



SÉRIE RELATÓRIOS

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

2 0 1 5

**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 5

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

São Paulo
2016

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

C418q CETESB (São Paulo)

Qualidade das águas superficiais no estado de São Paulo 2015
[recurso eletrônico] / CETESB. -- São Paulo : CETESB, 2016.

2 arquivos de texto (562 p. em 2 partes) : il. color., PDF ; 100 MB. --
(Série Relatórios / CETESB, ISSN 0103-4103)

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

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 de
Poluição Ambiental Aruntho Savastano Neto

Diretora de Avaliação de
Impacto Ambiental Ana Cristina Pasini da Costa

São Paulo

2016

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. 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 Quinágua
Farm. Bioq. Daniela Dayrell França
Téc. Amb. Wálace A. A. Soares
Divisão de Microbiologia e Parasitologia
Biól. Mikaela Renata Funada Barbosa
Setor de Química Inorgânica
Quím. Sharlley Alves Silva
Quím. Robson Leocádio Franklin
Setor de Toxicologia e Genotoxicidade
Biól. Deborah Arnsdorff Roubicek
Biom. Celia Maria Rech
Biól. Flavia Mazzini Bertoni

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 Baião
Divisão de Saneamento
Paulo Takanori Katayama
Estagiários
Allan Santos de Oliveira
Bruna Girasole de Carvalho
Leticia Aparecida A de Paula
Ligia Ferraz Avanzi
Karolina Morales Barrio Nuevo
Graziela Alves de Oliveira

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. Gré 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

Editoração/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

ACETESB – Companhia Ambiental do Estado de São Paulo mais uma vez cumpre seu papel publicando os relatórios de qualidade ambiental. Estão disponíveis na página da CETESB na Internet os Relatórios de Qualidade do Ar, Qualidade das Praias Litorâneas, Qualidade das Águas Superficiais e Qualidade das Águas Subterrâneas do Estado de São Paulo. As informações que divulgamos nessas publicações são de extrema importância para o planejamento ambiental do estado. Neste ano, que se inicia a discussão do Zoneamento Ecológico e Econômico (ZEE), esse diagnóstico ambiental será essencial para definir as diretrizes de ordenamento e de gestão territorial, considerando as características ambientais das diferentes regiões.

O comprometimento das equipes da CETESB envolvidas nas atividades de obtenção, análise, monitoramento e interpretação dos dados de qualidade deve ser reconhecido por entidades públicas e privadas, conferindo uma grande credibilidade às informações que são produzidas e divulgadas com absoluta transparência.

A situação econômica de 2015 que restringiu de maneira geral a atividade produtiva, também afetou a CETESB que teve, em parte, suas receitas diminuídas, entretanto, com dedicação e empenho, o corpo técnico conseguiu cumprir as metas estabelecidas. A Companhia trabalhou ativamente na otimização dos seus recursos para minimizar os prejuízos para o monitoramento ambiental. Além disso, a busca por novas fontes de investimento também foi importante para superar os desafios de manter a maior rede de monitoramento ambiental do país no caminho da expansão.

Ao longo das últimas décadas o Estado de São Paulo enfrentou e continua enfrentando diversos desafios relativos ao meio ambiente e isso trouxe alguns deveres, principalmente no campo do monitoramento ambiental. Não há dúvidas de que, desde o início da operação das redes de monitoramento, a CETESB vem ampliando sua abrangência tanto territorialmente quanto em parâmetros avaliados. Assim é possível acompanhar e analisar, pelo histórico de informações e diagnósticos, a evolução nas áreas críticas ou sob pressão identificadas.

Certamente maiores desafios serão enfrentados em 2016 e os problemas serão superados com inovação e criatividade que são características do Estado de São Paulo. Desta forma a CETESB permanecerá contribuindo com toda sua competência técnica na proteção do meio ambiente.

Otávio Okano
Diretor Presidente

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.....	31
Tabela 2 – Dados do saneamento básico dos municípios paulistas - 2015.....	35
Tabela 1.1 – Redes de monitoramento de água doce – 2015.....	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 2015. (continua).....	59
Tabela 2.2 – Registros Fotográficos dos novos pontos da CETESB e da Rede ANA/CETESB.....	65
Tabela 2.3 – Pontos de amostragem da rede de sedimento em 2015.....	68
Tabela 2.4 – Percentual de Tempo de operação com geração/transmissão de dados 2015.....	70
Tabela 2.5 – Pontos pertencentes ao Monitoramento Específico do Sistema Cantareira em 2015.....	71
Tabela 2.6 – Pontos pertencente ao Monitoramento Específico do Billings/Rio Grande/ Taiaçupeba em 2015.....	72
Tabela 2.7 – Descrição dos pontos de amostragem das redes de monitoramento – 2015.....	73
Tabela 2.8 – Pontos da Rede de Monitoramento da CETESB coincidentes com postos fluviométricos operados pelo FCTH/SAISP, DAEE, SABESP e CESP, entre outros.....	85
Tabela 2.9 – Resumo de pontos monitorados por UGRHI, tipo de projeto e densidade da rede em 2015.....	105
Tabela 2.10 – Número de pontos de amostragem no Rio Tietê.....	108
Tabela 2.11 – Número de pontos de amostragem nos Res. Guarapiranga, Billings e Rio Grande.....	108
Tabela 2.12 – Número de pontos de amostragem no Rio Paraíba do Sul e seus formadores.....	109
Tabela 2.13 – Número de pontos de amostragem no Rio Atibaia e suas represas.....	109
Tabela 2.14 – Número de pontos de amostragem Rio Jundiá e seus formadores.....	110
Tabela 2.15 – Número de pontos de amostragem no Rio Mogi Guaçu e seu reservatório.....	110
Tabela 2.16 – Número de pontos de amostragem no Rio Jaguari e Rio Jacaré pertencentes ao Sistema Cantareira.....	110
Tabela 2.17 – Número de pontos de amostragem no Rio Sorocaba, afluentes e Reservatório de Ituparanga.....	111
Tabela 2.18 – Número de pontos de amostragem no Rio Piracicaba e seu Braço.....	111
Tabela 2.19 – Número de pontos de amostragem nos Rios Capivari, Rio Corumbataí e Pirai.....	111
Tabela 2.20 – Número de pontos de amostragem nos Rios Sapucaí.....	111
Tabela 2.21 – Distribuição dos pontos por município em 2015.....	112
Tabela 2.22 – Relação de municípios com pontos utilizados para abastecimento e respectiva População em 2015. (Fonte IBGE 2015)....	115
Tabela 2.23 – Composição da Matriz de análise dos fatores da Análise Multi-critério.....	118
Tabela 2.24 – Dados originais para geração do Índice de Abrangência Espacial do Monitoramento 2005 e 2015.....	119
Tabela 2.25 – Classes do Índice de Abrangência Espacial do Monitoramento (IAEM).....	120
Tabela 3.1 – Médias de 2015 e para o período 2010 a 2014 das principais variáveis de qualidade.....	130
Tabela 3.2 – Porcentagem de resultados não conformes (NC) com os padrões de qualidade, para o ano de 2015 e para o período 2010 a 2014.....	130
Tabela 3.3 – Resultados mensais e média anual do IQA – 2015.....	146
Tabela 3.4 – Resultados mensais e média anual do IAP – 2015.....	154

Tabela 3.5 – Resultados mensais e média anual do IET – 2015.....	156
Tabela 3.6 – Resultados mensais e média anual do IVA – 2015.....	164
Tabela 3.7 – Resultados mensais e média anual do ICF – 2015.....	170
Tabela 3.8 – Resultados mensais e média anual do ICZ – 2015.....	172
Tabela 3.9 – Resultados do ICB - 2015.....	172
Tabela 3.10 – Resultados do IB – 2015.....	173
Tabela 3.11 – Critérios de qualidade do sedimento.....	174
Tabela 3.12 – Porcentagem de atendimento das médias horárias do pH, Oxigênio Dissolvido e Turbidez aos padrões de qualidade da Resolução Conama nº. 357/05 para as estações de monitoramento automático – 2015.....	176
Tabela 3.13 – Número de Registros de Reclamações de Mortandade de Peixes por UGRHI e por Mês durante o ano de 2015 no Estado de São Paulo.....	176
Tabela 4.1 – Distribuição percentual das categorias do IQA por UGRHI em 2015.....	181
Tabela 4.2 – Pontos de Amostragem com tendência de melhora ou piora do IQA, para o período de 2010 a 2015.....	188
Tabela 4.3 – Vazões captadas e médias anuais do IAP em 2015.....	190
Tabela 4.4 – Concentração de cianotoxinas (Microcistinas e Saxitoxina).....	194
Tabela 4.5 – Pontos de Amostragem com tendência de melhora ou piora do IAP, para o período de 2010 a 2015.....	196
Tabela 4.6 – Concentrações médias de <i>E. coli</i> , <i>Giardia</i> spp. e <i>Cryptosporidium</i> spp. em mananciais de captação do Estado de São Paulo – 2005.....	196
Tabela 4.7 – Remoção necessária de oocistos de <i>Cryptosporidium</i> de acordo com a concentração na água bruta e a técnica de filtração.....	196
Tabela 4.8 – Distribuição percentual das categorias do IVA por UGRHI em 2015.....	204
Tabela 4.9 – Distribuição Percentual do Índice de Estado Trófico por UGRHI no Estado de São Paulo em 2015.....	211
Tabela 4.10 – Tendências do IET em pontos com piora e melhora significativas, entre 2010 e 2015.....	221
Tabela 4.11 – Distribuição percentual de efeito tóxico observado em 2015 e comparação com 2014.....	225
Tabela 4.12 – Classificação das amostras dos corpos hídricos Classes Especial, 2 e 3 que apresentaram toxicidade aguda para o <i>Vibrio fischeri</i> em 2015.....	231
Tabela 4.13 – Relação de pontos avaliados para mutagenicidade em 2015.....	233
Tabela 4.14 – Evolução da classificação segundo o ICZ médio anual entre 2010 e 2015.....	257
Tabela 4.15 – Índice de balneabilidade.....	267
Tabela 4.16 – Relação Carbono/Nitrogênio do sedimento nos locais coletados em 2015.....	339
Tabela 4.17 – Número e porcentagem de pontos em que cada contaminante excedeu os limites TEL e PEL.....	341
Tabela 4.18 – Histórico da Avaliação de Sedimento. (continua).....	342
Tabela 4.19 – Média geométrica, densidades máximas e mínimas de <i>C. perfringens</i> e <i>E. coli</i> nos pontos de sedimento de ambientes lânticos e lóticos monitorados em 2015.....	347
Tabela 4.20 – Categorização do sedimento para os diferentes organismos utilizados nos ensaios ecotoxicológicos.....	350
Tabela 4.21 – Resultado de Toxicidade Aguda com <i>Vibrio fischeri</i> das amostras de sedimento dos reservatórios dos Sistemas Cantareira e Billings.....	351
Tabela 4.22 – Número de registros de reclamações de mortandade de peixes por UGRHI, no Estado de São Paulo em 2015.....	368

Parte II - Águas Salinas e Salobras

Tabela 1.1 – Características das cinco zonas oceânicas definidas pela CNUDM.....	431
Tabela 1.2 – Variáveis determinadas na água.....	440
Tabela 1.3 – Variáveis determinadas no sedimento.....	441
Tabela 1.4 – Valores de referência para concentrações de nutrientes nos sedimentos.....	441
Tabela 1.5 – Valores e classificação para cada faixa do IQAC.....	443
Tabela 1.4 – parâmetros que compõem o IQAC.....	443
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 et al. 1999).....	444
Tabela 1.7 – Classes de níveis tróficos baseada nas concentrações de clorofila <i>a</i> , nitrogênio e fósforo, para ambientes estuarinos, proposta por Bricker et al. (2003).....	445
Tabela 1.8 – Faixas de concentração de contaminantes químicos para classificação de sedimentos.....	446
Tabela 1.9 – Classificação das amostras de acordo com os resultados ecotoxicológicos.....	447
Tabela 2.1 – Pontos de monitoramento das águas salinas e salobras por município.....	449
Tabela 2.2 – Locais de amostragem.....	452
Tabela 2.3 – Coordenadas dos pontos.....	455

Tabela 3.1 – Classificação dos pontos monitorados na Rede Costeira e média das áreas de acordo com o IQAC – 2015.	470
Tabela 3.2 – Classificação dos pontos monitorados na Rede Costeira de acordo com o Estado Trófico – Primeira e segunda campanhas de 2015.	474
Tabela 3.3 – Qualidade dos sedimentos nas áreas costeiras monitoradas em 2015 de acordo com as substâncias químicas.	472
Tabela 3.4 – Qualidade ecotoxicológica dos sedimentos nas duas campanhas em 2015.	473
Tabela 3.5 – Classificação dos pontos monitorados na Rede Costeira de acordo com o critério microbiológico – Primeira e segunda campanhas de 2015.	475.4
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 2015.	513
Tabela 4.2 – Classificação da qualidade do sedimento costeiro, de acordo com os ensaios ecotoxicológicos realizados em 2015.	520
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 (T = Tóxico; NT = Não tóxico).	521
Tabela 4.4 – Classificação ecotoxicológica dos sedimentos costeiros entre de 2011 e 2015.	522
Tabela 4.5 – Percentual de pontos amostrais nas três grandes regiões costeiras que não apresentaram toxicidade nos ensaios com sedimento entre 2011 e 2015.	523
Tabela 5.1 – Mortandades de Peixes ocorridas em 2015 na região costeira do Estado de São Paulo.	558

LISTA DE QUADROS

Parte II - Águas Salinas e Salobras

Quadro 4.1 – Áreas e respectivas classificações nos últimos 3 anos.	505
Quadro 4.2 – Siglas das áreas avaliadas.	525
Quadro 5.1 – Datas e locais de amostragem.	556

LISTA DE GRÁFICOS

Parte I - Águas Doces

Gráfico 1 – Intensidades de chuva mensais e anuais no Estado de São Paulo em 2015.....	25
Gráfico 2 – Chuvas de 2015 nas UGRHIs em relação à média histórica do Estado de São Paulo.....	26
Gráfico 3 – Evolução do tratamento de esgotos domésticos no Estado de São Paulo – 2010 a 2015.....	28
Gráfico 4 – Evolução da carga remanescente no Estado de São Paulo – 2010 a 2015.....	29
Gráfico 5 – Carga remanescente de DBO por UGRHI – 2015.....	32
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 2015.....	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) – 2015.....	177
Gráfico 4.1 – Porcentagens de resultados não-conformes na Rede Básica com relação aos padrões estabelecidos para a Classe 2, em 2015 e no período de 2010 a 2014.....	180
Gráfico 4.2 – Evolução da Distribuição do IQA, no período de 2010 a 2015.....	187
Gráfico 4.3 – Evolução da Distribuição do IAP, no período de 2010 a 2015.....	195
Gráfico 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 – 2015.....	200
Gráfico 4.5 – Concentrações médias de oocistos de <i>Cryptosporidium</i> spp. em mananciais de captação nos anos de 2014 e 2015.....	202
Gráfico 4.6 – Concentrações médias de cistos de <i>Giardia</i> spp. em mananciais de captação nos anos de 2014 e 2015.....	203
Gráfico 4.7 – Evolução da Distribuição do IVA, no período de 2011 a 2015.....	210
Gráfico 4.8 – Evolução da Distribuição do Índice de Estado Trófico – 2010 a 2015.....	220
Gráfico 4.9 – Distribuição do Índice de Estado Trófico - Fósforo Total em 2015.....	223
Gráfico 4.10 – Porcentagem de ocorrência de efeitos tóxicos entre 2010 e 2015, no estado de São Paulo.....	227
Gráfico 4.11 – Porcentagem dos resultados de Toxicidade Aguda com <i>Vibrio fischeri</i> nas amostras de água, distribuídos em cada categoria.....	222
Gráfico 4.12 – Porcentagem dos resultados de Toxicidade Aguda com <i>Vibrio fischeri</i> nas amostras de água Classe 4, distribuídos em cada categoria.....	222
Gráfico 4.13 – Toxicidade aguda com <i>Vibrio fischeri</i> nos pontos coincidentes nos últimos 5 anos.....	232
Gráfico 4.14 – Atividade estrogênica média nos locais avaliados em 2014 e 2015.....	238
Gráfico 4.15 – Atividade estrogênica e DBO médias para cada local monitorado em 2015.....	239
Gráfico 4.16 – Tempo de residência das águas no Reservatório Billings em 2015.....	243
Gráfico 4.17 – Tempo de residência nos últimos 10 anos no Reservatório Billings.....	243
Gráfico 4.18 – Tempo de residência das águas no Reservatório Rio Grande em 2015.....	244
Gráfico 4.19 – Tempo de residência das águas no Reservatório Guarapiranga em 2015.....	245
Gráfico 4.20 – Evolução da classificação segundo o ICF médio dos 37 pontos analisados entre 2010 e 2015.....	251
Gráfico 4.21 – Distribuição do percentual do ICF em todos os pontos em 2015.....	251
Gráfico 4.22 – Densidade média anual e distribuição dos grupos da comunidade zooplânctônica dos reservatórios Jacaré (JCRE 00500), Juqueri (JQU 00900), Billings (BILL 02100 e BITQ 00100), Guarapiranga (GUAR 00100 e GUAR 0900), e Barra Bonita (TIBB 02700) em 2015.....	252
Gráfico 4.23 – Evolução da classificação nos pontos de amostragem segundo o ICZ _{RES} entre 2010 e 2015, no reservatório Guarapiranga.....	256
Gráfico 4.24 – Evolução da classificação nos pontos de amostragem segundo o ICZ _{RES} entre 2010 e 2015, no reservatório Billings.....	256
Gráfico 4.25 – Perfil do IQA ao longo do Rio Paraíba do Sul em 2015 e nos últimos 5 anos.....	286
Gráfico 4.26 – Perfil do IVA ao longo do Rio Paraíba do Sul em 2015 e nos últimos 5 anos.....	286
Gráfico 4.27 – Perfil do IQA ao longo do Rio Atibaia em 2015 e nos últimos 5 anos.....	287
Gráfico 4.28 – Perfil do IVA ao longo do Rio Atibaia em 2015 e nos últimos 5 anos.....	287
Gráfico 4.29 – Vazões médias mensais de 2015 e dos últimos 5 anos, no Ponto ATIB 02300.....	288
Gráfico 4.30 – Hidrograma do Posto DAEE 4D-009 e vazões nas datas de coleta do ponto ATIB 02300 - 2015.....	288
Gráfico 4.31 – Carga de DBO em 2015, no Ponto ATIB 02300.....	289
Gráfico 4.32 – Carga de Fósforo em 2015 no ponto ATIB02300.....	289
Gráfico 4.33 – Perfil do IQA ao longo do Rio Jaguari em 2015 e nos últimos 5 anos.....	290
Gráfico 4.34 – Perfil do IVA ao longo do Rio Jaguari em 2015 e nos últimos 5 anos.....	290
Gráfico 4.35 – Vazões médias mensais de 2015 e dos últimos 5 anos, no Ponto JAGR 02800.....	291

Gráfico 4.36 – Vazões médias diárias e vazões nas datas de coleta em 2015, no Ponto JAGR 02800.....	291
Gráfico 4.37 – Vazões e carga de Fósforo em 2015, no Ponto JAGR 02800.	292
Gráfico 4.38 – Vazões e Carga de DBO em 2015, no Ponto JAGR 02800.	292
Gráfico 4.39 – Volume equivalente dos reservatórios Jaguari/Jacareí, Cachoeira e Atibainha ao longo de 2015.....	293
Gráfico 4.40 – Perfil do IQA nos reservatórios do Sistema Cantareira em 2015 e nos últimos 5 anos.....	293
Gráfico 4.41 – Perfil do IAP nos reservatórios do Sistema Cantareira em 2015 e nos últimos 5 anos.....	294
Gráfico 4.42 – Perfil do IVA nos reservatórios do Sistema Cantareira em 2015 e nos últimos 5 anos.....	294
Gráfico 4.43 – Média Anual de Clorofila <i>a</i> e Fósforo Total no reservatório Jaguari – 2010 a 2015.....	295
Gráfico 4.44 – Concentrações de Clorofila <i>a</i> e Fósforo Total (PT) no reservatório Jaguari – 2015.....	296
Gráfico 4.45 – Concentrações de Clorofila <i>a</i> e Fósforo Total (PT) no reservatório Jacareí 2015.....	298
Gráfico 4.46 – Concentrações de Clorofila <i>a</i> e Fósforo Total (PT) no reservatório Cachoeira – 2015.....	299
Gráfico 4.47 – Concentrações mensais de Clorofila <i>a</i> e Fósforo Total (PT) no reservatório Atibainha 2015.....	301
Gráfico 4.48 – Média Anual de Clorofila <i>a</i> e Fósforo Total no reservatório Juqueri – 2010 a 2015.	302
Gráfico 4.49 – Concentrações mensais de Clorofila <i>a</i> e Fósforo Total no reservatório Juqueri em 2015.....	303
Gráfico 4.50 – Concentrações de Clorofila <i>a</i> e Fósforo Total (PT) no Reservatório Águas Claras – 2015.	305
Gráfico 4.51 – Perfil do IQA ao longo do Rio Piracicaba em 2015 e nos últimos 5 anos.....	306
Gráfico 4.52 – Perfil do IVA ao longo do Rio Piracicaba em 2015 e nos últimos 5 anos.....	307
Gráfico 4.53 – Vazões médias mensais de 2015 e dos últimos 5 anos, no Ponto PCAB 02800.....	307
Gráfico 4.54 – Vazões médias diárias e vazões nas datas de coleta em 2015, no Ponto PCAB 02800.	308
Gráfico 4.55 – Vazões e carga de DBO em 2015 no ponto PCAB02800.....	308
Gráfico 4.56 – Perfil do IQA ao longo do Rio Tietê em 2015 e nos últimos 5 anos.....	309
Gráfico 4.57 – Perfil do IVA ao longo do Rio Tietê em 2015 e nos últimos 5 anos.	310
Gráfico 4.58 – Vazões médias mensais de 2015 e dos últimos 5 anos, no Ponto TIPI 04900.....	310
Gráfico 4.59 – Vazões médias diárias e vazões nas datas de coleta em 2015, no Ponto TIPI 04900.	311
Gráfico 4.60 – Vazões e carga de DBO em 2015, no Ponto TIPI 04900.	311
Gráfico 4.61 – Vazões médias de descarga e cargas de DBO e Carbono Orgânico Total, no ponto TIPI 04900.....	312
Gráfico 4.62 – Perfil de COT nos Afluentes do Rio Tietê em 2015 e nos últimos 5 anos.	312
Gráfico 4.63 – IQA – Reservatório Billings em 2015 e nos últimos 5 anos.	313
Gráfico 4.64 – Médias anuais de DBO e Carbono Orgânico Total no ponto PINH 04900.	314
Gráfico 4.65 – Perfil de COT nos afluentes do Rio Pinheiros em 2015 e nos últimos 5 anos.....	314
Gráfico 4.66 – Perfil do IVA Reservatório Billings em 2015 e nos últimos 5 anos.....	315
Gráfico 4.67 – Média anual de Clorofila <i>a</i> e Fósforo Total (PT) no reservatório Billings (BILL02100 e BITQ00100) de 2005 a 2015.....	315
Gráfico 4.68 – Concentrações de Clorofila <i>a</i> e Fósforo Total (PT) no Reservatório Billings (BIRP00500) – 2015.	317
Gráfico 4.69 – Média anual de Clorofila <i>a</i> e Fósforo Total (PT) no Reservatório Guarapiranga de 2010 a 2015.....	319
Gráfico 4.70 – IQA – Reservatório Rio Grande em 2015 e nos últimos 5 anos.....	322
Gráfico 4.71 – IAP – Reservatório Rio Grande em 2015 e nos últimos 5 anos.	322
Gráfico 4.72 – IVA – Reservatório Rio Grande em 2015 e nos últimos 5 anos.	323
Gráfico 4.73 – Concentrações de Clorofila <i>a</i> e Fósforo Total (PT) no reservatório Rio Grande (RGDE02030) – 2015.	323
Gráfico 4.74 – Concentrações de Clorofila <i>a</i> e Fósforo Total (PT) no reservatório Rio Grande (RGDE02200) – 2015.	324
Gráfico 4.75 – Concentrações de Clorofila <i>a</i> e Fósforo Total (PT) no reservatório Rio Grande (RGDE02900) – 2015.	326
Gráfico 4.76 – Perfil do IQA no Sistema Alto Tietê e rios afluentes em 2015 e nos últimos 5 anos.....	327
Gráfico 4.77 – Perfil do IVA no Sistema Alto Tietê e rios afluentes e efluentes em 2015 e nos últimos 5 anos.....	328
Gráfico 4.78 – Perfil do IAP no Sistema Alto Tietê e rios afluentes e efluentes em 2015 e nos últimos 5 anos.....	328
Gráfico 4.79 – Média Anual de Clorofila <i>a</i> e Fósforo Total (PT) no Reservatório Jundiá – 2010 a 2015.....	329
Gráfico 4.80 – Média Anual de Clorofila <i>a</i> e Fósforo Total (PT) no Reservatório Taiaçupeba – 2010 a 2015.....	330
Gráfico 4.81 – Média anual de Clorofila <i>a</i> e Fósforo Total (PT) no Reservatório Itupararanga de 2010 a 2015.....	332
Gráfico 4.82 – Classificação do IAP no Reservatório de Itupararanga entre 2010 e 2015.....	334
Gráfico 4.83 – Densidades de <i>Clostridium perfringens</i> e <i>Escherichia coli</i> nos pontos de ambientes lênticos (reservatórios e braços de rio) analisados na rede de sedimento durante o ano de 2015.....	348
Gráfico 4.84 – Densidades de <i>Clostridium perfringens</i> e <i>Escherichia coli</i> nos pontos de ambientes lóticos (rios) analisados na rede de sedimento durante o ano de 2015.....	349

Gráfico 4.85 – 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.....	352
Gráfico 4.86 – Porcentagem dos resultados de Toxicidade Aguda com <i>Vibrio fischeri</i> nos sedimentos das UGRHIs de vocação Industriais e Em Industrialização, distribuídos em cada categoria.	353
Gráfico 4.87 – Perfil da concentração de alguns elementos quantificados no reservatório Paiva Castro.	358
Gráfico 4.88 – Perfil da concentração de alguns elementos quantificados no reservatório de Paraibuna	359
Gráfico 4.89 – Dendrograma de agrupamento para o reservatório de Paraibuna	359
Gráfico 4.90 – Perfil da concentração de alguns elementos quantificados no braço do Rio Pequeno.....	360
Gráfico 4.91 – Distribuição granulométrica no braço do Rio Pequeno	361
Gráfico 4.92 – Perfil da concentração de alguns elementos quantificados no reservatório de Graminha.....	361
Gráfico 4.93 – Dendrograma de agrupamento para o reservatório de Paraibuna.	362
Gráfico 4.94 – Perfil da concentração de alguns elementos quantificados no rio Aguapeí.....	362
Gráfico 4.95 – Perfil da concentração de alguns elementos quantificados no reservatório de Jurumirim.....	363
Gráfico 4.96 – Perfil da concentração de alguns elementos quantificados no reservatório de Promissão.....	363
Gráfico 4.97 – Perfil da concentração de alguns elementos quantificados no reservatório de Cachoeira do França.....	364
Gráfico 4.98 – Perfil da concentração de alguns elementos quantificados no reservatório de Itupararanga.....	365
Gráfico 4.99 – Perfil da concentração de alguns elementos quantificados no reservatório de Ponte Nova.	366
Gráfico 4.100 – Evolução dos registros de reclamações de Mortandades de 2010 a 2015 no Estado de São Paulo de acordo com a vocação das UGRHIs	
Gráfico 4.101 – Registros de reclamações de mortandades de peixes de acordo com a vocação das UGRHIs em 2015 no Estado de São Paulo	16.3
Gráfico 4.102 – Comparação entre as UGRHI que apresentaram os maiores números de reclamações de mortandades de peixes entre os anos de 2010 e 2015	370
Gráfico 4.103 – 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 2010 e 2015.....	371
Gráfico 4.104 – 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 2010 e 2015.....	371
Gráfico 4.105 – Proporção entre as principais causas das ocorrências de mortandade de peixes atendidas pelo ELHC no período de 2010 a 2015.	3
Gráfico 4.106 – Detalhamento das causas das mortandades de peixes no Estado de São Paulo em 2015 e 2014.....	374
Gráfico 4.107 – Atendimentos a ocorrências de mortandade de peixes por UGRHI feitos pela CETESB durante o ano de 2015.....	375

Parte II - Águas Salinas e Salobras

Gráfico 1 – Intensidades de chuva mensais e anuais na UGRHI 3 – Litoral Norte em 2015.....	427
Gráfico 2 – Intensidades de chuva mensais e anuais na UGRHI 7 – Baixada Santista em 2015.....	427
Gráfico 3 – Intensidades de chuva mensais e anuais na UGRHI 11 – Ribeira de Iguape/Litoral Sul em 2015.....	428
Gráfico 3.1 – Concentração de fósforo total nos sedimentos de Picinguaba nas duas campanhas de 2015.....	475
Gráfico 3.2 – Concentração de nitrogênio kjeldahl total (NKT) nos sedimentos de Picinguaba nas duas campanhas de 2015.....	475
Gráfico 3.3 – Concentração de fósforo total nos sedimentos da Baía de Itaguá nas duas campanhas de 2015.....	476
Gráfico 3.4 – Concentração de nitrogênio kjeldahl total (NKT) nos sedimentos da Baía de Itaguá nas duas campanhas de 2015.....	476
Gráfico 3.5 – Concentração de fósforo total nos sedimentos do Saco da Ribeira nas duas campanhas de 2015.....	478
Gráfico 3.6 – Concentração de nitrogênio kjeldahl total (NKT) nos sedimentos do Saco da Ribeira nas duas campanhas de 2015.....	478
Gráfico 3.7 – Concentração de carbono orgânico total (COT) nos sedimentos do Saco da Ribeira nas duas campanhas de 2015.....	478
Gráfico 3.8 – Concentração de fósforo total nos sedimentos da Baía de Caraguatatuba nas duas campanhas de 2015.....	479
Gráfico 3.9 – Concentração de nitrogênio (NKT) nos sedimentos da Baía de Caraguatatuba nas duas campanhas de 2015.....	479
Gráfico 3.10 – Concentração de fósforo total nos sedimentos de Tabatinga nas duas campanhas de 2015.....	480
Gráfico 3.11 – Concentração de nitrogênio (NKT) nos sedimentos de Tabatinga nas duas campanhas de 2015.....	480
Gráfico 3.12 – Concentração de fósforo total nos sedimentos de Cocanha nas duas campanhas de 2015.....	481
Gráfico 3.13 – Concentração de nitrogênio (NKT) nos sedimentos de Cocanha nas duas campanhas de 2015.....	481
Gráfico 3.14 – Concentração de fósforo total nos sedimentos do Canal de São Sebastião nas duas campanhas de 2015.....	482
Gráfico 3.15 – Concentração de nitrogênio kjeldahl total (NKT) nos sedimentos do Canal de São Sebastião nas duas campanhas de 2015.....	482
Gráfico 3.16 – Concentração de carbono orgânico total nos sedimentos do Canal de São Sebastião nas duas campanhas de 2015.....	482
Gráfico 3.17 – Concentração de fósforo total nos sedimentos de Barra do Una nas duas campanhas de 2015.....	483
Gráfico 3.18 – Concentração de nitrogênio kjeldahl total (NKT) nos sedimentos de Barra do Una nas duas campanhas de 2015.....	483
Gráfico 3.19 – Concentração de fósforo total nos sedimentos da área de influência do Rio Itaguapé nas duas campanhas de 2015.....	484
Gráfico 3.20 – Concentração de nitrogênio (NKT) nos sedimentos da área de influência do Rio Itaguapé nas duas campanhas de 2015.....	484
Gráfico 3.21 – Concentração de fósforo total nos sedimentos do Canal da Bertioiga nas duas campanhas de 2015.....	486
Gráfico 3.22 – Concentração de nitrogênio (NKT) nos sedimentos do Canal da Bertioiga nas duas campanhas em 2015.....	486
Gráfico 3.23 – Concentração de carbono orgânico total (COT) nos sedimentos do Canal da Bertioiga nas duas campanhas realizadas em 2015.....	486
Gráfico 3.24 – Concentração de fósforo total nos sedimentos do Canal de Piaçaguera nas duas campanhas de 2015.....	488
Gráfico 3.25 – Concentração de nitrogênio (NKT) nos sedimentos do Canal de Piaçaguera nas duas campanhas de 2015.....	488
Gráfico 3.26 – Concentração de carbono orgânico total (COT) nos sedimentos do Canal de Piaçaguera nas duas campanhas de 2015.....	488
Gráfico 3.27 – Concentração de fósforo total nos sedimentos da área de influência do Emissário do Guarujá nas duas campanhas de 2015.....	488
Gráfico 3.28 – Concentração de nitrogênio kjeldahl total nos sedimentos da área de influência do Emissário do Guarujá nas duas campanhas de 2015.....	488
Gráfico 3.29 – Concentração de fósforo total nos sedimentos da área de influência do Emissário de Santos nas duas campanhas de 2015.....	489
Gráfico 3.30 – Concentração de nitrogênio kjeldahl total nos sedimentos da área de influência do Emissário de Santos nas duas campanhas de 2015.....	489
Gráfico 3.31 – Concentração de carbono orgânico total (COT) nos sedimentos da área de influência do Emissário de Santos nas duas campanhas de 2015.....	489
Gráfico 3.32 – Concentração de fósforo total (mg/kg) nos sedimentos do Canal de Santos nas duas campanhas de 2015.....	493
Gráfico 3.33 – Concentração de nitrogênio (NKT) nos sedimentos do Canal de Santos nas duas campanhas de 2015.....	493
Gráfico 3.34 – Concentração de carbono orgânico total (COT) nos sedimentos do Canal de Santos nas duas campanhas de 2015.....	493
Gráfico 3.35 – Concentração de fósforo total nos sedimentos do Canal de São Vicente nas duas campanhas de 2015.....	495
Gráfico 3.36 – Concentração de nitrogênio kjeldahl total nos sedimentos do Canal de São Vicente nas duas campanhas de 2015.....	495
Gráfico 3.37 – Concentração de carbono orgânico total (COT) nos sedimentos do Canal de São Vicente nas duas campanhas de 2015.....	495
Gráfico 3.38 – Concentração de fósforo total nos sedimentos da área de influência do Emissário de Praia Grande I em 2015.....	496
Gráfico 3.39 – Concentração de nitrogênio kjeldahl total nos sedimentos da área de influência do Emissário de Praia Grande I em 2015.....	496
Gráfico 3.40 – Concentração de carbono orgânico total (COT) nos sedimentos da área de influência do Emissário de Praia Grande I em 2015.....	496
Gráfico 3.41 – Concentração de fósforo total nos sedimentos da área de influência do rio Itanhaém nas duas campanhas de 2015.....	497
Gráfico 3.42 – Concentração de nitrogênio kjeldahl total nos sedimentos da área de influência do rio Itanhaém nas duas campanhas de 2015.....	497
Gráfico 3.43 – Concentração de fósforo total nos sedimentos da área de influência do Rio Preto nas duas campanhas de 2015.....	498
Gráfico 3.44 – Concentração de nitrogênio kjeldahl total nos sedimentos da área de influência do Rio Preto nas duas campanhas de 2015.....	498
Gráfico 3.45 – Concentração de fósforo total nos sedimentos do Mar Pequeno nas duas campanhas de 2015.....	500
Gráfico 3.46 – Concentração de nitrogênio kjeldahl total (NKT) nos sedimentos do Mar Pequeno nas duas campanhas de 2015.....	500
Gráfico 3.47 – Concentração de fósforo total nos sedimentos do Mar de Cananéia nas duas campanhas de 2015.....	501
Gráfico 3.48 – Concentração de nitrogênio kjeldahl total (NKT) nos sedimentos do Mar de Cananéia nas duas campanhas de 2015.....	501

Gráfico 3.49 – Concentração de carbono orgânico total (COT) nos sedimentos do Mar de Cananéia nas duas campanhas de 2015.....	501
Gráfico 4.1 – Distribuição Percentual da classificação das áreas pelo IQAC médio em 2015.....	503
Gráfico 4.2 – Classificação média das áreas pelo IQAC em 2015.....	504
Gráfico 4.3 – Evolução da proporção do IQAC dos pontos de 2012 a 2015.....	504
Gráfico 4.4 – Evolução do IQAC médio de 2011 a 2015 nas áreas; (A) Litoral Norte, (B) Baixada Santista e (C) Litoral Sul.....	505
Gráfico 4.5 – Porcentagem de áreas avaliadas que apresentaram não conformidade por variável em 2015.....	506
Gráfico 4.6 – Porcentagem de amostras não conformes por variável em 2015 na Rede costeira (A), Águas Salobras (B) e Águas Salinas (C). ..	506
Gráfico 4.7 – Média das concentrações de OD nas amostras de água das áreas da rede costeira em 2015.....	508
Gráfico 4.8 – Média das concentrações de Fósforo total (mg/L) nas amostras de água das áreas da rede costeira em 2015.....	509
Gráfico 4.9 – Média das concentrações de Clorofila <i>a</i> (µg/L) nas amostras de água das áreas da rede costeira em 2015.....	509
Gráfico 4.10 – Média das concentrações de Carbono orgânico total (COT) (mg/L) nas amostras de água das áreas da rede costeira em 2015.....	510
Gráfico 4.11 – Média das concentrações de Nitrogênio Amoniacal (mg/L) nas amostras de água das áreas da rede costeira em 2015.....	510
Gráfico 4.12 – Porcentagem de amostras por classes de eutrofização nas amostras de superfície e meio da coluna d'água, 1ª e 2ª campanha de 2015.....	511
Gráfico 4.13 – Evolução da Distribuição do IETC – 2011 a 2015.....	512
Gráfico 4.14 – Média geométrica das concentrações de coliformes termotolerantes (UFC/100 mL) - 1ª e 2ª campanha de 2015.....	515
Gráfico 4.15 – Média geométrica das concentrações de enterococos (UFC/100 mL) - 1ª e 2ª campanha de 2015.....	515
Gráfico 4.16 – Porcentagens de amostras de sedimento nas diferentes classes de qualidade química no Litoral Paulista em 2015.....	516
Gráfico 4.17 – Porcentagem de amostras de sedimentos com compostos de HPAs no Litoral Paulista em 2015.....	517
Gráfico 4.18 – Ocorrência de Metais no Litoral Paulista em 2015.....	517
Gráfico 4.19 – Concentração de COT (%) dos sedimentos nas áreas da rede de monitoramento costeiro (média dos três pontos) em 2015.....	518
Gráfico 4.20 – Ocorrências de NKT no Litoral Paulista em 2015.....	518
Gráfico 4.21 – Concentração média de nitrogênio kjeldahl total (mg/kg) dos sedimentos nas áreas da rede de monitoramento costeiro em 2015.....	519
Gráfico 4.22 – Concentração média de fósforo total (mg/kg) dos sedimentos nas áreas da rede de monitoramento costeiro em 2015.....	519
Gráfico 4.23 – Médias das concentrações de <i>Clostridium perfringens</i> (NMP/100g) nos sedimentos costeiros em 2015.....	523
Gráfico 4.24 – Médias das concentrações de coliformes termotolerantes (NMP/100g) nos sedimentos em 2015.....	524
Gráfico 4.25 – Porcentagem de amostras em cada classe de qualidade microbiológica de acordo com concentração de bactéria fecal nos sedimentos em 2015.....	525
Gráfico 4.26 – Distribuição das concentrações de fósforo total (mg/L).....	526
Gráfico 4.27 – Distribuição das concentrações de fósforo total (mg/L).....	527
Gráfico 4.28 – Distribuição das concentrações de Nitrogênio amoniacal (mg/L).....	528
Gráfico 4.29 – Distribuição das concentrações de COT (mg/L) na água.....	528
Gráfico 4.30 – Distribuição das concentrações de Clorofila <i>a</i> (µg/L) na água.....	529
Gráfico 4.31 – Distribuição das concentrações de Clorofila <i>a</i> (µg/L) na água.....	530
Gráfico 4.32 – Distribuição das concentrações de OD (mg/L) na água.....	530
Gráfico 4.33 (A) – Distribuição das concentrações de enterococos (UFC/m/L) na água.....	531
Gráfico 4.33 (B) – Distribuição das concentrações de enterococos (UFC/m/L) na água.....	531
Gráfico 4.34 – Distribuição das concentrações de OD (mg/kg) no sedimento.....	532
Gráfico 4.35 – Distribuição das concentrações de OD (mg/kg) no sedimento.....	533
Gráfico 4.36 – Distribuição das concentrações de OD (mg/kg) no sedimento.....	533
Gráfico 4.37 – Distribuição das concentrações de chumbo (mg/kg) no sedimento.....	534
Gráfico 4.38 – Distribuição das concentrações de cromo (mg/kg) no sedimento.....	535
Gráfico 4.39 – Distribuição das concentrações de níquel (mg/kg) no sedimento.....	535
Gráfico 4.40 – Distribuição das concentrações de zinco (mg/kg) no sedimento.....	536
Gráfico 4.41 – Distribuição das concentrações de HPAs (µg/kg) no sedimento.....	537
Gráfico 4.42 – Distribuição das concentrações de HPAs (µg/kg) no sedimento.....	537
Gráfico 5.1 – Emergências químicas atendidas pela CETESB por região (1978-2015).....	547
Gráfico 5.2 – Classificação das 365 operações de emergência registradas pela CETESB em 2015 para todo Estado de São Paulo por atividade.....	548

LISTA DE FIGURAS

Parte I - Águas Doces

Figura 1 – Variação da intensidade de chuva em cada UGRHI em relação às suas respectivas médias históricas.	27
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. 25 - PARB 02040 –SANTA BRANCA.	69
Figura 2.5 – Exemplo do Boletim Mensal do Boletim do Sist. Billings/ Rio Grande e Taiaçupeba.	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 2015.	182
Figura 4.2 – Distribuição porcentual das categorias do IQA em 2015 em função da época do ano.	187
Figura 4.3 – Distribuição porcentual das categorias do IAP em função da época do ano em 2015.	199
Figura 4.4 – Distribuição porcentual das categorias do IVA por vocação das UGRHIs em 2015.	209
Figura 4.5 – Distribuição do Índice de Estado Trófico por vocação das UGRHI em 2015.	215
Figura 4.6 – Distribuição dos efeitos tóxicos nas UGRHIs por vocação em 2015.	228
Figura 4.7 – Distribuição da toxicidade aguda com <i>Vibrio fischeri</i> nas amostras de água Classe 4, conforme vocação das UGRHIs do Estado de São Paulo	
Figura 4.8 – Representação esquemática dos resultados de mutagenicidade (Teste de Ames) obtidos para as amostras analisadas dentro do período de 2011 a 2015.	235
Figura 4.9 – Esquema dos resultados de mutagenicidade dos locais de coleta do sistema Cantareira avaliados em 2015.	237
Figura 4.10 – Estrutura da comunidade fitoplanctônica - 2015.	253
Figura 4.11 – Estrutura da comunidade bentônica em 2015.	263
Figura 4.12 – Evolução dos parâmetros medidos pela Estação Automática Mogi das Cruzes de janeiro a dezembro de 2015.	271
Figura 4.13 – Evolução dos parâmetros medidos pela Estação Automática Rasgão de janeiro a dezembro de 2015.	272
Figura 4.14 – Evolução dos parâmetros medidos pela Estação Automática Laranjal Paulista de janeiro a dezembro de 2015.	273
Figura 4.15 – Evolução dos parâmetros medidos pela Estação Automática Cotia de janeiro a dezembro de 2015.	274
Figura 4.16 – Evolução dos parâmetros medidos pela Estação Automática Piracicaba de janeiro a dezembro de 2015.	275
Figura 4.17 – Evolução dos parâmetros medidos pela Estação Automática Rio Grande de janeiro a dezembro de 2015.	276
Figura 4.18 – Evolução dos parâmetros medidos pela Estação Automática Guarapiranga de janeiro a dezembro de 2015.	277
Figura 4.19 – Evolução dos parâmetros medidos pela Estação Automática Águas Claras de janeiro a dezembro de 2015.	278
Figura 4.20 – Evolução dos parâmetros medidos pela Estação Automática Taquacetuba de janeiro a dezembro de 2015.	279
Figura 4.21 – Evolução dos parâmetros medidos pela Estação Automática Summit Control de janeiro a dezembro de 2015.	280
Figura 4.22 – Evolução dos parâmetros medidos pela Estação Automática Pedreira de janeiro a dezembro de 2015.	281
Figura 4.23 – Evolução dos parâmetros medidos pela Estação Automática São Miguel Paulista de janeiro a dezembro de 2015.	282
Figura 4.24 – Evolução dos parâmetros medidos pela Estação Automática Santa Branca de janeiro a dezembro de 2015.	283
Figura 4.25 – Evolução dos parâmetros medidos pela Estação Automática Cantareira – Jacaré de janeiro a dezembro de 2015.	284
Figura 4.26 – Média anual da Comunidade Fitoplanctônica e Contagem de Células de Cianobactérias no Reservatório Jaguari – 2010 a 2015.	289.2
Figura 4.27 – Média mensal da Comunidade Fitoplanctônica e Contagem de Células de Cianobactérias no Reservatório Jaguari. 2015.	297
Figura 4.28 – Média mensal da Comunidade Fitoplanctônica e Contagem de Células de Cianobactérias no Reservatório Jacaré. 2015.	299
Figura 4.29 – Média mensal da Comunidade Fitoplanctônica e Contagem de Células de Cianobactérias no Reservatório Cachoeira. 2015.	300
Figura 4.30 – Média mensal da Comunidade Fitoplanctônica e Contagem de Células de Cianobactérias no Reservatório Atibainha. 2015.	301
Figura 4.31 – Média anual da Comunidade Fitoplanctônica e Contagem de Células de Cianobactérias no Reservatório Juqueri em 2015.	303
Figura 4.32 – Média mensal da Comunidade Fitoplanctônica e Contagem de Células de Cianobactérias no Reservatório Juqueri. 2015.	304
Figura 4.33 – Média mensal da Comunidade Fitoplanctônica e Contagem de Células de Cianobactérias no reservatório Águas Claras - 2015.	303
Figura 4.34 – Média anual da composição da Comunidade fitoplanctônica e média anual do Número de Células de Cianobactérias – Reservatório Billings – 2005 a 2015.	317
Figura 4.35 – Média mensal da Comunidade Fitoplanctônica e Contagem de Células de Cianobactérias no Braço do Rio Pequeno - 2015.	318
Figura 4.36 – Média anual da composição da Comunidade fitoplanctônica e média anual do Número de Células de Cianobactérias – Reservatório Guarapiranga – 2010 a 2015.	320

Figura 4.37 – Média mensal da Comunidade Fitoplanctônica e Contagem de Células de Cianobactérias no Reservatório Rio Grande. Ponto RGDE 02030.20153	
Figura 4.38 – Média mensal da Comunidade Fitoplanctônica e Contagem de Células de Cianobactérias no Reservatório Rio Grande. Ponto RGDE 02200.20153	
Figura 4.39 – Média anual da Comunidade Fitoplanctônica e Contagem de Células de Cianobactérias no Reservatório Rio Grande. Ponto RGDE 02900 - 2010 a 2015.....	326
Figura 4.40 – Média anual da Comunidade Fitoplanctônica e Contagem de Células de Cianobactérias no reservatório Jundiá – 2010 a 2015.....	326
Figura 4.41 – Média anual da Comunidade Fitoplanctônica e Contagem de Células de Cianobactérias no Reservatório Taiaçupeba – 2010 a 2015.....	326
Figura 4.42 – Média anual da composição da comunidade fitoplanctônica e média anual do número de células de cianobactérias-reservatório Itupararanga - 2010 a 2015.....	333

Parte II - Águas Salinas e Salobras

Figura 1.1 – Limites estabelecidos pela Convenção das Nações Unidas sobre o Direito do Mar.....	432
Figura 1.2 – Linha de base reta no litoral de São Paulo.....	433
Figura 1.3 – Plataforma continental brasileira.....	434
Figura 1.4 – Fatores que influenciam a qualidade das águas costeiras.....	439
Figura 1.5 – Modelo conceitual do índice.....	442
Figura 1.6 – Resultados dos quartis 25%, 50% e 75% para clorofila <i>a</i> , ambiente marinho (superfície, meio e fundo).....	444
Figura 1.7 – Proposta de classificação do ambiente marinho com base nas concentrações de clorofila <i>a</i>	444
Figura 1.8 – Resultados dos quartis 25%, 50% e 75% para clorofila <i>a</i> , ambiente estuarino (superfície e meio).....	445
Figura 1.9 – Proposta de classificação do ambiente estuarino com base nas concentrações de clorofila <i>a</i>	445
Figura 1.10 – Classificação para os parâmetros microbiológicos.....	448
Figura 2.1 – Localização dos pontos de amostragem da rede costeira.....	462
Figura 5.1 – Pontos de amostragem em Santos/Cubatão, São Paulo. Fonte: Google Earth.....	557
Figura 5.2 – Detalhes dos pontos de amostragem próximos à Empresa ULTRACARGO em Santos, São Paulo. Fonte: Google Earth.....	557

LISTA DE FOTOS

Parte II - Águas Salinas e Salobras

Foto 5.1 – operação de destombamento de um dos tanques do caminhão acidentado.....	550
Fotos 5.2 e 5.3 – Local por onde o produto escoou com barreiras absorventes, e alguns dos animais mortos encontrados pelo técnico da CETESB na frente do Canal de Bertiooga.....	550
Fotos 5.4, 5.5 e 5.6 – Local por onde o produto escoou e ações de contenção com material absorvente na praia.....	550
Foto 5.7 – Detalhe do incêndio em alguns dos tanques da Ultracargo.....	551
Foto 5.8 – Água de combate que alcançava o sistema de drenagem das vias adjacentes à Ultracargo chegando posteriormente ao estuário.....	555
Foto 5.9 – Colocação de barreiras absorventes junto ao sistema de drenagens das vias públicas das proximidades da Ultracargo.....	553
Foto 5.10 – Barreiras de contenção colocadas no entorno do píer do sistema de bombeamento da Ultracargo.....	553
Foto 5.11 – Lagoa adjacente à Ultracargo com presença de macrófitas contaminadas com espuma de combate a incêndio.....	553

LISTA DE MAPAS

Parte I - Águas Doces

Mapa 1 – Porcentagem de tratamento de esgoto doméstico por município – 2015.....	33
Mapa 2 – ICTEM por município – 2015.....	34
Mapa 2.1 – Pontos de Monitoramento da Rede Básica CETESB/Rede ANA 2015.....	63
Mapa 2.2 – Pontos por projeto 2015.....	89
Mapa 2.3 – Localização dos pontos de amostragem das UGRHI 01 e 02 – 2015.....	91
Mapa 2.4 – Localização dos pontos de amostragem da UGRHI 05 – 2015.....	93
Mapa 2.5 – Localização dos pontos de amostragem da UGRHI 06 – 2015.....	95
Mapa 2.6 – Localização dos pontos de amostragem da UGRHI 07 – 2015.....	97
Mapa 2.7 – Localização dos pontos de amostragem da UGRHI 9 - 2015.....	99
Mapa 2.8 – Localização dos pontos de amostragem da UGRHI 10 – 2015.....	101
Mapa 2.9 – Situação das UGRHIs no Estado de São Paulo em função do IAEM para o ano de 2005.....	121
Mapa 2.10 – Situação das UGRHIs no Estado de São Paulo em função do IAEM - 2015.....	124
Mapa 4.1 – IQA – 2015 nos pontos de amostragem da Rede Básica da CETESB.....	185
Mapa 4.2 – IAP – 2015 nas captações superficiais monitoradas pela CETESB.....	197
Mapa 4.3 – Médias anuais do IVA para o ano de 2015.....	207
Mapa 4.4 – Médias anuais do IET para o ano de 2015.....	213
Mapa 4.5 – Localização e classificação das praias de rios e reservatórios - 2015.....	269
Mapa 4.6 – Distribuição espacial da qualidade dos sedimentos 2015.....	337

