



## SUMÁRIO

4. DIAGNÓSTICO AMBIENTAL DAS ÁREAS DE INFLUÊNCIA.....	4
4.1 Meio Físico .....	5
4.1.1 Geologia e Geomorfologia.....	5
4.1.1.1 Geomorfologia.....	5
4.1.1.2 Geologia Regional.....	5
4.1.1.3 Geologia Local.....	6
4.1.2 Hidrogeologia e Recursos Hídricos.....	7
4.1.2.1 Hidrografia e Classificação dos Corpos d'Água .....	11
4.1.3 Clima e Condições Meteorológicas .....	11
4.1.4. Hidrodinâmica Costeira .....	12
4.1.4.1. Marés e Ondas.....	12
4.1.4.2. Circulação.....	13
4.1.4.3. Padrão Sedimentológico .....	15
4.1.5. Assoreamento.....	16
4.1.6 Qualidade da Água.....	16
4.1.6.1 Dados Pretéritos.....	17
4.1.6.1.1 Efluentes Domésticos .....	17
4.1.6.1.2. Efluentes Industriais.....	19
4.1.6.1.3. Considerações finais dos estudos pretéritos .....	24
4.1.6.2 Dados da Caracterização Atual.....	24
4.1.6.2.1 Objetivos do trabalho .....	25
4.1.6.2.2 Material e métodos .....	25
4.1.6.2.3 Resultados e discussão .....	33
4.1.6.2.4 Conclusões.....	46
4.1.7 Qualidade dos sedimentos.....	46
4.1.7.1 Dados Pretéritos.....	47
4.1.7.2 Dados da Caracterização Atual.....	48
4.1.7.2.1 Objetivos do trabalho .....	49
4.1.7.2.2 Material e métodos .....	49
4.1.7.2.3 Resultados e discussão .....	53
4.1.7.2.4 Conclusões.....	75



4.1.8 Batimetria .....	75
4.2 Meio Biótico .....	76
4.2.1. Biota terrestre .....	76
4.2.1.1. Caracterização Vegetal.....	76
4.2.1.1.1 Descrição do Solo.....	76
4.2.1.1.2 Descrição da Vegetação .....	77
4.2.1.2 Avifauna .....	78
4.2.1.2.1 Materiais e Métodos .....	78
4.2.1.2.2 Características das Espécies Observadas.....	79
4.2.1.2.3 Avifauna Ameaçada de Extinção.....	80
4.2.1.2.4 Lista Preliminar da Avifauna.....	81
4.2.2. Biota Aquática .....	85
4.2.2.1 Organismos Planctônicos .....	85
4.2.2.2. Comunidade Fitoplanctônica .....	86
4.2.2.3. Comunidade Zooplanctônica.....	89
4.2.2.4. Organismos Nectônicos.....	89
4.2.2.5. Ictiofauna – Espécies de Interesse Econômico.....	90
4.2.2.6. Ictiofauna- Espécies Raras e Ameaçadas de Extinção .....	92
4.2.2.7. Efeitos da Poluição .....	96
4.2.2.8. Organismos Bentônicos.....	97
4.2.2.9. Comunidade Bentônica de Praias Arenosas.....	98
4.2.2.10. Comunidade Bentônica de Costões Rochosos.....	101
4.2.2.11 Comunidade Bentônica – Estudos Oceanográficos no Canal de São Sebastião.....	103
4.2.3 Unidades de Conservação.....	105
4.3 Meio Sócio-Econômico.....	106
4.3.1 População .....	106
4.3.1.1 População Flutuante .....	108
4.3.2 Uso e Ocupação do Solo .....	109
4.3.2.1 Enquadramento na Lei de Uso e Ocupação do Solo .....	110
4.3.2.2 Situação do Empreendimento no Plano Diretor Municipal.....	111
4.3.3 Lazer, Turismo e Cultura .....	112
4.3.4. Patrimônio histórico, cultural e arqueológico.....	113
4.3.4.1 O Processo de Tombamento .....	114



4.3.4.2 Área Tombada a Nível Federal.....	114
4.3.4.3 Áreas Tombadas a Nível Estadual.....	115
4.3.4.3.1 Centro Histórico .....	115
4.3.4.3.2 Outras .....	117
4.3.4.4 Áreas de Preservação Municipal .....	118

## 4. DIAGNÓSTICO AMBIENTAL DAS ÁREAS DE INFLUÊNCIA

Para a realização dos estudos que compõem o Diagnóstico Ambiental do presente Plano de Controle Ambiental – PCA do Porto de São Sebastião foram consideradas as seguintes áreas de influência:

### **ADA – Área Diretamente Afetada**

Assim considerada a área do Porto, definida pelo terreno de ocupação até os berços de atracação de embarcações, em sua porção dragada (Figura 1 do Anexo 4.4-1).

### **AID – Área de influência Direta**

Como AID considerou-se as vias de circulação de tráfego no entorno do Porto e o canal de acesso de navios, desde o seu trecho central; além dos terminais aquaviários e áreas de armazenagem privadas (Figura 1 do Anexo 4.4-1).

### **AII – Área de Influência Indireta**

Como AII do Porto de São Sebastião considerou-se as áreas urbanas banhadas pelo Canal de São Sebastião, nos municípios de São Sebastião (incluindo seu centro histórico); Caraguatatuba e Ilhabela e o referido Canal. Incluem-se também as unidades de conservação existentes nos municípios abrangidos e as vias de acesso rodoviário (Figura 2 do Anexo 4.4-1).

## 4.1 MEIO FÍSICO

### 4.1.1 Geologia e Geomorfologia

Para a realização do contexto geológico do setor, foram utilizados referências bibliográficas e foram interpretados perfis de sondagens realizados na área portuária.

#### 4.1.1.1 Geomorfologia

Na região da cidade de São Sebastião ocorrem duas unidades geomorfológicas distintas, a escarpa da Serra do Mar e a planície costeira, demonstradas no Anexo 4.4-2. As escarpas se aproximam do mar, formando esporões que, em alguns lugares, mergulham diretamente no oceano. Junto às planícies costeiras, ela se desfaz de modo abrupto, com formações de rampas de colúvio e tálus. A drenagem mostra forte controle litológico e estrutural e os vales têm seção em “V”.

A planície é resultado do preenchimento de enseada e baías pré-atuais, sendo que os sedimentos do interior da planície possuem forte contribuição continental e junto à orla apresenta predomínio de sedimentação marinha. As altitudes na planície não ultrapassam os 20 metros, tendo uma declividade da topografia predominantemente baixa, < 2%. O solo característico é o podzol hidromórfico e hidromórfico.

São encontrados na região depósitos coluvionares, que se dispõem ao longo e nos sopés das encostas, sendo acúmulos detriticos mal selecionados, finos nas rampas de colúvio e mais grosseiros nos depósitos de tálus.

#### 4.1.1.2 Geologia Regional

Segundo Almeida *et al.* (1981) as rochas que formam o embasamento na cidade de São Sebastião estão inseridas no contexto geológico do Complexo Costeiro. Unidade essa que se distribui na zona costeira do Estado de São Paulo como demonstrado no Anexo 4.4-3, limitada ao norte pelo grupo Açungui, através da falha de Cubatão (sul do estado do Espírito Santo), e ao sul recoberta pelas rochas do complexo Turvo-Cajati (Litoral sul do Estado de São Paulo).

De acordo com Garda (1995) o bloco de São Sebastião é formado por migmatitos homogêneos estromáticos do Complexo Costeiro, localizado como AcM, onde se encontram núcleos metabásitos envolvidos por migmatitos agmatíticos, intercalções de anfibolito e um pequeno corpo de rochas granitóides. Junto ao falhamento de Camburu de direção NE-SW, estas rochas estão catacladas em graus variados, ocorrendo faixas de protomilonitos, milonitos e ultramilonitos.

Na região de São Sebastião é freqüente o encontro de rochas intrusivas básicas e alcalinas, de acordo com Almeida (1967), esses diques tiveram início de suas formações durante o período Jurássico Superior, em duas fases distintas de magmatismo. A primeira, de caráter básico e



intermediário, é representada por diques e *sills* contemporâneos aos derrames da Bacia do Paraná e aos do fundo da Bacia de Santos. A segunda fase é caracterizada por *stocks* ou chaminés e diques de rochas alcalinas.

A cobertura sedimentar costeira, Qm e Qi, possui como característica, segundo o desenvolvimento no continente de pequenas planícies costeiras, sendo que os sedimentos marinhos entram em contato direto com os sedimentos continentais do sopé da serra. Uma análise prévia realizada por Furtado *et al.* (1978) no Canal de São Sebastião, verificou ocorrências das frações cascalho, areia e lama (silte + argila), sendo que na porção sul do canal foi encontrado no centro uma faixa de areia e lama e nas bordas do canal areia.

Na porção central do Canal foi verificada uma deposição grosseira de sedimentos, junto a Ilha São Sebastião e uma deposição mais calma junto ao continente com sedimentos argilosos. Já na região norte do Canal, próximo ao continente, ocorre a deposição de lama, gradando para areia em sentido a ilha.

Através da descrição do mapa batimétrico, Furtado *et al.* (1978) sugeriu um processo mais intenso de deposição sedimentar junto ao continente e uma tendência à maior erosão ou menor deposição para o lado da ilha. Verificou-se também uma deposição mais intensa nas porções norte e sul do canal e uma maior erosão na área central.

Os sedimentos são caracterizados por conter quartzo, plagioclásio, feldspato alcalino, argilo-minerais (caolinita, montmorilonita e ilita), minerais micáceos, minerais pesados (anfibólio, piroxênio, granada, zircão, turmalina, rutilo, epidoto, silimanita, cianita, estauroлита, apatita, andaluzita, perowskita e anatasio), calcário (biodetritos) e matéria orgânica. A análise morfoscópica dos sedimentos do canal demonstrou um grau de esfericidade de média para baixa e a análise do arredondamento mostrou uma variação de sub-angular a subarredondado. A área fonte dos sedimentos foi caracterizada como sendo as rochas costeiras, submetidas à ação marinha.

#### 4.1.1.3 Geologia Local

O Porto de São Sebastião, como relatado anteriormente, é um conjunto de aterros realizados em distintas fases, ocupando parte da plataforma marinha próximo ao centro de São Sebastião. A área portuária tem uma importância que deve ser considerada para o estudo hidrogeológico sedimentar local já que este tipo de aquífero na cidade de São Sebastião é pouco explorado por, historicamente, ser de menor importância.

O processo de aterramento para a construção da área portuária foi realizado em 4 fases distintas, tendo início na década de 50 e sendo finalizado na década de 70. Em todas as fases o material utilizado foi, em sua maior parte, de sedimentos marinhos dragados do leito do Canal de São Sebastião (retirado pela PETROBRÁS). Porém, também se pode afirmar que foram utilizados rejeitos da construção civil e outros resíduos, como parte do aterramento.



Com a interpretação das secções geológicas da área (Anexo 4.4-4) pode-se observar 3 (três) fases de sedimentos, que são: Depósitos Tecnogênicos, Sedimentos Marinheiros e Alteração de Rocha. A camada, representada por alteração de rocha, é caracterizada, principalmente, por um silte arenoso (fino a médio) micáceo pouco caulínico, de coloração cinza a cinza escura e, também, representada por um silte argiloso pouco arenoso, cinza e cinza esverdeado. Esta camada está disposta a partir dos 26 metros e aumentando a profundidade em direção ao centro do Canal e faz limite com a rocha cristalina. Esses sedimentos não são considerados como parte do aterro, pois apresentam feições da rocha mãe.

O segundo grupo sedimentar, da base para o topo, é representado por sedimentos marinheiros. Neste grupo sedimentar deve-se ter em conta que existem dois processos geradores, um autóctone (gerado por processos naturais) e outro alóctone (gerado não naturalmente). O primeiro é formado sedimentação natural da plataforma marinha e o segundo é formado por sedimentos dragados do leito do Canal que são dispostos como aterro. Essa característica do material do aterro impossibilita determinar o real limite entre o material autóctone e o alóctone. Os sedimentos presentes neste segundo grupo sedimentar são: AGO<sub>1</sub> e AGO<sub>2</sub> – argilas siltosas pouco arenosas e argila arenosas com matéria orgânica com presença de fragmentos de conchas espaçados, com coloração cinza; AG<sub>1</sub> e AG<sub>2</sub> – argilas siltosas pouco arenosas a argilas arenosas de coloração cinza esverdeada; AR<sub>1</sub>, AR<sub>2</sub> e AR<sub>3</sub> – areias finas a médias pouco siltosas ou argilosas com ou sem fragmentos de conchas de cor cinza e cinza escuro, areia média e grossa pouco siltosa ou argilosa, por vezes com fragmentos de pedregulhos pequenos ou médios com fragmentos de conchas de coloração cinza e cinza escuro, e camada com fragmentos de concha com cimentação arenosa e argilosa com mesma coloração.

A camada superficial é representada por depósitos tecnogênicos, que são constituídos, principalmente, de aterro de materiais diversos, com predominância de silte arenoso, argila arenosa e areia siltosa com ou sem matéria orgânica com coloração marrom e cinza escuro e aterro de material dragado constituído por argila siltosa ou arenosa com matéria orgânica de coloração cinza escura. Essa camada tem espessura média de 3 metros.

#### 4.1.2 Hidrogeologia e Recursos Hídricos

O sistema hidrográfico da região onde está localizado o Porto de São Sebastião, administrado pela CDSS, possui dois aquíferos principais, um sedimentar e outro fraturado.

O sistema de aquíferos sedimentares predominantes na região de São Sebastião é caracterizado por estar instalado em discontinuidades (falhas, fraturas e juntas) presentes nas rochas do Embasamento Cristalino, não representando bacias de importância regional.

O aquífero sedimentar onde está disposta a área de estudo tem formação deltática com sedimentação proveniente, principalmente, das rochas cristalinas da Serra do Mar.



Adicionalmente, esse pacote sedimentar possui contribuição de sedimentos marinhos e por vezes de matéria orgânica de mesma origem.

Este aquífero não possui grandes dimensões tanto em extensão como em espessura, o que não possibilita uma exploração economicamente viável. Por não possuir grandes dimensões o nível d'água do aquífero sedimentar está sujeito a oscilações de maré e com uma provável cunha salina infiltrada no aquífero sedimentar.

As principais fontes de recarga deste aquífero são a infiltração direta das águas das chuvas, e da infiltração pelo escoamento provindo da serra, tanto das chuvas como dos rios que possuem nascentes no topo da mesma. As águas que chegam a base da serra permitem uma contribuição importante a este aquífero.

Os riachos presentes na área, não possuem vazões significativas com nascentes, por vezes mais de uma, na Serra do Mar. Também possuem importância na recarga do aquífero sedimentar.

Em relação ao aquífero fraturado cristalino desta região, características hidrogeológicas de toda região litorânea do Estado de São Paulo, possui grande extensão de caráter regional, com características de um aquífero livre a semi-confinado, heterogêneo e descontínuo. Hidroquimicamente as águas do aquífero fraturado cristalino são classificadas como cloretadas sódicas, secundariamente cloretadas cálcicas.

A principal fonte de recarga deste aquífero é por meio da infiltração das chuvas em zonas onde o fraturamento é sub-superficial e por meio de recarga indireta provida de aquíferos sedimentares que estão sobrepostos a zona de fraturas.

Em dezembro de 2008 foi realizada uma caracterização do solo e da água subterrânea do porto. Foram instalados dez poços de monitoramento com seção filtrante conforme recomendada pela norma ABNT 15.495-1. AS sondagens para instalações dos poços foram realizadas com equipamento manual (trado) de 4 polegadas de diâmetro sem a utilização de qualquer fluido de perfuração.

Foram coletadas amostras de solo na camada superficial (até 0,50 m), sendo que todo o procedimento de coleta atendeu às exigências do capítulo 6300 “Amostragem de solo” constante no “Manual de Gerenciamento de Áreas Contaminadas, Projeto CETESB – GTZ”. Para o caso das águas subterrâneas, as coletas foram realizadas com amostradores tipo *bailer* descartáveis com filtro descartável *in line* para filtragem em campo de metais e semi-metais, sendo que para os demais parâmetros a coleta foi realizada sem a presença dos filtros.

Foram realizados quatro ensaios de condutividade hidráulica ( $k$ ) através do ensaio de *slug test* cujos resultados serviram de base para a avaliação da velocidade de fluxo de água subterrânea.

Os resultados para o solo demonstraram a presença de vários contaminantes acima dos respectivos valores orientadores preconizados pela CETESB em 2005, sendo eles: bário, cobre, bis(2-etilhexil)ftalato, antraceno, benzo(a)antraceno, benzo(a)pireno, indeno(1,2,3-cd)pireno e PCB totais.



As concentrações de bário podem estar relacionadas com o histórico de disposição de material: a região onde o mesmo foi encontrado foi utilizada como “bota-fora” de resíduos de construção (entulhos) e material da encosta (morros) da região que foram dispostos na área.

Para os outros contaminantes encontrados, ressalta-se que não houve no passado e não há no presente algum tipo de aplicação específica desta classe de contaminantes, sendo assim, os níveis quantificados no solo podem ser oriundos de atividades realizadas no passado, durante o processo de aterramento da área, ou mesmo liberações pontuais. Alguns parâmetros quantificados nos poços localizados próximo a área utilizada para o transbordo do lixo proveniente da cidade de São Sebastião, podem estar relacionados com esta atividade a qual está sendo desenvolvida na área.

Para o caso das águas subterrâneas, foram obtidas concentrações acima dos respectivos limites orientadores preconizados também pela CETESB em 2005 para os seguintes elementos: bário, cobalto, ferro, manganês, boro e arsênio.

O boro é encontrado em abundância nos ecossistemas costeiros (água e sedimento) e apresentou resultados acima do valor de intervenção para a maioria dos poços de monitoramento. O manganês e o ferro foram quantificados na maioria dos poços de monitoramento, sendo que, de acordo com o Relatório para o estabelecimento de valores orientadores para solo e águas subterrâneas no Estado de São Paulo (CETESB, 2001), estes metais encontram-se naturalmente nos solos tropicais em altas concentrações. Os outros elementos encontrados devem estar relacionados à presença de lixo na região do transbordo ou ao material utilizado para a aterragem da região, ressaltando que a atividades desenvolvidas pelo Porto, pelo tipo de contaminante encontrado, não estão influenciando na qualidade do solo e da água subterrânea.

Para a caracterização hidrogeológica da área do empreendimento, faz-se necessário o conhecimento das características físicas e hidrodinâmicas dos aquíferos. Para o estudo em questão foi utilizado como referência os dados obtidos nas perfurações dos poços de monitoramento.

Na avaliação do comportamento das águas subterrâneas na área foi elaborado o mapa potenciométrico local com base nas cargas hidráulicas dos poços de monitoramento instalados, cujos resultados são demonstrados na Figura 4.1.2-1.

Após o cálculo das cargas hidráulicas foram delimitadas as linhas equipotenciais e definido a potencimetria. De acordo com o mapa é possível concluir que:

- As águas subterrâneas fluem preferencialmente na direção oeste (O) para leste (E), no sentido do canal de São Sebastião, localizado no limite da propriedade;
- Há provavelmente interferências localizadas no sentido do fluxo subterrâneo causadas pela disposição de sedimentos de dragagem, entulhos de construção e disposição de lixo na área;

- O gradiente hidráulico entre um poço de montante (PM-01) e um de jusante (PM-03) é compatível com a topografia plana e o perfil geológico predominante da área de estudo. O gradiente hidráulico calculado é de 0,002.

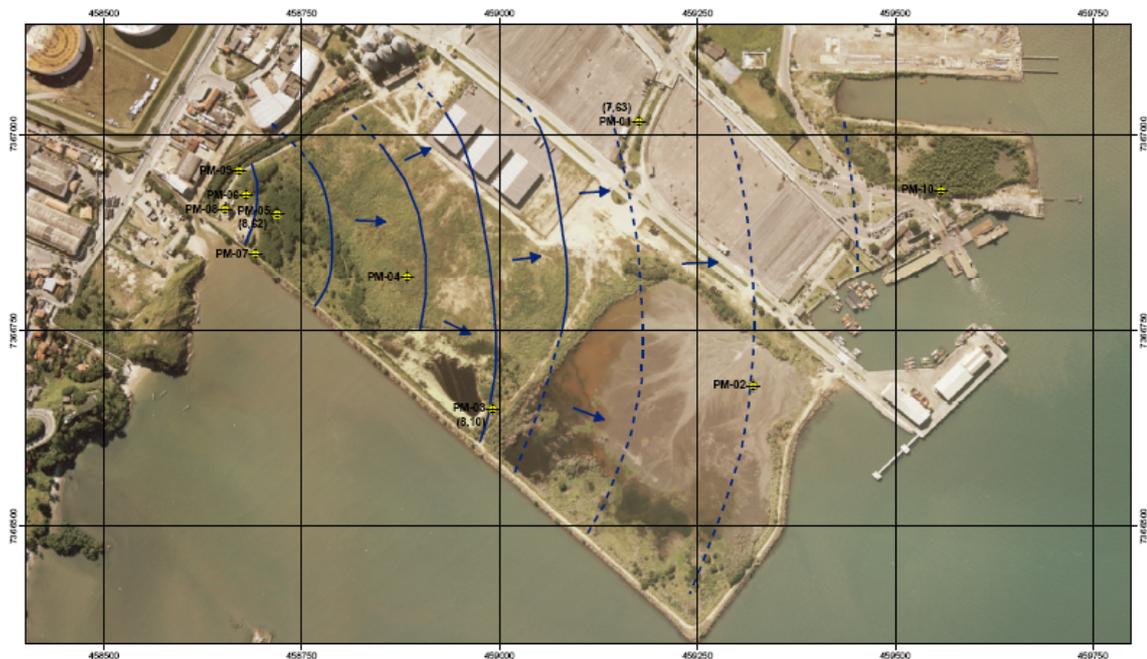


Figura 4.1.2-1. Mapa potenciométrico do Porto de São Sebastião

Com base nos dados provenientes dos mapas potenciométricos e nos coeficientes de condutividade hidráulica, foi calculada a velocidade média da água subterrânea para o aquífero raso avaliado, utilizando-se para tanto a seguinte equação:

A Tabela 4.1.2-1 apresenta os dados utilizados para os cálculos e os valores das velocidades calculadas. Para este cálculo, utilizou como valor da condutividade hidráulica a média obtida nos ensaios realizados. O cálculo do gradiente hidráulico ( $i$ ) levou resultou em um valor de 0,002. Considerando que o solo dos poços de monitoramento avaliado possui características silte argilosa optou-se por utilizar uma porosidade efetiva de 0,15 ou 15%.

Tabela 4.1.2-1. Cálculo da velocidade da água subterrânea.

Condutividade hidráulica média (cm/s)	Gradiente hidráulico	Porosidade efetiva	Velocidade média da água subterrânea (cm/s)	Velocidade média da água subterrânea (m/ano)
$1,98 \times 10^{-5}$	0,002	0,15	$2,64 \times 10^{-7}$	$8,3 \times 10^{-2}$

Conforme os dados acima apresentados, a velocidade média da água subterrânea no aquífero raso é de aproximadamente 0,083 metros/ano.



#### 4.1.2.1 Hidrografia e Classificação dos Corpos d'Água

As áreas de influência do empreendimento encontram-se no território do Comitê da Bacia Hidrográfica do Litoral Norte, bacia definida pelo divisor de águas da vertente atlântica, compreendendo inúmeros cursos d'água, envolvendo os quatro municípios costeiros desde de São Sebastião até a divisa com o Estado do Rio de Janeiro, de domínio estadual.

O Comitê da Bacia Hidrográfica do Litoral Norte foi instalado na última década em conformidade com a Lei Estadual 7661 de 30 de dezembro de 1991, com uma área de 1.987 Km<sup>2</sup>, tendo uma disponibilidade de águas superficiais de 28 m<sup>3</sup>/s (q<sub>7,10</sub>, i.e: vazão mínima anula de 7 dias consecutivos com período de retorno de 10 anos) e demanda de apenas 2,49 m<sup>3</sup>/s. (Ref. Rel. Qualidade Ambiental CETESB 2003).

Na Área de Influência Direta do Porto de São Sebastião, encontram-se apenas 3 córregos afluindo ao Canal de São Sebastião, denominados como Mãe Isabel e do Outeiro ficando o terceiro sem denominação conhecida. A bacia de drenagem destes córregos encontram-se ilustradas no desenho da Área de Influência Indireta, Anexo 4.4-1, totalizando uma área de 830 ha a qual confere uma vazão máxima 95 m<sup>3</sup>/s, estimada conforme o Manual de Cálculo das Vazões Máximas, Médias e Mínimas nas Bacias Hidrográficas do Estado de São Paulo (DAEE, 1994).

O Decreto Estadual 10.755 de 22 de novembro de 1977, regulamentando o Decreto 8.468 de 8 de setembro de 1976, classifica no Litoral Norte do Estado de São Paulo, incluindo o Município de Ilha Bela todos os corpos d'água que estejam acima da cota 50 m em classe 1, águas destinadas ao abastecimento doméstico, sem tratamento prévio ou com simples desinfecção, e por exclusão os corpos d'água abaixo da cota 50 enquadram-se em Classe 2, águas destinadas ao abastecimento doméstico, após tratamento convencional, à irrigação de hortaliças ou plantas frutíferas e à recreação de contato primário (natação, esqui-aquático e mergulho).

O enquadramento acima se aplica também às classificações previstas na Resolução CONAMA 357/05.

#### 4.1.3 Clima e Condições Meteorológicas

O clima na área onde está inserido o Porto de São Sebastião é considerado tropical úmido, com o regime de chuvas distribuído igualmente durante o ano todo e sem uma caracterização distinta de estações, seguindo a classificação de Koeppen (apud IAC). A precipitação média na região de São Sebastião é de 1000-1500 mm/ano ao nível do mar, aumentando conforme a elevação e proximidade do topo da Serra do Mar e pode exceder 4000 mm/ano nas regiões mais altas (Câmara, 1991). A temperatura média anual varia de 18 a 20° C na região de estudo, com uma maior variabilidade na porção sul do Canal de São Sebastião, onde se localiza o Porto de São Sebastião e a baía do Araçá.

A intensidade dos ventos no local do Porto de São Sebastião é de fraca à moderada em condições normais estáveis do tempo. Ventos intensos com até 60 km/h na média estão



associados apenas as passagens de sistemas frontais e sopram pela região oriundos de sudoeste, preferencialmente. Um levantamento de 1988 com dados do Departamento Hidroviário revela que as direções de vento paralelas ao canal com maiores persistências na velocidade são de aproximadamente 28% da direção NE, com intensidades de 0 à 10 km/h, e 23% da direção sudoeste com intensidades, também de 0 à 10 km/h. Ventos acima de 40 km/h de intensidade são persistentes em períodos menores do que 1% em ambas as direções paralelas ao canal.

A maior influência climática sobre a baía do Araçá, bem como sobre a extensão do pier do Porto de São Sebastião, está associada à passagem de sistemas frontais, com intensidades moderada à forte por períodos de 1 à 2 dias no máximo. A persistência de instabilidades no tempo, associada aos períodos de pós-frontal não é caracterizada por ventos intensos, sugerindo que o local de estudo é influenciado apenas pelo regime climático regional (região sudeste).

Atualmente, o CPTEC (Centro de Previsão de Tempo e Estudos Climáticos) do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE) possui uma estação meteorológica automática na área de São Sebastião, ligada à Rede Nacional de Meteorologia. Outra fonte de informação climática é a estação meteoceanográfica do CEBIMAR (Centro de Biologia Marinha) da Universidade de São Paulo. Ambas as instituições coletam informações meteorológicas contínuas na região do Canal de São Sebastião.

#### 4.1.4. Hidrodinâmica Costeira

##### 4.1.4.1. Marés e Ondas

A porção sul do Canal de São Sebastião está sob influência direta dos sistemas frontais que passam pela região sudeste do país. Por este motivo, as variações da maré no Porto de São Sebastião sofrem influência considerável das condições meteorológicas, com amplitudes da ordem de 1 metro ao redor do nível médio de referência. Variações superiores a 1,40 m no nível de preamar possuem ocorrência menor que 1%, da mesma maneira que o nível mais baixo registrado (20 cm abaixo do nível da baixamar). Cerca de 50% das observações de maré, posicionam os níveis máximos e mínimos em 1,12 m e 0,32 m do nível de referência, respectivamente. As sondagens referentes à permanência do nível da água na área de estudo sugerem que cerca de 50% do tempo, o nível da água reside em meio metro acima do nível de referência da Maré (padrão DHN).

O Canal de São Sebastião é bem abrigado das ondas oceânicas pela Ilha de São Sebastião (Ilhabela) devido ao seu alinhamento Sudoeste-Nordeste. No entanto, as porções norte e sul do canal estão sujeitas à reflexos da agitação oceânica, por reflexão-difração de ondas pelas duas aberturas. Esta agitação chega bem atenuada no litoral continental do canal, como a região de estudo – o Porto de São Sebastião e baía do Araçá. Oscilações oriundas do quadrante sul-sudeste, normalmente associadas a eventos meteorológicos ao largo da costa brasileira, são atenuadas por refração na entrada sul do Canal de São Sebastião em decorrência das variações batimétricas.



A profundidade do canal é significativa para alterar o padrão de ondas, que chegam na Ponta do Araçá apresentando um coeficiente de refração da ordem de 0,56. Apenas ondas menores que 3 m atingem a baía do Araçá em eventos esporádicos, já que pela relação de profundidade/altura, ondas da plataforma interna com períodos superiores a 10 segundos arrebatam antes de chegar na região de estudo. As ondas consideradas de origem oceânicas pelo seu período podem atingir de 1,5 à 3,0 m, porém, a probabilidade destas ondas de atingir o Porto de São Sebastião e a baía do Araçá, oriundas de mar aberto (direção  $210^\circ \pm 3^\circ$ ) são menores que 1% (levantamento da *Ocean Waves Statistics*). As alturas significativas de ondas e seus períodos de ocorrência são: 1,1 m de altura em 1/10 anos, 0,5 m de altura em 1/1,5 anos. Levando em consideração a profundidade do canal e o ângulo de entrada das ondas oceânicas na porção sul do Canal de São Sebastião, a influência das ondas oceânicas na hidrodinâmica da área de estudo – Porto de São Sebastião e baía do Araçá – é muito pequena. Localmente, as ondas geradas pelo vento no Canal de São Sebastião estão relacionadas com a direção persistente, intensidade e a “trilha” (ou *fetch*) do vento. Pelo posicionamento do Porto de São Sebastião e da baía do Araçá, a trilha de maior influência é a de direção nordeste, justamente o alinhamento do canal de acesso. No entanto, os ventos de NE são menos intensos que os oriundos de sudoeste. O levantamento anterior para o estudo de impacto ambiental na baía do Araçá realizado pela CCM Consultoria mostra que para a trilha de 10 km (NE) com profundidades médias de 25 m, as alturas significativas calculadas pelo método de Bretschneider atingem 1,2 m apenas com ventos de 50 km/h e tem persistência de menos que 0,01% do tempo. Em média, 27 % do tempo (persistência anual) apresentam ondas com apenas 20 cm de altura significativa geradas por ventos de 10 km/h.

#### 4.1.4.2. Circulação

As áreas externas do canal apresentam padrões de circulação opostos nas suas porções norte e sul. Ao sul, a corrente se mantém predominantemente para NE, apresentando no verão períodos de inversões para SO tanto em superfície como em profundidade. A porção norte do canal apresenta a corrente predominantemente para SO, com exceção de inversões próximas ao fundo no período do verão, com a direção NE. A circulação, em toda a região da plataforma continental interna ao norte do Estado de São Paulo, é forçada pelo vento, com efeitos locais e não-locais. As amplitudes significativas das componentes de marés possuem magnitudes inferiores a 0,05 m/s. Valente (1999) sugere que as correntes subinerciais possuem altas correlações com os dados de vento e altas coerências nas bandas de 3-5 dias, 6-8 dias e 10-15 dias.

Simulações numéricas de Silva (1995) mostraram que a região sul do Canal de São Sebastião, onde se localiza o Porto de São Sebastião e a baía do Araçá, é a entrada preferencial de águas mais frias pelo fundo do canal principal, preenchendo o mesmo com Água Central do Atlântico Sul em eventos esporádicos controlados pelas condições meteo-oceanográficas. Experimentos numéricos da passagem de uma frente fria pela Plataforma Continental Sudeste sugerem a rápida resposta das águas do canal com o recuo para o largo da Água Central do Atlântico Sul, mas com



um rápido retorno assim que a frente deixa a plataforma. Ventos de nordeste na plataforma continental sudeste são imprescindíveis para que a Água Central do Atlântico Sul penetre o Canal de São Sebastião. Outros trabalhos de simulação mostram que a circulação de fundo no Canal de São Sebastião é, basicamente, para nordeste e associada à intrusão da Água Central do Atlântico Sul, forçada, em primeira instância, pelo vento de nordeste na região da plataforma e, em um segundo momento, pela força do gradiente de pressão (com destaque para a componente baroclínica), sempre maior na entrada sul do que na entrada norte e sempre maior no verão do que no inverno. A circulação superficial é para sudoeste com relaxamento no outono, intensificando-se em direção ao verão onde atinge o pico máximo.

Leandro (1999) baseou-se em dados hidrográficos e correntométricos coletados durante 37 cruzeiros, realizados entre 1992 e 1997, em 13 estações no Canal de São Sebastião, para construir uma climatologia regional. A análise sazonal dos parâmetros de temperatura, salinidade, densidade e de correntes mostra que baixos valores das médias de temperatura no lado insular da entrada sul do canal são encontrados durante a primavera. Já no verão, elevados desvios padrões dessas médias indicam o período de intrusão da Água Central do Atlântico Sul no Canal de São Sebastião. A homogeneidade das águas é uma característica típica de inverno, onde a circulação é tipicamente baroclínica. A circulação na porção sul do canal possui um padrão tipicamente sazonal, bem como a distribuição de suas massas d'água. Um estudo realizado no Litoral Norte por Coelho (1997) mostrou que durante o outono, inverno e início da primavera, a Água Costeira domina o Canal de São Sebastião e a Plataforma Continental adjacente. No Canal de São Sebastião, a Água Costeira flui para sudoeste, associada às maiores velocidades de corrente na porção central do Canal (pico de velocidade no inverno). No verão e final da primavera ocorrem movimentos nas águas do canal em duas camadas: a Água Costeira fluindo para sudoeste na camada superficial, e a Água Central do Atlântico Sul para NE abaixo da pycnoclina. As escalas de tempo em que ocorre a intrusão da Água Central do Atlântico Sul no Canal podem ser consideradas subinerciais (dias a semanas), estando intimamente ligadas as intrusões da Água Central do Atlântico Sul na plataforma adjacente. A porção sul do Canal apresenta ainda outra feição de significativa importância, a Frente Térmica Profunda (FTP) na margem insular da entrada sul do canal. Esta frente é o principal indicador da presença de Água Central do Atlântico Sul na região. Com a intensificação do processo, a frente migra para a superfície livre, dando origem a uma Frente Térmica Superficial. Coelho (1997) mostrou que um evento ocorrido em maio de 1992 apresentou forte influência da Água Tropical na entrada sul do Canal, implicando na formação de uma frente termohalina nas proximidades do fundo. Ocasionalmente, estas frentes podem atingir as camadas superficiais próximos à região deste estudo – o Porto de São Sebastião e a baía do Araçá, mas a residência e persistência das frentes são comparativamente pequenas. O Canal de São Sebastião apresenta salinidades típicas de plumas estuarinas nas regiões próximas à costa, fora da área de influência direta do canal principal e fortemente condicionadas pela entrada de água de origem continental através dos aluviões. No entanto, alguns estudos na



região indicam que estas águas características de plumas estuarinas são de ocorrência mais comum na região sul do canal.

Fontes (1995) também observou um padrão sazonal de circulação no Canal de São Sebastião, com velocidades médias variando entre 0,40 e 0,60 m/s, e direção preferencial para nordeste (NE) durante o inverno, primavera e outono, e no verão com uma estrutura de circulação típica do primeiro modo baroclínico, caracterizada por intenso cisalhamento vertical das correntes longitudinais e direção preferencial das correntes de superfície para sudoeste. Em todos os estudos realizados na região, os dados sugerem que a circulação no canal é forçada principalmente pelo vento, embora as correntes não sejam totalmente forçadas no domínio local. Picos de energia bem definidos dos espectros de corrente são comumente observados para as três bandas de maré (semidiurna, terdiurna e quaterdiurna), indicando sua contribuição significativa para as correntes.

Apesar do aspecto complexo da estrutura das correntes no Canal de São Sebastião, A Baía do Araçá e o Porto de São Sebastião estão conectados à esta estrutura apenas de forma tênue. Pela pouca profundidade, a circulação na área é pequena, quando comparada com a porção central do Canal. Este fator é determinante para a hidrodinâmica local e afeta diretamente os padrões de sedimentação.

#### 4.1.4.3. Padrão Sedimentológico

As informações sobre o padrão sedimentológico da área do empreendimento são escassas. Existem diversos trabalhos na região do Canal de São Sebastião que tratam do regime sedimentológico a nível regional, mas a baía do Araçá e o Porto de São Sebastião possuem uma área relativamente pequena em comparação ao canal principal. Como a Baía do Araçá é uma região bem fechada e com profundidade muito menor que o canal, seu padrão de sedimentação deve ser restrito aos processos hidrodinâmicos da borda do canal principal. Levantamentos anteriores mostram que os sedimentos da Baía possuem origem holocênica e a área é protegida pela Ilha de São Sebastião, o que impede o retrabalhamento destes sedimentos pela ação das ondas.

As correntes do canal principal possuem competência apenas para erodir e resuspender sedimentos finos nas regiões mais rasas da borda do Canal de São Sebastião. Este material em suspensão é então levado e mantido na camada superficial da água pela agitação natural do canal e pelas correntes locais geradas pelo vento. Como a hidrodinâmica dominante é no sentido NE-SO pelo alinhamento do canal, os sedimentos em suspensão são provavelmente exportados pela barra sul do Canal de São Sebastião sendo depositados ao largo da ponta sul da Ilha de São Sebastião. As pequenas baías do litoral continental do Canal de São Sebastião possuem uma hidrodinâmica bem restrita, não estando diretamente conectadas as velocidades altas do canal principal. Os aluviões e pequenos riachos litorâneos são os principais fornecedores de sedimentos para estas baías pequenas, com altas taxas de sedimentação local.



Na baía do Araçá e no Porto de São Sebastião não é diferente. A drenagem continental e os diversos pontos de lançamentos de águas pluviais são os principais responsáveis pelo sedimento em suspensão. Como a baía é relativamente fechada e possui um aspecto quadrangular com uma abertura para o canal principal, as fortes correntes do Canal de São Sebastião influenciam a circulação na baía com a formação de um vórtice, alimentado pela deriva norte-sul do canal. Este sentido principal de transporte sugere que parte do sedimento exportado por aluviões ocasionais na Baía pode ser transportado pela Ponta do Araçá até a praia do Topo, onde será retrabalhado pelas ondas incidentes de mar aberto.

Por este aspecto, a circulação rotacional dentro da baía possui um zero de velocidade no centro do vórtice, com posição variável dependendo da intensidade das correntes no canal principal. Com isto, o centro deste vórtice favorece a deposição do material fino da baía, o que explica a baixa profundidade local em relação ao canal e mesmo a borda deste.

#### 4.1.5. Assoreamento

O padrão de sedimentação na área de influência direta do Porto de São Sebastião é controlado pela própria atividade portuária. O sedimento fino trazido pela corrente no canal principal tende a se depositar nas áreas mais rasas da borda e conseqüentemente, nos berços de atracação. No entanto, com a própria atividade dos navios, esta sedimentação natural é retardada, mas ainda sim, efetiva. Pelos dados obtidos durante a implantação do Porto, levando em consideração a área de atuação direta em 150 mil m<sup>2</sup>, com um volume previsto de 15 a 30 mil m<sup>3</sup> de sedimento a ser removido a cada 3 anos para manutenção dos berços de atracação, podemos estimar que a taxa de sedimentação é de 3 a 6 cm por ano.

No entanto, pelo próprio caráter hidrodinâmico do canal principal, esta taxa de sedimentação deve sofrer significativas alterações sazonais em eventos periódicos na passagem de sistemas frontais pela região. O material fino, oriundo da drenagem continental durante a época de chuvas, principalmente na baía do Araçá, é transportado ao longo da face de atracação do porto. Com a inversão da maré e a diminuição do fluxo no canal, este material pode se depositar rapidamente. Porém, o aumento da corrente durante o avanço da maré pelo canal e o próprio movimento de navios no porto, deve remobilizar o sedimento na coluna d'água, ocasionando taxas variáveis ao longo do ano.

