



2013

**QUALIDADE DAS ÁGUAS
SALINAS E SALOBAS
NO ESTADO DE SÃO PAULO**



CETESB

2ª. PARTE DO RELATÓRIO DE ÁGUAS SUPERFICIAIS

SÉRIE RELATÓRIOS

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

Listas

LISTA DE TABELAS

Parte II - Águas Salinas e Salobras

Tabela 1.1 – Variáveis determinadas na água.....	306
Tabela 1.2 – Variáveis determinadas no sedimento.....	307
Tabela 1.3 – Valores e classificação para cada faixa do IQAC.....	310
Tabela 1.4 – Classes de níveis tróficos baseada nas concentrações de clorofila <i>a</i> , nitrogênio e fósforo, para ambientes marinhos, proposta por Hakanson (1994 apud Smith <i>et al.</i> 1999).	310
Tabela 1.5 – Classes de níveis tróficos baseada nas concentrações de clorofila <i>a</i> , nitrogênio e fósforo, para ambientes estuarinos, proposta por Bricker <i>et al.</i> (2003).	311
Tabela 1.6 – Faixas de concentração de contaminantes químicos para classificação de sedimentos.	313
Tabela 1.7 – Classificação das amostras de acordo com os resultados ecotoxicológicos.....	313
Tabela 2.1 – Pontos de monitoramento das águas salinas e salobras por município.	315
Tabela 2.2 – Locais de amostragem.	318
Tabela 2.3 – Coordenadas dos pontos.....	321
Tabela 3.1 – Parâmetros utilizados na composição do IQAC e seus respectivos padrões e valores de referência.	333
Tabela 3.2 – Classificação dos pontos monitorados na Rede Costeira de acordo com o IQAC – 2013.	334
Tabela 3.3 – Classificação dos pontos monitorados na Rede Costeira de acordo com o Estado Trófico – Primeira e Segunda campanhas de 2013.	335
Tabela 3.4 – Qualidade dos sedimentos nas áreas costeiras monitoradas em 2013 de acordo com as substâncias químicas.....	336
Tabela 3.5 – Qualidade ecotoxicológica dos sedimentos nas duas campanhas realizadas em 2013.....	337
Tabela 3.6 – Classificação dos pontos monitorados na Rede Costeira de acordo com o critério microbiológico – primeira e segunda campanha de 2013.	338
Tabela 4.1 – Tendências do IETC em pontos com piora e melhora significativa entre 2011 e 2013.	381
Tabela 4.2 – Classificação da qualidade do sedimento costeiro, de acordo com os ensaios ecotoxicológicos realizados em 2013.	387
Tabela 4.3 – Distribuição do número de amostras analisadas e porcentagem das que apresentaram efeito tóxico nos ensaios ecotoxicológicos crônico e agudo nos últimos quatro anos (NT = Não tóxico; T = Tóxico).....	388
Tabela 4.4 – Classificação ecotoxicológica dos sedimentos costeiros entre de 2010 e 2013.....	389
Tabela 4.5 – Percentual de pontos amostrais que não apresentaram toxicidade em cada região entre 2010 e 2013.	389
Tabela 5.1 – Distribuição de ocorrências envolvendo substâncias oleosas para Baixada Santista e Litoral Norte (1995 a 2013).	407

LISTA DE GRÁFICOS

Parte II - Águas Salinas e Salobras

Gráfico 3.1 – Concentrações de fósforo total no sedimento em Picinguaba nas duas campanhas de 2013.....	339
Gráfico 3.2 – Concentrações de nitrogênio kjeldahl total (NKT) no sedimento em Picinguaba nas duas campanhas de 2013.....	340
Gráfico 3.3 – Concentrações de fósforo total no sedimento na Baía de Itaguá nas duas campanhas de 2013.	341
Gráfico 3.4 – Concentrações de nitrogênio kjeldahl total (NKT) no sedimento na Baía de Itaguá nas duas campanhas de 2013.	341
Gráfico 3.5 – Concentrações de fósforo total no sedimento no Saco da Ribeira nas duas campanhas de 2013.....	343
Gráfico 3.6 – Concentrações de nitrogênio kjeldahl total (NKT) no sedimento em Saco da Ribeira nas duas campanhas de 2013.....	343
Gráfico 3.7 – Concentrações de fósforo total no sedimento na Baía de Caraguatatuba nas duas campanhas de 2013.	344
Gráfico 3.8 – Concentrações de nitrogênio kjeldahl total (NKT) no sedimento na Baía de Caraguatatuba nas duas campanhas de 2013.	344
Gráfico 3.9 – Concentrações de fósforo total no sedimento em Tabatinga nas duas campanhas de 2013.	345

Gráfico 3.10 – Concentrações de nitrogênio kjeldahl total (NKT) no sedimento em Tabatinga nas duas campanhas de 2013.....	346
Gráfico 3.11 – Concentrações de fósforo total no sedimento em Cocanha nas duas campanhas de 2013.....	347
Gráfico 3.12 – Concentrações de nitrogênio kjeldahl total (NKT) no sedimento em Cocanha nas duas campanhas de 2013.....	347
Gráfico 3.13 – Concentrações de fósforo total no sedimento em Barra do Una nas duas campanhas de 2013.....	349
Gráfico 3.14 – Concentrações de nitrogênio kjeldahl total (NKT) no sedimento na Barra do Una nas duas campanhas de 2013.....	350
Gráfico 3.15 – Concentrações de fósforo total nos sedimentos da área de influência do Rio Itaguaré nas duas campanhas de 2013.	351
Gráfico 3.16 – Concentrações de nitrogênio kjeldahl total nos sedimentos da área de influência do Rio Itaguaré nas duas campanhas realizadas em 2013. ...	351
Gráfico 3.17 – Concentrações de fósforo total nos sedimentos do Canal da Bertioga nas duas campanhas de 2013.	352
Gráfico 3.18 – Concentrações de nitrogênio kjeldahl total nos sedimentos do Canal da Bertioga nas duas campanhas realizadas em 2013.....	353
Gráfico 3.19 – Concentrações de fósforo total nos sedimentos da área de influência do Emissário do Guarujá nas duas campanhas de 2013.....	354
Gráfico 3.20 – Concentrações de nitrogênio kjeldahl total nos sedimentos da área de influência do Emissário do Guarujá nas duas campanhas realizadas em 2013. ...	354
Gráfico 3.21 – Concentrações de fósforo total nos sedimentos da área de influência do Emissário de Santos nas duas campanhas de 2013.....	356
Gráfico 3.22 – Concentrações de nitrogênio kjeldahl total nos sedimentos da área de influência do Emissário de Santos nas duas campanhas realizadas em 2013.	356
Gráfico 3.23 – Concentrações de fósforo total (mg/kg) nos sedimentos do Canal de Santos nas duas campanhas de 2013.	358
Gráfico 3.24 – Concentrações de nitrogênio kjeldahl total nos sedimentos do Canal de Santos nas duas campanhas de 2013.	358
Gráfico 3.25 – Concentrações de fósforo total nos sedimentos do Canal de São Vicente nas duas campanhas de 2013.	360
Gráfico 3.26 – Concentrações de nitrogênio kjeldahl total nos sedimentos do Canal de São Vicente nas duas campanhas de 2013.....	360
Gráfico 3.27 – Concentrações de fósforo total nos sedimentos da área de influência do Emissário de Praia Grande I nas duas campanhas de 2013.	362
Gráfico 3.28 – Concentrações de nitrogênio kjeldahl total nos sedimentos da área de influência do Emissário de Praia Grande I nas duas campanhas de 2013....	362
Gráfico 3.29 – Concentrações de fósforo total nos sedimentos da área de influência do rio Itanhaém nas duas campanhas de 2013.....	363
Gráfico 3.30 – Concentrações de nitrogênio kjeldahl total nos sedimentos da área de influência do rio Itanhaém nas duas campanhas de 2013.	364
Gráfico 3.31 – Concentrações de fósforo total nos sedimentos da área de influência do Rio Preto nas duas campanhas de 2013.	364
Gráfico 3.32 – Concentrações de nitrogênio kjeldahl total nos sedimentos da área de influência do Rio Preto nas duas campanhas de 2013.	365
Gráfico 3.33 – Concentrações de fósforo total no sedimento no Mar Pequeno nas duas campanhas de 2013.	366
Gráfico 3.34 – Concentrações de nitrogênio kjeldahl total (NKT) no sedimento no Mar Pequeno nas duas campanhas de 2013.	366
Gráfico 3.35 – Concentrações de fósforo total no sedimento no Mar de Cananéia nas duas campanhas de 2013.....	367
Gráfico 3.36 – Concentrações de nitrogênio kjeldahl total (NKT) no sedimento no Mar de Cananéia nas duas campanhas de 2013.	368
Gráfico 4.1 – Distribuição Percentual da Classificação das áreas pelo IQAC médio em 2013.....	369
Gráfico 4.2 – Classificação média das áreas pelo IQAC em 2013.	370
Gráfico 4.3 – Evolução da proporção do IQAC dos pontos de 2011 a 2013.....	370
Gráfico 4.4 – Evolução do IQAC de 2011 a 2013 nas áreas; (A) Litoral Norte, (B) Baixada Santista e (C) Litoral Sul.	371
Gráfico 4.5 – Porcentagem de áreas que apresentaram não-conformidade por variável em 2013.	376
Gráfico 4.6 – Porcentagem de amostras não conformes por variável em 2013 (A) Aguas Salinas (B) Águas Salobras.	377
Gráfico 4.7 – Média das concentrações de OD nas amostras de água das áreas da rede costeira em 2013.	378
Gráfico 4.8 – Média das concentrações de Fósforo total (mg/L) nas amostras de água das áreas da rede costeira em 2013.	378
Gráfico 4.9 – Média das concentrações de Clorofila <i>a</i> (µg/L) nas amostras de água das áreas da rede costeira em 2013.....	379
Gráfico 4.10 – Porcentagem de amostras por classes de eutrofização nas amostras de superfície e meio da coluna d'água, 1ª e 2ª campanha de 2013... 380	380
Gráfico 4.11 – Evolução da Distribuição do IETC – 2011 a 2013.	380
Gráfico 4.12 – Média geométrica das concentrações de Coliformes termotolerantes (UFC/100 mL), 1ª e 2ª campanha de 2013.	382
Gráfico 4.13 – Média geométrica das concentrações de enterococos (UFC/100 mL), 1ª e 2ª campanha de 2013.	383
Gráfico 4.14 – Porcentagens de amostras de sedimento nas diferentes classes de qualidade química no Litoral Paulista.	383
Gráfico 4.15 – Porcentagem de amostras de sedimentos com compostos de HAPs no Litoral Paulista.	384
Gráfico 4.16 – Concentração de COT (%) dos sedimentos nas áreas da rede de monitoramento costeiro (média dos três pontos).....	385
Gráfico 4.17 – Ocorrências de NKT no Litoral Paulista.	385
Gráfico 4.18 – Concentração de nitrogênio kjeldahl total (mg/kg) dos sedimentos em todas as áreas da rede de monitoramento costeiro (média dos três pontos).	386
Gráfico 4.19 – Concentração de fósforo total (mg/kg) dos sedimentos em todas as áreas da rede de monitoramento costeiro (média dos três pontos).....	386
Gráfico 4.20 – Médias das concentrações de <i>Clostridium perfringens</i>	390
Gráfico 4.21 – Médias das concentrações de coliformes termotolerantes.	391
Gráfico 4.22 – Porcentagem de amostras em cada classe de qualidade microbiológica de acordo com concentração de bactéria fecal.	391
Gráfico 5.1 – Emergências químicas atendidas pela CETESB no período entre 1978 e 2013.	398
Gráfico 5.2 – Distribuição de 69 ocorrências envolvendo liberação de substâncias oleosas e químicas que contaminaram as águas do litoral paulista (2009 a 2013)....	400

LISTA DE FOTOS

Parte II - Águas Salinas e Salobras

Foto 5.1 – Terminal de derivados de petróleo no Porto de Santos.	399
Foto 5.2 – Barcaça abastecendo navio atracado em terminal de carga com óleo combustível marítimo no Porto de Santos.	399
Foto 5.3 – Embarcação naufragada em marina no Canal da Bertioga cercada por barreiras para reter espalhamento da mancha de óleo.	401
Foto 5.4 – Mancha de óleo no Canal de São Sebastião dois dias após o vazamento de abril/2013.	403
Foto 5.5 – Maricultura afetada pelo vazamento de óleo de abril/2013 perto da Praia das Cigarras, São Sebastião.	403
Foto 5.6 – Contenção e recolhimento de mancha de óleo no Rio Cubatão	404
Foto 5.7 – Crustáceos mortos encontrados nos córregos contaminados em Maresias.	405
Foto 5.8 – Coleta de amostras de água no Rio Canto do Moreira que deságua na Praia de Maresias.	406
Foto 5.9 – Detalhe da válvula por onde houve o vazamento de óleo.	408
Foto 5.10 – Mancha de óleo na forma de filetes nas proximidades da praia do Pontal da Cruz, São Sebastião.	408
Foto 5.11 – Vista noturna da praia das Cigarras, contaminada com óleo.	409
Foto 5.12 – Mancha de óleo sobre balsas de mexilhão das proximidades da Praia das Cigarras.	409
Foto 5.13 – Manchas de óleo prateadas e iridescentes sendo removidas com utilização e barreiras absorventes.	409
Foto 5.14 – Remoção manual de areia contaminada com óleo.	410
Foto 5.15 – Acondicionamento de resíduo sólido oleoso em big bags.	410
Foto 5.16 – Presença de manchas nas proximidades de costões rochosos.	411
Foto 5.17 – Aplicação de barreiras absorventes junto aos costões visando absorver o óleo que se desprendia da superfície rochosa.	411

LISTA DE FIGURAS

Parte II - Águas Salinas e Salobras

Figura 1.1 – Modelo conceitual do índice.	309
Figura 1.2 – Resultados dos quartis 25%, 50% e 75% para clorofila <i>a</i> , ambiente marinho (superfície, meio e fundo).	311
Figura 1.3 – Proposta de classificação do ambiente marinho com base nas concentrações de clorofila <i>a</i>	311
Figura 1.4 – Resultados dos quartis 25%, 50% e 75% para clorofila <i>a</i> , ambiente estuarino (superfície e meio).	312
Figura 1.5 – Proposta de classificação do ambiente estuarino com base nas concentrações de clorofila <i>a</i>	312
Figura 1.6 – Classificação para os parâmetros microbiológicos.	314
Figura 2.1 – Localização dos pontos de amostragem da rede costeira.	328

LISTA DE MAPAS

Parte II - Águas Salinas e Salobras

Mapa 2.1 – Áreas do monitoramento da rede costeira no Litoral Norte.	316
Mapa 2.2 – Áreas do monitoramento da rede costeira na Baixada Santista.	317
Mapa 2.3 – Áreas do monitoramento da rede costeira no Litoral Sul.	317
Mapa 4.1 – Índice de Qualidade de Água Costeira 2013 – Litoral Norte.	372
Mapa 4.2 – Índice de Qualidade de Água Costeira 2013 – Baixada Santista (parte norte).	373
Mapa 4.3 – Índice de Qualidade de Água Costeira 2013 – Baixada Santista (parte sul).	374
Mapa 4.4 – Índice de Qualidade de Água Costeira 2013 – Litoral Sul.	375
Mapa 4.5 – Critérios de avaliação da qualidade dos sedimentos – Litoral Norte.	393
Mapa 4.6 – Critérios de avaliação da qualidade dos sedimentos – Baixada Santista (parte norte).	394
Mapa 4.7 – Critérios de avaliação da qualidade dos sedimentos – Baixada Santista (parte sul).	395
Mapa 4.8 – Critérios de avaliação da qualidade dos sedimentos – Litoral Sul.	396

Sumário

Parte II - Águas Salinas e Salobras	303
1 • Conceitos e Metodologia	305
1.1 Distribuição Espacial e Temporal do monitoramento	305
1.2 Qualidade das águas	306
1.3 Qualidade dos sedimentos	307
1.4 Índices de Qualidade de Água	308
1.4.1 Índice de qualidade de águas costeiras (IQAC)	308
1.4.2 Índice de estado trófico costeiro (IETC)	310
1.5 Índices de qualidade de sedimento	312
1.5.1 Índices de qualidade química de sedimento	312
1.5.2 Índice de Qualidade Ecotoxicológica do Sedimento	313
1.5.3. Índice de qualidade microbiológica de sedimento costeiro (IQMSC)	314
2 • Rede Costeira	315
3 • Resultados de Qualidade das Águas Salinas e Salobras	333
3.1 IQAC – Índice de Qualidade de Águas Costeiras	333
3.2 Índices de qualidade dos sedimentos	336
3.3 Avaliação das áreas	339
3.3.1 Picinguaba	339
3.3.2 Baía de Itaguá	340
3.3.3 Saco da Ribeira	342
3.3.4. Baía de Caraguatatuba	343
3.3.5 Tabatinga	345
3.3.6 Cocanha	346
3.3.7 Canal de São Sebastião	348
3.3.8 Barra do Una	349
3.3.9 Área de influência do Rio Itaguapé	350
3.3.10 Canal da Bertioga	352
3.3.11 Área de influência do emissário do Guarujá	353
3.3.12 Área de influência do emissário de Santos	355
3.3.13 Canal de Santos	357
3.3.14 Canal de São Vicente	359
3.3.15 Área de influência do emissário submarino da Praia Grande 1	361
3.3.16 Área de Influência do Rio Itanhaém	363
3.3.17 Área de Influência Rio Preto	364
3.3.18 Mar Pequeno	365
3.3.19 Mar de Cananéia	367

4 • Síntese da Qualidade das Águas Costeiras no Estado de São Paulo	369
4.1 Qualidade das Águas	369
4.1.1 Índice de qualidade de águas costeiras - IQAC	369
4.1.2 Variáveis de qualidade de água	376
4.1.3 Índice de Estado trófico	379
4.1.4. Qualidade microbiológica	382
4.2 Qualidade dos Sedimentos	383
4.2.1 Qualidade química	383
4.2.2. Avaliação ecotoxicológica dos sedimentos	387
4.2.3. Qualidade microbiológica dos sedimentos.....	389
5 • Emergências Químicas em Águas Costeiras	397
5.1 Panorama das principais ocorrências no litoral paulista	397
5.1.1 Navios e outras embarcações	401
5.1.2 Portos e terminais	402
5.1.3 Outras instalações	404
5.1.4 Outras fontes	405
5.1.5 Volume vazado	406
5.2 Vazamento de óleo proveniente de linha de duto do TEBAR – Terminal Almirante Barroso, São Sebastião, SP.	408
Conclusões Águas Salinas e Salobras.....	413
Referências	415
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 – IAEM 2013.....	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 2008 a 2013	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 – Atendimento de ocorrências de mortandade de peixes realizados em 2013 pela CETESB	CD



Parte II

Águas Salinas e Salobras

1 • Conceitos e Metodologia

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

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

O monitoramento da qualidade das águas costeiras, no formato de Rede Costeira, como apresentado neste relatório, com 59 pontos fixos ao longo do litoral do Estado de São Paulo e de caráter permanente, iniciou-se em 2010. Este monitoramento tem como objetivo geral conhecer a qualidade da água da costa paulista, a partir da análise dos compartimentos água e sedimento, em pontos de monitoramento e frequência pré-estabelecidos e em concordância com as atividades econômicas desenvolvidas.

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

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

1.1 Distribuição Espacial e Temporal do monitoramento

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

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

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

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

1.2 Qualidade das águas

As variáveis selecionadas para a avaliação da qualidade das águas salinas e salobras abrangem os principais critérios estabelecidos na Resolução CONAMA 357/05. As variáveis utilizadas para cada um dos compartimentos estão listadas nas Tabelas 1.1 e 1.2. Em casos específicos podem ser analisados parâmetros adicionais dependendo de atividades comerciais e industriais próximas aos pontos de monitoramento.

A avaliação das variáveis de qualidade de água é realizada de acordo com os padrões de qualidade para a classe 1 de águas salinas e salobras, definidos na Resolução CONAMA 357/05, uma vez que o enquadramento dessas águas não foi realizado.

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

Tabela 1.1 – 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, Nitrato
	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)	

1.3 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 retem 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 foram colhidas amostras em pontos coincidentes com os de amostragem de água. Nessas amostras de sedimento superficial, foram realizadas determinações de variáveis físicas e químicas, granulométricas, microbiológicas e ecotoxicológicas similares às da coluna d'água com parâmetros complementares.

Com relação à avaliação ecotoxicológica, foram realizados dois tipos de ensaio com o sedimento das 19 áreas monitoradas: a) Teste de toxicidade crônica com *Lytechinus variegatus* (ouriço-do-mar), que consiste na exposição dos ovos às amostras da interface sedimento/água, durante a totalidade do período de desenvolvimento embrionário, que é de 24 a 28 horas (ABNT, 2012) e, b) Teste de toxicidade aguda com *Leptocheirus plumulosus* (anfipodo), que consiste na exposição de jovens à amostra de sedimento integral por um período de 10 dias (ABNT, 2008). Nos dois casos, para detectar diferenças significativas de cada amostra em relação ao controle, foi utilizado o teste de bioequivalência contido no programa estatístico TOXSTAT 3.5 (WEST INC. & GULLEY, 1996).

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

Tabela 1.2 – Variáveis determinadas no sedimento.

Variáveis	Descrição	
Físicos	Granulometria, Umidade, Sólidos	
Químicos	Nutrientes	Carbono Orgânico Total (COT) Fósforo Total Nitrogênio Kjeldahl Total
	Metais	Alumínio total, Arsênio total, Cádmio total, Chumbo total, Cobre total, Cromo total, Estanho total, Ferro total, Níquel total, Zinco total
	Orgânicos	Hidrocarbonetos Aromáticos Policíclicos (HAPs) Compostos Orgânicos Voláteis Aromáticos (COVar) Óleos e Graxas Fenóis Totais
	Outros	pH Potencial Redox (E _h)
Microbiológicos	Coliformes Termotolerantes	<i>Clostridium perfringens</i>
Ecotoxicológico	Teste de Toxicidade Crônica de curta duração com <i>Lytechinus variegatus</i> ou Teste de Toxicidade com <i>Leptocheirus plumulosus</i>	

Como não existem padrões de qualidade para sedimentos na legislação brasileira, os resultados de metais e hidrocarbonetos policíclicos aromáticos foram comparados com os critérios de qualidade estabelecidos pela Legislação Canadense (CCME, 2002). Este guia estabelece dois tipos de valores limites para substâncias tóxicas, um para o efeito limiar (ISQG ou TEL – Threshold Effect Level) e outro, acima do qual, são observados efeitos severos (PEL – Probable Effect Level).

1.4 Índices de Qualidade de Água

1.4.1 Índice de qualidade de águas costeiras (IQAC)

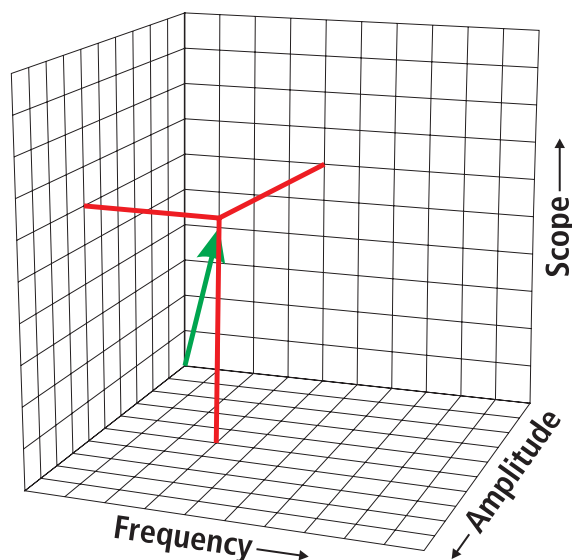
A Rede de Monitoramento das Águas Costeiras da CETESB, embora relativamente nova, oferece valiosas informações sobre a qualidade dessas águas. Contudo, dados apresentados de forma discreta fornecem informações limitadas no que se refere ao diagnóstico geral das áreas monitoradas. Não obstante, estas informações são usadas na gestão da qualidade dessas águas. No sentido de aperfeiçoar a apresentação e integrar as informações geradas optou-se por introduzir neste ano, o cálculo de um Índice de qualidade para as águas costeiras que possa agregar os dados mais relevantes gerando uma classificação que reflète um diagnóstico das áreas avaliadas no litoral paulista.

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

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

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

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

Figura 1.1 – Modelo conceitual do índice.

1. Abrangência: Parâmetros Desconformes

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

2. Frequência de desconformidade

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

3. Amplitude da desconformidade

Este fator (denominado F_3) avalia a amplitude das não conformidades. Neste caso a quantidade de amostras desconformes e a amplitude do desvio em relação ao padrão utilizado serão determinantes. Desta forma um valor 50% acima do padrão teria um peso igual a dois valores que excedessem em apenas 25%. Cada amostra não conforme deve ser comparada ao padrão e o valor total dos desvios deve ser somado.

O cálculo detalhado do índice e as equações empregadas encontram-se descritos no Apêndice b. Ao final chega-se a um resultado dentro de uma escala de 1 a 100.

O CCME determinou faixas de classificação para o índice que se mostraram bastante satisfatórias em testes realizados pela CETESB e optou-se por utilizar estas faixas em um primeiro momento. As classificações são apresentadas na Tabela 1.3.

Tabela 1.3 – Valores e classificação para cada faixa do IQAC

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

1.4.2 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 classes diferentes para os ambientes marinho e estuarino, já que esses sistemas possuem características tróficas naturalmente diferentes. Em geral, ambientes estuarinos (salobros) possuem concentrações de clorofila mais elevadas.

Com o objetivo de estabelecer as classes de estado trófico foram utilizados os dados de clorofila *a* disponíveis dos monitoramentos marinhos e estuarinos realizados em anos anteriores de 2004 até 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).

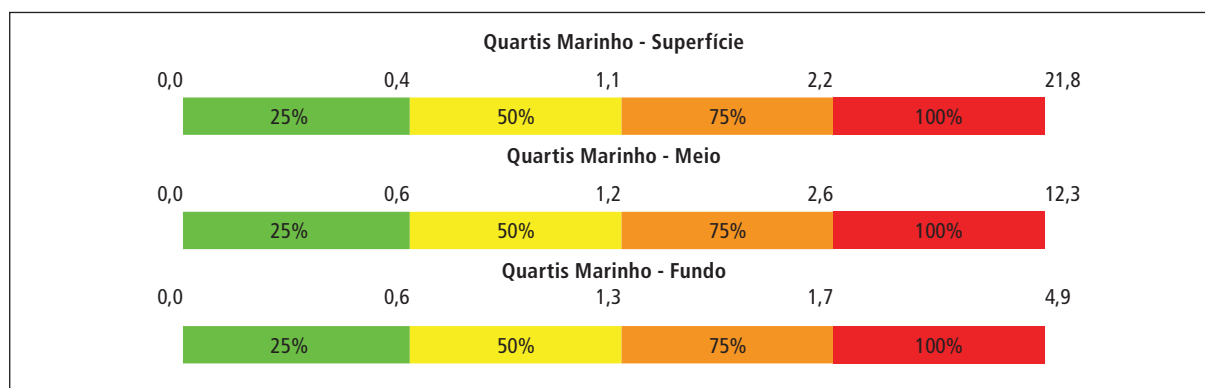
IETC para ambientes marinhos

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 1.4).

Tabela 1.4 – 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 1.2) assim como a classificação desenvolvida por Hakanson (1994 apud Smith, 1999) foi elaborada uma proposta de classificação para ambientes marinhos com 4 classes como apresentada na Figura 1.3.

Figura 1.2 – Resultados dos quartis 25%, 50% e 75% para clorofila *a*, ambiente marinho (superfície, meio e fundo).**Figura 1.3** – Proposta de classificação do ambiente marinho com base nas concentrações de clorofila *a*.

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

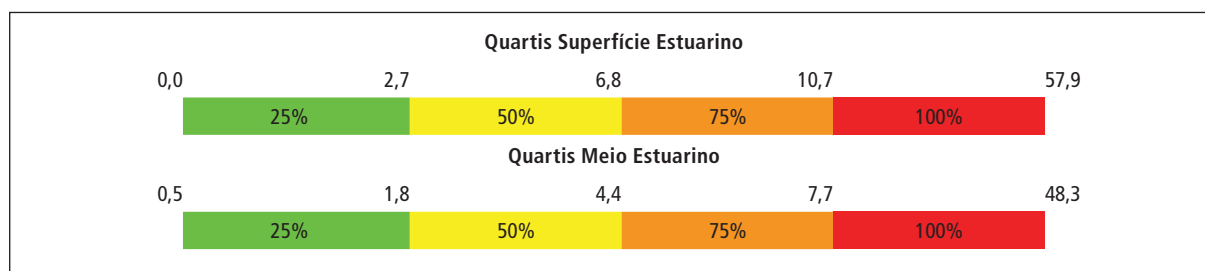
IETC para ambientes estuarino

Bricker *et al.* (2003) propuseram uma classificação para ambiente estuarino dividindo o estado trófico em 4 classes, e, assim como a classificação de Hakanson (1994) foram levados em conta também, além de clorofila *a*, os nutrientes (nitrogênio e fósforo) (Tabela 1.5).

Tabela 1.5 – 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 1.4.

Figura 1.4 – Resultados dos quartis 25%, 50% e 75% para clorofila *a*, ambiente estuarino (superfície e meio).

Considerando o conjunto de dados dos monitoramentos realizados assim como a classificação proposta por Bricker *et al.* (2003) foi desenvolvida uma classificação, apresentada na Figura 1.5.

Figura 1.5 – Proposta de classificação do ambiente estuarino com base nas concentrações de clorofila *a*.

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

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

1.5 Índices de qualidade de sedimento

1.5.1 Índices de qualidade química de sedimento

Com o objetivo de sintetizar informações da qualidade do sedimento utilizou-se, apenas para contaminantes químicos, o critério de avaliação de qualidade dos sedimentos adotado para ambientes de água doce. A classificação de contaminantes químicos considera como qualidade Ótima, para cada contaminante, concentrações inferiores a ISQG. A qualidade Boa, a faixa entre ISQG, inclusive, e a concentração correspondente a 50% da distância entre ISQG e PEL, somado a ISQG. A qualidade Regular, a faixa superior a 50% da distância entre ISQG e PEL, somado a ISQG e inferior a PEL. A qualidade Ruim, a faixa entre PEL, inclusive, e a concentração correspondente a 1,5 x de seu próprio valor. E a qualidade Péssima acima de 1,5 x PEL. As faixas utilizadas para os diversos contaminantes para a caracterização dos sedimentos com relação aos parâmetros químicos encontram-se na Tabela 1.6. 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 1.6 – Faixas de concentração de contaminantes químicos para classificação de sedimentos.

	ÓTIMA	BOA	REGULAR	RUIM	PÉSSIMA
Acenafteno	<6,71	≥6,71 - 47,81	>47,81 - <88,9	88,9 - 133,35	>133,35
Antraceno	<46,9	≥46,9 - 146,0	>146,0 - <245,0	245,0 - 367,5	>367,5
Benzo(a)antraceno	<74,8	≥74,8 - 383,9	>383,9 - <693,0	693,0 - 1039,5	>1039,5
Benzo(a)pireno	<88,8	≥88,8 - 425,9	>425,9 - <763,0	763,0 - 1144,5	>1144,5
Criseno	<108	≥108 - 477	>477 - <846,0	846,0 - 1269,0	>1269,0
Dibenzo(a,h)antraceno	<6,22	≥6,22 - 70,61	>70,61 - <135,0	135,0 - 202,5	>202,5
Fenantreno	<86,7	≥86,7 - 141,95	>141,95 - <544,0	544,0 - 816,0	>816,0
Fluoranteno	<113	≥113 - 803,5	>803,5 - 1494,0	1494,0 - 2241,0	>2241,0
Fluoreno	<21,2	≥21,2 - 82,6	>82,6 - <144,0	144,0 - 216,0	>216,0
Naftaleno	<34,6	≥34,6 - 212,8	>212,8 - <391,0	391,0 - 586,5	>586,5
Pireno	<153	≥153 - 775,5	>775,5 - <1398,0	1398,0 - 2097,0	>2097,0
Arsênio total	<10	≥7,24 - 24,42	>24,42 - <41,6	41,6 - 62,4	>62,4
Cádmio total	<0,7	≥0,7 - 2,45	>2,45 - <4,2	4,2 - 6,3	>6,3
Chumbo total	<30,2	≥30,2 - 71,1	>71,1 - <112,0	112,0 - 168,0	>168,0
Cobre total	<18,7	≥18,7 - 63,35	>63,36 - <108,0	108,0 - 162,0	>162,0
Cromo total	<52,3	≥52,3 - 106,15	>106,15 - <160,0	160,0 - 240,0	>240,0
Zinco total	<124	≥124 - 197,5	>197,5 - <271,0	271,0 - 406,5	>406,5

1.5.2 Índice de Qualidade Ecotoxicológica do Sedimento

O índice ecotoxicológico apresenta cinco faixas de classificação (Tabela 1.7). Amostras que não apresentam diferença significativa em relação ao controle, ou seja, não apresentam toxicidade são consideradas Ótimas. Para classificação dos demais pontos amostrais, para cada tipo de ensaio (agudo ou crônico) foi considerada a intensidade dos efeitos observados refletida através da porcentagem de ocorrência de larvas normais nos ensaios com *Lytechinus variegatus*, e na porcentagem de mortalidade para *Leptocheirus plumulosus* (Tabela 1.7).

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

Tabela 1.7 – Classificação das amostras de acordo com os resultados ecotoxicológicos.

Diagnóstico	<i>Leptocheirus plumulosus</i>	<i>Lytechinus variegatus</i>
ÓTIMO	Não tóxico ^(a)	Não tóxico ^(a)
BOM	-	71 a 80% de larvas normais
REGULAR	-	51 a 70% de larvas normais
RUIM	Mortalidade < 50% ^(b)	26 a 50% de larvas normais
PÉSSIMO	Mortalidade ≥ 50%	Até 25% de larvas normais

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

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

1.5.3. Índice de qualidade microbiológica de sedimento costeiro (IQMSC)

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

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

Neste monitoramento, esses indicadores foram analisados pela Técnica de Tubos Múltiplos, e, portanto, as concentrações nas amostras de sedimento são expressas em “Número Mais Provável” (NMP) por 100 gramas de amostra. A interpretação dos resultados pode ser de difícil compreensão já que não existem padrões ou valores orientadores para microrganismos neste compartimento, e *C. perfringens* tem sido sempre detectado em concentrações bastante elevadas em todas as amostras de sedimento. Assim, a fim de interpretar esta informação, foi elaborada uma proposta tentativa de classificação em cinco categorias utilizando-se os resultados obtidos desde 2006 em várias regiões do litoral. Para a definição das classes foram levadas em consideração algumas características das regiões do litoral, como o nível de impacto (baixo impacto: Cocanha e Mar de Cananéia; médio impacto: Saco da Ribeira e Canal de São Sebastião; alto impacto: Canal de Santos, Canal de São Vicente e Canal de 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 1.6 apresenta esta classificação.

Figura 1.6 – Classificação para os parâmetros microbiológicos.

Categoria	CTt	<i>Clostridium perfringens</i>
ÓTIMA	≤ 200	≤ 10.000
BOA	≤ 500	≤ 50.000
REGULAR	≤ 1.000	≤ 100.000
RUIM	≤ 10.000	≤ 500.000
PÉSSIMA	> 10.000	> 500.000

2 • Rede Costeira

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

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

A rede de qualidade das águas salinas e salobras, denominada Rede Costeira, foi criada em 2010 com o intuito de monitorar a qualidade das águas para esses outros usos. Esse foi o ponto de partida para a escolha das atuais 19 áreas (59 pontos) de amostragem distribuídas pelo litoral, cuja água será monitorada continuamente com o objetivo de se fazer um diagnóstico a partir do acompanhamento dos resultados ao longo dos anos. Essas áreas foram selecionadas a partir de pontos de outros programas de monitoramento costeiro anteriores e também com a inclusão de novos locais de interesse ambiental em função dos usos e atividades potencialmente poluidoras nessas regiões. Na Tabela 2.1 encontra-se a distribuição dessas áreas por município em 2013.

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

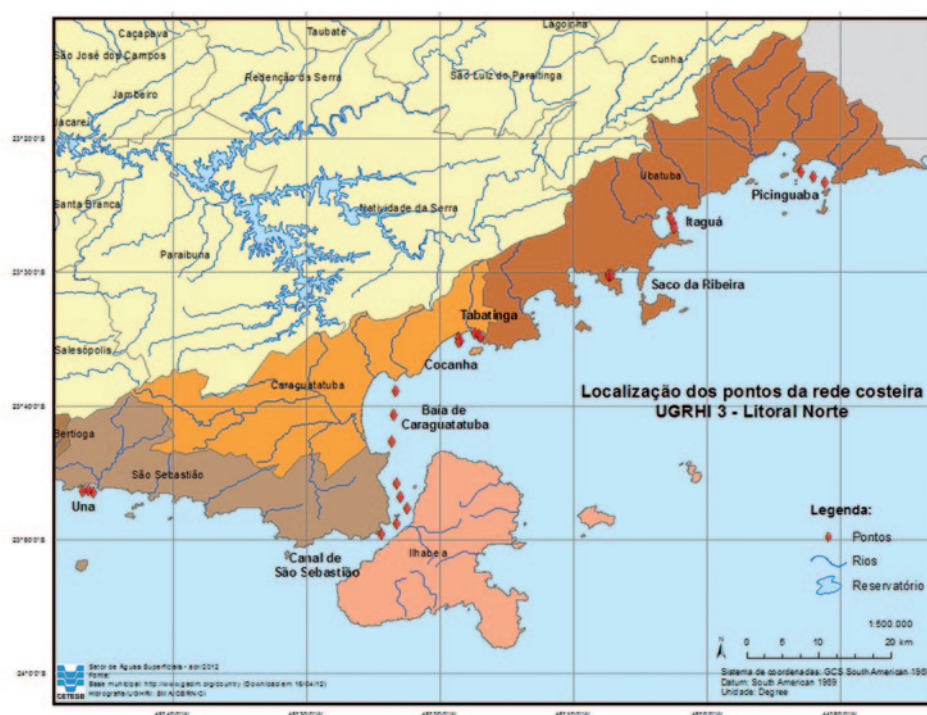
Município	Balneabilidade	Cursos d'água	Rede Costeira
Ubatuba	26	56	9
Caraguatatuba	15	25	9
São Sebastião	29	82	8
Ilhabela	18	42	-
Bertioga	9	77	6
Guarujá	12	43	3
Cubatão	1	-	-
Santos	7	8	6
São Vicente	6	9	3
Praia Grande	12	156	3
Mongaguá	6	26	-
Itanhaém	11	42	3
Peruíbe	6	30	3
Iguape	1	-	3
Ilha Comprida	4	18	-
Cananéia	-	-	3
Total	163	614	59

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 – 2013.

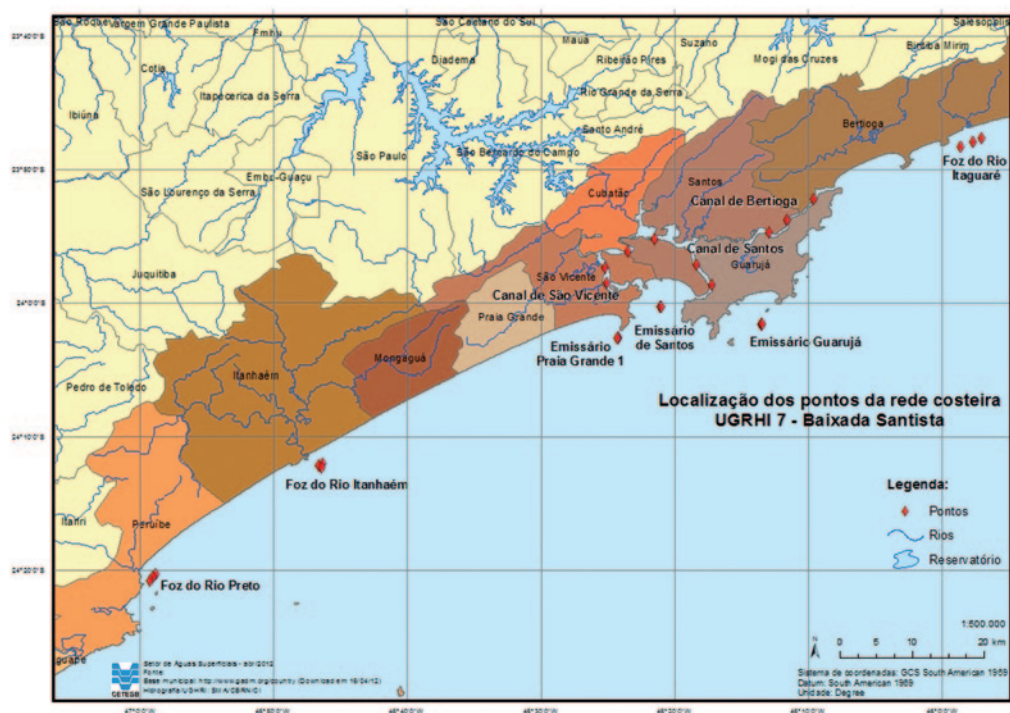
Para a determinação de cada um dos pontos de amostragem após a escolha da área a ser monitorada, foi realizada uma primeira visualização do local a partir das imagens do Google Earth, de onde foram extraídas as coordenadas geográficas. Em campo, com o uso de GPS, esses pontos foram localizados e analisados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

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

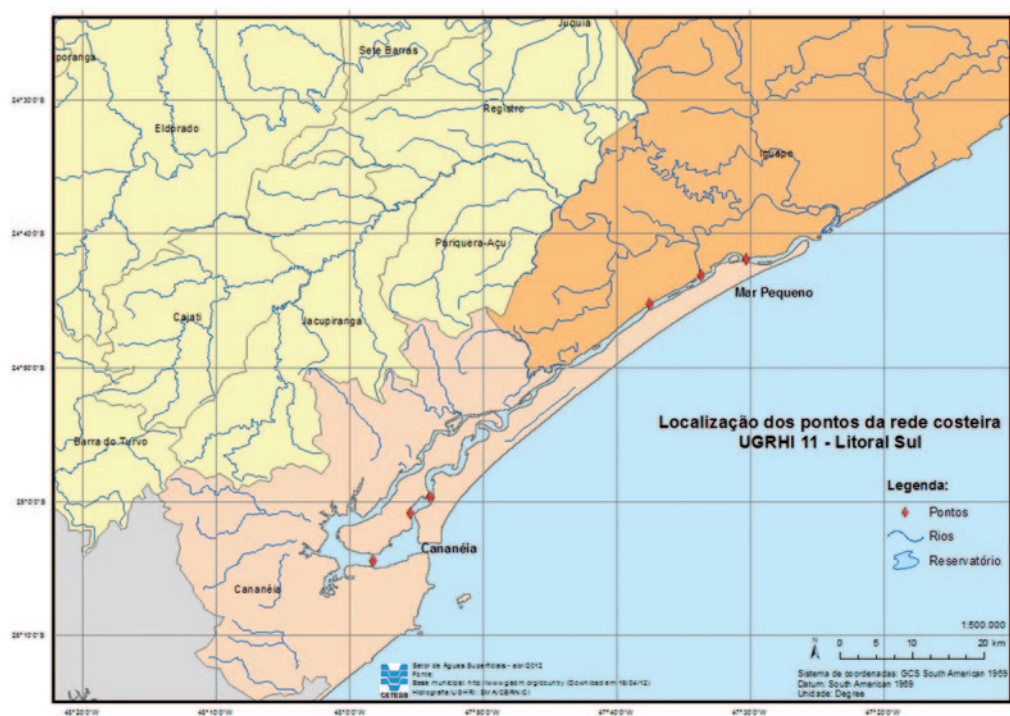
Mapa 2.1 – Áreas do monitoramento da rede costeira no Litoral Norte.



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



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



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

Tabela 2.2 – Locais de amostragem².

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

² Fotos: acervo EQAL.

Município	Local	Justificativa	Registro Fotográfico
São Sebastião	Barra do Una	Área de influência do Rio Una	
São Sebastião e Ilhabela	Canal de São Sebastião	Área portuária e efluente de emissários submarinos	
Bertioga	Foz do Rio Itaguapé	Área de influência do Rio Itaguapé; preservação ambiental	
	Canal de Bertioga	Área de manguezal e de influência da região portuária de Santos	
Guarujá	Emissário submarino do Guarujá	Área de influência do emissário	
Santos e Guarujá	Canal de Santos	Área de influência da região portuária de Santos	
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	

Município	Local	Justificativa	Registro Fotográfico
São Vicente	Canal de São Vicente	Área de manguezal e de influência de ocupação urbana desordenada	
Praia Grande	Emissário submarino Praia Grande I	Área de influência do emissário	
Itanhaém	Foz do Rio Itanhaém	Área de influência do Rio Itanhaém	
Peruíbe	Foz do Rio Preto	Área de influência do Rio Preto	
Iguape e Ilha Comprida	Mar Pequeno	Área de influência do Valo Grande	
Cananéia	Mar de Cananéia	Área de preservação ambiental	

A tabela 2.3 contém as coordenadas dos pontos da Rede Costeira.

Tabela 2.3 – Coordenadas dos pontos.