Parte II – Águas Salinas e Salobras

Mapa 2.1 – Áreas do monitoramento da rede costeira no Litoral Norte.....	451
Mapa 2.2 – Áreas do monitoramento da rede costeira na Baixada Santista.....	451
Mapa 2.3 – Áreas do monitoramento da rede costeira no Litoral Sul.....	452
Mapa 4.1 – Índice de Qualidade de Água Costeira 2015 – Litoral Norte (norte).....	538
Mapa 4.2 – Índice de Qualidade de Água Costeira 2015 – Litoral Norte (sul).....	539
Mapa 4.3 – Índice de Qualidade de Água Costeira 2015 – Baixada Santista (região norte).....	540
Mapa 4.4 – Índice de Qualidade de Água Costeira 2015 – Baixada Santista (região sul).....	541
Mapa 4.5 – Índice de Qualidade de Água Costeira 2015 – Litoral Sul.....	542
Mapa 4.6 – Avaliação da qualidade dos sedimentos 2015 – Litoral Norte.....	543
Mapa 4.7 – Avaliação da qualidade dos sedimentos 2015 – Baixada Santista (região norte).....	544
Mapa 4.8 – Avaliação da qualidade dos sedimentos 2015 – Baixada Santista (região sul).....	545
Mapa 4.9 – Avaliação da qualidade dos sedimentos 2015 – Litoral Sul.....	546

Sumário

Parte I - Águas Doces

Introdução	23
Avaliação da Disponibilidade Hídrica no Estado de São Paulo	25
Coleta e Tratamento de Esgotos no Estado de São Paulo	27
Carga Orgânica Potencial e Remanescente.....	29
Porcentagens de Coleta e Tratamento por UGRHI e por Município.....	30
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 do 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	51
1.1.2.4 Variáveis do Monitoramento Automático.....	51
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 Fitoplanctônica, Índice da Comunidade Zooplanctônica e Índice da Comunidade Bentônica.....	53
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.....	55
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.....	67
2.2.3 Rede de Balneabilidade em Rios e Reservatórios	69
2.3 Rede Automática.....	69
2.4 Monitoramento Específico do Sistema Cantareira e Sistema Billings	70
2.5 Distribuição dos pontos de amostragem.....	73
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 2005 e 2015	120
3 • Resultados do Monitoramento	129
3.1 Rede Manual	129
3.1.1 Estatísticas	129

3.1.2 Índices de Qualidade das Águas	146
3.1.2.1 IQA – Índice de Qualidade de Água	146
3.1.2.2 IAP – Índice de Qualidade de Água para fins de Abastecimento Público	154
3.1.2.3 IET – Índice de Estado Trófico	156
3.1.2.4 IVA – Índice de qualidade de água para proteção da Vida Aquática	164
3.1.3 Índices de Comunidades.....	170
3.1.4 IB – Índice de Balneabilidade	172
3.1.5 Qualidade dos Sedimentos	174
3.1.6 Perfis de Temperatura e Oxigênio Dissolvido	175
3.2 Rede Automática	176
3.3 Mortandade de peixes	178
4 • Síntese da Qualidade das Águas no Estado de São Paulo.....	179
4.1 Atendimento aos Padrões da Legislação.....	179
4.2 Qualidade das águas.....	181
4.2.1 IQA – Índice de Qualidade das Águas.....	181
4.2.1.1 Distribuição porcentual do IQA por UGRHI.....	181
4.2.1.2 Distribuição porcentual das categorias do IQA por vocação das UGRHIs	182
4.2.1.3 Influência da sazonalidade na distribuição porcentual das categorias do IQA	187
4.2.1.4 IQA entre 2010 e 2015.....	187
4.2.2 IAP – Índice de qualidade de água para fins de abastecimento público.....	189
4.2.2.1 IAP entre 2010 e 2015	195
4.2.2.2 Influência da sazonalidade na distribuição porcentual das categorias do IAP	199
4.2.2.3 Monitoramento de <i>Giardia</i> spp e <i>Cryptosporidium</i> spp	200
4.2.3 IVA – Índice de qualidade das águas para a proteção da vida aquática	204
4.2.3.1 Distribuição porcentual das categorias do IVA por UGRHI.....	204
4.2.3.2 Distribuição porcentual das categorias do IVA por vocação das UGRHIs	209
4.2.3.3 IVA entre 2011 e 2015	210
4.2.4 IET – Índice de Estado Trófico	211
4.2.5 Análise da toxicidade.....	224
4.2.5.1 Ensaios ecotoxicológicos com o microcrustáceo <i>Ceriodaphnia dubia</i>	224
4.2.5.2 Toxicidade aguda com <i>Vibrio fischeri</i>	229
4.2.6 Análise de Mutagenicidade (teste de Ames)	232
4.2.7 Interferentes endócrinos (atividade estrogênica).....	237
4.2.8 ICF – Índice de Comunidade Fitoplanctônica.....	240
4.2.9 ICZ _{RES} – Índice de Comunidade Zooplanctônica	255
4.2.10 ICB – Índice de Comunidade Bentônica	257
4.2.11 Outras variáveis.....	265
4.2.12 IB – Índice de Balneabilidade das praias em reservatórios e rios.....	265
4.2.13 Monitoramento Automático	271
4.2.14 Avaliação da Qualidade dos Principais Corpos Hídricos do Estado.....	285
4.2.14.1 Rio Paraíba do Sul.....	286
4.2.14.2 Rio Atibaia.....	287
4.2.14.3 Rio Jaguari	290
4.2.14.4 Sistema Cantareira	293
4.2.14.5 Rio Piracicaba.....	306
4.2.14.6 Rio Tietê	309
4.2.14.7 Reservatório Billings.....	313
4.2.14.8 Reservatório Guarapiranga.....	319
4.2.14.9 Reservatório Rio Grande.....	322
4.2.14.10 Sistema Alto Tietê	327
4.2.14.11 Reservatório Itupararanga.....	332

4.3 Qualidade dos sedimentos	334
4.3.1 Aspecto abiótico - matéria orgânica e granulometria.....	339
4.3.2 Aspecto abiótico – metais e substâncias orgânicas.....	340
4.3.3 Avaliação microbiológica: <i>Clostridium perfringens</i> e <i>Escherichia coli</i>	347
4.3.4 Ensaios ecotoxicológicos com <i>Hyalella azteca</i> e <i>Chironomus sanctiparoli</i>	349
4.3.5 Toxicidade Aguda com <i>Vibrio fischeri</i> (Sistema Microtox®).....	352
4.3.6 Análise de Mutagenicidade (teste de Ames)	354
4.3.7 Avaliação integrada da qualidade dos sedimentos.....	354
4.3.8 Análise dos perfis sedimentares.....	357
4.4 Mortandades de Peixes.....	367
5 • Conclusões.....	377
Referências.....	381

Parte II - Águas Salinas e Salobras

Introdução	425
1 • Conceitos e Metodologia	431
1.1 Legislação pertinente	431
1.1.1 Convenção das Nações Unidas sobre o Direito do Mar (CNDUM) - 10/12/1982.....	431
1.1.2 Lei Nº 8.617, de 4 de janeiro de 1993 – regulamenta a Convenção da ONU.....	433
1.1.3 Lei Nº 7.661, de 16 de maio 1988 - Plano Nacional de Gerenciamento Costeiro (PNGC)	435
1.1.4 Decreto 5.300/04 - Regulamentação do Plano Nacional de Gerenciamento Costeiro.....	435
1.1.5 Lei 10.019/98 - Plano Estadual de Gerenciamento Costeiro (PEGC).....	436
1.1.6 APAs Marinhas.....	437
1.1.7 Maricultura	437
1.2 Metodologia.....	438
1.2.1 Distribuição Espacial e Temporal do monitoramento	438
1.2.2 Qualidade das águas	439
1.2.3 Qualidade dos sedimentos.....	440
1.3 Índices de Qualidade de Água.....	441
1.3.1 Índice de qualidade de águas costeiras (IQAC).....	441
1.3.2 Índice de estado trófico costeiro (IETC)	443
1.4 Índices de qualidade de sedimento	446
1.4.1 Índices de qualidade química de sedimento.....	446
1.4.2 Índice de Qualidade Ecotoxicológica do Sedimento	447
1.4.3 Índice de qualidade microbiológica de sedimento costeiro (IQMSC)	447
2 • Rede Costeira	449
3 • Resultados de Qualidade das Águas Salinas e Salobras.....	469
3.1 IQAC - Índice de Qualidade de Águas Costeiras.....	469
3.2 IETC - Índice de Estado Trófico.....	471
3.3 Índices de qualidade dos sedimentos	472
3.4 Avaliação da qualidade ambiental das áreas	475
3.4.1 Picinguaba.....	475
3.4.2 Baía de Itaguá.....	476
3.4.3 Saco da Ribeira.....	477
3.4.4 Baía de Caraguatatuba.....	478
3.4.5 Tabatinga	479
3.4.6 Cocanha.....	480

3.4.7 Canal de São Sebastião.....	481
3.4.8 Barra do Una	483
3.4.9 Área de influência do Rio Itaguapé	484
3.4.10 Canal da Bertioiga	485
3.4.11 Canal de Piaçaguera	487
3.4.12 Área de influência do emissário do Guarujá.....	489
3.4.13 Área de influência do emissário de Santos	490
3.4.14 Canal de Santos.....	492
3.4.15 Canal de São Vicente	494
3.4.16 Área de influência do emissário submarino da Praia Grande 1	495
3.4.17 Área de Influência do Rio Itanhaém	497
3.4.18 Área de Influência Rio Preto (Peruíbe)	498
3.4.19 Mar Pequeno	499
3.4.20 Mar de Cananéia	500
4 • Síntese da Qualidade das Águas Costeiras no Estado de São Paulo.....	503
4.1 Qualidade das Águas	503
4.1.1 Índice de qualidade de águas costeiras – IQAC	503
4.1.2 Atendimento aos padrões de qualidade de água.....	506
4.1.3 Índice de Estado Trófico Costeiro – IETC.....	511
4.1.4 Qualidade microbiológica	514
4.2 Qualidade dos Sedimentos	516
4.2.1 Qualidade química	516
4.2.2. Avaliação ecotoxicológica dos sedimentos	520
4.2.3 Qualidade microbiológica dos sedimentos	523
4.2.4 Histórico e variabilidade dos resultados	525
5 • Emergências Químicas em Águas Costeiras.....	547
5.1 Panorama das principais ocorrências no litoral paulista.....	547
5.2 Casos mais relevantes de 2015	549
5.3 Mortandades de peixe na região Costeira	558
6 • Conclusões.....	559
Referências.....	561
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 2010 a 2015	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 2015 pela CETESB.....	CD
Apêndice O – Perfis sedimentares	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 carregados 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 de pesca.

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

O monitoramento da qualidade das águas costeiras, no formato de Rede Costeira, como apresentado neste relatório, com 62 pontos fixos distribuídos em 20 áreas ao longo do litoral do Estado de São Paulo e de caráter permanente, iniciou-se em 2010. Este monitoramento tem como objetivo geral conhecer a qualidade da água da costa paulista, a partir da análise dos compartimentos água e sedimento, em pontos de monitoramento e frequência pré-estabelecidos 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

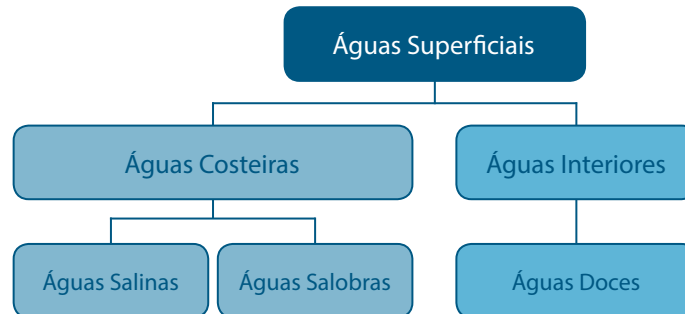
A Res. CONAMA 357/05 é o resultado do processo de revisão da Res. CONAMA 20/86 iniciado em 2002, e que foi concluído em março de 2005. A publicação da Res. 357/05 trouxe ganhos importantes em termos técnicos e institucionais para gestão dos recursos hídricos e para o controle da poluição.

No que se refere 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 e unidades de conservação e proteção integral e à preservação do equilíbrio natural das comunidades aquáticas;

Classe 1: são águas destinadas à

- a recreação de contato primário, conforme Res. CONAMA 274/00;
 - a proteção das comunidades aquáticas; e
 - a aquicultura e a atividade de pesca;
- e para as águas salobras, ainda:
- ao abastecimento para consumo humano após tratamento convencional ou avançado; e
 - irrigação de hortaliças que são consumidas cruas e de frutas que se desenvolvem apenas ao solo e que sejam ingeridas cruas sem remoção de película, e 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 pesca amadora; e
- a recreação de contato secundário.

Classe 3: são águas destinadas à:

- a navegação; e
- a harmonia paisagística.

Enquadramento

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

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

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 2015 comparadas à média histórica de 20 anos (1993-2014).

Gráfico 1 – Intensidades de chuva mensais e anuais na UGRHI 3 – Litoral Norte em 2015.

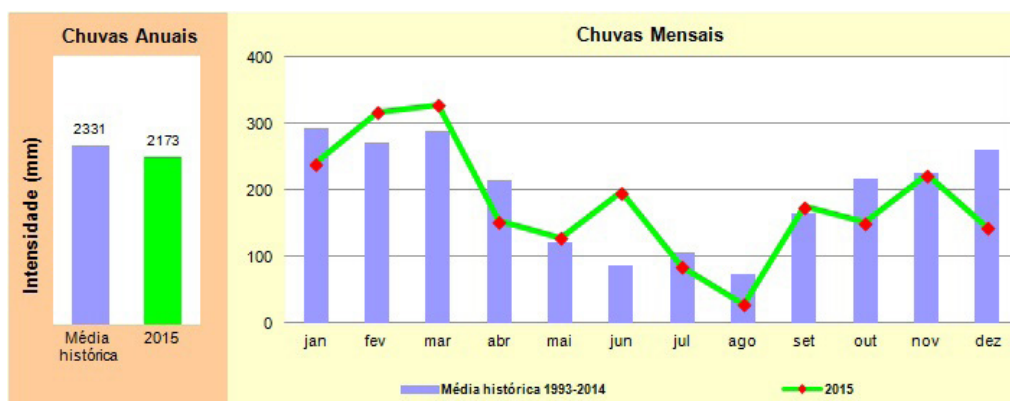


Gráfico 2 – Intensidades de chuva mensais e anuais na UGRHI 7 – Baixada Santista em 2015.

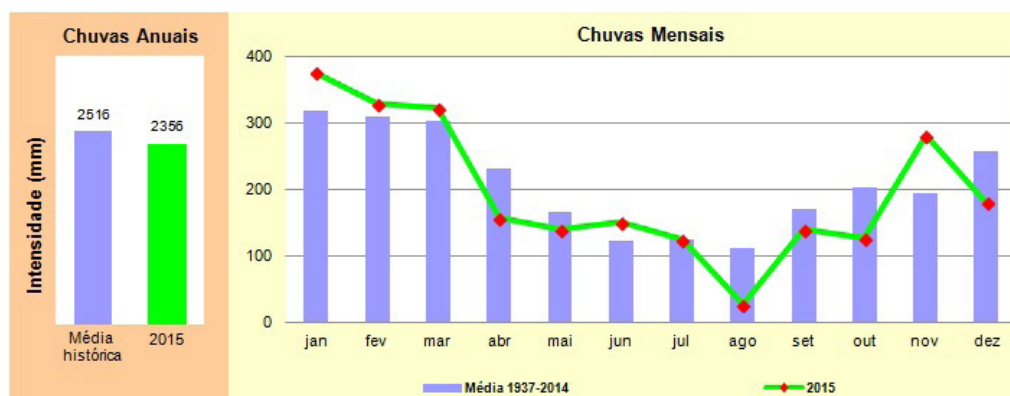
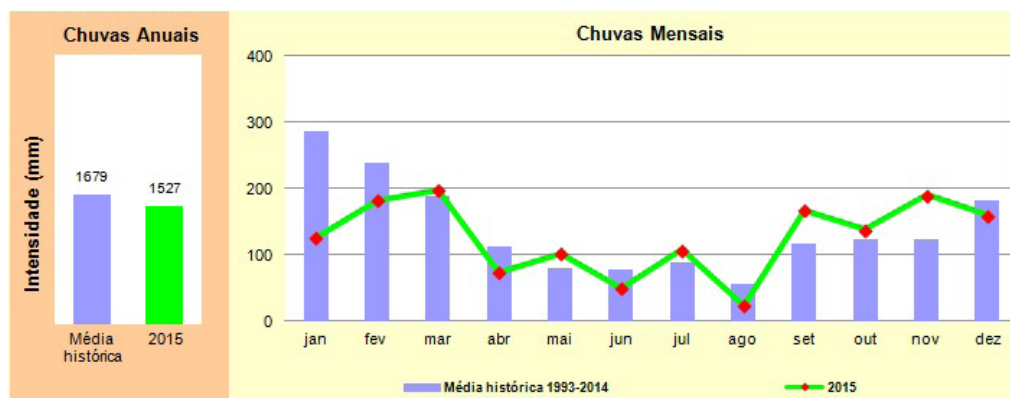


Gráfico 3 – Intensidades de chuva mensais e anuais na UGRHI 11 – Ribeira de Iguape/Litoral Sul em 2015.



O Gráfico 1, com a intensidade de chuvas no Litoral Norte em 2015, mostra que nos meses mais secos (de abril a agosto), ocorreram chuvas abaixo da média histórica, com exceção do mês de junho, com chuva bastante acima da média. Nos demais meses, fevereiro e março choveu acima da média, janeiro, outubro e dezembro choveu abaixo da média. No geral no Litoral Norte, no ano de 2015 as chuvas foram um pouco abaixo da média. No total anual observa-se redução em torno de 7% em relação à média.

No Gráfico 2, sobre as chuvas da Baixada Santista, somente nos meses de janeiro, junho e novembro as chuvas ultrapassaram a média histórica, nos demais meses choveu abaixo da média. No total anual observa-se que choveu 93% da média histórica.

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 nos meses de março, maio, julho, setembro, outubro e novembro ocorreram chuvas em volume superior ao da média histórica. O total anual foi 91% da média.

Analisando os três UGRHIs, nota-se que choveu em torno de 88% da média histórica. Nota-se também, que a maior redução ocorre na Baixada Santista, (UGRHI 7), onde choveu 520 mm a menos do que o esperado para o ano, nas demais regiões foi por volta de 150 mm a menos. Comparando-se com o ano de 2014, nota-se que o ano de 2015 foi menos seco. Essa chuva em menor escala pode influenciar nos resultados de algumas variáveis, uma vez que interfere no volume de água doce que aporta às águas costeiras, interferindo na concentração de alguns poluentes.

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

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

Outro índice utilizado para a 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 em 2015 são Caraguatatuba (7,45) no Litoral Norte, Peruíbe (7,23) na Baixada Santista e Iguape (6,16) no Litoral Sul. Por outro lado, o município de Ilhabela é o que possui o menor ICTEM do litoral paulista (1,08), resultado de pequeno percentual de coleta de esgotos de tipo de destinação por meio de emissários submarino. Na Baixada Santista, os municípios com menor ICTEM são Guarujá, Santos e Praia Grande, com 1,59, 1,67 e 1,25 de ICTEM respectivamente, 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 – 2015.



1 • Conceitos e Metodologia

1.1 Legislação pertinente

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

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

Assinada em 10/02/1982, esta convenção internacional 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 serve 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 tem soberania sobre esse espaço.
Zona Contígua	12 milhas adicionais a partir do Mar Territorial.	O país tem direito de controlar a migração, 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 e do subsolo.
Plataforma Continental*	Compreende o leito e o subsolo das áreas submarinas até a borda da margem continental. No mínimo 200 milhas náuticas podendo chegar até 350 milhas náuticas da costa, caso o Estado em questão queira ampliar seus direitos sobre a plataforma.	O país tem direitos sobre os recursos minerais dessa plataforma inclusive petróleo.
Mar aberto	Zona marítima que se estende além das áreas de jurisdição nacional.	Uso comum.

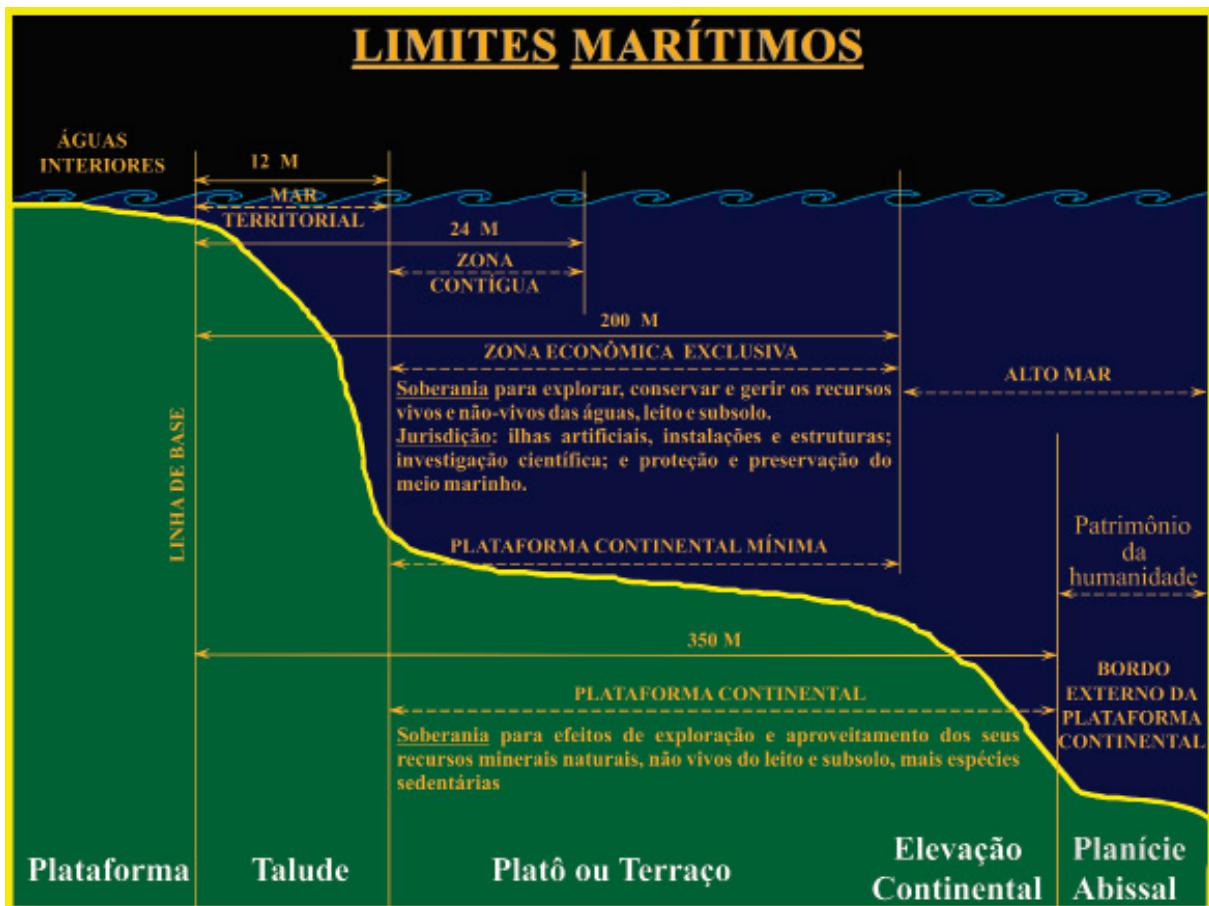
* O conceito de Plataforma Continental segundo a CNUDM é jurídico e difere do conceito oceanográfico/geomorfológico que seria: Porção do fundo oceânico que margeia os continentes, de inclinação suave, desde a linha da costa até o início do talude oceânico.

¹ Fonte: <http://bo.io.gov.br/mo/bo/ii/207/30/aviso19-01.asp>

A definição de plataforma continental, consagrada pelo parágrafo 1º do artigo 76 da CNUDM, tem um enfoque jurídico (PCJ) e pouco tem a ver com o conceito fisiográfico ou geomorfológico de plataforma continental (PCG) de Heezen et al. (1959). Segundo esses autores, a PCG é uma área plana, com relevo muito suave e gradientes sempre inferior a 1:1000. Mundialmente, está limitada a profundidades menores que 460m, com predominância de profundidades inferiores a 185m, razão pela qual comumente se utiliza a isóbata de 200m como o limite da PCG. A sua largura varia de poucas milhas a mais de 200 milhas marítimas². Sua borda externa – ou “quebra da plataforma” – é marcada quando o gradiente passa, bruscamente, de menos de 1:1000 para maior do que 1:40. (Souza, 1999)

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

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



² http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0102-261X1999000100007#back

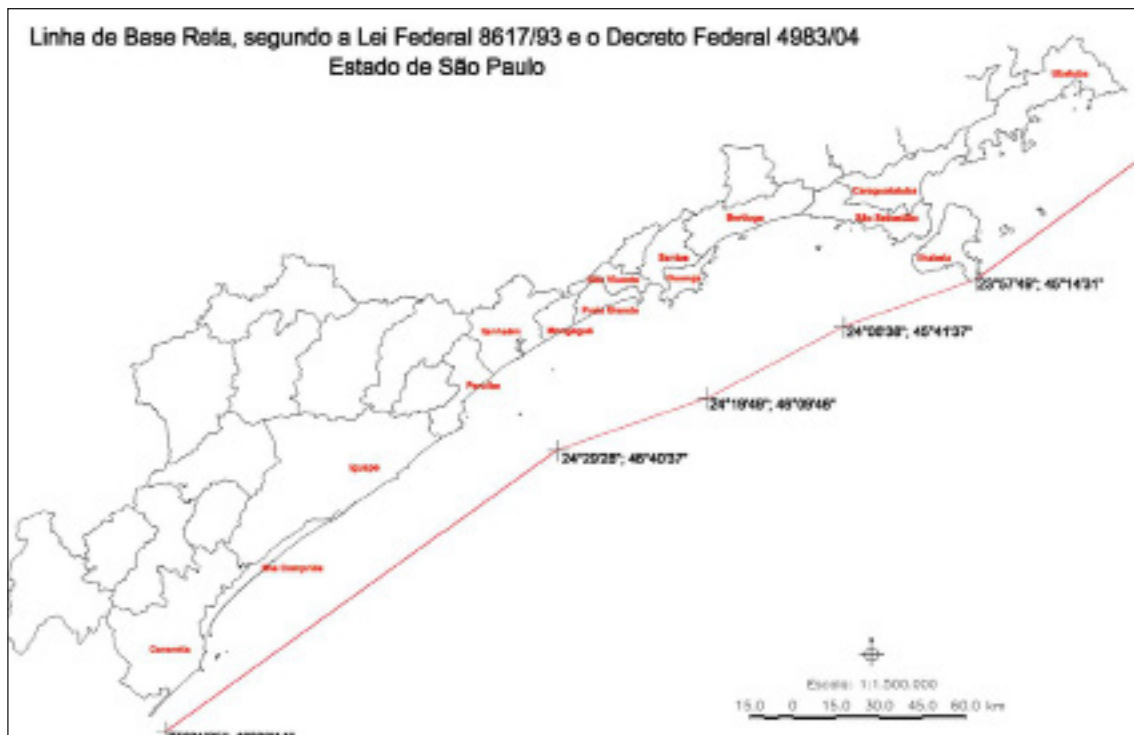
1.1.2 Lei Nº 8.617, de 4 de janeiro de 1993 – regulamenta a Convenção da ONU

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

Súcnico- Nos locais em que a costa apresente recortes profundos e entrâncias ou em que exista uma franja de ilha a longoda 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:

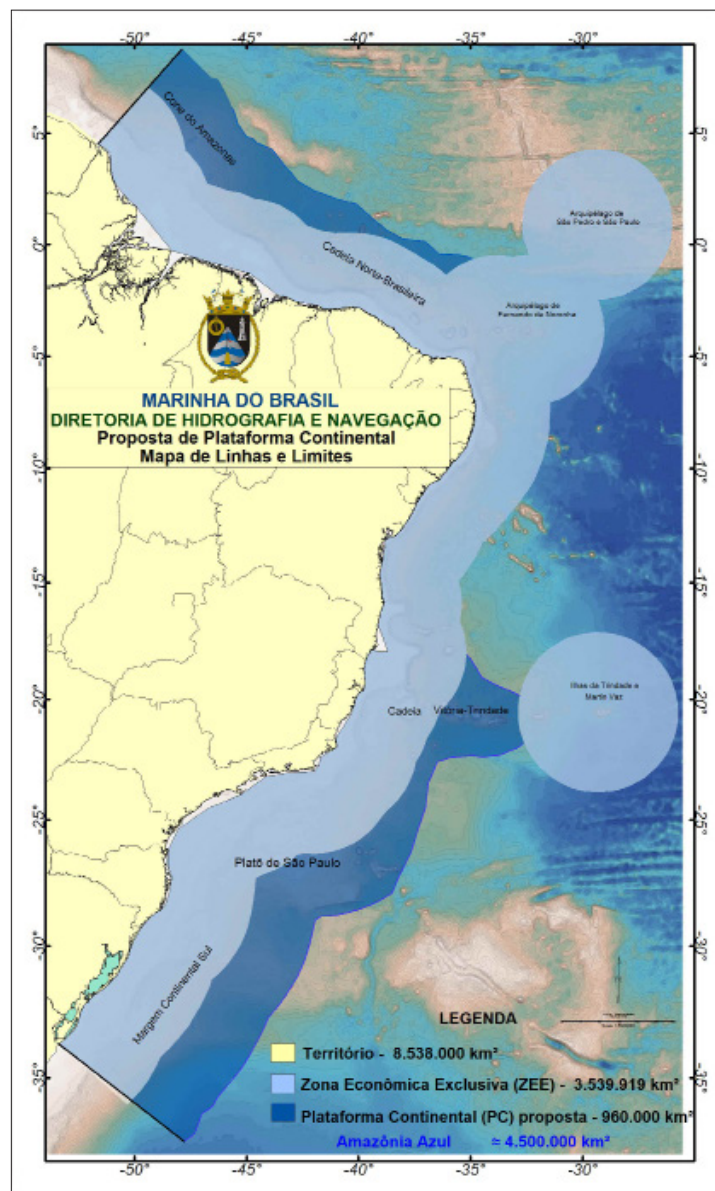
Art. 6º - A zona econômica exclusiva brasileira compreende uma faixa que se estende das doze às duzentas milhas marítimas, contadas a partir das linhas de base que servem para medir a largura do mar territorial.

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 tenha o direito exclusivo de exploração, pesquisa científica, uso dos recursos naturais, e para autorização e regulamentação de perfurações. O Brasil solicitou à Comissão de Limites da Plataforma Continental a ampliação do limite externo de sua plataforma para além das 200 milhas náuticas determinadas na Convenção Internacional.

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

Figura 1.3 – Plataforma continental brasileira.



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

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

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

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

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

1.1.4 Decreto 5.300/04 - Regulamentação do Plano Nacional de Gerenciamento Costeiro

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

- Limites da Zona Costeira:

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

OPNGC foi adaptado para o Estado de São Paulo por este 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, na área marinha até 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 9º:

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

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

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

Artigo 19-Ficamproibidasem toda a Zona Costeira, sempre juízo 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.

1.1.6 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 consultapública 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/>

1.1.7 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 que dispõe sobre o licenciamento ambiental da aquicultura, cria Parques Aquícolas Estaduais, estabelecendo as condições para o desenvolvimento sustentável da produção aquícola no Estado de São Paulo, e dá providências correlatas. A seguir são apresentados artigos relativos à Dispensa de licenciamento e à Zona Costeira.

Da dispensa de Licenciamento.

Artigo 5º - Os empreendimentos envolvendo as atividades a seguir elencadas, em função de seu reduzido potencial poluidor/degradador, não estão sujeitos a licenciamento ambiental junto à CETESB - Companhia Ambiental do Estado de São Paulo:

I - aquicultura sem lançamento de efluentes líquidos em corpo d'água, em:

a) piscicultura e pesqueiro em viveiros escavados, cuja somatória de superfície de lâmina d'água seja inferior a 5ha (cinco hectares);

b) piscicultura em tanques revestidos, cuja somatória de volume seja inferior a 1.000m³ (mil metros cúbicos);

II - carcinicultura em água doce realizada em viveiros escavados, cuja somatória de superfície de lâmina d'água seja inferior a 5ha (cinco hectares);

III - malacocultura cuja superfície de lâmina d'água seja inferior a 2ha (dois hectares);

IV - algicultura cuja superfície de lâmina d'água seja inferior a 2ha (dois hectares).

Artigo 15 - O licenciamento ambiental de empreendimentos de aquicultura em Zona Costeira deverá observar os critérios e limites definidos no Zoneamento Ecológico-Econômico Costeiro, no Plano Nacional de Gerenciamento Costeiro, no Plano Estadual de Gerenciamento Costeiro e nos Planos Locais de Desenvolvimento da Maricultura, sempre juízo do atendimento aos demais instrumentos normativos de uso dos recursos pesqueiros

1.2 Metodologia

1.2.1 Distribuição Espacial e Temporal do monitoramento

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

Paralelamente à avaliação da qualidade da água, realiza-se também a avaliação da qualidade dos sedimentos, por serem um compartimento mais estável e importante na caracterização do ambiente aquático.

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

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

1.2.2 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.



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 fornecer resultados imediatamente ao entrarem em contato com a água. A sonda registra resultados das seguintes variáveis: oxigênio dissolvido, temperatura, pH, condutividade, turbidez, profundidade, cloreto, salinidade, clorofila *a*, sólidos totais dissolvidos e potencial redox. Além disso, realiza-se a coleta de amostras de água do mar em três profundidades, (superfície, meio e fundo), pois pode haver diferenças na qualidade das várias camadas da coluna d'água. Nessas amostras de água do mar, são realizadas determinações microbiológicas, físicas, químicas e ecotoxicológicas.

As variáveis selecionadas para a avaliação da qualidade das águas salinas e salobras abrangem os principais critérios estabelecidos na Resolução CONAMA 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.

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)	

1.2.3 Qualidade dos sedimentos

Devido à sua natureza dinâmica, amostras de água das regiões marinhas podem não refletir o nível de poluição real do ambiente. Os poluentes podem sofrer diluição devido à quantidade de água ou mesmo serem deslocados pelas correntes marinhas, o que dificulta sua determinação. Desta forma, o sedimento passa a ter papel importante na análise da qualidade destes ambientes, pois retém parte dos possíveis poluentes da região podendo inclusive fornecer um histórico da região em suas camadas menos superficiais.

Para a avaliação da qualidade dos sedimentos são coletadas amostras em pontos coincidentes com os de amostragem de água. Nessas amostras de sedimentos superficial, são realizadas determinações de variáveis físicas, químicas, microbiológicas e ecotoxicológicas similares às da coluna de água. As variáveis determinadas no sedimento encontram-se listadas na Tabela 1.3.

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

- Teste de toxicidade crônica com *Lytechinus variegatus* (ouriço-do-mar), que consistiu 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). Este ensaio foi realizado somente no segundo semestre e,
- Teste de toxicidade aguda como anfípodo *Grandidierella bonnieroides* em substituição ao anfípodo *Leptocheirus plumulosus* a partir de 2015, que consistiu na exposição de jovens à amostra de sedimento por um período de 10 dias (ABNT, 2015). 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).

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, Cobalto 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 <i>Lytechinus variegatus</i> e Teste de Toxicidade Aguda com <i>Grandidierella bonnieroides</i>	

Critérios de Qualidade para Sedimentos

Como não existem padrões de qualidade para sedimentos na legislação brasileira, os resultados de metais e hidrocarbonetos policíclicos aromáticos foram comparados com os critérios de qualidade estabelecidos pela Legislação Canadense (CCME, 2002). Este guia estabeleceu dois tipos de valores limites para substâncias tóxicas, um para o efeito limiar (ISQG ou TEL – Threshold Effect Level) e outro, acima do qual, são observados efeitos severos (PEL – Probable Effect Level). Com relação ao nutrientes a CETESB adotou valores de referência (Tabela 1.4) Ressalta-se que os critérios da Resolução do Conama 454/2012 que estabelece as diretrizes gerais e os procedimentos referenciais para o gerenciamento do material de dragagem em águas sob jurisdição nacional, são valores de alerta e não de qualidade ambiental.

Tabela 1.4 – Valores de referência para concentrações de nutrientes nos sedimentos.

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

1.3 Índices de Qualidade de Água

1.3.1 Índice de qualidade de águas costeiras (IQAC)

A Rede de Monitoramento das Águas Costeiras da CETESB, embora relativamente nova, oferece valiosas informações sobre a qualidade dessas águas. Contudo, dados apresentados de forma discreta fornecem informações limitadas no que se refere ao diagnóstico geral das áreas monitoradas. Não obstante, estas informações são usadas na gestão da qualidade dessas águas. No sentido de aperfeiçoar a apresentação

e integrar as informações geradas optou-se pelo cálculo de um Índice de qualidade para as águas costeiras que possa agregar os dados mais relevantes gerando uma classificação que reflita um diagnóstico das áreas avaliadas no litoral paulista.

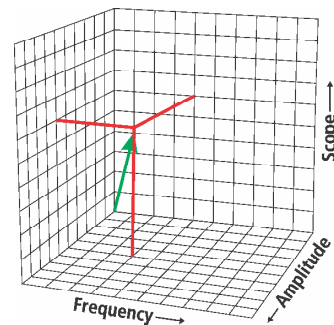
Com esse objetivo a CETESB adotou o Índice de Qualidade elaborado pelo CCME - *Canadian Council of Ministers of the Environment* (2001), pois se trata de uma ferramenta devidamente testada e validada com base estatística e aplicável também para águas salinas e salobras.

O Índice Canadense consiste em uma análise estatística que relaciona os resultados obtidos nas análises com um valor padrão para cada parâmetro incluído no cálculo. Por ser um método estatístico, o modelo não pode ser utilizado para menos de 4 valores obtidos em um ano. Para tanto, o índice foi calculado para cada ponto de amostragem utilizando-se os resultados obtidos na três profundidades em duas campanhas, totalizando 6 valores. O cálculo detalhado do índice e as equações empregadas encontram-se descritos no Apêndice b. Ao final chega-se a um resultado dentro de uma escala de 1 a 100.

A metodologia Canadense contempla três fatores que se referem às desconformidades em relação a um padrão legal ou valor de referência (Figura 1.5): o número de parâmetros desconformes, a frequência das ocorrências dessa desconformidade e sua amplitude em relação ao critério.

Figura 1.5 – Modelo conceitual do índice

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



1. Abrangência: Parâmetros Desconformes – F1

Este fator do índice avalia a quantidade de parâmetros que apresenta não conformidades. Uma área que apresente desconformidade em poucos parâmetros será menos penalizada no cálculo do que uma área que apresente desconformidade em muitos parâmetros analisados. Este fator não considera a frequência das não conformidades de forma que apenas uma ocorrência é suficiente para a inclusão do parâmetro. Na tabela 1.4 são apresentados os parâmetros selecionados para compor o índice.

2. Frequência de desconformidade - F2

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

3. Amplitude da desconformidade – F3

Estefatoravaliaaamplitudedasnãoconformidades.Nestecasoquantidadedeamostrasdesconformeseaamplitudedodesvioemrelaçãoaopadrãoutilizadoserãodeterminantes.Destaformaumvalor 50%acimadopadrãoteriaumpesoigualadoisvaloresqueexcedessememapenas25%.Cadaamostranão conforme deve ser comparada ao padrão e o valor total dos desvios deve ser somado.

OCCMEdeterminoufaixasdeclassificaçãoparaoíndicequesemostrarambastantesatisfatóriasemtestes realizados pela CETESB e optou-se por utilizar estas faixas. 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

Para a composição do índice foram selecionados os seguintes parâmetro:

Tabela 1.4 – parâmetros que compõem o IQAC.

Qualidade das Águas (357/05)		Padrões legais para Classe 1	
PARÂMETROS	UNIDADE	ÁGUA SALINA	ÁGUA SALOBRA
pH		6,5 a 8,5	6,5 a 8,5
OD	mg/L	6,0	5,0
Fósforo total	mg/L	0,062	0,124
COT	mg/L	3,0	3,0
Nitrogênio amoniacal	mg/L	0,4	0,4
Fenóis totais	mg/L	0,1	0,003
Clorofila <i>a</i>	µg/L	2,5	10
Enterococos	UFC/100 mL	100	100
Coliformes termotolerantes	UFC/100 mL	1.000	1.000

1.3.2 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.

Como objetivo desse 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).

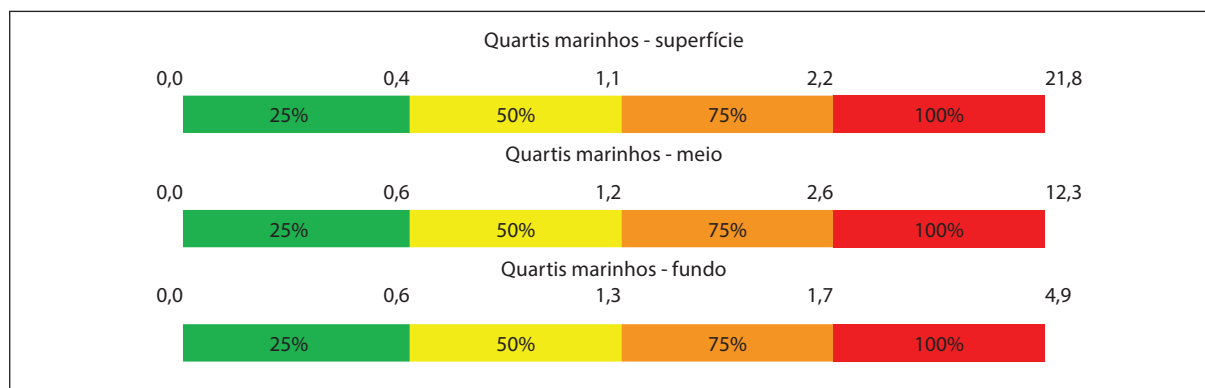


Figura 1.7 – Proposta de classificação do ambiente marinho com base nas concentrações de clorofila *a*.

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 estuarinos

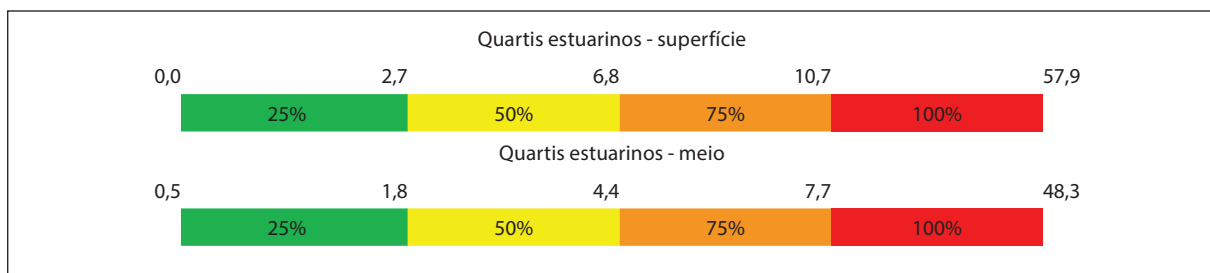
Bricker et al. (2003) propuseram uma classificação para ambiente estuarino dividindo o estado trófico em 4 classes, e, assim como a classificação de Hakanson (1994) foram levados em conta também, além de clorofila *a*, os nutrientes (nitrogênio e fósforo) (Tabela 1.7).

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.

1.4 Índices de qualidade de sedimento

1.4.1 Índices de qualidade química de sedimento

Como objetivo de sintetizar informações da qualidade dos sedimentos 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 PEL³, 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
Acenafeno	<6,71	≥6,71 - 47,81	>47,81 - <88,9	88,9 - 133,35	>133,35
Antraceno	<46,9	≥46,9 - 146,0	>146,0 - <245,0	245,0 - 367,5	>367,5
Benzo(a)antraceno	<74,8	≥74,8 - 383,9	>383,9 - <693,0	693,0 - 1039,5	>1039,5
Benzo(a)pireno	<88,8	≥88,8 - 425,9	>425,9 - <763,0	763,0 - 1144,5	>1144,5
Criseno	<108	≥108 - 477	>477 - <846,0	846,0 - 1269,0	>1269,0
Dibenzo(a,h)antraceno	<6,22	≥6,22 - 70,61	>70,61 - <135,0	135,0 - 202,5	>202,5
Fenantreno	<86,7	≥86,7 - 141,95	>141,95 - <544,0	544,0 - 816,0	>816,0
Fluoranteno	<113	≥113 - 803,5	>803,5 - 1494,0	1494,0 - 2241,0	>2241,0
Fluoreno	<21,2	≥21,2 - 82,6	>82,6 - <144,0	144,0 - 216,0	>216,0
Naftaleno	<34,6	≥34,6 - 212,8	>212,8 - <391,0	391,0 - 586,5	>586,5
Pireno	<153	≥153 - 775,5	>775,5 - <1398,0	1398,0 - 2097,0	>2097,0
Arsênio total	<7,24	≥7,24 - 24,42	>24,42 - <41,6	41,6 - 62,4	>62,4
Cádmio total	<0,7	≥0,7 - 2,45	>2,45 - <4,2	4,2 - 6,3	>6,3
Chumbo total	<30,2	≥30,2 - 71,1	>71,1 - <112,0	112,0 - 168,0	>168,0
Cobre total	<18,7	≥18,7 - 63,35	>63,36 - <108,0	108,0 - 162,0	>162,0
Cromo total	<52,3	≥52,3 - 106,15	>106,15 - <160,0	160,0 - 240,0	>240,0
Zinco total	<124	≥124 - 197,5	>197,5 - <271,0	271,0 - 406,5	>406,5

³ PEL: probable effect level. ISQG: Interim sediment quality guidelines. Fonte: <http://ceqg-rcqe.ccm.ca/download/en/317>

1.4.2 Índice de Qualidade Ecotoxicológica do Sedimento

Atabela 1.9apresentacincofaixasdeclassificaçãoparaosresultadosecotoxicológicos,ondeasamostrasquenãopresentamdiferençasignificativaemrelaçãoaocontrole,ouseja,ausênciadetoxicidade,sãoclassificadascomoÓtimas.Poroutrolado,nasamostrascomtoxicidade,aintensidadedosefeitosobservados-aporcentagemdeocorrênciadelarvasnormaisnosensaioscom*Lytechinus variegatus*eaporcentagemdemortalidadenosensaioscom*Grandidierella bonnieroides*-foiutilizadaparadefiniraclassificaçãodaamostra

Alémdisso,tendoemvistaaproteçãodoambiente,quandooreultadodosdoisensaiosapresentaramclassificaçõesdiferentesparaumamesmaamostra,foiutilizadooíndicemaisrestritivo,primeiramenteemcada campanha e posteriormente na classificação anual.

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

CLASSIFICAÇÃO	<i>Grandidierella bonnieroides</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

1.4.3 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.

Oscoliformestermotolerantessãoosmicrorganismosdeprimeiraescolhaparaavaliaçãodapoliuição deorigemfecalnoambiente,umavezquesãconstituídospredominantementepelabactéria*Escherichia coli*,consideradaatualmenteoindicadormaisadequado.Osclostrídios,tambémconstituintesdaflorafecal humanaedeanimaisdesanguequente,sãocconsideradosimportantesindicadoresbiológicoseasuapresença podesnaturaoucausadapordescargasdeorigemantrópica.Porseremmicrorganismosprodutoresde esporossãocapazesderesistirpormuitomaistemponoambienteemcomparaçãoaoscoliformestermotolerantes.*Clostridium perfringens*éusadocomoindicadordepoliuiçãofecalremota.Sabe-sequeaconcentração 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 existempadrõesouvaloresorientadoresparamicrorganismosnestecompartimento,e*C.perfringenstem* sidosempredetectadoemconcentraçõesbastanteelevadasemtodasasamostrasdesedimento.Assim,a fimdeinterpretarestainformação,foielaboradaumapropostatentativadeclassificaçãoemcincocategorias 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: Sacada 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>
ÓTIMA	≤ 200	≤ 10.000
BOA	≤ 500	≤ 50.000
REGULAR	≤ 1.000	≤ 100.000
RUIM	≤ 10.000	≤ 500.000
PÉSSIMA	> 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 como intuito de monitorar a qualidade das águas para esses outros usos. Esse foi o ponto de partida para a escolha das atuais 20 áreas (62 pontos) de amostragem distribuídas pelo litoral (Tabela 2.1), cuja água será monitorada continuamente como objetivo de se fazer um diagnóstico a partir do acompanhamento dos resultados ao longo dos anos. Essas áreas foram selecionadas a partir de pontos de outros programas de monitoramento costeiro anteriores e também com a inclusão de novos locais de interesse ambiental em função dos usos e atividades potencialmente poluidoras nessas regiões. Em 2015 o ponto 3 no Canal de Santos, foi incorporado ao canal de Piaçaguera. De modo que cada um ficou com três pontos.

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

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

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 – 2015.

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

Muitos dos locais escolhidos encontram-se na foz dos principais rios litorâneos, cujo objetivo é detectar alguma influência das águas destes rios na região costeira. As distâncias dos locais de amostragem 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.

Das 20 áreas monitoradas na Rede de Qualidade das Águas Costeiras (RC) 6 estão localizadas em regiões estuarinas que correspondem à água salobras. Sete são próximas à foz de rios de volume significativo ou que desaguam em baías, e mais 7 áreas Marinhas.

Estas áreas estão listadas a seguir com suas respectivas siglas de registro no banco e sua tipificação ("RIO" para foz de rios ou locais com influência fluvial significativa, "MARINHA", sem influência fluvial significativa e "ESTUÁRIO" para os pontos localizados em áreas estuarinas).

		CÓDIGO	ÁREA	MUNICÍPIO	CARACTERÍSTICA
Áreas próximas à foz dos rios	1	BIRC	Baía de Itaguá	Ubatuba	(BAÍA/RIO)
	2	BCRC	Baía de Caraguatatuba	Caraguatatuba	(BAÍA/RIO)
	3	CORC	Cocanha	São Sebastião	(RIO)
	4	BURC	Barra do Una	São Sebastião	(RIO)
	5	IGRC	Rio Itaguapé	Bertioga	(RIO)
	6	ITRC	Rio Itanhaém	Itanhaém	(RIO)
	7	PERC	Rio Preto	Peruíbe	(RIO)
Áreas marinhas	8	PIRC	Picinguaba	Ubatuba	Marinha
	9	SSRC	Canal de São Sebastião	São Sebastião	Marinha
	10	TARC	Tabatinga	Caraguatatuba	Marinha
	11	CORC	Cocanha	Caraguatatuba	Marinha
	12	EGRC	Emissário do Guarujá	Guarujá	Marinha
	13	ESRC	Emissário de Santos	Santos	Marinha
	14	PGRC	Emissário de Praia Grande	Praia Grande	Marinha
Áreas estuarinas	15	CBRC	Canal de Bertioga, Bertioga	Bertioga	(ESTUÁRIO)
	16	CSRC	Canal de Santos, Santos	Santos	(ESTUÁRIO)
	17	CPRC	Canal de Piaçaguera	Cubatão	(ESTUÁRIO)
	18	SVRC	Canal de São Vicente	São Vicente	(ESTUÁRIO)
	19	MPRC	Mar Pequeno	Iguape	(ESTUÁRIO)
	20	MCRC	Mar de Cananéia	Cananéia	(ESTUÁRIO)

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	

² Fotos: acervo EQAL.