#### 4.1.6 Qualidade da Água

Este item tem por objetivo apresentar e avaliar a qualidade das águas na área sob influência do empreendimento no Canal de São Sebastião, identificando os principais poluentes e fontes poluidoras presentes na região.



Os dados apresentados inicialmente são referentes a uma compilação de trabalhos pretéritos desenvolvidos tanto na área do Porto de São Sebastião quanto no Canal e dizem respeito a levantamentos realizados para a caracterização da qualidade da água e as possíveis fontes emissoras de contaminantes localizadas no entorno do referido Porto. Após este levantamento, serão apresentados os dados obtidos por uma nova caracterização com dados primários das possíveis fontes emissoras, assim como a situação da atual qualidade da água.

#### 4.1.6.1 Dados Pretéritos

Essa região é constantemente submetida à ação de agentes poluidores oriundos de vazamentos e derrames acidentais de petróleo, bem como de esgotos domésticos, procedentes, principalmente, da cidade de São Sebastião e Ilha Bela, cuja carga aumenta durante os períodos de alta temporada turística.

A dispersão de poluentes é favorecida pela hidrodinâmica do canal. Diversos autores (Furtado *et al.*, 1987; Castro-Filho *et al.*, 1987; Castro-Filho, 1990; Miranda & Castro-Filho, 1995; Assad, 2000) destacam as altas velocidades das correntes (até 1.4 nós), predominantemente para NE, no eixo principal do canal.

A seguir são apresentadas as principais fontes poluidoras, destacadas pela comunidade científica e órgãos públicos, além dos principais poluentes encontrados nas águas do Canal de São Sebastião.

##### 4.1.6.1.1 Efluentes Domésticos

Um dos principais problemas causados pela entrada de efluentes domésticos em corpos de água é a eutrofização, ou seja, o aumento de nutrientes e matéria orgânica que, em estágios avançados, leva a diminuição de oxigênio dissolvido na água e a morte de organismos aeróbicos (Nixon, 1992).

No Canal de São Sebastião, os diferentes aspectos deste processo foram abordados, recentemente, através do projeto OPISS (Oceanografia da Plataforma Interna de São Sebastião), por Gaeta *et al.* (1990), Zamboni (1993), Giancesella-Galvão *et al.* (1996), Brasil-Lima, (1998) e através do projeto LOESS (Levantamento Oceanográfico das áreas diretamente afetadas por Efluentes dos Emissários Submarinos de Esgoto da SABESP), realizado a pedido da SABESP, por FUNDESPA (1998), Giancesella *et al.* (1999), Cattena (2003) e Moser *et al.* (2004).

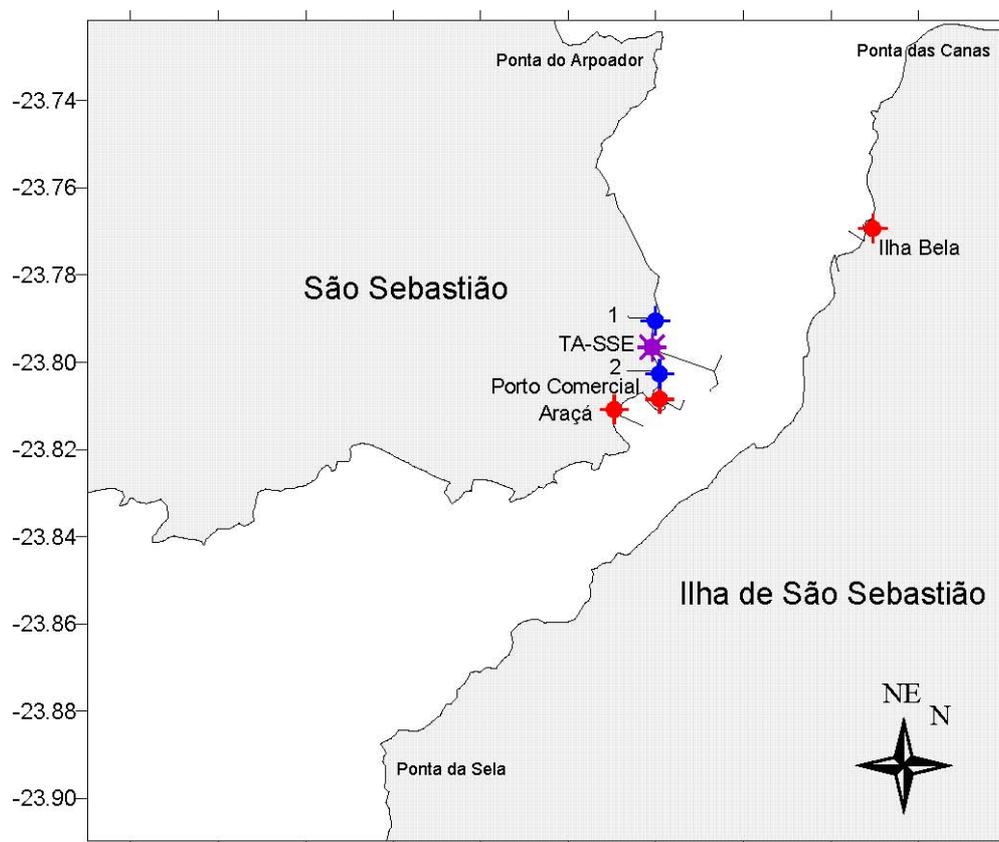
Estes autores destacam a condição oligo-mesotrófica do Canal de São Sebastião. Entretanto, todos estes estudos demonstram um aumento nas concentrações de N-amoniaco, nitrato, nitrito e fosfato dissolvidos e matéria orgânica (biomassa fitoplânctônica como clorofila-a e material orgânico em suspensão) na área central do canal, sob influência dos emissários da SABESP de Ilha Bela e da Baía do Araçá, da cidade de São Sebastião, do Porto de São Sebastião e do TA-SSE (Terminal Aquaviário de São Sebastião). Geralmente, devido ao predomínio das correntes de NE, estes autores também observaram concentrações mais elevadas de nutrientes nesta porção do canal, quando comparada a região sul.



Apesar da condição oligo-mesotrófica do Canal de São Sebastião, a Baía do Araçá é eutrófica, com concentrações de nutrientes dissolvidos (N-amoniaco acima de 16  $\mu\text{M}$  nas proximidades do emissário), clorofila-a (acima de 10  $\text{g/L}$ ) e oxigênio dissolvido (abaixo de 4  $\text{mg/L}$  no fundo da baía) semelhantes à Baía de Santos e da Guanabara (RJ), conforme observado por Brasil-Lima, 1998. Esta autora destaca a presença de fontes difusas como um pequeno córrego e a drenagem continental em épocas chuvosas. Além disso, Zamboni (1993) destaca a alta concentração de N-amoniaco nas águas intersticiais do Canal, o que eventualmente, através da ressuspensão dos sedimentos, torna-se disponível para coluna de água. Em testes de toxicidade com ouriços (*Litochinus variegatus*), embriões e gametas apresentaram sensibilidade à amônia na água. A seguir, na Figura 4.1.6-1, são apresentadas as principais fontes de efluentes domésticos compiladas por Gaeta *et al.* (1990), CETESB (1993), Zamboni (1993), Giancesella-Galvão *et al.* (1996), Brasil-Lima (1998), FUNDESPA (1998), Giancesella *et al.* (1999), Cattena (2003) e Moser *et al.* (2004).

Outro tipo de poluição decorrente da entrada de efluentes domésticos em corpos de água é a presença de coliformes totais e fecais. Em um estudo realizado pela FUNDESPA (1998), a pedido da SABESP, foi identificada a baixa concentração destas bactérias na coluna de água do Canal de São Sebastião. Novamente, as maiores concentrações foram observadas na porção central do canal.

Portanto, as fontes de nutrientes dissolvidos e coliformes fecais, destacadas pelos autores acima citados, concordam com aquelas apresentadas em um diagnóstico realizado pela CETESB (1993), baseado em dados de 10 anos de monitoramento de praias, que mostram a região do canal nas proximidades de Ilha Bela e as praias do centro de São Sebastião, notadamente Cigarras e Araçá, contaminadas por coliformes fecais provenientes de esgotos domésticos.



- ◆ 1- Foz do Córrego Outeiro, que deságua na aterrada praia de São Sebastião (região central da cidade)
- ◆ 2- Foz do Córrego Guaiamú- OBS: 1 e 2 - identificados como fontes difusas ( Zamboni, 1993)
- Fontes de efluentes domésticos.
- ★ TA-SSE- efluentes industriais. Altas concentrações de N-amoniacal, nitrato e nitrito- efluente tratado de água de produção de petróleo (Cattena, 2003)

Figura 4.1.6-1. Principais fontes de efluentes domésticos no Canal de São Sebastião

#### 4.1.6.1.2. Efluentes Industriais

- Hidrocarbonetos

As principais fontes de hidrocarbonetos alifáticos para o ambiente marinho são: antropogênicas, compostas pelo petróleo e seus derivados, biogênicas autóctones, originadas por organismos residentes no ambiente como o zooplâncton, fitoplâncton, algas e bactérias e biogênicas alóctones, de origem terrestre, compostas basicamente por detritos de plantas terrestres.

Quanto aos hidrocarbonetos aromáticos, as fontes podem ser divididas em 3 grupos: origem petrogênica, geralmente introduzidos no meio por derrames acidentais de petróleo ou derivados, operações de carga e descarga e de limpeza dos tanques dos petroleiros, origem pirolítica, procedentes da combustão incompleta da matéria orgânica, origem natural (incêndio de florestas, erupções vulcânicas etc.) ou antrópica (emissões de veículos, incineração de resíduos etc.) e



origem diagenética, que ocorrem pelas transformações naturais da matéria orgânica mediante processos de descarboxilação, aromatização, desfuncionalização etc (Venkatesean, 1988).

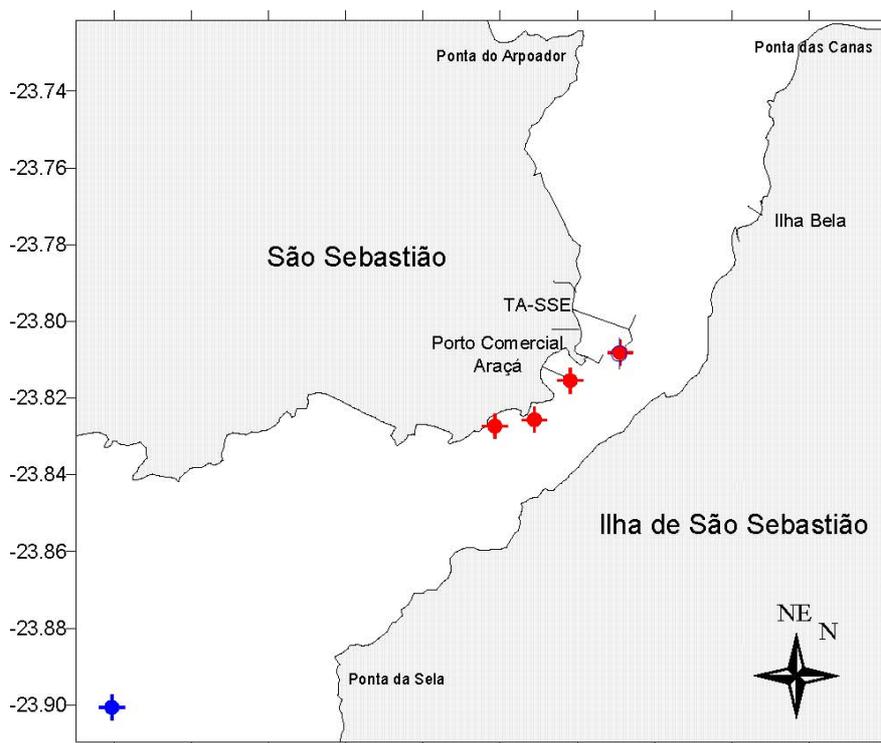
A contaminação física da biota e do habitat depende das características geográficas, físicas e químicas dos ambientes. Geralmente, em ambientes costeiros os hidrocarbonetos persistem por mais tempo e a biota tem dificuldade de se restabelecer em pouco tempo. Em áreas com sedimento fino, rico em matéria orgânica, as águas contaminadas por hidrocarbonetos penetram, estes tendem a ficar depositados, causando a contaminação sobre da biota local.

Quanto à toxicidade, os compostos aromáticos policíclicos (PAH) e seus derivados são os mais tóxicos (Zamboni, 1993) podendo interferir nas funções da membrana plasmática.

O Canal de São Sebastião sofreu vários derramamentos acidentais de petróleo e derivados portanto, os hidrocarbonetos presentes no petróleo são os compostos mais estudados pela comunidade científica e órgãos públicos na região. Desde a construção do TA-SSE, todos os estudos indicam esta área como a principal fonte de hidrocarbonetos para o Canal de São Sebastião. O presente relatório apresentará os dados relativos aos projetos OPISS, LOESS (realizados na década de 90) e do MOCASS (Monitoramento Ambiental do Canal de São Sebastião), realizado pela FUNDESPA (2000).

No projeto OPISS destaca-se o estudo realizado por Weber *et al.* (1998), que apresenta os principais resultados, para coluna de água e sedimentos, relacionados à plataforma interna de São Sebastião e de praias no Canal de São Sebastião (projeto “Biomonitoramento de Ecossistemas Aquáticos e de Transição” desenvolvido na CETESB). Dentro do canal destacam-se os estudos de Medeiros (2000) e Cornet-Arnalot (2002), o último tratando de hidrocarbonetos na coluna de água e sedimentos. Estes estudos estão relacionados ao projeto LOESS e ao MOCASS.

Weber *et al.* (1998), considerando as concentrações de hidrocarbonetos acima de 2 ug/L, indicam as seguintes fontes de hidrocarbonetos de petróleo dissolvidos ou dispersos nas águas (HPDD) do Canal de São Sebastião (Figura 4.1.6-2): entrada sul do Canal e Costa Oceânica da Ilha de São Sebastião, devido às operações de lavagem dos tanques de navios petroleiros fundeados na área e nas proximidades da Baía do Araçá, hidrocarbonetos provenientes de esgoto urbano, marinas e atividades de navegação. Tanto na área interna do Canal quanto na Plataforma interna de São Sebastião, apresentaram concentrações de HPDD abaixo de 1 ug/L. Valores de HPDD menores do que 5 ug/L são considerados baixos para águas costeiras (Law, 1981). Estes mesmos autores quantificaram a concentração de HPDD após o derramamento de petróleo de 1994, nas proximidades de Baraqueçaba, sendo que neste evento as regiões afetadas apresentaram concentrações máximas de 84,72 ug/L. A principais fontes de HPDD no canal de São Sebastião estão apresentadas na Figura 4.1.6-2 a seguir, cujas informações foram obtidas de Weber *et al.* (1988), FUNDESPA (2000) e Cornet-Arnalot (2002).



Eventuais derramamentos de petróleo (que geralmente foram registrados na porção central do canal) e lançamentos não oficiais de efluentes (FUNDESPA, 2000; CORNET-ARNALOT, 2002)

Operações de lavagem dos tanques de navios petroleiros, fundeados em áreas externas ao canal (Weber et al., 1998)

Figura 4.1.6-2. Principais fontes de HPDD no Canal de São Sebastião.

As concentrações de hidrocarbonetos aromáticos e alifáticos no sedimento são mais elevadas na região ao redor do TA-SSE, em torno de 250 ng/g (Medeiros, 2000), onde as principais fontes, destacadas por esta autora, são derrames acidentais de petróleo ou derivados e operações de carga e descarga.

Cornet-Arnalot (2002) observou concentrações maiores do que 15 ug/L de HPDD nos meses de agosto de 1999, nas proximidades e ao sul do TA-SSE (com correntes superficiais fluindo para SW). Esta autora relaciona estas concentrações a eventos não oficiais, como derramamento clandestino ou mesmo o eventual lançamento dos efluentes tratados de água de produção de petróleo pelo TA-SSE.

Portanto, as principais fontes de hidrocarbonetos derivados do petróleo, tanto na coluna d'água quanto nos sedimentos são: operações de lavagem dos tanques de navios petroleiros, fundeados em áreas externas ao canal, esgotos urbanos, marinas e atividades de navegação, principalmente na porção central do canal (Baía do Araçá e Porto) e eventuais derramamentos ou vazamentos de petróleos. Concentrações elevadas de hidrocarbonetos aromáticos e alifáticos no efluente tratado de água de produção de petróleo do TA-SSE e a toxicidade deste efluente para organismos fitoplanctônicos são destacadas por Cornet-Arnalot (2002) e Cattena (2003), entretanto a frequência de lançamento e a diluição do efluente não são tratadas nestes estudos.



As concentrações de hidrocarbonetos na coluna de água não são preocupantes, a não ser durante eventos de contaminação por petróleo, ocasionada por eventuais vazamentos. Entretanto, a contaminação do sedimento ao redor do TA-SSE é preocupante.

- Pesticidas Organoclorados (POC) e Bifenilas Policloradas (PCB)

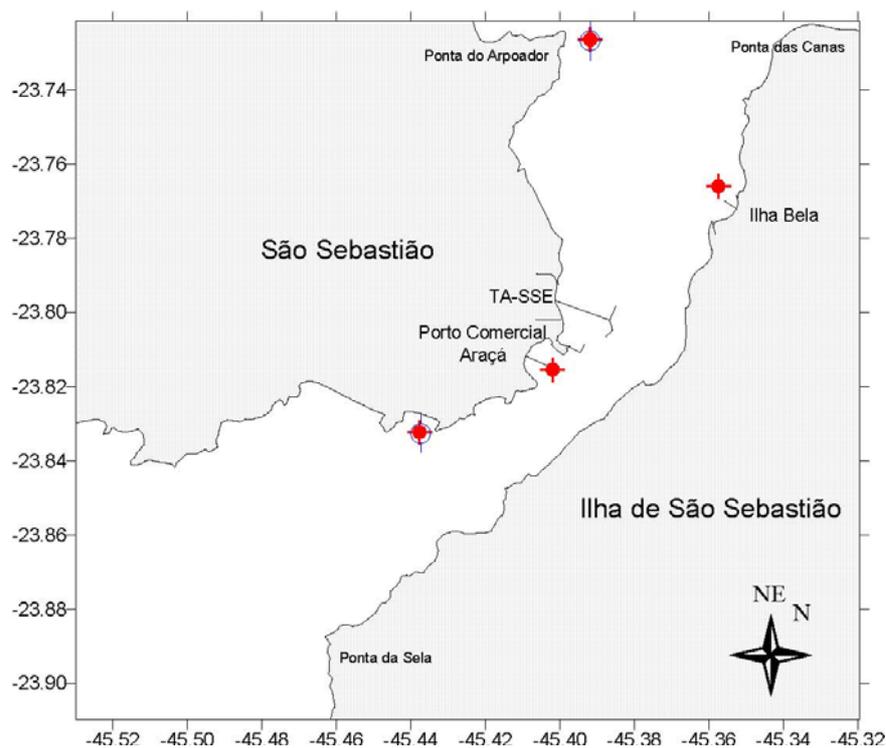
Estes compostos apresentam capacidade cumulativa devido às propriedades físico-químicas específicas. Suas principais fontes são: o transporte atmosférico, descarga de esgotos industriais e urbanos, precipitações e lixiviação dos solos agrícolas e urbanos. Estes poluentes são rapidamente adsorvidos ao material particulado, distribuindo-se entre a coluna de água, biota e sedimento. Os principais problemas causados por POC e PCB são a bioacumulação e biotransformação. A assimilação destes compostos pelos organismos bentônicos e filtradores faz parte da reciclagem desses contaminantes no ambiente marinho, sendo que os mesmos podem ser adsorvidos através da ingestão de sedimentos ou partículas em suspensão e através do contato com o contaminante dissolvido livremente, porém em equilíbrio com o carbono orgânico dissolvido.

São escassos os trabalhos realizados com POC e PCB em São Sebastião. Montone, (1987, 1995) determinou a concentração de hidrocarbonetos clorados no Canal de São Sebastião e a concentração de PCB, respectivamente. Gorni (1998), em um estudo ligado ao projeto OPISS e ao projeto internacional Mussel Watch, determinou a concentração de PCB e POC no sedimento e biota bentônica, incluindo organismos filtradores.

Gorni (1998) aponta para os sedimentos que os seguintes locais apresentam maiores concentrações de POC (Figura 4.1.6-3): na proximidade da Laje dos Moleques, Baía do Araçá e Ponta do Arpoador. Altas concentrações também foram observadas em Ilha Bela, provavelmente associadas ao uso freqüente de pesticidas organoclorados no combate a borrachudos e ao lançamento de efluentes domésticos da cidade. Na Ponta do Arpoador, o regime de correntes predominante para o norte transporta contaminantes orgânicos, além disso, a região é servida por 4 córregos que transportam água contaminada por esgotos domésticos, principalmente em épocas de alta temporada e chuvas (Zanardi, 1997). Esta mesma autora indica a região próxima à Laje dos Moleques e a Ponta do Arpoador como áreas com maiores concentrações de PCB.

Apesar da associação com efluentes industriais, as principais fontes de PCB e POC para o Canal de São Sebastião são os efluentes domésticos lançados através de emissários ou fontes difusas, além do processo de lixiviação dos solos.

Os PCB e POC apresentam concentrações baixas no sedimento e biota, e conseqüentemente nas águas.



◆ Fontes de OCs- sedimento- efluentes domésticos- Araçá, Cidade de Ilha Bela, Ponta do Arpoador. Fontes de PCBs- Efluentes domésticos- Baía do e Ponta do Arpoador

Figura 4.1.6-3. Principais fontes de efluentes domésticos no Canal de São Sebastião.

#### ▪ Metais Pesados

Naturalmente, os metais pesados ocorrem no ambiente em baixas concentrações. Suas principais fontes antrópicas geralmente são os efluentes industriais e domésticos. O principal problema causado por metais no ambiente marinho é o efeito tóxico sobre a biota além da bioacumulação.

Zamboni (1993) avaliou as concentrações de Pb, Cu, Ni e Zn em sedimentos coletados em janeiro de 1991 no Canal de São Sebastião, sendo que os metais que apresentaram as mais baixas concentrações foram o chumbo (Pb) e o cobre (Cu), com concentrações geralmente inferiores à 10 ug/g. A concentração de níquel (Ni) foi bastante variável, com concentrações oscilando entre 9 e 10 ug/g, com maiores valores no centro e porção norte do Canal. O zinco (Zn) apresentou as maiores concentrações, com valores mais elevados no Porto de São Sebastião (100 ug/g), Ponta da Sela (30 ug/g) e 61 ug/g no TA-SSE. Estes valores são baixos quando comparados aos valores propostos por Salomons & Forstner (1984), para ambientes costeiros não contaminados. Apenas o zinco, na região do Porto de São Sebastião, esteve acima do limite proposto por estes autores.

Tendo em vista que os metais pesados podem ser novamente disponibilizados para a coluna d'água, dependendo de fatores físicos (turbulência e ressuspensão), químicos (pH, potencial redox e oxigênio dissolvido) e biológicos (biotransformação), Zamboni (1993) realizou testes de toxicidade (teste de fertilização e desenvolvimento embrio-larval) com o ouriço *Lytechinus*



*variegatus*, havendo baixa sensibilidade ao zinco, e não sendo significativamente diferente entre embriões e gametas.

Não existem fontes significativas de metais para o ambiente. A contribuição de alguns metais pode estar relacionada à eventual introdução de efluentes derivados da produção de petróleo (Seabra & Santiago, 1984), reparo de embarcações e utilização de tintas protetoras com Cu e Cr (Zamboni, 1993). Neste último estudo, apenas o Zn no sedimento apresentou concentrações elevadas na região do Porto de São Sebastião. Para a coluna de água a contaminação de metais pesados não é significativa.

#### **4.1.6.1.3. Considerações finais dos estudos pretéritos**

Apesar das condições oligo-mesotróficas destacadas por diversos autores e da baixa contaminação por coliformes fecais no eixo central do Canal, as regiões costeiras da porção central deste, notadamente a Baía do Araçá e adjacências, são eutróficas, ou seja, as concentrações de nutrientes dissolvidos são elevadas e em alguns pontos a concentração de oxigênio é baixa.

Dentre os poluentes geralmente relacionados a efluentes industriais (além de fontes difusas e domésticas), os hidrocarbonetos apresentam muitas fontes para o Canal de São Sebastião, notadamente na porção central do Canal, especialmente nas proximidades da cidade de São Sebastião e do TA-SSE. Apesar das baixas concentrações de hidrocarbonetos na água, principalmente devido ao alto hidrodinamismo da região, as concentrações nos sedimentos são elevadas (proximidades do TA-SSE e porção norte do canal).

São poucos os estudos sobre pesticidas organoclorados (PCB e POC). Estes estudos mostram a preocupante contaminação da biota bentônica principalmente por DDT e derivados.

#### **4.1.6.2 Dados da Caracterização Atual**

O avanço tecnológico e a desocupação desordenada das cidades litorâneas, acrescidos ao uso indevido da natureza e a falta de noção da finitude dos recursos naturais, têm provocado mudanças significativas nos sistemas aquáticos marinhos. Tais mudanças, principalmente quando provocadas por ações inseqüentes, tornam-se desfavoráveis ao interesse e a sobrevivência do homem. Quando isto ocorre, medidas mitigadoras fazem-se necessárias e são tomadas com base nas análises químicas, através de amostras biológicas, de água e sedimento.

Com relação especificamente à qualidade da água, torna-se fundamental uma caracterização completa desta matriz ambiental, visto que após a entrada de um contaminante em um sistema estuarino, por exemplo, seja por escoamento superficial da bacia de drenagem, seja por meio dos rios que deságuam nesta região ou ainda pelas atividades desenvolvidas na própria região costeira, o mesmo permanece por um determinado tempo na coluna d'água na forma dissolvida ou adsorvido no material particulado em suspensão.

Deve-se ressaltar que os processos diagenéticos que ocorrem na interface sedimento-coluna d'água, também podem alterar a mobilidade e a biodisponibilização de contaminantes,



contribuindo assim para um aumento dos níveis de concentrações dos mesmos encontrados na água.

Neste sentido, uma avaliação da qualidade da água se torna uma ferramenta eficaz no que diz respeito à avaliação de possíveis fontes, sejam elas provenientes de efluentes domésticos ou de atividades industriais presentes em áreas estuarinas.

#### *4.1.6.2.1 Objetivos do trabalho*

O objetivo deste trabalho é o atendimento às exigências técnicas estabelecidas pelo IBAMA, relacionadas à avaliação ambiental da qualidade da água marinha nas imediações do Porto de São Sebastião, com vistas à obtenção da Licença de Operação (LO) das atividades atualmente realizadas nas dependências do referido Porto.

Esta avaliação ambiental foi realizada por meio do mapeamento das principais fontes localizadas nas imediações do Porto, sejam elas provenientes de efluentes domésticos da cidade de São Sebastião ou provenientes das atividades desenvolvidas tanto nos procedimentos de carga e descarga quanto na retro-área do próprio Porto, com vista a avaliar a influência dessas fontes sobre a qualidade das águas marinhas.

#### *4.1.6.2.2 Material e métodos*

No Anexo 4.4-5, encontra-se o dossiê fotográfico referente aos procedimentos de coleta de água e de efluente, utilizados durante as campanhas de amostragem.

As coletas de água superficial, sub-superficial e de efluente foram realizadas, durante a maré de quadratura, entre os dias 09 e 10 de dezembro de 2008, sendo que as amostras foram enviadas para análise sempre nos mesmos dias de realização de cada amostragem, com exceção das amostras coletadas em 09 de dezembro para a realização dos ensaios de DBO e DQO, as quais foram enviadas ao laboratório no dia 10 de dezembro e, durante a maré de sizígia, entre os dias 15 e 16 de dezembro de 2008, cujas amostras foram enviadas aos laboratórios nos dias 16 e 17/12, pela manhã, respectivamente, de modo a atender o holding time de cada parâmetro. As amostragens foram realizadas pelos técnicos da Consultoria Paulista de Estudos Ambientais, sendo as análises realizadas pelos laboratórios CORPLAB do Brasil LTDA e TECAM Tecnologia Ambiental LTDA.

##### **a. Identificação e localização dos pontos de coleta de água**

Como anteriormente citado, as coletas foram realizadas contemplando os dois tipos de marés, ou seja, quadratura e sizígia, sempre no período de enchente para ambos os casos. A Tabela 4.1.6-1 a seguir mostra os dias os quais foram coletadas as amostras, as respectivas marés e os horários onde estavam ocorrendo os períodos de enchentes.



Tabela 4.1.6-1. Variação das amplitudes de ambas as marés.

Lua	Maré	Dia da coleta	Hora	Altitude
Crescente	Quadratura	09/12/2008	00:32	1.3
			05:56	0.2
			12:32	1.1
			18:30	0.3
		10/12/2008	01:21	1.3
			06:51	0.2
			13:09	1.1
			19:15	0.2
Cheia	Sizígia	15/12/2008	05:32	1.2
			11:00	0.5
			15:34	1.1
			23:28	0.1
		16/12/2008	06:15	1.1
			11:39	0.6
			16:02	1.1

• Fonte: Diretoria de Hidrografia e Navegação (DHN), Centro de Hidrografia da Marinha (CHM) e Banco Nacional de Dados Oceanográficos (BNDO). Disponível em: <http://www.mar.mil.br/dhn/chm/tabuas/50210Dez2008.htm>

• OBS: Nesta tabela não está sendo levado em consideração o horário de verão

Foram coletadas amostras de água em diferentes profundidades em cada ponto de coleta, variando entre superfície, em aproximadamente 0,1 m de profundidade, meio da coluna de água e 1,0 m acima da superfície do fundo. Nas Tabelas 4.1.6-2 e 4.1.6-3, a seguir, são apresentadas as coordenadas e nomenclaturas utilizadas para a identificação de cada ponto de coleta e as profundidades nas quais foram realizadas as amostragens, durante as marés de quadratura e sizígia, respectivamente.



Tabela 4.1.6-2. Identificação e coordenadas dos pontos amostrais de água, durante a maré de quadratura.

Ponto amostral	Identificação	Profundidade de coleta	Data da coleta	Coordenadas (UTM)*	
				Eastings (mE)	Northings (mN)
PA-1-Q	PA-1-Q	superfície	9/12/2008	458.912	7.367.111
PA-2-Q	PA-2-Q	superfície	9/12/2008	458.633	7.366.897
PA-3-Q	PA-3-Q	superfície	9/12/2008	458.556	7.366.952
PA-4-Q	PA-4-Q	superfície	9/12/2008	458.975	7.366.588
PA-5-Q	PA-5-S-Q	superfície	10/12/2008	459.472	7.366.590
	PA-5-M-Q	sub-superfície			
	PA-5-F-Q	sub-superfície			
PA-6-Q	PA-6-S-Q	superfície	9/12/2008	459.590	7.366.647
	PA-6-M-Q	sub-superfície			
	PA-6-F-Q	sub-superfície			
PA-7-Q	PA-7-S-Q	superfície	9/12/2008	459.645	7.366.736
	PA-7-M-Q	sub-superfície			
	PA-7-F-Q	sub-superfície			
PA-8A-Q	PA-8-A-Q	superfície	10/12/2008	459.498	7.366.715
PA-8B-Q	PA-8-B-Q	superfície	10/12/2008		
PA-9-Q	PA-9-S-Q	superfície	-	-	-
PA-10-Q	PA-10-S-Q	superfície	9/12/2008	459.475	7.366.788
	PA-10-M-Q	sub-superfície			
	PA-10-F-Q	sub-superfície			
PA-11-Q	PA-11-S-Q	superfície	-	-	-
PA-12-Q	PA-12-S-Q	superfície	10/12/2008	459.428	7.366.759
	PA-12-M-Q	sub-superfície			
	PA-12-F-Q	sub-superfície			
PA-13-Q	PA-13-S-Q	superfície	11/12/2008	458.874	7.365.779
	PA-13-M-Q	sub-superfície			
	PA-13-F-Q	sub-superfície			
PA-14-Q	PA-14-S-Q	superfície	12/12/2008	458.922	7.365.349
	PA-14-M-Q	sub-superfície			
	PA-14-F-Q	sub-superfície			

\* Datum horizontal: SAD 69. Zona: 23K



Tabela 4.1.6-3. Identificação e coordenadas dos pontos amostrais de água, durante a maré de sizígia.

Ponto amostral	Identificação	Profundidade de coleta	Data da coleta	Coordenadas (UTM)*	
				Eastings (mE)	Northings (mN)
PA-1-S	PA-1-SS	superfície	16/12/2008	458.912	7.367.111
PA-2-S	PA-2-SS	superfície	16/12/2008	458.633	7.366.897
PA-3-S	PA-3-SS	superfície	16/12/2008	458.556	7.366.952
PA-4-S	PA-4-SS	superfície	15/12/2008	458.975	7.366.588
PA-5-S	PA-5-SS	superfície	16/12/2008	458.491	7.366.611
	PA-5-SM	sub-superfície			
	PA-5-SF	sub-superfície			
PA-6-S	PA-6-SS	superfície	16/12/2008	459.587	7.366.612
	PA-6-SM	sub-superfície			
	PA-6-SF	sub-superfície			
PA-7-S	PA-7-SS	superfície	15/12/2008	459.647	7.366.728
	PA-7-SM	sub-superfície			
	PA-7-SF	sub-superfície			
PA-8-A-S	PA-8A-SS	superfície	-	-	-
PA-8-B-S	PA-8B-SS	superfície	-	-	-
PA-9-S	PA-9-SS	superfície	-	-	-
PA-10-S	PA-10-SS	superfície	15/12/2008	459.494	7.366.791
	PA-10-SM	sub-superfície			
	PA-10-SF	sub-superfície			
PA-11-S	PA-11-SS	superfície	-	-	-
PA-12-S	PA-12-SS	superfície	15/12/2008	459.440	7.366.746
	PA-12-SM	sub-superfície			
	PA-12-SF	sub-superfície			
PA-13-S	PA-13-SS	superfície	16/12/2008	458.878	7.365.766
	PA-13-SM	sub-superfície			
	PA-13-SF	sub-superfície			
PA-14-S	PA-14-SS	superfície	16/12/2008	458.950	7.365.422
	PA-14-SM	sub-superfície			
	PA-14-SF	sub-superfície			

\* Datum horizontal: SAD 69. Zona: 23K

As análises químicas realizadas nas amostras de água superficial e sub-superficial seguiram as diretrizes da Resolução CONAMA 357/05, a qual dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento, sendo que os pontos PA-1 e PA-3 foram classificados como água doce de classe 2 (artigo 15), o ponto PA-2 como água salobra de classe 1 (artigo 21) e PA-4, PA-5, PA-6, PS-07, PA-10, PA-12, PA-13 e PA-14 como água salina de classe 1 (artigo 18). Com relação ao ponto PA-08, o mesmo foi dividido em duas amostras, sendo que o PA-8-A foi coletado na saída da tubulação proveniente de um sistema de tratamento de um sanitário presente na área de carga e descarga do Porto e o ponto PA-8-B localizado no corpo d'água abaixo da mesma tubulação e, assim sendo, o PA-8-A foi considerado como efluente (artigo 34) e o PA-8-B como água salina de classe 1 (artigo 18).



Foram realizadas as seguintes análises nas amostras de água superficial e sub-superficial seguindo as diretrizes do plano de monitoramento já realizado nas águas do canal e extravasador para as atividades de dragagem do Porto de São Sebastião.

- Cor
- Turbidez
- Sólidos dissolvidos totais (mg/L)
- Sólidos suspensos totais (mg/L)
- Sólidos sedimentáveis totais (mg/L)
- DBO
- DQO
- Nitrato, Nitrito, Nitrogênio amoniacal
- Fósforo total
- Surfactantes (mg/L)
- Clorofila-a
- Coliformes termotolerantes
- Óleos e graxas

O mapa, mostrando a localização dos pontos amostrais de água superficial e sub-superficial, encontra-se na Figura 1 do Anexo 4.4-6. Pelo fato dos pontos PA-9 e PA-11 estarem localizados na saída de duas tubulações provenientes do escoamento superficial da retro-área do Porto, as amostragens não foram realizadas em ambas as marés, devido à ausência da vazão de efluentes. Ainda, nos pontos PA-8-A e PA-8-B, não foi realizada a amostragem durante a maré de sizígia, devido à amostragem já ter sido realizada na maré de quadratura, visto que o grau de contaminação dos efluentes lançados não apresenta influência da variação do ciclo de maré.

Todas as amostras coletadas foram enviadas aos laboratórios juntamente com as respectivas cadeias de custódias preenchidas de forma a atender o tempo de preservação (*holding time*) de cada análise (Anexo 4.4-7). As análises para DBO, DQO e coliformes termotolerantes foram realizadas pela TECAM Tecnologia Ambiental LTDA, enquanto que os demais parâmetros foram avaliados pela CORPLAB Brasil LTDA.

b. Procedimentos adotados para a amostragem de água superficial

A amostragem de água na camada superficial foi realizada através da imersão direta dos frascos sem preservantes no corpo de água, a cerca de 0,1 m de profundidade, com posterior transferência destes para os frascos contendo preservantes, seguindo os procedimentos internos da Consultoria Paulista, conforme exibido na Figura 4.1.6-4 a seguir.



Figura 4.1.6-4. Amostragem de água da camada superficial, através da imersão direta de um frasco sem preservante no corpo de água, com posterior transferência para os frascos contendo preservante.

c. Procedimentos adotados para a amostragem de água sub-superficial

Para a coleta das amostras de água em profundidade, foi utilizada uma garrafa do tipo *van Dorn* (Figura 4.1.6-5), cujo funcionamento consiste na abertura da garrafa a bordo da embarcação, com conseqüente desarmamento na profundidade desejada, por meio de um peso de metal (mensageiro).



Figura 4.1.6-5. Garrafa do tipo *van Dorn* utilizada para coleta de água em sub-superficial.

Nas Tabelas 4.1.6-4 e 4.1.6-5, a seguir, são apresentadas as profundidades da coluna de água para cada ponto amostral, assim como as respectivas profundidades de coleta, para as amostragens realizadas durante as marés de quadratura e sizígia, respectivamente.



Tabela 4.1.6-4. Profundidades da coluna de água para as amostragens de água superficial e sub-superficial, durante a maré de quadratura.

Ponto amostral	Profundidade de amostragem (m)	Profundidade coluna d'água (m)
PA-1-Q	0,1	*
PA-2-Q	0,1	*
PA-3-Q	0,1	*
PA-4-Q	0,1	*
PA-5-S-Q	0,1	2,6
PA-5-M-Q	1,0	
PA-5-F-Q	2,0	
PA-6-S-Q	0,1	8,0
PA-6-M-Q	3,5	
PA-6-F-Q	7,0	
PA-7-S-Q	0,1	8,0
PA-7-M-Q	3,5	
PA-7-F-Q	7,0	
PA-8A-Q	**	**
PA-8B-Q	0,1	*
PA-9-Q	-	-
PA-10-S-Q	0,1	7,5
PA-10-M-Q	3,0	
PA-10-F-Q	6,0	
PA-11-Q	-	-
PA-12-S-Q	0,1	7,0
PA-12-M-Q	3,0	
PA-12-F-Q	6,0	
PA-13-S-Q	0,1	3,0
PA-13-M-Q	1,0	
PA-13-F-Q	2,0	
PA-14-S-Q	0,1	20,9
PA-14-M-Q	9,5	
PA-14-F-Q	19,0	

\* Profundidades inferiores a 0,5m.

\*\* Amostragem de efluente.

- Não realizado



Tabela 4.1.6-5. Profundidades da coluna de água para as amostragens de água superficial e sub-superficial, durante a maré de sizígia.

Ponto amostral	Profundidades de amostragem (m)	Profundidade coluna d'água (m)
PA-1-SS	0,1	*
PA-2-SS	0,1	*
PA-3-SS	0,1	*
PA-4-SS	0,1	*
PA-5-SS	0,1	3,5
PA-5-SM	1,0	
PA-5-SF	2,0	
PA-6-SS	0,1	8,0
PA-6-SM	3,5	
PA-6-SF	7,0	
PA-7-SS	0,1	8,6
PA-7-SM	3,5	
PA-7-SF	7,0	
PA-8A-Q	**	**
PA-8B-Q	0,1	*
PA-9-Q	-	-
PA-10-SS	0	7,7
PA-10-SM	3,5	
PA-10-SF	7,0	
PA-11-Q	-	-
PA-12-SS	0,1	6,8
PA-12-SM	3,0	
PA-12-SF	6,0	
PA-13-SS	0,1	4,0
PA-13-SM	1,5	
PA-13-SF	3,0	
PA-14-SS	0,1	21
PA-14-SM	9,0	
PA-14-SF	18,0	

\* Profundidades inferiores a 0,5m.

