

## CAPÍTULO 5

### DIAGNÓSTICO AMBIENTAL

#### 5.1. MEIO FÍSICO

##### 5.1.1. Climatologia e Meteorologia

O conhecimento acerca do clima e condições meteorológicas nas áreas de influência de um empreendimento é essencial para efetuar correlações entre alguns temas que serão estudados neste diagnóstico. Os elementos meteorológicos estão diretamente relacionados ao tipo de vegetação, à disponibilidade hídrica, ao risco geotécnico e ao aproveitamento do solo na região de interesse.

Ainda, o estudo das condições climatológicas subsidiará a identificação das condições atmosféricas que influenciarão a dispersão dos gases e partículas em suspensão que serão gerados durante a implantação e operação do empreendimento.

Assim, períodos chuvosos e ventos intensos favorecem a dispersão de poluentes atmosféricos, enquanto períodos de estabilidade atmosférica (alta pressão e calmaria) dificultam a dispersão.

O clima pode ser definido como a seqüência das condições atmosféricas instantâneas de um local. Desta forma, observam-se primeiramente as condições da atmosfera em um local durante vários anos, para depois ser estimada a seqüência mais provável da sucessão dos tempos. São considerados diversos atributos climáticos para a classificação dos tipos de clima, tais como: temperatura e umidade relativa do ar, precipitação pluviométrica, movimentos de massas de ar, condições de radiação, pressão barométrica, entre outros. Para a configuração de um tipo de clima em escala regional, um dos principais fatores refere-se à interação da circulação atmosférica com a superfície de uma localidade, como veremos a seguir.

### 5.1.1.1. Procedimentos Metodológicos

A caracterização climática da área de estudo foi realizada considerando os seguintes parâmetros: temperatura, pressão atmosférica, umidade relativa do ar, insolação, pluviosidade e direção e velocidade dos ventos.

Os dados climáticos foram obtidos junto às estações meteorológicas de São Sebastião e Caraguatuba, conforme a Tabela 5.1.1.1 - 1, e consulta à bibliografia específica, referenciada ao longo do texto.

**Tabela 5.1.1.1 - 1: Estações Meteorológicas Utilizadas como Referência.**

Estação	Localização	Altitude	Parâmetros	Período	Distância em relação ao Empreendimento (em linha reta)
Estação pluviométrica DAEE. S.Sebastião/SP (E2-045) 1	Latitude: 23° 46' S Longitude: 45° 25'W	20m	Pluviosidade	1943-2004	4,8km
Estação INMET. Ubatuba/SP (83786)	Latitude: 23°27'S Longitude: 45°04'W	8m	Insolação	1961 - 1990	53km
Estação CPTEC/INPE. Caraguatuba/SP (32521) 2	Latitude: 23°69'S Longitude: 45°43'W	3m	Vento, Pressão, Temperatura do Ar (2003--04), Umidade Relativa.	2002-2005	13,6km

1 Banco de dados pluviométricos do Estado de São Paulo ([www.dae.sp.gov](http://www.dae.sp.gov));

2 Dados observacionais das Plataformas de Coleta de Dados ([www.cptec.inpe.br](http://www.cptec.inpe.br)).

### 5.1.1.2. Caracterização climática

#### 5.1.1.2.1. Aspectos Gerais sobre a Dinâmica Climática do Município de São Sebastião

A zona costeira é reconhecida como área diferenciada do estado de São Paulo, onde coexistem dois climas zonais: ao sul da Serra do Juqueriquerê, é controlado por Massas Tropicais e Polares e, ao norte, por Massas Equatoriais e Tropicais (Monteiro, 1973).

O município de São Sebastião, no trecho entre a praia de Maresias e a cidade de São Sebastião (local previsto para a implantação do empreendimento), corresponde a uma faixa de transição entre estes dois tipos climáticos zonais. Nesta faixa predominam as massas equatoriais e tropicais com clima úmido das encostas expostas à Massa Tropical Atlântica, sujeitas a uma menor participação das massas polares (PA), cerca de 30% a 40%, e menos exposta à incidência das “frentes frias”. Destaca-se ainda, neste trecho, a proximidade da Serra do Mar em relação à costa como fator responsável pela acentuada pluviosidade, em torno de 1.700mm, influenciada por efeito orográfico, mesmo nos meses menos chuvosos (inverno).

Segundo a classificação de Köppen, os principais tipos de clima que ocorrem no município são:

**Af** – clima quente e úmido, sem estação seca. O mês mais seco tem mais de 60mm de precipitação e a temperatura do mês mais frio é acima de 18°C. Este tipo climático restringe-se à

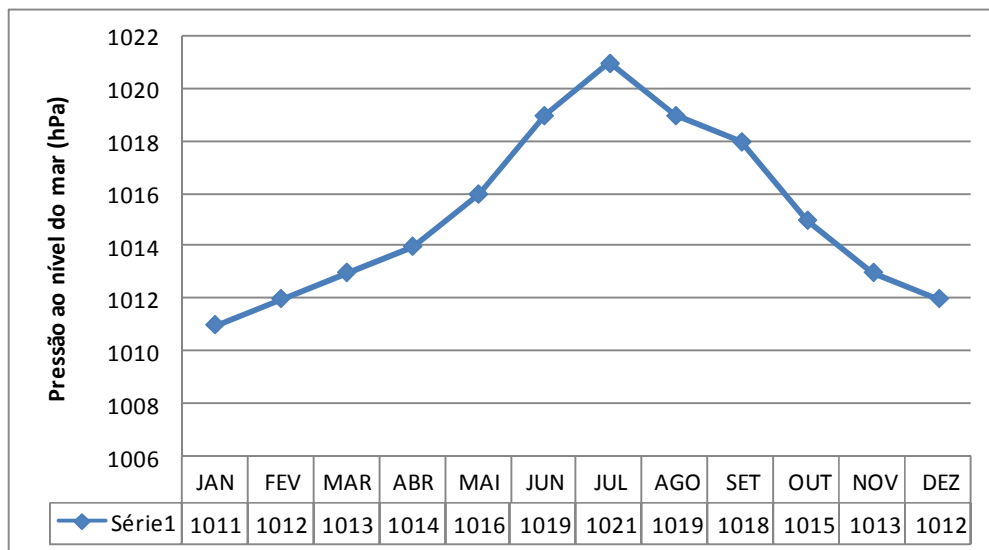
baixada litorânea até o início da Serra do Mar, onde sofre mutação para o clima mesotérmico, devido à amenização da temperatura pela altitude. Atinge grande parte das áreas de influência do empreendimento.

**Cfa** – Clima subtropical de altitude, úmido, sem estiagem. A temperatura do mês mais quente é superior a 22°C e a do mês mais frio varia de 3°C a 18°C. Apresenta precipitações superiores a 30 mm no mês mais seco. Sua área de ocorrência corresponde principalmente às escarpas da Serra do Mar. Atinge apenas as maiores altitudes das áreas de influência, como os altos topos que limitam parte da bacia do córrego Mãe Izabel.

### A. Pressão Atmosférica

A variação mensal das pressões atmosféricas médias registradas em Caraguatatuba é apresentada na Figura 5.1.1.2.1 – 1.

A pressão média anual é de 1.015hPa, com os maiores valores de pressão registrados no período do inverno e pico no mês de julho (1.020hPa), fenômeno associado à: (i) intensificação do Anticiclone Subtropical do Atlântico Sul (ASAS) e a maior frequência e intensidade de penetração das massas polares no período; (ii) movimentos subsidentes do ar, que inibem os processos de convecção da atmosfera, e conseqüentemente a formação de nuvens precipitáveis, contribuindo para que o período de inverno seja, geralmente, o menos chuvoso do ano.



**Figura 5.1.1.2.1 - 1: Variação mensal das pressões atmosféricas médias registradas em Caraguatatuba.**

Os menores valores médios observados ocorrem entre o final da primavera e final do verão, com mínimo em janeiro (1.010,6hPa). Nesse período, predominam os sistemas de baixa pressão, associados à intensa atividade convectiva, movimentos ascendentes do ar, e conseqüente elevação dos índices pluviométricos.

Com relação à variação diária da pressão atmosférica (Figura 5.1.1.2.1 - 2), observa-se a influência da maré barométrica, típica da região tropical, com os maiores registros próximos às 9 e 21h e as mínimas próximas às 3 e 15 h, caracterizando uma amplitude de 2hPa.

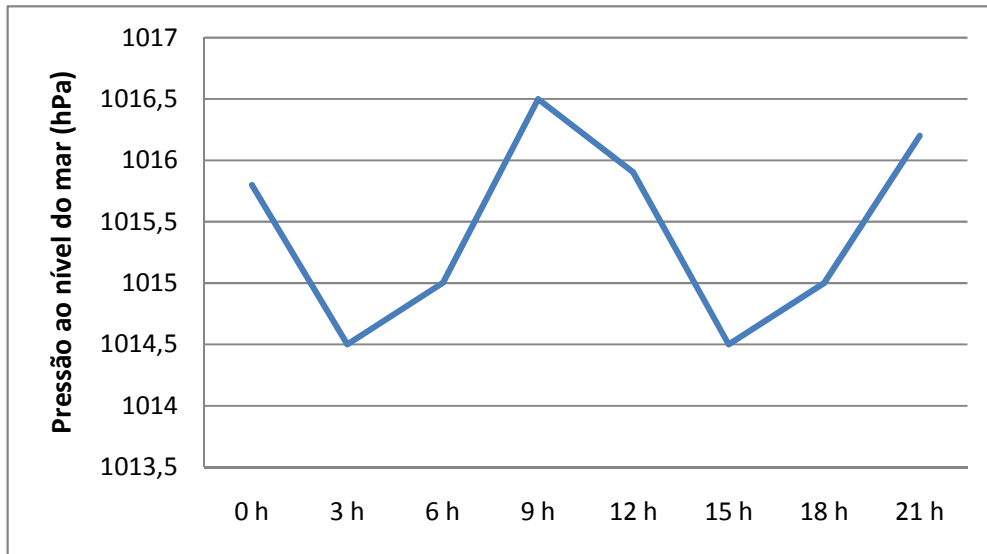


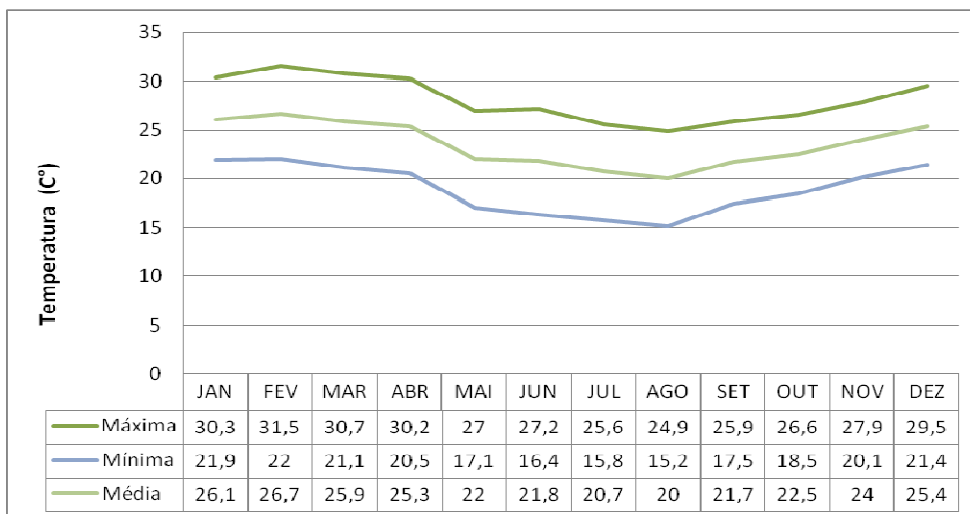
Figura 5.1.1.2.1 - 2: Variação diária das pressões atmosféricas médias registradas em Caraguatatuba

## B. Temperatura do Ar

A variação anual das temperaturas médias, média das temperaturas máximas e média das temperaturas mínimas obtidas em Caraguatatuba, para o período de janeiro de 2003 a dezembro de 2004, é apresentada na Figura 5.1.1.2.1 - 3.

A temperatura média anual em Caraguatatuba, durante o período observado, é de 23,5°C, sendo fevereiro o mês mais quente (26,7°C) e agosto o mais frio (20°C), o que configura uma amplitude térmica anual em torno de 6,7°C.

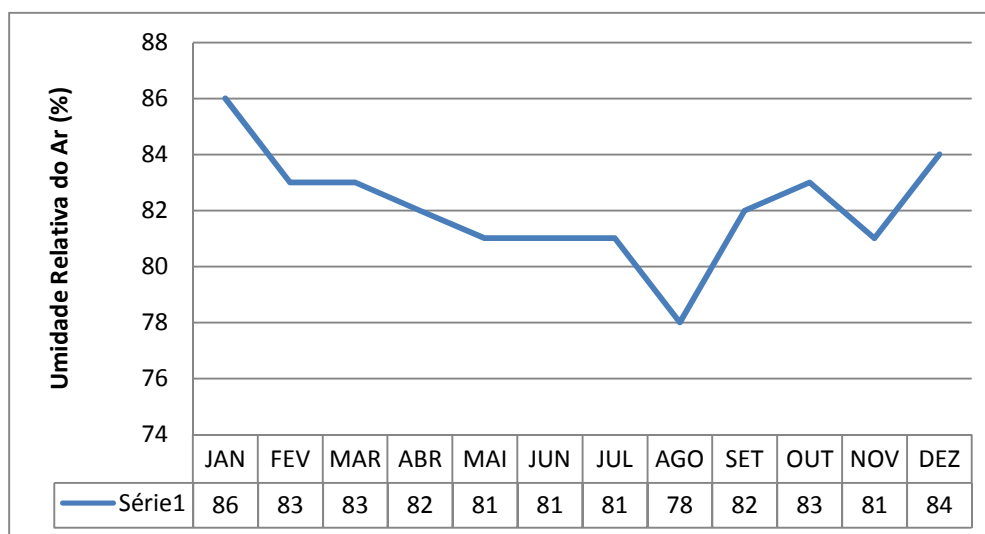
Em relação às temperaturas mínimas no período, observa-se que o final do inverno apresenta os menores valores, com registro de 15,2°C em agosto, enquanto fevereiro foi o mês com a maior média de temperaturas máximas (31,5°C).



**Figura 5.1.1.2.1 - 3: Temperaturas médias, média das temperaturas máximas e média das temperaturas mínimas em Caraguatatuba - 2003 e 2004.**

### C. Umidade relativa do ar

A variação da umidade relativa média mensal registrada em Caraguatatuba pode ser observada na Figura 5.1.1.2.1 - 4. Segundo os dados analisados a média anual é elevada, aproximadamente 82%, o que se justifica pela influência da brisa marítima litorânea.



**Figura 5.1.1.2.1 - 4: Variação mensal da umidade relativa média registrada em Caraguatatuba (2002 a 2005).**

A amplitude da umidade relativa chega a 8% (78% em agosto a 86% em janeiro). A ocorrência dos menores valores ao final do inverno está relacionada à redução da água disponível no solo e na atmosfera no período, embora a incidência de frentes frias nessa época possa causar precipitações e queda de temperaturas por poucos dias.

## D. Pluviosidade

A precipitação pluviométrica em regiões tropicais úmidas e subúmidas, onde se insere o Litoral Norte do Estado de São Paulo e o Município de São Sebastião, é o principal componente que determina o clima, sendo responsável, em eventos extremos, por significativas alterações na paisagem e nas atividades das populações atingidas (Tavares, 1998 e 2.000).

Em relação a este parâmetro, merece destaque a presença da Serra do Mar orientada paralelamente a linha da costa, intensificando a ação umidificadora dos fluxos atmosféricos do quadrante sul por efeito orográfico.

Segundo estudo realizado por PEREIRA & NUNES (1997), a partir de dados coletados em um período de 21 anos (1973-1993), o município de São Sebastião pode ser dividido em três áreas distintas quanto ao total de chuvas:

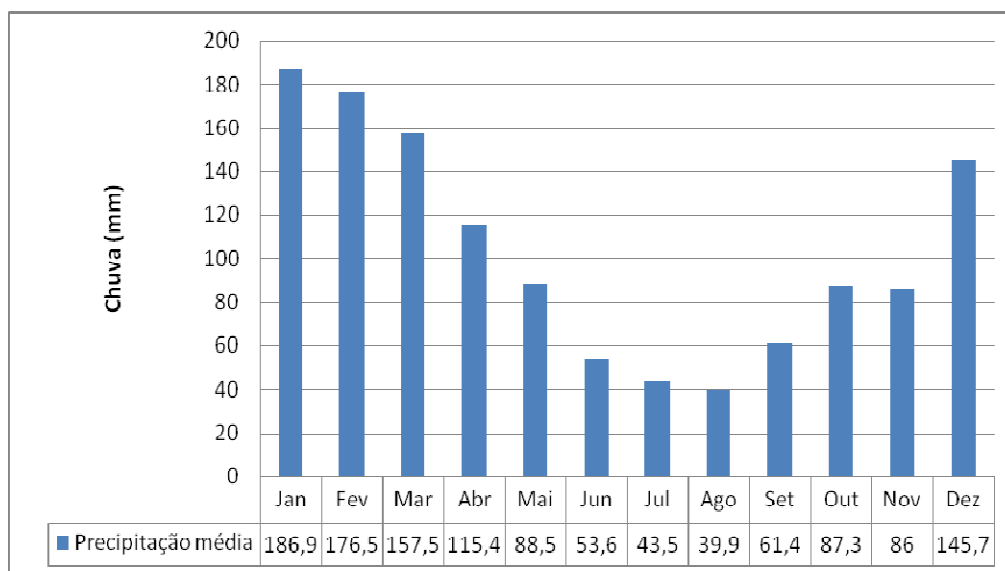
**Alta Pluviosidade - Área I** (2.219mm) localizada a oeste-sudoeste do município compreendendo Boracéia a Maresias, apresentando 5% de amplitude pluviométrica.

**Média Pluviosidade - Área II** (1.702mm) localizada ao norte da área urbana até o Município de Caraguatatuba, com amplitude reduzida a 3%.

**Baixa Pluviosidade - Área III** (1.463mm) correspondente à área urbana de São Sebastião e entorno, registrando os menores índices médios de pluviosidade e 9% de amplitude pluviométrica.

As diferenças pluviométricas no município e os menores índices pluviométricos na área urbana de São Sebastião (área III), são explicados por SANT'ANNA NETO (1990) em função da presença da Serra do Juqueriquerê e da Ilha de São Sebastião, configurando uma situação de “sombra de chuva” em relação às áreas I e II.

A precipitação média mensal para o município de São Sebastião, apresentada na Figura 5.1.1.2.1 - 5, foi estimada a partir de dados obtidos na estação pluviométrica E2-045, localizada bairro de São Francisco, a aproximadamente 4,8km de distância do empreendimento, e inserida, portanto, na área de baixa pluviosidade (III) definida por PEREIRA & NUNES.



**Figura 5.1.1.2.1 - 5: Precipitação média mensal no município de São Sebastião (Estação E2-045).**

Observa-se que os meses mais chuvosos no município são janeiro, fevereiro e março, enquanto os menos chuvosos são junho, julho e agosto.

Quando avaliados os valores de chuva máxima mensal no período dos últimos 10 anos de registro (1994 – 2004), verifica-se que os três maiores episódios ocorreram respectivamente nos meses de fevereiro (167,9mm), março (124,8mm), e janeiro (115,3mm), coincidindo com o período que apresenta os maiores índices de precipitação média.

O total anual médio nesta estação pluviométrica é de 1.242,9mm, valor inferior ao indicado nos estudos de PEREIRA & NUNES (1997), o que pode ser explicado pela diferença dos períodos históricos considerados. De qualquer forma, o total anual de chuvas obtido a partir dos dados de 1943 a 2004 reforça a compartimentação pluviométrica proposta pelos referidos autores, na qual a região que abrange a área urbana de São Sebastião e entorno apresenta os menores índices de chuva do município.

As chuvas acumuladas apresentam maior frequência nos meses de fevereiro, março, abril, janeiro e dezembro, quando se atingiu ou ultrapassou os 120 mm em três dias (NUNES & MODESTO, 1992).

Com relação à frequência de chuvas críticas, com maior potencial de ocasionar movimentos de massa e inundações no Município de São Sebastião, PEREIRA *et al.* (1995) conclui que as chuvas entre 70,1 e 1000mm, com frequência anual, e as chuvas entre 100,1 e 130mm, com frequência inferior a 3 anos, são relativamente homogêneas para todo o município, e que as três áreas do município podem ter ocorrências de chuvas intensas, com totais elevados e potencial catastrófico, sobretudo de novembro a abril (Instituto Geológico, 1996).

## E. Insolação média

Para a avaliação da insolação média foram utilizados dados da Estação INMET 83786, localizada no município de Ubatuba (serie histórica de 1961 – 1990), local mais próximo ao empreendimento que registra este parâmetro.

A insolação é um parâmetro meteorológico que expressa quanto tempo uma superfície recebe luz direta do sol, determinado pela interação entre nebulosidade (cobertura de nuvens) e comprimento do dia de uma determinada região.

A insolação média anual do município de Ubatuba é de 1.173,4 horas por ano, enquanto a nebulosidade média fica em torno de 6,6 décimos.

Conforme pode ser observado na Figura 5.1.1.2.1 - 6, o maior valor de insolação registrado ocorre no mês de julho (110 h), o que pode causar certo estranhamento à primeira vista, já que durante o inverno o comprimento do dia é menor do que nos meses de verão. No entanto, conforme demonstra a Figura 5.1.1.2.1 - 7 é justamente neste período em que se registra a menor cobertura de nuvens (4,9 décimos em junho e 5,1 décimos em julho), o que explica a ocorrência do maior valor de insolação em julho e não nos meses de verão.

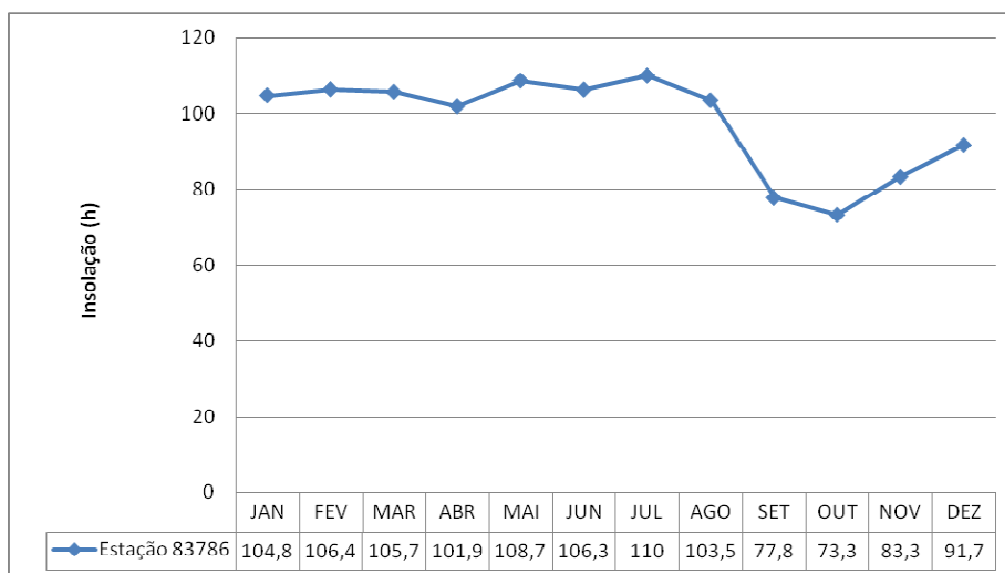
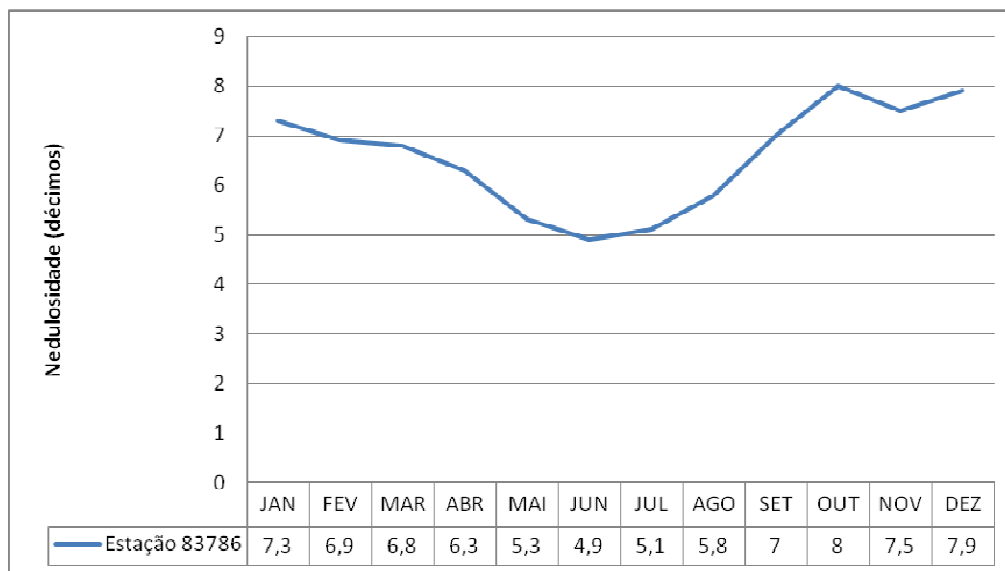


Figura 5.1.1.2.1 - 6: Insolação média em Ubatuba (Estação 83786).





**Figura 5.1.1.2.1 - 7: Nebulosidade média em Ubatuba (Estação 83786).**

Ainda, observa-se que, nos meses de verão, quando os dias são mais longos, a insolação não varia muito devido à grande cobertura de nuvens, geradas por atividades convectivas típicas da estação (Figura 5.1.1.2.1 - 7).

Com relação ao comprimento do dia em horas, este varia de 13,47h/dia em dezembro a 10,55 h/dia em junho, havendo uma variação de 2,92h durante o ano (TAROLA E MORELLATO, 2000).

## F. Ventos

A caracterização sobre este parâmetro meteorológico foi embasada principalmente nos dados da estação meteorológica de Caraguatatuba, no período de 2002 a 2005, apresentados no Estudo de Impacto Ambiental referente ao gasoduto Caraguatatuba – Taubaté da Petrobrás, elaborado pela consultoria Biodinâmica Engenharia e Meio Ambiente, em 2006. Justifica-se a utilização desta estação devido à falta de dados relativos a ventos no município de São Sebastião.

Inicialmente, cabe ressaltar a importância do entendimento do comportamento dos ventos no âmbito dos estudos de impacto ambiental, especialmente no caso de atividades com emissões atmosféricas significativas.

Enquanto principal parâmetro meteorológico responsável pela dispersão de poluentes atmosféricos, condições específicas de ventos podem tanto contribuir para a redução das concentrações de poluentes emitidos na baixa atmosfera, melhorando a qualidade do ar próximo à fonte emissora, quanto prejudicar a dispersão de poluentes próximos às fontes emissoras, como no caso de ventos fracos, por exemplo.

As Figuras 5.1.1.2.1 - 8 e 5.1.1.2.1 - 9 apresentam a variação mensal das velocidades médias do vento e a variação diária das velocidades médias no município de Caraguatatuba.