MUNICÍPIO	LOCAL	JUSTIFICATIVA	REGISTRO FOTOGRÁFICO
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	
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	

MUNICÍPIO	LOCAL	JUSTIFICATIVA	REGISTRO FOTOGRÁFICO
Guarujá	Emissário submarino do Guarujá	Área de influência do emissário	
Santos e Guarujá	Canal de Santos	Área de influência da região portuária de Santos	
Cubatão	Canal de Piaçaguera	Acesso aos terminais de indústrias como Usiminas e Fosfertil	
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	

MUNICÍPIO	LOCAL	JUSTIFICATIVA	REGISTRO FOTOGRÁFICO
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 apresenta 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"

MUNICÍPIO	LOCAL	PONTO	UTM		LAT (S)	LONG (W)
São Sebastião	Canal de São Sebastião	1	462.019	7.368.621	23° 47' 34,3"	45° 22' 22,1"
		2	460.659	7.366.471	23° 48' 44,1"	45° 23' 10,4"
		3	458.736	7.364.998	23° 49' 31,8"	45° 24' 18,5"
		4	461.161	7.370.128	23° 46' 46,36"	45° 22' 52,31"
		5	460.658	7.371.989	23° 45' 45,81"	45° 23' 9,92"
	Una	1	422.069	7.370.651	23° 46' 24,23"	45° 45' 53,46"
		2	421.395	7.370.885	23° 46' 15,43"	45° 46' 17,19"
3		420.659	7.370.856	23° 46' 16,20"	45° 46' 43,17"	
Bertioga	Itaguapé	1	403.239	7.368.293	23° 47' 36,18"	45° 56' 59,14"
		2	402.176	7.367.723	23° 47' 54,46"	45° 57' 36,80"
		3	400.652	7.367.091	23° 48' 14,60"	45° 58' 30,81"
	Canal de Bertioga	1	376.409	7.354.924	23° 54' 44,1"	46° 12' 51,1"
		2	378.681	7.356.747	23° 53' 45,4"	46° 11' 30,2"
		3	382.069	7.359.622	23° 52' 12,9"	46° 09' 29,6"
Cubatão	Canal de Piaçaguera	1	359.982	7.357.491	23° 53' 16,84"S	46° 22' 31,24"O
		2	359.959	7.355.860	23° 54' 9,84"S	46° 22' 32,61"O
		3	361.864	7.353.914	23° 55' 12,6"	46° 21' 25,7"
Santos	Canal de Santos	1	369.107	7.347.706	23° 58' 36,6"	46° 17' 11,6"
		2	367.145	7.350.411	23° 57' 08,1"	46° 18' 20,1"
		3	366.363	7.353.172	23° 55' 39,20"S	46° 18' 47,06"O
	Emissário de Santos	1	362.700	7.344.600	24° 00' 15,6"	46° 20' 59,3"
		2	362.600	7.344.600	24° 00' 15,6"	46° 21' 02,8"
		3	362.800	7.344.600	24° 00' 15,6"	46° 20' 55,8"
São Vicente	Canal de São Vicente	1	355.832	7.347.793	23° 58' 29,6"	46° 25' 01,2"
		2	355.575	7.349.873	23° 57' 21,9"	46° 25' 09,5"
		3	358.418	7.352.163	23° 56' 08,4"	46° 23' 28,2"
Guarujá	Emissário Guarujá	1	375.489	7.342.130	24° 01' 39,7"	46° 13' 27,5"
		2	375.524	7.342.290	24° 01' 34,5"	46° 13' 26,2"
		3	375.662	7.342.297	24° 01' 34,3"	46° 13' 21,3"
Praia Grande	Praia Grande 1	1	357.382	7.340.353	24° 02' 32,0"	46° 24' 09,0"
		2	357.402	7.340.129	24° 02' 39,3"	46° 24' 08,3"
		3	357.194	7.340.221	24° 02' 36,2"	46° 24' 15,7"
Itanhaém	Foz do Rio Itanhaém	1	319.992	7.322.518	24° 11' 57,9"	46° 46' 20,2"
		2	319.530	7.322.232	24° 12' 07,0"	46° 46' 36,7"
		3	319.951	7.321.951	24° 12' 16,3"	46° 46' 21,9"
Peruíbe	Foz do Rio Preto - Peruíbe	1	299.032	7.306.871	24° 20' 17,2"	46° 58' 50,6"
		2	298.705	7.306.452	24° 20' 30,7"	46° 59' 02,5"
		3	298.365	7.306.031	24° 20' 44,2"	46° 59' 14,7"
Iguape	Mar Pequeno	1	246.379	7.266.044	24° 41' 55,85"	47° 30' 23,98"
		2	241.203	7.263.550	24° 43' 13,74"	47° 33' 29,65"
		3	234.939	7.259.450	24° 45' 23,03"	47° 37' 15,10"
Cananéia	Mar de 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

A seguir é apresentada, uma descrição mais detalhada das áreas monitoradas. Na Figura 2.1 encontram-se os pontos de amostragem de cada local.

1. Picinguaba

Distante aproximadamente 25 km do centro de Ubatuba, esta praia está inserida no Parque Estadual da Serra do Mar (PESM)-Núcleo Picinguaba, onde encontra-se um vilarejo de pescadores tombado 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 indicava certa contaminação das águas por efluentes domésticos. Fez-se então necessário seu monitoramento sistemático para acompanhamento da qualidade da água marinha.

2. Baía de Itaguá

A Baía de Itaguá situa-se de frente 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 portão de Ubatuba. Nas águas os rios Acaraú, Lagoa (ou Tavares), Grande e Indaiá. As praias monitoradas pelo programa de balneabilidade da CETESB apresentam-se bastante comprometidas quanto à qualidade sanitária das águas. Fez-se então necessário o monitoramento sistemático para acompanhamento da qualidade da água marinha.

3. Saco da Ribeira – Marinas

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

4. Tabatinga

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

5. Cocanha

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

6. Baía de Caraguatatuba

A Baía de Caraguatatuba situa-se de frente à sede do município de Caraguatatuba, Abriga as praias de Porto Novo, Fleixeiros, 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 deságuas na baía são o Rio Santo Antônio, o Rio Lagoa e o Rio Juqueriquerê, o maior dos três. As praias monitoradas pelo programa de balneabilidade da CETESB apresentam comprometimento quanto à qualidade sanitária das águas. Fez-se então necessário o monitoramento sistemático para acompanhamento da qualidade da água marinha. Outro fator importante a ser considerado é o aumento da atividade industrial representada pela instalação da Unidade de Tratamento de Gás do Campo de Mexilhão (Petrobras), o que deve também refletir em um aumento da população fixa local.

7. Canal de São Sebastião

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

8. Barra do Una

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

9. Foz do Rio Itaguapé

A praia de Itaguapé é considerada a única praia totalmente preservada da região e é muito procurada por surfistas; por sua vez o Rio Itaguapé, cuja foz é nessa praia, é bastante procurado para a prática de canoagem e também para o banho e pesca de arremesso. A praia tem aproximadamente 3,5 km de extensão de mar aberto, a vegetação é formada por mangue, restinga e Mata Atlântica. É uma região confinada entre duas áreas com ocupação urbana: São Lourenço ao sul e Guaratuba ao norte e sofre com a pressão imobiliária. Na Figura 2.1, é possível observar também essas áreas de ocupação ao redor do rio. Como intuito de proteger os ecossistemas locais foi criado, em dezembro de 2010, por meio do Decreto Estadual 56.500, o Parque Estadual Restinga de Bertioiga, que abriga áreas de restinga em todo o município de Bertioiga, e toda a extensão do Rio Itaguapé.

10. Canal de Bertioiga

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

11. Área de influência do emissário do Guarujá

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

Cabere salutar 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 ($1.447\text{m}^3/\text{s}$).

12. Canal de Piaçaguera

O Canal de Piaçaguera faz parte do Sistema Estuarino de Santo Amaro e São Vicente. Situa-se na parte alta do estuário, possui cerca de 5 km de extensão até o largo do Caneu terminando na região do terminal da Alemoa, e tem cerca de 450m de largura. Recebe influência de vários tipos de efluentes, domésticos, industriais, além da influência das atividades portuárias. Era um canal natural que foi aprofundado na década de 60

com a finalidade de servir de acesso marítimo aos terminais portuários da Usina Seda Fosfótil em Cubatão, é uma região considerada crítica em termos de poluição, pois recebe efluentes industriais e passa constantemente por atividades de dragagem de aprofundamento.

13. Canal de Santos

O Canal de Santos tem cerca de 13 km de extensão, com profundidade média entre 12 e 14 metros. Localiza-se a leste da Ilha de Santo Amaro, interligando a parte interna do Estuário de Santos à Baía. A principal atividade nessa área é representada pelo Porto de Santos, que ocupa mais de 7 milhões de m². O Canal recebe a drenagem dos municípios de Cubatão, Santos e Guarujá, além de influênciado Canal de Bertioga. É uma área intensamente impactada pela atividade portuária e pela presença, nas adjacências, de parque industrial, além de esgotos domésticos. Para a 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 como objetivo de englobar as diversas fontes potenciais de poluição que afluem para essas águas. Na margem esquerda (Guarujá), além de terminais portuários, há também moradias de baixa renda, representada por favelas (ponto 1). No ponto 2 predominam as atividades portuárias e drenagem urbana. O ponto 3 foi escolhido por ser o início do Canal do porto, próximo à saída do Canal de Bertioga.

14. Canal de São Vicente

O Canal de São Vicente localizado na Baixada Santista é, juntamente com o Canal de Santos, destinatário das águas providas dos rios da região estuarina como o Cubatão, o Perequê, o Piaçaguera e o Casqueiro. O Canal recebe também as águas dos rios Santana, Mariana e Piabuçu, todos na margem direita do Canal, que se encontra em melhor estado de conservação e é composto 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 Sambaia tuba” (originalmente um manguezal) que funcionou como um lixão. Atualmente, programas de habitação e de plantio de mudas de mangue vêm sendo realizados na região.

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

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

16. Área de influência do Emissário de Praia Grande 1

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

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

17. Área de influência da foz do Rio Itanhaém

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

18. Área de influência da foz do Rio Preto

Distante 138 km da capital, Peruíbe é um município tipicamente turístico, com 321 km² de área entre a planície litorânea onde encontram-se as praias e as serras, entre elas, a de Serra de Peruíbe e a Serra do Mar. Há poucas áreas de manguezais no município, a vegetação predominante é 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 área sob proteção legal. O Rio Preto recebe efluente de estação de tratamento de esgotos sanitário.

19. Mar Pequeno

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

O Valo Grande é um canal artificial inaugurado em 1855 cujo objetivo era encurtar o caminho das canoas que traziam arroz para carregamento no porto marítimo de Iguape, bastante importante para a economia local. Originalmente com 4 metros de largura, foi sofrendo forte e rápida erosão provocada

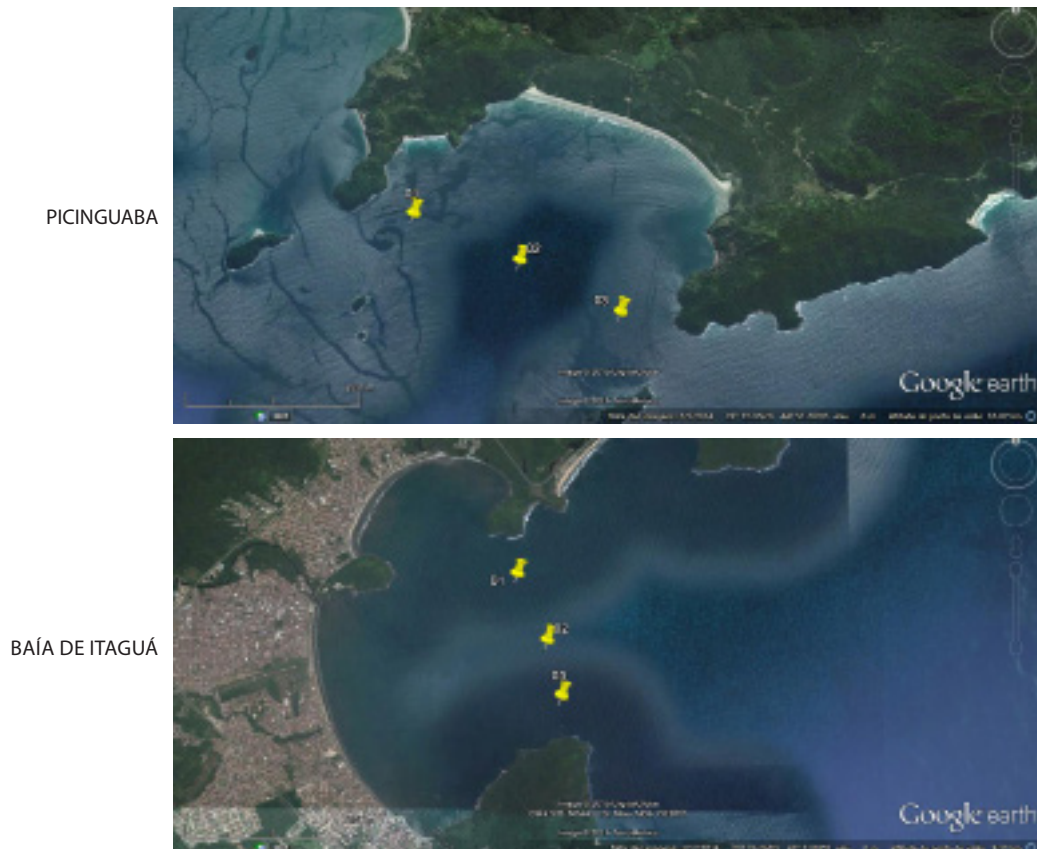
pelas águas do Rio Ribeira. Os sedimentos carregados para o Mar Pequeno assorearam o porto marítimo inutilizando-o para operações no final do século XIX. O aumento da água doce provocou sensíveis mudanças no ambiente local tanto na temperatura quanto na salinidade, turbidez e mesmo na comunidade aquática, fonte de renda para muitos ribeirinhos. Por sua vez, o Rio Ribeira com apenas 1/3 de suas águas chegando até a foz, também sofreu assoreamento e grandes mudanças no sistema hídrico. Obras para contenção da erosão provocada pelo Valo Grande foram realizadas, contudo nenhuma delas obteve os resultados esperados e outras nem chegaram a término por falta de recursos financeiros. Hoje, o Valo Grande possui mais de 200 metros de largura em alguns trechos, recebe 2/3 das águas do Rio Ribeira e é uma grande influência no ambiente aquático do Mar Pequeno.

20. Mar de Cananéia

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

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

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



SACO DE RIBEIRA



TABATINGA



COCANHA



BAÍA DE CARAGUATATUBA



CANAL DE SÃO SEBASTIÃO



BARRA DO UNA



FOZ DO RIO ITAGUARÉ



CANAL DE BERTIOGA



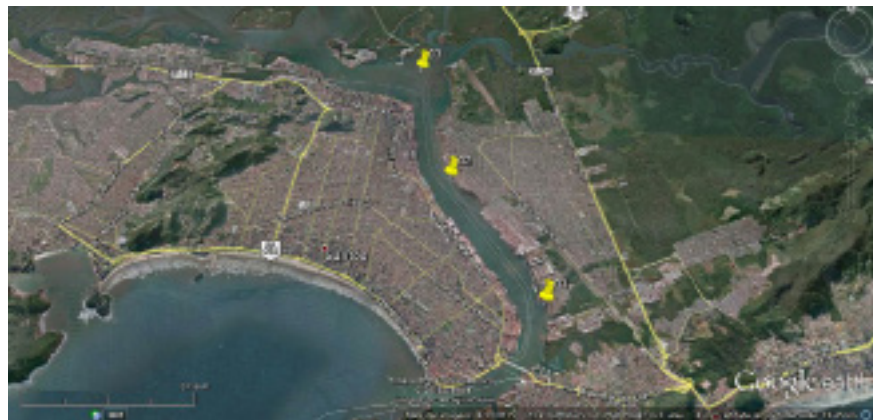
EMISSÁRIO DO
GUARUJÁ



CANAL DE
PIAÇAGUERA



CANAL DE SANTOS



CANAL DE
SÃO VICENTE



EMISSÁRIO DE SANTOS



EMISSÁRIO DE PRAIA GRANDE I



FOZ DO RIO ITANHAÉM



FOZ DO RIO PRETO



MAR PEQUENO



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 CONAMA 357/2005 e seu artigo 42 por não terem sido ainda objeto de enquadramento. Cabe ressaltar que, embora na Resolução CONAMA 430/2011 seja mencionada a zona de mistura, ela não está sendo considerada nesta avaliação por não ter sido definida em função da necessidade de aprofundamento das informações a cerca dessa questão.

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 a 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.

3.1 IQAC - Índice de Qualidade de Águas Costeiras

Dentre os 20 corpos de água monitorados, seis deles se caracterizam por apresentarem água salobras: Canal de Bertiooga, Canal de Santos, Canal de São Vicente, Canal de Piaçaguera, Mar de Cananéia e Mar Pequeno. Ressalta-se que os padrões de qualidade estabelecidos na Resolução 357/2005 são diferentes para águas salinas e águas salobras.

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

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

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 – 2015.

Classificação - IQAC 2015					Local de amostragem	Média	(% de amostras não conformes por Parâmetro)
Ponto 1	Ponto 2	Ponto 3	Média				
Picinguaba	92	99	99	97			OD (11%)
Baía de Itaguá	93	92	99	95			OD (17%)
Saco da Ribeira	85	78	85	83			OD (11%), COT (28%) Clorofila <i>a</i> (22%)
Tabatinga	92	92	84	90			Enterococos (6%), Clorofila <i>a</i> (33%)
Cocanha	93	85	85	88			Enterococos (17%), Clorofila <i>a</i> (17%)
Baía de Caraguatatuba	99	93	99	97			OD (6%)
Canal de São Sebastião (5pts)	99	85	99	95			OD (3%), COT (7%) Clorofila <i>a</i> (3%)
	99	92					
Barra do Una	93	85	85	88			OD (11%), Clorofila <i>a</i> (17%)
Rio Itaquaré	85	85	85	85			OD (39%); Clorofila <i>a</i> (22%)
Canal de Bertioga	65	68	71	68			OD(50%);COT(22%),Fósforototal(72%),Nitrogênioamoniacaltotal(17%), Fenóis Totais (11%)
Canal de Santos	70	72	76	73			OD (44%), Fósforo total (100%), Nitrogênio amoniacal total (6%), Enterococos (33%)
Canal de Piaçaguera	51	59	64	58			OD (83%), Fósforo total (100%), Nitrogênio Amoniacaal (61%)
Canal de São Vicente	55	27	29	37			OD(83%),COT(44%),Fósforototal(100%),Nitrogênioamoniacaltotal(72%), Fenóis totais (22%), Enterococos (94%)
Emissário Guarujá	93	67	85	81			OD (6%), COT (6%), Enterococos (17%), Clorofila <i>a</i> (28%)
Emissário de Santos	65	40	57	54			OD (50%), Fósforo total (67%), Enterococos (28%), Clorofila <i>a</i> (67%)
Emissário Praia Grande	84	82	48	71			OD (39%), Enterococos (28%), Clorofila <i>a</i> (61%)
Rio Itanhaém	75	76	85	79			OD (11%), COT (39%), Clorofila <i>a</i> (33%)
Rio Preto	77	77	84	80			COT (50%), Nitrogênio Amoniacaal (11%), Clorofila <i>a</i> (39%)
Mar Pequeno	75	82	77	78			COT (33%), Fósforo total (11%), Enterococos (17%), Clorofila <i>a</i> (33%)
Mar Cananéia	83	76	93	84			COT (39%), Fenóis totais (17%), Clorofila <i>a</i> (17%)

Legenda: Ótima Boa Regular Ruim Péssima

≥ 95
< 95 e ≥ 80
< 80 e ≥ 65
< 65 e ≥ 45
< 45

3.2 IETC - Índice de Estado Trófico

Com relação à 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 2015. 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 2015.

Local	Ponto	1ª CAMPANHA				2ª CAMPANHA				MÉDIA ANUAL
		1	2	3	MÉDIA	1	2	3	MÉDIA	
Picinguaba		0,76	0,86	0,59	0,73	0,56	0,56	0,56	0,56	0,65
Baía de Itaguá		1,15	1,19	0,76	1,03	0,85	0,83	0,98	0,88	0,96
Saco da Ribeira		2,90	3,80	1,92	2,87	2,26	2,20	1,66	2,04	2,46
Tabatinga		3,04	3,50	2,89	3,14	1,75	1,24	1,27	1,42	2,28
Cocanha		2,36	2,82	2,91	2,70	0,87	0,72	0,73	0,77	1,73
Baía de Caraguatatuba		1,16	0,72	1,53	1,14	0,69	0,82	1,01	0,84	0,99
Canal de São Sebastião		1,23	2,25	1,83	1,80	0,68	0,72	0,89	0,97	1,38
	4 e 5	1,82	1,85			4 e 5	0,99	1,59		
Barra do Una		0,56	0,73	0,86	0,72	2,45	2,48	3,26	2,73	1,72
Rio Itagaré		0,56	1,08	1,73	1,12	2,63	2,79	3,60	3,00	2,06
*Canal de Bertioga		7,71	5,78	1,99	5,16	4,57	4,35	4,02	4,31	4,73
Emissário do Guarujá		1,73	2,39	2,66	2,26	1,63	2,38	2,12	2,04	2,15
*Canal de Santos		1,76	1,84	4,39	2,66	3,18	2,67	2,74	2,86	2,76
Emissário de Santos		21,39	20,92	25,25	22,52	3,93	4,51	5,05	4,50	13,51
*Canal de Piaçaguera		4,83	3,64	2,65	3,70	3,39	3,24	1,91	2,85	3,27
*Canal de São Vicente		4,70	2,08	5,05	3,94	5,37	7,83	4,28	5,83	4,88
Emissário de Praia Grande - 1		2,96	9,94	7,74	6,88	3,98	4,15	3,29	3,80	5,34
Rio Itanhaém		0,56	0,60	0,58	0,58	12,87	9,55	4,29	8,90	4,74
Rio Preto		2,68	2,90	3,03	2,87	2,03	2,04	2,29	2,12	2,49
*Mar Pequeno		2,45	0,62	5,73	2,93	59,04	45,71	23,13	42,63	22,78
*Mar de Cananéia		26,73	11,18	6,09	14,67	7,19	5,76	4,20	5,72	10,19

* Ambiente de águas salobras

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

3.3 Índices de qualidade dos sedimentos

Com relação ao sedimento foram avaliados aspectos de suas características 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 propostos pela CETESB (ver capítulo 1) baseado em bibliografia e resultados dos monitoramentos realizados na zona costeira (BERBEL, 2008).

Nota-se as seguintes restrições analíticas: Acenafeno 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.

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

Tabela 3.3 – Qualidade dos sedimentos nas áreas costeiras monitoradas em 2015 de acordo com as substâncias químicas.

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

Critério Substâncias Químicas: Ótimo Bom Regular Ruim Péssimo

A Tabela 3.4 mostra a classificação dos sedimentos das áreas monitoradas como os ensaios ecotoxicológicos, totalizando 159 amostras. Ressalta-se que a partir de 2015, no ensaio agudo, foi utilizada a espécie *Grandidierella bonnieroides*. Este ensaio foi realizado nas duas campanhas e o ensaio crônico com *Lytechinus variegatus* apenas na 2ª campanha. Nesta tabela também é apresentada a classificação final por campanha uma vez que, no caso de resultados divergentes entre os ensaios de toxicidade crônica e aguda, para um mesmo ponto, é adotada a classificação mais restritiva para expressar a qualidade do sedimento nesta região, visando à proteção das comunidades mais sensíveis.

Tabela 3.4 – Qualidade ecotoxicológica dos sedimentos nas duas campanhas em 2015.

Regiões	2015	Primeira Campanha			Segunda Campanha									
		Área	Classificação = (Toxicidade Aguda ²)			Toxicidade Crônica ¹			Toxicidade Aguda ²			Classificação		
			Pontos	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2
Litoral Norte	Pinguaba	*	*	*										
	Baía de Itaguá	*	*	*										
	Saco da Ribeira													
	Baía de Caraguatatuba	*	*	*										
	Tabatinga													
	Cocanha													
	Canal de São Sebastião	*	*	*	*			*	*		*	*		*
	C. S. Sebastião (4 e 5)	*	*											
	Barra do Una													
Baixada Santista	Rio Itaguapé	*	*	*										
	Canal da Bertioiga													
	Emissário do Guarujá													
	Emissário de Santos													
	Canal de Santos													
	Canal de São Vicente													
	Canal de Piaçaguera													
	Emissário de Praia Grande 1													
	Rio Itanhaém	*	*	*										
Rio Preto	*	*	*											
Litoral Sul	Mar Pequeno													
	Mar de Cananéia													

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

Tabela 3.5 – Classificação dos pontos monitorados na Rede Costeira de acordo com o critério microbiológico – Primeira e segunda campanhas de 2015.

Campanha 1 - 2015	1		2		3	
Ponto	coliformes termotolerantes (NMP/100g)	<i>Clostridium perfringens</i> (NMP/100g)	coliformes termotolerantes (NMP/100g)	<i>Clostridium perfringens</i> (NMP/100g)	coliformes termotolerantes (NMP/100g)	<i>Clostridium perfringens</i> (NMP/100g)
Pinguaba	18	1.300	18	400	18	1.700
Baía de Itaguá	18	3.900	18	4.900	18	7.900
Saco da Ribeira	78	700.000	20	1.300.000	20	220.000
Baía de Caraguatatuba	18	17.000	18	7.000	45	4.900
Tabatinga	18	23.000	20	13.000	18	23.000
Cocanha	61	7.900	18	13.000	18	2.200
Canal de São Sebastião	68	4.900	18	17.000	*	*
Canal de São Sebastião (ptos 4 e 5)	18	3.300	18	23.000		
Barra do Una	18	4.900	18	1.300	18	4.900
Rio Itaguapé	18	4.900	18	7.000	18	79.000
Canal da Bertioiga	790	1.700.000	330	1.300.000	490	130.000
Emissário do Guarujá	230	170.000	2.300	140.000	1.300	330.000
Emissário de Santos	1.700	230.000	7.900	28.000	330	170.000
Canal de Santos	3.300	700.000	2.200	460.000	790	170.000
Canal de São Vicente	3.300	23.000	1.300	79.000	7.900	110.000
Canal de Piaçaguera	3.300	79.000	1.300	230.000	45	790.000
Emissário de Praia Grande	45	33.000	220	110.000	1.100	22.000
Rio Itanhaém	40	2.300	130	49.000	40	330
Rio Peruíbe	68	7.900	18	13.000	330	79.000
Mar Pequeno	13.000	330.000	230	1.300.000	790	49.000
Mar de Cananéia	490	22.000	490	2.700	490	3.300
Campanha 2 - 2015	1		2		3	
Ponto	coliformes termotolerantes (NMP/100g)	<i>Clostridium perfringens</i> (NMP/100g)	coliformes termotolerantes (NMP/100g)	<i>Clostridium perfringens</i> (NMP/100g)	coliformes termotolerantes (NMP/100g)	<i>Clostridium perfringens</i> (NMP/100g)
Pinguaba	18	460	18	230	20	790
Baía de Itaguá	18	110.000	18	49.000	18	23.000
Saco da Ribeira	78	13.000	110	33.000	18	7.900
Baía de Caraguatatuba	78	13.000	230	22.000	170	13.000
Tabatinga	45	13.000	18	13.000	45	7.900
Cocanha	18	4.900	18	23.000	18	13.000
Canal de São Sebastião	18	4.900	20	4.900	18	49.000
Canal de São Sebastião (ptos 4 e 5)	20	7.900	18	17.000		
Barra do Una	20	1.300	40	790	110	9.400
Rio Itaguapé	18	110	18	330	20	940
Canal da Bertioiga	490	280.000	330	170.000	230	49.000
Emissário do Guarujá	18	33.000	1.700	230.000	310	92.000
Emissário de Santos	18	1.100.000	110	4.900.000	7.900	700.000
Canal de Santos	1.700	700.000	790	2.300.000	790	940.000
Canal de São Vicente	2.200	140.000	330	79.000	2.200	170.000
Canal de Piaçaguera	490	280.000	790	700.000	3.300	330.000
Emissário de Praia Grande	45	330.000	33.000	260.000	1.100	140.000
Rio Itanhaém	20	2.300	68	2.200	18	40
Rio Peruíbe	130	7.900	260	13.000	20	13.000
Mar Pequeno	2.800	35.000	1.300	17.000	130	130.000
Mar de Cananéia	330	13.000	18	2.600	45	17.000

* análise não realizada

Legenda:

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

3.4 Avaliação da qualidade ambiental das áreas

A seguir são discutidos os resultados de qualidade de água e sedimentos obtidos em 2015 nas 20 áreas monitoradas. As tabelas com esses resultados brutos encontram-se no Apêndice H. Salienta-se que não foi possível realizar algumas análises devido a restrições operacionais.

3.4.1 Picinguaba

Nas amostras de água de Picinguaba, de acordo com o IQAC, os pontos 2 e 3 tiveram classificação Ótima. O ponto 1 apresentou concentrações de OD abaixo do limite legal (5,32mg/L e 5,98mg/L no 1º e 2º semestres respectivamente) em amostras de fundo reduzindo sua classificação para Boa.

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

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 menor em todas as amostras no ano de 2015 em relação ao ano anterior sendo o ponto 3 o mais rico neste nutriente. No caso do NKT, observou-se o mesmo comportamento no primeiro semestre, comportamento revertido no 2º semestre possivelmente como o início das chuvas após longa estiagem. Em todos os casos o COT ficou abaixo dos limites de quantificação.

Com base no critério de classificação química dos sedimentos, os três pontos foram classificados como Ótimos. Já conforme o critério de classificação microbiológico, as densidades dos microrganismos indicadores coliformes termotolerantes e *Cl. perfringens* foram baixas e classificaram os três pontos de sedimento como Ótimos nas duas campanhas de amostragem.

Na avaliação ecotoxicológica com as amostras de sedimento dos três pontos desta região, os ensaios agudo e crônico, realizados somente na 2ª campanha, indicaram qualidade Ótima para esse ambiente (Tabela 3.5).

Gráfico 3.1 – Concentração de fósforo total nos sedimentos de Picinguaba nas duas campanhas de 2015.

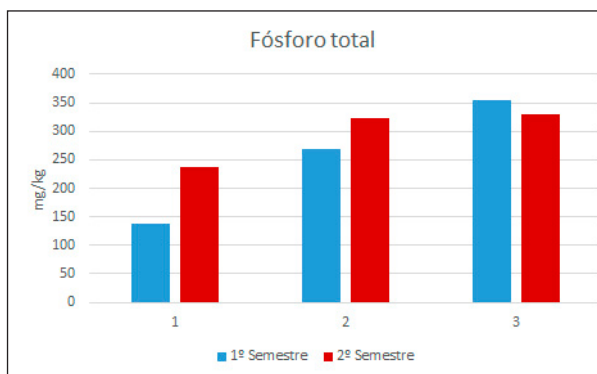
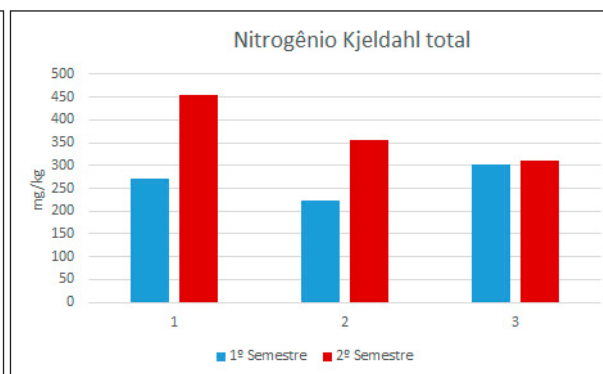


Gráfico 3.2 – Concentração de nitrogênio kjeldahl total (NKT) nos sedimentos de Picinguaba nas duas campanhas de 2015.



3.4.2 Baía de Itaguá

Na Baía de Itaguá foram detectadas concentrações de oxigênio dissolvido abaixo de 6,0 mg/L no ponto 1 em uma ocasião e no ponto 2 em duas ocasiões, todos muito próximos do referido limite. No entanto sua qualidade foi reduzida a Boa com estes eventos. O ponto 3 foi classificado como Ótimo.

As concentrações de clorofila *a* (Tabela 3.2) foram ligeiramente maiores na 1ª campanha, com os dois pontos classificados como Mesotróficos (1 e 2) e um (3) como Oligotrófico, com a média indicando condição Mesotrófica para o local. Na 2ª campanha as amostras indicaram condição Oligotrófica para os três pontos. Pela média anual das duas campanhas este local foi classificado, segundo o IETC, como Oligotrófico, apesar do valor obtido ser muito próximo ao limite máximo dessa condição, a Baía de Itaguá exibiu ligeira melhora em relação ao ano anterior.

Os sedimentos de todos os pontos foram predominantemente arenosos com presença um pouco maior de silte no 2º semestre (próximo aos 35%) a exceção do ponto 3 que se manteve eminentemente arenoso. 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 ultrapassando a marca de 2000 mg/kg (Gráficos 3.3 e 3.4), reflexo de uma maior contribuição de material continental na área. Óleo e graxas foram detectados novamente em quatro amostras dos pontos 1 e 2 (ambos os semestres sendo o máximo de 840 mg/kg no ponto 1, primeiro semestre). Foi detectado Fluoranteno no ponto 1 e 2 no 2º semestre muito próximos ao limite de quantificação do método analítico. Com base no critério de classificação química dos sedimentos, os pontos 1 e 3 foram classificados como Ótimos. Uma ocorrência de cobre no ponto 2 ligeiramente acima dos padrões de referência no primeiro semestre tornou sua classificação Boa.

Conforme o critério de classificação microbiológico, todos os pontos foram considerados Ótimos nas duas campanhas, com base nos coliformes termotolerantes. Considerando o indicador *Cl. perfringens*, todos os pontos foram classificados Ótimos na 1ª campanha. No 2º semestre, o ponto 1 foi classificado como Ruim e os pontos 2 e 3 como Bons.

Na avaliação ecotoxicológica com as amostras de sedimento dos três pontos desta região, os ensaios agudo e crônico, realizados somente na 2ª campanha, indicaram qualidade Ótima para esse ambiente (Tabela 3.5), embora tenha sido observada a presença de As acima do ISQG nos pontos 1 e 2, conforme anteriormente mencionado.

Gráfico 3.3 – Concentração de fósforo total nos sedimentos da Baía de Itaguá nas duas campanhas de 2015.

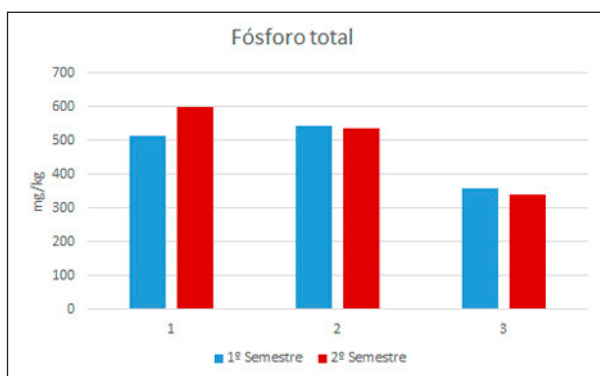
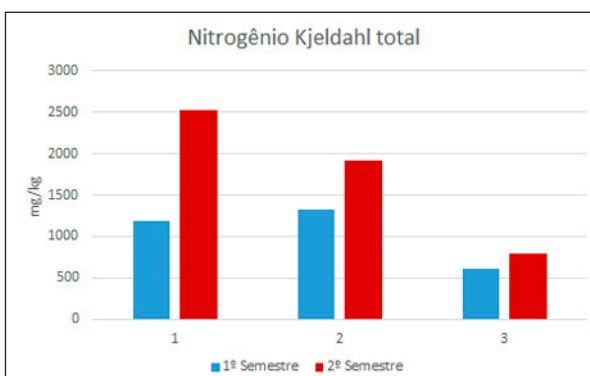


Gráfico 3.4 – Concentração de nitrogênio Kjeldahl total (NKT) nos sedimentos da Baía de Itaguá nas duas campanhas de 2015.



3.4.3 Saco da Ribeira

No Saco da Ribeira foi observado que um conjunto de fatores afetou a qualidade da área. O OD apresentou valores ligeiramente inferiores ao limite legal quanto a COT e Clorofila *a* apresentaram alguns valores superiores aos padrões de referência, tudo de forma distribuída. Destaca-se os valores altos de clorofila no ponto 2 (alguns excedendo 4 µg/L) e classificando-o como Regular enquanto os demais foram Bons pelo IQAC.

As concentrações de clorofila *a* (Tabela 3.2) na primeira campanha foram ligeiramente maiores, com dois pontos classificados como Eutróficos (pontos 1 e 2) e um como Mesotrófico (ponto 3) com a média indicando condição Eutrófica para o local. Já na 2ª campanha os valores foram menores, com todos os pontos indicando condição Mesotrófica, sugerindo uma pequena melhora na qualidade da água em relação à eutrofização. Pela média anual das duas campanhas este local foi classificado como Mesotrófico, apesar do valor obtido ser muito próximo ao limite máximo dessa condição, o Saco da Ribeira exibiu melhora em relação ao ano anterior.

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 tende 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 várias ocorrências (Gráficos 3.5 e 3.6) 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 53,2 a 256 mg/kg, significativamente acima da faixa observada no ano anterior. Da mesma forma o zinco apresentou duas amostras com concentrações acima dos valores de referência. O chumbo apresentou duas ocorrências ligeiramente acima do ISQG, aparentemente pontuais no primeiro semestre. Os metais são associados às atividades das marinas assim como a presença de óleos e graxas, notadamente ausentes no ano de 2014, mas que aparecem no ponto 2 em ambos os semestres em baixa concentração. Foram detectados HPAs no 1º semestre em concentração próxima ao limite de quantificação (Fluoranteno e Benzo(a)pireno). Com base no critério de classificação química dos sedimentos, os pontos 1 e 3 foram classificados como Bons enquanto o ponto 2 ficou classificado como Ruim devido às altas concentrações de cobre.

Quanto ao aspecto microbiológico, todos os pontos nas duas campanhas foram classificados como Ótimos para coliformes termotolerantes. Já para *Cl. perfringens*, no 1º semestre dois pontos foram classificados como Péssimos e um como Ruim. Destaca-se que a amostra do ponto 2 apresentou ordem de grandeza de 10⁶ NMP/100g. No 2º semestre dois pontos foram classificados como Bons e um como Ótimo, evidenciando melhora na qualidade microbiológica.

A avaliação ecotoxicológica, realizada na 1ª campanha como ensaio agudo, indicou qualidade Ótima para os três pontos, apesar da presença de alguns metais acima do ISQG, especialmente o cobre acima do PEL no ponto 2, que provavelmente não estava disponível para provocar efeito tóxico aos organismos-teste.

No 2º semestre verificou-se qualidade Ruim nos pontos 1 e 2, que também apresentaram concentrações de As, Pb e Zn acima do ISQG, mencionadas anteriormente, provavelmente relacionadas com a toxicidade observada. Por outro lado o ponto 3 neste ensaio assim como os três pontos no ensaio crônico não apresentaram efeito tóxico apesar da presença dos metais citados.

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

Gráfico 3.5 – Concentração de fósforo total nos sedimentos do Saco da Ribeira nas duas campanhas de 2015.

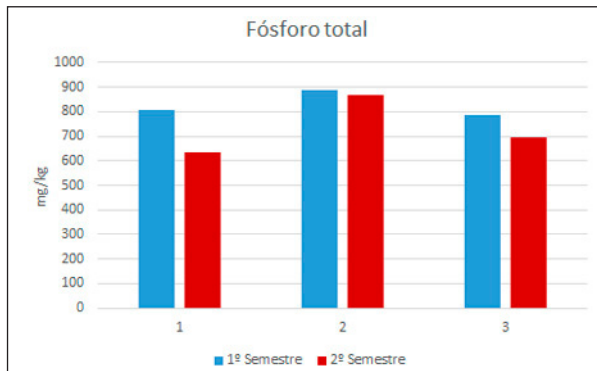


Gráfico 3.6 – Concentração de nitrogênio Kjeldahl total (NKT) nos sedimentos do Saco da Ribeira nas duas campanhas de 2015.

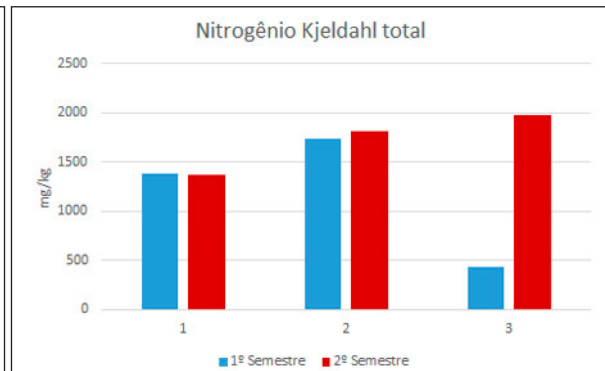
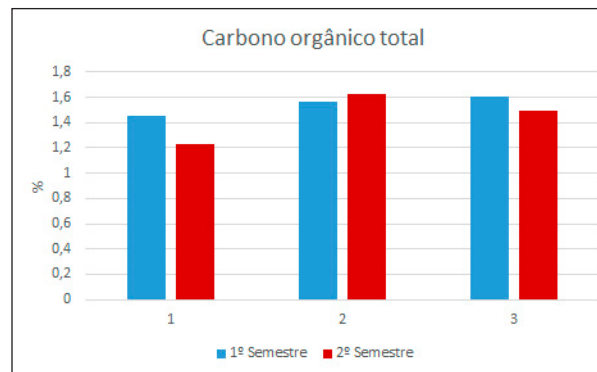


Gráfico 3.7 – Concentração de carbono orgânico total (COT) nos sedimentos do Saco da Ribeira nas duas campanhas de 2015.



3.4.4 Baía de Caraguatatuba

Na Baía de Caraguatatuba houve apenas um registro de não conformidade de ODem 2015 na amostra de fundo do ponto 2 no 1º semestre. Com relação ao IQAC todos os pontos foram classificados como Ótimos à exceção do ponto 2 devido a esta ocorrência.

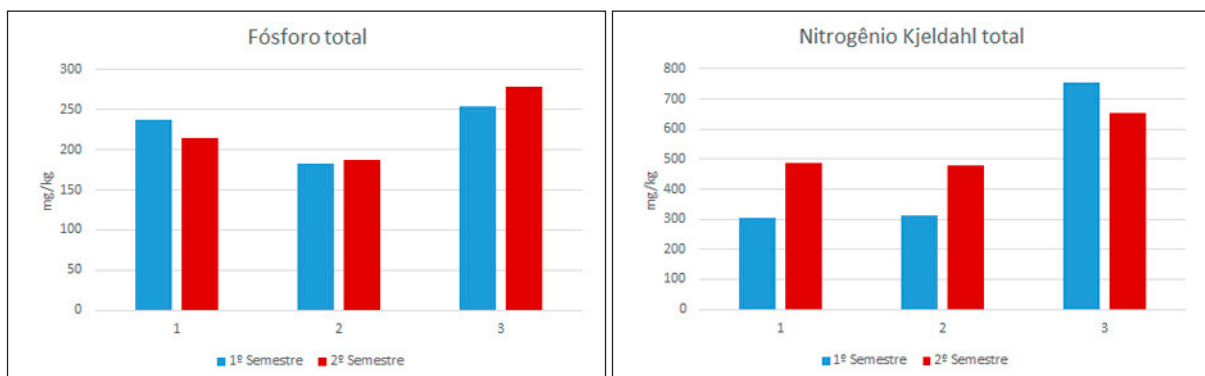
As concentrações de clorofila *a* (Tabela 3.2) foram maiores na primeira campanha variando entre as classificações Oligotrófica (ponto 2) e Mesotrófica (pontos 1 e 3), exibindo como média da campanha a condição Mesotrófica. Já na 2ª campanha, observou-se uma ligeira melhora na qualidade da água, com classificações Oligotrófica (pontos 1 e 2) e Mesotrófica (ponto 3). Pela média das duas campanhas este local foi classificado, segundo o IETC, como Oligotrófico, porém com valor muito próximo do limite máximo dessa classe e similar ao ano anterior.

No que se refere ao sedimento, as análises granulométricas apontaram sedimento arenoso. Observaram-se valores negativos de potencial redox indicando ambiente redutor com decomposição anaeróbia de matéria orgânica apesar da ausência de concentrações de nutrientes elevadas (gráficos 3.8 e 3.9). 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 todos os pontos foram classificados como Ótimos, para os coliformes termotolerantes, exceção feita ao ponto 2, 2ª campanha, que foi classificado como Bom. Para *Cl. perfringens*, no primeiro semestre, o ponto 1 foi classificado como Bom e os pontos 2 e 3 como Ótimos. No 2º semestre, os 3 pontos foram classificados como Bons.

Os ensaios ecotoxicológicos foram realizados apenas na 2ª campanha de amostragem. Os ensaios agudos com as amostras de sedimento provenientes dos três pontos, bem como o ponto 2 no ensaio crônico apresentaram qualidade Ótima. Por outro lado, neste último ensaio, os pontos 1 e 3 indicaram qualidade Regular (Tabela 3.5). Neste caso, provavelmente outras substâncias não analisadas nas amostras ou mesmo sua interação, provocaram toxicidade observada nos pontos 1 e 3, uma vez que dentre as analisadas com critérios estabelecidos não se observou nenhuma desconformidade.

Gráfico 3.8 – Concentração de fósforo total nos sedimentos da Baía de Caraguatatuba nas duas campanhas de 2015. **Gráfico 3.9** – Concentração de nitrogênio (NKT) nos sedimentos da Baía de Caraguatatuba nas duas campanhas de 2015.



3.4.5 Tabatinga

Em Tabatinga foram observadas ocorrências sistemáticas de clorofila acima dos valores orientadores em todos os pontos no primeiro semestre. Não houve alterações significativas na qualidade da água no 2º semestre. Desta forma, conforme o IQAC, os três pontos foram classificados como Bons.

Quanto ao aspecto microbiológico, as concentrações de coliformes termotolerantes e enterococos foram baixas em ambas as campanhas, exceção feita à amostra do ponto 3 (superfície) que apresentou 580 UFC/100 mL de Enterococos coincidentemente o mesmo do ano anterior.

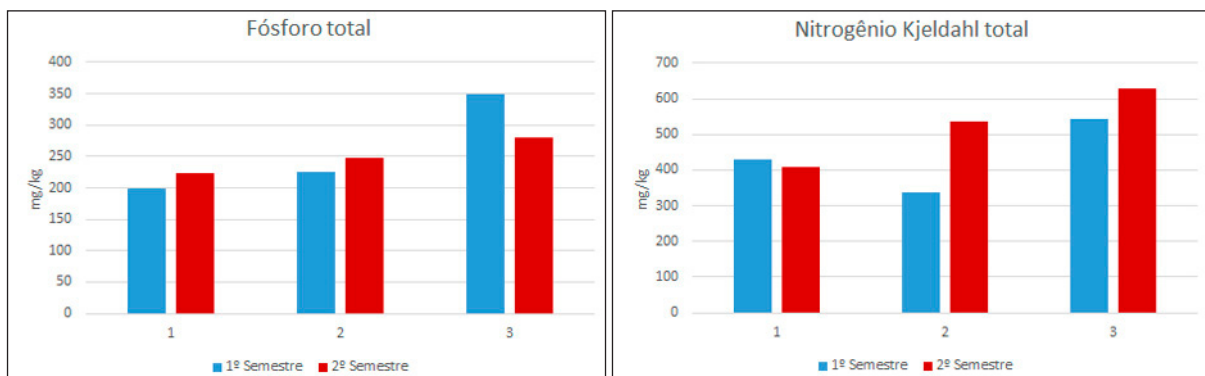
Quanto às condições físicas (Tabela 3.2.), na 1ª campanha foram observadas as maiores concentrações de clorofila *a* em todos os pontos avaliados que resultou na condição Eutrófica. Já na 2ª campanha, com valores menores, todos os pontos foram classificados como Mesotróficos. Pela média anual das duas campanhas, o local foi classificado como Mesotrófico, com valor próximo ao limite máximo dessa classe. Comparado ao ano anterior, em relação à eutrofização, Tabatinga exibiu uma piora na qualidade da água.

O sedimento de Tabatinga apresentou-se predominantemente arenoso com valores de potencial redox negativos indicando ambiente redutor. As concentrações de nutrientes em geral estão dentro do esperado para a região (Gráficos 3.10 e 3.11). Com base no critério de classificação química dos sedimentos, 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 coliformes termotolerantes. Para *Cl. perfringens* todos os pontos foram classificados como Bons, exceção feita ao ponto 3, 2º semestre, que foi classificado como Ótimo.

Com relação aos ensaios ecotoxicológicos com as amostras do sedimento nas duas campanhas de amostragem, tanto o ensaio crônico como o agudo indicaram a Boa qualidade do sedimento da região, que foi classificado como Ótimo (Tabela 3.5).

Gráfico 3.10 – Concentração de fósforo total nos sedimentos de Tabatinga nas duas campanhas de 2015. Gráfico 3.11 – Concentração de nitrogênio (NKT) nos sedimentos de Tabatinga nas duas campanhas de 2015.



3.4.6 Cocanha

Na Cocanha os três pontos foram classificados como Bons de acordo com o IQAC, entretanto, foram observadas ocorrências de Clorofila a acima dos valores orientadores em todos os pontos e algumas concentrações de enterococos acima de 100 UFC/100 mL.

As concentrações de clorofila a (Tabela 3.2) foram maiores na 1ª campanha com classificações variando entre Mesotrófica (ponto 1) e Eutrófica (pontos 2 e 3), exibindo como resultado final da campanha a condição Eutrófica. Já na 2ª campanha, observou-se um melhora na qualidade da água, com a maioria das amostras indicando baixa trofia, e pela média da campanha o local exibiu condição Oligotrófica. Pela média das duas campanhas o local foi classificado, segundo o IETC, como Mesotrófico. Foi observada que em relação ao ano anterior houve uma piora quanto à condição trófica.

A análise granulométrica indicou sedimento predominantemente arenoso seguido do silte, com destaque para o ponto 2 que apresentou maior porcentagem de fração, o que pode explicar o potencial redox negativo (ambiente redutor). No 2º semestre o ponto 1 apresentou maior concentração de fósforo e NKT (Gráficos 3.12 e 3.13). Esse fato pode estar associado a algum evento, não sendo possível inferir as possíveis causas já que os indicadores biológicos não acompanharam a elevação de concentração. Com base no critério de classificação química dos sedimentos, 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 coliformes termotolerantes. Para *Cl. perfringens*, os pontos foram classificados como Ótimos e Bons.

Na avaliação ecotoxicológica, da 1ª campanha, observou-se qualidade Ótima para o ensaio agudo nos três pontos amostrais. Neste mesmo ensaio realizado na 2ª campanha observou-se qualidade Ruim no ponto 1, Péssima no ponto 2 e Ótima no ponto 3. Por outro lado, verificou-se qualidade Ótima para os três pontos no ensaio crônico apesar da presença de As (ponto 1) e de amônia não ionizada nos pontos 1 e 2 (0,05 e 0,06 mg/L, respectivamente) em concentrações consideradas como provável interferente em ensaios de *L. variegatus* com amostras de sedimento (Tabela 3.5).

Gráfico 3.12 – Concentração de fósforo total nos sedimentos de Cocanha nas duas campanhas de 2015.

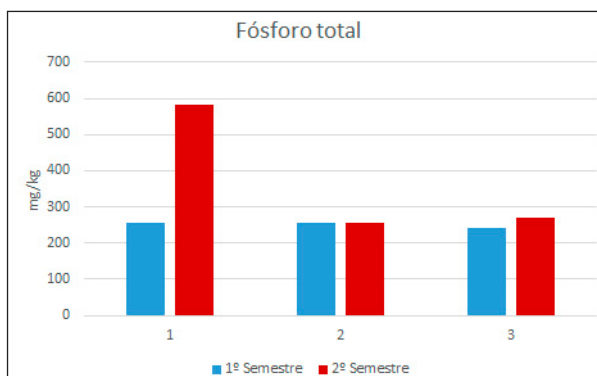
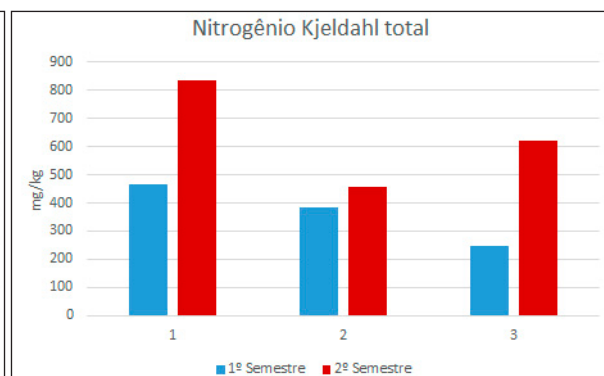


Gráfico 3.13 – Concentração de nitrogênio (NKT) nos sedimentos de Cocanha nas duas campanhas de 2015.