Município	Local	Ponto	UTM		LAT (S)	LONG (W)
Ubatuba	Picinguaba	1	512.128	7.415.005	23° 22' 27,57"	44° 52' 52,79"
		2	513.666	7.414.345	23° 22' 48,88"	44° 51' 58,67"
		3	515.127	7.413.621	23° 23' 12,43"	44° 51' 07,14"
	Itaguá	1	495.420	7.408.739	23° 25' 51,46"	45° 02' 41,43"
		2	495.786	7.407.921	23° 26' 18,04"	45° 02' 28,55"
		3	495.960	7.407.238	23° 26' 40,25"	45° 02' 22,47"
	Saco da Ribeira	1	487.634	7.400.724	23° 30' 12,9"	45° 07' 16,0"
		2	487.600	7.400.892	23° 30' 07,5"	45° 07' 17,1"
		3	487.943	7.400.814	23° 30' 10,0"	45° 07' 05,1"
Caraguatatuba	Tabatinga	1	470.565	7.392.694	23° 34' 33,3"	45° 17' 18,4"
		2	471.009	7.392.481	23° 34' 40,2"	45° 17' 02,7"
		3	471.311	7.392.191	23° 34' 49,7"	45° 16' 52,1"
	Cocanha	1	468.450	7.392.101	23° 34' 51,3"	45° 18' 33,1"
		2	468.729	7.391.649	23° 35' 06,1"	45° 18' 23,3"
		3	468.445	7.391.602	23° 35' 07,6"	45° 18' 33,3"
	Baía de Caragua	1	460.429	7.384.873	23° 38' 46,85"	45° 23' 16,78"
		2	460.231	7.381.531	23° 40' 35,50"	45° 23' 24,09"
		3	460.052	7.377.776	23° 42' 37,58"	45° 23' 30,77"
São Sebastião	Canal de São Sebastião	1	462.019	7.368.621	23° 47' 34,3"	45° 22' 22,1"
		2	460.659	7.366.471	23° 48' 44,1"	45° 23' 10,4"
		3	458.736	7.364.998	23° 49' 31,8"	45° 24' 18,5"
		4	461.161	7.370.128	23° 46' 46,36"	45° 22' 52,31"
		5	460.658	7.371.989	23° 45' 45,81"	45° 23' 9,92"
	Una	1	422.069	7.370.651	23° 46' 24,23"	45° 45' 53,46"
		2	421.395	7.370.885	23° 46' 15,43"	45° 46' 17,19"
		3	420.659	7.370.856	23° 46' 16,20"	45° 46' 43,17"
Bertioga	Itaguapé	1	403.239	7.368.293	23° 47' 36,18"	45° 56' 59,14"
		2	402.176	7.367.723	23° 47' 54,46"	45° 57' 36,80"
		3	400.652	7.367.091	23° 48' 14,60"	45° 58' 30,81"
	Canal de Bertioga	1	376.409	7.354.924	23° 54' 44,1"	46° 12' 51,1"
		2	378.681	7.356.747	23° 53' 45,4"	46° 11' 30,2"
		3	382.069	7.359.622	23° 52' 12,9"	46° 09' 29,6"
Santos	Canal de Santos	1	369.107	7.347.706	23° 58' 36,6"	46° 17' 11,6"
		2	367.145	7.350.411	23° 57' 08,1"	46° 18' 20,1"
		3	361.864	7.353.914	23° 55' 12,6"	46° 21' 25,7"
	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"

Município	Local	Ponto	UTM		LAT (S)	LONG (W)
Guarujá	Emissário Guarujá	1	375.489	7.342.130	24° 01' 39,7"	46° 13' 27,5"
		2	375.524	7.342.290	24° 01' 34,5"	46° 13' 26,2"
		3	375.662	7.342.297	24° 01' 34,3"	46° 13' 21,3"
Praia Grande	Praia Grande 1	1	357.382	7.340.353	24° 02' 32,0"	46° 24' 09,0"
		2	357.402	7.340.129	24° 02' 39,3"	46° 24' 08,3"
		3	357.194	7.340.221	24° 02' 36,2"	46° 24' 15,7"
Itanhaém	Foz do Rio Itanhaém	1	319.992	7.322.518	24° 11' 57,9"	46° 46' 20,2"
		2	319.530	7.322.232	24° 12' 07,0"	46° 46' 36,7"
		3	319.951	7.321.951	24° 12' 16,3"	46° 46' 21,9"
Peruíbe	Foz do Rio Preto - Peruíbe	1	299.032	7.306.871	24° 20' 17,2"	46° 58' 50,6"
		2	298.705	7.306.452	24° 20' 30,7"	46° 59' 02,5"
		3	298.365	7.306.031	24° 20' 44,2"	46° 59' 14,7"
Iguape	Mar Pequeno	1	246.379	7.266.044	24° 41' 55,85"	47° 30' 23,98"
		2	241.203	7.263.550	24° 43' 13,74"	47° 33' 29,65"
		3	234.939	7.259.450	24° 45' 23,03"	47° 37' 15,10"
Cananéia	Cananéia	1	207.464	7.232.504	24° 59' 39,9"	47° 53' 52,6"
		2	204.973	7.230.260	25° 00' 51,1"	47° 55' 23,0"
		3	200.399	7.223.528	25° 04' 26,4"	47° 58' 11,3"

Datum: WGS84

Abaixo, uma descrição mais detalhada dos locais de amostragem:

a) Picinguaba

Distante aproximadamente 25 km do centro de Ubatuba, esta praia está inserida no Parque Estadual da Serra do Mar (PESM) - Núcleo Picinguaba, lá encontra-se uma vila de pescadores tombada pelo patrimônio histórico que tem apresentado 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 faz parte do programa de balneabilidade da CETESB), apresentou alguns eventos de impropriedade o que mostra certa contaminação das águas por efluentes domésticos. Fez-se então necessário seu monitoramento sistemático para acompanhamento da qualidade da água marinha. A Figura 2.1 (a) mostra os três pontos de coleta, há aproximadamente 2,5 km da praia.

b) Baía de Itaguá

A Baía de Itaguá situa-se defronte à sede do município de Ubatuba, entre a Ponta Grossa ao sul e a Ponta do Alegre ao norte. Suas águas abrigam as praias de Itaguá, Iperoig, Prainha do Matarazzo, Perequê-Açu e Barra Seca. Trata-se de praias urbanas, com ocupação contínua predominante de população fixa e atividades de comércio e serviços. No seu interior, estão localizados o Farol da Ponta Grossa e o cais do porto de Ubatuba. Nela deságuam os rios Acaraú, Lagoa (ou Tavares), Grande e Indaiá. As praias que fazem parte do programa de balneabilidade da CETESB apresentam-se bastante comprometidas quanto à qualidade sanitária das águas. Fez-se então necessário o monitoramento sistemático para acompanhamento da qualidade da água marinha. A Figura 2.1 (b) mostra os locais de amostragem há aproximadamente 2,5 km da costa.

c) Saco da Ribeira – Marinas

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

d) Tabatinga

Localizada a 18 km ao norte do centro de Caraguatatuba, na divisa com Ubatuba, Tabatinga é uma praia de águas calmas e rasas, muito utilizada por banhistas e para a prática de esportes náuticos como mergulho livre. A praia possui também intenso tráfego de embarcações como lanchas, jet-skis, caiaques, esqui-aquáticos, windsurfes que podem gerar poluição por óleo e graxas. Ao norte, há ainda a foz do Rio Tabatinga que corre por uma área de crescente urbanização, podendo carrear para o mar efluentes sanitários; o ponto de monitoramento mais próximo a essa área é o ponto 3. Nos últimos anos, a praia de Tabatinga (que faz parte do programa de balneabilidade da CETESB com dois pontos de amostragem), apresentou alguns eventos de impropriedade o que mostra certa contaminação das águas por efluentes domésticos. Fez-se então necessário monitoramento sistemático para acompanhamento da qualidade da água marinha. A Figura 2.1 (d) apresenta os pontos de monitoramento, há aproximadamente 800 m da costa e também é possível ver inúmeras embarcações ancoradas.

e) Cocanha

Esta área localiza-se na região norte do município de Caraguatatuba, e possui atividade de maricultura desenvolvida na área próximo às Ilhas da Cocanha Grande (Massaguaçu), da Cocanha Pequena e do Tamanduá. A criação de mexilhões desenvolvida na Cocanha é feita pelo sistema de "long lines", onde os mexilhões, da espécie *Perna perna*, ficam pendurados 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, intensificada em períodos de férias, pode receber poluição originadas de esgotos domésticos. A Figura 2.1 (e) mostra os pontos de amostragem.

f) Baía de Caraguatatuba

A Baía de Caraguatatuba situa-se defronte à sede do município de Caraguatatuba, Abriga as praias de Porto Novo, 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 que fazem parte do 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 incentivar o aumento da população fixa local. A Figura 2.1 (f) mostra os locais de amostragem há aproximadamente 2,5 km da costa.

g) Canal de São Sebastião

O Canal de São Sebastião (CSS) está localizado na costa nordeste do Estado de São Paulo. O canal separa o continente da Ilha de São Sebastião, que abriga o município de Ilhabela. Este canal limita-se, ao norte, pela Ponta das Canas e, ao sul, pela Ponta da Sela, ambas situadas na Ilha de São Sebastião; a extensão é de aproximadamente 25 km e a largura varia entre 6 km na entrada norte, 7 km na entrada sul e 2 km no ponto central. O CSS localiza-se entre duas serras, nas margens continental e insular, sendo abrigado do Oceano Atlântico, funcionando como um funil para os ventos. Já a profundidade é variável e aumenta das desembocaduras para o centro, de 23 m na parte sul e 25 m na parte norte, chegando a mais de 40 metros próximo ao terminal petrolífero Tasse da Petrobras na região central do canal. A água do canal recebe efluentes de quatro emissários submarinos: três de efluentes doméstico e um de efluente industrial (Tasse), além da existência do Porto de São Sebastião. A Figura 2.1 (g) mostra a localização dos pontos de amostragem. Por se tratar de um local abrigado e de grande profundidade, nele localiza-se também o terminal aquaviário da Petrobras, o Porto de São Sebastião.

h) Barra do Una

A praia da Barra do Una, distante 56 km a sul do centro de São Sebastião, localiza-se numa enseada formada entre a Ponta do Una a leste e o Morro do Engenho a oeste. Com extensão aproximada de 1.800 m. É um local bastante procurado por banhistas e a população fixa tem aumentado. O principal curso d'água afluente é o Rio Una, de porte considerável, que tem apresentado níveis elevados de contaminação por esgotos. O rio é navegável e nas suas margens há inúmeras marinas e atracadouros para barcos de pequeno porte. O objetivo do monitoramento sistemático é observar a influência das águas do Rio Una na área costeira. A Figura 2.1 (h) apresenta os pontos de monitoramento.

i) Foz do Rio Itaguapé

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

j) Canal de Bertioga

O Canal de Bertioga é o maior canal da baixada santista (24 km de extensão) e tem seus principais limites nas suas duas desembocaduras, localizando-se entre o continente e a Ilha de Santo Amaro. A desembocadura sul faz a ligação com o sistema estuarino de Santos e a desembocadura norte faz a ligação com o Oceano Atlântico (região também conhecida por Barra de Bertioga). Em todo o seu percurso, o canal recebe aporte de vários rios, sendo o maior deles o Rio Itapanhaú (próximo à Barra de Bertioga). Outros rios que deságuam no canal, são o Rio Crumaú (na Ilha de Santo Amaro) e o Rio Trindade (na porção Continental), ambos localizados junto ao Largo do Candinho, na porção central do canal, região em que este atinge até 1 km de largura e onde as correntes de maré divergentes, provenientes das duas desembocaduras, se encontram. O ecossistema predominante no canal é o manguezal. Há várias marinas no canal incluindo postos de abastecimento para embarcações. A Figura 2.1 (j) mostra os pontos de amostragem.

l) Área de influência do emissário do Guarujá

A enseada do Guarujá, de geometria alongada, é um ambiente costeiro de plataforma continental aberta. Em 1998 foi iniciada a operação do sistema de disposição final dos esgotos sanitários do Guarujá composto por uma EPC (Estação de Pré Condicionamento), na qual o efluente passa por gradeamento e peneiras finas (ambos visando à remoção de sólidos) e posterior 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 hab.

Cabe ressaltar que este emissário é o maior em extensão do litoral paulista (4.500m) e o que atinge a maior profundidade na Baixada Santista (14m), e possui a segunda maior vazão em todo o litoral (1.447 m³/s). A Figura 2.1 (l) mostra os pontos de amostragem.

m) Canal de Santos

O Canal de Santos tem cerca de 15 km de extensão, com profundidade média entre 12 e 14 metros. Localiza-se a leste da Ilha de Santo Amaro, interligando a parte interna do Estuário de Santos à Baía. A principal atividade nessa área é representada pelo Porto de Santos, que ocupa mais de 7 milhões de m². O Canal recebe a drenagem dos municípios de Cubatão, Santos e Guarujá, além de influência do Canal de Bertioga. É uma área intensamente impactada pela atividade portuária e pela presença, nas adjacências, de parque industrial, além de esgotos domésticos. Para manutenção da atividade portuária, há a necessidade de dragagem periódica do canal de navegação e, dada a natureza desse material, é necessário o monitoramento do ambiente.

Os pontos de amostragem foram selecionados com o objetivo de englobar as diversas fontes potenciais de poluição que afluem para essas águas. Na margem esquerda (Guarujá), além de terminais portuários, há também moradias de baixa renda, representada por favelas (ponto 1). No ponto 2 predominam as atividades portuárias e drenagem urbana. Encontram-se, ainda, algumas manchas de manguezal, principalmente na margem esquerda e próximo ao terminal de graneis líquidos (ponto 3). A Figura 2.1 (m) mostra a localização dos pontos de amostragem.

n) Canal de São Vicente

O Canal de São Vicente localizado na Baixada Santista é, juntamente com o Canal de Santos, destinatário das águas providas dos rios da região estuarina como o Cubatão, o Perequê, o Piaçaguera e o Casqueiro. O Canal recebe também as águas dos rios Santana, Mariana e Piabuçu, todos na margem direita do Canal, que se encontra em melhor estado de conservação e é composta por manguezais, no município de São Vicente; em contraposição na margem esquerda do canal, a Ilha de São Vicente é uma região densamente ocupada. O processo de ocupação nessa margem foi, em muitos locais, desordenado, com a presença de habitações do tipo palafitas, que possuem pouca ou nenhuma condição de saneamento, incrementando o canal com uma carga considerável de efluentes domésticos. Nesta mesma margem, encontra-se o Rio dos Bagres, na divisa com o município de Santos, onde desde a década de 50 existia o “Dique de Sambaiaatuba” (originalmente um manguezal) que funcionou como um lixão. Atualmente, programas de habitação e de plantio de mudas de mangue vêm sendo realizados na região. A Figura 2.1 (n) mostra os pontos de amostragem.

o) Baía de Santos - Área de influência do Emissário de Santos

A baía de Santos tem cerca de 7 km de largura na parte central e 11 km na parte final, entre as Pontas de Itaipu a oeste e do Monduba a leste e uma profundidade média de 5 a 10 metros. Ao norte, é delimitada pelas praias de Santos e São Vicente. Recebe águas dos estuários de Santos e São Vicente, constituindo-se numa área de mistura da água do mar com as águas salobras vindas do continente. Além da poluição produzida pelo Porto de Santos e pelas indústrias da região de Cubatão, outra fonte de poluição são os esgotos domésticos despejados tanto nos estuários quanto através do emissário submarino cuja saída do efluente está localizada a 4 km da costa, no centro da baía. Todos esses fatores fazem deste um local bastante impactado. A Figura 2.1 (o) mostra os pontos de amostragem.

p) Área de influência do Emissário de Praia Grande 1

A Praia Grande é uma região de plataforma continental aberta e está sob influência direta das massas de águas costeiras da plataforma continental adjacente. Possui uma topografia do fundo submarino uniforme, onde as isóbatas entre 10 e 30 metros são, aproximadamente paralelas à linha de costa. A porcentagem de esgoto coletado nesse município é de 54% encaminhado para as Estações de Pré Condicionamento (EPCs) onde passam por um processo de remoção de sólidos grosseiros (peneiramento) e cloração. Após o pré condicionamento, o esgoto é eliminado por meio dos dois emissários: Subsistema 1 e 2.

O primeiro deles, o subsistema Praia Grande 1 (PG1), localizado no Canto do Forte, serve a uma população de aproximadamente 253.775 habitantes. O segundo subsistema, Praia Grande 2 (PG2) esta localizado na Vila Tupy e atende a uma população de aproximadamente 348.635 habitantes. Ambos os subsistemas realizam o gradeamento e desinfecção do esgoto. A Figura 2.1 (p) mostra os pontos de amostragem.

q) Área de influência da foz do Rio Itanhaém

O rio Itanhaém é formado pelas águas dos rios Preto e Branco no município de Itanhaém e é considerado um criadouro natural para peixes e aves aquáticas. Os ecossistemas envolvidos são os manguezais, com área de aproximadamente 278 ha, dos quais 30% encontra-se em área urbana, além de mata de restinga e mata atlântica. Por ser navegável, abriga inúmeras marinas. É um rio ainda bastante preservado em suas margens, contudo, sofre a pressão de áreas de expansão urbana. Recebe o efluente de uma estação de tratamento de esgotos sanitários. A Figura 2.1 (q) mostra os pontos de amostragem.

r) 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. A vegetação predominante é a de Mata Atlântica dividida entre o Parque Estadual da Serra do Mar e a Estação Ecológica da Juréia (na verdade há uma sobreposição entre a Estação Ecológica e a Área de Proteção Ambiental Cananéia – Iguape – Peruíbe), ou seja, grande parte do município pertence a áreas sob proteção legal. Há poucas áreas de manguezais no município. O rio Preto recebe efluente de estação de tratamento de esgoto sanitário. A Figura 2.1 (r) mostra os pontos de amostragem.

s) Mar Pequeno

O Mar Pequeno separa a Ilha Comprida do município de Iguape na parte continental. É uma área rica em manguezais e berço para várias espécies marinhas e aves aquáticas. A área é localizada 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 teve o sucesso esperado e outras nem chegaram ao término por alegada falta de recursos financeiros. Hoje, o Valo Grande possui mais de 200 metros de largura em alguns trechos, recebe 2/3 das águas do Rio Ribeira e é uma grande influência no ambiente aquático do Mar Pequeno. A Figura 2.1 (s) mostra os pontos de amostragem.

t) Mar de Cananéia

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

Em toda a região, a principal atividade da população é a pesca artesanal e envolve principalmente a captura dos camarões sete-barbas, branco e rosa, além da utilização de armadilhas principalmente para a pesca da tainha. Para a população local o recurso natural é de grande importância econômica e cultural. Segundo o Instituto de Pesca de Cananéia, a economia da região baseia-se na pesca artesanal e industrial, no ecoturismo e na prestação de serviços. A Figura 2.1 (t) mostra os pontos de amostragem.

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



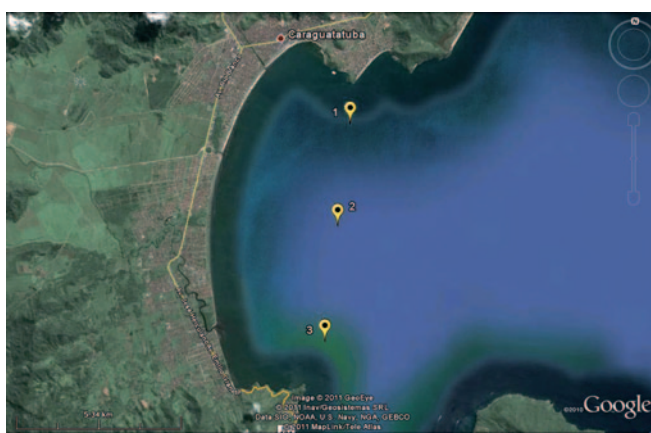
(d) Tabatinga



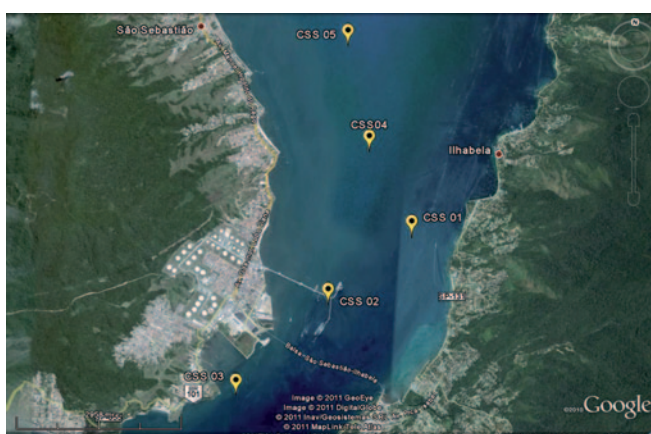
(e) Cocanha



(f) Baía de Caraguá



(g) Canal de São Sebastião



(h) Barra do Una



(i) Foz do Rio Itaguaré



(j) Canal de Bertioiga



(l) Emissário do Guarujá



(m) Canal de Santos



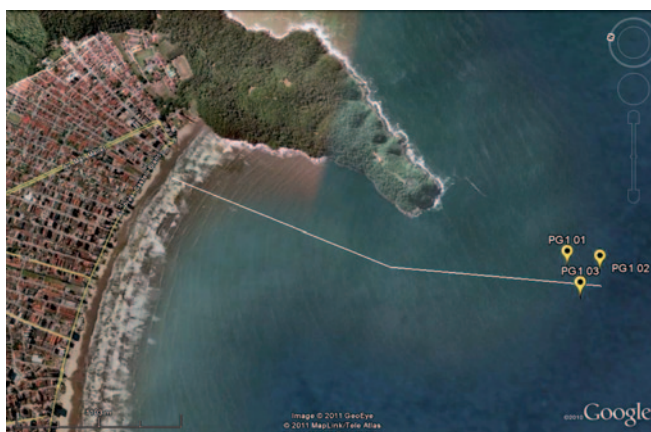
(n) Canal de São Vicente



(o) Emissário de Santos



(p) Emissário de Praia Grande I



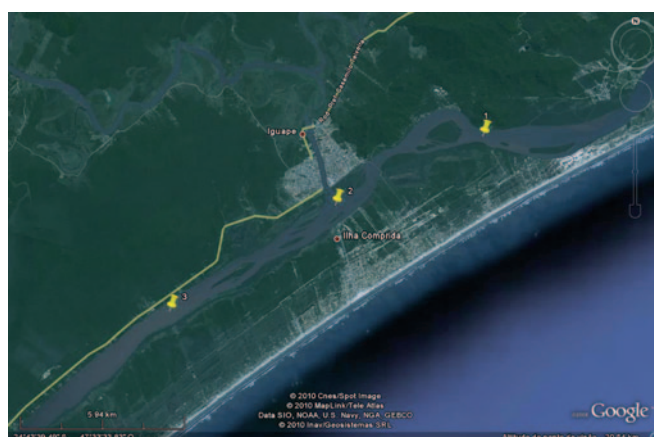
(q) Foz do Rio Itanhaém



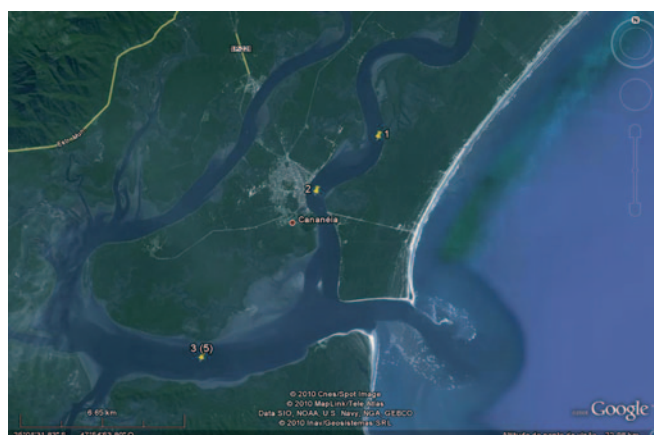
(r) Foz do Rio Preto



(s) Mar Pequeno



(t) 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.

Para a interpretação integrada dos resultados de água empregou-se um índice de qualidade de água desenvolvido no Canadá para a avaliação de corpos d'água, que utiliza da ocorrência de não conformidades de parâmetros selecionados em relação a um valor de referência em um universo de amostragens realizadas. Esse índice 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.

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

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

3.1 IQAC – Índice de Qualidade de Águas Costeiras

Para a composição do Índice de Qualidade de Águas Costeiras (IQAC) foram selecionados 9 parâmetros. Os resultados obtidos foram comparados com os padrões estabelecidos pela legislação ou valores de referência conforme Tabela 3.1.

Tabela 3.1 – Parâmetros utilizados na composição do IQAC e seus respectivos padrões e valores de referência.

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

(*) Resolução CONAMA nº 357/05 para águas de classe 1.

(**) CONAMA nº 274/2000 e

(***) concentrações estabelecidas de acordo com dados disponíveis nos monitoramentos marinhos e estuarinos realizados em anos anteriores (2004 a 2011).

Dentre os 19 corpos de água monitorados, cinco deles possuem água salobra: Canal de Bertioga, Canal de Santos, Canal de São Vicente, Mar de Cananéia e Mar Pequeno.

Os resultados por ponto de amostragem e a média obtida para cada área estudada encontra-se na Tabela 3.3. São apresentados também os parâmetros que se mostraram não conformes em cada uma delas independentemente de serem computados no índice.

Tabela 3.2 – Classificação dos pontos monitorados na Rede Costeira de acordo com o IQAC – 2013.

Classificação - IQAC 2013					(% de amostras não conformes por Parâmetro)
Local de amostragem	Ponto 1	Ponto 2	Ponto 3	Média	
Picinguaba	99	99	99	99	
Baía de Itaguá	84	85	85	85	Clorofila <i>a</i> (8%), Enterococos (11%), OD (22%)
Saco da Ribeira	85	91	85	87	Clorofila <i>a</i> (75%), Ferro dissolvido* (11%), OD (11%)
Tabatinga	99	99	99	99	
Cocanha	99	99	99	99	
Baía de Caraguatatuba	99	92	99	97	Clorofila <i>a</i> (17%), Boro* (11%)
Canal de São Sebastião (5pts)	99	99	99	98	Clorofila <i>a</i> (10%)
	93	99			
Barra do Una	93	93	85	90	Clorofila <i>a</i> (8%), OD (17%)
Rio Itaguaré	93	93	85	90	Clorofila <i>a</i> (8%), OD (17%)
Canal de Bertioga	51	61	63	58	Alumínio* (100%), Boro* (89%), Clorofila <i>a</i> (8%), COT (39%), OD (33%), Enterococos (6%), Fenóis (28%), Ferro dissolvido* (11%), Fósforo (56%), Nitrogênio amoniacal (11%)
Emissário Guarujá	92	61	85	80	Clorofila <i>a</i> (42%), COT (6%), Enterococos (6%) OD (17%)
Emissário Santos	75	74	60	70	Boro* (11%), Clorofila <i>a</i> (58%), COT (6%), Fósforo (78%), OD (17%)
Canal de Santos	37	56	44	46	Alumínio* (100%), Boro* (100%), COT (11%), OD (55%), Fenóis (11%), Coliformes termot.* (28%), Enterococos (72%), Ferro dissolvido* (56%), Fósforo (89%), Nitrogênio amoniacal (44%), Nitrato* (11%)
Canal de São Vicente	46	43	39	43	Alumínio* (100%), Boro* (67%), COT (50%), Coliformes termot.* (67%), Enterococos (83%), Fenóis (50%), Ferro dissolvido* (78%), Fósforo (100%), Nitrogênio amoniacal (61%), Nitrato (6%) OD (61%)
Emissário Praia Grande	71	72	85	76	Boro* (11%), Clorofila <i>a</i> (8%), COT (6%), OD (17%), Coliformes termotolerantes* (22%), Enterococos (33%), Fósforo (6%)
Rio Itanhaém	**	**	**	**	Clorofila <i>a</i> (50%), COT (11%), Enterococos (6%), OD (33%), Ferro dissolvido* (22%)
Rio Preto	93	91	92	92	Clorofila <i>a</i> (58%), COT (6%)
Mar Cananéia	78	92	84	85	Alumínio (89%), Boro (100%), Clorofila <i>a</i> (17%), COT (17%), Fenóis (22%), Ferro dissolvido* (44%), OD (6%)
Mar Pequeno	67	75	60	67	Alumínio* (100%), Boro (11%), Clorofila <i>a</i> (25%), COT (33%), Fenóis (28%), Ferro dissolvido* (100%), Fósforo (94%), pH (11%)

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

** Não calculado devido à ausência de resultados suficientes

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

Com relação ao estado trófico, os pontos de amostragem foram classificados em duas profundidades (superfície e meio) para as duas campanhas realizadas em 2013 (Tabela 3.3).

Tabela 3.3 – Classificação dos pontos monitorados na Rede Costeira de acordo com o Estado Trófico – Primeira e Segunda campanhas de 2013.

Campanha 1 - 2013		1		2		3	
Ponto		Superfície	Meio	Superfície	Meio	Superfície	Meio
Picinguaba		0,56	0,29	0,31	0,28	0,55	0,56
Baía de Itaguá		1,13	2,19	2,31	0,87	4,05	1,78
Saco da Ribeira		2,75	3,97	3,36	5,35	2,75	3,14
Baía de Caraguatatuba		1,13	0,67	0,58	0,89	1,16	1,78
Tabatinga		0,63	0,01	0,65	0,63	0,61	0,61
Cocanha		0,61	1,19	0,63	0,84	0,31	1
Canal de São Sebastião		1,37	1,57	1,07	1,1	0,61	0,82
Canal de São Sebastião (ptos 4 e 5)		0,8	0,89	1,26	1,07	NR	NR
Barra do Una		2,25	1,73	1,44	1,73	3,02	0,89
Rio Itaguapé		1,73	0,27	1,95	0,3	2,67	1,34
Canal da Bertioiga		11,46	3,56	6,58	1,53	1,78	1,34
Emissário do Guarujá		1,1	1,49	1,64	1,57	1,69	1,44
Emissário de Santos		12,18	12,03	11,58	11,58	8,02	8,02
Canal de Santos		2,67	0,58	4,34	0,59	3,12	0,76
Canal de São Vicente		0,53	0,92	0,49	0,01	7,13	4,81
Emissário de Praia Grande		1,19	2,38	1,13	1,69	1,07	1,41
Rio Itanhaém		2,29	2,83	1,78	2,47	3,68	2,97
Rio Preto		1,74	1,97	3,1	4,01	2,55	2,47
Mar Pequeno		1,23	0,89	0,89	0,01	1,6	1,6
Mar de Cananéia		9,16	7,26	8,55	6,87	11,54	11,05

Campanha 2 - 2013		1		2		3	
Ponto		Superfície	Meio	Superfície	Meio	Superfície	Meio
Picinguaba		1,34	1,07	0,8	0,56	0,8	0,53
Baía de Itaguá		1,34	0,87	0,8	0,57	0,27	0,53
Saco da Ribeira		2,02	2,67	4,2	4,35	2,08	1,91
Baía de Caraguatatuba		1,19	1,13	3,36	3,27	1,97	2,41
Tabatinga		1,78	1,69	1,94	1,53	1,49	1,34
Cocanha		0,87	0,82	0,61	0,27	0,61	0,8
Canal de São Sebastião		1,41	1,07	1,49	1,78	1,34	1,69
Canal de São Sebastião (ptos 4, 5 e 6)		1,78	1,41	2,29	2,09	4,16	3,66
Barra do Una		0,63	0,56	0,63	0,3	0,3	0,56
Rio Itaguapé		<0,01	0,63	0,29	<0,01	0,29	0,28
Canal da Bertioiga		8,02	9,62	2,67	2	3,56	3,12
Emissário do Guarujá		2,81	4,33	1,9	3,47	3,18	3,47
Emissário de Santos		1,97	1,97	1,97	2,23	1,64	5,35
Canal de Santos		3,82	2,67	2	1,91	1,53	<0,01
Canal de São Vicente		8,4	7,68	7,13	8,02	4,2	3,74
Emissário de Praia Grande		2,6	1,92	1,97	2,14	1,7	1,6
Rio Itanhaém		4,28	1,91	8,02	1,72	4,81	1,57
Rio Preto		1,78	2,23	3,56	4,01	4,9	4,01
Mar Pequeno		11,92	7,37	9,51	9,44	14,97	15,86
Mar de Cananéia		7,24	5,97	4,72	4,09	1,94	2,21

Estado Trófico	Mar	Estuário
	Clorofila <i>a</i> µg/L	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

3.2 Índices de qualidade dos sedimentos

Com relação ao sedimento foram avaliados aspectos relativos à qualidade física, química, ecotoxicológica e microbiológica. Embora não haja padrões de qualidade de sedimentos para os nutrientes, para a discussão dos resultados a CETESB utiliza alguns valores de referência baseados em bibliografia e resultados dos monitoramentos realizados na zona costeira (BERBEL, 2008).

No que se refere aos contaminantes químicos, aplicou-se a classificação estabelecida no ano anterior (Tabela 3.4), baseada nos critérios canadenses (CCME, 2002). A Tabela de classificação química do sedimento leva em consideração os resultados dos parâmetros das duas campanhas de amostragem. Embora sem nenhum ponto classificado como Ótimo a grande maioria está na categoria Boa. A única área que apresentou sedimentos de qualidade péssima foi o Canal de Santos

Tabela 3.4 – Qualidade dos sedimentos nas áreas costeiras monitoradas em 2013 de acordo com as substâncias químicas.

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

Critério Substâncias Químicas:
 Ótima
Boa
Regular
Ruim
Péssima

A Tabela 3.5 apresenta a classificação dos sedimentos das áreas monitoradas com o ensaio ecotoxicológico crônico (com *Lytechinus variegatus*) e o ensaio agudo (com *Leptocheirus plumulosus*) nas duas campanhas de 2013. Também apresenta o resultado por campanha, após análise e adoção da classificação final mais restritiva, nos casos de pontos amostrais com resultados divergentes entre os ensaios de toxicidade crônica e a aguda. Ressalta-se que o ensaio agudo foi realizado apenas com amostras de algumas áreas no primeiro semestre. Já no segundo semestre, foi realizado somente o ensaio para avaliação da toxicidade crônica com *L. variegatus*.

Tabela 3.5 – Qualidade ecotoxicológica dos sedimentos nas duas campanhas realizadas em 2013.

Regiões	Campanha 1 - 2013		Toxicidade Crônica ¹			Toxicidade Aguda ²			Classificação 1ª Campanha/2013		
	Área	Amostras	1	2	3	1	2	3	1	2	3
Litoral Norte	Picinguaba						*				
	Baía de Itaguá						*				
	Saco da Ribeira					*	*	*			
	Baía de Caraguatatuba										
	Tabatinga						*				
	Cocanha						*				
	Canal de São Sebastião		*			*			*		
	Canal de São Sebastião (ptos 4 e 5)				*			*			*
	Barra do Una										
Baixada Santista	Rio Itaguapé										
	Canal da Bertioga					*	*	*			
	Emissário do Guarujá						*				
	Emissário de Santos						*				
	Canal de Santos										
	Canal de São Vicente						*	*			
	Emissário de Praia Grande I						*				
	Rio Itanhaém										
	Rio Preto						*				
Litoral Sul	Mar Pequeno										
	Mar de Cananéia										

Regiões	Campanha 2 - 2013		Toxicidade Crônica ¹			Classificação 2ª Campanha/2013		
	Área	Amostras	1	2	3	1	2	3
Litoral Norte	Picinguaba							
	Baía de Itaguá							
	Saco da Ribeira							
	Baía de Caraguatatuba							
	Tabatinga							
	Cocanha							
	Canal de São Sebastião							
	Canal de São Sebastião (ptos 4 e 5)							
	Barra do Una							
Baixada Santista	Rio Itaguapé							
	Canal da Bertioga							
	Emissário do Guarujá							
	Emissário de Santos							
	Canal de Santos							
	Canal de São Vicente							
	Emissário de Praia Grande I							
	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 - *L. variegatus*)

- - - < 50%^(b) ≥ 50% ² (% de mortalidade - *L. plumulosus*)

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

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

* amostra não analisada

A Tabela 3.6 mostra a classificação do sedimento de acordo com critérios microbiológicos. Para isso foi utilizado o coliforme termotolerante, que indica contaminação recente e o *Clostridium perfringens*, que indica contaminação remota.

Tabela 3.6 – Classificação dos pontos monitorados na Rede Costeira de acordo com o critério microbiológico – primeira e segunda campanha de 2013.

Campanha 1 - 2013	1		2		3	
Ponto	coliformes termotolerantes	<i>Clostridium perfringens</i>	coliformes termotolerantes	<i>Clostridium perfringens</i>	coliformes termotolerantes	<i>Clostridium perfringens</i>
Pinguaba	<18	7.000	<18	1.300	<18	1.400
Baía de Itaguá	45	23.000	230	49.000	20	17.000
Saco da Ribeira	<18	49.000	<18	230.000	<18	33.000
Baía de Caraguatatuba	<18	13.000	<18	13.000	170	28.000
Tabatinga	<18	11.000	<18	28.000	<18	49.000
Cocanha	<18	4.900	<18	4.900	<18	7.000
Canal de São Sebastião	20	7.900	20	17.000	<18	49.000
Canal de São Sebastião (ptos 4 e 5)	<18	79.000	<18	11.000	*	*
Barra do Una	110	130.000	<18	4.900	<18	2.300
Rio Itaquaré	<18	3.300	20	790	<18	3.300
Canal da Bertioiga	490	130.000	790	330.000	7.900	79.000
Emissário do Guarujá	40	110.000	330	130.000	460	220.000
Emissário de Santos	13.000	1.100.000	79.000	3.300.000	79.000	1.700.000
Canal de Santos	4.900	330.000	4.600	940.000	230	790.000
Canal de São Vicente	79.000	170.000	13.000	170.000	49.000	1.300.000
Emissário de Praia Grande	490	14.000	33.000	49.000	2.200	4.900
Rio Itanhaém	20	1.700	18	4.900	<18	230
Rio Preto	<18	170.000	<18	130.000	<18	49.000
Mar Pequeno	11.000	11.000	35.000	79.000	2.300	3.300.000
Mar de Cananéia	230	140.000	330	49.000	230	70.000

Campanha 1 - 2013	1		2		3	
Ponto	coliformes termotolerantes	<i>Clostridium perfringens</i>	coliformes termotolerantes	<i>Clostridium perfringens</i>	coliformes termotolerantes	<i>Clostridium perfringens</i>
Pinguaba	<18	790	<18	460	<18	120
Baía de Itaguá	<18	33.000	68	94.000	<18	17.000
Saco da Ribeira	<18	170.000	110	70.000	18	49.000
Baía de Caraguatatuba	18	13.000	<18	2.300	<18	46.000
Tabatinga	20	33.000	<18	13.000	<18	23.000
Cocanha	<18	14.000	20	13.000	20	33.000
Canal de São Sebastião	<18	17.000	<18	49.000	<18	49.000
Canal de São Sebastião (ptos 4 e 5)	<18	49.000	<18	33.000	310	4.600
Barra do Una	<18	11.000	<18	2.300	<18	790
Rio Itaquaré	<18	3.300	110	1.300	68	2.300
Canal da Bertioiga	20	130.000	20	79.000	20	7.900
Emissário do Guarujá	2.800	110.000	49.000	130.000	4.900	230.000
Emissário de Santos	140	1.700.000	170	230.000	790	490.000
Canal de Santos	700	330.000	330	790.000	3.300	130.000
Canal de São Vicente	130	790.000	490	220.000	110	490.000
Emissário de Praia Grande	330	7.900	330	11.000	310	1.100
Rio Itanhaém	170	2.300	20	2.300	20	2.300
Rio Preto	45	33.000	20	17.000	20	79.000
Mar Pequeno	2.300	11.000	13.000	70.000	1.700	330.000
Mar de Cananéia	<18	170.000	<18	23.000	20	33.000

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

3.3 Avaliação das áreas

A seguir são discutidos os resultados de qualidade de água e sedimentos obtidos em 2013 nas 19 áreas monitoradas. As Tabelas com esses resultados brutos encontram-se no Apêndice H.

3.3.1 Picinguaba

Nas amostras de água de Picinguaba não foram observadas alterações físico-químicas, microbiológicas ou ecotoxicológicas significativas em ambas as campanhas de amostragem. As concentrações de clorofila *a* foram menores no primeiro semestre, indicando ambiente oligotrófico. No segundo semestre essas concentrações foram um pouco mais elevadas, sendo o ponto 1 mesotrófico. De acordo com o IQAC, os três pontos amostrados foram classificados com Ótimos.

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. Os valores de nutrientes, contudo, estão dentro do esperado apresentando melhora em relação ao ano anterior. Com base no critério de classificação química dos sedimentos, os três pontos foram classificados como Bons.

As densidades dos microrganismos indicadores apontam sedimento classificado como Ótimo. De toda a forma, as densidades de *Clostridium perfringens* maiores que as de coliformes termotolerantes indicam poluição fecal remota.

Na avaliação ecotoxicológica com a amostra composta do sedimento desta região, o ensaio crônico realizado indicou qualidade Ruim na primeira campanha e uma melhora na segunda, com qualidade Ótima (Tabela 3.5). Como dentre as substâncias analisadas, para as quais existem critérios de qualidade (ISQG), os mesmos foram atendidos, provavelmente o efeito tóxico ocorreu devido à presença de outras substâncias não analisadas no presente monitoramento. De qualquer forma, não se espera nessa área toxicidade significativa e o resultado da segunda campanha é mais condizente com as condições do local. Nota-se a grande variabilidade dos resultados ao longo dos anos.

Gráfico 3.1 – Concentrações de fósforo total no sedimento em Picinguaba nas duas campanhas de 2013.

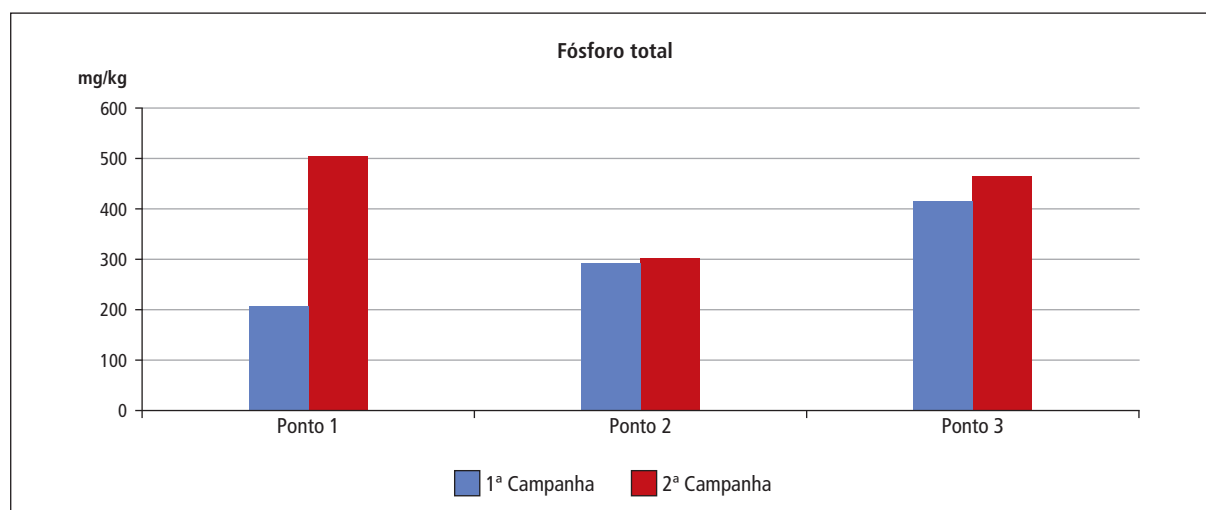
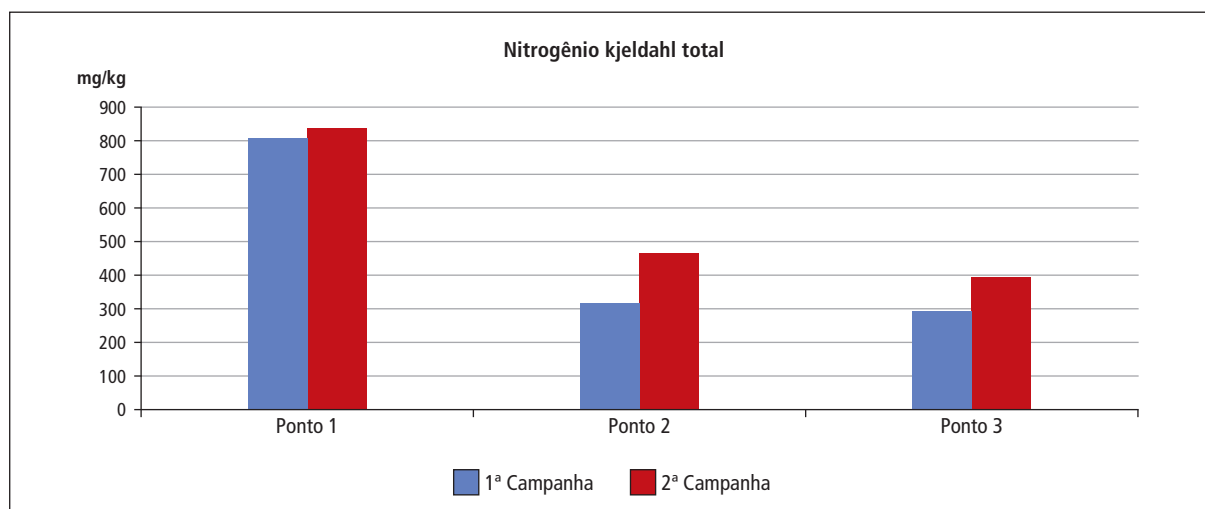


Gráfico 3.2 – Concentrações de nitrogênio kjeldahl total (NKT) no sedimento em Picinguaba nas duas campanhas de 2013.

3.3.2 Baía de Itaguá

Na Baía de Itaguá foram detectadas concentrações de oxigênio dissolvido abaixo do padrão de 6,0 mg/L em quatro amostras, sendo elas dos pontos 1, 2 e 3 fundo (primeira campanha) e ponto 1 superfície (segunda campanha), apontando desacordo com o padrão de qualidade. Concentrações do indicador enterococos acima de 100 UFC/100 mL foram detectadas nos pontos 1 superfície (380 UFC/100 mL) e 2 meio (180 UFC/100 mL). As concentrações de clorofila *a* foram maiores no primeiro semestre, em que as amostras foram classificadas como oligotróficas (ponto 2 meio), mesotróficas e eutróficas (ponto 3 superfície). No segundo semestre as amostras foram classificadas como mesotróficas (ponto 1 superfície) e oligotróficas. Assim, de acordo com o IQAC, as amostras da Baía de Itaguá foram classificadas como Boas.

Os sedimentos dos pontos 1 e 2 apresentaram predominância da fração silte, já o ponto 3 apresentou-se arenoso como nos anos anteriores. Os valores de potencial redox indicaram ambiente redutor, com decomposição anaeróbia de matéria orgânica. As concentrações de NKT e fósforo foram elevadas, principalmente na primeira campanha algumas tendo ultrapassado os valores de referência (Gráficos 3.3 e 3.4), reflexo de uma maior contribuição de material continental na área. Óleos e graxas foram detectados novamente em uma amostra (757 mg/kg) na segunda campanha.

No que se refere aos HAPs, embora não ultrapassando o ISQG, detectou-se fluoranteno nas amostras dos pontos 1 e 2. Com base no critério de classificação química dos sedimentos, os três pontos foram classificados como Bons.

Conforme o critério de classificação microbiológico, no primeiro semestre as amostras foram classificadas como Ótimas e Boas. No segundo semestre o cenário foi o mesmo, exceto para a amostra do ponto 2 que foi classificada como Regular pela concentração de *Clostridium perfringens*. As densidades de *Cl. perfringens* foram elevadas e as densidades de coliformes termotolerantes foram baixas, apontando poluição fecal remota.

Os resultados do ensaio crônico com a amostra composta de sedimento, realizado na primeira campanha, indicaram qualidade Ótima para esse ambiente (Tabela 3.5). Esse resultado não se manteve na segunda amostragem, sendo classificado como Regular, indicando uma piora na qualidade do sedimento devido à toxicidade observada. A presença do fluoranteno e acenafteno, embora não ultrapassando o ISQG pode estar relacionada ao efeito tóxico observado na segunda campanha.

Gráfico 3.3 – Concentrações de fósforo total no sedimento na Baía de Itaguá nas duas campanhas de 2013.

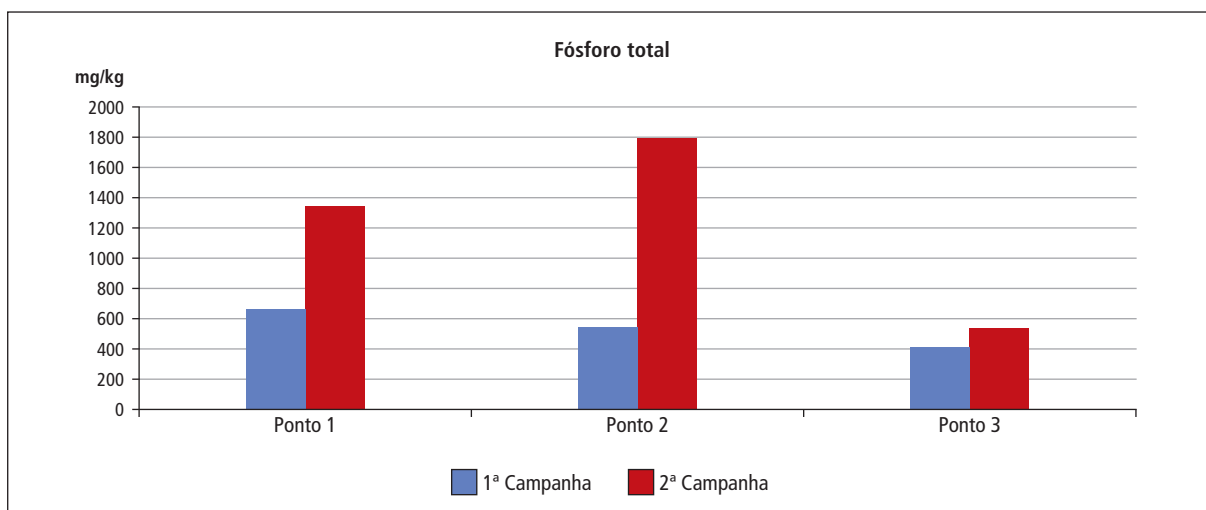
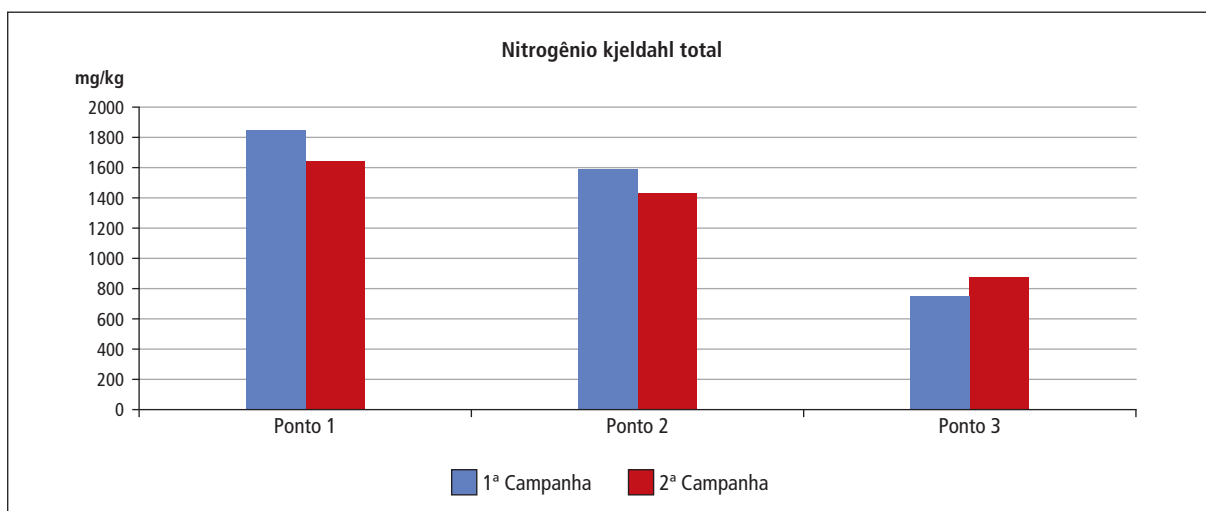


Gráfico 3.4 – Concentrações de nitrogênio kjeldahl total (NKT) no sedimento na Baía de Itaguá nas duas campanhas de 2013.



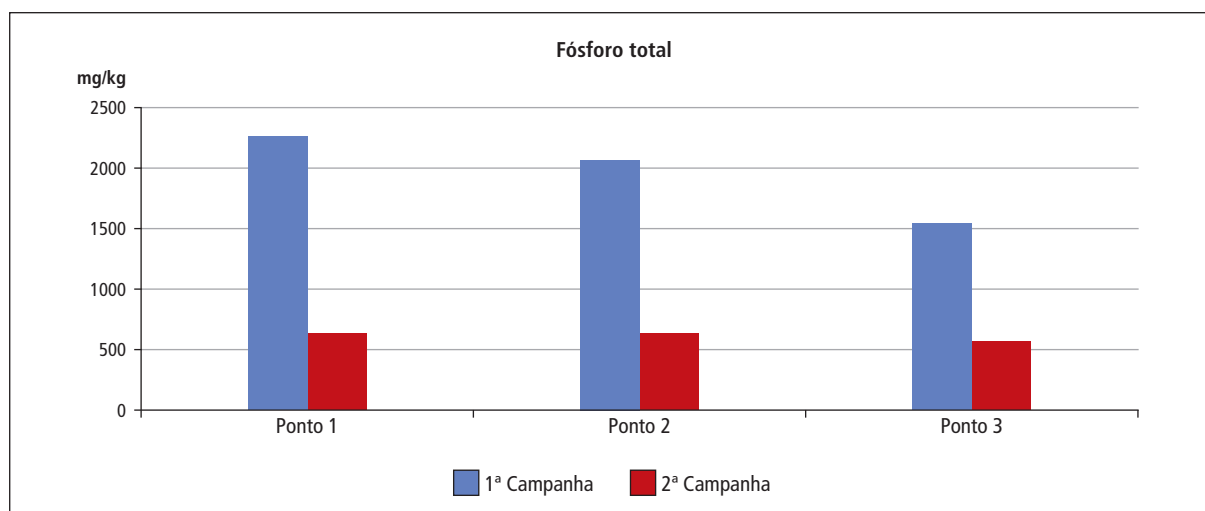
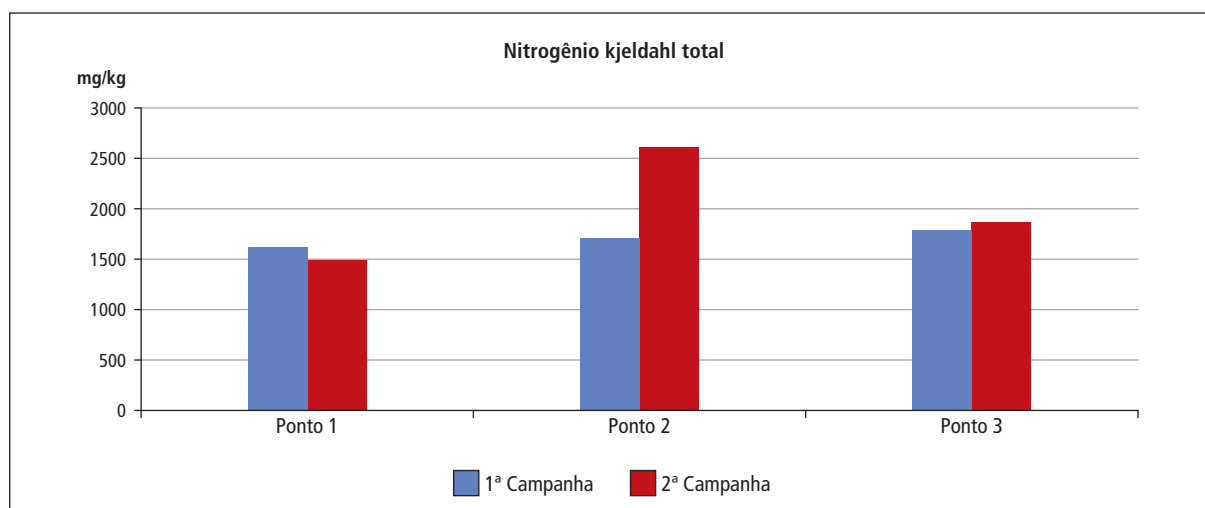
3.3.3 Saco da Ribeira

No Saco da Ribeira alterações foram observadas nas amostras do primeiro semestre concentração de oxigênio dissolvido em desacordo com o padrão de qualidade ($>6,0$ mg/L) nas amostras dos pontos 1 e 3 fundo. Ferro dissolvido acima do padrão de qualidade para águas salinas de classe 1 ($0,3$ mg/L) foi detectado nos pontos 2 e 3 fundo. As concentrações de clorofila *a* apontaram ambiente eutrófico e supereutrófico (ponto 2 meio) no primeiro semestre e ambiente mesotrófico e eutrófico no segundo semestre. O IQAC indicou qualidade Boa nos pontos 1, 2 e 3.