\*\* Amostragem de efluente.

- Coleta não realizada.

As amostragens de água nos pontos PA-1, PA-2, PA-3, PA-4, para ambas as marés, e o PA-8-B, devido às profundidades inferiores a 0,5 m, foram realizadas somente na camada superficial.

#### d. Medidas físico-químicas realizadas *in-situ* nos corpos de água

Foram realizadas medidas *in-situ* de pH, potencial Redox ( $E_{H}$ ), condutividade, salinidade e temperatura nas amostras de água coletadas, compreendendo tanto a camada superficial quanto a em profundidade. Para a medição destes parâmetros, foi utilizada uma sonda multiparamétrica modelo 9828 da marca HANNA, devidamente calibrada seguindo os procedimentos internos da Consultoria Paulista (Anexo 4.4-8).



Como controle de qualidade das medidas realizadas *in-situ*, no Anexo 4.4-9 está apresentado o relatório de participação da CPEA em estudos interlaboratoriais para medições físico-químicas, junto à empresa RTC, nos EUA.

#### **4.1.6.2.3 Resultados e discussão**

Os laudos referentes às análises físico-químicas realizadas em campo encontram-se no Anexo 4.4-10 e os laudos e cadeias de custódia referentes às análises químicas realizadas em laboratório estão apresentados no Anexo 4.4.11.

##### **a. Parâmetros físico-químicos**

Com relação aos resultados obtidos para as amostras coletadas durante a maré de quadratura, observa-se que para o ponto PA-1-Q foi obtida uma concentração de oxigênio dissolvido igual a 0,75 mg/L, abaixo do valor permitido de 5 mg/L, sendo que este resultado condiz com a grande quantidade de matéria orgânica em decomposição proveniente do arraste superficial de uma região fora das dependências do Porto, observado neste ponto amostral. Ainda, no ponto PA-14-F-Q, foram obtidos valores de oxigênio dissolvido e pH além dos limites estabelecidos pela Resolução CONAMA 357/05, podendo indicar que na profundidade coletada, aproximadamente 19 m, a qualidade da água pode estar sofrendo a influência do descarte de efluente pelo emissário submarino em função das correntes e da batimetria do local, visto que este ponto amostral está localizado na direção do mesmo.

Para as amostras coletadas durante a maré de sizígia, somente o oxigênio dissolvido esteve fora dos limites estabelecidos para praticamente todas as amostras, com exceção de PA-4-SS, PA-10-SF, PA-13-SS, PA-13-SM, PA-13-SF, PA-14-SS e PA-14-SM. Os pontos PA-1-SS e PA-2-SS estiveram bem abaixo do limite, porém nestes locais também foi observada uma grande quantidade de matéria orgânica em decomposição. Com relação aos demais pontos, destaca-se novamente o PA-14-SF cujo valor obtido foi praticamente nulo, corroborando o baixo valor encontrado na maré de quadratura, com possível relação com o lançamento de efluente pelo emissário submarino.

##### **b. Resultados obtidos para as amostras coletadas na maré de quadratura**

Na Tabela 4.1.6-6, a seguir, estão apresentados os resultados obtidos para os pontos PA-01 e PA-03, comparados com o artigo 15 da Resolução CONAMA 357 (água doce, classe 2).



Tabela 4.1.6-6. Resultados obtidos para os pontos PA-01 e PA-03 durante a maré de quadratura

Parâmetro	CONAMA 357 artigo 15	PA-1-Q	PA-3-Q
Cor (mg Pt/L)	75	31,1	53,3
Turbidez (NTU)	100	1,5	3,5
Sólidos dissolvidos totais (mg/L)	500	1409	739
Sólidos suspensos totais (mg/L)		<50,0	<50,0
Sólidos sedimentáveis totais (mL/L)		0,100	<0,10
D.B.O. (mg/L)	5	<1,0	9,0
D.Q.O. (mg/L)		2,0	28,0
Nitrato (mg/L)	10	<0,30	<0,30
Nitrito (mg/L)	1	0,02	0,02
Nitrogênio amoniacal (mg/L)	3,7	0,7	4,75
Fósforo total (mg/L)	0,03	0,0363*J	0,234
Surfactantes (mg/L)		<0,10	<0,10
Clorofila-a (µg/L)	30	1,8	22,6
Coliformes termotolerantes (unid/100mL)	1000	110	920
Óleos e graxas (mg/L)	ausentes	5,80	5,40

Na Tabela 4.1.6-7, a seguir, estão apresentados os resultados obtidos para o ponto PA-02, comparados com o artigo 21 da Resolução CONAMA 357 (água salobra, classe 1).

Tabela 4.1.6-7. Resultados obtidos para o ponto PA-02 durante a maré de quadratura.

Parâmetro	CONAMA 357 artigo 21	PA-2-Q
Cor (mg Pt/L)	ausentes	78
Turbidez (NTU)	ausentes	8,2
Sólidos dissolvidos totais (mg/L)		2156
Sólidos suspensos totais (mg/L)		<50,0
Sólidos sedimentáveis totais (mL/L)		<0,1
D.B.O. (mg/L)		7,0
D.Q.O. (mg/L)		43,0
Nitrato (mg/L)	0,4	<0,30
Nitrito (mg/L)	0,07	0,024
Nitrogênio amoniacal (mg/L)	0,4	4,81
Fósforo total (mg/L)	0,124	0,356
Surfactantes (mg/L)		<0,10
Clorofila-a (µg/L)		5,2
Coliformes termotolerantes (unid/100mL)	1000	9400
Óleos e graxas (mg/L)	ausentes	6,60



Na Tabela 4.1.6-8, a seguir, estão apresentados os resultados obtidos para o ponto PA-02, comparados com o artigo 21 da Resolução CONAMA 357 (água salobra, classe 1).

Tabela 4.1.6-8. Resultados obtidos para os pontos PA-04, PA-05, PA-06, PA-07, PA-10, PA-12, PA-13 e PA-14 durante a maré de quadratura.

Parâmetro	CONAMA 357 artigo 18	PA-4-Q	PA-05-S-Q	PA-05-M-Q	PA-05-F-Q	PA-06-S-Q
Cor (mg Pt/L)		13,1	5,90	5,9	4,00	3,7
Turbidez (NTU)	ausentes	2,2	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0
Sólidos dissolvidos totais (mg/L)		42600	46850	43650	47350	49520
Sólidos suspensos totais (mg/L)		337	315	237	309	306
Sólidos sedimentáveis totais (mL/L)		0,100	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
D.B.O. (mg/L)		231	135	83,0	332	332
D.Q.O. (mg/L)		2430	1530	1470	1610	1610
Nitrato (mg/L)	0,4	<0,30	<0,30	<0,30	<0,30	<0,30
Nitrito (mg/L)	0,07	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02
Nitrogênio amoniacal (mg/L)	0,4	0,86	0,54	0,36	0,36	0,62
Fósforo total (mg/L)	0,062	0,0426*J	0,103	0,101	0,106	0,0909*J
Surfactantes (mg/L)		<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10
Clorofila-a (µg/L)		3,7	2,5	2,7	2,2	2,2
Coliformes termotolerantes (unid/100mL)	10000	<18	1	2	2	1
Óleos e graxas (mg/L)	ausentes	<5,0	<5,0	<5,0	<5,0	<5,0
Parâmetro	CONAMA 357 artigo 18	PA-06-M-Q	PA-06-F-Q	PA-07-S-Q	PA-07-M-Q	PA-07-F-Q
Cor (mg Pt/L)		3,60	35,6	8,2	4,60	8,20
Turbidez (NTU)	ausentes	<1,00	8,50	<1,00	<1,00	1,40
Sólidos dissolvidos totais (mg/L)		57369	57322	35545	41250	39672
Sólidos suspensos totais (mg/L)		265	468	300	304	259
Sólidos sedimentáveis totais (mL/L)		<0,1	0,7	<0,1	<0,1	<0,1
D.B.O. (mg/L)		206	121	306	133	276
D.Q.O. (mg/L)		1550	1470	1870	1490	1900
Nitrato (mg/L)	0,4	<0,30	<0,30	<0,30	<0,30	<0,30
Nitrito (mg/L)	0,07	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02
Nitrogênio amoniacal (mg/L)	0,4	0,49	0,42	0,54	0,64	0,72
Fósforo total (mg/L)	0,062	0,0972*J	0,0764*J	0,0403*J	0,0389*J	0,0405*J
Surfactantes (mg/L)		<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10
Clorofila-a (µg/L)		2	4,9	1,7	2,5	2,5
Coliformes termotolerantes (unid/100mL)	10000	4	<180	3	23	4
Óleos e graxas (mg/L)	ausentes	<5,0	<5,0	<5,0	<5,0	<5,0



Tabela 4.1.6-8 (continuação). Resultados obtidos para os pontos PA-04, PA-05, PA-06, PA-07, PA-10, PA-12, PA-13 e PA-14 durante a maré de quadratura.

Parâmetro	CONAMA 357 artigo 18	PA-10-S-Q	PA-10-M-Q	PA-10-F-Q	PA-12-S-Q	PA-12-M-Q
Cor (mg Pt/L)		7,40	6,90	5,40	4,10	6,70
Turbidez (NTU)	ausentes	<1,0	1,1	<1,0	<1,0	<1,0
Sólidos dissolvidos totais (mg/L)		40894	41585	49277	43580	45847
Sólidos suspensos totais (mg/L)		209	227	297	278	275
Sólidos sedimentáveis totais (mL/L)		<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
D.B.O. (mg/L)		104	143	215	210	242
D.Q.O. (mg/L)		2090	1650	1860	1860	1710
Nitrato (mg/L)	0,4	<0,30	<0,30	<0,30	<0,30	<0,30
Nítrito (mg/L)	0,07	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02
Nitrogênio amoniacal (mg/L)	0,4	0,46	0,7	0,65	0,57	0,61
Fósforo total (mg/L)	0,062	0,038*J	0,0375*J	0,0396*J	0,0381*J	0,0377*J
Surfactantes (mg/L)		<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10
Clorofila-a (µg/L)		<1,0	2,5	1	2,5	2,7
Coliformes termotolerantes (unid/L)	10000	4	10	24	8	29
Óleos e graxas (mg/L)	ausentes	<5,0	5,0	<5,0	<5,0	<5,0
Parâmetro	CONAMA 357 artigo 18	PA-12-F-Q	PA-13-S-Q	PA-13-M-Q	PA-13-F-Q	PA-14-S-Q
Cor (mg Pt/L)		7,10	2,20	2,10	2,50	20,0
Turbidez (NTU)	ausentes	1,1	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0
Sólidos dissolvidos totais (mg/L)		42510	40520	59697	43250	46520
Sólidos suspensos totais (mg/L)		391	309	232	255	236
Sólidos sedimentáveis totais (mL/L)		<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
D.B.O. (mg/L)		316	134	285	230	90,0
D.Q.O. (mg/L)		2620	1330	1560	1220	1260
Nitrato (mg/L)	0,4	<0,30	<0,30	<0,30	<0,30	<0,30
Nítrito (mg/L)	0,07	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02
Nitrogênio amoniacal (mg/L)	0,4	0,42	0,43	0,70	0,41	0,42
Fósforo total (mg/L)	0,062	0,0392*J	0,121	0,0959*J	0,0964*J	0,0949*J
Surfactantes (mg/L)		<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10
Clorofila-a (µg/L)		0,2	2	1,6	1,4	0,8
Coliformes termotolerantes (unid/L)	10000	8	55	40	12	ausentes
Óleos e graxas (mg/L)	ausentes	<5,0	<5,0	39,6	<5,0	<5,0



Tabela 4.1.6-8 (continuação). Resultados obtidos para os pontos PA-04, PA-05, PA-06, PA-07, PA-10, PA-12, PA-13 e PA-14 durante a maré de quadratura.

Parâmetro	CONAMA 357 artigo 18	PA-14-M-Q	PA-14-F-Q			
Cor (mg Pt/L)		1,00	4,30			
Turbidez (NTU)	ausentes	<1,0	<1,0			
Sólidos dissolvidos totais (mL/L)		45125	39835			
Sólidos suspensos totais (mg/L)		222	263			
Sólidos sedimentáveis totais (mg/L)		<0,1	<0,1			
D.B.O. (mg/L)		421	291			
D.Q.O. (mg/L)		1800	1540			
Nitrato (mg/L)	0,4	<0,30	<0,30			
Nítrito (mg/L)	0,07	<0,02	<0,02			
Nitrogênio amoniacal (mg/L)	0,4	0,56	0,59			
Fósforo total (mg/L)	0,062	0,0949*J	0,105			
Surfactantes (mg/L)		<0,10	<0,10			
Clorofila-a (µg/L)		3,0	3,5			
Coliformes termotolerantes (unid/L)	10000	ausentes	<180			
Óleos e graxas (mg/L)	ausentes	<5,0	<5,0			

Na Tabela 4.1.6-9, a seguir, estão apresentados os resultados obtidos para os pontos PA-8-A e PA-8-B, comparados com os artigos 34 (efluente) e 18 (água doce, classe 2), respectivamente, da Resolução CONAMA 357.

Tabela 4.1.6-9. Resultados obtidos para os pontos PA-08A e PA-08B durante a maré de quadratura

Parâmetro	CONAMA 357 artigo 34	CONAMA 357 artigo 18	PA-8A-Q	PA-08B-Q
Cor (mg Pt/L)			92,4	6,2
Turbidez (NTU)		ausentes	6,50	1,1
Sólidos dissolvidos totais (mg/L)			2786	35648
Sólidos suspensos totais (mg/L)			17	268
Sólidos sedimentáveis totais (mL/L)	1		<0,1	<0,1
D.B.O. (mg/L)			47,0	332
D.Q.O. (mg/L)			320	3130
Nitrato (mg/L)		0,4	<0,30	<0,30
Nítrito (mg/L)		0,07	<0,02	<0,02
Nitrogênio amoniacal (mg/L)	20	0,4	0,51	0,62
Fósforo total (mg/L)		0,062	4,009	0,105
Surfactantes (mg/L)			<0,10	<0,10
Clorofila-a (µg/L)			0,5	3,8
Coliformes termotolerantes (unid/L)		10000	140000	60
Óleos e graxas (mg/L)	20	ausentes	<5,0	11,9



Pelos resultados apresentados, observa-se que predominantemente foram obtidas concentrações para quase todas as amostras de fósforo total e nitrogênio amoniacal.

Para o caso do fósforo, segundo a CETESB (2009), o mesmo aparece em águas naturais devido principalmente às descargas de esgotos sanitários. Nestes, os detergentes superfosfatados empregados em larga escala domesticamente constituem a principal fonte, além da própria matéria fecal, a qual é rica em proteínas. Com relação ao nitrogênio, de acordo com este mesmo órgão ambiental, são diversas as fontes para as águas naturais. Os esgotos sanitários constituem em geral a principal fonte, lançando nas águas nitrogênio orgânico devido à presença de proteínas e nitrogênio amoniacal, devido à hidrólise sofrida pela uréia na água. Como consequência, o demasiado aporte de fósforo e nitrogênio em águas pode ocasionar em um aumento no processo de eutrofização.

Especificamente, para os pontos PA-1-Q e PA-3-Q, foram obtidos também níveis elevados de sólidos dissolvidos totais, óleos e graxas. O aparecimento destes elementos está relacionado ao fato que estes dois pontos amostrais recebem uma alta carga de matéria orgânica provenientes da cidade de São Sebastião, sendo que este padrão é confirmado pelo valor de DBO obtido para o ponto PA-3-Q, visto que um aumento nos teores deste parâmetro em um corpo d'água é provocado por despejos de origem predominantemente orgânica.

O ponto PA-2-Q está localizado em uma região a qual recebe, também, uma alta carga de matéria orgânica proveniente de esgotos domésticos e, por este motivo, foram obtidas, além de fósforo, nitrogênio, óleos e graxas, níveis elevados de cor, turbidez, e coliformes termotolerantes, confirmando assim o aporte de efluentes domésticos.

No ponto PA-8-A foi obtida uma alta concentração de coliformes termotolerantes, padrão este esperado visto que este ponto trata-se da saída de um sanitário presente na área do Porto, no entanto, na análise do ponto PA-8-B, localizado no corpo d'água logo abaixo do PA-8-A, este parâmetro foi obtido abaixo do respectivo valor orientador e, sendo assim, conclui-se que o efluente o qual está sendo descartado não está influenciando na qualidade do corpo d'água.

### **c. Resultados obtidos para as amostras coletadas na maré de sizígia**

Na Tabela 4.1.6-10, a seguir, estão apresentados os resultados obtidos para os pontos PA-1-SS e PA-3-SS, comparados com o artigo 15 da Resolução CONAMA 357 (água doce, classe 2).



Tabela 4.1.6-10. Resultados obtidos para os pontos PA-01 e PA-03 durante a maré de sizígia

Parâmetro	CONAMA 357 artigo 15	PA-1-SS	PA-3-SS
Cor (mg Pt/L)	75	6,0	45,9
Turbidez (NTU)	100	1,4	4,0
Sólidos dissolvidos totais (mg/L)	500	1146	294
Sólidos suspensos totais (mg/L)		10*J	100
Sólidos sedimentáveis totais (mL/L)		0,100	0,100
D.B.O. (mg/L)	5	23,0	12,0
D.Q.O. (mg/L)		115	45,0
Nitrato (mg/L)	10	0,38	54
Nitrito (mg/L)	1	<0,02	<0,02
Nitrogênio amoniacal (mg/L)	3,7	0,35	0,65
Fósforo total (mg/L)	0,03	0,128	0,85
Surfactantes (mg/L)		<0,10	<0,10
Clorofila-a (µg/L)	30	5,5	62,5
Coliformes termotolerantes (unid/L)	10000	19000	Ausente
Óleos e graxas (mg/L)	ausentes	9,40	<5,0

Na Tabela 4.1.6-11, a seguir, estão apresentados os resultados obtidos para o ponto PA-02, comparados com o artigo 21 da Resolução CONAMA 357 (água salobra, classe 1).

Tabela 4.1.6-11. Resultados obtidos para o ponto PA-02 durante a maré de sizígia

Parâmetro	CONAMA 357 artigo 21	PA-2-SS
Cor (mg Pt/L)	ausentes	6,2
Turbidez (NTU)	ausentes	1,4
Sólidos dissolvidos totais (mg/L)		3731
Sólidos suspensos totais (mg/L)		86
Sólidos sedimentáveis totais (mL/L)		0,100
D.B.O. (mg/L)		15,0
D.Q.O. (mg/L)		50,0
Nitrato (mg/L)	0,4	<0,30
Nitrito (mg/L)	0,07	<0,02
Nitrogênio amoniacal (mg/L)	0,4	0,68
Fósforo total (mg/L)	0,124	0,979
Surfactantes (mg/L)		<0,10
Clorofila-a (µg/L)		13,7
Coliformes termotolerantes (unid/L)	10000	4600
Óleos e graxas (mg/L)	ausentes	6,60

Na Tabela 4.1.6-12, a seguir, estão apresentados os resultados obtidos para o ponto PA-02, comparados com o artigo 21 da Resolução CONAMA 357 (água salobra, classe 1).



Tabela 4.1.6-12. Resultados obtidos para os pontos PA-04, PA-05, PA-06, PA-07, PA-10, PA-12, PA-13 e PA-14 durante a maré de sizígia.

Parâmetro	CONAMA 357 artigo 18	PA-04-SS	PA-05-SS	PA-05-SM	PA-05-SF	PA-06-SS
Cor (mg Pt/L)		7,5	102	60,8	1,00	<1,0
Turbidez (NTU)	ausentes	<1,0	7,4	5,20	<1,0	<1,0
Sólidos dissolvidos totais (mg/L)		51290	41860	41352	55189	40388
Sólidos suspensos totais (mg/L)		474	229	269	255	313
Sólidos sedimentáveis totais (mL/L)		0,100	<0,1	<0,10	<0,1	<0,10
D.B.O. (mg/L)		63,0		95,0	58,0	31,0
D.Q.O. (mg/L)		95,0		230	275	165
Nitrato (mg/L)	0,4	<0,30	<0,30	<0,30	<0,30	<0,30
Nitrito (mg/L)	0,07	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02
Nitrogênio amoniacal (mg/L)	0,4	0,32	0,62	0,24	0,42	0,3
Fósforo total (mg/L)	0,062	0,119	0,0733*J	0,0704*J	0,0808*J	0,0777*J
Surfactantes (mg/L)		<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10
Clorofila-a (µg/L)		4,9	4,6	2,2	2,7	2,0
Coliformes termotolerantes (unid/L)	10000	ausente	ausente	13	14	35
Óleos e graxas (mg/L)	ausentes	<5,0	5,30	<5,0	5,00	<5,0
Parâmetro	CONAMA 357 artigo 18	PA-06-SM	PA-06-SF	PA-07-SS	PA-07-SM	PA-07-SF
Cor (mg Pt/L)		3,60	2,80	3,40	3,10	3,50
Turbidez (NTU)	Ausentes	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0
Sólidos dissolvidos totais (mg/L)		33755	38556	45290	66621	52500
Sólidos suspensos totais (mg/L)		253	309	594	528	620
Sólidos sedimentáveis totais (mL/L)		<0,10	<0,1	<0,10	<0,10	<0,1
D.B.O. (mg/L)		488	98	64,0	32,0	75,0
D.Q.O. (mg/L)		2020	260	140	120	235
Nitrato (mg/L)	0,4	<0,30	<0,30	<0,30	<0,30	<0,30
Nitrito (mg/L)	0,07	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02
Nitrogênio amoniacal (mg/L)	0,4	0,29	0,3	0,51	0,27	0,28
Fósforo total (mg/L)	0,062	0,0977*J	0,0738*J	0,102	0,0978*J	0,0961*J
Surfactantes (mg/L)		<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10
Clorofila-a (µg/L)		1,5	1,1	3,1	2,7	2,2
Coliformes termotolerantes (unid/L)	10000	29	ausente	ausente	ausente	8
Óleos e graxas (mg/L)	ausentes	7,20	5,90	<5,0	<5,0	<5,0



Tabela 4.1.6-12 (continuação). Resultados obtidos para os pontos PA-04, PA-05, PA-06, PA-07, PA-10, PA-12, PA-13 e PA-14 durante a maré de sizígia.

Parâmetro	CONAMA 357 artigo 18	PA-10-SS	PA-10-SM	PA-10-SF	PA-12-SS	PA-12-SM
Cor (mg Pt/L)		3,60	3,50	2,70	6,70	7,00
Turbidez (NTU)	Ausentes	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0
Sólidos dissolvidos totais (mg/L)		57114	55762	50200	41040	41778
Sólidos suspensos totais (mg/L)		482	576	650	560	502
Sólidos sedimentáveis totais (mL/L)		<0,10	<0,10	<0,1	<0,1	<0,10
D.B.O. (mg/L)		6,0	17,0	19,0	1,0	36,0
D.Q.O. (mg/L)		50,0	215	180	55,0	150
Nitrato (mg/L)	0,4	<0,30	<0,30	<0,30	<0,30	<0,30
Nitrito (mg/L)	0,07	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02
Nitrogênio amoniacal (mg/L)	0,4	0,29	<0,20	0,65	0,53	0,35
Fósforo total (mg/L)	0,062	0,0983*J	0,0937*J	0,0935*J	0,102	0,103
Surfactantes (mg/L)		<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10
Clorofila-a (µg/L)		3,3	2,7	2,4	2,7	3,1
Coliformes termotolerantes (unid/L)	10000	Ausente	Ausente	Ausente	Ausente	Ausente
Óleos e graxas (mg/L)	ausentes	<5,0	5,60	<5,0	<5,0	<5,0
Parâmetro	CONAMA 357 artigo 18	PA-12-SF	PA-13-SS	PA-13-SM	PA-013-SF	PA-14-SS
Cor (mg Pt/L)		7,20	1,80	1,60	5,30	1,50
Turbidez (NTU)	Ausentes	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0
Sólidos dissolvidos totais (mg/L)		34006	39999	53808	50678	40800
Sólidos suspensos totais (mg/L)		503	300	269	239	316
Sólidos sedimentáveis totais (mL/L)		<0,1	<0,1	<0,10	<0,10	<0,10
D.B.O. (mg/L)		3,0	41,0	70,0	94,0	15,0
D.Q.O. (mg/L)		100	185	210	285	190
Nitrato (mg/L)	0,4	<0,30	<0,30	<0,30	<0,30	<0,30
Nitrito (mg/L)	0,07	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02
Nitrogênio amoniacal (mg/L)	0,4	0,42	0,42	0,36	0,42	0,48
Fósforo total (mg/L)	0,062	0,0909*J	0,0993*J	0,128	0,080*J	0,0463*J
Surfactantes (mg/L)		<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10
Clorofila-a (µg/L)		3,1	2,5	1,5	1,5	2,5
Coliformes termotolerantes (unid/L)	10000	Ausente	Ausente	2100	Ausente	Ausente
Óleos e graxas (mg/L)	ausentes	<5,0	<5,0	5,5	<5,0	<5,0



Tabela 4.1.6-12 (continuação). Resultados obtidos para os pontos PA-04, PA-05, PA-06, PA-07, PA-10, PA-12, PA-13 e PA-14 durante a maré de sizígia.

Parâmetro	CONAMA 357 artigo 18	PA-14-SM	PA-14-SF			
Cor (mg Pt/L)		1,60	1,80			
Turbidez (NTU)	ausentes	<1,0	<1,0			
Sólidos dissolvidos totais (mL/L)		40364	41290			
Sólidos suspensos totais (mg/L)		263	245			
Sólidos sedimentáveis totais (mg/L)		<0,10	<0,10			
D.B.O. (mg/L)		86	54,0			
D.Q.O. (mg/L)		480	350			
Nitrato (mg/L)	0,4	<0,30	<0,30			
Nitrito (mg/L)	0,07	<0,02	<0,02			
Nitrogênio amoniacal (mg/L)	0,4	0,36	0,39			
Fósforo total (mg/L)	0,062	0,0944*J	0,0574*J			
Surfactantes (mg/L)		<0,10	<0,10			
Clorofila-a (µg/L)		1,5	<0,1			
Coliformes termotolerantes (unid/L)	10000	ausente	ausente			
Óleos e graxas (mg/L)	ausentes	<5,0	<5,0			

As concentrações obtidas para as amostras coletadas durante a maré de sizígia seguiram os mesmos padrões dos resultados obtidos durante a maré de quadratura. Para a maioria das amostras presentes no entorno no Porto de São Sebastião foram obtidas concentrações de fósforo total e nitrogênio amoniacal, demonstrando a influência do aporte de efluentes domésticos por meio das concentrações obtidas nos pontos amostrais PA-1-SS, PA-2-SS e PA-3-SS.

#### a. Controle de qualidade

No processo de investigação de um local com indícios de contaminação, o controle de qualidade das atividades de campo e análises químicas é necessário para verificar a conformidade dos resultados com os padrões e normas pertinentes. Como as tomadas de decisão são baseadas nos resultados analíticos, é importante a credibilidade e confiança nos resultados obtidos. Desta forma, para a investigação da qualidade da água marinha no entorno do Porto de São Sebastião Córrego, preocupou-se desde o início do trabalho com o processo de aquisição de dados primários: amostragem água superficial e análises químicas, conforme apresentado nos itens a seguir.

#### ▪ Procedimentos de descontaminação

Dentre os diversos equipamentos utilizados nos trabalhos de campo desenvolvidos no local, a maioria deles é utilizada com certa frequência, ou seja, não são descartados após o uso. Assim a



limpeza do equipamento é necessária para evitar contaminações de outras áreas (sites onde o equipamento foi utilizado anteriormente) e/ou interferências de locais mais contaminados para locais menos contaminados.

Para isto, foi estabelecido como procedimento interno da CPEA, que todos os equipamentos de coleta de água ou equipamentos utilizados em coletas, quando não descartáveis devem ser lavados com sabão neutro e água mineral três vezes e enxaguado com água destilada antes do próximo uso.

- Controle de Qualidade dos Resultados Analíticos

Com o intuito de obter resultados fidedignos para as amostras de água superficial do projeto CPEA-685, o laboratório contratado aplicou um Programa de Qualidade Assegurada/Controle de Qualidade, por meio de atividades que demonstram exatidão (proximidade do valor verdadeiro) e precisão (reprodutibilidade dos resultados). Os seguintes controles de qualidade foram realizados:

1. Branco do Método: é uma amostra de água destilada que é processada junto com o lote de amostras reais, passando por todas as etapas analíticas. O branco do método é fundamental para monitorar interferência analítica causada por uma possível contaminação proveniente do laboratório, que poderia induzir a resultados falsos positivos nas amostras reais; esta contaminação pode ser proveniente da manipulação das amostras, dos reagentes utilizados (solventes, ácidos), vidraria, do ambiente de laboratório, equipamento analítico, etc. O valor encontrado para o branco do método deve ser menor que o limite de quantificação praticável.

2. Amostras de controle laboratorial (LCS – *laboratory control sample*) – são brancos fortificados com uma quantidade conhecida de analitos-alvo. O desempenho de uma técnica analítica é avaliado pelos resultados de LCS. Se não se obtém resultados aceitáveis de LCS (dentro dos critérios de qualidade do laboratório), significa que os resultados das amostras reais são questionáveis e uma ação corretiva deve ser tomada imediatamente. LCS é usado para testar a exatidão do método.

3. Amostras MS/MSD (*matrix spike/matrix spike duplicate*) – uma amostra “matrix spike” (MS) é uma alíquota de uma amostra real, na qual é adicionada uma quantidade conhecida de analito-alvo; são analisadas para acessar o efeito ou exatidão da matriz da amostra nos resultados analíticos. “Matrix spike duplicate” (MSD) é uma segunda alíquota da mesma amostra utilizada como matrix Spike. Os resultados de MSD são comparados com os resultados de MS para obter precisão. Neste trabalho, o laboratório preparou MS/MSD para as amostras de água (PA-07-S-Q) em duplicata para o ensaio de (ensaios realizados).

Com a realização de ensaios químicos nas amostras de qualidade descritas acima, viabilizou-se o monitoramento da precisão e exatidão analíticas do laboratório contratado, bem como



avaliação de possível interferência nos resultados por manipulação, preparação e análise das amostras.

A precisão pode ser definida como a concordância entre medidas de uma mesma amostra obtidas em um mesmo dia, nas mesmas condições de rotina (repetitividade) ou em dias diferentes, com condições variáveis, tais como analista, temperatura, calibração (reprodutibilidade). Já a exatidão é definida como o grau de concordância de um valor medido com o valor verdadeiro, a qual foi obtida pela realização de análises de amostras LCS e surrogates.

- Avaliação dos Resultados Obtidos nas Amostras de Controle de Qualidade

1. Branco do método ou de análise

Foi utilizada água destilada e deionizada para ensaios inorgânicos e água mineral, para ensaios orgânicos (para similar amostra de água superficial) como amostra de branco do método, sendo que estas foram processadas juntamente com as amostras reais. Os resultados analíticos das amostras de água referentes ao branco do método encontram-se nos laudos analíticos (Anexo 4.4-11):

- Relatório de Ensaio nº 0841208
- Relatório de Ensaio nº 0981208
- Relatório de Ensaio nº 1791208
- Relatório de Ensaio nº 1991208

Todos os resultados obtidos estiveram abaixo do limite de quantificação do laboratório, comprovando que não houve qualquer tipo de contaminação oriunda de procedimentos de manipulação, preparação e análise das amostras.

2. Amostra de controle laboratorial (LCS) ou spike

À água destilada e deionizada, para ensaios inorgânicos (para similar amostra de água superficial), adicionou-se quantidade conhecida de analitos-alvo. Estas amostras foram processadas e analisadas juntamente com as amostras reais, assim como o branco do método. Os resultados analíticos das amostras de água referentes ao LCS (Spike) são apresentados nas Tabelas 4.1.6-13.

Todos os resultados obtidos estiveram dentro dos limites de controle de qualidade do laboratório, os quais são estabelecidos a partir de análise crítica das cartas-controle, comprovando, assim, a exatidão dos métodos analíticos empregados pelo laboratório.



Tabela 4.1.6-13. Resultados obtidos na análise da amostra de controle de laboratório para os parâmetros determinados neste projeto. Valores expressos em % de recuperação

Elementos	0841208	0981208	1791208	1991208	Intervalo de aceitação
Nitrogênio amoniacal	105	105	105	105	75 - 125
Cor	96	93	97	98	75 – 125
Nitrato como N	101	101	101	98	75 – 125
Nitrito como N	103	101	90	89	75 – 125
Óleos e graxas	74	70	68	68	75 – 125
Surfactantes	81	84	91	88	60 – 140
Turbidez	86	94	97	97	75 – 125
Fósforo	102	112	88	95	75 - 125

### 3. Amostras MS/MSD (matrix spike/matrix spike duplicate)

Foi eleita a amostra de água (PA-7-S-Q) para preparação das amostras MS/MSD (matrix spike/matrix spike duplicate). Esta amostra foi analisada para fósforo, nitrogênio amoniacal, nitrato como N, nitrito como N, óleos e graxas, surfactantes e turbidez.

Na Tabela 4.1.6-14 são apresentados os resultados obtidos para precisão, a partir do desvio-padrão relativo, e de exatidão, a partir da recuperação. Usou-se como referência os intervalos estabelecidos pelo laboratório, comprovando a qualidade analítica e fidedignidade dos resultados.

Tabela 4.1.6-14. Resultados de precisão e exatidão para os parâmetros determinados neste projeto.

Elementos	Exatidão			Precisão	
	% Rec MS	% Rec MSD	Interv. aceitável	% DPR	Interv. aceitável
Fósforo	105	106	75 - 125	1,0	≤20
Nitrogênio amoniacal	79	80	75 – 125	1,3	≤20
Nitrato como N	95	97	75 – 125	201	≤20
Nitrito como N	105	110	75 – 125	4,7	≤20
Óleos e graxas	64	78	60 - 140	20	≤20
Surfactantes	80	81	75 – 125	1,2	≤20
Turbidez	88	89	75 - 125	1,1	≤20

Com os resultados obtidos para as amostras de controle de qualidade utilizadas neste projeto, pode-se validar e garantir a veracidade dos valores apresentados para as amostras de água superficial coletadas para o projeto CPEA-685.



#### 4.1.6.2.4 Conclusões

O intuito principal deste estudo foi verificar se as atividades portuárias desenvolvidas pelo Porto de São Sebastião poderiam estar influenciando na qualidade da água marinha no entorno do referido Porto.

Pelos resultados obtidos, nota-se que os principais contaminantes obtidos foram fósforo e nitrogênio e, como é bem sabido que estes elementos são característicos de efluentes domésticos, pode-se concluir que a principal contribuição para a qualidade da água marinha está relacionada ao aporte de esgotos de origem doméstica.

Alguns pontos amostrais localizados no entorno do Porto apresentaram concentrações de óleos e graxas acima do respectivo valor orientador, levando a concluir que a presença de embarcações, assim como oficinas de reparo de embarcações, localizadas ao lado do Porto também podem estar influenciando na qualidade da água.

No entanto, em vista das concentrações obtidas de fósforo e nitrogênio em quase todos os pontos amostrais, observa-se que a contribuição das atividades portuárias é mínima, concluindo-se que a qualidade da água está sendo interferida, em sua maior parte, pelos efluentes domésticos que são descartados na Baía do Araçá, por meio do Córrego da Mãe Isabel e pelo emissário submarino localizado na mesma Baía.

Ressalta-se que os pontos localizados a montante do Porto (PA-1, PA-2 e PA-3) foram os que apresentaram maiores quantidades de contaminantes, inclusive relacionados a esgotos, tais como os próprios fósforo e nitrogênio, assim como coliformes termotolerantes, DBO e clorofila-a.

#### 4.1.7 Qualidade dos sedimentos

Este item tem por objetivo apresentar e avaliar a qualidade dos sedimentos na área sob influência do empreendimento no Canal de São Sebastião, identificando os principais poluentes e fontes poluidoras presentes na região.

Como já discutido no item 4.1.6 (Qualidade da água), no entorno do Porto de São Sebastião existem fontes de contaminantes tanto de origem doméstica quanto industrial. Tais contaminantes estão presentes, inicialmente, na coluna d'água, seja na forma dissolvida ou adsorvidos no material particulado em suspensão, sendo que, posteriormente, este material irá se depositar no fundo tornando assim o sedimento uma matriz importante no que diz respeito à avaliação da qualidade da água, pois através de processos de dragagem, por exemplo, o mesmo pode atuar como uma fonte de tais contaminantes para o meio ambiente.

Inicialmente serão apresentados os dados pretéritos existentes e referentes a uma caracterização realizada em fevereiro de 2008 nos sedimentos a serem dragados na área junto ao cais interno do Porto, cujos resultados serviram para nortear as tomadas de decisões quanto ao destino final do material dragado. Após, serão apresentados os dados primários provenientes de uma caracterização realizada em dezembro de 2008 na área do cais externo para a verificação da



atual qualidade dos sedimentos e, conseqüentemente, se o mesmo pode atuar como uma possível fonte de contaminantes, interferindo na qualidade da água no entorno no Porto de São Sebastião.

#### 4.1.7.1 Dados Pretéritos

No estudo realizado com vistas à dragagem do cais interno, foi realizada uma amostragem na área de acordo com a dimensão e o volume de sedimento a ser dragado. Para isto, foram coletadas amostras em quatro pontos dentro localizados dentro da região, em duas profundidades cada, ou seja, na superfície e a 2 m de profundidade, perfazendo um total de 8 amostras. Os pontos de coleta foram os seguintes:

- Ponto 1 - Cais para embarcações médias
- Ponto 2 - Desembarque de Pescados e cargas em embarcações menores
- Ponto 3 - Atracação de embarcações miúdas
- Ponto 4 – Bacia de evolução

A seguir são apresentados os dados obtidos para esta caracterização com ênfase nos principais contaminantes encontrados no sedimento.

- Pesticidas Organoclorados (POC) e Bifenilas Policloradas (PCB)

Levando em consideração os valores orientadores estabelecidos pela Resolução CONAMA 344/04, com relação aos pesticidas organoclorados, não foram obtidas concentrações que ultrapassassem os respectivos limites, no entanto, levando-se em consideração a somatória das sete bifenilas policloradas, especificamente no ponto 3, foi obtida uma concentração para a amostra superficial igual a 53,7 µg/kg, acima do valor orientador do nível 1 igual a 22,7 µg/kg.

Apesar da associação com efluentes industriais, as principais fontes de PCB e POC para o Canal de São Sebastião são os efluentes domésticos lançados através de emissários ou fontes difusas, além do processo de lixiviação dos solos.

- Metais e semi metais

Praticamente para todas as amostras de sedimento foram obtidas concentrações de arsênio acima do valor orientador do Nível 1, igual a 8,2 mg/kg, no entanto, como já evidenciado por outros estudos, estes valores devem estar mais relacionados ao alto valor de background deste elemento, do que propriamente de fontes de contaminantes que descartam este elemento em seu efluentes. O fato do mesmo ter sido encontrado em todas as amostras, sejam elas superficiais ou eu profundidade, corroboram este padrão.

Além do arsênio, foram obtidas concentrações de chumbo na amostras em profundidade do ponto 2 (49,3 mg/kg) e na superfície do ponto 3 (60,6 mg/kg), cobre, na superfície do ponto 3,



(51,8 mg/kg) e mercúrio também na superfície do ponto 3, (0,27 mg/kg). A presença destes metais indica que a emissão de efluentes no entorno do Porto, principalmente de origem industrial, seja por meio do emissário submarino ou pelos córregos presentes na região, estão contribuindo para uma possível diminuição da qualidade dos sedimentos, podendo ocasionar conseqüências, por exemplo, para a biota que reside nesta matriz ambiental.

- Hidrocarbonetos policíclicos aromáticos (HPA)

Para esta classe de contaminates, na amostra superficial do ponto 3, foram obtidas concentrações acima dos respectivos valores orientadores do Nível 1 para acenafteno, acenaftileno, antraceno, fluoranteno e fluoreno, além dos seguintes compostos cujas concentrações obtidas ficaram acima dos respectivos valores do Nível 2: fenantreno e pireno.