3.4.7 Canal de São Sebastião

No Canal de São Sebastião nota-se uma concentração muito baixa de OD na amostra de fundo do ponto 3 (2,59 mg/L). A grande profundidade pode ser um dos fatores que ocasionou este valor. Além disso, neste mesmo ponto apresentou valores superiores aos orientadores de Clorofila *a*. Já o ponto 5 apresentou concentrações de COT acima de 8 mg/L na superfície e no meio da coluna, ocorrências aparentemente pontuais. De acordo com o IQAC, os pontos 2 e 5 foram classificados como Bons (devido aos resultados de OD, clorofila e COT) e os pontos 1, 3 e 4 foram classificados como Ótimos.

As concentrações de clorofila *a* (Tabela 3.2.) foram maiores na 1ª campanha com a maioria das amostras média indicando condição Mesotrófica. Já na 2ª campanha, o ambiente exibiu uma melhora na qualidade da água com a maioria das amostras e a média classificadas como Oligotróficas. Pela média das duas campanhas, para os cinco pontos amostrados, essa região mostra um ambiente em processo de eutrofização classificado, como Mesotrófico, exibindo piora em relação ao ano anterior.

A granulometria do sedimento pode variar devido às fortes correntes típicas do canal que dificultam o lançamento da dragagem. Desta forma, em alguns casos a embarcação foi deslocada para mais próximo do lado continental do canal onde há mais deposição de sedimentos em consequência das correntes mais fracas. Esta medida reduz os eventos nos quais não é possível coletar sedimentos devido à corrente ou à presença de rochas maiores na área. À exceção do ponto 2, observou-se predominância da fração mais grossa sem, no entanto, que se possa ignorar as demais frações. Em todos os casos a fração de areia se situou entre 50 a 60%. Os pontos apresentaram variações espaciais e sazonais em suas composições granulométricas, reflexo da hidrodinâmica complexa e até mesmo do deslocamento de embarcações de grande porte.

Os valores de potencial redox foram negativos, indicando ambiente redutor. As concentrações de fósforo em geral foram ligeiramente menores que em 2014. As concentrações de nutrientes apresentaram valores de NKT acima dos 1.500 mg/kg em ambas as campanhas do ponto 2 situado próximo ao píer da Transpetro (Gráficos 3.14 a 1.16). É necessário verificar se não se tratada de uma tendência dada a presença de um emissário submarino da empresa no local. Com base no critério de classificação química dos sedimentos, todos os pontos foram classificados como Ótimos.

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

Nessa região os ensaios ecotoxicológicos foram realizados somente na 2ª campanha nos pontos 2, 4 e 5. Os resultados do ensaio agudo indicaram ausência de efeitos tóxicos no sedimento nos três pontos, tendo sido classificados na faixa de qualidade Ótima. Por outro lado, no ensaio crônico, o sedimento dos pontos 2 e 4 foram classificados como Regular e o ponto 5 como Bom. Com o teste de substâncias analisadas, exceto pela presença de Asacido do ISQG no ponto 2 e, para as quais existem critérios, os mesmos foram atendidos, provavelmente outras substâncias não analisadas na amostra, ou mesmo sua interação, provocaram toxicidade observada nesse ensaio.

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

Gráfico 3.14 – Concentração de fósforo total nos sedimentos do Canal de São Sebastião nas duas campanhas de 2015.

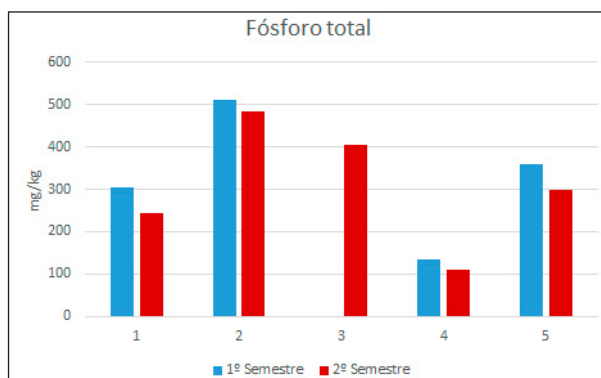


Gráfico 3.15 – Concentração de nitrogênio Kjeldahl total (NKT) nos sedimentos do Canal de São Sebastião nas duas campanhas de 2015.

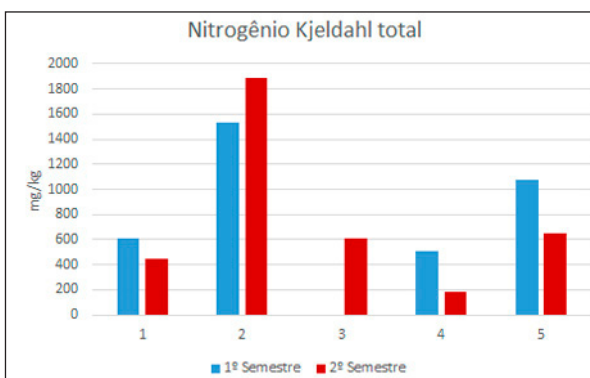
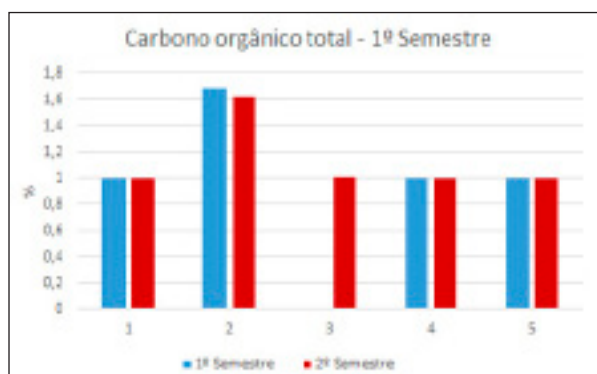


Gráfico 3.16 – Concentração de carbono orgânico total nos sedimentos do Canal de São Sebastião nas duas campanhas de 2015.



3.4.8 Barra do Una

Nas águas da Barra do Una observou-se baixas concentrações de OD no fundo nos pontos 2 e 3 além de ocorrências de clorofila *a* acima dos valores de referência incluindo o ponto 1. Não houve ocorrência de nutrientes acima dos padrões legais este ano o que confirma a suspeita que os valores de 2014 foram relacionados a algum evento pontual, sem consequências no longo prazo. Desta forma, os três pontos foram classificados como Bons segundo o IQAC.

Quanto às condições tróficas, observou-se que as concentrações de clorofila *a* foram menores na 1ª campanha, na qual todos os pontos indicaram um ambiente com baixa trofia, ou seja, Oligotrófico. Na 2ª campanha houve um aumento nas concentrações de clorofila *a* indicando uma piora na qualidade da água com classificação entre Mesotrófica a Eutrófica, pela média desta campanha, esse local foi classificado como Eutrófico. As médias anuais das duas campanhas indicaram condição Mesotrófica para o local exibindo uma melhora em relação ao ano anterior (Tabela 3.2).

Em relação à qualidade dos sedimentos, a análise granulométrica indicou sedimento eminentemente arenoso com baixas concentrações de nutrientes (Gráficos 3.17 e 3.18). Os valores de potencial redox foram levemente negativos em sua maioria. Com base no critério de classificação química dos sedimentos, os pontos 2 e 3 foram classificados como Ótimos enquanto o ponto 1 foi classificado como Bom devido a uma ocorrência de cromoligeiramente acima dos valores orientadores. Conforme o critério microbiológico, os três pontos amostrados foram classificados como Ótimos considerando os dois indicadores de poluição fecal.

Na avaliação ecotoxicológica o ensaio agudo, realizado no 1º semestre indicou qualidade Péssima para o ponto 1 e Ruim nos pontos 2 e 3, sendo que o Cr foi detectado em concentração acima do ISQG apenas no ponto 1. Provavelmente outras substâncias não analisadas nas amostras dos pontos 2 e 3 ou mesmo sua interação, provocaram toxicidade observada, uma vez que dentre as analisadas com critérios estabelecidos não se observou nenhuma desconformidade.

Já no 2º semestre, os resultados desse ensaio indicaram sedimento de melhor qualidade, uma vez que todos os pontos receberam classificação Ótima, apesar da presença de Cromo acima do ISQG no ponto 1. Por outro lado, no ensaio crônico a amostra do ponto 1 foi classificada como Regular e as demais receberam classificação Ótima.

Gráfico 3.17 – Concentração de fósforo total nos sedimentos de Barra do Una nas duas campanhas de 2015.

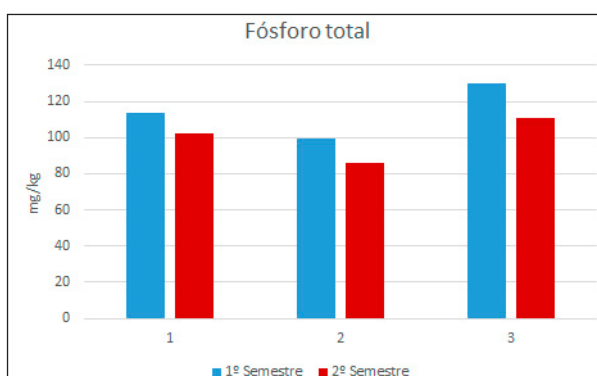
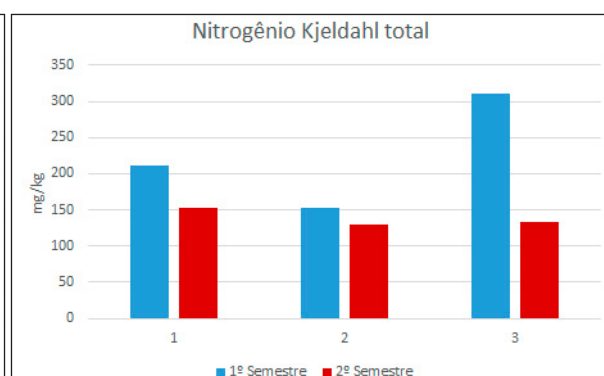


Gráfico 3.18 – Concentração de nitrogênio kjeldahl total (NKT) nos sedimentos de Barra do Una nas duas campanhas de 2015.



3.4.9 Área de influência do Rio Itaguapé

No Rio Itaguapé foram verificadas alterações de OD em várias amostras de água o que levou a classificação de todos os pontos, conforme o IQAC, como Bom. Todos os resultados estavam próximos ao limite legal de 6,0 mg/L. Além disso houve duas ocorrências de Clorofila *a* acima dos valores de referência.

As concentrações de clorofila *a* (Tabela 3.2.) foram menores na 1ª campanha com o grau de trofia variando de Oligotrófico (ponto 1) a Mesotrófico (pontos 2 e 3), com a média para a campanha indicando condição Mesotrófica. Na 2ª campanha todos os pontos exibiram condição Eutrófica, sugerindo uma piora na qualidade da água. Pela média das duas campanhas se tem localmente mostrado como ambiente em processo de eutrofização, classificado, segundo o IETC, como Mesotrófico condição similar ao ano anterior.

Com relação aos sedimentos, o potencial redox dos três pontos é positivo ou ligeiramente negativo, com granulometria predominantemente arenosa. Verificou-se a presença um pouco elevada tanto de fósforo quanto de NKT na 1ª campanha do ponto 3, aparentemente uma ocorrência pontual (Gráficos 3.19 e 3.20). Conforme observado, as ocorrências de metais observadas em 2014 foram atípicas e não se repetiram em 2015. Com base no critério de classificação química dos sedimentos, os três pontos foram classificados como Ótimos.

Com base no critério microbiológico, todos os pontos foram classificados como Ótimos para coliformes termotolerantes. Para *Cl. perfringens* o cenário foi igual, exceto para o ponto 3, no 1º semestre, que foi classificado como Regular.

Com relação aos ensaios ecotoxicológicos do sedimento realizados apenas na 2ª campanha, tanto o ensaio crônico como o agudo indicaram a Boa qualidade do sedimento da região, que foi classificado como Ótimo (Tabela 3.5).

Gráfico 3.19 – Concentração de fósforo total nos sedimentos da área de influência do Rio Itaguapé nas duas campanhas de 2015.

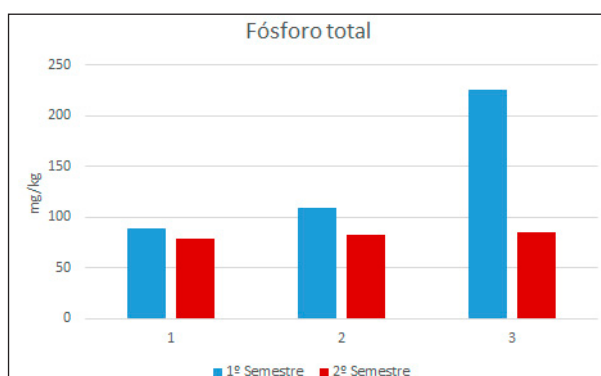
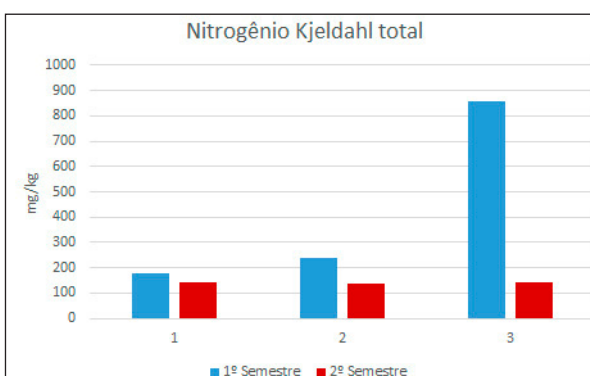


Gráfico 3.20 – Concentração de nitrogênio (NKT) nos sedimentos da área de influência do Rio Itaguapé nas duas campanhas de 2015.



3.4.10 Canal da Bertioga

No Canal de Bertioga observou-se depleção dos níveis de oxigênio dissolvido em todos os pontos no 1º semestre, e no ponto 1 no 2º semestre. Observou-se que o boro ultrapassou o limite legal (0,5 mg/L) em todas as amostras de forma significativa chegando a 3,99 mg/L no ponto 3 sendo que, em nenhum caso sua concentração ficou abaixo de 2 mg/L. No 2º semestre não foram realizadas análises de metais mas os resultados históricos mostram que se trata de um problema recorrente. As concentrações dos indicadores de poluição fecal foram baixas em todas as amostras.

Em todos os pontos foram detectadas altas concentrações de nutrientes (COT, fósforo e nitrogênio amoniacal) em muitas amostras. Apesar das ocorrências observadas, apenas o ponto 1 foi classificado como Ruim de acordo com o IQAC. Os demais pontos foram Regulares.

Quanto à condição trófica, as concentrações de clorofila *a* (Tabela 3.2) na 1ª campanha indicaram classificações entre Oligotrófica (ponto 3) a Mesotrófica (pontos 1 e 2) com média para esta campanha como Mesotrófica para este local. Já na 2ª campanha todos os pontos se a média indicaram condição Mesotrófica. Pela média anual das duas campanhas este local foi classificado, segundo o IETC, como Mesotrófico, indicando uma melhora em relação ao ano anterior.

Os sedimentos do ponto 1, localizado no Largo do Candinho que tem influência do estuário de Santos, apresentaram granulometria fina com maior fração de silte enquanto, que ponto 3, próximo ao rio Itapanhaú e ao mar na boca leste do canal, e submetido a correntes mais intensas apresenta granulometria 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 negativos nas duas campanhas indicando decomposição anaeróbia de matéria orgânica nos pontos 1 e 2, já o ponto 3 apresentou resultados significativamente menores (numericamente), mas ainda negativos. Quanto aos nutrientes, foi possível observar concentrações elevadas de fósforo, NKT e COT nos pontos 1 e 2 (Gráficos 3.21, 3.22 e 3.23) no 1º semestre. Não é possível inferir porque a concentração foi muito menor no 2º semestre em alguns casos. Com base no critério de classificação química dos sedimentos, os pontos 2 e 3 foram classificados como Ótimo e o ponto 1 como Bom devido à presença de cromo. Alguns poucos HPAs foram quantificados muito próximos ao limite de quantificação novamente evidenciando que a área parece estar passando por um processo gradativo de recuperação em relação a contaminantes químicos.

Considerando o critério microbiológico, as densidades de coliformes termotolerantes classificaram os pontos com Bons, exceto o ponto 1, na 1ª campanha, que foi classificado como Regular. Quanto ao *Cl. perfringens*, os pontos foram classificados como Ruins e Péssimos, apenas o ponto 3, na 2ª campanha, foi classificado como Bom. Vale ressaltar que as amostras dos pontos classificadas como Péssimas alcançaram valores da ordem de 10^6 NMP/100g.

Os ensaios agudos realizados nas duas campanhas de amostragem de sedimento indicaram qualidade Ótima para os três pontos analisados, apesar da presença de cobre, zinco e fluoranteno no ponto 3 e de arsênio nos três pontos, provavelmente não disponíveis para causar efeitos tóxicos sobre os organismos-teste.

O ensaio crônico, realizado na 2ª campanha, apresentou qualidade Ótima para o sedimento do ponto 3, Regular no ponto 1 e Bo no ponto 2, destacando-se a presença de Pb no ponto 1 e As nos dois pontos em concentrações superiores aos limites do ISQG (Tabela 3.5).

Salienta-se que as amostras dos pontos 1 e 2 também apresentaram 0,05 mg/L de amônia não ionizada. Apesar desta concentração ser considerada um provável interferente em ensaios de sedimento com *L. variegatus*, neste caso esta variável deve ser avaliada como um possível contaminante decorrente das características dessa região descritas acima.

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

Gráfico 3.21 – Concentração de fósforo total nos sedimentos do Canal da Bertioiga nas duas campanhas de 2015.

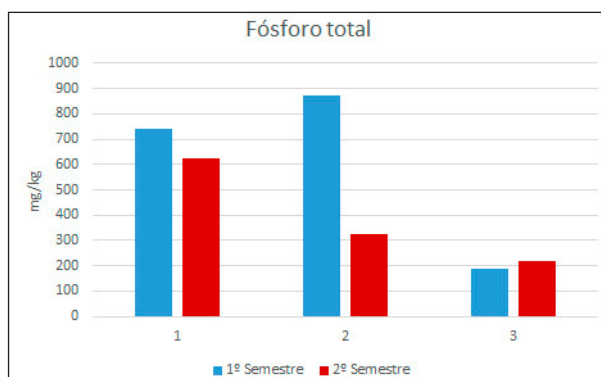


Gráfico 3.22 – Concentração de nitrogênio (NKT) nos sedimentos do Canal da Bertioiga nas duas campanhas em 2015.

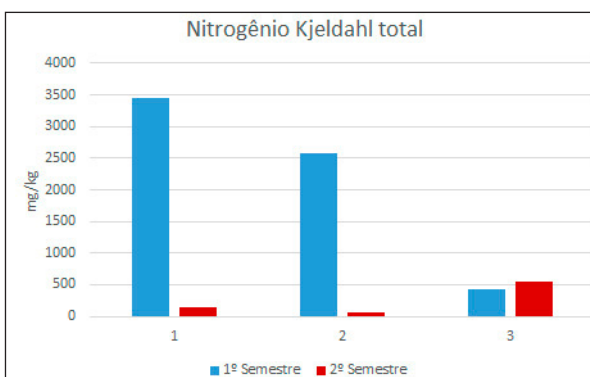
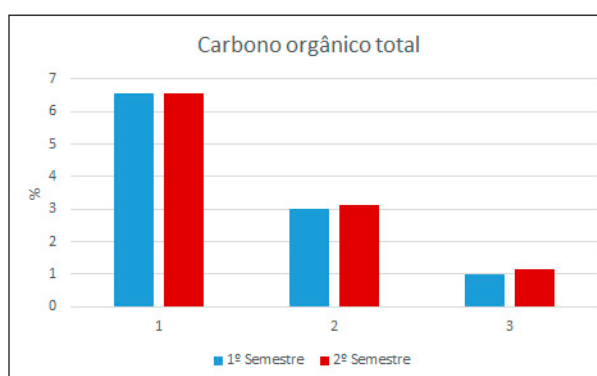


Gráfico 3.23 – Concentração de carbono orgânico total (COT) nos sedimentos do Canal da Bertioiga nas duas campanhas realizadas em 2015.



3.4.11 Canal de Piaçaguera

O canal de Piaçaguera (agora com 3 pontos de amostragem) é bastante influenciado por atividades industriais presentes na região, além de outras que no passado ainda não eram devidamente reguladas do ponto de vista ambiental. Dessa forma, apresenta alterações, em especial no sedimento. 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 na maioria dos pontos;
- Boro total em todas as amostras;
- Fósforo total em todas as amostras;
- Nitrogênio amoniacal e Nitrato praticamente em todas as amostras;

Desta forma, de acordo com o IQAC, todos os pontos obtiveram a classificação Ruim.

Nos pontos 1 e 2, as concentrações de clorofila *a* (Tabela 3.2) nas duas campanhas indicaram condição Mesotrófica, e no ponto 3 Oligotrófico. A classificação pela média das campanhas foi Mesotrófico na 1ª e Oligotrófico na 2ª. Na média anual, ficou classificado como ambiente Mesotrófico, exibindo uma melhora em relação ao ano anterior.

Já o sedimento apresentou diversas ocorrências de substâncias que excederam os valores de referência. Embora sua granulometria tenha se apresentado mais grossa este ano, a fração de finos ainda é significativa mesmo sem ultrapassar os 50%, contribuindo para o acúmulo de nutrientes, resultando em potenciais redox bastante negativos em geral. O canal apresentou alta 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 do 1º semestre significativamente maiores do que no 2º.

Quase todos os metais apresentaram concentrações ligeiramente superiores ao ISQG à exceção do cádmio e com destaque para o zinco que afetou significativamente a qualidade no ponto 1. Óleo e graxas apresentaram concentrações altas, por vezes superando os 200 mg/kg no ponto 2 (Gráficos 3.24 a 3.26). Os HPAs foram detectados sistematicamente nos pontos do canal com destaque para o ponto 1 onde superaram os valores de referência de ISQG (efeito limiar), uma melhora em relação aos anos anteriores, nos quais foram superados os valores de TEL (efeito severo). Dentre os HPAs, o Benzo(a)pireno foi o que apresentou as maiores concentrações.

Salienta-se que os valores observados 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 suspendendo substâncias dispostas em épocas em que não havia controle ambiental rigoroso que voltam a se depositar nas camadas superficiais. Verifica-se que, conforme é depositado o sedimento no local as atividades de dragagem de manutenção removem o sedimento histórico mais contaminado a ocorrência de contaminantes químicos diminui. Desta forma, com base nos critérios de classificação química do sedimento o ponto 1 foi classificado como Regular e os pontos 2 e 3 (antigo ponto 3 do Canal de Santos) foram classificados como Bons.

Com base no critério microbiológico, considerando o grupo dos coliformes termotolerantes, na 1ª campanha, os pontos 1 e 2 foram classificados como Ruins e o 3 como Ótimo. Na 2ª campanha os pontos foram classificados como Bom, Regular e Ruim, respectivamente. As densidades de *Cl. perfringens* classificaram as amostras como Ruins e Péssimas, exceto o ponto 1, 1ª campanha, que foi classificado como Regular.

Com relação à avaliação ecotoxicológica das amostras de sedimento do Canal de Piaçaguera, os ensaios realizados na 1ª campanha (agudo) e na 2ª campanha (agudo e crônico) indicaram qualidade Ótima (Tabela 3.5). Apesar da diversidade de HPAs e metais acima do ISQG nas duas campanhas, esses contaminantes não estavam biodisponíveis para causar efeito tóxico aos organismos teste.

Devido aos vários contaminantes presentes em níveis de concentrações observados, 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.

Gráfico 3.24 – Concentração de fósforo total nos sedimentos do Canal de Piaçaguera nas duas campanhas de 2015.

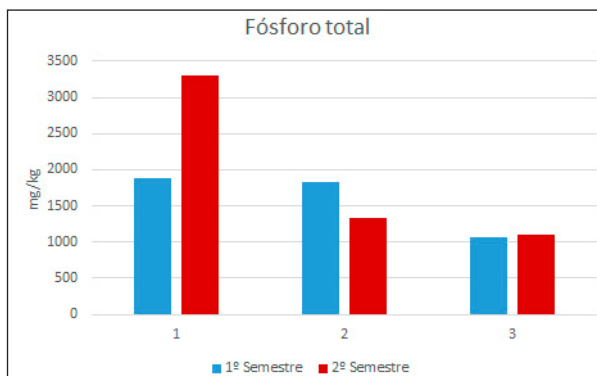


Gráfico 3.25 – Concentração de nitrogênio (NKT) nos sedimentos do Canal de Piaçaguera nas duas campanhas de 2015.

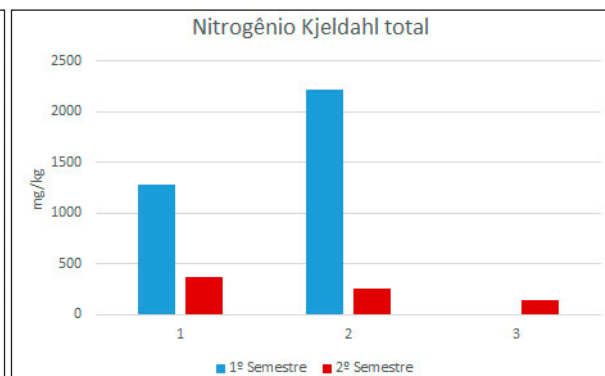
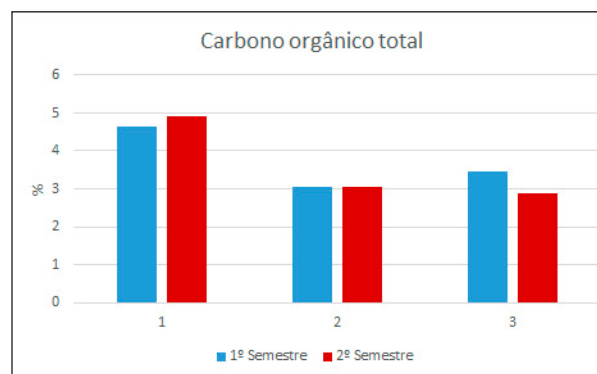


Gráfico 3.26 – Concentração de carbono orgânico total (COT) nos sedimentos do Canal de Piaçaguera nas duas campanhas de 2015.



3.4.12 Área de influência do emissário do Guarujá

Na 1ª campanha, a amostra do ponto 2 (superfície) apresentou concentração de coliformes termotolerantes acima de 1.000 UFC/100 mL e de enterococos acima de 100 UFC/100 mL. Na 2ª campanha, foi identificado um valor muito agudo de COT no mesmo ponto. Dada a amplitude do valor e o comportamento histórico não pode ser descartado um possível erro analítico ou uma situação aguda atípica. O ponto 2 acabou sendo classificado como Regular devido a este resultado. Outras ocorrências esporádicas de concentrações de O₂ e Clorofila *a* em desacordo com os padrões orientadores fizeram com que os demais pontos fossem classificados como Bons segundo o IQAC.

Quanto à eutrofização, as concentrações de clorofila *a* (Tabela 3.2) nas duas campanhas indicaram condições Mesotróficas, com exceção do ponto 3 na 1ª campanha classificado como Eutrófico. Assim pela média anual das duas campanhas, o local foi classificado como Mesotrófico, exibindo uma pequena melhora em relação ao ano anterior.

Com relação aos sedimentos 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 3.27 e 3.28).

Conforme os critérios de classificação química do sedimento, todos os pontos foram classificados como ótimos.

Com relação ao critério microbiológico, as densidades de coliformes termotolerantes classificaram o ponto 1 como Bom e os pontos 2 e 3 como Ruins, na 1ª campanha. Na 2ª campanha os pontos foram classificados como Ótimo, Ruim Bom, respectivamente. As densidades de *Cl. perfringens* classificaram as três amostras da 1ª campanha como Ruins e na 2ª campanha como Boa, Ruim e Regular, respectivamente.

Com relação à avaliação ecotoxicológica das amostras do sedimento dessa região, os ensaios agudos realizados nas duas campanhas indicaram qualidade Ótima (Tabela 3.5). Por outro lado, o ensaio crônico realizado na 2ª campanha indicou qualidade Ótima (ponto 1), Ruim (ponto 2) e Regular (ponto 3). Como dentre as substâncias analisadas, para as quais existem critérios, os mesmos foram atendidos, exceto para o As (ponto 3), provavelmente outras substâncias não analisadas na amostra ou mesmo sua interação, provocaram a toxicidade observada no ensaio crônico.

Gráfico 3.27 – Concentração de fósforo total nos sedimentos da área de influência do Emissário do Guarujá nas duas campanhas de 2015.

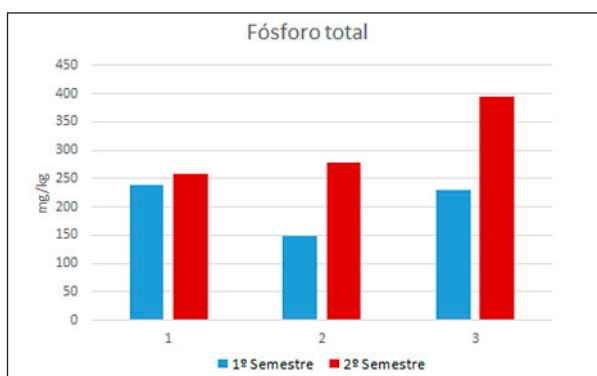
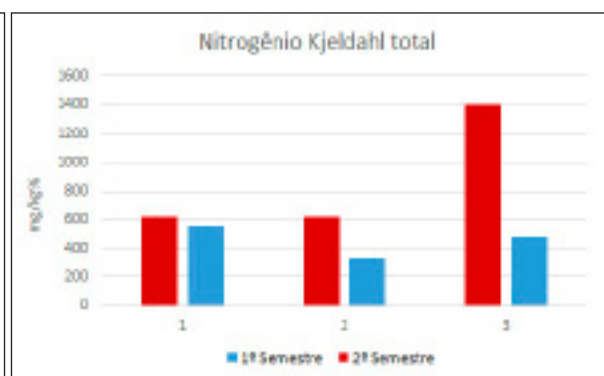


Gráfico 3.28 – Concentração de nitrogênio kjeldahl total nos sedimentos da área de influência do Emissário do Guarujá nas duas campanhas de 2015.



3.4.13 Área de influência do emissário de Santos

Na área de influência do Emissário Submarino de Santos detectaram-se níveis de oxigênio dissolvido abaixo do padrão legal nos três pontos nas amostras de fundo em ambos os semestres nas amostras de meio no 1º semestre. 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 e a concentração de Clorofila *a*, indicador de eutrofização, ultrapassou os valores orientadores em algumas ocasiões chegando a 30,59 µg/L no ponto 2, no 1º semestre. Estes valores extremamente altos se repetiram em todos os pontos no 1º semestre. Verificou-se não conformidade nos dois indicadores biológicos (coliformes Termotolerantes e Enterococos) nos pontos 2 e 3 em ambos os semestres das 18 amostras para cada indicador, as concentrações de coliformes termotolerantes foram superiores a 1.000 UFC/100 mL em quatro amostras e de enterococos superaram 100 UFC/100 mL em cinco amostras. Os pontos da área foram classificados, do 1 ao 3 em Regular, Péssimo e Ruim segundo o IQAC.

Quanto ao Índice de Estado Trófico Costeiro – IETC (Tabela 3.2), na 1ª campanha todos os três pontos indicaram condição Supereutrófica. Já na 2ª campanha, os pontos 1 e 2 classificaram-se como Eutróficos e o ponto 3 como Supereutrófico, e, pela média da campanha, o local foi classificado como Eutrófico. Pela média anual das duas campanhas, este local exibe indicadores de um ambiente extremamente eutrofizado classificado, segundo o IETC como Supereutrófico. Os valores extremamente elevados de clorofila *a* na 1ª campanha realizada em fevereiro, podem estar relacionados principalmente ao período de maior aporte de turistas a essa região. Comparado ao ano anterior, foi observada uma piora significativa em relação à eutrofização neste local.

Com relação aos sedimentos, predomina a granulometria arenosa, com a maioria dos valores entre 70 e 80%. A concentração de nutrientes também foi alta para o NKT, e significativamente maiores em relação ao ano anterior (Gráficos 3.29 e 3.30). Contudo, o fósforo manteve a tendência de declínio, evidenciando os benefícios da eliminação do componente em alguns produtos de limpeza há alguns anos. 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 (Fluoranteno), próximo 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.

Considerando o critério microbiológico, as densidades de coliformes termotolerantes classificaramos pontos 1 e 2 como Ruins e do ponto 3 como Bom, no 1º semestre. No 2º semestre as amostras dos pontos 1 e 2 foram classificadas como Ótimas e do ponto 3 como Ruim. Quanto ao *C. perfringens*, as amostras foram classificadas como Ruins e Péssimas, exceto o ponto 2 que foi classificado como Bom na 1ª campanha. Duas amostras classificadas como Péssimas alcançaram a ordem de 10⁶ NMP/100g.

Na avaliação ecotoxicológica do sedimento dessa região, os ensaios agudos realizados nas duas campanhas indicaram qualidade Ótima, embora tenha sido verificada a presença de As acima do ISQG no ponto 3, 1ª campanha.

Por outro lado, o ensaio crônico realizado na 2ª campanha indicou qualidade Péssima nos 3 pontos. (Tabela 3.5). Nessas amostras foram encontradas concentrações de amônia não ionizada (0,08 mg/L nos pontos 1 e 3 e 0,07 mg/L no ponto 2) acima do limite de sensibilidade estabelecido para *L. 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 pode ser avaliada como um possível contaminante, em função da composição dos efluentes domésticos na região.

A ocorrência de concentrações de HPAs mesmo abaixo do ISQG, mas muito próximos desse limite, além de metais observados no monitoramento a partir de 2010, pode causar efeitos subletais e, ao longo do tempo, provocar problemas nas comunidades existentes na região. Devido a isso, em caso de movimentação da camada de sedimento, a sua ressuspensão poderá aumentar a probabilidade de ocorrência de efeitos deletérios nas comunidades biológicas.

Gráfico 3.29 – Concentração de fósforo total nos sedimentos da área de influência do Emissário de Santos nas duas campanhas de 2015.

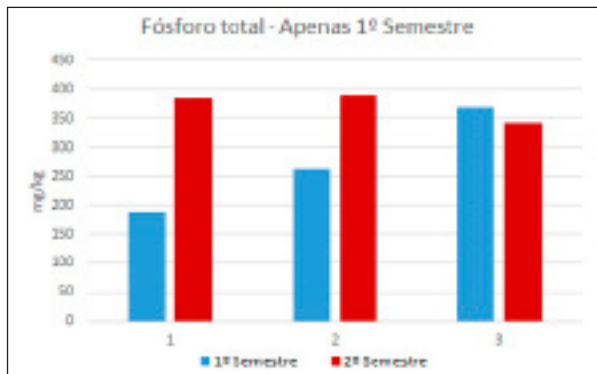


Gráfico 3.30 – Concentração de nitrogênio kjeldahl total nos sedimentos da área de influência do Emissário de Santos nas duas campanhas de 2015.

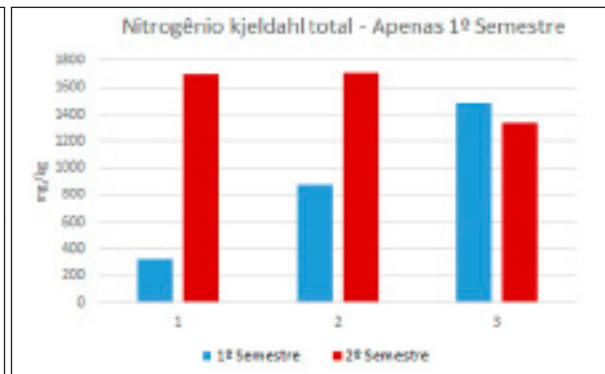
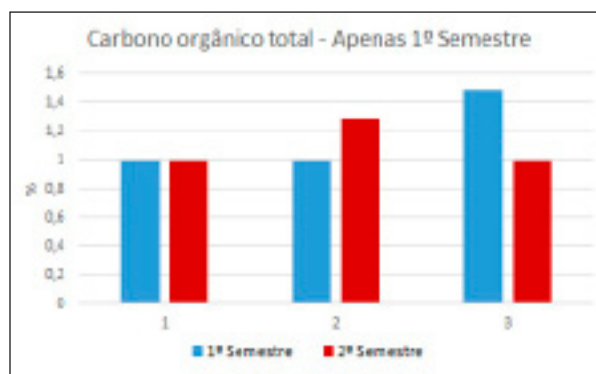


Gráfico 3.31 – Concentração de carbono orgânico total (COT) nos sedimentos da área de influência do Emissário de Santos nas duas campanhas de 2015.



3.4.14 Canal de Santos

Nas águas do Canal de Santos detectou-se depleção dos níveis de oxigênio dissolvido nos três pontos na superfície, meio e no fundo, no primeiro semestre. Já no 2º semestre as ocorrências foram esporádicas. As análises de metais foram realizadas apenas no primeiro semestre sendo que apenas o bor 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. Quanto ao aspecto microbiológico, considerando as duas campanhas de amostragem e 18 amostras para cada indicador, as concentrações de coliformes termotolerantes ultrapassaram 1.000 UFC/100 mL em quatro amostras. Concentrações acima de 100 UFC/100 mL de enterococos foram detectadas em seis amostras. Conforme o IQAC, todos os pontos foram classificados como Regulares, uma melhora expressiva em relação ao seu histórico.

As concentrações de clorofila *a* (Tabela 3.2) foram similares em ambas as campanhas, com a maioria das amostras indicando condição Oligotrófica, com exceção do ponto 3 na 1ª campanha e ponto 1 na 2ª campanha classificados como Mesotróficos. A média das campanhas e a média anual indicaram que este local, segundo o IETC, encontra-se em condições de baixa trofia, classificado como Oligotrófico, exibindo uma melhora significativa em relação ao ano anterior.

Os sedimentos de todos os pontos apresentaram granulometria eminentemente fina (acima de 50% de finos) com maior peso da fração de argila. Os pontos 1 e 2 apresentaram frações de materiais mais grossos mais elevadas do que os demais por estarem em pontos de trânsito de embarcações e de maior influência das correntes de forma que a variabilidade de sua granulometria tende a ser maior. 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 1.000 mg/kg e 500 mg/kg respectivamente mas menores do que no ano anterior. Os demais nutrientes também apresentam concentrações elevadas, em especial do COT que excedeu os 3% em algumas ocasiões (Gráficos 3.32 e 3.33).

No aspecto microbiológico, as densidades de coliformes termotolerantes classificaram as amostras como Regulares e Ruins. Quanto ao *Cl. perfringens*, as amostras foram classificadas como Ruins e Péssimas. Ressalta-se que a amostra do ponto 2, na 2ª campanha, teve densidade que alcançou a grandeza de 10^6 NMP/100g.

Na avaliação ecotoxicológica, o sedimento da região do Canal de Santos não apresentou toxicidade aguda nas duas campanhas de amostragem para os três pontos analisados, bem como o ensaio crônico, realizado apenas na 2ª amostragem. Todas as amostras foram classificadas na faixa de qualidade Ótima, apesar da presença de metais e diversos HPAs nos pontos 2 e 3 acima do ISQG, já mencionados anteriormente. Além desses contaminantes também se observou presença de amônia (0,05 mg/L) no ponto 2, em concentração considerada como provável interferente em ensaios com sedimento para o organismo teste *Lytechinus variegatus*. Apesar de todas essas considerações, a ausência de toxicidade indicou que provavelmente não estavam biodisponíveis para causar efeito tóxico nos organismos teste.

A fragilidade dessa região se verifica pela ocorrência de concentrações de HPAs mesmo abaixo do ISQG, mas muito próximos desse limite, além de metais observados no monitoramento a partir de 2010, que podem causar efeitos subletais aos organismos existentes na região. Dessa forma, devido ao histórico de contaminação dessa região, a movimentação da camada de sedimento do Canal de Santos, com sua ressuspensão, deve ser criteriosamente avaliada, pois pode aumentar a probabilidade de ocorrência de efeitos deletérios nas comunidades biológicas.

Gráfico 3.32 – Concentração de fósforo total (mg/kg) nos sedimentos do Canal de Santos nas duas campanhas de 2015.

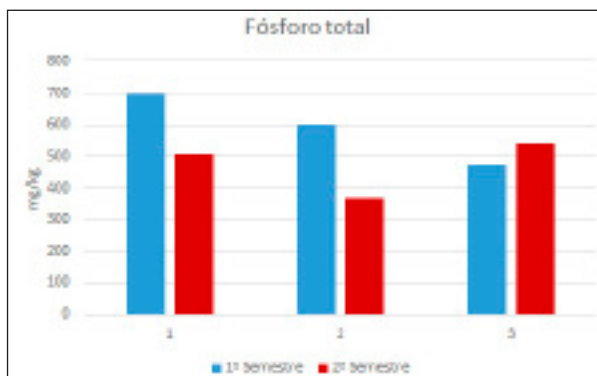


Gráfico 3.33 – Concentração de nitrogênio (NKT) nos sedimentos do Canal de Santos nas duas campanhas de 2015.

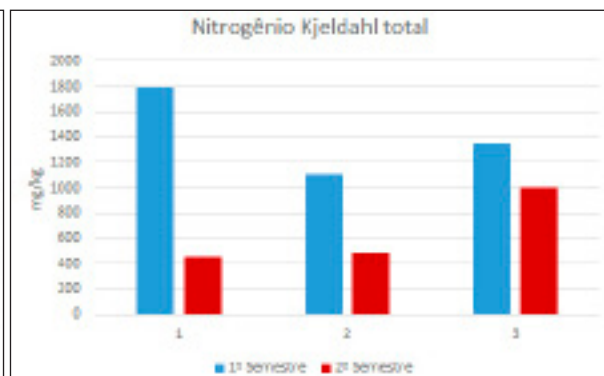
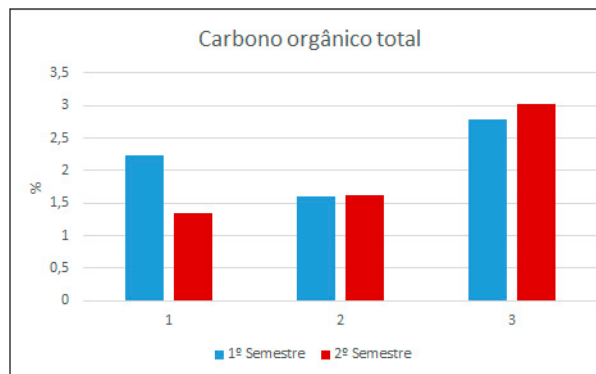


Gráfico 3.34 – Concentração de carbono orgânico total (COT) nos sedimentos do Canal de Santos nas duas campanhas de 2015.



Observou-se que as concentrações de cobre total excederam o ISQG no ponto 2 no 2º semestre. No mesmo período, diversos HPAs excederam este valor orientador no mesmo local com destaque para o Fenantreno que chegou a 295 µg/kg. Com base no critério de classificação química dos sedimentos os pontos 1 e 3 foram classificados como Bons e o ponto 2 como Regular.

3.4.15 Canal de São Vicente

O Canal de São Vicente apresentou concentrações de OD inferiores ao padrão em todas as amostras do primeiro semestre e em todas as amostras dos pontos 2 e 3 no 2º 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 em praticamente todas as amostras, COT em quase a totalidade das amostras no primeiro semestre. Para cada indicador microbiológico foram analisadas 18 amostras, considerando as duas campanhas de amostragem. Para coliformes termotolerantes, 10 amostras superaram 1.000 UFC/100 mL e para enterococos 17 amostras superaram 100 UFC/100 mL. De acordo com o IQAC, o ponto 1 foi classificado como Ruim e os pontos 2 e 3 foram classificados como Péssimos.

As concentrações de clorofila *a* (Tabela 3.2) foram ligeiramente menores na 1ª campanha, porém de acordo com a média de ambas as campanhas e pela média anual, o local foi classificado como Mesotrófico. Comparado ao ano anterior, o Canal de São Vicente, exibiu melhora significativa.

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. O ponto 3 apresentou as maiores concentrações de nutrientes como o NKT próximo a 2.000 mg/kg e fósforo com mais de 1.000 mg/kg no 2º semestre (Gráficos 3.35 e 3.36). 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 2ª campanha quantificou-se chumbo, cobre e cromo ligeiramente acima do ISQG. Nota-se que os resultados deste ano foram significativamente melhores do que no ano anterior corroborando a justificativa apresentada no relatório anterior de que as altas concentrações observadas naquele ano se tratavam de ocorrências isoladas.

Com base no critério microbiológico, as densidades de coliformes termotolerantes classificaram as amostras como Ruins, exceto o ponto 2, na 2ª campanha, que foi classificado como Bom. Com relação ao *Cl. perfringens*, as amostras foram classificadas como Regulares e Ruins, sendo o ponto 1, 1ª campanha, classificado como Bom.

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.

Na avaliação ecotoxicológica, o sedimento da região do Canal de São Vicente não apresentou toxicidade aguda nas duas campanhas de amostragem para os três pontos analisados, sendo classificados na faixa de qualidade Ótima. Essa classificação se repetiu nos ensaios crônicos para esses pontos na 2ª campanha (Tabela 3.5). Salienta-se que a presença de As, Pb, Cu e Cr no ponto 3, 2ª campanha não causaram efeito tóxico provavelmente porque não estavam biodisponíveis.

A ocorrência de concentrações de HPAs mesmo abaixo do ISQG, mas muito próximos desse limite, além de metais 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 São Vicente, com sua ressuspensão, deve ser criteriosamente avaliada, pois pode aumentar a probabilidade de ocorrência de efeitos deletérios nas comunidades biológicas.

Gráfico 3.35 – Concentração de fósforo total nos sedimentos do Canal de São Vicente nas duas campanhas de 2015.

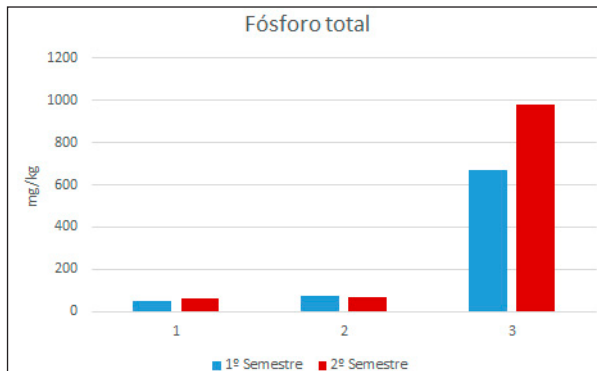


Gráfico 3.36 – Concentração de nitrogênio kjeldahl total nos sedimentos do Canal de São Vicente nas duas campanhas de 2015.

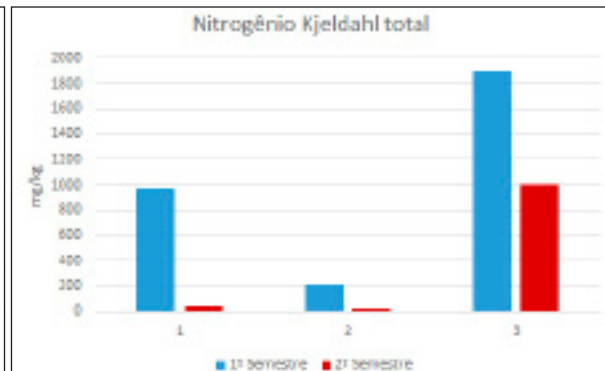
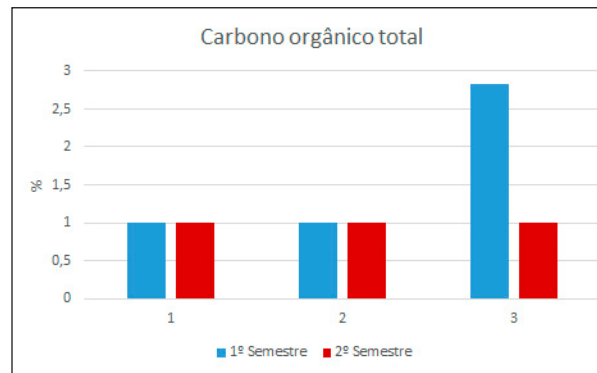


Gráfico 3.37 – Concentração de carbono orgânico total (COT) nos sedimentos do Canal de São Vicente nas duas campanhas de 2015.



3.4.16 Área de influência do emissário submarino da Praia Grande 1

OOda apresentounão conformidade em amostras de meio e de fundo em todos os pontos no primeiro semestre e apenas no ponto 3, no fundo, no 2º semestre. No conjunto de 18 amostras para cada indicador microbiológico, quatro apresentaram concentrações de coliformes termotolerantes acima de 1.000 UFC/100 mL e cinco superaram 100 UFC/100 mL para Enterococos, todas no ponto 3, influenciando negativamente em sua classificação. Assim, de acordo com o IQAC, os pontos 1 e 2 foram classificados como Bons e o ponto 3 foi classificado como Ruim.

As concentrações de clorofila *a* (Tabela 3.2) nos três pontos monitorados, exibiram valores maiores na 1ª campanha que variaram de Eutrófica (ponto 1) a Supereutrófica (pontos 2 e 3) sendo classificadas pela média da campanha em Supereutrófica. Já na 2ª campanha todos os pontos, assim como a média da campanha foram classificados como Eutróficos. Pela média anual, trata-se de um ambiente já extremamente eutrofizado classificado, segundo o IETC como Supereutrófico que exibiu uma piora quando comparado ao ano anterior.

Com relação aos sedimentos dessa área 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 (Gráficos 3.38 a 3.40). Não foram verificadas ocorrências de outras substâncias em níveis acima dos valores de referência. Desta forma, todos os pontos foram classificados como Ótimos.

Com relação ao aspecto microbiológico, as densidades de coliformes termotolerantes classificaram o sedimento do ponto 1 como Ótimo e do ponto 3 como Ruim, em ambos os semestres; com variação no ponto 2 que foi classificado como Bom e Péssimo, respectivamente. Quanto aos *Cl. perfringens* os sedimentos dos pontos 1 e 3 foram classificados como Bons na 1ª campanha e os outros foram classificadas como Ruins.

Na avaliação ecotoxicológica, o sedimento da região do emissário da Praia Grande 1 não apresentou toxicidade aguda nas duas campanhas de amostragem para os três pontos analisados, sendo classificados na faixa de qualidade Ótima. Essa classificação se repetiu nos ensaios crônicos para esses pontos na 2ª campanha (Tabela 3.5), embora tenha sido detectada a presença de As acima do ISQG no ponto 1.

Gráfico 3.38 – Concentração de fósforo total nos sedimentos da área de influência do Emissário de Praia Grande I em 2015.

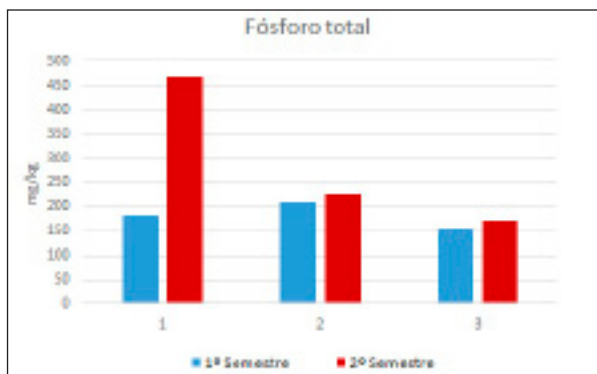


Gráfico 3.39 – Concentração de nitrogênio kjeldahl total nos sedimentos da área de influência do Emissário de Praia Grande I em 2015.