Quanto ao sedimento, a análise granulométrica apontou composição com mais de 50% de argila, seguida por silte e areia nos três pontos em ambas as campanhas. Os valores de potencial redox indicaram ambiente redutor. As concentrações de NKT foram superiores a 1.000 mg/kg (Gráfico 3.5 e 3.6) devido à contribuição de material continental. Diferentemente do ano anterior não foram detectados óleos e graxas em nenhuma das campanhas. Algumas amostras podem conter tais elementos devido à influência das marinas presentes no local. Situação semelhante à de alguns metais detectados como o cobre (ligeiramente acima do ISQG variando de $28,4$ a $79,1$ mg/kg) e zinco (variando de 125 a 149 mg/kg) também associados às atividades das marinas. Foram detectados ainda alguns HAPs, embora todos abaixo do ISQG. De acordo com o critério de classificação química dos sedimentos os pontos 1 e 3 foram classificados como Bons e o ponto 2 foi classificado como Regular.

As densidades de *Clostridium perfringens* foram mais elevadas, principalmente no ponto 2 na primeira campanha e no ponto 1 na segunda campanha, ambos com concentrações na ordem de 10^5 NMP/100 g, sendo estas amostras classificadas como Ruins em relação a qualidade microbiológica. De toda a forma, as concentrações de *C. perfringens* foram maiores que as de coliformes termotolerantes, indicando poluição fecal remota.

Na avaliação ecotoxicológica, realizada na primeira campanha, observou-se qualidade Ótima no ensaio crônico nos três pontos amostrais. Já na segunda campanha o ponto 2 foi classificado como Regular (Tabela 3.5). Ressalta-se que nos dois últimos anos não se observou efeito tóxico na região apesar dos contaminantes presentes acima do ISQG, situação que não se repetiu este ano em todos os pontos monitorados devido à piora da qualidade observada no sedimento do ponto 2. De qualquer 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, devido aos contaminantes presentes acima do ISQG.

Gráfico 3.5 – Concentrações de fósforo total no sedimento no Saco da Ribeira nas duas campanhas de 2013.**Gráfico 3.6** – Concentrações de nitrogênio kjeldahl total (NKT) no sedimento em Saco da Ribeira nas duas campanhas de 2013.

3.3.4. Baía de Caraguatatuba

Na Baía de Caraguatatuba foi detectada, em uma amostra, concentração de boro total acima do padrão de qualidade (5,0 mg/L). As concentrações de clorofila *a* variaram entre os pontos de amostragem, apontando ambiente oligotrófico e mesotrófico no primeiro semestre e mesotrófico e eutrófico (ponto 2) no segundo semestre. Com relação ao IQAC, os pontos 1 e 3 foram classificados como Ótimos e o ponto 2 foi classificado como Bom.

No que se refere ao sedimento, as análises granulométricas apontaram sedimento predominantemente arenoso. Alguns valores negativos de potencial redox indicaram ambiente redutor com decomposição anaeróbia de matéria orgânica, contudo as concentrações de nutrientes não foram elevadas. De acordo com o critério de classificação química do sedimento, os três pontos foram classificados como Bons.

As densidades dos indicadores de poluição fecal foram baixas, indicando sedimento com pouco aporte de esgotos domésticos. Mesmo assim, as densidades de *Clostridium perfringens* maiores do que as densidades de coliformes termotolerantes apontam poluição fecal remota.

Os ensaios agudos, realizados com as amostras de sedimento provenientes dos pontos 1 a 3 no primeiro semestre, assim como os ensaios crônicos nas duas amostragens, indicaram qualidade Ótima para esse ambiente, exceto no ponto 3 na segunda campanha. Neste último ponto verificou-se qualidade Ruim (Tabela 3.5). Como dentre as substâncias analisadas, para as quais existem critérios, os mesmos foram atendidos, provavelmente outras substâncias não analisadas na amostra ou mesmo sua interação, provocaram a toxicidade observada no ponto 3.

Gráfico 3.7 – Concentrações de fósforo total no sedimento na Baía de Caraguatatuba nas duas campanhas de 2013.

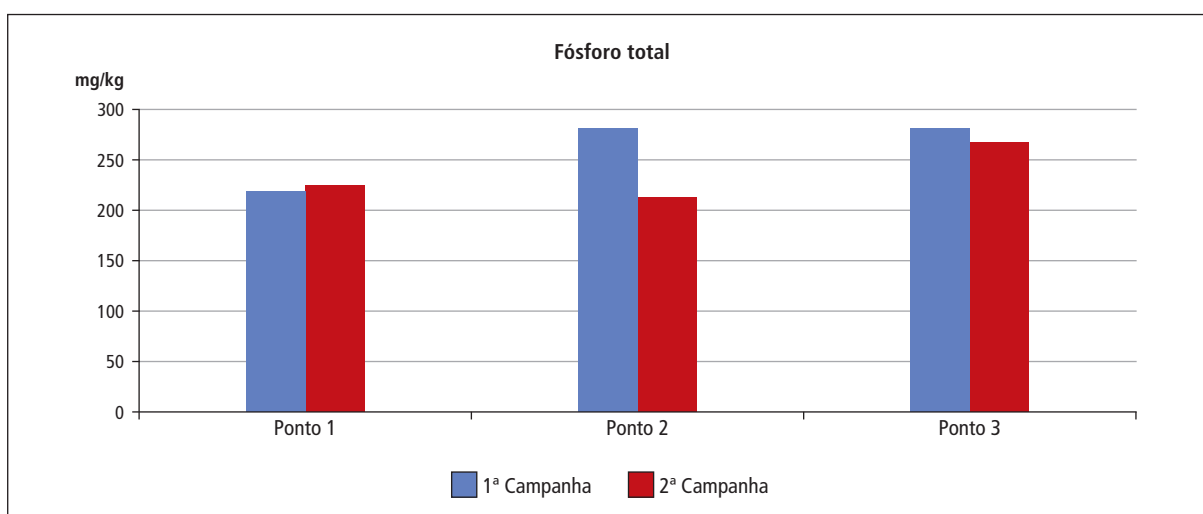
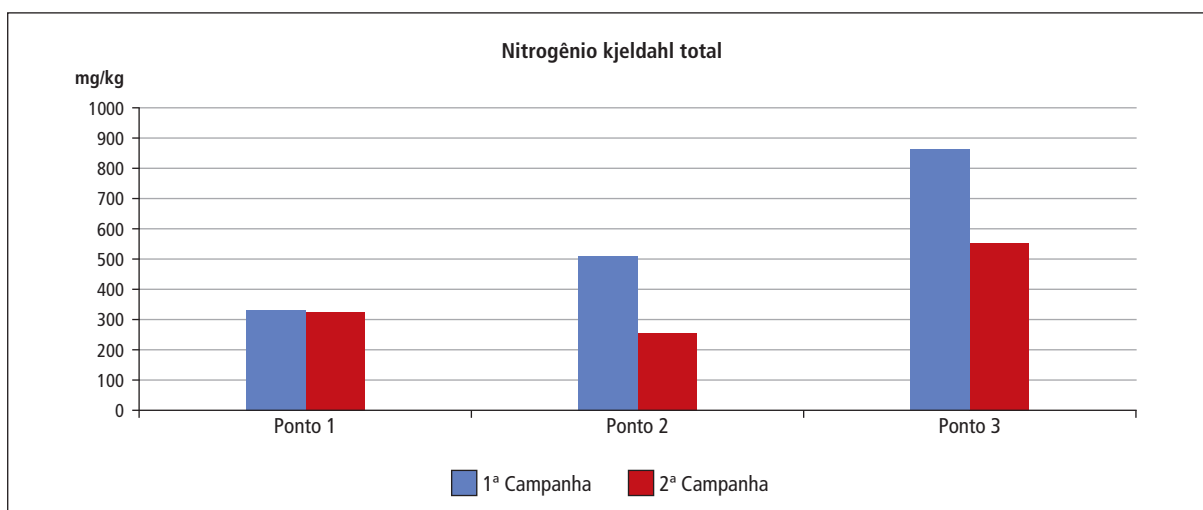


Gráfico 3.8 – Concentrações de nitrogênio kjeldahl total (NKT) no sedimento na Baía de Caraguatatuba nas duas campanhas de 2013.



3.3.5 Tabatinga

Em Tabatinga não foram observadas alterações significativas na qualidade da água. Quanto à clorofila *a*, no primeiro semestre as amostras apontaram ambiente oligotrófico e no segundo semestre observou-se maiores concentrações, indicando ambiente mesotrófico. Conforme o IQAC, os três pontos foram classificados como Ótimos.

O sedimento de Tabatinga apresentou-se predominantemente arenoso, seguido da fração silte e argila à exceção do ponto 3 na primeira campanha. Os valores de potencial redox indicam ambiente ligeiramente redutor. As concentrações de nutrientes em geral estão dentro do esperado para a região superando os limites da literatura em especial para o NKT no ponto 3. O resultado condiz com a granulometria mais fina encontrada. Conforme o critério de classificação química dos sedimentos, Tabatinga apresentou qualidade Boa nos três pontos.

As concentrações dos indicadores de poluição fecal foram baixas. Maiores concentrações de *Clostridium perfringens* indicam poluição fecal remota.

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

Gráfico 3.9 – Concentrações de fósforo total no sedimento em Tabatinga nas duas campanhas de 2013.

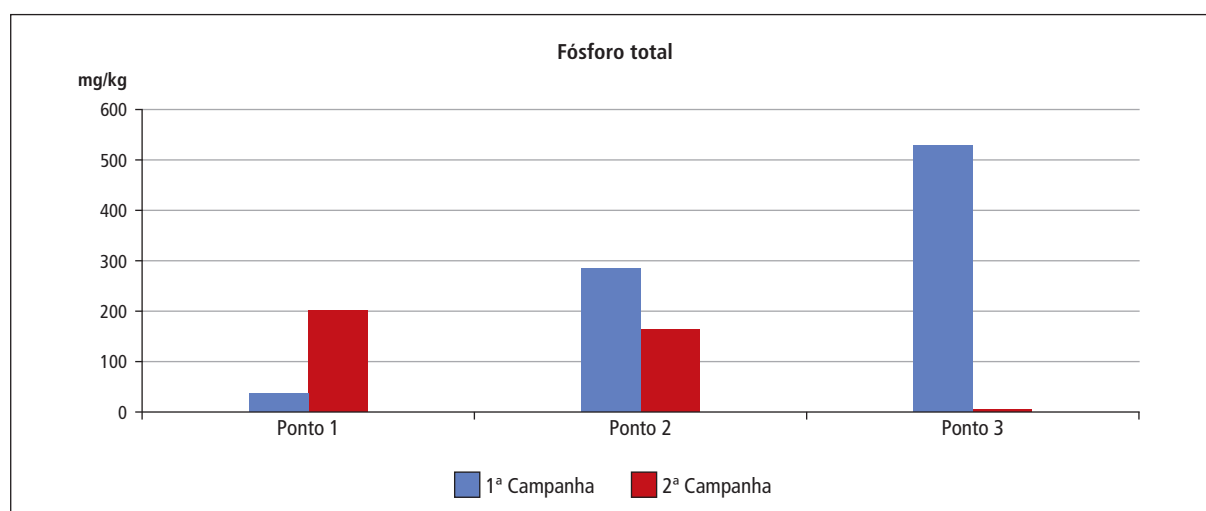
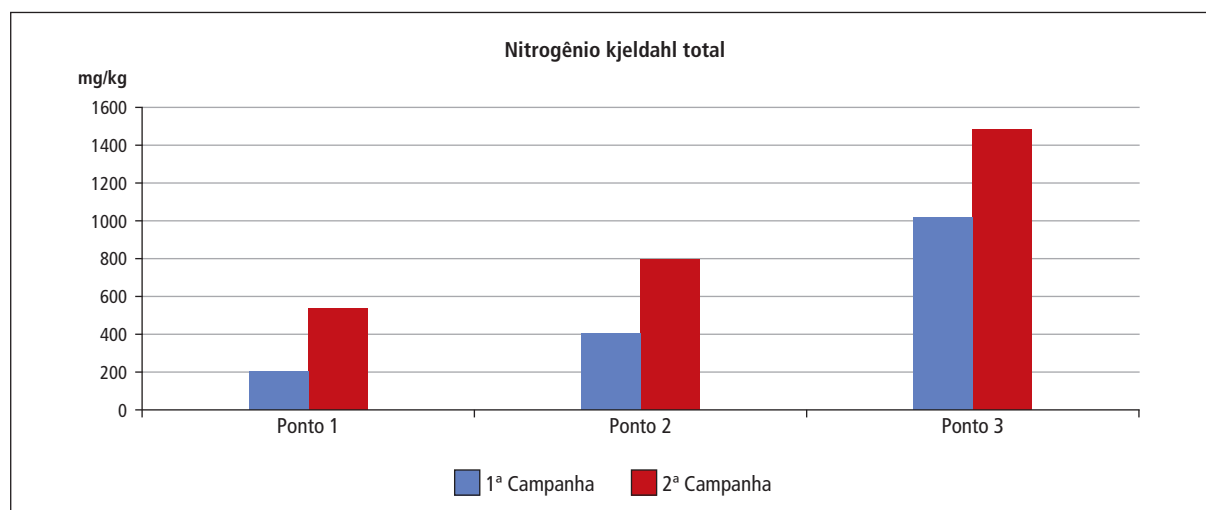


Gráfico 3.10 – Concentrações de nitrogênio kjeldahl total (NKT) no sedimento em Tabatinga nas duas campanhas de 2013.

3.3.6 Cocanha

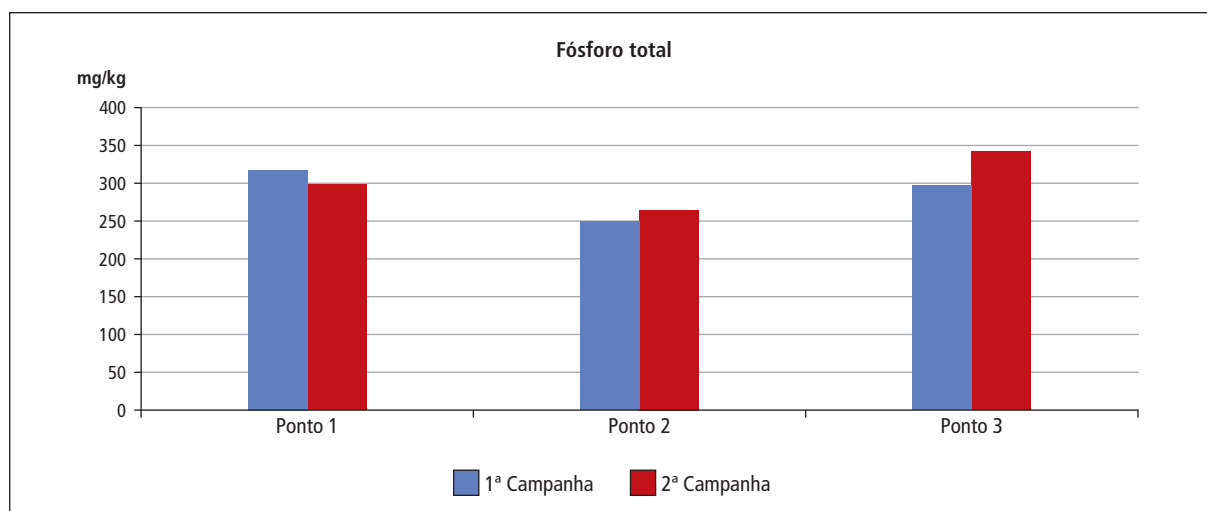
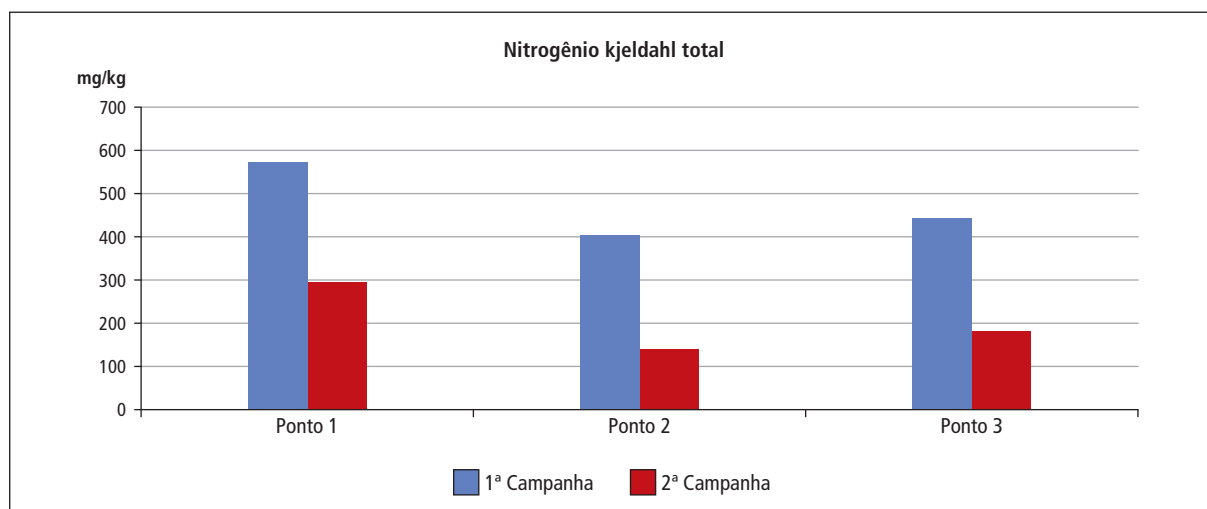
Na Cocanha não foram observadas alterações significativas na qualidade da água. As concentrações de clorofila *a* apontaram ambiente oligo e mesotrófico no primeiro semestre. No segundo semestre as concentrações foram menores, indicando ambiente oligotrófico. De acordo com o IQAC, os três pontos da Cocanha foram classificados como Ótimos.

No dia 05 de abril de 2013 ocorreu o vazamento de óleo em um tanque do TEBAR (Terminal Marítimo Almirante Barroso) em São Sebastião, onde 3500 litros de óleo combustível atingiram o mar, chegando às praias situadas ao norte e também aos costões rochosos. Nos dias 19 de junho e 29 de outubro ocorreram as amostragens da Rede Costeira na Cocanha. Compostos Orgânicos Voláteis, Hidrocarbonetos Aromáticos Policíclicos (HAPs), Óleos e Graxas e metais não foram detectados ou atenderam o padrão de qualidade estabelecido na referida legislação. Toxicidade Aguda para o microrganismo *Vibrio fischeri* não foi observada em ambas as campanhas de amostragem.

Quanto aos sedimentos, a análise granulométrica indicou sedimento predominantemente arenoso, com potencial redox ligeiramente redutor. De acordo com o critério de classificação química do sedimento, os três pontos foram classificados como Bons.

A densidade dos indicadores de poluição fecal foi baixa, principalmente no primeiro semestre, apontando ambiente com pouco aporte de esgotos domésticos.

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

Gráfico 3.11 – Concentrações de fósforo total no sedimento em Cocanha nas duas campanhas de 2013.**Gráfico 3.12** – Concentrações de nitrogênio kjeldahl total (NKT) no sedimento em Cocanha nas duas campanhas de 2013.

3.3.7 Canal de São Sebastião

No Canal de São Sebastião não foram observadas alterações significativas na qualidade das águas. As concentrações de clorofila *a* indicaram ambiente oligotrófico no primeiro semestre e mesotrófico no segundo semestre. De acordo com o IQAC, os pontos 1, 2, 3 e 5 foram classificados como Ótimos e o ponto 4 foi classificado como Bom.

O vazamento de óleo TEBAR em São Sebastião atingiu as praias situadas ao norte e também aos costões rochosos. Nos dias 07 de maio e 24 de setembro ocorreram as amostragens da Rede Costeira no Canal de São Sebastião que não revelaram alterações relevantes no ambiente aquático. Na campanha de setembro foi incluído um ponto de amostragem na área de maricultura próxima à praia das Cigarras (ponto 6). Nessa ocasião não foram detectados Compostos Orgânicos Voláteis, Hidrocarbonetos Aromáticos Policíclicos (HAPs), Óleos e Graxas e metais não foram detectados ou atenderam o padrão de qualidade estabelecido na referida legislação. Toxicidade Aguda para o microrganismo *Vibrio fischeri* não foi observada em ambas as campanhas de amostragem. Esse ponto, localizado na maricultura das Cigarras, apresentou concentrações de clorofila *a* mais altas e foi classificado como eutrófico.

Com relação ao sedimento, a granulometria pode ter variado devido às fortes correntes típicas do canal que dificultam o lançamento da draga e em alguns casos não permitem a deposição de sedimentos. Desta forma, em alguns casos a embarcação foi deslocada para mais próximo do lado continental do canal onde há melhor deposição de sedimentos em consequência das correntes mais fracas. Esta medida deve reduzir as ocorrências onde não é possível coletar as amostras, em especial de sedimento. Apesar destes ajustes não foi possível coletar sedimentos no ponto 1

No que se refere aos sedimentos, observa-se alguma variabilidade entre os pontos na primeira campanha sendo o ponto 2 o menos arenoso de todos. Já na segunda campanha foi obtido sedimento mais arenoso em todos os pontos com percentagens de areia em torno dos 70% ante as faixas de 40 a 60% na primeira campanha. Os valores de potencial redox foram negativos, indicando ambiente redutor à exceção do ponto 3 na primeira campanha. As concentrações de nutrientes apresentaram valores de NKT acima dos 1.000 mg/kg na primeira campanha, mas este fato pode estar relacionado à variabilidade de local de amostragem supracitada.

Detectou-se óleos e graxas no ponto 5, primeira campanha (646 mg/kg) provavelmente relacionado às atividades portuárias da região. De acordo com o critério de classificação química dos sedimentos, todos os pontos foram classificados como Bons.

As densidades dos indicadores de poluição fecal foram baixas, exceto para *Clostridium perfringens* no ponto 4 no primeiro semestre. Maiores densidades de *C. perfringens* indicam poluição fecal remota.

Os resultados da avaliação ecotoxicológica na primeira campanha indicaram ausência de efeitos tóxicos nos ensaios agudo e crônico, sendo que o sedimento foi classificado como Ótimo. Já na segunda campanha apenas o ensaio crônico foi realizado e houve uma piora generalizada na qualidade do ambiente, pois quatro dos seis pontos amostrais apresentaram efeito tóxico, sendo classificados como Péssimo (ponto 1), Ruim (ponto 2) e Regular (pontos 4 e 6). Apenas o sedimento dos pontos 3 e 5 mantiveram a qualidade Ótima.

Embora não tenha sido observada toxicidade aguda nas amostras de água em ambas as campanhas de amostragem no ponto 6, localizado na maricultura das Cigarras, conforme mencionado anteriormente, a amostra de sedimento apresentou toxicidade crônica para o ouriço-do-mar *Lytechinus variegatus*. É necessária atenção especial com o sedimento neste ponto amostral em função das atividades ali desenvolvidas.

De qualquer forma, do mesmo modo que no Saco da Ribeira, a eventual ressuspensão do sedimento poderá causar efeitos deletérios nas comunidades biológicas, pois embora não tenham sido detectados contaminantes acima do ISQG, sabe-se que a região apresentou toxicidade em várias campanhas desde 2010 que no momento não estão disponíveis para causar efeito tóxico aos organismos-teste.

3.3.8 Barra do Una

Nas águas da Barra do Una observou-se depleção dos níveis de oxigênio dissolvido nas amostras de fundo nos três pontos amostrados na primeira campanha, indicando não conformidade com o padrão de qualidade ($>6,0$ mg/L). As concentrações de clorofila *a* indicam ambiente oligotrófico (ponto 3 meio), mesotrófico e eutrófico (ponto 3 superfície) na primeira campanha. Na segunda campanha as concentrações foram menores, indicando ambiente oligotrófico. Aplicando-se o IQAC, os três pontos foram classificados como Bons.

Em relação à caracterização dos sedimentos, a análise granulométrica indicou sedimento predominantemente arenoso nos pontos 2 e 3 e mista no ponto 1, mais próximo da contribuição do rio Una. Os valores de potencial redox foram notadamente negativos nas amostras do ponto 1, evidenciando a influência do rio. As concentrações de nutrientes foram maiores no ponto 1 como esperado mas foi constatado um valor de NKT acima dos valores orientadores neste ponto na primeira campanha. Aplicando-se o critério de classificação química de sedimento, os três pontos apresentaram qualidade Boa.

De maneira geral, as densidades dos indicadores de poluição fecal foram baixas, exceção feita ao ponto 1, que apresentou alta densidade de *Clostridium perfringens*, sendo classificado como Ruim. Mesmo assim, maiores densidades de *Cl. perfringens* aliada à pequena densidade de coliformes termotolerantes indica poluição fecal remota.

Na avaliação ecotoxicológica, com a amostra composta de sedimento, tanto o ensaio agudo, primeira campanha, como o crônico realizado nas duas campanhas indicaram a boa qualidade do sedimento desta região sendo classificado como Ótimo.

Gráfico 3.13 – Concentrações de fósforo total no sedimento em Barra do Una nas duas campanhas de 2013.

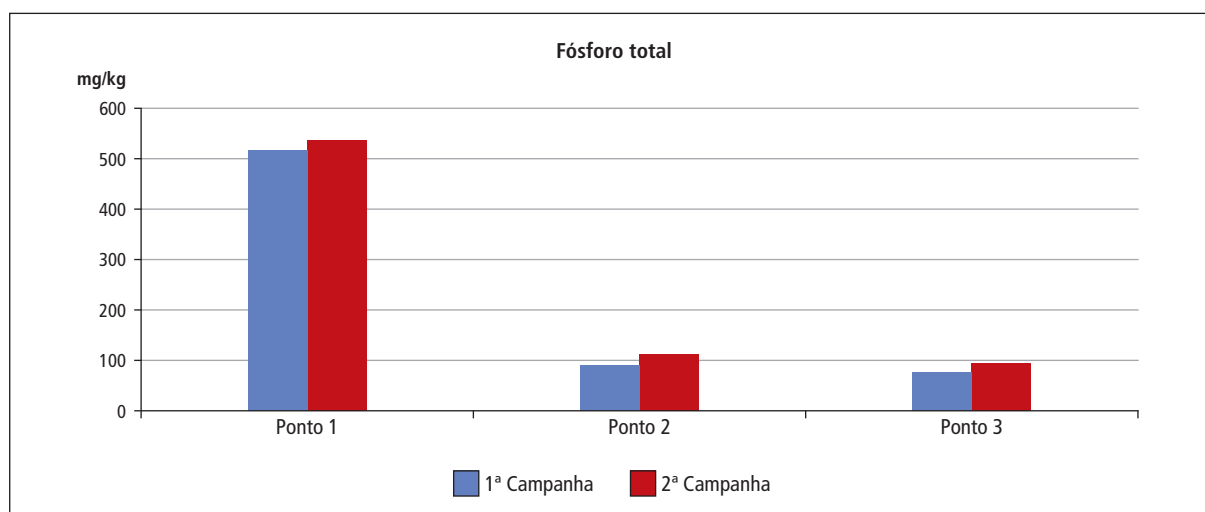
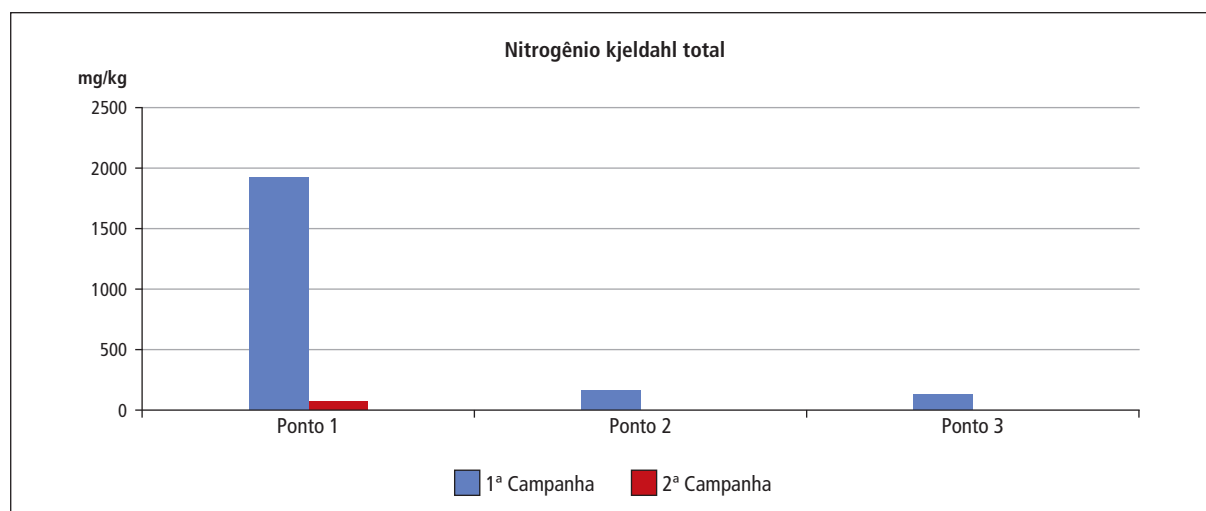


Gráfico 3.14 – Concentrações de nitrogênio kjeldahl total (NKT) no sedimento na Barra do Una nas duas campanhas de 2013.

3.3.9 Área de influência do Rio Itaguaré

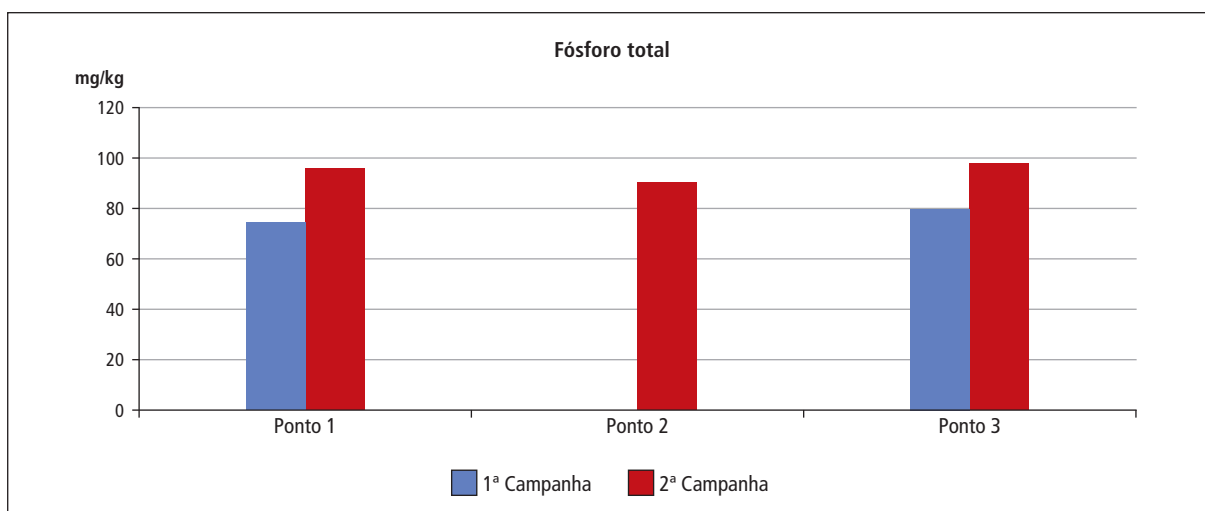
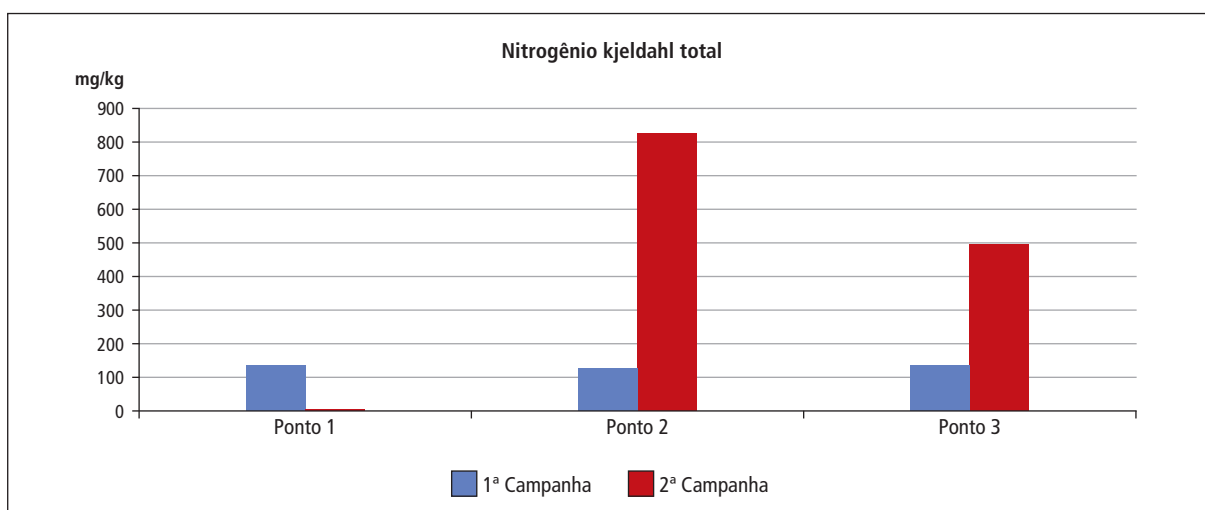
No Rio Itaguaré observou-se depleção dos níveis de oxigênio dissolvido nos três pontos em desacordo com o padrão de qualidade para águas salinas de classe 1 ($>6,0$ mg/L). As concentrações de clorofila *a* indicaram ambiente oligo, meso e eutrófico (ponto 3 superfície) no primeiro semestre. No segundo semestre as concentrações foram menores, apontando ambiente oligotrófico. Conforme o IQAC, todos os pontos foram classificados como Bons.

Com relação aos sedimentos, o potencial redox dos três pontos é positivo ou ligeiramente negativo, com granulometria predominantemente arenosa. Os nutrientes não apresentaram valores elevados nos pontos 1 e 3, no ponto 2 os resultados foram mais elevados que os demais na primeira (Gráficos 3.7 e 3.8).

Foi observada ocorrência de cromo acima de PEL dos padrões do CCME no ponto 2 (191 mg/kg) na primeira campanha, ponto 2. A ocorrência não se repetiu na segunda campanha de forma que pode se tratar de um fato isolado ou problemas analíticos, contaminação das amostras entre outros. A classificação desses pontos com relação às substâncias químicas fica Boa para todas as amostras exceto o ponto 2 na primeira campanha que foi classificado como Ruim.

As concentrações dos indicadores de poluição fecal, coliformes termotolerantes e *Clostridium perfringens*, foram baixas. Mesmo assim, pode-se inferir que a poluição é remota, pois as concentrações de *Cl. perfringens* são maiores que as de coliformes termotolerantes.

Com relação à avaliação ecotoxicológica da amostra composta do sedimento dessa região, os ensaios crônicos realizados nas duas campanhas de amostragem indicaram qualidade Ótima. Já o ensaio agudo na primeira campanha indicou qualidade Péssima sendo que a presença de cromo acima de PEL pode estar relacionada ao efeito tóxico observado para esta espécie. Devido à divergência nos resultados, foi adotada a classificação final mais restritiva na primeira campanha para expressar a qualidade do sedimento nesta região, visando a proteção das comunidades mais sensíveis (Tabela 3.5).

Gráfico 3.15 – Concentrações de fósforo total nos sedimentos da área de influência do Rio Itaguaré nas duas campanhas de 2013.**Gráfico 3.16** – Concentrações de nitrogênio kjeldahl total nos sedimentos da área de influência do Rio Itaguaré nas duas campanhas realizadas em 2013.

3.3.10 Canal da Bertioga

No Canal de Bertioga observou-se depleção dos níveis de oxigênio dissolvido, no primeiro semestre, nos pontos 1, 2 e 3 nas profundidades de meio e fundo, apontando desconformidade com o padrão de qualidade para águas salobras de classe 1 ($>5,0$ mg/L). Quanto aos metais, algumas não conformidades foram observadas no primeiro semestre: alumínio dissolvido e boro total acima do padrão de qualidade na maioria das amostras. Carbono orgânico total acima do padrão de qualidade foi detectado em sete amostras, fósforo total em dez amostras, nitrogênio amoniacal em duas amostras, considerando os dois semestres. Fenóis totais foram desconformes em cinco amostras no primeiro semestre. Com relação ao aspecto microbiológico, somente uma amostra apresentou concentração de enterococos acima de 100 UFC/100 mL. O índice trófico demonstrou ambiente oligo e mesotrófico e uma amostra (ponto 1 superfície) apontou ambiente eutrófico. Assim, os três pontos de amostragem do Canal de Bertioga foram classificados como Ruins, de acordo com o IQAC.

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

O largo do Candinho é uma área onde ocorre o encontro das águas sendo, portanto uma área deposicional, por esse motivo possui características bastante diversas dos outros dois pontos.

Os resultados de potencial redox foram notadamente negativos em ambas as campanhas decomposição anaeróbia de matéria orgânica. Quanto aos nutrientes, foi possível observar concentrações elevadas de fósforo e NKT nos pontos 1 e 2 (Gráficos 3.9 e 3.10).

Quanto ao aspecto microbiológico, as concentrações de coliformes termotolerantes no primeiro semestre foram maiores, evidenciando poluição fecal recente. As concentrações de *Clostridium perfringens* foram altas, entre 10^4 e 10^5 NMP/100 g, demonstrando também poluição fecal remota.

Gráfico 3.17 – Concentrações de fósforo total nos sedimentos do Canal da Bertioga nas duas campanhas de 2013.

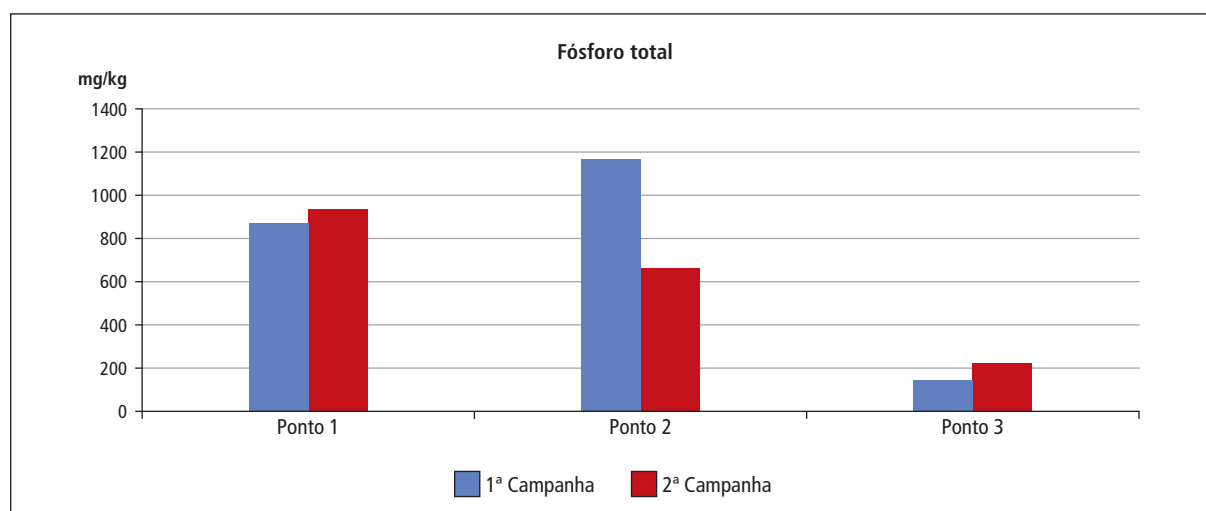
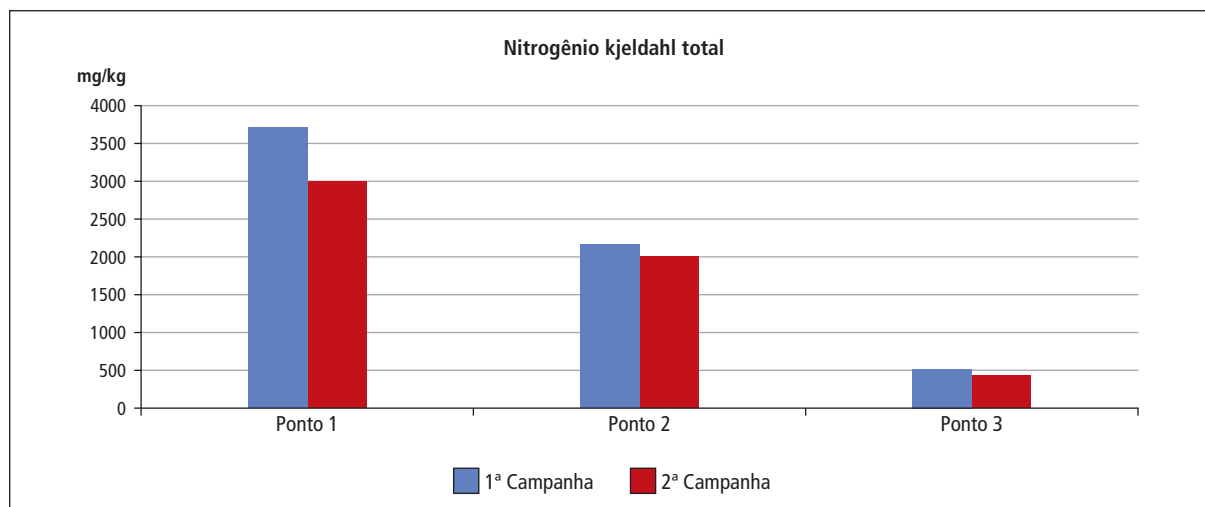


Gráfico 3.18 – Concentrações de nitrogênio kjeldahl total nos sedimentos do Canal da Bertioga nas duas campanhas realizadas em 2013.



Dos contaminantes químicos, foi detectado HAPs em todos os pontos, contudo, apenas o antraceno apresentou concentrações acima do ISQG no ponto 2 (80,7 e 144 µg/kg). Foram identificados ainda Benzo(a) Pireno, Fluoranteno, Pireno e Benzo(b)fluoranteno, todos abaixo dos valores orientadores. Foi identificada quantidade significativa de óleos e graxas. De acordo com os critérios de qualidade químicos o sedimento do canal pode ser classificado como Bom (Tabela 3.4).

Somente os ensaios crônicos foram realizados nas duas campanhas de amostragem. Na primeira campanha verificou-se qualidade Ótima no ponto 1, Regular no ponto 2 e Péssima no ponto 3, de acordo com o critério ecotoxicológico. Já na segunda campanha a qualidade dos pontos 1 e 2 foi mantida enquanto o ponto 3 apresentou uma sutil melhora, sendo classificado como Ruim. A presença de HAPs em todos os pontos, já mencionados anteriormente, da mesma forma que em 2012, pode estar relacionada aos efeitos tóxicos observados nesta região.

De qualquer 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, devido aos contaminantes presentes acima do ISQG.

3.3.11 Área de influência do emissário do Guarujá

Na área de influência do Emissário Submarino do Guarujá detectou-se depleção dos níveis de oxigênio dissolvido no ponto 3 meio e concentração de carbono orgânico total acima do padrão de qualidade, ambos no segundo semestre. Concentração de enterococos acima de 100 NMP/100 mL foi observada no ponto 2 superfície, no segundo semestre. As concentrações de clorofila *a* indicaram ambiente mesotrófico no primeiro semestre. No segundo semestre essas concentrações aumentaram, e os pontos foram classificados como eutróficos, exceção feita ao ponto 2 superfície, que indicou ambiente mesotrófico. De acordo com o IQAC, os pontos 1 e 3 foram classificados como Bons e o ponto 2 foi classificado como Ruim.

Com relação ao sedimento na área de influência do emissário do Guarujá podem-se notar valores negativos de potencial redox para os três pontos, nas duas campanhas. Apesar de a granulometria ser mais arenosa. Quanto aos nutrientes, foram encontrados valores mais elevados de fósforo total e nitrogênio kjeldahl também devido à influência de matéria orgânica advinda do emissário. As concentrações de NKT no ponto 1, primeira campanha e no ponto 2, segunda campanha ultrapassaram os valores de referência (Gráficos 3.11 e 3.12). Observou-se a ocorrência esparsa de HAPs sempre abaixo de ISQG, nos pontos 1 e 2 nas duas campanhas.

Gráfico 3.19 – Concentrações de fósforo total nos sedimentos da área de influência do Emissário do Guarujá nas duas campanhas de 2013.

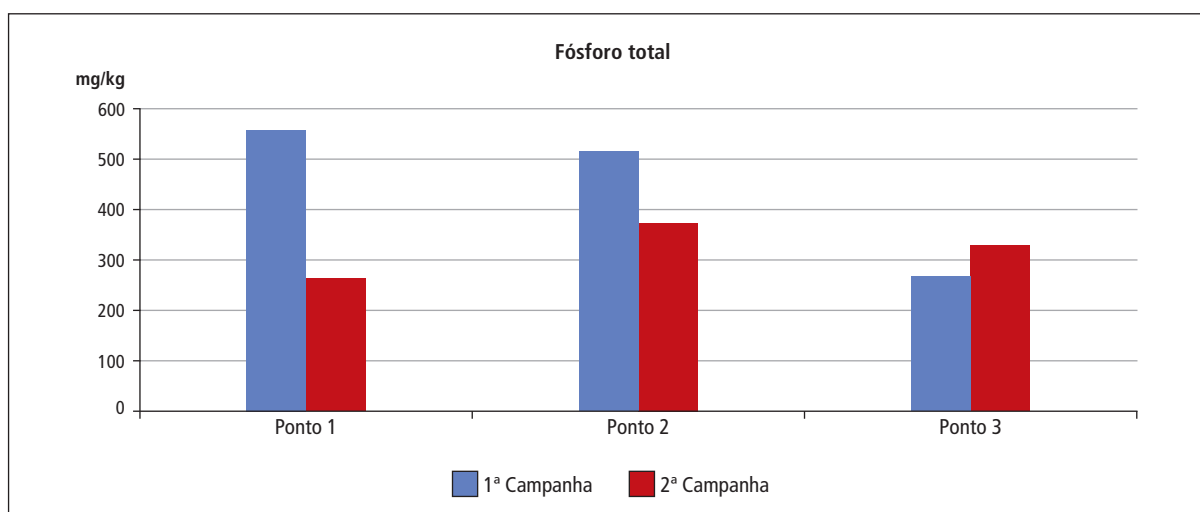
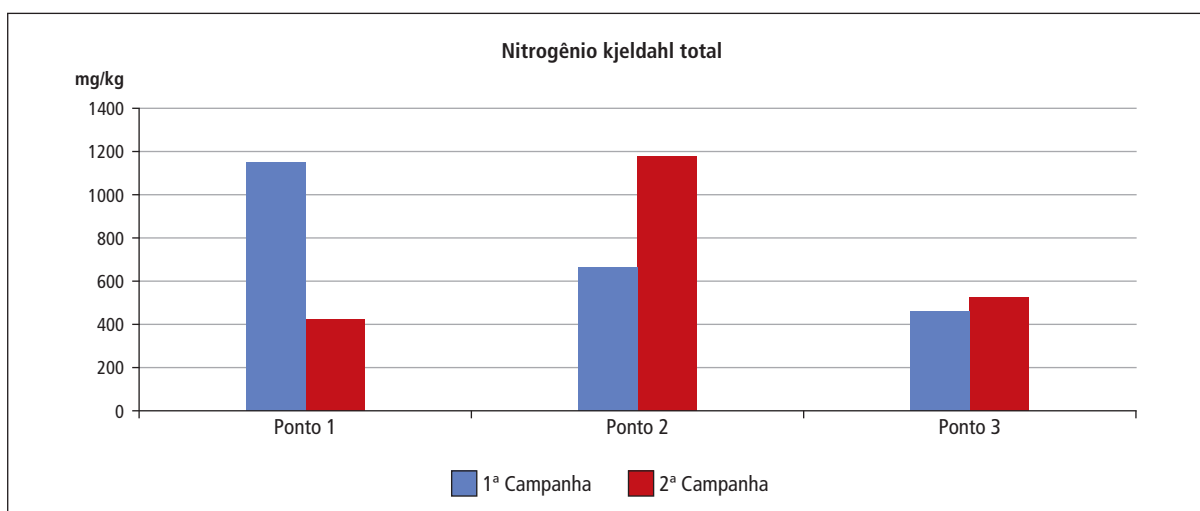


Gráfico 3.20 – Concentrações de nitrogênio kjeldahl total nos sedimentos da área de influência do Emissário do Guarujá nas duas campanhas realizadas em 2013.



Considerando-se os resultados das substâncias químicas encontradas no sedimento foi classificado como Bom nas duas amostragens.

Com relação ao aspecto microbiológico, as concentrações de *Clostridium perfringens* foram altas, com valores da ordem de 10^5 NMP/100 g, classificando todas as amostras de sedimento como Ruins em ambos os semestres. As concentrações de coliformes termotolerantes foram baixas no primeiro semestre. No segundo semestre aumentaram consideravelmente, apontando poluição fecal recente.

Na avaliação ecotoxicológica da amostra composta do sedimento, que recebe a influência do Emissário do Guarujá, o ensaio crônico realizado nas duas campanhas de amostragem indicou qualidade Ótima para o sedimento dessa região.

3.3.12 Área de influência do emissário de Santos

Na área de influência do Emissário Submarino de Santos, no primeiro semestre, detectou-se depleção dos níveis de oxigênio dissolvido nos três pontos e nas três profundidades, abaixo do padrão de qualidade. Também foram observadas concentrações de carbono orgânico total no ponto 2 e boro total no ponto 3 não conformes. Com relação ao parâmetro fósforo total concentrações acima do padrão de qualidade foram observadas nos três pontos, em 14 amostras. Quanto aos índices de trofia, no primeiro semestre todas as amostras apontaram ambiente supereutrófico e no segundo semestre, à exceção da amostra do ponto 3 meio, que indicou ambiente supereutrófico, as demais apontaram ambiente mesotrófico. Assim, conforme o IQAC, os pontos 1 e 2 foram classificados como Regulares e o ponto 3 foi classificado como Ruim.