Segundo Lamparelli *et al.* (2001), as principais fontes dos hidrocarbonetos policíclicos aromáticos para o ambiente são a atividade microbiana, descarte de resíduos originados da incineração do lixo, produção de asfalto e óleo cresoto, queima de combustíveis fósseis e o aporte de esgotos domésticos e efluentes industriais. Sendo assim, pode-se inferir que a queima de combustíveis fósseis, ou seja, gasolina e seus derivados, além de possíveis pequenos derramamentos de óleo proveniente das embarcações que atracam neste local, podem estar contribuindo para o aumento das concentrações destes compostos.

#### 4.1.7.2 Dados da Caracterização Atual

O aporte desenfreado de efluentes provenientes tanto de atividades industriais como domésticos em ecossistemas costeiros, tem ocasionado um aumento significativo dos níveis de contaminantes presentes na água e, conseqüentemente, nos sedimentos destas áreas estuarinas.

Deve-se ressaltar que os sedimentos de ambientes aquáticos constituem-se de um compartimento de grande importância, dado o reconhecimento de que ele atua como um ambiente não somente de armazenamento ou acumulação de nutrientes e contaminantes, que tem inclusive, significância histórica para bacia de drenagem dos ecossistemas aquáticos e destes propriamente ditos, mas também de reprocessamento de tais materiais autóctones e alóctones (via processos diagenéticos) e de trocas de espécies químicas com a coluna d'água (Mozeto, 2004).

Com relação às regiões portuárias, além dos sedimentos representarem um diagnóstico dos níveis de contaminação a qual a região está inserida, esta matriz ambiental também é de fundamentam importância no que diz respeito aos processos de dragagens, as quais constantemente precisam ser realizadas nestas regiões em virtude do acúmulo e, conseqüente diminuição da profundidade mínima requerida para a atracação de navios para os procedimentos de carga e descarga.

A avaliação dos níveis de contaminações dos sedimentos segue as diretrizes preconizadas por duas resoluções, a CONAMA 344/04 e a SMA-39 (Decisão de Diretoria nº 195-2005-E, de 23 de novembro de 2005). A primeira estabelece as "Diretrizes gerais e os procedimentos mínimos para



a avaliação do material a ser dragado em águas jurisdicionais, e dá outras providências” com vistas à disposição do material dragado no oceano, sendo que a segunda resolução “Dispõe sobre a aprovação dos valores orientadores para solos e águas subterrâneas no estado de São Paulo-2005”, cuja classificação serve de base para a disposição do material em terra.

Sendo assim, em vista desta importância a qual os sedimentos representam para o sistema como um todo, é fundamental um estudo detalhado, levando em consideração ambas as resoluções, cujos resultados irão nortear tanto os atuais níveis de contaminações quanto o destino do material que poderá sofrer processos de dragagem.

Ainda, mais especificamente com relação aos sedimentos provenientes do Porto de São Sebastião, com os resultados obtidos, será realizada uma análise crítica dos mesmos para inferir a respeito das possíveis contaminações decorrentes dos procedimentos operacionais das atividades desenvolvidas pelo Porto, assim como provenientes dos efluentes domésticos que são lançados tanto pelo emissário submarino quanto pelo Córrego da Mãe Isabel, sendo que estas duas últimas fontes lançam seus efluentes mais especificamente na Baía do Araçá, localizado ao lado do referido Porto.

#### *4.1.7.2.1 Objetivos do trabalho*

O objetivo deste trabalho é o atendimento às exigências técnicas estabelecidas pelo IBAMA, relacionadas à avaliação geoquímica dos sedimentos nas imediações do Porto de São Sebastião, com vistas à obtenção da Licença de Operação (LO) das atividades atualmente realizadas nas dependências do referido Porto.

#### *4.1.7.2.2 Material e métodos*

No Anexo 4.4-12, encontra-se o dossiê fotográfico referente aos procedimentos de coleta de sedimento utilizados durante a campanha de amostragem.

As coletas de sedimento superficial e sub-superficial (2,0 m de profundidade) foram realizadas no dia 08 de dezembro de 2008 sendo que as amostras foram encaminhadas ao laboratório para a realização das análises no dia 09/12. As amostragens foram realizadas pelos técnicos da Consultoria Paulista de Estudos Ambientais juntamente com a empresa PRONATIVA, sendo as análises realizadas pelos laboratórios CORPLAB do Brasil LTDA e TECAM Tecnologia Ambiental LTDA.

##### **a. Identificação e localização dos pontos de coleta de sedimento**

Como dito na parte introdutória, foram coletadas amostras de sedimento superficial e sub-superficial no entorno do porto de São Sebastião. A seguir, na Tabela 4.1.7-1, são apresentadas as coordenadas e as nomenclaturas utilizadas para a identificação de cada ponto de amostragem.



Tabela 4.1.7-1. Identificação e coordenadas dos pontos amostrais de sedimento.

Ponto amostral	Profundidade	Data da coleta	Coordenadas (UTM)*	
			Eastings (mE)	Northings (mN)
PS-1-S	superfície	08/12/2008	459.593	7.366.761
PS-1-P	sub-superfície	08/12/2008		
PS-2-S	superfície	08/12/2008	459.631	7.366.682
PS-2-P	sub-superfície	08/12/2008		
PS-3-S	superfície	08/12/2008	459.601	7.366.641
PS-3-P	sub-superfície	08/12/2008		
PS-4-S	superfície	08/12/2008	459.535	7.366.552
PS-4-P	sub-superfície	08/12/2008		
PS-5-S	superfície	08/12/2008	459.453	7.366.472
PS-5-P	sub-superfície	08/12/2008		

\* Datum horizontal: SAD 69. Zona: 23K

O mapa, mostrando a localização dos pontos amostrais para sedimento superficial e sub-superficial, encontra-se na Figura 1 do Anexo 4.4-13.

As análises químicas e físicas realizadas nas amostras de sedimento seguiram as exigências da Resolução CONAMA 344/04, a qual estabelece as diretrizes gerais e os procedimentos mínimos para a avaliação do material a ser dragado em águas jurisdicionais brasileiras e, também, a SMA-39, por meio da Decisão de diretoria nº 195-2005-E, de 23 de novembro de 2005, o qual dispõe sobre aprovação dos valores orientadores para solos e águas subterrâneas no Estado de São Paulo, em substituição aos valores orientadores de 2001, e dá outras providências.

Pelo fato da região a ser amostrada ser praticamente a mesma onde já foram realizados procedimentos de dragagem, foram escolhidos para análise do nível de contaminação dos sedimentos, os parâmetros preconizados pelo plano de amostragem cujas coletas foram realizadas em janeiro de 2008. Sendo assim, foram realizadas, em laboratório, as seguintes análises:

- o **Metais** (alumínio, antimônio, arsênio, bário, boro, cádmio, chumbo, cobalto, cobre, cromo, ferro, manganês, mercúrio, molibdênio, níquel, prata, selênio, vanádio e zinco);
- o **Hidrocarbonetos aromáticos voláteis** (benzeno, estireno, etilbenzeno, tolueno e xilenos);
- o **Hidrocarbonetos policíclicos aromáticos** (antraceno, benzo(a)antraceno, benzo(k)fluoranteno, benzo(g,h,i)perileno, benzo(a)pireno, criseno, dibenzo(a,h)antraceno, fenantreno, indeno(1,2,3-cd)pireno e naftaleno);
- o **Benzenos clorados** (Clorobenzeno(mono), 1,2-diclorobenzeno, 1,3-diclorobenzeno, 1,4-diclorobenzeno, 1,2,3-triclorobenzeno, 1,2,4-triclorobenzeno, 1,3,5-triclorobenzeno, 1,2,3,4-tetraclorobenzeno, 1,2,3,5-tetraclorobenzeno, 1,2,4,5-tetraclorobenzeno e hexaclorobenzeno);
- o **Etanos clorados** (1,1-dicloroetano, 1,2-dicloroetano, 1,1,1-tricloroetano);



- **Etenos clorados** (cloreto de vinila, 1,1-dicloroeteno, 1,2-dicloroeteno (cis), 1,2-dicloroeteno (trans), tricloroeteno (TCE) e tetracloroeteno (PCE));
- **Metanos clorados** (cloreto de metileno, clorofórmio e tetracloreto de carbono);
- **Fenóis clorados** (2-clorofenol (o), 2,4-diclorofenol, 3,4-diclorofenol, 2,4,5-triclorofenol, 2,4,6-triclorofenol, 2,3,4,5-tetraclorofenol, 2,3,4,6-tetraclorofenol e pentaclorofenol (PCP));
- **Fenóis não-clorados** (cresóis e fenol);
- **Ésteres ftálicos** (dietilexil ftalato (DEHP), dimetil ftalato e di-n-butil ftalato);
- **Pesticidas organoclorados** (aldrin, dieldrin, endrin, DDT, DDD, DDE, HCH-beta, HCH-gama (lindano));
- **Bifenilas policloradas (PCB) totais;**
- **Fósforo total;**
- **Nitrato;**
- **Nitrogênio Kjeldahl total;**
- **Carbono Orgânico Total (COT);**
- **Granulometria.**

Todas as amostras coletadas foram enviadas aos laboratórios, juntamente com as respectivas cadeias de custódias preenchidas, de forma a atender o tempo de preservação (holding time) de cada analito (Anexo 4.4-14).

#### b. Procedimentos adotados para a amostragem de sedimento superficial

Os sedimentos superficiais foram coletados com auxílio de um pegador de fundo tipo van Veen (Figura 4.1.7-2), construído em aço inoxidável, com capacidade para coletar no máximo 25 cm de profundidade, sendo que para este trabalho, a fração coletada foi correspondente a 15 cm de profundidade.

A amostra coletada foi composta por 2 (dois) lançamentos do equipamento de coleta, para que o material coletado fosse suficiente para a realização das análises laboratoriais e o mais representativo possível do local amostrado. Os sedimentos coletados foram homogeneizados, com auxílio de pás de teflon em bandejas, e, posteriormente, acondicionados em frascos, previamente limpos, fornecidos pelo laboratório responsável pelas análises. Os frascos foram mantidos em caixas térmicas com gelo, de forma a manter a temperatura entre  $4 \pm 2$  °C, desde o momento da coleta até o envio ao laboratório.

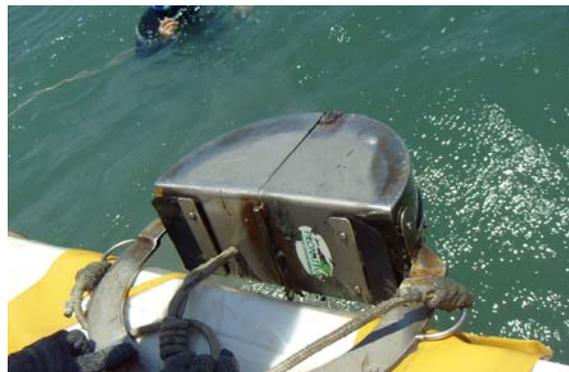


Figura 4.1.7-2. Draga do tipo *van Veen* utilizada para coleta de sedimento superficial.

c. Procedimentos adotados para a amostragem de sedimento sub-superficial.

As coletas de sedimento sub-superficial foram realizadas com um testemunhador, o qual permite a coleta de colunas indeformadas do material. Em quatro pontos amostrais (PS-2, PS-3, PS-4 e PS-5) a amostragem foi realizada por meio da inserção de um tubo de alumínio no sedimento por um mergulhador até a profundidade desejada, sendo então o mesmo retirado e trazido até a superfície (Figura 4.1.7-3).



Figura 4.1.7-3. Retirada do tubo de alumínio por um mergulhador contendo o sedimento coletado.

Para o ponto amostral PS-1, pelo fato do mesmo apresentar uma grande quantidade de pedras e material mais grosso, como por exemplo conchas, foi utilizada uma estrutura (Figura 4.1.7-4) para auxiliar na inserção do tubo de alumínio no sedimento.



Figura 4.1.7-4. Equipamento utilizado para fixação do tubo de alumínio no sedimento.

Após a inserção do tubo de alumínio no sedimento por ambos os métodos, o mesmo é retirado e sua extremidade inferior vedada pelo próprio mergulhador, evitando assim a perda do sedimento, sendo então levado até a superfície para a retirada do material coletado.

Para todos os pontos, as amostras coletadas foram referentes à superfície (aproximadamente 25 cm) e a 2 metros de profundidade.

#### d. Medidas físico-químicas in-situ nas amostras de sedimento

Foram realizadas medidas in-situ de pH e potencial redox (EH) nas amostras de sedimento, tanto superficial quanto em profundidade. Para a medição destes parâmetros foram utilizadas as seguintes instrumentações:

- o pH: eletrodo portátil HANNA, modelo HI98108;
- o Potencial Redox ( $E_H$ ): eletrodo portátil HANNA, modelo HI98120

Os equipamentos utilizados foram devidamente calibrados, seguido os procedimentos internos da Consultoria Paulista (Anexo 4.4-15).

#### e. Ensaios ecotoxicológicos

Para as amostras de sedimento superficial foram realizados, também, ensaios ecotoxicológicos com a fração total do sedimento, utilizando um anfípoda marinho da espécie *Leptocheirus plumulosus*.

#### 4.1.7.2.3 Resultados e discussão

Os laudos referentes às análises físico-químicas realizadas em campo encontram-se no Anexo 4.4-16 e os laudos e cadeias de custódia referentes às análises químicas realizadas em laboratório estão apresentados nos Anexos 4.4-17.



#### a. Parâmetros físico-químicos

Os valores de  $E_H$  variaram de -148 a -354 mV para os sedimentos superficiais e de -105 a -320 mV para os sedimentos coletados em profundidade. Estes valores negativos refletem as características de um ambiente anóxico, natural de áreas estuarinas com sedimentos ricos em matéria orgânica com grande atividade microbológica.

Segundo Baird (2002), ambientes com características reduzidas podem conter concentrações significativas de íons sulfetos ( $S_2$ ), cuja característica é justamente atuar como um agente quelante de metais, como por exemplo, o CdS, tornando estes elementos insolúveis e, conseqüentemente, com baixa probabilidade de liberação à coluna d'água. Somente eventos que ocasionem oxidação, como por exemplo, a remobilização do sedimento em eventos de dragagem, atrelados a diminuição de pH, podem ocasionar a liberação destes metais que estão quelados com sulfetos, no entanto, após a ressuspensão, os metais novamente em contato com o sedimentos anóxicos podem sofrer nova quelação. Os resultados da análise dos sedimentos mostraram uma alta concentração de enxofre.

O pH é um importante parâmetro a ser determinado pelo fato do mesmo ser controlador tanto para especiação, como para o equilíbrio para muitas espécies químicas, tais como sulfetos, amônia, cianetos, metais e todas aquelas que se ionizam sob influência deste parâmetro. Para que não ocorra a disponibilização para a coluna d'água ou a precipitação de contaminantes, o ideal é que o pH apresente valores de neutralidade, variando dentro de uma faixa de 6,5 a 8,5.

Como exemplo, dentro da série nitrogenada, a amônia, um importante parâmetro para estabelecimento de critérios de qualidade, pode existir na forma iônica e não iônica, dependendo dos valores de pH, sendo que a forma iônica (íon amônio -  $NH_4^+$ ) predomina, alcançando 95 % da quantidade total, sendo 5 % representado pela forma não iônica (amônia -  $NH_3$ ), em condições de pH acima de 8,1 (Silva, 2004), ao passo que em pH ácido (abaixo de 5) a forma predominante é a amônia e, dependendo de outras condições, como o grau de anoxia do ambiente, este contaminante pode ser liberado à coluna d'água.

Importante frisar que somente a amônia não iônica em altas concentrações é tóxica para os organismos marinhos.

Pelos resultados de pH obtidos nota-se que os mesmos variaram entre 8,0 e 8,8, podendo-se inferir a que embora possa existir, há uma baixa probabilidade de liberação de contaminantes que estejam adsorvidos na fração fina, principalmente metais, para a coluna d'água.

#### b. Granulometria

Na Tabela 4.1.7-2 estão apresentados os resultados obtidos para a análise granulométrica para todas as amostras de sedimento coletadas.



Tabela 4.1.7-2. Resultados obtidos de granulometria (%).

Parâmetro	PS-1-S	PS-1-P	PS-2-S	PS-2-P	PS-3-S
Argila	25,7	32,2	48,5	46,5	50,3
Silte	23,1	25,0	39,4	35,0	43,5
Areia muito grossa	5,1	9,1	0,5	2,8	0,3
Areia grossa	8,4	11,6	0,4	4,2	0,3
Areia média	6,0	4,8	0,5	2,2	0,3
Areia fina	9,4	4,2	2,3	2,3	1,3
Areia muito fina	22,3	13,2	8,3	6,8	4,0
Areia total	51,2	42,9	12	18,3	6,2
Classificação textural	Franco argilo arenosa	Franco argilosa	Argila	Argila	Argilo siltosa
Parâmetro	PS-3-P	PS-4-S	PS-4-P	PS-5-S	PS-5-P
Argila	50,6	51,8	35,7	32,0	30,6
Silte	35,3	43,2	25,7	26,3	25,5
Areia muito grossa	3,3	0,1	8,5	0,7	0,5
Areia grossa	3,2	0,2	7,9	0,6	0,5
Areia média	1,4	0,2	5,0	0,8	1,0
Areia fina	1,4	0,8	5,0	6,7	8,1
Areia muito fina	4,6	3,7	12,2	32,8	33,8
Areia total	13,9	5,0	38,6	41,6	43,9
Classificação textural	Argila	Argilo siltosa	Franco argilosa	Franco argilosa	Franco argilosa

De uma forma geral, a análise granulométrica demonstrou que, para a maioria dos pontos, os sedimentos oriundos dos pontos amostrais no entorno do Posto de São Sebastião apresentaram uma predominância de material de composição fina (silte e argila) e, segundo Förstner e Salomons (1980), os contaminantes associam-se preferencialmente nas frações finas dos sedimentos. Sendo assim, em termos de granulometria, os pontos amostrados possuem capacidade de agregar contaminantes através de processos como adsorção e complexação ocasionados justamente pela porção fina presente.

## A. Resultados obtidos comparados com a resolução CONAMA 344/04

### a. Metais e semi-metais

Na Tabela 4.1.7-3, a seguir, estão apresentados os resultados obtidos para metais e semi metais em todas as amostras de sedimento coletadas.



Tabela 4.1.7-3. Resultados obtidos de metais e semi-metais (mg/kg).

Parâmetro	CONAMA 344/04		PS-1-S	PS-1-P	PS-2-S	PS-2-P	PS-3-S
	Nível 1	Nível 2					
Arsênio	8,2	70	9,82	10,2	13,4	11,0	15,6
Cádmio	1,2	9,6	<0,45	<0,38	<0,78	<0,51	<0,83
Chumbo	46,7	218	22,9	7,4	19,2	19,6	22,0
Cobre	34	270	31,7	5,4	15,9	14,5	16,3
Cromo	81	370	20,4	18,9	37,1	36,8	41,6
Mercúrio	0,15	0,71	<0,3	<0,03	<0,05	<0,04	<0,07
Níquel	20,9	51,6	5,58	4,96	9,80	11,8	11,0
Zinco	150	410	58,3	27,1	67,4	66,6	<8,33
Parâmetro	CONAMA 344/04		PS-3-P	PS-4-S	PS-4-P	PS-5-S	PS-5-P
	Nível 1	Nível 2					
Arsênio	8,2	70	16,4	13,5	9,41	9,26	9,02
Cádmio	1,2	9,6	<0,58	<0,78	<0,42	<0,47	<0,45
Chumbo	46,7	218	24,8	22,3	10,6	13,8	15,3
Cobre	34	270	19,6	16,1	7,97	10,3	10,3
Cromo	81	370	41,9	41,3	24,4	28,7	32,3
Mercúrio	0,15	0,71	<0,04	<0,06	<0,03	<0,04	<0,04
Níquel	20,9	51,6	13,6	11,6	7,7	8,43	10,4
Zinco	150	410	80,3	72,6	37,2	53,1	55,1

O único elemento encontrado em todas as amostras de sedimento coletadas foi o arsênio. Este mesmo elemento já foi quantificado também acima do valor do Nível 1 em outras áreas estuarinas, como, por exemplo, o Porto de Santos (CODESP/CPEA, 2008).

Embora seja de conhecimento que este elemento pode ter sua origem de atividades industriais, em um trabalho desenvolvido na área estuarina de Santos por Luiz-Silva *et al.* (2006), os autores identificaram que o valor de *background* para arsênio esteve entre 12 e 14 mg/kg, ou seja, acima do valor do Nível 1. Considerando que as regiões estuarinas dos Portos de Santos e São Sebastião estão contidas dentro do mesmo perfil sedimentológico, a identificação deste elemento para todas as amostras coletadas, tanto de superfície quanto em profundidade, corrobora o fato que o mesmo está ligado aos níveis de *background*.

Cabe ressaltar ainda que a concentração estabelecida para arsênio para Nível 1 é inferior às concentrações consideradas *background* por Turekian & Wedepohl (1961) para o folhelho médio e para argila marinha profunda (13 mg/kg), e muito próxima ao valor *background* (Bowen, 1979) para o sedimento médio (7,7 mg/kg).



#### b. Hidrocarbonetos Policíclicos Aromáticos (HPA)

Na Tabela 4.1.7-4 estão apresentados os resultados obtidos para os HPA em todas as amostras de sedimento coletadas.

Tabela 4.1.7-4. Resultados obtidos de Hidrocarbonetos Policíclicos Aromáticos ( $\mu\text{g}/\text{kg}$ )

Parâmetro	CONAMA 344/04		PS-1-S	PS-1-P	PS-2-S	PS-2-P	PS-3-S
	Nível 1	Nível 2					
Antraceno	85,3	1100	<5,0	<5,0	<5,0	<5,0	<5,0
Benzo(a)antraceno	74,8	693	<5,0	<5,0	<5,0	<5,0	<5,0
Benzo(a)pireno	88,8	763	106	<5,0	<5,0	<5,0	<5,0
Criseno	108	846	<5,0	<5,0	<5,0	<5,0	<5,0
Dibenzo(a,h)antraceno	6,22	135	<5,0	<5,0	<5,0	<5,0	<5,0
Fenantreno	240	1500	<5,0	<5,0	<5,0	<5,0	<5,0
Naftaleno	160	2100	<5,0	<5,0	<5,0	<5,0	<5,0
Parâmetro	CONAMA 344/04		PS-3-P	PS-4-S	PS-4-P	PS-5-S	PS-5-P
	Nível 1	Nível 2					
Antraceno	85,3	1100	<5,0	<5,0	<5,0	<5,0	<5,0
Benzo(a)antraceno	74,8	693	<5,0	<5,0	<5,0	<5,0	<5,0
Benzo(a)pireno	88,8	763	<5,0	<5,0	<5,0	<5,0	<5,0
Criseno	108	846	<5,0	<5,0	<5,0	<5,0	<5,0
Dibenzo(a,h)antraceno	6,22	135	<5,0	<5,0	<5,0	<5,0	<5,0
Fenantreno	240	1500	<5,0	<5,0	<5,0	<5,0	<5,0
Naftaleno	160	2100	<5,0	<5,0	<5,0	<5,0	<5,0

Pelos resultados obtidos, somente o benzo(a)pireno foi quantificado ( $106 \mu\text{g}/\text{kg}$ ) acima do valor de referência do Nível 1.

Segundo Lamparelli *et al.* (2001), as principais fontes dos hidrocarbonetos policíclicos aromáticos para o ambiente são a atividade microbiana, descarte de resíduos originados da incineração do lixo, produção de asfalto e óleo cresoto, queima de combustíveis fósseis e o aporte de esgotos domésticos e efluentes industriais.

Na região do Porto de São Sebastião, mais especificamente na Baía do Araçá, são lançados efluentes de origem doméstica provenientes da cidade de São Sebastião, sendo que a presença deste composto pode estar relacionado à estas fontes, embora não pode-se descartar a hipótese que a presença de embarcações no referido Porto que fazem uso de combustíveis fósseis, também podem contribuir para o aparecimento deste composto.

#### c. Pesticidas Organoclorados (POC)

Na Tabela 4.1.7-5 estão apresentados os resultados obtidos para os pesticidas organoclorados para todas as amostras de sedimento coletadas.



Tabela 4.1.7-5. Resultados obtidos de pesticidas organoclorados ( $\mu\text{g}/\text{kg}$ )

Parâmetro	CONAMA 344/04		PS-1-S	PS-1-P	PS-2-S	PS-2-P	PS-3-S
	Nível 1	Nível 2					
Dieldrin	0,71	4,3	<0,22	<0,19	<0,29	<0,26	<0,31
Endrin	2,67	62,4	<0,22	<0,19	<0,29	<0,26	<0,31
DDD	1,22	7,81	<0,22	<0,19	<0,29	<0,26	<0,31
DDE	2,07	374	<0,22	<0,19	<0,29	<0,26	<0,31
DDT	1,19	4,77	<0,22	<0,19	<0,29	<0,26	<0,31
HCH-beta	0,32	0,99	<0,22	<0,19	<0,29	<0,26	<0,31
HCH-gama (lindano)	0,32	0,99	<0,22	<0,19	<0,29	<0,26	<0,31
Parâmetro	CONAMA 344/04		PS-3-P	PS-4-S	PS-4-P	PS-5-S	PS-5-P
	Nível 1	Nível 2					
Dieldrin	0,71	4,3	<0,29	<0,29	<0,21	<0,24	<0,22
Endrin	2,67	62,4	<0,29	<0,29	<0,21	<0,24	<0,22
DDD	1,22	7,81	<0,29	<0,29	<0,21	<0,24	<0,22
DDE	2,07	374	<0,29	<0,29	<0,21	<0,24	<0,22
DDT	1,19	4,77	<0,29	<0,29	<0,21	<0,24	<0,22
HCH-beta	0,32	0,99	<0,29	<0,29	<0,21	<0,24	<0,22
HCH-gama (lindano)	0,32	0,99	<0,29	<0,29	<0,21	<0,24	<0,22

Observa-se que nenhum dos pesticidas organoclorados foi quantificado acima dos respectivos valores orientadores da Resolução CONAMA 344/04

#### d. Bifenilas Policloradas (PCB)

Na Tabela 4.1.7-6 estão apresentados os resultados obtidos para PCB para as amostras de sedimento.

Tabela 4.1.7-6. Resultados obtidos de bifenilas policloradas ( $\mu\text{g}/\text{kg}$ )

Parâmetro	CONAMA 344/04		PS-1-S	PS-1-P	PS-2-S	PS-2-P	PS-3-S
	Nível 1	Nível 2					
2,4,4-triclorobifenil			<0,22	<0,19	<0,29	<0,26	<0,31
2,2,5,5-tetraclorobifenil			<0,22	<0,19	<0,29	<0,26	<0,31
2,2,4,5,5-pentaclorobifenil			<0,22	<0,19	<0,29	<0,26	<0,31
2,3,4,4,5-pentaclorobifenil			<0,22	<0,19	<0,29	<0,26	<0,31
2,2,3,4,4,5-hexaclorobifenil			<0,22	<0,19	<0,29	<0,26	<0,31
2,2,4,4,5,5-hexaclorobifenil			<0,22	<0,19	<0,29	<0,26	<0,31
2,2,3,4,4,5,5-heptaclorobifenil			<0,22	<0,19	<0,29	<0,26	<0,31
PCB totais	22,7	180	<0,22	<0,19	<0,29	<0,26	<0,31



Tabela 4.1.7-6 (continuação). Resultados obtidos de bifenilas policloradas ( $\mu\text{g}/\text{kg}$ )

Parâmetro	CONAMA 344/04		PS-3-P	PS-4-S	PS-4-P	PS-5-S	PS-5-P
	Nível 1	Nível 2					
2,4,4-triclorobifenil			<0,22	<0,19	<0,29	<0,26	<0,31
2,2,5,5-tetraclorobifenil			<0,22	<0,19	<0,29	<0,26	<0,31
2,2,4,5,5-pentaclorobifenil			<0,22	<0,19	<0,29	<0,26	<0,31
2,3,4,4,5-pentaclorobifenil			<0,22	<0,19	<0,29	<0,26	<0,31
2,2,3,4,4,5-hexaclorobifenil			<0,22	<0,19	<0,29	<0,26	<0,31
2,2,4,4,5,5-hexaclorobifenil			<0,22	<0,19	<0,29	<0,26	<0,31
2,2,3,4,4,5,5-heptaclorobifenil			<0,22	<0,19	<0,29	<0,26	<0,31
PCB totais	22,7	180	<0,22	<0,19	<0,29	<0,26	<0,31

Não foi quantificada nenhuma bifenila policlorada acima dos respectivos valores orientadores

#### e. Nutrientes

Na Tabela 4.1.7-7 estão apresentados os resultados obtidos para os nutrientes para todas as amostras de sedimento coletadas.

Tabela 4.1.7-7. Resultados obtidos de nutrientes

Parâmetro	CONAMA 344/04	PS-1-S	PS-1-P	PS-2-S	PS-2-P	PS-3-S
Nitrogênio Kjeldahl total (mg/kg)	4800	344	324	1009	816	1286
Fósforo total (mg/kg)	2000	1163	506	1097	820	1197
Carbono orgânico total (%)	10	2,02	3,20	3,02	2,30	1,58
Parâmetro	CONAMA 344/04	PS-3-P	PS-4-S	PS-4-P	PS-5-S	PS-5-P
Nitrogênio Kjeldahl total (mg/kg)	4800	1107	1113	380	669	333
Fósforo total (mg/kg)	2000	995	1194	715	686	672
Carbono orgânico total (%)	10	3,01	2,25	1,06	1,51	1,14

Com relação às concentrações de nutrientes obtidas, também não foram obtidas concentrações acima dos respectivos valores orientadores.

## B. Resultados obtidos comparados com a resolução SMA 39 (Deisão de diretoria nº 195-2005-e, de 23 de novembro de 2005)

#### a. Metais e Semi-Metais

Na Tabela 4.1.7-8 estão apresentados os resultados obtidos para metais e semi metais para todas as amostras de sedimento coletadas.



Tabela 4.1.7-8. Resultados obtidos de metais e semi-metais (mg/kg)

Parâmetro	SMA-39			PS-1-S	PS-1-P	PS-2-S	PS-2-P	PS-3-S
	Referência	Prevenção	Intervenção residencial					
Alumínio				13036	12415	28422	30220	35918
Antimônio	0,5	2	10	<0,45	<0,38	<0,19	<0,19	<0,19
Arsênio	3,5	15	55	9,82	10,2	13,4	11	15,6
Bário	75	150	500	44,3	<7,58	19,2	61,9	18,6
Boro				<17,9	<15,2	<31,3	<20,4	<33,3
Cádmio	0,5	1,3	8	<0,45	<0,38	<0,014	<0,014	<0,014
Chumbo	17	72	300	22,9	7,4	19,2	19,6	22,0
Cobalto	13	25	65	2,32	1,6	3,51	5,44	3,99
Cobre	35	60	400	31,7	5,44	15,9	14,5	16,3
Cromo	40	75	300	20,4	18,9	37,1	36,8	41,6
Ferro				19272	17027	30128	31870	34528
Manganês				289	231	510	467	603
Mercúrio	0,05	0,5	36	<0,03	<0,03	<0,05	<0,04	<0,07
Molibdênio	4,0	30	100	<0,89	<0,76	<1,56	<1,02	<1,67
Níquel	13,0	30	100	5,58	4,96	9,80	11,8	11,0
Prata	0,25	2	50	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05
Selênio	0,25	5		<0,29	<0,29	<0,29	<0,29	<0,29
Vanádio	275			20,4	17,1	39,3	45,6	45,8
zinco	60	300	1000	58,3	27,1	67,4	66,6	<8,33
Parâmetro	SMA-39			PS-3-P	PS-4-S	PS-4-P	PS-5-S	PS-5-P
	Referência	Prevenção	Intervenção residencial					
Alumínio				39216	32155	20669	20820	26703
Antimônio	0,5	2	10	<0,19	<0,19	<0,42	<0,47	<0,45
Arsênio	3,5	15	55	16,4	13,5	9,41	9,26	9,02
Bário	75	150	500	50,5	17,6	11,9	22,2	46,6
Boro				<23,3	<31,3	<16,7	<18,9	<17,9
Cádmio	0,5	1,3	8	<0,014	<0,014	<0,42	<0,47	<0,45
Chumbo	17	72	300	24,8	22,3	10,6	13,8	15,3
Cobalto	13	25	65	6,6	4,43	3,41	3,63	5,35
Cobre	35	60	400	19,6	16,1	7,97	10,3	10,3
Cromo	40	75	300	41,9	41,3	24,4	28,7	32,3
Ferro				36707	34464	20491	23430	26406
Mercúrio	0,05	0,5	36	<0,04	<0,06	<0,03	<0,04	<0,04
Manganês				621	703	288	323	364
Molibdênio	4,0	30	100	<1,16	<1,56	<0,83	<0,94	<0,89
Níquel	13,0	30	100	13,6	11,6	7,7	8,43	10,4
Prata	0,25	2	50	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05
Selênio	0,25	5		<0,29	<0,29	<0,29	<0,29	<0,29
Vanádio	275			54,8	46,7	27,6	31,6	36,6
zinco	60	300	1000	80,3	72,6	37,2	53,1	55,1



Novamente, assim como aconteceu com os valores comparados à CONAMA 344/04, o arsênio foi o único elemento quantificado em todas as amostras de sedimento coletadas, porém, os resultados obtidos estão acima somente do valor de referência, com exceção dos pontos PS-3-S e PS-3-P, cujos valores obtidos estão acima do valor de prevenção.

Outros elementos também foram quantificados acima dos respectivos valores de referência, tais como chumbo, cromo, zinco e níquel

Segundo a SMA-39 (Decisão de Diretoria), o valor de referência de qualidade “é a concentração de determinada substância no solo ou na água subterrânea, que define um solo como limpo ou a qualidade da água subterrânea” e o valor de prevenção “é a quantidade de determinada substância, acima da qual podem ocorrer alterações prejudiciais à qualidade do solo e da água subterrânea”, ou seja, pelos resultados obtidos somente os pontos PS-3S e PS-3P apresentam alguma preocupação quanto às concentrações de arsênio obtidas, porém destaca-se que os valores obtidos (15,6 e 16,4 mg/kg) estão muito próximos do valor de prevenção (15 mg/kg). Além disso, como discutido anteriormente, este elemento pode estar relacionado ao valor de *background*.

#### b. Hidrocarbonetos Aromáticos Voláteis (VOC)

Na Tabela 4.1.7-9 estão apresentados os resultados obtidos para VOC para todas as amostras de sedimento coletadas.

Tabela 4.1.7-9. Resultados obtidos de hidrocarbonetos aromáticos voláteis (mg/kg)

Parâmetro	SMA-39			PS-1-S	PS-1-P	PS-2-S	PS-2-P	PS-3-S
	Referência	Prevenção	Intervenção residencial					
Benzeno	na	0,03	0,08	<0,009	<0,008	<0,016	<0,010	<0,017
Estireno	na	0,2	35	<0,009	<0,008	<0,016	<0,010	<0,017
Etilbenzeno	na	6,2	40	<0,009	<0,008	<0,016	<0,010	<0,017
Tolueno	na	0,14	30	<0,009	<0,008	<0,016	<0,010	<0,017
(m+p) xileno				<0,009	<0,008	<0,016	<0,010	0,017
o-xileno				<0,009	<0,008	<0,016	<0,010	<0,017
Xilenos totais	na	0,13	30	<0,009	<0,008	<0,016	<0,010	0,017
Parâmetro	SMA-39			PS-3-P	PS-4-S	PS-4-P	PS-5-S	PS-5-P
	Referência	Prevenção	Intervenção residencial					
Benzeno	na	0,03	0,08	<0,012	<0,016	<0,008	<0,009	<0,009
Estireno	na	0,2	35	<0,012	<0,016	<0,008	<0,009	<0,009
Etilbenzeno	na	6,2	40	<0,012	<0,016	<0,008	<0,009	0,009
Tolueno	na	0,14	30	<0,012	<0,016	<0,008	<0,009	<0,009
(m+p) xileno				<0,012	<0,016	<0,008	<0,009	0,012
o-xileno				<0,012	<0,016	<0,008	<0,009	<0,009
Xilenos totais	na	0,13	30	<0,012	<0,016	<0,008	<0,009	0,012



Não foram obtidas concentrações para esta classe de compostos que ultrapassassem os respectivos valores orientadores segundo a SMA-39 (Decisão de Diretoria).

### c. Hidrocarbonetos Policíclicos Aromáticos (HPA)

Na Tabela 4.1.7-10 estão apresentados os resultados obtidos para HPA para todas as amostras de sedimento coletadas.

Tabela 4.1.7-10. Resultados obtidos de hidrocarbonetos policíclicos aromáticos ( $\mu\text{g}/\text{kg}$ )

Parâmetro	SMA-39			PS-1-S	PS-1-P	PS-2-S	PS-2-P	PS-3-S
	Referência	Prevenção	Intervenção residencial					
Antraceno	na	39		<5,0	<5,0	<5,0	<5,0	<5,0
Benzo(a)antraceno	na	25	20000	<5,0	<5,0	<5,0	<5,0	<5,0
Benzo(k)fluoranteno	na	380		132,6	<5,0	<5,0	<5,0	<5,0
Benzo(g,h,i)perileno	na	570		<5,0	<5,0	<5,0	<5,0	<5,0
Benzo(a)pireno	na	52	1500	106,2	<5,0	<5,0	<5,0	<5,0
Criseno	na	8100		<5,0	<5,0	<5,0	<5,0	<5,0
Dibenzo(a,h)antraceno	na	80	600	<5,0	<5,0	<5,0	<5,0	<5,0
Fenantreno	na	3300	40000	<5,0	<5,0	<5,0	<5,0	<5,0
Indeno(1,2,3-cd)pireno	na	31	25000	<5,0	<5,0	<5,0	<5,0	<5,0
Naftaleno	na	120	60000	<5,0	<5,0	<5,0	<5,0	<5,0
Parâmetro	SMA-39			PS-3-P	PS-4-S	PS-4-P	PS-5-S	PS-5-P
	Referência	Prevenção	Intervenção residencial					
Antraceno	na	39		<5,0	<5,0	<5,0	<5,0	<5,0
Benzo(a)antraceno	na	25	20000	<5,0	<5,0	<5,0	<5,0	<5,0
Benzo(k)fluoranteno	na	380		<5,0	<5,0	<5,0	<5,0	<5,0
Benzo(g,h,i)perileno	na	570		<5,0	<5,0	<5,0	<5,0	<5,0
Benzo(a)pireno	na	52	1500	<5,0	<5,0	<5,0	<5,0	<5,0
Criseno	na	8100		<5,0	<5,0	<5,0	<5,0	<5,0
Dibenzo(a,h)antraceno	na	80	600	<5,0	<5,0	<5,0	<5,0	<5,0
Fenantreno	na	3300	40000	<5,0	<5,0	<5,0	<5,0	<5,0
Indeno(1,2,3-cd)pireno	na	31	25000	<5,0	<5,0	<5,0	<5,0	<5,0
Naftaleno	na	120	60000	<5,0	<5,0	<5,0	<5,0	<5,0

Pelos resultados obtidos, observa-se que para nenhum hidrocarboneto policíclico aromático foram obtidas concentrações acima dos respectivos valores orientadores.

### d. Benzenos Clorados



Na Tabela 4.1.7-11 estão apresentados os resultados obtidos para os benzenos clorados para todas as amostras de sedimento coletadas.