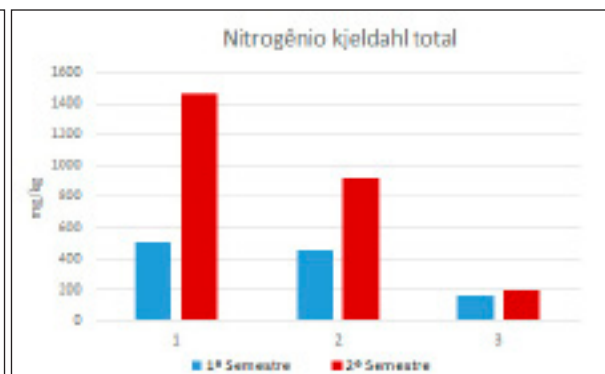
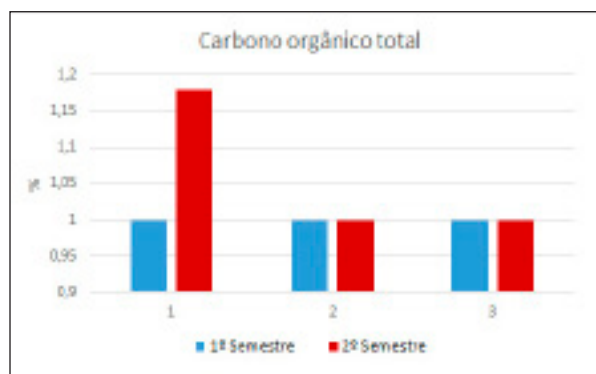


Gráfico 3.40 – Concentração de carbono orgânico total (COT) nos sedimentos da área de influência do Emissário de Praia Grande I em 2015.



3.4.17 Área de Influência do Rio Itanhaém

Na área de influência da foz do Rio Itanhaém verificou-se a ocorrência de não conformidades no OD nos pontos 1 e 2, meio, no 2º semestre. Neste mesmo semestre observou-se múltiplas ocorrências de COT. No primeiro semestre houve apenas uma ocorrência de nitrogênio nitrato ligeiramente acima dos valores orientadores. De acordo com os critérios do IQAC o ponto 1 e 2 foram classificados como Regulares enquanto o ponto 3 foi considerado Bom.

As concentrações de clorofila *a* (Tabela 3.2) foram menores na 1ª campanha classificando esse ambiente como Oligotrófico. Já na 2ª campanha, foram observadas concentrações maiores as quais variaram de Eutrófico (ponto 3) a Supereutrófico (pontos 1 e 2), com a média para a campanha indicando condição Supereutrófica. Pela média anual dos três pontos monitorados, este local exibe indicativos de um ambiente já eutrofizado classificado, como Eutrófico. Comparado ao ano anterior, esse local apresentou uma piora.

O sedimento apresentou potencial redox positivo em todos os pontos apesar da granulometria predominantemente fina verificada no ponto 2, no primeiro semestre. Em geral não foram detectadas substâncias em concentrações relevantes. Destaca-se as concentrações de NKT e fósforo para o ponto 2 na 1ª campanha, acima de 1.000 e de 400 mg/kg respectivamente, relativamente elevadas mas possíveis dada a influência do rio local e a granulometria mais fina encontrada neste ponto na campanha em questão (Gráficos 3.41 e 3.42). Com base no critério de classificação química dos sedimentos, os três pontos foram classificados como Ótimos.

Quanto ao aspecto microbiológico, as densidades de coliformes termotolerantes foram baixas, classificando as amostras como Ótimas em ambas as campanhas. Para o indicador *Cl. perfringens*, as amostras foram classificadas como Ótimas, exceto a amostra do ponto 2, 1ª campanha, que foi classificada como Boa.

Na avaliação ecotoxicológica dos sedimentos analisados apenas na 2ª campanha, os ensaios agudos apresentaram qualidade Ótima para os três pontos. Por outro lado, os ensaios crônicos indicaram qualidade Regular para esse ambiente (Tabela 3.5), sendo observadas concentrações de As acima do ISQG no ponto 2, nesta campanha. Como dentre as substâncias analisadas, para as quais existem critérios, exceto para o As no ponto 2, os mesmos foram atendidos, provavelmente outras substâncias não analisadas na amostra ou mesmo sua interação, provocaram a toxicidade observada nos pontos 1 e 3.

Gráfico 3.41 – Concentração de fósforo total nos sedimentos da área de influência do rio Itanhaém nas duas campanhas de 2015

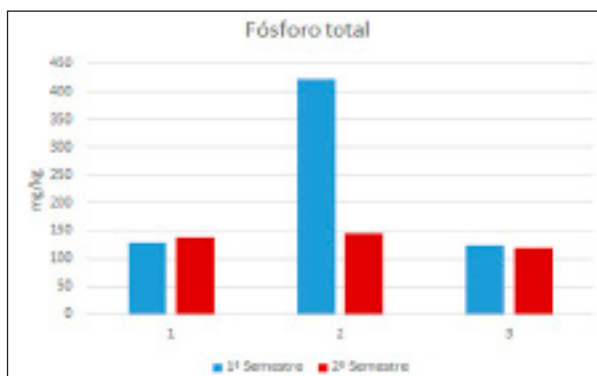
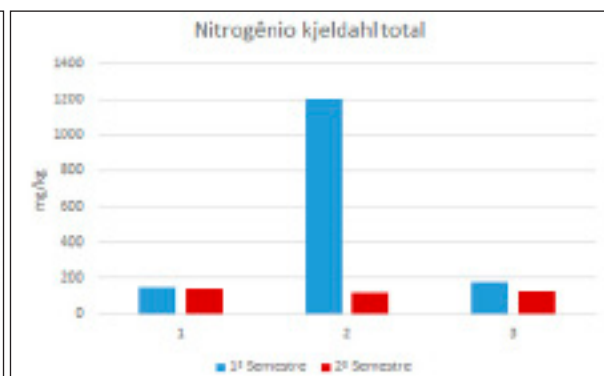


Gráfico 3.42 – Concentração de nitrogênio kjeldahl total nos sedimentos da área de influência do rio Itanhaém nas duas campanhas de 2015.



3.4.18 Área de Influência Rio Preto (Peruíbe)

A área de influência da foz do Rio Preto apresentou ocorrências de depleção de OD nas amostras de fundo dos pontos 1 e 2 no 2º semestre. Além disso, foi identificado COT acima do padrão de qualidade em todas as amostras do 2º semestre. De acordo com o IQAC, os pontos 1 e 2 foram classificados como Regulares e o ponto 3 como Bom.

As concentrações de clorofila *a* (Tabela 3.2) na 1ª campanha variaram das condições Mesotrófica a Eutrófica classificando-se pela média como Eutrófica. Na 2ª campanha variou de Oligotrófica a Eutrófica, mas com concentrações ligeiramente menores, classificando-se pela média como Mesotrófica. Pela média anual dos três pontos monitorados, este local foi classificado como Mesotrófico. Comparado ao ano anterior, este local exibiu uma melhora sutil, porém com valor muito próximo ao limite superior desta classificação.

Quanto ao sedimento, as amostras apresentaram granulometria predominantemente arenosa, exceto pelo ponto 2 no 1º semestre. O potencial redox verificado foi negativo. Destacam-se os valores elevados de NKT no 1º semestre nos pontos 1 e 2 chegando a ultrapassar os 2000mg/kg. Em geral as concentrações têm se mantido mais elevadas sem, no entanto, ultrapassar os valores de referência (Gráfico 3.43 e 3.44). Com base no critério químico dos sedimentos, os três pontos foram classificados como Ótimos.

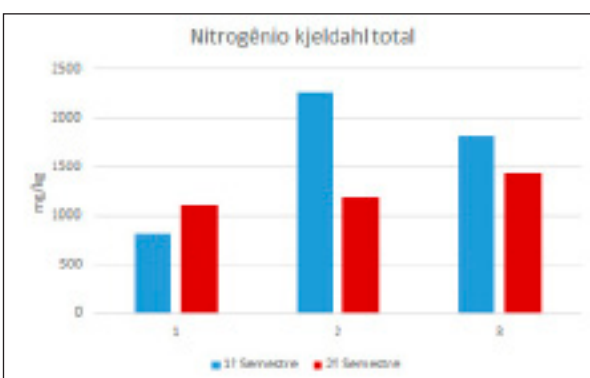
Quanto ao aspecto microbiológico, as densidades de coliformes termotolerantes foram baixas, classificando as amostras como Ótimas e Boas em ambas as campanhas. Para o indicador *Cl. perfringens*, as amostras foram classificadas como Ótimas e Boas, exceto a amostra do ponto 3, 1ª campanha, que foi classificada como Regular.

Nesta região, a avaliação ecotoxicológica do sedimento foi efetuada apenas na 2ª campanha e os ensaios agudos apresentaram qualidade Ótima para os três pontos. Por outro lado, os ensaios crônicos indicaram qualidade Regular para esse ambiente (Tabela 3.5), sendo observadas concentrações de As acima do ISQG nos pontos 1 e 3 nesta campanha.

Gráfico 3.43 – Concentração de fósforo total nos sedimentos da área de influência do Rio Preto nas duas campanhas de 2015.



Gráfico 3.44 – Concentração de nitrogênio kjeldahl total nos sedimentos da área de influência do Rio Preto nas duas campanhas de 2015.



3.4.19 Mar Pequeno

Nas águas do Mar Pequeno foram identificadas não conformidades de alguns metais cujos ensaios foram realizados apenas no 1º semestre. Novamente o alumínio dissolvido superou o padrão legal, desta vez em todas as amostras, assim como o ferro dissolvido. O fósforo total esteve acima do limite legal em apenas duas amostras este ano. Já o COT superou esses limites em todas as amostras dos pontos 1 e 3 no 1º semestre. Quanto aos indicadores de contaminação fecal, três amostras apresentaram concentrações de enterococos acima de 100 UFC/100 mL na 1ª campanha. De acordo com o IQAC, o ponto 2 foi classificado como Bom e os demais Regulares.

As concentrações de clorofila *a* (Tabela 3.2) na 1ª campanha foram menores, variando de Oligotrófico (pontos 1 e 2) a Mesotrófico (ponto 3), com a média da campanha indicando um ambiente com Boa qualidade da água, classificado como Oligotrófico. Já na 2ª campanha observou-se uma significativa piora no ambiente que variou de Eutrófico (ponto 3) a Super eutrófico (pontos 1 e 2) tendo a média da campanha classificado o local como Super eutrófico. Pela média anual dos três pontos, este local foi considerado um ambiente eutrofizado sendo classificado, como Eutrófico. Comparado ao ano anterior, este local exibiu uma piora significativa.

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 3.45 e 3.46). Com base no critério de classificação química dos sedimentos, os três pontos foram classificados como Ótimos.

Com base na poluição fecal, as densidades de coliformes termotolerantes classificaram as amostras do primeiro semestre como Péssima, Boa e Regular, respectivamente. No 2º semestre as amostras dos pontos 1 e 2 foram classificadas como Ruins e do ponto 3 como Boa. As densidades de *Cl. perfringens* classificaram as amostras do primeiro semestre como Ruim, Péssima e Boa. Já no 2º semestre as amostras dos pontos 1 e 2 foram classificadas como Boas e do ponto 3 como Ruim.

Os testes de toxicidade aguda com amostras de sedimento do Mar Pequeno, realizados na 1ª campanha, apresentaram qualidade Ótima nos pontos 1 e 2 e Péssima no ponto 3. Já na 2ª campanha observou-se uma melhor qualidade do sedimento do ponto 3, avaliado nesse tipo de ensaio, uma vez que os 3 pontos apresentaram qualidade Ótima. No ensaio crônico os pontos 1 e 3 também apresentaram qualidade Ótima enquanto o ponto 2 apresentou qualidade Regular. Salienta-se que a amostra do ponto 3 na 2ª campanha apresentou concentração de Pb acima do ISQG, provavelmente não biodisponível para causar efeito tóxico sobre os organismos-teste (Tabela 3.5).

Como dentre as substâncias analisadas, para as quais existem critérios, os mesmos foram atendidos, provavelmente outras substâncias não analisadas nas amostras ou mesmo sua interação, provocaram a toxicidade observada no ensaio agudo (ponto 3) e crônico (ponto 2).

Gráfico 3.45 – Concentração de fósforo total nos sedimentos do Mar Pequeno nas duas campanhas de 2015.

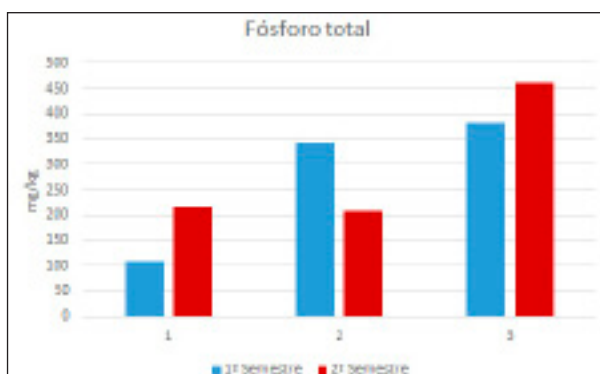
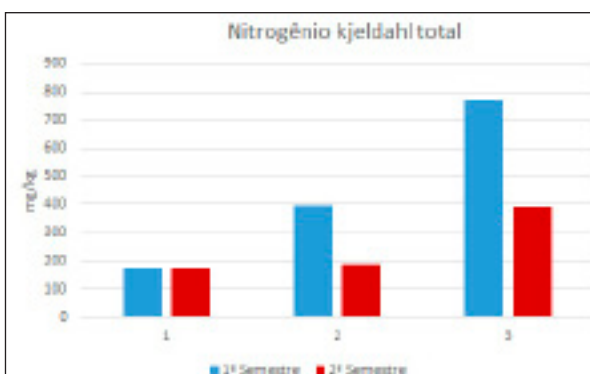


Gráfico 3.46 – Concentração de nitrogênio kjeldahl total (NKT) nos sedimentos do Mar Pequeno nas duas campanhas de 2015.



3.4.20 Mar de Cananéia

No Mar de Cananéia detectou-se boro em todas as amostras superando o padrão legal no 1º semestre, quando foram feitas as análises de metais. As concentrações de COT superaram o limite legal na maioria das amostras do 1º semestre. As concentrações dos indicadores de poluição fecal foram baixas em ambas as campanhas. Conforme o IQAC, o ponto 2 foi classificado como Regular e os demais foram classificados como Bons.

As concentrações de clorofila *a* (Tabela 3.2) na 1ª campanha foram maiores com valores variando da condição Mesotrófica (ponto 3) a Eutrófica (pontos 1 e 2), com a média para a 1ª campanha indicando condição Eutrófica. Na 2ª campanha todos os pontos e a média classificaram o local como Mesotrófico. Pela média anual, a classificação pelo IETC foi de condição Eutrófica indicativo de um ambiente já eutrofizado. Comparado ao ano anterior o Mar de Cananéia exibiu piora significativa.

Quanto aos sedimentos, a análise granulométrica indicou predominância da fração de areia. Mesmo assim, os valores de potencial redox indicam ambiente redutor com decomposição anaeróbia de matéria orgânica típica de ambientes estuarinos. Os Gráficos 3.47 e 3.48 apresentam as concentrações de nutrientes, com destaque para o valor mais elevado encontrado no 2º semestre no ponto 1. Com base no critério de classificação química dos sedimentos, os três pontos foram classificados como Ótimos.

Com base nos aspectos microbiológicos, as amostras do Mar de Cananéia foram classificadas como Ótimas e Boas tanto para coliformes termotolerantes quanto para *Cl. perfringens*, em ambos os semestres.

Na avaliação ecotoxicológica, realizada nas duas campanhas, observou-se qualidade Ótima para o ensaio agudo nos três pontos amostrais. Já no ensaio crônico realizado apenas na 2ª campanha, os pontos 1 e 3 também apresentaram qualidade Ótima enquanto o ponto 2 apresentou qualidade Regular (Tabela 3.5). Como dentre as substâncias analisadas separamos aquelas que existem critérios não foram observadas desconformidades, provavelmente outras substâncias ou mesmo sua interação, provocaram toxicidade observada no sedimento do ponto 2.

Gráfico 3.47 – Concentração de fósforo total nos sedimentos do Mar de Cananéia nas duas campanhas de 2015.

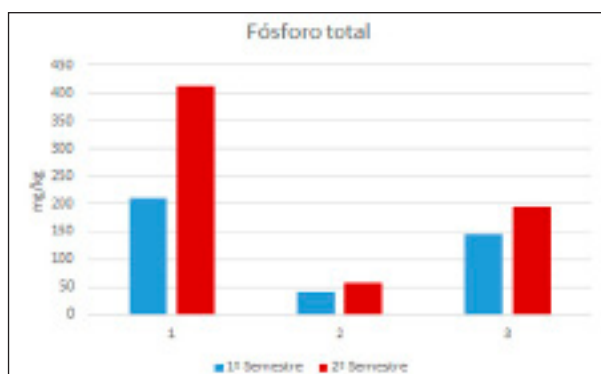


Gráfico 3.48 – Concentração de nitrogênio kjeldahl total (NKT) nos sedimentos do Mar de Cananéia nas duas campanhas de 2015.

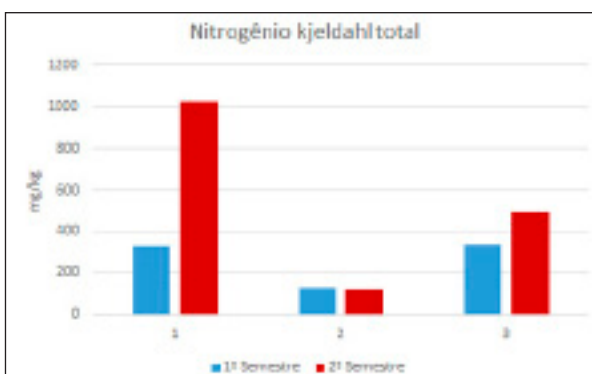
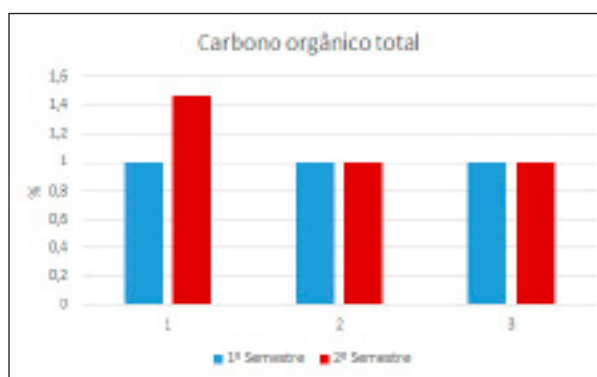


Gráfico 3.49 – Concentração de carbono orgânico total (COT) nos sedimentos do Mar de Cananéia nas duas campanhas de 2015.



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, em relação à média obtida em 2015, mostra que houve uma piora em relação ao ano anterior com diminuição das áreas classificadas como Ótima e Boa. Menos uma área ótima no litoral norte e quatro Boas na Baixada Santista e litoral sul. Também houve aumento da categoria Regular de 10% para 30%. Por outro lado, a categoria Péssima caiu de 10% para 5% ficando apenas uma, o canal de São Vicente. Os mapas 4.1, 4.2, 4.3, 4.4 e 4.5 mostram as classificações referentes ao ano de 2015. Os Gráficos 4.1 e 4.2 apresentam um resumo das classificações e seu respectivo detalhamento.

As áreas consideradas ótimas foram Picinguaba, a Baía de Caraguatatuba, e o canal de São Sebastião, todas localizadas no litoral norte. Os Gráficos 4.1, 4.2 mostram a distribuição do IQAC médio por área no litoral paulista.

Gráfico 4.1 – Distribuição Percentual da classificação das áreas pelo IQAC médio em 2015.

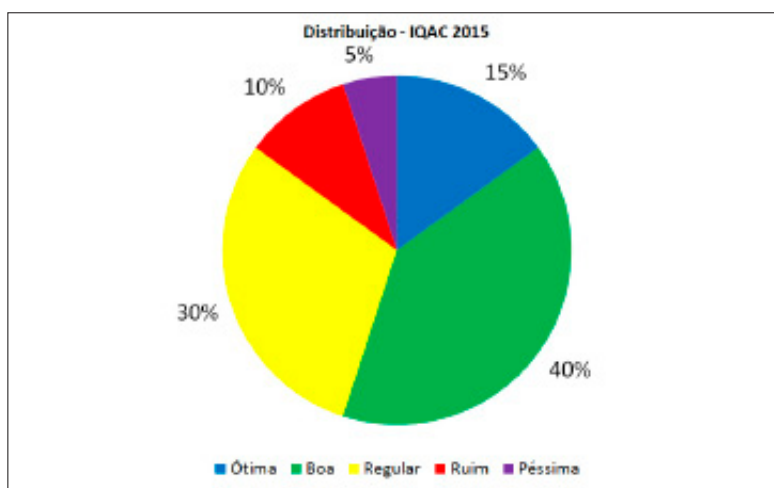
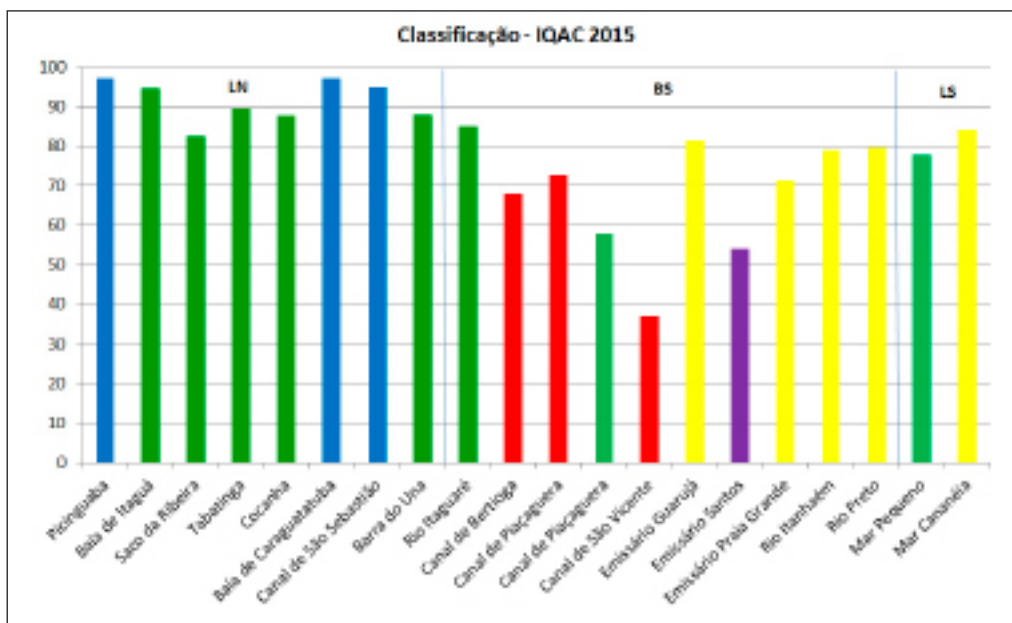
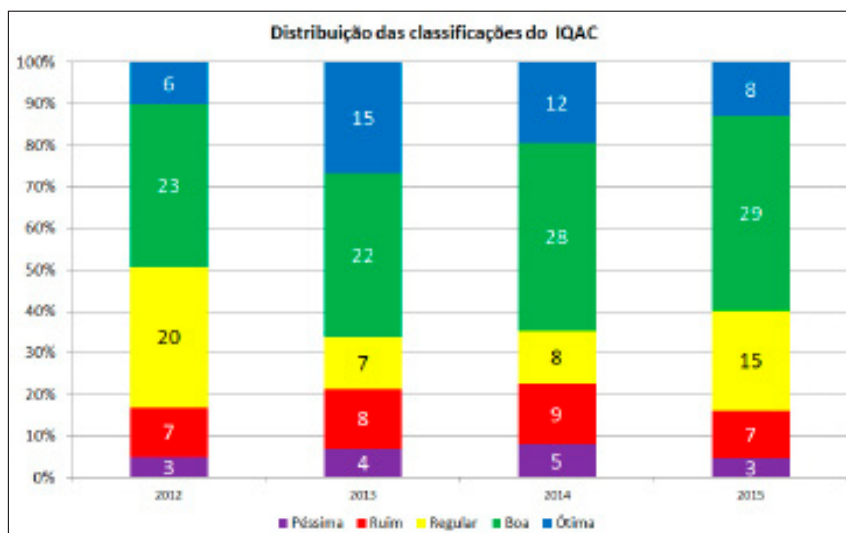


Gráfico 4.2 – Classificação média das áreas pelo IQAC em 2015.



Em outra abordagem, ao analisarmos a evolução dos índices por ponto é possível notar que, de uma forma geral, houve redução dos pontos classificados como Ótimos (de 12 para 8) e aumento dos pontos Regulares de 8 para 15. Em compensação, houve diminuição dos pontos Ruins (9 para 6) e dos pontos Péssimos (5 para 3). A categoria Boa manteve número semelhante.

Gráfico 4.3 – Evolução da proporção do IQAC dos pontos de 2012 a 2015.



Apesar da melhoria de áreas que apresentavam índices ruins, a piora de áreas como a foz dos Rios Itanhaém e Preto (Peruíbe) aliadas à perda da classificação ótima de áreas do litoral norte (Tabatinga e Cocanha) contribuíram para uma piora geral do litoral do estado. O número geral de pontos considerados ruins diminuiu, mas isto não contribuiu para elevar significativamente a média das respectivas áreas. O detalhamento histórico das áreas se encontra no Gráfico 4.4.

Algumas áreas vêm mantendo a mesma qualidade ao longo dos últimos anos, Baía de Caraguatatuba e Canal de São Sebastião como Ótimas. Barra do Una, Rio Itaguapé e emissário do Guarujá e Mar de Cananéia como Bons. Mar Pequeno como Regular e Canal de São Vicente como Péssimo (Quadro 4.1).

Quadro 4.1 – Áreas e respectivas classificações nos últimos 3 anos.

Área	Classificação nos últimos 3 anos
Baía de Caraguatatuba Canal de São Sebastião	Ótima
Saco da Ribeira, Barra do Una, Rio Itaguapé, Emissário do Guarujá, Mar de Cananéia	Bom
Mar Pequeno	Regular
Canal de São Vicente	Péssimo

Gráfico 4.4 – Evolução do IQAC médio de 2011 a 2015 nas áreas; (A) Litoral Norte, (B) Baixada Santista e (C) Litoral Sul.



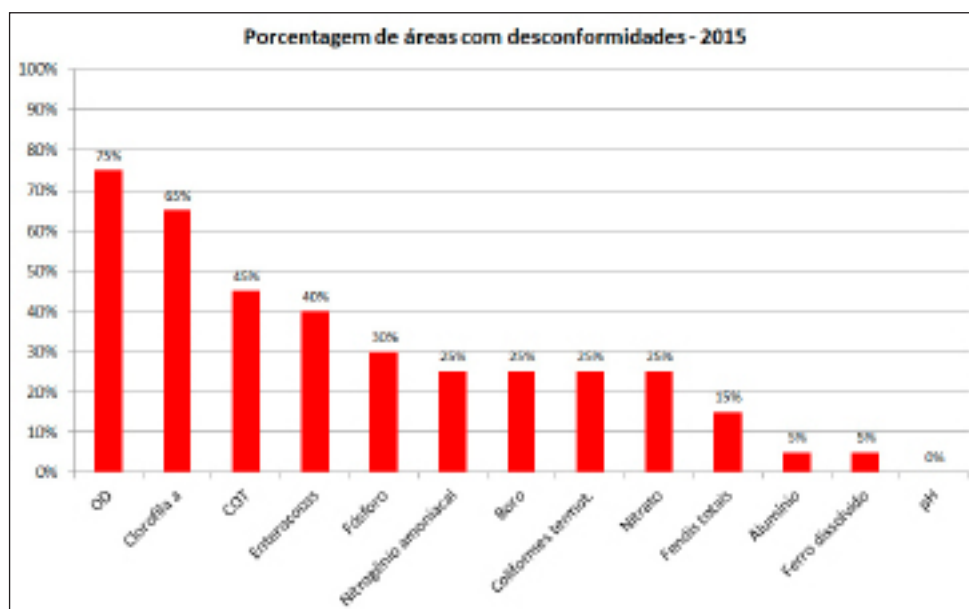
4.1.2 Atendimento aos padrões de qualidade de água

Distribuição do atendimento nas áreas monitoradas

Nota-se que em 2015 houve um aumento do número de áreas com não conformidade em relação ao OD subindo de 55% em 2014 para 75% das áreas. Nota-se que houve áreas que apresentaram apenas uma ocorrência, geralmente nas amostras de fundo. Os demais parâmetros ou mantiveram as porcentagens dos anos anteriores ou apresentaram melhora com destaque ao Nitrogênio Amônia, para o qual a porcentagem de área com essa não conformidade caiu de 40% para 20% revertendo o aumento do ano anterior (Gráfico 4.5).

Como já observado anteriormente, as áreas estuarinas da Baixada Santista dominam as estatísticas de não conformidade (Gráfico 4.6).

Gráfico 4.5 – Porcentagem de áreas avaliadas que apresentaram não conformidade por variável em 2015.

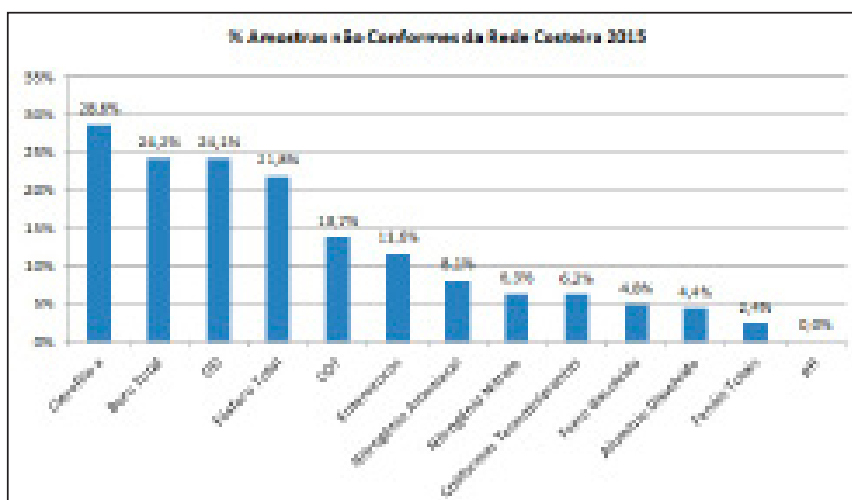


Proporção de atendimento por variável

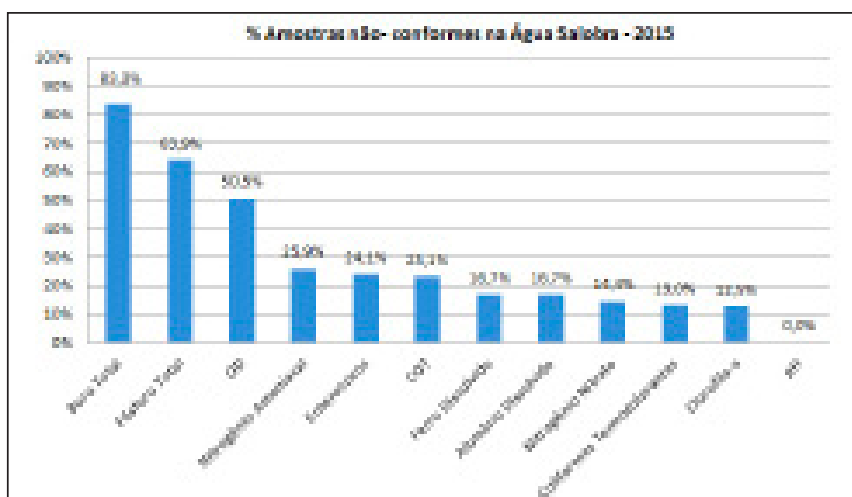
Ao se analisar a proporção de amostras não conformes para cada variável para toda a rede e nas classes de água separadamente, verifica-se que as variáveis que se apresentam desconformes na maioria das amostras são: a Clorofila a, fósforo total, OD e o boro total. Verifica-se também que as porcentagens de amostras não conformes nas águas salobras são bem superiores às das águas salinas e que a distribuição das não conformidades nas variáveis é bem diferente para cada classe de água (Gráfico 4.6). A clorofila a é a principal variável não conforme das águas salinas e o boro e o fósforo nas águas salobras. O boro mostra mais desconformidade em áreas salobras, pois o padrão é bem inferior a das águas salinas, mas recebe influência destas últimas.

Conforme observado anteriormente, apesar do OD apresentar não conformidade em três quartos das áreas monitoradas, em muitos casos houve apenas uma ou poucas ocorrências, geralmente em amostras de fundo. As não conformidades por amostra evidenciam o caráter pontual destas ocorrências.

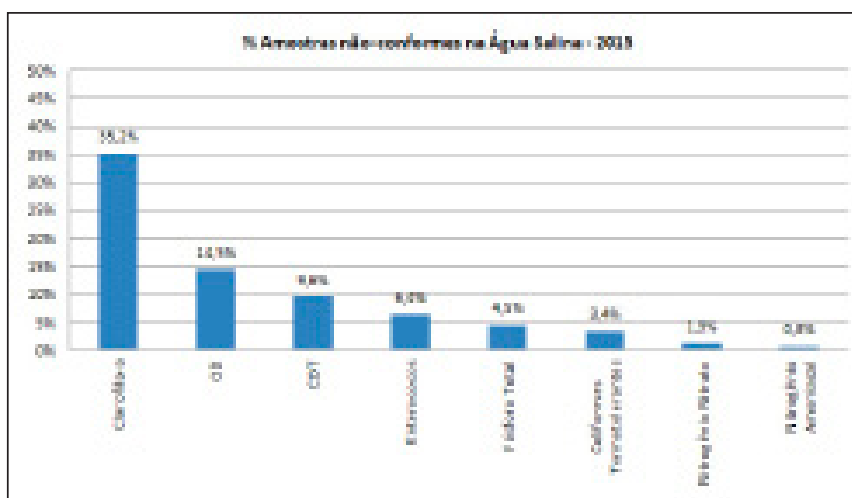
Gráfico 4.6 – Porcentagem de amostras não conformes por variável em 2015 na Rede costeira (A), Águas Salobras (B) e Águas Salinas (C).



(A)



(B)

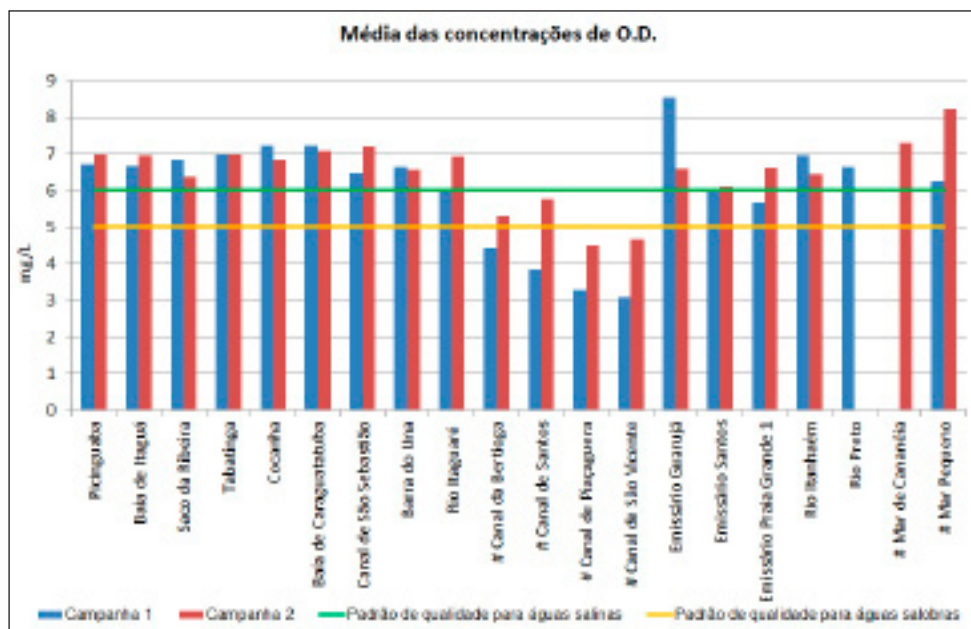


(C)

Concentrações médias das principais variáveis não conformes

As menores médias de OD foram registradas nos canais da Baixada Santista com destaque para o Canal de Piaçaguera e o de São Vicente (Gráfico 4.7). Assim como no ano anterior, foram identificadas ocorrências pontuais em locais que não costumam apresentar não conformidades em geral.

Gráfico 4.7 – Média das concentrações de OD nas amostras de água das áreas da rede costeira em 2015.



Observa-se que nestes anos as concentrações de fósforo estiveram elevadas em grande parte das amostras de água salobras. Novamente as áreas mais prejudicadas foram os canais de Santos, São Vicente e Canal de Piaçaguera provavelmente por influência das indústrias de fertilizantes da região (Gráfico 4.8).

A clorofila *a* mostrou valores mais elevados em todos os canais da Baixada Santista e no Mar Pequeno (Gráfico 4.9). Este último apresentou um pico de 42,63 µg/L. Nota-se que esses picos estão relacionados com maiores concentrações de fósforo na água.

Diferentemente do ano anterior, o COT apresentou resultados mais elevados de lã na área do Mar de Cananéia com algumas ocorrências no Sistema Estuarino de Santos e São Vicente (Gráfico 4.10).

O nitrogênio amoniacal apresentou média bastante elevada no Canal de Piaçaguera além de diversas não conformidades no restante do estuário (Gráfico 4.11).

Gráfico 4.8 – Média das concentrações de Fósforo total (mg/L) nas amostras de água das áreas da rede costeira em 2015.

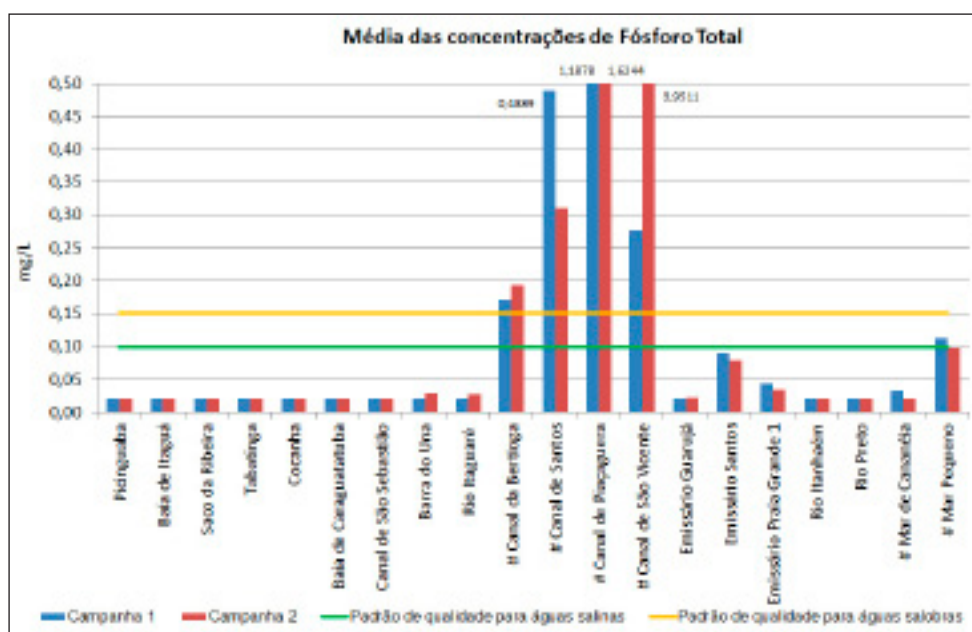


Gráfico 4.9 – Média das concentrações de Clorofila a (µg/L) nas amostras de água das áreas da rede costeira em 2015.

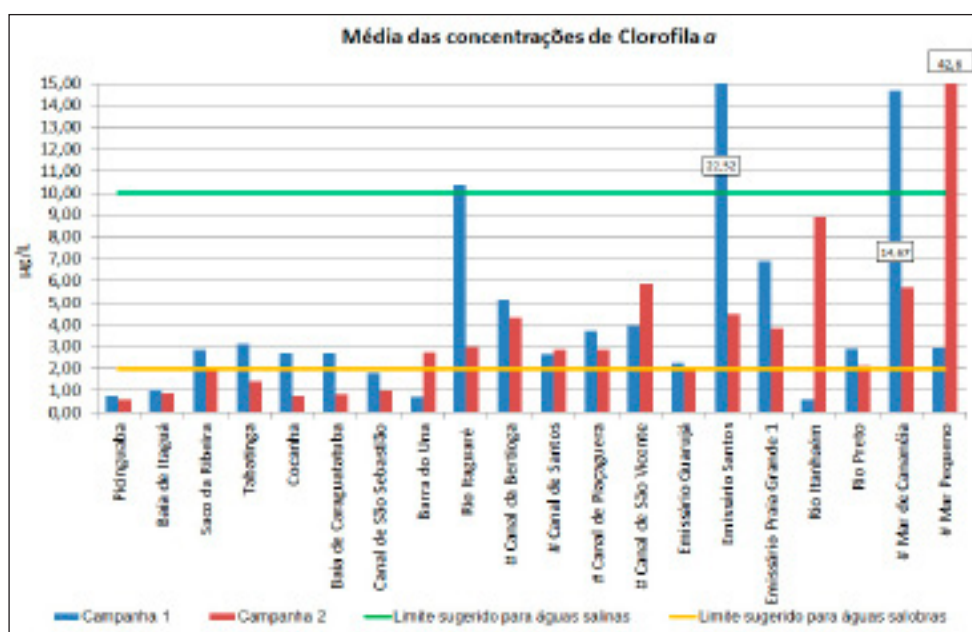


Gráfico 4.10 – Média das concentrações de Carbono orgânico total (COT) (mg/L) nas amostras de água das áreas da rede costeira em 2015.

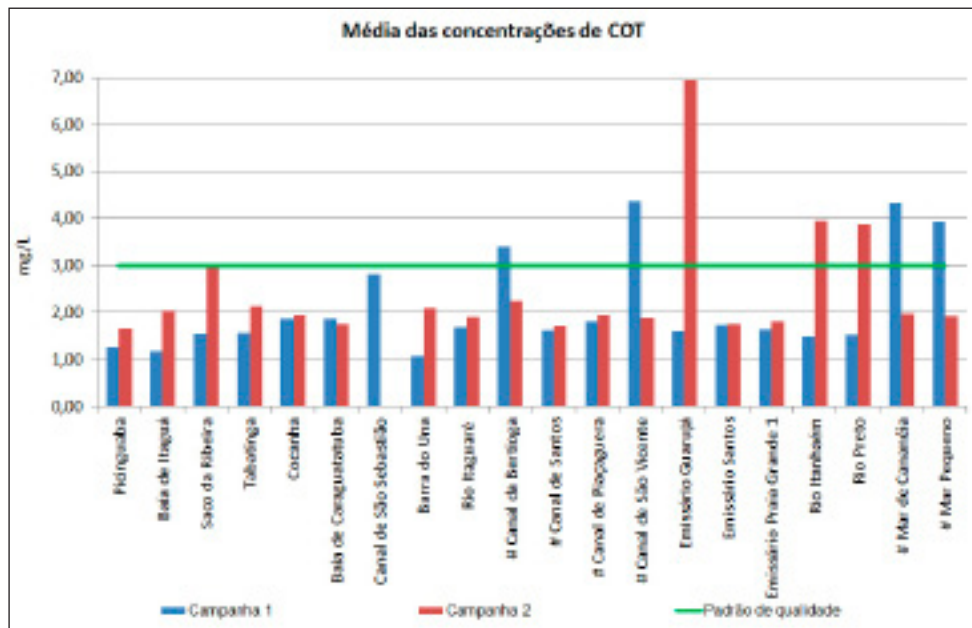
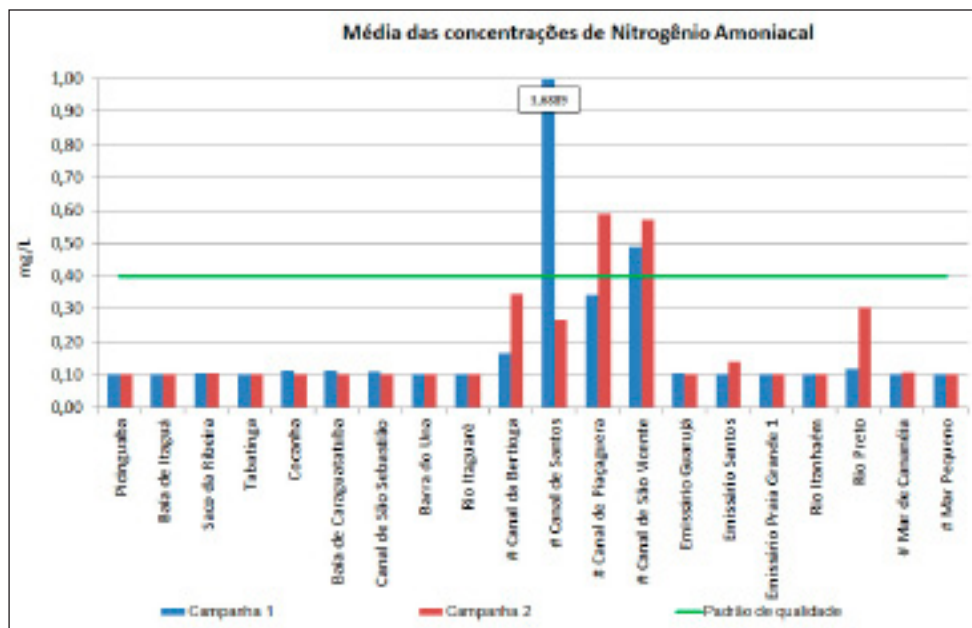


Gráfico 4.11 – Média das concentrações de Nitrogênio Amoniacal (mg/L) nas amostras de água das áreas da rede costeira em 2015.



4.1.3 Índice de Estado Trófico Costeiro – IETC

O grau de eutrofização da região costeira em 2015 foi avaliado em 20 áreas com 62 pontos no total. Para cada ponto foram realizadas amostragens em duas profundidades, superfície e meio da coluna d'água, perfazendo um total de 248 amostras.

A maioria das amostras exibiu condições de baixa e média trofia (Gráfico 4.13). Em 32% das amostras de superfície na primeira campanha e de meio da coluna d'água na segunda campanha foi possível observar indicadores de ambientes já eutrofizados (Eutróficos e Supereutróficos). Na avaliação, por campanha, ambas exibiram porcentagens similares de amostras indicativas de ambientes eutrofizados, 27% e 29% na primeira e segunda campanha, respectivamente.

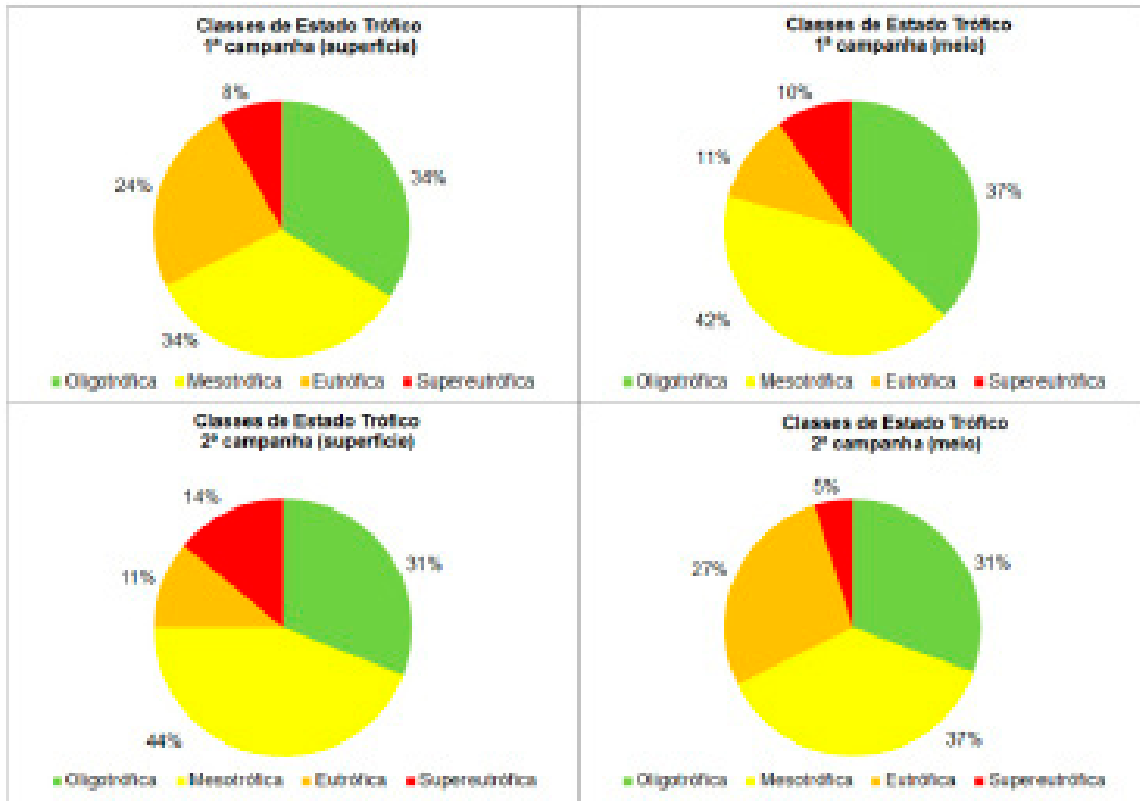
Na primeira campanha, para o litoral norte, a pior condição foi a Eutrófica observada em quatro locais: Sacada Ribeira, Tabatinga, Cocanha e Canal de São Sebastião. Já na Baixada Santista, os dois locais com classificações Supereutróficas foram Emissário de Santos e Emissário de Praia Grande 1. Eles contribuíram para o total das porcentagens dessa classe nas duas profundidades, indicando ambientes extremamente eutrofizados. Os dois locais classificados como Eutróficos foram o Emissário do Guarujá e o Rio Preto. (Gráfico 4.13). No ponto 1 (superfície) do Emissário de Praia Grande 1, cuja concentração de clorofila *a* ficou abaixo do limite de quantificação, classificando-o como Oligotrófico, é possível inferir a ocorrência de alguma interferência na amostra pela avaliação da elevada concentração de feofitina *a*, mas que provavelmente, na ausência de interferência, essa amostra também seria classificada como Supereutrófica. No litoral sul, somente o Mar de Cananéia exibiu amostras classificadas como Eutróficas.

Na segunda campanha, no litoral norte somente Barrado Una apresentou amostras classificadas como Eutróficas. Na Baixada Santista seis locais exibiram amostras classificadas de Eutróficas a Supereutróficas: Rio Itaguaré, Emissário do Guarujá e Rio Preto (Eutrófica), Emissário de Santos, Praia Grande 1 e Rio Itanhaém (Eutróficas e Supereutróficas). No litoral sul, somente o Mar Pequeno exibiu amostras classificadas como Eutróficas e Supereutróficas.

É possível observar que em ambas as campanhas as porcentagens das classes tróficas foram similares diferindo apenas em relação às porcentagens de amostras indicativas de ambiente eutrofizados nas duas profundidades de coletas, ou seja, na primeira campanha as amostras de meio da coluna d'água indicaram um ambiente menos eutrofizado (Gráfico 4.12). Fato este esperado, visto que na superfície há uma maior incidência de luminosidade a qual favorece o estabelecimento da comunidade fitoplanctônica.

Já na segunda campanha houve um aumento das classes Eutrófica e Supereutrófica, indicativas de ambiente eutrofizado, nas amostras de meio da coluna d'água quando comparado às amostras de superfície, sendo a principal contribuição dada pela Barrado Una no litoral norte e Rio Itaguaré e Emissário do Guarujá na Baixada Santista e Mar Pequeno no litoral Sul.