Com relação aos sedimentos, predomina a granulometria arenosa na segunda campanha. Na primeira campanha os pontos 1 e 3 apresentaram uma granulometria mais argilosa. A primeira campanha também apresentou um sedimento mais rico em nutrientes ultrapassando 2.000 mg/kg no caso do NKT e na faixa de 2% no caso do COT (Gráficos 3.13 e 3.14). O potencial redox nas duas campanhas foi negativo (a exceção do ponto 1, primeira campanha), com valores geralmente abaixo de -200 confirmando a presença elevada de matéria orgânica.

Foram identificados alguns HAPs no sedimento, com destaque para o Benzo(a)Pireno. Quantificou-se Antraceno ligeiramente acima do valor de ISQG no ponto 1, primeira campanha (63,2 µg/kg).

Considerando os indicadores microbiológicos, no primeiro semestre as densidades de coliformes termotolerantes foram da ordem de 10^4 NMP/100 g e de *Clostridium perfringens* foram da ordem de 10^6 NMP/100 g, cenário este que indica qualidade Péssima do sedimento, com aporte recente e remoto de matéria fecal. No segundo semestre as densidades de coliformes termotolerantes foram menores e as de *Cl. perfringens* continuaram altas.

Gráfico 3.21 – Concentrações de fósforo total nos sedimentos da área de influência do Emissário de Santos nas duas campanhas de 2013.

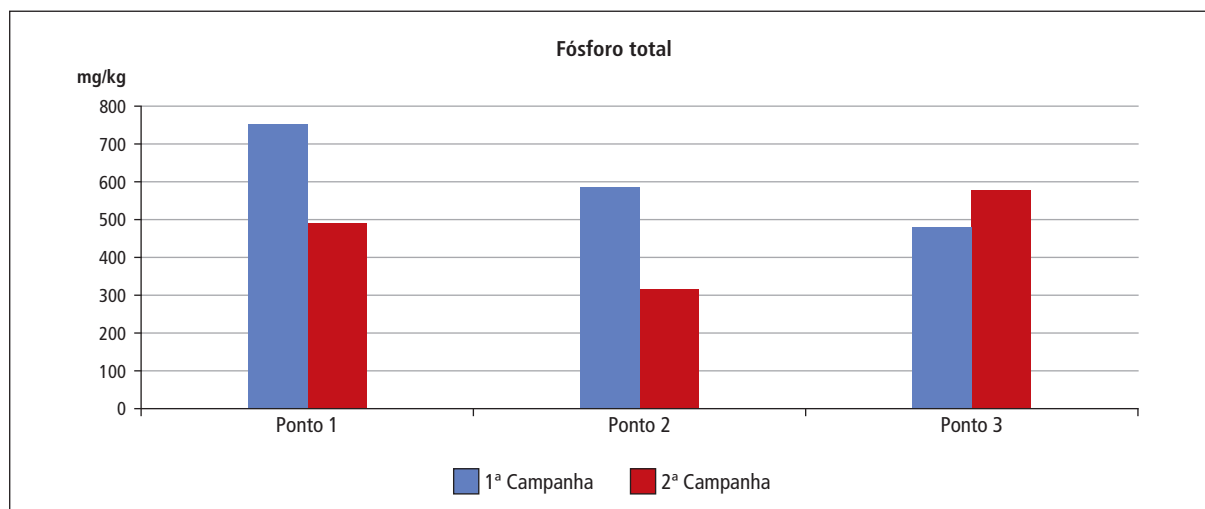
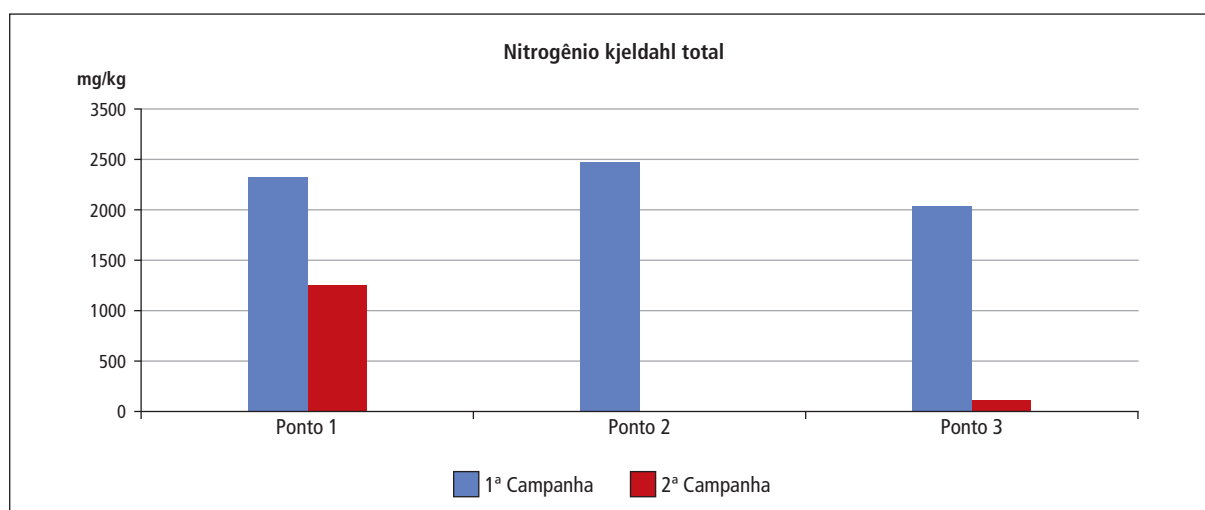


Gráfico 3.22 – Concentrações de nitrogênio kjeldahl total nos sedimentos da área de influência do Emissário de Santos nas duas campanhas realizadas em 2013.



Com base nos resultados dos parâmetros químicos, a classificação dos sedimentos dessa área foi Bom para todos os pontos, em ambas as campanhas.

Com relação ao teste de toxicidade crônica, observou-se qualidade Péssima nas 2 campanhas de amostragem do sedimento deste ambiente mantendo a classificação já observada na segunda campanha de 2012. Nas duas amostras foram encontradas concentrações de amônia não ionizada (0,21 e 0,07 mg/L, respectivamente) acima do limite de sensibilidade estabelecido para *Lytechinus variegatus*. No entanto, apesar da concentração de amônia não ionizada acima de 0,05 mg/L ser considerada um provável interferente em ensaios com sedimento para este organismo-teste, salienta-se que neste caso esta variável deve ser avaliada como um possível contaminante decorrente do lançamento dos efluentes na região.

Conforme mencionado anteriormente, a presença de vários HAPs e alguns metais provavelmente influenciou a má qualidade do sedimento verificada no resultado ecotoxicológico. Concentrações baixas e constantes, uma vez que tem sido detectadas desde 2010, podem causar esses efeitos subletais e, ao longo do tempo, provocar problemas nas comunidades existentes na região. Ressalta-se que em caso de movimentação da camada de sedimento dessa região a sua ressuspensão poderá causar efeitos deletérios nas comunidades biológicas, devido aos contaminantes mencionados anteriormente.

3.3.13 Canal de Santos

Nas águas do Canal de Santos detectou-se depleção dos níveis de oxigênio dissolvido nos três pontos e nas três profundidades, com maior frequência no primeiro semestre, em níveis abaixo do padrão de qualidade. Quanto aos metais, observou-se alumínio dissolvido, boro total e ferro dissolvido em boa parte das amostras no primeiro semestre. No primeiro semestre carbono orgânico total, fósforo total, nitrogênio amoniacal e fenóis totais foram encontrados com concentrações que ultrapassaram os padrões de qualidade estabelecidos na legislação. No segundo semestre foram observados fósforo total, nitrogênio amoniacal e nitrato acima dos padrões de qualidade. Com relação ao aspecto microbiológico, coliformes termotolerantes e enterococos em concentrações altas foram detectados em ambos os semestres. Os níveis tróficos classificaram o ambiente como oligotrófico e mesotrófico em ambos os semestres. Conforme o IQAC, os pontos 1 e 3 foram classificados como Péssimos e o ponto 2 como Ruim.

Vale ressaltar o incêndio de grandes proporções ocorrido no Terminal Açucareiro Copersucar (TAC), situado no Canal de Santos, no dia 19 de outubro de 2013. A água usada para apagar o incêndio escoou para o Canal de Santos carreando, entre outros, grande volume de açúcar dissolvido e queimado.

A Agência Ambiental de Santos foi acionada devido à mortandade de peixes no Canal. No dia 20 de outubro foram coletadas amostras de água em quatro pontos próximos ao local do acidente e também peixes mortos. Foram realizadas análises de temperatura, pH, salinidade, oxigênio dissolvido, condutividade, DBO, DQO, óleos e graxas e toxicidade aguda com *Vibrio fischeri*.

Os resultados apontaram depleção dos níveis de oxigênio dissolvido, principalmente no ponto mais próximo ao acidente, que apresentou condições praticamente anóxicas e toxicidade aguda em um dos pontos. A DBO, embora sem padrão de qualidade na Resolução CONAMA nº 357/05 para águas salobras, apresentou resultados altos. Aumentos de DBO são provocados por despejos de origem predominantemente orgânica. A presença de altos teores de matéria orgânica pode induzir ao completo esgotamento de oxigênio dissolvido, provocando o desaparecimento de peixes e outras espécies de vida aquática. Peixes mortos e boiando no Canal, próximo ao píer do acidente, foram verificados no local, como: bagres, robalos, baiacus, linguados, partís, e também camarões e siris. No dia 23 de outubro duas tartarugas verdes e cinco peixes Meros (espécie ameaçada) foram encontrados mortos.

O ponto 2 da Rede Costeira é próximo a um dos pontos da coleta realizada na ocorrência. Em 2013 (março e setembro), as concentrações de oxigênio dissolvido nas amostras desse ponto apresentaram na maioria dos casos valores acima do padrão de qualidade ($\geq 5,0$ mg/L) e nenhuma amostra apresentou toxicidade para *Vibrio fischeri*.

O sedimento de todos os pontos na primeira campanha apresentaram granulometria argilosa, tendência mantida na segunda campanha para o ponto 3. Os resultados de potencial redox foram todos negativos alguns abaixo de -300 indicando ambiente redutor e grande presença de nutrientes. Com relação aos nutrientes, observam-se valores mais elevados, principalmente na primeira campanha, e notadamente no ponto 3 que apresentou valores de COT acima dos 3% nas duas campanhas (Gráficos 3.15 e 3.16).

Quanto ao aspecto microbiológico, a concentração de coliformes termotolerantes esteve entre 10^2 e 10^3 NMP/100 g e a concentração de *Clostridium perfringens* foi da ordem de 10^5 NMP/100 g nos três pontos, em ambos os semestres. Esse cenário indica que o ambiente tem aporte de esgoto doméstico recente e remoto.

Gráfico 3.23 – Concentrações de fósforo total (mg/kg) nos sedimentos do Canal de Santos nas duas campanhas de 2013.

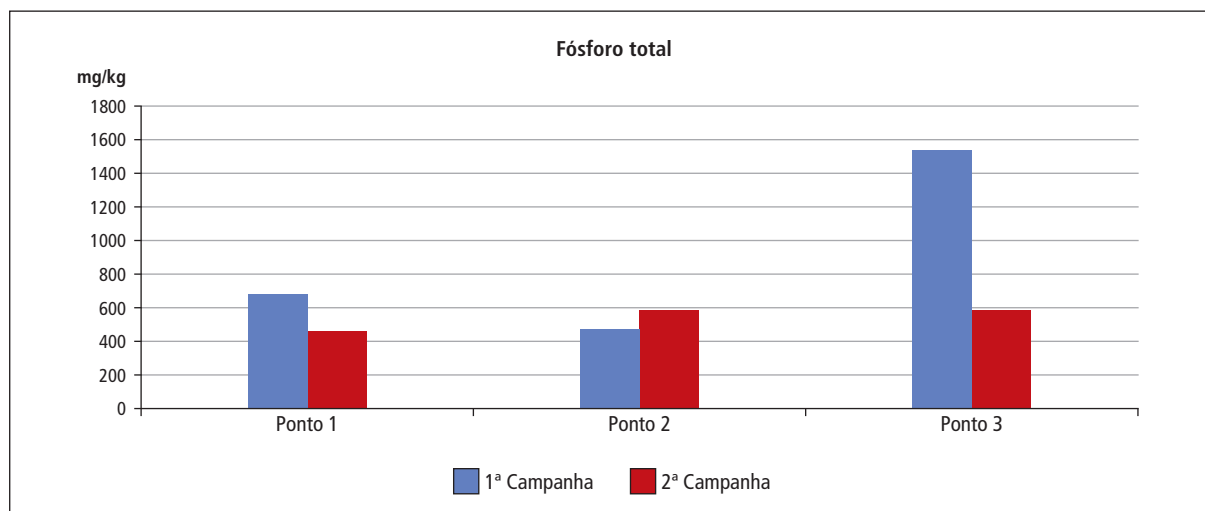
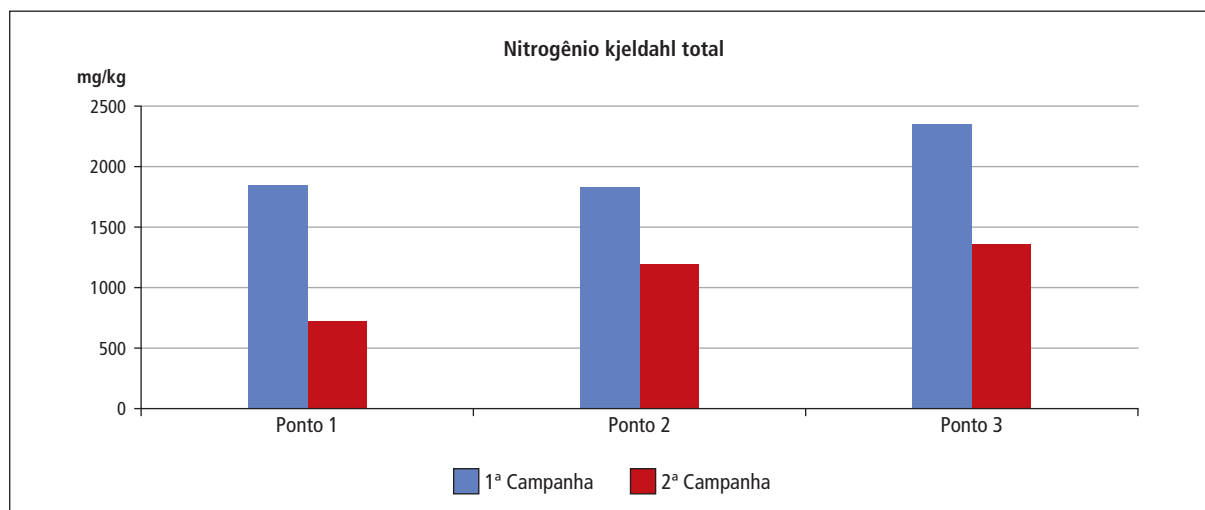


Gráfico 3.24 – Concentrações nitrogênio kjeldahl total nos sedimentos do Canal de Santos nas duas campanhas de 2013.



Na caracterização química, na primeira campanha, foram encontrados diversos HAPs, notadamente: Benzo(a)Pireno que ultrapassou o ISQG em 4 das 6 amostras; Pireno acima do ISQG em 2 ocorrências; Fluoranteno que ultrapassou o ISQG em 2 ocasiões; Fenantreno e Antraceno com 1 ocorrência acima do ISQG ambos. Nenhuma das amostras apresentou ocorrências acima de PEL para este grupo de substâncias.

Observou-se uma ocorrência aguda de chumbo de 456 mg/kg no ponto 2, segunda campanha. Devido a esta ocorrência a classificação deste ponto de acordo com os critérios de qualidade de sedimento é Péssima para a segunda campanha. Os demais estão todos Bons em todas as campanhas. É necessário aguardar mais algumas campanhas para que se confirme alguma tendência, pois historicamente não há nenhum precedente em relação a esta substância.

Na avaliação ecotoxicológica, o sedimento da região do Canal de Santos não apresentou toxicidade aguda na primeira campanha de amostragem e foi classificado na faixa de qualidade Ótima, assim como o ponto 2 para o ensaio crônico. Os pontos 1 e 3 apresentaram qualidade Regular e Péssima, respectivamente, para o ensaio crônico. Ressalta-se que na amostra do ponto 3 foi encontrada concentração de amônia não ionizada (0,13 mg/L) acima do limite de sensibilidade estabelecido para *Lytechinus variegatus*. No entanto, apesar da concentração de amônia não ionizada acima de 0,05 mg/L ser considerada um provável interferente em ensaios com sedimento para este organismo-teste, salienta-se que neste caso esta variável deve ser avaliada como um possível contaminante decorrente das características da região.

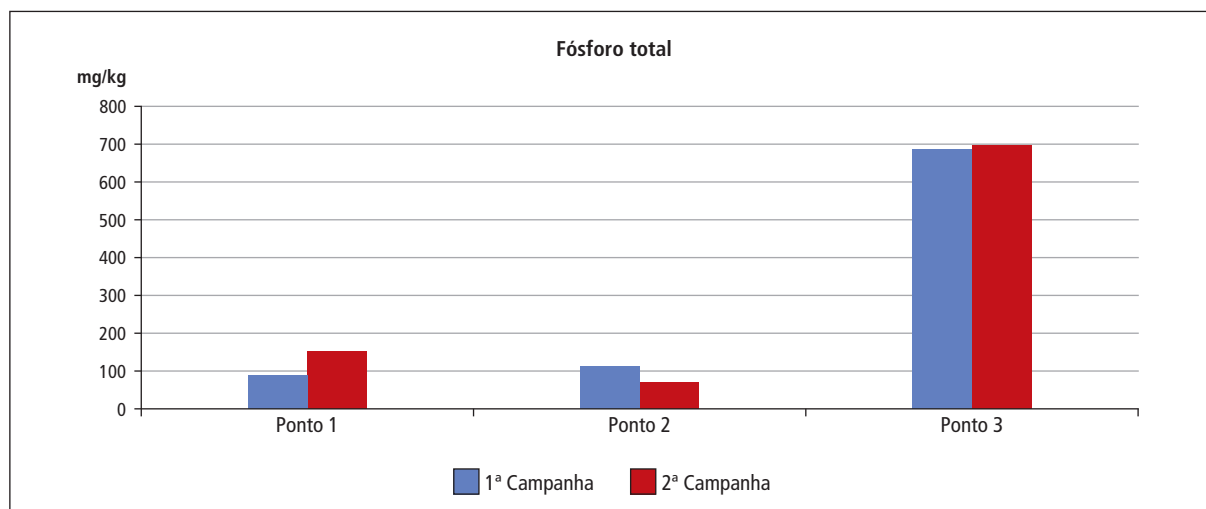
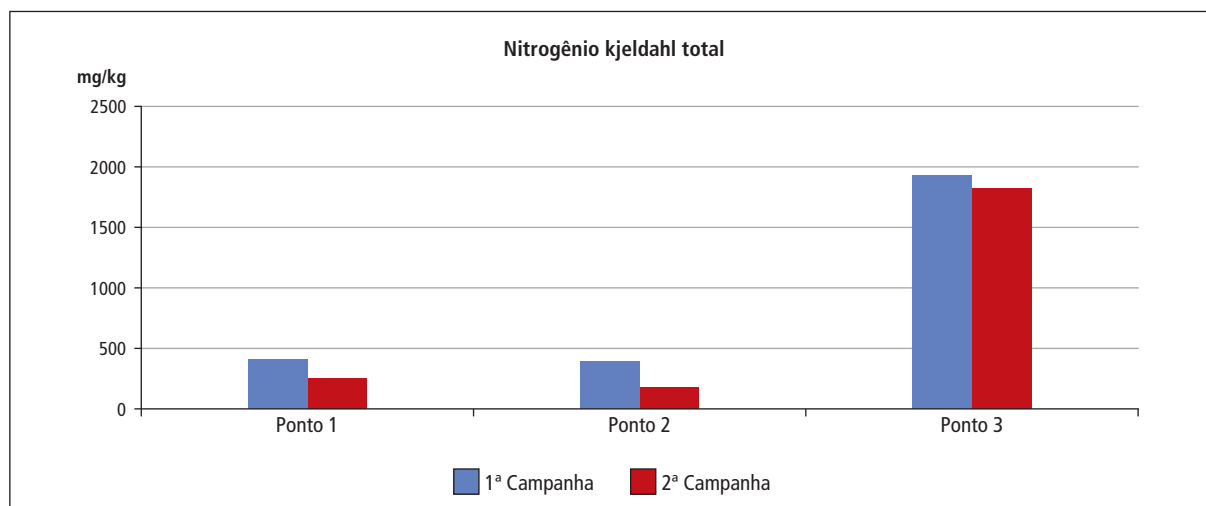
Devido à divergência nos resultados, foi adotada a classificação final mais restritiva na primeira campanha para expressar a qualidade do sedimento nesta região, visando a proteção das comunidades mais sensíveis (Tabela 3.5). Na segunda campanha houve uma melhora no sedimento dos pontos 1 e 3, com classificação Ótima e uma piora no ponto 2, classificado como Regular.

De qualquer 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, devido aos contaminantes presentes acima do ISQG.

3.3.14 Canal de São Vicente

No Canal de São Vicente foi observada depleção dos índices de oxigênio dissolvido em ambos os semestres, o que aponta não conformidade com o padrão de qualidade para águas salobras de classe 1 estabelecido na Resolução CONAMA nº 357/05. Quanto aos metais, alumínio dissolvido, boro total e ferro dissolvido foram detectados em grande parte das amostras no primeiro semestre. Carbono orgânico total, fósforo total, nitrogênio amoniacal e fenóis totais apresentaram não conformidade em ambos os semestres. Nitrato acima do padrão de qualidade foi encontrado em uma amostra no segundo semestre. Os indicadores de contaminação fecal coliformes termotolerantes e enterococos foram observados em concentrações elevadas em ambos os semestres. Os níveis tróficos indicaram ambiente oligotrófico e mesotrófico, com maiores concentrações de clorofila *a* no segundo semestre. De acordo com o IQAC, o ponto 1 foi classificado como Ruim e os pontos 2 e 3 foram classificados como Péssimos.

O sedimento do Canal de São Vicente mostrou granulometria arenosa nos pontos 1 e 2 e argilosa no ponto 3 em ambas as campanhas. Apresentou também potencial redox negativo em todos os pontos. O ponto 3 aquele apresentou as maiores concentrações de nutrientes com o NKT próximo a 2.000 mg/kg (Gráficos 3.17 e 3.18). O ponto 1 apresentou concentração de COT de 4,68% no segundo semestre.

Gráfico 3.25 – Concentrações de fósforo total nos sedimentos do Canal de São Vicente nas duas campanhas de 2013.**Gráfico 3.26** – Concentrações de nitrogênio kjeldahl total nos sedimentos do Canal de São Vicente nas duas campanhas de 2013.

Sob o aspecto microbiológico, as concentrações de coliformes termotolerantes, que apontam contaminação fecal recente, foram elevadas no primeiro semestre, classificando as amostras como Péssimas, e menores no segundo semestre, classificando as amostras como Ótimas e Boas. Já o *Clostridium perfringens*, que indica poluição fecal remota, teve concentrações elevadas em ambos os semestres, classificando as amostras como Ruins e Péssimas.

Com relação aos parâmetros químicos, foram encontrados diversos HAPs em especial no ponto 3. Destaca-se a ocorrência de Benzo(a)Pireno (ambas as campanhas) e Fluoranteno (segunda campanha) acima do valor de ISQG em consonância com os valores históricos. O ponto 3 também registrou ocorrência de cobre e cromo ligeiramente acima dos valores de ISQG. É importante salientar que o ponto 3 apresentou granulometria argilosa que naturalmente retém mais substâncias e se localiza próximo às influências 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 Bom nas duas campanhas.

Com relação aos ensaios ecotoxicológicos, apesar da presença de HAPs e metais acima do valor de ISQG nos três pontos monitorados, mas provavelmente não biodisponíveis para causar efeito tóxico, os testes de toxicidade crônica indicaram qualidade Ótima para as amostras dos pontos 2 e 3 e Péssima para o ponto 1, enquanto na segunda campanha os três pontos amostrais apresentaram qualidade Ótima (Tabela 3.5).

Ressalta-se que na amostra do ponto 1 foi encontrada concentração de amônia não ionizada (0,08 mg/L) acima do limite de sensibilidade estabelecido para *Lytechinus variegatus*. No entanto, apesar da concentração de amônia não ionizada acima de 0,05 mg/L ser considerada um provável interferente em ensaios com sedimento para este organismo-teste, salienta-se que neste caso esta variável deve ser avaliada como um possível contaminante decorrente das características da região. De qualquer forma, uma eventual ressuspensão do sedimento contaminado, provavelmente causará efeitos deletérios nas comunidades biológicas.

3.3.15 Área de influência do emissário submarino da Praia Grande 1

Na área de influência do Emissário Submarino de Praia Grande 1, na primeira campanha, observou-se depleção dos níveis de oxigênio dissolvido nas amostras de fundo dos três pontos, o que indica desacordo com o padrão de qualidade ($>6,0$ mg/L). Também apresentaram valores acima do padrão de qualidade o boro total no ponto 2 superfície e o fósforo total no ponto 3 meio, no primeiro semestre; além de carbono orgânico total no ponto 1 superfície no segundo semestre. Quanto aos parâmetros microbiológicos, detectou-se coliformes termotolerantes acima de 1.000 UFC/100 mL no ponto 2 em duas profundidades nos dois semestres e enterococos acima de 100 UFC/100 mL em seis amostras, considerando os dois semestres. O índice trófico apontou ambiente mesotrófico em quase todas as amostras, exceto no ponto 1 superfície no segundo semestre, que apresentou concentração de clorofila *a* que o classificou como eutrófico. Assim, de acordo com o IQAC, os pontos 1 e 2 foram classificados como Regulares e o ponto 3 foi classificado como Ótimo.

Com relação aos sedimentos da área de influência do Emissário da Praia Grande I, observou-se que todas as amostras possuem potencial redox ligeiramente negativo em virtude da grande contribuição de matéria orgânica advinda do emissário. Dada a composição predominantemente arenosa o acúmulo de matéria orgânica acaba sendo relativamente pequeno. Não foram verificadas ocorrências de quaisquer substâncias em níveis acima do esperado. A qualidade do sedimento da área foi Boa em todos os pontos e campanhas.

Quanto aos parâmetros microbiológicos, as densidades de coliformes termotolerantes foram maiores no primeiro semestre, classificando o ponto 2 como Péssimo e o ponto 3 como Ruim; no segundo semestre as densidades foram menores classificando os três pontos como Bons. As densidades de *Clostridium perfringens* oscilaram entre 10^3 e 10^4 NMP/100g. Esse cenário indica que o ambiente apresenta poluição fecal recente e remota.

Gráfico 3.27 – Concentrações de fósforo total nos sedimentos da área de influência do Emissário de Praia Grande I nas duas campanhas de 2013.

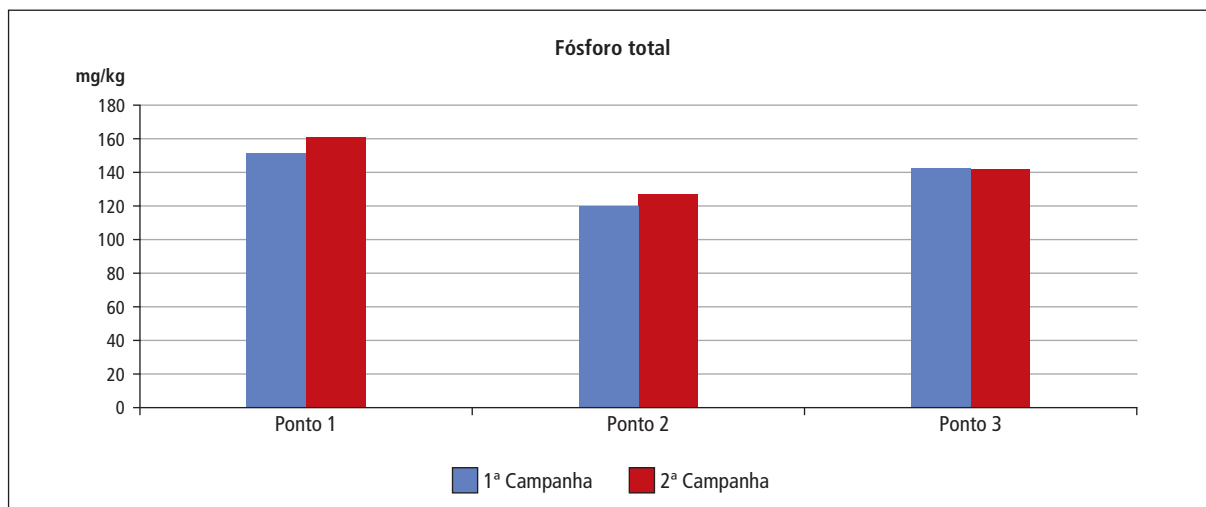
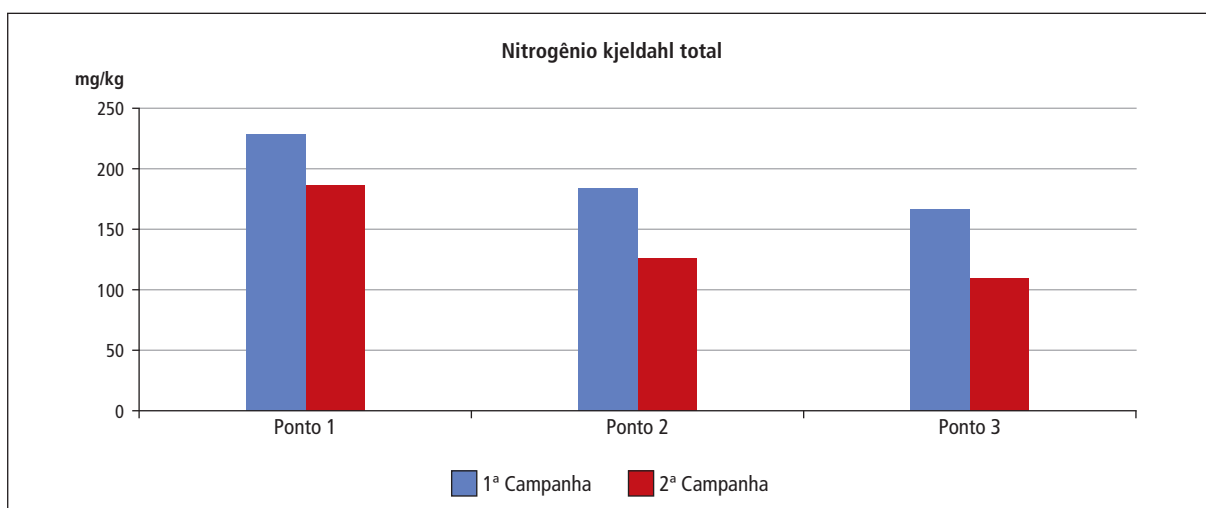


Gráfico 3.28 – Concentrações de nitrogênio kjeldahl total nos sedimentos da área de influência do Emissário de Praia Grande I nas duas campanhas de 2013.



Com relação à avaliação ecotoxicológica, o teste de toxicidade crônica realizado com a amostra composta de sedimento indicou qualidade Ruim na primeira campanha. Por outro lado, o resultado deste ensaio na segunda campanha de amostragem mostrou uma melhora na qualidade do sedimento da região sendo classificado como Ótimo. Caso ocorra a ressuspensão do sedimento poderão ocorrer efeitos deletérios nas comunidades biológicas, devido à constatação de contaminantes acima do ISQG nos anos anteriores que, no momento, não estão disponíveis para causar efeito tóxico aos organismos-teste.

3.3.16 Área de Influência do Rio Itanhaém

Na área da influência da foz do Rio Itanhaém no primeiro semestre detectou-se depleção dos níveis de oxigênio dissolvido e desconformidade com o padrão de qualidade ($>6,0$ mg/L), no fundo dos três pontos de amostragem. Também se detectou concentração acima do padrão de qualidade para o parâmetro ferro dissolvido em duas amostras e para carbono orgânico total em uma amostra em ambos os semestres. Enterococos acima de 100 UFC/100 mL foram observados no ponto 1 superfície no primeiro semestre. As concentrações de clorofila *a* classificaram as amostras como mesotróficas, eutróficas e uma amostra foi classificada como supereutrófica. Devido a problemas com equipamento, parâmetros de campo não foram medidos na segunda campanha de amostragem, impossibilitando o cálculo do IQAC.

O sedimento apresentou potencial redox positivo e granulometria arenosa. Não foram detectadas substâncias em concentrações relevantes. O potencial redox foi negativo indicando contribuição de matéria orgânica advinda do continente através do rio. A classificação com base nas substâncias químicas ficou, portanto em Boa para todos os pontos.

Os parâmetros microbiológicos *Clostridium perfringens* e coliformes termotolerantes não apresentaram densidades elevadas, resultando na classificação Ótima para ambos os indicadores.

O ensaio ecotoxicológico agudo realizado na primeira campanha indicou qualidade Ótima, diferentemente do ensaio crônico que mostrou qualidade Regular para as amostras compostas de sedimento da região. Como dentre as substâncias analisadas, para as quais existem critérios, os mesmos foram atendidos, provavelmente outras substâncias não analisadas na amostra ou mesmo sua interação, provocaram a toxicidade observada no ensaio crônico.

Devido à divergência nos resultados, foi adotada a classificação final mais restritiva da primeira campanha para expressar a qualidade do sedimento nesta região, visando a proteção das comunidades mais sensíveis (Tabela 3.5). Já na segunda campanha o sedimento analisado unicamente com o ensaio crônico apontou melhora na qualidade do sedimento classificado como Ótimo.

Gráfico 3.29 – Concentrações de fósforo total nos sedimentos da área de influência do rio Itanhaém nas duas campanhas de 2013.

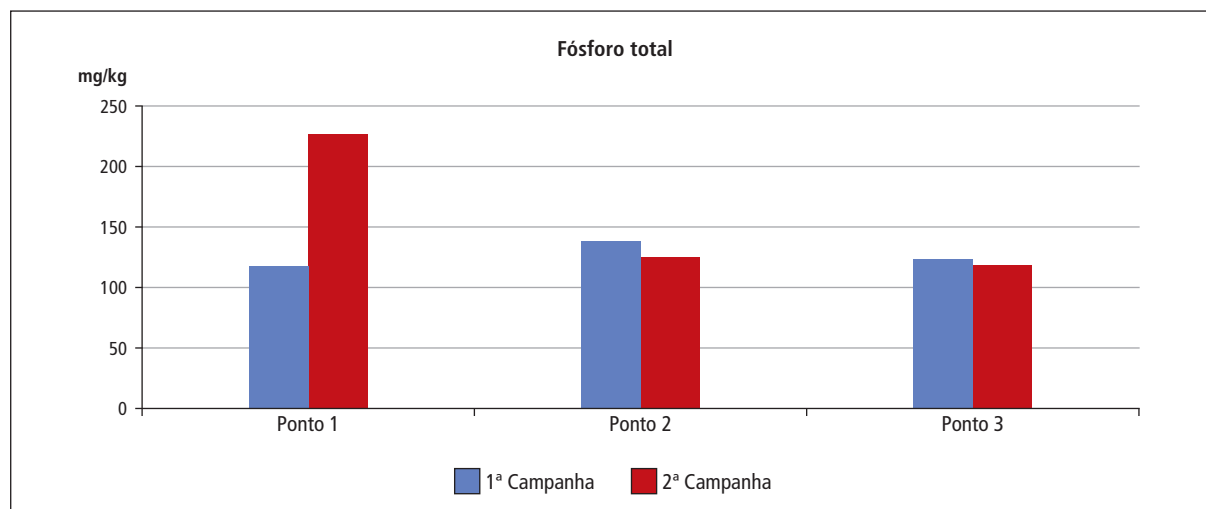
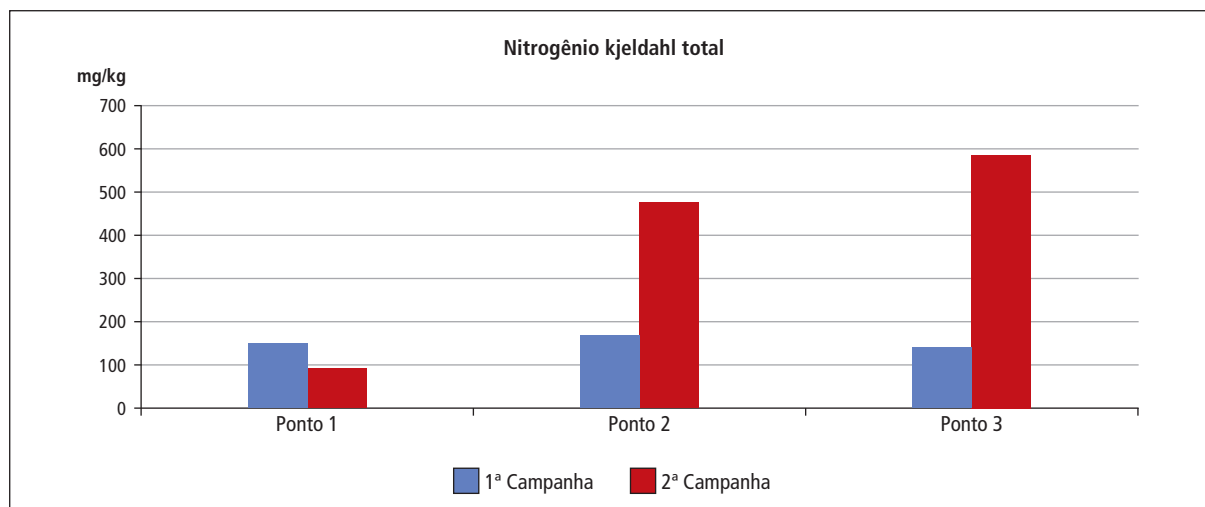


Gráfico 3.30 – Concentrações de nitrogênio kjeldahl total nos sedimentos da área de influência do rio Itanhaém nas duas campanhas de 2013.



3.3.17 Área de Influência Rio Preto

Na área da influência da foz do Rio Preto concentração de carbono orgânico total em desacordo com o padrão de qualidade em uma amostra. As concentrações de clorofila *a* apontaram ambiente mesotrófico e eutrófico. De acordo com o IQAC, os três pontos de amostragem foram classificados como Bons.

Quanto ao sedimento, as amostras apresentaram potencial redox negativo e granulometria predominantemente arenosa. O NKT apresentou resultados superiores na segunda campanha no ponto 3 (Gráfico 3.21 e 3.22).

Quanto ao aspecto microbiológico, as concentrações de coliformes termotolerantes foram baixas nos dois semestres, classificando todas as amostras como Ótimas. Já as concentrações de *Clostridium perfringens* foram elevadas, entre 10^4 e 10^5 NMP/100 g, principalmente no primeiro semestre, classificando os pontos 1 e 2 como Ruins.

Gráfico 3.31 – Concentrações de fósforo total nos sedimentos da área de influência do Rio Preto nas duas campanhas de 2013.

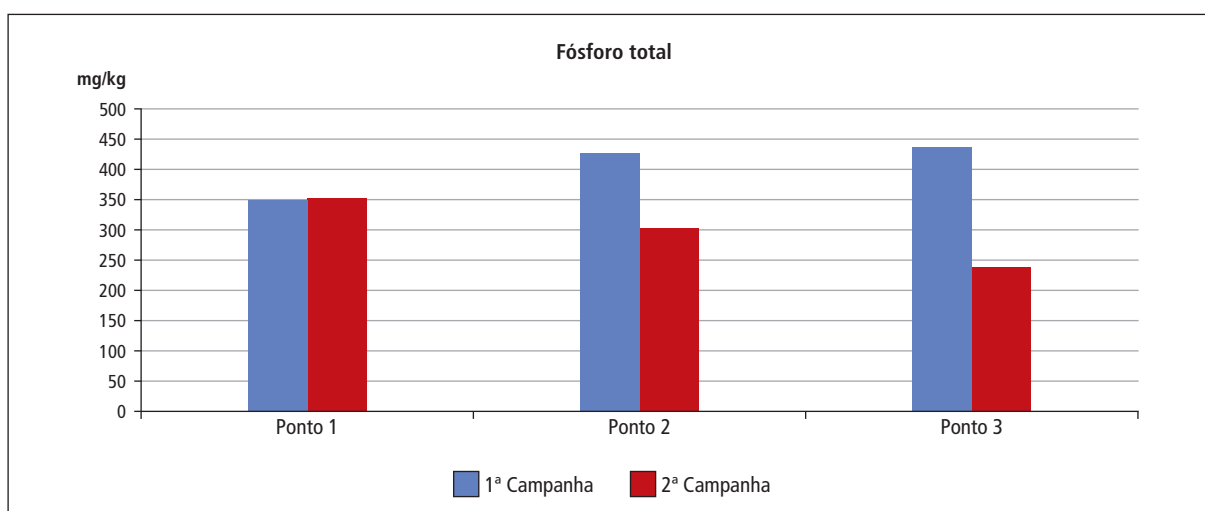
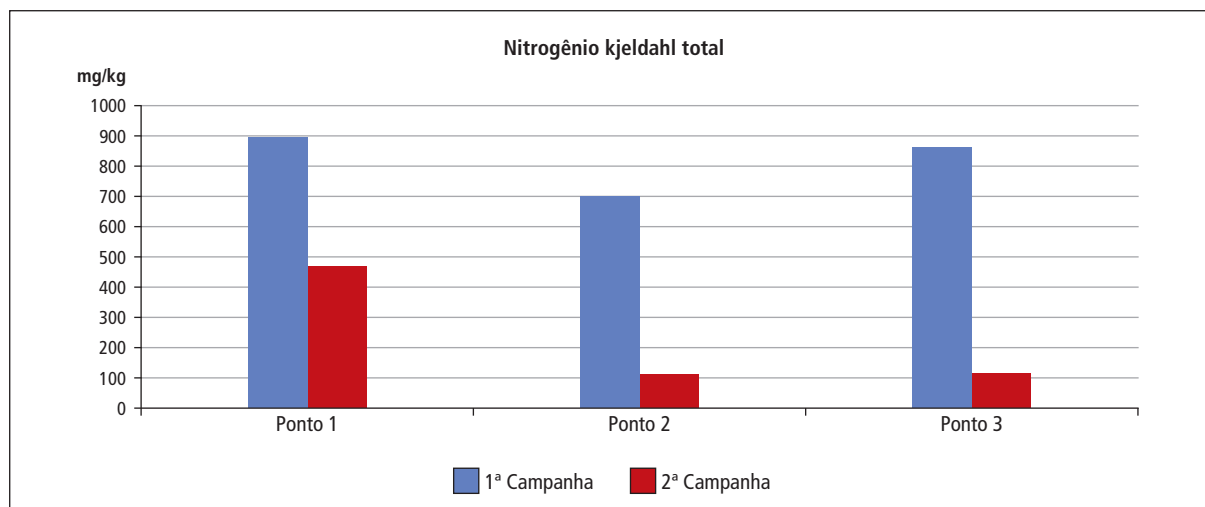


Gráfico 3.32 – Concentrações de nitrogênio kjeldahl total nos sedimentos da área de influência do Rio Preto nas duas campanhas de 2013.



Com relação aos contaminantes químicos, foram detectados diversos HAPs no ponto 3 na primeira campanha. Fenantreno, Fluoreno e Pireno apresentaram resultado superior ao ISQG fazendo com que fosse classificado como Regular nesta campanha. O resultado destoava dos valores históricos e serão necessárias mais campanhas para que se verifique se há alguma tendência.

Os demais resultados permitiram classificar esse sedimento nos demais pontos, quanto aos parâmetros químicos como Bom.

O ensaio ecotoxicológico crônico realizado na primeira campanha indicou qualidade Regular para amostras compostas de sedimento dos pontos 1 e 2 e Ótima para o ponto 3, apesar da presença de HAPs que provavelmente não estavam biodisponíveis para causar efeito tóxico. Na segunda campanha, o ponto 1 apresentou uma melhora sendo classificado como Ótimo e os outros pontos mantiveram a classificação anterior.

3.3.18 Mar Pequeno

Nas águas do Mar Pequeno, no primeiro semestre, considerando os padrões de qualidade, observou-se desconformidade em alguns parâmetros, como alumínio dissolvido e ferro dissolvido em todas as amostras, boro total em uma amostra, carbono orgânico total em seis amostras. Fósforo total foi detectado, acima do padrão de qualidade, em quase todas as amostras nos dois semestres. Fenóis totais também foram observados em desconformidade nos dois semestres. Os níveis tróficos classificaram o ambiente como oligotrófico no primeiro semestre e como mesotrófico e eutrófico no segundo semestre. De acordo com o IQAC, os pontos 1 e 2 foram classificados como Regulares e o ponto 3 como Ruim.

A análise granulométrica apontou, na primeira campanha, sedimento predominantemente arenoso. Os valores de potencial redox foram negativos, indicando ambiente com decomposição anaeróbica de matéria orgânica típico de áreas estuarinas. As concentrações de nutrientes não ultrapassaram os valores orientadores (Gráficos 3.23 e 3.24). Foi quantificado chumbo acima do valor de ISQG (30,7 mg/kg) no ponto 3, segunda campanha e a concentração ficou próxima a este limite na primeira campanha além dos valores históricos se mostrarem próximos aos níveis observados nas campanhas de 2013. Apesar disto ainda não é possível notar uma tendência de aumento.

De acordo com a classificação química do sedimento, os três pontos foram classificados como Bons.

Quanto à poluição fecal, a concentração de coliformes termotolerantes foi da ordem de 10^3 e 10^4 NMP/100 g e de *Cl. perfringens* entre 10^4 e 10^6 NMP/100 g, em ambos os semestres. Esses resultados indicam poluição fecal remota e também aporte recente de esgoto doméstico sem tratamento ou com tratamento inadequado.

Com relação aos ensaios ecotoxicológicos, apesar da presença de chumbo acima do valor de ISQG nos pontos monitorados, mas provavelmente não biodisponíveis para causar efeito tóxico, os testes de toxicidade com amostra composta de sedimento realizados na primeira campanha apresentaram qualidade Boa no ensaio crônico e Ótima no ensaio agudo. Na segunda campanha o resultado do ensaio crônico mostrou uma sutil melhora e foi classificado como Ótimo.

Gráfico 3.33 – Concentrações de fósforo total no sedimento no Mar Pequeno nas duas campanhas de 2013.

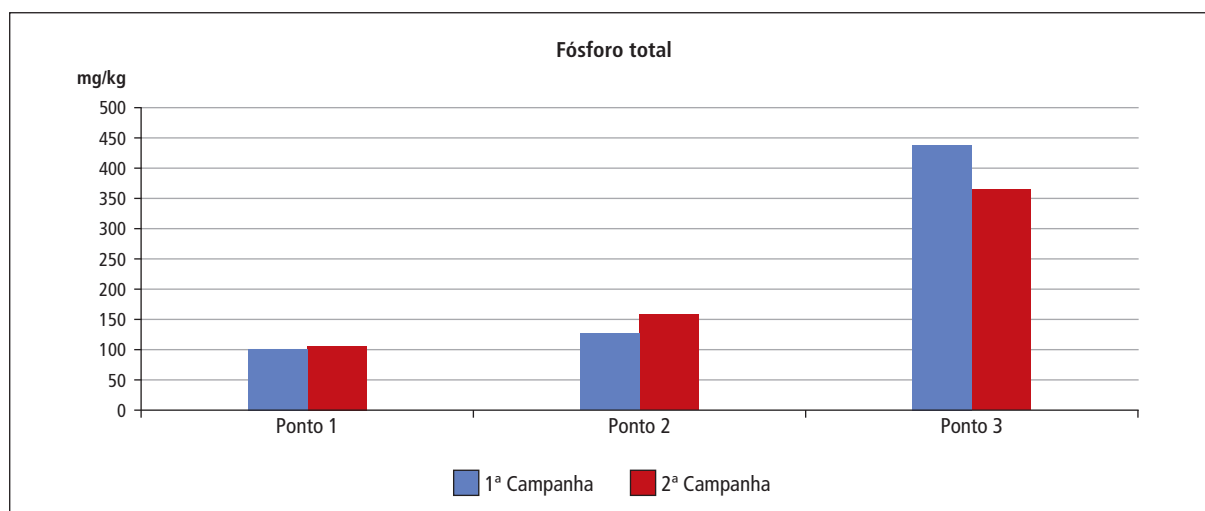
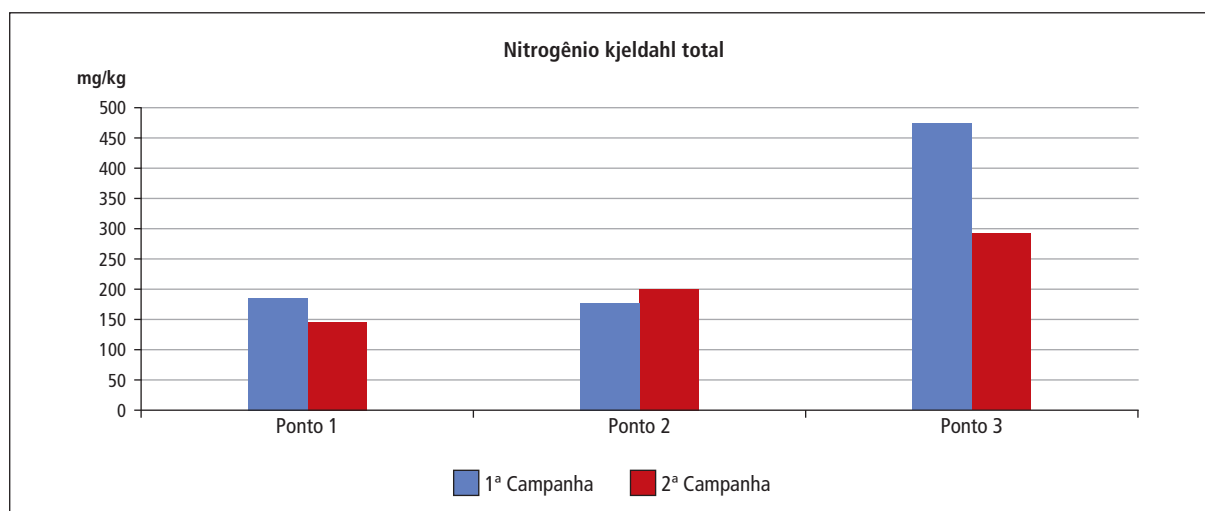


Gráfico 3.34 – Concentrações de nitrogênio kjeldahl total (NKT) no sedimento no Mar Pequeno nas duas campanhas de 2013.



