação química dos sedimentos (somente para HPAs), os três pontos foram classificados como Ótimos.

Com base no critério microbiológico, considerando os coliformes termotolerantes, os três pontos foram classificados como Ótimos nas duas campanhas. Para *Cl. perfringens*, os pontos 1 e 2 foram classificados como Ótimos e o ponto 3 foi classificado como Bom.

Com relação à avaliação ecotoxicológica da amostra composta do sedimento dessa região, os ensaios crônicos realizados nas duas campanhas de amostragem indicaram qualidade Ótima (Tabela 3.5).

Gráfico 3.21 – Concentrações de fósforo total nos sedimentos da área de influência do Rio Itaguaré nas duas campanhas de 2014.

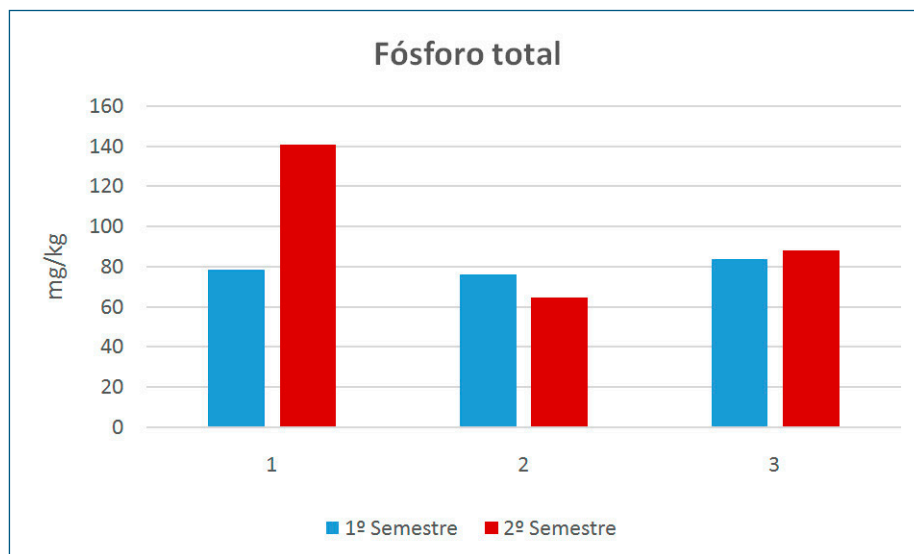
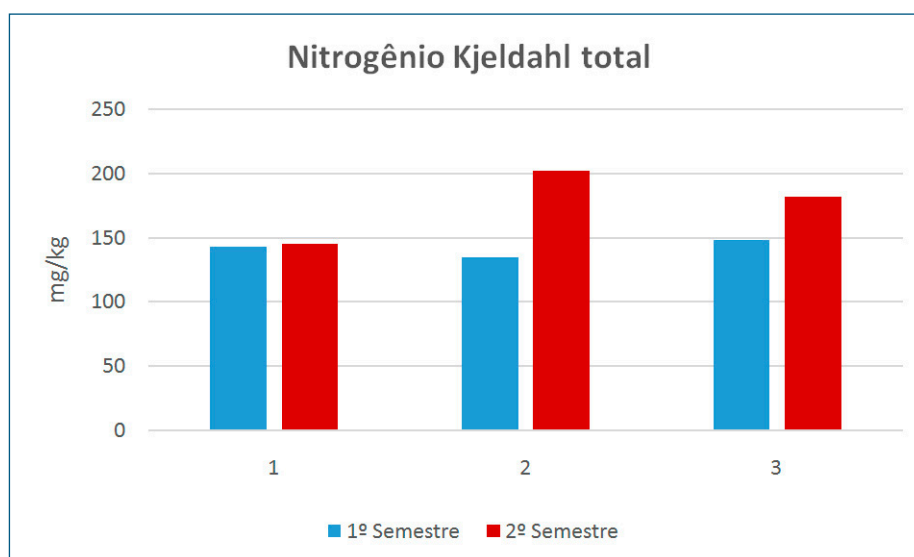


Gráfico 3.22 – Concentrações de nitrogênio kjeldahl total nos sedimentos da área de influência do Rio Itaguaré nas duas campanhas realizadas em 2014.



3.5.10 Canal da Bertioga

No Canal de Bertioga observou-se depleção dos níveis de oxigênio dissolvido, no primeiro semestre, nos pontos 1, 2 e no segundo semestre apenas no ponto 2 nas profundidades de meio e fundo, apontando desconformidade com o padrão de qualidade para águas salobras de classe 1 ($>5,0$ mg/L). Observou-se que o boro ultrapassou os limites preconizados na legislação em todas as amostras do primeiro semestre de forma significativa chegando a 3,64 mg/L no ponto 3 ante o limite legal de 0,5 mg/L sendo que em nenhum caso sua concentração ficou abaixo de 2 mg/L. No segundo semestre não foram realizadas análises de metais mas os resultados históricos mostram que se trata de um problema recorrente.

Em todos os pontos foram detectadas grandes concentrações de nutrientes (COT e fósforo) totalizando 7 amostras de COT não conformes no primeiro semestre e 12 amostras de fósforo em ambas as coletas. Verificou-se a presença elevada de nitrogênio amoniacal na superfície do ponto 1 no segundo semestre acima do limite legal. O Índice Trófico Costeiro - IETC (Tabela 3.2) indicou uma pior qualidade na primeira campanha com a condição Supereutrófica, Eutrófica e Mesotrófica nos pontos 1, 2 e 3 respectivamente, resultando pela média dos três pontos na classificação Eutrófica desse ambiente. Já na segunda campanha apresentou melhora variando da condição Oligotrófica à Mesotrófica com a média final Mesotrófica. Pela média das duas campanhas este local exibe indicativos de um ambiente já eutrofizado classificado, segundo o IETC, como Eutrófico. Apesar das ocorrências observadas apenas o ponto 1 foi classificado como Ruim de acordo com o IQAC. O ponto 2 foi Regular e o Ponto 3 Bom.

Os sedimentos do ponto 1 do Canal, localizado no Largo do Candinho e recebendo a influência do estuário de Santos, apresentaram granulometria fina com maior fração de silte enquanto, já o ponto 3, localizado mais ao norte, próximo ao rio Itapanhaú, e submetido a correntes mais intensas apresenta granulometria 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.

Os resultados de potencial redox foram notadamente negativos em ambas as campanhas decomposição anaeróbia de matéria orgânica à exceção do ponto 3 na primeira campanha, o que pode ser explicado por uma diferença no sentido da corrente no momento da coleta (maré subindo). Quanto aos nutrientes, foi possível observar concentrações elevadas de fósforo, NKT e COT nos pontos 1 e 2 (Gráficos 3.23, 3.24 e 3.25). Com base no critério de classificação química dos sedimentos (somente para HPAs), os três pontos foram classificados como Ótimos. Salienta-se que, historicamente, este ponto apresenta qualidade inferior dos sedimentos do ponto de vista químico de forma que a classificação deve piorar quando forem acrescentados os metais. Contudo destaca-se que é relativamente comum a ocorrência de HPAs em concentrações que influenciariam esta classificação de forma que a ausência de resultados acima dos valores orientadores configura em uma melhoria em relação ao histórico para este grupo de substâncias.

Considerando o critério microbiológico, as densidades de coliformes termotolerantes foram baixas. O ponto 3 foi classificado como Regular na primeira campanha, e nas outras amostras as classificações foram Ótimas e Boas. Quanto ao indicador *Cl. perfringens*, com exceção do ponto 3 que foi classificado como Bom na segunda campanha, as outras amostras foram classificadas como Ruins e Péssimas pois apresentaram concentrações da ordem de 10^5 NMP/100g, evidenciando poluição fecal remota.

Somente os ensaios crônicos foram realizados nas duas campanhas de amostragem de sedimento. Na primeira campanha verificou-se qualidade Péssima nos pontos 1 e 2 e Regular no ponto 3, de acordo com o critério ecotoxicológico. Por outro lado, na segunda campanha verificou-se uma sutil melhora na qualidade dos pontos 1 e 2, classificados como Regular e Ruim, respectivamente, enquanto o ponto 3 desceu um nível e passou a ser classificado como Ruim (Tabela 3.5), mesmo apresentando granulometria arenosa, conforme mencionado anteriormente.

As amostras do ponto 3, na primeira e dos pontos 1 e 2 na segunda campanha apresentaram 0,06 mg/L de amônia não ionizada. Apesar da concentração acima de 0,05 mg/L ser considerada um provável interferente em ensaios com sedimento com *L. variegatus*, salienta-se que neste caso esta variável deve ser avaliada como um possível contaminante decorrente das características dessa região descritas acima.

Além disso, é necessário considerar o histórico de contaminação da região, como por exemplo, a presença do antraceno acima do ISQG, ou ainda de outros HPAs que, embora abaixo dos valores orientadores 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.

Gráfico 3.23 – Concentrações de fósforo total nos sedimentos do Canal da Bertioga nas duas campanhas de 2014.

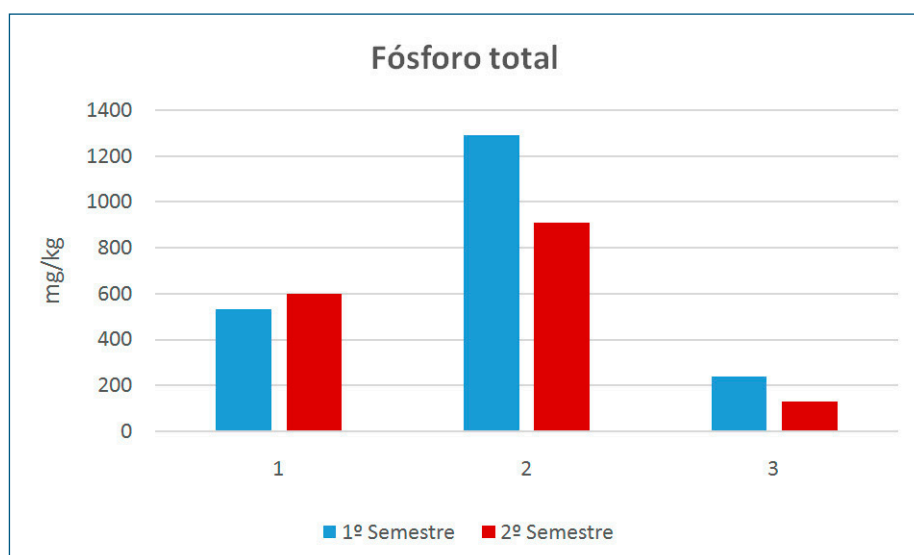


Gráfico 3.24 – Concentrações de nitrogênio kjeldahl total nos sedimentos do Canal da Bertioga nas duas campanhas realizadas em 2014.

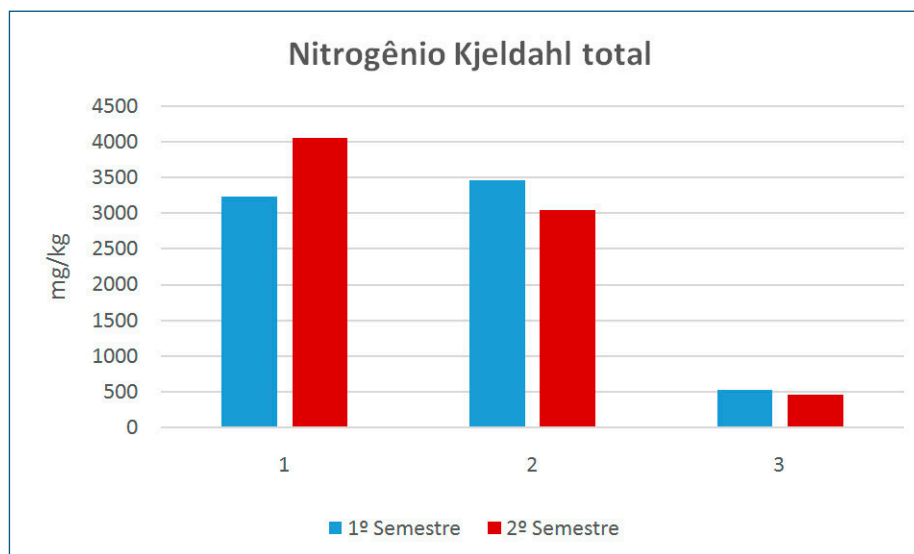
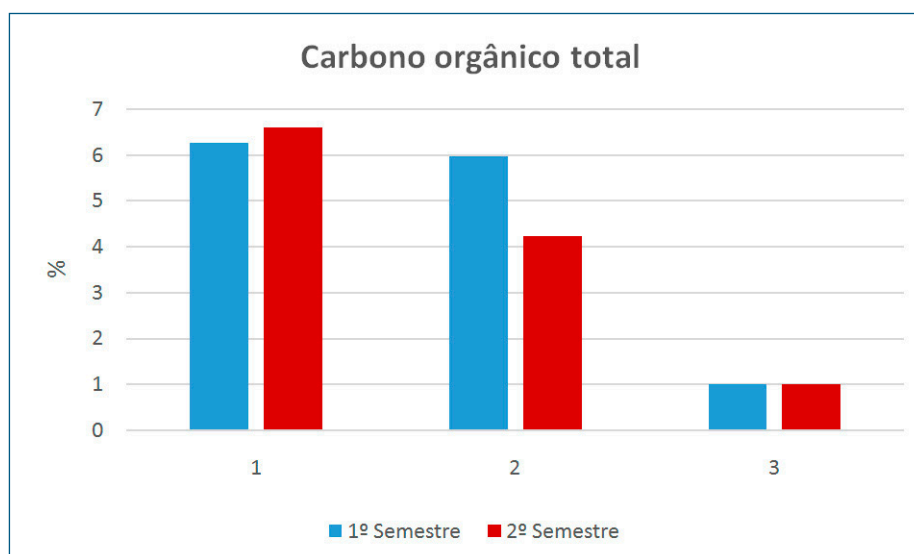


Gráfico 3.25 – Concentrações de carbono orgânico total (COT) nos sedimentos do Canal da Bertioga nas duas campanhas realizadas em 2014.



Foi identificada quantidade significativa de óleos e graxas e alguma presença de fenóis.

3.5.11 Canal de Piaçaguera

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.

O canal foi significativamente impactado por atividades industriais pregressas que ainda não eram devidamente reguladas do ponto de vista ambiental e, portanto, apresenta um grande passivo ambiental, em especial no sedimento que pode estar contribuindo hoje com a liberação de algumas substâncias encontradas na água além da atividade industrial da área. Em sintonia com estes fatos, os resultados obtidos nas análises de amostras de água no canal apresentaram diversas não conformidades em relação à legislação vigente:

- Depleção de OD nos dois pontos e nos dois semestres (somente meio e fundo);
- pH de 6,22 no primeiro semestre no ponto 2 (meio), abaixo da faixa permitida pela legislação;
- Boro total em todas as amostras cegando a mais de cinco vezes acima do limite legal (análise conduzida apenas no primeiro semestre);
- Fósforo total em todas as amostras;
- COT em cinco amostras no primeiro semestre;
- Nitrato em nove das doze amostras;
- Nitrogênio amoniacal 50% das amostras sendo apenas 1 ocorrência no primeiro semestre no ponto 1, meio.

Este ano não foram realizadas análises de componentes orgânicos (HPAs) neste compartimento. Nos dois pontos monitorados, as concentrações de clorofila *a* (Tabela 3.2) na primeira campanha indicaram condição Eutrófica para o ponto 1 e, no ponto 2, Supereutrófica na superfície e Oligotrófica no meio da coluna d'água, classificando-se pela média como ambiente Eutrófico. Já na segunda campanha, classificou-se pela média como Mesotrófica tendo variado de Oligotrófica a Mesotrófica. Pela média anual dos dois pontos monitorados, este local exibe indicativos de um ambiente já eutrofizado classificado, segundo o IETC como Eutrófico. Desta forma o IQAC classificou como Péssimos ambos os pontos.

Já o sedimento apresentou diversas ocorrências de substâncias que excederam os valores orientadores. Sua granulometria com mais da metade da composição em argila e silte contribui para o acúmulo de nutrientes, resultando em potenciais redox abaixo de -200 na primeira campanha e relativamente negativo em geral. O canal apresentou maior concentração de todos os nutrientes com destaque para o fósforo e o NKT que apresentaram valores acima dos 3000 mg/kg e 2000 mg/kg respectivamente sendo os valores encontrados no primeiro semestre significativamente maiores do que no segundo. A maior incidência pluviométrica e as condições hidrodinâmicas sazonais no primeiro semestre podem ter proporcionado uma maior deposição de sedimentos com maior carga de nutrientes na ocasião. Esta hipótese é reforçada pela ocorrência de mais não conformidades de outros parâmetros físico-químicos no segundo semestre quando a menor incidência de chuvas.

Quase todos os metais apareceram em concentrações ligeiramente superiores ao ISQG além de quantidade substancial de óleos e graxas. É importante salientar que estes valores podem sofrer alterações devido às revisões dos resultados citadas anteriormente. Situação mais aguda apresentaram os HPAs no ponto 1 onde superaram fortemente os valores de referência denominados de PEL onde podem apresentar efeito deletério à biota local chegando a faixas entre 2.000 µg/kg a 5.000 µg/kg com destaque para os seguintes:

- Antraceno
- Benzo(a)antraceno
- Benzo(a)pireno
- Pireno (ambos os semestres)
- Fluoranteno

Outros HPAs que não possuem valores orientadores como o benzo(g,h,i)perileno também apresentaram valores acima de 1.000 µg/kg evidenciando o alto passivo ambiental que existe na região. Tais valores não implicam, necessariamente, que haja alguma fonte de poluição atual, mas sim que as atividades normais do local como o tráfego de navios podem estar ressuspensando substâncias dispostas em épocas em que não havia controle ambiental rigoroso que voltam a se depositar nas camadas superficiais. Desta forma, com base nos critérios de classificação química dos sedimentos (somente HPAs) o ponto 1 foi classificado como Péssimo e o ponto 2 foi classificado como Regular.

Com base no critério microbiológico, considerando o grupo dos coliformes termotolerantes, a amostra do ponto 1 foi classificada como Ruim na segunda campanha, apresentando concentração da ordem de 10^3 NMP/100 g, o que evidencia contaminação fecal recente. As outras amostras apresentaram baixas concentrações. Quanto ao *Cl. perfringens*, as amostras apresentaram concentrações da ordem de 10^4 e 10^5 NMP/100 g, indicando poluição fecal remota.

Somente os ensaios crônicos com sedimento foram realizados nas duas campanhas de amostragem. De acordo com o critério ecotoxicológico, na primeira campanha verificou-se qualidade Péssima no ponto 2, provavelmente relacionada à contaminação anteriormente descrita. O mesmo não se observou no ponto 1, classificado como Ótimo, certamente porque apesar da ocorrência de HPAs acima de ISQG ou PEL mencionada acima, estes compostos não estavam biodisponíveis para causar efeito tóxico. Já na segunda campanha observou-se uma piora do sedimento no ponto 1, classificado como Péssimo, bem como o ponto 2 (Tabela 3.5).

Devido aos vários contaminantes e níveis de concentrações observados, e sua importância no contexto da Baixada Santista, uma eventual movimentação da camada de sedimento dessa região, com sua ressuspensão, pode aumentar a probabilidade de ocorrência de efeitos deletérios nas comunidades biológicas, já observados neste monitoramento.

Gráfico 3.26 – Concentrações de fósforo total nos sedimentos do Canal de Piaçaguera nas duas campanhas de 2014.

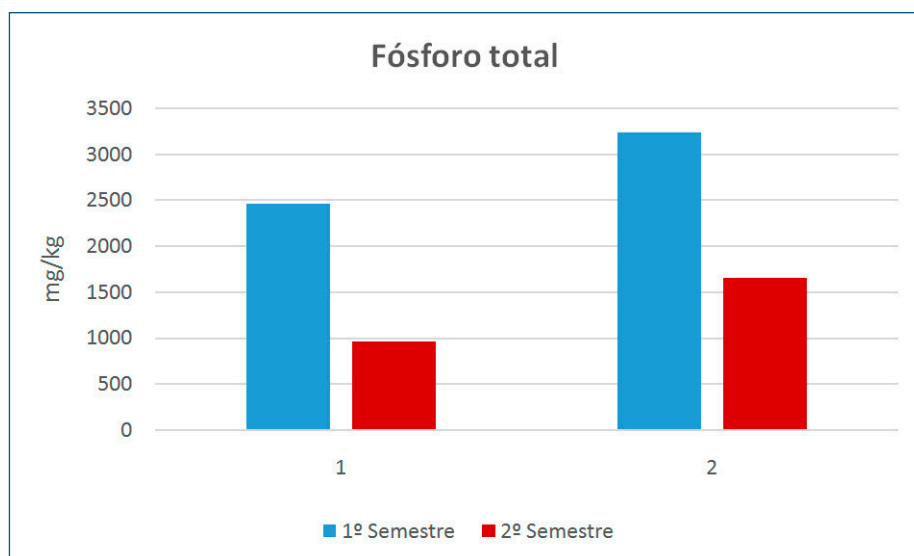


Gráfico 3.27 – Concentrações de nitrogênio kjeldahl total (NKT) nos sedimentos do Canal de Piaçaguera nas duas campanhas de 2014.

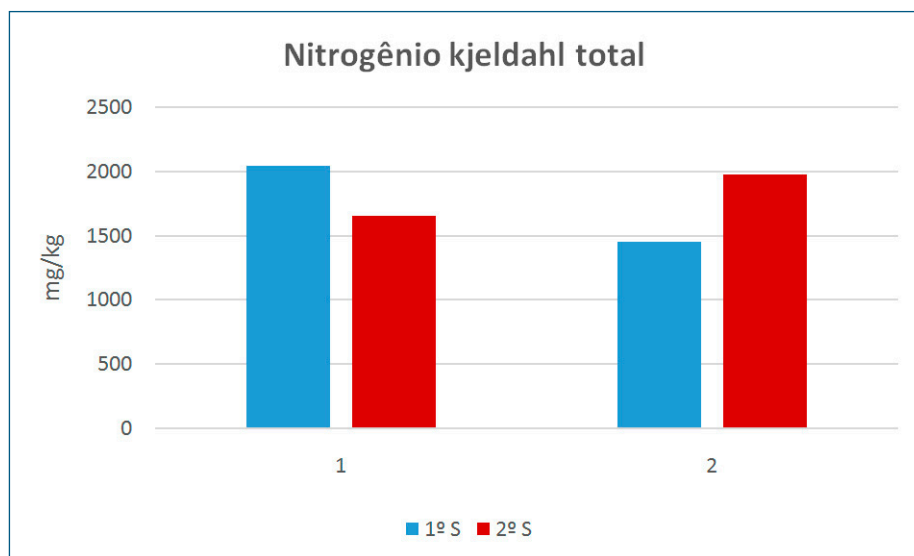
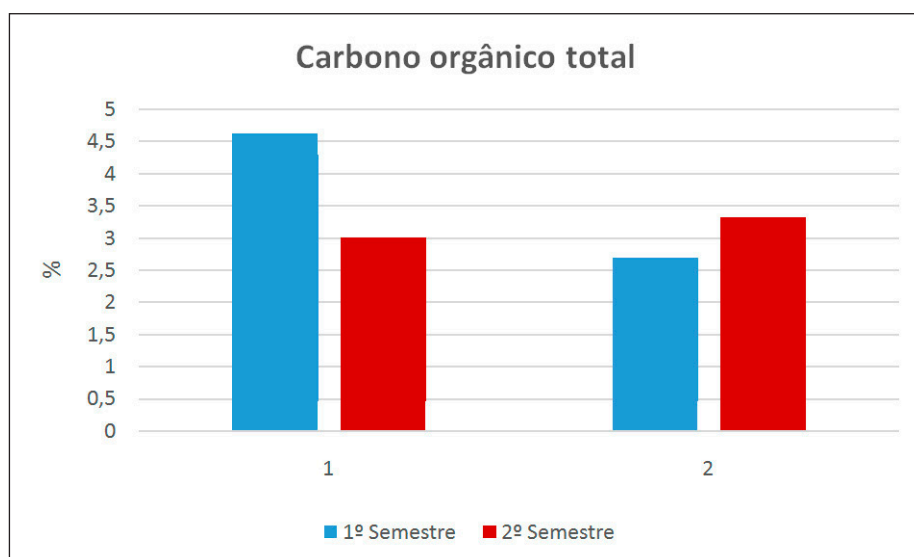


Gráfico 3.28 – Concentrações de carbono orgânico total (COT) nos sedimentos do Canal de Piaçaguera nas duas campanhas de 2014.



3.5.12 Área de influência do emissário do Guarujá

Não foi possível realizar a coleta de amostras no primeiro semestre devido a dificuldades operacionais e mau tempo. Observou-se concentração de enterococos acima de 100 NMP/100 mL em quatro das nove amostras. Na segunda campanha as concentrações de clorofila *a* (Tabela 3.2), nos três pontos monitorados, indicaram um ambiente já eutrofizado classificado, segundo o IETC como Eutrófico.

Com relação ao sedimento na área de influência do emissário do Guarujá podem-se notar valores negativos de potencial redox para os três pontos apesar de a granulometria ser mais arenosa. Quanto aos nutrientes, foram encontrados valores ligeiramente mais elevados que o esperado para a área de fósforo total e nitrogênio kjeldahl também devido à influência de matéria orgânica advinda do emissário (Gráficos 3.29 e 3.30).

Não é possível classificar os sedimentos desta área, pois não foram realizados os ensaios de HPAs e os ensaios de metal estão sendo revisados.

Com relação ao critério microbiológico, as densidades de coliformes termotolerantes foram baixas. Para *Cl. perfringens*, as amostras dos pontos 1 e 2 apresentaram densidades da ordem de 10^5 NMP/100 g, sendo classificadas como Ruins. O ponto 3 foi classificado como Bom.

O ensaio ecotoxicológico, com a amostra composta do sedimento, que recebe a influência do Emissário do Guarujá, foi realizado somente na segunda campanha. O ensaio crônico indicou qualidade Ótima para o sedimento dessa região (Tabela 3.5).

Gráfico 3.29 – Concentrações de fósforo total nos sedimentos da área de influência do Emissário do Guarujá na segunda campanha de 2014.

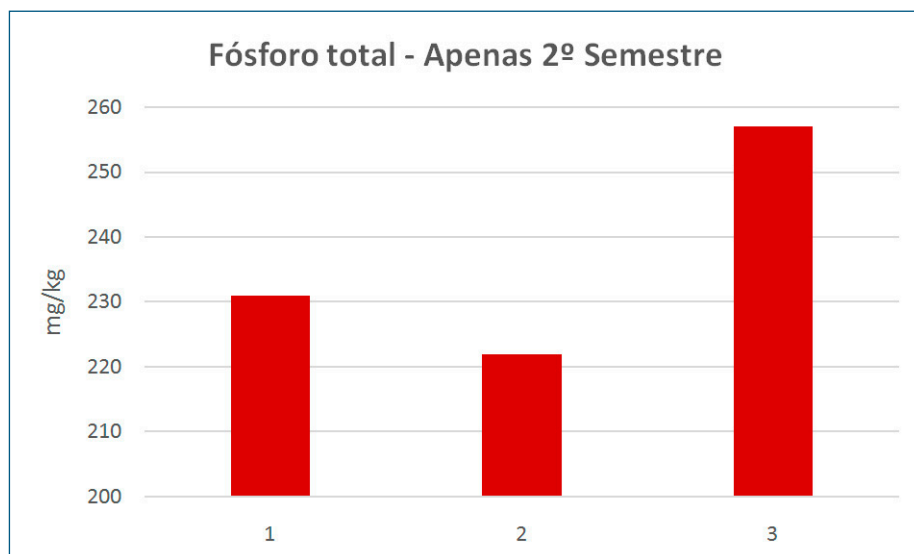
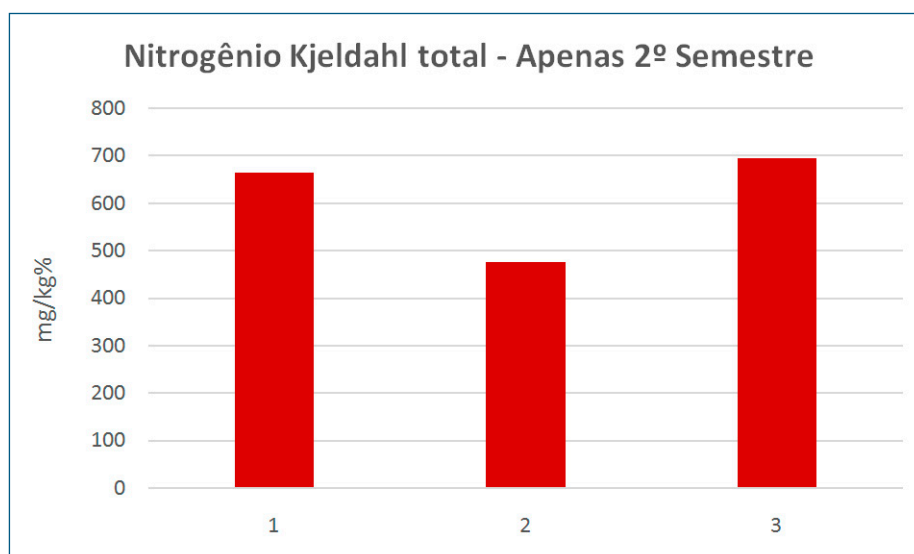


Gráfico 3.30 – Concentrações de nitrogênio kjeldahl total nos sedimentos da área de influência do Emissário do Guarujá na segunda campanha de 2014.



3.5.13 Área de influência do emissário de Santos

Não foi possível realizar a coleta de amostras no segundo semestre na área de influência do Emissário Submarino de Santos. Detectou-se níveis de oxigênio dissolvido abaixo do limite preconizado na legislação nos três pontos e nas três profundidades repetindo os resultados do ano anterior. Também foram observadas concentrações elevadas de nutrientes, em especial de fósforo, em todos os pontos. Foram excedidos os limites legais para o fósforo em todos os pontos; COT nos pontos 1 (fundo), 2 (superfície) e 3 (fundo); nitrogênio amoniacal nos pontos 1 (superfície), 2 (meio) e 3 (meio). A concentração de Enterococos superou os limites legais em todas as amostras. Quanto ao Índice de Estado Trófico Costeiro – IETC (Tabela 3.2), na primeira campanha a maioria das amostras indicaram condições Eutrófica com exceção do ponto 2 – meio da coluna e ponto 3 - superfície classificados como Mesotrófica. Pela média dos três pontos monitorados nas duas campanhas, este local exibe indicativos de um ambiente já eutrofizado classificado, segundo o IETC como Eutrófico. Assim, conforme o IQAC, todos os pontos foram considerados como Ruins.

Com relação aos sedimentos, predomina a granulometria arenosa muito embora as demais frações contribuam com mais de 40% do total. A concentração de nutrientes também foi alta para o NKT e o fósforo total, mas menor em relação ao ano anterior (Gráficos 3.31 e 3.32). O potencial redox foi fortemente negativo com valores geralmente abaixo de -200 confirmando a presença elevada de matéria orgânica. Foi identificado um HPA no sedimento (pireno) com concentração de 25,8 µg/kg próxima ao limite de quantificação. A presença do HPA não foi suficiente para reduzir a classificação dos sedimentos da área que foram classificados como Ótimos nos três pontos. Com base no critério de classificação química dos sedimentos (somente para HPAs), os três pontos foram classificados como Ótimos.

Considerando o critério microbiológico de classificação, as densidades de coliformes termotolerantes foram da ordem de 10^3 a 10^4 NMP/100 g, classificando as amostras como Ruins e Péssimas. As densidades de *Cl. perfringens* foram da ordem de 10^6 NMP/100 g, sendo as amostras classificadas como Péssimas. Esse cenário aponta contaminação fecal remota e recente.