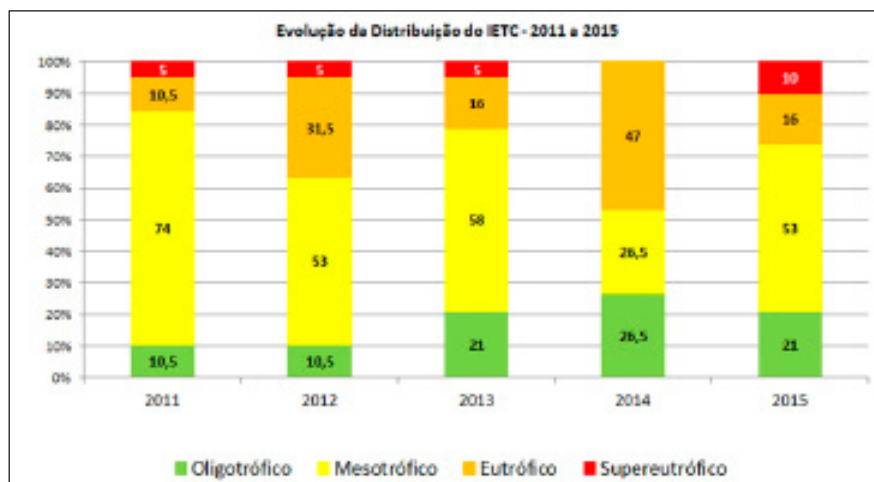
Gráfico 4.12 – Porcentagem de amostras por classes de eutrofização nas amostras de superfície e meio da coluna d’água, 1ª e 2ª campanha de 2015.



Com relação ao ano anterior, de um modo geral, na primeira campanha houve uma diminuição dos pontos considerados eutrofizados, mas na segunda campanha houve um aumento dos mesmos. Sendo que a classe Supereutrófica exibiu um aumento em ambas as campanhas.

No Gráfico 4.13 é apresentada a evolução da distribuição do IETC médio anual no período de 2011 a 2015 considerando-se 19 áreas.

Gráfico 4.13 – Evolução da Distribuição do IETC – 2011 a 2015.



Considerando-se a média dos pontos das mesmas áreas no período de cinco anos (Gráfico 4.13) foi possível observar uma pequena diminuição dos ambientes classificados como Oligotróficos que passaram de 26,5% em 2014 para 21% em 2015. Houve um aumento significativo dos locais classificados como Mesotróficos (de 26,5% em 2014 para 53% em 2015) e uma diminuição também significativa dos ambientes considerados Eutróficos (de 47% para 16%), no entanto desses, 10% foram classificados como Super-eutróficos.

De um modo geral, apesar da presença da condição Super-eutrófica indicativa de ambiente com elevado grau de eutrofização, considerando-se os últimos cinco anos, os resultados da análise de evolução indicam uma manutenção das condições tróficas. Cabe ressaltar que o ano com as melhores condições foi 2014. A presença da classe Super-eutrófica deve as áreas de influência dos Emissários de Santos e Praia Grande 1, ambas localizadas na Baixada Santista.

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 2015. 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 duas (10,5%) apresentaram melhora, duas apresentaram piora, e 79% não apresentaram tendência significativa.

Tabela 4.1 – Concentração média anual da clorofila *a* e as tendências da qualidade das águas de acordo com o IETC entre 2011 e 2015.

	Local	2011	2012	2013	2014	2015	Tendência
LITORAL NORTE	Picinguaba	1,14	1,50	0,64	0,51	0,65	M
	Baía de Itaguá	1,25	1,97	1,39	1,48	0,96	N.S.
	Saco da Ribeira	3,56	3,36	3,21	3,68	2,48	N.S.
	Tabatinga	1,91	1,86	1,08	0,87	2,28	N.S.
	Cocanha	1,51	1,70	0,71	0,66	1,73	N.S.
	Baía de Caraguatatuba	1,37	2,66	1,63	0,84	0,99	N.S.
	Canal de São Sebastião	1,98	1,65	1,35	0,95	1,49	M
	Barra do Una	0,70	0,99	1,17	2,62	1,72	P
BAIXADA SANTISTA	Rio Itaguapé	1,39	1,05	0,87	1,70	2,06	N.S.
	*Canal de Bertioga	3,57	4,01	4,60	13,51	4,73	N.S.
	Emiss. Do Guarujá	2,21	3,74	2,33	3,71	2,15	N.S.
	*Canal de Santos	3,00	2,08	2,00	14,80	2,64	N.S.
	Emiss. Santos	8,20	10,83	6,55	2,88	13,51	N.S.
	*Canal de São Vicente	5,93	4,42	4,65	11,01	4,88	N.S.
	Emiss. Praia Grande -1	0,79	2,44	1,73	2,80	5,34	P
	Rio Itanhaém	4,94	2,58	3,19	2,22	4,74	N.S.
Rio Preto	1,76	4,08	3,03	2,79	2,49	N.S.	
LITORAL SUL	*Mar Pequeno	5,42	17,52	5,86	7,69	22,78	N.S.
	*Mar de Cananéia	7,26	5,91	6,72	4,83	10,19	N.S.

P = Piora

M = Melhora

N.S. = Não Significativo

* Ambientes de águas salobras

No Litoral Norte (Tabela 4.1) como ito áreas monitoradas, Picinguaba e Canal de São Sebastião exibiram melhora e apenas Barrado Una piora. Sendo que 75% das áreas monitoradas não exibiram alterações significativas. A piora de Barrado Una está relacionada à segunda campanha realizada em setembro na qual a média dos três pontos monitorados atingiu a classificação Eutrófica, porém como na primeira campanha este local obteve a classificação Oligotrófica, pela média anual ainda apresentou melhor qualidade quando comparado ao ano anterior.

Na Baixada Santista com nove áreas monitoradas, em 89% das áreas não foram observadas alterações significativas, apenas a área de influência do Emissário de Praia Grande 1 exibiu piora significativa, e essa piora vem ocorrendo desde 2011 quando ainda apresentava a condição Oligotrófica, indicativa de ambiente de baixa trofia, para Super eutrófico em 2015, ambiente considerado extremamente eutrofizado. Apesar de não exibir tendência de piora quando considerado os últimos cinco anos, tanto a área de influência do Emissário de Santos quanto o rio Itanhaém apresentaram piora em relação ao ano anterior tendo sido classificados como Super eutrófico e Eutrófico, respectivamente, considerados já eutrofizados. As áreas de influência dos Emissários de Santos e de Praia Grande 1 merecem atenção, pois atingiram em 2015 a condição Super eutrófica.

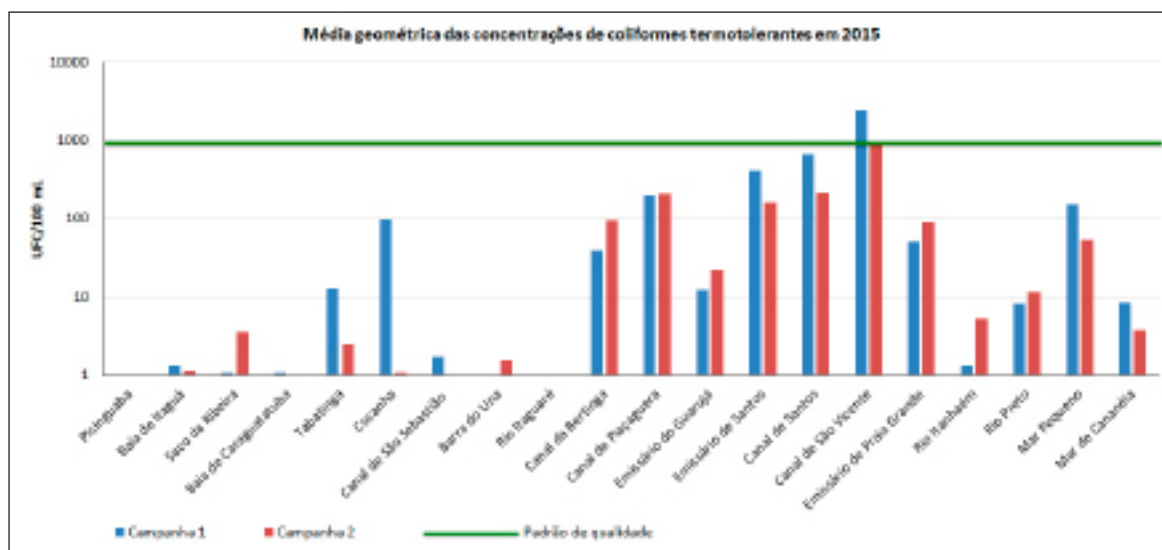
Na região do Litoral Sul as duas áreas monitoradas não apresentaram alterações significativas em relação aos cinco últimos anos, porém ambas pioraram em relação ao ano anterior atingindo condição Eutrófica, indicativa de ambiente já eutrofizado com elevadas concentrações de clorofila *a*.

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/100mL), considerando os três pontos de amostragem, foram verificadas na área de influência do Emissário Submarino de Santos, Canal de Santos, Canal de São Vicente e Canal de Piaçaguera.

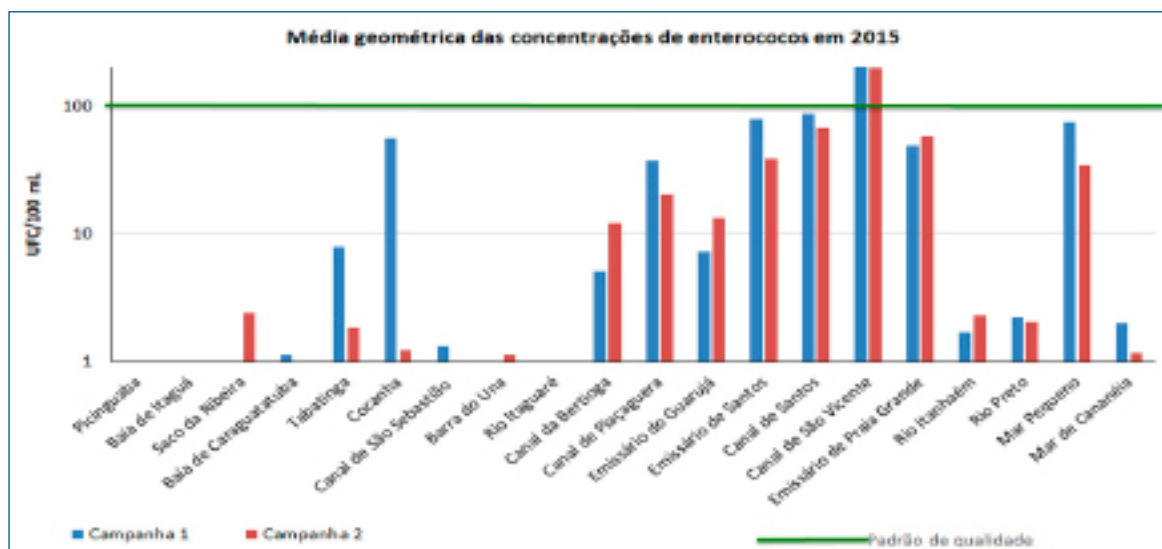
Com relação aos coliformes termotolerantes, em Picinguaba, Baía de Itaguá, Saco da Ribeira, Baía de Caraguatatuba, Canal de São Sebastião, Barra do Una, Rio Itaguapé, Rio Itanhaém, Rio Preto e Mar de Cananéia as médias geométricas não ultrapassaram 10 UFC/100mL em ambas as campanhas de amostragem. Médias geométricas acima de 1000 UFC/100 mL foram detectadas no Canal de São Vicente na primeira campanha de amostragem (Gráfico 4.14).

Gráfico 4.14 – Média geométrica das concentrações de coliformes termotolerantes (UFC/100mL) - 1ª e 2ª campanha de 2015.



Quanto aos enterococos, em Picinguaba, Baía de Itaguá, Saco da Ribeira, Baía de Caraguatatuba, Tabatinga, Canal de São Sebastião, Barra do Una, Rio Itaguapé, Rio Itanhaém, Rio Preto e Mar de Cananéia as médias geométricas não ultrapassaram 10 UFC/100 mL. Médias geométricas maiores que 100 UFC/100 mL foram detectadas no Canal de São Vicente na primeira e na segunda campanha de amostragem (Gráfico 4.15).

Gráfico 4.15 – Média geométrica das concentrações de enterococos (UFC/100 mL) - 1ª e 2ª campanha de 2015.



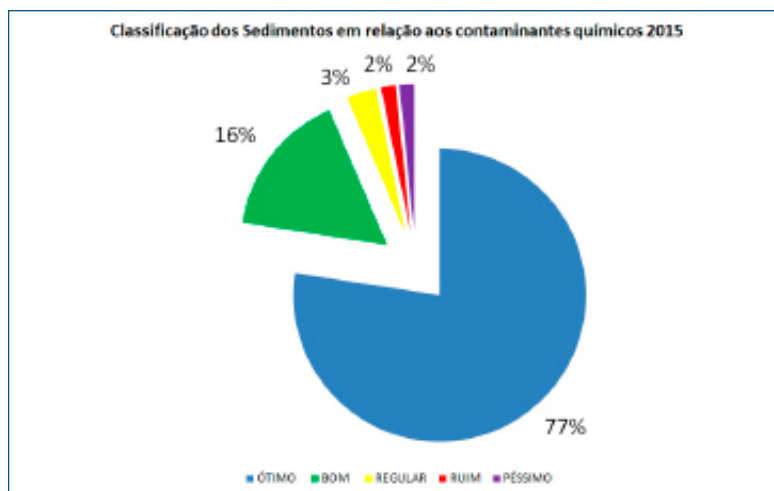
Os Mapas de 4.1 a 4.5 apresentados no final deste capítulo, mostram índices dos diversos pontos das áreas amostradas, por região.

4.2 Qualidade dos Sedimentos

4.2.1 Qualidade química

A classificação dos sedimentos do litoral paulista sem os metais mostrou que mais de 90% das áreas possuem sedimentos de qualidade Ótima ou Boa (Gráfico 4.16). O Saco da Ribeirania Litoral Norte apresentou altas concentrações de cobre no ponto 2 o que classificou o ponto como Ruim. No caso do ponto 2 do Emissário de Santos um pico de concentração de níquel ocasionou a classificação do ponto como Péssimo. Nos canais de Santos e de Piaçaguera foram identificados HPAs em consonância com o histórico das áreas classificando os pontos 2 e 1 como regulares respectivamente.

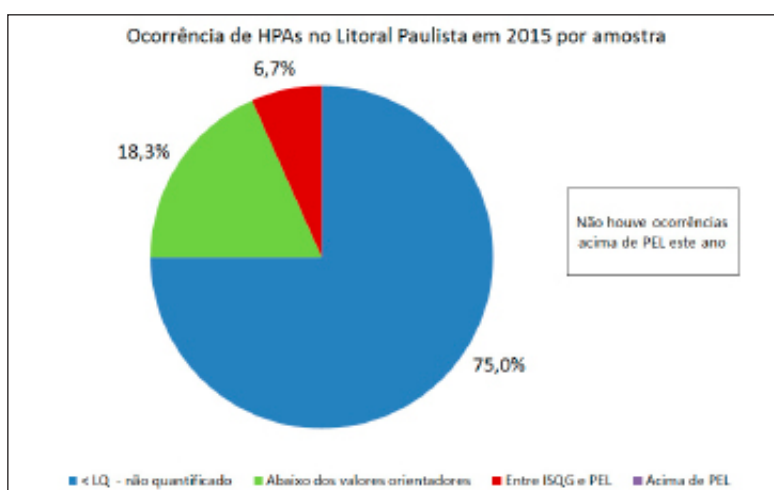
Gráfico 4.16 – Porcentagens de amostras de sedimento nas diferentes classes de qualidade química no Litoral Paulista em 2015.



Os HPAs estiveram presentes em cerca de 25% das amostras analisadas (total=120) para estes parâmetros no Litoral Paulista. Dessas, 18,3% estavam em concentrações abaixo dos valores orientadores e 6,7% delas (8 na Baixada Santista sendo 5 no canal de Piaçaguera, 1 no canal de São Vicente e 2 no Emissário do Guarujá) ultrapassaram o valor estabelecido para ISQG. Não houve casos excedendo PEL (Gráfico 4.17).

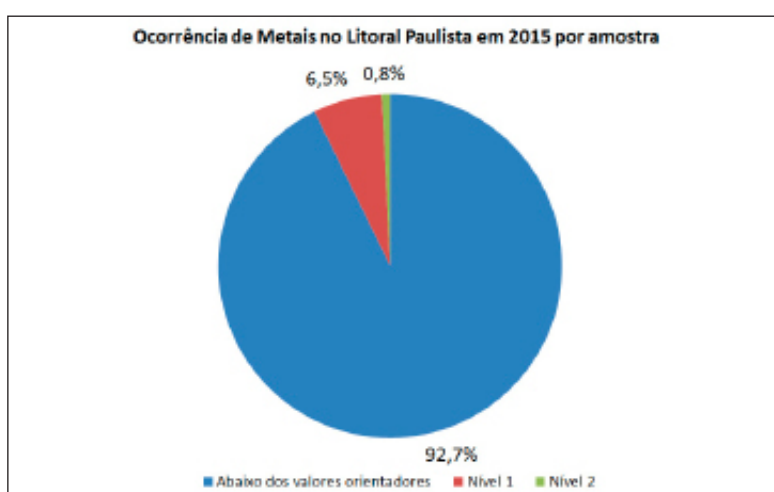
Salienta-se que são determinados 11 diferentes tipos de HPAs, e os limites de quantificação do Acenafeno e do Dibenzo(a,h)antraceno alcançados pelos laboratórios da CETESB são superiores ao valor de referência inferior (ISQG-TEL) de forma que não foram considerados para as estatísticas.

Gráfico 4.17 – Porcentagem de amostras de sedimentos com compostos de HPAs no Litoral Paulista em 2015.



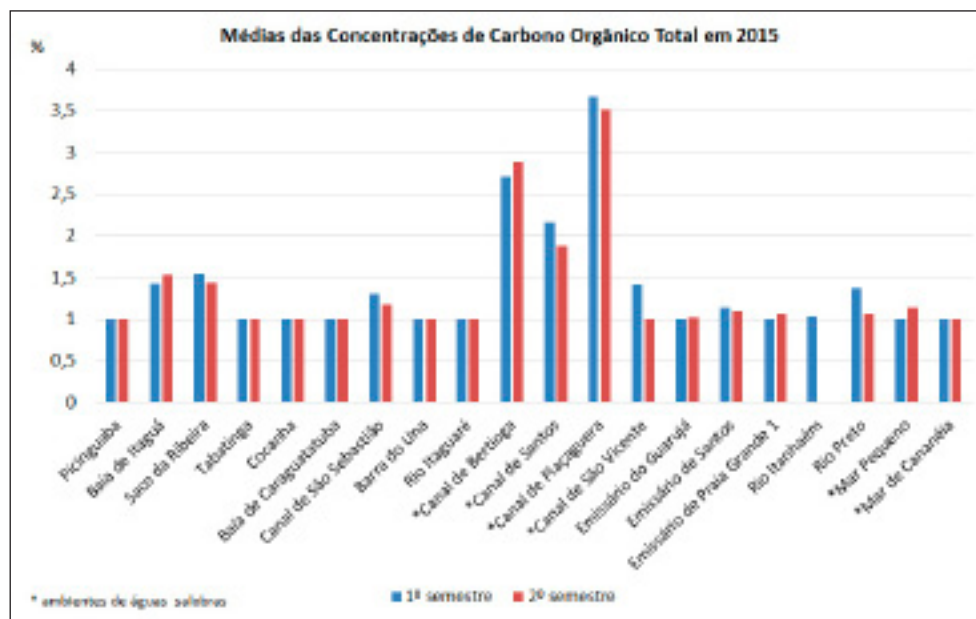
Verificou-se uma ocorrência aguda de níquel no segundo semestre no Emissário de Santos no valor de 83,0 mg/kg de caráter aparentemente pontual. Mesmo comportamento apresentou o cobre no ponto 2 do Sacoda Ribeira, no primeiro semestre chegando a 256 mg/kg. No caso desta última a ocorrência de cobre em valores ligeiramente acima do esperado é relativamente comum mas não em concentração tão elevada quanto a observada nesta amostra especificamente.

Gráfico 4.18 – Ocorrência de Metais no Litoral Paulista em 2015.



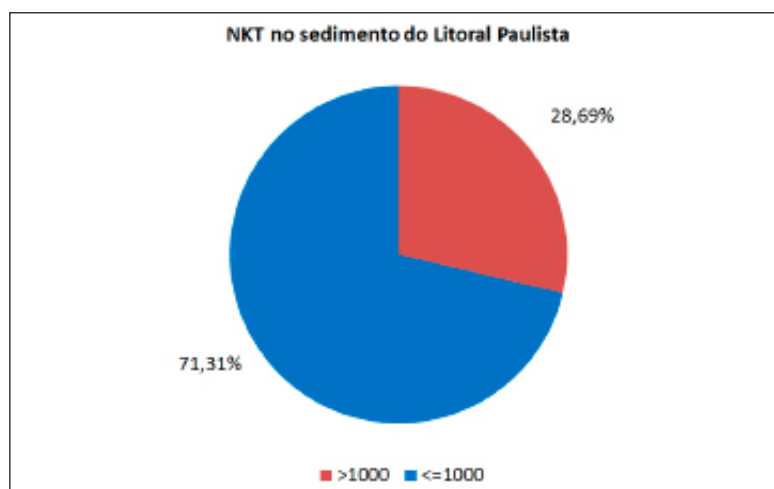
Assim como em 2014, as maiores concentrações de COT foram observadas no Canal de Bertioga, Canal de Santos, Canal de São Vicente e Canal de Piaçaguera (Gráfico 4.19). Os valores médios nos canais supracitados variam entre 2,1% e 3,67% que são concentrações elevadas. Destacam-se os resultados do canal de Bertioga que atingiram valores superiores a 6% no ponto 1, nas duas campanhas com comportamento similar ao ano anterior. O Canal de Piaçaguera também apresentou resultado acima de 4% em diferentes ocasiões. 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 Sacoda 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) em 2015.



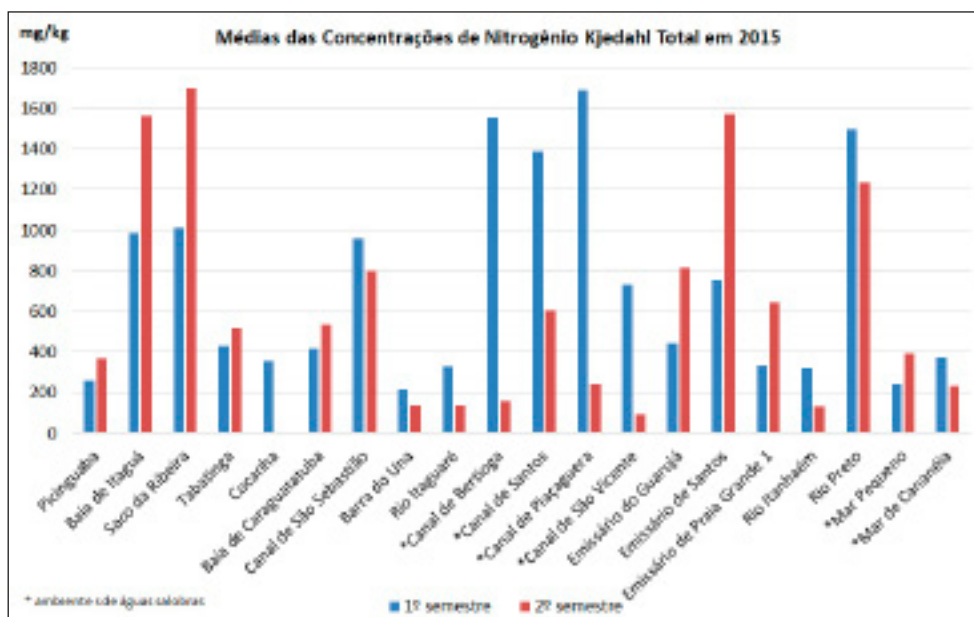
Foram obtidas concentrações de Nitrogênio (NKT) acima de 1000 mg/Kg em 29% das amostras coletadas (Gráfico 4.20).

Gráfico 4.20 – Ocorrências de NKT no Litoral Paulista em 2015.



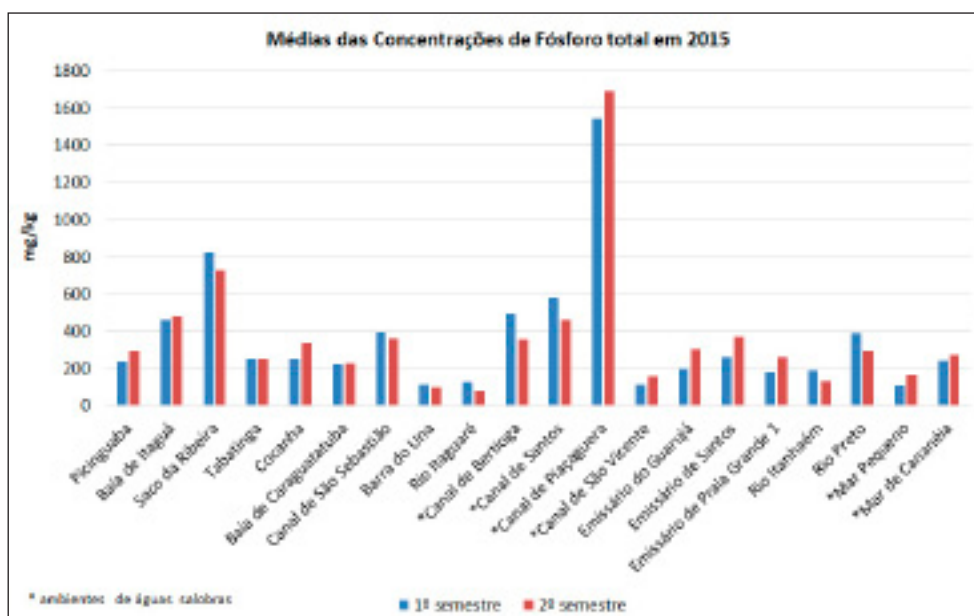
Os maiores valores foram encontrados nos canais de Santos, Bertioega e Piaçaguera com médias dos três pontos em torno de 1500 mg/kg no primeiro semestre. Nota-se uma queda significativa no segundo semestre em contraste com o ano anterior onde se mantiveram as concentrações (Gráfico 4.21). Observa-se que a maior parte das ocorrências de eutrofização em ambientes que já tendem a receber contribuição continental, mas as maiores concentrações apareceram na Baixada Santista nos Canais de Santos, Bertioega e São Vicente e no entorno dos emissários de Santos e Guarujá evidenciando o impacto das atividades humanas nesses casos. Nos casos da Baía de Itaguá e do Saco da Ribeira, entende-se que a atividade de antropia local contribuindo eminentemente com o esgoto doméstico bruto, acrescida à hidrodinâmica local podem estar contribuindo como o acúmulo de nutrientes nestas áreas.

Gráfico 4.21 – Concentração média de nitrogênio kjeldahl total (mg/kg) dos sedimentos nas áreas da rede de monitoramento costeiro em 2015.



As maiores concentrações de Fósforo total (PT) foram observadas no Saco da Ribeira, Canal de Bertoga, Canal de Santos, Canal de Piaçaguera (Gráfico 4.22). Usualmente grandes contribuições de fósforo estão associadas à atividade humana e especialmente na forma de descarga de esgoto doméstico e atividade industrial. Atividades específicas como a indústria de fertilizantes podem contribuir para o aumento dos níveis deste nutriente na região de Cubatão.

Gráfico 4.22 – Concentração média de fósforo total (mg/kg) dos sedimentos nas áreas da rede de monitoramento costeiro em 2015.



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, como 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 2015, observou-se que 53% dos pontos monitorados 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 2015.

Regiões	Classificação		1ª campanha / 2015			2ª campanha / 2015			Classificação Anual / 2015		
	Área	Pontos	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		*	*	*	*		*	*		*
	C.de São Sebastião (p 4 e 5)		*	*				*			*
	Barra do Una										
Baixada Santista	Rio Itaguapé		*	*	*						
	Canal da Bertioiga										
	Emissário do Guarujá										
	Emissário de Santos										
	Canal de Santos										
	Canal de São Vicente										
	Canal de Piaçaguera										
	Emissário de Praia Grande 1										
	Rio Itanhaém		*	*	*						
Rio Preto		*	*	*							
Litoral Sul	Mar Pequeno										
	Mar de Cananéia										
% de pontos amostrais que não apresentaram toxicidade/ano									53		
Nº médio de pontos amostrais/ano									60		
Nº de pontos amostrais que não apresentaram toxicidade/ano									32		

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

* amostra não analisada

Em 2015, para as 20 áreas que compõem a rede de monitoramento costeiro, distribuídas entre Litoral Norte, Sul e Baixada Santista, foram analisadas 60 amostras no ensaio crônico e 99 no ensaio agudo, totalizando 159 ensaios ecotoxicológicos. Dentre as amostras analisadas no ensaio crônico, 65% não apresentaram toxicidade e 35% indicaram efeito deletério aos organismos-teste. No ensaio agudo, 92% das amostras não exibiram toxicidade e 8% foram tóxicas (Tabela 4.3). Nessa tabela é possível observar também, que a tendência de diminuição no percentual de efeito verificado nas análises com toxicidade crônica entre 2011 e 2012 (32 e 24%, respectivamente), interrompida em 2013 (65%), apresentou uma redução a partir de 2014 (39%), mantida em 2015 com 35%, enquanto o percentual de amostras com toxicidade aguda nos últimos cinco anos se manteve no mesmo patamar, a 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 (T = Tóxico; NT = Não tóxico).

Tipo de ensaio		2011			2012			2013			2014			2015		
		T	NT	Total	T	NT	Total	T	NT	Total	T	NT	Total	T	NT	Total
Crônico	Nº de amostras (%)	17	36	53	13	41	54	48	26	74	29	45	74	21	39	60
		32	68		24	76		65	35		39	61		35	65	
Agudo	Nº de amostras (%)	4	38	42	5	46	51	1	16	17	2	15	17	8	91	99
		10	90		10	90		6	94		12	88		8	92	

Na Tabela 4.4 observa-se a integração das informações ecotoxicológicas das amostras de sedimento a partir de 2011, considerando a classificação de cada ponto amostral.

Esses resultados mostram que entre 2011 e 2012 observou-se elevação no percentual de pontos amostrais que não apresentaram efeito tóxico de 48 para 61% com uma efetiva redução em 2013 (45%). Já a partir de 2014 tem sido verificado, novamente, o aumento no percentual de pontos amostrais com ausência de toxicidade com 48 e 53% em 2015, indicando uma sutil melhora da qualidade do sedimento na região costeira.

Analisando o conjunto de três amostras em cada uma das 20 áreas monitoradas, verificamos que 8 mantiveram ou passaram a ser classificadas com qualidade Ótima nos 3 pontos analisados: Picinguaba, Baía de Itaguá, Tabatinga, Rião Itaguapé, Canal de Santos, Canal de São Vicente, Canal de Piaçaguera, Emissário Praia Grande 1.

Por outro lado também foi possível verificar uma melhora parcial em alguns pontos nas áreas do Canal de Bertioga, Baía de Caraguatatuba, Canal de São Sebastião, Mar Pequeno e Mar de Cananéia devido a uma melhor classificação da qualidade. Seguindo essa mesma abordagem, porém revelando uma piora devido à descida de nível na classificação encontramos o Sacodá Ribeira, Cocanha e Guarujá. Além disso, foi observado que na região de Barrado Una, Itanhaém e Rio Preto a piora da qualidade ocorreu nos 3 pontos amostrados. Embora seja esperada a variação encontrada nas classificações ao longo dos anos, uma vez que o sedimento é uma matriz heterogênea, é importante ressaltar que o Emissário de Santos é a única região que se mantém com qualidade inalterada, classificada como Péssima desde 2011 indicando a necessidade de atenção especial nessa região.

Tabela 4.4 – Classificação ecotoxicológica dos sedimentos costeiros entre de 2011 e 2015.

Regiões	Área	Pontos	2011			2012			2013			2014			2015		
			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																
	C. de São Sebastião (4 e 5)																
	Barra do Una																
	Baixada Santista	Rio Itaguapé															
Canal da Bertioiga																	
Emissário do Guarujá																	
Emissário de Santos																	
Canal de Santos																	
Canal de Santos (pto 4)																	
Canal de São Vicente																	
Canal Piaçaguera																	
Emissário de Praia Grande 1																	
Rio Itanhaém																	
Litoral Sul	Rio Preto																
	Mar Pequeno																
	Mar de Cananéia																
% de pontos amostrais que não apresentaram toxicidade/ano			48%			61%			45%			48%			53%		

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

* amostra não analisada

A apresentação do percentual de amostras que não apresentaram efeito tóxico para cada ano de monitoramento (Tabela 4.5), nas 3 grandes regiões (Litoral Norte e Sul e Baixada Santista), permite verificar que: analisando as 3 grandes regiões, observa-se que no Litoral Norte a porcentagem de pontos amostrais com ausência de toxicidade apresentou uma queda de 20% em relação ao ano anterior interrompendo o útil aumento nos últimos 3 anos de monitoramento. Na Baixada Santista, à exceção dos resultados de 2012, não ocorreu uma grande variação neste parâmetro, com índice de pontos amostrais sem toxicidade entre 33 e 43%. A mesma situação é verificada no Litoral Sul onde, à exceção dos resultados de 2011, o percentual de pontos com ausência de toxicidade é de 25 a 50%.

É necessário ressaltar que na Baixada Santista e em algumas regiões do Litoral Norte têm sido registradas elevadas concentrações de contaminantes nos sedimentos ao longo dos cinco anos de monitoramento analisados. Embora nem sempre disponíveis para causar efeito tóxico aos organismos-teste, sabe-se que os sedimentos são importantes fontes de contaminação tanto para bioacumulação por organismos bentônicos,

como da coluna d'água, especialmente quando ressuspensos, o que pode ocorrer nas atividades de navegação e de dragagem. Dessa forma, a avaliação dessas atividades merece atenção especial.

Tabela 4.5 – Percentual de pontos amostrais nas três grandes regiões costeiras que não apresentaram toxicidade nos ensaios com sedimento entre 2011 e 2015.

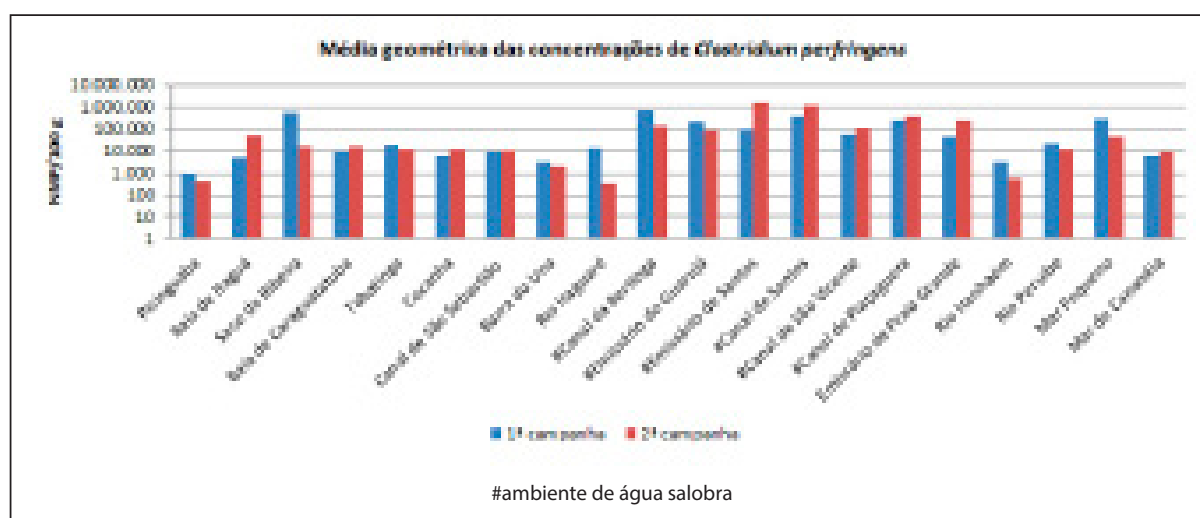
Região Ano (%)	2011	2012	2013	2014	2015
Litoral Norte	58	50	53	62,5	50
Baixada Santista	33	80	35	40	43
Litoral Sul	100	50	50	25	50

4.2.3 Qualidade microbiológica dos sedimentos

A qualidade microbiológica dos sedimentos foi atribuída de acordo com as concentrações dos indicadores de contaminação fecal: coliformes termotolerantes e *Clostridium perfringens*. Os coliformes termotolerantes são bactérias encontradas nas fezes humanas e de animais. A presença dessas bactérias no sedimento indica contaminação fecal atual. Os *Clostridium perfringens* são bactérias que pela produção de esporos e pela prolongada resistência destas 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.

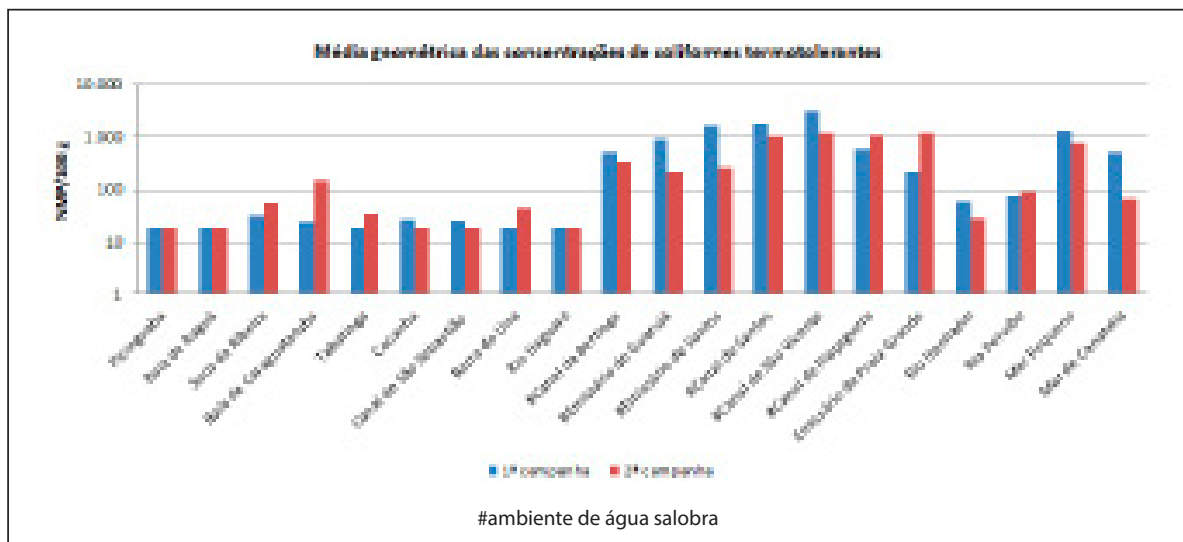
Considerando a média geométrica das concentrações de todos os pontos amostrados em cada local, apresentaram concentrações acima de 100.000 NMP/100g *Clostridium perfringens* o Saco da Ribeira, a área de influência de Emissário Submarino do Guarujá e Mar Pequeno na primeira campanha; o Canal de São Vicente e a área de influência do Emissário Submarino de Praia Grande na segunda campanha e Canal de Bertioiga, a área de influência do Emissário Submarino de Santos, Canal de Santos e Canal de Piaçaguera em ambas as campanhas de amostragem. Vale ressaltar que na área de influência do Emissário Submarino de Santos no Canal de Santos a concentração atingiu a ordem de 10^6 NMP/100g na segunda campanha de amostragem (Gráfico 4.23).

Gráfico 4.23 – Médias das concentrações de *Clostridium perfringens* (NMP/100g) nos sedimentos costeiros em 2015.



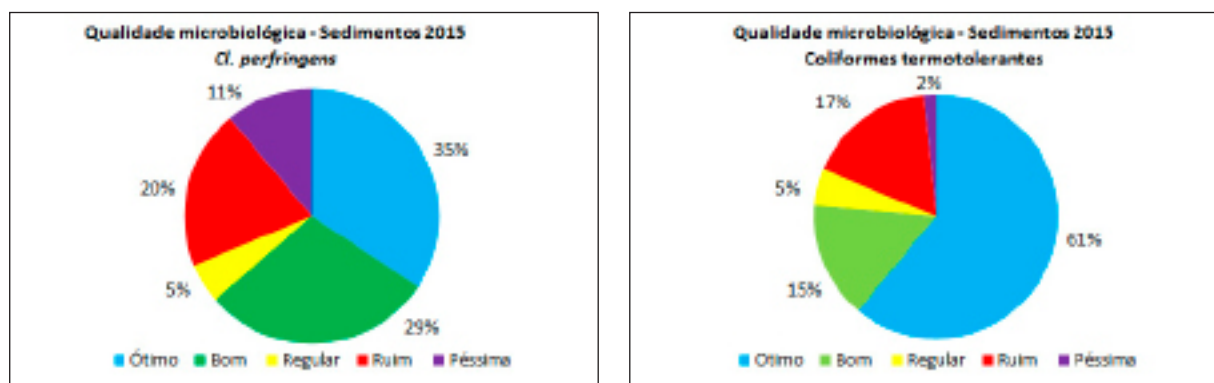
Considerando a média geométrica das concentrações de todos os pontos amostrados em cada local, apresentaram concentrações acima de 1.000 NMP/100g coliformes termotolerantes a área de influência do Emissário Submarino de Santos e o Mar Pequeno na primeira campanha de amostragem; o Canal de Piaçaguera e a área de influência do Emissário Submarino de Praia Grande I na segunda campanha de amostragem; Canal de Santos e Canal de São Vicente em ambas as campanhas (Gráfico 4.24).

Gráfico 4.24 – Médias das concentrações de coliformes termotolerantes (NMP/100g) nos sedimentos em 2015.



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 2015.



Para coliformes termotolerantes, 76% das amostras foram classificadas nas categorias Ótima (61%) e Boa (15%). Em 2014, 80% das amostras estiveram nas categorias Ótima (70%) e Boa (10%). Ainda assim, 19% das amostras foram classificadas nas categorias Ruim e Pésima.

Para *Clostridium perfringens*, 64% das amostras foram classificadas na categoria Ótima (35%) e Boa (29%). Em 2014, 66% das amostras estiveram nas categorias Ótima (38%) e Boa (28%). De toda a forma, 31% das amostras foram classificadas nas categorias Ruim e Péssima.

Considerando ambos os indicadores, poucas amostras foram classificadas na categoria Regular: 5% de coliformes termotolerantes e 5% de *Clostridium perfringens*.

As porcentagens nas categorias Péssima e Ruim foram maiores para *Clostridium perfringens* (31%) em relação aos coliformes termotolerantes (19%), indicando que no sedimento a maior contaminação se refere à poluição fecal mais antiga.

Os mapas 4.6, 4.7, 4.8 e 4.9 no final deste capítulo, mostram as classificações referentes ao ano de 2015 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.

4.2.4 Histórico e variabilidade dos resultados

Desde 2010 quando a CETESB iniciou a Rede de Monitoramento das Águas Costeiras (RC) a série histórica dos resultados de diversos parâmetros vem se tornando mais consistente. Desta forma, neste relatório, foi realizada uma análise simplificada do comportamento dos resultados ao longo dos anos no período de 2011 a 2014 com o uso de diagramas de caixa. Salienta-se, que o ano de 2010 não foi considerado, pois, em sendo o primeiro ano do trabalho, ficaram algumas lacunas nos resultados obtidos. As áreas foram organizadas em ordem alfabética para confecção dos gráficos. As siglas das áreas encontram-se no quadro 4.2.

Nesta análise é possível visualizar as faixas de variação dos parâmetros avaliados e compará-las entre as regiões estudadas. Foram incluídos nestes trabalhos os Gráficos dos parâmetros que puderam ser analisados e apresentaram comportamento diferenciado. O pH por exemplo apresentou comportamento regular com pouca variação, em todas as amostras sendo influenciado apenas pela localização dos pontos como por exemplo em estuários ou sob forte influência fluvial onde tal variação é esperada e normal.

Quadro 4.2 – Siglas das áreas avaliadas.

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

Água

Em geral, as águas das regiões marinhas apresentam qualidades similares devido à hidrodinâmica destas regiões que proporciona grande diluição das substâncias que possam estar presentes. Já nas regiões estuarinas ou com forte influência de águas fluviais é comum encontrar valores mais altos de algumas substâncias inerentes à atividade local. Neste contexto, os sedimentos podem apresentar resultados mais discriminantes.

O Sistema Estuarino de Santos e São Vicente (SESSV) frequentemente apresenta comportamento muito diferente das demais áreas devido à forte contribuição industrial e alta densidade populacional e, em alguns casos, é apresentado separadamente com outras áreas dignas de destaque.

Para esta análise, optou-se pela adoção de parâmetros que estão presentes em todas as campanhas como os nutrientes e o oxigênio dissolvido. Outros parâmetros como metais e HPAs não são realizados com a mesma frequência dos outros devido a restrições operacionais e também porque as análises dos sedimentos proporcionam uma informação mais completa nestes casos.

O fósforo (Gráficos 4.26. e 4.27) é um nutriente associado à atividade antrópica em geral e, de fato, nas regiões onde há menor densidade populacional ou hidrodinâmica favorável à dispersão de substâncias verificou-se que há poucos casos em que o limite legal é excedido (0,062 e 0,124 mg/L para águas salinas e salobras respectivamente) mesmo nas regiões de influência de emissários submarinos de esgoto.

Observa-se que regiões abrigadas, em geral estuarinas ou de baía, a tendência é de presença de não conformidades significativas. À exceção do Mar Pequeno (MPRC) no Litoral Sul, todas as regiões que apresentaram tal característica estão na Baixada Santista. O Canal de Bertioga (CBRC) e a região do emissário de Santos (ESRC) já apresentam concentrações significativas deste nutriente, mas os maiores valores são encontrados no estuário de Santos e São Vicente, especialmente no Canal de Piaçaguera (CPRC) que chegou a registrar uma concentração de 17,9 mg/L. A presença de indústria de fertilizantes no local contribui fortemente para estes valores.

Gráfico 4.26 – Distribuição das concentrações de fósforo total (mg/L).

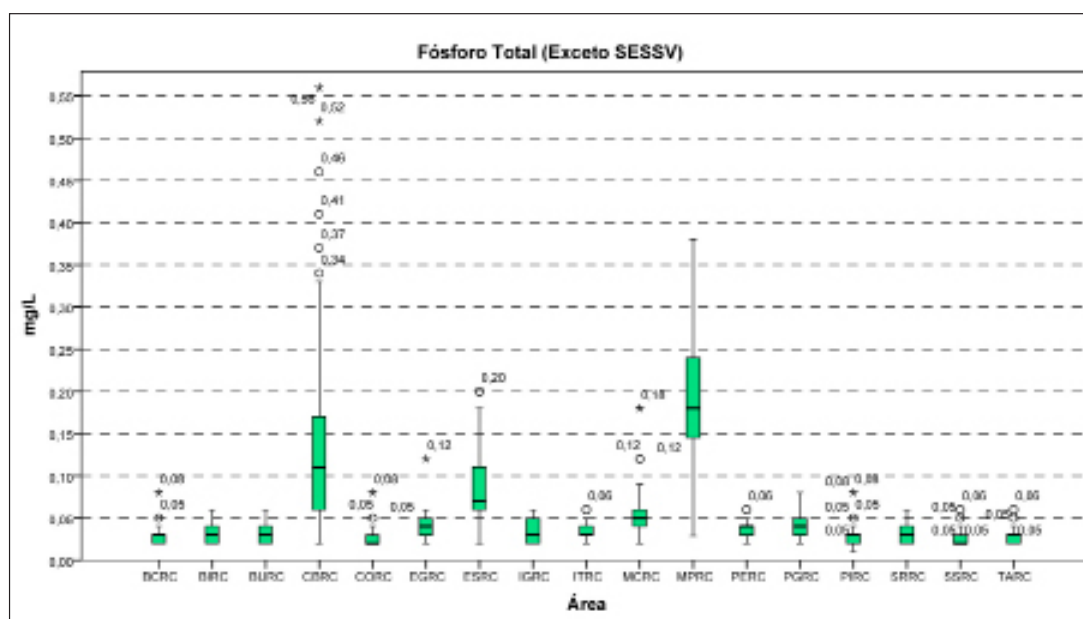
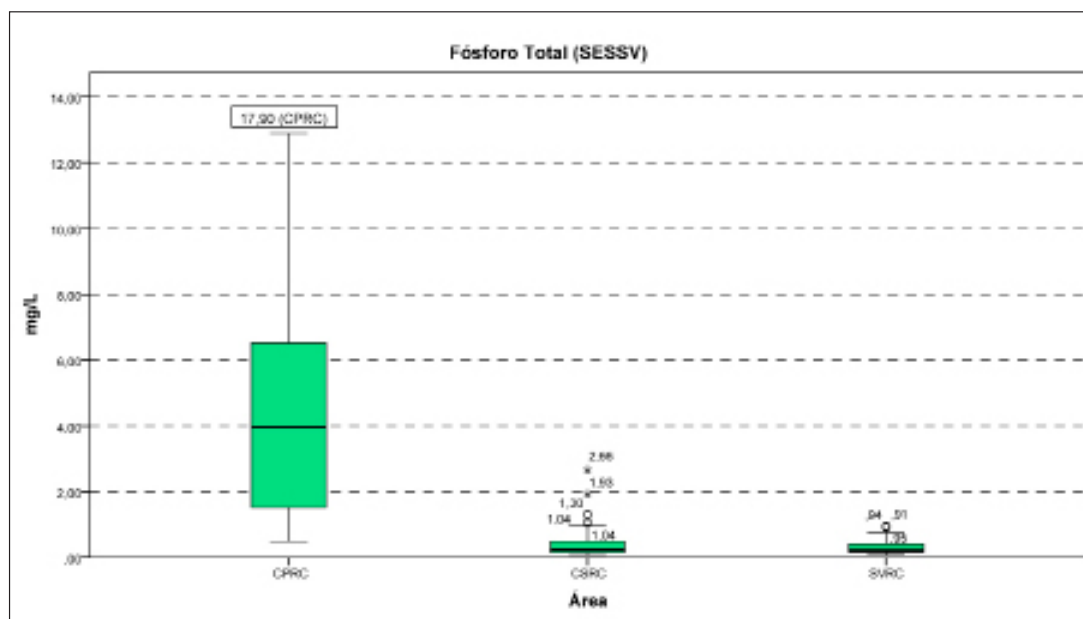


Gráfico 4.27 – Distribuição das concentrações de fósforo total (mg/L).



No caso do nitrogênio, optou-se por analisar sua forma amoniacal por ser o parâmetro com padrão legal (Gráfico 4.28). Observa-se que o impacto antrópico é mais visível nas áreas mais densamente povoadas. Nas demais áreas esta substância tem se mantido em níveis abaixo do limite preconizado na legislação de 0,4 mg/L com não conformidades pontuais. Destaca-se uma ocorrência de 0,8 mg/L no Mar Pequeno (MPRC) e uma de 1,02 mg/L em Picinguaba (PIRC). Optou-se por detalhar apenas o SESSV, o Canal de Bertioga (CBRC) e o Emissário de Santos (ESRC) em primeiro lugar porque nas demais regiões há apenas ocorrências muito esporádicas de não conformidades e segundo porque a maioria absoluta dos valores se encontra em uma faixa relativamente restrita que vai até 0,12 mg/L e está muito próximo do limite de quantificação do método analítico. Nas áreas detalhadas, o Canal de Piaçaguera (CPRC) novamente detém as maiores concentrações pelo mesmo motivo de fósforo e tem próximo de 75% das concentrações medidas situada acima do limite legal. O canal de São Vicente (SVRC) apresenta o mesmo comportamento, contudo, sua variabilidade é menor com resultados atingindo no máximo 1,15 mg/L e ocorrências pontuais enquanto o máximo no Canal de Piaçaguera fica próximo de 3,6 mg/L.