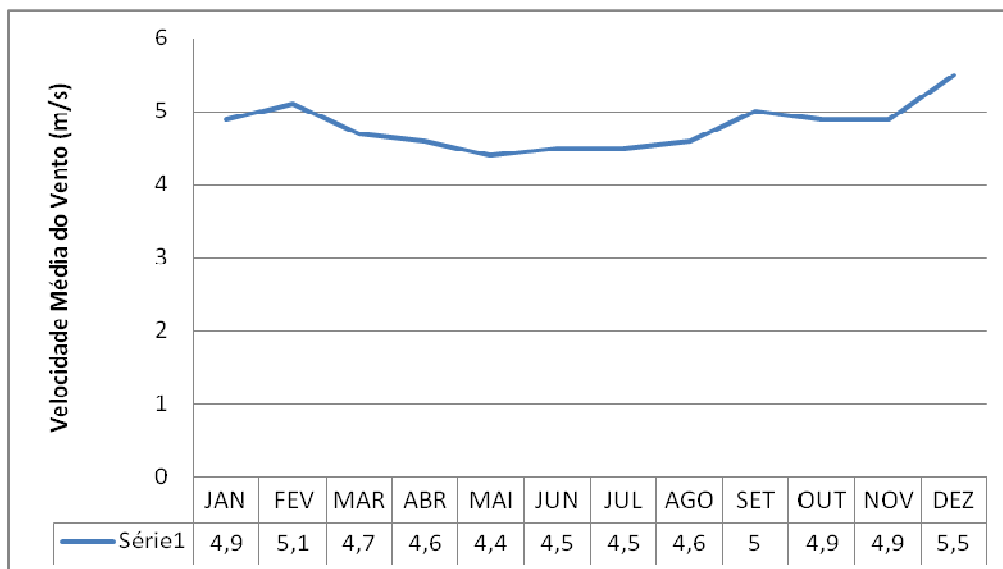


Figura 5.1.1.2.1 - 8: Variação mensal das velocidades médias do vento em Caraguatatuba.

Fonte: Adaptado de Biodinâmica, 2006.

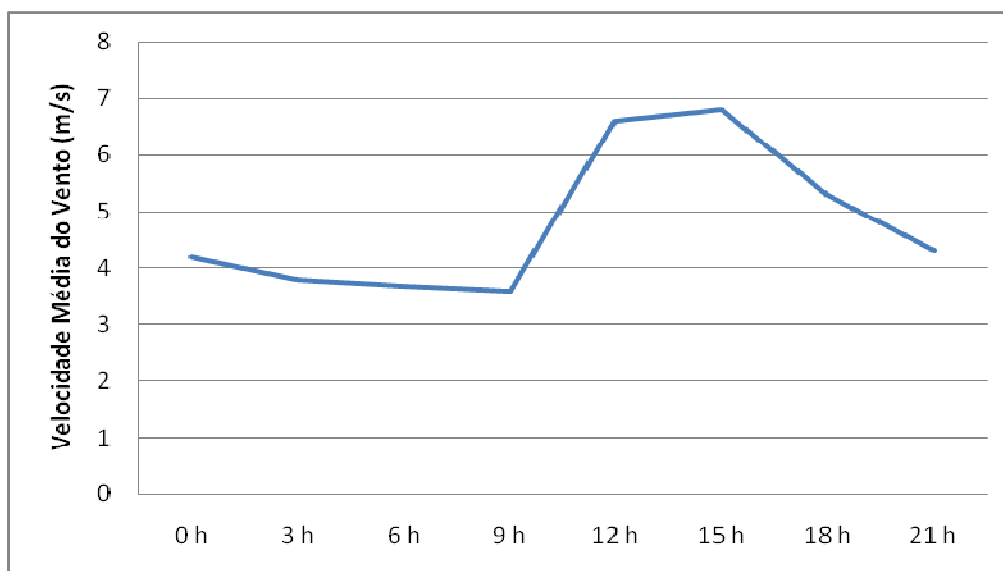


Figura 5.1.1.2.1 - 9: Variação diária das velocidades médias do vento em Caraguatatuba.

Fonte: Adaptado de Biodinâmica, 2006.

A velocidade média anual do vento em Caraguatatuba é de 4,8 m/s, direção predominante<sup>1</sup> W, ocorrência de calmaria<sup>2</sup> em 0,5% das observações e direção média<sup>3</sup> de NNE. Os menores valores registrados ocorrem em maio (4,4 m/s) e os maiores em dezembro (5,5 m/s), indicando a existência

<sup>1</sup> A direção predominante do vento corresponde a direção do vento com maior frequência de observação no período avaliado;

<sup>2</sup> Calmaria corresponde a uma situação de ventos com velocidade inferior a 0,5 m/s.

<sup>3</sup> Corresponde ao vetor resultante da soma vetorial do vento.

de boas condições de ventilação ao longo de todo o ano, e a conseqüente ausência de períodos desfavoráveis, mesmo nos meses com valores menos expressivos.

Com relação à velocidade dos ventos ao longo do dia (Figura 5.2.1 - 9), os ventos mais fracos são observados entre as 6 e 9h, quando a atmosfera ainda está estável, e os mais intensos entre 15 e 18 h. O valor mínimo registrado é de 3,6 m/s às 9 h e o máximo de 6,8 m/s, às 15 h.

- Ventos por classe de intensidade e direção

No que tange a distribuição dos ventos por classe de intensidade e direção (Tabela 5.1.1.2.1 - 1), observa-se a reduzida ocorrência de calmarias (0,5%) e predomínio dos ventos com velocidades entre 2 e 4 m/s (38,1%), sobretudo na direção W, seguido pelos ventos com velocidades entre 4 e 6 m/s (26,8%), o que indica condições bastante favoráveis à dispersão de poluentes atmosféricos no litoral de Caraguatubá e imediações. As principais direções do vento são a W, com 25,3% do total de ocorrências, e E (20,4%). No entanto, os ventos mais intensos (superior a 6 m/s) predominam na direção E (Tabela 5.1.1.2.1. - 1 e Figura 5.1.1.2.1 - 10).

**Tabela 5.1.1.2.1 - 1: Distribuição dos Ventos por Classes de Intensidade e Direção**

Direção dos ventos/ classe de intensidade (m/s)	0,5 - 1,0	1,0 - 2,0	2,0 - 4,0	4,0 - 6,0	6,0 - 8,0	> 8	Total (%)
N	0	0,5	0,9	0,6	0,2	0,1	2,3
NNE	0	0,4	0,6	0,3	0,3	0,4	2
NE	0	0,3	1,2	1	0,6	0,5	3,6
ENE	0,2	0,3	1,6	2	1,8	3,2	9
E	0,8	1,4	3,2	3,2	3,1	8,8	20,4
ESE	0	0,1	0,8	0,9	0,8	0,7	3,4
SE	0	0,1	0,4	0,4	0,2	0,3	1,5
SSE	0	0,1	0,2	0,1	0	0	0,6
S	0	0,3	0,4	0,1	0	0	0,7
SSW	0	0,3	0,5	0,1	0	0	1
SW	0	0,4	1,6	0,6	0,5	0,3	3,4
WSW	0	0,7	3,4	1,6	1,1	0,6	7,4
W	0	1,2	13,2	9,4	1,3	0,2	25,3
WNW	0	0,4	6,4	5,3	0,4	0,1	12,8
NW	0	0,5	2,7	0,7	0,1	0,1	4,1
NNW	0,1	0,4	1,1	0,5	0	0	2
Sub total	1,2	7,4	38,1	26,8	10,5	15,4	99,5
Calmarias							0,5
Total							100

Fonte: Adaptado de Biodinâmica, 2006.

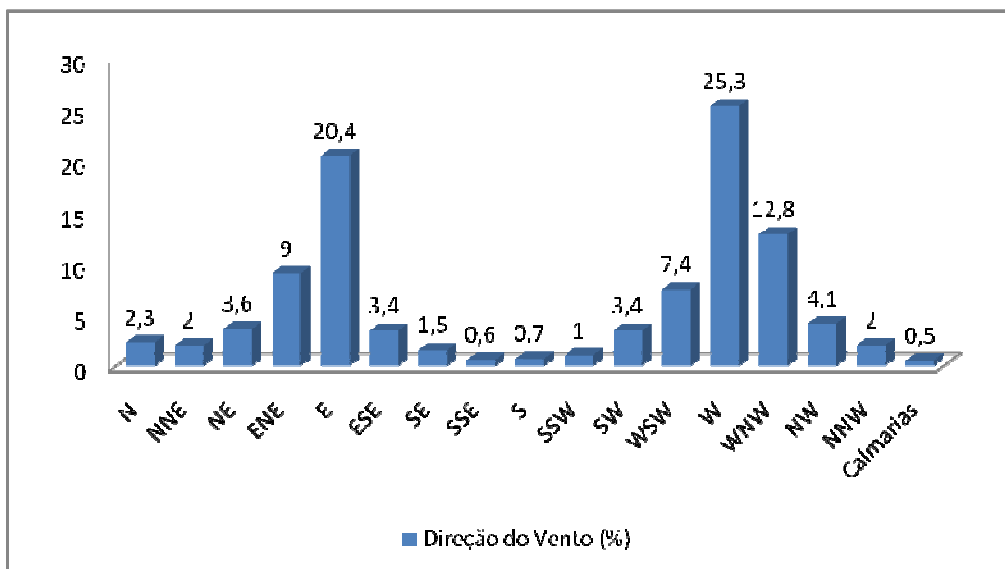


Figura 5.1.1.2.1 - 10: Distribuição dos ventos por direção.

Fonte: Adaptado de Biodinâmica, 2006.

- Direção média do vento resultante

Para uma melhor compreensão sobre a direção dos ventos, além da análise da velocidade realizada por frequência de classes de intensidade e direção (vento predominante), apresentada no item anterior, recomenda-se a utilização da média vetorial, para fornecer a direção média do vento (direção do vento resultante).

O vento resultante, diferentemente do vento predominante, que indica a direção que este soprou a maior parte do tempo, caracteriza a resultante da sobreposição da direção de ventos que podem ser distintas, expressando um deslocamento horizontal mais efetivo das massas de ar.

O vento resultante (médias anual e mensais) é representado através de rosas-dos-ventos, Figuras 5.1.1.2.1 - 11 e 5.1.1.2.1 - 12, onde os círculos tracejados correspondem as frequências de cada direção observada, as cores correspondem as diferentes velocidades do vento, e a linha vermelha corresponde ao vetor vento resultante.

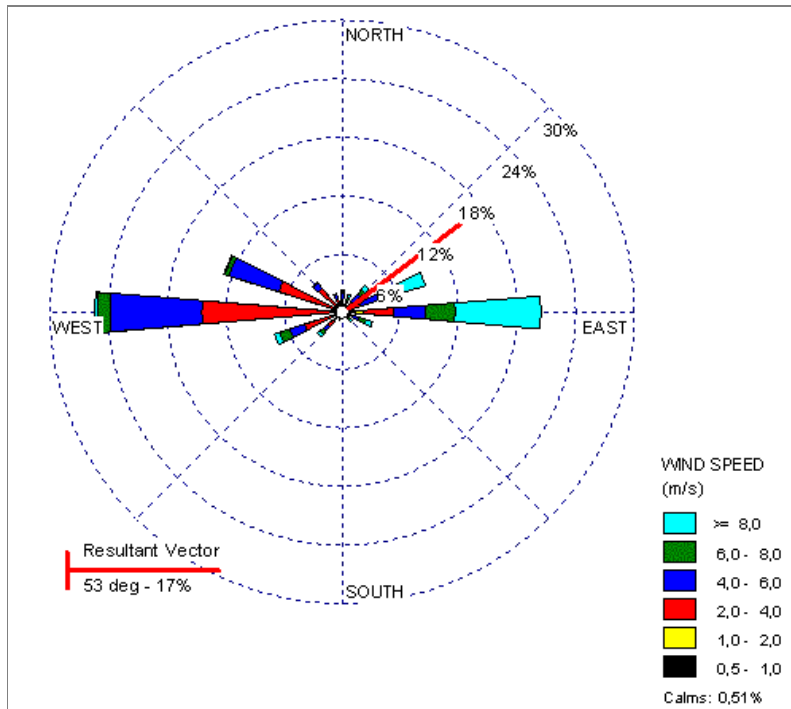


Figura 5.1.1.2.1 - 11: Rosa-dos-ventos anual de Caraguatatuba.

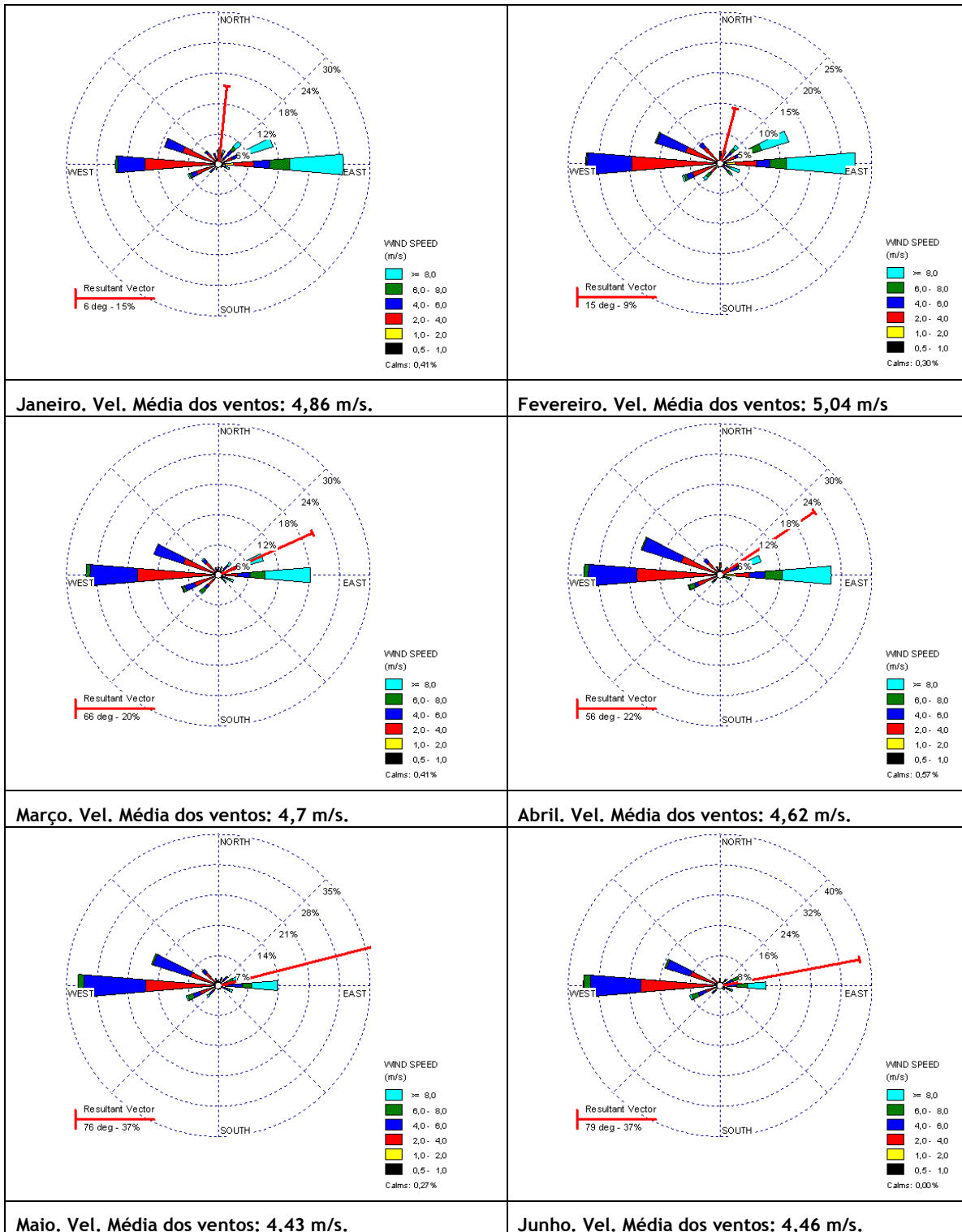


Figura 5.1.1.2.1 - 12: Rosa-dos-ventos de Caraguatatuba (2002 a 2005) para os meses de janeiro a junho.

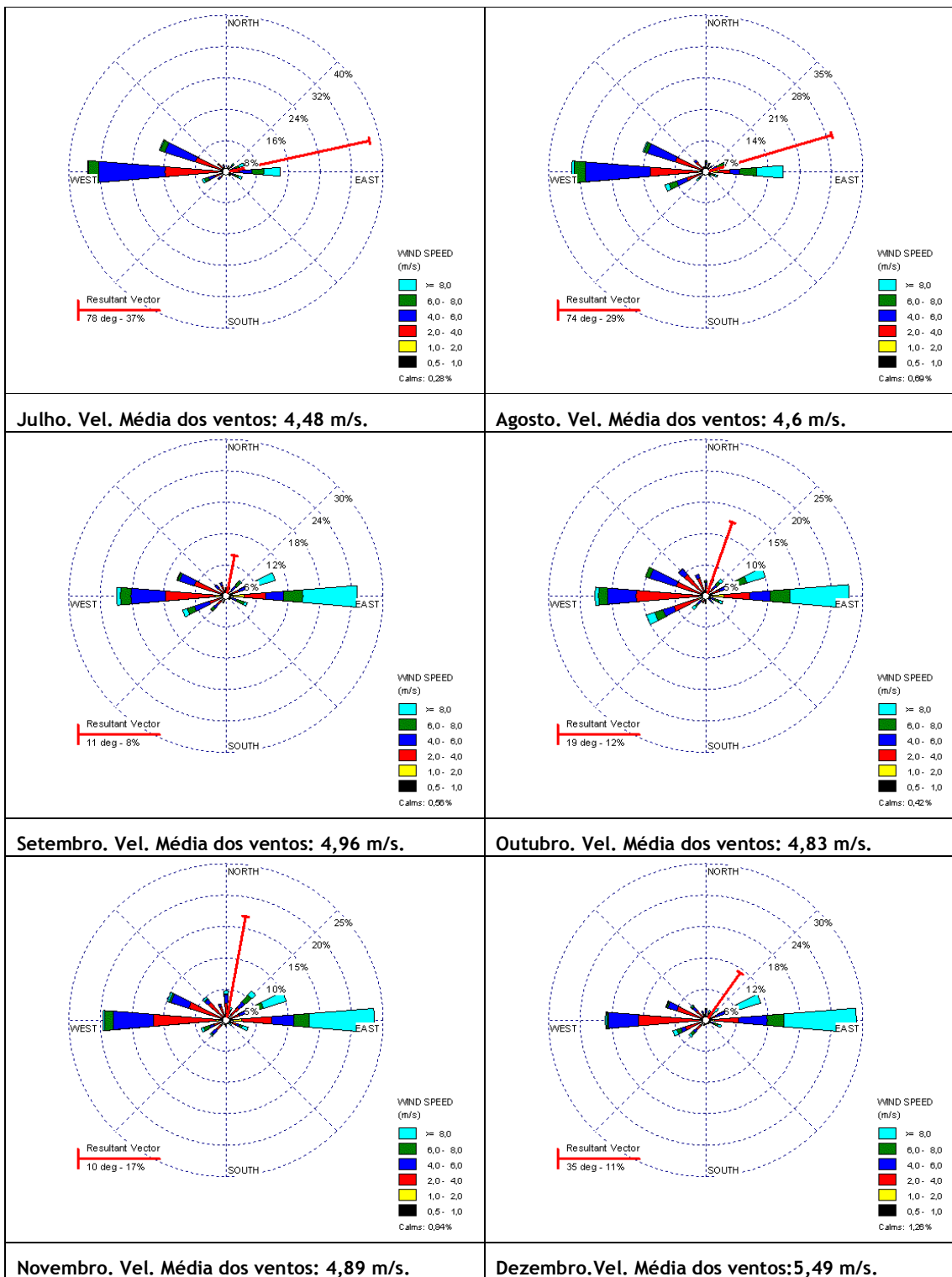


Figura 5.1.1.2.1 - 12 (continuação): Rosa-dos-ventos de Caraguatatuba (2002 a 2005) para os meses de julho a dezembro.

As Figuras 5.1.1.2.1 - 11 e 5.1.1.2.1 - 12 demonstram que a circulação da brisa marítima ocorre durante todo o ano. Entre setembro e fevereiro, os ventos mais intensos são do quadrante leste, seguidos dos ventos mais fracos de oeste. Durante o outono, as frequências de ventos de leste diminuem e, no inverno, a incidência dos ventos de oeste supera significativamente a dos ventos de leste.

Entre março e agosto, as direções médias dos ventos são dos quadrantes NE e Leste. Nos demais meses, dominam direções médias dos quadrantes N e NNE, variação que pode estar associada à interação entre o deslocamento do Anticiclone Subtropical do Atlântico Sul e as variações na circulação da brisa marítima.

### 5.1.2. Qualidade do Ar

A qualidade do ar de uma região é um fenômeno dinâmico e complexo, envolvendo a geração e emissão de poluentes ou seus precursores por fontes naturais e antropogênicas, bem como a dispersão desses poluentes, que apresenta, em geral, grandes variações no espaço e no tempo.

Estas variações devem-se principalmente às condições meteorológicas que dispersam os poluentes e que são, por sua vez, extremamente variáveis e influenciadas por outros fatores, como por exemplo, pela topografia. Outra causa desta variação espaço-temporal é a variação da taxa de emissão de poluentes pelas mais variadas fontes e as inúmeras transformações pelas quais os poluentes passam, seja sua reação com outros poluentes ou com a umidade ambiente, sedimentação, ou deposição.

Todas essas transformações definirão o grau de alteração em relação à quantidade e qualidade de substâncias que tornam o ar nocivo à saúde pública, prejudicial aos materiais, à fauna e à flora. A determinação das concentrações dessas substâncias no ar permite medir o grau de exposição que os receptores como o homem, os animais, as plantas e os materiais estão sujeitos.

É difícil estabelecer padrões de qualidade do ar suportáveis pelos seres vivos, sendo que as formas de absorção de substâncias indesejáveis podem ocorrer de uma maneira direta, que é a própria exposição a uma concentração conhecida em um determinado tempo, ou de maneira indireta, que é a ingestão de alimentos e/ou água contaminada por essa mesma substância presente na área de influência de uma fonte geradora.

As fontes de emissão atmosféricas podem ser classificadas genericamente como fontes móveis e fontes estacionárias (por exemplo, as chaminés de uma indústria) e fontes difusas (por exemplo, áreas agriculturáveis). As fontes móveis são também classificadas como fontes rodoviárias (automóveis, caminhões, ônibus) e fontes não rodoviárias (por exemplo: equipamentos de construção; guindastes; equipamentos manuseio de cargas em pátios; locomotivas e navios).

A análise da qualidade do ar permite uma avaliação sistemática do grau de alteração causado por essas fontes de emissão. A avaliação da qualidade do ar deve seguir metodologias reconhecidas e muitas vezes requerem o uso de tecnologias avançadas, tais como equipamentos automáticos e



contínuos de monitoramento do ar, e também conhecimentos de química atmosférica e meteorologia, para melhor avaliação e interpretação dos dados obtidos.

A medição da qualidade do ar deve fornecer dados com boa resolução e acompanhamento da natureza dinâmica do fenômeno, assim como representatividade espaço-temporal. O monitoramento do ar é feito com diversas finalidades e, entre essas, ressaltamos aqui o acompanhamento dos níveis dos poluentes no ar para fins de comparação com os Padrões de Qualidade do Ar e para a verificação do impacto de fontes específicas (ASSUNÇÃO, 2007).

### **5.1.2.1. Parâmetros, Padrões e Índices de Qualidade do Ar**

Os níveis de referência servem para diferenciar a atmosfera poluída da atmosfera não poluída. Do ponto de vista legal, o nível de referência deveria ser o nível máximo de poluentes na atmosfera que não ocasionasse efeitos indesejáveis. Em geral, esses níveis são estabelecidos a partir de dados científicos de dose-resposta, obtidos por estudos toxicológicos e ou epidemiológicos, ou mesmo por estudo de efeitos em vegetais e materiais inertes e também por informações de episódios ocorridos em diversas regiões do globo (LIMA *et al*, 2008).

O nível de referência, sob o aspecto legal, é denominado Padrão de Qualidade do Ar. A Organização Mundial da Saúde (OMS) alterou, em outubro de 2005, os níveis mínimos recomendados para a poluição do ar em todo o mundo. Pelos novos índices estabelecidos pela OMS, a média diária recomendada para partículas inaláveis foi reduzida a um terço: passou de 150  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  (microgramas por metro cúbico) para 50  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ . O ozônio baixou de 160  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  para 100  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  a média de 1 hora máxima. O dióxido de enxofre teve a média diária reduzida de 100  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  para 20  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ . O dióxido de nitrogênio não sofreu alterações, permanecendo o índice de 200  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  para a média de 1 hora máxima. Outros poluentes não foram avaliados (WHO, 2005). Os novos níveis de qualidade do ar definidos pela OMS dependem de decisões de cada governo para serem implementados.

No Brasil, os Padrões de Qualidade do Ar estão definidos pela Resolução CONAMA nº 3 de 28/06/1990 (BRASIL, 1990) e são válidos para todo o território nacional, conforme apresentado na Tabela 5.1.2.1 - 1.

**Tabela 5.1.2.1 - 1: Padrões Nacionais de Qualidade do Ar - Resolução CONAMA 03/90**

POLUENTE	TEMPO DE AMOSTRAGEM	PADRÃO PRIMÁRIO $\mu\text{g}/\text{m}^3$	PADRÃO SECUNDÁRIO $\mu\text{g}/\text{m}^3$	MÉTODO DE MEDIÇÃO
Partículas totais em suspensão	24 horas <sup>1</sup>	240	150	Amostrador de grandes volumes
	MGA <sup>2</sup>	80	60	
Partículas inaláveis	24 horas <sup>1</sup>	150	150	Separação inercial/filtração
	MAA <sup>3</sup>	50	50	
Fumaça	24 horas <sup>1</sup>	150	100	Refletância
	MAA <sup>3</sup>	60	40	
Dióxido de enxofre	24 horas <sup>1</sup>	365	100	Pararosanilina
	MAA <sup>3</sup>	80	40	
Dióxido de nitrogênio	1 hora	320	190	Quimiluminescência
	MAA <sup>3</sup>	100	100	
Monóxido de carbono	1 hora <sup>1</sup>	40.000	40.000	Infravermelho não dispersivo
		35 ppm	35 ppm	
	8 horas <sup>1</sup>	10.000	10.000	
		9 ppm	9 ppm	
Ozônio	1 hora <sup>1</sup>	160	160	Quimiluminescência

1 - Não deve ser excedido mais que uma vez ao ano.

2 - Média geométrica anual.

3 - Média aritmética anual

Fonte: Brasil. Resolução CONAMA n°3, de 28.06.1990. Modificada

A mesma resolução estabelece ainda os critérios para episódios agudos de poluição do ar. A declaração dos estados de Atenção, Alerta e Emergência requer, além dos níveis de concentração atingidos, a previsão de condições meteorológicas desfavoráveis à dispersão dos poluentes (CETESB, 2008).