Na avaliação ecotoxicológica da amostra composta do sedimento que recebe a influência do Emissário de Santos, realizada somente na primeira campanha, o ensaio crônico indicou qualidade Péssima para o sedimento dessa região (Tabela 3.5). Nessa amostra foi encontrada concentração de amônia não ionizada (0,09 mg/L) acima do limite de sensibilidade estabelecido para *Lytechinus variegatus*. Embora considerada um provável interferente em ensaios com sedimento para este organismo-teste, em concentrações acima de 0,05 mg/L, salienta-se que neste caso esta variável deve ser avaliada como um possível contaminante decorrente das características dos efluentes domésticos na região.

A ocorrência de concentrações de contaminantes baixas e constantes (por exemplo, pireno, fluoranteno, benzo(a)pireno), observadas no monitoramento a partir de 2010, podem 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 causar efeitos deletérios nas comunidades biológicas dessa região.

Gráfico 3.31 – Concentrações de fósforo total nos sedimentos da área de influência do Emissário de Santos na primeira campanha de 2014.

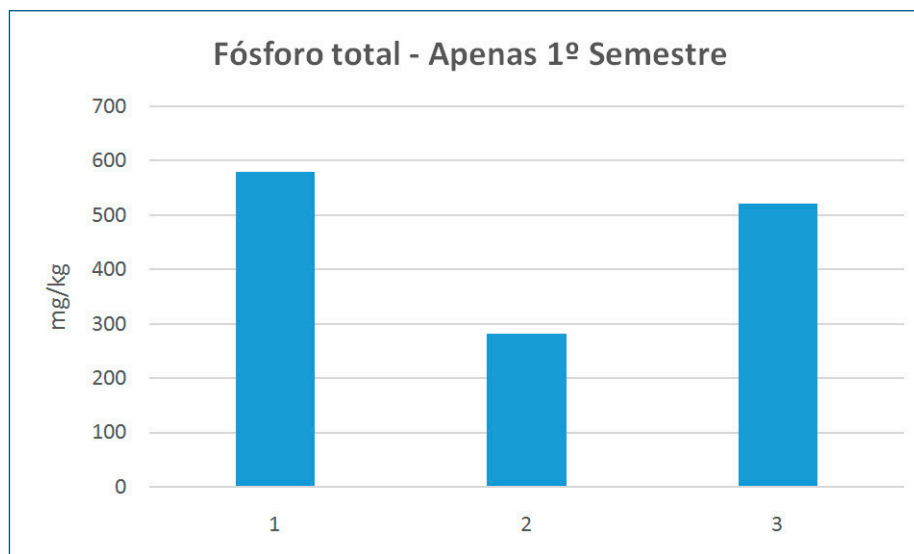


Gráfico 3.32 – Concentrações de nitrogênio kjeldahl total nos sedimentos da área de influência do Emissário de Santos na primeira campanha de 2014.

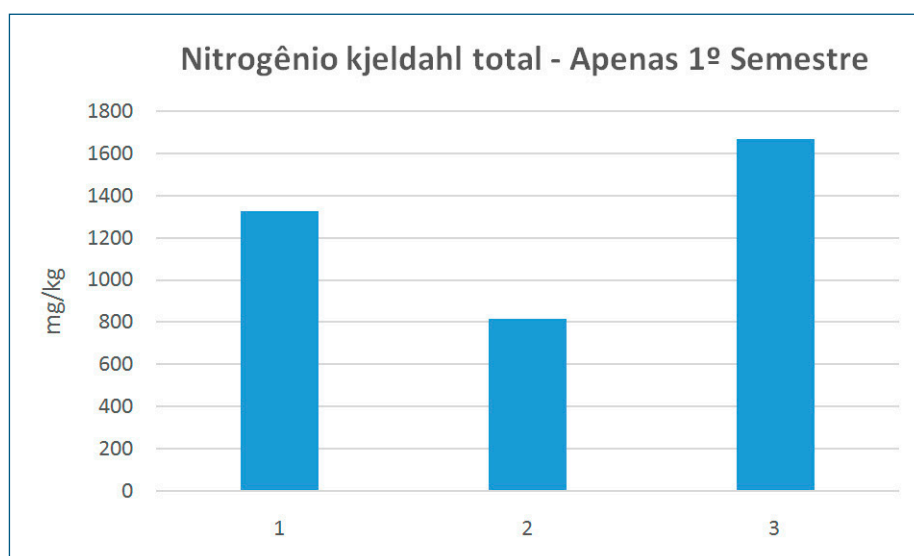
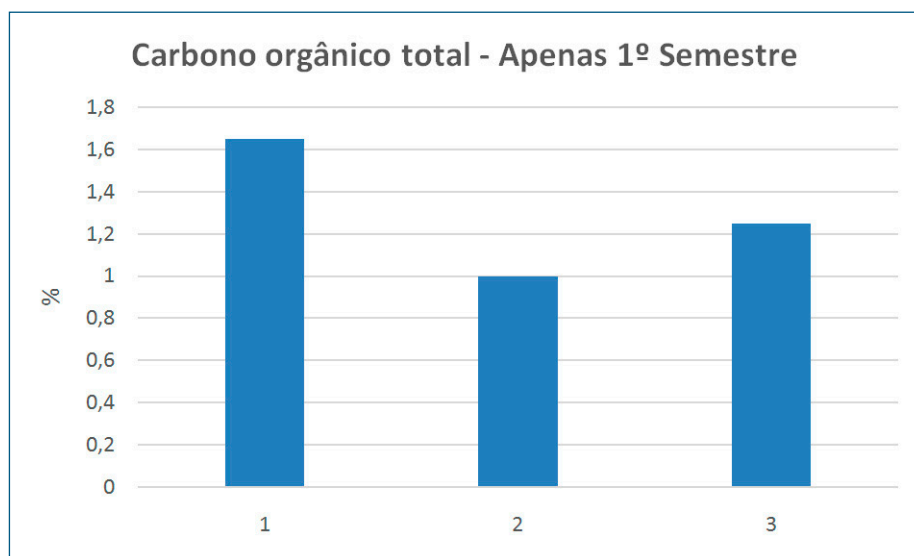


Gráfico 3.33 – Concentrações de carbono orgânico total (COT) nos sedimentos da área de influência do Emissário de Santos na primeira campanha de 2014.



3.5.14 Canal de Santos

Nas águas do Canal de Santos detectou-se depleção dos níveis de oxigênio dissolvido nos três pontos no meio e no fundo, com maior frequência no segundo semestre, superando o padrão de qualidade. As análises de metais foram realizadas apenas no primeiro semestre sendo que apenas o boro total superou os limites legais em todas as amostras. O ambiente é rico em nutrientes, reflexo das contribuições de efluentes domésticos e industriais de parcela considerável da baixada. O fósforo esteve acima dos limites legais em todas as amostras e o COT apresentou não conformidade em 8 das 12 amostras do primeiro semestre. Com relação ao aspecto microbiológico, enterococos em concentrações altas foram detectados em ambos os semestres. As concentrações de clorofila *a* (Tabela 3.2) foram maiores na primeira campanha variando de Eutrófico a Supereutrófico classificando-se, pela média dos quatro pontos, como Eutrófico. Na segunda campanha exibiu melhora significativa com classificações de Oligotrófica a Mesotrófica, sendo classificado como Mesotrófico. Pela média anual, este local exibe indicativos de um ambiente já eutrofizado classificado, segundo o IETC como Eutrófico. Conforme o IQAC, os pontos 1, 2 e 4 foram classificados como Ruins e o ponto 3 como Péssimo, uma ligeira melhora em relação ao ano anterior.

O sedimento de todos os pontos apresentaram granulometria eminentemente fina (acima de 50% de finos) com maior peso da fração de argila. O ponto 2 foi uma exceção tanto em relação aos demais quanto na série histórica apresentando mais de 80% de areia no segundo semestre. Os resultados de potencial redox foram todos negativos demonstrando ambiente redutor e grande presença de nutrientes. Verificou-se concentração de NKT e fósforo significativas com valores próximos 2000 mg/kg e 700 mg/kg respectivamente. Os demais nutrientes também apresentam concentrações elevadas, em especial do COT que excedeu os 3% em algumas ocasiões (Gráficos 3.34 e 3.35).

Com base no aspecto microbiológico, as densidades de coliformes termotolerantes estiveram entre 10^2 e 10^3 NMP/100g, com uma amostra classificada como Ruim. Quanto ao *Cl. perfringens*, as concentrações estiveram entre 10^5 e 10^6 NMP/100 g, sendo as amostras classificadas como Ruins e Péssimas. Assim, evidencia-se contaminação fecal remota.

Na avaliação ecotoxicológica, o sedimento da região do Canal de Santos não apresentou toxicidade aguda na primeira campanha de amostragem para os pontos 1, 3 e 4, sendo classificados na faixa de qualidade Ótima, enquanto no ensaio crônico esses pontos foram classificados na faixa de qualidade Ruim. Por outro lado, o ponto 2 apresentou qualidade Péssima no ensaio agudo e Regular no ensaio crônico. Devido à divergência nos resultados, foi adotada a classificação final mais restritiva na primeira campanha para expressar a qualidade do sedimento nesta região, visando a proteção das comunidades mais sensíveis (Tabela 3.5).

Na segunda campanha somente o ensaio crônico foi realizado e houve uma melhora no sedimento com classificação Ótima nos pontos 2 a 4, e Regular no ponto 3. Já o ponto 1 manteve a classificação de qualidade Ruim. Ressalta-se que na amostra do ponto 3 foi encontrada concentração de amônia não ionizada (0,07 mg/L) acima do limite de sensibilidade estabelecido para *Lytechinus variegatus*. Embora considerada um provável interferente em ensaios com sedimento para este organismo-teste, em concentrações acima de 0,05 mg/L, salienta-se que neste caso esta variável deve ser avaliada como um possível contaminante decorrente das características da região, que recebe influência da região portuária de Santos.

A ocorrência de concentrações de contaminantes como fluoranteno e fluoreno mencionados acima, além de outros HPAs abaixo do ISQG, mas muito próximos desse limite observados no monitoramento a partir de 2010, pode causar efeitos subletais aos organismos existentes na região. Dessa forma, a movimentação da camada de sedimento do Canal de Santos, com sua ressuspensão, deve ser criteriosamente avaliada, pois pode aumentar a probabilidade de ocorrência de efeitos deletérios nas comunidades biológicas.

Gráfico 3.34 – Concentrações de fósforo total (mg/kg) nos sedimentos do Canal de Santos nas duas campanhas de 2014.

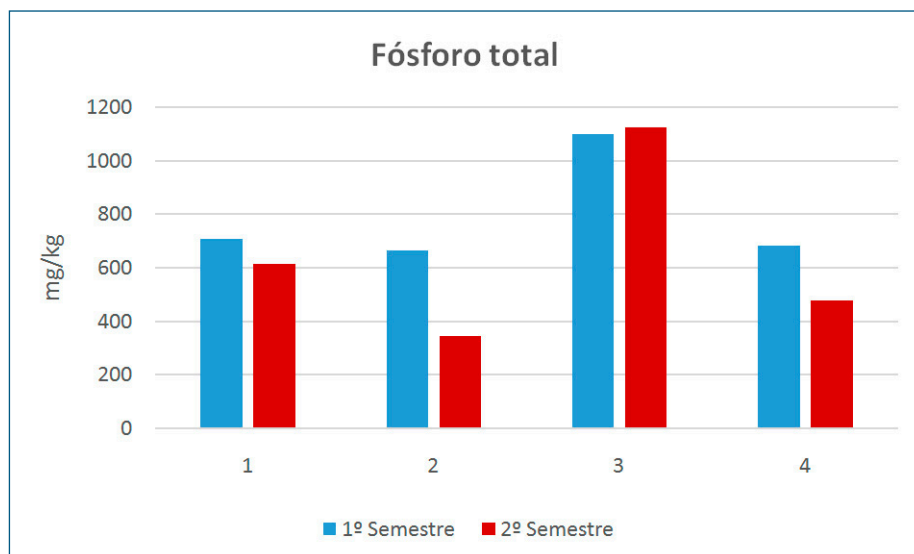


Gráfico 3.35 – Concentrações de nitrogênio kjeldahl total (NKT) nos sedimentos do Canal de Santos nas duas campanhas de 2014.

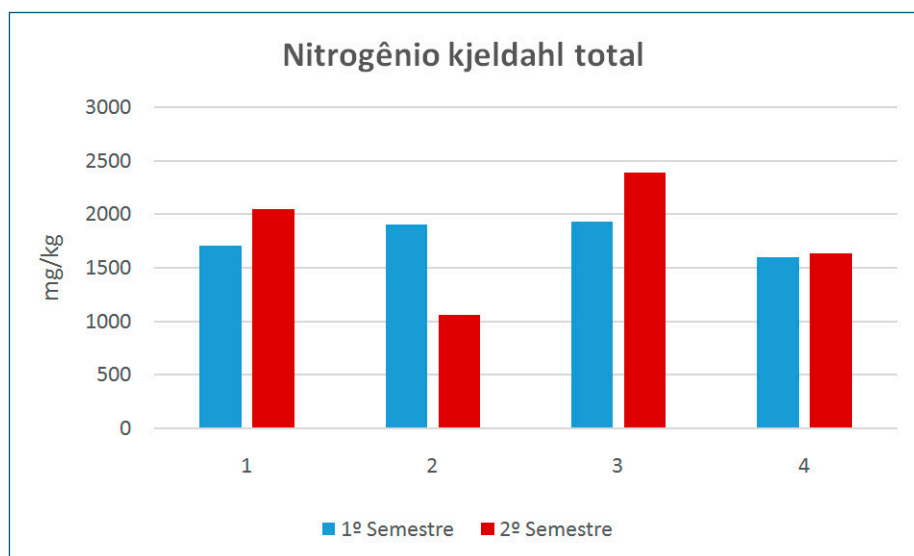
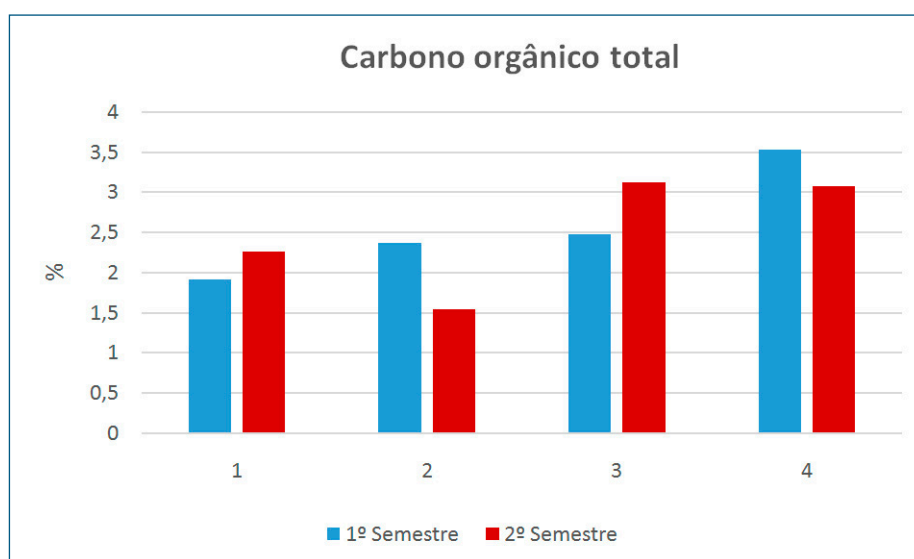


Gráfico 3.36 – Concentrações de carbono orgânico total (COT) nos sedimentos do Canal de Santos nas duas campanhas de 2014.



Observou-se que as concentrações de cobre total excederam o ISQG nos pontos 2 a 4 no primeiro semestre e no ponto 4 no segundo semestre. Foram observadas ocorrências ligeiramente superiores à referência supracitada para o cromo total e o chumbo no segundo semestre, lembrando que os resultados estão sendo reavaliados. Salienta-se que as altas concentrações de chumbo observadas no ano anterior não se repetiram de forma que se tratam de ocorrências pontuais ou, possivelmente, de algum problema analítico. Salienta-se que estes valores podem sofrer alterações devido às revisões dos resultados citadas anteriormente. Por fim, verificou-se a ocorrência de diversos HPAs em baixas concentrações sendo que benzo(a)pireno, fluoranteno e fluoreno estiveram ligeiramente acima de ISQG em ocorrências nos dois semestres. Com base no critério de classificação química dos sedimentos (somente para HPAs), os três pontos foram classificados como Ótimos. Com base no critério de classificação química dos sedimentos (somente para HPAs), os pontos 1 e 4 foram classificados como Ótimos e os pontos 2 e 3 como Bons.

3.5.15 Canal de São Vicente

O Canal de São Vicente apresentou concentrações de OD inferiores ao em todas as amostras de meio e fundo nos pontos 2 e 3, já o ponto 1 apresentou não conformidade apenas na superfície no primeiro semestre. As análises de metais realizadas apenas no primeiro semestre revelaram não conformidade em 100% dos casos apenas para o Boro. Fósforo total e nitrogênio amoniacal apresentaram não conformidade em ambos os semestres sendo que todas as amostras apresentaram valores acima dos limites legais no segundo semestre. Os indicadores de contaminação fecal coliformes termotolerantes e enterococos foram observados em concentrações elevadas em ambos os semestres. As concentrações de clorofila *a* (Tabela 3.2) foram maiores na primeira campanha classificando-se pela média como Eutrófico, variando em diferentes profundidades de Mesotrófico a Supereutrófico. Na segunda campanha exibiu melhora, com os três pontos classificados como Mesotróficos. Pela média anual dos três pontos monitorados nas duas campanhas, este local exibe indicativos de um ambiente já eutrofizado classificado, segundo o IETC como Eutrófico. De acordo com o IQAC, o ponto 1 foi classificado como Ruim e os pontos 2 e 3 foram classificados como Péssimos.

O sedimento do Canal de São Vicente mostrou granulometria arenosa nos pontos 1 e 2 e argilosa no ponto 3 em ambas as campanhas. Apresentou também potencial redox negativo em todos os pontos exceto no ponto 1, primeira campanha. O ponto 3 apresentou as maiores concentrações de nutrientes com o NKT próximo a 2.000 mg/kg e fósforo com mais de 1000 mg/kg no primeiro semestre (Gráficos 3.37 e 3.38). O ponto 3 apresentou concentração de diversas substâncias como metais e HPAs em ambos os semestres, mas em geral mantiveram-se abaixo dos níveis de referência na primeira campanha (destaca-se o cobre o Fluoranteno que apresentaram concentrações ligeiramente superiores a ISQG). Na segunda campanha quantificou-se diversos metais com valores algumas vezes muito superior ao valor de PEL, quando podem ter efeito deletério sobre a biota. Entre os valores notáveis estão o zinco com uma concentração de 2.421 mg/kg, o cobre com 4.039 mg/kg e o cromo com 174 mg/kg no ponto 3 e 329 mg/kg no ponto 2. Ressalta-se que parece se tratar de uma ocorrência isolada dada a magnitude dos valores dando suporte à ideia de que a draga pode ter sido lançada em um ponto com algum depósito contendo estas substâncias. Destaca-se que estes valores podem sofrer alterações devido às revisões dos resultados citadas anteriormente.

Com base no critério microbiológico, as densidades de coliformes termotolerantes ficaram em torno de 10^3 NMP/100g e de *Cl. perfringens* foram da ordem de 10^5 NMP/100g. De maneira geral, as densidades na primeira campanha foram menores do que na segunda, na qual todas as amostras foram classificadas como Ruins para os dois indicadores. Esse cenário indica que o ambiente tem aporte de esgoto doméstico recente e remoto.

É importante salientar que o ponto 3 apresentou granulometria argilosa que naturalmente retém mais substâncias e se localiza próximo às influências do município de Cubatão e em área mais densamente povoada o que pode explicar sua qualidade inferior aos demais pontos. Apesar disso, os resultados permitiram classificar esse sedimento, quanto aos parâmetros químicos, como Ótimo nos pontos 1 e 2 e Bom no ponto 3 (somente HPAs).

Com relação aos ensaios ecotoxicológicos com amostras de sedimento, somente os testes de toxicidade crônica foram realizados nas duas campanhas. Na primeira os resultados indicaram qualidade Ótima para as amostras dos pontos 1 e 2 e Péssima para o ponto 3 (Tabela 3.5). Ressalta-se que na amostra do ponto 3 foi encontrada concentração de amônia não ionizada (0,11 mg/L) acima do limite de sensibilidade estabelecido para *Lytechinus variegatus*. Embora considerada um provável interferente em ensaios com sedimento para este organismo-teste, em concentrações acima de 0,05 mg/L, salienta-se que neste caso esta variável deve ser avaliada como um possível contaminante. Conforme mencionado anteriormente este ponto está localizado próximo às influências de Cubatão e em área mais densamente povoada e consequentemente contribuindo com esgotos domésticos. Além disso, o fluoranteno foi detectado acima do ISQG, nessa mesma amostra indicando a probabilidade de provocar efeito tóxico sobre a biota.

Na segunda campanha o ponto 1 apresentou uma piora e foi classificado como Ruim. O ponto 2 manteve a mesma classificação da campanha anterior e o ponto 3 apresentou uma sutil melhora sendo classificado como Ruim (Tabela 3.5).

Sendo assim, devido ao histórico de contaminação desta região, uma eventual ressuspensão do sedimento do Canal de São Vicente, pode causar efeitos deletérios nas comunidades biológicas.

Gráfico 3.37 – Concentrações de fósforo total nos sedimentos do Canal de São Vicente nas duas campanhas de 2014.

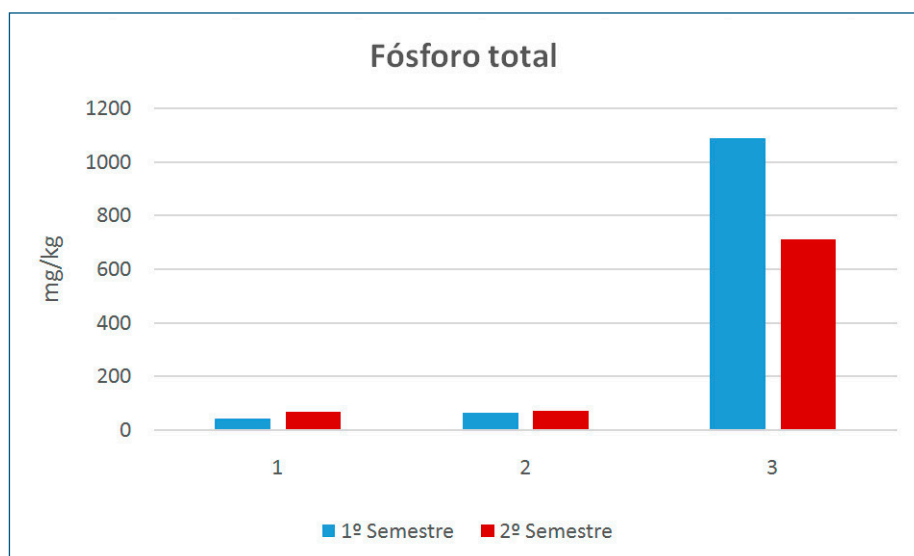


Gráfico 3.38 – Concentrações de nitrogênio kjeldahl total nos sedimentos do Canal de São Vicente nas duas campanhas de 2014.

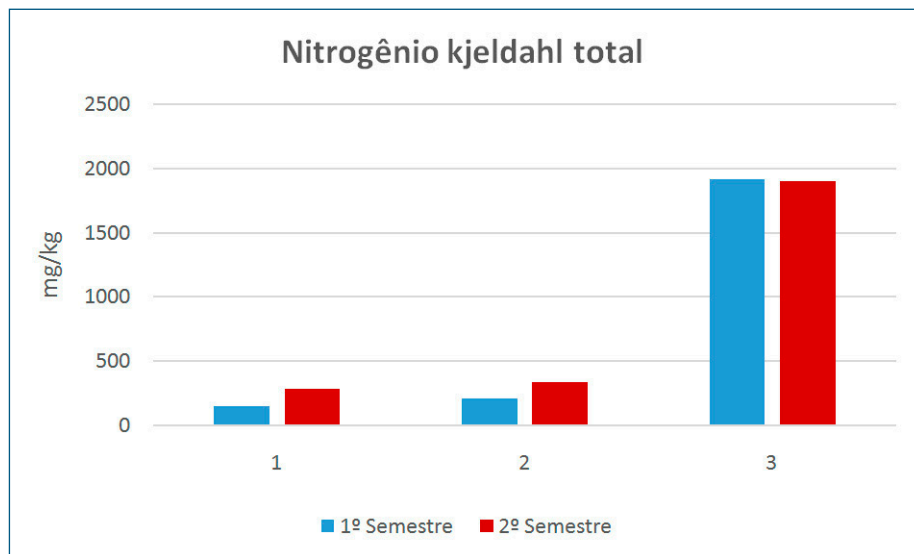
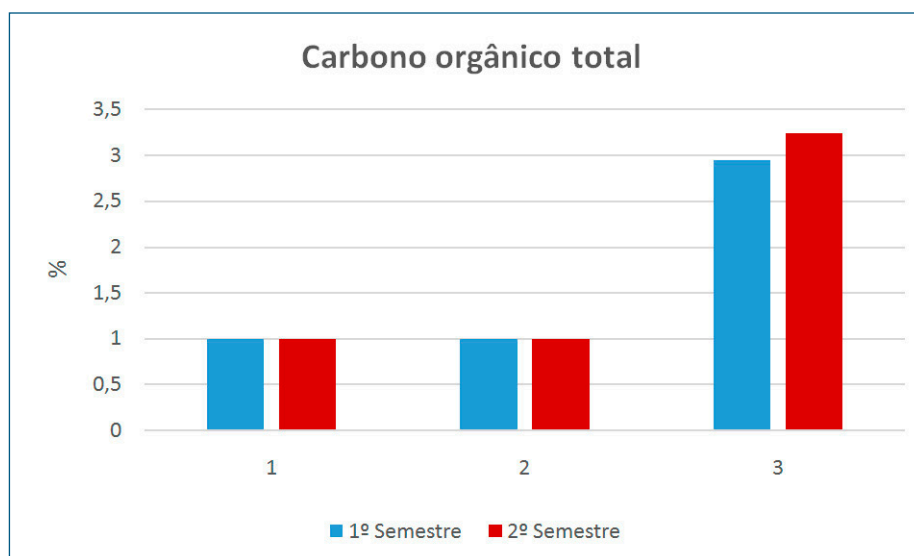


Gráfico 3.39 – Concentrações de carbono orgânico total (COT) nos sedimentos do Canal de São Vicente nas duas campanhas de 2014.



3.5.16 Área de influência do emissário submarino da Praia Grande 1

Não foi possível realizar a amostragem da área de influência do Emissário Submarino de Praia Grande 1 no primeiro semestre. Nota-se na campanha do segundo semestre que há apenas a ocorrência de não conformidade microbiológica na área (coliformes termotolerantes, 1 amostra e enterococos, 2 amostras) além da presença sistemática de clorofila *a* acima dos valores orientadores. As concentrações de clorofila *a* (Tabela 3.2) nos três pontos monitorados na segunda campanha indicaram condições Eutróficas. Pela média anual, este local exibe indicativos de um ambiente já eutrofizado classificado, segundo o IETC como Eutrófico. Assim, de acordo com o IQAC, o ponto 1 foi classificado como Regular e os pontos 2 e 3 foram classificados como Ótimos.

Com relação aos sedimentos da área de influência do Emissário da Praia Grande I, observou-se que todas as amostras possuem potencial redox ligeiramente negativo em virtude da grande contribuição de matéria orgânica advinda do emissário. Dada a composição predominantemente arenosa o acúmulo de matéria orgânica acaba sendo relativamente pequeno. Não foram verificadas ocorrências de quaisquer substâncias em níveis acima do esperado. Não foi possível classificar os sedimentos da área uma vez que os resultados de metais estão sendo revisados e não foram efetuados os ensaios para HPAs.

Com relação ao aspecto microbiológico, nos pontos 1 e 2 as densidades de coliformes termotolerantes classificam o sedimento como Ruim e as densidades de *Cl. perfringens* o classificam como Bom. Assim, pode-se inferir que esses locais apresentam poluição fecal recente. No ponto 3 o cenário se inverte, evidenciando-se a poluição fecal remota.

Na avaliação ecotoxicológica com a amostra composta do sedimento desta região, o ensaio crônico, realizado somente na segunda campanha, indicou qualidade Ótima para esse ambiente (Tabela 3.5).

Gráfico 3.40 – Concentrações de fósforo total nos sedimentos da área de influência do Emissário de Praia Grande I na segunda campanha de 2014.

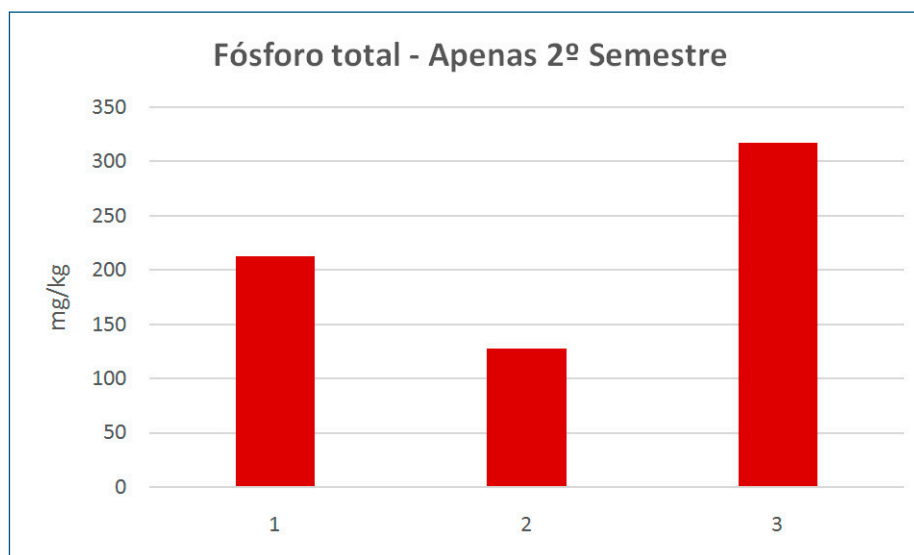


Gráfico 3.41 – Concentrações de nitrogênio kjeldahl total nos sedimentos da área de influência do Emissário de Praia Grande I na segunda campanha de 2014.