3.3.19 Mar de Cananéia

No Mar de Cananéia detectou-se depleção dos níveis de oxigênio dissolvido em uma amostra no primeiro semestre, apontado desconformidade com o padrão de qualidade. Com relação aos metais, alumínio dissolvido e boro total estiveram acima do padrão de qualidade em quase todas as amostras no primeiro semestre, e o ferro foi em cinco amostras. Carbono orgânico total ultrapassou o padrão em três amostras e fenóis totais em quatro amostras, considerando os dois semestres. As concentrações de clorofila *a* indicaram ambiente oligotrófico, mesotrófico e eutrófico, com concentrações maiores no primeiro semestre. Conforme o IQAC, o ponto 1 foi classificado como Regular e os pontos 2 e 3 foram classificados como Bons.

Quanto aos sedimentos, a análise granulométrica indicou nos pontos 2 e 3 predominância da fração de areia. O ponto 1 apresentou composição mais argilosa na primeira campanha. Já na segunda sua composição foi predominantemente arenosa mas com maior composição de argila do que os demais pontos. Os valores de potencial redox indicam ambiente redutor com decomposição anaeróbia de matéria orgânica típica de ambientes estuarinos. A concentração de NKT ultrapassou os valores orientadores no ponto 1, primeira campanha. (Gráficos 3.25 e 3.26). Observou-se óleos e graxas nas amostras dos pontos 1 e 3 na segunda campanha.

Aplicando-se o critério de classificação de sedimento, os três pontos apresentaram qualidade Boa.

Quanto ao aspecto microbiológico, as densidades de coliformes termotolerantes foram baixas em ambos os semestres, classificando as amostras como Ótimas e Boas. As densidades de *Clostridium perfringens* variaram entre os três pontos, com densidades entre 10^4 e 10^5 NMP/100 g, sendo maiores que as de coliformes termotolerantes, indicando poluição remota.

Na avaliação ecotoxicológica, o teste de toxicidade crônica realizado nas duas campanhas apresentou qualidade Ótima para os pontos 2 e 3 e qualidade Ruim no ponto 1. Ressalta-se que a presença de antraceno na primeira campanha, bem como a presença de outros metais com valores próximos ao ISQG, podem ser os responsáveis pela toxicidade observada na região.

Gráfico 3.35 – Concentrações de fósforo total no sedimento no Mar de Cananéia nas duas campanhas de 2013.

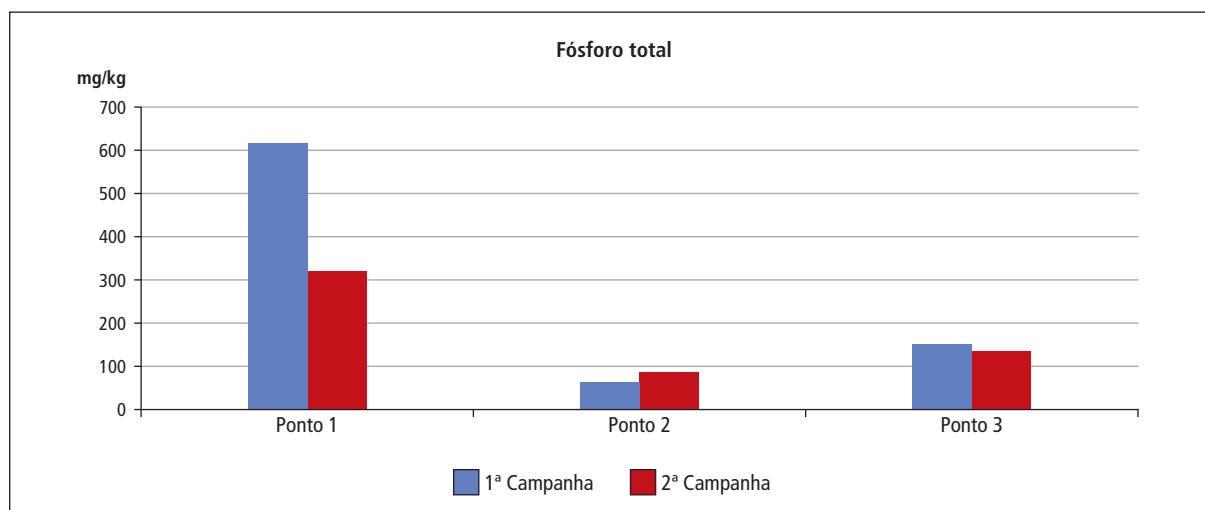
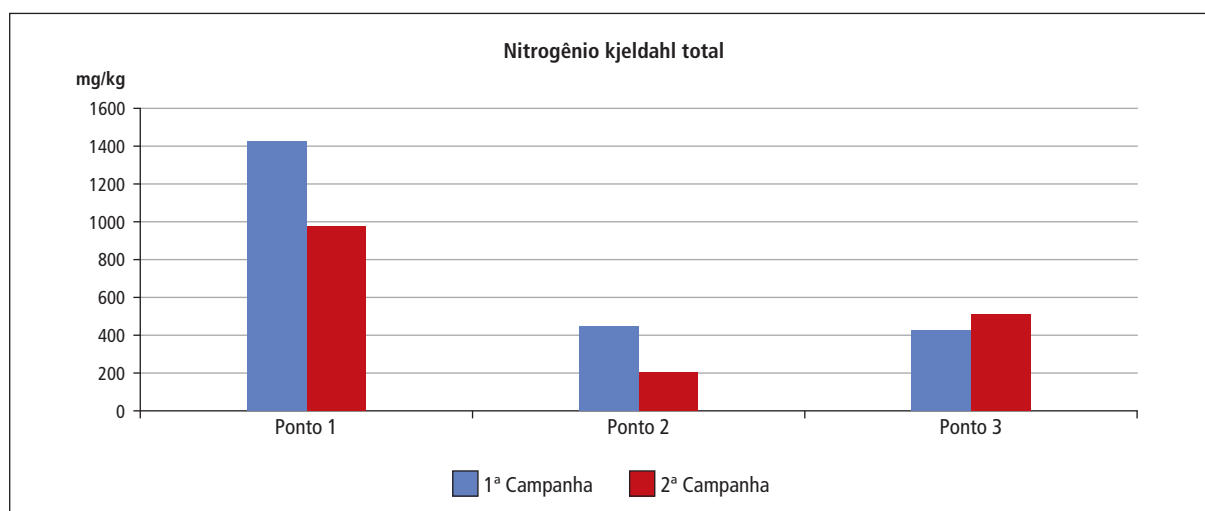


Gráfico 3.36 – Concentrações de nitrogênio kjeldahl total (NKT) no sedimento no Mar de Cananéia nas duas campanhas de 2013.

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

Analisando-se a distribuição do índice de qualidade de água costeira para as áreas estudadas, obtida em 2013, é possível notar que houve uma melhora em relação ao ano anterior. A porcentagem de áreas classificadas como ótimas (cinco) foi de 28% e sete apresentaram qualidade Boa somando 39%. Três foram classificadas como Regular (17%) e duas como Ruins (11%). Uma área (5%) foi considerada péssima: o Canal de São Vicente (Gráfico 4.1 e 4.2).

As áreas consideradas ótimas foram, além do canal de São Sebastião, já classificado nessa categoria em 2012, a baía de Caraguatatuba, Tabatinga, Cocanha e Picinguaba, todas localizadas no litoral norte. Ressalta-se que as áreas de qualidade Ruim (Canal de Bertioiga e Canal de Santos) assim como área de qualidade péssima estão localizada na região estuarina de Santos e São Vicente. Os mapas 4.1, 4.2, 4.3 e 4.4 mostram a distribuição do IQAC no litoral paulista.

Gráfico 4.1 – Distribuição Percentual da Classificação das áreas pelo IQAC médio em 2013.

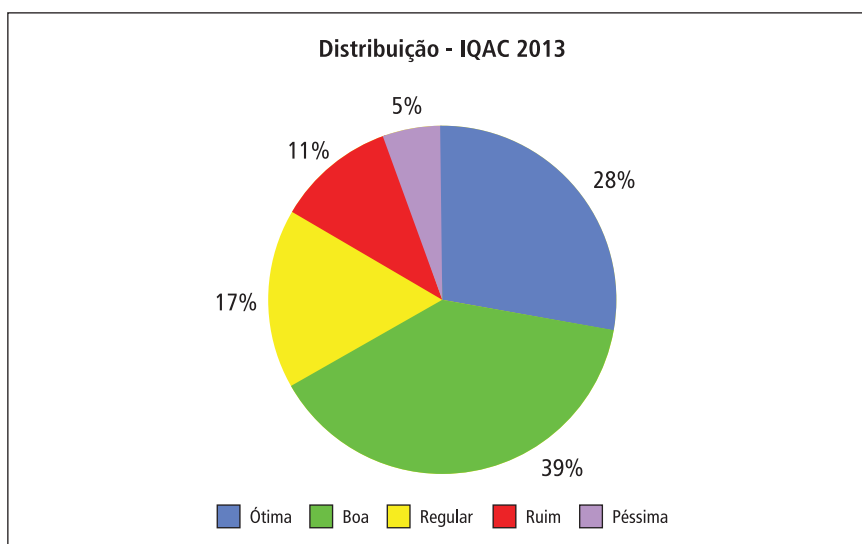
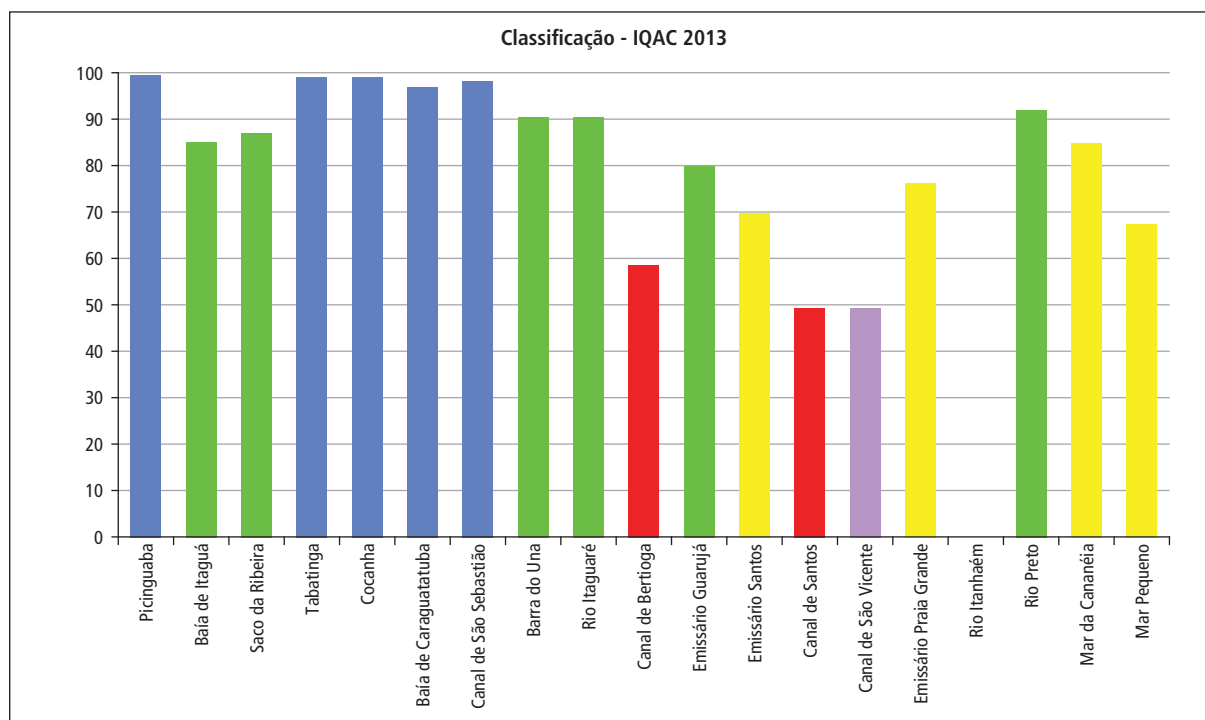
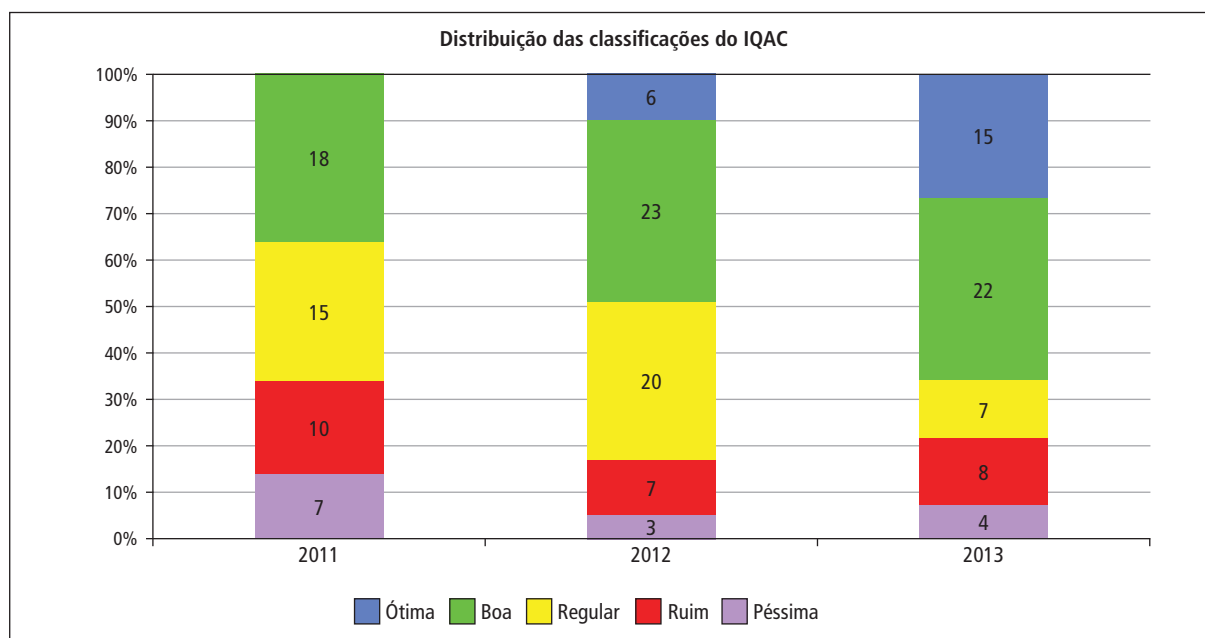


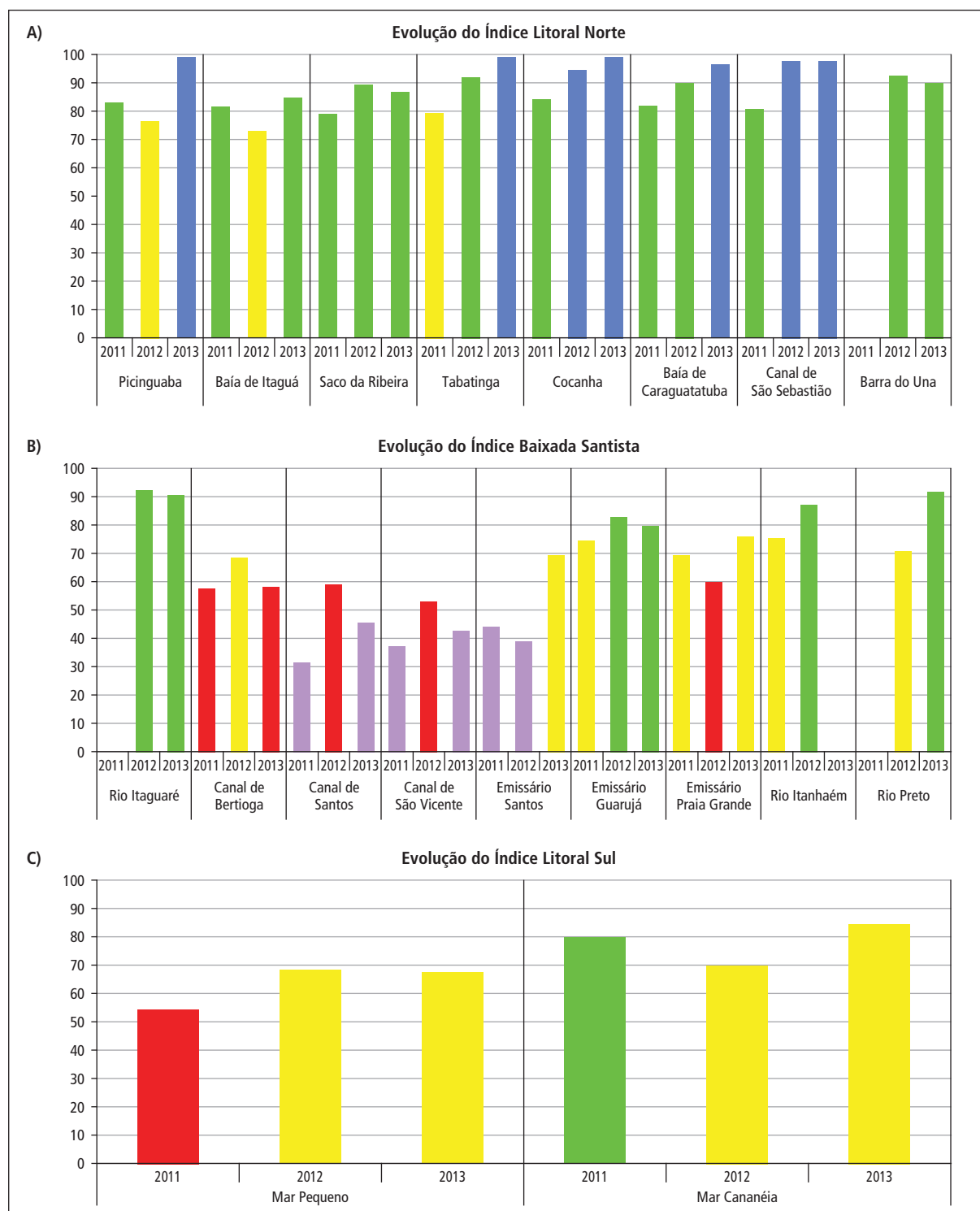
Gráfico 4.2 – Classificação média das áreas pelo IQAC em 2013.

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

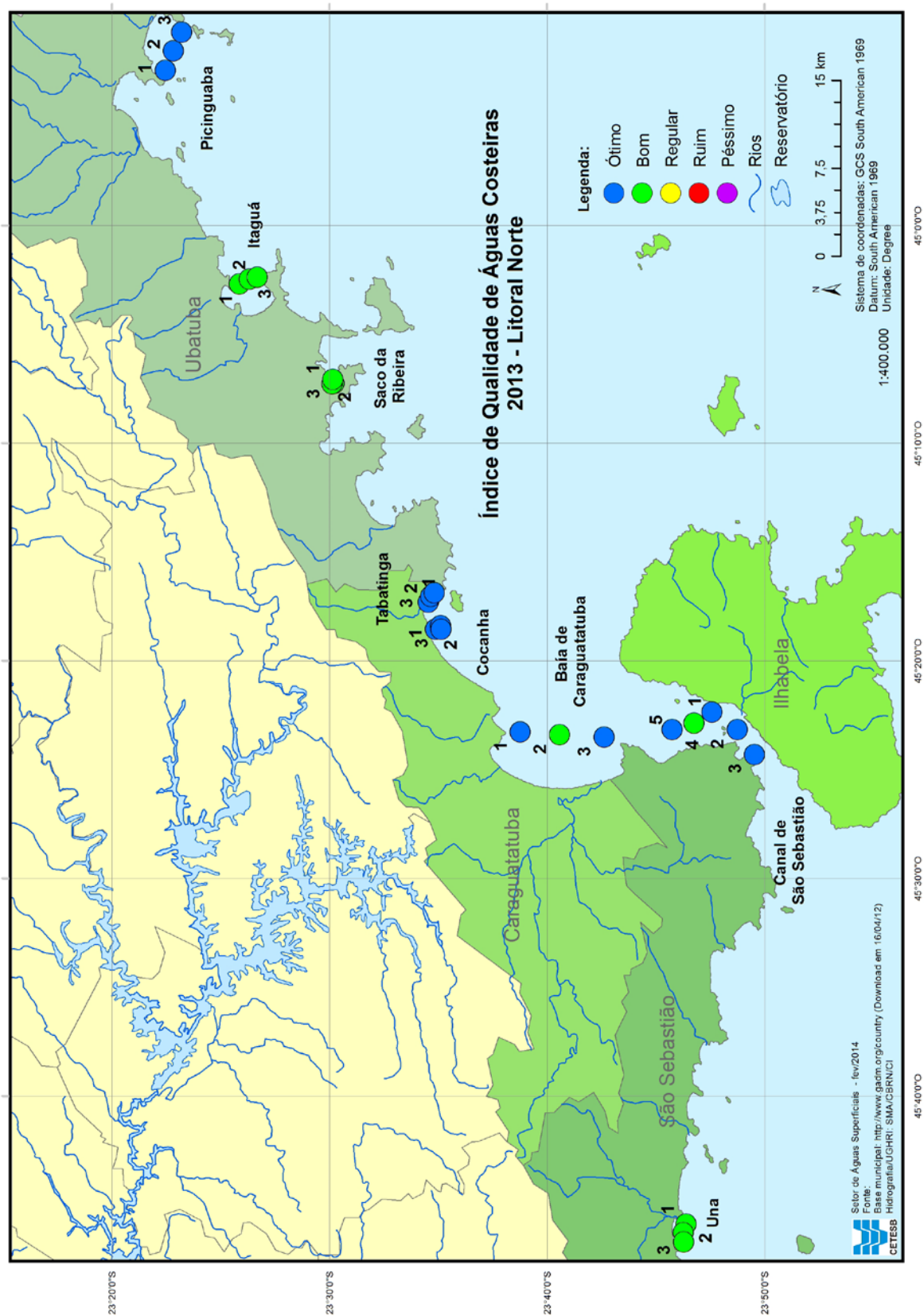
Gráfico 4.3 – Evolução da proporção do IQAC dos pontos de 2011 a 2013.

Observando os resultados por área, nota-se que o canal de São Sebastião, Pinguaba, Tabatinga, Cocanha e baía de Caraguatatuba mostraram melhoria dos índices nos últimos três anos. Das áreas avaliadas no Litoral norte apenas o Saco da Ribeira e a Barra do Una não apresentaram melhora nesse período. Na Baixada Santista as áreas dos canais de Bertioga, Santos e São Vicente apresentaram piora nos índices. Já as áreas de influência dos três emissários (Guarujá Santos e Praia Grande) e o Rio Preto apresentaram melhora (gráfico 4.4).

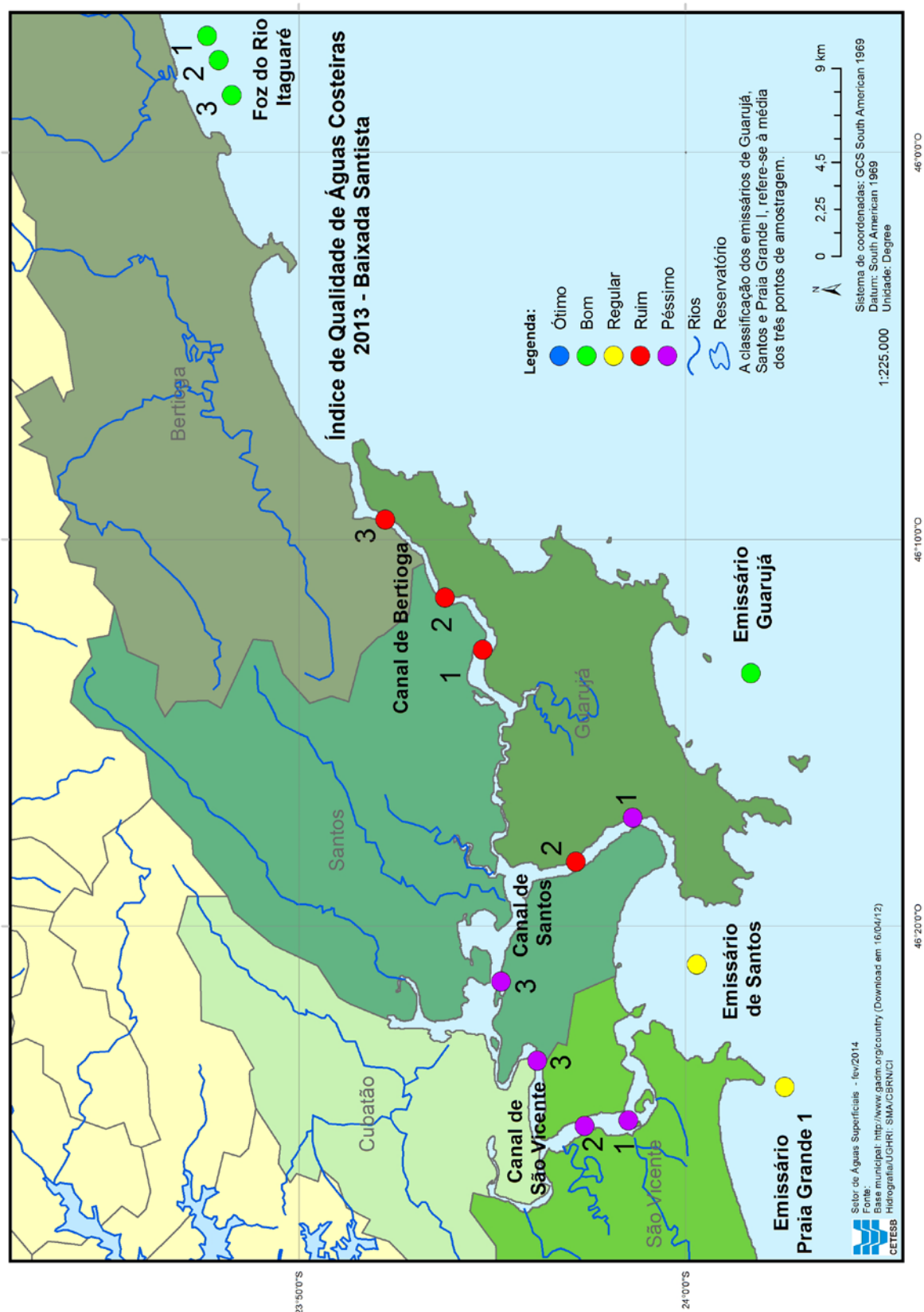
Gráfico 4.4 – Evolução do IQAC de 2011 a 2013 nas áreas; (A) Litoral Norte, (B) Baixada Santista e (C) Litoral Sul.

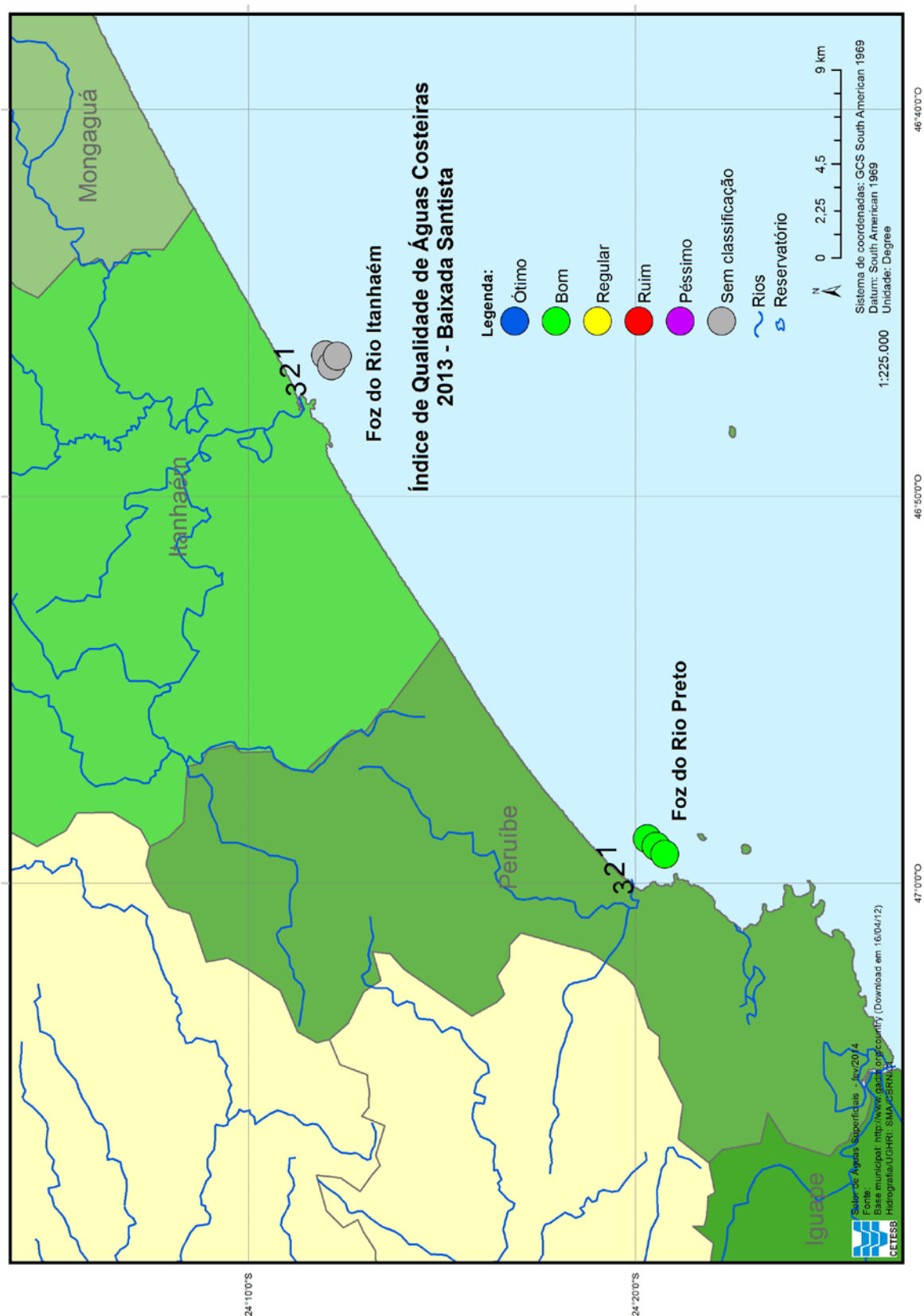


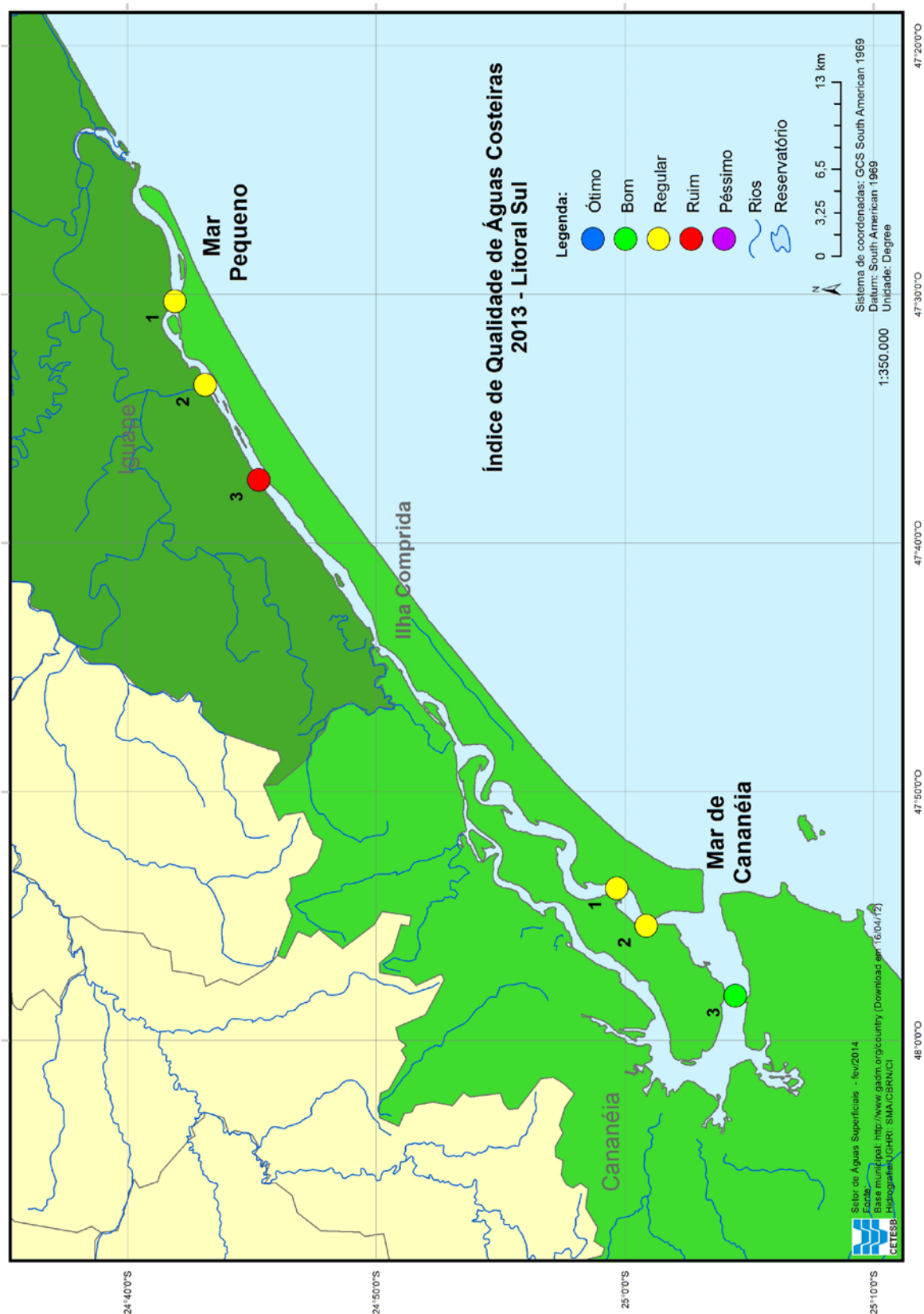
Mapa 4.1 – Índice de Qualidade de Água Costeira 2013 – Litoral Norte.



Mapa 4.2 – Índice de Qualidade de Água Costeira 2013 – Baixada Santista (parte norte).



Mapa 4.3 – Índice de Qualidade de Água Costeira 2013 – Baixada Santista (parte sul).

Mapa 4.4 – Índice de Qualidade de Água Costeira 2013– Litoral Sul.

4.1.2 Variáveis de qualidade de água

As variáveis que apresentaram mais não-conformidades foram a clorofila *a*, o oxigênio dissolvido, o COT e o Boro, que repetiram as mesmas três primeiras registradas no ano passado. Ao se analisar as classes de água separadamente, verifica-se que as não conformidades são diferentes, sendo a clorofila *a* a principal das águas salinas e o OD nas águas salobras. O boro mostra mais desconformidades em áreas salobras, pois o padrão é bem inferior ao das águas salinas, mas existe a influência do boro do meio marinho. Verifica-se também, que a porcentagem de não conformidade é bem pequena em águas salinas e bem mais elevada nas águas estuarinas. Em relação ao Alumínio, este foi o primeiro ano em que ocorreram não conformidades, provavelmente devidas à influência de chuva uma vez que foram constatadas apenas em áreas estuarinas.

Gráfico 4.5 – Porcentagem de áreas que apresentaram não-conformidade por variável em 2013.

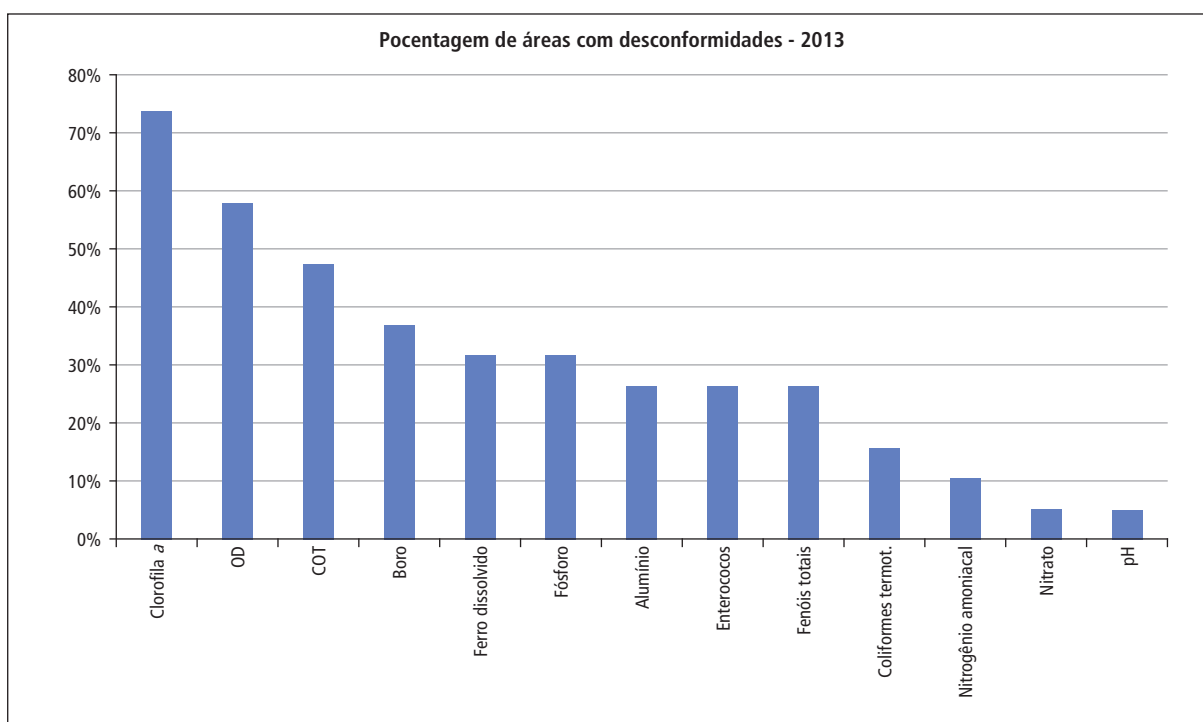
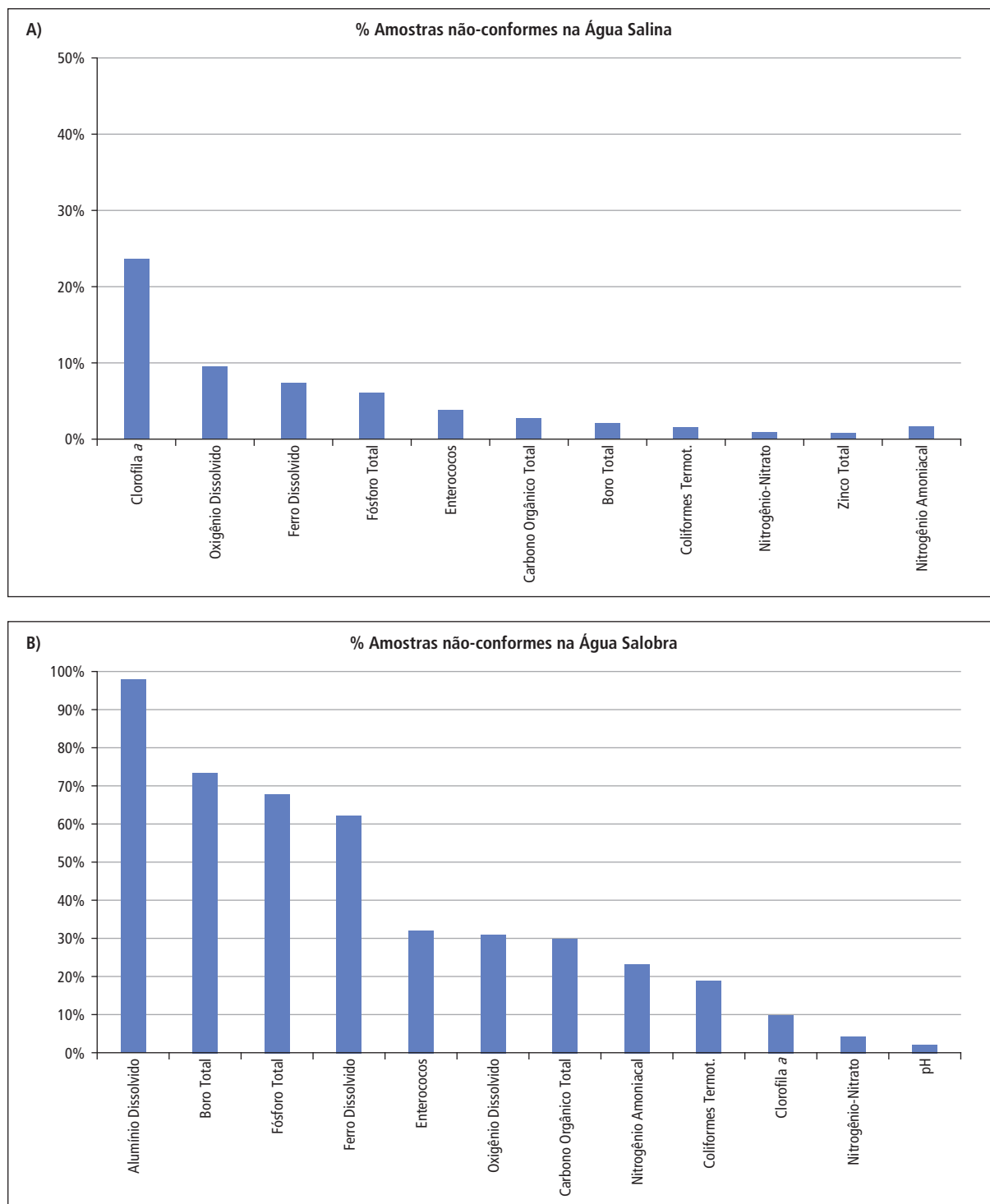


Gráfico 4.6 – Porcentagem de amostras não conformes por variável em 2013 (A) Águas Salinas (B) Águas Salobras.

As concentrações médias de oxigênio dissolvido apresentaram a maioria dos valores acima do padrão estabelecido, as áreas mais prejudicadas com relação a essa variável foram, os canais de Santos e São Vicente (gráfico 4.7). As concentrações médias de fósforo total foram elevadas nos canais de Santos e São Vicente seguidos do canal de Bertioga e mar pequeno com teores próximos ao padrão legal. A clorofila *a* mostrou picos na área do emissário de Santos, mar pequeno e mar de Cananéia, outros locais com médias mais elevadas foram: Saco da Ribeira, canal de Bertioga, canal de São Vicente e foz do rio Itanhaém e rio Preto. (gráficos 4.8 e 4.9).

Gráfico 4.7 – Média das concentrações de OD nas amostras de água das áreas da rede costeira em 2013.

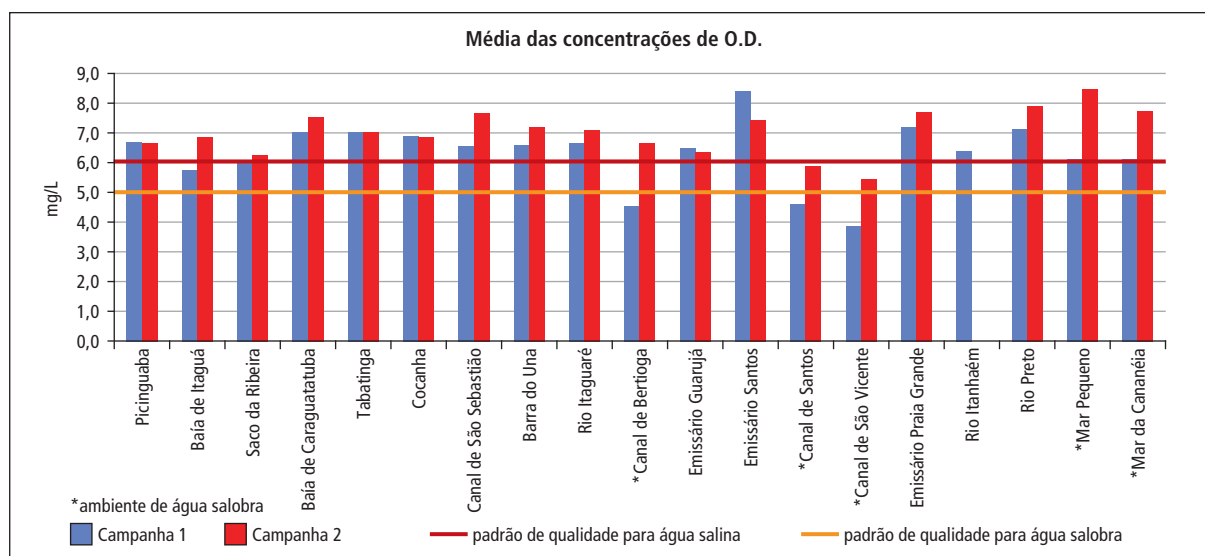


Gráfico 4.8 – Média das concentrações de Fósforo total (mg/L) nas amostras de água das áreas da rede costeira em 2013.

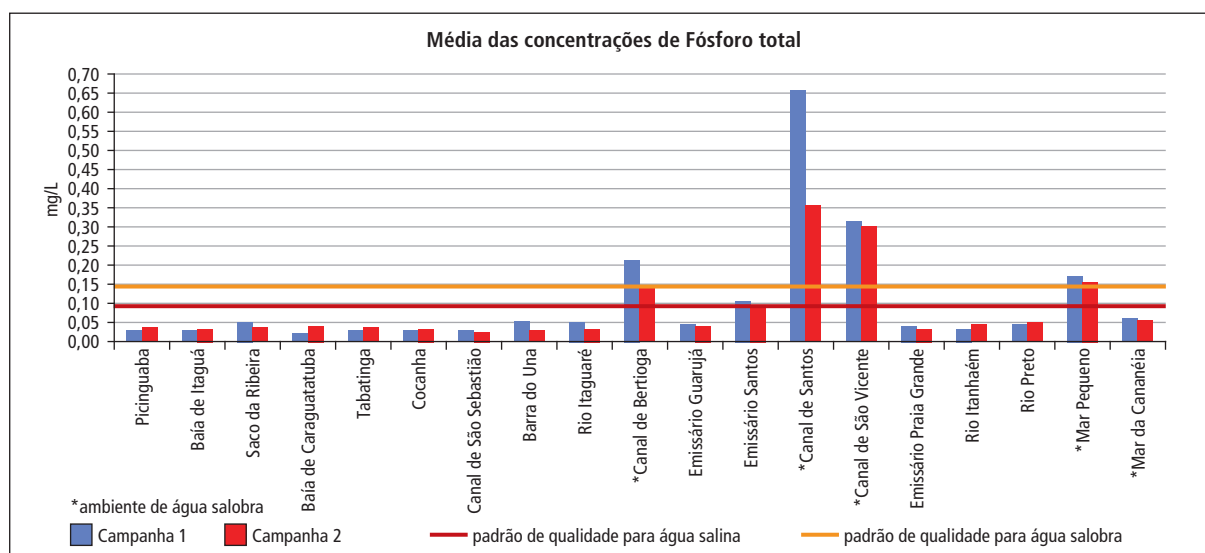
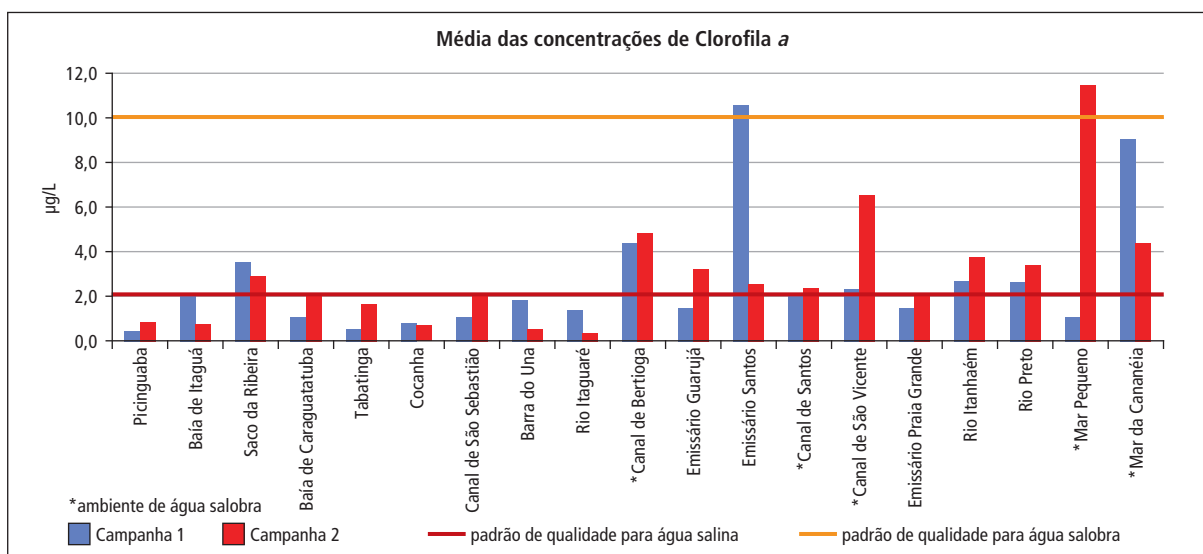


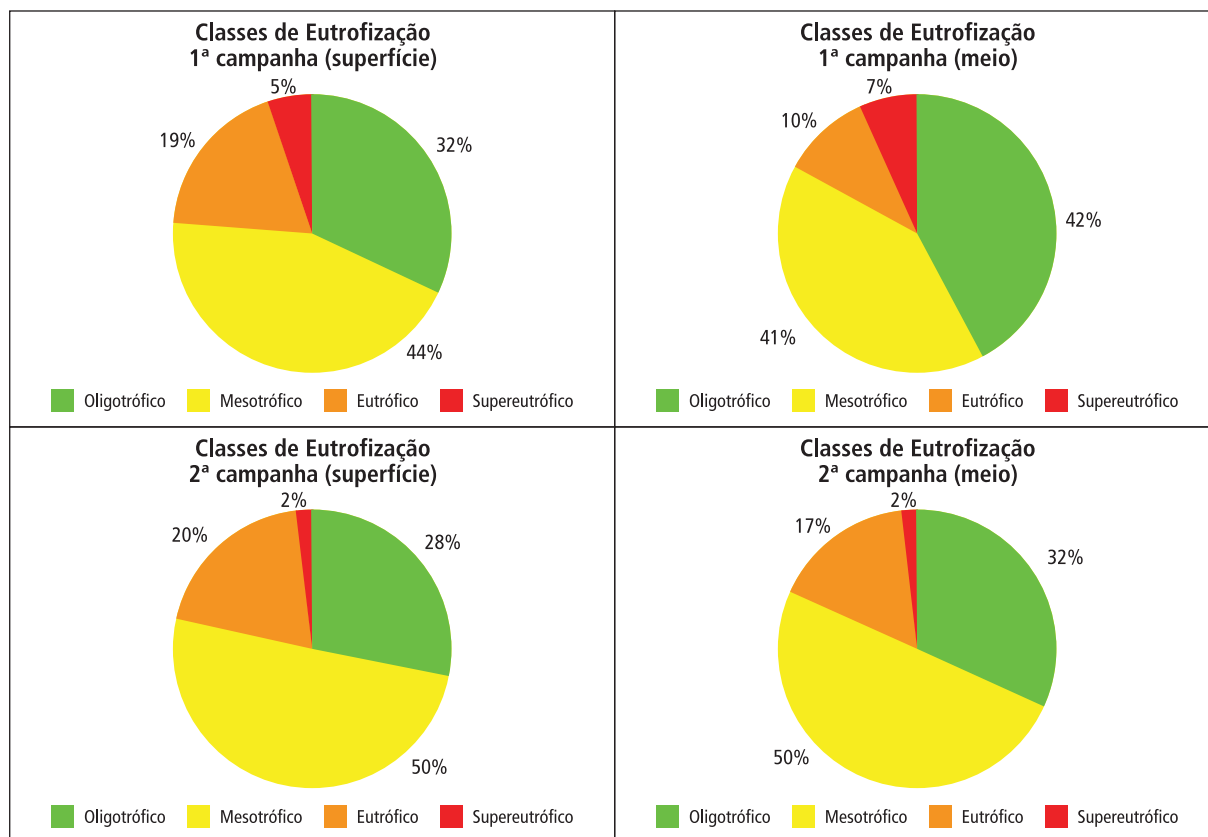
Gráfico 4.9 – Média das concentrações de Clorofila *a* ($\mu\text{g/L}$) nas amostras de água das áreas da rede costeira em 2013.