Apresençadenutrientesem excessopode ocasionar depleção de OD ou alta atividade de algas, identificada através da concentração de Clorofila *a*. Os Gráficos 4.30 e 4.31 mostram a variação da concentração de Clorofila *a* nas diversas áreas enquanto o Gráfico 4.33 contém informações sobre o OD.

Segundo os valores orientadores adotados pela CETESB (2,5 µg/L para água salina e 10,0 µg/L para água salobra, estuarinas) a maior parte das regiões amostradas superou estes valores em pelo menos uma ocasião. No entanto, a maior parte das não conformidades ocorre especialmente em regiões estuarinas de maior influência de rios com grande contribuição de efluentes domésticos e emissários.

O emissário submarino de Santos (ESRC) foi o que registrou as maiores concentrações nas regiões de água salina com mais de 75% das acima do valor de referência. Os resultados de monitoramentos anteriores da CETESB mostram melhora da qualidade após o prolongamento do emissário, mas provavelmente não foi suficiente para solucionar o problema da baixa dispersão do efluente.

É interessante notar que as áreas estuarinas do litoral sul apresentaram resultados de Clorofila *a* muito superiores aos canais de Santos, São Vicente e Bertioga. É possível que haja contribuição industrial do rio Jacupiranga das concentrações de fósforo observadas tanto no Mar Pequeno (MPRC) quanto no Mar de Cananéia (MCRC), considerando-se a ausência de atividade industrial local e baixa densidade populacional. Apesar da distância, o fósforo tem um caráter conservativo e pode chegar a influenciar estas áreas, diferentemente do nitrogênio por exemplo. Além delas, o Canal de Piaçaguera (CPRC) apresenta valores tão elevados que foi necessário separá-lo em um Gráfico com escala própria pois ficaria difícil a visualização das demais áreas.

Gráfico 4.30 – Distribuição das concentrações de Clorofila *a* (µg/L) na água.

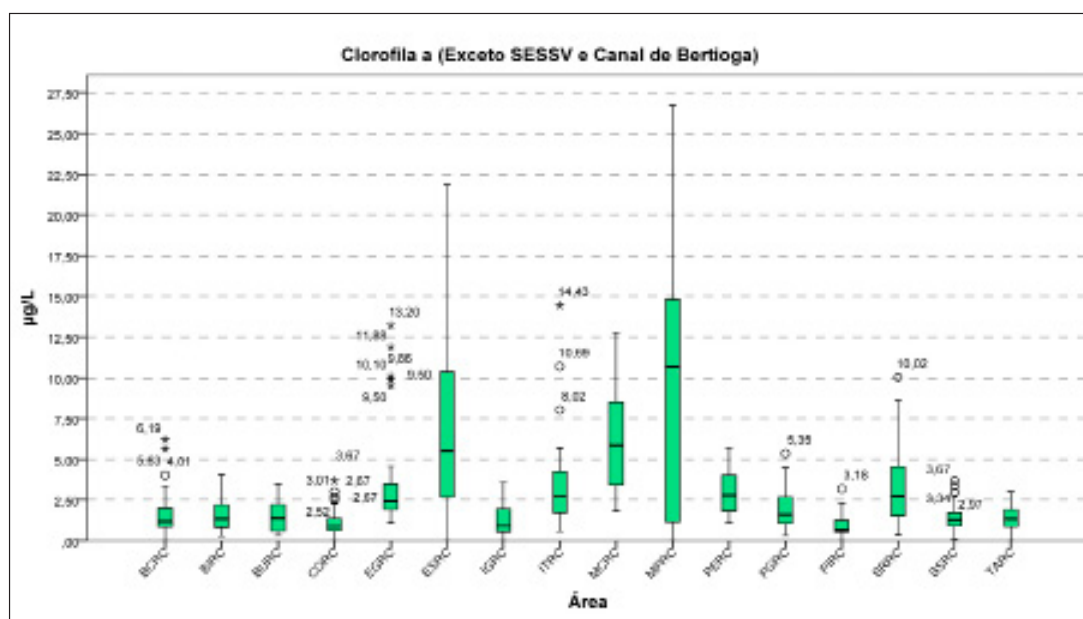
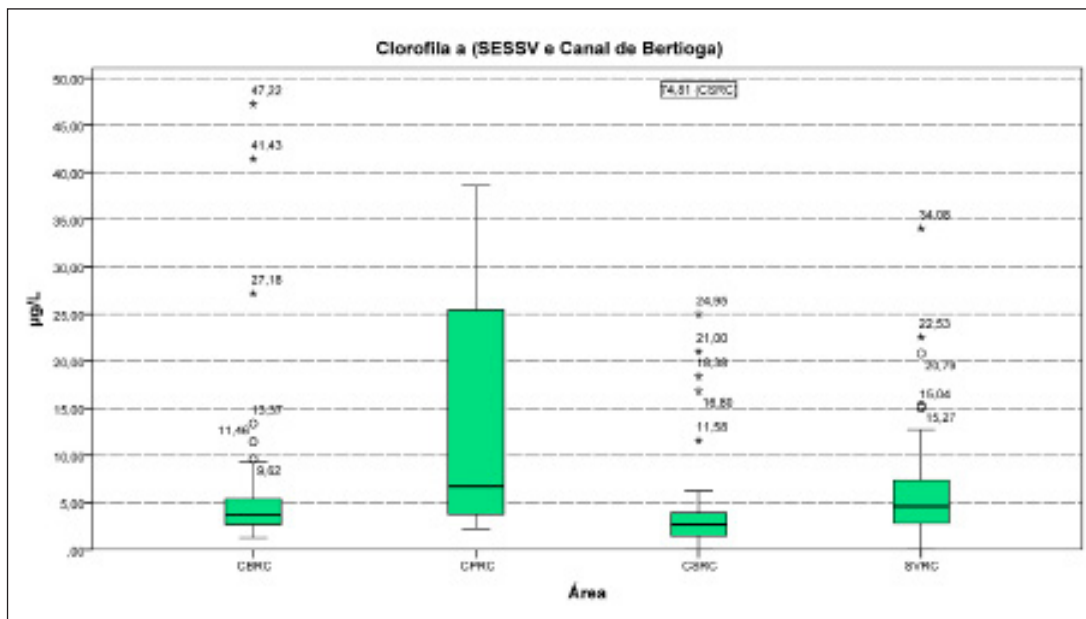
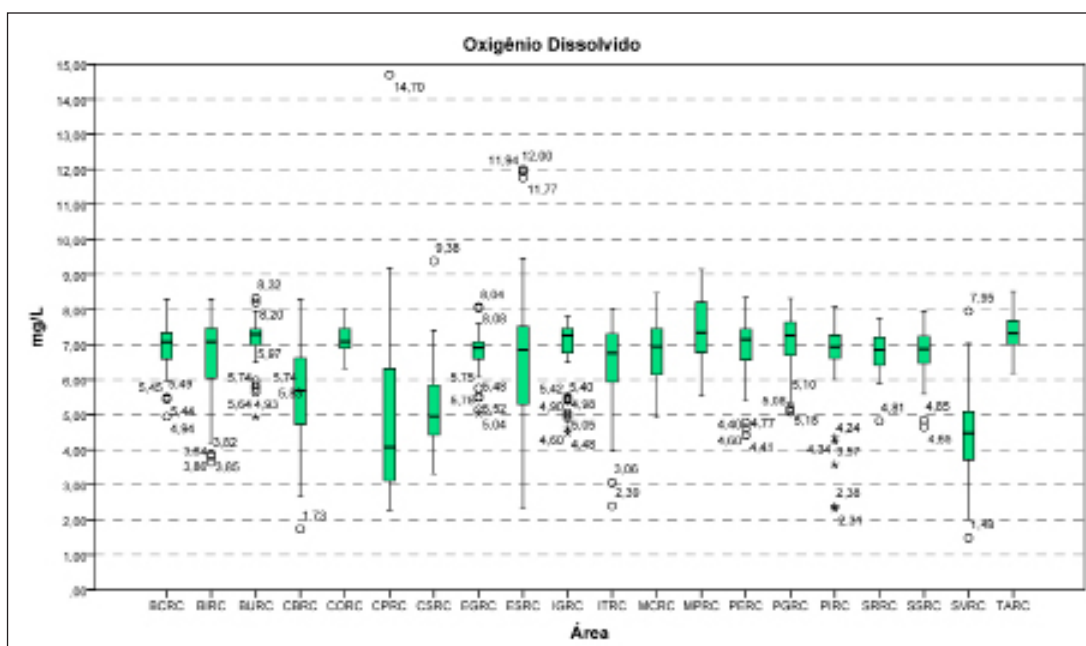


Gráfico 4.31 – Distribuição das concentrações de Clorofila a (µg/L) na água.



A concentração de OD (Gráfico 4.32) varia naturalmente com a atividade algal, decrescendo conforme a profundidade aumenta. Contudo, em ambientes impactados e eutrofizados como verificado anteriormente, a diferença entre as concentrações de superfície e de fundo pode variar muito. Nas superfícies, devido à alta atividade algal, as concentrações podem passar de 8,0 mg/L facilmente enquanto no fundo o ambiente pode ser anóxico devido à atividade de decomposição dos mesmos nutrientes por bactérias heterotróficas. Este cenário se traduz em grandes variações da concentração representadas por caixas mais alongadas enquanto ambientes pouco impactados apresentam concentrações mais condensadas em torno de uma média, geralmente na faixa de 6,0 a 8,0 mg/L. As áreas com medianas inferiores a 5,0 mg/L foram Canal de Piaçaguera, canal de Santos e Canal de São Vicente.

Gráfico 4.32 – Distribuição das concentrações de OD (mg/L) na água.



Por fim, a concentração de Enterococos (Gráfico 4.33 A e B) evidencia o lançamento de efluentes domésticos na água. Como esperado, o SESSV apresenta as maiores concentrações chegando a valores de 220.000UFC/100mL. Neste Gráfico, todas as 4 áreas, incluindo o Emissário de Praia Grande 1 (PGRC), apresentammúltiplosvaloresacimadomáximodaescalaadotadaparaoeixodascoordenadas,masquenão se encaixam na distribuição resultante de sua respectiva caixa.

Destaca-seaaltavariabilidadeapresentadanoMarPequeno(MCRC)refletindooslançamentosde esgoto em especial na área do Valo Grande.

Gráfico 4.33 (A) – Distribuição das concentrações de enterococos (UFC/m/L) na água.

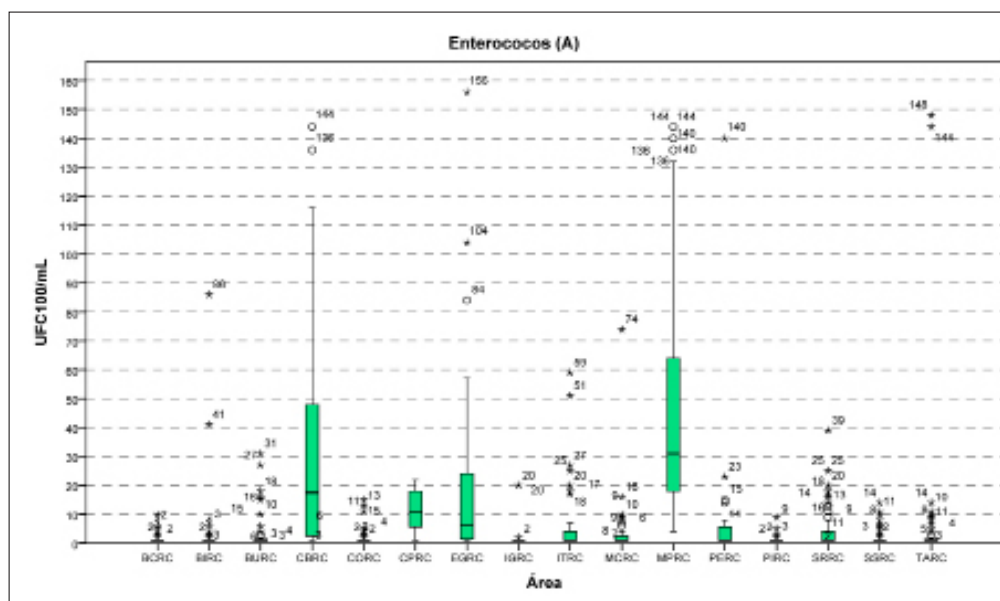
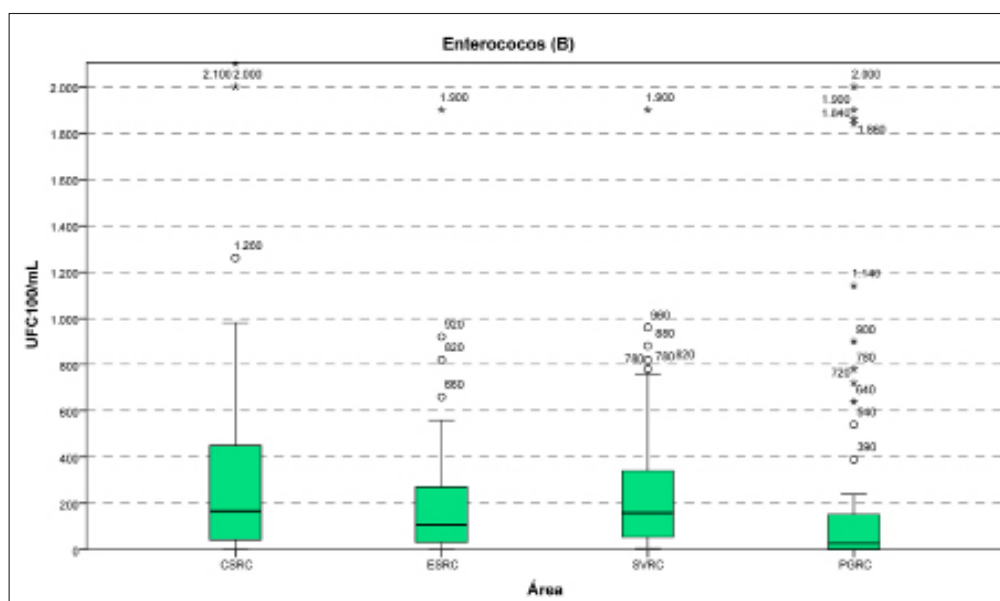


Gráfico 4.33 (B) – Distribuição das concentrações de enterococos (UFC/m/L) na água.



Osfenóisnãoapresentaramvariaçãosignificativasalvoalgumasocorrências esporádicasacimodo limite em áreas já identificadas como impactadas pela atividade antrópica.

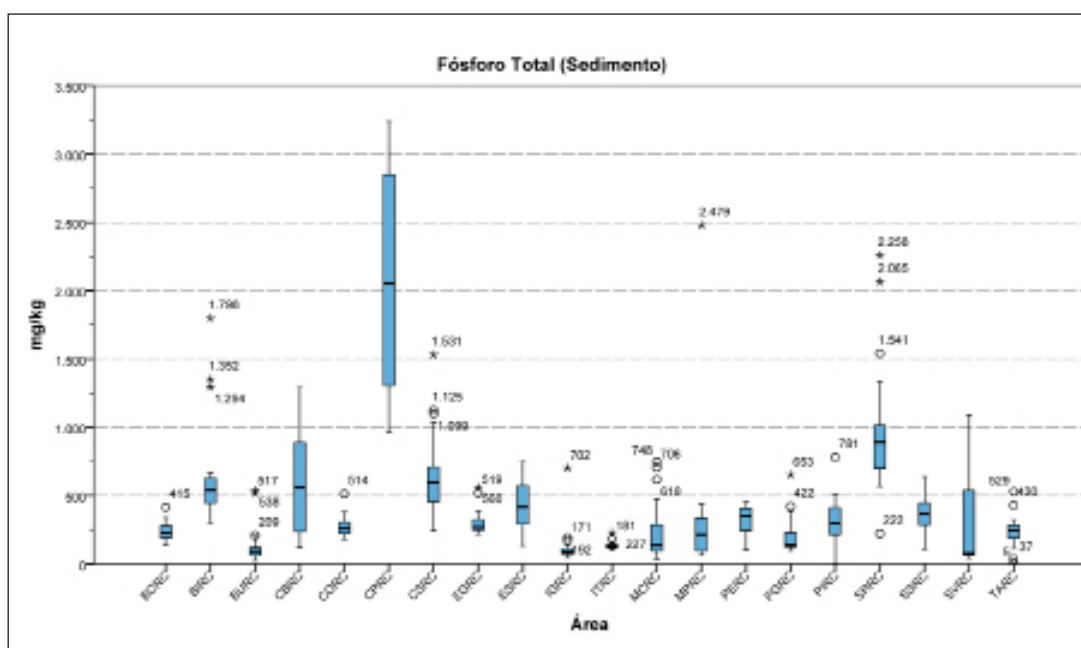
Sedimento

Assim como no caso da água percebe-se claramente uma diferença entre as áreas com maior interferência antrópica tanto em regiões estuarinas quanto nas demais. Destacam-se aqui algumas regiões de forte atividade industrial (estuário de Santos e São Vicente) e alguns casos aparentemente improváveis como o Saco da Ribeira em alguns parâmetros, mas que se explicam pela presença de atividades antrópicas (no caso citadas marinas). Em muitos casos o Canal de Piaçaguera (CPRC) apresenta resultados significativamente mais altos do que todas as demais áreas devido à contribuição das fontes industriais de Cubatão e à contaminação progressiva.

Nutrientes (Gráficos 4.34. a 4.36)

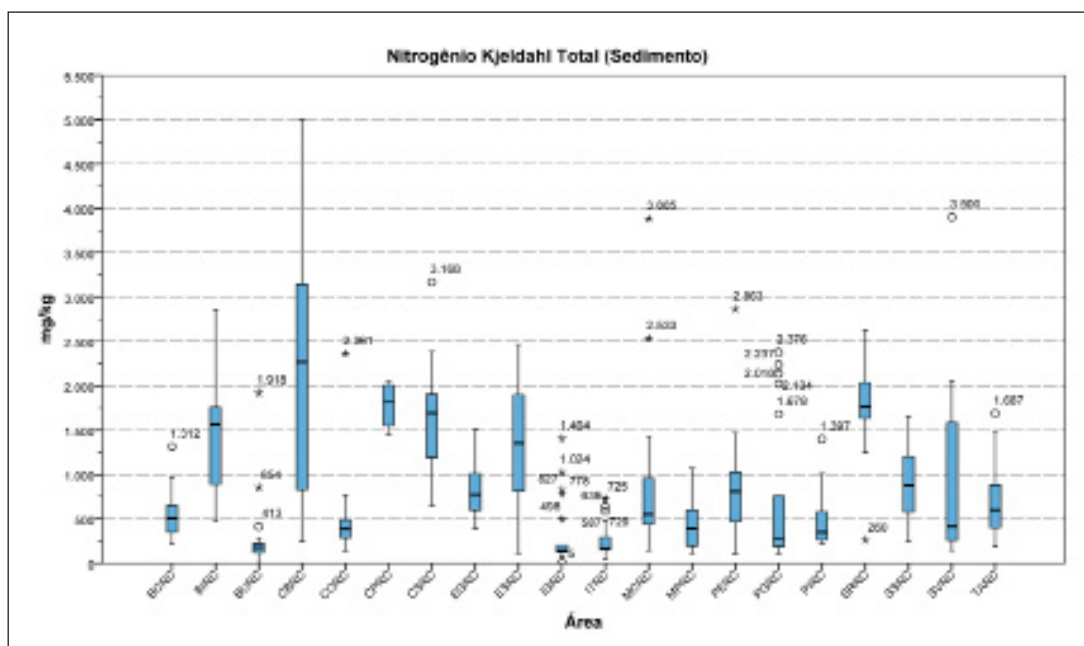
Nota-se que a maior parte dos resultados de fósforo se encontra na faixa até 500 mg/kg. Outras áreas com valores próximos às eses máximas são as regiões estuarinas ou com grande influência fluvial ou de material terrígeno como Baía de Itaguá, Emissário de Santos e Canal de São Vicente. Acima desta faixa destacam-se especialmente os Canais de Santos e de Piaçaguera (CSRC e CPRC), Canal de Bertioga (CBRC) e Saco da Ribeira (SRRC). Este último provavelmente apresenta valores maiores devido à presença da marina.

Gráfico 4.34 – Distribuição das concentrações de OD (mg/kg) no sedimento.



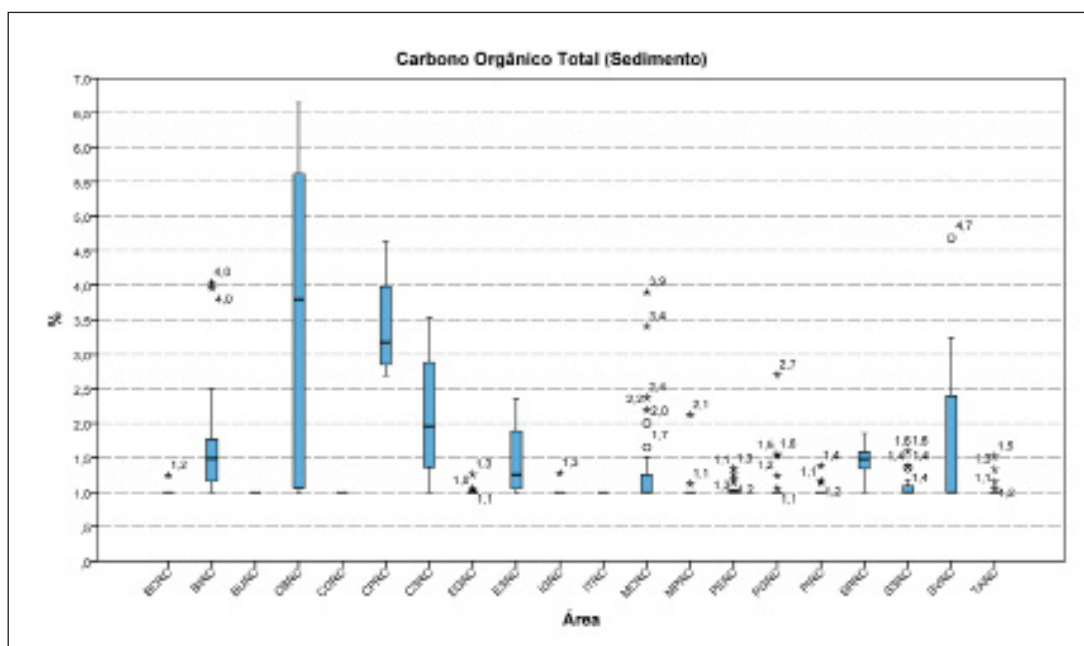
Onitrogênio é indicativo da presença de esgoto doméstico sem tratamento. Nota-se maiores valores e variabilidade exatamente em pontos com grande impacto deste tipo de lançamento como no estuário de Santos e São Vicente, Canal de Bertioga, Emissário de Santos entre outros. É interessante notar que regiões relativamente distantes e com baixa densidade populacional como a Baía de Itaguá apresentam faixas de concentração relativamente elevadas em relação aos demais possivelmente devido à sua hidrodinâmica que mantém os efluentes domésticos lançados dentro da baía por mais tempo.

Gráfico 4.35 – Distribuição das concentrações de OD (mg/kg) no sedimento.



No caso do Carbono Orgânico Total (COT) fica mais evidente a diferença entre as áreas marinhas e as áreas estuarinas e com forte influência fluvial. Nota-se que nem sempre pontos na foz de rios como o Itanhaém ou Una apresentaram maiores teores de carbono. Observa-se novamente o Sacodá Ribeira em destaque além do valor significativo do Canal de Bertioiga. A CETESB ainda está investigando os valores para determinar possíveis fontes nesta área.

Gráfico 4.36 – Distribuição das concentrações de OD (mg/kg) no sedimento.

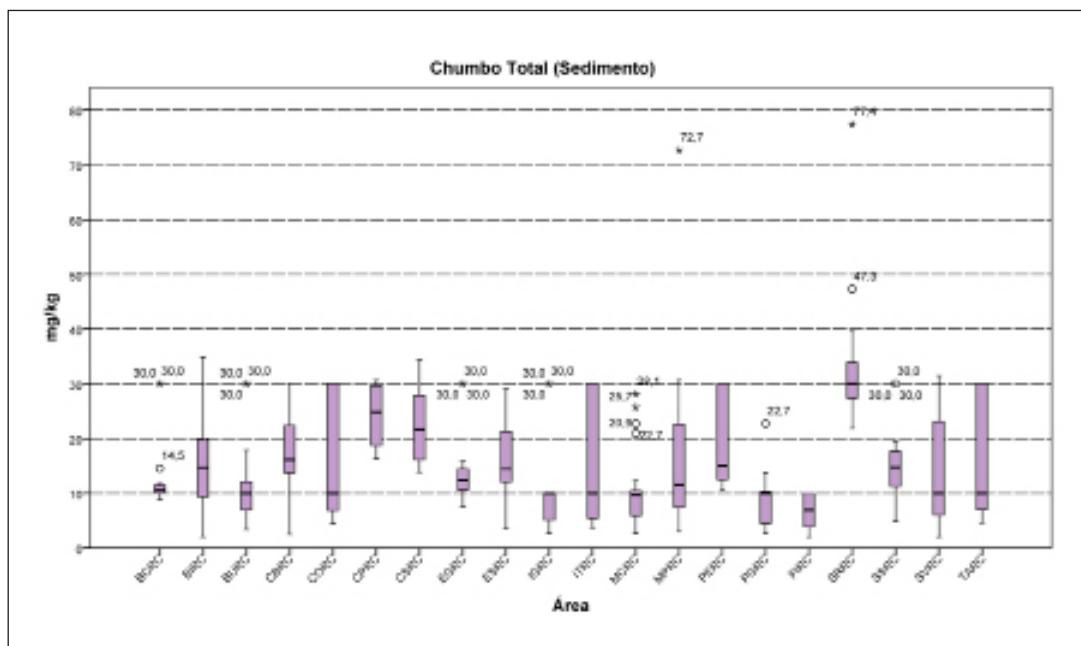


Metais (Gráficos 4.37 a 4.40)

No grupo dos metais foi necessário selecionar alguns metais específicos para a elaboração dos Gráficos. O mercúrio, por exemplo, não é analisado em ambientes ricos em sais de cloreto por restrições do equipamento. Já o arsênio está presente de forma natural no solo e apresenta resultados superiores aos valores orientadores sistematicamente. Outros como o cádmio não geraram Gráficos relevantes, pois não foram quantificados na maioria das amostras.

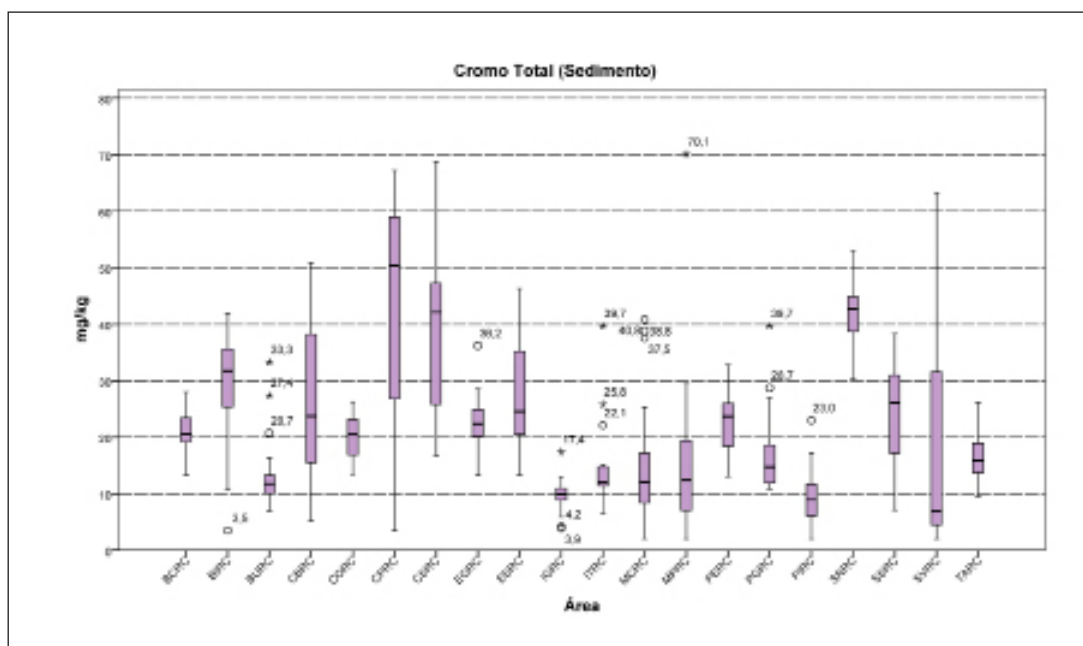
Observa-se que o chumbo aparece com maior frequência em ambientes com presença de marinase alta circulação de embarcações. No entanto, percebe-se que em geral suas concentrações estão dentro dos valores orientadores com não conformidades esporádicas e eminentemente pontuais. Destaca-se a região do Saco da Ribeira (SRRC) que apresentou maiores concentrações do que as demais áreas com máximo próximo dos 40 mg/kg excluídos *outliers*. É possível que a configuração da área resulte em hidrodinâmica com baixas correntes e baixa renovação das águas, contribuindo para o acúmulo de substâncias em geral. Observou-se o mesmo comportamento em relação aos nutrientes nesta área.

Gráfico 4.37 – Distribuição das concentrações de chumbo (mg/kg) no sedimento.



Cromo, níquel e zinco têm o mesmo comportamento que o chumbo, mas a maior influência de atividades industriais fica clara ao se verificar os níveis e a variabilidade de concentrações encontradas em regiões eminentemente industriais como o Canal de Piaçaguera (CPRC, complexo industrial siderúrgico), o Canal de Santos (CSRC, porto) e o Canal de São Vicente (SVRC, contribuições do polo de Cubatão).

Gráfico 4.38 – Distribuição das concentrações de cromo (mg/kg) no sedimento.



O níquel apresenta maior incidência de não conformidades em especial no Canal de Piaçaguera (CPRC). O zinco também apresentou não conformidade no Canal de Piaçaguera e no Saco da Ribeira (CPRC e SRRC), este último provavelmente devido às questões citadas anteriormente.

Gráfico 4.39 – Distribuição das concentrações de níquel (mg/kg) no sedimento.

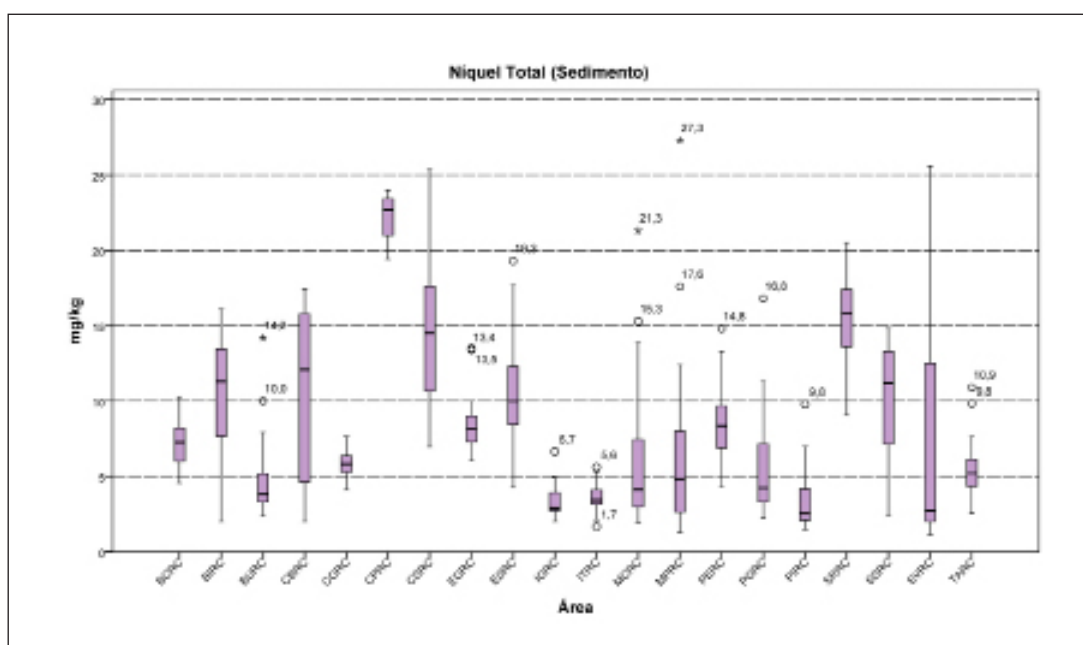
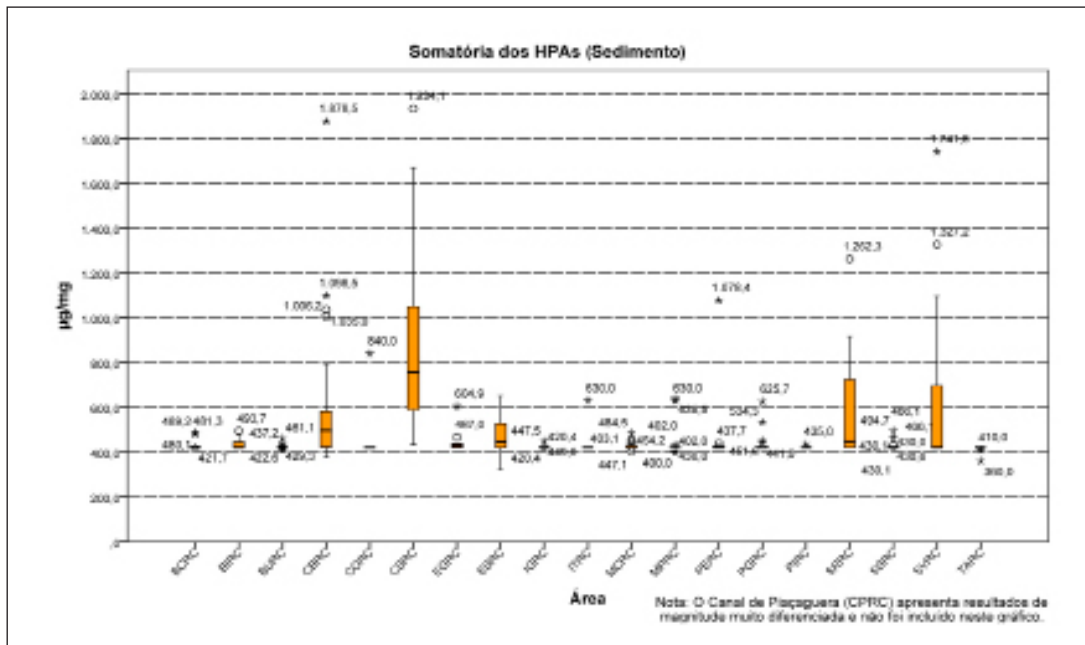
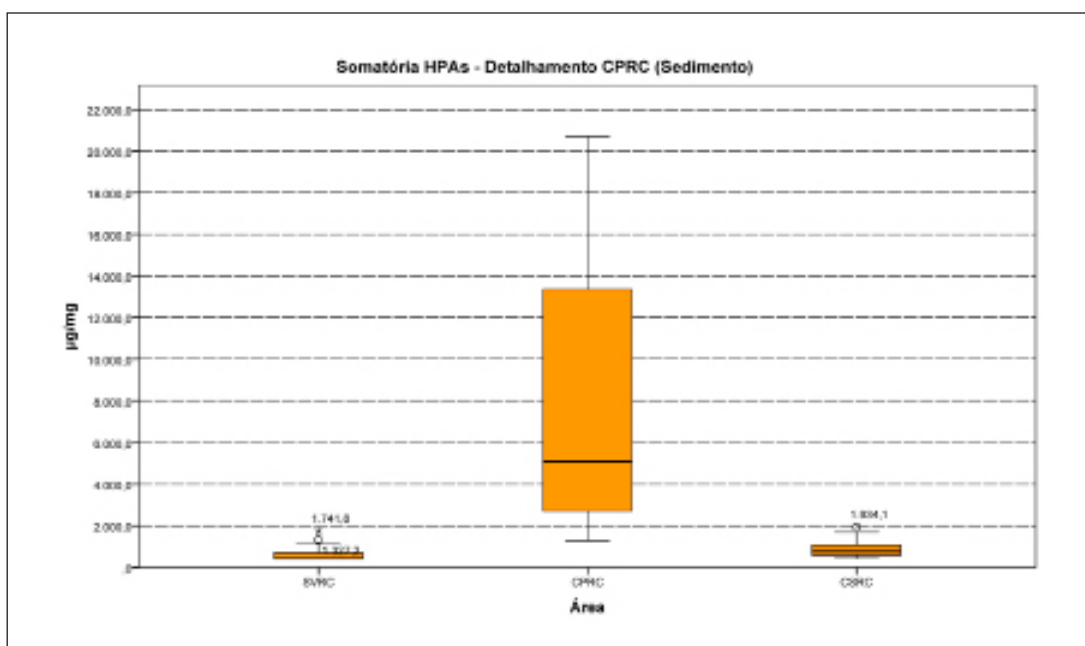


Gráfico 4.41 – Distribuição das concentrações de HPAs (µg/kg) no sedimento.

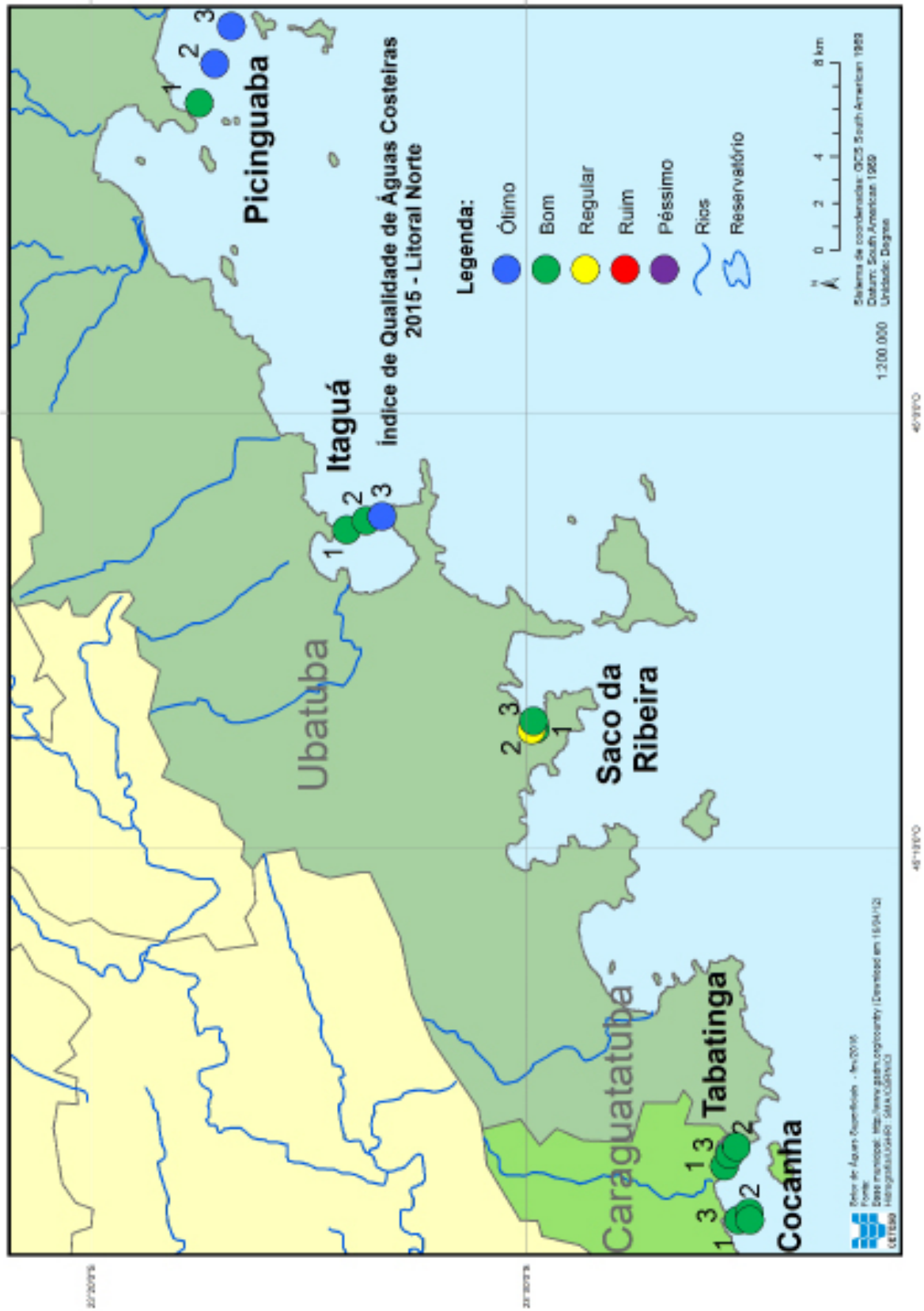


Foi necessário separar o Canal de Piaçaguera dos demais, pois as concentrações excederam mesmo as de outras áreas impactadas em alguns graus de magnitude chegando próximo aos 21.000 µg/kg. Entende-se que tais concentrações resultam de impactos pela presença das atividades industriais e portuárias na região, e principalmente de contaminação ocorrida no passado. Tal hipótese tem sido corroborada ao longo das campanhas, pois tem-se observado uma queda nas concentrações de contaminantes em geral. Parte desta melhoria pode estar associada à deposição de sedimentos novos, de melhor qualidade ao longo do tempo, mas serão necessárias mais campanhas para que se verifique se há realmente uma tendência ou não.

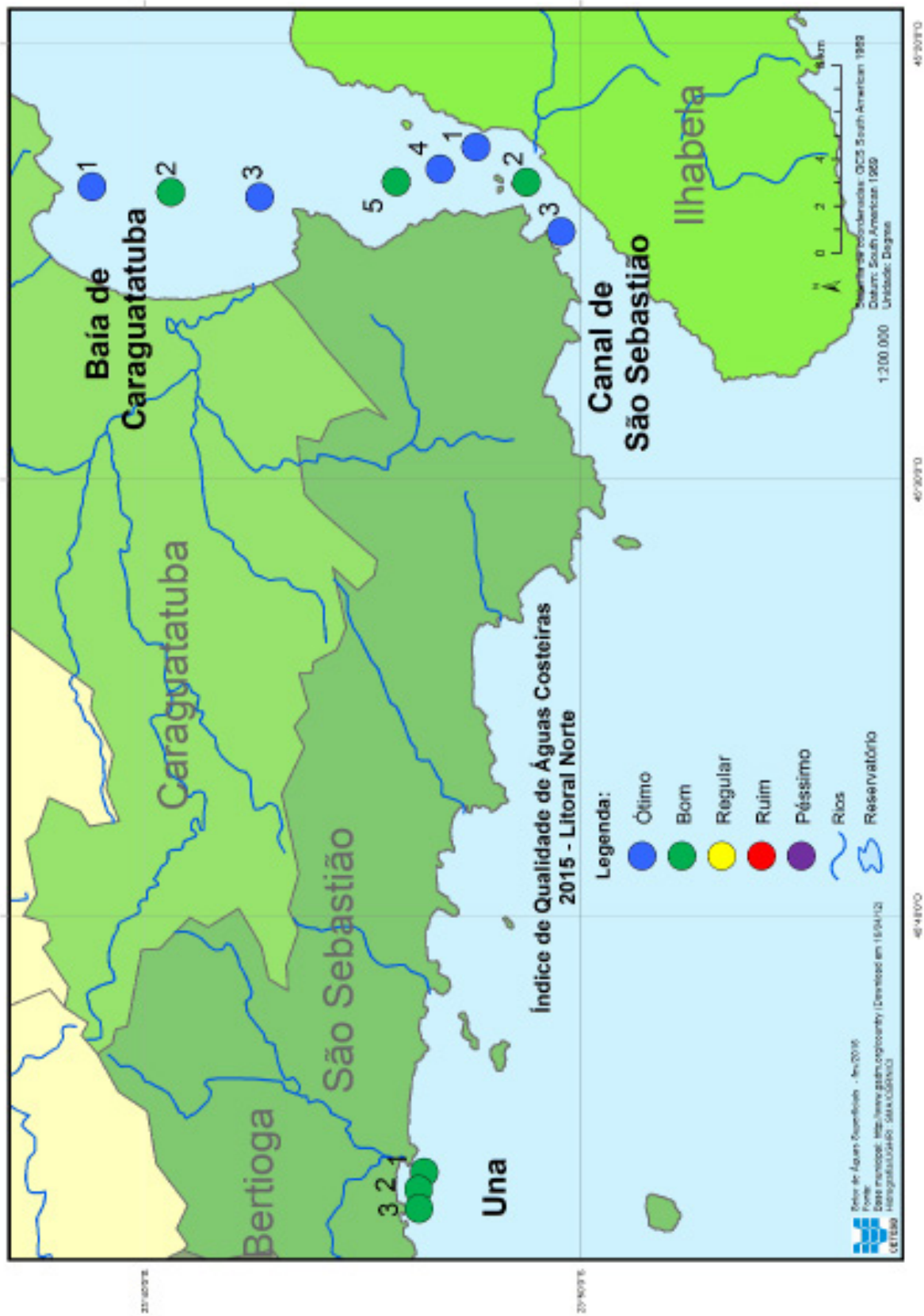
Gráfico 4.42 – Distribuição das concentrações de HPAs (µg/kg) no sedimento.



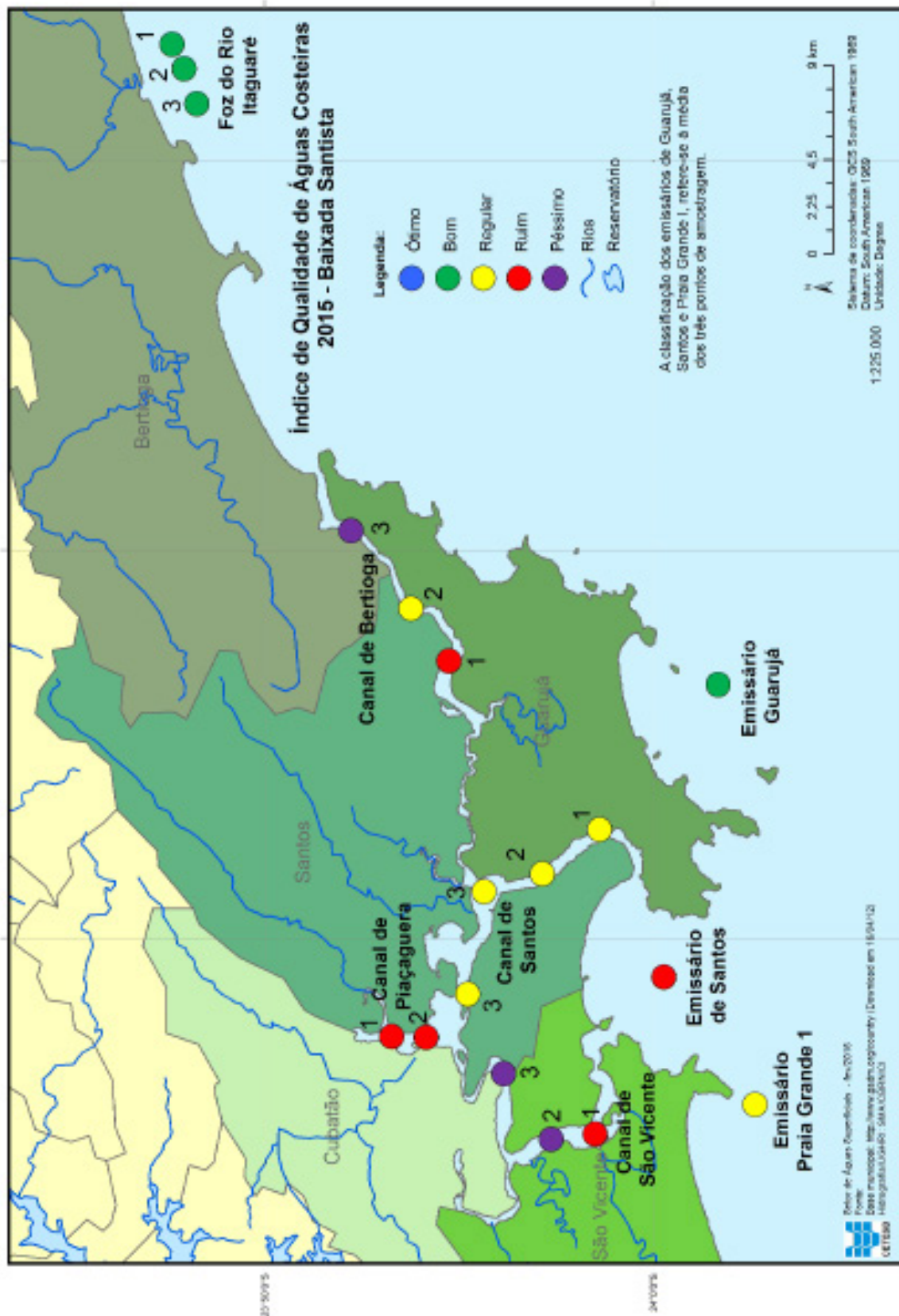
Mapa 4.1 – Índice de Qualidade de Água Costeira 2015 – Litoral Norte (norte).



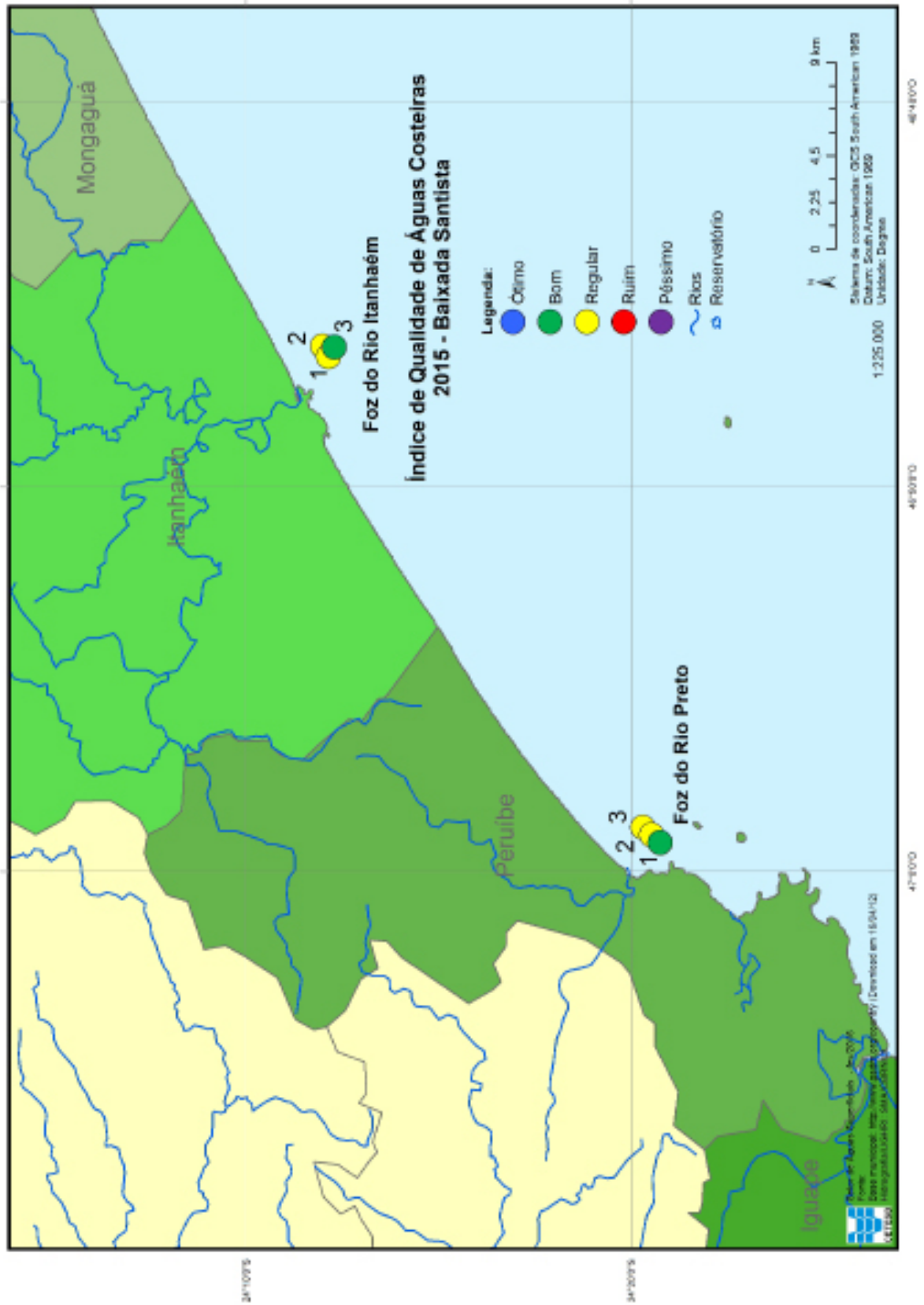
Mapa 4.2 – Índice de Qualidade de Água Costeira 2015 – Litoral Norte (sul).