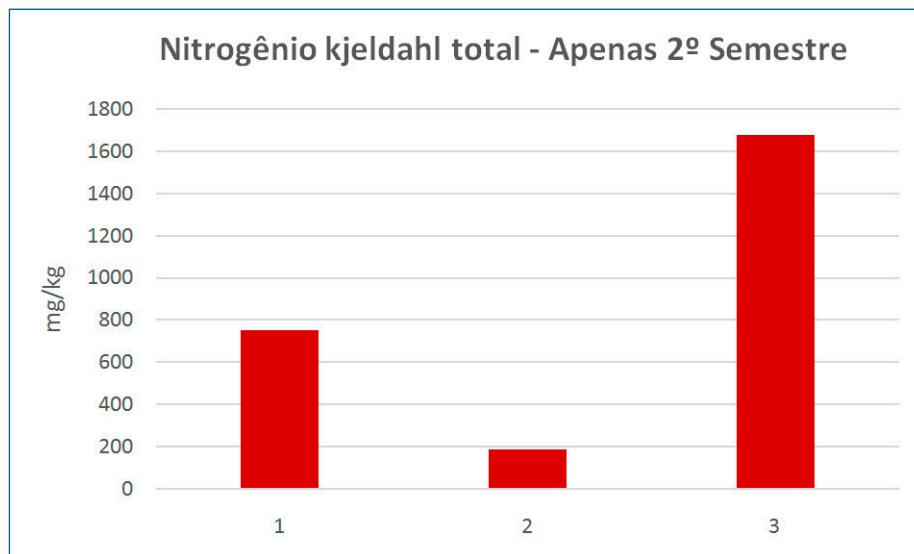
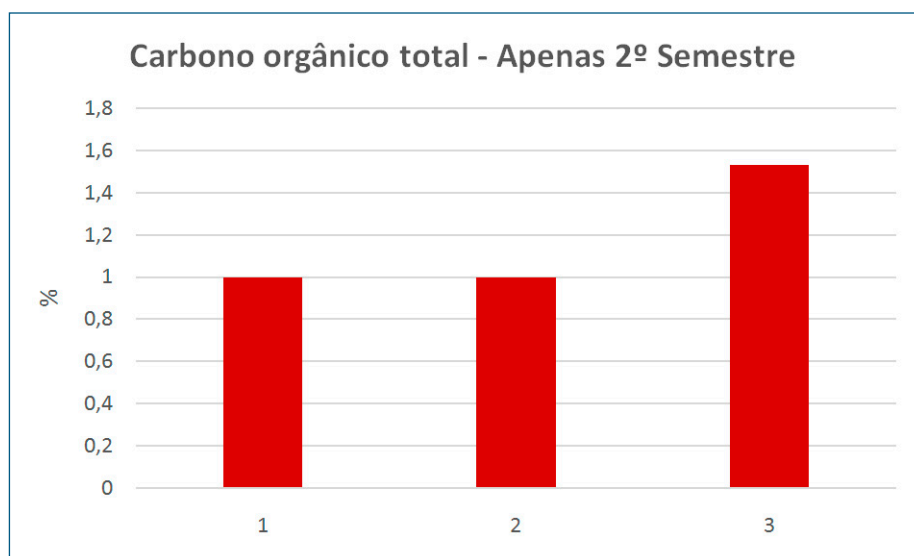


Gráfico 3.42 – Concentrações de carbono orgânico total (COT) nos sedimentos da área de influência do Emissário de Praia Grande I na segunda campanha de 2014.



3.5.17 Área de Influência do Rio Itanhaém

Na área da influência da foz do Rio Itanhaém não foram detectados problemas no segundo semestre. Contudo, o primeiro semestre apresentou depleção dos níveis de oxigênio dissolvido e não conformidade com o padrão de qualidade ($>6,0$ mg/L) em todos os pontos no meio e nos pontos 1 e 2 no fundo. Apenas uma amostra no ponto 1, fundo, apresentou um valor elevado de COT (acima de 21 mg/L) mas parece ser uma ocorrência atípica ou falha analítica. As concentrações de clorofila *a* (Tabela 3.2) na primeira campanha classificaram esse ambiente como Eutrófico, variando nas amostras de diferentes profundidades de Mesotrófica a Supereutrófica. Já na segunda campanha, a classificação Oligotrófica na maioria das amostras indicou uma melhora significativa na qualidade das águas com exceção do ponto 1 – superfície classificada como Mesotrófica. Pela média anual dos três pontos monitorados, este local exibe indicativos de um ambiente em processo de eutrofização classificado, segundo o IETC como Mesotrófico. De acordo com os critérios do IQAC o ponto 1 foi classificado como Regular enquanto os pontos 2 e 3 foram Bons.

O sedimento apresentou potencial redox ligeiramente negativo este ano apesar da granulometria arenosa. Em geral não foram detectadas substâncias em concentrações relevantes. Destaca-se a concentração de NKT para o ponto 1 na segunda campanha de 725 mg/kg, relativamente elevada mas possível dada a influência do rio no local. Com base no critério de classificação química dos sedimentos (somente para HPAs), os três pontos foram classificados como Ótimos.

Com base no critério microbiológico, as amostras do Rio Itanhaém apresentaram baixas densidades e foram classificadas como Ótimas e Boas.

Com relação à avaliação ecotoxicológica das amostras compostas de sedimento, os ensaios agudo e crônico realizados na primeira campanha e o ensaio crônico na segunda, apresentaram qualidade Ótima para esse ambiente (Tabela 3.5).

Gráfico 3.43 – Concentrações de fósforo total nos sedimentos da área de influência do rio Itanhaém nas duas campanhas de 2014.

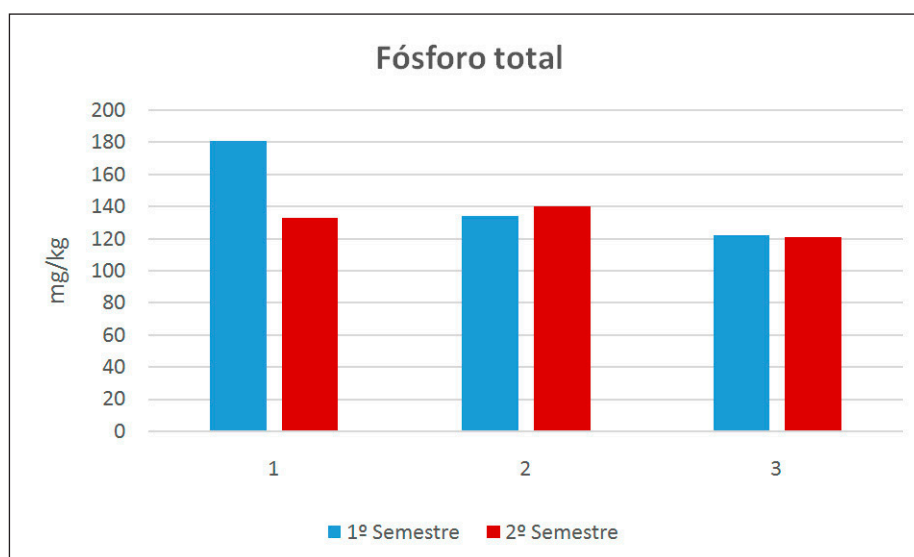
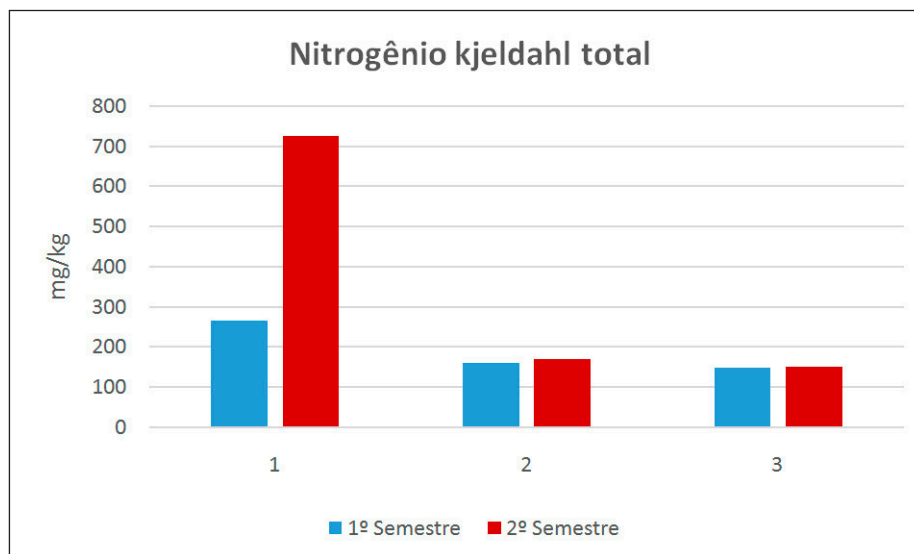


Gráfico 3.44 – Concentrações de nitrogênio kjeldahl total nos sedimentos da área de influência do rio Itanhaém nas duas campanhas de 2014.



3.5.18 Área de Influência Rio Preto (Peruíbe)

A área da influência da foz do Rio Preto apresentou ocorrências de depleção de OD no fundo em todos os pontos no primeiro semestre e no ponto 1 no segundo. Houve também uma ocorrência de nitrato acima do padrão de qualidade no ponto três no segundo semestre (amostra de meio). Também se observou concentrações de COT próximas ao padrão de qualidade no primeiro semestre. As concentrações de clorofila *a* (Tabela 3.2) na primeira campanha foram maiores, indicando condições tróficas de Mesotrófica a Eutrófica classificando-se pela média como Eutrófica. Na segunda campanha também variou de Mesotrófica a Eutrófica, mas com concentrações menores, com exceção de ponto 2 - meio da coluna d'água que indicou condição Supereutrófica, porém, muito próximo do limite inferior dessa classe, classificando-se pela média como Mesotrófica. Pela média anual dos três pontos monitorados, este local exibe indicativos de um ambiente já eutrofizados classificado, segundo o IETC como Eutrófico. De acordo com o IQAC, os três pontos de amostragem foram classificados como Bons.

Quanto ao sedimento, as amostras apresentaram granulometria predominantemente arenosa, mas com presença de finos de cerca de 15%. O potencial redox negativo reflete a concentração substancial de nutrientes como o NKT e o fósforo. Destaca-se os valores relativamente elevados de NKT no primeiro semestre nos pontos 1 e 2, reflexo da maior contribuição advinda do rio devido ao carreamento de nutrientes pelas águas das chuvas (Gráfico 3.45 e 3.46).

Quanto ao aspecto microbiológico, as densidades de coliformes termotolerantes foram baixas, classificando as amostras como Ótimas em ambas as campanhas. As densidades de *Cl. perfringens* foram menores na segunda campanha, que teve as três amostras classificadas como Ótimas. Na primeira campanha as amostras dos pontos 2 e 3 foram classificadas como Ruins, evidenciando poluição fecal remota.

Não foram observadas ocorrências de HPAs este ano de modo que os valores encontrados em 2013 podem ser pontuais ou fruto de restrição analítica. Com base no critério de classificação química dos sedimentos (somente para HPAs), os três pontos foram classificados como Ótimos.

Com relação à avaliação ecotoxicológica das amostras de sedimento (pontos 1 a 3), os ensaios agudo e crônico realizados na primeira campanha e o ensaio crônico na segunda, apresentaram qualidade Ótima para esse ambiente (Tabela 3.5).

Gráfico 3.45 – Concentrações de fósforo total nos sedimentos da área de influência do Rio Preto nas duas campanhas de 2014.

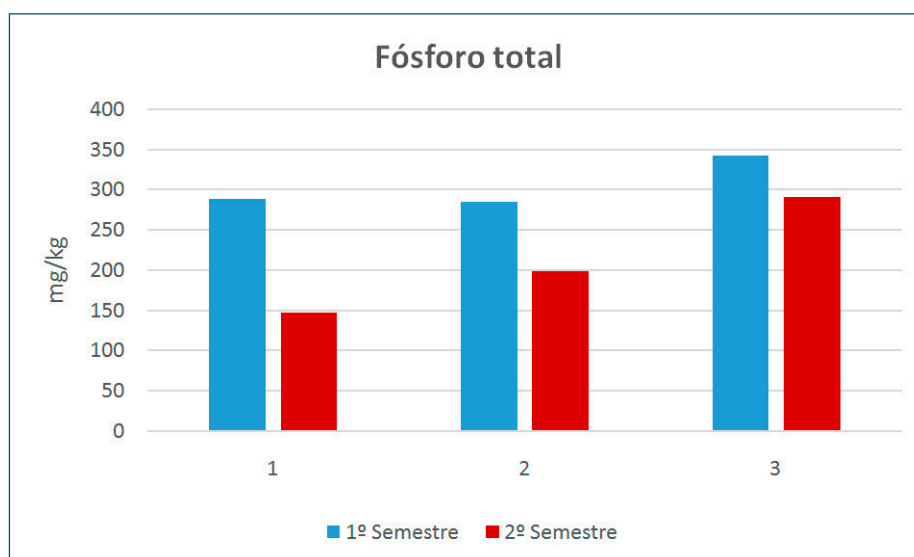
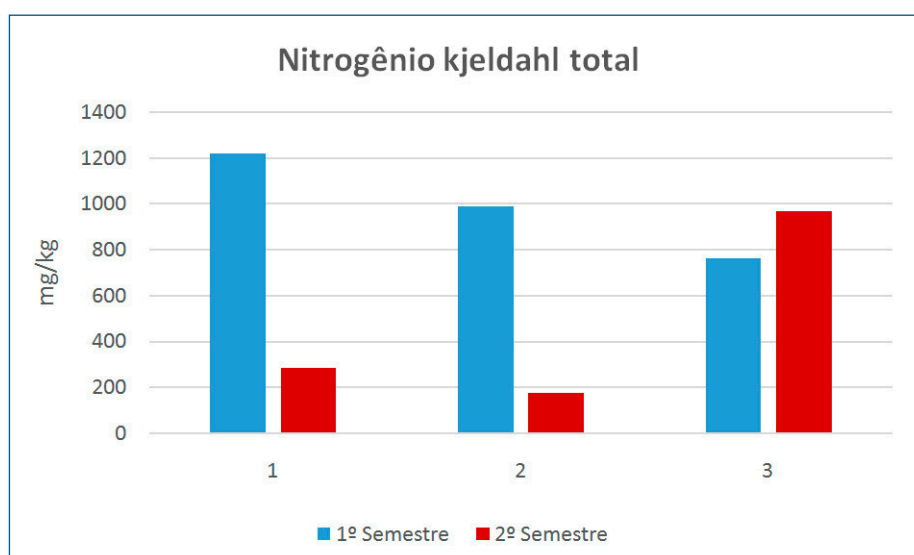


Gráfico 3.46 – Concentrações de nitrogênio kjeldahl total nos sedimentos da área de influência do Rio Preto nas duas campanhas de 2014.



3.5.19 Mar Pequeno

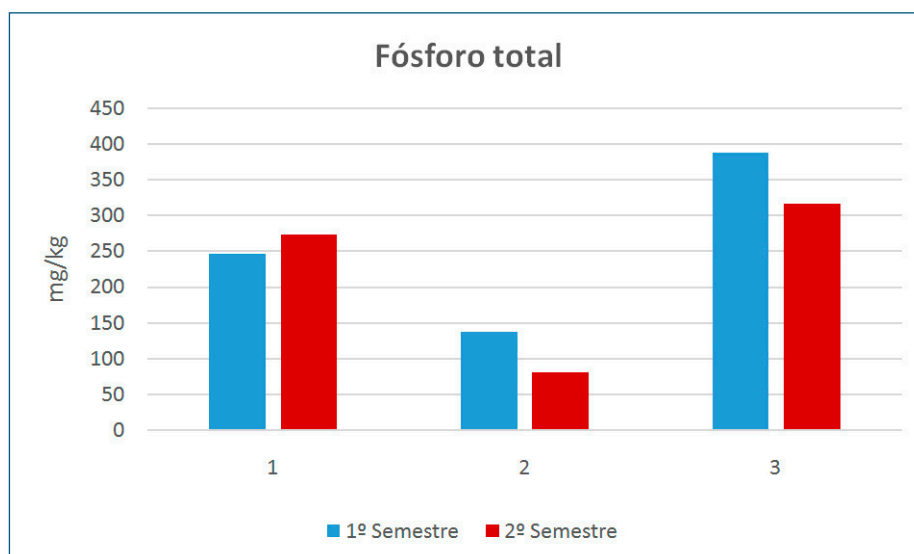
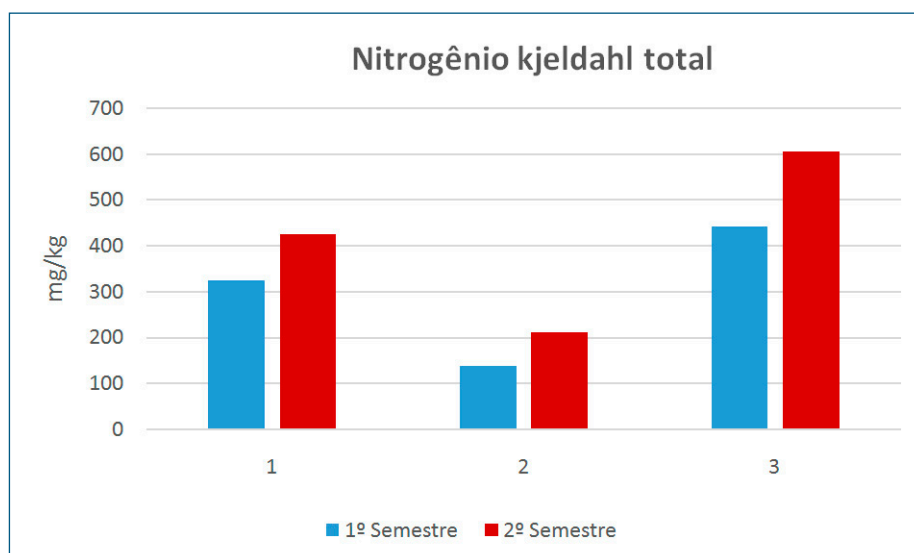
Nas águas do Mar Pequeno foram identificadas não conformidades de alguns metais cujos ensaios foram realizados apenas no primeiro semestre. O alumínio dissolvido superou o limite preconizado na legislação em sete das nove amostras enquanto o ferro dissolvido apresentou concentrações não conformes nos pontos 2 e 3 em todos os estratos. O boro apresentou somente 1 ocorrência na amostra de fundo do ponto 1. O fósforo total esteve acima do limite legal em quinze das dezoito amostras coletadas enquanto o COT superou o padrão em todas as amostras do primeiro semestre. As concentrações de clorofila *a* (Tabela 3.2) na primeira campanha foram menores, indicando um ambiente com boa qualidade da água, classificado como Oligotrófico. Já na segunda campanha observou-se uma significativa piora no ambiente que foi classificado como Eutrófico. Pela média anual dos três pontos monitorados, este local exibe indicativos de um ambiente em processo de eutrofização classificado, segundo o IETC como Mesotrófico. De acordo com o IQAC, o ponto 1 foi classificado como Ruim e os demais Regulares.

A análise granulométrica apontou sedimento predominantemente arenoso. Os valores de potencial redox foram negativos, indicando ambiente com decomposição anaeróbia de matéria orgânica típico de áreas estuarinas. As concentrações de nutrientes não ultrapassaram os valores orientadores (Gráficos 3.47 e 3.48). Foi quantificado chumbo, cromo e zinco acima do valor de ISQG ponto 1, primeira campanha além de cobre acima de PEL (1673 mg/kg), valores que não se repetiram no segundo semestre. Nota-se que há a ocorrência de metais na série histórica, inclusive em 2013, mas parecem ocorrências pontuais sugerindo que a draga pode ter atingido algum ponto em que se depositou algum resíduo contendo estas substâncias. Não é possível notar uma tendência de aumento apesar das múltiplas ocorrências verificadas historicamente. Ressalta-se que estes valores podem sofrer alterações devido às revisões dos resultados citadas anteriormente. Com base no critério de classificação química dos sedimentos (somente para HPAs), os três pontos foram classificados como Ótimos.

Com base na poluição fecal, as densidades de coliformes termotolerantes foram da ordem de 10^2 a 10^4 NMP/100g e de *Cl. perfringens* foram de 10^4 a 10^6 NMP/100g. Esse cenário aponta aporte de esgoto doméstico recente e remoto.

Com relação aos ensaios ecotoxicológicos, os testes de toxicidade com amostra composta de sedimento realizados na primeira campanha apresentaram qualidade Boa no ensaio crônico e Péssima no ensaio agudo. Devido à divergência nos resultados, foi adotada a classificação final mais restritiva na primeira campanha para expressar a qualidade do sedimento nesta região, visando a proteção das comunidades mais sensíveis (Tabela 3.5).

Na segunda campanha somente o ensaio crônico foi realizado e mostrou uma piora sendo classificado como Regular (Tabela 3.5). 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 crônico.

Gráfico 3.47 – Concentrações de fósforo total no Mar Pequeno nas duas campanhas de 2014.**Gráfico 3.48** – Concentrações de nitrogênio kjeldahl total (NKT) no Mar Pequeno nas duas campanhas de 2014.

3.5.20 Mar de Cananéia

No Mar de Cananéia detectou-se boro em todas as amostras superando o padrão legal no primeiro semestre, quando foram feitas as análises de metais. As concentrações de COT superaram o limite legal em todas as amostras do primeiro semestre assim como o fósforo total para o ponto 1, fundo. As concentrações de clorofila *a* (Tabela 3.2) na primeira campanha foram maiores com valores indicando ambiente Mesotrófico, com exceção do ponto 1 classificado como Eutrófico. Na segunda campanha as concentrações variaram da condição Oligotrófica a Mesotrófica. Em ambas as campanhas, assim como a média anual, a classificação pelo IETC foi Mesotrófica indicativo de um ambiente em processo de eutrofização. Conforme o IQAC, o ponto 1 foi classificado como Regular e os demais foram classificados como Bons.

Quanto aos sedimentos, a análise granulométrica indicou nos pontos 2 e 3 predominância da fração de areia. O ponto 1 apresentou composição mais argilosa com a fração de finos variando entre 20 e 30%. Os valores de potencial redox indicam ambiente redutor com decomposição anaeróbia de matéria orgânica típica de ambientes estuarinos. Os Gráficos 3.49 e 3.50 apresentam as concentrações de nutrientes, mas não se observou nenhum valor atípico. Com base no critério de classificação química dos sedimentos (somente para HPAs), os três pontos foram classificados como Ótimos.

Com base nos aspecto microbiológico, as amostras do Mar de Cananéia foram classificadas como Ótimas e Boas para ambos os indicadores.

Com relação à avaliação ecotoxicológica do sedimento realizada na primeira campanha, o ensaio agudo apresentou qualidade Ótima para os 3 pontos analisados. Os ensaios crônicos indicaram qualidade Ótima nos pontos 2 e 3 e Péssima no ponto 1. Devido à divergência nos resultados, foi adotada a classificação final mais restritiva na primeira campanha para expressar a qualidade do sedimento nesta região, visando a proteção das comunidades mais sensíveis (Tabela 3.5).

Na segunda campanha somente o ensaio crônico foi realizado e o resultado mostrou uma piora no ponto 3 sendo classificado como Regular. O ponto 2 manteve sua classificação e o ponto 1 foi classificado na faixa de qualidade Ótima, apresentando uma melhora.

Gráfico 3.49 – Concentrações de fósforo total no Mar de Cananéia nas duas campanhas de 2013.

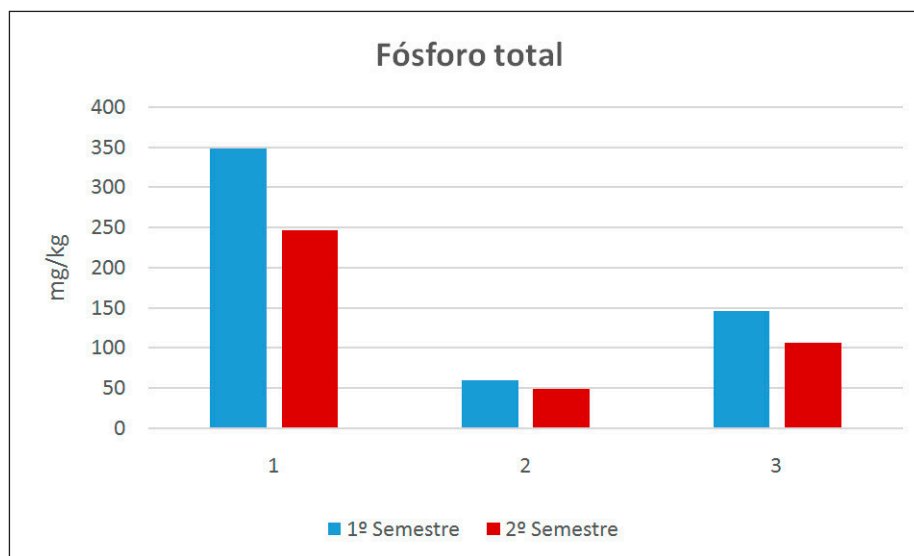
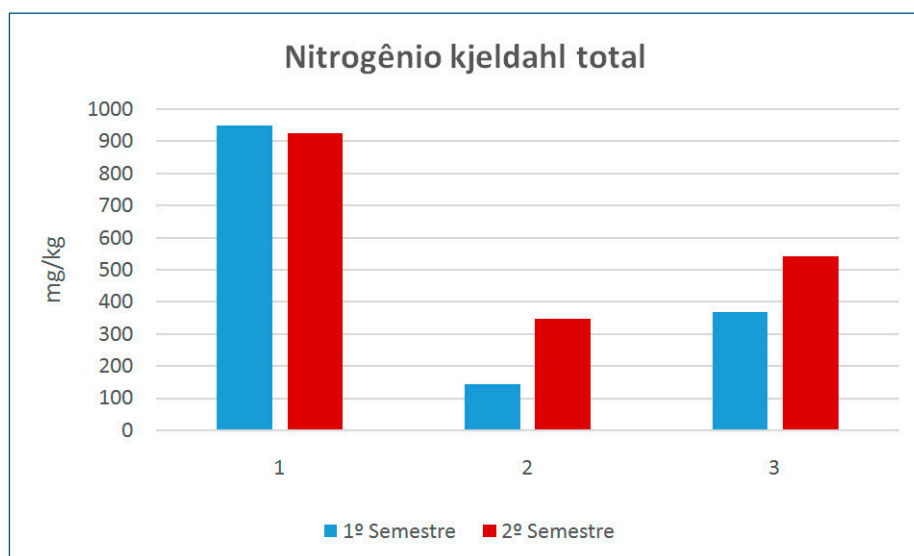
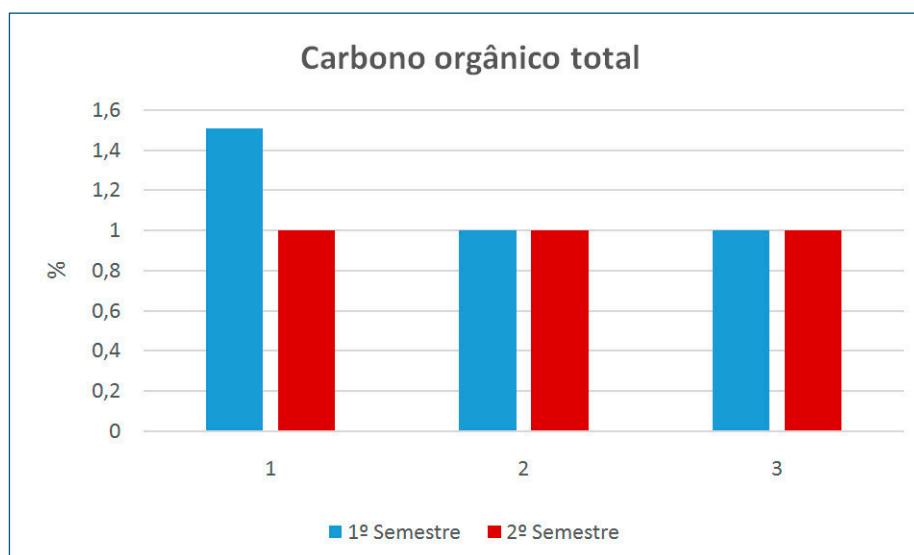


Gráfico 3.50 – Concentrações de nitrogênio kjeldahl total (NKT) no Mar de Cananéia nas duas campanhas de 2014.**Gráfico 3.51** – Concentrações de carbono orgânico total (COT) no Mar de Cananéia nas duas campanhas de 2014.

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

4.1 Qualidade das Águas

4.1.1 Índice de qualidade de águas costeiras – IQAC

A distribuição do índice de qualidade de água costeira para as áreas estudadas, obtida em 2014, mostra que houve uma pequena melhora em relação ao ano anterior com aumento das categorias Boa ou Ótima que subiu de 67% para 70% muito embora a porcentagem de áreas consideradas Ótimas tenha caído de 28% para 20% este ano. Houve também diminuição das categorias Regular e Ruim. Salienta-se que este ano houve a inclusão do Canal de Piaçaguera que teve classificação Péssima, o que aumentou a porcentagem de áreas péssimas. Foram enquadradas em cada classificação (Gráfico 4.1 e 4.2): Ótima: quatro áreas (20%); Boa: 10 (50%) Regular: 2 (10%); Ruim: 2 (10%) e Péssima: 2 (10%).

As áreas consideradas ótimas foram, além do canal de São Sebastião e da Cocanha, já classificadas nessa categoria desde 2012, a baía de Caraguatatuba e Tabatinga todas localizadas no litoral norte. Os gráficos 4.1, 4.2, 4.3 e 4.4 mostram a distribuição do IQAC no litoral paulista.

Gráfico 4.1 – Distribuição Percentual da classificação das áreas pelo IQAC médio em 2014.