4.1.3 Índice de Estado trófico

A maioria das áreas estudadas apresentou condições mesotróficas, correspondendo à aproximadamente 40% das amostras na primeira campanha e 50% na segunda campanha de amostragem. A segunda categoria mais observada foi a oligotrófica, correspondendo à aproximadamente 30% das amostras. As amostras coletadas no meio da coluna d'água na primeira campanha de amostragem diferem um pouco deste cenário, com 42% dos resultados apontando ambiente oligotrófico. A categoria eutrófica foi representada por 10% a 20% das amostras, seguida pela categoria supereutrófica com 2% a 7% das amostras (Gráfico 4.10).

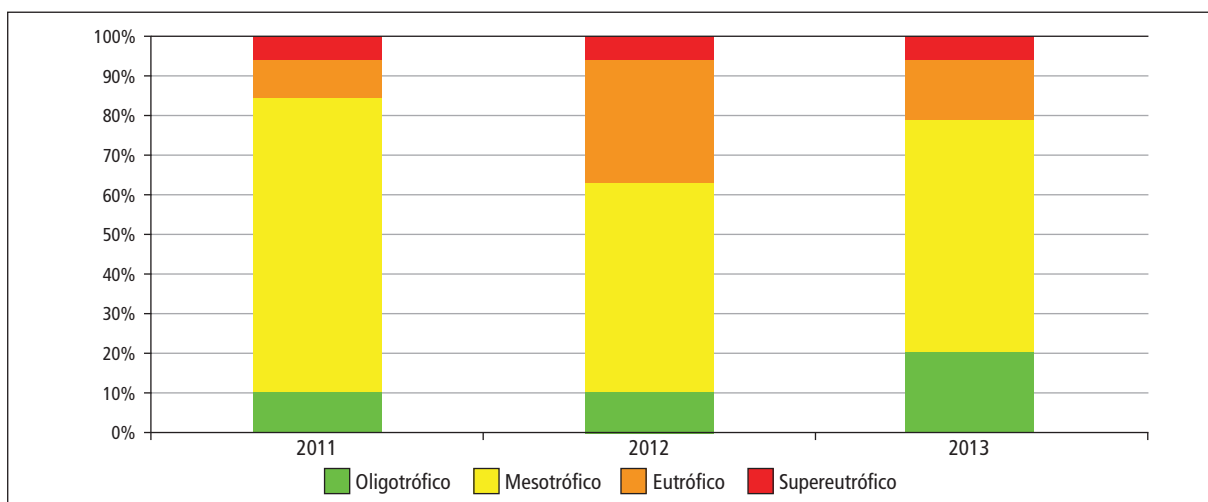
As regiões que apresentaram condições supereutrólicas foram Saco da Ribeira, área de influência do Emissário Submarino de Santos e Rio Itanhaém. Vale ressaltar que na área de influência do Emissário Submarino de Santos todas as amostras do primeiro semestre apresentaram concentração de clorofila *a* que as classificaram como supereutrólicas.

Gráfico 4.10 – Porcentagem de amostras por classes de eutrofização nas amostras de superfície e meio da coluna d'água, 1ª e 2ª campanha de 2013.



No Gráfico 4.11 é apresentada a evolução da distribuição do IETC médio anual no período de 2011 a 2013 considerando-se 19 áreas.

Gráfico 4.11 – Evolução da Distribuição do IETC – 2011 a 2013.



Considerando-se os mesmos pontos no período de três anos foi possível observar, nas áreas monitoradas, um aumento das áreas oligotróficas que passaram de 11% em 2011 e 2012 para 21% em 2013. Quanto às áreas supereutróficas, o número se mantém em 5% desde 2011. As áreas mesotróficas aumentaram em relação a 2012, subindo de 53% para 58% e as áreas eutróficas diminuíram de 32% para 16%. Vale ressaltar que considerando-se as médias de clorofila *a* a área de influência do Emissário Submarino de Santos apresentou-se os três anos na categoria supereutrófica e o Saco da Ribeira e Rio Itanhaém na categoria eutrófica.

Dos 19 pontos em que há resultados do IETC para o período de 2011 a 2013, 42% apresentaram melhora e 11% apresentaram piora, sendo que 47% não apresentaram tendência significativa.

Tabela 4.1 – Tendências do IETC em pontos com piora e melhora significativa entre 2011 e 2013.

Local	2011	2012	2013	Tendência
Picinguaba	1,14	1,50	0,64	N.S.
Baía de Itaguá	1,25	1,97	1,39	N.S.
Saco da Ribeira	3,56	3,36	3,21	M
Baía de Caraguatatuba	1,37	2,66	1,63	N.S.
Tabatinga	1,91	1,86	1,08	M
Cocanha	1,51	1,70	0,71	M
Canal de São Sebastião	1,98	1,65	1,54	M
Barra do Una	0,70	0,99	1,17	P
Rio Itaguaré	1,39	1,05	0,87	M
Canal de Bertioga	3,57	4,01	4,60	P
Emiss. do Guarujá	2,21	3,74	2,34	N.S.
Emiss. Santos	8,20	10,83	6,55	N.S.
Canal de Santos	3,00	2,08	2,20	M
Canal de São Vicente	5,93	4,42	4,42	M
Emiss. Praia Grande	0,79	2,44	1,73	N.S.
Rio Itanhaém	4,94	2,58	3,19	M
Rio Preto	1,76	4,08	3,03	N.S.
Mar Pequeno	5,42	17,52	6,27	N.S.
Mar de Cananéia	7,26	5,91	6,72	N.S.

P = Piora

M = Melhora

N.S. = Não significativo

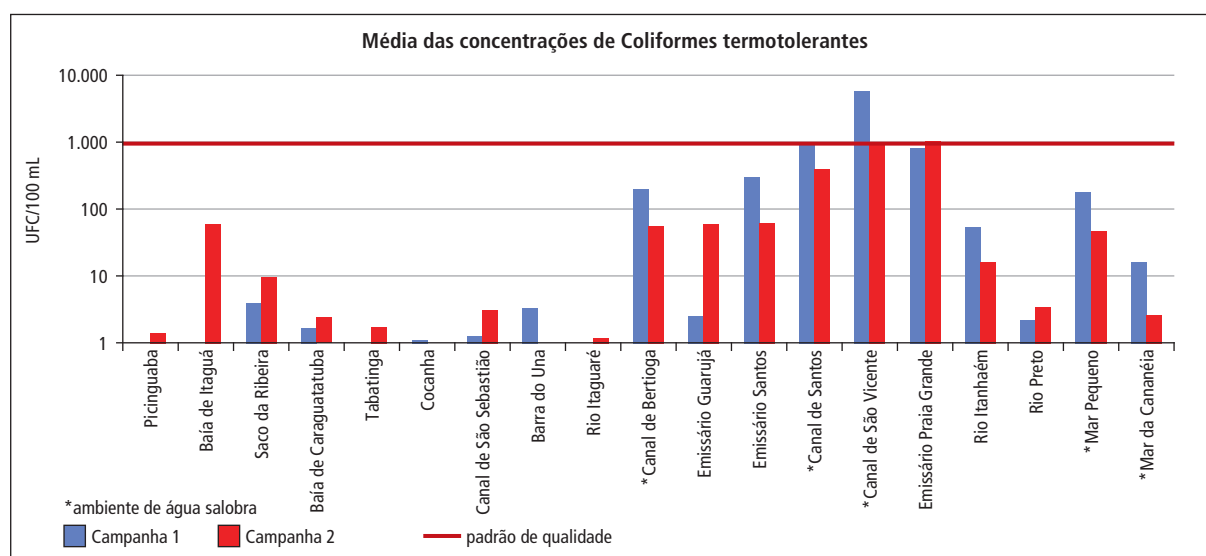
No Litoral Norte 50% das áreas melhoraram; somente a Barra do Una (12,5%) apresentou piora. Na Baixada Santista 44,5 das áreas melhoraram, somente o Canal de Bertioga (11%) apresentou piora. No Litoral Sul as duas áreas melhoraram. Importante citar que 37,5% das áreas do Litoral Norte e 44,5% da Baixada Santista não apresentaram melhora ou piora significativa.

4.1.4. Qualidade microbiológica

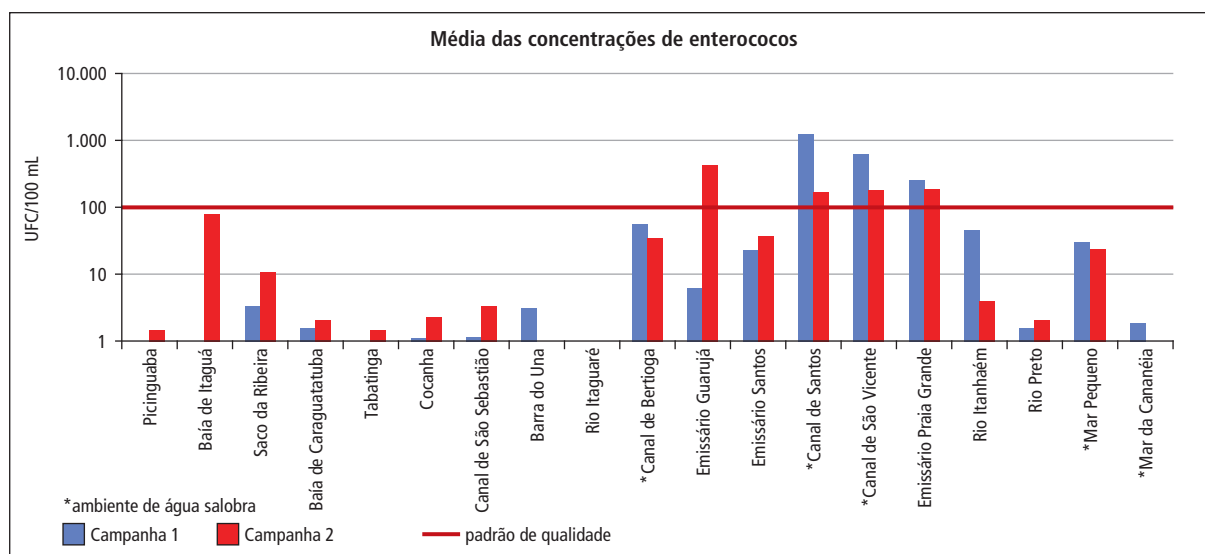
A qualidade microbiológica das águas costeiras apresenta um padrão espacial bem definido com concentrações de coliformes termotolerantes e enterococos crescentes do norte à área de influência do Emissário Submarino de Praia Grande 1. Para ambos os indicadores de contaminação fecal as maiores médias geométricas das concentrações (UFC/100 mL), considerando os três pontos de amostragem, estiveram entre o Canal de Bertiooga e o Emissário Submarino de Praia Grande 1.

Com relação aos coliformes termotolerantes, de Picinguaba ao Rio Itaguapé as médias geométricas não ultrapassaram 10 UFC/100 mL, exceção feita a Baía de Itaguapé que apresentou média geométrica de 60 UFC/100 mL na segunda campanha de amostragem. Médias Geométricas acima de 1000 UFC/100 mL foram detectadas no Canal de São Vicente, no primeiro semestre, e na área de influência do Emissário Submarino de Praia Grande 1 no segundo semestre (Gráfico 4.10).

Gráfico 4.12 – Média geométrica das concentrações de Coliformes termotolerantes (UFC/100 mL), 1ª e 2ª campanha de 2013.



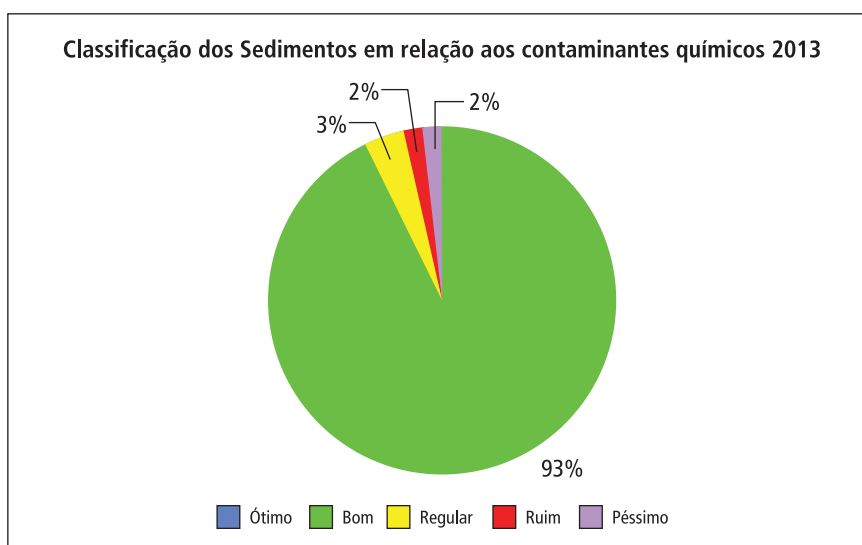
Quanto aos enterococos, de Picinguaba ao Rio Itaguapé as médias geométricas não ultrapassaram 10 UFC/100 mL, exceção feita a Baía de Itaguapé que apresentou média geométrica de 78 UFC/100 mL na segunda campanha de amostragem. Em sentido sul, apresentaram médias geométricas menores que 10 UFC/100 mL a área de influência do Emissário Submarino do Guarujá na primeira campanha, o Rio Itanhaém na segunda campanha, o Rio Peruibe (Rio Preto) e Mar de Cananéia nas duas campanhas. Médias Geométricas acima de 100 UFC/100 mL foram detectadas na área de influência do Emissário Submarino do Guarujá na segunda campanha, e Canal de Santos, Canal de São Vicente e área de influência do Emissário Submarino de Praia Grande I nas duas campanhas (Gráfico 4.11).

Gráfico 4.13 – Média geométrica das concentrações de enterococos (UFC/100 mL), 1ª e 2ª campanha de 2013.

4.2 Qualidade dos Sedimentos

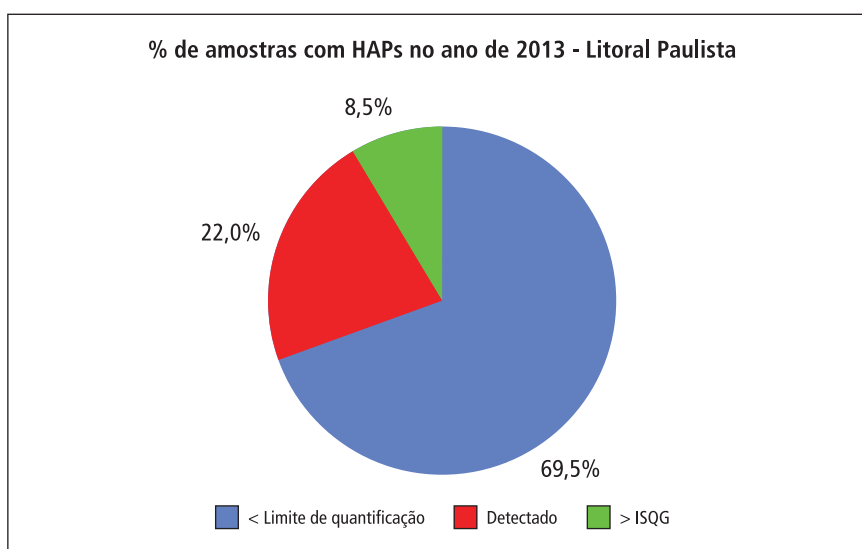
4.2.1 Qualidade química

A classificação dos sedimentos do litoral paulista mostrou que mais de 90% das áreas possui sedimentos de qualidade Boa com relação aos contaminantes químicos (Gráfico 4.12). O Saco da Ribeira no Litoral Norte manteve sua classificação Regular do ano anterior. O Rio Itaguapé, o Canal de Santos e o Rio Preto (Peruíbe) na Baixada Santista apresentaram contaminantes químicos que prejudicaram sua classificação de qualidade química. As proporções foram idênticas às do ano anterior, embora as áreas classificadas como Ruim e Péssima tenham sido outras.

Gráfico 4.14 – Porcentagens de amostras de sedimento nas diferentes classes de qualidade química no Litoral Paulista

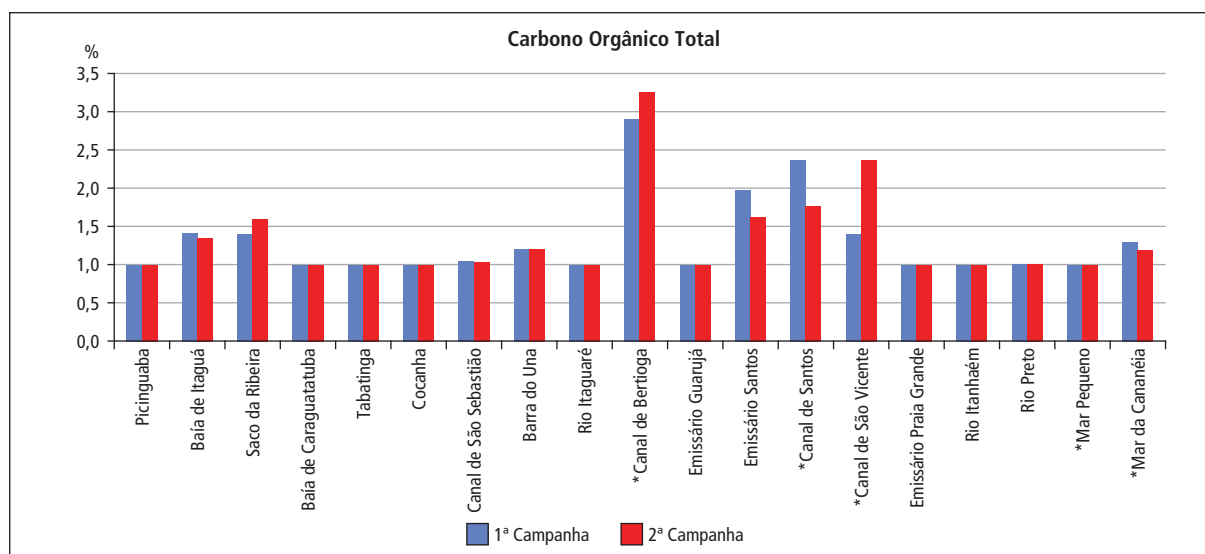
HAPs estiveram presentes em 30,5% das amostras analisadas no Litoral Paulista, sendo que em 8,5% suas concentrações ultrapassaram o valor estabelecido para ISQG (Gráfico 4.13). No Litoral Norte, os HAPs foram detectados em 38,5% das amostras todas abaixo do ISQG. Na Baixada Santista, os HAPs foram detectados em 88,9% das amostras e ultrapassaram ISQG em 37%. No Litoral Sul, foram detectados em 16,7% das amostras mas não ultrapassaram o ISQG.

Gráfico 4.15 – Porcentagem de amostras de sedimentos com compostos de HAPs no Litoral Paulista.

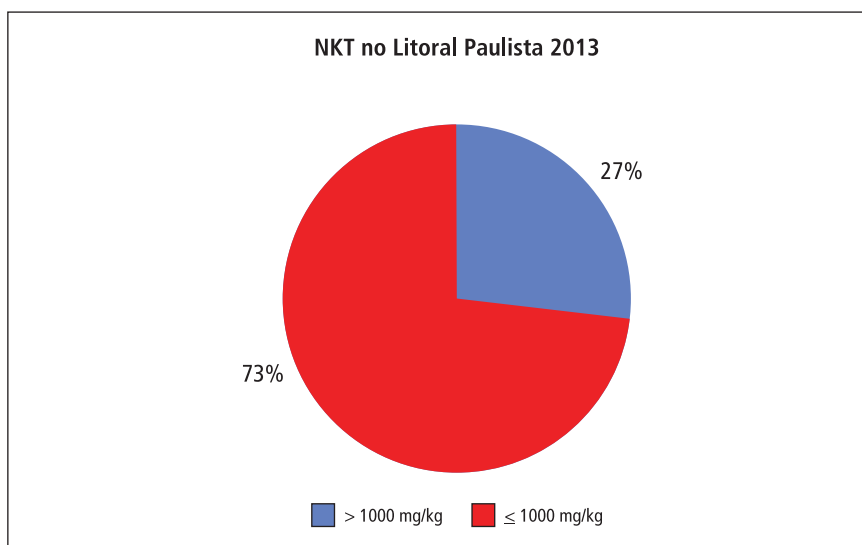


De acordo com o Gráfico 4.14 as maiores concentrações de COT foram observadas no Canal de Bertioga, Canal de Santos, Canal de São Vicente e Emissário de Santos com valores médios na faixa de 2 a 3% que são concentrações elevadas. Destaca-se os resultados do canal de Bertioga que alcançaram 6,49 e 6,64% no ponto 1, na primeira e segunda campanhas respectivamente e 5,13% no ponto 2, segunda campanha. O ponto 1 do Canal de São Vicente também apresentou resultado de 4,68% na segunda campanha. Observa-se que, além da contribuição de esgoto doméstico, os valores encontrados no ponto 1 do Canal de Bertioga se justificam também por ser uma área deposicional que naturalmente já apresentaria valores mais elevados.

Baía de Itaguá, Saco da Ribeira e Mar de Cananéia apresentaram valores médios entre 1 e 1,5% devido à contribuição de matéria orgânica advinda do continente.

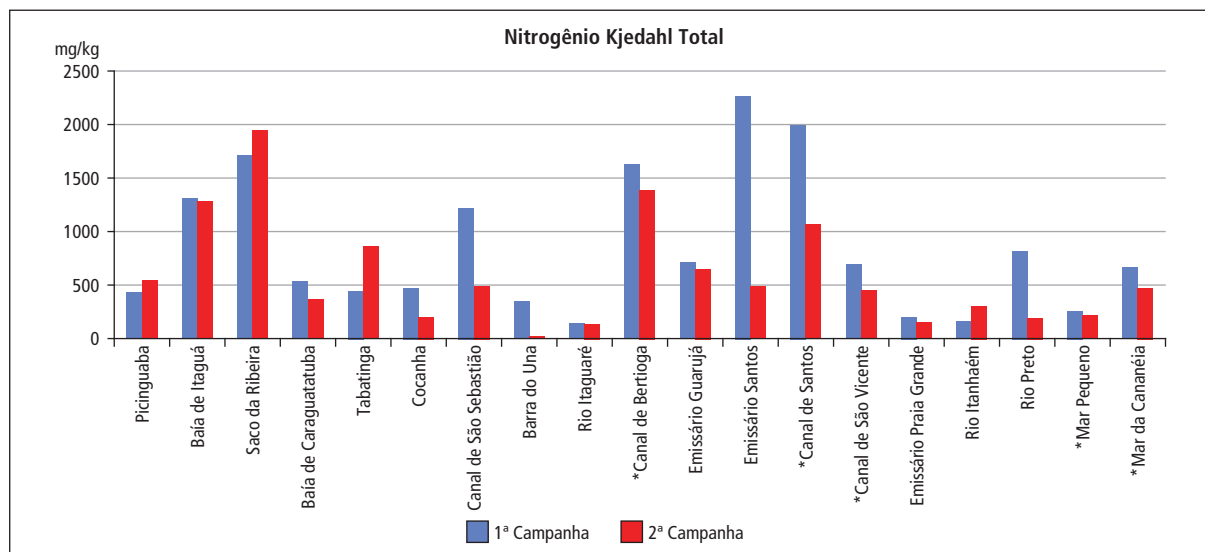
Gráfico 4.16 – Concentração de COT (%) dos sedimentos nas áreas da rede de monitoramento costeiro (média dos três pontos).

Foram obtidas concentrações de Nitrogênio (NKT) acima de 1000 mg/Kg em 27% das amostras coletadas (gráfico 4.15).

Gráfico 4.17 – Ocorrências de NKT no Litoral Paulista.

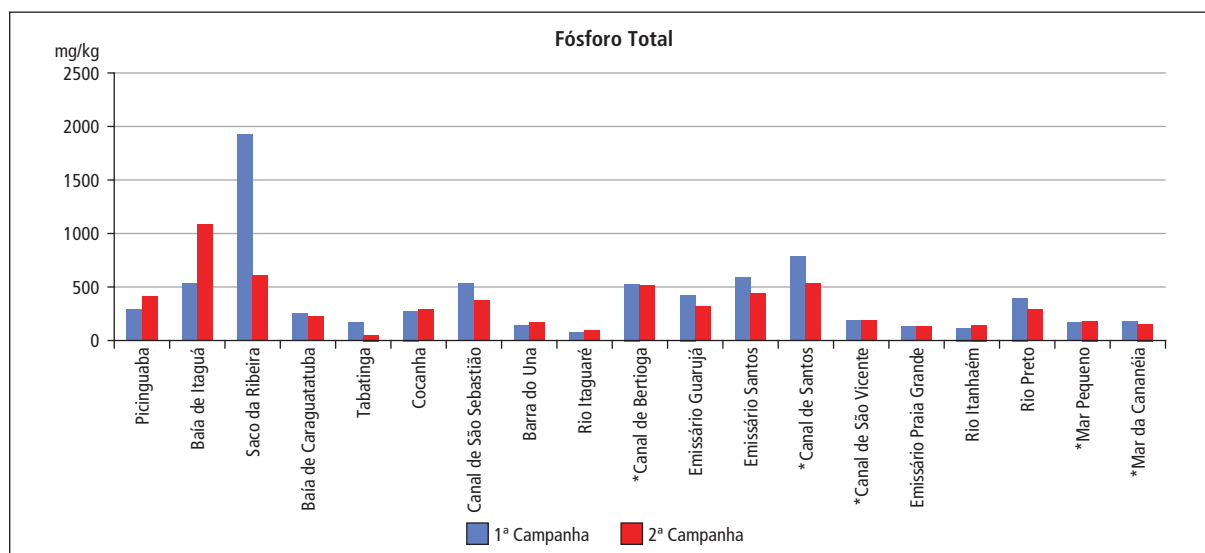
Os maiores valores foram encontrados no ponto 1 do Canal de Bertioga (3707 e 3014 mg/kg na primeira e segunda campanha respectivamente) embora as ocorrências tenham se distribuído igualmente entre o Litoral Norte e a Baixada Santista (15 amostras contra 16 amostras respectivamente). Observa-se que a maior parte das ocorrências se deu em ambientes que já tendem a receber contribuição continental, mas as maiores concentrações apareceram na Baixada Santista nos Canais de Santos, Bertioga e São Vicente e no entorno dos emissários de Santos e Guarujá evidenciando o impacto das atividades humanas neste parâmetro.

Gráfico 4.18 – Concentração de nitrogênio kjeldahl total (mg/kg) dos sedimentos em todas as áreas da rede de monitoramento costeiro (média dos três pontos).



De acordo com o gráfico 4.16, as maiores concentrações de Fósforo total (PT) foram observadas na Baía de Itaguá, Saco da Ribeira, Canal de Bertioga, Canal de Santos e Emissário de Santos. Usualmente grandes contribuições de fósforo estão associadas à atividade humana especialmente na forma de descarga de esgoto doméstico. Outras atividades como a maricultura podem contribuir para o aumento dos níveis deste nutriente na região. Dada a característica conservativa do fósforo é possível que as altas concentrações observadas no Saco da Ribeira tenham origem continental ou de outras áreas.

Gráfico 4.19 – Concentração de fósforo total (mg/kg) dos sedimentos em todas as áreas da rede de monitoramento costeiro (média dos três pontos).



4.2.2. Avaliação ecotoxicológica dos sedimentos

A utilização de dois métodos de análise ecotoxicológica está relacionada ao fato de que cada tipo de ensaio avalia diferentes rotas de contaminantes nos organismos e, em função da sensibilidade de cada um dos organismos-teste, podem ser observados resultados divergentes para uma mesma amostra. Nestes casos, com o objetivo de proteger as espécies mais sensíveis, foi utilizado o diagnóstico mais restritivo para classificar cada região, primeiramente por campanha, conforme apresentado no capítulo 3, e posteriormente, para estimar uma classificação anual, conforme apresentado na Tabela 4.2. Dessa forma, a partir da classificação anual obtida para 2013, observou-se que apenas 45% dos pontos amostrais monitorados na região costeira de São Paulo não apresentaram amostras tóxicas.

Tabela 4.2 – Classificação da qualidade do sedimento costeiro, de acordo com os ensaios ecotoxicológicos realizados em 2013.

Regiões	Área Amostras	Classificação 1ª Campanha/2013			Classificação 2ª Campanha/2013			Classificação Anual - 2013		
		1	2	3	1	2	3	1	2	3
Litoral Norte	Picinguaba	Ruim			Boa			Ruim		
	Baía de Itaguá	Boa			Regular			Regular		
	Saco da Ribeira	Boa	Boa	Boa	Boa	Regular	Boa	Boa	Regular	Boa
	Baía de Caraguatatuba	Boa	Boa	Boa	Boa	Boa	Ruim	Boa	Boa	Ruim
	Tabatinga	Boa			Boa			Boa		
	Cocanha	Boa			Boa			Boa		
	Canal de São Sebastião	*	Boa	Boa	Boa	Ruim	Boa	Boa	Ruim	Boa
	Canal de São Sebastião (ptos 4 e 5)	Boa	Boa	*	Regular	Boa	Regular	Regular	Boa	Regular
	Barra do Una	Boa			Boa			Boa		
Baixada Santista	Rio Itaguapé	Boa			Boa			Boa		
	Canal da Bertioja	Boa	Regular	Boa	Boa	Regular	Ruim	Boa	Regular	Boa
	Emissário do Guarujá	Boa			Boa			Boa		
	Emissário de Santos	Boa			Boa			Boa		
	Canal de Santos	Regular	Boa	Boa	Boa	Regular	Boa	Regular	Boa	Boa
	Canal de São Vicente	Boa	Boa	Boa	Boa	Boa	Boa	Boa	Boa	Boa
	Emissário de Praia Grande I	Ruim			Boa			Ruim		
	Rio Itanhaém	Regular			Boa			Regular		
	Rio Preto	Regular	Regular	Boa	Boa	Regular	Boa	Regular	Regular	Boa
Litoral Sul	Mar Pequeno	Boa			Boa			Boa		
	Mar de Cananéia	Ruim	Boa	Boa	Ruim	Boa	Boa	Ruim	Boa	Boa
% de pontos amostrais que não apresentaram toxicidade/ano									45%	

Crítérios Ecotoxicológicos: Ótima Boa Regular Ruim Péssima

* amostra não analisada

Em 2013, para os 19 locais que compõem a rede de monitoramento costeiro, foram analisadas 74 amostras no ensaio crônico e 17 no ensaio agudo, totalizando 91 ensaios. Dentre as amostras analisadas no ensaio crônico, 65% não apresentaram toxicidade e 35% indicaram efeito deletério aos organismos-teste. No ensaio agudo, 94% das amostras não exibiram toxicidade e 6% foram tóxicas (Tabela 4.3).

Na Tabela 4.3 é possível observar também que a tendência de diminuição no percentual de análises com toxicidade crônica observada entre 2010 e 2012 (55, 32 e 24%, respectivamente) não se manteve em 2013 (65%), enquanto que o percentual de amostras com toxicidade aguda nos últimos quatro anos se manteve no mesmo patamar, ao redor de 10% (Tabela 4.3).

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

Tipo de ensaio		2010			2011			2012			2013		
		T	NT	Total	T	NT	Total	T	NT	Total	T	NT	Total
Crônico	Nº de amostras (%)	33 (55)	27 (45)	60	17 (32)	36 (68)	53	13 (24)	41 (76)	54	48 (65)	26 (35)	74
Agudo	Nº de amostras (%)	3 (7)	42 (93)	45	4 (10)	38 (90)	42	5 (10)	46 (90)	51	1 (6)	16 (94)	17

Na Tabela 4.4 observa-se a integração das informações ecotoxicológicas de 2010 a 2013 a partir da classificação de cada ponto amostral e a Tabela 5 mostra o percentual de amostras que não apresentaram efeito tóxico para cada ano de monitoramento, sendo possível verificar que:

- O monitoramento ecotoxicológico, nas diversas áreas avaliadas da região costeira do Estado de São Paulo desde 2010, apresentou uma tendência de melhora na qualidade geral do sedimento até 2012. Essa tendência não foi confirmada em 2013, uma vez que houve uma diminuição no percentual de pontos amostrais que não apresentaram toxicidade em 2013 de 61% para 45%.
- Das 19 áreas analisadas, 11 mantiveram a qualidade do ano anterior ou melhoraram a sua classificação: Tabatinga, Cocanha, Barra do Una, Emissário do Guarujá, Picinguaba, Baía do Itaguá, Baía de Caraguatatuba, Canal e São Sebastião, Canal de Bertioga, Emissário de Santos e Mar de Cananéia;
- As 8 áreas restantes apresentaram piora na qualidade do sedimento em relação a 2012: Saco da Ribeira, Rio Itaguaré, Canal de Santos, Canal de São Vicente, Emissário de Praia Grande 1, Rio Itanhaém, Rio Preto e Mar Pequeno. Esta última embora tenha sido classificada na faixa de Boa qualidade, no ano anterior foi classificada como Ótima, ou seja, indicou uma piora na classificação geral desta área;
- A ausência de toxicidade em vários pontos amostrais pode ser resultado da indisponibilidade dos contaminantes para causar efeito tóxico. A ocorrência de algumas substâncias em concentrações baixas e constantes, uma vez que também foram detectadas no ano anterior, podem causar efeitos subletais e, ao longo do tempo, provocar problemas nas comunidades existentes nas regiões monitoradas.
- No litoral norte a porcentagem de pontos amostrais com ausência de toxicidade ao redor dos 50% tem sido mantida ao longo dos quatro anos de monitoramento. Por outro lado, na Baixada Santista observa-se uma grande variação neste parâmetro, sendo que em 2012 apresentou uma melhora significativa (80%), mas retornou aos patamares anteriores, com o menor índice de pontos amostrais sem toxicidade em 2013 (35%). No litoral Sul a excelente qualidade dos sedimentos observada em 2011 (100%) não se manteve nos dois últimos anos, apresentando 50% de pontos amostrais com ausência de toxicidade.

Tabela 4.4 – Classificação ecotoxicológica dos sedimentos costeiros entre de 2010 e 2013.

Regiões	Área	2010			2011			2012			2013		
	Amostras	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3
Litoral Norte	Picinguaba												
	Baía de Itaguá												
	Saco da Ribeira												
	Baía de Caraguatatuba	*	*	*									
	Tabatinga												
	Cocanha												
	Canal de São Sebastião							*		*			
	Canal de São Sebastião (ptos 4 e 5)	*	*	*			*			*			
	Barra do Una												
Baixada Santista	Rio Itaguapé	*	*	*									
	Canal da Bertioga												
	Emissário do Guarujá												
	Emissário de Santos												
	Canal de Santos												
	Canal de São Vicente												
	Emissário de Praia Grande I												
	Rio Itanhaém												
	Rio Preto												
Litoral Sul	Mar Pequeno												
	Mar de Cananéia												
% de pontos amostrais que não apresentaram toxicidade/ano		47%			48%			61%			45%		

Critérios Ecotoxicológicos: Ótima Boa Regular Ruim Péssima

* amostra não analisada

Tabela 4.5 – Percentual de pontos amostrais que não apresentaram toxicidade em cada região entre 2010 e 2013.

Regiões	2010 (%)	2011 (%)	2012 (%)	2013 (%)
Litoral Norte	48	58	50	53
Baixada Santista	42	33	80	35
Litoral Sul	66	100	50	50

4.2.3. Qualidade microbiológica dos sedimentos

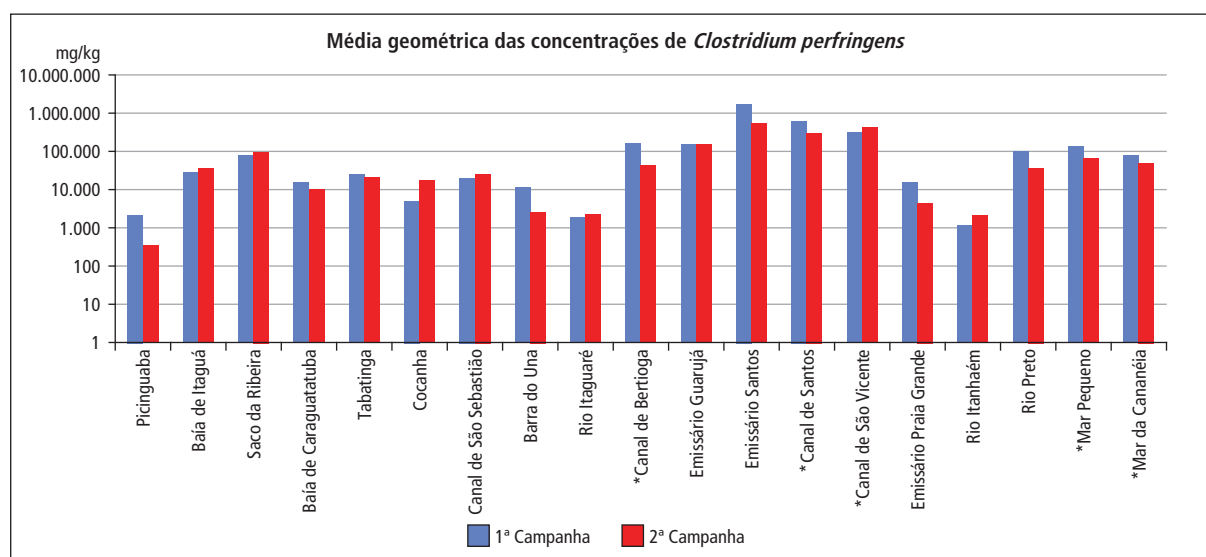
A qualidade microbiológica dos sedimentos foi atribuída de acordo com as concentrações dos indicadores de contaminação fecal coliformes termotolerantes e *Clostridium perfringens*.

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

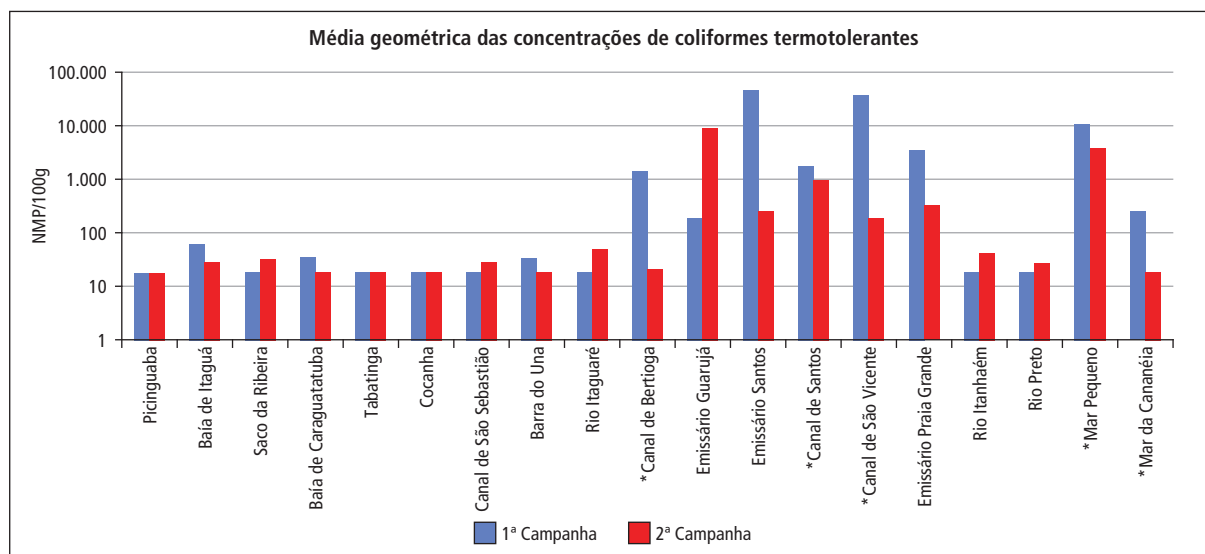
Os *Clostridium perfringens* são bactérias esporogênicas que fazem parte da microbiota intestinal normal do homem e de animais. Assim, justamente pela produção de esporos e pela prolongada resistência destes às condições adversas do ambiente, indicam contaminação fecal remota e em algumas ocasiões, indicam contaminação quando os coliformes termotolerantes já não estão mais presentes nas amostras.

Considerando a média geométrica das concentrações de todos os pontos amostrados em cada local, apresentaram concentrações acima de 100.000 NMP/100g *Clostridium perfringens* o Canal de Bertioga no primeiro semestre, a área de influência do Emissário Submarino do Guarujá, a área de influência do Emissário Submarino de Santos, o Canal de Santos e o Canal de São Vicente em ambas as campanhas, o Rio Preto e o Mar Pequeno na primeira campanha. Vale ressaltar que na área de influência do Emissário Submarino de Santos a concentração foi de $1,8 \times 10^6$ NMP/100 g na primeira campanha de amostragem e na segunda campanha ultrapassou 500.000 NMP/100g. Na primeira campanha de amostragem também se detectou concentração acima de 500.000 NMP/100 g no Canal de Santos (Gráfico 4.20)

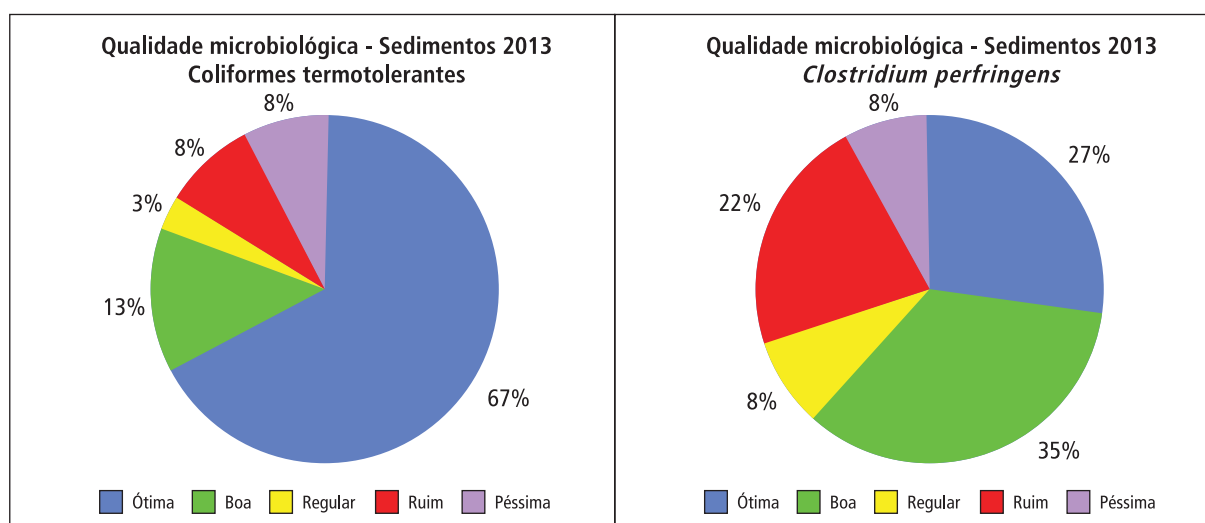
Gráfico 4.20 – Médias das concentrações de *Clostridium perfringens*.



Considerando a média geométrica das concentrações de todos os pontos amostrados em cada local, apresentaram concentrações acima de 1.000 NMP/100g coliformes termotolerantes o Canal de Bertioga no primeiro semestre, a área de influência do Emissário Submarino do Guarujá no segundo semestre, a área de influência do Emissário Submarino de Santos, o Canal de Santos, o Canal de São Vicente e a área de influência do Emissário Submarino de Praia Grande 1 no primeiro semestre e o Mar Pequeno em ambos os semestres. Vale ressaltar que na área de influência do Emissário Submarino de Santos a concentração foi de 43.291 NMP/100 g e no Canal de São Vicente foi de 36.919 NMP/100 g, ambos no primeiro semestre (Gráfico 4.21).

Gráfico 4.21 – Médias das concentrações de coliformes termotolerantes.

O Gráfico 4.22 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 4.22 – Porcentagem de amostras em cada classe de qualidade microbiológica de acordo com concentração de bactéria fecal.

Para coliformes termotolerantes, 80% das amostras estiveram nas categorias Ótima (67%) e Boa (13%). Em 2012, 75% das amostras estiveram nestas duas categorias. Ainda assim, 16% das amostras estiveram nas categorias Ruim e Péssima.

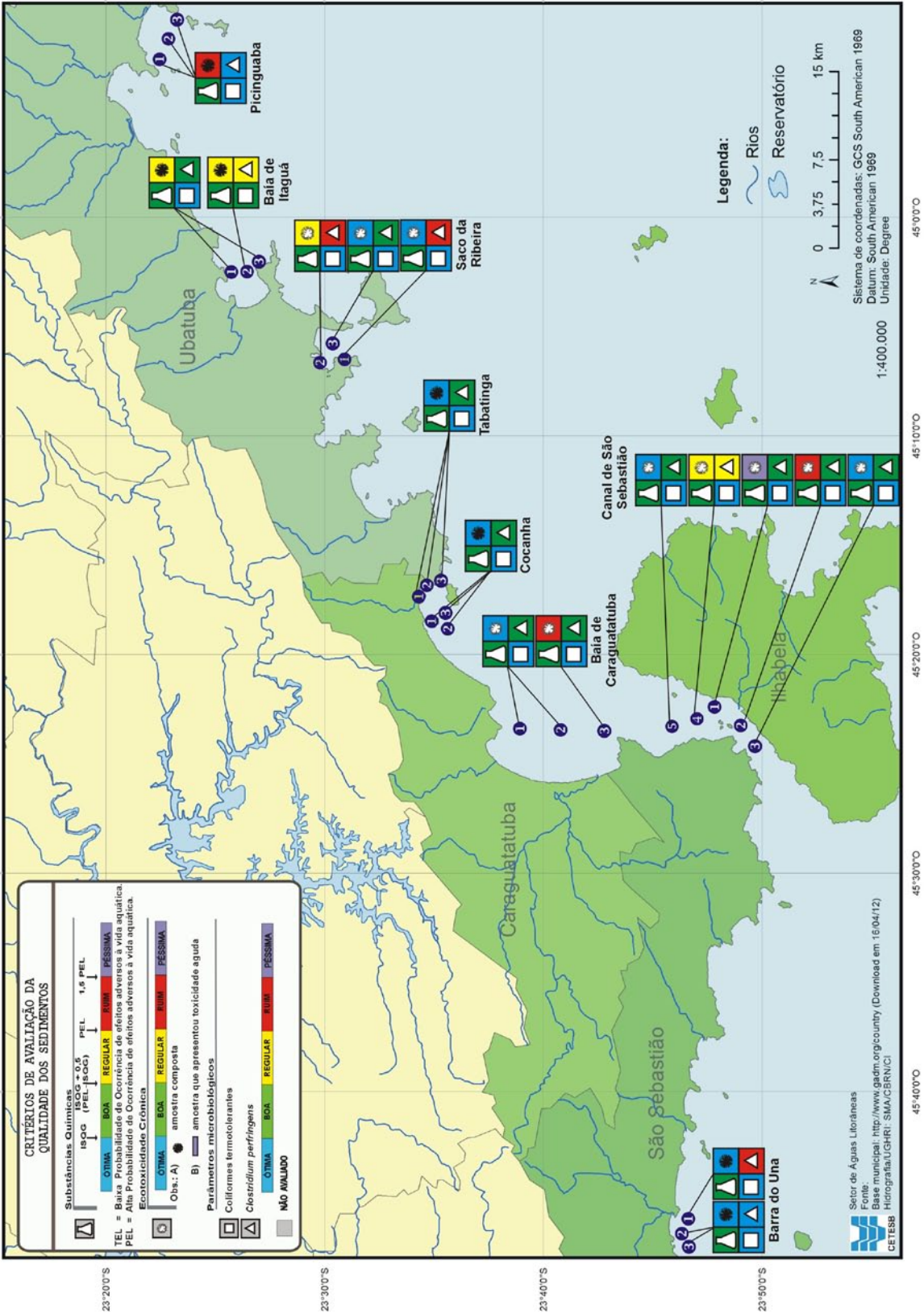
Para *Clostridium perfringens*, 62% das amostras estiveram nas categorias Ótima (27%) e Boa (35%). Em 2012, 59% das amostras estiveram nestas duas categorias. De toda forma, 30% das amostras foram classificadas como Ruins e Péssimas.

Ambos indicadores mostraram poucas amostras na categoria Regular: 3% de coliformes termotolerantes e 8% de *Clostridium perfringens*.