Tabela 4.1.7-11. Resultados obtidos de benzenos clorados (mg/kg)

Parâmetro	SMA-39			PS-1-S	PS-1-P	PS-2-S	PS-2-P	PS-3-S
	Referência	Prevenção	Intervenção residencial					
Monoclorobenzeno	na	0,41	45	<0,009	<0,008	<0,016	<0,010	<0,017
1,2-diclorobenzeno	na	0,73	200	<0,009	<0,008	<0,016	<0,010	<0,017
1,3-diclorobenzeno	na	0,39		<0,009	<0,008	<0,016	<0,010	<0,017
1,4-diclorobenzeno	na	0,39	70	<0,009	<0,008	<0,016	<0,010	<0,017
1,2,3-triclorobenzeno	na	0,01	15	<0,009	<0,008	<0,010	<0,010	<0,010
1,2,4-triclorobenzeno	na	0,011	20	<0,009	<0,008	<0,011	<0,010	<0,011
1,3,5-triclorobenzeno	na	0,5		<0,009	<0,008	<0,016	<0,010	<0,017
1,2,3,4-tetraclorobenzeno	na	0,16		<0,009	<0,008	<0,016	<0,010	<0,017
1,2,3,5-tetraclorobenzeno	na	0,0065		<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006
1,2,4,5-tetraclorobenzeno	na	0,01		<0,009	<0,008	<0,010	<0,010	<0,010
Parâmetro	SMA-39			PS-3-P	PS-4-S	PS-4-P	PS-5-S	PS-5-P
	Referência	Prevenção	Intervenção residencial					
Monoclorobenzeno	na	0,41	45	<0,012	<0,016	<0,008	<0,009	<0,009
1,2-diclorobenzeno	na	0,73	200	<0,012	<0,016	<0,008	<0,009	<0,009
1,3-diclorobenzeno	na	0,39		<0,012	<0,016	<0,008	<0,009	<0,009
1,4-diclorobenzeno	na	0,39	70	<0,012	<0,016	<0,008	<0,009	<0,009
1,2,3-triclorobenzeno	na	0,01	15	<0,010	<0,010	<0,008	<0,009	<0,009
1,2,4-triclorobenzeno	na	0,011	20	<0,011	<0,011	<0,008	<0,009	<0,009
1,3,5-triclorobenzeno	na	0,5		<0,012	<0,016	<0,008	<0,009	<0,009
1,2,3,4-tetraclorobenzeno	na	0,16		<0,012	<0,016	<0,008	<0,009	<0,009
1,2,3,5-tetraclorobenzeno	na	0,0065		<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006
1,2,4,5-tetraclorobenzeno	na	0,01		<0,010	<0,010	<0,008	<0,009	<0,009

Os resultados dos benzenos clorados também demonstraram que não há concentrações acima dos valores orientadores para esta classe de compostos.

#### e. Etanos Clorados

Na Tabela 4.1.7-12 estão apresentados os resultados obtidos para os etanos clorados para todas as amostras de sedimento coletadas.



Tabela 4.1.7-12. Resultados obtidos para os etanos clorados (mg/kg)

Parâmetro	SMA-39			PS-1-S	PS-1-P	PS-2-S	PS-2-P	PS-3-S
	Referência	Prevenção	Intervenção residencial					
1,1-dicloroetano	na		20	<0,009	<0,008	<0,016	<0,010	<0,017
1,2-dicloroetano	na	0,075	0,25	<0,009	<0,008	<0,016	<0,010	<0,017
1,1,1-tricloroetano	na		11	<0,009	<0,008	<0,016	<0,010	<0,017
Parâmetro	SMA-39			PS-3-P	PS-4-S	PS-4-P	PS-5-S	PS-5-P
	Referência	Prevenção	Intervenção residencial					
1,1-dicloroetano	na		20	<0,012	<0,016	<0,008	<0,009	<0,009
1,2-dicloroetano	na	0,075	0,25	<0,012	<0,016	<0,008	<0,009	<0,009
1,1,1-tricloroetano	na		11	<0,012	<0,016	<0,008	<0,009	<0,009

Não foram obtidas concentrações de etanos clorados acima dos respectivos valores orientadores.

#### f. Etenos Clorados

Na Tabela 4.1.7-13 estão apresentados os resultados obtidos para os etenos clorados para todas as amostras de sedimento coletadas.

Tabela 4.1.7-13. Resultados obtidos para os etenos clorados (mg/kg)

Parâmetro	SMA-39			PS-1-S	PS-1-P	PS-2-S	PS-2-P	PS-3-S
	Referência	Prevenção	Intervenção residencial					
Cloreto de vinila	na	0,003	0,003	<0,003	<0,003	<0,003	<0,003	<0,003
1,1-dicloroetano	na		3,0	<0,009	<0,008	<0,016	<0,010	<0,017
1,2-dicloroetano (cis)	na		2,5	<0,009	<0,008	<0,016	<0,010	<0,017
1,2-dicloroetano (trans)	na		8,0	<0,009	<0,008	<0,016	<0,010	<0,017
Tricloroetano (TCE)	na	0,0078	7,0	<0,007	<0,007	<0,007	<0,007	<0,007
Tetracloroetano (PCE)	na	0,054	5,0	<0,009	<0,008	<0,016	<0,010	<0,017
Parâmetro	SMA-39			PS-3-P	PS-4-S	PS-4-P	PS-5-S	PS-5-P
	Referência	Prevenção	Intervenção residencial					
Cloreto de vinila	na	0,003	0,003	<0,003	<0,003	<0,003	<0,003	<0,003
1,1-dicloroetano	na		3,0	<0,012	<0,016	<0,008	<0,009	<0,009
1,2-dicloroetano (cis)	na		2,5	<0,012	<0,016	<0,008	<0,009	<0,009
1,2-dicloroetano (trans)	na		8,0	<0,012	<0,016	<0,008	<0,009	<0,009
Tricloroetano (TCE)	na	0,0078	7,0	<0,007	<0,007	<0,007	<0,007	<0,007
Tetracloroetano (PCE)	na	0,054	5,0	<0,012	<0,016	<0,008	<0,009	<0,009



As concentrações obtidas de etenos clorados ficaram todas abaixo dos respectivos valores orientadores da Resolução SMA-39 (Decisão de Diretoria).

#### g. Etenos Clorados

Na Tabela 4.1.7-14 estão apresentados os resultados obtidos para os etenos clorados para todas as amostras de sedimento coletadas.

Tabela 4.1.7-14. Resultados obtidos para os etenos clorados (mg/kg)

Parâmetro	SMA-39			PS-1-S	PS-1-P	PS-2-S	PS-2-P	PS-3-S
	Referência	Prevenção	Intervenção residencial					
Diclorometano	na	0,018	9	<0,018	<0,018	<0,018	<0,018	<0,018
Clorofórmio	na	1,75	5	<0,009	<0,008	<0,016	<0,010	<0,017
Tetracloro de carbono	na	0,17	0,7	<0,009	<0,008	<0,016	<0,010	<0,017
Parâmetro	SMA-39			PS-3-P	PS-4-S	PS-4-P	PS-5-S	PS-5-P
	Referência	Prevenção	Intervenção residencial					
Diclorometano	na	0,018	9	<0,018	<0,018	<0,018	<0,018	<0,018
Clorofórmio	na	1,75	5	<0,012	<0,016	<0,008	<0,009	<0,009
Tetracloro de carbono	na	0,17	0,7	<0,012	<0,016	<0,008	<0,009	<0,009

Observa-se para esta classe de compostos que as concentrações obtidas também ficaram abaixo dos respectivos valores orientadores.

#### h. Fenóis Clorados

Na Tabela 4.1.7-15 estão apresentados os resultados obtidos para os fenóis clorados para todas as amostras de sedimento coletadas.

Tabela 4.1.7-15. Resultados obtidos de fenóis clorados (µg/kg)

Parâmetro	SMA-39			PS-1-S	PS-1-P	PS-2-S	PS-2-P	PS-3-S
	Referência	Prevenção	Intervenção residencial					
2-clorofenol	na	55	1500	<50	<50	<50	<50	<50
2,4-diclorofenol	na	31	4000	<20	<20	<20	<20	<20
3,4-diclorofenol	na	51	3000	<50	<50	<50	<50	<50
2,4,5-triclorofenol	na	110		<50	<50	<50	<50	<50
2,4,6-triclorofenol	na	1500	10000	<50	<50	<50	<50	<50
2,3,4,5-tetraclorofenol	na	92	250000	<50	<50	<50	<50	<50
2,3,4,6-tetraclorofenol	na	11	3500	<10	<10	<10	<10	<10
Pentaclorofenol (PCP)	na	160	1300	<50	<50	<50	<50	<50



Tabela 4.1.7-15 (continuação). Resultados obtidos de fenóis clorados ( $\mu\text{g}/\text{kg}$ )

Parâmetro	SMA-39			PS-3-P	PS-4-S	PS-4-P	PS-5-S	PS-5-P
	Referência	Prevenção	Intervenção residencial					
2-clorofenol	na	55	1500	<50	<50	<50	<50	<50
2,4-diclorofenol	na	31	4000	<20	<20	<20	<20	<20
3,4-diclorofenol	na	51	3000	<50	<50	<50	<50	<50
2,4,5-triclorofenol	na	110		<50	<50	<50	<50	<50
2,4,6-triclorofenol	na	1500	10000	<50	<50	<50	<50	<50
2,3,4,5-tetraclorofenol	na	92	250000	<50	<50	<50	<50	<50
2,3,4,6-tetraclorofenol	na	11	3500	<10	<10	<10	<10	<10
Pentaclorofenol (PCP)	na	160	1300	<50	<50	<50	<50	<50

Os resultados obtidos para os fenóis clorados demonstraram que esta classe de compostos não foi quantificada além dos limites estabelecidos pela Resolução SMA-39 (Decisão de Diretoria).

**i. Fenóis Não-Clorados**

Na Tabela 4.1.7-16 estão apresentados os resultados obtidos para os fenóis clorados para todas as amostras de sedimento coletadas.

Tabela 4.1.7-16. Resultados obtidos para os fenóis não clorados ( $\mu\text{g}/\text{kg}$ )

Parâmetro	SMA-39			PS-1-S	PS-1-P	PS-2-S	PS-2-P	PS-3-S
	Referência	Prevenção	Intervenção residencial					
2-metilfenol (o-cresol)				<50	<50	<50	<50	<50
3-metilfenol (m-cresol)				<50	<50	<50	<50	<50
4-metilfenol (p-cresol)				<50	<50	<50	<50	<50
Cresóis	na	160	14000	<50	<50	<50	<50	<50
Fenol	na	200	10000	<150	<150	<150	<150	<150
Parâmetro	SMA-39			PS-3-P	PS-4-S	PS-4-P	PS-5-S	PS-5-P
	Referência	Prevenção	Intervenção residencial					
2-metilfenol (o-cresol)				<50	<50	<50	<50	<50
3-metilfenol (m-cresol)				<50	<50	<50	<50	<50
4-metilfenol (p-cresol)				<50	<50	<50	<50	<50
Cresóis	na	160	14000	<50	<50	<50	<50	<50
Fenol	na	200	10000	<150	<150	<150	<150	<150

Os fenóis não clorados não foram quantificados acima dos respectivos valores orientadores.



### j. Ésteres Ftálicos

Na Tabela 4.1.7-17 estão apresentados os resultados obtidos para os ésteres ftálicos para todas as amostras de sedimento coletadas.

Tabela 4.1.7-17. Resultados obtidos para os ésteres ftálicos ( $\mu\text{g}/\text{kg}$ )

Parâmetro	SMA-39			PS-1-S	PS-1-P	PS-2-S	PS-2-P	PS-3-S
	Referência	Prevenção	Intervenção residencial					
Dietilexilftalato	na	600	4000	<80	<80	<80	<80	<80
Dimetilftalato	na	250	1600	<80	<80	<80	<80	<80
Di-n-butilftalato	na	700		<80	<80	<80	<80	<80
Parâmetro	SMA-39			PS-3-P	PS-4-S	PS-4-P	PS-5-S	PS-5-P
	Referência	Prevenção	Intervenção residencial					
Dietilexilftalato	na	600	4000	<80	<80	<80	<80	<80
Dimetilftalato	na	250	1600	<80	<80	<80	<80	<80
Di-n-butilftalato	na	700		<80	<80	<80	<80	<80

Não foram obtidas concentrações de ésteres ftálicos que ultrapassassem os respectivos valores orientadores.

### k. Pesticidas organoclorados

Na Tabela 4.1.7-18 estão apresentados os resultados obtidos para os pesticidas organoclorados para todas as amostras de sedimento coletadas.

Tabela 4.1.7-18. Resultados obtidos de pesticidas organoclorados ( $\mu\text{g}/\text{kg}$ )

Parâmetro	SMA-39			PS-1-S	PS-1-P	PS-2-S	PS-2-P	PS-3-S
	Referência	Prevenção	Intervenção residencial					
Aldrin	na	1,5	10	<0,22	<0,19	<0,29	<0,26	<0,31
Dieldrin	na	43	600	<0,22	<0,19	<0,29	<0,26	<0,31
Endrin	na	1	1500	<0,22	<0,19	<0,29	<0,26	<0,31
4,4-DDD	na	10	2000	<0,22	<0,19	<0,29	<0,26	<0,31
4,4-DDE	na	13	3000	<0,22	<0,19	<0,29	<0,26	<0,31
4,4-DDT	na	21	1000	<0,22	<0,19	<0,29	<0,26	<0,31
HCH-beta	na	11	100	<0,22	<0,19	<0,29	<0,26	<0,31
HCH-gama (lindano)	na	1	70	<0,22	<0,19	<0,29	<0,26	<0,31



Tabela 4.1.7-18 (continuação): Resultados obtidos de pesticidas organoclorados ( $\mu\text{g}/\text{kg}$ )

Parâmetro	SMA-39			PS-3-P	PS-4-S	PS-4-P	PS-5-S	PS-5-P
	Referência	Prevenção	Intervenção residencial					
Aldrin	na	1,5	10	<0,29	<0,29	<0,21	<0,24	<0,22
Dieldrin	na	43	600	<0,29	<0,29	<0,21	<0,24	<0,22
Endrin	na	1	1500	<0,29	<0,29	<0,21	<0,24	<0,22
4,4-DDD	na	10	2000	<0,29	<0,29	<0,21	<0,24	<0,22
4,4-DDE	na	13	3000	<0,29	<0,29	<0,21	<0,24	<0,22
4,4-DDT	na	21	1000	<0,29	<0,29	<0,21	<0,24	<0,22
HCH-beta	na	11	100	<0,29	<0,29	<0,21	<0,24	<0,22
HCH-gama (lindano)	na	1	70	<0,29	<0,29	<0,21	<0,24	<0,22

Todas as concentrações obtidas de pesticidas organoclorados estiveram abaixo dos limites da Resolução CONAMA SMA-39 (Decisão de Diretoria).

#### I. Bifenilas Policloradas

Na Tabela 4.1.7-19 estão apresentados os resultados obtidos para as bifenilas policloradas para todas as amostras de sedimento coletadas.

Tabela 4.1.7-19. Resultados obtidos de bifenilas policloradas ( $\mu\text{g}/\text{kg}$ )

Parâmetro	SMA-39			PS-1-S	PS-1-P	PS-2-S	PS-2-P	PS-3-S
	Referência	Prevenção	Intervenção residencial					
2,4,4-triclorobifenil				<0,22	<0,19	<0,29	<0,26	<0,31
2,2,5,5-tetraclorobifenil				<0,22	<0,19	<0,29	<0,26	<0,31
2,2,4,5,5-pentaclorobifenil				<0,22	<0,19	<0,29	<0,26	<0,31
2,3,4,4,5-pentaclorobifenil				<0,22	<0,19	<0,29	<0,26	<0,31
2,2,3,4,4,5-hexaclorobifenil				<0,22	<0,19	<0,29	<0,26	<0,31
2,2,4,4,5,5-hexaclorobifenil				<0,22	<0,19	<0,29	<0,26	<0,31
2,2,3,4,4,5,5-heptaclorobifenil				<0,22	<0,19	<0,29	<0,26	<0,31
PCB totais	na	3	30	<0,22	<0,19	<0,29	<0,26	<0,31
Parâmetro	SMA-39			PS-3-P	PS-4-S	PS-4-P	PS-5-S	PS-5-P
	Referência	Prevenção	Intervenção residencial					
2,4,4-triclorobifenil				<0,29	<0,29	<0,21	<0,24	<0,22
2,2,5,5-tetraclorobifenil				<0,29	<0,29	<0,21	<0,24	<0,22
2,2,4,5,5-pentaclorobifenil				<0,29	<0,29	<0,21	<0,24	<0,22
2,3,4,4,5-pentaclorobifenil				<0,29	<0,29	<0,21	<0,24	<0,22
2,2,3,4,4,5-hexaclorobifenil				<0,29	<0,29	<0,21	<0,24	<0,22
2,2,4,4,5,5-hexaclorobifenil				<0,29	<0,29	<0,21	<0,24	<0,22
2,2,3,4,4,5,5-heptaclorobifenil				<0,29	<0,29	<0,21	<0,24	<0,22
PCB totais	na	3	30	<0,29	<0,29	<0,21	<0,24	<0,22



Os resultados obtidos demonstraram que as concentrações obtidas estiveram abaixo dos respectivos valores orientadores.

**m. Resultados eco-toxicológicos - Leptocheirus plumulosos**

A seguir, na Tabela 4.1.7-20 são mostrados os resultados obtidos neste teste.

Tabela 4.1.7-20. Efeito tóxico observado nos testes de toxicidade aguda com *Leptocheirus plumulosus* para as amostras de sedimento, após o período de exposição.

Amostras	Réplicas	N <sup>o</sup> final de animais por réplica		Mortalidade Total (%)	Resultado
		Mortos	Total		
Controle	1	0	10	4	-
	2	0	10		
	3	1	10		
	4	1	10		
	5	0	10		
PS-1-S	1	0	10	8	Não Tóxico
	2	1	10		
	3	0	10		
	4	3	10		
	5	0	10		
PS-2-S	1	0	10	0	Não Tóxico
	2	0	10		
	3	0	10		
	4	0	10		
	5	0	10		
PS-3-S	1	0	10	4	Não Tóxico
	2	1	10		
	3	0	10		
	4	0	10		
	5	1	10		
PS-4-S	1	1	10	6	Não Tóxico
	2	0	10		
	3	0	10		
	4	0	10		
	5	2	10		
PS-5-S	1	0	10	10	Não Tóxico
	2	2	10		
	3	2	10		
	4	1	10		
	5	0	10		

Nas Tabelas 4.1.7-21 e 4.1.7-22 a seguir são apresentados os resultados das análises físico-químicas das águas de interface e intersticial realizadas nos testes de toxicidade.



Tabela 4.1.7-21. Análises físicas e químicas (iniciais e finais) da água de interface realizadas nos testes de toxicidade aguda com *Leptocheirus plumulosus* para amostras de sedimento

Amostras	pH		Salinidade (%)		Oxigênio Dissolvido (mg/L)	
	Inicial	Final	Inicial	Final	Inicial	Final
Controle	7,95	8,18	20	22	6,10	6,50
PS-01-S	7,71	8,21	21	25	4,34	6,28
PS-02-S	8,06	8,38	22	25	4,84	6,21
PS-03-S	8,04	8,41	22	25	4,41	6,18
PS-04-S	8,01	8,45	22	25	4,25	6,12
PS-05-S	7,98	8,30	22	25	5,15	6,15

Tabela 4.1.7-22. Análises físicas e químicas de salinidade, pH, temperatura, nitrogênio amoniacal e amônia não ionizada efetuadas na água intersticial dos sedimentos no início e no final dos testes de toxicidade aguda com *Leptocheirus plumulosus* para as amostras de sedimento

Amostras	Salinidade (%)		OD (mg/L)		pH		Temp. (°C)		Nitrogênio amoniacal (mg/L)		Amônia não ionizada (mg/L)	
	Inicial	Final	Inicial	Final	Inicial	Final	Inicial	Final	Inicial	Final	Inicial	Final
Controle	21	24	5,22	5,43	7,85	7,80	26	24	0,75	-	0,028	-
PS-01-S	39	27	5,02	5,43	8,02	8,02	26	24	0,25	-	0,012	-
PS-02-S	37	27	3,86	5,12	7,67	7,56	26	24	19,5	-	0,444	-
PS-03-S	37	27	4,31	5,17	7,80	7,46	26	24	11,5	-	0,351	-
PS-04-S	37	27	4,36	5,12	7,69	7,75	26	24	20,0	-	0,476	-
PS-05-S	38	27	4,48	5,38	7,55	7,92	26	24	3,75	-	0,065	-

Pelos resultados obtidos, observa-se que, com relação às análises químicas realizadas durante os testes, os valores de oxigênio dissolvido, salinidade, pH, nitrogênio amoniacal e amônia não ionizada indicam uma qualidade aceitável tanto da água de interface quanto da água intersticial durante o período de teste.

Foi verificado, também, que as amostras de sedimento marinho não apresentaram toxicidade aguda para *Leptocheirus plumulosus* em comparação com o controle, após 10 dias de exposição.

Os resultados deste teste corroboram o fato que, mesmo tendo sido encontradas concentrações de arsênio e benzo(a)pireno acima dos respectivos valores orientadores do Nível 1 da CONAMA 344/04 e somente arsênio acima do valor de prevenção da SMA-39, os mesmos não estão causando efeitos tóxicos à biota presente na região do estudo. Isto leva novamente à discussão a respeito dos valores de *background* de arsênio os quais devem estar acima do Nível 1.

### C. Garantia e controle de qualidade (Qa/Qc)

No processo de investigação de um local com indícios de contaminação, o controle de qualidade das atividades de campo e análises químicas é necessário para verificar a conformidade



dos resultados com os padrões e normas pertinentes. Como as tomadas de decisão são baseadas nos resultados analíticos, é importante a credibilidade e confiança nos resultados obtidos. Desta forma, para a investigação da qualidade da água marinha no entorno do Porto de São Sebastião, preocupou-se desde o início do trabalho com o processo de aquisição de dados primários: amostragem água superficial e análises químicas, conforme apresentado nos itens a seguir.

#### a. Procedimentos de descontaminação

Dentre os diversos equipamentos utilizados nos trabalhos de campo desenvolvidos no local, a maioria deles é utilizada com certa frequência, ou seja, não são descartados após o uso. Assim a limpeza do equipamento é necessária para evitar contaminações de outras áreas (sites onde o equipamento foi utilizado anteriormente) e/ou interferências de locais mais contaminados para locais menos contaminados.

Para isto, foi estabelecido como procedimento interno da CPEA, que todos os equipamentos de coleta de água ou equipamentos utilizados em coletas, quando não descartáveis devem ser lavados com sabão neutro e água mineral três vezes e enxaguado com água destilada antes do próximo uso.

#### b. Controle de Qualidade dos Resultados Analíticos

Com o intuito de obter resultados fidedignos para as amostras de água superficial do projeto CPEA-645, o laboratório contratado aplicou um Programa de Qualidade Assegurada/Controle de Qualidade, por meio de atividades que demonstram exatidão (proximidade do valor verdadeiro) e precisão (reprodutibilidade dos resultados). Os seguintes controles de qualidade foram realizados:

1. Branco do Método: é uma amostra de água destilada que é processada junto com o lote de amostras reais, passando por todas as etapas analíticas. O branco do método é fundamental para monitorar interferência analítica causada por uma possível contaminação proveniente do laboratório, que poderia induzir a resultados falsos positivos nas amostras reais; esta contaminação pode ser proveniente da manipulação das amostras, dos reagentes utilizados (solventes, ácidos), vidraria, do ambiente de laboratório, equipamento analítico, etc. O valor encontrado para o branco do método deve ser menor que o limite de quantificação praticável.

2. Amostras de controle laboratorial (LCS – *laboratory control sample*) – são brancos fortificados com uma quantidade conhecida de analitos-alvo. O desempenho de uma técnica analítica é avaliado pelos resultados de LCS. Se não se obtém resultados aceitáveis de LCS (dentro dos critérios de qualidade do laboratório), significa que os resultados das amostras reais são questionáveis e uma ação corretiva deve ser tomada imediatamente. LCS é usado para testar a exatidão do método.



Com a realização de ensaios químicos nas amostras de qualidade descritas acima, viabilizou-se o monitoramento da exatidão analítica do laboratório contratado, bem como avaliação de possível interferência nos resultados por manipulação, transporte, preparação e análise das amostras.

A exatidão é definida como o grau de concordância de um valor medido com o valor verdadeiro. Esta foi obtida pela realização de análises de amostras LCS e matrix spike.

### c. Avaliação dos Resultados Obtidos nas Amostras de Controle de Qualidade

#### 1. Branco do método ou de análise

Foi utilizada água destilada para ensaios inorgânicos e água mineral, para ensaios orgânicos (para simular amostra de água superficial) como amostra de branco do método, sendo que estas foram processadas juntamente com as amostras reais. A Tabela 4.1.7-23 a seguir, mostra os métodos recorridos para a realização dos ensaios.

Tabela 4.1.7-23. Ensaios realizados e seus respectivos métodos de análise

Ensaio	Método
Metais e semi metais	EPA 3050B/6010
Bifenilas policloradas	EPA 3550/8082
Pesticidas organoclorados (POC)	EPA 3550/8081
Compostos semi voláteis (SVOC)	EPA 3550/8270
Nitrogênio Kjeldahl total (TKN)	SM 4500 NorgC
Carbono Orgânico Total (TOC)	K.H.Tan, 1995
Nitrato	EPA 353.3
Merúrio	EPA 7471
Compostos voláteis (VOC)	EPA 5021A/8260

Os resultados analíticos das amostras de água referentes ao branco do método encontram-se no seguinte laudo analítico (Anexo 4.4-17):

- Relatório de Ensaio 0851208

Todos os resultados obtidos estiveram abaixo do limite de quantificação do laboratório, comprovando que não houve qualquer tipo de contaminação oriunda de procedimentos de manipulação, preparação e análise das amostras.

#### 2. Amostra de controle laboratorial (LCS) ou spike

À água destilada e deionizada, adicionou-se quantidade conhecida de analitos-alvo. Estas amostras foram processadas e analisadas juntamente com as amostras reais, assim como o branco



do método. Os resultados analíticos das amostras de água referentes ao LCS (Spike) são apresentados nas Tabelas 4.1.7-24 a 4.1.7-29 a seguir.

Todos os resultados obtidos estiveram dentro dos limites de controle de qualidade do laboratório, os quais são estabelecidos a partir de análise crítica das cartas-controle, comprovando, assim, a exatidão dos métodos analíticos empregados pelo laboratório.

Tabela 4.1.7-24. Resultados obtidos na análise da amostra de metais e semi metais de controle de laboratório. Valores expressos em % de recuperação

Elementos	0851208	Intervalo de Aceitação
Alumínio	107	75-125
Antimônio	98	75-125
Arsênio	87	75-125
Bário	97	75-125
Boro	93	75-125
Cádmio	106	75-125
Chumbo	107	75-125
Cobalto	88	75-125
Cobre	98	75-125
Cromo	99	75-125
Ferro	110	75-125
Fósforo	119	75-125
Molibdênio	91	75-125
Níquel	97	75-125
Prata	107	75-125
Selênio	81	75-125
Vanádio	91	75-125
Zinco	98	75-125
Mercurio	109	75-125

Tabela 4.1.7-25. Resultados obtidos na análise da amostra de nutrientes de controle de laboratório. Valores expressos em % de recuperação

Elementos	0851208	Intervalo de Aceitação
Nitrogênio Kjeldahl total	109	75-125
Nitrato	101	75-125



Tabela 4.1.7-26. Resultados obtidos na análise da amostra de bifenilas policloradas de controle de laboratório. Valores expressos em % de recuperação

Elementos	0851208	Intervalo de Aceitação
2,4,4-triclorobifenil	82	50-130
2,2,5,5-tetraclorobifenil	80	50-130
2,2,4,5,5-pentaclorobifenil	90	50-130
2,2,4,4,5,5-hexaclorobifenil	87	50-130
2,2,3,4,4,5,5-heptaclorobifenil	88	50-130

Tabela 4.1.7-27. Resultados obtidos na análise da amostra de compostos voláteis de controle de laboratório. Valores expressos em % de recuperação

Elementos	0851208	Intervalo de Aceitação
1,1-dicloroetano	116	70-130
Benzeno	112	70-130
Clorobenzeno	92	70-130
Tolueno	84	70-130
Tricloroetano	72	70-130

Tabela 4.1.7-28. Resultados obtidos na análise da amostra de compostos semi voláteis de controle de laboratório. Valores expressos em % de recuperação

Elementos	0851208	Intervalo de Aceitação
2-clorofenol	35	25-102
Pentaclorofenol	42	17-109
Fenol	28	26-90
1,2,4-triclorobenzeno	41	38-107
1,4-diclorobenzeno	31	28-104
2,4-dinitrotolueno	32	28-89
4-cloro-3-metilfenol	34	26-103
Acenafteno	43	31-137
N-Nitroso-di-n-propilamina	76	41-126
Pireno	98	35-142

Tabela 4.1.7-29. Resultados obtidos na análise da amostra de pesticidas organoclorados de controle de laboratório. Valores expressos em % de recuperação

Elementos	0851208	Intervalo de Aceitação
Aldrin	84	50-130
Y-BHC	76	50-130
4,4-DDT	95	50-130
Dieldrin	111	50-130
Endrin	99	50-130



Usou-se como referência para validação dos resultados os intervalos estabelecidos pelo laboratório.

Com os resultados obtidos para as amostras de controle de qualidade utilizadas neste projeto, pode-se validar e garantir a veracidade dos valores apresentados para as amostras de água superficial coletadas para o projeto em questão.

#### *4.1.7.2.4 Conclusões*

Com base nos resultados obtidos, observa-se foram obtidas concentrações que estivessem acima dos valores orientadores somente de metais e semi-metais, levando-se em consideração tanto a Resolução CONAMA 344/04 quanto a SMA-39 (Decisão de Diretoria).

Quando comparados os valores desta classe de compostos com a Resolução CONAMA 344/04, o único elemento obtido acima do Nível 1 foi o arsênio, no entanto a presença deste semi-metal parece estar muito mais relacionada ao valor de background, o qual, segundo estudos realizados em um estuário localizado na mesma composição sedimentar deve estar acima do Nível 1 da referida Resolução, do que propriamente a influência de atividade industriais. Ressalta-se que este elemento não foi quantificado acima do Nível 2.

Comparando-se com a SMA-39 (Decisão de Diretoria), outros metais foram obtidos acima do valor de referência e, novamente somente o arsênio foi obtido acima do valor de prevenção. Assim como preconizado nesta resolução, somente os elementos cujas concentrações estão acima do valor de prevenção devem ser considerados como prejudiciais à qualidade do solo e da água subterrânea e, assim sendo, somente o arsênio poderia causar algum dano, no entanto, como dito anteriormente, deve-se levar em consideração o valor de background, o qual pode estar acima do seu respectivo valor de prevenção. Os resultados dos estudos de toxicidade corroboram este fato, visto que a presença de arsênio nos sedimentos não ocasionou efeitos deletérios à biota presente na região.

Ainda, pelos resultados obtidos, a qualidade dos sedimentos não apresenta restrições quanto à disposição desta matriz tanto em solos quanto oceânica.

#### **4.1.8 Batimetria**

No Anexo 4.4-18, encontram-se os mapas batimétricos da região norte do Canal de São Sebastião e da faixa costável do berço externo de atracação do porto de São Sebastião, além das cartas náuticas nº 1644 e do Canal de São Sebastião, da Diretoria de Hidrografia e Navegação da Marinha do Brasil.



## 4.2 MEIO BIÓTICO

### 4.2.1. Biota terrestre

#### 4.2.1.1. Caracterização Vegetal

O litoral brasileiro possui aproximadamente 9.000 km de extensão, sendo divididas classicamente em 5 regiões fisiográficas sendo elas litoral amazônico, nordestino, oriental, sudeste e meridional.

A região do litoral sudeste ou das escarpas cristalinas se estende do sul do Espírito Santo ao Cabo de Santa Marta em Santa Catarina. Está muito próxima às escarpas cristalinas da Serra do Mar, possuindo grandes reentrâncias, como baías e lagunas. Devido à proximidade do mar com o escudo cristalino, resulta estreita área de planície ocorrendo sucessões de comunidades vegetais a que se denominam genericamente de restinga.

Conforme resolução CONAMA 07/96, temos:

“Entende-se por vegetação de restinga o conjunto das comunidades vegetais, fisionomicamente distintas, sob influência marinha e fluvio-marinha. Essas comunidades, distribuídas em mosaico, ocorrem em áreas de grande diversidade ecológica, sendo consideradas comunidades edáficas por dependerem mais da natureza do solo que do clima.”

##### 4.2.1.1.1 Descrição do Solo

A criação da área foi devida ao aterro efetuado com material de dragagem do canal. As posteriores deposições de materiais de origem marinha e continental formam o atual perfil de substrato da área.

A área em tela é nitidamente dividida em dois talhões principais circundados por uma estrada que na maior parte é de terra e em pequena extensão pavimentada, e por outras pequenas áreas. A estrada acompanha em parte o enrocamento.

Um talhão localizado a noroeste ou à direita de quem entra pela portaria da Av. Altino Arantes, possui a camada mais superficial de origem predominantemente continental, devido à deposição de aterro e entulho, mesclando substratos desde argiloso alaranjado a arenoso com seixos, de origem aparentemente fluvial.

A outra área, à esquerda ou mais a sudeste possui na camada mais superficial, solo francamente arenoso, de origem marinha, com baixa fertilidade aparente, ocorrendo em alguns pontos acúmulo de restos vegetais, formando fina camada de serapilheira. Em certos pontos há material de deposição mais recente, visualizável nas fotos aéreas como as áreas onde não havia vegetação na época.



#### 4.2.1.1.2 Descrição da Vegetação

A descrição da vegetação pode ser dividida em duas áreas que chamamos de talhões, um localizado à direita da portaria da Av. Altino Arantes, que denomino Talhão Noroeste e outro à esquerda da referida avenida, por consequência chamado de Talhão Sudeste.

- Talhão Sudeste

Em toda a área, sempre à beira da estrada apresenta-se quase que ininterruptamente o capim colônião (*Panicum maximum*), como um cinturão. Nessa reta há, além do capim colônião, um renque de leucenas (*Leucaena leucocephalla*) formando faixas de 5 a 6 metros de largura.

Nesta área, próximo ao enrocamento, a vegetação herbácea é predominantemente formada por gramíneas, capim das dunas (*Panicum racemosum*) e principalmente capim arame (*Paspalum vaginatum*), ocorrendo ainda ciperáceas, ipoméias e samambaia do brejo (*Acrosticum aureum*) mais pontualmente.

Adentrando-se mais, a vegetação torna-se quase que exclusivamente formada por capim arame (*Paspalum vaginatum*). Há entre o capim arame algumas plantas ainda jovens de mague-vermelho (*Rhizophora mangle*), surpreendentemente se desenvolvendo fora de ambiente de mangue.

Ainda há agrupamentos de aroeira pimenta (*Schinus terebinthifolius*) em distribuição regular e estágios de desenvolvimento semelhantes, o que sugere que foram plantados.

A estrada é ladeada por capim colônião quase que exclusivamente. Há árvores que nascem sobre o enrocamento, como as leucenas (*Leucaena leucocephalla*), os chapéus de sol (*Terminalia catappa*) e alguns abricós da praia (*Labramia bojeri*). No talhão, seguindo da estrada encontrasse um cinturão de capim colônião que por vezes ocorre sozinho, por outras é acompanhado por mamoneiras (*Ricinus comunis*) e capim braquiária (*Brachiaria decumbens*) e ainda leucenas (*Leucaena leucocephalla*) e aroeira pimenta (*Schinus terebinthifolius*). No entorno da área ocorrem a Amaranthaceae *Blutaparon portulacoides* e a grama portuguesa (*Panicum gouinii*).

- Talhão Noroeste

Há uma área formada praticamente de taboa (*Typha dominguensis*). Entre o enrocamento e a estrada há várias árvores, ocorrendo quase exclusivamente chapéu de sol e leucena, e algumas *Annona glabra*. O caminho é ladeado por capim colônião (*Panicum maximum*).

Seguindo em direção noroeste a vegetação lindeira se torna mais heterogênea, com a predominância de capim capivara (*Hymenachene amplexicaulis*), capim colônião (*Panicum maximum*) e leucena (*Leucaena leucocephalla*). Já mais dentro do talhão predomina o capim colônião e leucena, ocorrendo mamoneira (*Ricinus communis*) e gramíneas como o carrapicho (*Cechrus pauciflorus*). Na entrada do acesso há uma touceira de bananeira (*Musa paradisiaca*).

Em algumas áreas desprovidas de vegetação rasteira é possível encontrar espécies frutíferas presumidamente plantadas tais como abacateiros, mangueiras, coqueiro e jamboleiros, além de paineira e leucenas.



Em áreas abertas é comum encontrar grama batatais (*Paspalum notatum*), mas com ocorrência generalizada também de capim pé de galinha (*Elysiene indica*), capim brachiária e outras invasoras.

Esta área possui vegetação mais espessa, ocorrendo capim colônio (*Panicum maximum*), mamoneira (*Ricinus communis*), samambaia do brejo (*Acrosticum aureum*), do melãozinho de São Caetano (*Momordica charantia*) e da *Ipomea* sp.

- Outras Áreas

As áreas de canteiros entre pistas possuem grama tipo Esmeralda (*Zoysia sp*) e árvores de chapéu de sol (*Terminalia catappa*) e flamboiã (*Delonix regia*). Já nos canteiros de entrada há grama batatais (*Paspalum notatum*) e junto da entrada da guarita de carros há um abacateiro. No canteiro central da guarita da Av. Altino Arantes existem flamboiãs (*Delonix regia*).

#### 4.2.1.2 Avifauna

Inicialmente, observa-se que a área do Porto de São Sebastião não é um ambiente natural, implantado sobre aterros construídos, confrontando com as águas da Baía do Araçá e o Canal de São Sebastião e por terra com as áreas urbanizadas da região central do município, desta forma, como esperado, não foram observados mamíferos silvestres durante as incursões realizadas para diagnóstico da fauna terrestre.

Por outro lado devido a mobilidade e facilidade de observação associada à diversidade de ambientes propiciados pelo mosaico vegetal, o estudo detalhado da avifauna demonstrou quadro representativo da qualidade ambiental da área.

A Avifauna encontrada no Porto de São Sebastião em São Sebastião é constituída na sua grande maioria por espécies oportunistas e cosmopolitas, associadas freqüentemente a áreas degradadas e antrópicas.

##### 4.2.1.2.1 Materiais e Métodos

Em dezembro de 2004 foram feitos censos durante o período da manhã e no período da tarde em todas as áreas do aterro e algumas áreas do entorno.

A metodologia utilizada para os censos e observações das aves foi baseada segundo Willis & Oniki (1981). Algumas aves foram fotografadas e constam no Anexo 4.4-19.

Para os nomes científicos e para os nomes populares foi utilizada a sistemática segundo Sick (1997).

O status de conservação das aves e suas categorias de ameaça foram baseados na Lista Oficial da Fauna Ameaçada do Brasil elaborada pelo IBAMA em 2003 e na Lista da Fauna Ameaçada do Estado de São Paulo de 2008.



#### 4.2.1.2.2 Características das Espécies Observadas

A frequência dessas aves no Aterro está associada à cobertura vegetal do local, constituída na sua grande maioria por espécies de gramíneas terrestres e aquáticas, favorecendo não só as aves granívoras que se alimentam basicamente de sementes, como é o caso das famílias Emberezinae (seis espécies) e Icterinae (três espécies); como também as aves aquáticas compreendidas pelas famílias Ardeidae (cinco espécies), Threskiornithidae (duas espécies), Anatidae (duas espécies), Aramidae (uma espécie), Rallidae (uma espécie), Jacanidae (uma espécie), Haematopodidae (uma espécie) e Charadriidae (três espécies).

Um indivíduo de Garça-branca-grande (*Casmerodius albus*) um de Carão (*Aramus guarauna*) um de Maria-faceira (*Syrigma sibilatrix*) e um de Batuíra-de-coleira, (*Charadrius collaris*) foram observados se alimentando e descansando nas áreas alagadas, e o mesmo pode ser constatado para três indivíduos de Jaçanã (*Jacana jacana*) três da Batuíra-de-bando (*Charadrius semipalmatus*) e dois de Frango-d'água-comum (*Gallinula chloropus*).

As aves que se alimentam de pequenos artrópodes e adaptam-se a áreas degradadas estão compreendidas nas famílias Cuculidae (duas espécies), Furnaridae (duas espécies), Tyrannidae (sete espécies), Hirundinidae (quatro espécies), Troglodytidae (uma espécie), Motacillidae (uma espécie) e Coerebinae (uma espécie).

Algumas dessas aves tem hábitos gregários, no caso dos representantes da família Cuculidae Anu-branco (*Guira guira*) e o Anu-preto (*Crotophaga ani*) que foram observados em grupos de seis até dez indivíduos. As Andorinhas da família Hirundinidae também possuem hábitos gregários, porém muitas delas são migratórias, e foram observadas se alimentando de insetos e sobrevoando a área do Porto.

Tyrannidae foi a família com maior número de representantes, totalizando sete espécies, compreendendo desde aves que fazem migrações provenientes do Planalto Central Brasileiro, no caso de Tesoura (*Tyrannus savana*) que foi visto um indivíduo sobrevoando a área do Aterro, até aves residentes no caso de três indivíduos de Bentevi (*Pitangus sulphuratus*).

Um filhote acompanhado de um adulto de Caminheiro-zumbidor (*Anthus lutescens*) família Motacillidae, foi observado nas áreas secas do Aterro. Esta espécie é bem conhecida por aproveitar-se logo de aterros decorrentes de construções e habita também campos, beira de lagos, rios e pantanos. Ocorre do Panamá ao Chile e Argentina, e em todo o Brasil.