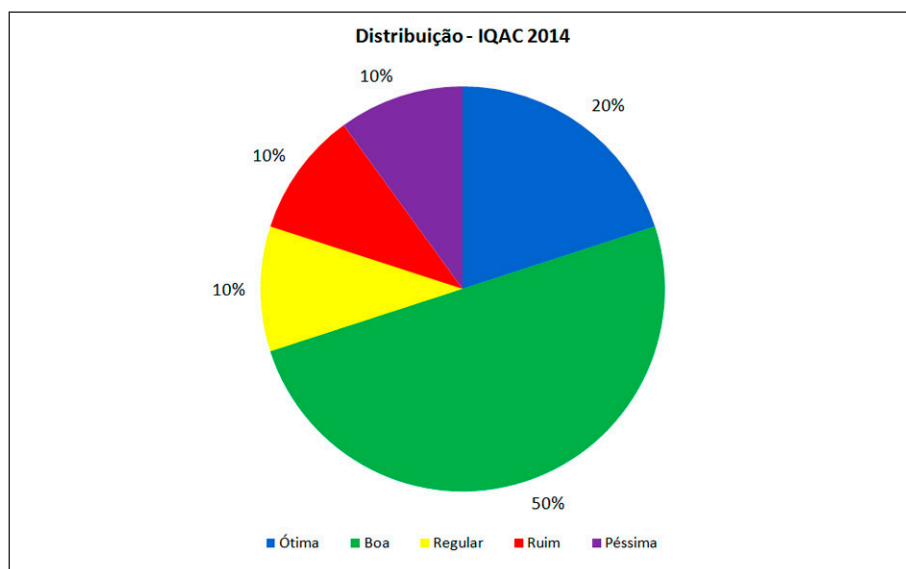
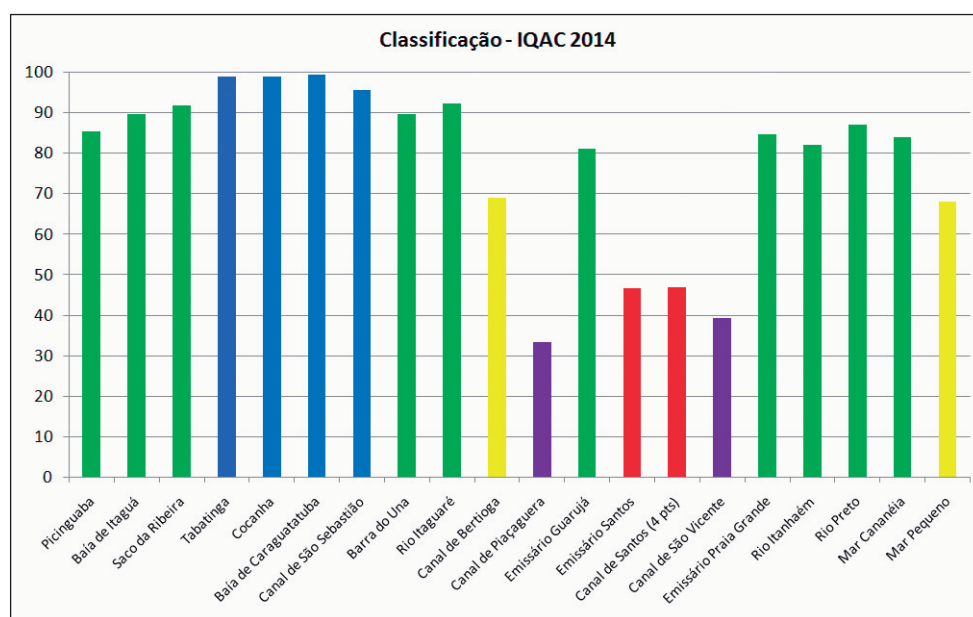
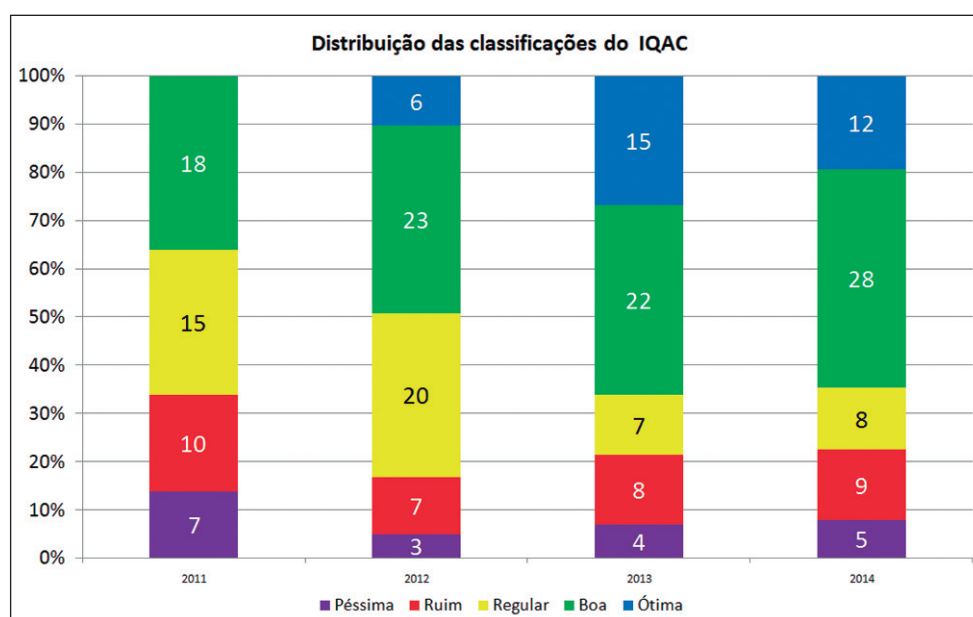


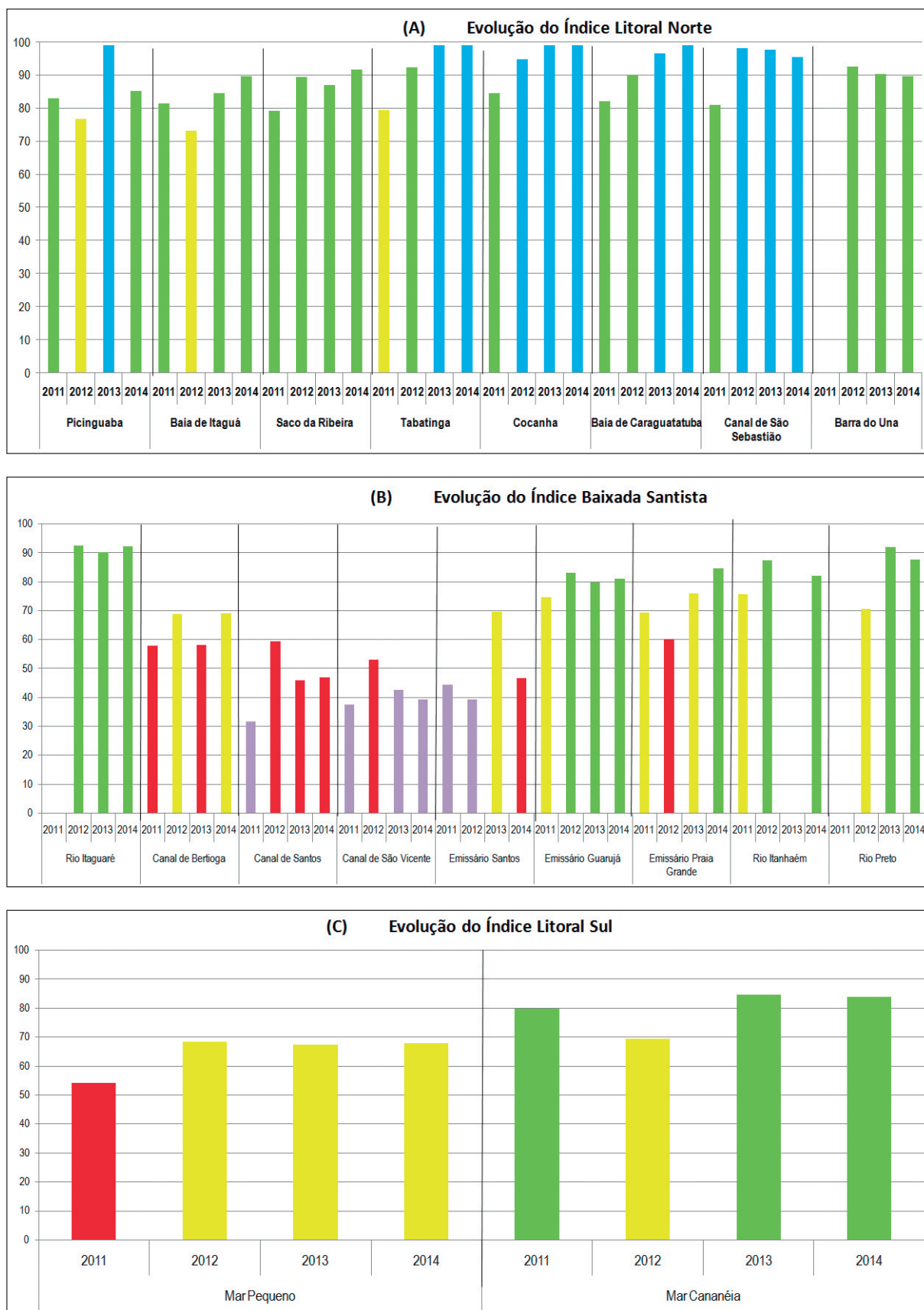
Gráfico 4.2 – Classificação média das áreas pelo IQAC em 2014.

Ao analisarmos a evolução dos índices por ponto é possível notar de uma forma geral houve melhora principalmente pelo aumento das categorias Ótima e Boa e diminuição da categoria Regular.

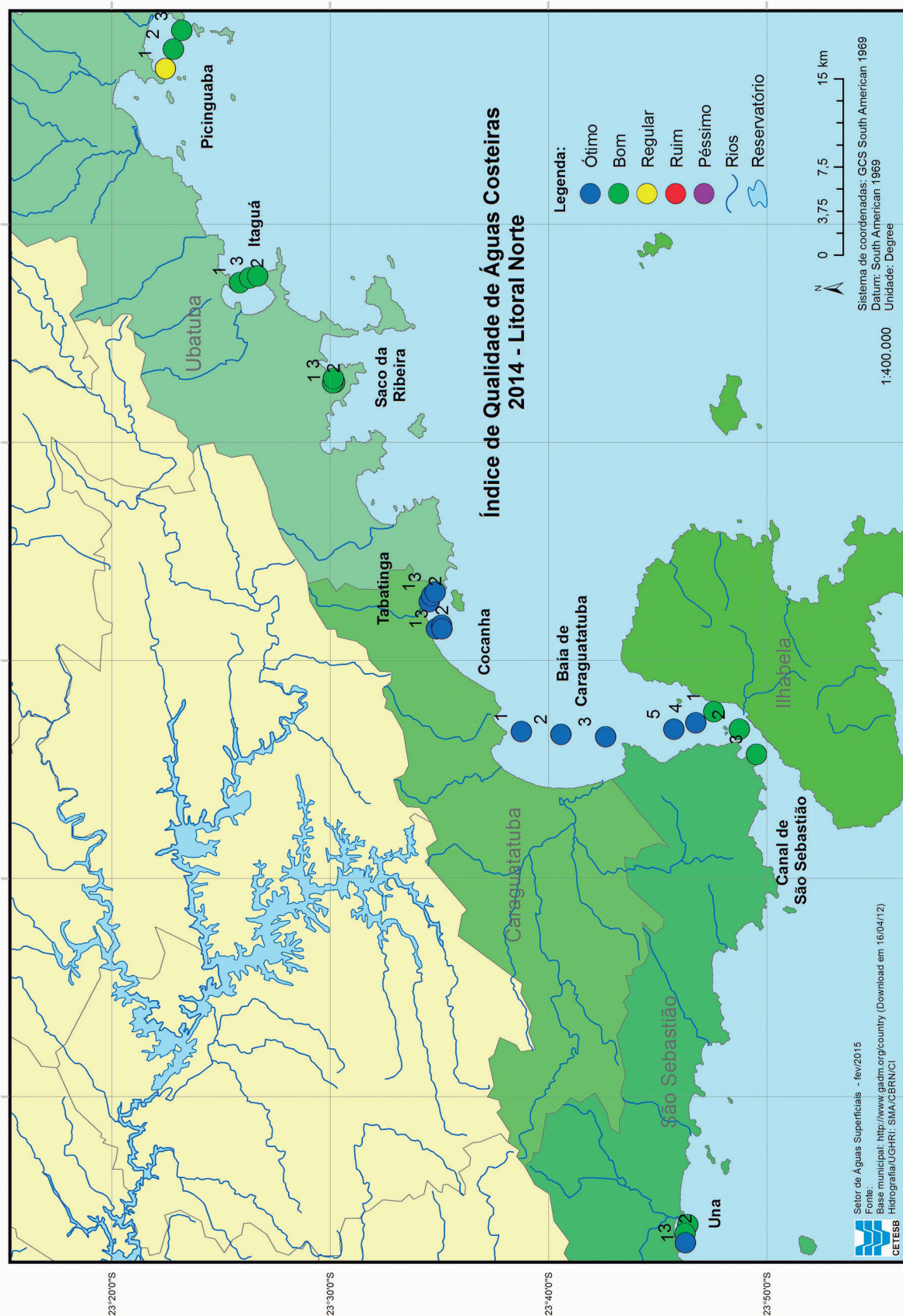
Gráfico 4.3 – Evolução da proporção do IQAC dos pontos de 2012 a 2014.

Analisando-se a evolução dos resultados por área, nota-se que o canal de São Sebastião, Picinguaba, Tabatinga, Cocanha e baía de Caraguatatuba Contribuem fortemente para a melhoria geral dos índices. Observa-se que a adição do canal de Piaçaguera culminou na redução da contribuição das categorias Ótima e Boa este ano. Observou-se uma melhora nos índices do litoral sul e de alguns pontos da baixada santista (Canal de Bertioga, Emissário de Praia Grande e Canal de Santos). No litoral Picinguaba registrou qualidade sensivelmente inferior em 2014 (gráfico 4.4).

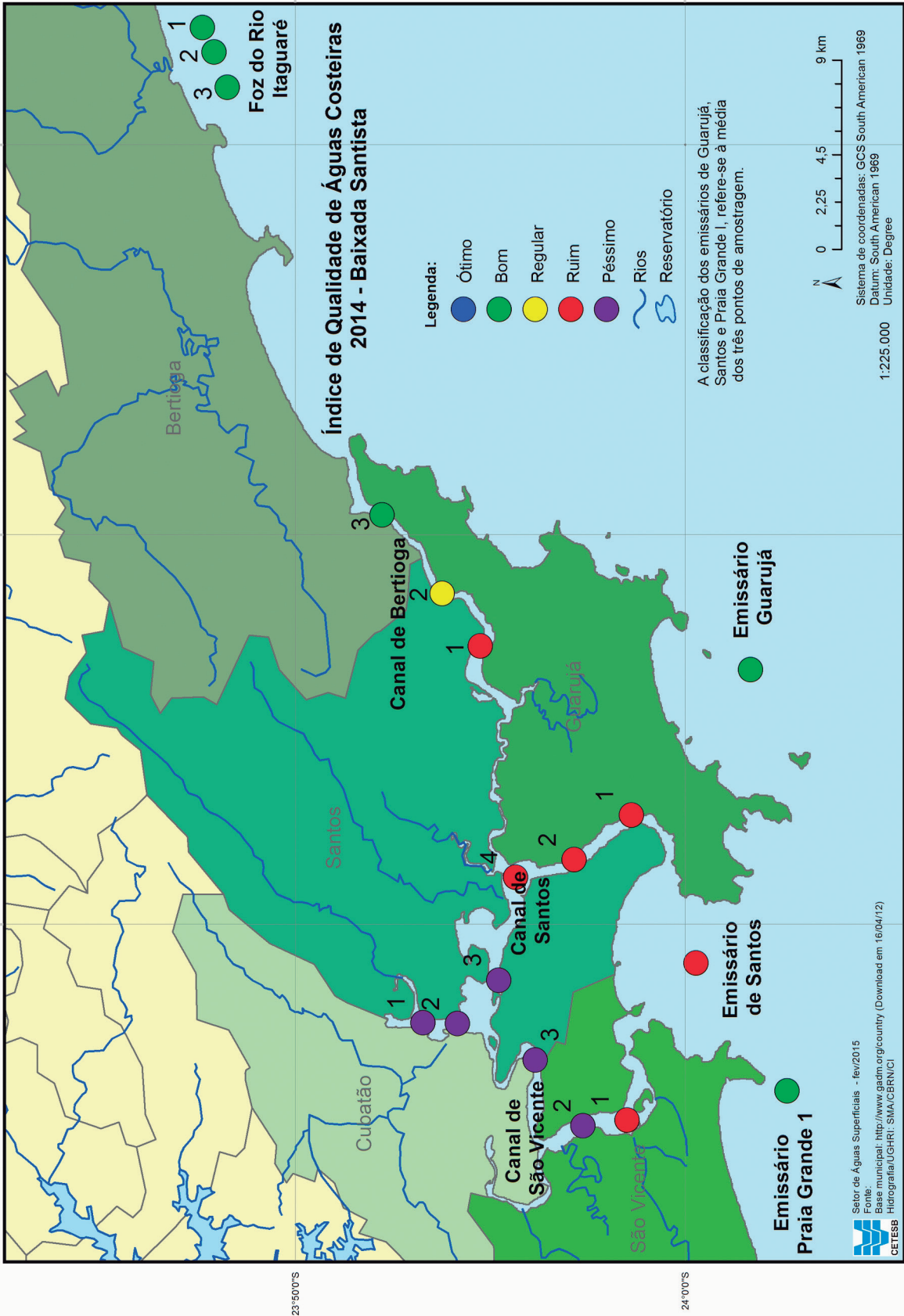
Gráfico 4.4 – Evolução do IQAC de 2012 a 2014 nas áreas; (A) Litoral Norte, (B) Baixada Santista e (C) Litoral Sul.



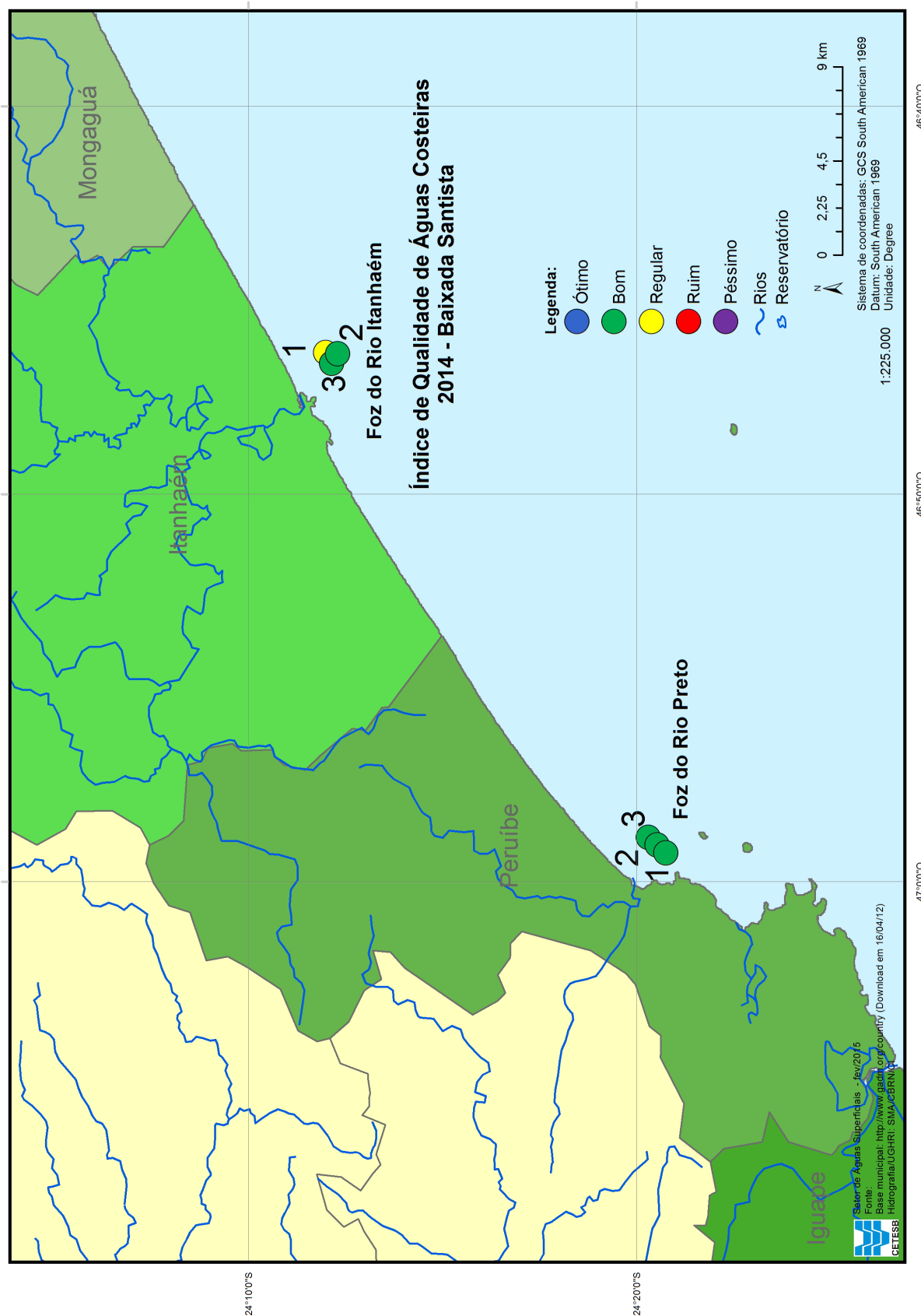
Mapa 4.1 – Índice de Qualidade de Água Costeira 2014 – Litoral Norte.



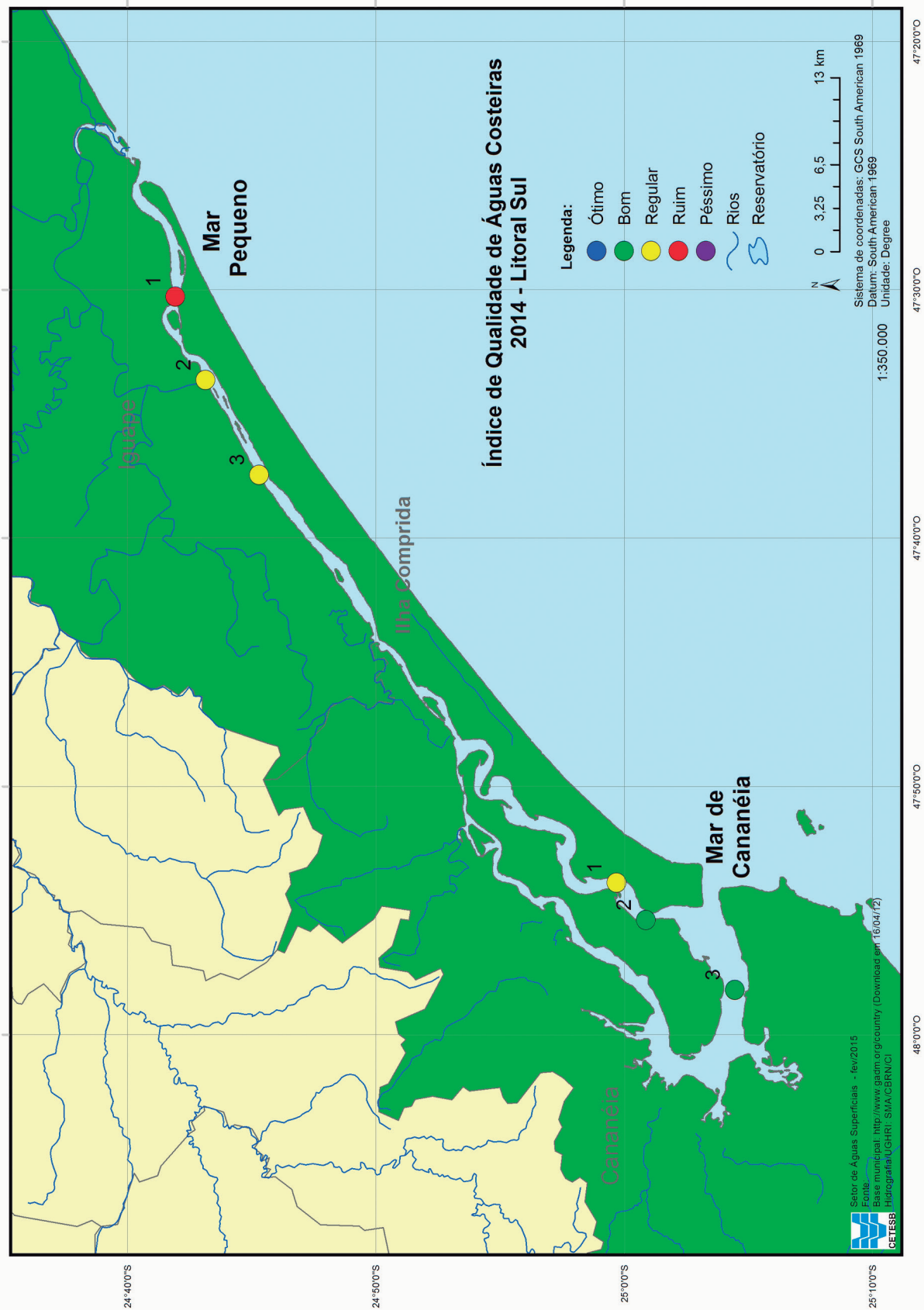
Mapa 4.2 – Índice de Qualidade de Água Costeira 2014 – Baixada Santista (região norte).



Mapa 4.3 – Índice de Qualidade de Água Costeira 2014 – Baixada Santista (região sul).



Mapa 4.4 – Índice de Qualidade de Água Costeira 2014 – Litoral Sul.



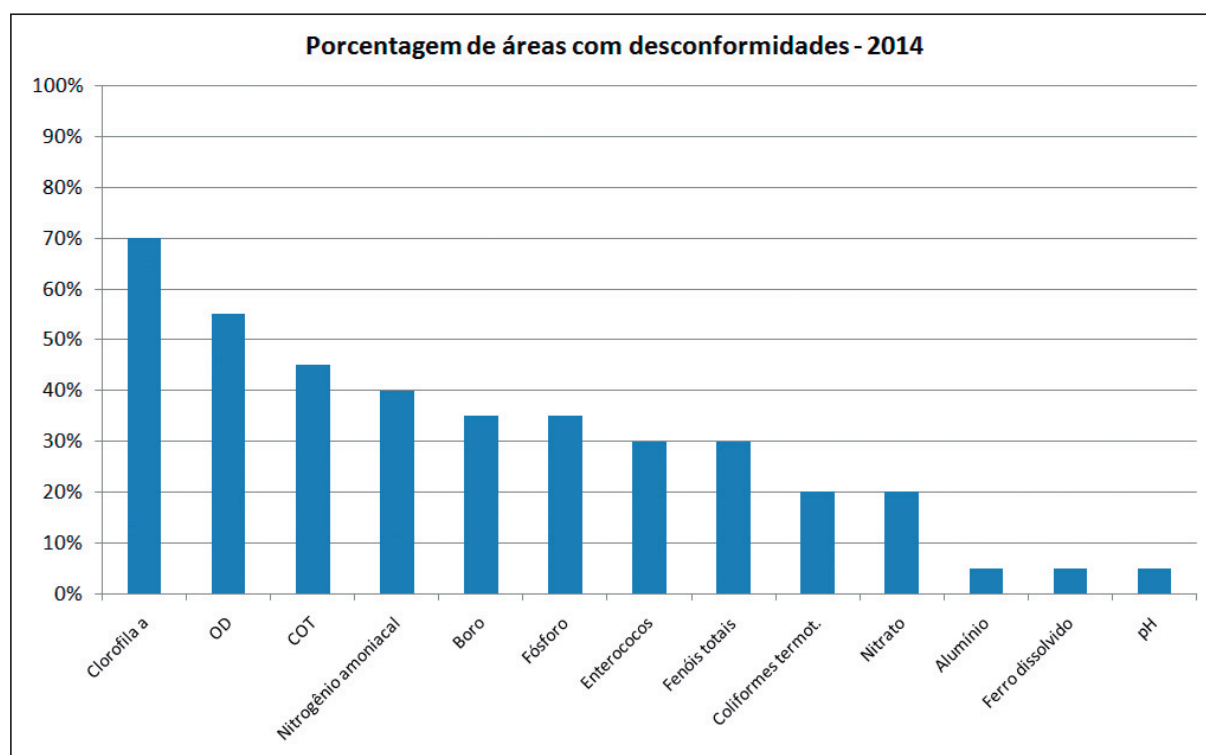
4.1.2 Atendimento aos padrões de qualidade de água

Distribuição do atendimento nas áreas monitoradas

Das áreas avaliadas 70% apresentaram não conformidades com relação à clorofila *a* e mais de 50% em relação ao oxigênio dissolvido. Aproximadamente 40% delas teve alguma ocorrência para o COT e o Nitrogênio amoniacal. O boro e o fósforo estiveram não conformes em mais 30% das áreas.

Ressalta-se que as três primeiras variáveis (Cl_a, OD e COT) com mais áreas onde se verifica não conformidades se repetem pelo terceiro ano consecutivo. A diferença em 2014 foi o Nitrogênio amoniacal que nos anos anteriores se apresentava não conforme em menos de 20% das áreas e neste ano chegou a 40% (Gráfico 4.5).

Gráfico 4.5 – Porcentagem de áreas avaliadas que apresentaram não conformidade por variável em 2014.



Proporção de atendimento por variável

Ao se analisar a proporção de amostras não conformes para cada variável para toda a rede e nas classes de água separadamente, verifica-se que as variáveis que se apresentam desconformes na maioria das amostras são: a Clorofila *a*, fósforo total, 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 (Gráfico 4.6.).

A clorofila *a* é a principal variável não conforme das águas salinas e o fósforo seguido pelo boro nas águas salobras. O boro mostra mais desconformidades em áreas salobras, pois o padrão é bem inferior ao das águas salinas, mas existe a influência do boro do meio marinho.

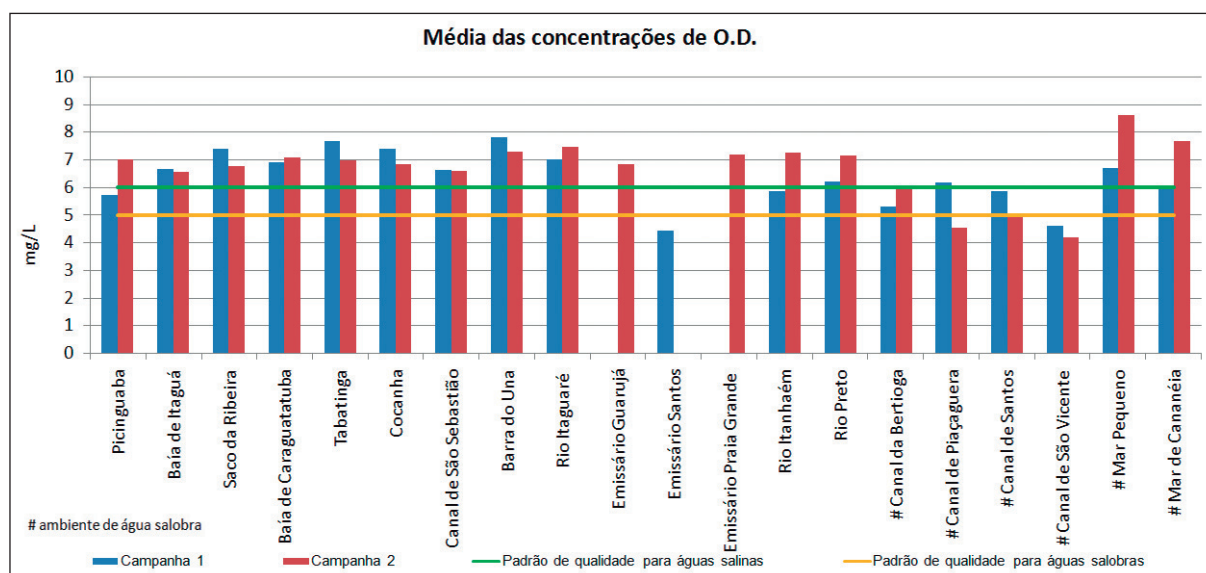
Gráfico 4.6 – Porcentagem de amostras não conformes por variável em 2014 na Rede costeira (A), Águas Salobras (B) e Águas Salinas (C).



Concentrações médias das principais variáveis não conformes

As menores médias de OD foram registradas nos canais da Baixada Santista (gráfico 4.7) Foram identificadas também, algumas ocorrências de não conformidades de OD em áreas que não costumam apresentar tais resultados por se tratarem de áreas menos impactadas como Picinguaba, baía de Itaguá, Saco da Ribeira.

Gráfico 4.7 – Média das concentrações de OD nas amostras de água das áreas da rede costeira em 2014.



Observa-se que neste ano 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 que chega a superar os 3 mg/L provavelmente por influência das indústrias de fertilizantes da região (gráfico 4.8).

A clorofila *a* mostrou valores mais elevados em todos os canais da Baixada Santista e no Mar Pequeno (gráfico 4.9). Nota-se que esses picos estão relacionados com maiores concentrações de fósforo na água.

No que se refere ao boro observa-se que, como esperado, as maiores concentrações são registradas no meio marinho (gráfico 4.10).

O COT apresentou resultados mais elevados nas áreas de água salobra, ultrapassando o padrão legal em todas elas. A área de influência do rio Itanhaém também apresentou valor acima desse padrão (gráfico 4.11).

O nitrogênio amoniacal apresentou médias elevadas no Canal de Piaçaguera e no Canal de São Vicente, seguidos do canal de Santos e da Baía de Santos (gráfico 4.12).