**Tabela 5.1.2.1 - 2 Critérios para episódios agudos de poluição do ar. Resolução CONAMA n° 03 de 28/06/90.**

PARÂMETROS	ATENÇÃO	ALERTA	EMERGÊNCIA
Partículas totais em suspensão ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) - 24h	375	625	875
Partículas inaláveis ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) - 24h	250	420	500
Fumaça ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) - 24h	250	420	500
Dióxido de enxofre ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) - 24h	800	1.600	2.100
SO <sub>2</sub> X PTS ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) - 24h	65.000	261.000	393.000
Dióxido de nitrogênio ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) - 1h	1.130	2.260	3.000
Monóxido de carbono (ppm) - 8h	15	30	40
Ozônio ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) - 1h	400*	800	1.000

\*O nível de atenção é declarado pela CETESB com base na Legislação Estadual que é mais restritiva(200 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ).

Fonte: CETESB, 2008

A Legislação Estadual 8468 de 08/09/76 (BRASIL, SÃO PAULO 1976), também estabelece padrões de qualidade do ar e critérios para episódios agudos de poluição do ar, mas abrange um número menor de parâmetros. Os parâmetros fumaça, partículas inaláveis e dióxido de nitrogênio não têm padrões e critérios estabelecidos na Legislação Estadual. Os parâmetros comuns às legislações federal e estadual têm os mesmos padrões e critérios, com exceção dos critérios de

episódio para ozônio. Neste caso a Legislação Estadual é mais rigorosa para o nível de atenção ( $200\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) (CETESB, 2008).

Para simplificar o processo de divulgação da qualidade do ar foi desenvolvida uma ferramenta conhecida como Índice de Qualidade do Ar, baseado no PSI - *Pollutant Standards Index* desenvolvido pela EPA, EUA, que tem por finalidade a divulgação de dados de qualidade do ar de forma acessível à população em geral.

O Índice de Qualidade do Ar pode ser definido como um sistema que transforma os valores das concentrações dos poluentes em números adimensionais com os quais têm-se uma relação direta com a qualidade do ar de uma dada região. O índice é obtido por uma função linear segmentada, onde os pontos de inflexão são os padrões de qualidade do ar.

A estrutura do índice de qualidade do ar contempla, conforme a Resolução CONAMA nº 03/90, os seguintes parâmetros: dióxido de enxofre ( $\text{SO}_2$ ), Partículas Totais em Suspensão (PTS), Partículas Inaláveis (PI), fumaça (FMC), monóxido de carbono (CO), ozônio ( $\text{O}_3$ ) e dióxido de nitrogênio ( $\text{NO}_2$ ). A Tabela 5.1.2.1-3 apresenta o índice de qualidade.

**Tabela 5.1.2.1 - 3: Estrutura do Índice de Qualidade do Ar**

Qualidade	Índice	MP10 ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	O3 ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	CO (ppm)	NO2 ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	SO2 ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	Significado
Boa	0 - 50	0 - 50	0 - 80	0- 4,5	0 - 100	0 - 80	Praticamente não há risco a saúde.
Regular	51 - 100	> 50 - 150	> 80 - 160	> 4,5 - 9	>100 - 320	>80 - 365	Pessoas de grupos sensíveis (crianças, idosos e pessoas com doenças respiratórias e cardíacas), podem apresentar sintomas como tosse seca e cansaço. A população em geral não é afetada.
Inadequada	101 - 199	> 150- 250	>160 - 200	>9 - 15	>320 - 1130	>365 - 800	Toda a população pode apresentar sintomas como tosse seca, cansaço, ardor nos olhos, nariz e garganta. Pessoas de grupos sensíveis (crianças, idosos e pessoas com doenças respiratórias e cardíacas), podem apresentar efeitos mais sérios na saúde.
Má	200 - 299	>250 - 420	>200 - 800	>15 - 30	> 1130 - 2260	>800 - 1600	Toda a população pode apresentar agravamento dos sintomas como tosse seca, cansaço, ardor nos olhos, nariz e garganta e ainda apresenta falta de ar e respiração ofegante. Efeitos ainda mais graves à saúde de grupos sensíveis (crianças, idosos e pessoas com doenças respiratórias e cardíacas)
Péssima	> 299	>420	>800	>30	>2260	>1600	Toda a população pode apresentar sérios riscos de manifestação de doenças respiratórias e cardiovasculares. Aumento de morte prematura em pessoas de grupos sensíveis.

Fonte: Relatório de Qualidade do AR no Estado de São Paulo, 2007 – CETESB, 2008

### 5.1.2.2. Metodologia

Na região estudada inexistem estações de monitoramento sistemático das concentrações de emissões atmosféricas, que poderiam fornecer séries históricas abrangentes e consistentes sobre a qualidade do ar no município. Com isso, para a representação da qualidade do ar, considerando a carência de dados de monitoramento na região, optou-se pela utilização de dois métodos principais.

O primeiro consiste no monitoramento da qualidade do ar na área diretamente afetada e o segundo considera a estimativa das emissões futuras, através de metodologias utilizadas e reconhecidas pelos órgãos ambientais, abordando o seguinte procedimento:

- Monitoramento do material particulado na área de influência;
- Comparação dos dados registrados pelo monitoramento do MP com os padrões da qualidade do ar estabelecidos pela Resolução CONAMA nº 03 de 28/06/90 e adotados pela CETESB e com os índices de qualidade do ar;

#### **5.1.2.2.1. Método de amostragem**

A metodologia empregada na coleta e determinação da concentração de Partículas Totais em Suspensão (PTS) está descrita na norma da Associação Brasileira de Normas Técnicas - ABNT sob o número e título: NBR 9547 – “Material Particulado em Suspensão no Ar Ambiente - Determinação da Concentração Total pelo Método do Amostrador de Grande Volume”. Este método é referendado também pela Resolução CONAMA nº 003 de 28/06/1990 (Método de Amostrador de Grandes Volumes para o parâmetro Partículas Totais em Suspensão).

O princípio básico é a aspiração de um volume de ar através de um amostrador conhecido como “High Volume Sampler”. O ar é conduzido para um compartimento fechado no interior do qual se encontra o elemento filtrante. O fluxo de ar deve estar entre 1,13 e 1,70 m<sup>3</sup>/min para permitir que partículas entre 0,1 e 100 microns sejam retidas nos poros dos filtros. A concentração de partículas totais em suspensão é calculada dividindo-se a massa de partículas retidas no filtro pelo volume de ar amostrado.

A amostragem de PTS foi realizada utilizando-se 02 (dois) amostradores de grandes volumes (Hi-Vol) da Energética, que foram calibrados nos pontos de amostragem, utilizando um calibrador da Energética, devidamente calibrado na CETESB, conforme apresentado no Anexo 5.1.2.2.1 – 1

#### **5.1.2.2.2. Amostragem**

Para a amostragem foram considerados dois pontos, sendo que o primeiro corresponde a área próxima a portaria da Cia. Docas de São Sebastião (Ponto 01), e o segundo ponto corresponde a área do ex-presídio da Delegacia de Polícia de São Sebastião (Ponto 02), situado ao lado da Delegacia Seccional de São Sebastião, nas esquinas da Rua Armando Sales de Oliveira com a Rua Floriano Peixoto.

Esses locais foram selecionados por se situarem próximos ao empreendimento e na região que recebe o maior impacto das emissões devido ao seu posicionamento em relação à direção dos ventos predominantes.

O Ponto 01 recebe influências das emissões geradas nas atividades do porto, como carregamento de caminhões de diversas cargas secas, trânsito de caminhões, carga e descarga de produtos. O

Ponto 02 recebe as influências das emissões geradas no centro de São Sebastião e bairros vizinhos a norte do porto.

O monitoramento foi realizado no período de 14 a 21 de maio de 2009, os pontos foram definidos por serem representativos, pois estão na área de influência direta do empreendimento e vias que serão utilizadas, vide Figura 5.1.2.2.2 – 1.

**Tabela 5.1.2.2.2 - 1 - Localização dos Pontos de monitoramento.**

Ponto	Período monitorado	Localização (UTM - fuso 23k)	Poluente
Portaria (Ponto 01)	14 a 21 de maio 2009	458900 E 7367063 N	PTS
Ex-presídio (Ponto 02)	14 a 21 de maio 2009	458536 E 7736785 N	PTS



**Figura 5.1.2.2.2 - 1 - Croqui de Localização dos pontos de amostragem**

### 5.1.2.2.3. Avaliação dos Resultados da Amostragem

Os resultados do monitoramento obtidos pela campanha de maio de 2009, período de 14 a 21, estão apresentados na Tabela 5.1.2.2.3 - 1. Esses valores foram comparados com o padrão primário e secundário estabelecidos pela CONAMA nº03 de 1990 para o poluente monitorado (PTS).

**Tabela 5.1.2.2.3 - 1: Concentrações Diárias de Partículas Totais em Suspensão**

Data	PTS (µg/sm <sup>3</sup> )	
	Ponto 01	Ponto 02
14-15/05/2009	45	42
15-16/05/2009	32	21
16-17/05/2009	72	26
17-18/05/2009	41	19
18-19/05/2009	101	31
19-20/05/2009	157	32
20-21/05/2009	109	20

Fonte: Monitoramento campanha de 14 a 21 de maio de 2009

Durante o monitoramento observa-se que não houve a ultrapassagem em nenhuma das medições do padrão primário de qualidade do ar de 240 µg/sm<sup>3</sup> estabelecido pelo CONAMA. Houve apenas uma ultrapassagem do padrão secundário que é de 150 µg/sm<sup>3</sup>, no Ponto 01, no monitoramento do dia 19-20/05/2009. Nesse dia, a predominância dos ventos estava na direção sudeste (da cidade para o mar), ou seja, o PTS monitorado foi oriundo das atividades da cidade.

Nota-se uma maior concentração dos níveis de PTS a partir do dia 18, isso se deve ao aumento considerável no movimento de caminhões que transportavam a barrilha descarregada do navio Carrara Castle para armazém situado fora do porto.

Considerando que todas as outras medições estão muito abaixo dos padrões estabelecidos pelo CONAMA, pode-se afirmar que o ar da região para Partículas Totais em Suspensão apresentou-se em boa qualidade durante o período de medição. O Relatório de Amostragem de Qualidade do Ar é apresentado na íntegra junto ao Anexo 5.1.2.2.1 - 1

### 5.1.2.3. Emissões Atmosféricas provenientes das atividades do Porto

Nos portos, as emissões atmosféricas a serem consideradas são as geradas pelas embarcações marítimas e as fontes resultantes das operações terrestres. As fontes marítimas são primordialmente originadas pelos motores de combustão interna de navios, barcos pesqueiros, rebocadores, dragas, ferryboats e outras embarcações. As fontes baseadas em terra incluem os equipamentos de manuseio de cargas como tratores, guindastes, caminhões de alta capacidade, empilhadeiras, locomotivas e outros veículos operando dentro da área portuária. Estas fontes também se caracterizam basicamente por seus acionamentos por motores a diesel. Outras fontes referem-se às emissões de

poeias fugitivas decorrentes do manuseio de materiais sólidos recebidos a granel e ressuspensão de poeias acumuladas sobre os pisos.

Para as emissões provenientes das embarcações, não existem leis brasileiras que limitam a emissão dos poluentes provenientes desses tipos de fontes, porém, existe uma norma internacional denominada MARPOL 73/78 que estabelece uma série de regras destinadas a prevenir e minimizar a poluição proveniente de navios, dos estados e países signatários dessa norma.

A MARPOL foi instituída pela Convenção Internacional para a Prevenção da Poluição por Navios de 1973, alterada pelo protocolo de 1978. Essa convenção estabeleceu o controle da poluição do ar, através do anexo VI que entrou em vigor em maio de 2005. Esse anexo está em fase de processo de ratificação no Senado Federal Brasileiro. Sendo que até 20/03/2009, 54 países, representando 82,65% da Arqueação Bruta da frota marítima mercante internacional ratificaram o referido anexo (MARINHA DO BRASIL, 2009).

A regulamentação aplica-se a todos os navios com motores de potência igual ou superior a 130 kW construídos a partir de 1º de janeiro de 2000. O controle da poluição é estabelecido de maneira indireta, com modificações nos motores e com a limitação do teor de enxofre nos combustíveis utilizados, o qual não deverá ultrapassar de 4,5% m/m. Inclui também zonas especiais de controle das emissões de SO<sub>x</sub>, com o controle mais rigoroso do teor de enxofre nos combustíveis, sendo de 1,5% m/m e outras medidas que possam reduzir a emissão desse poluente nessas zonas, que compreende a região do Mar Báltico e Mar do Norte, sendo que os navios podem utilizar teores distintos de enxofre nas outras áreas.

Os navios, provenientes de países signatários da convenção que efetuam viagens internacionais devem ter a bordo certificados que podem ser aceitos em alguns portos estrangeiros como elementos de prova de que o navio cumpre os requisitos da MARPOL (INTERNATIONAL MARITIME ORGANIZATION, 2009). Vale ressaltar que o Brasil é signatário da MARPOL, porém aprovou com restrições os textos desta Convenção, através do Decreto Legislativo nº 2508/98 de 04/03/1998.

Alguns países/estados adotaram suas próprias medidas para limitar os níveis de emissões de NO<sub>x</sub>, SO<sub>x</sub> e MP, como Suécia Japão e o estado da Califórnia, que decidiram limitar os níveis de emissões de NO<sub>x</sub> e SO<sub>x</sub> a valores inferiores dos impostos pela IMO (Organização Marítima Internacional).

Outra fonte considerável de emissão são os gases provenientes da circulação veicular. As principais preocupações com emissões atmosféricas de um motor combustão interna utilizando combustível líquido derivado de petróleo incluem os óxidos de nitrogênio (NO<sub>x</sub>), óxidos de enxofre (SO<sub>x</sub>) e material particulado (PM) e ocorrem também emissões de outros gases tóxicos resultantes da combustão incompleta dos combustíveis, como o monóxido de carbono (CO); compostos orgânicos voláteis (VOC) e hidrocarbonetos (HC).

Para os veículos movidos a diesel, existe uma grande preocupação quanto à emissão do material particulado, medido através da fumaça preta que saem dos escapamentos. A legislação Estadual Lei 997, de 31 de maio de 1.976 - aprovada pelo Decreto Estadual n.º 8.468, de 8 de setembro do

mesmo ano, estipula que a densidade colorimétrica da fumaça preta emitida pelos veículos à diesel não deverá ultrapassar o padrão 2 da Escala Ringelmann.

Outro fator aplicável quanto à emissão de poluentes por veículos a Diesel é a estimativa elaborada pela CETESB, que considera um fator de emissão médio de emissão para cada quilômetro, conforme apresentado na Tabela 5.1.2.3 - 1. Esses fatores são importantes porque definem quanto a circulação veicular pode liberar de poluentes na área do limite do porto.

**Tabela 5.1.2.3 - 1: Fatores Médios de Emissão de Veículos Movidos a Diesel**

Poluente	CO	HC	NOx	SOx	MP
Fatores de emissão g/km	14,2	2,21	10,28	0,14	0,52

Fonte: Relatório de Qualidade do Ar, CETESB, 2007

Para estimar a quantidade de emissão dos principais poluentes referente à circulação veicular na região Porto, foram considerados os fatores de emissão elaborados pela CETESB apresentados na Tabela 5.1.2.4 - 1, considerando a quantidade de caminhões e os quilômetros percorridos dentro do Porto no início da operação, após ampliação, até os picos máximos no decorrer dos anos.

A demanda de veículos no primeiro ano de operação, 2012 corresponde à 3.256 caminhões/dia, prevendo a demanda de crescimento do escoamento de produtos pelo Porto, foi considerado que no ano de 2020 a circulação de caminhões chegará a aproximadamente 5.780 caminhões/dia e em 2034 a circulação de caminhões chegará a 9.821 caminhões/dia. Arbitrando-se este tráfego dentro do Porto, a carga de poluentes relativa a essa fonte encontra-se expressa na Tabela 5.1.2.3 - 2. Os valores foram obtidos pela multiplicação dos respectivos fatores de emissão pelo número de veículos e o comprimento da respectiva categoria de via. Foi considerado que os caminhões percorrem 8 km, sendo 2 km (ida e volta) dentro do Porto e mais 6 km entrada da cidade até o porto e saída do porto até a saída da cidade.

**Tabela 5.1.2.3 - 2: Fatores Médios Diários de Emissão**

Poluente	CO	HC	NOx	SOx	MP
Fatores de emissão kg/dia Ano de 2012	368,88	57,56	267,77	3,64	13,54
Fatores de emissão kg/dia Ano de 2020	656,60	102,19	475,34	6,47	24,04
Fatores de emissão kg/dia Ano de 2020	1.115,66	173,63	807,67	10,99	40,85

Os cálculos aqui apresentados são estimativos e restringem-se à área de 8km apresentadas e parte de base conservativa, sendo que a quantidade diária de caminhões pode ser menor do que a apresentada.

Existe, ainda, a emissão proveniente das operações com produtos pulverulentos descarregados no Porto. Os principais produtos com potencial de emissão atmosférica são barrilha, cevada, enxofre e



sulfato de sódio. Prevê-se que, com a ampliação do porto, estes produtos sejam movimentados em maior escala.

A emissão de poeiras fugitivas foi objeto de atuação dos agentes ambientais da CETESB no ano de 1998, quando as operações de descarga de granéis sólidos, com destaque à barrilha e sulfato de sódio, liberavam poeiras para atmosfera, principalmente durante a movimentação entre as moegas e os caminhões.

Com o objetivo de eliminar a possibilidade de ocorrência desse tipo de poluição, foi efetuado trabalho conjunto entre a CETESB, Autoridade Portuária e Operadores Portuários, buscando sanar os problemas relacionados à movimentação de granéis sólidos. Após constatação, pelo órgão ambiental, de que as adequações nos procedimentos operacionais e equipamentos utilizados nestas operações atenderam as recomendações técnicas da CETESB, foi emitido em 11 de agosto de 2008, Ofício da Agência Ambiental Unificada de Ubatuba- CETESB (nº158/08 – CMU), apontando como adequado os procedimentos utilizados para este tipo de operação com granéis pulverulentos no Porto Público de São Sebastião. Tais medidas serão adotadas na ampliação do porto, conforme apresentado na caracterização do empreendimento.

Outro fator a ser considerado quanto à movimentação de cargas no porto é o potencial de geração de odor de cada produto. Os odores não têm limites impostos pela legislação, sendo que as maiores dificuldades encontradas para a definição de parâmetros residem na capacidade diferenciada das pessoas em detectá-los e no fato dos mesmos não serem definidos como contaminantes. Geralmente o odor é definido por parâmetros de percepção, ou seja, quando ultrapassa os limites físicos de um empreendimento e atinge a população vizinha, causando incômodos, o empreendimento pode ser alvo de atuação para adequação das suas atividades.

No caso das atividades do porto, as cargas atualmente movimentadas têm um potencial insignificante de geração de odores. Os novos produtos a serem comercializados com a ampliação do empreendimento, tais como açúcar, etanol, enxofre, trigo, veículos e contêiner, também não possuem potencial de emissão de substância odorífera. Alguns produtos que irão ser movimentados com a ampliação, como por exemplo, ração animal e animais vivos, podem gerar odores, porém foram previstas medidas de controle, que estão abordadas nesse estudo, a fim de evitar qualquer tipo de geração de odor extra-muro. Desta forma, o porto continuará sem gerar odores que possam incomodar as comunidades do entorno.

### **5.1.3. Geologia e Geomorfologia**

#### **5.1.3.1. Procedimentos Metodológicos**

A caracterização geológica e geomorfológica apresentada a seguir foi realizada inicialmente pela consulta à bibliografia disponível sobre a região em questão, incluindo-se dissertações, teses, relatórios técnicos, artigos científicos e mapas temáticos.

Enquanto a análise regional baseou-se exclusivamente em informações pré-existentes, as informações locais, referentes às áreas de influência do empreendimento, foram complementadas

com análise de carta topográfica (escala 1:10.000), interpretação de fotografias aéreas (escala 1:10.000) e observações efetuadas em trabalho de campo.

As cartas topográficas forneceram informações sobre as altitudes e declividades/comprimento das vertentes, enquanto as fotografias aéreas permitiram a delimitação fisiográfica dos principais compartimentos geomorfológicos e geológicos das áreas em questão.

Os trabalhos de campo foram realizados nos dias 21 e 22 de abril de 2009, tendo sido percorrida toda a AII, AID e ADA. Na AII e AID, foi dada ênfase à bacia do córrego Mãe Izabel, já que esta é a principal bacia hidrográfica das áreas de influência e corresponde à principal área de contribuição de águas e sedimentos continentais à baía do Araçá. Foram observados aspectos relativos à forma dos topos e vertentes, limite entre vertentes e planície litorânea, litologias aflorantes e aspectos relacionados aos principais cursos d'água da área.

A visita ao trecho da ADA, referente ao Porto, foi acompanhada por um funcionário da Companhia Docas de São Sebastião, responsável por nos fornecer informações gerais sobre o funcionamento atual do empreendimento. O trecho da ADA correspondente à baía do Araçá foi atingido por pequenas vias de acesso que partem da rodovia BR-101.

### **5.1.3.2. Geomorfologia Regional**

Tanto a Área de Influência Indireta (AII) quanto a Área de Influência Direta (AID) estão localizadas em dois macro-compartimentos geomorfológicos do estado de São Paulo: Planalto Atlântico e Planícies Litorâneas (Figura 5.1.3.2 - 1), descritos a seguir.

#### **5.1.3.2.1. Planalto Atlântico**

O Planalto Atlântico é uma região de terras altas que se estende desde o Uruguai até o norte da Bahia, sustentada principalmente por embasamento cristalino pré-cambriano e cambro-ordoviciano. Sua origem está associada a processos orogênicos antigos (majoritariamente pré-cambrianos) e a soerguimentos epirogenéticos mais recentes (majoritariamente pós-cretáceos), ambos entremeados por diversos ciclos de erosão (IPT, 1981a; IPT, 1981b; ROSS & MOROZ, 1997).

Em São Paulo, situa-se em uma faixa contínua ao sul e leste do estado, paralela à linha da costa, com direção geral SW-NE e largura máxima de 160km.

Constitui-se aí, em maioria, por relevo de morrotes, morros, montanhas e escarpas, em geral sustentados por rochas metamórficas de variados tipos. Devido à diversidade dos seus aspectos topográficos, estruturais e genéticos, o Planalto Atlântico paulista foi subdividido por ROSS & MOROZ (1997) em 12 subunidades do relevo, sendo a subunidade “Escarpa/Serra do Mar e Morros Litorâneos” a de maior interesse para o presente relatório por abranger a AII e a AID do empreendimento.

A Serra do Mar é o rebordo escarpado que limita a margem oceânica do Planalto Atlântico, representando a transição entre as altitudes elevadas do reverso do planalto e as baixas altitudes da planície litorânea. Sua origem remonta principalmente aos soerguimentos epirogenéticos pós-

cretáceos, que provocaram fraturamentos e falhamentos no Escudo Brasileiro, dando origem a blocos escalonados, vales de afundamento e relevos escarpados. Em território paulista, esta serra estende-se desde a divisa com o Rio de Janeiro até a região de Peruíbe, exibindo fisionomias que variam de escarpas com grandes amplitudes altimétricas, formando verdadeiros “paredões estruturais”, a morros e espigões com menores amplitudes altimétricas, situados em diferentes níveis topográficos e em diferentes distâncias em relação ao mar (CRUZ, 1974; CRUZ, 1986; TOMINAGA, 2000).

As características morfológicas da Serra do Mar no estado de São Paulo incluem fundamentalmente relevos denudacionais, com formas de topos aguçados e/ou convexos, dimensão interfluvial variável entre muito pequena ( $\leq 250\text{m}$ ) e muito grande ( $>3750\text{m}$ ) e entalhamento dos vales predominantemente forte (80 m) ou muito forte ( $>160\text{m}$ ). As declividades dominantes são altas, geralmente superiores a 40%, e as altimetrias atingem o mínimo de 20 metros nas proximidades do mar e 1000m no topo do planalto. Neste relevo bastante dissecado, há altas densidades de drenagem, com padrão predominantemente dendrítico, adaptado às direções das estruturais relacionadas a falhas, fraturas e contatos litológicos (ROSS & MOROZ, 1997).

A Serra do Mar encontra-se mais próxima da costa no trecho entre a divisa estadual SP-RJ e o Planalto do Juqueriquerê, restringindo aí a área das planícies costeiras. O Planalto do Juqueriquerê, situado entre Salesópolis e São Sebastião, constitui uma região rebaixada da Serra do Mar. É composto por um relevo de morrotes paralelos, caracterizado por altitudes entre 360 a 580 metros, topos convexos, dimensão interfluvial muito pequena ( $\leq 250\text{m}$ ), fraco grau de entalhamento dos vales (20 a 40m) e vertentes convexas a retilíneas, com declividades dominantes entre 10 e 30%. A densidade de drenagem é alta, com padrão em treliça e, localmente, dendrítica (IPT, 1981a).

Esta unidade de morrotes típica do Planalto de Juqueriquerê é margeada, nas proximidades da cidade de São Sebastião, por um relevo mais dissecado, formado por escarpas festonadas desfeitas em anfiteatros, com altitudes entre 100 e 580 metros, topos aguçados, dimensão interfluvial muito grande ( $>3750\text{m}$ ), grau de entalhamento dos vales muito forte ( $>160\text{m}$ ) e vertentes retilíneas com declividades geralmente superiores a 30%. A densidade de drenagem continua alta, com padrão subparalelo a dendrítico e vales fechados (IPT, 1981a; INSTITUTO GEOLÓGICO, 1996; ROSS & MOROZ, 1997). A AII e AID do empreendimento situam-se parcialmente neste rebordo dissecado do Planalto do Juqueriquerê.

### 5.1.3.2.2. Planícies Litorâneas

As planícies litorâneas constituem formas cenozóicas agradacionais, planas ou suavemente onduladas, localizadas em baixas altitudes, próximas ou diretamente adjacentes à linha de costa. Estendem-se por todo o litoral brasileiro, em uma faixa descontínua e de largura irregular.

No estado de São Paulo, as planícies litorâneas posicionam-se em fundos de baías e enseadas localizadas entre o oceano Atlântico e a Serra do Mar, sendo mais extensas e contínuas no litoral sul e central e pouco extensas e mais descontínuas no litoral norte, onde a Serra do Mar atinge a orla

marítima em diversos pontos. O tamanho e distribuição das planícies litorâneas neste ambiente de transição estão, portanto, relacionados à erosão regressiva das cabeceiras de drenagem em direção ao planalto, sendo esta condicionada por diferentes graus de resistência impostos por sua diversidade litológica e estrutural.

As planícies litorâneas paulistas foram divididas por ROSS & MOROZ (1997) em 5 subunidades: Iguape-Cananéia (litoral sul), Praia Grande/Iperoibe (litoral sul), Santista (litoral central), Bertioga (litoral central) e Litoral Norte. Tais planícies são principalmente flúvio-marinhas, sendo formadas por sedimentos inconsolidados fluviais e/ou marinhos, compostos essencialmente por areias, argilas e cascalhos. Possuem altimetrias entre 0 e 20m, declividades inferiores a 2% e baixa densidade de drenagem, com padrão meandrante e anastomosado.