Devido às características da vegetação, poucas aves frugívoras foram observadas no local, pois estas dependem de árvores frutíferas para sua alimentação. As três aves frugívoras observadas pertencem a família Turdinidae Sabiá-laranjeira (*Turdus rufiventris*) e à família Thraupinae Sanhaço-do-coqueiro (*Thraupis palmarum*) e Sanhaço-cinzento (*Thraupis sayaca*) que se alimentam também de pequenos artrópodes, sendo relativamente comuns e associados à presença humana.

Um Falcão-peregrino (*Falco peregrinus*) família Falconidae foi observado sobrevoando o entorno do aterro. Esta espécie é migratória e aparecem no Estado de São Paulo nos meses mais quentes do ano, provenientes da América do Norte. Sua ocorrência na região do Porto esta



relacionada com a abundância de Pombos-domésticos que se tornaram uma fonte fácil de alimentação, atraindo a espécie para áreas degradadas e urbanas.

Outros representantes da família Falconidae foram observados pousados no entorno ou sobrevoando a área do Porto, como é o caso do Carrapateiro (*Mivalgo chimachima*) do Caracará (*Polyborus plancus*) e do Quiri-quiri (*Falco sparverius*).

A família Acipitridae foi representada pelo Gavião-carijó (*Rupornis magnirostris*) que foi observado sobrevoando o entorno do Porto.

Todas as cinco espécies de Falconiformes citadas acima ocorrem tanto nas bordas da Floresta Atlântica como em áreas urbanas com pouca vegetação, o que justifica sua ocorrência na área e no seu entorno.

A família Columbidae representada por três espécies, apresenta uma delas muito abundante na área do Aterro, formando bandos de 60 indivíduos que é o caso do Pombo-doméstico (*Columba livia*) originário da Europa e introduzido no Brasil no século XVI que desde então se proliferou, ocupando todas as regiões brasileiras.

O Pombo-doméstico chega a ser considerado praga, representando um problema de saúde pública devido a sua característica de vetor patogênico.

Outras duas espécies exóticas foram observadas do Porto, o Pardal (*Passer domesticus*) da família Passeridae e o Bico-de-lacre (*Estrilda astrild*) da família Estrildidae.

O Pardal foi visto aos casais e em grupos de dez indivíduos sempre próximos aos armazéns e nas estradas de acesso ao Porto. Esta ave originária da Europa foi introduzida no Rio de Janeiro no início do século XX e se espalhou por todo o país, sempre associado com o ser humano, ocorrendo somente próximo a construções.

Já o Bico-de-lacre nativo da África, foi trazido ao Brasil no final do século XIX, espalhando-se de norte a sul do país. A ave foi observada em grupos de oito indivíduos e também formando bandos mistos com outras aves gamnívoras da família Emberezinae como é o caso do Tiziu (*Volatina jacarina*) e do Canário-da-terra (*Sicalis flaveola*).

Um ninho de Bico-de-lacre foi encontrado numa espécie arbórea dentro do aterro, confirmando sua característica de ter um pequeno sobreninho acima do ninho principal, servindo, provavelmente, ao macho para dormir.

#### 4.2.1.2.3 Avifauna Ameaçada de Extinção

O Bioma Mata Atlântica possui 50 espécies de aves Vulneráveis (VU), 32 espécies de aves Em Perigo (EP) e 12 espécies de aves Criticamente em Perigo (CP). Com relação ao Estado de São Paulo os números de Aves Ameaçadas são os seguintes: 29 espécies VU, 08 espécies EP e 04 CP segundo a Lista Oficial da Fauna Ameaçada do Brasil elaborada pelo Ibama em 2003.

De todas as 66 espécies de aves identificadas nas áreas do Porto de São Sebastião, ver Lista no próximo ítem, duas delas são consideradas VU por IBAMA (2003).

Segundo a SMA (2008), das 66 espécies identificadas, uma delas está VU e uma está CR.



As duas aves aquáticas compreendidas pela família Anatidae, Marreca-toucinho, *Anas bahamensis* e o Irerê, *Dendrocygna viduata* se estabeleceram em bandos de até 50 indivíduos nas áreas alagadas do Aterro, que oferecem tanto condições para sua alimentação como para descanso, no entanto, cadê ressaltar que tratam-se de espécies que realizam grandes deslocamentos a procura de locais para alimentação e reprodução.

Das duas espécies de Anatídeos observadas, a Marreca-toucinho é um representante de vasta distribuição no Brasil, Chile e Argentina.

A família Laridae, compreendida pelas aves insulares gregárias, apresentou ao todo seis espécies, uma delas ameaçada de extinção na categoria Vulnerável, segundo a Lista da Fauna Ameaçada de São Paulo: o Trinta-réis-real (*Sterna máxima*), e que também consta na Lista do IBAMA de 2003. Sua ocorrência no entorno do Aterro está associada aos ductos de petróleo da Petrobrás no Canal de São Sebastião, local comumente utilizado para descanso por essas aves insulares.

Vale citar que o Trinta-réis-de-bico-vermelho (*Sterna hirundinacea*), que também ocorre na área, encontra-se como uma espécie quase ameaçada (NT) no estado de São Paulo segunda SMA 2008.

O Pichochó (*Sporophila frontalis*) foi a única ave ameaçada na categoria Criticamente em Perigo (CR) segundo a Lista da Fauna Ameaçada do Estado de São Paulo de 2008. De acordo com a Lista Oficial do IBAMA de 2003 a espécie encontra-se na categoria Vulnerável.

Trata-se de uma ave muito procurada devido ao seu belo e incansável canto em cativeiro. A pressão da captura e comércio ilegal é um dos principais riscos que ameaçam esta espécie.

Sua característica migratória e alimentação granívora fazem com que a espécie ocorra desde o interior da mata espessa (onde acompanha frutificação dos taquarais) até as bordas de mata e áreas degradadas, e sua ocorrência no Porto esta associada à proximidade da Ilha de São Sebastião, local de ocorrência da espécie, sendo que a mesma deve utilizar-se da área do aterro para descanso ou passagem entre as áreas melhor preservadas da Serra do Mar e da Ilha Bela ou mesmo eventualmente para alimentação em meio às gramíneas existentes.

#### 4.2.1.2.4 Lista Preliminar da Avifauna

Família/Gênero/Espécie	Nome Popular	Status
SULIDAE		
<i>Sula leucogaster</i>	Atobá-marrom	n
FREGATIDAE		
<i>Fregata magnificens</i>	Fragata	n
ARDEIDAE		
<i>Casmerodius albus</i>	Garça-branca-grande	n
<i>Egretta thula</i>	Garça-branca-pequena	n



<i>Butorides striatus</i>	Socozinho	n
<i>Syrigma sibilatrix</i>	Maria-faceira	n
<i>Nycticorax nycticorax</i>	Savacu	n
THRESKIORNITHIDAE		
<i>Theristicus caudatus</i>	Curicaca	n
<i>Platylea ajaja</i>	Colhereiro	n
CATHARTIDAE		
<i>Coragyps atratus</i>	Urubu-de-cabeça-preta	n
ANATIDAE		
<i>Dendrocygna viduata</i>	Irerê	n
<i>Anas bahamensis</i>	Marreca-toucinho	n
ACCIPITRIDAE		
<i>Rupornis magnirostris</i>	Gavião-carijó	n
FALCONIDAE		
<i>Mivalgo chimachima</i>	Carrapateiro	n
<i>Polyborus Plancus</i>	Caracará	n
<i>Falco peregrinus</i>	Falcão-peregrino	n
<i>Falco sparverius</i>	Quiri-quiri	n
ARAMIDAE		
<i>Aramus guarauna</i>	Carão	n
RALLIDADE		
<i>Gallinula chloropus</i>	Frango-d'água-comum	n
JACANIDAE		
<i>Jacana jacana</i>	Piaçoca	n
HAEMATOPODIDADE		
<i>Haematopus palliatus</i>	Piru-piru	n



CHARADRIIDAE		
<i>Vanellus chilensis</i>	Quero-quero	n
<i>Charadrius semipalmatus</i>	Batuíra-de-bando	n
<i>Charadrius collaris</i>	Batuíra-de-coleira	n
LARIDAE		
<i>Larus dominicanus</i>	Gaivotão	n
<i>Sterna hirundinacea</i>	Trinta-réis-de-bico-vermelho	n
<i>Sterna hirundo</i>	Trinta-réis-boreal	n
<i>Sterna trudeaui</i>	Trinta-réis-de-coroa-branca	n
<i>Sterna maxima</i> (Sinonímia <i>Thalasseus maximus</i> )	Trinta-réis-real	VU, VU
<i>Sterna eurygnatha</i>	Trinta-réis-de-bico-amarelo	n
COLUMBIDAE		
<i>Columba livia</i>	Pombo-doméstico	n
<i>Columba picazuro</i>	Asa-branca	n
<i>Columbina talpacoti</i>	Rolinha	n
CUCULIDAE		
<i>Crotophaga ani</i>	Anu-preto	n
<i>Guira guira</i>	Anu-branco	n
STRIGIDAE		
<i>Speotyto cuniculakia</i>	Buraqueira	n
FURNARIIDAE		
<i>Certhiaxis cinnamomea</i>	Curutié	n
<i>Furnarius rufus</i>	João-de-barro	n
TYRANNIDAE		
<i>Myiophobus fasciatus</i>	Filipe	n



<i>Fluvicola nengenata</i>	Lavadeira-mascarada	n
<i>Machetornis rixosus</i>	Bentevi-do-gado	n
<i>Pitangus sulphuratus</i>	Bentevi	n
<i>Myiozetetes cayanensis</i>	Bentevzinho-de-asa-ferrugínea	n
<i>Tyrannus savanna</i>	Tesoura	n
<i>Tyrannus melancholicus</i>	Suiriri	n
HIRUNDINIDAE		
<i>Phaeoprogne tapera</i>	Andorinha-do-campo	n
<i>Progne chalybea</i>	Andorinha-doméstica-grande	n
<i>Notiochelidon cyanoleuca</i>	Andorinha-pequena-de-casa	n
<i>Stelgidopteryx ruficollis</i>	Andorinha-serrador	n
TROGLODYTIDAE		
<i>Troglodytes musculus</i>	Corruíra	n
TURDINIDAE		
<i>Turdus rufiventris</i>	Sabiá-laranjeira	n
MOTACILLIDAE		
<i>Anthus lutescens</i>	Caminheiro-zumbidor	n
COEREBINAE		
<i>Coereba flaveola</i>	Cambacica	n
THRAUPINAE		
<i>Thraupis sayaca</i>	Sanhaço-cinzento	n
<i>Thraupis palmarum</i>	Sanhaço-do-coqueiro	n
EMBERIZINAE		
<i>Zonotrichia capensis</i>	Tico-tico	n
<i>Sicalis flaveola</i>	Canário-da-terra-verdadeiro	n



<i>Volatinia jacarina</i>	Tiziu	n
<i>Sporophila frontalis</i>	Pichocho	CR, VU
<i>Sporophila lineola</i>	Bigodinho	n
<i>Sporophila caerulea</i>	Coleirinho	n
ICTERINAE		
<i>Leistes superciliares</i>	Polícia-inglesa-do-sul	n
<i>Gnorimopsar chopi</i>	Melro	n
<i>Molothrus bonariensis</i>	Chopim	n
ESTRILDIDAE		
<i>Estrilda astrild</i>	Bico-de-lacre	n
	(África, Austrália)	
PASSERIDAE		
<i>Passer domesticus</i>	Pardal	n
	(África, Eurásia)	

Notas:

\_\_\_ Lista da Fauna Ameaçada de Extinção do Estado de São Paulo de 2008;

\_\_\_ Lista Oficial da Fauna Ameaçada do Brasil feita pelo IBAMA em 2003;

A letra 'n' foi utilizada para designar ausência de ameaça sobre as espécies;

Sistemática segundo SICK (1997).

#### 4.2.2. Biota Aquática

Neste item é apresentada a caracterização da biota aquática, englobando os organismos planctônicos, nectônicos e bentônicos das áreas de influência, bem como a identificação das espécies ameaçadas, raras, migratórias, endêmicas e de uso pela população humana.

##### 4.2.2.1 Organismos Planctônicos

Como descrito anteriormente, no item relacionado à qualidade da água, a região do Canal de São Sebastião é constantemente submetida à ação de agentes poluidores oriundos de vazamentos e derrames acidentais de petróleo, bem como de esgotos domésticos, procedentes principalmente da cidade de São Sebastião e Ilha Bela, cuja carga aumenta durante os períodos de alta temporada



turística. Apesar da dispersão de poluentes ser favorecida pela hidrodinâmica (Furtado, 1987; Castro-Filho *et al.* 1987; Castro-Filho, 1990, Miranda & Castro Filho, 1995; Assad, 2000), na Baía do Araçá o lançamento de efluentes via emissário e através de fontes difusas causa a eutrofização desta área, onde os níveis de nutrientes e oxigênio são críticos para a biota (Brasil-Lima, 1998).

A seguir é apresentada a comunidade fitoplanctônica, destacando os processos naturais e artificiais de desenvolvimento de florações comunicados pela comunidade científica, assim como as áreas onde freqüentemente são observados aumentos de biomassa; e a comunidade zooplanctônica das águas do Canal de São Sebastião.

#### 4.2.2.2. Comunidade Fitoplanctônica

De acordo com os aspectos naturais envolvidos no desenvolvimento do fitoplâncton, um dos principais problemas causados pela entrada de efluentes domésticos em corpos de água é a eutrofização, ou seja, o aumento de nutrientes e matéria orgânica que em estágios avançados leva à diminuição de oxigênio dissolvido na água e à morte de organismos aeróbicos (Nixon, 1992).

Entretanto, a eutrofização também pode ser causada naturalmente, pela entrada de nutrientes através de massas de água e através da influência continental (aporte terrígeno) sobre as águas marinhas.

Gianesella & Saldanha-Corrêa (2003) estudaram a distribuição de nutrientes inorgânicos, seston e da biomassa fitoplanctônica (estimada sob a forma de clorofila-a) em mesoescala, em condições de verão e primavera, na região da plataforma continental interna de São Sebastião. Segundo estas autoras, o aumento da biomassa fitoplanctônica é favorecido pelo aumento da penetração de luz na coluna de água, avanço da ACAS (Água Central do Atlântico Sul) e efeito da Ilha de São Sebastião.

O aumento da penetração de luz na coluna de água favorece o desenvolvimento fitoplanctônico principalmente na primavera (Gianesella & Saldanha-Corrêa, 2003), pois durante o verão as chuvas acabam por aumentar a concentração de seston na coluna de água e conseqüentemente há diminuição na disponibilidade de luz para o fitoplâncton.

O maior avanço da ACAS sobre a plataforma continental também foi observado por estas autoras durante a primavera, embora eventos deste tipo ocorram também durante o verão (Brasil-Lima, 1998). O aumento de nutrientes pela ACAS só faz efeito sobre o fitoplâncton quando esta enriquece a zona eufótica, ou quando há mistura da ACAS (justamente abaixo da zona eufótica) com a AC (Água Costeira) em extratos da coluna de água imediatamente superiores e dentro da zona eufótica (Aidar *et al.*, 1993; Saldanha-Corrêa, 1999).

Segundo Saldanha-Corrêa (1999), o aumento de nutrientes, ora através da aproximação da ACAS, ora através do enriquecimento da AC por aporte de material terrestre (influência continental), gera aumento na comunidade de diatomáceas nano e microplanctônicas, constituída principalmente por formas coloniais em cadeia, como *Chaetoceros* spp., *Thalassionema* spp., *Thalassiosira* spp., entre outras. Na ausência de fatores externos, a AC desta região apresenta



característica oligo-mesotróficas (Aidar *et al.*, 1993), neste caso há o predomínio de fitoflagelados e picoplâncton autotrófico (cianobactérias, i.e. *Synechococcus*).

O efeito da Ilha de São Sebastião sobre a comunidade fitoplanctônica foi destacado por diversos autores (Aidar *et al.*, 1993; Brasil-Lima, 1998; Saldanha-Corrêa, 1999; Giancesella & Saldanha-Corrêa, 2003). A drenagem continental atua diretamente na composição do seston, aumentando a carga de matéria orgânica. O seston é transportado pelas correntes e se acumula na porção norte, justamente pelo padrão predominante de correntes (Assad, 2000; Barcellos, 2000).

Portanto, os principais fatores naturais que atuam no aumento de biomassa fitoplanctônica no Canal de São Sebastião são: o aumento da penetração de luz na coluna de água durante a primavera; a aproximação da ACAS na plataforma continental e a contribuição de matéria orgânica e nutrientes via aporte terrestre da Ilha de São Sebastião. O aumento de nutrientes através destes aportes naturais gera o desenvolvimento da comunidade de diatomáceas nano e microplânctônicas, principalmente das formas coloniais em cadeia como: *Chaetoceros* spp.; *Thalassionema* spp; *Thalassiosira* spp, entre outras.

Quanto aos aspectos antrópicos envolvidos no desenvolvimento do fitoplâncton, o relatório sobre qualidade das águas do Canal de São Sebastião destacou as seguintes fontes poluidoras, obtidas através de pesquisa bibliográfica:

Fontes de nutrientes dissolvidos e coliformes fecais, baseadas em dados de 10 anos de monitoramento de praias, mostram a região do Canal, nas proximidades de Ilha Bela e das praias do centro de São Sebastião, notadamente Cigarras e Araçá, contaminadas por coliformes fecais e com aumento das concentrações de compostos nitrogenados inorgânicos (notadamente o N-amoniaco) e fosfato provenientes de esgotos domésticos.

Fontes de hidrocarbonetos derivados do petróleo, tanto na coluna de água quanto nos sedimentos são: operações de lavagem dos tanques de navios petroleiros, fundeados em áreas externas ao Canal; esgotos urbanos, marinas e atividades de navegação, principalmente na porção central do Canal (*i.e.* Baía do Araçá, Porto) e eventuais derramamentos ou vazamentos de petróleos.

Concentrações elevadas de hidrocarbonetos aromáticos e alifáticos no efluente tratado de água de produção de petróleo do TA-SSE e a toxicidade deste efluente para organismos fitoplanctônicos são destacadas por Cornet-Arnalot (2002) e Cattena (2003), entretanto a frequência de lançamento e a diluição do efluente não são tratados nestes estudos.

Fontes de PCB e POC apresentam concentrações baixas no sedimento e biota, e conseqüentemente nas águas. A contaminação da biota e do sedimento por DDT, mesmo em concentrações baixas (máximos de 9,7 ug/kg DDT em siri azul e 5,8 ug/kg de CB-118, em caranguejo aranha, respectivamente), como observado por Gorni (1998), é preocupante.

As áreas mais afetadas pelas ações antrópicas estão localizadas na porção central do Canal, relacionadas principalmente à urbanização e as instalações da PETROBRAS. Além disso, a área sob influência do empreendimento, a Baía do Araçá, é extremamente eutrofizada, com baixos



teores de oxigênio, que são mantidos pela circulação restrita, ocasionada pelo assoreamento e aprisionamento das águas devido aos aterros realizados nesta região (Brasil-Lima, 1998).

A comunidade fitoplanctônica da região do Araçá e no entorno do TA-SSE (Terminal Aquaviário de São Sebastião), como citado anteriormente, foi estudada nos projetos OPISS, LOESS e MOCASS, dos quais se destacam os trabalhos de Brasil-Lima (1998), o único realizado diretamente na Baía do Araçá, Cattena (2003) e Moser *et al.* (2004).

Brasil-Lima (1998) destaca a alta concentração de clorofila-a (acima de 10 g/L) e a presença de diatomáceas nano e microplanctônicas na Baía do Araçá, consideradas nocivas pela Hallegraeff *et al.* (2003). Aumentos de biomassa fitoplanctônica ocorreram logo após aportes de nutrientes dissolvidos, notadamente N-amoniaco (traçador de efluentes domésticos), nestas condições houve predomínio de *Chaetoceros* spp. Esta microalga colonial pode causar o entupimento de brânquias de peixes, levando-os a morte por asfixia (Hallegraeff *et al.*, 2003).

Além das diatomáceas, a presença de dinoflagelados também foi expressiva. Espécies como *Dinophysis acuminata* e *Dinophysis tripos* foram encontradas em baixas concentrações (“*hidden flora*”) (Brasil-Lima, 1998). Estes dinoflagelados produzem ácido ocadaico e dinophysistoxina-1 e são causadores de DSP (Diarrhetic Shellfish Poisoning), cuja principal forma de contágio é através da bioacumulação e biomagnificação destas toxinas através da teia trófica.

Cattena (2003) avaliou a toxicidade do efluente de água de produção do TASSE, após tratamento, através de bioensaios com a comunidade fitoplanctônica natural e com duas espécies de diatomáceas (*Skeletonema costatum* e *Phaeodactylum tricornutum*). Esta autora destaca os seguintes aspectos dos efeitos da poluição sobre a comunidade fitoplanctônica do Canal de São Sebastião: O efluente de água de produção causa a diminuição da diversidade e densidade de espécies fitoplanctônicas; as altas concentrações de sais nutrientes fosfatados e nitrogenados dissolvidos nos efluentes têm um efeito eutrofizante para o fitoplâncton, em ausência dos demais compostos tóxicos dissolvidos que são deletérios para estes organismos; o aumento de nutrientes nas águas do canal favorece o desenvolvimento de diatomáceas nanoplanctônicas em cadeia, como *Thalassiosira nitzschiioides*; as concentrações algísticas e algicidas dos efluentes, sempre abaixo de 5%, indicam seu alto potencial tóxico para as comunidades naturais fitoplanctônicas.

Segundo Cattena (2003) estes efeitos sobre a comunidade fitoplanctônica seriam produzidos se o efluente fosse lançado no canal a uma concentração final, igual ou maior do que 7%.

Portanto, levando em consideração que a contaminação física da biota e do habitat dependem das características geográficas, físicas e químicas dos ambientes, a Baía do Araçá é um ambiente crítico quanto a eutrofização, aumentos de biomassa fitoplanctônicas são comuns nesta região e as condições (aumento de nutrientes, diminuição da circulação causada por aterros e assoreamento) podem tornar-se favoráveis para o desenvolvimento de florações algais nocivas (HAB). Apesar das características hidrodinâmicas da região, que favorecem a dispersão de poluentes, a porção central do Canal, nas proximidades do TA-SSE, merece atenção especial quanto à diminuição da diversidade e biomassa fitoplanctônica, uma vez que concentrações



baixas de efluentes de água de produção de petróleo podem causar efeitos deletérios sobre esta comunidade.

#### 4.2.2.3. Comunidade Zooplânctônica

Os copépodos das ordens Calanoida e Poecilostomatoida são os principais componentes do zooplâncton costeiro e de plataforma. Estudos prévios sobre o zooplâncton do Canal de São Sebastião revelaram que os Calanoida formam o grupo dominante (Gianesella *et al.*, 1999).

De acordo com Vega-Perez & Campos (2002), em estudos realizados no Canal de São Sebastião, destacam o alto índice de diversidade e equitatividade da comunidade zooplânctônica. A Ordem Calanoida, neste estudo foi representada por 21 espécies, pertencentes a nove famílias, com predomínio de: Temoridae, Paracalanidae e Clausocalanidae. Dentre as espécies houve predomínio de: *Temora stylifera* (8737 ind.m<sup>-3</sup>), *Paracalanus quasimodo* (7262 ind.m<sup>-3</sup>), *Paracalanus indicus* (4759 ind.m<sup>-3</sup>) e *Ctenocalanus vanus* (3541 ind.m<sup>-3</sup>), todas coincidentemente herbívoras e eventualmente onívoras.

O estudo de Vega-Perez & Campos (2002) avaliou os efeitos de poluentes lançados no Canal de São Sebastião diretamente sobre a comunidade holoplânctônica *in situ*. Este estudo foi realizado como parte do projeto MOCASS e avaliou os efeitos do efluente de água de produção de petróleo da PETROBRAS sobre o zooplâncton, notadamente sobre os copépodos da Ordem Calanoida (predominantes nas águas do Canal).

Apesar do aumento da diversidade de espécies constatado por estas autoras, em relação a estudos realizados nas décadas de 80 e 90 (Gaetta *et al.*, 1990; Gianesella *et al.*, 1999), na maior parte do Canal, as áreas próximas ao TASSE apresentam uma diminuição da diversidade e biomassa de copépodos, devido à influência da água de produção de petróleo (Vega-Perez & Campos, 2002). Destaca-se, ainda, a importância de estudos futuros sobre o efeito de poluentes lançados no Canal de São Sebastião sobre o zooplâncton, uma vez que estudos *in situ* são escassos e inconclusivos.

Quanto ao meroplâncton, estudos realizados com água do Canal (Zamboni, 1993) e efluentes de água de produção de petróleo da PETROBRAS (Badaró-Pedroso, 1999) através de testes embrio-larvais com ouriços *Lytechinus variegatus* e *Arbacia punctulata* mostraram efeitos deletérios sobre o desenvolvimento destes organismos quando expostos a metais pesados, notadamente o zinco, e ao efluente de água de produção, rico em hidrocarbonetos.

Portanto, em qualquer empreendimento nas proximidades do TA-SSE, que altere as condições ambientais, especialmente relacionadas à ressuspensão de sedimentos, é essencial o monitoramento da comunidade zooplânctônica e a realização de testes de toxicidade com organismos meroplânctônicos.

#### 4.2.2.4. Organismos Nectônicos

Este item apresenta a caracterização da biota nectônica, com ênfase na ictiofauna encontrada no Canal de São Sebastião, assim como os habitats disponíveis, além de descrever o estado de



conservação das comunidades aquáticas na área de influência do empreendimento, relacionando-as aos aspectos de interferência da qualidade da água e assoreamento, assim como ao uso do solo e dos recursos hídricos na bacia.

A ictiofauna da região sudeste do Brasil se caracteriza por apresentar elementos oriundos da região tropical e sub-antártica (Província Argentina), o que contribui para uma diversidade relativamente alta. A diversidade de habitats costeiros encontrados na região do Canal de São Sebastião contribui para que grande parte desta diversidade de organismos visite a área em períodos reprodutivos, durante a sua migração ou quando as águas estão mais quentes durante o verão.

Existem poucos trabalhos direcionados à ictiofauna de São Sebastião, bem como estudos disponíveis sobre a ictiofauna da Baía do Araçá. Portanto, a seguir é apresentado compilamento de dados baseado no Diagnóstico Ambiental oceânico e costeiro das regiões sul e sudeste do Brasil (Castello *et al.*, 1994), no Banco de Dados Tropicais e no projeto REVIZEE, relativos à ictiofauna encontrada no Litoral Norte, assim como aquela que, ocasionalmente pode visitar este região. Aspectos como reprodução, migração, habitat e espécies de interesse econômico são apresentados, sempre que possível.

A influência da poluição local e a preferência por presas bentônicas, organismos diretamente afetados por empreendimentos de dragagem e aterramento, por parte da ictiofauna, também são discutidos.

#### 4.2.2.5. Ictiofauna - Espécies de Interesse Econômico

A lista de espécies de peixes pelágicos, coletados em São Sebastião, SP inclui aquelas pertencentes às Famílias *Clupeidae*, *Engraulidae*, *Pomatomidae*, *Carangidae*, *Sphyraenidae*, *Gempylidae*, *Trichiuridae*, *Scombridae* e *Stromateidae* (Soares, 1998).

Além destes, foram considerados peixes encontrados no litoral Norte, especialmente em Ubatuba, região próxima e com maior número de trabalhos realizados (Rossi-Wongtschowsky *et al.*, 1996; Pires-Vanin & Matsuura, 1993).

A seguir, são relacionadas algumas considerações sobre as principais espécies de peixes pelágicos de pequeno porte que ocorrem no Canal de São Sebastião, litoral Norte e plataforma interna.

- Sardinha-verdadeira

Entre as pequenas espécies pelágicas economicamente importantes no Brasil, a sardinha-verdadeira é a que sofre o maior esforço pesqueiro aplicado pela frota comercial. A espécie ocorre de Cabo de São Tomé (RJ) a Cabo de Santa Marta Grande (SC), sendo capturada pela frota de cerco. A espécie é bem conhecida, sua biologia está sintetizada nos estudos de Saccardo & Rossi-Wongtschowsky (1991) e a avaliação do estoque, a partir de 21 anos de dados pesqueiros está descrita em Cergole *et al.* (1999).



No período de 21 anos, podem ser observadas três situações distintas para o estoque da sardinha. Um primeiro período (1977 a 1986) caracterizado por níveis de biomassa desovante de 200 a 400 mil t e recrutamento de 10 a cerca de 25 bilhões de indivíduos. Um segundo período, de colapso da pescaria, com biomassa desovante de 100 a 200 mil t e recrutamento de 5 a 15 bilhões de indivíduos. O último período, pós-colapso, apresentou biomassa desovante entre 250 a 450 mil t e recrutamento de 15 a 30 bilhões de indivíduos.

O colapso da pescaria foi atribuído a uma ação conjunta de esforço excessivo de pesca e fatores ambientais adversos. Uma biomassa desovante de 200 mil t foi considerada como sendo um tamanho crítico para o estoque, ficando a manutenção do tamanho do estoque na dependência da intensidade da desova.

O terceiro período evidenciado nas análises caracterizou-se por biomassa desovante acima do valor crítico e valores máximos de intensidade de recrutamento acima dos valores observados anteriormente. A partir da recuperação das capturas da espécie nos anos 1996 e 1997, e da recuperação da intensidade de desova observada em 1993, pode-se pensar numa possível recuperação do estoque.

- Enchova

A enchova, *Pomatomus saltator*, é a principal espécie pelágica capturada no Rio Grande do Sul. A pescaria é estacional e a maior parte das capturas ocorre entre os meses de junho e setembro. A principal arte utilizada é a rede de cerco, operada entre a costa e a isóbata de 25 m. A pesca com redes de emalhar tem se acentuado nos últimos anos. A pescaria baseia-se em exemplares jovens; cerca de 95% dos peixes capturados tem menos de quatro anos de idade e 75% são sexualmente imaturos. Considera-se que o estoque de enchova está plenamente explorado (Krug & Haimovici, 1991).

As enchovas atacam cardumes de sardinhas, nadam à superfície, com agilidade e formam grandes cardumes, freqüentando sempre os mesmos lugares. Muitos pescadores de linha tradicionais do Litoral Norte especializam-se nas enchovas.

- Peixe Espada

O peixe espada, *Trichiurus lepturus*, é uma espécie cosmopolita costeira de águas quentes e temperadas, ocorrendo no Atlântico oeste, de Cabo Cod (40°N) a rio da Prata (37°S). No sul, é a Segunda espécie pelágica-demersal mais freqüente na plataforma continental, sendo uma das cinco espécies mais abundantes em Captura por Unidade de Esforço (CPUE). Na Baía de Santos, a espécie é freqüente principalmente no verão e outono, geralmente relacionada à presença da sardinha (Graça Lopes *et al.*, 1993).

No litoral Norte é comum a pesca desta espécie, realizada durante a noite.



- Cavalinha

A cavalinha, *Scomber japonicus*, é uma espécie cosmopolita, habitando águas temperadas e quentes. No sul, é capturada principalmente no inverno até 180 m de profundidade, pela frota de cerco, relacionada à pesca da sardinha. Segundo Seckendorff & Zavala Camin (1985) *apud* Haimovici *et al.* (1994) ocorre um único estoque migratório do Rio de Janeiro até a Argentina, entretanto há diferenças morfométricas que sugerem duas populações diferentes, no Brasil e na Argentina (Perrota, 1990 *apud* Haimovici *et al.*, 1994). No programa REVIZEE a espécie está sendo alvo de estudo.

- Tainha

Da família Mugilidae, quatro espécies ocorrem na Costa Sul, mas a espécie mais importante para a pesca comercial é a tainha, *Mugil platanus*. De 1978 a 1982, a captura total da tainha oscilou em torno de 6 mil t/ano. A formação de extensos cardumes nas desembocaduras de estuários, na época da migração reprodutiva para o mar é a característica da tainha. Em abril e maio, devido a uma brusca queda na temperatura e a intrusão de água salgada no estuário, a tainha inicia sua migração do estuário para o mar. O deslocamento gradual para o norte, nas isotermas de 19 a 21°C, coincide com os picos de maior captura nos diversos estados. Os picos de captura, no litoral norte, ocorrem entre maio e agosto. A desova ocorre no mar aberto entre o norte do Rio Grande do Sul e o norte de Santa Catarina, ao final do outono e início do inverno, com pico em maio e junho (Vieira & Scalabrini, 1991).

Na região de São Sebastião as maiores chegam a pesar 10 Kg e os exemplares típicos variam entre 1 e 4 kg.

A estabilização da captura da tainha nos últimos anos demonstrou que a exploração do estoque está no estado de equilíbrio e não se pode esperar um aumento considerável do estoque no futuro (BDT, 2004).

Além destas espécies é comum no litoral norte a pesca de: cações (limão - *Negaprion brevirostris* e galha preta - *Carcharhinus limbatus*), peixe galo (*Selene setapinnis*), garoupa (*Plectropomus sp.*), linguado (*Paralichthys orbignyanus*), namorado (*Pseudopercis numida*), pargo (*Lutjanus purpureus*), pescada e robalo (*Centropomus sp.*).

#### 4.2.2.6. Ictiofauna- Espécies Raras e Ameaçadas de Extinção

Na Tabela 4.2.2-1, constam as principais espécies de peixes pelágicos e seu grau de exploração na Costa Sul, bem como a representação de algumas espécies de pequenos pelágicos encontrados em São Sebastião.

Em relação aos peixes pelágicos de pequeno porte, algumas famílias se destacam por serem alvo de pescarias e/ou por ocuparem áreas que sofrem pressões antrópicas, como é o caso das áreas costeiras e estuarino/lagunares.



Entre estas, se destacam as famílias Clupeidae, Engraulidae, Hemirhamphidae, Exocoetidae, Belonidae, Atherinidae, Anablepidae, Poeciliidae, Pomatomidae, Carangidae, Lutjanidae, Mugilidae, Trichiuridae, Scombridae, Tetraodontidae e Diodontidae.

Algumas das famílias citadas acima sofrem um grande esforço pesqueiro, como segue:

Clupeidae, Engraulidae, Carangidae e Mugilidae - em toda a costa brasileira;

Pomatomidae (*Pomatomus saltator*), Trichiuridae (*Trichiurus lepturus*) e Scombridae (*Scomber japonicus*) - principalmente na Costa Sul.

Tabela 4.2.2-1: Principais espécies de peixes pelágicos e seu grau de exploração, status e comprometimento na Costa Sul, bem como a representação de algumas espécies de pequenos pelágicos encontrados em São Sebastião.

Família	Espécie	Status	Comprometimento	Exploração
Ordem ELOPIFORMES				
Elopidae	<i>Elops saurus</i>		médio	
Ordem CLUPEIFORMES				
Clupeidae	<i>Opisthonema oglinum</i>		alto	médio
	<i>Harengula clupeola</i>		alto	médio
	<i>Harengula jaguana</i>			
	<i>Harengula pensacolae</i>			
	<i>Sardinia anchovia</i>	endêmica	alto	alto
	<i>Sardinella brasiliensis</i>	endêmica	médio	médio
	<i>Brevoortia pectinata</i>		alto	
	<i>Brevoortia áurea</i>	endêmica	alto	médio
	<i>Platanichthys platana</i>		alto	
	<i>Odontognathus mucronatus</i>		alto	
	<i>Pellona harroweri</i>		alto	
	<i>Chirocentrodon bleekeriannus</i>			
Engraulidae	<i>Cetengraulis edentulus</i>		alto	médio
	<i>Anchovia clupeoides</i>		alto	
	<i>Anchoviella cayennensis</i>		alto	médio
	<i>Anchoviella lepidentostole</i>		alto	
	<i>Anchoviella brevirostris</i>		alto	
	<i>Lycengraulis grossidens</i>		alto	
	<i>Lycengraulis Simulator</i>	endêmica	baixo	
	<i>Engraulis anchoita</i>		alto	
	<i>Anchoa spinifera</i>	endêmica	alto	
	<i>Anchoa filifera</i>	endêmica	alto	
	<i>Anchoa januaria</i>	endêmica	alto	
	<i>Anchoa marinii</i>			
	<i>Anchoa tricolor</i>			
	<i>Anchoa lyolepis</i>			
	<i>Anchoa parva</i>			
	<i>Anchoa ubatubae</i>			



Tabela 4.2.2-1 (continuação). Principais espécies de peixes pelágicos e seu grau de exploração, status e comprometimento na Costa Sul, bem como a representação de algumas espécies de pequenos pelágicos encontrados em São Sebastião.

Família	Espécie	Status	Comprometimento	Exploração
Ordem PERCIFORMES				
Carangidae	<i>Alectis ciliaris</i>	rara	alto	baixo
	<i>Caranx bartholomaei</i>		médio	baixo
	<i>Caranx crysos</i>		alto	médio
	<i>Caranx hippos</i>		alto	médio
	<i>Caranx latus</i>		alto	médio
	<i>Caranx lugubris</i>		baixo	médio
	<i>Caranx ruber</i>		alto	médio
	<i>Chloroscombrus chrysurus</i>		baixo	
	<i>Decapterus macarellus</i>		baixo	
	<i>Decapterus punctatus</i>		baixo	
	<i>Decapterus tabl</i>		alto	
	<i>Naucrates ductor</i>		alto	
	<i>Oligoplites palometa</i>		alto	
	<i>Oligoplites saliens</i>		alto	
	<i>Oligoplites saurus</i>			
	<i>Parona signata</i>		alto	baixo
	<i>Pseudocaranx dentex</i>		médio	médio
	<i>Hemicaranx amblyrhynchus</i>			médio
	<i>Selar crumenophthalmus</i>			baixo
	<i>Selene setapinnis</i>		baixo	baixo
	<i>Selene vomer</i>		alto	baixo
	<i>Seriola dumerili</i>		médio	baixo
	<i>Seriola fasciata</i>		baixo	baixo
	<i>Seriola lalandi</i>		alto	baixo
	<i>Seriola rivoliana</i>	endêmica	baixo	
	<i>Seriola zonata</i>	endêmica	médio	
	<i>Trachinotus carolinus</i>	endêmica		
<i>Trachinotus falcatus</i>				
<i>Trachinotus goodei</i>	endêmica			
<i>Trachinotus cayennensis</i>			médio	
<i>Trachinotus palometa</i>				
<i>Trachinotus marginatus</i>				
<i>Trachurus lathami</i>				
<i>Trachurus trachurus</i>				
<i>Uraspis secunda</i>				
Mugilidae	<i>Mugil curema</i>		alto	baixo
	<i>Mugil curvidens</i>		alto	baixo
	<i>Mugil gaimardianus</i>		alto	baixo
	<i>Mugil incilis</i>		alto	baixo
	<i>Mugil Liza</i>		alto	baixo
	<i>Mugil platanus</i>		alto	médio
	<i>Mugil hospes</i>			baixo
	<i>Mugil brasiliensis</i>			baixo



Tabela 4.2.2-1 (continuação). Principais espécies de peixes pelágicos e seu grau de exploração, status e comprometimento na Costa Sul, bem como a representação de algumas espécies de pequenos pelágicos encontrados em São Sebastião.

Família	Espécie	Status	Comprometimento	Exploração
Sphyraenidae	<i>Sphyraena guachancho</i> <i>Sphyraena sphyraena</i> <i>Sphyraena tome</i> <i>Sphyraena borealis</i> <i>Sphyraena picudilla</i>	endêmica endêmica	médio médio	baixo baixo baixo
Scombridae	<i>Scomber japonicus</i> <i>Allothunnus fallai</i> <i>Sarda sarda</i> <i>Pseudotolithus setiferus</i> <i>Auxis thazard</i>		médio baixo baixo	médio baixo baixo
Gempylidae	<i>Lepidocybium flavobrunneum</i> <i>Thyrsopterus lepidopteroideus</i> <i>Epinnula orientalis</i> <i>Gempylus serpens</i> <i>Nesiarctus nasutus</i> <i>Neolotus tripés</i> <i>Promethichthys prometheus</i>		baixo médio baixo baixo baixo baixo baixo	baixo
Ordem TETRAODONTIFORMES				
Tetraodontidae	<i>Lagocephalus laevigatus</i> <i>Lagocephalus lagocephalus</i> <i>Sphoeroides testudinens</i> <i>Sphoeroides dorsalis</i> <i>Sphoeroides spengleri</i> <i>Sphoeroides tylerii</i> <i>Sphoeroides greeleyi</i> <i>Sphoeroides pachygaster</i>		alto alto médio médio médio alto médio	

Os clupeídeos ou clupeiformes (Famílias Clupeidae e Engraulidae) estão entre os peixes utilizados como alimento mais importantes do mundo. Em 1971 eles representaram 35% dos desembarques mundiais, sendo que a quadruplicação das capturas desde 1958 deveu-se, principalmente, ao aumento nos desembarques de clupeídeos de águas de baixas latitudes (Lowe-McConnell, 1999). Os maiores estoques de peixes pelágicos da costa brasileira são as sardinha (*Sardinella brasiliensis*), espécie de Clupeidae e de anchoita (*Engraulis anchoita*), espécie de Engraulidae. Ambas são de ciclo de vida curto, estrategistas e endêmicas da Província Argentina (Vazzoler *et al.*, 1999). A sardinha é explorada comercialmente, representando o maior volume de produção em toda a costa. A anchoita, no entanto, não é explorada comercialmente.