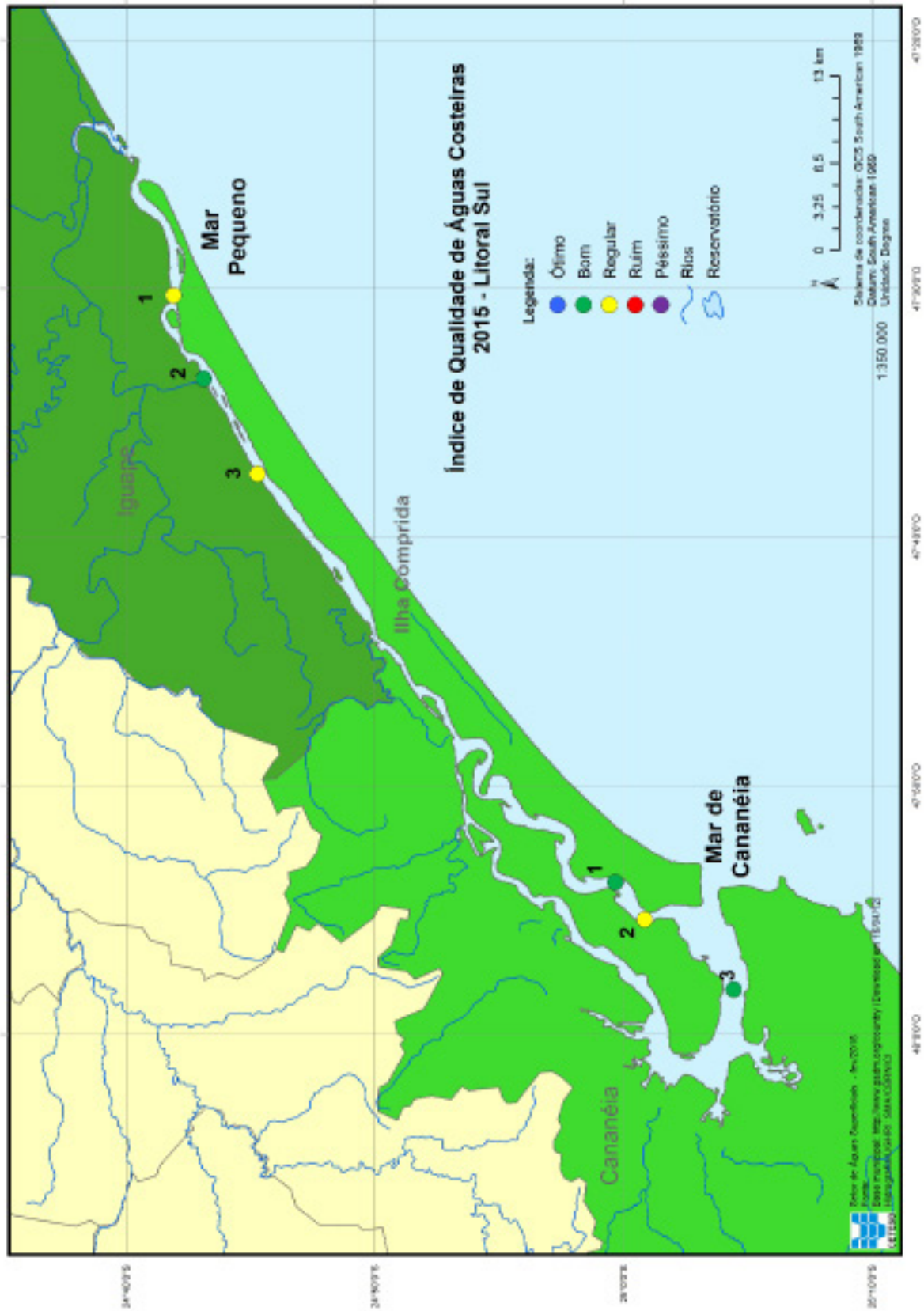
Mapa 4.3 – Índice de Qualidade de Água Costeira 2015 – Baixada Santista (região norte).



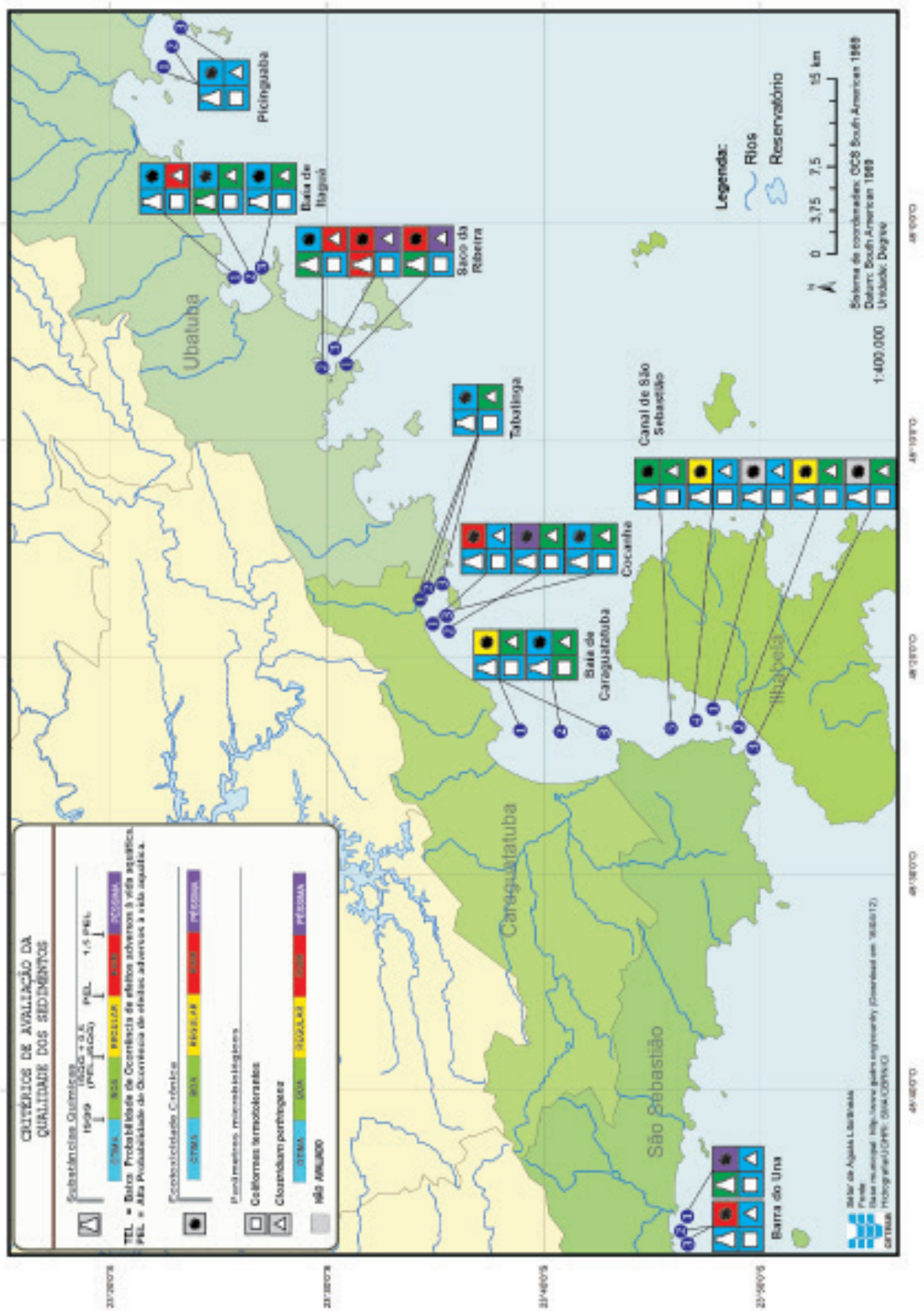
Mapa 4.4 – Índice de Qualidade de Água Costeira 2015 – Baixada Santista (região sul).



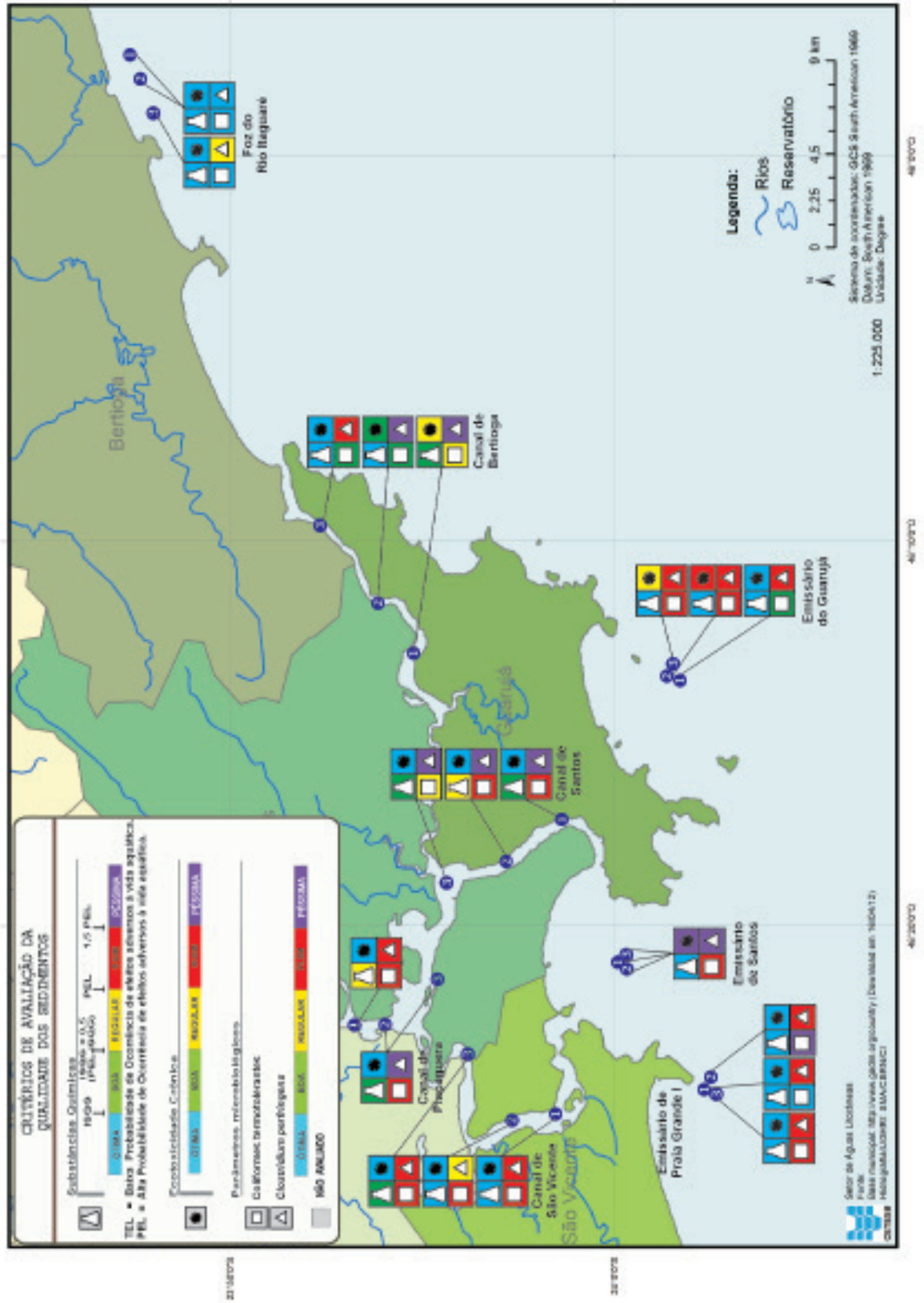
Mapa 4.5 – Índice de Qualidade de Água Costeira 2015– Litoral Sul.



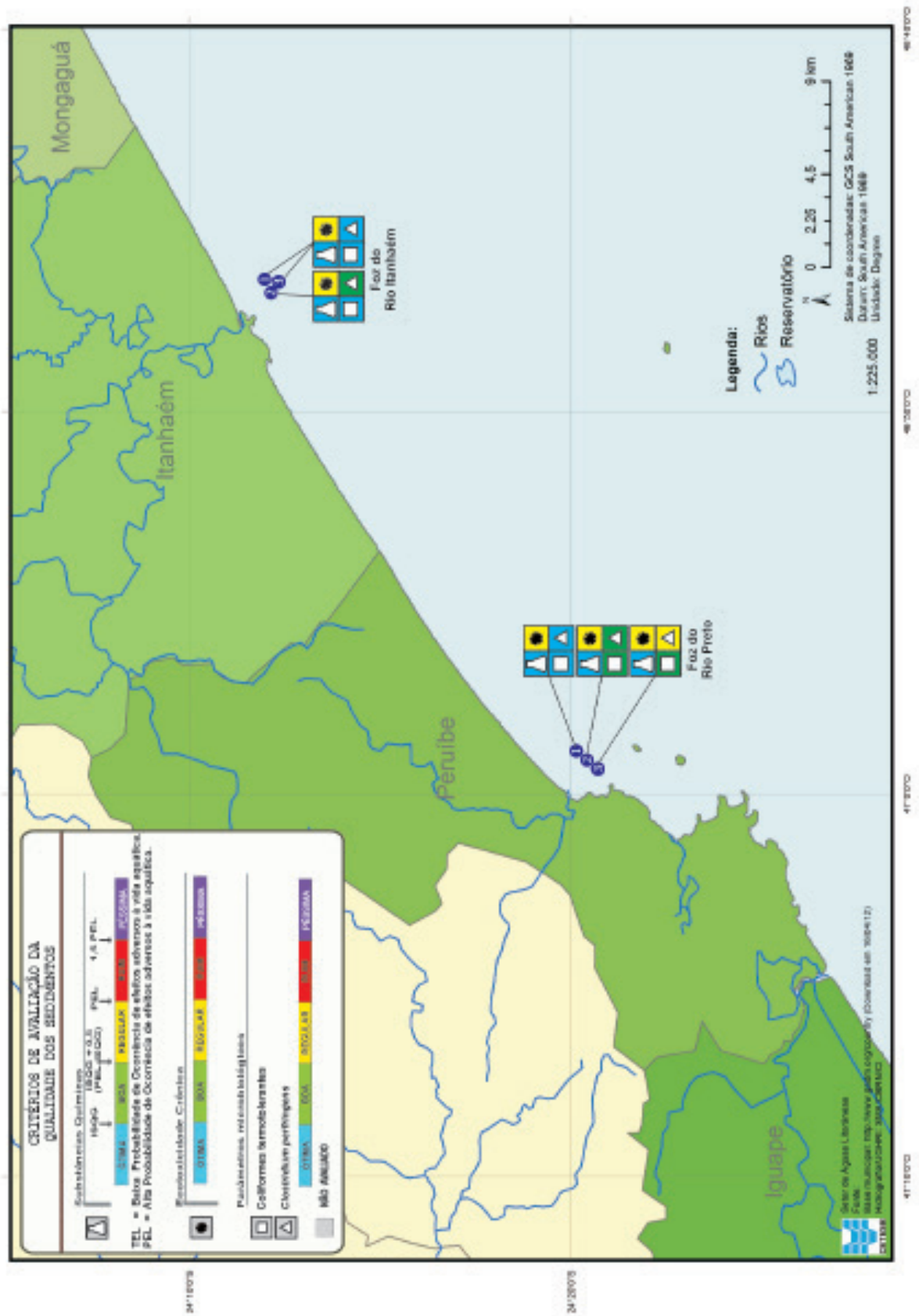
Mapa 4.6 – Avaliação da qualidade dos sedimentos 2015 – Litoral Norte.



Mapa 4.7 – Avaliação da qualidade dos sedimentos 2015 – Baixada Santista (região norte).



Mapa 4.8 – Avaliação da qualidade dos sedimentos 2015 – Baixada Santista (região sul).



5 • Emergências Químicas em Águas Costeiras

Biól. Iris Regina Poffo
Biól. Carlos Ferreira Lopes
CETESB - Setor de Atendimento a Emergência

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.

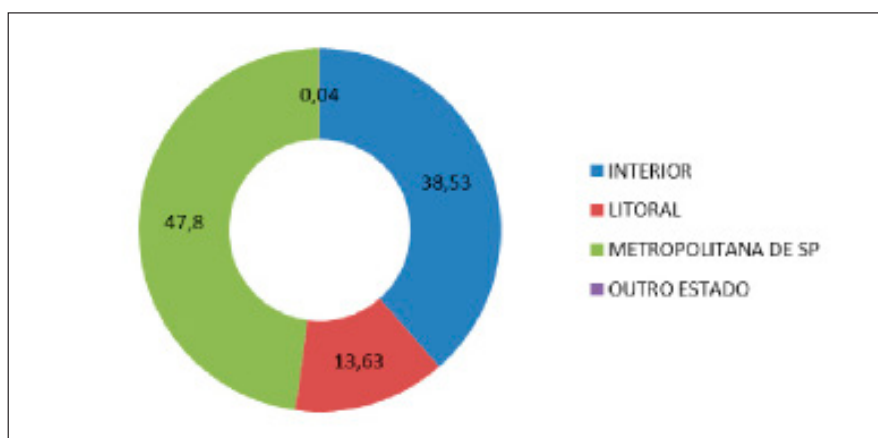
A CETESB atua na prevenção e na prestação de resposta às emergências químicas visando minimizar os efeitos negativos destas ocorrências à população e ao meio ambiente, por meio do Setor de Atendimento a Emergências e das Agências Ambientais da capital, do interior e do litoral.

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 condicionamento dos resíduos gerados, conforme as características do cenário acidental.

5.1 Panorama das principais ocorrências no litoral paulista

De 1978 a 2015, a CETESB registrou 10.409 ocorrências para todo o Estado de São Paulo, conforme o Sistema de Informação sobre Emergências Químicas – SIEQ. Destes, total 13,63% se referem ao litoral paulista (Gráfico 5.1).

Gráfico 5.1 – Emergências químicas atendidas pela CETESB por região (1978-2015)

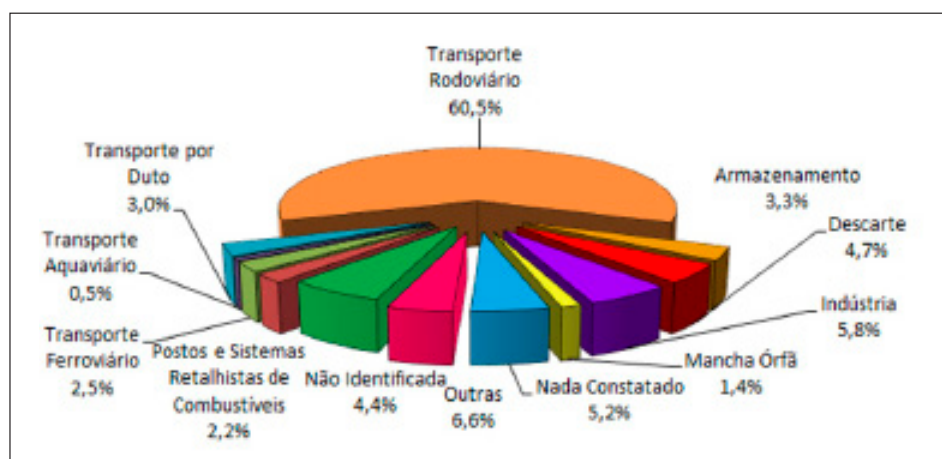


Fonte: Sistema de Informações sobre Emergências Químicas da CETESB – SIEQ

Especificamente, no ano de 2015, foram registradas 365 ocorrências para todo o Estado de São Paulo, seis a menos que em 2014. O Setor de Atendimento a Emergências da CETESB classifica as ocorrências, segundo sua origem, por atividades, como transporte rodoviário, ferroviário e, indústria, entre outros.

Segundo os dados do SIEQ, a representação destas 365 ocorrências, por atividade, no ano de 2015, demonstra que os acidentes envolvendo transporte rodoviário se destacaram dos demais (Gráfico 5.2).

Gráfico 5.2 – Classificação das 365 operações de emergência registradas pela CETESB em 2015 para todo Estado de São Paulo por atividade.



Fonte: Sistema de Informações sobre Emergências Químicas da CETESB – SIEQ

Destas 365 ocorrências, 39 casos (10,7%) se referem aos municípios litorâneos, e estão relacionados, principalmente, com quatro atividades:

- Transporte Rodoviário: referem-se a incidentes com caminhões nas rodovias, vias públicas e inclusive no interior das instalações portuárias;
- Transporte Aquaviário: envolvem incidentes com navios cargueiros, petroleiros e embarcações menores;
- Armazenamento: abrange incidentes nos terminais de petróleo e derivados, terminais de produtos, bem como falhas nas operações de carga e descarga dos navios;
- Manchas oleosas de origem desconhecida: cuja fonte poluidora não foi identificada, e popularmente denominadas de “manchas órfãs”.

Estes 39 casos ocorridos no litoral paulista estão assim divididos:

- cinco no litoral norte: quatro rodoviários, sendo três na Rodovia dos Tamoios, na Serra de Caraguatatuba, um na rodovia Rio-Santos, entre São Sebastião e Caraguatatuba, e uma mancha oleosa de origem não identificada em Ilhabela;
- três no litoral sul: um caso de descarte de pescado em Ilha Comprida, um acidente rodoviário com vazamento de óleo diesel na Rodovia Casimiro Teixeira, em Iguape, e um incêndio envolvendo materiais plásticos e produtos químicos diversos (sulfato de zinco, sulfato de magnésio, cloreto de cálcio, ácido bórico, carbonato de cobre e bicarbonato de amônia), motivado provavelmente por atos de vandalismo, em Itanhaém;

- 31 na Baixada Santista: 10 acidentes com caminhão nas rodovias que interligam Santos, Guarujá, Bertioga e São Paulo; seis relacionados com terminais químicos e petroquímicos (armazenamento) em Santos e Guarujá, um caso de transporte marítimo, um gasoduto, quatro casos de manchas oleosas e os demais relacionados com outras atividades.

Deste total, houve poluição das águas em 12 ocasiões, sendo cinco relacionadas com manchas oleosas de origem desconhecida (uma em Ilhabela e quatro em Santos), um incêndio em embarcação de lazer, três envolvendo Transporte Rodoviário (um em São Sebastião e dois em Santos), três relacionadas com Armazenamento, ou seja, terminais químicos e petroquímicos, destacando-se o incêndio no Terminal da Ultracargo/Tequimar.

O volume vazado na maioria destas ocorrências foi inferior a 1000 litros, com exceção do acidente rodoviário entre Santos e Bertioga, que chegou ao redor de 8 m³ e, do caso do Terminal da Ultracargo/Tequimar, no qual, além do vazamento de produto químico, foi lançada grande quantidade de água e de espuma para o combate aos tanques em chamas.

5.2 Casos mais relevantes de 2015

- Acidente rodoviário entre Santos e Bertioga:

Em 03.01.2015 houve tombamento de caminhão que transportava 30.000 L de combustível, junto à rodovia Rio-Santos, nas proximidades do Bairro Caruara, divisa com Bertioga. Como consequência houve o vazamento de cerca de 7.500 L de álcool, 9.500 L de gasolina e 20 L de óleo diesel. Parte do produto infiltrou nos solos nas imediações do veículo, e a maior quantidade escoou pela vala de drenagem, paralela à rodovia, passando por dentro do bairro, desaguardando em um corpo d'água, até chegar no Canal de Bertioga. O acidente e as ações para contenção do vazamento e para destombamento das carretas causou intenso tráfego na rodovia. O odor do combustível na vala de drenagem, muito próximo às residências, causou incômodos à saúde da população, além do medo de incêndio e explosão. A poluição do corpo d'água causou mortalidade de peixes, caranguejos e sars. As ações de contenção e recolhimento do produto vazado foram realizadas por empresa especializada. Participaram desta operação: o Departamento de Estrada e Rodagem - DER; Polícia Rodoviária Estadual; Defesa Civil de Santos; Secretaria Municipal do Meio Ambiente de Santos, Guarda Municipal de Santos e CETESB – Agência Ambiental de Santos. Os trabalhos de mitigação e de monitoramento das áreas afetadas, nos dias seguintes foram acompanhados pela CETESB (fotos 5.1 a 5.3).

Foto 5.1 – operação de destombamento de um dos tanques do caminhão acidentado



Fotos 5.2 e 5.3 – Local por onde produto escoou com barreiras absorventes, e alguns dos animais mortos encontrados pelo técnico da CETESB na frente do Canal de Bertiooga (Fotos cedidas pela Agência Ambiental de Santos - Banco de Imagens CETESB, 2015).



- Acidente rodoviário em São Sebastião:

Em 13.01.2015, um caminhão que transportava 24.000 litros de lodo inorgânico, proveniente da estação de tratamento de efluentes do Terminal Aquaviário de São Sebastião, tombou ao fazer a curva na rodovia Rio-Santos, entre as praias das Cigarras e da Enseada, sentido Caraguatatuba. Como consequência houve vazamento do lodo e do óleo diesel para o acostamento, onde ficou parcialmente contido e recolhido. O restante chegou à drenagem de águas pluviais da pista e desceu por córrego intermitente, passando por dentro de um sítio, até desaguar na praia e contaminar a faixa de areia e o mar, em pequenas proporções. Trata-se de uma praia pequena, de difícil acesso, inserida em propriedade particular (Fotos 5.4 a 5.6).

Fotos 5.4, 5.5 e 5.6 – Local por onde o produto escoou e ações de contenção com material absorvente na praia (Fotos cedidas pela Agência Ambiental de São Sebastião - Banco de Imagens CETESB, 2015).



- Incêndio na Subestação de Energia Elétrica em Bertioga

Em 28.06.2015, ocorreu incêndio na Subestação de Energia Elétrica da Elektro, localizada no Parque Estoril, gerando fumaça de coloração preta por sobre a região. O óleo isolante térmico vazado, estimado em 10.000 L, infiltrou-se no solo. Não foi registrada a contaminação de córregos ou rios. Todo município ficou temporariamente sem energia elétrica, afetando residências e serviços públicos, inclusive o quartel do Corpo de Bombeiros. A CETESB exigiu a recuperação da área contaminada e a destinação adequada dos resíduos gerados.

- Vazamento no Terminal Terrestre de Cubatão

Em 15.08.2015, ocorreu vazamento de óleo (volumenão estimado) da casa de bombas do Terminal Terrestre de Cubatão da PETROBRAS/TRANSPETRO, localizado no Bairro de Pilões, em Cubatão. O produto atingiu o pátio de brita, infiltrando no solo e atingindo a galeria de águas oleosas, ficando retido dentro dos diques de válvulas de manobra. Durante a inspeção do técnico da Agência Ambiental de Cubatão, não foi constatado vestígio de petróleo para o exterior das instalações da empresa. O produto vazado foi recolhido por empresa especializada, a serviço da TRANSPETRO. O material contaminado com óleo (britas, lona plástica, solo, material absorvente) foi acondicionado pela mesma empresa, em tambores e deverá ser encaminhado para destinação final. Não houve contaminação do Rio Cubatão.

- Incêndio em embarcação no Guarujá:

Em 15.09.2015, uma embarcação de turismo lazer, de 23 metros de comprimento, que se encontrava no píer de uma marina localizada na Estrada Guarujá-Bertioga pegou fogo. Como consequência, houve poluição do ar, incômodos à população vizinha por emissão de odor característico de plástico queimado, pois o iate permaneceu em chamas a noite inteira. O incêndio só foi controlado na madrugada do dia seguinte. Houve também vazamento de óleo diesel para o mar, quantidade não estimada, formando manchas iridescentes nas imediações da marina. Houve acompanhamento da Capitania dos Portos e da Agência Ambiental de Santos, que exigiu medidas para contenção e recolhimento do óleo vazado e dos resíduos.

- Incêndio na Ultracargo – terminal Tequimar -Santos

Em 02.04.2015 por volta das 10h iniciou-se um incêndio de grandes proporções no terminal da Ultracargo, localizado no bairro da Alemoa, Santos, SP (coordenadas 23°55'31,35"S; 46°21'29,66"O). O incêndio envolveu seis tanques aéreos dos quais dois continham etanol e quatro, gasolina (Foto 5.7).

Foto 5.7 – Detalhe do incêndio em alguns dos tanques da Ultracargo.



Com o medido de gerenciamento, planejamento e combate ao incêndio, o Corpo de Bombeiros implantou o Sistema de Comando e Operações Emergenciais – SICOE de modo que a resposta ao acidente ocorreu de forma integrada considerando várias instituições participantes, além de representantes da própria empresa sinistrada. Participaram da resposta entidades como Defesa Civil, Marinha do Brasil, Exército Brasileiro, Força Aérea, IBAMA, Polícia Militar, gestor portuário (CODESP), CETESB, além de organizações locais as quais mobilizaram os planos de auxílio mútuo (PAM) para casos de acidentes.

O combate ao incêndio durou nove dias, sendo declarado finalizado em 10.04 pelo Corpo de Bombeiros. Ao longo deste período foram utilizados cerca de 5 bilhões de litros de água e 400 mil litros de líquido gerador de espuma (LGE).

As questões ambientais, foco da preocupação e atuação da CETESB, foram gerenciadas já desde o início do combate cujas ações foram dirigidas ao monitoramento da qualidade do ar e da água do estuário, uma vez que o incêndio gerava grande quantidade de fumaça preta e água residuária (água de combate + produtos químicos diluídos fossem eles provenientes da queima dos combustíveis ou do LGE utilizado) das ações de combate que, num dado momento da emergência alcançou as águas do estuário (Foto 5.8).

Algumas ações emergenciais foram colocadas em prática na tentativa de minimizar possíveis impactos ambientais da água de combate. Assim, foram aplicadas barreiras absorventes junto ao início das drenagens de águas pluviais das vias que recebiam tais resíduos (Foto 5.9). Da mesma forma barreiras de contenção foram colocadas ao longo das margens do manguezal e no entorno do píer onde se encontrava a saída do sistema que bombeava água de combate proveniente do pátio da empresa (Foto 5.10).

Partes da água de combate alcançou também um lagoa contígua à empresa, cuja espuma recobriu grande parte do espelho d'água (Foto 5.11). Macrófitas presentes, do gênero *Lemna* sp. foram contaminadas sendo que ao longo e posteriormente à emergência, por orientação da CETESB, as mesmas foram removidas com o intuito de acelerar a recuperação do ambiente.

Foto 5.8 – Água de combate que alcançava o sistema de drenagem das vias adjacentes à Ultracargo chegando posteriormente ao estuário.



Foto5.9–Coloção de barreiras absorventes junto ao sistema de drenagens das vias públicas das proximidades da Ultracargo.



Foto 5.10 – Barreiras de contenção colocadas no entorno do píer do sistema de bombeamento da Ultracargo.



Foto5.11–Lagoa adjacente à Ultracargo com presença de macrófitas contaminadas com espuma de combate a incêndio.



Avaliação dos Impactos no Estuário

Em 03.04.2015 o atendimento a Mortandade de Peixes e Organismos Aquáticos, da Divisão de Análises Hidrobiológicas (ELH), foiacionadopelaCentraldeAtendimentoaEmergênciasdaCETESB(CEEQ) pois havia peixes mortos na região.

No dia 04.04.2015 foi realizada nova vistoria ao local e foram coletados peixes para análise necropsópica. No material coletado havia peixes marinhos e estuarinos, como é comum ocorrer naquele tipo de ambiente. Camarões também compuseram a amostra, pois estes estavam nadando próximo à superfície, provavelmente evitando a região de fundo do estuário.

Nos sobrevoos e vistorias embarcadas realizadas pelo IBAMA (2015), relata-se que a partir do dia 07.04.2015 não foi observado mais nenhum animal morto, sendo o incêndio considerado extinto no dia 10.04.2015. Segundo página daquele órgão federal foram recolhidas sete toneladas de peixes mortos do Canal do Porto de Santos, que sofreram influência da água de rescaldo do acidente. Conforme comunicação da Agência Ambiental de Santos (CMN), ao final do episódio a quantidade de peixes e organismos mortos recolhidos foi estimada em nove toneladas.

Além disso, como objetivo de avaliar os impactos causados ao ambiente, durante todo o atendimento foram realizadas diversas vistorias para coleta e análise de água e sedimentos em vários pontos do estuário. (Figuras 5.1 e 5.2) Houve também vistorias na vegetação existente nas proximidades.

Resultados das amostragens

Os dados das análises laboratoriais realizadas pela CETESB apontam as baixas concentrações de oxigênio dissolvido, temperatura elevada da água e toxicidade da água de rescaldo (combinação de combustível e produtos para controle do incêndio), como as causas mais prováveis da mortandade de peixes verificada entre os dias 03 e 06.04.2015 em locais próximos ao terminal de armazenamento da Ultracargo, na zona industrial do bairro da Alemoa, em Santos, que teve várias toneladas de combustíveis consumidas por incêndio ininterrupto do dia 02.04.2015 ao dia 10.04.2015 em diversos tanques no local.

As amostras da água de rescaldo coletadas no interior da empresa (ponto C1) nos dias 03.04 e 06.04, apresentaram concentrações elevadas de hidrocarbonetos aromáticos policíclicos (HAP), BTX, óleos e graxas (OG) – normalmente compostos de combustíveis – sendo ainda consideradas muito tóxicas, segundo ensaio de toxicidade aguda com *Vibrio fischeri* (Sistema Microtox®). As amostras do dia 04.04 e 07.04 do último ponto antes de envio do efluente ao canal do estuário (ponto C3) apresentaram as mesmas características, ou seja, concentrações elevadas de HAPs, BTX, óleos e graxas (OG), além de Muito Tóxicas, segundo ensaio de toxicidade aguda com *V. fischeri*.

Nota-se que o evento de mortandade de peixes foi verificado já no fim do dia 03.04.2015 quando se identificou um extravasamento da área de contenção dos tanques, e conseqüente dispersão das substâncias químicas pelo estuário. A hidrodinâmica da região contribuiu para que o material que vazou dos tanques, juntamente com aquele usado no combate ao incêndio, fosse transportado para outras áreas, ocasionando a depleção do OD em uma faixa relativamente extensa (8,5 Km).

Nesse episódio verificou-se a morte de várias espécies de organismos como peixes, marinhos e estuarinos (paratis, robalos, tilápias, carás e linguados), além de camarões, com alguns exemplares encontrados nadando próximos à superfície, evitando, provavelmente, a região de fundo do estuário. Essa mortandade foi extensa, seu ápice registrado principalmente entre os dias 03 e 04.04.2015, sendo estimada a retirada de 9 toneladas de peixes e outros organismos aquáticos mortos do estuário.

As variáveis de qualidade das águas medidas em campo, no dia 04.04 indicaram valores de Oxigênio Dissolvido na superfície entre 0,44 e 2,1 miligramas por litro em uma grande extensão do estuário, incluindo o trecho desde a Alfândega de Santos, na travessia de barcas para Vicente de Carvalho (Guarujá) até a Vila dos Pescadores, no município de Cubatão. Esses valores são considerados muito baixos para essa região, o que foi agravado pela temperatura da água, a oredor de 27 graus Celsius, que diminuiu a saturação do oxigênio e sua disponibilidade aos organismos aquáticos, resultando na mortalidade verificada. Os resultados da amostragem do dia 06.04 indicam uma ligeira melhora nas concentrações de OD apresentando valores entre 3 e 4 mg.L⁻¹ na superfície, à exceção do ponto localizado em frente ao empreendimento que continuou apresentando baixa concentração (0,8 mg.L⁻¹).

A análise necroscópica dos peixes indicou boas condições gerais, tanto de aspectos externos como de órgãos internos. No entanto, foram constatados em alguns exemplares, hemorragias e alteração na coloração das brânquias e excesso de muco que indicam ambientes aquáticos com pouco oxigênio e presença de substâncias tóxicas. Foram analisadas as vísceras de seis espécies de peixes (bagre, linguado, robalo, parati, cará e tilápia) e camarões, sendo quantificados alguns HAPs em linguado e bagres, indicando exposição recente, com valores elevados apenas no caso dos bagres.

Os resultados de amostras de água e sedimento do Ponto 3 da Rede de Monitoramento Costeiro da CETESB coletadas pouco antes do incêndio e da coleta de três dias após seu encerramento (13.04.2014) indicaram pouca alteração da qualidade desses compartimentos, para as variáveis analisadas, indicando a transitoriedade do impacto registrado, embora de caráter agudo.

Os demais resultados laboratoriais, incluindo as macrófitas da lagoa e as amostragens realizadas nos manguezais permitirão avaliar o impacto a outros ambientes, em decorrência desse episódio.

Conclusões

Comparando-se os resultados de amostras de água e sedimento do Ponto 3 da Rede de Monitoramento Costeiro da CETESB coletadas pouco antes do incêndio e da coleta de três dias após seu encerramento (13.04.2014) nota-se que houve pouca alteração da qualidade desses compartimentos, para as variáveis analisadas, indicando a transitoriedade do impacto registrado, embora de caráter agudo. Além disso, resultados obtidos em amostragens de sedimento posteriores ao término do incêndio mostraram que os impactos causados por esse episódio emergencial não geraram resultados anômalos nesse compartimento. As concentrações de contaminantes estiveram dentro da faixa de variação normalmente encontrada na região.

Conclui-se, portanto, que o acidente provocou alteração na qualidade das águas e sedimentos do estuário de Santos e São Vicente próximo ao terminal tendo sido de curta duração, causando a mortalidade observada. Logo após o término do incêndio as variáveis ambientais já haviam retornado aos valores encontrados normalmente na região. Amostragens realizadas 3 meses depois, confirmam essa conclusão.

Ressalta-se, entretanto, que nos sedimentos de uma área de manguezal por onde extravasou a água de rescaldo foram encontrados valores elevados de alguns contaminantes em amostragens posteriores, provavelmente devido a um rebaixamento do terreno onde ocorreu o acúmulo dessas substâncias. Foi recomendado o monitoramento para acompanhamento das alterações no estuário.

O Quadro 5.1, a seguir, apresenta os dias de vistoria realizados e os pontos de coleta de amostras. Os laudos referentes a essas amostras encontram-se na Agência Ambiental de Santos, desta Companhia.

Quadro 5.1 – Datas e locais de amostragem.

DATA	PONTOS DE AMOSTRAGEM
03/04/2015	<ul style="list-style-type: none"> • C1 – Saída de águas de rescaldo de combate ao incêndio da ULTRACARGO
04/04/2015	<ul style="list-style-type: none"> • E1 – Alfândega de Santos - Próximo à travessia da balsa • E2 – Em frente ao terminal ECOPORTO • E3 – Píer da Alemoa (interno) - Em frente ao local de escoamento da água de rescaldo de incêndio. • E4 – Em frente ao Píer da TRANSPETRO; • E5 – Próximo à Vila dos Pescadores.
	<ul style="list-style-type: none"> • E1 – Alfândega de Santos • E2 – Em frente ao terminal ECOPORTO • E3 – Píer 4/Alemoa (Interno) • E8 – Confluência do canal de Piaçaguera com o Rio Casqueiro, entre os municípios de Cubatão e Santos • E5 – Próximo à Vila dos pescadores • C1 – Água de rescaldo no interior da ULTRACARGO. • C2 – Transbordamento – água depois das barreiras em direção ao estuário na Av. Eng. Augusto Barata próximo ao portão de balança. • C3 – Caixa 06 da vala da CODESP - terminal no interior da área da CODESP - Lançamento de efluente líquido proveniente do resfriamento e combate ao incêndio
	<ul style="list-style-type: none"> • C3 – Caixa 06 da vala da Codesp • L1 – Lagoa 1 – margem oeste (ao lado do TQ 2637) • L2 – Lagoa 2 – margem leste (Lado oposto aos tanques)
	<ul style="list-style-type: none"> • E1 – Alfândega de Santos • E2 – Em frente ao terminal ECOPORTO • RC3 – Canal de Santos - Ponto 3 da Rede Costeira • E3 – Píer 4 da Alemoa (Interno) • E8 – Pier 4 da Alemoa (Externo) • E7 – Confluência do canal de Piaçaguera e o Rio Casqueiro. • E6 – Rio Casqueiro Antes da Vila dos pescadores • C2 – Transbordamento – Av. Eng. Augusto Barata - 50m a oeste do primeiro ponto (+ próximo do local do incêndio) • C3 – Caixa 06 da vala da CODESP – Efluente líquido • L1 – Lagoa – margem oeste (ao lado do TQ 2637) • L2 – Lagoa – margem leste (Lado oposto aos tanques)

As figuras a seguir, apresentam a localização dos pontos de amostragem.

Figura 5.1 – Pontos de amostragem em Santos/Cubatão, São Paulo. Fonte: Google Earth.



Figura 5.2 – Detalhes dos pontos de amostragem próximos à Empresa ULTRACARGO em Santos, São Paulo. Fonte: Google Earth.



5.3 Mortandades de peixe na região Costeira

Em 2015 foram registradas as seguintes mortandades de peixe na região costeira:

Tabela 5.1 – Mortandades de Peixes ocorridas em 2015 na região costeira do Estado de São Paulo

UGRHI	MUNICÍPIO	LOCAL	ORGANISMO	MOTIVO	ATENDIMENTO
3	Ubatuba	Rio Tavares	Não especificado	Provável contaminação por substância tóxica.	Atendimento realizado pela Agência Ambiental de São Sebastião (CMS) com suporte técnico do ELH.
7	Santos	Canal de Bertiooga	Não especificado	Contaminação devido a vazamento de álcool e gasolina após tombamento de caminhão na Rodovia Rio-Santos	Atendimento realizado em conjunto pela Agência Ambiental de Santos (CMN). A empresa transportadora (TIBE) foi penalizada com AIIPM, no valor correspondente a 5001 UFESPs.
11	Ilha Comprida	Praia Ilha Comprida	Não especificado	Descarte de barcos de pesca em alto mar e carreamento dos peixes para a praia	Atendimento realizado pela Agência Ambiental de Registro (CMR) com suporte técnico do ELH.
7	Santos	Canal de Santos, Estuário, Rio Cubatão	Robalos, tainhas, paratis, bagres, linguados, tilápias, carás, camarões, caranguejos etc	Queda na concentração de oxigênio dissolvido, elevação da temperatura e toxicidade da água de rescaldo (combinação de combustível e produtos para controle do incêndio)	Atendimento realizado em conjunto pela Agência Ambiental de Santos (CMN), Setor de Atendimento a Emergências Químicas (CEEQ) e Divisão de Análises Hidrobiológicas (ELH).
3	São Sebastião	Córrego próximo à R.da Marinha	Não especificado	Contaminação do corpo d'água por cloro em decorrência de vazamento da EPC da SABESP	Atendimento realizado pela Agência Ambiental de São Sebastião (CMS) com suporte técnico do ELH.
3	São Sebastião	Rio na Praia de Guaecá	Crustáceos e diversos peixes	Indeterminada	Atendimento realizado pela Agência Ambiental de São Sebastião (CMS).

6 • 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.

Como em anos anteriores, os resultados obtidos no monitoramento das águas costeiras em 2015, confirmam que as áreas monitoradas que apresentam melhor qualidade estão localizadas no Litoral Norte e correspondem a ambientes marinhos pouco influenciados pela água doce continental. As porcentagens de áreas classificadas como Ótima foi de 15%, sendo elas Picinguaba, Baía de Caraguatatuba e Canal de São Sebastião. As áreas classificadas como Boa foram 40% que incluem 6 áreas no litoral norte e 1 em cada uma das outras regiões.

As maiores alterações na qualidade das águas foram observadas no Estuário de Santos e São Vicente, sendo que a única área classificada como Péssima foi o Canal de São Vicente. 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 seis; o Canal de Bertioga, Canal de Santos, emissário da Praia Grande, rios Itanhaém e Preto, e o Mar Pequeno.

Nesses ambientes, em sua maioria salobros, os principais parâmetros responsáveis pela piora da qualidade foram: as altas concentrações de fósforo e de clorofila *a* e os baixos teores de oxigênio dissolvido. Além disso, foram registradas não conformidades para o carbono orgânico total, fósforo e contaminação microbológica, 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 das atividades portuárias. Nas águas salinas a variável com maior discrepância em relação ao valor de referência foi a Clorofila *a*. Exceção feita ao OD com 14,5% de amostras não conformes, todas as outras variáveis apresentaram índices de não conformidade abaixo de 10%.

Em 2015, foi observada uma pequena piora na qualidade das águas costeiras com diminuição das áreas Ótimas e Boas, e com aumento das áreas classificadas como Regular. Entretanto houve manutenção da porcentagem de Ruins e diminuição de Péssimas.

Em relação aos sedimentos, neste ano a classificação química foi um pouco pior em parte devido à ocorrência de alguns metais que não foram considerados no ano anterior. Nota-se, no entanto, que a piora se dá com a redução de ambientes classificados como Ótimos e o aparecimento de ambientes classificados como Bons e Ruins, ausentes no ano anterior. No geral, mais de 94% das áreas analisadas foram classificadas como Boas ou Ótimas. O Saco da Ribeira no Litoral Norte apresentou altas concentrações de cobre no ponto 2 o que classificou o ponto como Ruim. No caso do ponto 2 do Emissário de Santos um pico de concentração de níquel ocasionou a classificação do ponto como Péssima. Já o sistema estuarino de Santos e São Vicente apresentou algumas ocorrências de HPAs que reduziram algumas classificações a Regular nos Canais de Santos e Piaçaguera. 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. Notam-se alguns locais com tendência de acúmulo de nutrientes como o Sacodá Ribeira. Nesses locais, ocorre aporte de material terrígeno, incluindo as contribuições antrópicas, que aliado a pouca renovação de água no local devido a sua morfologia, explicam tal comportamento. No que se refere à toxicidade desses sedimentos foi registrada uma ligeira piora no litoral norte com diminuição dos pontos sem toxicidade passando de 62,5% para 50%. A Baixada Santista não mostrou muita variação mas teve tendência de melhora nos últimos três anos, apresentando valores de 35%, 40 e 43% dos pontos sem toxicidade. Já o litoral sul que havia registrado apenas 25% de pontos sem toxicidade em 2014, mostrou melhora retomando os 50% de anos anteriores. O melhor ano para o litoral norte foi 2014, para a Baixada Santista 2012 e para o litoral sul 2011.

Referências

ABNT NBR 15350. Ecotoxicologia Aquática - Toxicidade crônica de curta duração - Método de ensaio com ouriço-do-mar (Echinodermata - Echinoidea). 2006. 17p.

ABNT NBR 15638. Qualidade da água - Determinação da toxicidade aguda de sedimentos marinhos ou estuarino com anfípodos. 2008. 19p.

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

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

CARR, R.S., NIPPER, M.G.; ADAMS, W.J.; BERRY, W.; BURTON Jr., G.G.; HO, K.; MACDONALD, D.; SCROGGINS, R & WINGER, P.V. (2001). Summary of a SETAC Technical workshop porewater toxicity testing: biological, chemical and ecological considerations with a review of methods and applications, and recommendations for future areas of research, 18-22 march 2000; Pensacola, FL. SETAC. Society of Environmental Toxicology and Chemistry. (www.setac.org).

CCME - Canadian Council of Ministers of the Environment. 2001. Canadian water quality guidelines for the protection of aquatic life: CCME Water Quality Index 1.0, Technical Report. In: Canadian environmental quality guidelines, 1999, Canadian Council of Ministers of the Environment, Winnipeg.

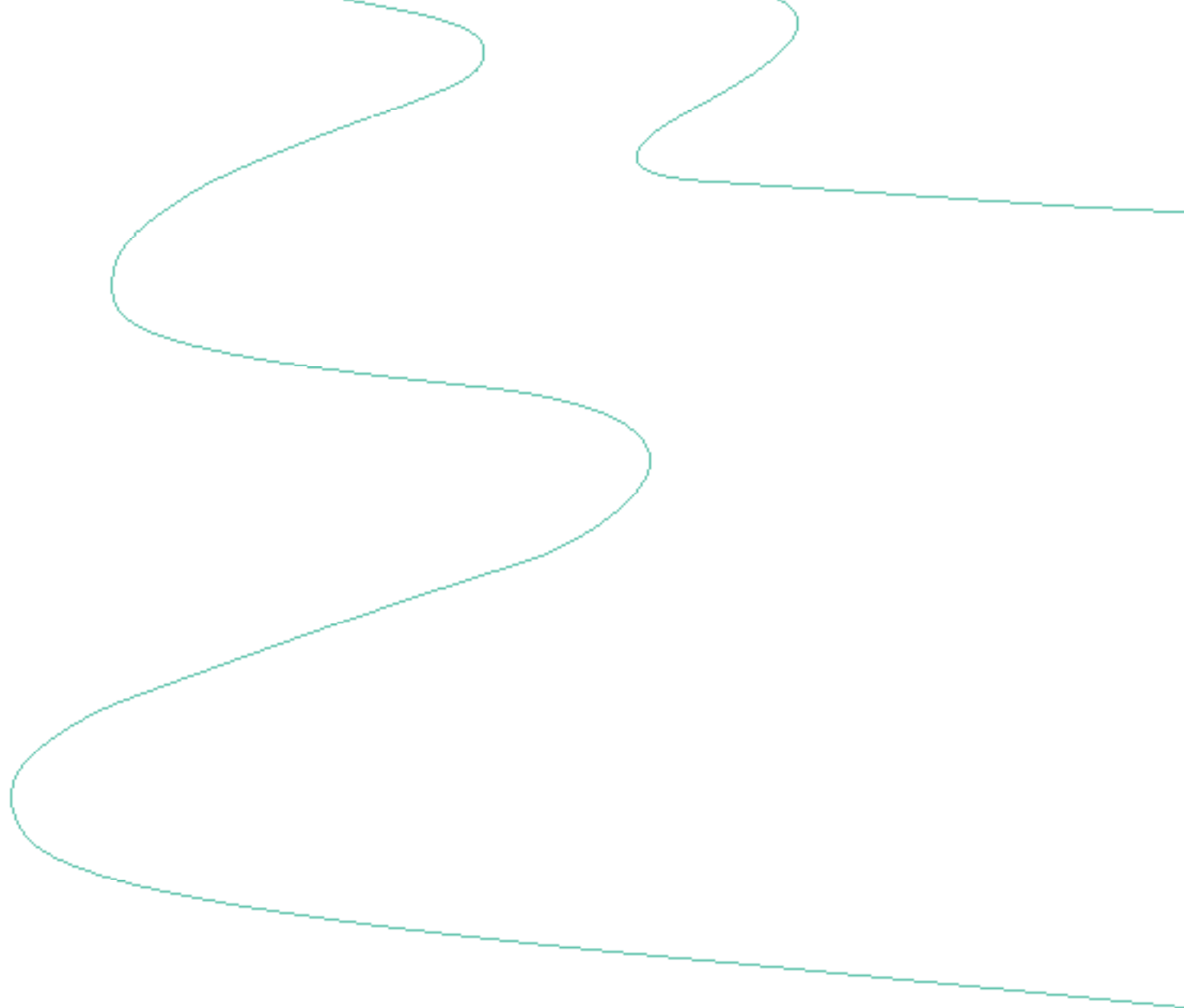
_____. Canadian sediment quality guidelines for the protection of aquatic life: summary tables. Winnipeg, 2002. Disponível em: <http://www.ccme.ca/assets/pdf/sedqg_summary_table.pdf>. Acesso em: fev. 2009.

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

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

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

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



CETESB



Sistema Ambiental Paulista



GOVERNO DO ESTADO
SÃO PAULO

Secretaria do Meio Ambiente