No município de São Sebastião, as planícies litorâneas fazem parte da subunidade Litoral Norte, sendo, portanto, caracterizadas como pequenas planícies flúvio-marinhas e marinhas encravadas nas escarpas da Serra do Mar (bordas do Planalto de Juqueriquerê). As planícies flúvio-marinhas correspondem ao ambiente fluvial atual instalado sobre antigos depósitos de origem marinha, incluindo as respectivas planícies de inundação, terraços fluviais e rampas com depósitos coluvionares que atingem a baixada. As planícies marinhas, por sua vez, incluem o ambiente litorâneo atual e pré-atual das praias, terraços e cordões litorâneos, sendo áreas que sofrem a influência direta da dinâmica marinha (INSTITUTO GEOLÓGICO, 1996).

As porções sudoeste (Boracéia a Camburi) e sudeste (Boiçucanga à divisa com Caraguatatuba) do município de São Sebastião apresentam planícies com diferentes características. A sudoeste, podem ser do tipo flúvio-marinhas ou marinhas, sendo relativamente maiores: possuem áreas dominantes entre 20 e 40Km<sup>2</sup>, com praias que podem atingir comprimentos de até 5Km (Boracéia). A sudeste, são principalmente marinhas e relativamente menores: as áreas estão, em geral, entre 0.5 e 6km<sup>2</sup>, havendo praias de até 3,5Km de comprimento. A AII e AID do empreendimento encontram-se parcialmente localizadas nesta porção a sudeste.

Figura 5.1.3.2 – 1: Mapa geomorfológico das áreas de influência (ver pasta Figuras)

### 5.1.3.3. Geologia Regional

A AII e AID são abrangidas por duas grandes unidades geológicas do estado de São Paulo: Embasamento Pré-Cambriano/Eopaleozóico e Coberturas Cenozóicas. Essa compartimentação é apresentada na Figura 5.1.3.3 - 1 – Mapa Geológico, sendo as unidades descritas a seguir.

#### 5.1.3.3.1. Embasamento Pré-Cambriano e Eopaleozóico

Integra o embasamento da Plataforma Sul-Americana, sendo formado por rochas magmáticas e metamórficas, tradicionalmente agrupadas sob a denominação de complexo cristalino. De maneira geral, sua localização coincide com a do macro-compartimento geomorfológico do Planalto Atlântico, estando, portanto, presente ao sul e leste do estado, em uma mancha contínua disposta na direção principal SW-NE (Unidade I A da Figura 5.1.3.3 - 1).

Baseando-se em suas grandes variações litológicas, estruturais e geocronológicas, IPT (1981b) subdivide o complexo cristalino paulista em 11 diferentes unidades litoestratigráficas, definidas como grupos, formações, suítes ou complexos. Destas, a de maior interesse para o presente relatório é a unidade litoestratigráfica do Complexo Costeiro, já que abrange parte da AII e da AID (Unidade IB da Figura 5.1.3.3 - 1).

O Complexo Costeiro compõe-se de faixas alongadas e descontínuas, localizadas próximas à zona costeira. A terminologia “complexo” aplica-se aqui por ser uma unidade bastante heterogênea, com relações entre litologias ainda não totalmente esclarecidas. Trata-se de uma unidade formada por rochas arqueanas aparentemente retrabalhadas pela superposição de diferentes eventos de metamorfismo, deformação, migmatização, granitogênese e blastomilonitização, vigentes principalmente até o Cambriano. Incluem-se na Faixa de Dobramento Ribeira e Paraíba do Sul e tem como principal feição estrutural a falha de Cubatão.

Dentre suas principais litologias, destacam-se rochas metamórficas constituídas por migmatitos, granulitos, xistos, quartzitos e mármore dolomíticos, e rochas ígneas constituídas por quartzos gabros e quartzos dioritos. Os migmatitos são as rochas predominantes, sendo principalmente metatexitos com estrutura dominante estromatítica e diatexitos com termos facoidais, oftálmicos e homofânicos de paleossomas diversos (xistoso, anfibolítico, gnáissico, quartzítico ou calcossilicático). As rochas granulíticas são as de segunda maior extensão no complexo, estando presentes em bolsões esparsos localizados ao sul (margens do rio Turvo e Pedro de Toledo) e ao norte do estado (São Sebastião e um trecho entre Ubatuba e Caraguatatuba). São representadas principalmente por piroxênio granulitos, granulitos quartzo-feldspáticos, kinzigitos, charnoquitos e rochas granito-gnáissicas a hiperstênio incluindo anfibolitos e serpentinitos localmente migmatizados. Os xistos, quartzitos e mármore estão presentes em pequenos núcleos situados principalmente no sul do estado, enquanto os gabros e dioritos localizam-se essencialmente no litoral norte, em poucas manchas de tamanho restrito (IPT, 1981b).

Em São Sebastião, o complexo cristalino ocorre principalmente nas porções noroeste, centro-norte e sudeste do município. A noroeste dominam granitóides gnáissicos, ao centro-norte ocorrem biotita-gnaisses e migmatitos e, a sudeste, há biotita-gnaisses e xistos com intercalações de quartzitos ou leucogranitos gnáissicos com granada. A AII e AID do empreendimento encontram-se na porção sudeste do município. A principal estrutura presente na área é representada pela zona de cisalhamento de Camburu, uma falha transcorrente que separa as rochas granitóides de rochas migmatíticas. O domínio ao sul da Falha de Camburu, que engloba as áreas de influência do empreendimento, mostra um padrão de fraturamento formado por lineamentos com direção preferencial de N65E, paralela à foliação metamórfica (CAMPANHA *et al.*, 1994). Destaca-se, ainda, outra zona de cisalhamento na região litorânea, observável nas pontas do baleeiro e Guaecá, sendo esta responsável por colocar rochas granitóides sobre migmatitos bandados (Campanha & Ens., 1995).

#### 5.1.3.3.2. Coberturas Cenozóicas

As coberturas cenozóicas litorâneas são sedimentos característicos de ambientes da interface continental-marinha, sendo originados das mais diversas áreas-fonte. Constituem o embasamento das planícies litorâneas, ocorrendo em manchas descontínuas em toda a faixa costeira brasileira. São geralmente depositados pelas correntes de deriva litorânea, por oscilações do nível do mar, por cursos d'água que desembocam no oceano ou por processos eólicos (Suguio & Martin, 1978; Suguio & Martin, 1990).

No estado de São Paulo, as coberturas cenozóicas aflorantes podem ser subdivididas em Formação Pariquera-Açu, Formação Cananéia, ambas pleistocênicas, e Sedimentos Holocênicos. A Formação Pariquera-Açu ocorre principalmente em níveis de terraços e pedimentos do litoral sul paulista, sendo formada principalmente por sedimentos finos, com alternâncias irregulares de siltitos areno-argilosos e areias arcossianas. A Formação Cananéia está disposta em sucessões de cordões arenosos, principalmente nos litorais sul e central do estado, com pequenos testemunhos no litoral norte, sendo compostas por areias inconsolidadas, de grande uniformidade granulométrica (80% areia fina), com eventuais leitos de argila. Por fim, os Sedimentos Holocênicos, presentes ao longo de todo o litoral, integram um conjunto de sedimentos marinhos, colúvio-aluvionares e continentais indiferenciados, presentes em baixos terraços marinhos, dunas e mangues (IPT, 1981b).

No município de São Sebastião, afloram essencialmente Sedimentos Holocênicos colúvio-aluvionares e marinhos, depositados de forma discordante sobre a Formação Cananéia. Os sedimentos colúvio-aluvionares afloram principalmente no contato entre as vertentes do complexo cristalino e a planície litorânea e ao longo dos principais cursos d'água costeiros do município. São compostos por colúvios e tálus, com granulometria variada, sendo provenientes das rochas que compõem as vertentes presentes a montante. Os sedimentos marinhos são atuais e subatuais e afloram na retaguarda na linha de costa, geralmente a jusante dos sedimentos colúvio-aluvionares.

Incluem sedimentos praias, depósitos marinhos localmente retrabalhados por ação fluvial ou eólica e sedimentos areno-siltico-argilosos de deposição flúvio-marinha (Suguio & Martin, 1978).



Figura 5.1.3.3 - 1: Mapa Geológico das Áreas de Influência do Empreendimento (ver pasta Figuras)

#### 5.1.3.4. Geomorfologia e Geologia Locais

##### 5.1.3.4.1. Áreas de Influência Indireta (AII) e Direta (AID)

As áreas de influência indireta e direta do empreendimento são compostas ora por áreas de maiores altitudes, integrantes do rebordo do Planalto de Juqueriquerê (Serra do Mar) e sustentadas pelo embasamento cristalino do Complexo Costeiro, ora por áreas de baixas altitudes, integrantes da subunidade Litoral Norte das Planícies Litorâneas e compostas por coberturas sedimentares cenozoicas (Figura 5.1.3.2 - 1 Mapa Geomorfológico das Áreas de Influência do Empreendimento)

Tanto a AII quanto a AID são majoritariamente formadas pela bacia hidrográfica do córrego Mãe Izabel, que nasce a aproximadamente 300 metros de altitude e deságua na baía do Araçá (Figura 5.1.3.4.1 - 1), já nas proximidades dos aterros atuais existentes no porto de São Sebastião. Este córrego encontra-se canalizado em seu curso médio e baixo, onde o uso do solo urbano é de padrão de baixa renda (Bairros Itatinga, Topolândia e Olaria) (Figura 5.1.3.4.1 - 2).

Trata-se de um vale dissimétrico, tendo vertentes, com embasamento cristalino, nitidamente mais altas e dissecadas na margem esquerda do que na margem direita. Por outro lado, as áreas planas e baixas da planície litorânea são mais extensas na margem esquerda, já que o canal do córrego Mãe Izabel corre próximo ao sopé das vertentes da margem direita (Figura 5.1.3.4.1 - 3).

Na margem esquerda (Unidade Geomorfológica IA), o complexo cristalino compõe-se de escarpas em anfiteatros, com presença de alguns paredões rochosos (Figura 5.1.3.4.1 - 4). Caracterizam-se por altitudes dominantes entre 100 e 400 m, atingindo a cota de 439 m no topo do divisor de águas da bacia. Suas declividades são fortes a muito fortes, em geral entre 20 e >40%, e as vertentes são retilíneas a côncavas, com comprimentos principalmente entre 500 e 1000 m. Já o embasamento cristalino da margem direita (Unidade Geomorfológica IB) (Figura 5.1.3.4.1 - 5), menos dissecado, é composto principalmente por morros e morrotes alongados, que avançam em direção ao mar em forma de espigões ou esporões. Caracterizam-se por altitudes entre 20 e 120 m e declividades dominantes entre 10 e 30%. Suas vertentes são predominantemente retilíneas, mas subordinadamente côncavas, com comprimento entre 250 e 500 m.



Figura 5.1.3.4.1 - 1: Foz do córrego Mãe Izabel, na Baía do Araçá.



Figura 5.1.3.4.1 - 2: Córrego Mãe Izabel canalizado, em meio a área urbana



**Figura 5.1.3.4.1 - 3:** Em primeiro plano, área da planície marinha ocupada por área urbana. Grande parte desta área plana encontra-se na margem esquerda do córrego Mãe Izabel.



**Figura 5.1.3.4.1 - 4:** Vertentes escarpadas da margem esquerda da bacia do córrego Mãe Izabel



**Figura 5.1.3.4.1 - 5:** Ao centro, vertentes rebaixadas e menos dissecadas, com predomínio de gramíneas, na margem direita da bacia do córrego Mãe Izabel. Ao fundo, Ilhabela.

Tais diferenças geomorfológicas refletem a dominância de diferentes litologias do complexo cristalino nas duas margens da bacia do córrego Mãe Izabel (Figura 5.1.3.3 - 1 Mapa Geológico das Áreas de Influência do Empreendimento). Na margem esquerda (Unidade Geológica IA) dominam leucogranitóides com granada, localmente enriquecidos com biotita. São rochas com características de granito de cor clara, róseo quando não alterado e branco-amarelado quando intemperizado, e com pequenos pontos vermelho-escuros devido à presença da granada. Em geral, sua textura é de média a grossa, com foliação nem sempre nítida. Na margem direita (Unidade Geológica IB), por sua vez, dominam biotita gnaisses com granada gradando para migmatitos predominantemente estromatíticos (bandados), com paleossoma biotítico, xistoso ou gnáissico. Este conjunto de rochas é caracterizado pela presença de níveis com minerais escuros e níveis com minerais claros. Biotita gnaisses são as rochas com níveis escuros enquanto os migmatitos são as rochas com alternância entre estes níveis, formando camadas ou bandas espaçadas, de diferentes composições minerais. A intemperização destes materiais dá origem, principalmente, a um material argiloso e avermelhado. O

contato entre as litologias da margem esquerda e direita é feito por uma pequena falha de empurrão de baixo ângulo (INSTITUTO GEOLÓGICO, 1996).

Os terrenos planos da planície litorânea atingem as partes baixas do terço inferior e de grande parte do terço médio da bacia do córrego Mãe Izabel (Figura 5.1.3.4.1 - 1). Trata-se de parte da planície marinha e colúvio-aluvionar presente em vários trechos da faixa litorânea do município de São Sebastião. A planície marinha, correspondente à Unidade Geomorfológica II (Figura 5.1.3.4.1 -1) e à Unidade Geológica IIA (Figura 5.1.3.4.1 - 7) é formada por terraços, cordões litorâneos e ambientes litorâneos pré-atuais das praias. Possui altitudes menores que 10 m, declividades menores que 2% e larguras de até 400 m na margem esquerda e até 200 m na margem direita do vale. É majoritariamente composta por depósitos arenosos marinhos, sendo tais areias de granulação fina a grossa, com considerável grau de arredondamento e composição predominantemente quartzosa.

O contato entre as vertentes do complexo cristalino com a planície marinha (correspondente à Unidade Geomorfológica III e à Unidade Geológica IIB) é marcado por mudanças e rupturas de declive côncavas, conforme ilustra Figura 5.1.3.4.1 - 6. Esta área de transição é embasada principalmente por depósitos de tálus, compostos de blocos de rochas de tamanho métrico a decimétrico em matriz argilo-arenosa, e colúvios, com fragmentos de rochas de tamanhos variados em matriz arenosa a areno-argilosa.



**Figura 5.1.3.4.1 - 6: Ao centro, setor côncavo no contato entre as vertentes declivosas da margem esquerda e a planície marinha. Este setor encontra-se ocupado por loteamento de baixa renda.**

Também fazem parte da AII e da AID uma pequena faixa voltada para a baía do Araçá, já fora da bacia do córrego Mãe Izabel. Esta faixa é formada pelas vertentes da face sudeste dos morros característicos da margem direita desta bacia, apresentando as mesmas características da Unidade Geomorfológica IB e da Unidade Geológica IB. Possui alguns cursos d'água pluviais que drenam diretamente para o mar, marcados pela presença de mata (Figura 5.1.3.4.1 - 7).



**Figura 5.1.3.4.1 - 7: Vertentes voltadas para a baía do Araçá. Nota-se alguns cursos d'água com vales parcialmente cobertos por mata.**

Cabe ressaltar que a AII engloba, ainda, uma área localizada ao norte da bacia do córrego Mãe Izabel, formada pela continuidade da planície marinha já encontrada nos terços inferior e médio desta bacia. Esta área é ocupada principalmente pelo Terminal Almirante Barroso da Petrobrás e pela área urbana central de São Sebastião (Figura 5.1.3.4.1 - 8), integrante da Unidade Geomorfológica II e da Unidade Geológica IIA.



**Figura 5.1.3.4.1 - 8: Área da Planície Marinha, principalmente da AII, ocupada pelas instalações da Petrobrás e pela área urbana de São Sebastião.**

#### **5.1.3.4.2. Área Diretamente Afetada (ADA)**

O Porto de São Sebastião, em sua configuração atual, é formado majoritariamente por aterros, construídos em diferentes fases de ampliação de suas dependências. Os materiais utilizados para o aterramento foram, em maioria, sedimentos marinhos dragados do canal de São Sebastião e, em

menores proporções, rejeitos da construção civil. Três seções geológicas foram realizadas na ADA pela Themag Engenharia (Anexo 5.1.3.4.2 - 1), revelando a ocorrência de três principais tipos de materiais nas áreas aterradas: saibro, sedimentos marinhos e depósitos tecnogênicos.

O saibro é um material formado *in situ* (autóctone) pela alteração química/física da rocha, que é principalmente constituída no local por biotita gnaisse. Constitui a base do aterro, não sendo, contudo, parte do material trazido das áreas de empréstimo. Começa a ocorrer a cerca de 23 metros de profundidade nas proximidades da antiga linha da costa (anterior ao aterramento), tornando-se mais profundo (cerca de 40 metros) no sentido do centro do canal. Suas espessuras totais não foram verificadas, mas as sondagens mostram uma espessura de até 7,5 metros na Seção C. É composto principalmente por um material siltico-arenoso (fino a médio), micáceo, pouco caulínico, com coloração cinza a cinza-escura. Pode-se encontrar ainda um material siltico-argiloso, cinza e cinza-esverdeado.

Os sedimentos marinhos, localizados imediatamente acima do saibro, são principalmente materiais autóctones formados respectivamente por processos naturais de sedimentação do assoalho marinho, mas também há materiais alóctones dispostos no local por aterramento de sedimentos dragados no canal de São Sebastião. O limite real entre um tipo e outro não é detectável. Podem ser encontrados em profundidades mínimas de 2 metros, possuindo espessuras de até 23 metros nas proximidades da antiga linha de costa e 40 metros mais ao centro do canal. São compostos por uma seqüência de camadas de diferentes composições granulométricas, que variam de argilo-siltosa a arenosa, passando por arenosa, passando por argilo-arenosa, areno-siltosa e areno-argilosa. Possuem coloração cinza, cinza escura ou cinza esverdeada.

Por fim, os depósitos tecnogênicos localizados acima dos sedimentos marinhos, já em superfície, possuem espessura de 2 metros a cerca de 5 metros. São compostos por materiais diversos, predominantemente siltico-arenosos, argilo-arenosos, argilo-siltosos e areno-siltosos, com presença ou não de matéria orgânica. Possuem coloração marrom ou cinza escura.

O sistema de drenagem das áreas pavimentadas do Porto, como os pátios 1 e 2, capta as águas pluviais através de grelhas de captação, interligadas a tubulações de PVC subterrâneas que seguem diretamente ao canal de São Sebastião. As áreas não pavimentadas, como os pátios 3 e 4, não possuem sistema de drenagem. Desta forma, as águas pluviais correm pela borda do enrocamento ou acumulam-se nas depressões do terreno, até serem infiltradas ou evaporadas. No trabalho de campo realizado no dia 22 de abril de 2009 ao Porto de São Sebastião, o pátio 4 encontrava-se parcialmente inundado por águas pluviais (Figura 5.1.3.4.2 - 1).

As margens costeiras da baía do Araçá são formadas por pequenas pontas, reentrâncias e ilhas (Figura 5.1.3.4.2 - 2). Nas pontas há afloramentos da rocha biotita-gnaisse (Figura 5.1.3.4.2 - 3), que passa a ser recoberta por areia nas reentrâncias mais pronunciadas, formando praias de tamanho bastante reduzido (Pernambuco, Germano, do Topo). Algumas ilhas estão presentes na baía (ilhas Pedroso e Pernambuco), em posição de alinhamento em relação às pontas mais próximas, representando, portanto, continuidades morfológicas e estruturais a estas. De acordo com a Carta

Náutica do Canal de São Sebastião (Brasil-Costa Sul, escala 1:50.000), as profundidades gerais da baía do Araçá são inferiores a 5 metros, reduzidas ao nível da baixa-mar média de sizígia.



**Figura 5.1.3.4.2 - 1: Parte do Pátio 4, parcialmente inundado por águas pluviais.**



**Figura 5.1.3.4.2 - 2: Pequenas ilhas na baía do Araçá.**



**Figura 5.1.3.4.2 - 3: Pequena reentrância da baía do Araçá com afloramento de biotita gnaíse.**

#### 5.1.4. Recursos Minerais

A caracterização dos recursos minerais nas áreas de influência do empreendimento teve como objetivo subsidiar a análise de possíveis conflitos entre o empreendimento e a exploração e pesquisa de recursos minerais na área de estudo, autorizados ou requeridos junto ao Departamento Nacional de Produção Mineral (DNPM).

##### 5.1.4.1. Aspectos metodológicos

A caracterização foi realizada a partir da consulta aos processos minerais do Departamento Nacional de Produção Mineral (DNPM), através do sistema de informações geográficas da mineração (SIGMINE), onde foi possível obter informações sobre: número do processo, localização, área, fase do processo e substância mineral.

Os procedimentos metodológicos adotados na elaboração deste item são descritos a seguir:

- Acesso ao sistema de informações geográficas da mineração do DNPM (<http://sigmine.dnrm.gov.br/>) e seleção da área de estudo e das variáveis de interesse;
- Compilação dos dados;
- Representação cartográfica referente aos processos minerais do DNPM identificados na AID e AII.

#### 5.1.4.2. Resultados

Conforme demonstra o Anexo 5.1.4.2 - 1 ocorrem na AII apenas dois processos em fase de requerimento, para pesquisa de charnoquito e água mineral.

O primeiro, correspondente a 78,43 ha, situa-se ao sopé da Serra do Mar e abrange as unidades geológicas coberturas cenozóicas litorâneas, gnaisses peraluminosos e Granito São Sebastião (Complexo Cristalino Costeiro). Ressalta-se que esta área encontra-se bloqueada pelo Artigo 42 CM, publicado em 29/10/2007. Já o requerimento para pesquisa de água mineral abrange 38,75 ha. e localiza-se no extremo norte da AII.

As informações detalhadas sobre este processo podem ser observadas na Tabela 5.1.4.2 - 1.

**Tabela 5.1.4.2 - 1: Autorizações minerárias identificadas na AII do empreendimento.**

Processo	Requerente	Substância	Município	Fase	Área (ha)	Último evento
820053/2001	Eugenio Koslinski	Charnoquito	São Sebastião	Requerimento de pesquisa	78,43	Req. pesquisa/área bloqueada Art.42, CM, publicado em 29/10/2007
820246/1997	Leo Lombardi	Água mineral	São Sebastião	Requerimento de pesquisa	38,75	Req. pesquisa/prorrogação prazo exigência, concedido em 06/12/2005

De modo geral, a ocorrência restrita de processos minerais na AII e entorno está relacionada aos seguintes fatores: (i) Presença de grandes áreas já ocupadas ou muito próximas da área urbana de São Sebastião; e (ii) Presença do Parque Estadual da Serra do Mar, unidade de proteção integral, na porção NO e O da AII.

Em relação aos materiais necessários para as obras de aterramento do porto, serão utilizados os materiais provenientes de cortes do contorno rodoviário externo de acesso ao porto e material de escavação do túnel Caraguatatuba-Taubaté, integrante do futuro complexo da estação de tratamento de gás da Petrobrás em Caraguatatuba. Desta forma, não se faz necessária a abertura de novas áreas de empréstimo para a implantação do empreendimento.



### 5.1.5. Geotecnia e Pedologia

#### 5.1.5.1. Procedimentos Metodológicos

A análise integrada das características geológicas, geomorfológicas e pedológicas, associadas a informações relativas ao clima e uso do solo, permite estabelecer classes de suscetibilidade aos processos do meio físico para as áreas de influência do empreendimento.

As diretrizes utilizadas para a determinação dos graus de suscetibilidade ou risco na AII e AID foram baseadas nos dados gerais produzidos para o município de São Sebastião pelo Instituto Geológico (1996) e nos critérios metodológicos definidos por ROSS (1994) para a análise da fragilidade dos ambientes naturais e antropizados.

De acordo com este autor, a avaliação da fragilidade ambiental em escalas de maior detalhe (>1:25.000) deve considerar as declividades, as formas das vertentes, as litologias e estruturas geológicas, os tipos de solos, o uso e ocupação do solo e os dados pluviométricos da área em questão.

O levantamento pedológico das áreas de influência baseou-se fundamentalmente no mapeamento de solos do Estado de São Paulo realizado pela EMBRAPA (1999) e em interpretação de fotografias aéreas em escala 1:10.000. A fotopedologia é realizada fundamentalmente com base na correlação entre solos e relevo. O relevo é o elemento que mais se destaca na visão estereoscópica e como é um dos fatores de formação do solo, espera-se encontrar diferenças nos solos com a sua variação (AMARAL e AUDI, 1972). A morfologia pode revelar, entre outras características, a espessura dos solos. Em locais planos (topos e base das vertentes) os solos tendem a ser mais profundos, já sobre vertentes declivosas a profundidade normalmente diminui devido à maior ação de processos erosivos e movimentos de massa (GIRARD & GIRARD, 1975). A nomenclatura das classes de solos foi inteiramente estabelecida de acordo com o Sistema Brasileiro de Classificação de Solos, da EMBRAPA (2006).

#### 5.1.5.2. Pedologia

Os terrenos da AII e AID presentes nos morros e escarpas do embasamento cristalino são compostas principalmente por Cambissolos, Neossolos Litólicos e Latossolos Vermelho-Amarelos, enquanto as áreas da AII, AID e ADA da planície litorânea sedimentar são recobertas essencialmente por Neossolos Quartzarênicos e Espodossolos. Há ainda Neossolos Regolíticos na transição entre estes macro-compartimentos geológicos e geomorfológicos. A distribuição destes solos é apresentada na Figura 5.1.5.2 - 1.

##### 5.1.5.2.1. Solos do Embasamento Cristalino e da Transição

Os Cambissolos são solos minerais formados pela seqüência de horizontes A, B incipiente (Bi) e C. O Bi é um horizonte diagnóstico pouco desenvolvido, geralmente com textura franco-arenosa ou mais fina, podendo ter maiores quantidades de argila que os horizontes sub e subjacentes. São os

solos predominantes no complexo cristalino das áreas de influência, estando presentes principalmente em declividades altas a médias, em ambas as margens do córrego Mãe Izabel. Localmente, são classificados como Cambissolos Háplicos distróficos, com horizonte A moderado ou proeminente (EMBRAPA, 1999; EMBRAPA 2006).

Os Neossolos Litólicos são solos rasos, pouco desenvolvidos, e compostos geralmente por um horizonte A seguido de um horizonte de alteração-C, ou superposto diretamente sobre a rocha (OLIVEIRA *et al.*, 1992). São solos incipientes, presentes na área em questão em altas declividades, como nas vertentes retilíneas da margem esquerda do córrego Mãe Izabel.

Os Latossolos Vermelho-Amarelos são solos minerais geralmente espessos, caracterizados pela seqüência de horizontes A-B latossólico (Bw)-C e por altos teores de  $Fe_2O_3$ . Sua cor pode variar entre tons mais avermelhados e tons mais amarelados, a textura é diversificada e a estrutura é, em geral, muito pequena, do tipo granular (OLIVEIRA *et al.*, 1992). Nas áreas de influência do empreendimento, encontra-se em associação com os Cambissolos Háplicos, ocorrendo em áreas com declividades baixas a médias, como nos topos dos morros que limitam a bacia do córrego Izabel, à direita. Nestes locais, caracterizam-se, majoritariamente, por serem distróficos e apresentarem A moderado e textura argilosa (EMBRAPA, 1999).