#### 4.2.2.7. Efeitos da Poluição

- Classe Chondrichthyes

Dentre os peixes cartilaginosos (Classe Chondrichthyes), Castello *et al.* (1998) destacam a presença de: *Ginglymostoma cirratum* (cação lixa) e *Richodon tipus*, encontrada no Canal de São Sebastião e Ubatuba (Gadic, 1991), este último se alimenta de crustáceos, peixes e lulas.

Os elasmobrânquios são, geralmente, predadores de níveis superiores do ecossistema, constituindo os elos finais das cadeias tróficas. Tais animais são vulneráveis a bioacumulação de contaminantes, como por exemplo, metais pesados e organoclorados.

Em águas costeiras, a poluição aguda por derramamentos acidentais de petróleo tem efeito grave sobre os elasmobrânquios. Tais efeitos decorrerão do contato direto com o óleo, assim como pela bioacumulação através da teia trófica. Algumas espécies de cações e raias utilizam os ambientes costeiros como berçários, assim, a poluição não terá efeito apenas sobre o indivíduo adulto, mas também sobre a sua prole, diminuindo o recrutamento.

Segundo Castello *et al.* (1998) o problema da toxicidade aguda de hidrocarbonetos de petróleo, organoclorados e metais pesados poderia ser estudado sobre elasmobrânquios de regiões costeiras através de bioensaios com a raia *Sympteria acuta*, comumente encontrada em regiões costeiras do estado de São Paulo e Rio de Janeiro. Segundo Queiroz (1986), na primavera ovos desta raia podem ser coletados vivos nas praias, o que facilitaria o teste sobre o desenvolvimento destes embriões frente alguns tipos de poluentes.

- Classe Osteichthyes

A Classe Osteichthyes é composta por peixes ósseos. Estes peixes vão desde consumidores primários, se alimentando de fitoplâncton e macroalgas, até predadores de topo. Os organismos mais afetados são aqueles que se alimentam diretamente de detritos, organismos bentônicos e os consumidores finais nas teias tróficas. No sedimento os poluentes são mais concentrados. Além disso, a alimentação a partir de organismos bentônicos e os consumidores finais de uma teia alimentar gera um problema maior de bioacumulação e biomagnificação.

Os peixes ósseos que ocorrem em São Sebastião, Litoral Norte e arredores se encontram no Anexo 4.4-20.

Peixes que possuem parte do seu ciclo de vida associado a um estuário podem ser mais vulneráveis à poluição em ambiente costeiro. O grau de contaminação dependerá diretamente do tempo de exposição (permanência no estuário) e dose (intensidade e frequência do evento poluidor).

A maioria dos teleósteos encontrados na região apresentam fecundação externa e uma fase de vida embrionária livre. Poluentes como hidrocarbonetos, metais pesados e organoclorados afetam o desenvolvimento destas fases iniciais do desenvolvimento e comprometem o recrutamento e conseqüentemente a pesca.



Os hidrocarbonetos, por exemplo, interferem nas trocas gasosas que ocorrem nos ovos, assim como provocam alterações teratogênicas. Quando a exposição ao poluente é prolongada ou a dose é alta, o desenvolvimento embrionário é interrompido. Em outros casos, quando a dose não é letal, o organismo torna-se mais suscetível a predação (Castello *et al.*, 1998).

Os efeitos da poluição por hidrocarbonetos em águas rasas até 70 m, como as do Canal de São Sebastião, tem conseqüências equivalentes as descritas acima ou até mais danosas, pois nestas águas se reproduzem e se criam a maioria das espécies, muitas de interesse econômico, como Clupeidae, Engraulidae, Scianidae, Serranidae, entre outros. Como dito anteriormente, hidrocarbonetos e outros poluentes presentes nos sedimentos do Canal de São Sebastião e Baía do Araçá (organoclorados, metais pesados) afetariam o recrutamento, tanto por efeitos diretos sobre ovos e larvas quanto por diminuição da concentração de alimento (fitoplâncton e zooplâncton).

Teleósteos que se alimentam diretamente de detritos ou de organismos bentônicos serão mais afetados pela poluição, uma vez que no sedimento os poluentes são mais concentrados. Além disso, a alimentação a partir de organismos bentônicos gera um problema maior de bioacumulação e biomagnificação. Por exemplo, no caso de um ambiente costeiro peixes malacófagos, como *Micropogonias furnieri* e detritívoros como *Mugil platanus* (tainha) seriam mais propensos a serem afetados.

Portanto, o empreendimento de aterramento poderia afetar a ictiofauna, reduzindo a quantidade de alimentos e desaparecendo com habitats propícios para a procriação. Além disso, eventos de dragagens nas proximidades poderiam disponibilizar poluentes e afetar não só a qualidade do alimento mas a ictiofauna diretamente. Esta contaminação, dependendo da exposição e dose, e a redução do número de presas afetaria não só os organismos adultos, mas também ovos e larvas, comprometendo o recrutamento e conseqüentemente afetando a pesca.

#### 4.2.2.8. Organismos Bentônicos

Neste item busca-se caracterizar a comunidade bentônica do Canal de São Sebastião, descrevendo o estado desta comunidade na área sob influência do Porto de São Sebastião, relacionando-a a qualidade da água e características do sedimento.

Em áreas costeiras com fontes poluidoras como pólos petroquímicos e efluentes domésticos e industriais, como é o caso do Canal de São Sebastião,

o sedimento torna-se a maior fonte de substâncias tóxicas persistentes, apresentando sinais de toxicidade crônica e, portanto, gerando efeitos sobre a saúde de organismos que nele vivem ou que têm contato em alguma fase de vida (Zamboni, 1993).

Segundo Arasaki (1997) a comunidade bentônica presente no Canal de São Sebastião é bastante diversificada e tem relação direta com o mosaico de sedimentos desta região. Os sedimentos da zona costeira (enseadas) e da plataforma continental do estado de São Paulo foram estudados por Furtado & Mahiques (1990). Estes autores caracterizam a área pela presença de

várias texturas misturadas de sedimento. As enseadas têm predominância de silte ou areia fina. No Canal de São Sebastião há uma deposição acentuada de silte (fino, médio e grosso) que continua a ser observada até uma profundidade de cerca de 70 m.

A seguir apresenta-se a comunidade bentônica, enfatizando o macrozoobentos, encontrados em praias arenosas, costões rochosos e no próprio Canal de São Sebastião. No Canal de São Sebastião o enfoque foi dado sobre aspectos ecológicos e a relação destes com a poluição local.

#### 4.2.2.9. Comunidade Bentônica de Praias Arenosas

O Canal de São Sebastião, litoral norte do Estado de São Paulo, abriga praias com características distintas, tais como: grau de exposição, granulometria, declividade, extensão e, principalmente, com relação ao aporte de água doce e esgoto de origem doméstica. Essas praias também sofrem com freqüência alterações provocadas por derrames de óleo decorrentes da presença do Terminal Aquaviário de São Sebastião (TA-SSE).

Os estudos realizados sobre a comunidade bentônica de praias arenosas são realizados, em ordem decrescente, sobre: anelídeos poliqueta, crustáceos, macrofauna total e moluscos. Seguem abaixo estudos realizados em praias do Canal de São Sebastião. As informações resumidas encontram-se na Figura 4.2.2-1 e Tabela 4.2.2-2.

O banco de dados tropical (BDT), em um diagnóstico sobre as praias arenosas coordenado pela Dra Cecília Z. Amaral e pelo Dr Norton M. Gianuca apresenta um volume de publicações em torno de 500 artigos, a grande maioria publicada na década de 90 e em Livros de Resumo.

Quanto à comunidade de anelídeos poliqueta, a maior contribuição para o estudo deste grupo nas praias do Canal de São Sebastião foram dadas por C. Amaral e seu grupo de pesquisa. Amaral & Nallin (2004) apresentam um catálogo das espécies de anelídeos poliqueta da costa brasileira, esta lista encontra-se disponível no Anexo 4.4-21 (anelídeos poliqueta de diversos ambientes).

Reis *et al.* (1996) coletaram e identificaram um total de 15 espécies de poliquetas e 113 indivíduos na praia do Araçá. Neste estudo observou-se que poucas espécies se destacaram numericamente, sendo somente 4 representadas por 10 ou mais indivíduos: *Heteromastus filiformis*, *Armandia agilis*, *Capitella capitata* e *Scoloplos sp*; estas espécies compreenderam cerca de 70% dos poliquetas coletados, sendo as duas primeiras espécies as mais abundantes. Estes autores destacam a presença marcante de *Heteromastus filiformis* e *Capitella capitata*, consideradas indicadoras biológicas de poluição por efluentes domésticos, o que coincide com aspectos citados nos relatórios anteriores.

Os resultados obtidos por Rizzo *et al.* (1996), analisando a comunidade de poliquetos em 12 praias no Canal de São Sebastião, concordam com aqueles obtidos por Reis *et al.* (1996) na praia do Araçá. Estes autores relatam o predomínio de *Capitella capitata* na praia de São Francisco, onde encontraram 156 indivíduos. Esta praia também recebe efluentes domésticos.

Rizzo *et al.* (*op. cit.*) analisando a fauna de poliquetos nas praias de São Francisco (continente) e Engenho D'água (ilha) entre os meses de agosto/95 a março/96 encontraram outras espécies,

além de *Capitella capitata*, com frequência regular: *Cirriformia tentaculata*, *Nematonereis hebes*, *Notomastus lobatus*, *Heteromastus filiformis*, *Naineris setosa*, e *Scolelepis squamata*.

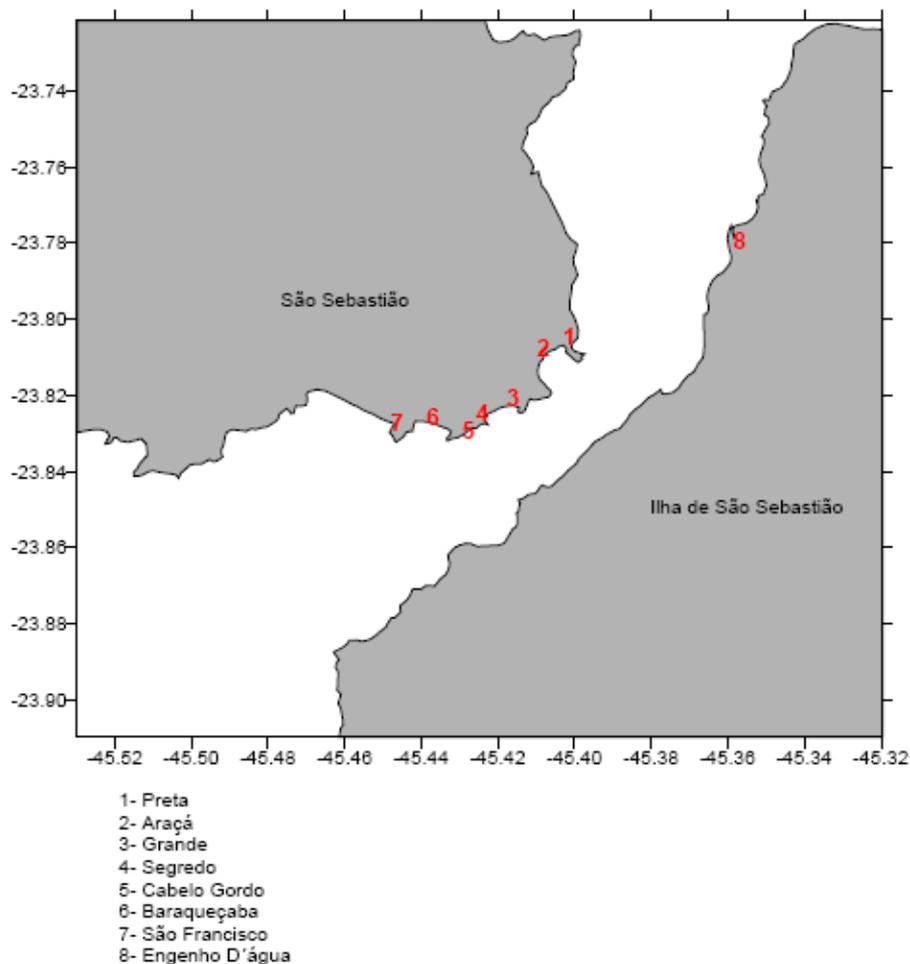


Figura 4.2.2-1. Praias ao longo do Canal de São Sebastião citadas no texto.

Os estudos sobre crustáceos tratam de aspectos estruturais das comunidades de Tanaidáceos de São Sebastião (Leite, 1989, 1991), decápodes talassinídeos do litoral Norte do estado de São Paulo (Rodrigues & Shimizu, 1990) e da macrofauna carcinológica do Araçá (Arantes & Leite, 1990). Além destes estudos, a composição de espécies de ermitões e a disponibilidade e os padrões de utilização de conchas de gastrópodes foram estudadas por Leite *et al.* (1996) em 5 praias continentais do Canal de São Sebastião: Praia Grande, Baraqueçaba, Preta, Cabelo Gordo e Araçá.

Leite *et al.* (1996) encontraram 9 espécies de ermitões: *Clibanarius antillensis*, *Clibanarius vittatus*, *Clibanarius scolopetarius*, *Calcinus tibicen*, *Paguristes tortugae*, *Paguristes erythropros*, *Petrochirus diogenes*, *Pagurus criniticornis* e *Pagurus brevidactylus*, cuja presença e abundância foi influenciada principalmente pela retenção de água. A estrutura do ambiente pode levar a uma diminuição na abundância de



gastrópodes que são a fonte primária de novas conchas para os ermitões, a exemplo do que ocorre no Araçá.

Dentre 188 ermitões coletados no Araçá houve predomínio de quatro espécies: *Pagurus criniticornis*, 163 indivíduos; *Clibanarius vittatus*, 17; *C. scolopetarius*, 2; e *C. antillensis*, 1, além de cinco indivíduos jovens do gênero *Clibanarius* (Castelo-Branco *et al.*, 1996).

Quanto aos moluscos, a fauna de praia do Araçá é pouco estudada. Denadai *et al.* (1996) destacam as seguintes espécies de moluscos presentes no Araçá, Praia de São Francisco e Engenho D'água: *Cerithium atratum*, *Tegula viridula* e *Anomalocardia brasiliana* (Araçá e São Francisco), e *Bulla striata*, *Codakia orbiculata* e *Semele proficua*. A maior abundância e diversidade de moluscos foi observada na Praia Engenho D'água, que sofre menor influência antropogênica.

A fauna de poliquetos, crustáceos e moluscos estudadas nestas praias encontra-se na Tabela 4.2.2-2.

Tabela 4.2.2-2. Macrofauna bentônica predominante encontrada em diferentes praias ao longo do Canal de São Sebastião. A localização das praias encontra-se na figura 5-67.

Praias	Anelídeos poliqueta	Crustáceos	Moluscos	Fonte bibliográfica
Preta		Ermitões: <i>Clibanarius antillensis</i> <i>Clibanarius vittatus</i> <i>Clibanarius scolopetarius</i> <i>Calcinus tibicen</i> <i>Paguristes tortugae</i> <i>Paguristes erythropis</i> <i>Petrochirus Diógenes</i> <i>Pagurus criniticornis</i> , <i>P. brevidactylus</i>		Leite <i>et al.</i> (1996)
Araçá	<i>Heteromastus filiformis</i> <i>Armandia agilis</i> <i>Capitella capitata</i> <i>Scoloplos</i> sp	<i>Pagurus criniticornis</i> <i>Clibanarius vittatus</i> <i>C. scolopetarius</i> <i>C. antillensis</i>	<i>Cerithium atratum</i> <i>Tegula viridula</i> <i>Anomalocardia brasiliana</i>	Poliquetos REIS <i>et al.</i> (1996) Crustáceos Castelo Branco <i>et al.</i> (1996) Moluscos DENADAI <i>et al.</i> (1996)
Grande		Ermitões: <i>Clibanarius antillensis</i> , <i>Clibanarius vittatus</i> , <i>Clibanarius scolopetarius</i> , <i>Calcinus tibicen</i> , <i>Paguristes tortugae</i> , <i>Paguristes erythropis</i> , <i>Petrochirus diogene</i> , <i>Pagurus criniticornis</i> e <i>Pagurus brevidactylus</i>		Leite <i>et al.</i> (1996)



Tabela 4.2.2-2. Macrofauna bentônica predominante encontrada em diferentes praias ao longo do Canal de São Sebastião. A localização das praias encontra-se na figura 5-67.

Praias	Anelídeos poliqueta	Crustáceos	Moluscos	Fonte bibliográfica
Baraqueçaba		Ermitões: <i>Clibanarius antillensis</i> , <i>Clibanarius vittatus</i> , <i>Clibanarius sclopetarius</i> , <i>Calcinus tibicen</i> , <i>Paguristes tortugae</i> , <i>Paguristes erythrops</i> , <i>Petrochirus diogenes</i> , <i>Pagurus criniticornis</i> e <i>Pagurus brevidactylus</i>		Leite <i>et al.</i> (1996)
São Francisco	<i>Capitella capitata</i> , <i>Cirriformia tentaculata</i> , <i>Nematonereis hebes</i> , <i>Notomastus lobatus</i> , <i>Heteromastus filiformis</i> , <i>Naineris setosa</i> , <i>Scolecipis squamata</i>		<i>a brasiliiana</i>	Poliquetos Rizzo <i>et al.</i> (1996)  Moluscos Denadai <i>et al.</i> (1996)
Engenho D'água	<i>Cirriformia tentaculata</i> , <i>Nematonereis hebes</i> , <i>Notomastus lobatus</i> , <i>Heteromastus filiformis</i> , <i>Naineris setosa</i> , <i>Scolecipis squamata</i>		<i>Bulla striata</i> , <i>Codakia orbiculat</i> , <i>Semele proficua</i>	Poliquetos Rizzo <i>et al.</i> (1996)  Moluscos Denadai <i>et al.</i> (1996)

A partir dos estudos aqui apresentados é possível caracterizar a diminuição da diversidade de alguns dos principais componentes da macrofauna bentônica na Praia do Araçá. Os autores aqui citados responsabilizam, principalmente, a poluição por efluentes domésticos, destacando a presença de espécies indicadoras desta poluição, como o anelídeo poliqueta *Capitella capitata*.

#### 4.2.2.10. Comunidade Bentônica de Costões Rochosos

Assim como as praias arenosas, a comunidade bentônica dos costões rochosos é afetada direta e indiretamente pelos efluentes domésticos e derramamentos acidentais de petróleo.

A maioria dos trabalhos realizados em costões rochosos aborda a comunidade associada a substratos biológicos, incluindo comunidades totais ou grupos taxonômicos (Lana *et al.*, 1994). Atualmente, estudos mais modernos vem sendo realizados enfocando produtos naturais e uso econômico destes metabólitos produzidos por organismos marinhos.

A fauna associada ao *Sargassum* foi bastante estudada (Souza-Lima, 1969; Montouchet, 1972). Dentre o grupo mais abundante e mais estudado está o dos crustáceos peracarídeos, ou seja, anfípodes, isópodes e tanaidáceos. Também destacam-se os estudos de Varoli (1981) sobre pantópodes, na região de Ubatuba.

Além de Crustáceos, outros grupos são comumente encontrados em associação com a macroalga *Sargassum*. Batista *et al.* (1996) em um estudo realizado nas praias de Cigarras e de São Sebastião (praia da cidade) destaca os seguintes grupos de animais vágéis: Crustacea, Mollusca,



Polychaeta, (sendo esses 3 grupos os mais abundantes) Echinodermata, Pycnogonida, Nematoda, Nemertinea e Sipuncula. Entre os grupos sésseis estes autores destacam: Porífera. Bryozoa, Hydrozoa e Ascidiacea. Dentre os crustáceos predominaram: *Hyale media* e *Sunamphitoe pelágica*. *Tricolia affinis* foi a espécie de molusco mais abundante e dentre os poliquetos houve predomínio de *Pseudonereis* e *Eunice*.

Outros crustáceos estudados na região são os Thalassinidea (Coelho & Rodrigues, 1996, na praia do Segredo) e os anomuros da família Porcellanidae adaptados ao microambiente localizado sob rochas de praias arenosas. Estes últimos são primariamente filtradores, mas podem manipular pedaços de alimento com os quelípodos e aproveitar detritos depositados no substrato (Brombal *et al.*, 1996).

Brombal *et al.* (1996) estudaram a distribuição de *Petrolisthes armatus* e outros crustáceos, nas praias: Grande, Cigarras e São Francisco. *P. armatus* foi a única espécie de Porcellanidae encontrada por estes autores, com maior densidade em Cigarras. Os outros crustáceos encontrados neste estudo foram: Amphipoda, Isopoda, (parasitando *P. armatus*) e Decapoda (Xanthidae, Grapsidae, Portunidae, Alpheidae), com maior riqueza de espécies na praia de São Francisco. Os autores observaram variação entre as praias e atribuíram estas variações à maior abundância de matéria orgânica na Praia de São Francisco (Figura 4.2.2-1).

Equinodermos e moluscos são outros grupos estudados em costões rochosos. A estrutura populacional de *Echinaster brasiliense*, uma estrela-do-mar, foi estudada por Guerrazzi *et al.* (1996) no costão da Grande. Estes autores concluem que os bancos da alga vermelha *Galaxaura* são verdadeiros berçários para os recrutas recém metamorfoseados, provendo-os de espécies de presas potenciais, proteção contra predadores e contra desalojamento físico por correntes.

Gomes *et al.* (1996) estudou os efeitos neurotóxicos de extratos gonadais de duas espécies de ouriços encontradas no Canal de São Sebastião, *Lytechinus variegatus* e *Echinometra lucunter*, constatando que apenas o extrato das gônadas de *L. variegatus* produz efeitos neurotóxicos. O estudo destas substâncias bioativas são importantes para a fabricação de novos fármacos.

Quanto aos gastrópodes, estes constituem um grupo importante para a dinâmica dos costões rochosos. Magalhães (1988) estudou a distribuição de *Thais haemastoma*; Magalhães & Duarte (1996) estudaram a biologia relacionada à alimentação de *Stramonita haemastoma*, *Morula nodulosa*, *Leucozonia nassa* e *Pisania auritula*, coletadas em Baraqueçaba, Preta e Cigarras; Andrade *et al.* (1996) estudou a genética de *Littorina ziczac*, *L. angustior* e *L. lineolata*, nas praias de Guaecá, Baraqueçaba e Preta.

Outros grupos comumente encontrados nos costões rochosos do Canal de São Sebastião são: os poríferos, ascídeas e hidrozoários.

Os recursos naturais renováveis, como plantas, microorganismos, invertebrados e vertebrados são uma fonte extremamente importante de produtos naturais bioativos. Neste contexto, o estudo de diferentes organismos marinhos, com o objetivo de melhor se conhecer sua biologia (taxonomia, ecologia e fisiologia), vêm ganhando importância crescente, decorrente do fato de



que muitos deles possuem grande variedade de metabólitos secundários com notórias atividades biológicas. Dentre estes destacam-se os produtos naturais extraídos de poríferos e ascídias.

Neste sentido, algumas espécies de esponjas e ascídeas encontradas no Canal de São Sebastião produzem metabólitos secundários, esteróis e esteróides, que podem ser utilizados na indústria farmacológica. As espécies *Amphimedon viridis* e *Cinachyra* sp, produzem um mesmo esterol raro, esteróis cuja parte cíclica é altamente insaturada são relativamente raros em esponjas marinhas (Berlinck *et al.*, 1996a,b).

Berlinck *et al.* (1996a) detectaram atividade hemolítica nas ascídeas: *Didemnum psammathodes*, *D. granulatum*, *D. vanderborstii*, *Trididem numorbiculatum*, *Symplegma rubra*, *Polysincroton amethysteum*, *Phallusia nigra*, enquanto que *P. amethysteum*, *Didemnum* sp, *D. granulatum* e *S. rubra* foram as espécies que apresentaram atividade anti-mitótica mais pronunciada. Atualmente os autores desenvolvem o isolamento destas substâncias bioativas.

O Anexo 4.4-22, extraído do estudo coordenado por Lana *et al.* (1994), é uma tabela com as espécies comumente encontradas em costões rochosos das praias do litoral Norte de São Paulo.

Dentre os estudos citados acima, alguns foram realizados em costões rochosos nas proximidades da Baía do Araçá (*e.g.* Baraqueçaba e Praia Grande), entretanto, não foram notados efeitos drásticos sobre as comunidades bentônicas. A presença de espécies que produzem substâncias bioativas é mais um motivo para a preservação destes ambientes. Estes organismos, na sua maioria, são filtradores, e são sensíveis ao aumento de material particulado e poluentes na água, portanto, empreendimentos que visem dragagem e aterramento devem tomar um cuidado especial quanto ao aumento de material particulado na água, desenvolvendo técnicas para contenção.

#### 4.2.2.11 Comunidade Bentônica - Estudos Oceanográficos no Canal de São Sebastião

Os aspectos da comunidade bentônica destacados a seguir se referem aos estudos mais recentes realizados dentro do projeto OPISS, Arasaki (1997) e Muniz (1996) e LOESS, Heitor (2002).

A malha de estações desenvolvida nestes dois projetos se encontra na figura 4.2.2-2. Tanto Arasaki (1997) quanto Heitor (2002) notaram a diminuição da macrofauna benthica, quanto à densidade e diversidade, nas proximidades do emissários de efluentes domésticos do Araçá e no TA-SSB. Estes autores relacionam este fato à interferência antrópica nestes locais.

Quanto às demais áreas do Canal, a influência antrópica se faz sentir do lado continental, com uma densidade relativamente menor de indivíduos do que do lado insular (Muniz, 1996; Arasaki, 1997; Heitor, 2002). A abundância e diversidade de organismos esteve diretamente relacionada ao mosaico de sedimentos do Canal de São Sebastião. Todos os autores indicam o predomínio de anelídeos poliqueta. Segundo Heitor (2002) o desenvolvimento de *Sipuncula* é favorecido pelos efluentes lançados a partir do emissário submarino do Araçá.

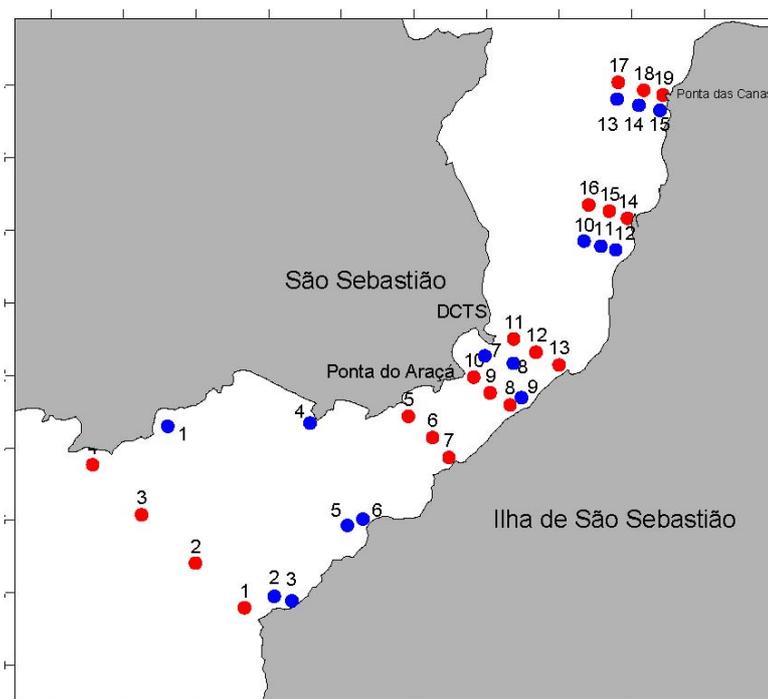


Figura 4.2.2-2. Malha amostral de macrofauna bêntica dos projetos LOESS (em vermelho) e OPISS (em azul). Adaptadas de Heitor (2002) e Arasaki (1997), respectivamente.

Arasaki (1997) faz algumas considerações sobre a ecologia da macrofauna bentônica na região:

Derramamento de óleo cru, como o ocorrido em maio de 1994, associado às condições oceanográficas homogêneas (estratificação térmica da coluna de água), contribuem para a diminuição da biomassa neste período.

O aumento de nutrientes, através da entrada da ACAS na porção norte do Canal, causa o aumento de densidade e biomassa do macrozoobentos.

Menores valores de biomassa e diversidade, no outono, estiveram associados a presença, em maior número, de organismos predadores, como: peixes demersais, camarões, siris e estrelas-do-mar.

A diversidade de grupos encontrados no Canal de São Sebastião por Arasaki (1997) encontra-se em destaque no Anexo 4.4-23.

A diminuição da diversidade constatada na área sob influência direta do emissário submarino do Araçá é preocupante. Além disso, o assoreamento e a queda de oxigênio nestas águas, destacadas em outros relatórios, pode causar a morte de organismos bentônicos, extremamente sensíveis a estas variáveis.

### 4.2.3 Unidades de Conservação

No litoral norte do estado de São Paulo, encontram-se várias áreas de proteção ambiental, sendo assim, na Área de Influência Indireta do Porto de São Sebastião algumas dessas áreas protegidas por atos do poder público conforme disposto na Lei 9985/00 (SNUC).

Na região em que se encontra o Porto de São Sebastião propriedade em estudo encontram-se duas Unidades de Conservação de proteção integral:

1. Parque Estadual de Ilhabela (PEI)
2. Parque Estadual da Serra do Mar (PESM) – Núcleo São Sebastião

Ambas as áreas são regidas por Decreto Estadual específico, constituem áreas especialmente protegidas não sendo permitida, no seu interior, qualquer atividade ou ocupação que não seja determinada em seus Planos de Manejo visando a preservação da Mata Atlântica. De acordo com a legislação vigente, a área do empreendimento (ADA) não possui qualquer restrição específica quanto à proximidade ao PESM ou ao PEI, pelo fato do parque não ser contíguo ao local do empreendimento e a atividade estarem de acordo com o Plano Diretor do Município. No entanto, o local pretendido para instalação do terminal portuário situa-se na zona de amortecimento (faixa de 10 km em torno do parque estabelecida na Resolução Conama 13/90).

#### **Parque Estadual de Ilhabela**

Os 27.025 hectares do Parque englobam 85% do município de Ilhabela, que é formado pela Ilha de São Sebastião, sede do município, as ilhas dos Búzios, da Vitória, entre outras formações que compõem o arquipélago. O Parque integra a rede de Unidades de Conservação administrada pela Secretaria do Meio Ambiente através do Instituto Florestal.

A Ilha de São Sebastião, a maior do arquipélago, apresenta um relevo bastante acentuado, com destaque para os picos do Baepi, com 1025 m, o do Papagaio, com 1.307 m e o de São Sebastião, com 1.379 m. Essas grandes formações formam uma barreira para os ventos carregados de umidade que vêm do mar. Por essa razão, o clima da região é o tropical úmido, com grande ocorrência de chuvas.

A distribuição de Floresta Ombrófila Densa Montana revela bom estado de conservação com predominância sobre a formação secundária. A Floresta Ombrófila Densa Submontana predomina sobre as formações secundárias.

Devido às dificuldades de acesso e características topográficas, apesar da beleza de cenários e presença de praias, a presença do homem é restrita. Assim por causa da menor pressão antrópica, a unidade de conservação apresenta proporcionalmente maior área preservada e boas características para resistir à degradação futura.



## **PESM – Núcleo São Sebastião**

Segundo a Secretaria Estadual de Meio Ambiente o PESM possui “quase 315 mil hectares, numa extensão que vai desde a divisa de São Paulo com o Rio de Janeiro até Itariri, no sul do Estado, passando por toda a faixa litorânea, o Parque Estadual da Serra do Mar, criado em 1977, representa a maior porção contínua preservada de Mata Atlântica do Brasil”.

Com a criação do Parque Estadual da Serra do Mar (PESM). Para fins de planejamento foram definidas áreas do PESM nos municípios de Caraguatatuba, São Sebastião, Paraibuna, Salesópolis e Natividade da Serra. A criação do Núcleo São Sebastião ocorreu somente em 1997, com o desmembramento do Núcleo de Caraguatatuba, uma vez que a porção do Parque contida no município de São Sebastião ficava subordinada ao núcleo de Caraguatatuba.

A estratégia do novo núcleo tem sido a parceria com o município, defendendo a promoção do ecoturismo como principal vetor de melhorias para o Núcleo e como principal alternativa à falta de recursos. Nesse sentido, o governo municipal iniciado em 1997 desenvolveu em 1998 a proposta do Programa Integrado de Ecoturismo, englobando ações de implantação de trilhas na mata, fiscalização ambiental e educação ambiental na rede de escolas do município.

Considerando a distribuição de Floresta Ombrófila Densa Montana, o núcleo revela bom estado de conservação desta formação, com grande parte com a formação tida como primária.

Já no seu contorno onde se forma a Floresta Ombrófila Densa Submontana a distribuição da floresta (primária) se dá mais distante aos aglomerados urbanos, restando mais próxima à área urbana a formação secundária.

As formações de Floresta Arbórea/ Arbustivo-Herbácea sobre Sedimentos Marinhos Recentes ou restinga e Floresta Ombrófila Densa das Terras Baixas não são congregadas nos limites do PESM.

Além destas, existem também Unidades de Uso Sustentável e outras áreas especialmente protegidas, a saber:

- ARIE CEBIMAR
- ARIE do Costão do Navio
- ARIE do Costão de Boissucanga
- ARE Indígena Ribeirão Silveira

## **4.3 MEIO SÓCIO-ECONÔMICO**

### **4.3.1 População**

No litoral norte, a taxa anual de crescimento populacional foi de 4,79% entre 1991 e 2000, muito acima da média paulista que foi de 1,80%. Esse dado exclui a população flutuante que



também é significativa. Dentre os municípios do litoral norte, São Sebastião apresenta uma população de 69.772 habitantes (FSeade, 2008), distribuídos em uma área de unidade territorial de 403,34 km<sup>2</sup>, os quais refletem uma densidade demográfica de aproximadamente 173 habitantes por km<sup>2</sup>. A ocupação dessa área está limitada de modo evidente pela proximidade da Serra do Mar. Existe pouca disponibilidade de áreas urbanizáveis em São Sebastião, e ainda há necessidade de preservar o centro histórico da cidade. Das pessoas economicamente ativas, basicamente 68% estão no setor terciário. No município de Ilhabela a população é de 26.881 habitantes (FSeade, 2008), distribuídos em uma unidade territorial de 348,30 km<sup>2</sup>, os quais refletem uma densidade demográfica de cerca de 70 habitantes por km<sup>2</sup>. No município de Caraguatatuba, a população atual é de 90.302 habitantes (FSeade, 2008), distribuídos em uma área de unidade territorial de 483,95 km<sup>2</sup>, os quais refletem uma densidade demográfica de 190 habitantes por km<sup>2</sup>.

Conforme a tabela 4.3.1-1, os municípios de São Sebastião, Ilhabela e Caraguatatuba apresentam uma população concentrada nas faixas de menor idade, representando uma população com características mais jovens.

**Tabela 4.3.1-1. São Sebastião, Caraguatatuba e Ilhabela - Distribuição da População por Faixa Etária - 2008**

	São Sebastião	Caraguatatuba	Ilhabela
População de 0 a 4 Anos	6.373	7.184	2.393
População de 5 a 9 Anos	6.196	7.724	2.311
População de 10 a 14 Anos	5.994	7.886	2.262
População de 15 a 19 Anos	6.042	7.953	2.284
População de 20 a 24 Anos	6.327	8.235	2.471
População de 25 a 29 Anos	6.629	8.276	2.624
População de 30 a 34 Anos	6.345	7.757	2.480
População de 35 a 39 Anos	5.649	6.933	2.209
População de 40 a 44 Anos	4.916	6.066	1.955
População de 45 a 49 Anos	4.139	5.332	1.620
População de 50 a 54 Anos	3.427	4.622	1.250
População de 55 a 59 Anos	2.577	3.804	965
População de 60 a 64 Anos	1.826	2.922	711
População de 65 a 69 Anos	1.305	2.158	518
População de 70 a 74 Anos	910	1.582	372
População de 75 Anos e Mais	1.117	1.868	456

Fonte: Fundação Seade, 2009.

Segundo dados do IBGE (Censo Demográfico, 2000), a tabela 4.3.1-2 apresenta os rendimentos mensais da população do município de São Sebastião, sendo que, dos 29.618 habitantes economicamente ativos do município, 12.587 são mulheres com um rendimento médio mensal de R\$ 544,29 e 16.631 habitantes são homens com um rendimento médio mensal de R\$ 842,65.



Quanto aos rendimentos mensais da população do município de Ilhabela, o quadro abaixo apresenta uma população economicamente ativa de 10.951 habitantes, sendo que, 6.535 são mulheres com um rendimento médio mensal de R\$ 521,83; e 4.416 são homens com um rendimento médio mensal de R\$ 725,89.

Quanto aos rendimentos mensais da população do município de Caraguatatuba, o quadro abaixo apresenta uma população economicamente ativa de 38.272 habitantes, sendo que 15.762 são mulheres com um rendimento médio mensal de R\$ 528,09; e 22.510 são homens com um rendimento médio mensal de R\$ 775,01.

Tabela 4.3.1-2. São Sebastião, Ilhabela e Caraguatatuba - Rendimento Mensal da População - 2000.

Em Salários Mínimos	Número de Habitantes		
	São Sebastião	Ilhabela	Caraguatatuba
Até 1 salário	4.403	2.100	6.671
1 a 2 salários	6.986	2.681	9.535
2 a 3 salários	5.358	2.143	6.438
3 a 5 salários	5.617	1.918	6.764
5 a 10 salários	4.492	1.408	5.618
10 a 20 salários	1.598	417	2.417
Mais 20 salários	764	284	829
<b>TOTAL</b>	<b>29.218</b>	<b>10.951</b>	<b>38.272</b>

Fonte: IBGE, Censo Demográfico, 2000.

#### 4.3.1.1 População Flutuante

No Litoral Norte não existem dados estatísticos sistematizados sobre a população flutuante que visita a região no período de férias, fins de semana prolongados ou comuns. O Plano de Gerenciamento dos Recursos Hídricos do Litoral Norte elaborado pelo Comitê das Bacias Hidrográficas do Litoral Norte - CBH-LN em 2001, admitiu para o dimensionamento das demandas para os serviços de saneamento básico, a hipótese de trabalhar com os dois períodos de férias escolares adotados pelo calendário brasileiro (inverno e verão), e dois cenários, mínimo e máximo, para as projeções populacionais.

A tabela 4.3.1-3 apresenta a projeção adotada no estudo referido, atualizada com os dados populacionais do IBGE 2004.



Tabela 4.3.1-3. Estimativa de população flutuante.

Município	População (IBGE 2004)	Inverno		Verão	
		Mínima 1,2	Máxima 3,0	Mínima 3,0	Máxima 6,0
São Sebastião	70.427	84.512,4	211.281	211.281	422.562
Caraguatatuba	92.283	110.739,6	276.849	276.849	553.698
Ilhabela	24.580	29.496	73.740	73.740	147.480
Total	187.290	224.748	561.870	561.870	1.123.740

Fonte: Comitê das Bacias Hidrográficas do Litoral Norte - CBH-LN, 2001.

Esses dois períodos e cenários tiveram como base a população fixa para o cálculo da população flutuante. Dessa forma, obtiveram-se quatro cenários para a população flutuante, a saber:

Período de Inverno – Cenário Mínimo- Considerando-se que para cada 1 residente fixo corresponda 1,2 visitantes;

Período de Inverno – Cenário Máximo - Tendo como parâmetro de cálculo que 1 residente fixo receba 3 visitantes;

Período de Verão – Cenário Mínimo - Tendo como parâmetro de cálculo que 1 residente fixo receba 3 visitantes;

Período de Verão – Cenário Máximo - Tendo como parâmetro de cálculo que 1 residente fixo receba 6 visitantes.