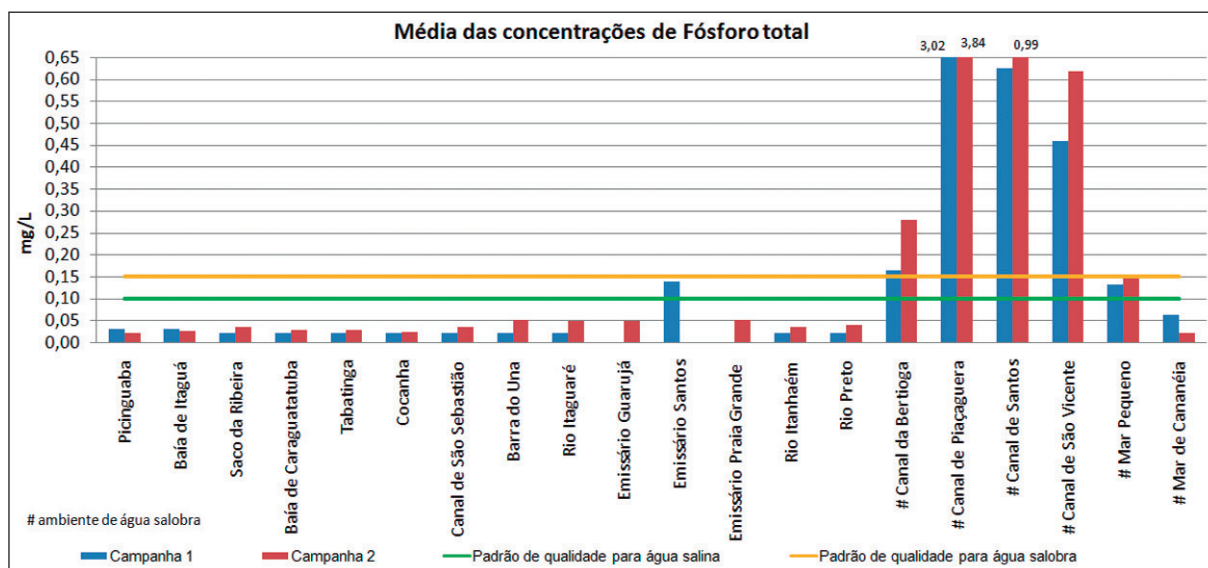
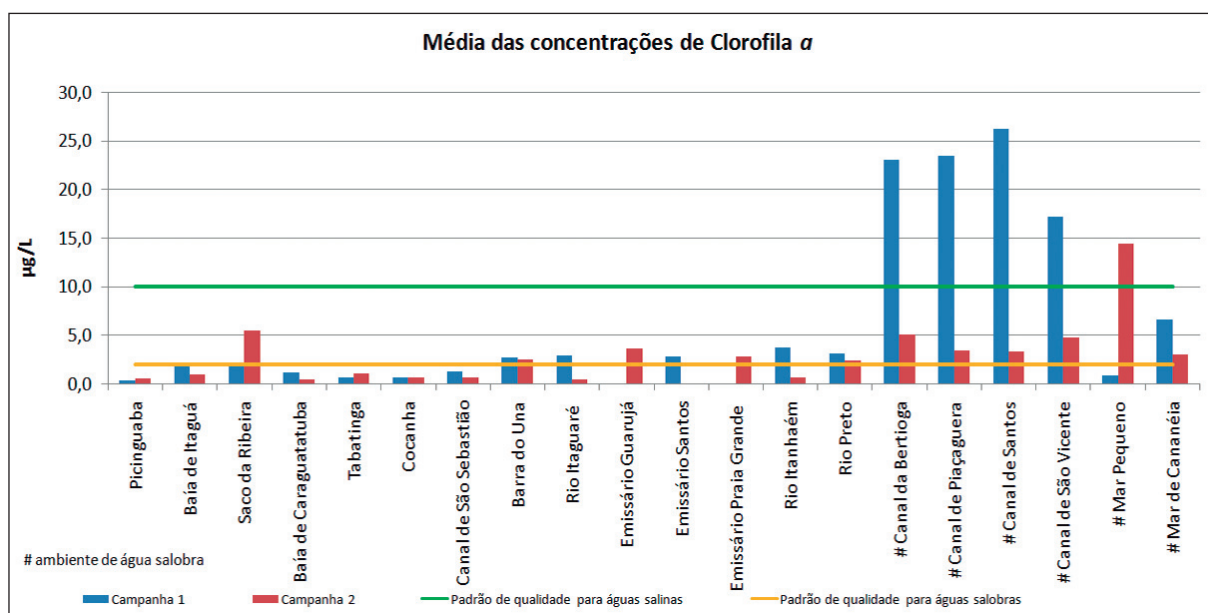
Gráfico 4.8 – Média das concentrações de Fósforo total (mg/L) nas amostras de água das áreas da rede costeira em 2014.**Gráfico 4.9** – Média das concentrações de Clorofila *a* (µg/L) nas amostras de água das áreas da rede costeira em 2014.

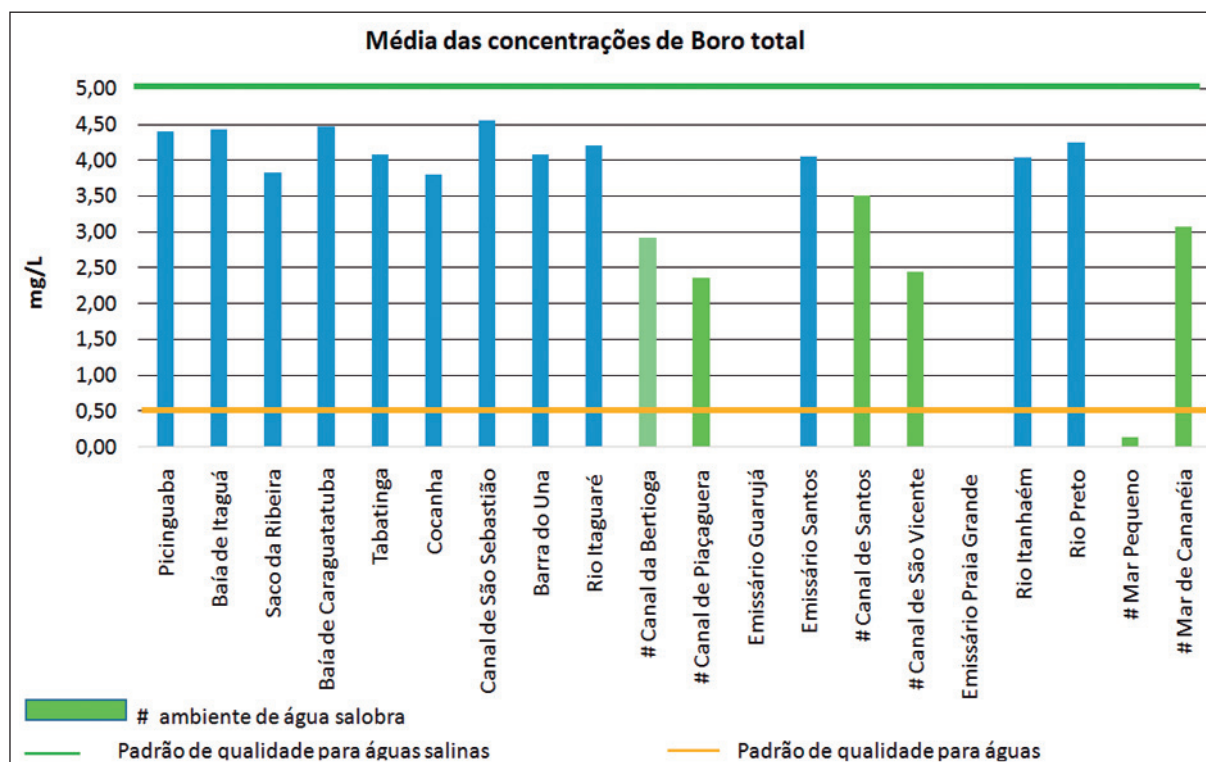
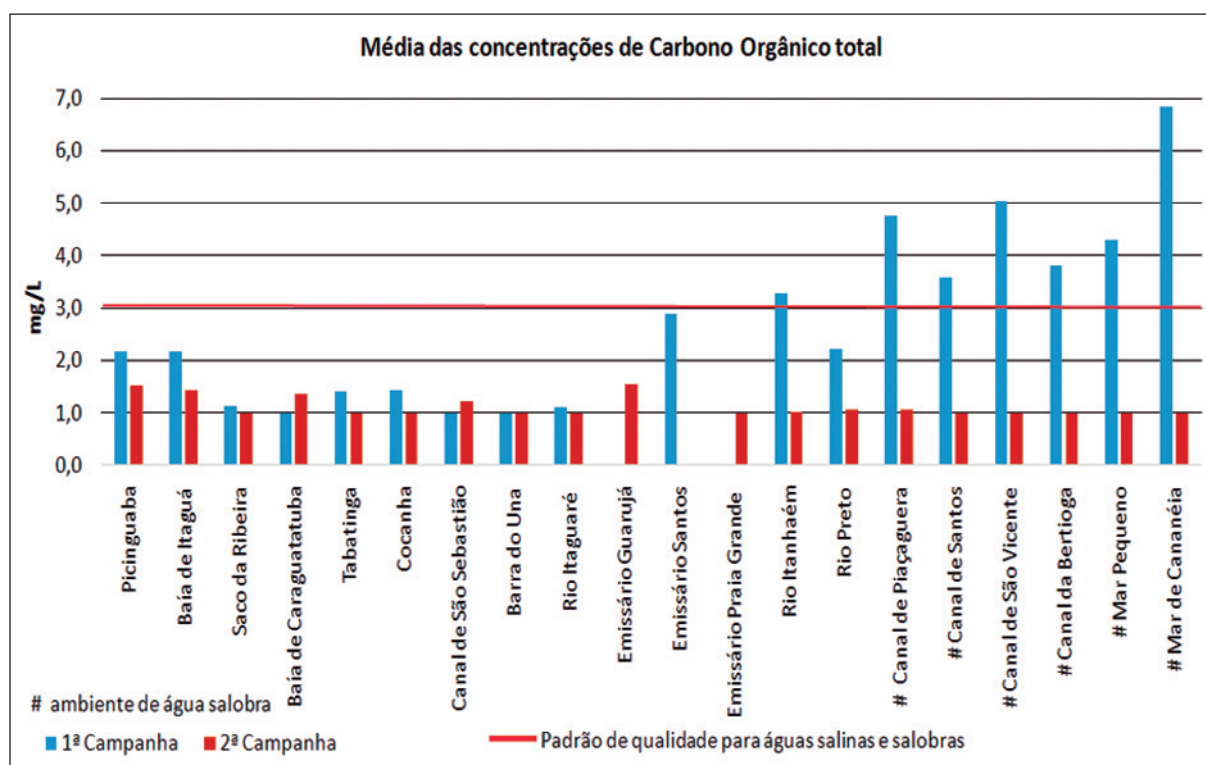
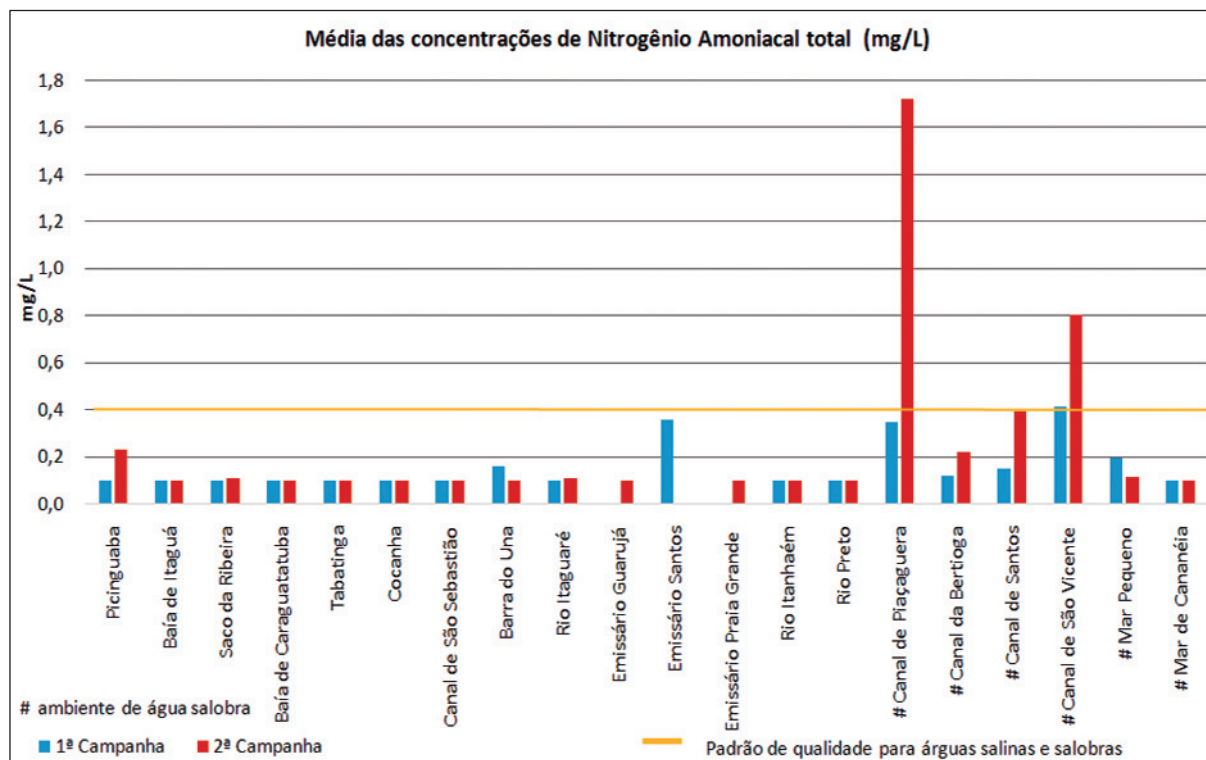
Gráfico 4.10 – Média das concentrações de Boro total (mg/L) nas amostras de água das áreas da rede costeira em 2014.**Gráfico 4.11** – Média das concentrações de Carbono orgânico total (COT) (mg/L) nas amostras de água das áreas da rede costeira em 2014.

Gráfico 4.12 – Média das concentrações de Nitrogênio Amoniacal (mg/L) nas amostras de água das áreas da rede costeira em 2014.



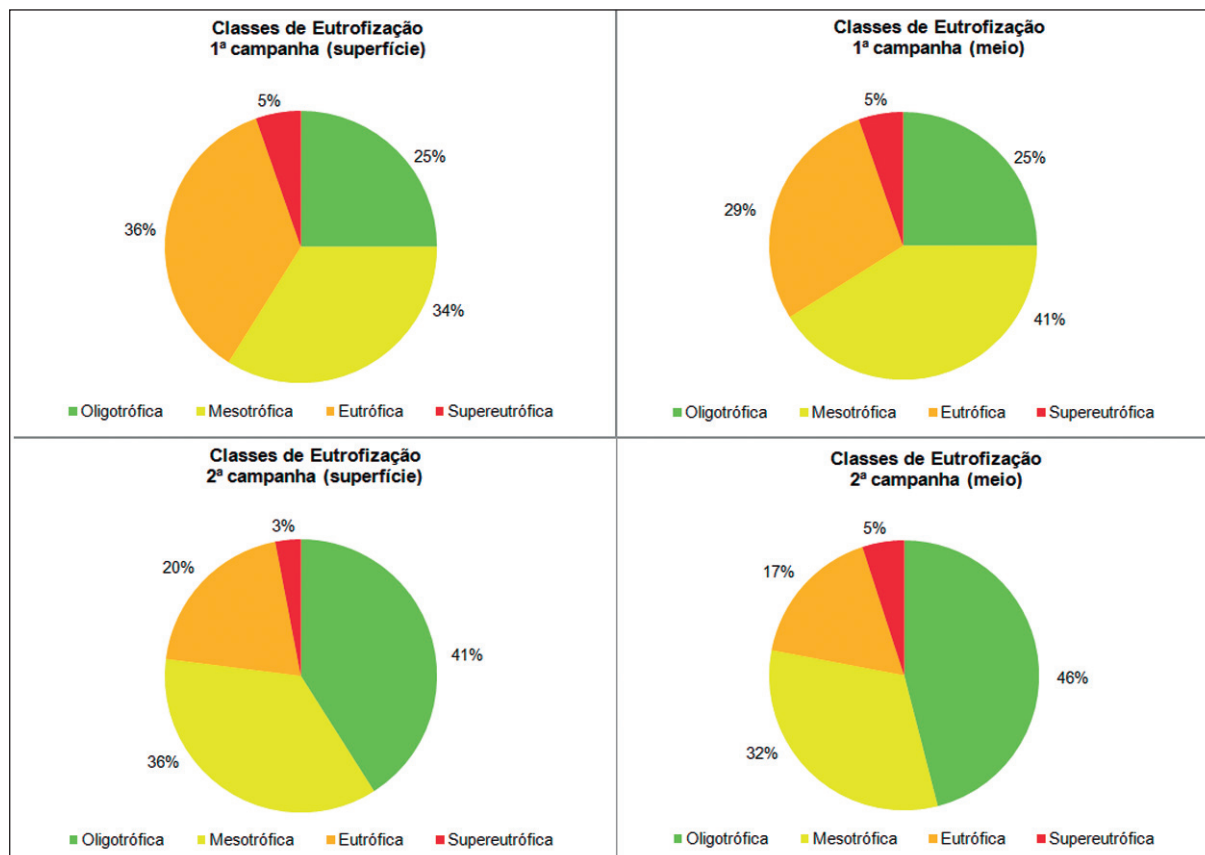
4.1.3 Índice de Estado Trófico Costeiro - IETC

Para a avaliação do grau de eutrofização da região costeira, foram monitorados em 2014, 20 áreas com 3 pontos de amostragem, com exceção do Canal de São Sebastião com 5 pontos, Canal de Santos com 4 pontos e Canal de Piaçaguera com 2 pontos. Para cada ponto foram realizadas amostragens em duas profundidades, superfície e meio da coluna d'água, perfazendo um total de 112 e 118 amostras na primeira e segunda campanha, respectivamente.

A maioria das áreas estudadas exibiu condições Eutrófica (Gráfico 4.13) e a principal contribuição foi a pior qualidade das águas observada na primeira campanha na qual 41% das amostras da superfície e 34% das amostras do meio da coluna, comparados aos 23% e 22% na segunda campanha, indicaram condições tróficas de ambientes considerados eutrofizados (Eutrófica e Supereutrófica).

É possível observar também uma diferença nas porcentagens das classes trófica, principalmente na primeira campanha, entre as amostras de superfície e meio da coluna d'água (Gráfico 4.13) onde a última indica um ambiente menos eutrofizado. Isso já é esperado visto que na superfície há uma maior incidência de luminosidade a qual favorece o estabelecimento da comunidade fitoplanctônica. Na segunda campanha a predominância foi da classe Oligotrófica indicativa de ambiente com boa qualidade da água sugere uma melhora na qualidade da água no segundo semestre.

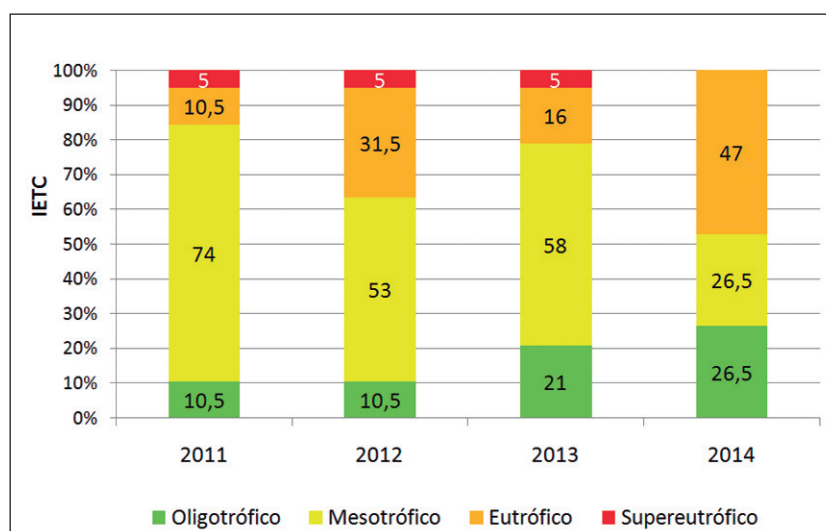
Gráfico 4.13 – Porcentagem de amostras por classes de eutrofização nas amostras de superfície e meio da coluna d'água, 1ª e 2ª campanha de 2014.



As áreas que apresentaram, na primeira campanha, condições Supereutróficas foram os canais de Bertioga, Santos, Piaçaguera e São Vicente e a área de influência do Rio Itanhaém. Já na segunda campanha o Saco da Ribeira e a área de influência do Rio Preto.

No Gráfico 4.14 é apresentada a evolução da distribuição do IETC médio anual no período de 2011 a 2014 considerando-se 19 áreas.

Gráfico 4.14 – Evolução da Distribuição do IETC – 2011 a 2014.



Considerando-se os mesmos pontos no período de quatro anos (Gráfico 4.14) foi possível observar, nas áreas monitoradas, um pequeno aumento dos ambientes classificados como Oligotróficos que passaram de 21% em 2013 para 26,5% em 2014. Houve uma diminuição significativa dos locais classificados como Mesotróficos (de 58% em 2013 para 26,5% em 2014) e um aumento também significativo dos ambientes considerados Eutróficos (de 16% para 47%). Foi observada uma melhora na área de influência do Emissário de Santos, responsável pelos 5% classificados como Supereutrófico nos últimos três anos, resultando na ausência dessa classe em 2014. De um modo geral, apesar da ausência da condição Supereutrófica indicativa de ambiente com elevado grau de eutrofização, considerando-se os últimos quatro anos, os resultados da análise de evolução sugere uma piora visto que houve um aumento na porcentagem de ambientes já considerados eutrofizados (de 21% para 47%). Esta piora se deve principalmente à região da Baixada Santista na qual das nove áreas monitoradas sete se encontram eutrofizadas.

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 2011 a 2014. Para a avaliação da tendência foi utilizada a função linha de tendência estatística Linear disponível no software Excel, considerando-se como significativo o valor do Coeficiente de Variação (R^2) a partir de 0,5. Das 19 áreas avaliadas 37% apresentaram melhora e 26% apresentaram piora, e 37% 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 2011 e 2014.

	Local	2011	2012	2013	2014	Tendência
LITORAL NORTE	Picinguaba	1,14	1,50	0,64	0,51	M
	Baía de Itaguá	1,25	1,97	1,39	1,48	N.S.
	Saco da Ribeira	3,56	3,36	3,21	3,68	N.S.
	Tabatinga	1,91	1,86	1,08	0,87	M
	Cocanha	1,51	1,70	0,71	0,66	M
	Baía de Caraguatatuba	1,37	2,66	1,63	0,84	N.S.
	Canal de São Sebastião	1,98	1,65	1,35	0,95	M
	Barra do Una	0,70	0,99	1,17	2,62	P
BAIXADA SANTISTA	Rio Itaguapé	1,39	1,05	0,87	1,70	N.S.
	*Canal de Bertioga	3,57	4,01	4,60	13,51	P
	Emiss. do Guarujá	2,21	3,74	2,33	3,71	N.S.
	*Canal de Santos	3,00	2,08	2,00	14,80	P
	Emiss. Santos	8,20	10,83	6,55	2,88	M
	*Canal de São Vicente	5,93	4,42	4,65	11,01	P
	Emiss. Praia Grande -1	0,79	2,44	1,73	2,80	P
	Rio Itanhaém	4,94	2,58	3,19	2,22	M
	Rio Peruíbe	1,76	4,08	3,03	2,79	N.S.
LITORAL SUL	*Mar Pequeno	5,42	17,52	5,86	7,69	N.S.
	*Mar de Cananéia	7,26	5,91	6,72	4,83	M

P = Piora

M = Melhora

N.S. = Não Significativo

* Ambientes de águas salobras

No Litoral Norte com oito áreas monitoradas, 50% exibiram melhora sendo que Tabatinga e Canal de São Sebastião vêm exibindo melhora gradativa desde 2011 (Tabela 4.1). Em Tabatinga foi observada uma piora da condição trófica apenas na segunda campanha que pode estar relacionada às chuvas ocorridas no período de coleta que podem ter carregado nutrientes advindos do rio Tabatinga. Somente a Barra do Una (12,5%) apresentou piora em ambas as campanhas sendo que na segunda campanha foi mais severa uma vez que da condição Oligotrófica observada no ano anterior mudou para Eutrófica e que pode estar relacionadas às chuvas ocorridas no período de coleta que carregaram águas eutrofizadas, ricas em nutrientes, do Rio Una para esse local. Este local merece atenção, pois desde 2011 vem apresentando piora gradativa, atingindo em 2014 a condição de ambiente eutrofizado (Tabela 4.1).

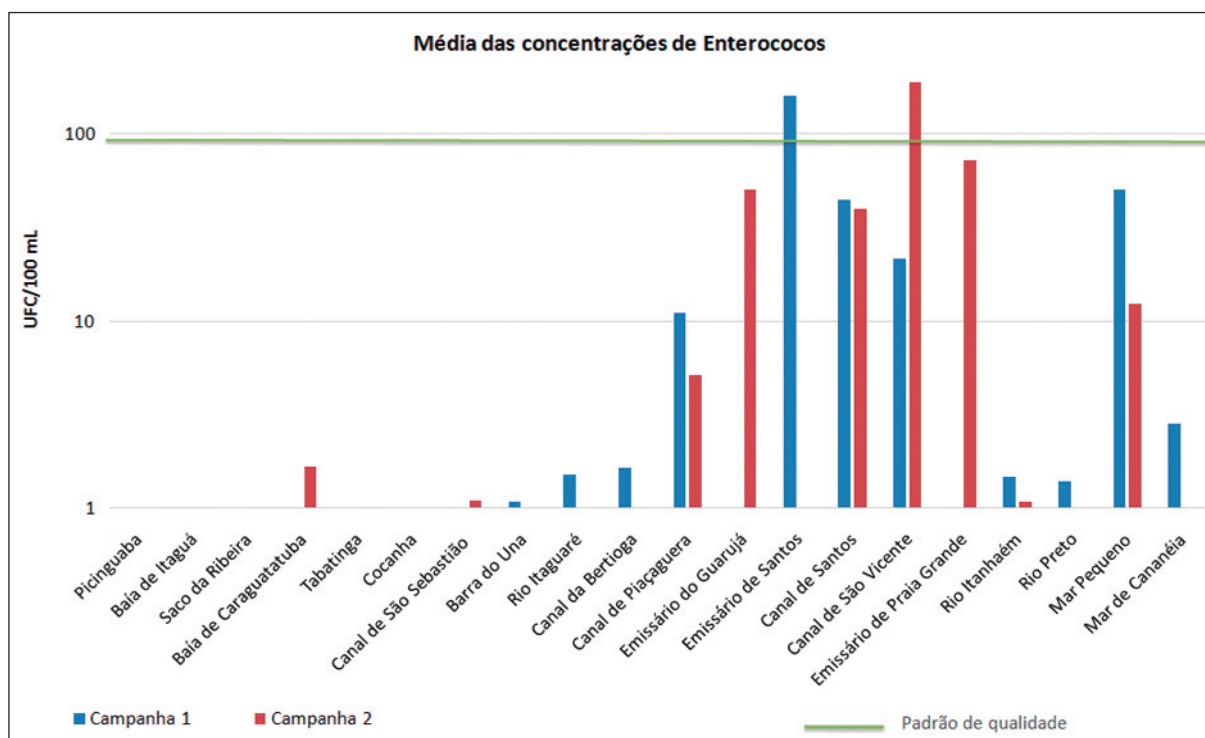
A Baixada Santista foi a região com a maior porcentagem de piora (44,5%), sendo que os aumentos das concentrações de clorofila *a* mais significativos ocorreram nas áreas dos canais de Bertioga, Santos e São Vicente nos quais as concentrações de clorofila *a* em 2014, exibiram valores de três a seis vezes maior que a média dos três últimos anos. A área de influência do Emissário de Praia Grande -1 também contribuiu na piora dessa região e pode-se observar que, essa alteração vem ocorrendo desde 2011 quando ainda exibia a classificação Oligotrófica, indicativa de ambiente não eutrofizado, para Eutrófico em 2014, ambiente considerado já eutrofizado. Houve melhora significativa em 22% das áreas monitoradas, sendo estas áreas as de influência do Emissário de Santos (de Supereutrófico para Eutrófico) e do Rio Itanhaém (de Eutrófico para Mesotrófico).

Na região do Litoral Sul com duas áreas monitoradas apenas o Mar de Cananéia exibiu melhora, mas ainda mantendo a condição de Mesotrófico, ou seja, ambiente em processo de eutrofização.

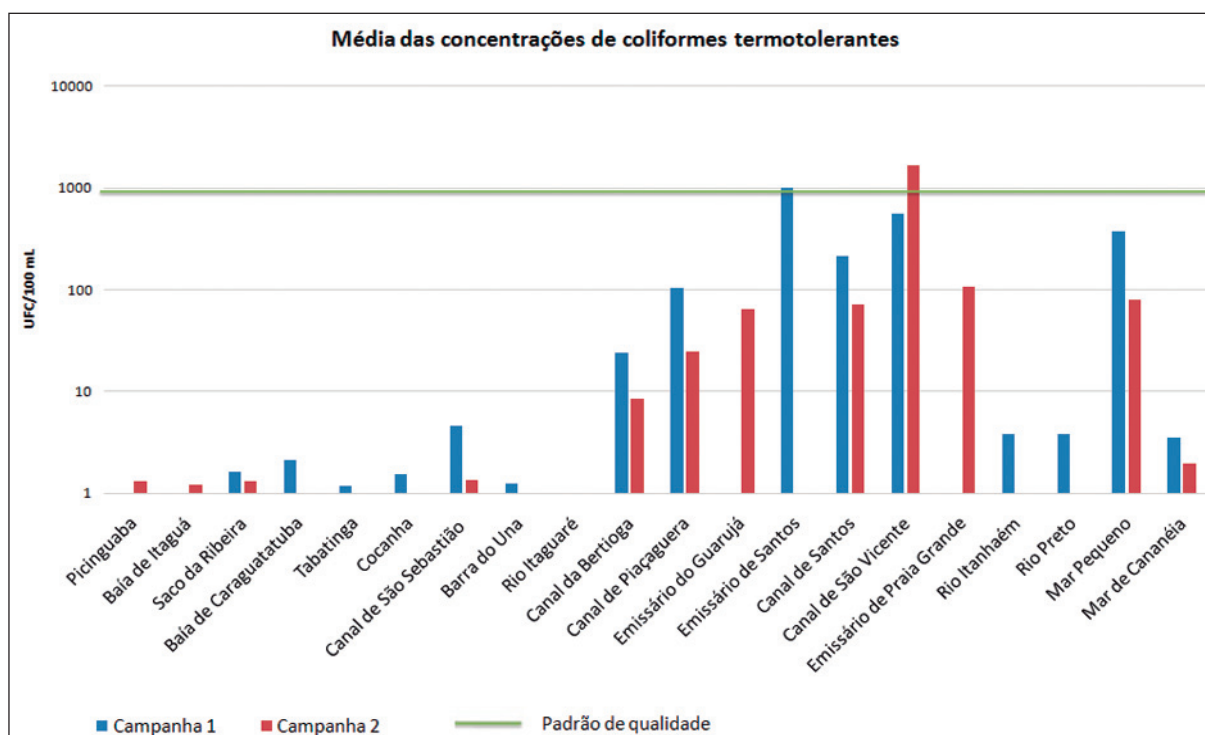
4.1.4. Qualidade microbiológica

A qualidade microbiológica das águas costeiras apresenta um padrão espacial bem definido com concentrações de coliformes termotolerantes e enterococos crescentes do norte à área de influência do Emissário Submarino de Praia Grande 1, decrescendo no extremo sul do Estado. Para ambos os indicadores de contaminação fecal as maiores médias geométricas das concentrações (UFC/100 mL), considerando os três pontos de amostragem, estiveram entre o Canal de Piaçaguera e o Emissário Submarino de Praia Grande 1.