Os Neossolos Regolíticos são solos geralmente profundos formados pela presença de horizonte A diretamente sobrejacente a horizonte C, sendo o contato com a rocha superior a 50 cm de profundidade. São solos pouco desenvolvidos, com 4% ou mais de minerais primários alteráveis na fração areia ou cascalho ou com 5% ou mais da massa do horizonte C dentro de 150 cm de profundidade (fragmentos de rocha ou saprolito) (EMBRAPA, 2006).

Ocorrem principalmente no contato entre as vertentes do complexo cristalino e a planície litorânea, tendo maior expressão nas cabeceiras do córrego Mãe Izabel e na margem esquerda da bacia.

#### **5.1.5.2.2. Solos da Planície Litorânea**

Os Neossolos Quartzarênicos são solos geralmente profundos, com textura areia ( $\geq 85\%$  de areia) ou areia franca (entre 70 e 85% de areia). Apresentam um horizonte A, geralmente moderado ou fraco, seguido por um horizonte C solto ou muito friável, pouco diferenciado, com colorações amareladas, alaranjadas ou avermelhadas. Diferencia-se do Neossolo Regolítico principalmente por apresentar menos de 4% de minerais facilmente intemperizáveis. Na área de estudo, localiza-se em áreas com sedimentos marinhos arenosos, essencialmente quartzosos.

Por fim, os Espodossolos são solos caracterizados pelo horizonte B espódico (Bh, Bs ou Bhs), precedido por um horizonte A ou E. O B espódico é um horizonte mineral diagnóstico que apresenta acumulação iluvial de complexos de matéria orgânica-alumínio (Bh), ferro (Bs) ou ambos (Bhs). Tais solos são geralmente pobres em fertilidade, moderadamente a fortemente ácidos e baixa saturação por bases (EMBRAPA, 2006). Nas áreas de influência, ocorrem em associação com o Neossolos Quartzarênicos, onde há maior disponibilidade de matéria orgânica.

Figura 5.1.5.2 - 1: Mapa Pedológico das Áreas de Influência do Empreendimento (ver pasta Figuras)

### **5.1.5.3. Geotecnia e Fragilidade Ambiental**

De uma maneira geral, os terrenos da AII e AID presentes nos morros e escarpas do embasamento cristalino são potencialmente suscetíveis a processos de movimentos de massa, enquanto os terrenos da AII, AID e ADA localizados na planície litorânea sedimentar são potencialmente suscetíveis a inundações (INSTITUTO GEOLÓGICO, 1996). Apesar desta predisposição natural, cada um destes 2 compartimentos maiores (morros/escarpas do Planalto Atlântico e Planícies) está internamente submetido a diferentes graus de suscetibilidades, de acordo com as diferentes características do meio físico, aí encontradas. (Figura 5.1.5.3 - 1)

#### **5.1.5.3.1. Margem esquerda da bacia do córrego Mãe Izabel (Unidade de Suscetibilidade I)**

Na AII e AID, grande parte das vertentes da margem esquerda do córrego Mãe Izabel integra um relevo de escarpas, com grande dissecação. As declividades são fortes a muito fortes (20 a >40%), as vertentes possuem trechos predominantemente retilíneos e côncavos, e os solos são principalmente Cambissolos, com presença de afloramentos de rochas localmente fraturadas. Estas características condicionam uma suscetibilidade alta a muito alta a movimentos de massa, principalmente do tipo escorregamentos de solo ou rocha, corridas de solo/rocha e rolamentos de blocos/matacões.

Os escorregamentos de solo ou rocha são movimentos rápidos ou instantâneos, geralmente de caráter superficial, envolvendo somente o manto de cobertura. Ocorre pela excessiva concentração de água na massa de solo e nas superfícies de escorregamento. As corridas de solo/rocha são processos em que os materiais presentes nas drenagens perenes ou pluviais ou em anfiteatros entram em contato com grandes quantidades de água e adquirem aspecto viscoso, movimentando-se como um fluido por grandes distâncias e em altas velocidades. Já os rolamentos de rochas costumam ocorrer em vertentes íngremes ou em taludes de rocha sã ou alterada, sendo favorecidos por estruturas geológicas naturais.

O papel das declividades é um dos mais importantes no desencadeamento destes processos, já que trechos mais íngremes deixam os materiais que as recobrem mais suscetíveis aos efeitos gravitacionais e, conseqüentemente, à sua movimentação vertente abaixo. Os escorregamentos podem ocorrer a declividades médias a altas, mas as corridas de solos e rocha e os rolamentos de rocha são mais típicos de declividades altas. As formas das vertentes atuam de maneira menos direta, influenciando na concentração e velocidade dos fluxos: trechos côncavos são os mais suscetíveis aos processos citados por representarem zonas de convergência de água, enquanto os retilíneos geralmente conferem maior velocidade e mobilidade aos materiais eventualmente removidos.

Os Cambissolos presentes na área em questão, por sua vez, exercem influência de duas principais maneiras: primeiro, trata-se de um solo que pode atingir espessuras médias, o que significa que há material pedogeneizado suficiente para ser mobilizado em escorregamentos ou corridas vertente abaixo; segundo, porque apresentam uma descontinuidade textural leve entre o horizonte Bi e o horizonte A, que pode funcionar como o plano de ruptura para o movimento de massa. Por fim, as

rochas fraturadas, em parte expostas em afloramentos, podem descolar e rolar pelo efeito da gravidade (ROSS, 1994; FERNANDES & AMARAL, 1996, OLIVEIRA, 2005).

A estes fatores, junta-se o alto índice pluviométrico anual que atinge a região de São Sebastião (ver item 5.2.1), responsável pela disponibilização de grandes quantidades de água para o interior dos solos e do regolito e, portanto, pela potencial instabilização destes materiais.

Quanto ao uso do solo, as vertentes da margem esquerda apresentam uma cobertura de mata no terço superior e grande parte do terço médio e ocupação por loteamentos de baixa renda (Bairros Olaria, Topolândia e Itatinga) no terço inferior. A tendência da ocupação humana em cotas cada vez mais elevadas nestas localidades contribui ainda mais para o risco aos processos de movimento de massa, já que a vegetação de mata dos terços superior e médio das vertentes oferece maior proteção ao solo, minimizando sua suscetibilidade natural.

#### **5.1.5.3.2. Margem direita da bacia do córrego Mãe Izabel e vertentes da face voltada para o mar (Unidade de Suscetibilidade II)**

Na AII e na AID, estas áreas integram um relevo de morros e morrotes, com dissecação média. As declividades dominantes são fracas a fortes (10 a 30%), as vertentes são principalmente retilíneas, mas subordinadamente côncavas, e os solos predominantemente Cambissolos. O uso do solo é caracterizado principalmente por gramíneas nos topos e terço superior e por loteamentos de baixa renda nos terços médio e inferior. Há mata apenas nos arredores de alguns cursos d'água pluviais, localizados nas vertentes voltadas para o mar.

Tais características qualificam estas áreas a uma suscetibilidade média a alta a movimentos de massa, principalmente do tipo escorregamentos de solo. As áreas mais suscetíveis a estes processos correspondem aos setores côncavos das vertentes, podendo ser tanto pequenas cabeceiras de vales pluviais ou contatos entre as vertentes retilíneas e a planície litorânea, sendo estes últimos mais extensos nas proximidades das cabeceiras do córrego Mãe Izabel. Conforme já citado, as vertentes côncavas concentram os fluxos de água em superfície ou em subsuperfície, deflagrando o processo citado. Além dos grandes índices de pluviosidade anuais da região, estas concavidades recebem a contribuição dos fluxos provenientes das vertentes a montante, aumentando a disponibilidade de água.

#### **5.1.5.3.3. Áreas da Planície Litorânea (Unidade de Suscetibilidade III)**

O mapeamento de riscos a inundações na área de São Sebastião, elaborado pelo INSTITUTO GEOLÓGICO (1997), aponta que os trechos das áreas de influência ocupados pela planície litorânea podem apresentar risco baixo ou alto a inundações, definido de acordo com características naturais e de ocupação humana (Figura 5.1.5.3 - 1).

As áreas com risco baixo estão localizadas no centro urbano de São Sebastião, na retaguarda da praia homônima (AII), e no fundo de vale ocupado pelo córrego Mãe Izabel, principalmente no terço médio da bacia (AII e AID). Estão fundamentalmente relacionadas a antigos terraços

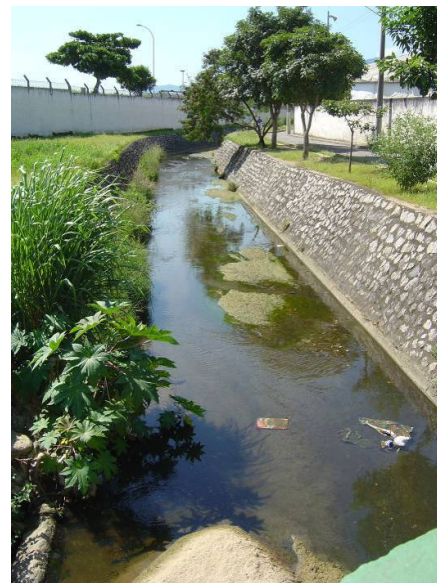
marinhos elevados de 1,5 a 8 metros acima do nível do mar atual, com baixa densidade de drenagem e lençol freático relativamente profundo. Apesar destas características naturais serem desfavoráveis às inundações, estas áreas podem ser eventualmente inundadas em função de fatores antrópicos. Os trechos inundáveis na AII e AID são, no caso, associados a canais de drenagem de pequeno porte e hierarquia, cuja canalização não foi apropriadamente dimensionada e/ou conservada. Desta forma, o extravasamento das águas pode eventualmente ocorrer, principalmente se houver picos de chuva maiores ou iguais a 160 mm (24h) e marés de sizígia.

De acordo com o INSTITUTO GEOLÓGICO (1997), o único trecho com risco alto a inundações está localizado na ADA, nos terrenos ocupados pelo porto de São Sebastião. Trata-se de uma área naturalmente rebaixada, com lençol freático elevado ou aflorante e com presença de fluxos de água divagantes, porém diretamente desvinculados de canais fluviais. As inundações são altamente influenciadas pela existência de barramentos artificiais que impedem os fluxos para o sentido montante, tais como arruamentos e estradas (BR-101), e pela presença de aterros, causando aumento do escoamento superficial em volume, velocidade e área. O tempo de retorno é de principalmente de 1 a 3 anos, com picos de chuvas superiores a 100 mm (24h) e marés de sizígia. Entretanto, há localmente trechos que são inundados com grande frequência, como o aterro hidráulico A', denominado como Pátio 4.

Outro fator importante nesta unidade é a ocorrência de assoreamentos no córrego Mãe Izabel, já que a sua bacia está sujeita a grau de suscetibilidade médio a alto a movimentos de massa, o que significa que grandes volumes de materiais superficiais, principalmente solos, são transportados e eventualmente acumulados nos cursos d'água da planície. Pontos de assoreamento foram observados em vários trechos do curso médio e inferior deste córrego, atestando a ocorrência dos processos citados (Figura 5.1.5.3 - 2 e Figura 5.1.5.3 - 3).



**Figura 5.1.5.3 - 2: Ponto de assoreamento no curso médio do córrego Mãe Izabel.**



**Figura 5.1.5.3 - 3: Pontos de assoreamento no curso inferior do córrego Mãe Izabel.**

Figura 5.1.5.3 - 1: Mapa de Fragilidade Ambiental das Áreas de Influência do Empreendimento (ver pasta Figuras)

## 5.1.6. Sedimentologia

### 5.1.6.1. Caracterização da qualidade dos sedimentos

#### 5.1.6.1.1. A “hipótese de impacto” a partir da legislação brasileira

Foi necessária a avaliação dos instrumentos legais para que fosse definida a “hipótese de impacto” tratada neste estudo, a fim de esclarecer os objetivos deste trabalho e os meios para atingi-los.

O artigo 225 da Constituição Federal dispõe:

*Art. 225 – Todos têm direito ao meio ambiente ecologicamente equilibrado, bem de uso comum do povo e essencial à sadia qualidade de vida, impondo-se ao Poder Público e à coletividade o dever de defendê-lo e preservá-lo para as presentes e futuras gerações.*

Portanto, a Constituição lança o conceito de “meio ambiente ecologicamente equilibrado” que em termos das ciências biológicas e da ecologia desdobra-se em uma definição muito mais complexa do que possa indicar as leis. Este conceito é repetidamente utilizado em outros instrumentos normativos carecendo sempre de uma definição mais precisa.

Com o advento da Lei nº 6.938, de 31 de agosto de 1981, procurou-se unificar as ações destinadas à preservação e proteção do meio ambiente e instituir a chamada Política Nacional do Meio Ambiente. O artigo 2º desse diploma legislativo estabelece que devam ser asseguradas as condições para o desenvolvimento sócio-econômico, dentre outras, seguindo princípios que incluem novamente, a manutenção do “equilíbrio ecológico”, como visto a seguir:

*Art. 2º – A Política Nacional do Meio ambiente tem por objetivo a preservação, melhoria e recuperação da qualidade ambiental propícia à vida, visando assegurar, no País, condições ao desenvolvimento sócio-econômico, aos interesses da segurança nacional e à proteção da dignidade da vida humana, atendidos os seguintes princípios.*

*Ação governamental na manutenção do equilíbrio ecológico, considerando o meio ambiente como um patrimônio público a ser necessariamente assegurado e protegido, tendo em vista o uso coletivo (...).*

Outro termo largamente utilizado no bojo das leis ambientais brasileiras, e, da mesma forma, subjetivo, é o “impacto ambiental significativo”. É necessário salientar que a Resolução nº 1 do CONAMA, de 23 de janeiro de 1986 define impacto ambiental como "qualquer alteração das propriedades físicas, químicas e biológicas do meio ambiente, causada por qualquer forma de material ou energia resultante das atividades humanas que, direta ou indiretamente, afete a saúde, a segurança e o bem-estar da população, as atividades sociais e econômicas, a biota, as condições



estéticas e sanitárias do meio ambiente e a qualidade dos recursos ambientais”. No entanto, o peso da subjetividade está na quantificação de um impacto “significativo”.

De certa forma, seguindo estritamente aquilo que os instrumentos normativos definem, pode-se entender que um impacto seja “significativo” quando prejudicar a manutenção do “equilíbrio ecológico”. Portanto, é de extrema importância que haja um mínimo entendimento deste conceito, principalmente se o objetivo de uma avaliação ambiental é medir este equilíbrio.

O equilíbrio, em termos biológicos, é desdobrado em “equilíbrio dinâmico estável”, isto é, um equilíbrio que na realidade varia no tempo e no espaço. Em termos temporais, existe a oscilação em determinadas escalas (horas, dias, meses e anos), definidas por ciclos biológicos naturais presentes em todos os níveis de organização das unidades ecológicas. Do indivíduo (organismo) passando pelas populações, comunidades até os ecossistemas em sua totalidade, os sistemas biológicos operam em ciclos: ciclos reprodutivos, ciclos de hibernação, ciclos que obedecem as estações do ano, entre outros. Espacialmente, as populações e comunidades se distribuem em gradientes geográficos que obedecem a uma ordenação e a transições entre um ambiente e outro (um ecossistema, um nicho ecológico etc.). Nestas zonas de transição, denominadas ecótonos, pode haver sobreposições de populações e zonas de tensão, tornando difícil a delimitação espacial dos limites de distribuição das espécies (Odum, 1983).

Pimm (1984) propôs formas bem objetivas para medir tanto o equilíbrio quanto a complexidade das comunidades. Estas formas estão sumarizadas na Tabela 5.1.6.1.1 - 1, a seguir:

**Tabela 5.1.6.1.1 - 1: Principais formas de mensuração da complexidade e da estabilidade em comunidades naturais.**

<b>Complexidade</b>	Riqueza	Número de espécies presentes
	Conectância	Número de interações tróficas existentes, relacionado ao número de interações tróficas possíveis
	Força de interação	Efeito da densidade de uma espécie na taxa de crescimento de outra espécie
	Equitatividade	O quão igualmente estão distribuídas as abundâncias das espécies
<b>Estabilidade</b>	Estabilidade	Um sistema é estável se todas as variáveis retornam ao estado de equilíbrio após um distúrbio
	Resiliência	Rapidez com a qual o sistema retorna ao equilíbrio após um distúrbio
	Persistência	O tempo em que uma variável permanece inalterada após um distúrbio
	Resistência	O grau de mudança exibido por uma variável após um distúrbio
	Variabilidade	Qualquer medida de dispersão associada às variações das densidades populacionais no tempo (variância, desvio padrão e etc.)
<b>Variáveis de interesse</b>	Abundância	Densidades (número de indivíduos) por unidade de área ou volume
	Composição	O catálogo específico das espécies da comunidade
	Abundância de um nível trófico	O somatório das densidades de um dado nível trófico.

Bertollo (2001) propõe alguns parâmetros-chave para chegar a um diagnóstico de qualidade ambiental tais como ausência de sintomas de estresse e de fatores de risco, sustentabilidade, biodiversidade, resiliência e equilíbrio.

Segundo Cairns (1991), o controle de qualidade dos ecossistemas requer uma ciência integradora que empregue uma visão holística dos múltiplos estresses, subsídios e interações nos complexos ecossistemas aquáticos e terrestres. Essa ciência integradora requer que estes sistemas multivariados complexos sejam considerados na sua integridade e não apenas fragmento a fragmento.

### **5.1.6.1.3. Histórico dos estudos realizados na área**

O aporte desenfreado de efluentes em ecossistemas costeiros, provenientes tanto de atividades industriais como domésticas, 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 em um compartimento de grande importância, dado o reconhecimento de sua atuação não somente nos processos de armazenamento ou acumulação de nutrientes e contaminantes, os quais têm 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 aos sedimentos provenientes do Porto de São Sebastião, a partir dos resultados obtidos, será realizada uma análise crítica para inferir as possíveis contaminações decorrentes dos procedimentos operacionais das atividades desenvolvidas pelo Porto, assim como os 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.

Na área do Porto de São Sebastião já foram realizadas quatro campanhas de coleta de sedimentos, sendo a primeira, segunda e terceira campanhas constituem-se de dados secundários, e a quarta de dados primários levantados para este estudo, conforme é descrito abaixo:

- 1ª Campanha: realizada em novembro de 2005 pela Empresa STER Engenharia Ltda “Classificação de material a ser dragado”.
- 2ª Campanha: realizada em dezembro de 2007 pela empresa TECAM - “Coleta de amostras de sedimentos marinhos para a avaliação ecotoxicológica dos sedimentos após atividades de dragagem na faixa do Cais Externo do Porto”
- 3ª campanha: realizada em janeiro de 2008 pela empresa TECAM - “Caracterização dos sedimentos a serem dragados na área do cais interno do Porto município de São Sebastião – SP”.

## A. 1ª Campanha de caracterização dos sedimentos (novembro/2005)

A primeira campanha de caracterização do sedimento do Porto de São Sebastião foi realizada pela empresa STER Engenharia Ltda, com o objetivo de determinar as características físicas e químicas do sedimento.

A Figura 1 do Anexo 5.1.6.1.3 - 1 apresenta a localização dos pontos de coleta, e a Tabela 5.1.6.1.3 - 1 apresenta as respectivas coordenadas geográficas.

**Tabela 5.1.6.1.3 - 1: Localização dos pontos da coleta realizada em novembro de 2005.**

Ponto de amostragem	Coordenadas*	
	S	W
Ponto 1	23°48' 611''	45° 23' 783''
Ponto 2	23°48' 663''	45° 23' 820''
Ponto 3	23°48' 706''	45° 23' 829''
Ponto 4	23°48' 724''	45° 23' 879''

\*Datum: SAD 69

Os resultados obtidos foram divididos em três partes: (a) dados físicos e químicos, (b) resultados químicos comparados com a Resolução CONAMA 344/04 e (c) resultados químicos comparados com a SMA 39/04.

### a) Dados físicos e químicos

Segundo os laudos analíticos apresentados pela empresa STER Engenharia Ltda, a análise granulométrica dos sedimentos nos pontos amostrais considerados indicou uma predominância das frações menores, com 90% dos sedimentos sendo classificados como areia fina.

### b) Resultados comparados com o CONAMA 344/04

De acordo com os resultados apresentados pela empresa STER Engenharia Ltda, descritos na Tabela 5.1.6.1.3 - 2, nenhuma variável foi quantificada acima do nível 1 e, conseqüentemente, nível 2 da Resolução CONAMA 344/04.



Tabela 5.1.6.1.3 - 2: Resultados das amostras de sedimento comparadas com o CONAMA 344/04, coletadas em novembro de 2005.

Parâmetros	CONAMA 344/04		Ponto 1	Ponto 2	Ponto 3	Ponto 4
	Nível 1	Nível 2	Superfície	Superfície	Superfície	Superfície
<b>Metais e semi-metais (mg/Kg)</b>						
Arsênio	8,2	70	1,1	1,3	1,2	1
Cádmio	1,2	9,6	0,1	0,1	0,1	0,2
Chumbo	46,7	218	1,3	1,1	1,0	1,5
Cobre	34	270	4,5	4,8	3,9	5,2
Cromo	81	370	6	5,5	5,8	6,2
Níquel	20,9	51,6	2,1	2,4	1,7	2,5
Zinco	150	410	5,3	5,7	5	6,1
Mercurio	0,15	0,71	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05
<b>Pesticidas organoclorados (ug/Kg)</b>						
gamma-BHC	0,32	0,99	<0,003	<0,003	<0,003	<0,003
4,4-DDT	1,19	4,77	<0,003	<0,003	<0,003	<0,003
Dieldrin *	0,71	4,3	<0,004	<0,004	<0,004	<0,004
<b>Via Clássica (mg/Kg)</b>						
Nitrogênio Kjeldahl total	4800		135	166	141	161
Fósforo total	2000		24	27	27	30
Carbono Orgânico Total (%)	10		2	2,10	2,2	2,7
<b>HPA (ug/kg)</b>						
Naftaleno	160	2100	<1000	<1000	<1000	<1000

Legenda:

Acima do nível 1

Acima do nível 2

### c) Resultados comparados com a SMA 39/04

De acordo com os resultados apresentados pela empresa STER Engenharia Ltda, apresentados na Tabela 5.1.6.1.3 - 3, nenhuma variável analisada foi quantificada acima dos valores orientadores da Resolução SMA 39/04.



Tabela 5.1.6.1.3 - 3: Resultados das amostras de sedimento comparadas com a SMA 39/04, coletadas em novembro de 2005.

Parâmetros	SMA 39			Ponto 1	Ponto 2	Ponto 3	Ponto 4
	Referência	Prevenção	Intervenção industrial	Superfície	Superfície	Superfície	Superfície
<b>Metais e semi-metais (mg/Kg)</b>							
Antimônio	0,5	2	10	<0,3	<0,3	<0,3	<0,3
Arsênio	3,5	15	55	1,1	1,3	1,2	1
Bário	75	150	500	21	19	24	25
Cádmio	0,5	1,3	8	0,1	0,1	0,1	0,2
Chumbo	17	72	300	1,3	1,1	1,0	1,5
Cobalto	13	25	65	0,2	0,2	0,2	0,3
Cobre	35	60	400	4,5	4,8	3,9	5,2
Cromo	40	75	300	6	5,5	5,8	6,2
Molibdênio	4	30	100	0,9	0,7	0,9	1
Níquel	13	30	100	2,1	2,4	1,7	2,5
Prata	0,25	2	50	<0,25	0,01	0,02	0,04
Selenio	0,25	5		0,01	0,01	0,02	0,06
Vanádio	275			<3,0	<3,0	<3,0	<3,0
Zinco	60	300	1000	5,3	5,7	5	6,1
Mercurio	0,05	0,5	36	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05
<b>Hidrocarbonetos Aromáticos Voláteis - VOC (mg/kg)</b>							
Benzeno	na	0,03	0,08	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0
Estireno	na	0,2	35	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0
Tolueno	na	0,14	30	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0
Xilenos totais	na	0,13	30	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0
<b>Hidrocarbonetos policíclicos aromáticos (ug/kg)</b>							
Naftaleno	na	120	60000	<1000	<1000	<1000	<1000
<b>Benzeno clorado (mg/kg)</b>							
1,2-diclorobenzeno	na	0,73	200	<50	<50	<50	<50
1,3-diclorobenzeno	na	0,39					
1,4-diclorobenzeno	na	0,39	70				
<b>etanos clorados (mg/kg)</b>							
1,2-dicloroetano	na	0,075	0,25	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5
1,1,1-tricloroetano	na		11	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
<b>etenos clorados (mg/kg)</b>							
Cloreto de vinila	na	0,003	0,003	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05
<b>fenóis clorados (ug/kg)</b>							
2,4,6-triclorofenol	na	1500	10000	<1000	<1000	<1000	<1000
Pentaclorofenol (PCP)	na	160	1300	<50	<50	<50	<50
<b>fenóis não clorados (ug/kg)</b>							
Fenol	na	200	10000	<300	<300	<300	<300
<b>Pesticidas organoclorados (ug/Kg)</b>							
Aldrin	na	1,5	10	<0,0004	<0,0004	<0,0004	<0,0004
Dieldrin	na	43	600				
gama-BHC	na	1	70	<0,003	<0,003	<0,003	<0,003
4,4-DDT	na	21	1000	<0,003	<0,003	<0,003	<0,003
Endrin	na	1	1500	<0,003	<0,003	<0,003	<0,003
<b>SVOC (ug/kg)</b>							
Hexaclorobenzeno				<5	<5	<5	<5
Tricloroetileno				<500	<500	<500	<500
Tetracloroetileno				<500	<500	<500	<500

Legenda:  Acima de referência  Acima de prevenção  Acima de intervenção industrial

De acordo com os dados apresentados no processo SMA nº 13.536/06 – Dragagem de manutenção do Porto de São Sebastião (Licenciamento Ambiental), os resultados obtidos validaram

a dragagem e permitiram o lançamento do material na área disponibilizada pelo Porto de São Sebastião. Após o término da dragagem, foi realizada uma campanha de amostragem de sedimentos para a avaliação de sua toxicidade. Os dados obtidos são apresentados no item a seguir.

## B. 2ª Campanha de caracterização dos sedimentos (dezembro/2007)

O relatório “Coleta de amostras de sedimentos marinhos para a avaliação ecotoxicológica dos sedimentos após atividades de dragagem na faixa do Cais Externo do Porto”, produzido pela TECAM em dezembro de 2007, apresenta os trabalhos de campo desenvolvidos para a realização dos ensaios de ecotoxicidade no sedimento após a dragagem no cais do Porto de São Sebastião.

A coleta foi realizada dia 14 de dezembro de 2007 dentro da área dragada. As coordenadas dos pontos de coleta são apresentadas na Tabela 5.1.6.1.3 - 4 e na Figura 1 (Anexo 5.1.6.1.3 - 1).

**Tabela 5.1.6.1.3 - 4: Localização dos pontos da coleta realizada em dezembro de 2007.**

Pontos de coleta	Coordenadas	
	Northings (mN)	Eastings (mE)
1	7.366.567	459.539
2	7.366.598	459.539
3	7.366.629	459.567

A amostra encaminhada ao laboratório foi composta das três réplicas, ou seja, o teste de toxicidade foi realizado com uma amostra de sedimento composto pelas amostras 1, 2 e 3. O objetivo do teste foi determinar a toxicidade aguda da amostra para o anfípodo *Leptocheirus plumulosus*, baseada na mortalidade dos organismos após 10 dias de exposição.