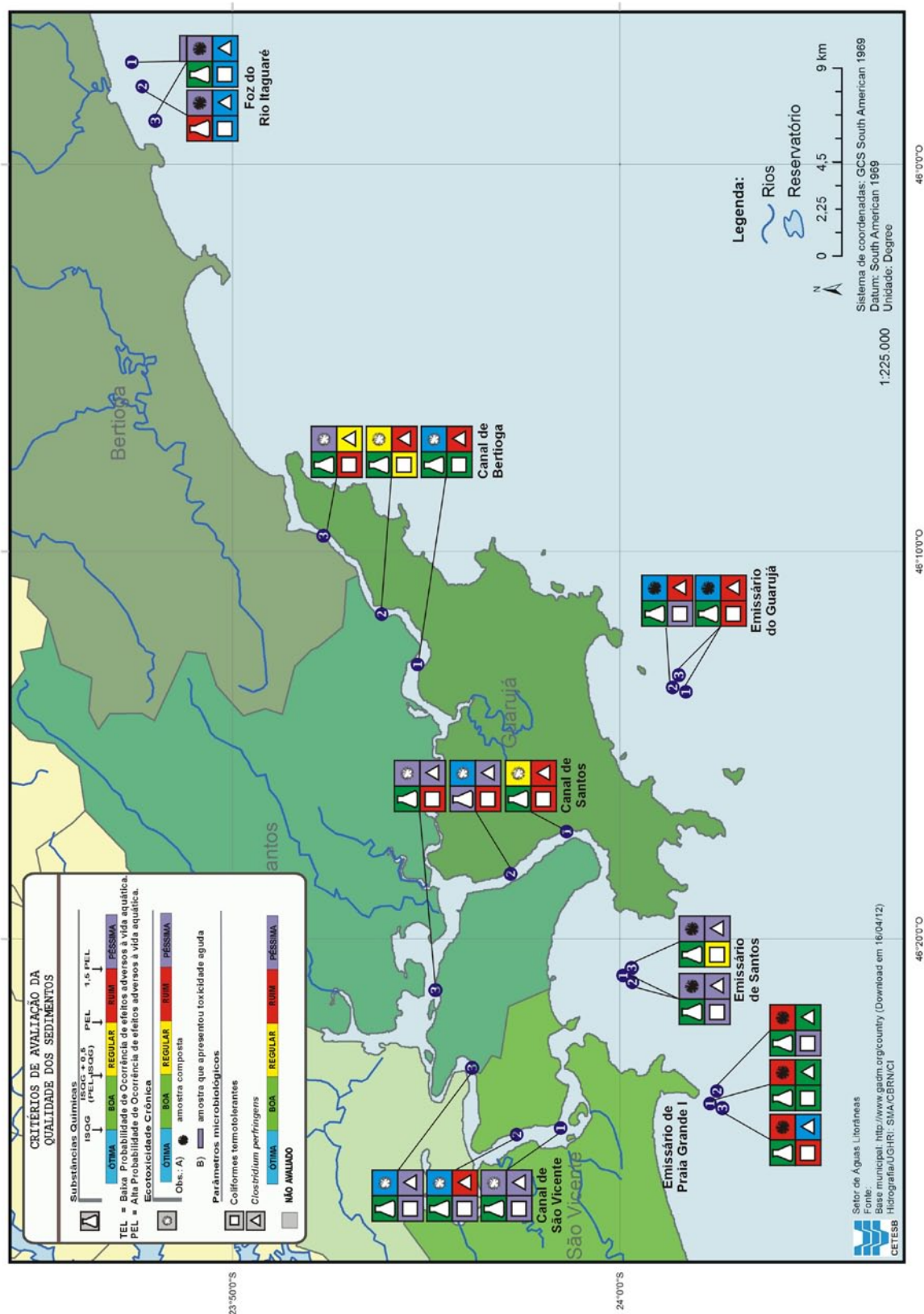
As porcentagens de áreas Péssimas foram iguais, mas a categoria Ruim apresentou porcentagem bem superior para o *Clostridium perfringens* (22%) em relação aos coliformes termotolerantes (8%), indicando que no sedimento a maior contaminação se refere à poluição fecal mais antiga.

Os mapas 4.5, 4.6, 4.7 e 4.8 mostram as classificações nos diferentes critérios de avaliação da qualidade dos sedimentos das várias áreas nas três regiões do litoral do Estado de São Paulo.

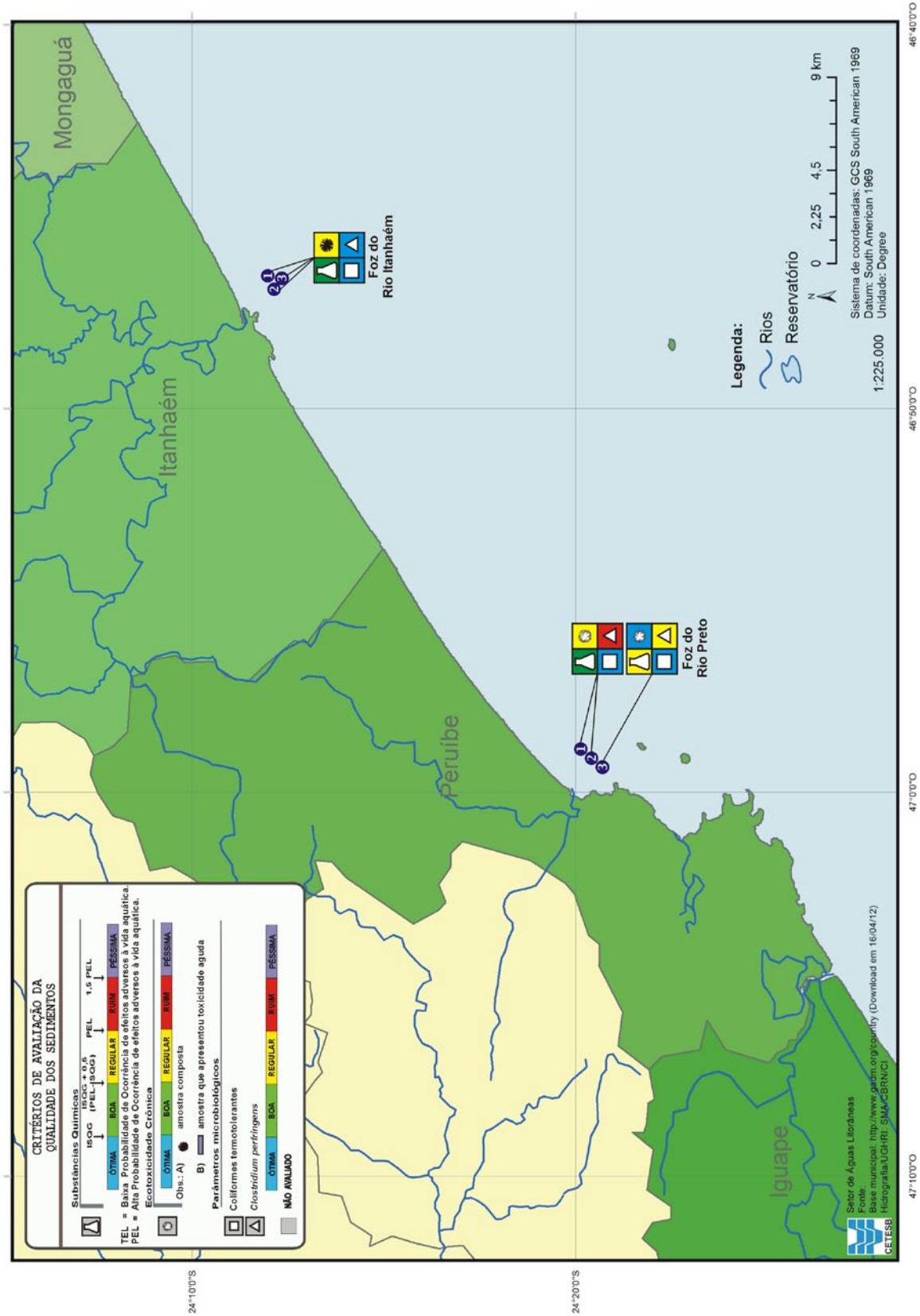
Mapa 4.5 – Critérios de avaliação da qualidade dos sedimentos – Litoral Norte.



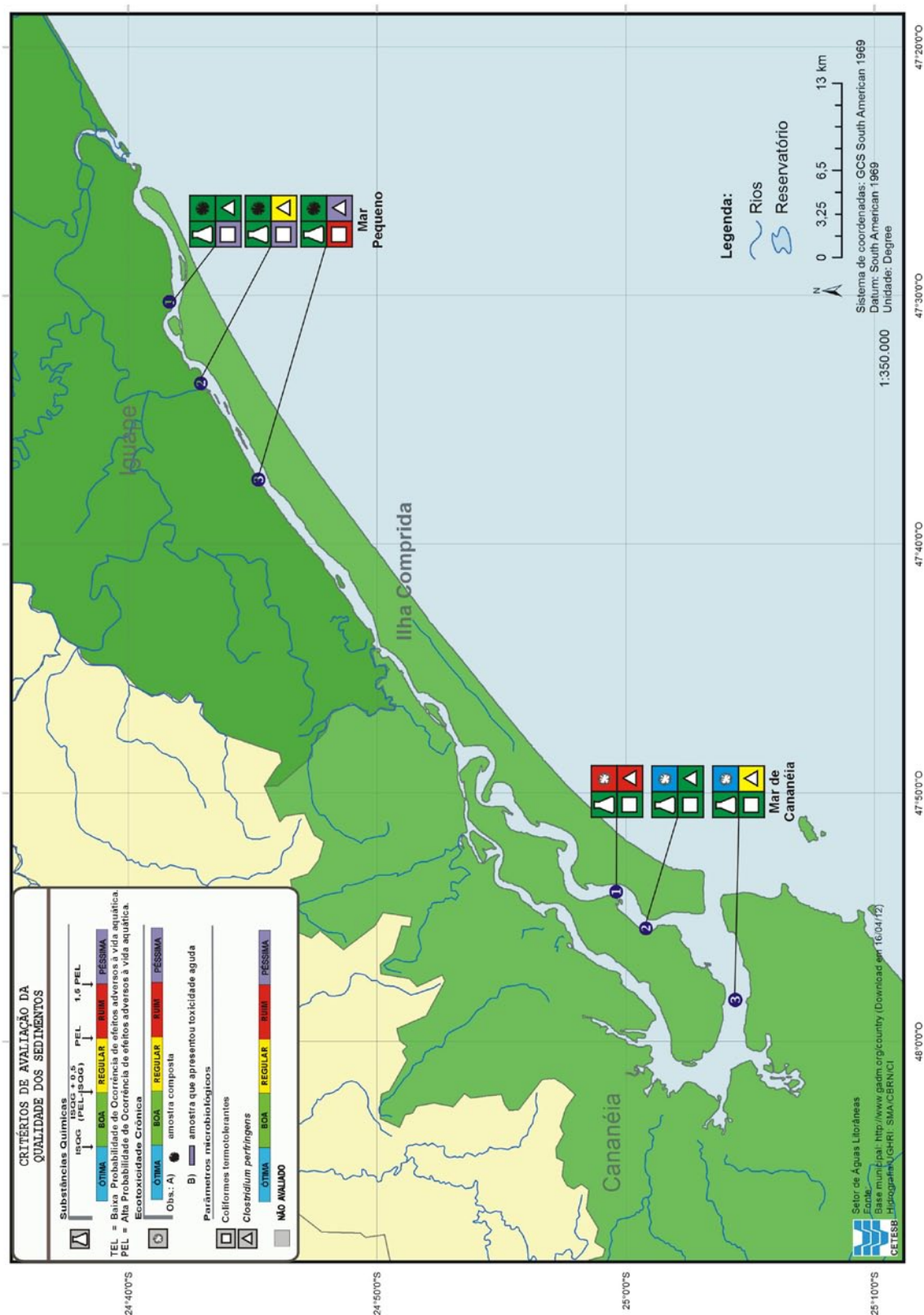
Mapa 4.6 – Critérios de avaliação da qualidade dos sedimentos – Baixada Santista (parte norte).



Mapa 4.7 – Critérios de avaliação da qualidade dos sedimentos – Baixada Santista (parte sul).



Mapa 4.8 – Critérios de avaliação da qualidade dos sedimentos – Litoral Sul.



5 • Emergências Químicas em Águas Costeiras

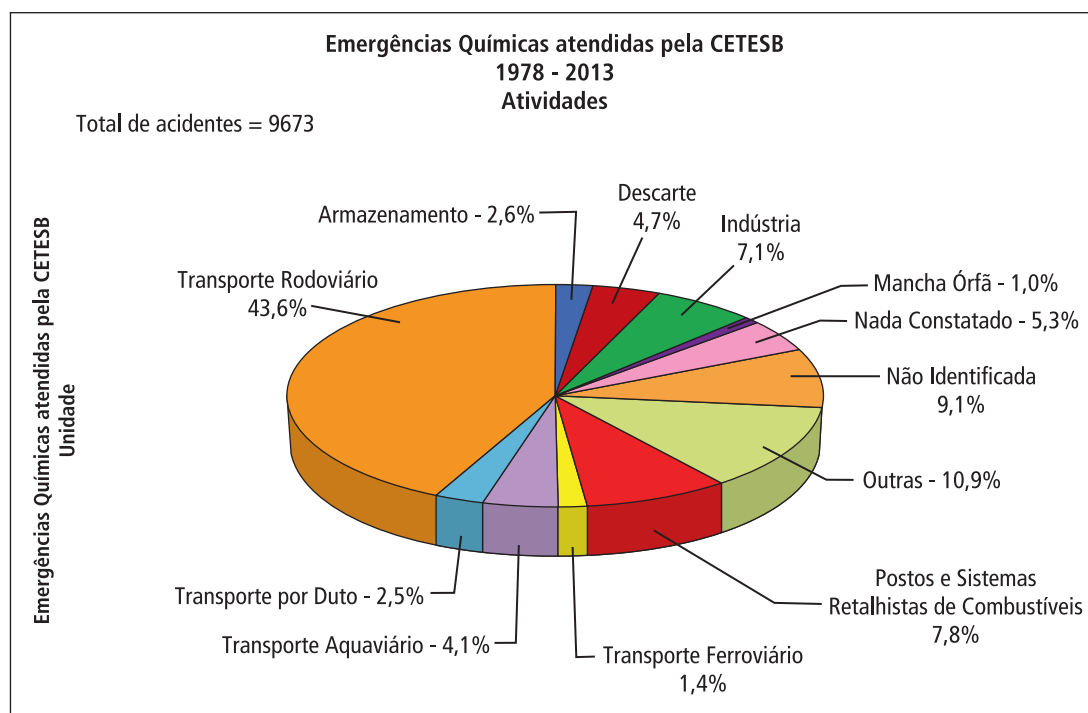
Emergências químicas são acontecimentos ou sequência de eventos inesperados que podem ocorrer em todas as atividades onde são manuseados produtos químicos como indústrias, transporte por rodovias, ferrovias, vias navegáveis, dutos, postos e sistemas retalhistas de combustíveis entre outras fontes. Estes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

A CETESB atua na prevenção, na preparação e nas ações de resposta às emergências químicas, objetivando 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.

5.1 Panorama das principais ocorrências no litoral paulista

De 1978 a 2013, a CETESB registrou 9.673 ocorrências para todo o Estado de São Paulo, conforme consta do Sistema de Informações sobre Emergências Químicas – SIEQ (Gráfico 5.1) e, como pode ser observado, predominam aquelas envolvendo o transporte rodoviário (43,6%).

As atividades potencialmente poluidoras das águas litorâneas compreendem: Transporte Aquaviário (4,1%) envolvendo incidentes com navios petroleiros, quimiqueiros e cargueiros entre outros; Armazenamento (2,6%) relacionados com os terminais petroquímicos e as operações de carga e descarga dos navios e armazenamento de produtos perigosos; e o transporte por dutos (2,5%). Os registros associados com aparecimento de manchas de substâncias oleosas ou químicas cuja origem não foi identificada, também denominada de “mancha órfã”, respondem por pequena porcentagem (1%).

Gráfico 5.1 – Emergências químicas atendidas pela CETESB no período entre 1978 e 2013.

Para este relatório, foram analisados, 201 registros ocorridos no litoral paulista, nos últimos cinco anos, de 2009 a 2013, e selecionados apenas aqueles que contribuíram efetivamente para contaminar as águas marinhas e estuarinas, com substâncias químicas e oleosas, somando o total de 69 casos. A maioria (134 registros restantes) estão associados ao transporte rodoviário e ferroviário, entre outras fontes já citadas.

A distribuição dos 69 registros por região ficou assim caracterizada: Baixada Santista com 54 casos, Litoral Norte com 13 e Litoral Sul com dois. Quanto à origem ou causa da liberação de substâncias químicas e oleosas, para efeitos deste relatório, as ocorrências foram classificadas de maneira simplificada quanto à:

- **Portos e terminais:** abrangendo operações de carga e descarga por meio de tubovias, contêineres, sistemas separadores de água e óleo e queda de maquinário na água em portos e terminais aquaviários;
- **Outras instalações:** abrangendo indústria, refinaria, posto e sistema retalhista de combustível, estação de tratamento de água e outras instalações situadas no retroporto ou no Polo Industrial de Cubatão.
- **Incidentes em navios e outras embarcações:** abrangem naufrágio, fissura no casco, colisão com outra embarcação ou estrutura fixa, falhas mecânicas ou operacionais, falhas na operação de abastecimento com óleo combustível marítimo e retirada de resíduos oleosos,
- **Manchas de origem desconhecida (manchas órfãs):** aparecimento de manchas derivadas de substâncias oleosas ou químicas sem que a fonte de origem tenha sido identificada,
- **Outras fontes:** abrangendo descartes de substâncias químicas ou oleosas relacionados com caminhões ou navios.

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

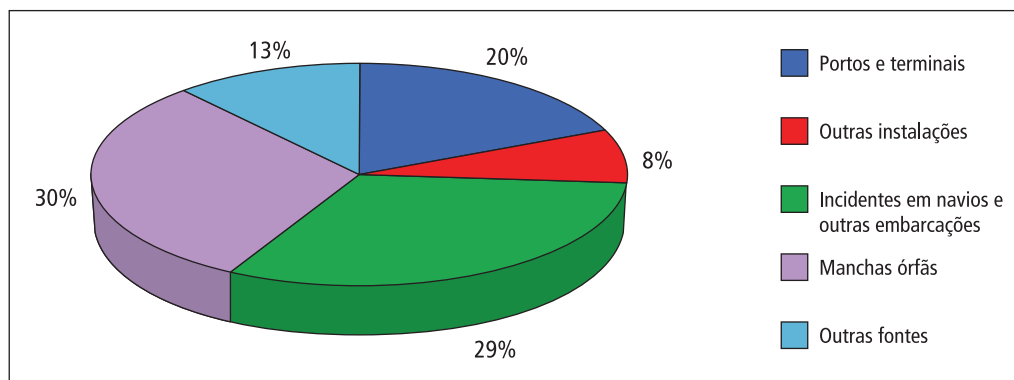


Foto 5.2 – Barça abastecendo navio atracado em terminal de carga com óleo combustível marítimo no Porto de Santos (Fonte: CETESB).



O Gráfico 5.2 a seguir mostra a classificação destes 69 registros que serão comentados na sequência.

Gráfico 5.2 – Distribuição de 69 ocorrências envolvendo liberação de substâncias oleosas e químicas que contaminaram as águas do litoral paulista (2009 a 2013).



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

Analisando o Gráfico 5.2 podemos observar que as ocorrências envolvendo manchas de origem desconhecida, navios e outras embarcações, portos e terminais aquaviários foram as mais frequentes (30%, 29% e 20%).

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

No registro das ocorrências de Santos consta que as manchas foram constatadas próximo à rede de drenagem do Cais do Saboó e do canal de acesso às catraias. Em Cubatão, há o registro de mancha no Rio Cubatão, próximo à Ponte Nove de Abril e no dia seguinte foi constatado vazamento do sistema de armazenamento subterrâneo de combustível de um posto de abastecimento. Em Ubatuba, há casos de avistamentos de manchas de óleo iridescentes no Saco da Ribeira onde ficam fundeadas muitas embarcações de pesca, turismo e lazer.

Os primeiros cadastros do SIEQ da CETESB, para o litoral paulista, são da década de 1980, porém com o aumento da fiscalização nos portos e terminais pelas autoridades portuária, marítima e ambiental e com o advento da Lei federal nº 9.966/2000 que proíbe esta prática, houve aumento crescente destes registros. Pesquisa realizada por Poffo (2008), sobre histórico de ocorrências na região portuária de Santos, entre 1980 a 2006, indicou que 32% (136 registros) dos casos estão associados a este fato.

5.1.1 Navios e outras embarcações

De 2009 a 2013 foram registradas sete ocorrências envolvendo naufrágio de embarcações: duas relacionadas com embarcações em desuso, sendo um pesqueiro no Saco da Ribeira em Ubatuba e o batelão “Japuí”, construído em 1900, utilizado nas atividades de dragagem do Canal de Santos no século passado, atracado no cais do porto (A Tribuna, 2013). Ocorreram dois incidentes envolvendo embarcações de lazer em uma marina no Canal da Bertioga e outra em um late Clube, em São Vicente, ambos após incêndio a bordo.

Foto 5.3 – Embarcação naufragada em marina no Canal da Bertioga cercada por barreiras para reter espalhamento da mancha de óleo (Fonte: CETESB).



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

Além dos casos de naufrágio, entre as causas identificadas constam fissuras em casco de navio, problemas com válvulas de fundo, falhas operacionais com perda de óleo hidráulico de cargueiros, bem como falhas ocorridas durante operação de abastecimento por óleo combustível marítimo dos navios na região portuária de Santos, por barcaças e retirada de resíduo oleoso por caminhão ou barcaça.

Destaca-se o incidente ocorrido em maio de 2009, envolvendo colisão de dois navios cargueiros no Porto de Santos e uma barcaça especializada em abastecimento de óleo combustível marítimo, devido à tempestade que ocorreu no período da tarde, com queda de granizo inclusive. A Base Aérea de Santos registrou rajadas de ventos de 70 km/h (35 nós). Além do vazamento de óleo houve também queda de soja nas águas do estuário e os terminais de grãos envolvidos ficaram seriamente danificados (informações disponíveis em www.novomilenio.inf.br/santos/h0218n.htm - acessado em jan/2014).

5.1.2 Portos e terminais

Estão aqui relacionados os incidentes ocorridos no Porto de São Sebastião (cais comercial e no terminal marítimo de petróleo) e no Porto de Santos (cais público, terminais de grãos, de contêineres, de veículos, terminais químicos e de petróleo).

Dos 14 registros, a maioria está relacionada com a região de Santos, o que é proporcional às dimensões do maior porto da América Latina. De acordo com informações da CODESP – Cia Docas do Estado de São Paulo, o porto possui 62 terminais privados para operação de mercadorias diversas, 59 berços de atracação, sendo 49 públicos e 10 privados (disponível em www.portodesantos.com.br/imprensa.php?pagina=art1 acessado em jan/2014).

Entre as causas destes incidentes estão as falhas operacionais e mecânicas durante operações de carga e descarga de substâncias oleosas e de produtos químicos entre os terminais e os navios, falhas no sistema de armazenamento destes produtos, extravasamento de sistema separador de água e óleo e inclusive queda de maquinário (guindastes) na água durante manobras no cais.

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

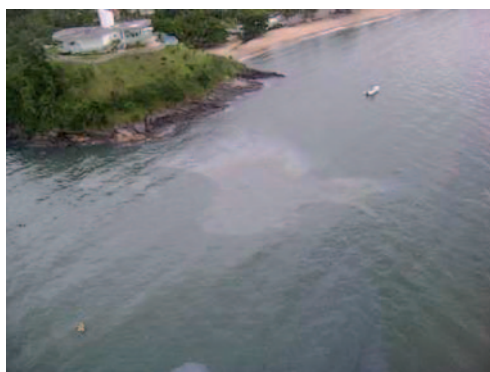
Entre os produtos químicos envolvidos nestas ocorrências, que também atingiram as águas do estuário, provenientes de terminais de contêineres e dos terminais químicos estão: peróxido de hidrogênio (número ONU 2015), ácido fosfórico (ONU 1805), óleo de laranja ou d-limoneno (ONU 2053) e metilato de sódio - solução alcoólica (ONU 1289). Informações sobre características destes produtos podem ser acessadas no Manual de Produtos Químicos da CETESB, disponível em: <http://www.cetesb.sp.gov.br/gerenciamento-de-riscos/emergencias-quimicas/258-manual-de-produtos-quimicos>

Há outros episódios registrados pela CETESB envolvendo navios e terminais, porém não foram incluídos neste texto porque o produto vazado ficou restrito ao navio ou à área interna do terminal.

O caso que mais se destacou em Santos, no período analisado, foi o incêndio em um Terminal de Açúcar, em 18.10.2013, que assumiu grandes proporções, com perda total de três armazéns, causando sérios prejuízos à instalação afetada e pânico na cidade além da poluição ambiental. A água e a espuma usadas no combate ao fogo, misturadas com grande quantidade de açúcar queimado atingiram o Canal de Santos pelas canaletas de água pluvial. Houve mortalidade de peixes como bagre, robalo, baiacu, linguado, parati e mero boiando nas imediações do cais, como também camarões e siris, segundo técnicos da CETESB.

Em São Sebastião, ressalta-se o vazamento de óleo combustível marítimo do tipo MF 380 (ONU 3082) em 05.04.2013, devido à falha operacional em um duto sobre o píer do Terminal Marítimo. Trata-se de um produto viscoso, pouco volátil. Estima-se que tenham vazado aproximadamente 3.500 litros do produto para o mar.

Foto 5.4 – Mancha de óleo no Canal de São Sebastião dois dias após o vazamento de abril/2013 (Fonte: CETESB).



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

Estruturas e embarcações de uma marina situada entre a praia do Arrastão e Portal da Olaria também foram afetadas. Foram encontrados crustáceos mortos nestas praias. Duas culturas de mexilhões foram prejudicadas, uma próxima à praia das Cigarras e a outra na Cocanha.

Foi acordado perante o Ministério Público que proprietários seriam indenizados e os mexilhões retirados do mar e destinados para aterro sanitário como resíduo. A proposta de promover destinação oceânica destes organismos não foi aceita.

Foto 5.5 – Maricultura afetada pelo vazamento de óleo de abril/2013 perto da Praia das Cigarras, São Sebastião (Fonte CETESB).



Coube ao terminal efetuar coletas de água, sedimento e de mexilhões para avaliação de teores de hidrocarbonetos poliaromáticos (HPA) e hidrocarbonetos totais entre outros parâmetros. A empresa poluidora foi multada pela CETESB.

5.1.3 Outras instalações

Os cinco registros aqui considerados ocorreram em Cubatão, envolvendo posto de combustível, a refinaria, um terminal terrestre de petróleo e uma estação de tratamento de água.

Com exceção do primeiro caso, os demais incidentes ocorreram em fevereiro e março de 2013, decorrentes das fortes chuvas que caíram na região. A força das águas e da “corrida” de lama proveniente da Serra do Mar causaram transbordamento dos rios Pilões e Cubatão, inundações em áreas urbanas, interdição da Rodovia dos Imigrantes, sérios danos à Estação de Tratamento de Água do Rio Pilões, e extravasamento do sistema de tratamento de efluentes (mistura água e óleo) da refinaria e do terminal de petróleo e derivados.

Medidas de contenção destas duas instalações não foram suficientes para deter a contaminação ambiental. Manchas de substâncias oleosas deslocaram-se sentido Canal de Piaçaguera até imediações de Alemoa, Santos.

Foto 5.6 – Contenção e recolhimento de mancha de óleo no Rio Cubatão (Fonte: CETESB)



Outro evento perigoso envolveu cinco cilindros de cloro (ONU 1017), com 900 kg cada, os quais foram levados da Estação de Tratamento de Água de Pilões, pela correnteza, sendo encontrados cerca de sete dias depois nas imediações da Vila dos Pescadores, situada às margens do Rio Casqueiro, e de Vicente de Carvalho, às margens do Canal de Santos, na margem do Guarujá. Alguns estavam boiando outros estavam semi-enterrados na lama, com a válvula de segurança rompida.

Cabe comentar que o desaparecimento dos cilindros não foi devidamente comunicado às autoridades competentes. Se o vazamento do cloro tivesse ocorrido perto de crianças, adultos ou animais teria causado problemas graves de saúde pública, por tratar-se de um produto químico muito perigoso.

5.1.4 Outras fontes

Os nove casos restantes referem-se ao vazamento de substâncias químicas e oleosas por instalações industriais, incidentes com caminhões e descarte de tambores no mar. Serão comentados os mais significativos.

Os dois primeiros registros de descarte de tambores no mar, provavelmente de navios, ocorreram no litoral sul paulista e poderiam estar correlacionados. Em 07.01.2009, a CETESB foi informada sobre a contaminação de 40 km das praias da Ilha Comprida por óleo no aspecto intemperizado (em processo de degradação). Em Cananéia, em 13.02.2009, foram encontrados 25 tambores de óleo vazios na Praia da Laje, Marujá - Parque Estadual da Ilha do Cardoso, trazidos pelo mar. Como o nome do fabricante estava bem visível, a empresa foi contatada e os tambores recolhidos.

Em Cubatão, também em 2009, moradores da Vila Elisabeth viram o motorista de um caminhão descarregando resíduo oleoso em um córrego perto do Rio Cubatão de madrugada e avisaram as autoridades. Estima-se que tenha sido descartado 4.000 L, os quais demandaram dois dias para limpeza do local.

Em Santos (2010) foi detectado o descarte de produto identificado posteriormente como ácido fosfórico (ONU 1805) no sistema de drenagem da área portuária, atingindo as águas do estuário e formando uma mancha branca.

Em Ilhabela (2011) moradores encontraram tambores de 20 L, de solventes para limpeza de motor de navio, de origem italiana, na Praia do Sino. Apesar de estarem bem amassados e incrustado por cracas, havia vestígio do produto no seu interior, misturado com água do mar. Todos foram retirados e destinados adequadamente.

A ocorrência que provocou maior dano ambiental, entre as anteriormente citadas nesta categoria, foi o tombamento de caminhão-tanque transportando óleo diesel marítimo (ONU 1202) na Rodovia SP 55 – Dr. Manuel Hipólito Rego ou “Rio-Santos”, em São Sebastião, no dia 06.09.2012, derramando 15.000 L do produto na pista. O óleo seria levado para um posto combustível flutuante em Ubatuba.

A maior parte do produto escoou pelo sistema de drenagem da pista atingindo o Rio do Canto do Moreira e seguiram por outros córregos, passando pelo interior de condomínios, até atingir o canto sul da praia de Maresias e a beira mar. O forte odor do óleo diesel causou mal estar nos moradores e usuários desta região, que é muito frequentada. Houve danos à flora e fauna aquática, destacando-se mortalidade de crustáceos nos córregos afetados.

Foto 5.7 – Crustáceos mortos encontrados nos córregos contaminados em Maresias (Fonte: CETESB).



Por ter ocorrido na véspera de um feriado prolongado, houve grande congestionamento na rodovia, dificultando o acesso às equipes de emergência. O caminhão derrubou um poste de energia elétrica, deixando os bairros próximos sem luz. Os bombeiros jogaram espuma nas manchas de óleo que estavam na pista e depois foi feito jateamento com água e desengraxante pelas equipes especializadas em ações de resposta, para limpar a rodovia, com os devidos cuidados para que o resíduo não escoasse para os córregos.

O óleo diesel marítimo é um hidrocarboneto leve, inflamável, moderadamente volátil. Se inalado, em grandes concentrações, pode causar irritação das vias aéreas superiores, dores de cabeça, náuseas e tonturas. Derramamentos deste produto no corpo d'água, forma películas superficiais iridescentes. É moderadamente tóxico à vida aquática.

A CETESB multou a empresa transportadora responsável pelo caminhão-tanque, acompanhou todo o trabalho de contenção e recolhimento do produto vazado no trecho terrestre e aquático, inclusive as ações de limpeza e acondicionamento de resíduos oleosos.

Técnicos da CETESB fizeram coletas de amostras de água e do sedimento do Rio do Canto do Moreira e dos córregos, para realização de testes de toxicidade aquática bem como para avaliação de teores de compostos orgânicos voláteis (VOC) e hidrocarbonetos poliaromáticos (HPA) entre outros parâmetros. O monitoramento ambiental e ações de remediação tiveram continuidade por parte de empresas contratadas pelo poluidor.

Foto 5.8 – Coleta de amostras de água no Rio Canto do Moreira que deságua na Praia de Maresias (Fonte: CETESB).



5.1.5 Volume vazado

Analizando os registros obtidos quanto à estimativa de volume vazado, apenas para as ocorrências envolvendo substâncias oleosas, na Baixada Santista e Litoral Norte, os dados da Tabela 5.1 comparam registros de 1995 a 2013, divididos de cinco em cinco anos.

A caracterização proposta quanto à classificação por volume em três categorias: inferior a 8 m³, menor ou igual a 200 m³, maior que 200 m³ está relacionada com a Resolução CONAMA nº 398/2008, que dispõe sobre o conteúdo mínimo do Plano de Emergência Individual a vazamentos de óleo, na qual são considerados pequenos vazamentos aqueles que liberaram até 8 m³, de médio porte entre 8 e 200 m³ e de maior porte os superiores a 200 m³.

Tabela 5.1 – Distribuição de ocorrências envolvendo substâncias oleosas para Baixada Santista e Litoral Norte (1995 a 2013).

Vol.	1995/1999	2000/2004	2005/2009	2010/2013	Total
< 8 m ³	25	27	43	19	114 (46%)
< 200 m ³	5	2	1	1	9 (2,5%)
> 200 m ³	0	1	0	0	1 (0,5%)
N estim.	13	53	36	13	125 (51%)
Total	43	83	80	43	249 (100%)

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

Observa-se que do total obtido (249 casos), a maioria (125 casos ou 51%) se refere a volumes não estimados, ou seja, não foi possível calcular a quantidade de produto liberado. Esta categoria está diretamente relacionada com as manchas de origem não identificada. Na sequência se destacam os casos com volumes inferiores a 8 m³ (114 casos ou 46%) e, cabe esclarecer que na maior parte das ocorrências, este valor não ultrapassa 1 m³.

As ocorrências com volumes vazados entre 8 m³ e 200 m³ são pouco frequentes (9 casos ou 2,5%) e, menor ainda aquelas que ultrapassam os 200 m³. O único incidente registrado neste período foi em fevereiro de 2004, quando do rompimento do oleoduto entre São Sebastião e Cubatão, nas imediações da Praia de Guaecá, São Sebastião, cujo volume de petróleo vazado foi estimado em 233 m³.

No litoral brasileiro os casos de maior porte envolveram encalhes de petroleiros em áreas portuárias de São Paulo e Rio de Janeiro, com perda de 6.000 toneladas:

- *Takimiya Maru* (1974) no Canal de S. Sebastião - SP,
- *Tarik Ibn Ziyad* (1975) na Baía da Guanabara - RJ e
- *Brazilian Marina* (1978), também em S. Sebastião.

Para obter mais informações sobre ocorrências envolvendo derrames de óleo no litoral paulista, acesse a página da CETESB: <http://www.cetesb.sp.gov.br/userfiles/file/emergencias-quimicas/panorama-geral/Principais-ocorrencias-litoral-paulista.pdf>

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

É possível acessar informações sobre 1.013 produtos químicos; artigos técnicos; manuais sobre Gestão de Riscos Químicos e sobre Limpeza de Ambientes Costeiros Contaminados por Óleo como dados sobre ocorrências atendidas. Acesse: www.cetesb.sp.gov.br/gerenciamento-de-riscos/emergencias-quimicas/259-home

Colaboração:

Biól. Iris Regina F. Poffo
Setor de Atendimento a Emergências

5.2 Vazamento de óleo proveniente de linha de duto do TEBAR – Terminal Almirante Barroso, São Sebastião, SP.

Em 05 de abril de 2013, o Centro de Controle de Desastres e Emergências Químicas da CETESB – Companhia Ambiental do Estado de São Paulo, foi notificada pela Transpetro – Petrobras Transporte S.A., sobre um vazamento de óleo proveniente de uma linha de duto que liga um dos tanques do TEBAR – Terminal Almirante Barroso, ao píer deste terminal. O Centro de Controle notificou, de imediato, os técnicos de plantão do Setor de Atendimento a Emergências, assim como a técnica de plantão da Agência Ambiental de São Sebastião que se envolveram no atendimento a esta emergência nos dias subsequentes.

O vazamento ocorreu por uma flange de uma válvula após a substituição de um trecho de um duto de 12 polegadas (foto 5.9). A flange, de seis polegadas, que deveria ser fechada após o reparo, permaneceu aberta. Quando do preenchimento do duto com óleo combustível do tipo *Marine Fuel* 380, houve o vazamento de uma quantidade informada pela Transpetro de cerca de 3.500 litros pela válvula o qual atingiu o mar.

Apesar dos esforços da Transpetro em conter e remover o óleo próximo à fonte do vazamento com utilização de barreiras de contenção e barcaça recolhadora, parte do óleo vazado deslocou-se na direção norte, influenciado pelas correntes marinhas atuantes no momento. Estas manchas tinham preponderantemente, o aspecto de filetes de coloração iridescente a prateada (foto 5.10).

Foto 5.9 – Detalhe da válvula por onde houve o vazamento de óleo.



Foto 5.10 – Mancha de óleo na forma de filetes nas proximidades da praia do Pontal da Cruz, São Sebastião.



Em decorrência deste deslocamento, praias ao norte do TEBAR foram atingidas destacando-se as praias Deserta, Pontal da Cruz, Arrastão e Cigarras (município de São Sebastião) (Foto 5.11) e Capricórnio, Massaguaçu, Cocanha e Mococa (município de Caraguatatuba). Manchas de óleo foram avistadas sobre culturas de mexilhões das proximidades da praia das Cigarras e da Cocanha (Foto 5.12). Costões rochosos foram também atingidos, destacando-se os da região costeira da Ponta do Arpoador no município de São Sebastião.

Foto 5.11 – Vista noturna da praia das Cigarras, contaminada com óleo.



Foto 5.12 – Mancha de óleo sobre balsas de mexilhão das proximidades da Praia das Cigarras.



Em função do cenário apresentado, foram estabelecidas no âmbito do comando unificado da emergência composto pela Transpetro, CETESB e IBAMA, ações emergenciais no sentido de minimizar os impactos do derrame.

Sobrevoos periódicos foram feitos diariamente no sentido de conhecer o cenário propiciando assim, traçar ações de resposta. As manchas, em sua grande maioria de coloração prateada e iridescente, foram removidas com utilização de barreiras absorventes. Embarcações rebocavam tais barreiras que eram movimentadas sobre as manchas para absorver o óleo (Foto 5.13).

Foto 5.13 – Manchas de óleo prateadas e iridescentes sendo removidas com utilização e barreiras absorventes.



Foram realizadas atividades de remoção do óleo nas praias atingidas. Na praia das Cigarras, a mais contaminada, foram aplicadas barreiras absorventes na linha de maré visando absorver frações do óleo que desprendia do sedimento. Simultaneamente, a areia contaminada era removida manualmente com utilização de rodos e pás (Foto 5.14). O resíduo era acondicionado em *big bags* para posterior encaminhamento e armazenamento temporário nas dependências da Transpetro (Foto 5.15). Nas demais praias, o óleo chegou com um aspecto de pelotas as quais eram também removidas manualmente.

Foto 5.14 – Remoção manual de areia contaminada com óleo.



Foto 5.15 – Acondicionamento de resíduo sólido oleoso em big bags.



Após observações em campo, foi feito contato com o Setor de Águas Litorâneas da CETESB que foi informado sobre a presença de óleo nas praias anteriormente mencionadas. Com base nos relatos, algumas praias foram consideradas impróprias para o banho e suas bandeiras de balneabilidade foram alteradas, como foi o caso das praias do Arrastão e Cigarras.

O óleo aderido aos costões rochosos era desprendido conforme a oscilação das marés, provocando manchas de coloração prateada e iridescente nas adjacências das superfícies rochosas (Foto 5.16). Nestes locais, foram aplicadas barreiras absorventes com o intuito de controlar o despredimento e remover estas manchas de espessura mais fina (Foto 5.17).

Foto 5.16 – Presença de manchas nas proximidades de costões rochosos.



Foto 5.17 – Aplicação de barreiras absorventes junto aos costões visando absorver o óleo que se desprendia da superfície rochosa.



No caso das culturas de mexilhões, assim que foi constatada a presença de manchas sobre ou nas proximidades destas, a CETESB estabeleceu contato a Vigilância Sanitária do município de São Sebastião. O IBAMA por sua vez, fez contato com a Secretaria de Pesca do município de Caraguatatuba, informando possível contaminação dos frutos do mar.

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

Posteriormente às ações emergenciais acima descritas, os trabalhos subsequentes de vistoria e limpeza dos locais atingidos foram sistematicamente acompanhados pelas agências ambientais de Ubatuba e São Sebastião, sendo que esta última lavrou Auto de Imposição de Penalidade de Multa à Transpetro no valor de R\$ 10.000.000,00 (Dez Milhões de Reais).

Colaboração

Biól. Carlos Ferreira Lopes
Setor de Atendimento a Emergências

Conclusões

Águas Salinas e Salobras

A rede de qualidade de água costeira da CETESB abrange 59 pontos de amostragem em 19 áreas distribuídas ao longo do litoral do estado de São Paulo sendo oito no Litoral Norte, nove na Baixada Santista e duas no litoral sul. Dessas áreas cinco são de água salobra, e as outras de água salina.

A partir dos resultados obtidos no monitoramento das águas costeiras em 2013, é possível concluir que as áreas monitoradas que apresentaram a melhor qualidade estão localizadas no Litoral Norte e correspondem a ambientes marinhos pouco influenciados pela água doce continental. As porcentagens de áreas classificadas como Boa foi de 39% e classificadas como Ótima foi de 28%.

As maiores alterações na qualidade das águas foram observadas nos canais de São Vicente, Santos e Bertioga, seguidos das áreas de influência dos emissários de Santos e da Praia Grande e o mar Pequeno. Nestes ambientes, os principais parâmetros responsáveis pela piora da qualidade foram: as concentrações de clorofila *a* principalmente em ambientes de água salina, oxigênio dissolvido, principalmente em águas salobras, além de carbono orgânico total, fósforo e contaminação microbiológica, indicando poluição principalmente por esgotos domésticos.

Neste ano foram constatados altos valores de alumínio e ferro dissolvidos, o que provavelmente indica arraste de solo por meio de chuvas intensas. Essas concentrações não haviam sido observadas em anos anteriores.

Concluindo, em 2013, foi observada uma melhora na qualidade das águas salobras e salinas, com aumento das áreas classificadas como Ótimas e Boas, principalmente, no Litoral Norte. Em relação aos sedimentos, não houve alterações da qualidade química. Os resultados ecotoxicológicos também não apresentaram alteração no Litoral Norte e Sul, no entanto, tiveram uma expressiva piora na Baixada Santista, que retornou aos níveis de 2011.

Referências

AB'SABER, A.N. et al. **Glossário de ecologia**. São Paulo: Academia de Ciências do Estado de São Paulo: CNPq: FAPESP: Secretaria da Ciência e Tecnologia, 1987. 271p.

ABNT. **NBR 10664**: águas - determinação de resíduos (sólidos) - método gravimétrico. Rio de Janeiro, 1989.

ABNT. **NBR 9896**: glossário de poluição das águas. Rio de Janeiro, 1993.

ABNT **NBR 15350**: ecotoxicologia aquática - toxicidade crônica de curta duração - método de ensaio com ouriço-do-mar (Echinodermata - Echinoidea). Rio de Janeiro, 2006. 17p.

ABNT **NBR 15638**: qualidade da água - determinação da toxicidade aguda de sedimentos marinhos ou estuarino com anfípodos. Rio de Janeiro, 2008. 19p.

ALMEIDA, F. V. **Bases técnico-científicas para o desenvolvimento de critérios de qualidade de sedimentos referentes a compostos orgânicos persistentes**. 2003. 149 f.. Tese (Doutorado) - Instituto de Química, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2003.

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. 84f.. Dissertação (Mestrado em Tecnologia Nuclear) - Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares, São Paulo, 2006.

ALVES, R. G.; GORNI, G.R. Naididae species (Oligochaeta) associated with submersed aquatic macrophytes in two reservoirs (São Paulo, Brazil). **Acta Limnol. Bras.**, v.19, n.4, p.407-413, 2007.

AMAZONAS, D.; CARVALHO, M. C.; MORANDINI, M.; LAMPARELLI, M. C. Ocorrência de *Ceratium furcoides* (Levander) Langhans 1925 em Reservatórios do Estado de São Paulo, SP – Brasil. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE FICOLOGIA, 14., 2012. **Anais...** 2012. (formato digital).

ANDRONIKOVA I. N. Zooplankton characteristics in monitoring of Lake Ladoga. **Hydrobiologia**, v.322, p.173-179, 1996.

_____. **Standard Methods for examination of water and wastewater**. 22. ed. Washington, DC: APHA, 2012. 1360p. ISBN 978-087553-013-0

_____. Section 9221. Multiple tube fermentation technique for members of the coliform group. In: _____ **Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater**, 22. ed. Washington, DC: APHA, 2012.

ARTY, H. W. (Ed.). **Dicionário de ecologia e ciências ambientais**. São Paulo: Melhoramentos, 2001. 583p.

AZEVEDO, F. A.; CHASUM, A. A. M. (Ed.). **Metais: Gerenciamento da toxicidade**. São Paulo: Atheneu Editora, 2003.

BARBOUR, M. T. et al. **Revision to rapid bioassessment protocols for use in streams and rivers: periphyton, benthic, macroinvertebrates, and fish**. Washington, DC: EPA, 1997. (EPA 841-D-97-002).

BATALHA, B. L. **Glossário de engenharia ambiental**. Brasília: DNPM, 1986. 119p.

BERBEL, G. B. B. **Estudo do fósforo sedimentar e de suas especiações químicas em dois sistemas costeiros e Plataforma Continental Sudeste (Brasil) e Baía do Almirantado (região antártica) considerando suas relações biogeoquímicas** [online]. São Paulo: Instituto Oceanográfico, Universidade de São Paulo, 2008. Tese de Doutorado em Oceanografia Química e Geológica. Disponível em: <<http://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/21/21133/tde-25062008-152427/>>. Acesso em: 04 abr. 2013

BÉRGAMO, A. L. **Características da hidrografia, circulação e transporte de sal: Barra de Cananéia, sul do Mar de Cananéia e Baía de Trapandé**. 2000. 254f.. Dissertação (Mestrado em Oceanografia Física) - Instituto Oceanográfico, Universidade de São Paulo. São Paulo. 2000

BIESINGER, K. E.; CHRISTENSEN, G. M. Effects of various metals on survival, growth, reproduction, and metabolism of *Daphnia magna*. **J. Fish. Res. Board of Canada**, v.29, n.12, p.1691-1700, 1972.

BONANI, F. **Avaliação de deformidades morfológicas em larvas de *Chironomus* (Diptera, Chironomidae) na bacia do rio Piracicaba e sua aplicação no biomonitoramento**. 2010. 80f.. Dissertação (Mestrado) - Centro de Ciências Biológicas e da Saúde, UFSCar, São Carlos, 2010.

BONILLA, S., AUBRIOT, L., SOARES, M. C. S., GONZALEZ-PIANA, M., FABRE, A., HUSZAR, V.L.M., LÜRLING, M., ANTONIADES, D., PADISÁK, J., KRUK, C. What drives the distribution of the bloom-forming cyanobacteria *Planktothrix agardhii* and *Cylindrospermopsis raciborskii*? **FEMS Microbiology Ecology**, n.79, p.594-607, 2012.

BOTELHO, M. J. C. et al. **Desenvolvimento de índices biológicos para o monitoramento em reservatórios do Estado de São Paulo**. São Paulo: CETESB, 2005.

BOTTA-PASCOAL, C. M. R.; ROCHA, O.; ESPÍNDOLA, E. L. G. Avaliação e identificação da toxicidade do sedimento no Reservatório de Salto Grande, SP. In: ESPÍNDOLA, E. L. G.; LEITE, M. A.; DORNFELD, C. B. (Org.). **Reservatório de Salto Grande (Americana, SP): caracterização, impactos e propostas de manejo**. São Carlos: RiMa, 2004. cap.18, p.339-357.

BRAILE, P. M.; CAVALCANTI, J. E. **Manual de Tratamento de Águas Residuárias Industriais**. São Paulo: CETESB, 1993.

BRANDÃO, L. H., DOMINGOS, P. Fatores ambientais para a floração de cianobactérias tóxicas. **Saúde e Ambiente em Revista**, n.1, v.2, p.40-50, 2006.

BRASIL. Ministério da Agricultura. Portaria nº 329, de 02 de setembro de 1985. [Proíbe, em todo território nacional, a comercialização, o uso e a distribuição dos produtos agrotóxicos organoclorados, destinados à agropecuária, dentre outros]. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, Poder Executivo, Brasília, DF, 03 set. 1985. Seção 1, p.12941. Disponível em: <<http://extranet.agricultura.gov.br/sislegis-consulta/consultarLegislacao.do?operacao=visualizar&id=7321>>. Acesso em: abr. 2008.

BRASIL. Ministério de Minas e Energia. DNAEE. **Inventário das estações fluviométricas**. Brasília, 1995.

BRASIL. Ministério da Saúde. FUNASA. Portaria nº 1469, de 29 de dezembro de 2000. Estabelece os procedimentos e responsabilidades relativos ao controle e vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade, e dá outras providências. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, Poder Executivo, Brasília, DF, 10 jan. 2001. Seção 1. Disponível em: <<http://e-legis.anvisa.gov.br/leisref/public/showAct.php?id=50&word=>>>. Acesso em: abr. 2007.

BRASIL. Ministério da Saúde. Portaria nº 2914, de 12 de dezembro de 2011. Dispõe sobre os procedimentos de controle e de vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade. **Diário Oficial da República Federativa do Brasil**, Poder Executivo, Brasília, DF, 14 dez. 2011. Seção 1, p.39-46.

BRASIL. Ministério do Desenvolvimento Urbano e Meio Ambiente. CONAMA. Resolução nº 344, de 25 de março de 2004. Estabelece diretrizes gerais e os procedimentos mínimos para a avaliação do material a ser dragado em águas jurisdicionais brasileiras, e dá providências. **Diário Oficial da União: República Federativa do Brasil**, Poder Executivo, Brasília, DF, 07 maio 2004. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=445>>. Acesso em: 16 jun. 2010.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. CONAMA. Resolução nº 357, de 17 de março de 2005. Dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento, bem como estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes, e dá outras providências. **Diário Oficial da União: República Federativa do Brasil**, Poder Executivo, Brasília, DF, n.53, 18 mar. 2005. Seção 1, p.58-63. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=459>>. Acesso em: 16 jun. 2010.

BRASIL. Comissão Mista do Saneamento. Lei ordinária nº 11.445, de 05 de janeiro de 2007. Estabelece diretrizes nacionais para o saneamento básico; altera as leis 6.766, de 19 de dezembro de 1979, 8.036, de 11 de maio de 1990, 8.666, de 21 de junho de 1993, 8.987, de 13 de fevereiro de 1995; revoga a lei 6.528, de 11 de maio de 1978; e dá outras providências. **Diário Oficial da União: República Federativa do Brasil**, Poder Legislativo, Brasília, DF, 08 jan. 2007. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2007-2010/2007/Lei/L11445.htm>. Acesso em: abr. 2007.

BRASIL. Presidência da República - Lei nº 11.936 de 14 de Maio de 2009. Proíbe a fabricação, a importação, a manutenção em estoque, a comercialização e o uso de diclorodifeniltricloroetano (DDT) e dá outras providências. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, 15 de Maio de 2009.