Com relação aos coliformes termotolerantes, de Picinguaba ao Rio Itaguapé e Rio Itanhaém, Rio Preto e Mar de Cananéia as médias geométricas não ultrapassaram 10 UFC/100 mL. Médias Geométricas acima de 1000 UFC/100 mL foram detectadas na área de influência do Emissário Submarino de Santos na primeira campanha de amostragem e no Canal de São Vicente na segunda campanha (Gráfico 4.16).

Gráfico 4.15 – Média geométrica das concentrações de enterococos (UFC/100 mL) - 1ª e 2ª campanha de 2014.

Quanto aos enterococos, de Picinguaba ao Canal de Bertioga e Rio Itanhaém, Rio Preto e Mar de Cananéia as médias geométricas não ultrapassaram 10 UFC/100 mL. Em sentido sul, apresentaram médias geométricas maiores que 100 UFC/100 mL a área de influência do Emissário Submarino de Santos na primeira campanha e o Canal de São Vicente na segunda campanha de amostragem (Gráfico 4.13).

Gráfico 4.16 – Média geométrica das concentrações de coliformes termotolerantes (UFC/100 mL) - 1ª e 2ª campanha de 2014.

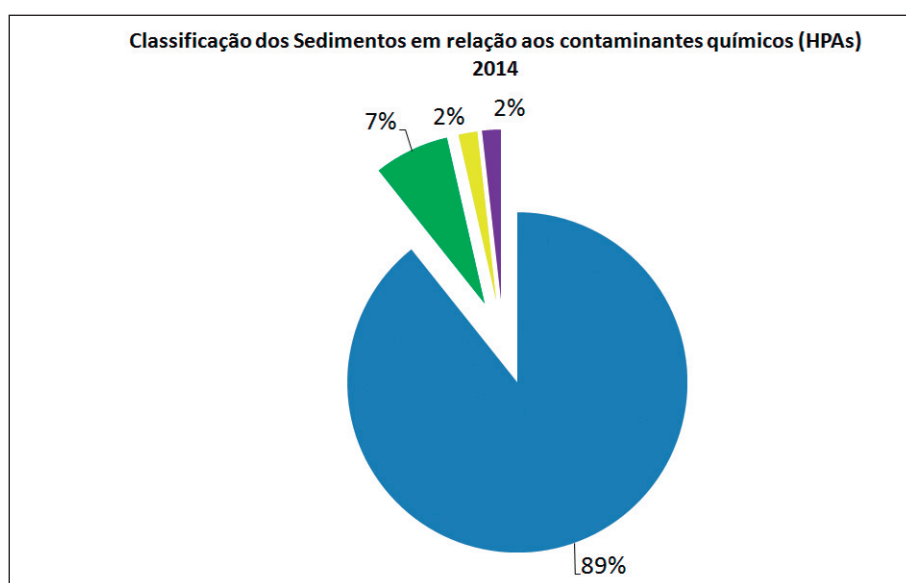
4.2 Qualidade dos Sedimentos

4.2.1 Qualidade química

Conforme observado anteriormente, problemas analíticos resultaram na necessidade de revisão dos resultados dos metais nos sedimentos e estes serão apresentados no relatório do próximo ano. Desta forma, como não foram utilizados para o cálculo deste índice, pode ser observado no gráfico com as porcentagens de áreas enquadradas em cada classificação o grande número de áreas com a classificação ótima em 2014. Essas classificações poderão ser revisadas e reapresentadas em discussões sobre o histórico das áreas.

A classificação dos sedimentos do litoral paulista sem os metais mostrou que mais e 90% das áreas possui sedimentos de qualidade Ótima ou Boa com relação apenas aos HPAs (Gráfico 4.17). O Saco da Ribeira no Litoral Norte, Canal de Piaçaguera e de São Vicente na Baixada Santista e o Mar Pequeno no Litoral Sul apresentaram HPAs em níveis que prejudicaram sua classificação de qualidade química.

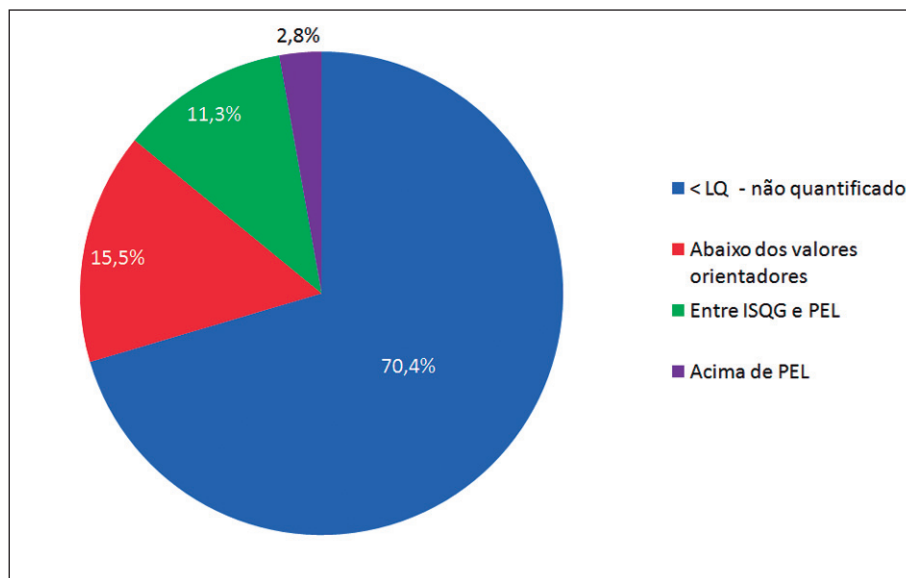
Gráfico 4.17 – Porcentagens de amostras de sedimento nas diferentes classes de qualidade química no Litoral Paulista em 2014.



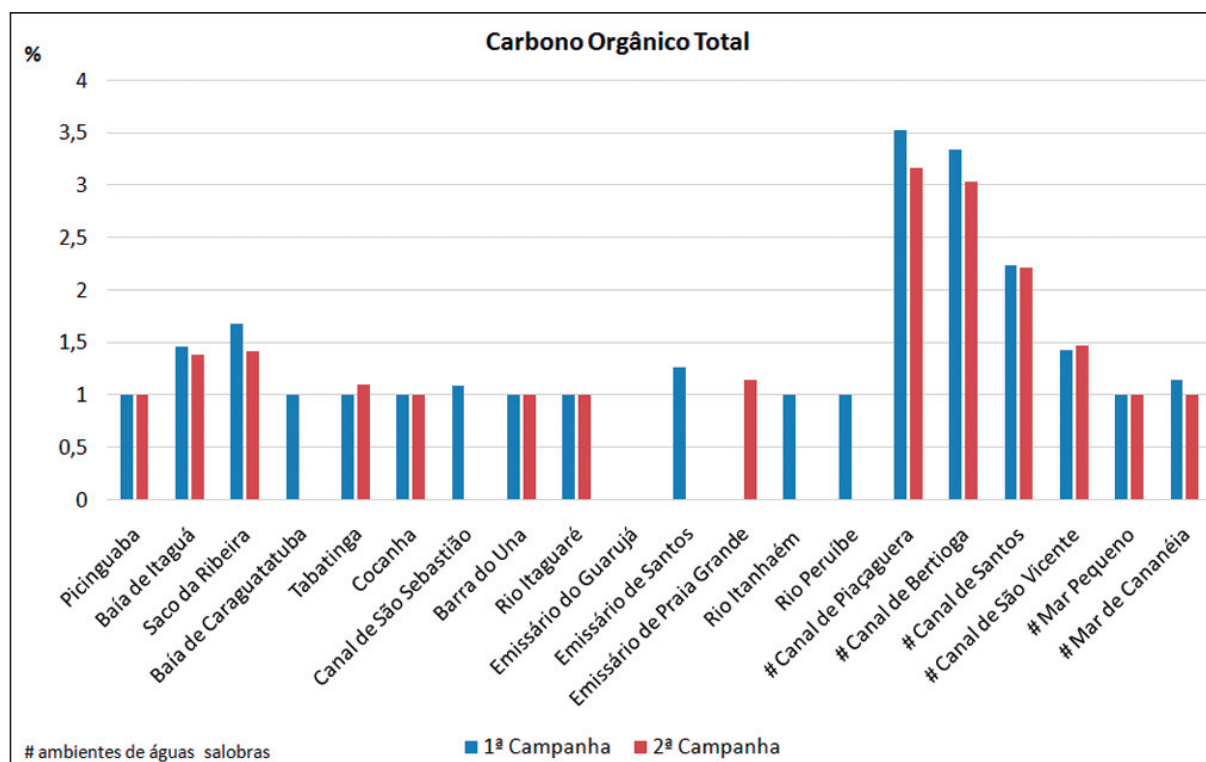
Os HPAs estiveram presentes em cerca de 30% das amostras analisadas (total=71) para estes parâmetros no Litoral Paulista. Dessas, 15,5% estavam em concentrações abaixo dos valores orientadores. Contudo, em 11,3% delas (8 na Baixada Santista sendo 5 no canal de Santos, 1 no canal de São Vicente e 2 no canal de Piaçaguera) alguma dessas substâncias apresentou concentrações que ultrapassaram o valor estabelecido para ISQG e em 2,8% dos casos (duas amostras no Canal de Piaçaguera) foram superados os valores estabelecidos para PEL (Gráfico 4.18).

Salienta-se que são determinados 11 diferentes tipos de HPAs, e os limites de quantificação do Acenafeno e do Dibenzo(a,h)antraceno alcançados pelos laboratórios da CETESB são superiores ao valor de referência inferior (ISQG-TEL) de forma que não foram considerados para as estatísticas.

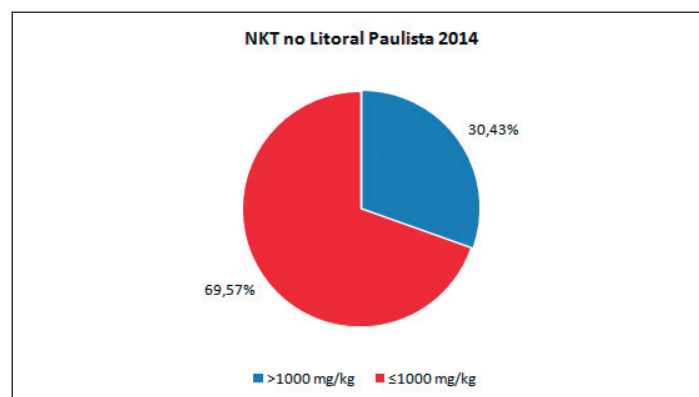
Gráfico 4.18 – Porcentagem de amostras de sedimentos com compostos de HPAs no Litoral Paulista em 2014.



As maiores concentrações de COT foram observadas no Canal de Bertioga, Canal de Santos, Canal de São Vicente e Canal de Piaçaguera (Gráfico 4.19). Não foi realizada uma das campanhas para os pontos que apresentam apenas um resultado. Os valores médios nos canais supracitados variam entre 2% e 3,5% que são concentrações elevadas. Destacam-se os resultados do canal de Bertioga que atingiram valores superiores a 6% no ponto 1, nas duas campanhas e 5,97 e 4,23% no ponto 2. O ponto 1 do Canal de Piaçaguera também apresentou resultado de 4,63% na segunda campanha. Observa-se que, além da contribuição de esgoto doméstico, os valores encontrados no ponto 1 do Canal de Bertioga se justificam também por ser uma área deposicional com a presença de manguezais que naturalmente se caracterizam por valores mais elevados. Baía de Itaguá e Saco da Ribeira apresentaram valores médios próximos a 1,5% devido à contribuição de matéria orgânica advinda do continente.

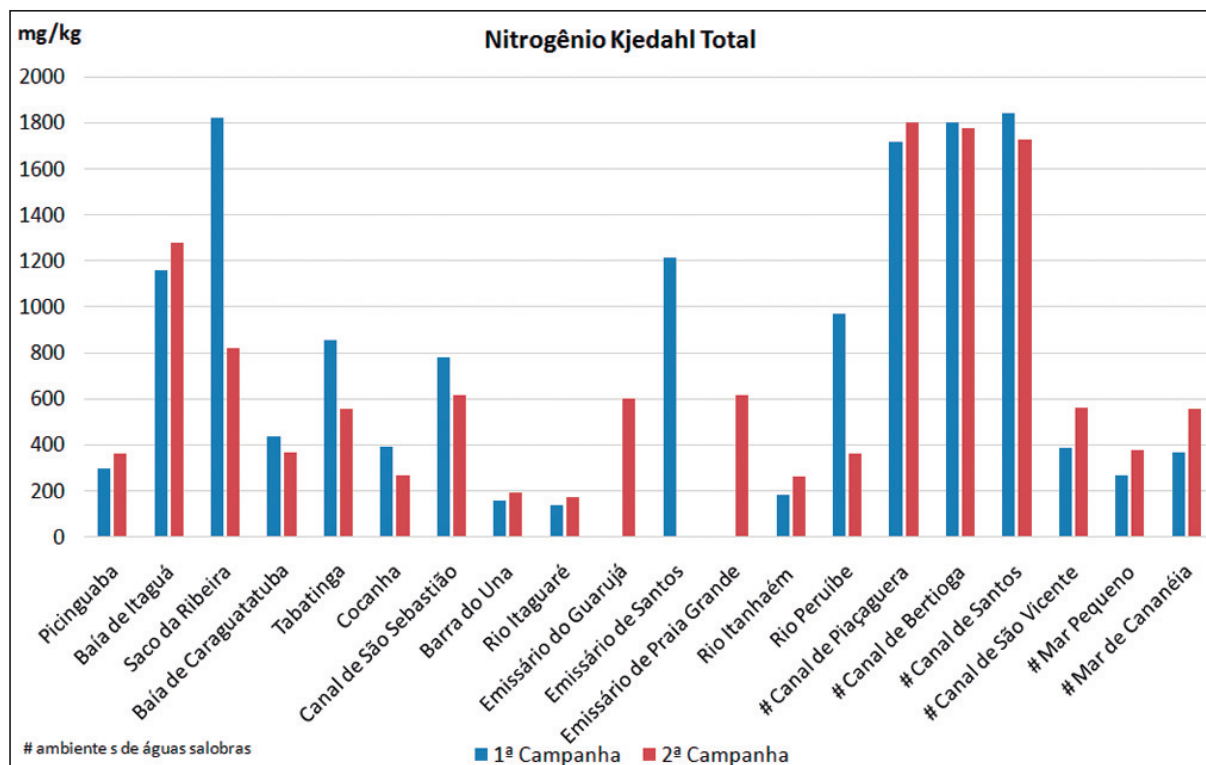
Gráfico 4.19 – Concentração de COT (%) dos sedimentos nas áreas da rede de monitoramento costeiro (média dos três pontos).

Foram obtidas concentrações de Nitrogênio (NKT) acima de 1000 mg/Kg em 30% das amostras coletadas (gráfico 4.20).

Gráfico 4.20 – Ocorrências de NKT no Litoral Paulista em 2014.

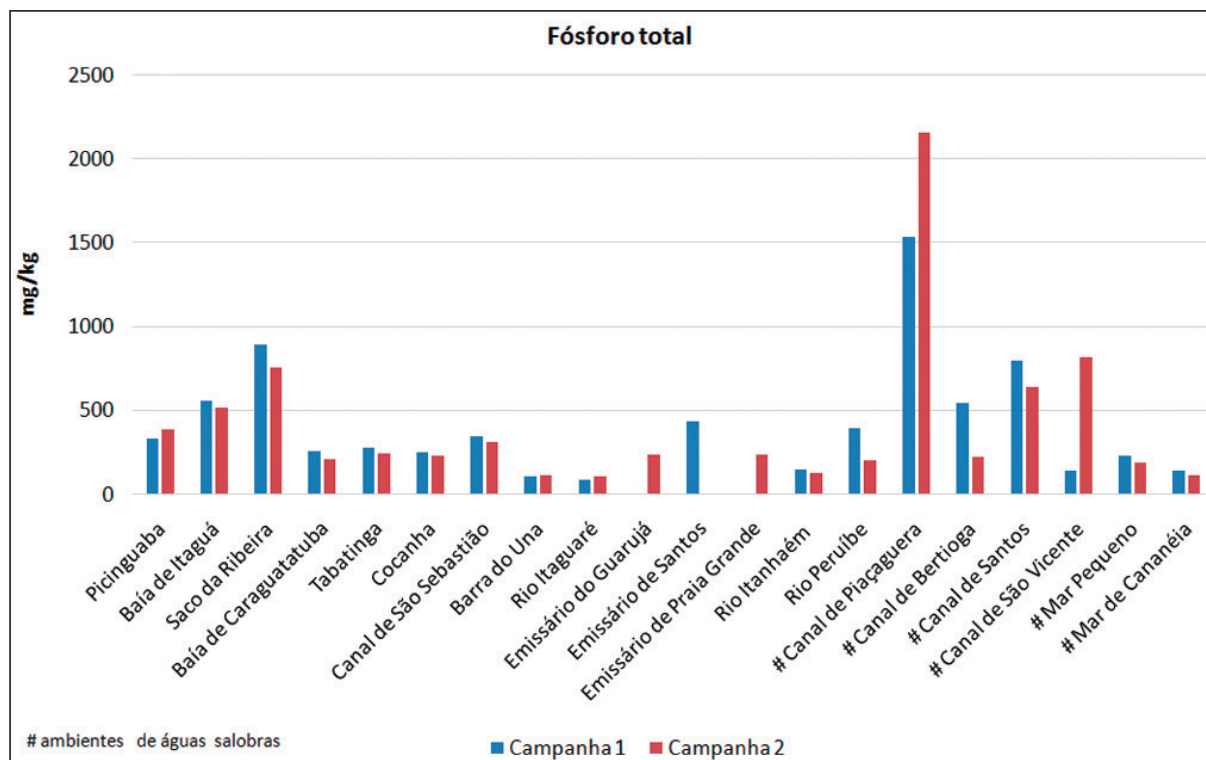
Os maiores valores foram encontrados nos canais de Santos, Bertioga e Piaçaguera com médias dos três pontos em torno de 1800 mg/kg. No caso do Canal de Bertioga, excluindo-se o ponto 3 a média sobe para cerca de 3500 mg/kg enquanto no Canal de Piaçaguera a média representa bem os dois pontos assim como a média representa bem todos os quatro pontos do Canal de Santos (gráfico 4.21). Observa-se situação semelhante no Saco da Ribeira que teve um valor elevado na primeira campanha muito embora o local seja relativamente abrigado das correntes marítimas e, conseqüentemente, sofra maior deposição de matéria orgânica. Observa-se que a maior parte das ocorrências se deu em ambientes que já tendem a receber contribuição continental, mas as maiores concentrações apareceram na Baixada Santista nos Canais de Santos, Bertioga e São Vicente e no entorno dos emissários de Santos e Guarujá evidenciando o impacto das atividades humanas nesses casos.

Gráfico 4.21 – Concentração de nitrogênio kjeldahl total (mg/kg) dos sedimentos em todas as áreas da rede de monitoramento costeiro (média dos três pontos) em 2014.



As maiores concentrações de Fósforo total (PT) foram observadas na Baía de Itaguá, Saco da Ribeira, Canal de Bertioga, Canal de Santos, Canal de Piaçaguera e Emissário de Santos (gráfico 4.22). Usualmente grandes contribuições de fósforo estão associadas à atividade humana especialmente na forma de descarga de esgoto doméstico. Outras atividades como a indústria de fertilizantes podem contribuir para o aumento dos níveis deste nutriente na região de Cubatão.

Gráfico 4.22 – Concentração de fósforo total (mg/kg) dos sedimentos em todas as áreas da rede de monitoramento costeiro (média dos três pontos).



4.2.2 Avaliação ecotoxicológica dos sedimentos

Os organismos apresentam diferenças na sensibilidade em função dos mecanismos de ação dos contaminantes. Devido a isso, com a utilização de dois tipos de ensaios para a avaliação ecotoxicológica, podem ser observados resultados divergentes para uma mesma amostra. Nestes casos, com o objetivo de proteger as espécies mais sensíveis, foi utilizado o diagnóstico mais restritivo para classificar cada região, primeiramente por campanha, conforme apresentado no capítulo 3, e posteriormente, para estimar uma classificação anual, conforme apresentado na Tabela 4.2. A partir da classificação anual obtida para 2014, observou-se que 50% das áreas monitoradas na região costeira de São Paulo apresentaram qualidade Ótima para o sedimento.

Tabela 4.2 – Classificação da qualidade do sedimento costeiro, de acordo com os ensaios ecotoxicológicos realizados em 2014.

Regiões	Classificação		1ª campanha / 2014			2ª campanha / 2014			Classificação Anual / 2014		
	Área	Amostras	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 Bertioga										
	Emissário do Guarujá		*								
	Emissário de Santos					*					
	Canal de Santos										
	Canal de Santos (pto 4)										
	Canal de São Vicente										
	Canal de Piaçaguera										
	Emissário de Praia Grande 1		*						*		
	Rio Itanhaém										
	Peruíbe										
Litoral Sul	Mar Pequeno										
	Mar de Cananéia										

Critérios Ecotoxicológicos: ■ Ótima ■ Boa ■ Regular ■ Ruim ■ Péssima

* amostra não analisada

Em 2014, para as 20 áreas que compõem a rede de monitoramento costeiro, distribuídas entre Litoral Norte, Sul e Baixada Santista, foram analisadas 74 amostras no ensaio crônico e 17 no ensaio agudo, totalizando 91 ensaios ecotoxicológicos. Dentre as amostras analisadas no ensaio crônico, 61% não apresentaram toxicidade e 29% indicaram efeito deletério aos organismos-teste. No ensaio agudo, 88% das amostras não exibiram toxicidade e 2% foram tóxicas (Tabela 4.3).

Na Tabela 4.3 é possível observar também que a tendência de diminuição no percentual de efeito verificado nas análises com toxicidade crônica entre 2010 e 2012 (55, 32 e 24%, respectivamente), interrompida em 2013 (65%), apresentou uma considerável redução em 2014 (39%), enquanto 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		2010			2011			2012			2013			2014		
		T	NT	Total	T	NT	Total	T	NT	Total	T	NT	Total	T	NT	Total
Crônico	Nº de amostras (%)	33 (55)	27 (45)	60	17 (32)	36 (68)	53	13 (24)	41 (76)	54	48 (65)	26 (35)	74	29 (39)	45 (61)	74
Agudo	Nº de amostras (%)	3 (7)	42 (93)	45	4 (10)	38 (90)	42	5 (10)	46 (90)	51	1 (6)	16 (94)	17	2 (12)	15 (88)	17

Na Tabela 4.4 observa-se a integração das informações ecotoxicológicas das amostras de sedimento a partir de 2010, considerando a classificação de cada ponto amostral.

Tabela 4.4 – Classificação ecotoxicológica dos sedimentos costeiros entre de 2010 e 2014.

Regiões	Área	2010			2011			2012			2013			2014		
	Amostras	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 S. 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 Santos (pto 4)															
	Canal de São Vicente															
	Canal de Piaçaguera															
	Emissário de Praia Grande 1															
	Rio Itanhaém															
	Rio Peruíbe															
Litoral Sul	Mar Pequeno															
	Mar de Cananéia															
% de pontos amostrais que não apresentaram toxicidade/ano		47%			48%			61%			45%			48%		

Critérios Ecotoxicológicos: Ótima Boa Regular Ruim Péssima

* amostra não analisada

Esses resultados indicam que o monitoramento ecotoxicológico da região costeira do Estado de São Paulo, apresentou uma tendência de melhora na qualidade geral do sedimento até 2012. Essa tendência foi interrompida observando-se a diminuição no percentual de pontos amostrais que não apresentaram efeito tóxico de 61 (2012) para 45% (2013). Em 2014, mesmo com a inclusão do Canal de Piaçaguera, de grande importância na região da Baixada Santista, cuja classificação anual de qualidade nos dois pontos foi Péssima, verificou-se uma sutil melhora no percentual de pontos amostrais com ausência de toxicidade de 48%.

Das 20 áreas analisadas, 5 mantiveram a qualidade do ano anterior - Tabatinga, Cocanha, Barra do Una, Emissário de Santos e Guarujá, e 6 melhoraram a sua classificação – Saco da Ribeira, Canal de São Sebastião, Rio Itaguapé, Emissário Praia Grande 1, Rio Itanhaém e Rio Peruíbe.

As oito áreas restantes apresentaram piora na qualidade do sedimento em relação a 2013: Picinguaba, Canal de Santos, Canal de São Vicente, Mar Pequeno, Baía de Itaguá, Baía de Caraguatatuba, Canal de Bertioga e Mar de Cananéia. Além disso, conforme mencionado, o Canal de Piaçaguera, apresentou qualidade Péssima em sua primeira avaliação.

Na Tabela 4.5 a partir do percentual de amostras que não apresentaram efeito tóxico, para cada ano de monitoramento, nas 3 grandes regiões (Litoral Norte e Sul e Baixada Santista), é possível verificar que:

- Analisando as 3 grandes regiões, observa-se que no litoral norte a porcentagem de pontos amostrais com ausência de toxicidade vêm apresentando um sutil aumento nos últimos 3 anos de monitoramento. Por outro lado, no litoral Sul observa-se uma grande variabilidade nos resultados e uma tendência de queda na qualidade geral do sedimento com apenas 25% dos pontos amostrais apresentando ausência de toxicidade em 2014. Na Baixada Santista, a exceção dos resultados de 2012, não ocorre uma grande variação neste parâmetro, com índice de pontos amostrais sem toxicidade entre 33 e 42%.
- 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. Embora nem sempre disponíveis para causar efeito tóxico, sabe-se que os sedimentos são importantes fontes de contaminação da coluna d'água, especialmente quando ressuspensos, o que pode ocorrer nas atividades de navegação e especialmente nas atividades 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 2010 e 2014.

Região Ano (%)	2010	2011	2012	2013	2014
Litoral Norte	48	58	50	53	62,5
Baixada Santista	42	33	80	35	40
Litoral Sul	66	100	50	50	25

Destaca-se também que dentre os ensaios ecotoxicológicos realizados com água do mar coletadas no Saco da Ribeira, Cocanha, Canal de São Sebastião e Canal de Piaçaguera, dois pontos no Saco da Ribeira e um ponto no Canal de São Sebastião apresentaram toxicidade crônica. Esse resultado mostrou que na coluna d'água existem contaminantes atuando negativamente sobre a comunidade biológica, provavelmente relacionados à presença de efluentes domésticos e/ou industriais ou ainda às atividades específicas existentes nestas regiões e cujo destino de grande parte é o sedimento. Devido à sua importância e para complementar a avaliação ambiental, o monitoramento da qualidade das águas será ampliado gradativamente para que todos os pontos, ou aqueles mais significativos, possam ser contemplados.

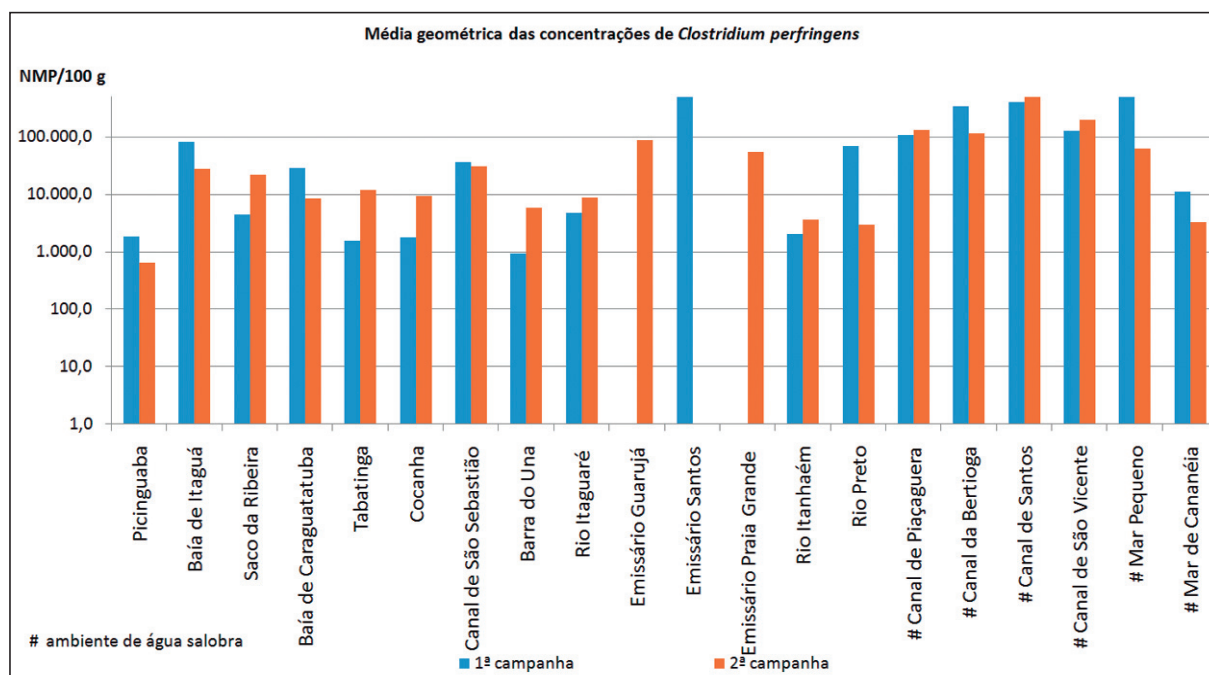
4.2.3 Qualidade microbiológica dos sedimentos

A qualidade microbiológica dos sedimentos foi atribuída de acordo com as concentrações dos indicadores de contaminação fecal coliformes termotolerantes e *Clostridium perfringens*.

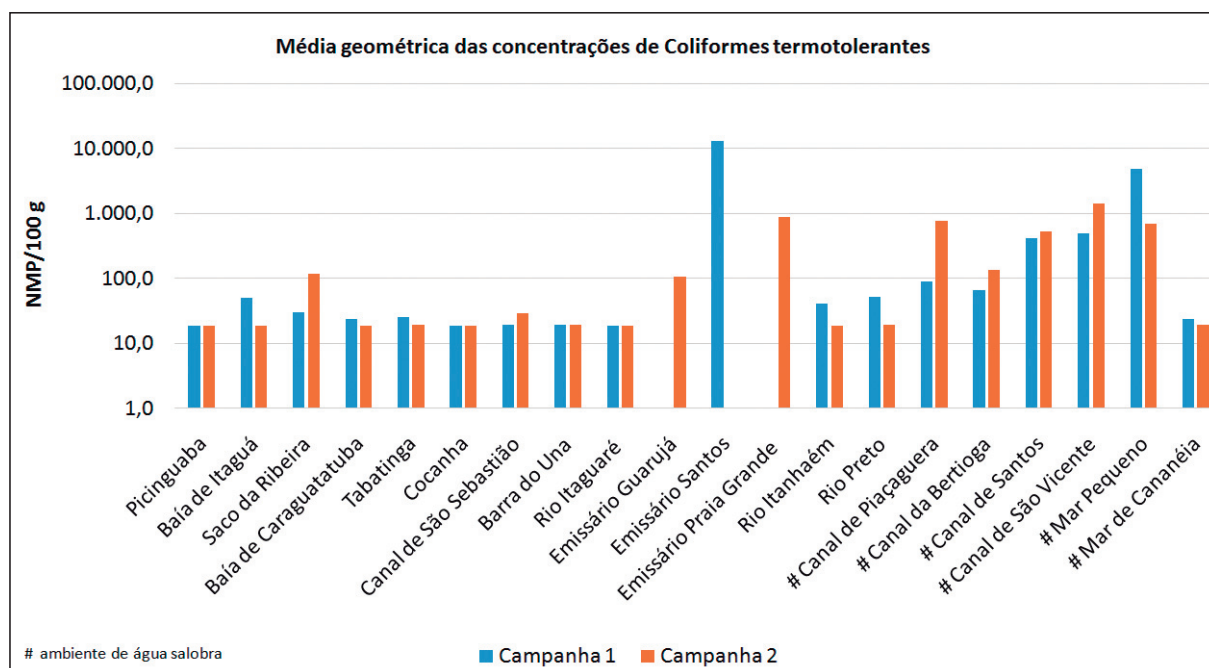
Os coliformes termotolerantes são bactérias encontradas nas fezes humanas e de animais. A presença dessas bactérias no sedimento indica contaminação fecal atual.