Os resultados obtidos foram apresentados no relatório “Teste de Toxicidade Aguda com *Leptocheirus plumulosus* para a amostra de sedimento composto para avaliação ecotoxicológica dos sedimentos após as atividades de dragagem na faixa do cais externo do porto”. A Tabela 5.1.6.1.3 - 5 apresenta os resultados obtidos no teste de ecotoxicidade.

**Tabela 5.1.6.1.3 - 5: Resultados obtidos no teste de ecotoxicidade.**

Amostras	Réplicas	N° final de animais por réplicas		Mortalidade total (%)	Resultado
		Mortos	Total		
Sedimento-controle	1	0	10	6	-
	2	2			
	3	1			
	4	0			
	5	0			
Amostra composta	1	0	10	8	Não tóxico
	2	0			
	3	2			
	4	2			
	5	0			

Com relação às análises químicas realizadas durante os testes, os valores de oxigênio dissolvido, salinidade, pH, nitrogênio amoniacal e amônia não ionizada da água de interface (Tabela 5.1.6.1.3 - 6) e da água intersticial (Tabela 5.1.6.1.3 - 7) indicam uma qualidade aceitável da água de interface e da água intersticial durante o período de teste. Quanto à concentração de amônia não ionizada da água intersticial no início do teste, o valor obtido foi inferior ao limite de 0,8 mg/L aceito para essa espécie (USEPA, 2001).

Foi verificado que a amostra de sedimento não apresentou toxicidade aguda para *L. plumulosus* em comparação com o controle, após 10 dias de exposição.

**Tabela 5.1.6.1.3 - 6: Resultados das análises químicas na água de interface.**

Amostras	Água interface					
	pH		Salinidade (‰)		OD (mg/L)	
	Inicial	Final	Inicial	Final	Inicial	Final
Sedimento-controle	7,75	7,98	20	21	5,76	6,86
Amostra composta	8,1	8,31	21	24	5,82	6,35

**Tabela 5.1.6.1.3 - 7 Resultados das análises químicas na água intersticial.**

Amostras	Água intersticial							
	pH		Salinidade (‰)		OD (mg/L)		N amoniacal (mg/L)	Amônia não ionizada (mg/L)
	Inicial	Final	Inicial	Final	Inicial	Final	Inicial	Inicial
Sedimento-controle	7,61	7,72	21	23	5,66	5,73	3,25	0,066
Amostra composta	7,56	7,79	31	25	4,04	4,75	13,00	0,220

### C. 3ª Campanha de caracterização dos sedimentos (Janeiro/2008)

O relatório “Caracterização dos sedimentos a serem dragados na área do cais interno do Porto município de São Sebastião – SP”, apresentado pela TECAM em fevereiro de 2008 teve como objetivo caracterizar os sedimentos na área a ser dragada no cais interno do Porto da DERSA, com base nas análises definidas pela Resolução CONAMA 344/04, Resolução SMA 39/04 e CETESB - Decisão de Diretoria 195-2005-E.

A amostragem foi realizada na área a ser dragada na época, com distribuição amostral representativa da dimensão da área e do volume a ser dragado. Para tanto, foram coletadas amostras em quatro pontos dentro da área, em duas profundidades cada, perfazendo o total de oito 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.

Na Tabela 5.1.6.1.3 - 8 são apresentadas as coordenadas dos pontos de coleta, enquanto que a Figura 1 (Anexo 5.1.6.1.3 - 1) apresenta a sua localização geográfica.

**Tabela 5.1.6.1.3 - 8: Localização dos pontos da coleta realizada em janeiro de 2008.**

Pontos de coleta	Easting	Northing
1	459.540	7.366.730
2	459.460	7.366.702
3	459.461	7.366.775
4	459.492	7.366.760

Datum: \*SAD 69

A coleta foi realizada pela empresa PRONATIVA, em 22 de janeiro de 2008. A coleta das amostras de sedimento superficial foi realizada com um pegador de fundo do tipo *Van Veen* e a de sedimento em profundidade com um equipamento de coleta em perfil até 2 m, com *core* de alumínio de 3 polegadas de diâmetro e 3 metros de comprimento, com um bate-estacas de 20 quilos na extremidade superior.

As amostras foram analisadas no laboratório CORPLAB para os seguintes analitos: compostos orgânicos voláteis (VOC), compostos orgânicos semi-voláteis (SVOC), bifenilas policloradas (PCB) e pesticidas organoclorados (POC), fósforo, % carbono orgânico total, nitrogênio total Kjeldhal e granulometria.

Os resultados obtidos foram divididos em três partes: (a) dados físicos e químicos, (b) resultados químicos comparados com o CONAMA 344 e (c) resultados químicos comparados com a SMA 39/04.

#### a) Dados físicos e químicos

A granulometria da região de amostragem apresentou características silto argilosa em todos os pontos de coleta, conforme observado na Tabela 5.1.6.1.3-9.

**Tabela 5.1.6.1.3 - 9: Resultados de granulometria no sedimento (%), em coleta realizada em janeiro de 2008.**

Parâmetros	Ponto 1		Ponto 2		Ponto 3		Ponto 4	
	Superfície	2,0 metros	Superfície	2,0 metros	Superfície	2,0 metros	Superfície	2,0 metros
Granulometria (%)								
Areia muito grossa	0	0	0	0,214	2,473	3,714	0	0
Areia grossa	0,093	0,19	0,25	1,164	3,042	4,751	0,343	0,247
Areia média	0,373	0,404	0,394	0,84	4,658	3	0,525	0,451
Areia fina	2,965	1,931	2,585	1,206	9,597	7,307	2,356	1,601
Areia muito fina	21,712	11,521	14,409	6,899	9,291	47,377	15,949	10,39
Areia total	25,142	14,046	17,638	10,323	29,061	66,148	19,173	12,689
Silte	41,486	48,391	45,194	46,461	37,054	19,113	43,666	46,032
Argila	33,371	37,564	37,168	43,216	33,885	14,739	37,161	41,233



## b) Resultados comparados com a CONAMA 344/04

### Metais e semi-metais

A Tabela 5.1.6.1.3 - 10 apresenta os resultados de metais e semi-metais obtidos pela TECAM no sedimento coletado em 22 de janeiro de 2008. Os resultados obtidos indicam a presença de alguns metais acima do nível 1 estabelecido pela Resolução CONAMA 344:

- Arsênio: ponto 1, 2 e 4 superfície e fundo e ponto 3 apenas na superfície;
- Chumbo: ponto 2 fundo e ponto 3 superfície;
- Cobre e mercúrio: ponto 3 superfície.

Tabela 5.1.6.1.3 - 10 Resultados de metais e semi-metais no sedimento (mg/kg), em coleta realizada em janeiro de 2008.

Parâmetros	CONAMA 344/04		Ponto 1		Ponto 2		Ponto 3		Ponto 4	
	Nível 1	Nível 2	Superfície	2,0 metros	Superfície	2,0 metros	Superfície	2,0 metros	Superfície	2,0 metros
Arsênio	8,2	70	10,9	10,0	12,9	11	9,89	7,82	12,8	12,2
Cádmio	1,2	9,6	<0,69	<0,56	<0,76	<0,61	<0,57	<0,35	<0,66	<0,57
Chumbo	46,7	218	19,7	18,67	21,8	49,3	60,6	4,9	24,3	25,2
Cobre	34	270	22,4	19,3	28,5	30,1	51,8	3,54	28,2	23,9
Cromo	81	370	39	30,4	39,4	39,3	30,6	18,3	43,3	40,3
Níquel	20,9	51,6	10,83	8,56	10,8	11,5	8,53	4,46	12,8	11,8
Zinco	150	410	105	84,4	118	115	103	27,3	125	110
Mercúrio	0,15	0,71	<0,11	<0,11	<0,10	<0,11	0,27	<0,19	<0,14	<0,12

Legenda:

Acima do nível 1

Acima do nível 2

### Pesticidas organoclorados - POC

Conforme apresentado na Tabela 5.1.6.1.3 - 11, todas as amostras analisadas apresentaram concentrações de POC abaixo do limite de quantificação do laboratório.

Tabela 5.1.6.1.3 - 11 Resultados de POC no sedimento (ug/kg), em coleta realizada em janeiro de 2008.

Parâmetros	CONAMA 344/04		Ponto 1		Ponto 2		Ponto 3		Ponto 4	
	Nível 1	Nível 2	Superfície	2,0 metros	Superfície	2,0 metros	Superfície	2,0 metros	Superfície	2,0 metros
Pesticidas organoclorados (ug/Kg)										
beta-BHC	0,32	0,99	<0,32	<0,32	<0,32	<0,32	<0,32	<0,32	<0,32	<0,32
gama-BHC	0,32	0,99	<0,32	<0,32	<0,32	<0,32	<0,32	<0,32	<0,32	<0,32
delta-BHC	0,32	0,99	<0,32	<0,32	<0,32	<0,32	<0,32	<0,32	<0,32	<0,32
alfa-dordano	2,26	4,79	<0,32	<0,32	<0,32	<0,32	<0,32	<0,32	<0,32	<0,32
gama-dordano	2,26	4,79	<0,32	<0,32	<0,32	<0,32	<0,32	<0,32	<0,32	<0,32
4,4-DDD	1,22	7,81	<0,32	<0,32	<0,32	<0,32	<0,32	<0,32	<0,32	<0,32
4,4-DDE	2,07	374	<0,32	<0,32	<0,32	<0,32	<0,32	<0,32	<0,32	<0,32
4,4-DDT	1,19	4,77	<0,32	<0,32	<0,32	<0,32	<0,32	<0,32	<0,32	<0,32
Dieldrin	0,71	4,3	<0,32	<0,32	<0,32	<0,32	<0,32	<0,32	<0,32	<0,32
Endrin	2,67	62,4	<0,32	<0,32	<0,32	<0,32	<0,32	<0,32	<0,32	<0,32

Legenda:

Acima do nível 1

Acima do nível 2

## Bifenilas policloradas - PCB

Observa-se, na Tabela 5.1.6.1.3 - 12 que apenas a amostra de sedimento do ponto 3, na superfície, apresentou concentração de PCB total acima de nível 1.

Tabela 5.1.6.1.3 - 12: Resultados de PCB no sedimento (ug/kg), em coleta realizada em janeiro de 2008.

Parâmetros	CONAMA 344/04		Ponto 1		Ponto 2		Ponto 3		Ponto 4	
	Nível 1	Nível 2	Superfície	2,0 metros	Superfície	2,0 metros	Superfície	2,0 metros	Superfície	2,0 metros
2,4,4-triclorobifenil			<2,7	<2,7	<2,7	<2,7	<2,7	<2,7	<2,7	<2,7
2,2,5,5-tetraclorobifenil			<2,7	<2,7	<2,7	<2,7	<2,7	<2,7	<2,7	<2,7
2,2,4,5,5-pentaclorobifenil			<2,7	<2,7	<2,7	<2,7	4,7	<2,7	<2,7	<2,7
2,3,4,4,5-pentaclorobifenil			<2,7	<2,7	<2,7	<2,7	<2,7	<2,7	<2,7	<2,7
2,2,3,4,4,5-hexaclorobifenil			<2,7	<2,7	<2,7	<2,7	11	<2,7	<2,7	<2,7
2,2,4,4,5,5-hexaclorobifenil			<2,7	<2,7	<2,7	<2,7	22	<2,7	<2,7	<2,7
2,2,3,4,4,5,5-heptaclorobifenil			<2,7	<2,7	<2,7	<2,7	16	<2,7	<2,7	<2,7
PCB totais	22,7	180	<2,7	<2,7	<2,7	<2,7	53,7	<2,7	<2,7	<2,7

Legenda:

Acima do nível 1

Acima do nível 2

## Hidrocarbonetos policíclicos aromáticos - HPA

De acordo com os resultados obtidos nas análises (Tabela 5.1.6.1.3 - 13) observa-se que em apenas uma das amostras foram quantificadas concentrações de HPA acima do padrão de qualidade, sendo fluoranteno, acenaftileno, acenafteno, antraceno e fluoreno acima do nível 1, e fenantreno, benzo(a)pireno e pireno acima de nível 2.

Tabela 5.1.6.1.3 - 13: Resultados de SVOC no sedimento (ug/kg), em coleta realizada em janeiro de 2008.

Parâmetros	CONAMA 344/04		Ponto 1		Ponto 2		Ponto 3		Ponto 4	
	Nível 1	Nível 2	Superfície	2,0 metros	Superfície	2,0 metros	Superfície	2,0 metros	Superfície	2,0 metros
HPA (ug/kg)										
Naftaleno	160	2100	< 5,7	< 5,7	< 5,7	< 5,7	46,3	<3,6	<5,7	14
Fenantreno	240	1500	< 5,7	< 5,7	< 5,7	< 5,7	3404	<3,6	<5,7	37
Fluoranteno	600	5100	< 5,7	< 5,7	< 5,7	< 5,7	2530	<3,6	<5,7	<5,7
Criseno	108	846	< 5,7	< 5,7	< 5,7	< 5,7	< 5,7	<3,6	<5,7	<5,7
Acenaftileno	44	640	< 5,7	< 5,7	< 5,7	< 5,7	52	<3,6	<5,7	<5,7
Acenafteno	16	500	< 5,7	< 5,7	< 5,7	< 5,7	386	<3,6	<5,7	<5,7
2-metilnaftaleno	70	670	< 333	< 267	< 364	< 293	< 273	< 169	< 316	< 273
Antraceno	85,3	1100	< 5,7	< 5,7	< 5,7	< 5,7	426,2	<3,6	<5,7	<5,7
Benzo(a)antraeno	74,8	693	< 5,7	< 5,7	< 5,7	< 5,7	< 5,7	<3,6	<5,7	<5,7
Benzo(a)pireno	88,8	763	< 5,7	< 5,7	< 5,7	< 5,7	1902	<3,6	<5,7	<5,7
Dibenzo(a,h)antraeno	6,22	135	<500	<400	< 5,7	< 5,7	< 5,7	<3,6	<5,7	<5,7
Fluoreno	19	540	<111*	<56*	< 5,7	< 5,7	396	<3,6	<5,7	<5,7
Pireno	665	2600	< 5,7	<5,7	< 5,7	< 5,7	2980	<3,6	<5,7	<5,7
Soma HPA	3000		<500	<400	< 364	< 293	12122,5	< 169	< 316	51

Legenda:

Acima do nível 1

Acima do nível 2

## Nutrientes

Conforme observado na Tabela 5.1.6.1.3 - 14 todas as amostras analisadas apresentaram níveis de carbono orgânico total, nitrogênio Kjeldahl total e fósforo total inferiores ao valor de alerta estabelecido pela Resolução CONAMA 344/04.



**Tabela 5.1.6.1.3 - 14: Resultados de carbono orgânico total, nitrogênio Kjeldahl total e fósforo total no sedimento (mg/kg), em coleta realizada em janeiro de 2008.**

Parâmetros	CONAMA 344/04	Ponto 1		Ponto 2		Ponto 3		Ponto 4	
	Valor de Alerta	Superfície	2,0 metros	Superfície	2,0 metros	Superfície	2,0 metros	Superfície	2,0 metros
Via Clássica (mg/Kg)									
Nitrogênio Kjeldahl total	4800	221	453	230	37,1	214	259	290	263
Fósforo total	2000	802	637	856	793	584	314	797	731
Carbono Orgânico Total (%)	10	1,06	0,97	0,89	1,34	1,27	1,01	1,64	1,43

Legenda:

Acima do valor de alerta

### c) Resultados comparados com a SMA 39/04 (Decisão de diretoria nº195-2005-e, de 23 de novembro de 2005)

#### Metais e semi-metais

A Tabela 5.1.6.1.3 - 15 apresenta os resultados de metais e semi-metais no sedimento, comparado com a resolução SMA 39/04. Observa-se que apenas o bário foi quantificado acima do valor de prevenção no sedimento sub-superficial do ponto 2 e ponto 4 (Figura 1 do Anexo 5.1.6.1.3 - 1).

**Tabela 5.1.6.1.3 - 15 Resultados de metais e semi-metais (mg/kg), em coleta realizada em janeiro de 2008.**

Parâmetros	SMA 39			Ponto 1		Ponto 2		Ponto 3		Ponto 4	
	Referência	Prevenção	Intervenção industrial	Superfície	2,0 metros	Superfície	2,0 metros	Superfície	2,0 metros	Superfície	2,0 metros
Metais e semi-metais (mg/Kg)											
Alumínio				15658	13148	15770	17327	12147	6497	17505	16707
Antimônio	0,5	2	10	<0,69	<0,56	<0,76	<0,61	<0,57	<0,35	<0,66	<0,57
Arsênio	3,5	15	55	10,9	10,0	12,9	11	9,89	7,82	12,8	12,2
Bário	75	150	500	53,5	50,7	55,6	137	77	11,8	70	248
Boro				33,1	24,9	40,5	34,4	23,4	13,9	42,1	31,3
Cádmio	0,5	1,3	8	<0,69	<0,56	<0,76	<0,61	<0,57	<0,35	<0,66	<0,57
Chumbo	17	72	300	19,7	18,67	21,8	49,3	60,6	4,9	24,3	25,2
Cobalto	13	25	65	3,8	2,94	3,4	4,0	2,8	<0,35	5,3	5,49
Cobre	35	60	400	22,4	19,3	28,5	30,1	51,8	3,34	28,2	23,9
Cromo	40	75	300	39	30,4	39,4	39,3	30,6	18,3	43,3	40,3
Ferro				25547	21190	26955	25465	24324	12039	29405	25436
Manganês				496	436	565	496	371	170	537	469
Molibdênio	4	30	100	<1,39	<1,11	<1,52	<1,22	<1,14	<0,70	<1,32	<1,14
Níquel	13	30	100	10,83	8,36	10,8	11,5	8,53	4,46	12,8	11,8
Prata	0,25	2	50	<1,39	<1,11	<1,52	<1,22	<1,14	<0,70	<1,32	<1,14
Selenio	0,25	5		<5,53	<4,44	<6,06	<4,88	4,55	<2,82	<5,26	<4,55
Vanádio	275			43,4	41	48,9	46,5	37,8	27,9	53,4	50,2
Zinco	60	300	1000	105	84,4	118	115	103	27,3	125	110
Mercurio	0,05	0,5	36	<0,11	<0,11	<0,10	<0,11	0,27	<0,19	<0,14	<0,12

Legenda:

Acima de referência

Acima de prevenção

Acima de intervenção industrial

#### Hidrocarbonetos aromáticos voláteis - VOC

A Tabela 5.1.6.1.3 - 16 apresenta os resultados de hidrocarbonetos aromáticos voláteis (VOC) no sedimento comparado com a resolução SMA 39/04. Observa-se que todas as amostras analisadas apresentaram resultados abaixo do limite de quantificação do laboratório.



**Tabela 5.1.6.1.3 - 16: Resultados de hidrocarbonetos aromáticos voláteis (mg/kg), em coleta realizada em janeiro de 2008.**

Parâmetros	SMA 39			Ponto 1		Ponto 2		Ponto 3		Ponto 4	
	Referência	Prevenção	Intervenção industrial	Superfície	2,0 metros	Superfície	2,0 metros	Superfície	2,0 metros	Superfície	2,0 metros
Hidrocarbonetos Aromáticos Voláteis - VOC (mg/kg)											
Benzeno	na	0,03	0,08	< 0,014	< 0,011	< 0,015	< 0,012	< 0,011	< 0,007	< 0,013	< 0,011
Estireno	na	0,2	35	< 0,014	< 0,011	< 0,015	< 0,012	< 0,011	< 0,007	< 0,013	< 0,011
Etilbenzeno	na	6,2	40	< 0,014	< 0,011	< 0,015	< 0,012	< 0,011	< 0,007	< 0,013	< 0,011
Tolueno	na	0,14	30	< 0,014	< 0,011	< 0,015	< 0,012	< 0,011	< 0,007	< 0,013	< 0,011
(m+p) xileno				< 0,014	< 0,011	< 0,015	< 0,012	< 0,011	< 0,007	< 0,013	< 0,011
o-xileno				< 0,014	< 0,011	< 0,015	< 0,012	< 0,011	< 0,007	< 0,013	< 0,011
Xilenos totais	na	0,13	30	< 0,014	< 0,011	< 0,015	< 0,012	< 0,011	< 0,007	< 0,013	< 0,011

Legenda:

Acima de referência      Acima de prevenção      Acima de intervenção industrial

### Hidrocarbonetos policíclicos aromáticos - HPA

A Tabela 5.1.6.1.3 - 17 apresenta os resultados de hidrocarbonetos policíclicos aromáticos (HPA) no sedimento comparado com a resolução SMA 39/04. Observa-se que apenas a amostra do ponto 3 apresentou concentração acima de prevenção, para antraceno e benzo(k)fluoranteno, acima de intervenção, para fenantreno e benzo(a)pireno.

**Tabela 5.1.6.1.3 - 17: Resultados de hidrocarbonetos policíclicos aromáticos (ug/kg), em coleta realizada em janeiro de 2008.**

Parâmetros	SMA 39			Ponto 1		Ponto 2		Ponto 3		Ponto 4	
	Referência	Prevenção	Intervenção industrial	Superfície	2,0 metros	Superfície	2,0 metros	Superfície	2,0 metros	Superfície	2,0 metros
Hidrocarbonetos policíclicos aromáticos (ug/kg)											
Antraeno	na	39		< 5,7	< 5,7	< 5,7	< 5,7	426,2	< 3,6	< 5,7	< 5,7
Benzo(a)antraeno	na	25	20000	< 5,7	< 5,7	< 5,7	< 5,7	< 5,7	< 3,6	< 5,7	< 5,7
Benzo(k)fluoranteno	na	380		< 500	< 400	< 5,7	< 5,7	955	< 3,6	< 5,7	< 5,7
Benzo(g,h,i)pireno	na	570		< 5,7	< 5,7	< 5,7	< 5,7	< 5,7	< 3,6	< 5,7	< 5,7
Benzo(a)pireno	na	52	1500	< 5,7	< 5,7	< 5,7	< 5,7	1902	< 3,6	< 5,7	< 5,7
Criseno	na	8100		< 5,7	< 5,7	< 5,7	< 5,7	< 5,7	< 3,6	< 5,7	< 5,7
Dibenzo(a,h)antraeno	na	80	600	< 500	< 400	< 5,7	< 5,7	< 5,7	< 3,6	< 5,7	< 5,7
Fenantreno	na	3300	40000	< 5,7	< 5,7	< 5,7	< 5,7	3404	< 3,6	< 5,7	37
Indeno(1,2,3-cd)pireno	na	31	25000	< 5,7	< 5,7	< 5,7	< 5,7	< 5,7	< 3,6	< 5,7	< 5,7
Naftaleno	na	120	60000	< 5,7	< 5,7	< 5,7	< 5,7	46,3	< 3,6	< 5,7	14

Legenda:

Acima de referência      Acima de prevenção      Acima de intervenção industrial

### Benzenos clorados

A Tabela 5.1.6.1.3 - 18 apresenta os resultados de benzenos clorados no sedimento comparado com a resolução SMA 39/04. Observa-se que todas as amostras analisadas apresentaram resultados abaixo do limite de quantificação do laboratório.



**Tabela 5.1.6.1.3 - 18: Resultados de benzeno clorados (mg/kg), em coleta realizada em janeiro de 2008.**

Parâmetros	SMA 39			Ponto 1		Ponto 2		Ponto 3		Ponto 4	
	Referência	Prevenção	Intervenção industrial	Superfície	2,0 metros	Superfície	2,0 metros	Superfície	2,0 metros	Superfície	2,0 metros
<b>Benzeno clorado (mg/kg)</b>											
Monodlorobenzeno	na	0,41	45	< 0,014	< 0,011	< 0,015	< 0,012	< 0,011	< 0,007	< 0,013	< 0,011
1,2-diclorobenzeno	na	0,73	200	< 0,014	< 0,011	< 0,015	< 0,012	< 0,011	< 0,007	< 0,013	< 0,011
1,3-diclorobenzeno	na	0,39		< 0,014	< 0,011	< 0,015	< 0,012	< 0,011	< 0,007	< 0,013	< 0,011
1,4-diclorobenzeno	na	0,39	70	< 0,014	< 0,011	< 0,015	< 0,012	< 0,011	< 0,007	< 0,013	< 0,011
1,2,3-triclorobenzeno	na	0,01	15	< 0,014	< 0,011	< 0,015	< 0,012	< 0,011	< 0,007	< 0,013	< 0,011
1,2,4-triclorobenzeno	na	0,011	20	< 0,014	< 0,011	< 0,015	< 0,012	< 0,011	< 0,007	< 0,013	< 0,011
1,3,5-triclorobenzeno	na	0,5		< 0,014	< 0,011	< 0,015	< 0,012	< 0,011	< 0,007	< 0,013	< 0,011
1,2,3,4-tetraclorobenzeno	na	0,16		< 0,014	< 0,011	< 0,015	< 0,012	< 0,011	< 0,007	< 0,013	< 0,011
1,2,3,5-tetraclorobenzeno	na	0,0065		< 0,014	< 0,011	< 0,015	< 0,012	< 0,011	< 0,007	< 0,013	< 0,011
1,2,4,5-tetraclorobenzeno	na	0,01		-	-	-	-	-	-	-	-

Legenda:

Acima de referência
  Acima de prevenção
  Acima de intervenção industrial

### Etanos clorados

A Tabela 5.1.6.1.3 - 19 apresenta os resultados de etanos clorados no sedimento comparado com a resolução SMA 39/04. Observa-se que todas as amostras analisadas apresentaram resultados abaixo do limite de quantificação do laboratório.

**Tabela 5.1.6.1.3 - 19: Resultados de etanos clorados (mg/kg), em coleta realizada em janeiro de 2008.**

Parâmetros	SMA 39			Ponto 1		Ponto 2		Ponto 3		Ponto 4	
	Referência	Prevenção	Intervenção industrial	Superfície	2,0 metros	Superfície	2,0 metros	Superfície	2,0 metros	Superfície	2,0 metros
<b>etanos clorados (mg/kg)</b>											
1,1-dicloroetano	na		20	< 0,014	< 0,011	< 0,015	< 0,012	< 0,011	< 0,007	< 0,013	< 0,011
1,2-dicloroetano	na	0,075	0,25	< 0,014	< 0,011	< 0,015	< 0,012	< 0,011	< 0,007	< 0,013	< 0,011
1,1,1-tricloroetano	na		11	< 0,014	< 0,011	< 0,015	< 0,012	< 0,011	< 0,007	< 0,013	< 0,011

Legenda:

Acima de referência
  Acima de prevenção
  Acima de intervenção industrial

### Etenos clorados

A Tabela 5.1.6.1.3 - 20 apresenta os resultados de etenos clorados no sedimento comparado com a resolução SMA 39/04. Observa-se que todas as amostras analisadas apresentaram resultados abaixo do limite de quantificação do laboratório.