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

- BRIGAGÃO, C. **Dicionário de ecologia**. Rio de Janeiro, 1992. 340p.
- BRINKHURST, R.O.; MARCHESE, M.R. **Guia para la identificación de oligoquetos acuáticos continentales de sud y centroamerica**. 2.ed. Santo Tomé: INALI, 1992. 207p. (Colección CLIMAX, 6)
- BRUGNOLI, E. et al. Golden mussel *Limnoperna fortunei* (Bivalvia: Mytilidae) distribution in the main hydrographical basins of Uruguay: update and predictions. **An. Acad. Bras. Ci.**, v.77, n.2, p.235-244, 2005.
- BURATINI-MENDES, S. V. **Efeitos do meio de cultivo sobre a sobrevivência, reprodução e sensibilidade de *Ceriodaphnia dubia***. 2002. 90f.. Dissertação (Mestrado) - Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, 2002.
- BURGESS, R. M.; SCOTT, K. J. The significance of in-place contaminated marine sediments on the water column: processes and effects. In: _____. **Sediment toxicity assessment**. Boca Raton: Lewis, 1992. p.29-163.
- BURT, J.; CIBOROWSKI, J. J. H.; REYNOLDS, T. B. Baseline incidence of mouthpart deformities in Chironomidae (Diptera) from the Laurentian Great Lakes, Canada. **J. Great Lakes Res.**, v.29, n.1, p.172-180, 2003.
- CAIRNS, JR., J.; DICKSON, K. L. A simple method for biological assesment on the effects of the most discharges on aquatic bottom - dwelling organisms. **J. Water Pollut. Control Fed.**, v.43, n.5, p.755-762, 1971.
- CALOR, A. R. Trichoptera. In: FROELICH, C. G. (Org.) **Guia on-line de identificação de larvas de insetos aquáticos do Estado de São Paulo**. 2007. Disponível em: http://sites.ffclrp.usp.br/aguadoce/index_trico
- CARR, R. S. et al. 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; Pesacola, FL. SETAC. Society of Enviromental Toxicology and Chemistry. 2001 (www.setac.org).
- CARRERAS, N. M.; KREIN, A.; GALLART, F.; IFFLY, J. F.; HISSLER, C.; OWENS, P. N. The influence of sediment sources and hydrologic events on the nutrient and metal content of fine-grained sediments (Attert river basin, Luxembourg). **Water, Air Soil Pollution**, v.223, p.5685-5705, 2012.
- CARVALHO, B. A. **Glossário de saneamento e ecologia**. Rio de Janeiro: ABES, 1981.
- CARVALHO, M. C.; AGUIJARO, L. F.; PIRES, D. A.; PICOLI, C. **Manual de cianobactérias planctônicas: Legislação, orientações para o monitoramento e aspectos ambientais**. São Paulo: CETESB, 2013.
- CASARINI, D. C. P et al. **Relatório de estabelecimento de valores orientadores para solos e águas subterrâneas**. São Paulo: CETESB, 2001. 73p. (Relatório Técnico)
- CASTRO FILHO, B. M. Wind Driven Currents in the Channel of São Sebastião: Winter, 1979. **Boletim do Instituto Oceanográfico**, São Paulo, v.35, n.2, p.111-132, 1990.

CAVENAGHI, A. L.; VELINI, E. D.; NEGRISOLI, E.; CARVALHO, F. T.; GALO, M. L. B. T.; TRINDADE, M. L. B.; CORRÊA, M. R.; SANTOS, S. C. A. Monitoramento de problemas com plantas aquáticas e caracterização da qualidade de água e sedimento na UHE Mogi-guaçu. **Planta Daninha**, v.23, n.2, p.225-231, 2005.

CCME. **Canadian sediment quality guidelines for the protection of aquatic life: summary tables**. - Canadian Council of Ministers of the Environment, Winnipeg, 1999.

_____. Water Quality Index 1.0, Technical Report. In: **Canadian environmental quality guidelines**, 1999. Canadian Council of Ministers of the Environment, Winnipeg, 1999.

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

CETESB (São Paulo). **Operação Bertiooga**. São Paulo, 1984.

_____. **Dicionário de Termos Técnicos de Saneamento Ambiental**. São Paulo, 1985. 389p.

_____. **L5.201**: actinomicetos: contagem em placas – método de ensaio. São Paulo, 1986. 26p.

_____. **L5.241**: teste de Kado: ensaio de microssuspensão com *Salmonella* Typhimurium – método de ensaio. São Paulo, 1991. 43p.

_____. **L5.306**: determinação de pigmentos fotossintetizantes, clorofila - A, B e C e feofitina-A. São Paulo, 1990. 22p.

_____. **Eutrofização e contaminação por metais no Reservatório do Guarapiranga**: dados preliminares. São Paulo, 1992. 131p.

_____. **L5.620**: mutação gênica reversa em *Salmonella* Typhimurium - teste de Ames - método de ensaio. São Paulo, 1993. 40p.

_____. **Alguns aspectos da recuperação da qualidade das águas do Reservatório Billings na vigência do Artigo 46**. São Paulo, 1995.

_____. **Avaliação ecotoxicológica do Reservatório do Guarapiranga, com ênfase ao problema de algas tóxicas e algicidas**. São Paulo, 1995. 115p.

_____. **L6.160**: sedimentos: determinação da distribuição granulométrica - método de ensaio. São Paulo, 1995. 15p.

_____. **Relatório de qualidade das águas interiores do estado de São Paulo 1994**. São Paulo, 1995. 270p. (Série Relatórios).

_____. **Avaliação do complexo Billings: comunidades aquáticas, água e sedimento** (out/92 a out/93). São Paulo, 1996. 146p.

_____. **Comunidade planctônica e Clorofila - A do complexo Billings** (out/92 a out/93). São Paulo, 1996. 61p.

_____. **Serviços de coleta de amostras, análises e estudos de avaliação das características biológicas, físico-químicas e microbiológicas das águas e sedimentos do rio Juquiá: 7º relatório parcial.** São Paulo, 1998. 36p. Contrato de prestação de serviços 010/97 – SABESP/CETESB.

_____. **Qualidade ambiental do rio Ribeira de Iguape com relação à presença de metais pesados e arsênio.** São Paulo, 2000. 70p.

_____. **Levantamento da contaminação ambiental do Sistema Estuarino de Santos e São Vicente.** São Paulo, 2001.

_____. **L5.227: teste de toxicidade com a bactéria luminescente *Vibrio fischeri*: método de ensaio.** São Paulo, 2001. 13p. Disponível em: <<http://www.cetesb.sp.gov.br/servicos/normas---cetesb/43-normas-tecnicas---cetesb>>. Acesso em: 28 mar. 2014.

_____. **Relatório de qualidade das águas: consolidação dos dados do sistema produtor Billings / Taquacetuba e Guarapiranga – agosto/2000 a março/2002.** São Paulo, 2002. Contrato SABESP 3000/02.

_____. **Relatório de qualidade das águas interiores no estado de São Paulo 2002.** São Paulo, 2003. (Série Relatórios). Disponível em: <<http://www.cetesb.sp.gov.br/Agua/rios/relatorios.asp>>. Acesso em: abr. 2007.

_____. **L5.309: determinação de bentos de água doce: macroinvertebrados - métodos qualitativo e quantitativo.** São Paulo, 2003. 14p.

_____. **Relatório de qualidade das águas interiores no estado de São Paulo 2003.** São Paulo, 2004. (Série Relatórios). Disponível em: <<http://www.cetesb.sp.gov.br/Agua/rios/relatorios.asp>>. Acesso em: abr. 2007.

_____. **Relatório de qualidade das águas interiores no estado de São Paulo 2004.** São Paulo, 2005. (Série Relatórios). Disponível em: <<http://www.cetesb.sp.gov.br/Agua/rios/relatorios.asp>>. Acesso em: abr. 2009.

_____. **Diagnóstico ecológico da bacia do Ribeirão dos Cristais.** São Paulo, 2005.

_____. **Avaliação e identificação da toxicidade no Rio Baquirivu-Guaçu.** São Paulo, 2005. 20p. (Relatório Técnico).

_____. **Relatório de qualidade das águas interiores no estado de São Paulo 2005.** São Paulo, 2006. (Série Relatórios). Disponível em: <<http://www.cetesb.sp.gov.br/Agua/rios/relatorios.asp>>. Acesso em: abr. 2009.

_____. **Relatório de qualidade das águas interiores no estado de São Paulo 2006.** São Paulo, 2007. (Série Relatórios). Disponível em: <<http://www.cetesb.sp.gov.br/Agua/rios/relatorios.asp>>. Acesso em: abr. 2007.

_____. **Monitoramento de *Escherichia coli* e coliformes termotolerantes em pontos da rede de avaliação da qualidade de águas interiores do Estado de São Paulo.** São Paulo, 2008.

_____. **Relatório de qualidade das águas interiores no estado de São Paulo 2008.** São Paulo, 2009. (Série Relatórios). Disponível em: <<http://www.cetesb.sp.gov.br/Agua/rios/relatorios.asp>>. Acesso em: mar. 2014.

_____. **Avaliação e identificação da toxicidade crônica no Canal de Fuga II (Ponto CFUG 02900).** São Paulo, 2007. 15p. (Relatório Técnico).

_____. **Valores da condição de qualidade dos solos da bacia hidrográfica do Alto Tietê – UGRHI 6 e da Região Metropolitana de São Paulo – RMSP.** São Paulo: CETESB, 2008. 70p.

_____. **Guia nacional de coleta e preservação de amostras: água, sedimento, comunidades aquáticas e efluentes líquidos.** Brandão, C. J. et al. (Org.). SÃO PAULO: CETESB, Brasília: ANA. 326p. 2011

_____. **L5.303: fitoplâncton de água doce: métodos qualitativo e quantitativo.** São Paulo, 2012. Disponível em: <<http://www.cetesb.sp.gov.br/servicos/normas---cetesb/43-normas-tecnicas---cetesb>>

_____. **L5.304: zooplâncton de água doce: métodos qualitativo e quantitativo.** 2ª ed. São Paulo, 2012. Disponível em: <<http://www.cetesb.sp.gov.br/servicos/normas---cetesb/43-normas-tecnicas---cetesb>>

_____. **SQ PR/LB 095: ensaio ecotoxicológico com *Lytechinus variegatus*- águas superficiais e sedimentos.** São Paulo: CETESB, 2012. versão 11, 12p.

_____. **L5.221: coliformes termotolerantes - determinação pela técnica de membrana filtrante: método de ensaio.** 2.ed. São Paulo, 2012. 18p. Disponível em: <<http://www.cetesb.sp.gov.br/servicos/normas---cetesb/43-normas-tecnicas---cetesb>>. Acesso em: 28 mar. 2014.

_____. **SQ PR/LB 018: teste de toxicidade aguda com *Vibrio fischeri*- Microtox®.** São Paulo: CETESB, 2013. versão 12, 12p.

_____. **SQ PR/LB 085: ensaio ecotoxicológico com *Hyalella azteca* - sedimento.** São Paulo, 2013. versão 13, 7p.

_____. **SQ PR/LB 088: ensaio ecotoxicológico com *Ceriodaphnia dubia* - águas superficiais.** São Paulo, 2013. versão 13, 7p.

_____. **SQ PR/LB 153: ensaio ecotoxicológico com *Chironomus sancti-caroli* – sedimento.** São Paulo, 2013. versão 5, 7p.

_____. **SQ PR/LB 177: ensaio ecotoxicológico com *Leptocheirus plumulosus* - sedimento.** São Paulo: CETESB, 2013. versão 4, 6p.

CETESB (São Paulo); DAEE (São Paulo). **Vazões mínimas de referência para a Bacia do Rio Piracicaba.** São Paulo, 1992.

CETESB (São Paulo); SABESP (São Paulo). **Monitoramento integrado das Bacias do Alto e Médio Tietê: avaliação da qualidade da água, sedimento e peixes - relatório final.** São Paulo, 1998. 312p. Contrato de prestação de serviços 020/97 SABESP/CETESB.

_____. **Monitoramento integrado das Bacias do Alto e Médio Tietê: avaliação da qualidade da água, sedimento e peixes.** São Paulo, 1999. 138p. Aditamento ao contrato de prestação de serviços 020/97 SABESP/CETESB.

_____. **Relatório de qualidade das águas: consolidação dos dados do Sistema Produtor Billings/Taquacetuba e Guarapiranga (ago/2000 a mar/2003).** São Paulo, 2002. Contrato SABESP/CETESB 3000/02.

CHAPMAN, P. M. et al. Appropriate applications of sediment quality values for metals and metalloids. **Environmental Science and Technology**, v.33, n.22, p.3937-3941, 1999.

CHORUS, I.; BARTRAM, J. (Ed.). **Toxic cyanobacteria in water: a guide to their public health consequences, monitoring and management.** London: E&FN Spon, 1999. 416p.

CHRISTOFOLETTI, A.; TEIXEIRA, A. L. A. **Sistema de informação geográfica** (dicionário ilustrado). São Paulo: Hucitec, 1997.

CIIAGRO (São Paulo). **Informações agrometeorológicas.** Disponível em: <<http://www.ciiagro.sp.gov.br>>. Acesso em: fev. 2008.

CLEMENTS, W. H. et al. Integrating observational and experimental approaches to demonstrate causation in stream biomonitoring studies. **Environ. Toxicol. Chem.**, v.21, n.6, p.1138-46, 2002.

CLEMENTS, W. H.; CHERRY, D. S.; CAIRNS JR, J. Impact of heavy metals on insect communities in streams: a comparison of observational and experimental results. **Can. J. Fish. Aquat. Sci.**, v.45, p.2017-2025, 1988.

CNEC; JNS ENGENHARIA, CONSULTORIA E GERENCIAMENTO. **Plano de desenvolvimento e proteção ambiental da bacia do Guarapiranga: projeto Guarapiranga.** São Paulo, 1997.

COELHO-BOTELHO, M. J. C. et al. **Desenvolvimento de índices biológicos para o biomonitoramento em reservatórios do estado de São Paulo.** São Paulo: CETESB, 2006. 146p. Anexos.

COLEMAN, R. N.; QURESHI, A. A. **Microtox and *Spirillum volutans* tests for assessing toxicity of environmental samples.** New York: Springer, 1985.

CONCURSO das águas, 2.: concurso público nacional de idéias para melhor aproveitamento das águas da região metropolitana de São Paulo. São Paulo: Prefeitura do Município de São Paulo: Consórcio Intermunicipal das Bacias do Alto Tamanduateí e Billings: SBPC, 1992. 144p.

CONSELHO NACIONAL DA RESERVA DA BIOSFERA DA MATA ATLÂNTICA. **SNUC**: Sistema Nacional de Unidades de Conservação. São Paulo, 2000. (Série Cadernos da Reserva da Biosfera, nº 18). Texto da Lei Federal 9985, de 18/07/2000.

CONSÓRCIO DOS MUNICÍPIOS DO ABC. **Plano emergencial de recuperação dos mananciais da região do ABC**. São Paulo, 1998.

CORTELEZZI, A.; ARMENDÁRIZ, L. C.; VAN OOSTEROM, M. V. L.; CEPEDA, R. e CAPÍTULO, A. R. Different levels of taxonomic resolution in bioassessment: a case study of oligochaeta in lowland streams. **Acta Limnol. Bras.**, v.23, n.4, p.412-425, 2011.

DAEE (São Paulo). **Levantamento, análise e processamento de dados fluviométricos da Bacia do Rio Piracicaba**. São Paulo, 1978.

_____. **Vazões médias, mínimas, volumes de regularização e curvas de permanência no Estado de São Paulo**. São Paulo, 1988.

DARRIGRAN, G. A. *Limnoperna fortunei*: Um problema para los sistemas naturales de agua dulce del Mercosur? **Revista Museo**, La Plata, n.5, p.85-87, 1995.

DAVIES, C. M.; LONG, J. K. H.; DONALD, M.; ASHBOLT, N. J. Survival of fecal microorganisms in marine and fresh water sediments. **Appl. Environm. Microbiol.**, v.61, n.5, p.1888-1896, 1995.

DeGRAEVE, G. M.; GEIGER, D. L.; MEYER, J. S.; BERGMAN, H. L. Acute and embryo-larval toxicity of phenolic compounds to aquatic biota. **Arch. Environm. Contam. Toxicol.**, v.9, p.557-568, 1980.

DORNFELD, C. B. et al. Composição, distribuição e mudanças temporais da fauna de invertebrados bentônicos do Reservatório de Salto Grande (Americana, SP). In: ESPÍNDOLA, E. L. G.; LEITE, M. A.; DORNFELD, C. B. (Org.). **Reservatório de Salto Grande (Americana, SP): caracterização, impactos e propostas de manejo**. São Carlos: RiMA, 2004. cap. 11, p.221-238.

EMPLASA (São Paulo). **Metrópoles em dados**. Disponível em: <http://www.emplasa.sp.gov.br/portalemplasa/infometropolitana/rmsp/rmsp_dados.asp>. Acesso em: mar. 2008.

ENVIROLOGIX. **QuantiPlate™ kit for microcystins**. Catalog Number EP 022. Rev. 07/01/10. 2010. Envirologix. Disponível em: <<http://www.envirologix.com/library/ep022insert.pdf>>. Acesso em: 27 mar. 2014.

EPLER, J. H. **Identification manual for the larval Chironomidae (Diptera) of Florida**. Tallahassee: Department Environment Protection, 1995.

ERCHRIQUE, S. A. **Estudo do balanço biogeoquímico dos nutrientes dissolvidos principais como indicador da influência antrópica em sistemas estuarinos do Nordeste e Sudeste do Brasil**. 2001. 229f.. Tese (Doutorado em Oceanografia Química e Geológica) – Instituto Oceanográfico, Universidade de São Paulo. São Paulo, 2001.

ESPÍNDOLA, E. L. G.; LEITE, M. A.; DORNFELD, C. B. (Org.). **Reservatório de Salto Grande (Americana, SP):** caracterização, impactos e propostas de manejo. São Carlos: RiMa, 2004. 484p.

FEAM (Minas Gerais). **Monitoramento da qualidade das águas superficiais do Estado de Minas Gerais – 2000.** Belo Horizonte, 2000.

FERNÁNDEZ, H. R.; DOMÍNGUEZ, E. (Ed.). **Guía para la determinación de los artrópodos bentónicos sudamericanos.** Tucumán: EudeT, 2001. 282p.

FERNICOLA, N. A. G. G.; OLIVEIRA, S. S. (Coord.). **Poluentes Orgânicos Persistentes: POPs.** Salvador: CREA, 2002.

FRANÇA, R. S. **A comunidade de invertebrados bentônicos nos Reservatórios de Promissão, Nova Avanhandava e Três Irmãos (Baixo Tietê – SP).** 2006. 145 f.. Dissertação (Mestrado) - Centro de Ciências Biológicas e da Saúde, Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, 2006.

FROEHNER, S.; MACENO, M.; MARTINS, R. F. Sediments as a potential tool for assessment of sewage pollution in Barigui river, Brazil. **Environmental Monitoring Assessment**, v.170, p.261-272, 2010.

FUNDESPA. **Condições oceanográficas no Canal da Bertiooga:** relatório final. São Paulo, 1991. 251p.

FURTADO, V. V. **Contribuição ao estudo da sedimentação atual do Canal de São Sebastião.** 1978. 110f.. Tese (Doutorado). Universidade de São Paulo, São Paulo, 1978.

GIORDANI, S.; NEVES, P. S.; ANDREOLI, C.V. *Limnoperna fortunei* ou mexilhão dourado: impactos causados, métodos de controle passíveis de serem utilizados e a importância do controle de sua disseminação. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA SANITÁRIA E AMBIENTAL, 23., 2005, Campo Grande. **Trabalhos técnicos...** Mato Grosso do Sul: ABES, 2005. 1 CD. Seção VI 168, 17p.

GRIFOLL, M.; SOLANAS, A. M.; BAYONA, J. M. Characterization of genotoxic compounds in the sediments by mass spectrometric techniques combined with *Salmonella*/microsome test. **Arch. Environ. Contam. Toxicol.**, v.19, p.175-184, 1990.

HALLER H.; AMEDEGNATO E.; POTÉ, J; WILDI, W. Influence of fresh water sediment characteristics on persistence of fecal indicator bacteria. **Water, Air, Soil Pollution**, v.203, p.217-227, 1978. [DOI 10.1007/s11270-009-0005-0]

HAWKINS, P. R. et al. Severe hepatotoxicity caused by the tropical cyanobacterium (blue green alga) *Cylindrospermopsis raciborskii* (Woloszynska) Seenaya and Subba Raju isolated from a domestic water supply reservoir. **App. Environ. Microbiol.**, v.50, n.5, p.1292-1295, 1985.

HELIÖVAARA, K.; VÄISÄNEN, R. **Insects and pollution.** Boca Raton: CRC. 1993. 363p.

HENRIQUE-MARCELINO, R. M. et al. **Macrofauna bentônica de água doce: avanços metodológicos**. São Paulo: CETESB. 1992. 16p. Anexos.

HER MAJESTY STATIONERY OFFICE. **The bacteriological examination of water supplies**. Departement of Health and Social Security Welsh Office. Ministry of Housing and local governement. Reports on Public Health and Medical Subjects. London, n.71, 1969.

HOLCOMBE, G. W.; PHIPPS, G. L.; FIANDT, J. T. Effects of phenol, 2,4-dimethylphenol, 2,4-dichlorophenol, and pentachlorophenol on embryo, larval, and early-juvenile fathead minnow (*Pimephales promelas*). **Arch. Environm. Contam. Toxicol.**, v.11, p.73-78, 1982.

IBGE. Estudos & Pesquisas. **Indicadores de desenvolvimento sustentável**. Brasil, 2004. 395p. (Informação Geográfica, 4).

INSTITUTO DE PESQUISAS CANANÉIA. **Cidade natureza**. Cananéia, [2000?]. Disponível em: <http://www.ipepesquisas.org.br/usuario/GerenciaNavegacao.php?caderno_id=225&nivel=1> Acesso em: abr. 2009.

IPT (São Paulo). **Estudos geológicos e sedimentológicos no estuário santista e na baía de Santos, estado de São Paulo**. São Paulo, 1974. 2v.

_____. **Estudo da disposição de metais pesados nos sedimentos de fundo da Represa Billings, região metropolitana de São Paulo (RMSP)**. São Paulo, 2005. 105p. (Relatório Técnico n. 78 563-205).

ISO. **14911:1998** - water quality - determination of dissolved Li⁺, Na⁺, NH₄⁺, K⁺, Mn²⁺, Ca²⁺, Mg²⁺, Sr²⁺ and Ba²⁺ using ion chromatography - method for water and waste water. 1. ed. Switzerland: ISO, oct. 1998. 18p.

JARDIM, F. A. et al. Metodologia para a contagem de cianobactérias em células/ml: um novo desafio para o analista de laboratório. **Ver. Eng. Sanit. Amb.**, v.7, n.3/4, p.109-111, 2002.

JESUS, M. F. S. DDT. In: _____. **Poluentes orgânicos persistentes: POPs**. Salvador: CRA, 2002. 500p. (Série Cadernos de Referência Ambiental, v.13).

JOHNSON, R. K.; WIEDERHOLM, T.; ROSENBERG, D. M. Freshwater biomonitoring using individual organisms, populations, and species assemblages of benthic macroinvertebrates. In: ROSENBERG, D.M.; RESH, V.H. (Ed.). **Freshwater biomonitoring and benthic macroinvertebrates**. New York: Chapman & Hall, 1993. p.40-158.

KADO, N. Y.; LANGLEY, D.; EISENSTADT, E. A simple modification of the *Salmonella* liquid incubation assay. **Mutation Research**, v.121, p.25-32, 1983.

KLEMM, D. J. et al. **Macroinvertebrate field and laboratory method for evaluating the biological integrity of surface waters**. Cincinnati: EPA, 1990.

KLERKS, P. L.; LEVINTON, J. S. Evolution of resistance and changes in community composition in metal-polluted environments: a case study on foundry cove. In: DALLINGER, R.; RAINBOW, P.S. (Ed.) **Ecotoxicology of metals in invertebrates**. Boca Raton: Lewis Publ./SETAC, cap. 13, p.223-241, 1993.

KLERKS, P. L.; WEIS, J. S. Genetic adaptation to heavy metals in aquatic organisms: a review. **Environ. Pollut.**, v.45, p.173-205, 1987.

KOWALSKI, E. L.; KOWALSKI, S. C. Revisão sobre o método de controle do mexilhão dourado em tubulações. **Revista Produção Online**: revista científica eletrônica de engenharia de produção, Florianópolis, v.8, n.2, 2008. Disponível em: < <http://producaoonline.org.br/index.php/rpo/issue/view/18>>. Acesso em: 16 jun. 2010.

KUHLMANN, M. L. et al. **A fauna bentônica do complexo Billings (SP)**. São Paulo: CETESB, 1997. 60p.

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

KUHLMANN, M. L.; HAYASHIDA, C. Y.; ARAUJO, R. P. A. Using *Chironomus* (Chironomidae: Diptera) mentum deformities in environmental assessment. **Acta Limnol. Bras.**, v.12, n.2, p.55-61, 2000.

KUHLMANN, M. L.; IMBIMBO, H. R. V.; WATANABE, H. M. **Macrofauna bentônica de água doce: avanços metodológicos 3**. São Paulo: CETESB, 2003. 74p.

LAMPARELLI, C. C.; ORTIZ, J. P. **Emissários submarinos: projeto, avaliação de impacto ambiental e monitoramento**. São Paulo: SMA, 2006. 240p.

LAMPARELLI, M. C. **Grau de trofia em corpos d'água do Estado de São Paulo: avaliação dos métodos de monitoramento**. São Paulo (BR). 2004. Tese (Doutorado) – Instituto de Biociências, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2004.

LAMPARELLI, M. C. et al. **Avaliação do complexo Billings: comunidades aquáticas, água e sedimento (Out/92 a out/93)**. São Paulo: CETESB, 1996. 53p.

LAMPERT, W. Inhibitory and toxic effects of blue-green algae on Daphnia. **Int. Revue Ges. Hydrobiol.**, v.66, n.3, p.285-298, 1981.

LEMO, M. M. G.; MODESTO, R. P.; RUBY, E. C.; TOFFOLI, F.; CASARINE, D. P. **Condição da qualidade para substâncias orgânicas persistentes na Unidade de Gerenciamento de Recurso Hídrico – UGRHI 6 – Bacia do Alto Tietê/Região Metropolitana de São Paulo, RMSP**. Anais do I Congresso Internacional de Meio Ambiente Subterrâneo. São Paulo, 2009.

LENAT, D. R. A biotic index for the Southeastern United States: derivation and list of tolerance values, with criteria for assigning water quality ratings. **JNABS**, v.12, n.3, p.279-290, 1993.

LILIAMTIS, T. B. **Avaliação da adição de nitrato de amônio para redução de odor nos esgotos de Pereira Barreto - SP: reflexos na qualidade da água do reservatório de Três Irmãos, após dez anos de aplicação**. 2007. 147 f.. Tese (Doutorado) - Faculdade de Saúde Pública, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2007.

- LOPRETTO, E. C.; TELL, G. (Ed.). **Ecosistemas d'águas continentales: metodologias para su estudio**. La Plata: SUR, 1995. Tomos 2-3.
- MACHADO, A. B. M.; DRUMMOND, G. M.; PAGLIA, A. P. (Ed.). **Livro vermelho da fauna brasileira ameaçada de extinção**. Brasília: MMA; Belo Horizonte: Fundação Biodiversitas, 2v., (Biodiversidade, 19), 2008. 1420p.
- MAGLIOCCA, A. **Glossário de oceanografia**. São Paulo: Nova Stella Editorial/EDUSP, 1987. 355p.
- MANDAVILLE, S. M. **Benthic macroinvertebrates in freshwaters: taxa tolerance values, metrics, and protocols**. Canada: Soil & Water Conservation Society of Metro Halifax, 2002. 128p. Disponível em: <<http://www.lakes.chebucto.org/H-1/tolerance.pdf>> Acesso em: abr. 2007.
- MARCONDES, D. A. S. et al. Eficiência de fluridone no controle de plantas aquáticas submersas no reservatório de Jupia. **Planta Daninha**, v.21, p.69-77, 2003. Número especial.
- MARCHEGGIANI, S. et al. Microbiological and 16S rRNA analysis of sulphite reducing clostridia from river sediments in central Italy. **BMC Microbiology**, v.8, 2008. [doi:10.1186/1471-2180-8-171]
- MARIANO, R. Ephemeroptera. In: FROELICH, C.G. (Org.) **Guia on-line de identificação de larvas de insetos aquáticos do Estado de São Paulo**. 2007. Disponível em: <http://sites.ffclrp.usp.br/aguadoce/guiaonline>.
- MARON, D. M.; AMES, B. N. Revised methods for the *Salmonella* mutagenicity test. **Mutat. Res.**, v.113, p.173-215, 1983.
- MATSUMURA-TUNDISI, T. Diversidade de zooplâncton em represas do Brasil. In: HENRY, Raoul (Ed.). **Ecologia de reservatórios: estrutura, função e aspectos sociais**. Botucatu: FAPESP: FUNDIBIO, 1999. p.41-54.
- MATSUMURA-TUNDISI, T. et al. Zooplankton diversity in eutrophic systems and its relation to the occurrence of cyanophycean blooms. **Verh. Internat. Verein. Limnol.**, v.28, p.671-674, 2002.
- MEIRE, R. O.; AZEREDO, A.; TORRES, J. P. M. Aspectos Ecotoxicológicos de Hidrocarbonetos Policíclicos Aromáticos. **Oecol. Bras.**, v.11, n.2 188-201, 2007.
- MEREGALLI, G.; PLUYMERS, L.; OLLEVIER, F. Induction of Exposure of mouthpart deformities in *Chironomus riparius* larvae exposed to 4-n-nonylphenol. **Environ. Pollut.**, v.111, n.2, p.241-246, 2001.
- MERRITT, R. W.; CUMMINS, K. W. (Ed.). **An introduction to the aquatic insects of North America**. 3. ed. Dubuque: Kendall: Hunt, 1996. 862p.
- MIDAGLIA, C. L. V. **Proposta de implantação do índice de abrangência espacial de monitoramento - IAEM por meio da análise da evolução da rede de qualidade das águas superficiais do estado de São Paulo**. 2009. Tese (Doutorado em Geografia Humana) - Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2009. Disponível em: <<http://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/8/8136/tde-03022010-165719/>>. Acesso em: 15 mar. 2012.

MIRANDA, L.; CASTRO, B.; KJERFVE, B. Circulation and mixing due to tidal forcing in the Bertioga Channel, São Paulo, Brazil. **Estuaries**, v.21, p.204-214, 1998.

MOCELLIN, J. **A microbacia do Rio Jacupiranguinha como unidade de estudo para a sustentabilidade dos recursos hídricos no baixo Ribeira de Iguape – SP**. 2006. 135 f.. Dissertação (Mestrado) - Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, 2006.

MORMUL, R. P.; VIEIRA, L. P., PRESSINATE JUNIOR, S; MONKOLSKI, A.; SANTOS, A. M. Sucessão de invertebrados durante o processo de decomposição de duas plantas aquáticas (*Eichhornia azurea* e *Polygonum ferrugineum*). **Acta Scientiarum. Biological Sciences**, v.28, n.2, p.109 -115, 2006.

MORTELMANS, K.; ZEIGER, E. The Ames *Salmonella*/microsome mutagenicity assay. **Mutation Research**, v.455, p.29-60, 2000.

MOZETO, A. A.; JARDIM, W. F.; ARAGÃO, G. U. (Coord.). **Bases técnico-científicas para o desenvolvimento de critérios de qualidade de sedimentos (CQS): experimentos de campo e laboratório - relatório final**. São Carlos: UFSCar, 2003. 465p.

NEVES, I. F. et al Zooplankton community structure of two marginal lakes of the River Cuiabá (Mato Grosso, Brazil) with analysis of Rotifera and Cladocera. **Braz. J. Biol.**, v.63, n.2, 2003. Disponível em: http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S1519-69842003000200018&script=sci_arttext. Acesso em: 01 abr. 2014.

OGA, S.; CAMARGO, M. A.; BASTITUZZO, J. A. O. (Ed.). **Fundamentos de toxicologia**, 3. ed. São Paulo: Atheneu Editora, 2008.

PAMPLIN, P. A. Z. **Estudo comparativo da estrutura da comunidade bentônica de duas represas com diferenças no grau de eutrofização**. 2004. 113 f.. Tese (Doutorado). Centro de Ciências Biológicas e da Saúde, Universidade Federal de São Carlos. São Carlos, 2004.

PARESCHI, D. C. et al. Primeiro registro de *Limnoperna fortunei* (Dunker, 1857) na bacia do rio Tietê (SP). In: JORNADA SOBRE ESPÉCIES INVASORAS, 2007. **Anais...** São Carlos: Universidade Federal de São Carlos, 2007.

PATRICK, R.; PALAVAGE, D. M. The value of species as indicators of water quality. **Proc. Acad. Nat. Sci. Phil.**, v.145, p.55-92, 1994.

PEJLER, B. Zooplanktic indicators of trophy and their food. **Hydrobiologia**, v.101, p.111-114. 1983.

PENNAK, R. W. **Fresh-water invertebrates of the United States: protozoa to mollusca**. 3. ed. New York: John Wiley & Sons, 1989. 628p.

PENTEADO, J. C. P.; VAZ, J. M. O legado das bifenilas policloradas (PCBs). **Química Nova**, v.24, n.3, p.390-398, 2001.

- PÉREZ, S.; REIFFERSCHIED, G.; EICHHORN, P.; BARCELÓ, D. Assessment of the mutagenic potency of sewage sludges contaminated with polycyclic aromatic hydrocarbons by an Ames sludges for fluctuation assay. **Environmental Toxicology and Chemistry**, v.22, p.2576-2584, 2003.
- PINHO, I. C. Diptera. In: FROELICH, C.G. (Org.) **Guia on-line de identificação de larvas de insetos aquáticos do Estado de São Paulo**. 2008. Disponível em: <http://sites.ffclrp.usp.br/aguadoce/guiaonline>.
- PINTO, N. L. S.; HOLTZ, A. C. T.; MARTINS, J. A. **Hidrologia básica**. São Paulo: Edgard Blucher, 1976.
- PIVELI, R. P. **Qualidade e poluição das águas: aspectos físico-químicos**. São Paulo: CETESB, 2000 (Curso Via INTRANET - CETESB).
- POFFO, I. R. F. **Gerenciamento de riscos socioambientais no complexo portuário de Santos na ótica ecossistêmica**. 2008. Tese (Doutorado)- PROCAM – Programa de pós-graduação em Ciência Ambiental da USP. (revisado). 2008.
- RAND, G. M.; PETROCELLI, S. R. (Ed.). **Fundamentals of aquatic toxicology: methods and applications**. Washington, DC: Hemisphere, 1985. 666p.
- RIGHI, G. Oligochaeta. In: SCHADEN, R. (Org.) **Manual de identificação de invertebrados límnicos do Brasil**. Brasília, CNPq/Coordenação editorial, 48p. 1984.
- ROCHA, A. A. **Estudo sobre a fauna bentônica da represa de Americana no estado de São Paulo**. 1972. 65 f.. Dissertação (Mestrado) - Instituto de Biociências, Universidade de São Paulo, São Paulo, 1972.
- ROCHA, O. et al. Composition, biomass and productivity of zooplankton in natural lakes and reservoirs in Brazil. In TUNDISI, J.G.; BICUDO, C.E.M.; MATSUMURA-TUNDISI, T. (Ed.). **Limnology in Brazil**. Rio de Janeiro: Academia Brasileira de Ciências. 1995. p.151-166.
- ROCHA, O.; MATSUMURA-TUNDISI, T.; TUNDISI, J. G. Hot spots for zooplankton diversity in São Paulo state: origin and maintenance. **Verh. Internat. Verein. Limnol.**, v.28, p.872-876, 2002.
- RUTTEMBERG, K. C.; GONI, M. A. Phosphorus distribution, C:N:P ratios, and $\delta^{13}\text{C}_{\text{OC}}$, in arctic, temperate, and tropical coastal sediments: tools for characterizing bulk sedimentary organic matter. **Marine Geology**, v.139, p.123-145, 1997.
- SANTIAGO, S.; THOMAS, R. L.; LARBAIGT, G.; CORVI, C.; ROSSEL, D.; TARRANDELLAS, J.; VERNET, J. P. Nutrient, heavy metal and organic pollutant composition of suspended and bed sediments in the Rhone River. **Aquatic Sciences**, v.56, n.3, p.220-242, 1994.
- SAMPAIO, E. V. et al. Composition and abundance of zooplankton in the limnetic zone of seven reservoirs of the Parapanema river, **Brazil. Braz. J. Biol.**, v.62, n.3, p.525-545, 2002.

SANT'ANNA, C. L.; AZEVEDO, M. T. P.; WERNER, V. R.; DOGO, C. R.; RIOS, F. R.; CARVALHO, L. R. Review of toxic species of Cyanobacteria in Brazil. **Algological Studies**, v.126, p.249-263, 2008.

SÃO PAULO (Cidade). Prefeitura Municipal. **Diagnóstico cartográfico ambiental do município de São Paulo**. São Paulo, 1992. 33p.

SÃO PAULO (Estado). **Lei Estadual nº 118, de 29 de junho de 1973**. Autoriza a Constituição de uma sociedade por ações, sob denominação de CETESB - Companhia de Tecnologia de Saneamento Básico e de Controle da Poluição das Águas, e dá providências correlatas. Disponível em: <http://www.cetesb.sp.gov.br/licenciamentoo/legislacao/estadual/leis/1973_Lei_Est_118.pdf>. Acesso em: abr. 2008.

_____. **Decreto Estadual nº 8.468, de 8 de setembro de 1976**. Aprova o Regulamento da Lei nº 997, de 31 de maio de 1976, que dispõe sobre a Prevenção e o Controle da Poluição do Meio Ambiente. Disponível em: <http://www.cetesb.sp.gov.br/licenciamentoo/legislacao/estadual/decretos/1976_Dec_Est_8468.pdf>. Acesso em: abr. 2007.

_____. Dos municípios e regiões: da organização regional: das entidades regionais. In: _____. **Constituição do Estado de São Paulo**. São Paulo: IMESP, 1989. Título 4, Cap.2, Seção 2, artigo 153, parágrafo 1º, p.24.

_____. **Lei Estadual nº 9.034, de 27 de dezembro de 1994**. Dispõe sobre o Plano Estadual de Recursos Hídricos - PERH, a ser implantado no período 1994 e 1995, em conformidade com a Lei nº 7.663, de 30 de dezembro de 1991, que instituiu normas de orientação à Política Estadual de Recursos Hídricos. Disponível em: <http://www.cetesb.sp.gov.br/licenciamentoo/legislacao/estadual/leis/1994_Lei_Est_9034.pdf>. Acesso em: abr. 2008.

_____. Secretaria do Meio Ambiente. **Lei Estadual nº 9.866/97**: uma nova política de mananciais - diretrizes e normas para a proteção e recuperação das bacias hidrográficas dos mananciais de interesse regional do Estado de São Paulo. São Paulo: SMA, 1997. 24p.

_____. Secretaria do Meio Ambiente; SÃO PAULO (Estado). Secretaria de Recursos Hídricos, Saneamento e Obras. **Gestão das águas**: 6 anos de percurso. São Paulo: SMA, 1997. 2v.

_____. Secretaria do Meio Ambiente; CETESB (São Paulo); PRIME ENGENHARIA. **Avaliação da poluição por fontes difusas afluentes ao Reservatório Guarapiranga**: relatório síntese. São Paulo: SMA, 1998. 96p.

_____. Secretaria do Meio Ambiente. Resolução nº 65, de 13 de agosto de 1998. **Diário Oficial do Estado de São Paulo**, Poder Executivo, São Paulo, 14 ago. 1998. Seção 1, p.27.

_____. Secretaria de Recursos Hídricos, Saneamento e Obras. DAEE. **Relatório de situação dos recursos hídricos do estado de São Paulo**. São Paulo, 1999. 119p.

_____. Secretaria do Meio Ambiente. **Informações Básicas para o planejamento ambiental**. São Paulo: SMA, 2002. 84p.

_____. Secretaria de Energia, Recursos Hídricos e Saneamento. DAEE. Conselho Estadual de Recursos Hídricos. **Plano estadual de recursos hídricos 2004-2007**. São Paulo, 2005.

_____. Secretaria de Agricultura e Abastecimento. CATI. IEA. **Projeto LUPA**. Campinas, 2005.

SEADE (São Paulo). **Pesquisa da atividade econômica paulista**. Disponível em: <<http://www.seade.gov.br/produtos/paep>>. Acesso em: mar. 2008.

SEGURA, M. O.; VALENTE-NETO, F.; FONSECA-GESSNER, A. A. Chave de famílias de Coleoptera aquáticos (Insecta) do Estado de São Paulo, Brasil. **Biota Neotropica**, v.11, n.1, p.393-412, 2011.

SEMINÁRIO USO MÚLTIPLO DA REPRESA BILLINGS. São Paulo: Comitê da Bacia Hidrográfica do Alto Tietê, 1997. 155p.

SERAFIM JR. et al. Rotifers of the Upper Paraná River floodplain: additions to the checklist. **Braz. J. Biol.**, v.63, n.2, p.207-212, 2003.

SCHAEFFER-NOVELLI, Y. **Rompimento de oleoduto 1983**: avaliação de impacto ambiental, Canal da Bertiooga, São Paulo, Brasil - relatório Técnico. São Paulo, 1986. Vistoria ad Perpetua Rei Memoriam. Peritagem judicial. Medida cautelar antecipatória de prova. Comarca de Santos, SP, 1 Vara Cível.

SHEPPARD, S. C. et al. Derivation of ecotoxicity thresholds for uranium. **Journal of Environmental Radioactivity**, v.79, n.1, p.55-83, 2005.

SHIEL, R. J. et al. Floodplain biodiversity: why are there so many species? **Hydrobiologia**, v.387, p.39-46, 1998.

SHIMIZU, G. Y. **Represa de Americana**: aspectos do bentos litoral. 1978. 148 f.. Dissertação (Mestrado) - Instituto de Biociências, Universidade de São Paulo, São Paulo, 1978.

SHIMIZU, G.Y. et al. **Estudos preliminares para o uso de índices biológicos no monitoramento de ambientes aquáticos continentais**: riachos e corredeiras na bacia hidrográfica do rio Atibaia. São Paulo: CETESB, 2002. 85p.

SILVA L. C.; LEONE I. C.; SANTOS-WISNIEWSKI M. J.; PERET A. C.; ROCHA O. Invasion of the dinoflagellate *Ceratium furcoides* (Levander) Langhans 1925 at tropical reservoir and its relation to environmental variables. **Biota Neotropica**, v.12, n.2, p.1-8, 2012.

SILVA, W. M.; MATSUMURA TUNDISI, T. Distribution and abundance of Cyclopoida populations in a cascade of reservoirs of the Tietê River, Brazil. **Verh. Internat. Verein. Limnol.**, v.28, p.667-670, 2002.

SILVÉRIO, P. F. **Bases técnico-científicas para a derivação de valores-guias de qualidade de sedimentos para metais**: experimentos de campo e laboratório. 2003. 132 f.. Tese (Doutorado) - Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, 2003.

SINHA, R.; PEARSON, L. A.; DAVIS, T. W.; BURFORD, M. A.; ORR, P. T.; NEILAN, B. A. Increased incidence of *Cylindrospermopsis raciborskii* in temperate zones – is climate change responsible? **Water Research**, v.46, p.1408-1419, 2012.

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

SOARES, M. L. G. **Estudo da massa aérea de manguezais do sudeste do Brasil: análise de modelos**. 1997. 294 f.. Tese (Doutorado) - Instituto Oceanográfico, Universidade de São Paulo, 1997.

SLEPUKHINA, T. D. Comparison of different methods of water quality evaluation by means of oligochaetes. **Hydrobiologia**, v.115, p.183-186. 1984.

SPERLING, E. **Morfologia de lagos e represas**. Belo Horizonte: DESA: UFMG, 1999. 137p.

SUGUIO, K.; TESSLER M. G. Depósitos quaternários da planície costeira de Cananéia-Iguape (SP). **Pub. Esp. Inst. Oceanogr.**, São Paulo, v.9, p.1-33, 1992.

SURIANI, A. L. **A estrutura da comunidade de macroinvertebrados bentônicos em três represas do médio rio Tietê (SP), com ênfase nas espécies exóticas *Melanoides tuberculata* (Gastropoda, Thiaridae) e *Corbicula fluminea* (Bivalvia, Corbiculidae)**. 2006. 146 f.. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, 2006.

SZLAUER, B. Zooplankton-based assessment of the Lake Miedwie (North-Western Poland) trophic status. **Electronic Journal of Polish Agricultural Universities, Fisheries, Series Fisheries**, v.2, n.1, 1999.

TAKEDA, A. M.; FUJITA, D. S.; FONTES Jr, H. M. **Perspectivas de proliferação de Bivalvia exóticas na planície aluvial do alto rio Paraná**. [Paraná, 2002?]. Disponível em: <http://www.peld.uem.br/Relat2002/pdf/comp_biotico_perspectiva.pdf>. Acesso em: abr. 2008.

TESSLER, M. G. **Dinâmica sedimentar quaternária no litoral sul paulista**. 1988. 277f.. Tese (Doutorado). Universidade de São Paulo, Instituto de Geociências. São Paulo, 1988.

THORP, J. H.; COVICH, A. P. (Ed.). **Ecology and classification of North American freshwater invertebrates**. San Diego: Academic, 1991. 911p.

TOLEDO JR., A. P. **Informe preliminar sobre os estudos para a obtenção de um índice para a avaliação do estado trófico de reservatórios de regiões quentes tropicais**. São Paulo: CETESB, 1990.

TOLEDO JR., A. P. et al. **A aplicação de modelos simplificados para a avaliação do processo da eutrofização em lagoas e reservatórios tropicais**. São Paulo: CETESB, 1983. 34p. Apresentado ao 12º Congresso Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental, Camboriú, 1983.

TOLEDO Jr., A. P. et al. **A aplicação de modelos simplificados para a avaliação de processo da eutrofização em lagos e reservatórios tropicais**. São Paulo: CETESB, 1984. 56p. Apresentado ao 19º Congresso Interamericano de Engenharia Sanitária Ambiental, Santiago do Chile, 1984.

TRIVINHO-STRIXINO, S.; STRIXINO, G. **Larvas de Chironomidae do estado de São Paulo: guia de identificação e diagnose dos gêneros**. São Carlos: UFSCar: PPG, 1995. 229p.

TRIVINHO-STRIXINO, S. Chironomidae (Insecta, Díptera, Nematocera) do Estado de São Paulo, Sudeste do Brasil. **Biota Neotrop.**, v.11, n.1a, 2011.

TUCCI, C. E. M. (Org.). **Hidrologia: ciência e aplicação**. 3. ed. Porto Alegre: UFRGS: ABRH, 2004.

TUNDISI, J. G. et al. Comparação do estado trófico de 23 reservatórios do estado de São Paulo: eutrofização e manejo. In: _____. **Limnologia e manejo de represas**. São Paulo, 1988. v.1, Tomo 1, p.165-209. (Série Monografias em Limnologia)

TUREKIAN, K. K.; WEDEPÖHL, K. H. Distribution of the elements in some major units of the earth's crust. **Bull. Geol. Soc. Amer.**, n.72, p.175-192, 1961.

UNITED STATES. Environmental Protection Agency (USEPA). **Common environmental terms: a glossary**. Washington, D.C., 1974. 22p.

_____. **Biological criteria for the protection of aquatic life: users manual for biological field assessment of Ohio surface waters**. Columbus, OH: Division of Water Quality Monitoring and Assessment, 1987. v.2

_____. **Update of ambient water quality criteria for ammonia**. Cincinnati, OH, 1999. (EPA 882-R-99-014).

_____. **Methods for measuring the toxicity and bioaccumulation of sediment-associated contaminants with freshwater invertebrates**. 2. ed. Washington, D.C., 2000. 192p. (EPA-600-99/064).

US EPA, SW 846 - **Test Methods for Evaluating Solid Waste, Physical/Chemical Methods** – Environment Protection Agency, USA. Disponível em: <http://www.epa.gov/waste/hazard/testmethods/sw846/online/index.htm>. Acesso em: 27 mar. 2014

USFDA. **Enumeration of *Escherichia coli* and the coliform bacteria. Bacteriological Analytical Manual on line**. Center for Food Safety and Applied Nutrition. US Food and Drug Administration. 2002 Disponível em: <http://www.fda.gov/Food/FoodScienceResearch/LaboratoryMethods/ucm064948.htm>. Data de acesso: 08 ago. 2012.

VASCONCELOS, J. F.; BARBOSA, J. E. L.; DINIZ, C. R.; CEBALLOS, B. S. O. 2011. **Cianobactérias em reservatórios do Estado da Paraíba: ocorrência, toxicidade e fatores reguladores**. João Pessoa, 2011. Disponível em: <[www.ablimno.org.br/boletins/pdf/bol_39\(2-2\).pdf](http://www.ablimno.org.br/boletins/pdf/bol_39(2-2).pdf)>. Acesso em: fev. 2014.

VIGANÒ, L. et al. Quality assessment of bed sediments of the Po River (Italy). **Water Res.**, v.37, n.3, p.501-518, 2003.

WASHINGTON, H. G. Diversity, biotic and similarity indices: a review with special relevance to aquatic ecosystems. **Water Res.**, v.18, n.6, p.653-694, 1984.

WEDEPÖHL, K. H. The composition of the continental crust. **Geochim. et Cosmochim. Acta**, n.59, p.1217-1232, 1995.

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

WHO. **Guidelines for drinking water quality**: recommendations. 2. ed. Geneva, 1993. v.1.

_____. **Guidelines for drinking water quality**: health criteria and other supporting information. 2. ed. Geneva, 1996. v.2.

_____. **Guidelines for drinking water quality**. 3. ed. Geneva, 2003. Disponível em: <http://www.who.int/water_sanitation_health/dwq/guidelines/en>. Acesso em: abr. 2008.

_____. **Boron in drinking water. Background document for development of WHO Guidelines for Drinking-water Quality**. 2003. Disponível em: http://www.who.int/water_sanitation_health/dwq/boron.pdf. Acesso em: 31 mar.2014.

_____. **Chemical hazards in drinking-water**. Disponível em: http://www.who.int/water_sanitation_health/dwq/chemicals/en/

XAVIER, A. F. et al. **Informações básicas para o planejamento ambiental**. São Paulo: SMA/CPLEA, 2002. 84p.

ZAGATTO, P. A.; BERTOLETTI, E. **Ecotoxicologia aquática**: princípios e aplicações. São Carlos: Rima, 2006. 478p.

ZHANG, S.; LU, X. X.; SUN, H.; HAN, J.; HIGGITT, D. A. Geochemical characteristics and fluxes of organic carbon in a human-disturbed mountainous river (the Luodingjiang River) of the Zhujiang (Pearl River), China. **Science of total environment**, v.407, p.815-825, 2009.



CETESB



GOVERNO DO ESTADO
SÃO PAULO

Secretaria do Meio Ambiente