Os *Clostridium perfringens* são bactérias esporogênicas que fazem parte da microbiota intestinal normal do homem e de animais. Assim, justamente pela produção de esporos e pela prolongada resistência destes às condições adversas do ambiente, indicam 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* o Canal de Bertioga e o Canal de Piaçaguera no primeiro e segundo semestre, a área de influência do Emissário Submarino de Santos no primeiro semestre, o Canal de Santos e o Canal de São Vicente em ambas as campanhas e o Mar Pequeno na primeira campanha. Vale ressaltar que na área de influência do Emissário Submarino de Santos a concentração foi de $2,2 \times 10^6$ NMP/100 g na primeira campanha de amostragem. No Canal de Santos e no Mar Pequeno detectaram-se concentrações acima de $8,0 \times 10^5$ NMP/100 g (Gráfico 4.23).

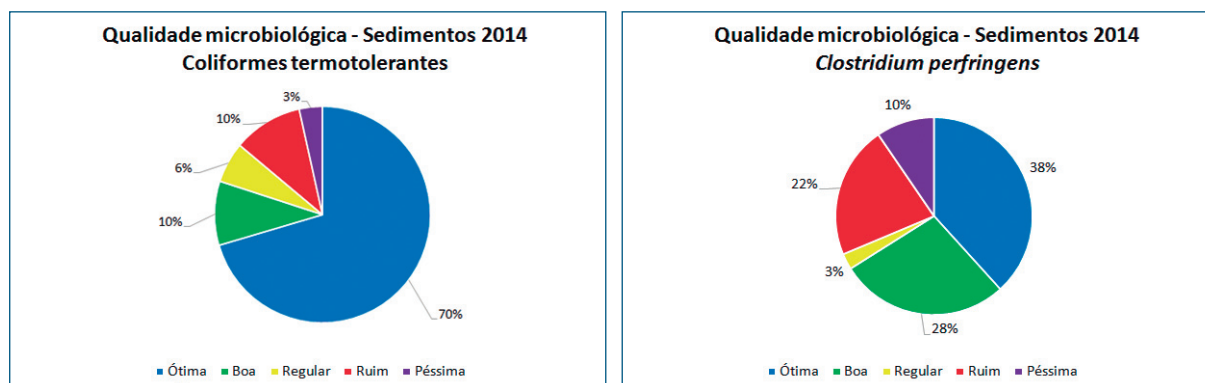
Gráfico 4.23 – Médias das concentrações de *Clostridium perfringens* nos sedimentos em 2014.

Considerando a média geométrica das concentrações de todos os pontos amostrados em cada local, apresentaram concentrações acima de 1.000 NMP/100g coliformes termotolerantes a área de influência do Emissário Submarino de Santos no primeiro semestre, o Canal de São Vicente no segundo semestre e o Mar Pequeno no primeiro semestre. Vale ressaltar que na área de influência do Emissário Submarino de Santos a concentração foi de 13.063 NMP/100 g (Gráfico 4.24).

Gráfico 4.24 – Médias das concentrações de coliformes termotolerantes nos sedimentos em 2014.

O Gráfico 4.25 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*.

Gráfico 4.25 – Porcentagem de amostras em cada classe de qualidade microbiológica de acordo com concentração de bactéria fecal nos sedimentos em 2014.



Para coliformes termotolerantes, 80% das amostras estiveram nas categorias Ótima (70%) e Boa (10%). Em 2013, 80% das amostras também estavam nestas duas categorias. Ainda assim, 13% das amostras estão nas categorias Ruim e Péssima.

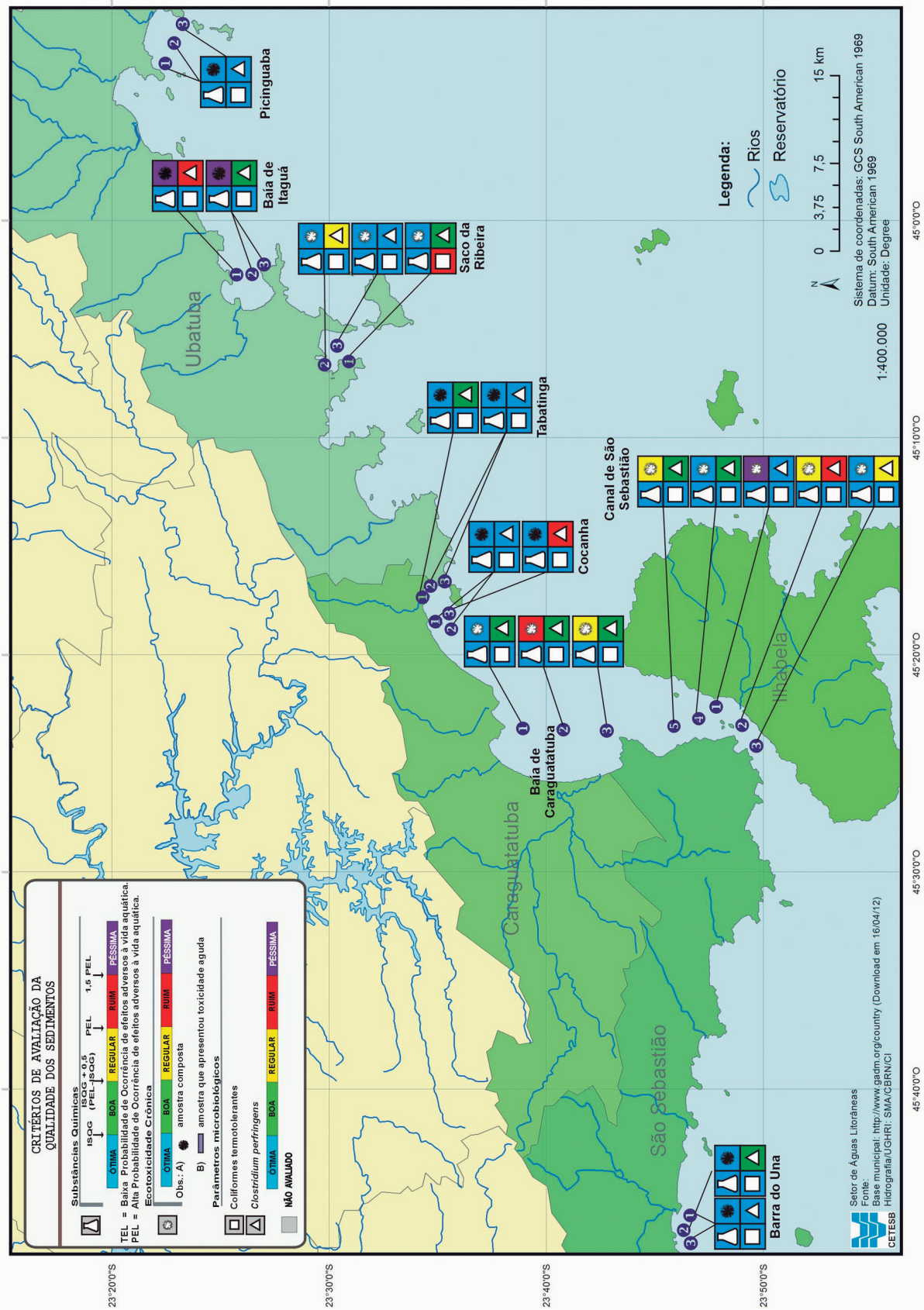
Para *Clostridium perfringens*, 66% das amostras estiveram nas categorias Ótima (38%) e Boa (28%). Em 2013, 62% das amostras estavam nestas duas categorias. De toda forma, 32% das amostras foram classificadas como Ruins e Péssimas.

Considerando ambos os indicadores, poucas amostras foram classificadas na categoria Regular: 6% de coliformes termotolerantes e 3% de *Clostridium perfringens*.

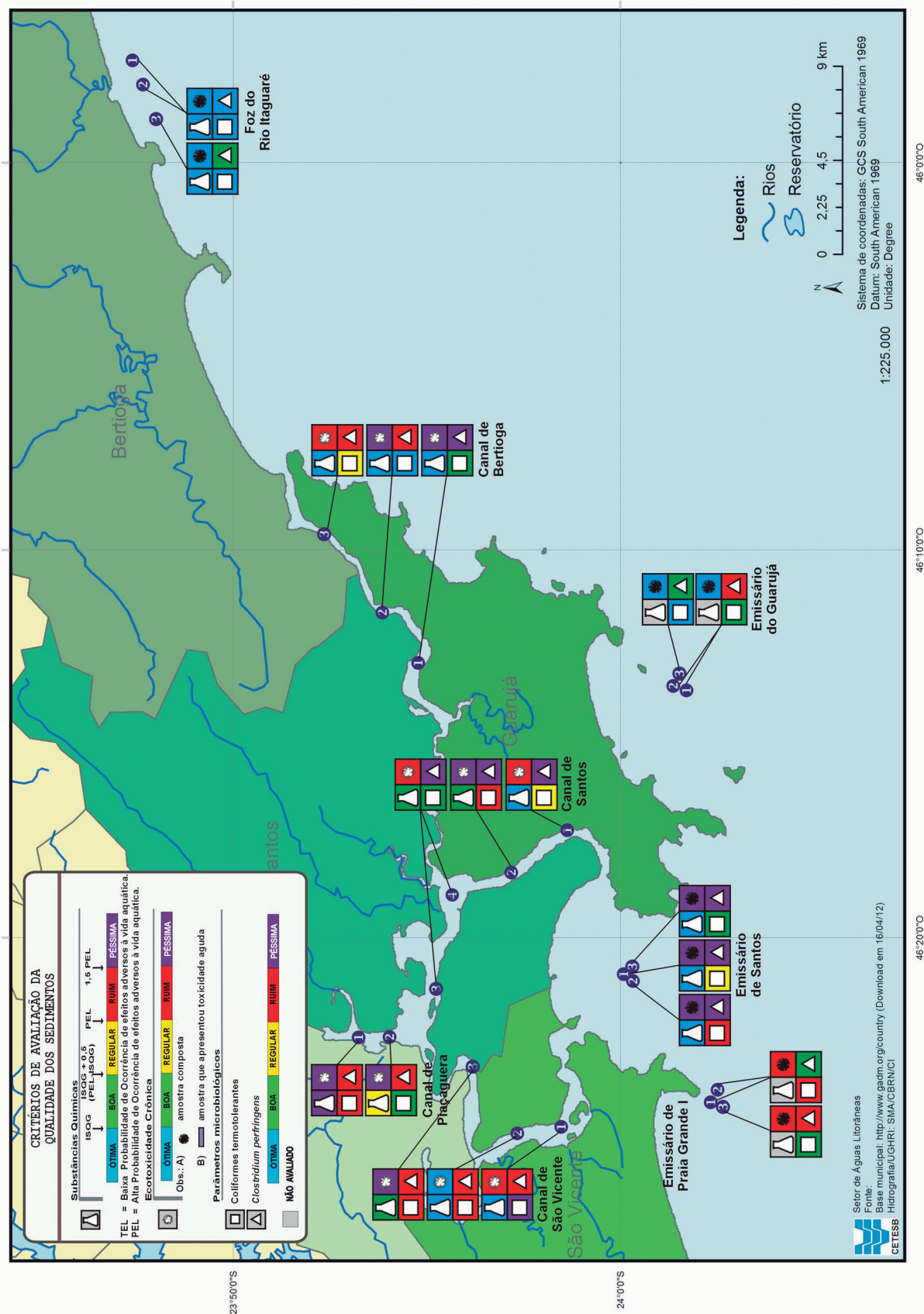
As porcentagens nas categorias Péssima e Ruim foram maiores para *Clostridium perfringens* (32%) em relação aos coliformes termotolerantes (13%), indicando que no sedimento a maior contaminação se refere à poluição fecal mais antiga.

Os mapas 4.5, 4.6, 4.7 e 4.8 mostram as classificações referentes ao ano de 2014 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.

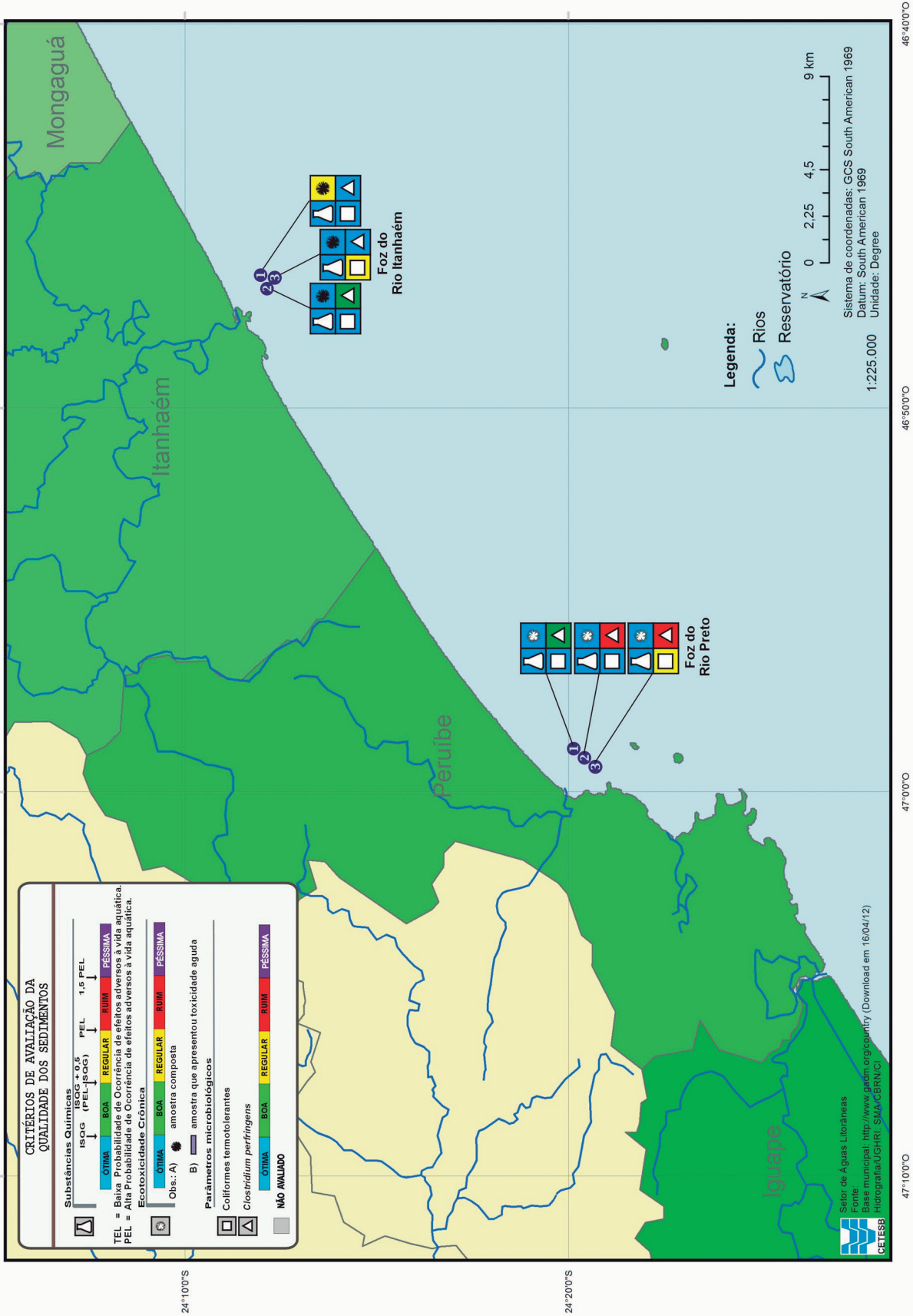
Mapa 4.5 – Avaliação da qualidade dos sedimentos 2014 – Litoral Norte.



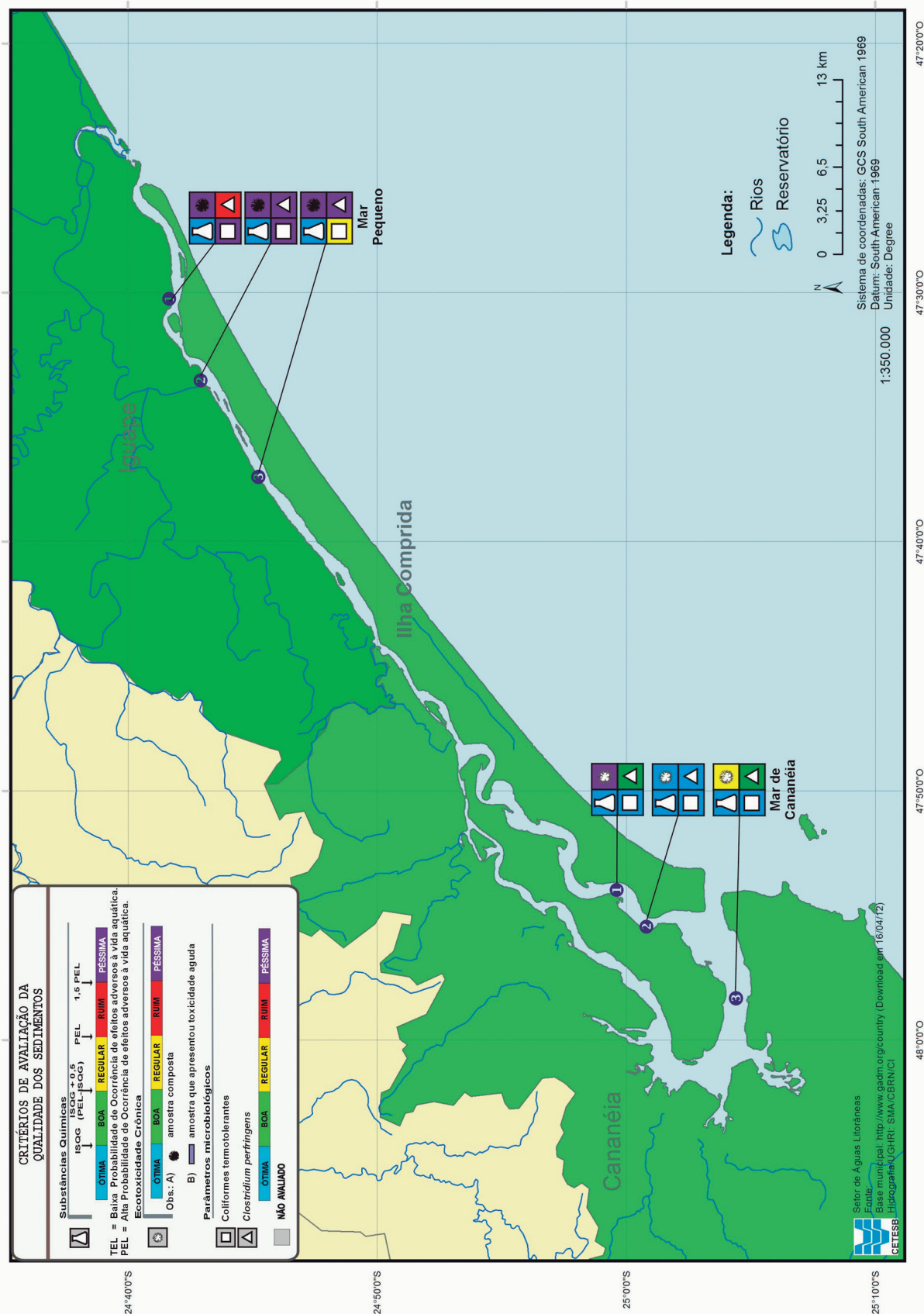
Mapa 4.6 – Avaliação da qualidade dos sedimentos 2014 – Baixada Santista (região norte).



Mapa 4.7 – Avaliação da qualidade dos sedimentos 2014 – Baixada Santista (região sul).



Mapa 4.8 – Avaliação da qualidade dos sedimentos 2014 – Litoral Sul.



5 • Emergências Químicas em Águas Costeiras

Biól. Iris Regina F. Poffo e Biól. Carlos Ferreira Lopes
CETESB - Setor de Atendimento a Emergências

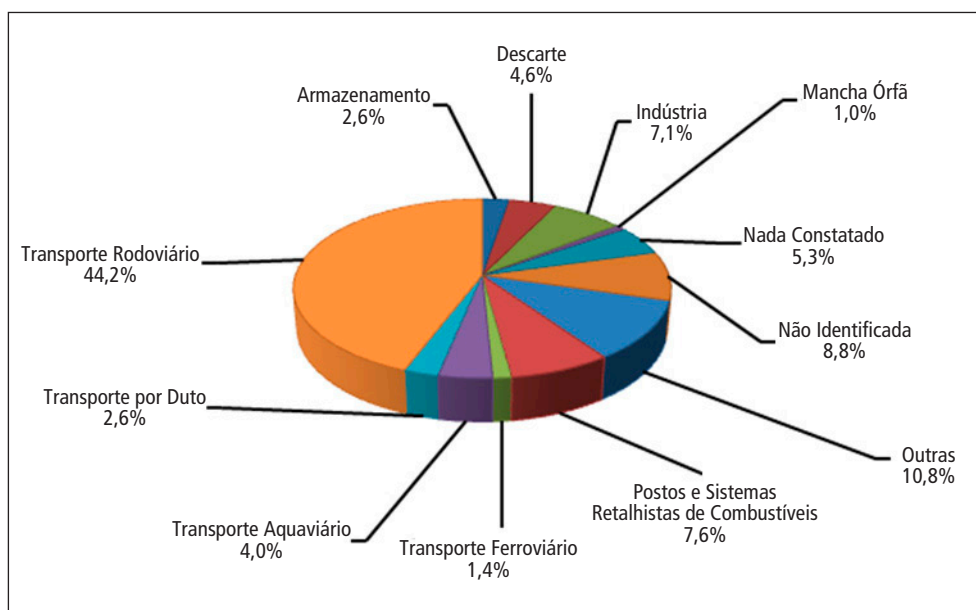
Emergências químicas são acontecimentos ou sequência de eventos inesperados que podem ocorrer em todas as atividades onde são manuseados produtos químicos como indústrias, transporte por rodovias, ferrovias, vias navegáveis, dutos, postos e sistemas retalhistas de combustíveis entre outras fontes. Estes episódios podem causar consequências indesejáveis à saúde pública, aos recursos naturais, aos bens materiais e bens patrimoniais e, inclusive prejudicar a qualidade das águas litorâneas.

A CETESB atua na prevenção e nas ações de 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 o trabalho de contenção e recolhimento do produto vazado por parte do poluidor, 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

De 1978 a 2014, a CETESB registrou 10.044 ocorrências para todo o Estado de São Paulo, conforme o Sistema de Informações sobre Emergências Químicas – SIEQ, classificadas em 12 atividades (Gráfico 5.1), entre as quais o transporte rodoviário se destaca (44,2%).

Gráfico 5.1 – Atividades relacionadas às emergências químicas atendidas pela CETESB entre 1978 e 2014.

Deste total ou dos 10.044 casos, 13,7% correspondem a ocorrências no litoral paulista. As atividades potencialmente poluidoras das águas litorâneas compreendem: o Transporte Aquaviário (4%), envolvendo incidentes com navios; o Armazenamento que abrange os terminais petroquímicos, bem como falhas nas operações de carga e descarga dos navios (2,6%); o Transporte por duto de óleo e produtos diversos (2,6%), bem como o registro de manchas oleosas, cujo poluidor não foi identificado (1%), comumente chamadas de “manchas órfãs”.

Nos últimos cinco anos, de 2010 a 2014, foram registrados 2037 ocorrências, das quais 64 ou 3% causaram diretamente, a contaminação das águas marinhas e estuarinas do litoral paulista, por substâncias químicas e oleosas.

Há outros episódios registrados pela CETESB para este período que não foram incluídos neste capítulo, porque o produto vazado ficou restrito ao navio, à área interna do terminal, ou contaminou rios e canaletas de água pluvial sem chegar ao mar.

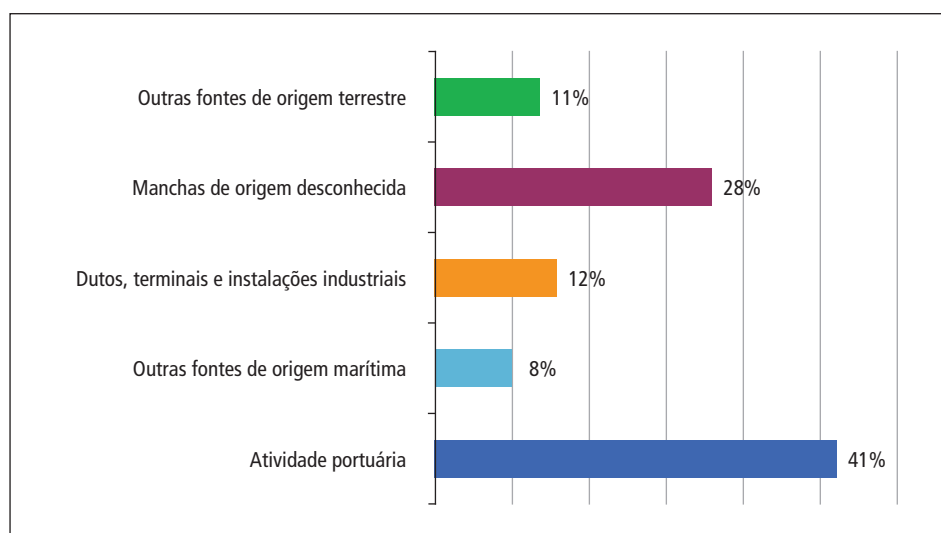
Baseando-se nos dados do SIEQ, estas 64 ocorrências foram agrupadas em cinco categorias, com classificação diferente da adotada no gráfico 5.2, visando apresentar dados mais detalhados sobre principais fontes de poluição marinha.

- **Atividade portuária:** abrangem falhas nas operações de carga e descarga na interface navio/terminal e navio/cais do porto, queda de maquinário na água, incidentes com navios de carga (fissura no casco, por exemplo); acidentes com movimentação de contêineres, incêndios em terminais, acidentes de navegação com navios de carga e embarcações de apoio portuário, falhas nas operações de abastecimento de navios com óleo combustível marítimo e nas operações de retirada de resíduo oleoso.
- **Dutos, terminais terrestres e instalações industriais:** envolve falhas internas nas operações da refinaria, de terminais químicos, terminais de petróleo e derivados, terminais de contêineres, e no bombeamento por dutos;

- **Manchas de origem desconhecida (manchas órfãs):** aparecimento de manchas derivadas de substâncias oleosas ou químicas no estuário e no mar, sem que a fonte de origem tenha sido identificada pelas autoridades;
- **Outras fontes de origem marítima:** acidentes com embarcações de pesca, turismo e lazer, envolvendo acidentes de navegação, naufrágio, incêndio e explosão estabelecimentos náuticos ou não, bem como descarte de tambores por navios;
- **Outras fontes de origem terrestre:** abrange acidentes com caminhões e composições ferroviárias que originaram vazamento de óleo para águas estuarinas e marinhas, descartes de substâncias químicas ou oleosas em tambores ou diretamente em corpos de águas que atingiram o mar.

A distribuição por região ficou assim caracterizada: Litoral Norte com 16 casos, Baixada Santista com 48 e no Litoral Sul não teve registro neste período. O Gráfico 5.3 demonstra a classificação destes registros os quais serão comentados na sequência.

Gráfico 5.2 – Distribuição de 64 ocorrências envolvendo liberação de substâncias oleosas e químicas que contaminaram as águas do litoral paulista (2010 a 2014).*



*Fonte: baseado no Sistema de Informações sobre Emergências Químicas da CETESB – SIEQ

5.1.1 Atividade portuária

Analisando o Gráfico 5.3 podemos observar que do total de 68 ocorrências, a atividade portuária contempla 41%.

Quatro casos foram observados para o Porto de São Sebastião, o qual contempla o cais comercial da Companhia Docas de São Sebastião e o Terminal Aquaviário de petróleo e derivados. Em 2014 operaram 169 navios no cais, com cargas gerais totalizando 730.473 toneladas. No Terminal da PETROBRAS/TRANSPETRO, operaram 588 navios somando 53.473.532 toneladas. Para mais informações sobre atividades deste porto acessar: <http://www.portodesaosebastiao.com.br/pt-br/default.asp> e <http://www.portodesaosebastiao.com.br/pt-br/estatisticas.asp>.

A maioria dos registros, ou 26 casos, corresponde ao complexo portuário de Santos. De acordo com informações da CODESP – Cia Docas do Estado de São Paulo, o Porto de Santos possui 62 terminais privados para operação de mercadorias diversas, 59 berços de atracação, sendo 49 públicos e 10 privados, incluindo terminais químicos, de petróleo e derivados. Movimenta cerca de 114 milhões de toneladas anualmente, sendo o maior porto do país. Em 2014, operaram 5.124 navios. Para mais informações ver: www.portodesantos.com.br/imprensa.php?pagina=art1 e Análise do movimento físico do Porto de Santos, disponível em: http://201.33.127.41/DocPublico/AMF_CPT/2013/AMF-2013-12.pdf.

Também foram incluídas ocorrências nos terminais da Usiminas e da Fosfertil, situadas no Canal de Piaçaguera, em Cubatão, fora dos limites do porto organizado de Santos.

Foto 5.1 – Terminal de derivados de petróleo no Porto de Santos (Fonte: CETESB).



Fazendo uma comparação de dados por período, número de navios atracados e número de emergências químicas registradas pela CETESB para Baixada Santista, observa-se que entre 2010 e 2014 operaram cerca de 5.300 navios/por ano e foram registradas 66 ocorrências (incluindo aqui as que não atingiram o corpo d'água). Entre 2000 a 2004, foram movimentados cerca de mil navios a menos, e foram registradas 154 ocorrências (POFFO, 2008). Isto indica que as medidas de prevenção, fiscalização e controle implantadas pela CETESB colaboraram para reduzir o número de ocorrências para mais da metade.

Entre as causas dos acidentes que geraram contaminação ambiental nos portos e terminais estão: falhas na operação do mangote e do braço de descarga durante ações de carga ou de descarga, durante o abastecimento de óleo combustível marítimo dos navios e embarcações de apoio, na operação de retirada de resíduo oleoso dos navios, durante a movimentação de contêineres, incêndio em terminais, queda de guindaste no canal, falhas na operação da tubovia (duto) entre o terminal e o navio. Também foram incluídos acidentes de navegação com navios e embarcações de apoio à atividade portuária como colisão com estruturas fixas e naufrágios.

De 2009 a 2013 foram registradas sete ocorrências envolvendo naufrágio de embarcações: duas relacionadas com embarcações em desuso, sendo um pescueiro no Saco da Ribeira em Ubatuba e o batelão "Japuí", construído em 1900, utilizado nas atividades de dragagem do Canal de Santos no século passado, atracado no cais do porto (A Tribuna, 2013).

Também consta o vazamento de óleo durante as atividades de remoção dos vestígios do cargueiro Ais Georgius, no Canal de Santos, afundado em 1974 após incêndio de grandes proporções. Há três casos relacionados com naufrágio de embarcações que prestam apoio às atividades do Porto de Santos.