**Tabela 5.1.6.1.3 - 20: Resultados de etenos clorados (mg/kg), em coleta realizada em janeiro de 2008.**

Parâmetros	SMA 39			Ponto 1		Ponto 2		Ponto 3		Ponto 4	
	Referência	Prevenção	Intervenção industrial	Superfície	2,0 metros	Superfície	2,0 metros	Superfície	2,0 metros	Superfície	2,0 metros
<b>etenos clorados (mg/kg)</b>											
Cloreto de vinila	na	0,003	0,003	< 0,003	< 0,003	< 0,003	< 0,003	< 0,003	< 0,003	< 0,003	< 0,003
1,1-dicloroetano	na		3	< 0,014	< 0,011	< 0,015	< 0,012	< 0,011	< 0,007	< 0,013	< 0,011
1,2-dicloroetano (cis)	na		2,5	< 0,014	< 0,011	< 0,015	< 0,012	< 0,011	< 0,007	< 0,013	< 0,011
1,2-dicloroetano (trans)	na		8	< 0,014	< 0,011	< 0,015	< 0,012	< 0,011	< 0,007	< 0,013	< 0,011
Tricloroetano (TCE)	na	0,0078	7	< 0,014	< 0,011	< 0,015	< 0,012	< 0,011	< 0,007	< 0,013	< 0,011
Tetracloroetano (PCE)	na	0,054	5	< 0,014	< 0,011	< 0,015	< 0,012	< 0,011	< 0,007	< 0,013	< 0,011

Legenda:

Acima de referência
  Acima de prevenção
  Acima de intervenção industrial

## Fenóis clorados

A Tabela 5.1.6.1.3 - 21 apresenta os resultados de fenóis clorados no sedimento comparado com a resolução SMA 39/04. Observa-se que todas as amostras analisadas apresentaram resultados abaixo do limite de quantificação do laboratório.

**Tabela 5.1.6.1.3 - 21: Resultados de fenóis clorados (ug/kg), em coleta realizada em janeiro de 2008.**

Parâmetros	SMA 39			Ponto 1		Ponto 2		Ponto 3		Ponto 4	
	Referência	Prevenção	Intervenção industrial	Superfície	2,0 metros	Superfície	2,0 metros	Superfície	2,0 metros	Superfície	2,0 metros
<b>fenóis clorados (ug/kg)</b>											
2-clorofenol	na	55	1500	< 333	< 267	< 364	< 293	< 273	< 169	< 316	< 273
2,4-diclorofenol	na	31	4000	< 333	< 267	< 364	< 293	< 273	< 169	< 316	< 273
3,4-diclorofenol	na	51	3000	< 333	< 267	< 364	< 293	< 273	< 169	< 316	< 273
2,4,5-triclorofenol	na	110		< 333	< 267	< 364	< 293	< 273	< 169	< 316	< 273
2,4,6-triclorofenol	na	1500	10000	< 333	< 267	< 364	< 293	< 273	< 169	< 316	< 273
2,3,4,5-tetraclorofenol	na	92	250000	< 333	< 267	< 364	< 293	< 273	< 169	< 316	< 273
2,3,4,6-tetraclorofenol	na	11	3500	< 333	< 267	< 364	< 293	< 273	< 169	< 316	< 273
Pentaclorofenol (PCP)	na	160	1300	< 333	< 267	< 364	< 293	< 273	< 169	< 316	< 237

Legenda:

Acima de referência      Acima de prevenção      Acima de intervenção industrial

## Fenóis não clorados

A Tabela 5.1.6.1.3 - 22 apresenta os resultados de fenóis não clorados no sedimento comparado com a resolução SMA 39/04. Observa-se que todas as amostras analisadas apresentaram resultados abaixo do limite de quantificação do laboratório.

**Tabela 5.1.6.1.3 - 22: Resultados de fenóis clorados (ug/kg), em coleta realizada em janeiro de 2008.**

Parâmetros	SMA 39			Ponto 1		Ponto 2		Ponto 3		Ponto 4	
	Referência	Prevenção	Intervenção industrial	Superfície	2,0 metros	Superfície	2,0 metros	Superfície	2,0 metros	Superfície	2,0 metros
<b>fenóis não clorados (ug/kg)</b>											
2-metilfenol (o-cresol)				< 333	< 267	< 364	< 293	< 273	< 169	< 316	< 273
3-metilfenol (m-cresol)				< 333	< 267	< 364	< 293	< 273	< 169	< 316	< 273
4-metilfenol (p-cresol)				< 1000	< 267	< 364	< 293	< 273	< 169	< 316	< 273
Cresóis	na	160	14000	< 333	< 800	< 1091	< 878	< 818	< 507	< 947	< 818
Fenol	na	200	10000	< 5,7	< 5,7	< 909	< 732	< 682	< 422	< 789	< 682

Legenda:

Acima de referência      Acima de prevenção      Acima de intervenção industrial

## Ésteres ftálicos

A Tabela 5.1.6.1.3 - 23 apresenta os resultados de ésteres ftálicos no sedimento comparado com a resolução SMA 39/04. Observa-se que todas as amostras analisadas apresentaram resultados abaixo do limite de quantificação do laboratório.

**Tabela 5.1.6.1.3 - 23: Resultados de fenóis clorados (ug/kg), em coleta realizada em janeiro de 2008.**

Parâmetros	SMA 39			Ponto 1		Ponto 2		Ponto 3		Ponto 4	
	Referência	Prevenção	Intervenção industrial	Superfície	2,0 metros	Superfície	2,0 metros	Superfície	2,0 metros	Superfície	2,0 metros
<b>ésteres ftálicos (ug/kg)</b>											
Diethylftalato	na	600	4000	< 555	< 444	< 545	< 439	< 409	< 253	< 474	< 409
Dimetilftalato	na	250	1600	< 500	< 400	< 545	< 439	< 409	< 253	< 474	< 409
Di-n-butilftalato	na	700		< 833	< 667	< 545	< 439	< 409	< 253	< 474	< 409

Legenda:

Acima de referência      Acima de prevenção      Acima de intervenção industrial

## Pesticidas organoclorados - POC

A Tabela 5.1.6.1.3 - 24 apresenta os resultados de POC no sedimento comparado com a resolução SMA 39/04. Observa-se que todas as amostras analisadas apresentaram resultados abaixo do limite de quantificação do laboratório.

**Tabela 5.1.6.1.3 - 24: Resultados de fenóis clorados (ug/kg), em coleta realizada em janeiro de 2008.**

Parâmetros	SMA 39			Ponto 1		Ponto 2		Ponto 3		Ponto 4	
	Referência	Prevenção	Intervenção industrial	Superfície	2,0 metros	Superfície	2,0 metros	Superfície	2,0 metros	Superfície	2,0 metros
Pesticidas organoclorados (ug/Kg)											
Aldrin	na	1,5	10	<0,32	<0,32	<0,32	<0,32	<0,32	<0,32	<0,32	<0,32
beta-BHC	na	11	100	<0,32	<0,32	<0,32	<0,32	<0,32	<0,32	<0,32	<0,32
gamma-BHC	na	1	70	<0,32	<0,32	<0,32	<0,32	<0,32	<0,32	<0,32	<0,32
4,4-DDD	na	10	2000	<0,32	<0,32	<0,32	<0,32	<0,32	<0,32	<0,32	<0,32
4,4-DDE	na	13	3000	<0,32	<0,32	<0,32	<0,32	<0,32	<0,32	<0,32	<0,32
4,4-DDT	na	21	1000	<0,32	<0,32	<0,32	<0,32	<0,32	<0,32	<0,32	<0,32
Dieldrin	na	43	600	<0,32	<0,32	<0,32	<0,32	<0,32	<0,32	<0,32	<0,32
Endrin	na	1	1500	<0,32	<0,32	<0,32	<0,32	<0,32	<0,32	<0,32	<0,32

Legenda:

Acima de referência     
  Acima de prevenção     
  Acima de intervenção industrial

## Bifenilas policloradas - PCB

A Tabela 5.1.6.1.3 - 25 apresenta os resultados de PCB no sedimento comparado com a resolução SMA 39/04. Observa-se que apenas no ponto 3, na superfície, foram quantificadas bifenilas, sendo que a somatória das sete bifenilas apresentadas na referida tabela como PCB Totais apresentou resultados acima do valor de intervenção industrial.

**Tabela 5.1.6.1.3 - 25: Resultados de PCB (ug/kg), em coleta realizada em janeiro de 2008.**

Parâmetros	SMA 39			Ponto 1		Ponto 2		Ponto 3		Ponto 4	
	Referência	Prevenção	Intervenção industrial	Superfície	2,0 metros	Superfície	2,0 metros	Superfície	2,0 metros	Superfície	2,0 metros
Bifenilas policloradas (ug/Kg)											
2,4,4-triclorobifenil				<2,7	<2,7	<2,7	<2,7	<2,7	<2,7	<2,7	<2,7
2,2,5,5-tetraclorobifenil				<2,7	<2,7	<2,7	<2,7	<2,7	<2,7	<2,7	<2,7
2,2,4,5,5-pentaclorobifenil				<2,7	<2,7	<2,7	<2,7	4,7	<2,7	<2,7	<2,7
2,3,4,4,5-pentaclorobifenil				<2,7	<2,7	<2,7	<2,7	<2,7	<2,7	<2,7	<2,7
2,2,3,4,4,5-hexaclorobifenil				<2,7	<2,7	<2,7	<2,7	11	<2,7	<2,7	<2,7
2,2,4,4,5,5-hexaclorobifenil				<2,7	<2,7	<2,7	<2,7	22	<2,7	<2,7	<2,7
2,2,3,4,4,5,5-heptaclorobifenil				<2,7	<2,7	<2,7	<2,7	16	<2,7	<2,7	<2,7
PCB totais	na	3	30	<2,7	<2,7	<2,7	<2,7	53,7	<2,7	<2,7	<2,7

Legenda:

Acima de referência     
  Acima de prevenção     
  Acima de intervenção industrial

## d) Conclusões

De acordo com os resultados apresentados acima, pode-se concluir que:

- 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 de quantificação. No entanto, levando-se em consideração a

somatória das sete bifenilas policloradas, especificamente no ponto 3, a amostra superficial apresentou uma concentração de 53,7ug/kg, acima do valor orientador do nível 1 (22,7ug/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 pelos emissários ou fontes difusas, além do processo de lixiviação dos solos.

- Metais e semi-metais

A maioria das amostras de sedimento apresentou concentração de arsênio acima do valor orientador do nível 1 (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 efluente. O fato do mesmo ter sido encontrado em todas as amostras, sejam elas superficiais ou em profundidade, corroboram este padrão.

Além do arsênio, chumbo foi quantificado nas amostras em profundidade do ponto 2 (49,3mg/kg) e na superfície do ponto 3 (60,6mg/kg), cobre, na superfície do ponto 3, (51,8mg/kg) e mercúrio também na superfície do ponto 3, (0,27mg/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 contaminantes, na amostra superficial do ponto 3, foram quantificadas concentrações acima dos respectivos valores orientadores do nível 1 para acenafteno, acenaftileno, antraceno, fluoranteno e fluoreno, e do nível 2 para 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.

#### **5.1.6.1.4. Campanha de caracterização dos sedimentos (Dezembro/2008)**

Para o levantamento dos dados primários aqui apresentados, foi realizada uma 4ª campanha de coleta de sedimentos realizada em dezembro de 2008 pela Consultoria Paulista de Estudos Ambientais – CPEA. Os dados referentes a esta amostragem foram apresentados no PCA – Plano de Controle Ambiental, em março de 2009 ao IBAMA.



Os dados aqui apresentados foram obtidos para 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.

A avaliação ambiental foi realizada por meio de coletas de amostras de sedimento no entorno do Porto, com vista a avaliar a influência de possíveis fontes de contaminação, sejam elas oriundas dos processos realizados pelo próprio Porto, ou dos esgotos domésticos lançados nas imediações, sobre a qualidade dos sedimentos.

## A. Materiais e métodos

As amostras de sedimento foram coletadas em duas profundidades: superficial e sub-superficial (2,0 m de profundidade) no dia 08 de dezembro de 2008, sendo que as amostras foram encaminhadas ao laboratório para a realização das análises no dia 09 de dezembro de 2008. 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 Tabela 5.1.6.1.4 - 1 apresenta as coordenadas e as nomenclaturas utilizadas para a identificação de cada ponto de amostragem. A Figura 2 (Anexo 5.1.6.1.3 - 1) apresenta a localização dos pontos de coleta.

**Tabela 5.1.6.1.4 - 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

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.

Tendo em vista que a região a ser amostrada é praticamente a mesma onde anteriormente haviam sido realizados processos de dragagem, foram escolhidos, para análise do nível de contaminação dos

sedimentos, os parâmetros preconizados pelo plano de amostragem referente às coletas realizadas em janeiro de 2008. Sendo assim, foram determinadas as concentrações, em laboratório, para os seguintes analitos:

- Metais e semi-metais (alumínio, antimônio, arsênio, bário, boro, cádmio, chumbo, cobalto, cobre, cromo, ferro, manganês, mercúrio, molibdênio, níquel, prata, selênio, vanádio e zinco);
- Hidrocarbonetos aromáticos voláteis (benzeno, estireno, etilbenzeno, tolueno e xilenos);
- 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);
- 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);
- 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 tetracloroeteno 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. A Tabela 5.1.6.1.4 - 2 apresenta o protocolo de preservação e armazenamento das amostras de sedimento. Os laudos analíticos e suas respectivas cadeias de custódia são apresentados no Anexo 5.1.6.1.4 - 1.

**Tabela 5.1.6.1.4 - 2: Protocolo de preservação e armazenamento das amostras de sedimento.**

Parâmetros	Método de análise	Prazo para análise	Recipiente de armazenamento	Preservação	Quantidade de amostra
VOC	EPA 5021A (preparação); EPA 8260C (análise)	14 dias (análise)	Frasco de vidro	Refrigerar a 4° C	100 gramas
Semivoláteis e HPAs	EPA 3550C (preparação); EPA 8270D (análise)	14 dias até a extração e 40 dias para análise	Frasco de vidro	Refrigerar a 4° C	100 gramas
PCBs	EPA 3550C (preparação); EPA 8082A (análise)	14 dias até a extração e 40 dias para análise	Frasco de vidro	Refrigerar a 4° C	100 gramas
Carbono Orgânico Total	K.H.Tan, 1995 (análise)	28 dias para análise	Frasco de vidro	Refrigerar a 4° C	100 gramas
Pesticidas Organoclorados	EPA 3550 (extração); EPA 8081 B (análise)	14 dias até a extração e 40 dias para análise	Frasco de vidro	Refrigerar a 4° C	100 gramas
Nitrogenio Kjeldahl	SM4500N <sub>org</sub> C (análise)	28 dias (para análise)	Frasco de vidro	Refrigerar a 4° C	100 gramas
Metais totais	EPA3050B (preparação); EPA 6010C (análise)	6 meses (para análise)	Frasco de vidro	Refrigerar a 4° C	100 gramas
P total	EPA3050B (preparação); EPA 6010C (análise)	28 dias (para análise)	Frasco de vidro	Refrigerar a 4° C	100 gramas
Mexúcio total	EPA7471 B (preparação); EPA7471 B (análise)	28 dias (para análise)	Frasco de vidro	Refrigerar a 4° C	100 gramas

## B. Procedimentos

### B.1. Procedimentos adotados para a amostragem de sedimento superficial

Os sedimentos superficiais foram coletados com auxílio de um pegador de fundo tipo *van Veen* (Figura 5.1.6.1.4 - 1), 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 5.1.6.1.4 - 1: Draga do tipo *van Veen* utilizada para coleta de sedimento superficial.

## B.2. 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 5.1.6.1.4 - 2).



Figura 5.1.6.1.4 - 2: Retirada do tubo de alumínio por um mergulhador contendo o sedimento coletado



Figura 5.1.6.1.4 - 3: Equipamento utilizado para fixação do tubo de alumínio no sedimento

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 5.1.6.1.4 - 3) para auxiliar na inserção 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 25cm) e a 2 metros de profundidade.

### **B.3. Medidas físico-químicas in-situ nas amostras de sedimento**

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

- pH: eletrodo portátil HANNA, modelo HI98108;
- Potencial Redox (EH): eletrodo portátil HANNA, modelo HI98120

Os equipamentos utilizados foram devidamente calibrados, seguido os procedimentos internos da Consultoria Paulista de Estudos Ambientais - CPEA (Anexo 5.1.6.1.4 - 2).

### **B.4. 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*.

## **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 do sedimento marinho no entorno do Porto de São Sebastião, preocupou-se desde o início do trabalho com o processo de aquisição de dados primários: amostragem de sedimento e análises químicas, conforme apresentado nos itens a seguir.

### **C.1. 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 sedimento 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.

### **C.2. Controle de Qualidade dos resultados analíticos**

Com o intuito de obter resultados fidedignos para as amostras de sedimento superficial e sub-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:

- Branco do Método: é uma amostra de sedimento se contaminação 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.
- 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.3. Avaliação dos resultados obtidos nas amostras de Controle de Qualidade

#### C.3.1. Branco do método ou de análise

Foi utilizada água destilada 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. A Tabela 5.1.6.1.4 - 3 a seguir, mostra os métodos recorridos para a realização dos ensaios.

**Tabela 5.1.6.1.4 - 3: 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
Mercurio	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 5.1.6.1.4 - 1):

- 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.

### C.3.2. 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 5.1.6.1.4 - 4 a 5.1.6.1.4 - 9 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 5.1.6.1.4 - 4: 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 5.1.6.1.4 - 5: 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 5.1.6.1.4 - 6: 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
2,2,3,3,4,4,5,5-heptaclorobifenil	88	50-130

**Tabela 5.1.6.1.4 - 7: 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 5.1.6.1.4 - 8: 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 5.1.6.1.4 - 9: 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

Foram utilizados 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.

#### D. Resultados obtidos

Os resultados obtidos foram divididos em quatro partes: (a) dados físicos e químicos; (b) resultados químicos comparados com o CONAMA 344/04; (c) resultados químicos comparados com a SMA 39/04 e (d) resultados dos ensaios de ecotoxicologia.



### D.1. Parâmetros físicos e químicos

Os laudos referentes aos parâmetros físico-químicos determinados estão apresentados no (Anexo 5.1.6.1.4 - 1). Os valores de  $E_H$  variaram de -354 a -148 mV para os sedimentos superficiais e de -320 a -105 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 microbiológica.

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.

Na Tabela 5.1.6.1.4 - 10 estão apresentados os resultados obtidos para a análise granulométrica para todas as amostras de sedimento coletadas.

**Tabela 5.1.6.1.4 - 10: Resultados obtidos de granulometria (%), em coleta realizada em dezembro de 2008.**

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

**Tabela 5.1.6.1.4 - 10 (continuação): Resultados obtidos de granulometria (%), em coleta realizada em dezembro de 2008.**

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), resultado que corrobora com os dados obtidos em janeiro de 2008 pela TECAM.

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.

## D.2. Análises Químicas

### D.2.1. Resultados comparados com a Resolução CONAMA 344/04


#### a) Metais e semi-metais


A Tabela 5.1.6.1.4 - 11 a seguir estão apresentados os resultados obtidos para metais e semi metais em todas as amostras de sedimento coletadas.

**Tabela 5.1.6.1.4 - 11: Resultados obtidos de metais e semi-metais (mg/kg), em coleta realizada em dezembro de 2008.**

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

Legenda:


 Acima do nível 1


 Acima do nível 2

**Tabela 5.1.6.1.4 - 11 (continuação): Resultados obtidos de metais e semi-metais (mg/kg), em coleta realizada em dezembro de 2008.**

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

Legenda:

 Acima do nível 1

 Acima do nível 2

O único elemento quantificado, em todas as amostras de sedimento coletadas, acima do nível 1, 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). Na campanha realizada em janeiro 2008, o arsênio foi quantificado acima de nível 1 na maioria dos pontos com exceção do ponto 03 sub-superficial (2,0 metros).

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 (Rodrigues *et al.*, 2003), 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 e 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 5.1.6.1.4 – 12 estão apresentados os resultados obtidos para os HPA em todas as amostras de sedimento coletadas.

**Tabela 5.1.6.1.4 - 12: Resultados obtidos de hidrocarbonetos policíclicos aromáticos ( $\mu\text{g}/\text{kg}$ ), em coleta realizada em dezembro de 2008.**

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

Legenda:

Acima do nível 1

Acima do nível 2

**Tabela 5.1.6.1.4 - 12 (continuação): Resultados obtidos de hidrocarbonetos policíclicos aromáticos ( $\mu\text{g}/\text{kg}$ ), em coleta realizada em dezembro de 2008.**

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

Legenda:

Acima do nível 1

Acima do nível 2

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 alli* (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

Observa-se na Tabela 5.1.6.1.4 - 13 que nenhum dos pesticidas organoclorados foi quantificado acima dos respectivos valores orientadores da Resolução CONAMA 344/04.

**Tabela 5.1.6.1.4 - 13: Resultados obtidos de pesticidas organoclorados ( $\mu\text{g}/\text{kg}$ ), em coleta realizada em dezembro de 2008.**

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

Legenda:

Acima do nível 1

Acima do nível 1

**Tabela 5.1.6.1.4 - 13 (continuação): Resultados obtidos de pesticidas organoclorados ( $\mu\text{g}/\text{kg}$ ), em coleta realizada em dezembro de 2008.**

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

Legenda:

Acima do nível 1

Acima do nível 1

#### d) Bifenilas policloradas - PCB

Na Tabela 5.1.6.1.4 - 14 estão apresentados os resultados obtidos para PCB para as amostras de sedimento, conforme observado, os resultados obtidos estiveram abaixo do limite de quantificação do laboratório.

**Tabela 5.1.6.1.4 - 14: Resultados obtidos de bifenilas policloradas ( $\mu\text{g}/\text{kg}$ ), em coleta realizada em dezembro de 2008.**

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

Legenda:

Acima do nível 1

Acima do nível 2

**Tabela 5.1.6.1.4 - 14 (continuação): Resultados obtidos de bifenilas policloradas (ug/kg), em coleta realizada em dezembro de 2008.**

Parâmetro	CONAMA 344/04		OS-3-P	OS-4-S	OS-4-P	OS-5-S	OS-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

Legenda:

Acima do nível 1

Acima do nível 2

### e) Nutrientes

Na Tabela 5.1.6.1.4 – 15 estão apresentados os resultados obtidos para os nutrientes para todas as amostras de sedimento coletadas.

**Tabela 5.1.6.1.4 - 15: Resultados obtidos de nutrientes, em coleta realizada em dezembro de 2008.**

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

Legenda:

Acima do valor de alerta

**Tabela 5.1.6.1.4 - 15 (continuação): Resultados obtidos de nutrientes, em coleta realizada em dezembro de 2008.**

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

Legenda:

Acima do valor de alerta

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

### D.2.2. Resultados comparados com a SMA 39/04 (Decisão de diretoria nº195-2005-e, de 23 de novembro de 2005)

#### a) Metais e semi-metais

Na Tabela 5.1.6.1.4 – 16 estão apresentados os resultados obtidos para metais e semi-metais para todas as amostras de sedimento coletadas.

**Tabela 5.1.6.1.4 - 16: Resultados obtidos de metais e semi-metais (mg/kg), em coleta realizada em dezembro de 2008.**

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
Mercurio	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

Legenda:   Acima de referência      Acima de prevenção      Acima de intervenção industrial

**Tabela 5.1.6.1.4 - 16 (continuação): Resultados obtidos de metais e semi-metais (mg/kg), em coleta realizada em dezembro de 2008.**

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
Mercurio	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

Legenda:   Acima de referência      Acima de prevenção      Acima de intervenção industrial

Novamente, assim como aconteceu com os valores comparados a CONAMA 344/04, o arsênio foi o único elemento quantificado acima dos valores orientadores 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 estão acima do valor de prevenção.

Outros elementos também foram quantificados acima dos respectivos valores de referência, dentre eles 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 5.1.6.1.4 - 17 estão apresentados os resultados obtidos para VOC para todas as amostras de sedimento coletadas.

**Tabela 5.1.6.1.4 - 17: Resultados obtidos de hidrocarbonetos aromáticos voláteis (mg/kg), em coleta realizada em dezembro de 2008.**

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

Legenda:

Acima de referência
  Acima de prevenção
  Acima de intervenção industrial

**Tabela 5.1.6.1.4 - 17 (continuação). Resultados obtidos de hidrocarbonetos aromáticos voláteis (mg/kg), em coleta realizada em dezembro de 2008.**

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

Legenda:

Acima de referência
  Acima de prevenção
  Acima de intervenção industrial



Nenhum dos compostos desta classe apresentaram concentrações que ultrapassassem os respectivos valores orientadores segundo a SMA-39 (Decisão de Diretoria) para qualquer amostra coletada.

### c) Hidrocarbonetos Policíclicos Aromáticos (HPA)

Na Tabela 5.1.6.1.4 - 18 estão apresentados os resultados obtidos para HPA para todas as amostras de sedimento coletadas.

**Tabela 5.1.6.1.4 - 18: Resultados obtidos de hidrocarbonetos policíclicos aromáticos ( $\mu\text{g}/\text{kg}$ ), em coleta realizada em dezembro de 2008.**

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

Legenda:

Acima de referência
  Acima de prevenção
  Acima de intervenção industrial

**Tabela 5.1.6.1.4 - 18 (continuação): Resultados obtidos de hidrocarbonetos policíclicos aromáticos ( $\mu\text{g}/\text{kg}$ ), em coleta realizada em dezembro de 2008.**

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

Legenda:

Acima de referência
  Acima de prevenção
  Acima de intervenção industrial

Nenhuma das amostras coletadas apresentou concentrações de qualquer hidrocarboneto policíclico aromático acima dos respectivos valores orientadores.

### d) Benzenos Clorados

Na Tabela 5.1.6.1.4 - 19 estão apresentados os resultados obtidos para os benzenos clorados para todas as amostras de sedimento coletadas.

**Tabela 5.1.6.1.4 - 19: Resultados obtidos de benzenos clorados (mg/kg), em coleta realizada em dezembro de 2008.**

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

Legenda:

Acima de referência
  Acima de prevenção
  Acima de intervenção industrial

**Tabela 5.1.6.1.4 - 19 (continuação): Resultados obtidos de benzenos clorados (mg/kg), em coleta realizada em dezembro de 2008.**

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

Legenda:

Acima de referência
  Acima de prevenção
  Acima de intervenção industrial

Nenhuma das amostras coletadas apresentou concentrações quantificáveis de benzenos clorados.

### e) Etanos Clorados

Na Tabela 5.1.6.1.4 - 20 estão apresentados os resultados obtidos para os etanos clorados para todas as amostras de sedimento coletadas.

**Tabela 5.1.6.1.4 - 20: Resultados obtidos para os etanos clorados (mg/kg), em coleta realizada em dezembro de 2008.**

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

Legenda:

Acima de referência     
  Acima de prevenção     
  Acima de intervenção industrial

**Tabela 5.1.6.1.4 - 20 (continuação): Resultados obtidos para os etanos clorados (mg/kg), em coleta realizada em dezembro de 2008.**

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

Legenda:

Acima de referência     
  Acima de prevenção     
  Acima de intervenção industrial

Nenhuma das amostras coletadas apresentou concentrações quantificáveis de etanos clorados.

## f) Etenos clorados

Na Tabela 5.1.6.1.4 - 21 estão apresentados os resultados obtidos para os etenos clorados para todas as amostras de sedimento coletadas.