#### 4.3.2 Uso e Ocupação do Solo

O ordenamento dos espaços territoriais, e os respectivos regulamentos de seus usos no município de São Sebastião, são regidos pela Lei de Uso e Ocupação do Solo (Lei nº 225/78), que estabelece normas de uso e ocupação da Costa Norte do Município, e o Plano Diretor elaborado com as funções estabelecidas no artigo 16 da Lei nº 1033/95, em consonância com a Lei Orgânica Municipal. O Plano Diretor, entre outros parâmetros, estabelece as diretrizes e proposições espaciais para o planejamento de desenvolvimento do município. Todavia, este Plano Diretor não comportou a nova legislação federal aprovada no ano de 2001, o Estatuto das Cidades (Lei nº 10.257/01), que obrigou os municípios com mais de 20 mil habitantes a elaborarem ou revisarem os Planos Diretores. Em 2009, o Plano Diretor prossegue em processo de debate e aprovação na Câmara dos Vereadores sob o Projeto de Lei.

Especificamente para a área do Porto, o Plano Diretor de 1997 define que se enquadra em “Área de Urbanização Especial” – EU, conforme indicado na figura 4.3.2-1.

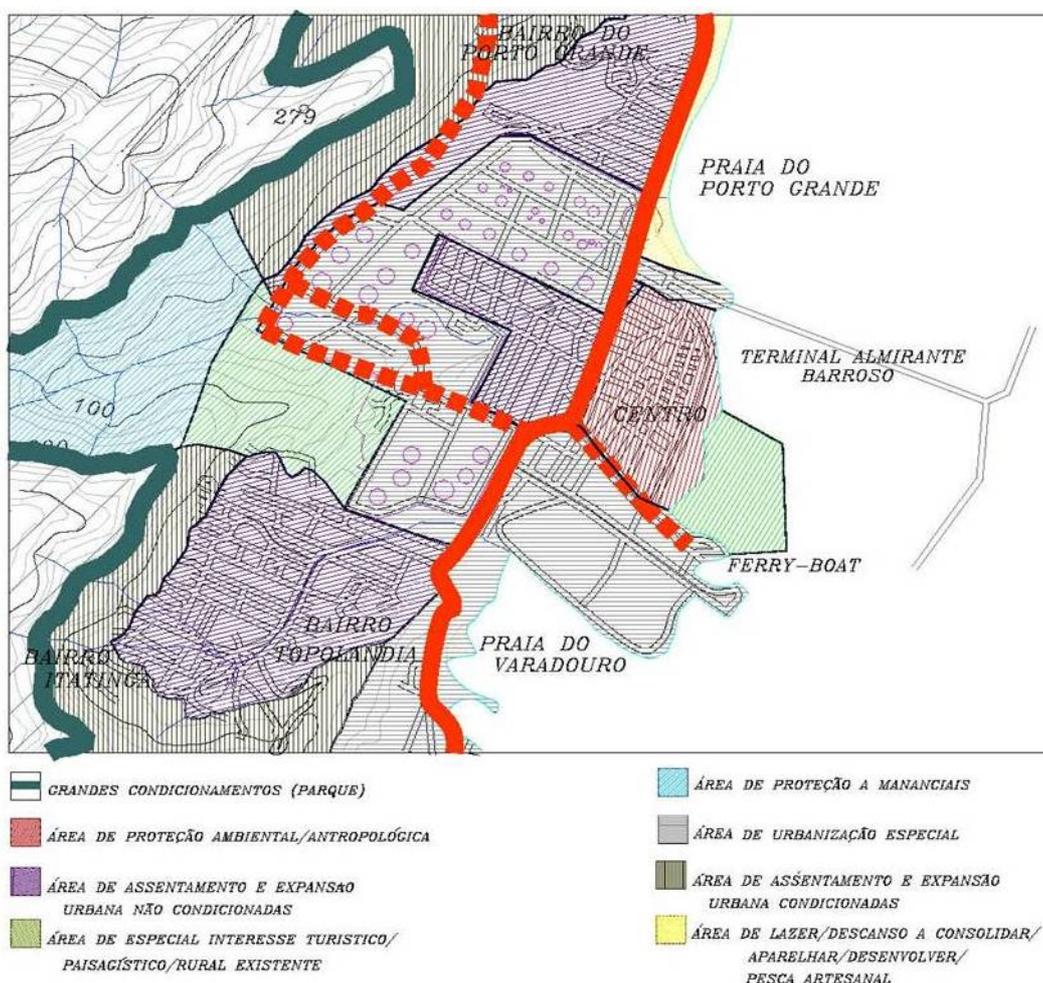


Figura 4.3.2-1. Identificação das Áreas do Plano Diretor de São Sebastião.

#### 4.3.2.1 Enquadramento na Lei de Uso e Ocupação do Solo

Conforme a Lei de Uso e Ocupação do Solo a área onde se localiza o Porto de São Sebastião, ou seja, a Área Diretamente Afetada (ADA), enquadra o imóvel em referência em Z V (Zona Cinco), sendo nele permitido qualquer uso descrito na lei, sem restrições, não havendo, portanto, nenhuma desconformidade, de acordo com a Certidão de Diretrizes de Uso e Ocupação do Solo de 12 de dezembro de 2003 (Anexo 4.4-24). Esta certidão emitida pela Prefeitura de São Sebastião foi direcionada a DERSA, pois a mesma era a Autoridade Portuária na época da solicitação deste documento e, por este motivo, não está escrito o nome da Companhia Docas de São Sebastião (CDSS), atual Autoridade Portuária.

O mesmo enquadramento verifica-se quanto às instalações da Petrobrás que estão em Z V (Zona Cinco), não havendo também qualquer desconformidade nestas instalações.

Quanto às dependências externas, ou seja, as instalações da Administração e a Oficina, do Porto de São Sebastião, ambas encontram-se em Z VI (Zona Seis), não havendo nenhum conflito quanto as dependências da Administração.



Por outro lado o uso do imóvel da Oficina, enquadrado em “S3 - Serviços de Utilização Eventual” ou “C3 – Comércio Especial” por sua dependência ao Porto, não é permitido nesta zona, que admite em Zona VI, estabelecimentos de comércio serviço de menor porte, inferior a 25 m<sup>2</sup>. Observa-se, porém, que a atividade foi ali estabelecida em data anterior a promulgação da legislação atual, sendo-lhe permitida a permanência.

Conforme o Zoneamento Ecológico Econômico do Litoral Norte, a área do Porto de São Sebastião enquadra-se na Z5T – Zona 5 Terrestre; e a interface com o mar, correspondendo ao contorno dos píers, enrocamentos e demais instalações portuárias, na Zona 5M da faixa entre marés. As águas do canal de São Sebastião foram enquadradas na Zona 2M, conforme Mapa do Zoneamento Ecológico-Econômico do Litoral Norte.

#### **4.3.2.2 Situação do Empreendimento no Plano Diretor Municipal**

Com o crescimento constante do município de São Sebastião houve a necessidade de se criar diretrizes para controlar a sua expansão, e em 1997 foi elaborado e promulgado o Plano Diretor do Município de São Sebastião.

As áreas da Petrobrás se encontram numa “Área de Urbanização Especial” – EU; e para o aterro localizado entre o Porto e o Terminal Privativo da Petrobrás o mesmo se encontra em “Área de Especial Interesse Turístico e Paisagístico” – EITP.

Sendo:

UE - corresponde a espaços de localizações estratégicas para instalações ligadas à infraestrutura (retroporto do porto de cargas gerais e locais para tratamento e disposição final dos resíduos sólidos).

PAA - correspondente a espaços protegidos marinhos e conexos, reserva indígena e área de patrimônio histórico, artístico e monumental.

EITP - corresponde a espaços que, por suas características de paisagem, alcance visual e localização, se mostram dotadas de reconhecida beleza, qualificando-se, assim, desde que assegurada sua preservação, e recuperação onde cabível, para a implantação de equipamentos e facilidades turísticas ou, desde que seguindo compatibilidade ecológica estrita, de atividades rurais ou de exploração naturalmente existentes; a categoria compreende a orla marítima da cidade de São Sebastião, o aterro aí executado, os costões, as ilhas oceânicas, as áreas de relevo em forma de anfiteatro que circundam as Unidades Espaciais, situadas ao fundo das planícies litorâneas e visíveis a partir da linha do horizonte acima das cotas máximas da ocupação urbana ou vegetação de maior altura da planície, as áreas históricas de grande concentração de exemplares de interesse e a orla marítima de Boiçucanga (protegida pelos Decretos n<sup>os</sup> 2052, de 01/08/1997 e 2067 de 09/09/1997).

Portanto, não se verifica nenhuma incompatibilidade nas atividades do Porto e suas potenciais expansões, dentro das áreas acima estabelecidas, com o Plano Diretor Municipal.



Quanto às vizinhanças do Porto, como se observa na figura, em suas proximidades encontram-se espaços definidos como “Área de Grande Condicionamento” - GC, “Área de Proteção aos Mananciais” - PM, “Áreas de Assentamento e Expansão Urbana Não Condicionada” – AEUNC, “Áreas de Assentamentos e Expansão Urbana Condicionada” – AEUC e “Áreas de lazer/descanso a consolidar, aparelhar e desenvolver” – LDCAD.

Sendo:

GC – corresponde a uma área em que qualquer proposta de uso terá de respeitar com o maior rigor as normas ambientais correspondentes ao Parque Estadual da Serra do Mar, requerendo, sempre, a feitura de tratativas e sua análise específica, junto às autoridades encarregadas da imposição daquelas normas, de nível estadual;

PM - correspondente às partes das cabeceiras dos corpos d’água que provêm ou podem vir a prover ao abastecimento de água para consumo da população do Município;

AEUNC - correspondente a espaços aptos a receberem assentamentos, sendo por excelência, áreas prioritárias para o direcionamento do assentamento, sem maiores exigências quanto às características geotécnicas e capacidade de suporte dos assentamentos locais;

AEUC - corresponde a espaços passíveis de receber assentamentos, desde que respeitadas as características geotécnicas e a capacidade de suporte dos ecossistemas locais; requererão, para sua ocupação, a feitura de estudos detalhados quanto às características e capacidades de suporte ambiental;

LDCAD - correspondente às praias; com intervenção prevista quanto ao aparelhamento adequado para o suporte da atividade principal, podem comportar também instalações de apoio à pesca artesanal.

Portanto, as atividades do Porto encontram-se em áreas bem definidas não observando conflitos ou pressões nas interfaces entre os espaços definidos no Plano Diretor.

#### 4.3.3 Lazer, Turismo e Cultura

Estima-se a visita de 5 milhões de turistas pelos quatro municípios do Litoral Norte de São Paulo durante a temporada de verão, que tem início na segunda metade de dezembro e segue até o fim do Carnaval.

O movimento é estimado pelas prefeituras da região. O crescente número de visitantes é explicado pela vocação natural da região para o turismo, seja por suas límpidas e lindas praias, seja pela ocorrência de ilhotas, naufrágios, costa entrecortada com inúmeras baías e outras atrações aos esportes aquáticos (iatismo, mergulho, pesca, etc.) com crescente infra-estrutura; seja pelo seu patrimônio histórico e cultural, como por exemplo, o centro de São Sebastião com suas sete quadras tombadas pelo IPHAN e CONDEPHAAT e os engenhos de Ilhabela; seja pela exuberância das matas de Domínio Atlântico.



O município de São Sebastião é um dos destinos mais procurados por turistas da capital e do interior de São Paulo, tão grande que 95% dos 7.800 leitos de hotéis e pousadas da cidade ficam ocupados no período de verão, contribuindo para a movimentação econômica de toda a cidade. Essa grande procura tem reflexo também no ramo imobiliário, pois, de acordo com o Creci (Conselho de Corretores), há um aumento significativo na procura por imóveis para locação na temporada. O ramo turístico, muito tem contribuído para o crescimento econômico da região, trazendo consigo o desenvolvimento e a geração de empregos. Segundo dados do IBGE, 68% da população economicamente ativa está trabalhando no setor terciário, principalmente em atividades relacionadas com o turismo.

#### 4.3.4. Patrimônio histórico, cultural e arqueológico

Foi realizado o diagnóstico arqueológico da Área de Diretamente Afetada, apresentado na forma do relatório “Diagnóstico Arqueológico da Ampliação da DERSA / Porto de São Sebastião” (Anexo 4.4-25), desenvolvido pelo Prof. Ms. Plácido Cali, arqueólogo, protocolado na 9.<sup>a</sup> S.R. do Instituto de Defesa do Patrimônio Histórico e Arquitetônico Nacional - IPHAN em São Paulo – SP, na forma do ofício n.º 129/04 do autor (Anexo 4.4-26), atendendo as exigências previstas na Portaria 230/02 e Resolução 034/03 do referido Instituto.

O diagnóstico contempla a caracterização da área, com sua descrição e das edificações existentes; caracterização do solo incluindo perfil de sondagem realizada por empresa especializada; histórico do Porto de São Sebastião; considerações metodológicas, descrevendo as prospecções realizadas. Ilustra

- a) o trabalho interessante documentação fotográfica e cartográfica, apresentando
- b) o desenvolvimento histórico da ocupação da área a partir de 1936.

Ao final o diagnóstico conclui:

*“Os estudos de diagnóstico arqueológico da área da DERSA junto ao Porto de São Sebastião, que está sendo licenciada, não apontaram qualquer risco ao patrimônio arqueológico.*

*A área em questão foi vistoriada e estudada, comprovando-se ser totalmente aterrada, conforme demonstram a análise das fotografias antigas em comparação com a situação atual, a pesquisa documental e o estudo do terreno, apresentados neste relatório.*

Assim sendo, a ampliação do Porto de São Sebastião não apresenta qualquer risco ao patrimônio arqueológico, motivo pelo qual manifesto-me favorável a aprovação das licenças ambientais, principalmente no que se refere ao atendimento da Portaria IPHAN 230/02 e da Resolução SMA 34/03.”



#### 4.3.4.1 O Processo de Tombamento

O tombamento é um atributo que se dá ao bem escolhido e separado dos demais para que, nele, fique assegurada a garantia de perpetuação da memória. Tombar, enquanto for registrar, é também igual a guardar, preservar. O bem tombado não pode ser destruído e qualquer intervenção por que necessite passar deve ser analisada e autorizada. O proprietário do bem tombado continua na posse e usufruto total sendo responsável pela sua integridade.

Nas décadas de 30 e 40, intelectuais do antigo SPHAN, registraram através de figuras, os bens arquitetônicos de valor histórico em São Sebastião, resultando no tombamento federal da CASA ESPERANÇA, sobrado do século XVIII. Na década de 60, os técnicos do CONDEPHAAT encontraram um significativo conjunto do século XVIII que mesmo marcado pela decadência da primeira metade deste século continuava de pé. Em 1969, em um dos primeiros processos do órgão, foi realizado o tombamento do núcleo urbano de São Sebastião.

O município de São Sebastião possui áreas de preservação histórica protegidas pelos três níveis do governo: Federal, Estadual e Municipal.

#### 4.3.4.2 Área Tombada a Nível Federal

O tombamento no nível federal é estabelecido nos termos do Decreto-Lei Federal nº 25/37, sendo o IPHAN o órgão responsável.

As áreas tombadas a nível federal apresentam algumas restrições limitando o uso e atividades nessas localidades. A Portaria nº 010/86 determina em seus artigos, os procedimentos a serem observados quanto à aprovação de projetos a serem executados em bens tombados ou mesmo nas áreas de seus respectivos entornos:

*“Artigo 2º – As obras e atividades a serem realizadas em bens tombados pelo Poder Público Federal ou nas áreas de seus respectivos entornos, que estejam sujeitas a licenciamento municipal, deverão ser precedidas de aprovação da SPHAN.*

*Parágrafo 1º – Dependem de expressa aprovação da SPHAN quaisquer obras de construção ou reconstrução, total ou parcial, tais como modificações, acréscimos, reformas, consertos de edifícios, marquises, muros de frente ou de divisa, muralhas, muros de arrimo, desmontes ou explorações de todo gênero, arruamentos, parcelamentos, condomínios horizontais, assentamentos e demolições a serem executados nas áreas constituídas por bens tombados ou integrantes de seus respectivos entornos.”*

- **Casa Esperança - Av. Dr. Altino Arantes, 144 e 154, Centro.**

Sobrado arquetipo da arquitetura urbana do Brasil colonial. Possui características de arquitetura de pedra e cal, influenciada pelo renascimento português, com seus robustos cunhais e guarnições de portas e janelas simples. Construção do auge das atividades portuárias da segunda metade do século XVIII em São Sebastião. Período da edificação dos prédios mais significativos para a história da cidade. Restauração nas pinturas do teto do sobrado foram realizadas na década



de 70. O sobrado atualmente está em estado muito bom de conservação, e está sendo utilizado na parte superior como galeria de arte e no térreo como comércio.

#### 4.3.4.3 Áreas Tombadas a Nível Estadual

Estabelecidas nos termos do artigo 1º do Decreto-Lei Estadual nº 149/69, sendo o CONDEPHAAT o órgão responsável.

As áreas tombadas a nível estadual, sofreram regulamentação através de Decreto Estadual 13.426/79, segundo o qual, também estabelece diretrizes limitando o uso e atividades desses locais, determinando em seus artigos:

*“Art. 134. Os bens tombados não poderão ser destruídos, demolidos, mutilados ou alterados, nem sem prévia autorização do Conselho, reparados, pintados ou restaurados, sob pena de multa a ser imposta pelo mesmo conselho de até 20% do respectivo valor, neste incluído o do terreno, se for o caso, e, sem prejuízo das demais sanções aplicáveis ao infrator.*

*Art. 137. Nenhuma obra poderá ser efetuada na área compreendida num raio de 300 metros sem que o projeto seja previamente aprovado pelo Conselho para evitar prejuízo à visibilidade ou destaque do referido sítio ou edificação.*

*Art. 138. Nenhuma obra – construções e loteamentos ou a instalação de propaganda, painéis, dísticos, cartazes ou semelhantes – poderá ser autorizada ou aprovada pelos municípios em zonas declaradas de interesse turístico estadual ou na vizinhança de bens tombados desde que contrariem padrões de ordem estética fixados pelo Governo do Estado.”*

##### 4.3.4.3.1 Centro Histórico

O Centro Histórico do município é constituído por sete quadras na Área Central, sendo representado no Anexo 4.4-27. A área envoltória do centro é representada no Anexo 4.4-28.

Entre os edifícios tombados no Centro histórico estão:

- **A FACHADA (assim chamada porque não possui cobertura e divisões internas originais) - Praça Major João Fernandes, 120.**

De arquitetura robusta de pedra e cal, com pé direito modesto e nos limites do lote, de implantação típica do século XVIII. Na década de 30, foi um hotel (foram construídos dois cômodos cobertos por laje ao lado, voltado para a Rua Almirante Nogueira). Encontra-se em estado ruim de conservação, sem nenhum uso atualmente.

- **Câmara Municipal - Praça Prof. Antonio Argino, 84.**

Construção térrea urbana de pedra e cal, típica do século XVIII. A implantação da esquina determina a conformação do telhado. A lateral, o trecho último, com cimalha beiraseveira, foi constituída por três portas em arco abatido, o que denota o uso comercial. Nas décadas de 40, 50



e 60 do século XX, o prédio foi usado como Prefeitura Municipal. A reforma total foi efetuada pela prefeitura na década de 80. Encontra-se em bom estado de conservação e abriga a Câmara Municipal de São Sebastião.

- **Sobrado a Praça do Coreto – Praça Major João Fernandes, 248.**

Construção em pedra e cal típica de núcleos urbanos do litoral do século XVIII. É um dos poucos sobrados do centro histórico de São Sebastião, tornando-se importante elemento didático na compreensão da urbanização da cidade. Hoje está ocupado pelo Arquivo Histórico e está em estado regular de conservação.

- **Casa da Câmara e Cadeia – Praça Brigadeiro Rafael Tobias de Aguiar s/ n - Centro.**

Símbolo da autoridade instituída, a construção de pedra e cal acompanha as características da arquitetura civil do século XVIII, como a fachada simétrica. Guarda ainda aspectos comuns a esse tipo de prédio público na época, como a escadaria externa e telhados de quatro águas. No sobrado se instalava a Câmara e no térreo a Cadeia. Na legislação portuguesa era comum se determinar a construção do prédio e um logradouro defronte a ele, onde se instalaria o pelourinho. O prédio já passou por várias reformas, está em bom estado de conservação e atualmente abriga o 20º Batalhão da Polícia Militar.

- **Igreja Matriz – Praça Major João Fernandes s/n - Centro.**

Construção de pedra e cal, a Matriz apresenta hoje aspecto decorrente de reforma no século XIX. Em sua forma original sem torre, pode-se dizer que fachada e planta-baixa possuem inspiração e gosto jesuítcos: de preferência composições renascentistas, moderadas e regulares, imbuídas do espírito severo da Contra-Reforma, pois o Barroco, ainda estava em seu início. O frontão reto, triangular, com volutas é o modelo de transição entre Renascimento e o Barroco. A planta composta por nave e capela-mor mais estreita é o modelo mais comum no Brasil colonial.

Em 1603 e 1609 foram doadas as sesmarias defronte à Ilha de São Sebastião. Era comum os sesmeiros doarem ao Santo Padroeiro do local uma porção de terra, onde era erguida uma capelinha - a sede do povoado - e ao seu redor surgia o aglomerado de moradias. A oficialização da capelinha e sua elevação à matriz significa a ascensão de toda a região. Em 1636, com o desenvolvimento do povoado e o reconhecimento da capela, São Sebastião é elevada a categoria de vila, ganhando autonomia político-administrativa. Com a implantação da Câmara e Cadeia, em 1798, a Câmara da vila se reúne para discutir a urgência de reformas na Igreja que se encontrava em péssimo estado de conservação, e em 1819, dá-se a grande reforma. Houve ainda reformas nas décadas de 40, 50, 60 e também 90. Hoje a Matriz é utilizada para o culto religioso católico.



#### 4.3.4.3.2 Outras

Além das construções existentes no Centro Histórico, destacam-se:

- **Fazenda Santana – Av. Manoel Hipólito do Rego, 1579 - Bairro Pontal da Cruz.**

Situada a cerca de 3,5 km do centro histórico, a área da Fazenda foi sendo loteada ao longo do século XX, dando origem a um dos bairros de população fixa mais densa. A sede e outras dependências foram construídas próximas a praia. Hoje, sua área está espremida por novas construções, mas ainda mantém um pátio de bom tamanho entre a casa-grande e a senzala, estando o aqueduto, que ainda jorra água e os restos de uma roda d'água mais para trás. Esta Fazenda é um exemplar típico da arquitetura rural da faixa norte do litoral paulista. Compõe-se de duas partes distintas, cada uma ligando-se a uma época de seu ciclo econômico (cana-de-açúcar e café), adaptadas entre si e constituindo um modelo peculiar da região. Hoje serve de residência.

- **Convento Franciscano de Nossa Senhora do Amparo - Bairro de São Francisco.**

Distante cerca de 5 km do centro histórico, foi implantado em pequena elevação defronte a praia. O Convento deu origem à antiga vila de pescadores, hoje bairro de São Sebastião. Embora, parte de seu terreno tenha sido loteado, o Convento mantém o domínio sobre as demais construções; estas, no alinhamento da rua, em duas águas, se encontram descaracterizadas. Levantado no século XVII, em pedra e cal, por mão-de-obra escrava, o Convento segue as linhas gerais das construções franciscanas do período. Pode-se dizer que a Igreja tem o estilo chamado “barroco pobre”. Em meados do século XVII, o sesmeiro Antonio Coelho de Abreu doou terras e uma Capelinha de Nossa Senhora dos Desamparados aos franciscanos. Em 1664 estava concluída a construção do Convento; este chegou a possuir escravos, porém na primeira metade do século XX se encontrava em ruínas, sendo reconstruído pela Ordem entre 1932 e 1937. O Convento encontra-se em muito bom estado de conservação.

- **Capela São Gonçalo - Rua Sebastião Silvestre Neves s/n – Centro.**

A construção de pedra assentada sobre barro, embora de pequenas dimensões, é importante exemplar da arquitetura religiosa da época colonial. A divisão interna, nave separada de capela-mor por arco cruzeiro é o tipo mais difundido desde a colônia. Entre os coruchéis do campanário encontramos o tradicional acabamento em forma de flor de lis, colocados na época em que os carmelitas administraram a capela. Acredita-se que a capela seja fruto de atos da devoção de leigos, prática corrente no período colonial, porque não existem registros de que tenha sido erigida por qualquer ordem religiosa. Em 1818, aparece registrada em arrolamento de “bens rústicos” mandado fazer por D. João VI. Foram responsáveis pela administração da capela carmelitas, franciscanos e padres seculares pertencentes a Diocese de Santos. Na década de 70, encontra-se assistida por sacerdotes da congregação do Divino Espírito Santo. Em 1969 foi



tombada pelo CONDEPHAAT; em 1979/80 sofreu restauração por este órgão, sendo ocupada desde então pelo Museu de Arte Sacra. Em 1993 foi retirado seu acervo para reforma e manutenção. Encontra-se em regular estado de conservação.

- **“Praia Hotel” – Av. Dr. Altino Arantes, 84- Centro.**

Sobrado de implantação típica do século XVIII, construído nos limites com a rua. Sua ornamentação (típica da virada do século XVIII para o XIX) não é comum em São Sebastião. Construção em pedra e cal nos elementos estruturais; vedações em pau-a-pique (paredes internas – andar superior); utilização de tijolos (arcos de janelas, estrutura e empena da cobertura) estrutura do telhado em madeira. Este sobrado foi construído no auge das atividades portuárias em São Sebastião (segunda metade do século XVIII), período das edificações mais significativas da cidade. Sofreu uma recuperação pela Prefeitura em 1994, porém hoje está em ruim estado de conservação, com utilização do piso térreo para comércio e o superior desocupado.

#### 4.3.4.4 Áreas de Preservação Municipal

Estabelecidas nos termos da Lei Municipal 943/94, sendo responsável a Divisão de Patrimônio Histórico e Cultural – SECTUR – Prefeitura Municipal de São Sebastião.

As capelas caiçaras foram construídas entre 1920 e 1960, representando modelos semelhantes. A ocupação do solo pelo caiçara não aconteceu de forma planejada. Nas vilas, os caminhos eram definidos pelas casas, até então sem muros, pois a família possuía o costume de dividir o mesmo terreno. Uma área privilegiada era destinada à Capela e devoção do Santo escolhido, muitas vezes, sendo construída por esforço da população, com o dinheiro da pesca. A construção das capelas era feita de alvenaria de tijolos de barro onde a fachada e o interior possuíam influências coloniais. A singeleza dessas construções marca um modo de vida e um momento de ocupação da cidade de São Sebastião. Essas capelas estão distribuídas por todo o município:

- **Capela do Bom Jesus - Enseada**

Templo dedicado a Bom Jesus, a fachada principal é composta por frontão em pequenas volutas, que acompanham as duas águas do telhado ladeado por pináculos e torre lateral, onde se encontra o sineiro.

- **Capela do Cemitério Municipal**

Típica capela de cemitério: de pequenas dimensões, é utilizada como ossuário. A fachada representa a tradição de capelas de bairro no Brasil, com resquícios de características coloniais.

- **Capela de Toque-Toque Grande**

Marco da ocupação caiçara do bairro possui aspecto semelhante às demais capelas da Costa Sul, construídas entre 1920 e 1960, que possuem fachadas geralmente compostas por empena ou



frontão triangular que acompanha as duas águas do telhado, pináculos no fechamento deste frontão e sineiro central. Construção em alvenaria de tijolos de barro. Devoção a Sant'Ana.

- **Capela de Toque-Toque Pequeno**

Construção de tijolos tipo "baiano", sua fachada e implantação representa a tradição das capelas de bairro, caracterizadas pelas comunidades caiçaras; não possui sineiro. Foi construída de pau-a-pique em 1932, sofreu reformas que alterou sua fachada. Devoção a Nossa Senhora da Imaculada Conceição.

- **Capela de Paúba**

Há uma simples ornamentação de desenhos geométricos na fachada (tipo Bandeira do Brasil) de frontão triangular ladeado por pináculos e pequeno sineiro. Devoção a Nossa Senhora da Imaculada Conceição.

- **Capela de Maresias**

Possui como diferencial das outras capelas da Costa Sul, a torre lateral. Seu interior é composto por nave e capela-mor separadas por arco. Devoção a São Benedito e Sant'Ana.

- **Capela do Cemitério de Maresias**

Típica capela de cemitério de pequenas dimensões é utilizada como o ossuário. Possui um só corpo de construção, com fachada composta por frontão triangular que acompanha a empena, ladeado por pináculos e apenas um vão e a porta de entrada sem esquadrias.

- **Capela da Imaculada Conceição – Boiçucanga**

Situada no centro da antiga vila dos pescadores, possui adro frontal formado pela praça da mentira, local de reunião da comunidade caiçara. Possui elementos geométricos na fachada. No XVII, foi erigida uma capela de pau-a-pique, no mesmo sítio onde foi construída esta capela. Tendo ruído no início do século XX, a atual capela foi construída por volta de 1958.

- **Capela do Sagrado – Boiçucanga**

A capela foi construída na década de 50, encontra-se na beira da BR-101. Construção de alvenaria de tijolos possui fachada tradicional das capelas da região: frontão em forma triangular, com sineiro central, acompanhando as duas águas do telhado e ladeado por pináculos. A construção é composta por dois corpos: nave e capela-mor, com sacristia, de pé direito mais baixo, separados por arco-cruzeiro.



- **Capela de São Roque – Camburi**

Capela simples, de pequenas dimensões, sua construção, provavelmente no fim da década de 70 em alvenaria de blocos de concreto e reboco grosso, representa a continuidade da tradição das capelas construídas pelas comunidades caiçaras. Encontra-se num pátio rodeado por casas de caiçaras. O conjunto de casas, sem alinhamento ou muros é típico das antigas vilas caiçaras e a construção da capela é uma amostra significativa da religiosidade desses moradores.

- **Capela de Barra do Say**

Implantada em local privilegiado, na margem esquerda do rio Say, ao lado da ponte que faz a ligação entre a vila e o local da capela há uma casa (já reformada) onde eram feitas as rezas até a construção da capela. O pátio frontal é utilizado para festas religiosas.



GOVERNO DO ESTADO DE SÃO PAULO  
SECRETARIA DE ESTADO DOS TRANSPORTES  
COMPANHIA DOCAS DE SÃO SEBASTIÃO



#### 4.4 ANEXOS



GOVERNO DO ESTADO DE SÃO PAULO  
SECRETARIA DE ESTADO DOS TRANSPORTES  
COMPANHIA DOCAS DE SÃO SEBASTIÃO



ANEXO 4.4-1

LOCALIZAÇÃO DAS ÁREAS DE INFLUÊNCIA



GOVERNO DO ESTADO DE SÃO PAULO  
SECRETARIA DE ESTADO DOS TRANSPORTES  
COMPANHIA DOCAS DE SÃO SEBASTIÃO





GOVERNO DO ESTADO DE SÃO PAULO  
SECRETARIA DE ESTADO DOS TRANSPORTES  
COMPANHIA DOCAS DE SÃO SEBASTIÃO



ANEXO 4.4-2

MAPA TOPOGRÁFICO



GOVERNO DO ESTADO DE SÃO PAULO  
SECRETARIA DE ESTADO DOS TRANSPORTES  
COMPANHIA DOCAS DE SÃO SEBASTIÃO



ANEXO 4.4-3



GOVERNO DO ESTADO DE SÃO PAULO  
SECRETARIA DE ESTADO DOS TRANSPORTES  
COMPANHIA DOCAS DE SÃO SEBASTIÃO



## MAPA GEOLÓGICO



GOVERNO DO ESTADO DE SÃO PAULO  
SECRETARIA DE ESTADO DOS TRANSPORTES  
COMPANHIA DOCAS DE SÃO SEBASTIÃO



ANEXO 4.4-4

SEÇÃO GEOLÓGICA



GOVERNO DO ESTADO DE SÃO PAULO  
SECRETARIA DE ESTADO DOS TRANSPORTES  
COMPANHIA DOCAS DE SÃO SEBASTIÃO



ANEXO 4.4-5

DOSSIÊ FOTOGRÁFICO DA COLETA DE ÁGUA



GOVERNO DO ESTADO DE SÃO PAULO  
SECRETARIA DE ESTADO DOS TRANSPORTES  
COMPANHIA DOCAS DE SÃO SEBASTIÃO





GOVERNO DO ESTADO DE SÃO PAULO  
SECRETARIA DE ESTADO DOS TRANSPORTES  
COMPANHIA DOCAS DE SÃO SEBASTIÃO



ANEXO 4.4-6

LOCALIZAÇÃO DOS PONTOS AMOSTRAIS DE ÁGUA



GOVERNO DO ESTADO DE SÃO PAULO  
SECRETARIA DE ESTADO DOS TRANSPORTES  
COMPANHIA DOCAS DE SÃO SEBASTIÃO



ANEXO 4.4-7

PROTOCOLO DE ARMAZENAMENTO PARA AMOSTRAS DE ÁGUA



GOVERNO DO ESTADO DE SÃO PAULO  
SECRETARIA DE ESTADO DOS TRANSPORTES  
COMPANHIA DOCAS DE SÃO SEBASTIÃO





GOVERNO DO ESTADO DE SÃO PAULO  
SECRETARIA DE ESTADO DOS TRANSPORTES  
COMPANHIA DOCAS DE SÃO SEBASTIÃO



#### ANEXO 4.4-8

MEDIÇÕES FÍSICO-QUÍMICAS REALIZADAS EM CAMPO PELA CPEA -  
CONTROLE DE QUALIDADE DAS MEDIDAS



GOVERNO DO ESTADO DE SÃO PAULO  
SECRETARIA DE ESTADO DOS TRANSPORTES  
COMPANHIA DOCAS DE SÃO SEBASTIÃO



#### ANEXO 4.4-9

RELATÓRIO DE PARTICIPAÇÃO DA CPEA EM ESTUDOS  
INTERLABORATORIAIS PARA MEDIÇÕES FÍSICO-QUÍMICAS, JUNTO  
À EMPRESA RTC



GOVERNO DO ESTADO DE SÃO PAULO  
SECRETARIA DE ESTADO DOS TRANSPORTES  
COMPANHIA DOCAS DE SÃO SEBASTIÃO



ANEXO 4.4-10

LAUDOS DAS ANÁLISES FÍSICO-QUÍMICAS REALIZADAS EM CAMPO



GOVERNO DO ESTADO DE SÃO PAULO  
SECRETARIA DE ESTADO DOS TRANSPORTES  
COMPANHIA DOCAS DE SÃO SEBASTIÃO



ANEXO 4.4-11



GOVERNO DO ESTADO DE SÃO PAULO  
SECRETARIA DE ESTADO DOS TRANSPORTES  
COMPANHIA DOCAS DE SÃO SEBASTIÃO



## LAUDOS DAS ANÁLISES REALIZADAS EM LABORATÓRIO



GOVERNO DO ESTADO DE SÃO PAULO  
SECRETARIA DE ESTADO DOS TRANSPORTES  
COMPANHIA DOCAS DE SÃO SEBASTIÃO



## ANEXO 4.4-12

DOSSIÊ FOTOGRÁFICO REFERENTE AO PROCEDIMENTO DE  
COLETA DE SEDIMENTO



GOVERNO DO ESTADO DE SÃO PAULO  
SECRETARIA DE ESTADO DOS TRANSPORTES  
COMPANHIA DOCAS DE SÃO SEBASTIÃO



ANEXO 4.4-13

LOCALIZAÇÃO DOS PONTOS AMOSTRAIS DE SEDIMENTO



GOVERNO DO ESTADO DE SÃO PAULO  
SECRETARIA DE ESTADO DOS TRANSPORTES  
COMPANHIA DOCAS DE SÃO SEBASTIÃO



ANEXO 4.4-14

PROTOCOLO DE ARMAZENAMENTO PARA AMOSTRAS DE  
SEDIMENTO



GOVERNO DO ESTADO DE SÃO PAULO  
SECRETARIA DE ESTADO DOS TRANSPORTES  
COMPANHIA DOCAS DE SÃO SEBASTIÃO



#### ANEXO 4.4-15

MEDIÇÕES FÍSICO-QUÍMICAS REALIZADAS EM CAMPO PELA CPEA -  
CONTROLE DE QUALIDADE DAS MEDIDAS



GOVERNO DO ESTADO DE SÃO PAULO  
SECRETARIA DE ESTADO DOS TRANSPORTES  
COMPANHIA DOCAS DE SÃO SEBASTIÃO



ANEXO 4.4-16



GOVERNO DO ESTADO DE SÃO PAULO  
SECRETARIA DE ESTADO DOS TRANSPORTES  
COMPANHIA DOCAS DE SÃO SEBASTIÃO



## LAUDOS DAS ANÁLISES FÍSICO-QUÍMICAS REALIZADAS *IN-SITU*



GOVERNO DO ESTADO DE SÃO PAULO  
SECRETARIA DE ESTADO DOS TRANSPORTES  
COMPANHIA DOCAS DE SÃO SEBASTIÃO



ANEXO 4.4-17

LAUDOS DAS ANÁLISES REALIZADAS EM LABORATÓRIO



GOVERNO DO ESTADO DE SÃO PAULO  
SECRETARIA DE ESTADO DOS TRANSPORTES  
COMPANHIA DOCAS DE SÃO SEBASTIÃO



ANEXO 4.4-18



GOVERNO DO ESTADO DE SÃO PAULO  
SECRETARIA DE ESTADO DOS TRANSPORTES  
COMPANHIA DOCAS DE SÃO SEBASTIÃO



BATIMETRIA



GOVERNO DO ESTADO DE SÃO PAULO  
SECRETARIA DE ESTADO DOS TRANSPORTES  
COMPANHIA DOCAS DE SÃO SEBASTIÃO



ANEXO 4.4-19

RELATÓRIO FOTOGRÁFICO DA AVIFAUNA



GOVERNO DO ESTADO DE SÃO PAULO  
SECRETARIA DE ESTADO DOS TRANSPORTES  
COMPANHIA DOCAS DE SÃO SEBASTIÃO



ANEXO 4.4-20  
PEIXES PELÁGICOS



GOVERNO DO ESTADO DE SÃO PAULO  
SECRETARIA DE ESTADO DOS TRANSPORTES  
COMPANHIA DOCAS DE SÃO SEBASTIÃO



ANEXO 4.4-21

FAMÍLIAS DE ANELÍDEOS POLIQUETOS ENCONTRADAS NA COSTA  
BRASILEIRA (AMARAL & NALLIN, 2004)



GOVERNO DO ESTADO DE SÃO PAULO  
SECRETARIA DE ESTADO DOS TRANSPORTES  
COMPANHIA DOCAS DE SÃO SEBASTIÃO



ANEXO 4.4-22

ESPÉCIES ENCONTRADAS EM COSTÕES ROCHOSOS



GOVERNO DO ESTADO DE SÃO PAULO  
SECRETARIA DE ESTADO DOS TRANSPORTES  
COMPANHIA DOCAS DE SÃO SEBASTIÃO



ANEXO 4.4-23

MACROFAUNA BÊNICA



GOVERNO DO ESTADO DE SÃO PAULO  
SECRETARIA DE ESTADO DOS TRANSPORTES  
COMPANHIA DOCAS DE SÃO SEBASTIÃO



ANEXO 4.4-24

CETIDÃO DE USO E OCUPAÇÃO DO SOLO



GOVERNO DO ESTADO DE SÃO PAULO  
SECRETARIA DE ESTADO DOS TRANSPORTES  
COMPANHIA DOCAS DE SÃO SEBASTIÃO



ANEXO 4.4-25

DIAGNÓSTICO ARQUEOLÓGICO



GOVERNO DO ESTADO DE SÃO PAULO  
SECRETARIA DE ESTADO DOS TRANSPORTES  
COMPANHIA DOCAS DE SÃO SEBASTIÃO



ANEXO 4.4-26

PROTOCOLO IPHAN



GOVERNO DO ESTADO DE SÃO PAULO  
SECRETARIA DE ESTADO DOS TRANSPORTES  
COMPANHIA DOCAS DE SÃO SEBASTIÃO



ANEXO 4.4-27

MAPA DE LOCALIZAÇÃO DOS TOMBAMENTOS



GOVERNO DO ESTADO DE SÃO PAULO  
SECRETARIA DE ESTADO DOS TRANSPORTES  
COMPANHIA DOCAS DE SÃO SEBASTIÃO



ANEXO 4.4-28

CENTRO HISTÓRICO - ENVOLTÓRIA