As ocorrências que causaram maiores danos ambientais na região de Santos, foram os incêndios em três terminais de açúcar no Porto de Santos: da Copersucar em 18/10/2013, no Armazém 10 em 03/08/2014 e no Terminal de Exportação de Açúcar em 20/10/2014, ocasionando sérios prejuízos às instalações além de deixar a comunidade bem assustada.

Ainda que não sejam produtos químicos, a água de combate a incêndio misturada com grande quantidade de açúcar queimado (água e melaço) alcançou as águas do estuário comprometendo sua qualidade. No caso ocorrido em 2013, com o aumento da carga orgânica liberada na água houve depleção do oxigênio dissolvido com consequente mortandade de peixes como bagre, robalo, baiacu, linguado, parati e mero, além de camarões e siris.

São Sebastião

O caso mais significativo dos últimos cinco anos, foi o vazamento de 3.500 litros de óleo combustível marítimo, devido falha operacional na linha do píer do Terminal Aquaviário, em 05.04.2013 (fotos 5.2 e 5.3).

Foto 5.2 – Detalhe da válvula onde houve o vazamento de óleo.



Foto 5.3 – Mancha de óleo na forma de filetes nas proximidades da praia do Pontal da Cruz, São Sebastião.



Por influência dos ventos e da correnteza, as manchas de óleo se espalharam pelo Canal de São Sebastião atingindo as seguintes praias: Cigarras, Deserta, Arrastão, Porto Grande, Enseada (inclui Prainha) e Pontal da Cruz (inclui Ponta do Arpoador), todas em São Sebastião. Posteriormente foram afetadas praias de Caraguatatuba: Capricórnio, Massaguaçu, Cocanha e Mococa. Todas consideradas impróprias para banho até o final da operação de limpeza (foto 5.4).

Estruturas e embarcações de uma marina situada entre a praia do Arrastão e Portal da Olaria também foram afetadas. Foram encontrados crustáceos mortos nestas praias.

Manchas de óleo foram avistadas sobre culturas de mexilhões das proximidades da praia das Cigarras e da Cocanha (Foto 5.5). Costões rochosos foram também atingidos, destacando-se os da região costeira da Ponta do Arpoador no município de São Sebastião.

Culturas de mexilhões foram prejudicadas, uma próxima à praia das Cigarras (S. Sebastião) e a outra na Cocanha (Caraguatatuba). Os proprietários foram indenizados e os mexilhões foram retirados do mar e destinados para aterro sanitário como resíduo.

Foto 5.4 – Vista noturna da praia das Cigarras, contaminada com óleo.



Foto 5.5 – Mancha de óleo sobre balsas de mexilhão das proximidades da Praia das Cigarras.



Duas tartarugas foram encontradas mortas no mar, na região afetada e foram levadas para o Instituto Argonauta, em Ubatuba para análise. Pelo que foi informado, não foi comprovada relação entre o vazamento de óleo e a causa-mortis.

Foram realizadas atividades de remoção do óleo nas praias atingidas. Na praia das Cigarras, a mais contaminada, foram aplicadas barreiras absorventes na linha de maré visando absorver frações do óleo que desprendia do sedimento. Simultaneamente, a areia contaminada era removida manualmente com utilização de rodos e pás (Foto 5.6).

O resíduo era acondicionado em *big bags* para posterior encaminhamento e armazenamento temporário nas dependências da TRANSPETRO (Foto 5.7). Nas demais praias, o óleo tocou num aspecto de pelotas as quais eram também removidas manualmente.

Foto 5.6 – Remoção manual de areia contaminada com óleo.



Foto 5.7 – Acondicionamento de resíduo sólido oleoso em *big bags*.



Entre outras exigências, a CETESB notificou a TRANSPETRO, recomendando a realização de amostragens de água, sedimento e biota (mexilhões) para análise química de parâmetros de interesse como HPAs – hidrocarbonetos policíclico-aromáticos, BTEX - benzeno, tolueno, etil-benzeno e xileno, OG - óleos e graxas e ecotoxicidade.

Posteriormente às ações emergenciais acima descritas, os trabalhos subsequentes de vistoria e limpeza dos locais atingidos foram sistematicamente acompanhados pelas agências ambientais de Ubatuba e São Sebastião, sendo que esta última lavrou Auto de Imposição de Penalidade de Multa à TRANSPETRO no valor de dez milhões de reais).

Para conhecer os procedimentos adotados e recomendados pela CETESB nas ações de limpeza dos ambientes costeiros em caso de derrames de óleo no mar acesse o Manual de Orientação disponível em: <http://www.cetesb.sp.gov.br/userfiles/file/emergencias-quimicas/acidentes/ambientes-costeiros.pdf>.

5.1.2 Outras fontes de origem marítima

Os acidentes com embarcações de pesca, escunas, embarcações de lazer correspondem a 8% do total, com quatro registros, sendo um para o Litoral Norte e três para Baixada Santista.

Foi incluído também um caso de “descarte” no mar. Em 2011, moradores de Ilhabela encontraram, na Praia do Sino, um tambor de 20 litros. Estava bem amassado e incrustado por cracas, indicando longa permanência no mar.

Havia suspeita de que houvesse algum produto químico no seu interior, misturado com água do mar. Com apoio do Corpo de Bombeiros, o tambor foi removido do local.

Pelo rótulo do produto, a CETESB verificou que se tratava de embalagem de solvente para limpeza de motores elétricos de navios, de origem italiana. Em pesquisa pela internet foi localizada a empresa representante do fabricante no Brasil, na cidade de Santos, quem providenciou sua retirada e análise do conteúdo. Foi constatado que não havia mais vestígio do solvente.

Em 2012, em Ubatuba, um barco pesqueiro de 42 pés, em desuso, afundou no Saco da Ribeira, havendo liberação de aproximadamente 40 litros de óleo, formando uma mancha de óleo iridescente, recolhida com equipamentos que estavam no contêiner de emergência da TRANSPETRO.

Ocorreram três casos envolvendo incêndio em iates, originando vazamento de óleo para o mar. No ano de 2013, em marina localizada no Canal de Bertioga – lado do Guarujá, com vazamento de aproximadamente 800 litros de óleo diesel e de óleo lubrificante. Os outros dois foram no ano seguinte, em estabelecimentos náuticos situados no Guarujá, próximo ao Canal de Santos e outro no Canal de Bertioga, cujo volume de óleo vazado não foi estimado.

Foto 5.8 – Embarcação naufragada em marina no Canal da Bertioga cercada por barreiras para reter espalhamento da mancha de óleo (Fonte: CETESB).



5.1.3 Manchas de origem desconhecida

O aparecimento de manchas de substâncias oleosas ou químicas no mar e no estuário pode estar relacionado com o descarte de resíduos químicos e com o lançamento de óleo residual dos navios, da troca de óleo do motor de barcos pesqueiros e de lazer, do descarte clandestino na rede de drenagem ou córregos que passam junto das áreas portuárias, retroportuária ou urbana por caminhões, garagens de ônibus e oficinas mecânicas ou mesmo de fissuras em tanques subterrâneos de Postos e Sistemas Retalhistas de Combustíveis (POFFO, 2008).

Há 18 registros para o período de cinco anos, 2010/2014, somando os onze casos cadastrados da Baixada Santista e os sete do Litoral Norte. Observa-se que somente no ano de 2002, foram registrados 18 ocorrências para a região portuária de Santos (POFFO, 2008).

Nas ocorrências da Baixada Santista consta que as manchas foram observadas ao longo do Canal de Santos na área portuária, próximo à rede de drenagem do Cais do Saboó e do canal de acesso às catraias, e também no Rio Cubatão.

No litoral norte, foram observadas no Saco da Ribeira, onde ficam fundeadas embarcações de pesca, turismo e lazer. No Canal de São Sebastião, dos sete casos registrados para o período de 2010 a 2014, cinco correspondem ao ano de 2014.

Boas Práticas

De maneira geral, constata-se redução no número de registros de manchas de origem oleosas de origem não identificada nos últimos cinco anos, quando comparado com anos anteriores.

Em 2011, foram criados no Guarujá, os primeiros pontos coletores de óleo lubrificante usado, voltados para pescadores artesanais do litoral paulista, por iniciativa do Programa “Manchas Órfãs – Conscientização da Comunidade Pesqueira e Náutica”, que integra a obra de aprofundamento do canal de acesso ao Porto de Santos, em parceria com a comunidade de pescadores, Prefeitura de Guarujá, Estaleiro Procyon, Fundação de Pesquisas Aquáticas (Fundespa), CODESP, CETESB e IBAMA.

O primeiro está localizado em Santa Cruz dos Navegantes, no Canal de Santos e o segundo nas imediações da Estrada Guarujá-Bertioga, junto com a Sociedade Amigos do Perequê. Outros pontos estão previstos para a região. A participação dos pescadores trará retorno financeiro, pois uma empresa pagará por cada volume de óleo recebido além do benefício ambiental. <http://portal.guaruja.sp.gov.br/2011/03/ponto-de-coleta-de-oleo-e-inaugurado-em-guaruja/> e <http://portal.guaruja.sp.gov.br/2011/05/inaugurado-o-segundo-ponto-coletor-de-oleo-lubrificante-usado-de-guaruja/>.

Em São Sebastião, em 2014, a TRANSPETRO criou o Projeto “Refinar para Preservar”, voltado para a Colônia de Pescadores Z-14, também visando evitar o descarte inadequado do óleo lubrificante usado no mar. Mensalmente, têm sido recolhidos 600 litros de óleo lubrificante e os pescadores e seus familiares estão satisfeitos com as melhorias. Este projeto pretende se expandir para Ilhabela e unir-se com algo semelhante que vem sendo realizado junto ao IBAMA em Ubatuba.

Mais informações disponíveis em: www.transpetro.com.br/pt_br/imprensa/noticias/transpetro-recebe-o-premio-top-socioambiental-2013-com-o-projeto-re-refinar-para-preservar.html; e <http://falasaosebastiao.blogspot.com.br/2013/11/transpetro-e-colonia-de-pescadores.html>.

Considerando o aumento dos casos no primeiro semestre de 2014, foram intensificadas as ações de fiscalização, principalmente nas embarcações de apoio à atividade portuária e de travessia do canal, por parte da Delegacia da Capitania dos Portos em São Sebastião. Como resultado do esforço conjunto com o Projeto “Refinar para Preservar”, não houve mais registro de manchas oleosas no último trimestre de 2014.

5.1.4 Dutos, terminais terrestres e instalações industriais

As ocorrências envolvendo este tipo de atividade, de origem terrestre, correspondem a 12% do total ou oito casos, sendo quase na totalidade associados com a refinaria e com os terminais de Cubatão, havendo contaminação dos rios Cubatão, Pilões e Casqueiro, os quais pertencem ao Estuário de Santos.

Em 2013, observamos que desastres tecnológicos foram decorrentes de desastres naturais, pois cinco registros estão relacionados com as fortes chuvas que caíram na Baixada Santista, em fevereiro e março.

A força das águas e da “corrida” de lama proveniente da Serra do Mar causou o transbordamento dos rios Pilões e Cubatão, inundações de residências e áreas urbanas, interdição das rodovias, danos à Estação de Tratamento de Água do Rio Pilões, e extravasamento do sistema de tratamento de efluentes (mistura água e óleo) da RPBC - Refinaria Presidente Bernardes em Cubatão, e dos terminais de petróleo e derivados.

Medidas de contenção destas instalações não foram suficientes para deter a contaminação ambiental. Manchas de substâncias oleosas deslocaram-se pela força das águas e da maré vazante sentido Canal de Piaçaguera até imediações de Alemoa, Santos.

Foto 5.9 – Contenção e recolhimento de mancha de óleo no Rio Cubatão (Fonte: CETESB).



Outro evento ocorreu na da Estação de Tratamento de Água de Pilões que foi parcialmente destruída pela corrida de lama. Na ocasião cinco cilindros de cloro (ONU 1017), com 900 kg cada, foram levados pela enchente. O vazamento poderia ter causado danos à saúde humana e ao sistema aquático. Estes cilindros foram encontrados e recuperados posteriormente.

Foi também incluída nesta classificação, uma ocorrência de 2012, causada por falha operacional da empreiteira que operava na parte interna do Terminal de Petróleo, em São Sebastião, ocasionando o lançamento indevido de mistura oleosa na galeria de águas pluviais, vindo atingir o Córrego do Outeiro e, consequentemente, a Praia do Centro.

5.1.5 Outras fontes de origem terrestre

Foram relacionados sete casos, os quais correspondem a sete ocorrências ou 11% do total. Entre estas, três merecem ser comentadas.

Em 2010, na cidade de Santos, a CETESB foi informada sobre o descarte de um produto químico no sistema de drenagem da área portuária, que atingiu as águas do estuário formando uma mancha branca. Posteriormente, o produto foi identificado como ácido fosfórico (ONU 1805). Não foi constatada mortandade de organismos marinhos no local.

Em 2011, um caso curioso. O caminhão da empresa encarregada de fazer a limpeza das praias de Santos bateu em uma das barras de ferro, que ficam junto à rampa de acesso, perto do Aquário Municipal, danificando o tanque de combustível, ocasionando o vazamento de óleo diesel (volume não estimado), e sujando faixa de areia nas imediações.

Em 2012, em Maresias, São Sebastião, ocorreu o tombamento do caminhão-tanque na Rodovia SP 55 ou "Rio-Santos", que transportava óleo diesel marítimo (ONU 1202), para um posto combustível flutuante em Ubatuba.

Houve vazamento de toda carga para a pista, isto é, 15.000 litros. A maior parte do produto escoou pelo sistema de drenagem, passando pelo interior de condomínios, atingindo o Rio do Canto do Moreira e outros córregos, até chegar ao canto sul da praia de Maresias.

O forte odor do óleo diesel causou mal estar aos moradores e usuários desta praia, que é muito frequentada. Houve danos à flora e fauna aquática, destacando-se mortalidade de crustáceos nos córregos afetados.

Foto 5.10 – Materiais absorventes usados em córrego contaminado em Maresias (Fonte: CETESB).



E, em 2014, mais dois casos interessantes. Em Santos, durante operação de transbordo de resíduo líquido oleoso entre carretas, em via pública, o mangote se desconectou (se soltou) da mão do operador e houve derramamento de aproximadamente 100 litros para a via pública, para galeria de águas pluviais e daí para o Canal 6 sentido mar. Vestígios de óleo atingiram o veículo que estava passando pelo local e seu passageiro.

No Guarujá, no bairro de Conceiçãozinha, na tarde de 05.09.2014, um caminhão-tanque parou sobre a linha férrea para dar passagem a um veículo de passeio, sendo atingido por uma composição ferroviária (trem de carga). Não houve vítimas. Com o choque, o caminhão capotou na canaleta de drenagem ao lado da linha férrea, ocasionando o vazamento de 10.000 litros de óleo diesel marítimo, que atingiram o Canal de Santos.

Embora tenha vazado uma quantidade significativa, a maior parte do produto ficou retido junto à fonte, facilitando os trabalhos de contenção e recolhimento nas valas e canaletas, e nas águas do estuário, próximo à margem. As empresas responsáveis pelo acidente mobilizaram recursos humanos e materiais de terceiros para remover o óleo e limpar as áreas afetadas, trabalhando por quatro dias.

5.2 Produtos envolvidos e estimativa de volume liberado ao mar

A maioria das ocorrências está relacionada com substâncias oleosas: óleo combustível marítimo, óleo diesel naval ou marítimo, óleo diesel automotivo, óleo hidráulico e resíduo oleoso.

Os registros do SIEQ indicam que a maioria dos casos analisados neste período 2010 a 2014 se refere a volumes pequenos cuja quantidade não foi estimada, ou seja, não foi possível calcular a quantidade de produto liberado. Esta categoria está diretamente relacionada com as manchas de origem não identificada. Na sequência se destacam os casos com volumes inferiores a 8 mil litros e, cabe mencionar que na maior parte das ocorrências este valor não ultrapassa a mil litros.

Os casos mais significativos foram em 2012, o do tombamento do caminhão-tanque em Maresias com 15.000 litros de óleo diesel marítimo, em 2013 o vazamento de 3.500 litros de óleo combustível marítimo MF 180 do duto no píer da TRANSPETRO; e em 2014, o acidente envolvendo o caminhão e o trem em Conceiçãozinha/Guarujá liberando 10.000 litros de óleo diesel marítimo.

Entre os produtos químicos envolvidos nestas ocorrências, que atingiram as águas do Estuário de Santos, provenientes de terminais de contêineres e dos terminais químicos estão: o peróxido de hidrogênio (número ONU 2015), o ácido fosfórico (ONU 1805), o óleo de laranja ou d-limoneno (ONU 2053) e o metilato de sódio - solução alcoólica (ONU 1289). O maior volume registrado foi de 400 litros de óleo de laranja.

5.3 Ocorrências em 2014

Especificamente, no ano de 2014, a CETESB atendeu 371 ocorrências envolvendo produtos químicos no Estado de São Paulo. Destas emergências, 11 delas atingiram as águas costeiras da região do Litoral Norte e da Baixada Santista, sendo que cinco se referem ao transporte aquaviário (1,35%), outras cinco estão associadas às manchas de origem desconhecida (1,35%) e uma relacionada ao transporte rodo-ferroviário.

Para a região do Litoral Norte, observou-se que a maioria das ocorrências relacionou-se à constatação de manchas órfãs (quatro ocorrências) e uma envolvendo o transporte aquaviário. Na região da Baixada Santista foi constatado que a maioria dos acidentes relacionou-se ao transporte aquaviário (quatro ocorrências), uma referente ao aparecimento de manchas órfãs e uma envolvendo o transporte rodo-ferroviário. Nesta última, embora tenha vazado uma quantidade significativa (10.000 L), o produto ficou contido em drenagens da via e na margem do estuário graças à aplicação de barreiras de contenção e absorção. Não foram registradas ocorrências contaminando as águas costeiras do Litoral Sul (gráfico 5.3). A tabela 5.1 apresenta um resumo das emergências acima relatadas.

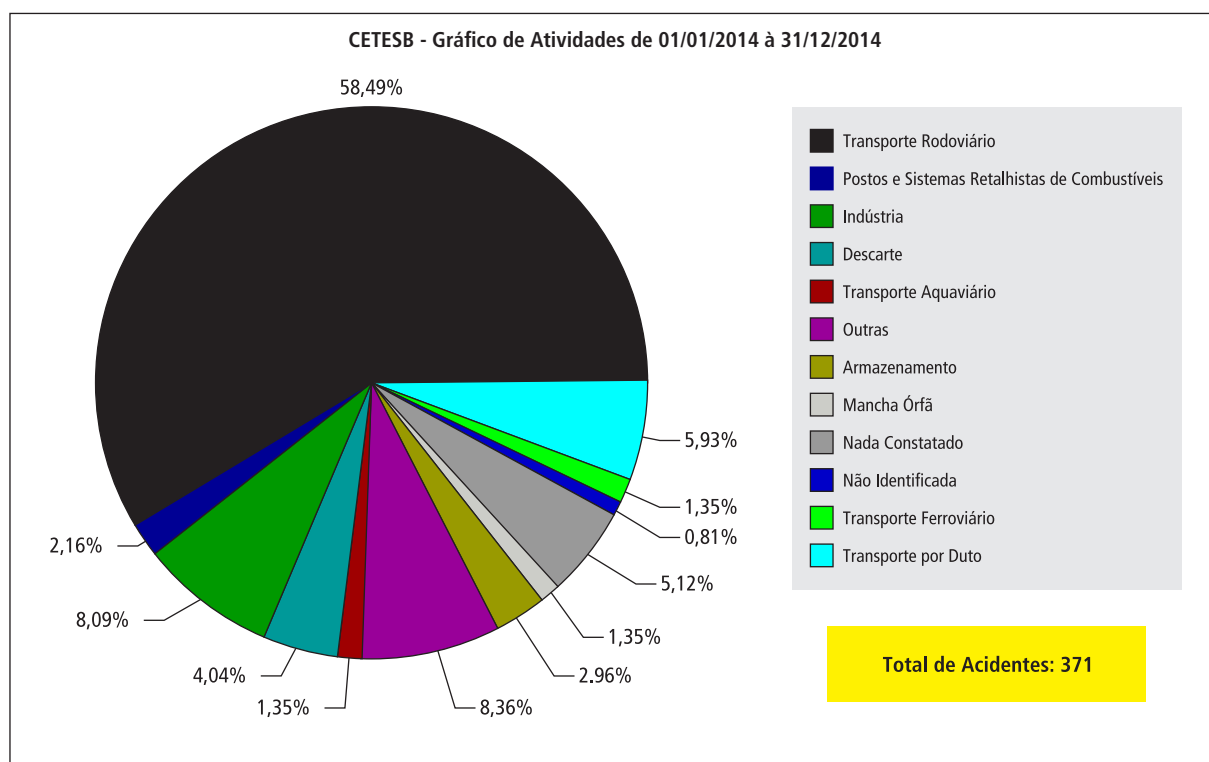
Tabela 5.1 – Síntese das emergências químicas em águas costeiras ocorridas no ano de 2014 em São Paulo.

	Data	Município	Coordenadas Geográficas	Descrição da Emergência	Produto Envolvido	Quantidade Vazada
Litoral Norte						
Mancha Órfã	19/02/2014	São Sebastião	-23.794714°,-45.400386°	Aparecimento de manchas oleosas na superfície da água	Óleo não Identificado	Não Estimada
Mancha Órfã	08/09/2014	São Sebastião	-23.797651°,-45.398775°	Avistamento de mancha oleosa ao sul do pier do TEBAR*	Óleo Combustível Marítimo	Não Estimada
Mancha Órfã	17/09/2014	São Sebastião	-23.798335°,-45.398328°	Mancha de origem desconhecida localizada próximo ao pier do TEBAR	Óleo Lubrificante	Não Estimada
Mancha Órfã	09/11/2014	Ubatuba	-23.504848°,-45.123536°	Mancha iridescente localizada próxima ao pier da base do IOUSP**	Resíduo Oleoso	Não Estimada
Transporte Aquaviário	19/02/2014	São Sebastião	-23.801972°,-45.398117°	Presença de película oleosa no berço de atracação do TEBAR	Óleo não Identificado	Não Estimada
Baixada Santista						
Mancha Órfã	18/12/2014	Santos	-23.944582°,-46.312600°	Mancha oleosa de origem desconhecida	Óleo não Identificado	Não Estimada
Transporte Aquaviário	25/01/2014	Santos	-23.921161°,-46.330683°	Vazamento de nafta através de trinca no mangote durante o transbordo	Nafta	Não Estimada
Transporte Aquaviário	10/02/2014	Santos	-23.928883°,-46.336194°	Avaria de isotanque durante seu embarque com vazamento da carga junto ao pier	Fenol Fundido	780 kg
Transporte Aquaviário	13/06/2014	Guarujá	-23.994703°,-46.295419°	Incêndio e naufrágio de embarcação próximo ao cais da SAIPEM do Brasil	Óleo Diesel Marítimo	Não Estimada
Transporte Aquaviário	16/10/2014	Guarujá	-23.920042°,-46.216056°	Incêndio de embarcação próximo à Marina Guarujá	Óleo Lubrificante Óleo Diesel Marítimo	8 L 200 L
Transporte Rodoviário	05/09/2014	Guarujá	-23.946283°,-46.306167°	Colisão entre caminhão-tanque e trem com vazamento de produto para a drenagem da via	Óleo Diesel Marítimo	10.000 L

Legenda:

* - Terminal Almirante Barroso da Transpetro

** - Instituto Oceanográfico da Universidade de São Paulo

Gráfico 5.3 – Atividades Relacionadas às emergências químicas atendidas pela CETESB em 2014.

Convém frisar que nas datas de 03/08 e 20/10/2014 ocorreram incêndios em dois terminais de açúcar um deles localizado no município de Santos e outro em Guarujá. Ainda que não sejam produtos químicos, a água de combate a incêndio gerada (água e melaço) alcançou as águas do estuário alterando sua qualidade.

Embora tenha havido contaminações isoladas às águas costeiras do litoral paulista, em 2014, nenhuma das ocorrências atendidas influenciou nos aspectos de balneabilidade das praias monitoradas pela CETESB.

Conclusões

A rede de qualidade de água costeira 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 de água salina.

A partir dos resultados obtidos no monitoramento das águas costeiras em 2014, é possível concluir que as áreas monitoradas que apresentaram a melhor qualidade estão localizadas no Litoral Norte e correspondem a ambientes marinhos pouco influenciados pela água doce continental. As porcentagens de áreas classificadas como Boa foi de 50% e classificadas como Ótima foi de 20% e incluiu as regiões de Tabatinga, Cocanha, Baía de Caraguatatuba e Canal de São Sebastião.

As maiores alterações na qualidade das águas foram observadas nas áreas classificadas como Péssimas: os canais de São Vicente, e de Piaçaguera, este incluído no monitoramento neste ano. Outras áreas com qualidade bastante prejudicada foram o Canal de Santos e a área de influência do emissário de Santos, classificadas como Ruins. As áreas Regulares foram o Canal de Bertioga e o Mar Pequeno. Nestes ambientes, em sua maioria salobros, os principais parâmetros responsáveis pela piora da qualidade foram: as altas concentrações fósforo, boro e de clorofila *a* além de baixos teores de oxigênio dissolvido. Além disso, foram registradas não conformidades para o carbono orgânico total, fósforo e contaminação microbiológica, indicando 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 discrepância em relação ao valor de referência foi a Clorofila *a*. Todas as outras variáveis apresentaram índices de não conformidade abaixo de 10%.

Neste ano não foram registrados altos valores de alumínio e ferro dissolvidos, como em 2013 o que mostra que foram ocorrências pontuais, não tendo sido constatadas nem em anos anteriores.

Em resumo, em 2014, foi observada uma pequena melhora na qualidade das águas salobras e salinas, com aumento de 3% das áreas classificadas como Ótimas e Boas.

Em relação aos sedimentos, neste ano a classificação química foi melhor, pois só foram levados em consideração os Hidrocarbonetos Policíclicos Aromáticos, que estiveram presentes em cerca de 30% das amostras sendo que metade delas abaixo dos valores orientadores. Só o canal de Piaçaguera apresentou valores acima do nível 2 (Resolução Conama 454/12). Com relação às outras variáveis como COT, NKT e fósforo os canais da Baixada Santista foram os que apresentaram teores mais elevados, novamente com destaque para o canal de Piaçaguera. No que se refere à toxicidade desses sedimentos foi registrada uma melhora no litoral norte com aumento dos pontos sem toxicidade (62,5%). A Baixada Santista não mostrou variações, apresentando valores entre 35 e 45% dos pontos sem toxicidade. Já o litoral sul mostrou piora desse quadro com apenas 25% dos pontos sem toxicidade.

Referências

ABNT. **NBR 15350**: ecotoxicologia aquática: toxicidade crônica de curta duração - método de ensaio com ouriço-do-mar (Echinodermata: Echinoidea). Rio de Janeiro, 2012. 19p.

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. 102p. 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. Ministério do Meio Ambiente. CONAMA. Resolução nº 274, de 29 de novembro de 2000. Dispõe sobre os critérios de balneabilidade em águas. **Diário Oficial da União**: República Federativa do Brasil, Poder Executivo, Brasília, DF, nº 18, de 25 de janeiro de 2001, Seção 1, páginas 70-71. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/port/conamalegiabre.cfm?codlegi=272>>. Acesso em: fev. 2009.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. CONAMA. **Resolução nº 357, de 17 de março de 2005**. Dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento, bem como estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes, e dá outras providências. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=459>>. Acesso em: abr. 2014.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. CONAMA. Resolução 413, de 26 de julho de 2009. DOU nº 122, de 30 de junho de 2009, págs. 126-129. Disponível em: <http://www.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=608>. Consultada em 30/03/15.

BRASIL. Lei 8617 de 04 de janeiro de 1993. Diário Oficial da União - Seção 1 - Edição nr 2 de 05/01/1993 Pag. 4. Brasília DF. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/LEIS/L8617.htm. Consultado em 30/03/15.

BRASIL. Decreto 4983 de 10 de fevereiro de 2004. Diário Oficial da União - Seção 1 - Edição nr 29 de 11/02/2004 Pag. 1. Brasília DF. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato20042006/2004/Decreto/D4983.htm. Consultado em 30/03/15.

BRASIL. Lei 7661 de 16 de maio de 1988 Diário Oficial da União - Seção 1 - Edição nr 226 de 27/11/1990 Pag. 12. Brasília DF. Disponível em: http://www.mma.gov.br/images/arquivo/80033/PNGC_I.pdf. Consultado em 30/03/15.

BRASIL. Decreto 5300 de 07 de dezembro de 2004. DOU de 08/12/04.

BRASIL. MMA. Projeto Orla. Disponível em <http://www.mma.gov.br/gestao-territorial/gerenciamento-costeiro/projeto-orla>. Consultado em 30/03/15.

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.

CETESB. **Relatório de qualidade das águas litorâneas no estado de São Paulo 2014 / CETESB**. São Paulo: CETESB, 2015.

CCME. **Canadian sediment quality guidelines for the protection of aquatic life: summary tables**. Canadian Council of Ministers of the Environment., Winnipeg, 2002. Disponível em: <http://www.ccme.ca/assets/pdf/sedqg_summary_table.pdf>. Acesso em: fev. 2009.

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

ONU. Convención de las Naciones Unidas sobre el Derecho del Mar. 1982. Disponível em http://www.un.org/depts/los/convention_agreements/texts/unclos/convemar_es.pdf. Consultado em 30/03/2015.

SÃO PAULO. Lei 10019 de 03 de julho de 1998. DOE-I 04/07/98, p.1. Disponível em: <http://www.al.sp.gov.br/repositorio/legislacao/lei/1998/lei-10019-03.07.1998.html>. Consultado em 30/03/15.

SÃO PAULO. Decreto 49215 de 07 de dezembro de 2004. DOE-I 08/12/2004, p.1/3. Disponível em: <http://www.al.sp.gov.br/repositorio/legislacao/decreto/2004/decreto-49215-07.12.2004.html>. Consultado em 30/03/15.

SÃO PAULO. Decreto nº 58.996, de 25 de março 2013. DOE-I 26/03/2013, p.1. Disponível em: <http://www.al.sp.gov.br/repositorio/legislacao/decreto/2013/decreto-58996-25.03.2013.html>. Consultado em 30/03/15.

SÃO PAULO. Decreto nº 53.525, de 08 de outubro 2008. DOE-I 09/10/2008, p.1/5. Disponível em: <http://www.al.sp.gov.br/repositorio/legislacao/decreto/2008/decreto-53525-08.10.2008.html>. Consultado em 30/03/15.

SÃO PAULO. Decreto nº 53.526, de 08 de outubro 2008. DOE-I 09/10/2008, p.5/7. Disponível em: <http://www.al.sp.gov.br/repositorio/legislacao/decreto/2008/decreto-53525-08.10.2008.html>. Consultado em 30/03/15.

SÃO PAULO. Decreto nº 53.527, de 08 de outubro 2008. DOE-I 09/10/2008, p.7/8. Disponível em: <http://www.al.sp.gov.br/repositorio/legislacao/decreto/2008/decreto-53525-08.10.2008.html>. Consultado em 30/03/15.

SÃO PAULO. Decreto nº 60.582, de 27 de junho 2014. DOE-I 28/06/2014, p.3. Disponível em: <http://www.al.sp.gov.br/repositorio/legislacao/decreto/2014/decreto-60582-27.06.2014.html>. Consultado em 30/03/15.

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

WEST, Inc.; GULLEY, D. **Toxstat 3.5**. Wyoming, USA: University of Wyoming.1996. 38p.



GOVERNO DO ESTADO
SÃO PAULO
Secretaria do Meio Ambiente