**Tabela 5.1.6.1.4 - 21: Resultados obtidos para os etenos clorados (mg/kg), em coleta realizada em dezembro de 2008.**

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

Legenda:

Acima de referência     
  Acima de prevenção     
  Acima de intervenção industrial

**Tabela 5.1.6.1.4 - 21 (continuação): Resultados obtidos para os etenos clorados (mg/kg), em coleta realizada em dezembro de 2008.**

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-dicloroeteno	na		3,0	<0,012	<0,016	<0,008	<0,009	<0,009
1,2-dicloroeteno (cis)	na		2,5	<0,012	<0,016	<0,008	<0,009	<0,009
1,2-dicloroeteno (trans)	na		8,0	<0,012	<0,016	<0,008	<0,009	<0,009
Tricloroeteno (TCE)	na	0,0078	7,0	<0,007	<0,007	<0,007	<0,007	<0,007
Tetracloroeteno (PCE)	na	0,054	5,0	<0,012	<0,016	<0,008	<0,009	<0,009

Legenda:

Acima de referência
  Acima de prevenção
  Acima de intervenção industrial

Nenhuma das amostras coletadas apresentou concentrações de etenos clorados acima dos respectivos valores orientadores.

### g) Metanos clorados

Na Tabela 5.1.6.1.4 - 22 estão apresentados os resultados obtidos para os etanos clorados para todas as amostras de sedimento coletadas.

**Tabela 5.1.6.1.4 - 22: Resultados obtidos para os metanos clorados (mg/kg), em coleta realizada em dezembro de 2008.**

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

Legenda:

Acima de referência
  Acima de prevenção
  Acima de intervenção industrial

**Tabela 5.1.6.1.4 - 22 (continuação): Resultados obtidos para os metanos clorados (mg/kg), em coleta realizada em dezembro de 2008.**

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

Legenda:

Acima de referência
  Acima de prevenção
  Acima de intervenção industrial

Nenhuma das amostras coletadas apresentou concentrações de metanos clorados acima dos respectivos valores orientadores.

### h) Fenóis clorados

Na Tabela 5.1.6.1.4 - 23 estão apresentados os resultados obtidos para os fenóis clorados para todas as amostras de sedimento coletadas.

**Tabela 5.1.6.1.4 - 23: Resultados obtidos de fenóis clorados ( $\mu\text{g}/\text{kg}$ ), em coleta realizada em dezembro de 2008.**

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

Legenda:

Acima de referência
  Acima de prevenção
  Acima de intervenção industrial

**Tabela 5.1.6.1.4 - 23 (continuação): Resultados obtidos de fenóis clorados ( $\mu\text{g}/\text{kg}$ ), em coleta realizada em dezembro de 2008.**

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

Legenda:

Acima de referência
  Acima de prevenção
  Acima de intervenção industrial

Nenhuma das amostras coletadas apresentou concentrações de fenóis clorados acima dos respectivos valores orientadores.

### i) Fenóis não-clorados

Na Tabela 5.1.6.1.4 - 24 estão apresentados os resultados obtidos para os fenóis clorados para todas as amostras de sedimento coletadas.

**Tabela 5.1.6.1.4 - 24: Resultados obtidos para os fenóis não clorados ( $\mu\text{g}/\text{kg}$ ), em coleta realizada em dezembro de 2008.**

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

Legenda:

Acima de referência
  Acima de prevenção
  Acima de intervenção industrial

**Tabela 5.1.6.1.4 - 24 (continuação): Resultados obtidos para os fenóis não clorados ( $\mu\text{g}/\text{kg}$ ), em coleta realizada em dezembro de 2008.**

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

Legenda:

Acima de referência     
  Acima de prevenção     
  Acima de intervenção industrial

Nenhuma das amostras coletadas apresentou concentrações de fenóis não-clorados acima dos respectivos valores orientadores.

### j) Ésteres Ftálicos

Na Tabela 5.1.6.1.4 - 25 estão apresentados os resultados obtidos para os ésteres ftálicos para todas as amostras de sedimento coletadas.

**Tabela 5.1.6.1.4 - 25: Resultados obtidos para os ésteres ftálicos ( $\mu\text{g}/\text{kg}$ ), em coleta realizada em dezembro de 2008.**

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

Legenda:  Acima de referência     
  Acima de prevenção     
  Acima de intervenção industrial

**Tabela 5.1.6.1.4 - 25 (continuação): Resultados obtidos para os ésteres ftálicos ( $\mu\text{g}/\text{kg}$ ), em coleta realizada em dezembro de 2008.**

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

Legenda:

Acima de referência     
  Acima de prevenção     
  Acima de intervenção industrial

Nenhuma das amostras coletadas apresentou concentrações de ésteres ftálicos acima dos respectivos valores orientadores.

### k) Pesticidas organoclorados

Na Tabela 5.1.6.1.4 - 26 estão apresentados os resultados obtidos para os pesticidas organoclorados para todas as amostras de sedimento coletadas.

**Tabela 5.1.6.1.4 - 26: Resultados obtidos de pesticidas organoclorados ( $\mu\text{g}/\text{kg}$ ), em coleta realizada em dezembro de 2008.**

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

Legenda:

Acima de referência
  Acima de prevenção
  Acima de intervenção industrial

**Tabela 5.1.6.1.4 - 26 (continuação): Resultados obtidos de pesticidas organoclorados ( $\mu\text{g}/\text{kg}$ ), em coleta realizada em dezembro de 2008.**

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

Legenda:

Acima de referência
  Acima de prevenção
  Acima de intervenção industrial

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

### **l) Bifenilas Policloradas**

Na Tabela 5.1.6.1.4 - 27 estão apresentados os resultados obtidos para as bifenilas policloradas para todas as amostras de sedimento coletadas.

**Tabela 5.1.6.1.4 - 27: Resultados obtidos de bifenilas policloradas ( $\mu\text{g}/\text{kg}$ ), em coleta realizada em dezembro de 2008.**

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

Legenda:

Acima de referência     
  Acima de prevenção     
  Acima de intervenção industrial

**Tabela 5.1.6.1.4 - 27 (continuação): Resultados obtidos de bifenilas policloradas ( $\mu\text{g}/\text{kg}$ ) - dezembro de 2008**

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

Legenda:

Acima de referência     
  Acima de prevenção     
  Acima de intervenção industrial

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

### D.3. Resultados ecotoxicológicos - *Leptocheirus plumulosus*

A seguir, na Tabela 5.1.6.1.4 - 28 são mostrados os resultados obtidos para o teste de toxicidade aguda com *L. plumulosus*.

**Tabela 5.1.6.1.4 - 28: Efeito tóxico observado nos testes de toxicidade aguda com *Leptocheirus plumulosus* para as amostras de sedimento, após o período de exposição.**

Amostras	Réplicas	N ° 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		



Amostras	Réplicas	N ° final de animais por réplica		Mortalidade Total (%)	Resultado
		Mortos	Total		
	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 5.1.6.1.4 - 29 e 5.1.6.1.4 - 30, a seguir, são apresentados os resultados das análises físico-químicas das águas de interface e intersticial realizadas nos testes de toxicidade.

**Tabela 5.1.6.1.4 - 29: 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 5.1.6.1.4 - 30: 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 plumulosos* em comparação com o controle, após 10 dias de exposição.

Os resultados deste teste corroboram o fato que, apesar de arsênio e benzo(a)pireno terem sido quantificados 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.

## E. Conclusões

Com base nos resultados obtidos, observam-se concentrações que estiveram 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 quantificado 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 atividades 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 quantificados acima do valor de referência e, novamente somente o arsênio foi quantificado acima do valor de prevenção. Assim como preconizado nesta resolução, somente os elementos cujas concentrações estiveram 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. Apesar disso, 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.

### 5.1.7. Recursos Hídricos Superficiais

#### 5.1.7.1. Hidrografia, Hidrologia e Hidrogeologia

##### 5.1.7.1.1. Aspectos relevantes da hidrografia e hidrologia das áreas de influência.

O Porto de São Sebastião situa-se na unidade de gerenciamento de recursos hídricos do Litoral Norte (UGRHI 3). Esta UGRHI caracteriza-se pela grande diversidade de pequenos riachos que

nascerem na Serra do Mar e deságuam no Oceano Atlântico. Não existe, portanto, um rio caudaloso nesta região e os únicos 3 postos fluviométricos com série histórica encontram-se desativados. Existem vários postos pluviométricos na UGRHI 3, sendo que o mais próximo da área é o posto São Francisco E2-045 (código ANA 02345057), em operação e com dados disponíveis de 1943 a 2004, conforme mostrado na Figura 5.1.7.1.1 - 1.

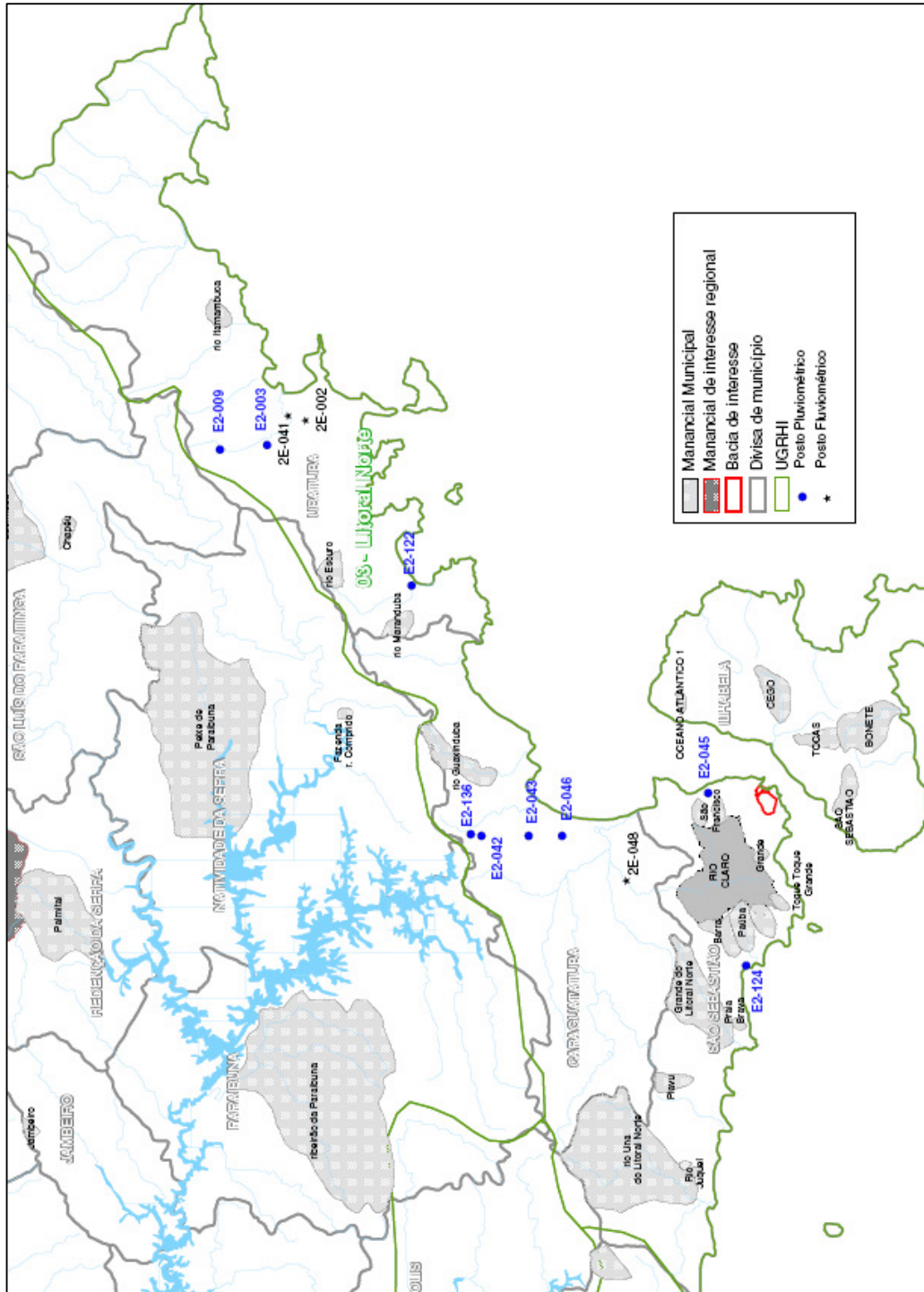
A Figura 5.1.7.1.1 - 2 mostra o pluviograma médio mensal e por ele verifica-se que o regime de chuvas na região é composto por um período úmido de dezembro a maio e por um período seco de junho a novembro. As alturas pluviométricas mensais médias variam entre 40mm em agosto e 180mm em janeiro. A Figura 5.1.7.1.1 - 3 apresenta os índices pluviométricos mensais do período de observação.

O valor médio anual do período foi de 1301,7mm, sendo que no período de 1958 a 1978 a média foi de 1352,8mm e no período de 1980 a 1999 esta média atingiu 1257,2mm (Figura 5.1.7.1.1 - 4). Observa-se, ainda, que no primeiro período as amplitudes de oscilação das alturas pluviométricas foram menores que a do período seguinte, o que pode ser uma indicação da alteração do regime pluviométrico.

O rio Claro é o manancial de abastecimento de Caraguatatuba, mas cujo território encontra-se inteiramente inserido no município de São Sebastião. Este manancial encontra-se totalmente inserido no Parque Estadual da Serra do Mar e o escoamento do rio Claro se dá no sentido oposto ao da área de influência. Além disto, por situar-se em uma região de sela da Serra do Mar, o manancial encontra-se bastante protegido das influências da região litorânea. Este é um dos mananciais mais preservados do Estado de São Paulo e a tendência é de que continue assim, uma vez que não existem condições de acesso à área da bacia.

A área de influência direta do empreendimento contém a bacia do córrego Mãe Izabel, mostrada na Figura 5.1.7.1.1 - 5. Esta bacia, cuja área total é de 2,696km<sup>2</sup>, situa-se em um anfiteatro voltado para nordeste e apresenta um uso do solo caracterizado por uma área urbana impermeabilizada, com 0,799km<sup>2</sup>, e área industrial impermeabilizada de 0,034km<sup>2</sup>.

Segundo informações obtidas dos moradores locais, o córrego Mãe Izabel apresenta refluxo para as residências em eventos de chuvas intensas, evidenciando a presença de ligações de esgotos sanitários à rede de drenagem. Apesar disto, a concessionária de serviços de saneamento possui uma estação de pré-condicionamento de esgotos que encaminha os efluentes da rede coletora ao emissário submarino, que os despeja na baía do Araçá.



**Figura 5.1.7.1.1 - 1: Localização da UGRHI 3, mostrando os mananciais, postos fluviométricos e pluviométricos existentes e a bacia de interesse.**

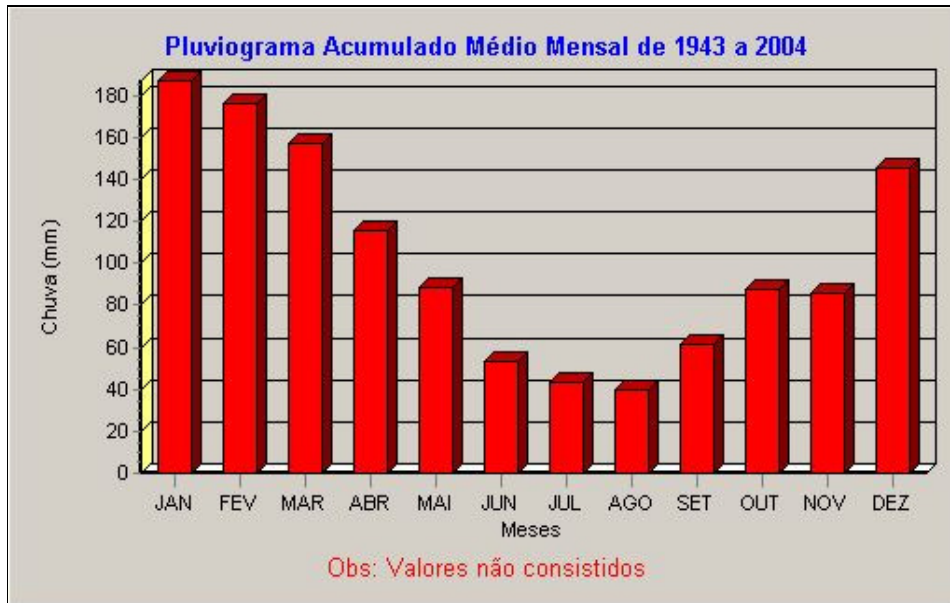


Figura 5.1.7.1.1 - 2: Pluviograma acumulado médio mensal para o posto São Francisco.

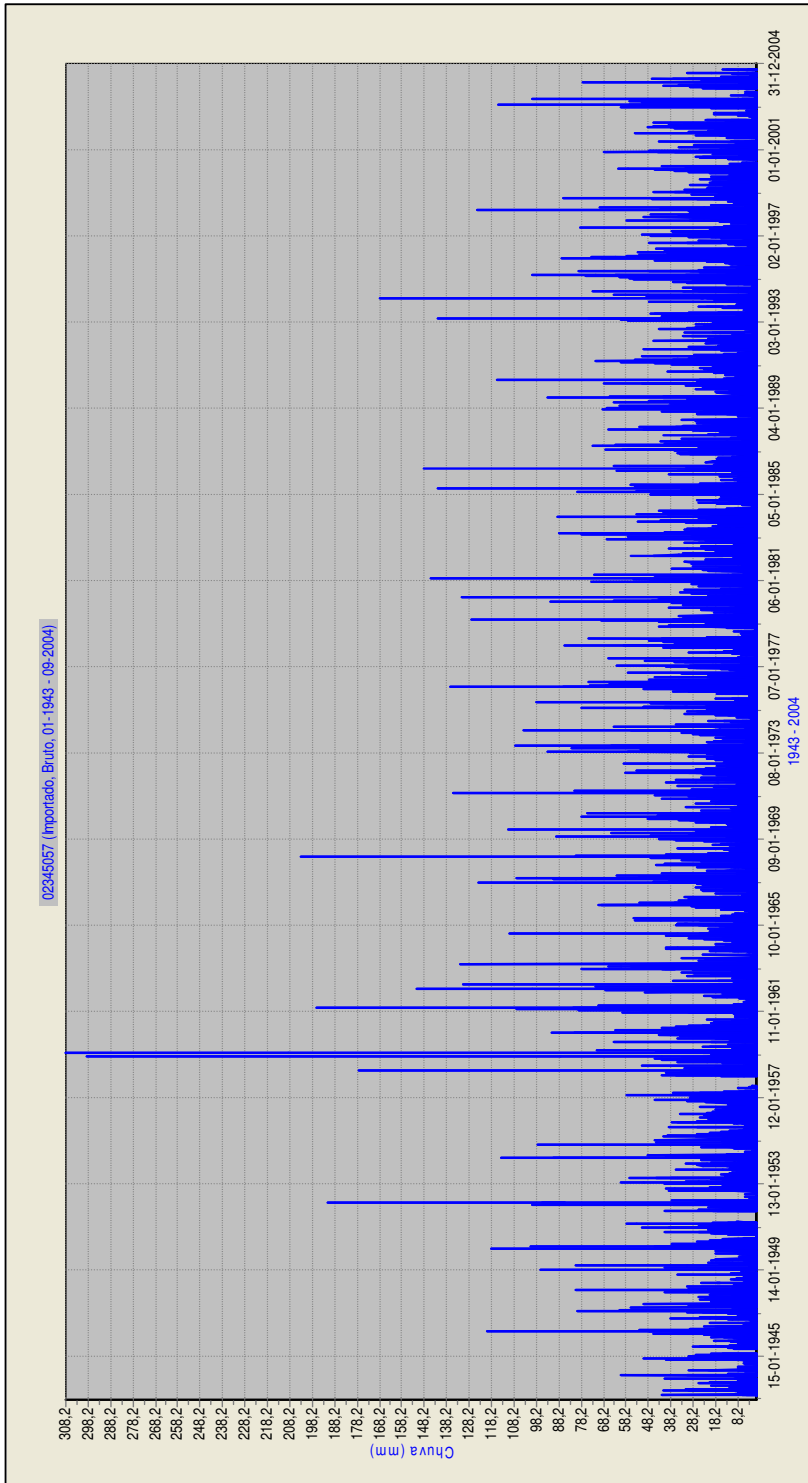


Figura 5.1.7.1.1 - 3: Chuvas diárias para o posto São Francisco (período 1943-2004)

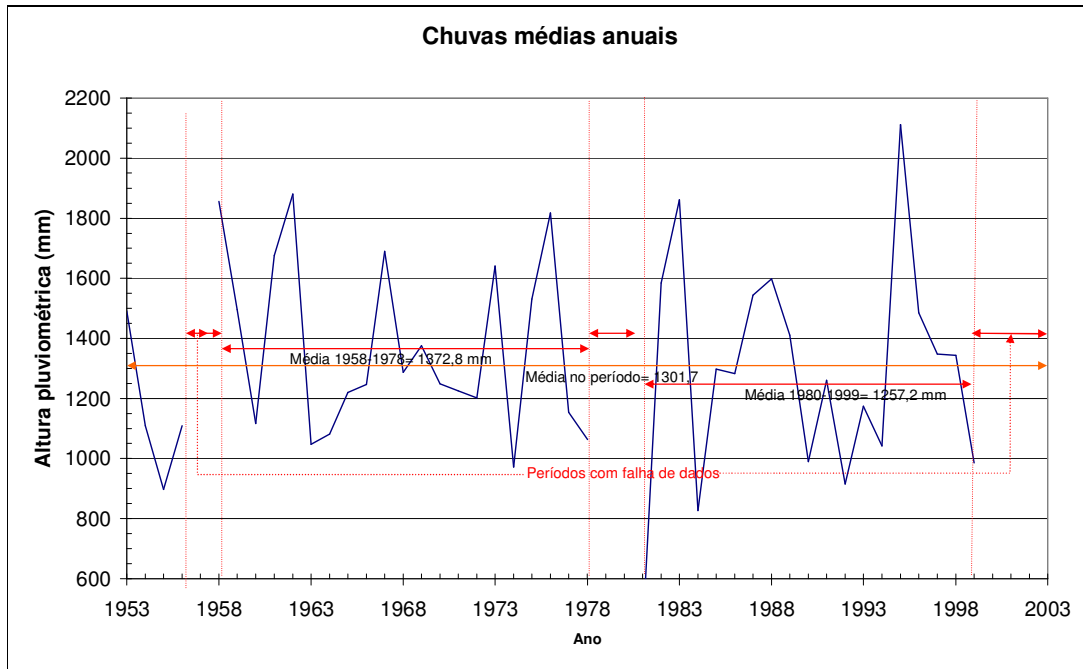


Figura 5.1.7.1.1 - 4: Índices pluviométricos anuais no posto pluviométrico de São Francisco.



Figura 5.1.7.1.1 - 5: Bacia de drenagem do córrego principal da área de influência direta, destacando a área impermeabilizada.



As vazões características do córrego Mãe Izabel na foz são apresentadas na Tabela 5.1.7.1.1 - 1, a seguir.

**Tabela 5.1.7.1.1 - 1: Vazões características do córrego Mãe Izabel na foz**

Vazão	Valor (L/s)
Média de longo termo (Q <sub>mlt</sub> )	31
Vazão mínima de 7 dias e período de retorno de 10 anos (Q <sub>7,10</sub> )	8
Vazão com 95% de permanência (Q <sub>95%</sub> )	12

O córrego apresenta-se canalizado praticamente desde a nascente tendo inclusive trechos em galeria enterrada principalmente no trecho de montante (Figura 5.1.7.1.1 - 6).



**Figura 5.1.7.1.1 - 6: Vista do canal com talude de pedra de mão e fundo de concreto do córrego Mãe Izabel no trecho final, junto à área da Petrobras (à esquerda)**

#### **5.1.7.1.2. Cálculo de vazões de enchente do córrego principal da área de influência direta do empreendimento.**

Foi empregado o modelo ABC6 para cálculo da vazão de enchente para uma chuva de duração de 40 minutos, correspondente a cerca de duas vezes o tempo de concentração, de aproximadamente 17 minutos. Considerou-se um período de retorno de 10 anos e utilizou-se o método de hidrograma triangular do *Soil Conservation Service*. A Figura 5.1.7.1.2 - 1 apresenta o diagrama unifilar da bacia utilizado para a modelagem. A Figura 5.1.7.1.2 - 2 apresenta os hidrogramas no trecho da foz.

O valor da vazão de pico obtido na foz do córrego Mãe Izabel foi de 44,5 m<sup>3</sup>/s. Nestas circunstâncias, a seção do canal de cerca de 5 m de base, 3 m de profundidade, talude 1:1 e declividade de 0,0001 m/m oferece uma capacidade de vazão de 20,97 m<sup>3</sup>/s, confirmando as informações sobre refluxo de vazão, fornecidas pelos moradores locais.

Para a vazão de enchente de  $44,5 \text{ m}^3/\text{s}$  obtém-se uma profundidade de  $4,46 \text{ m}$  para um canal com as características descritas acima.

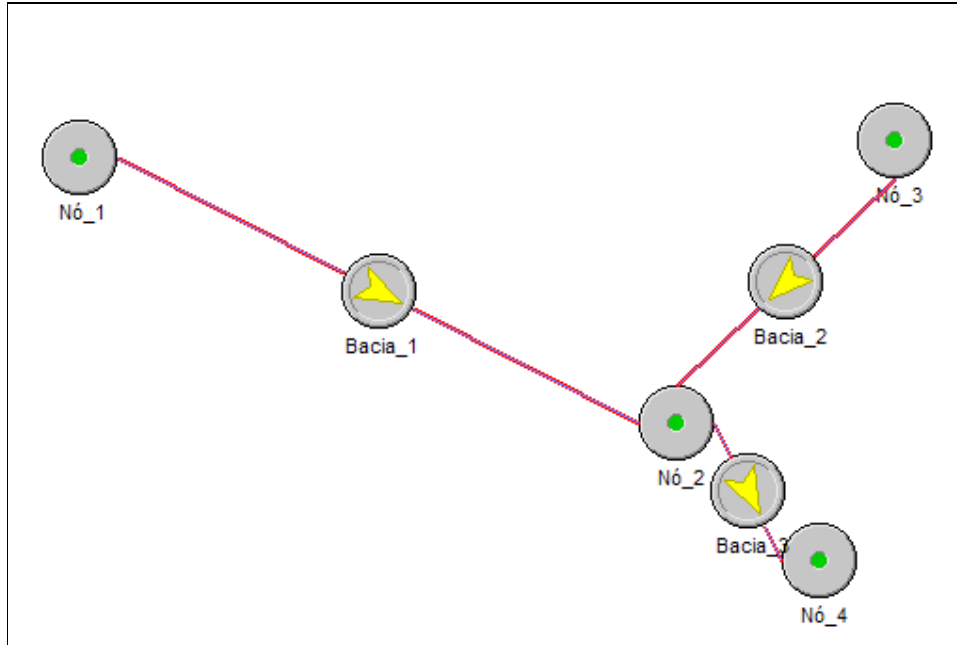


Figura 5.1.7.1.2 - 1: Esquema unifilar da bacia do córrego Mãe Izabel

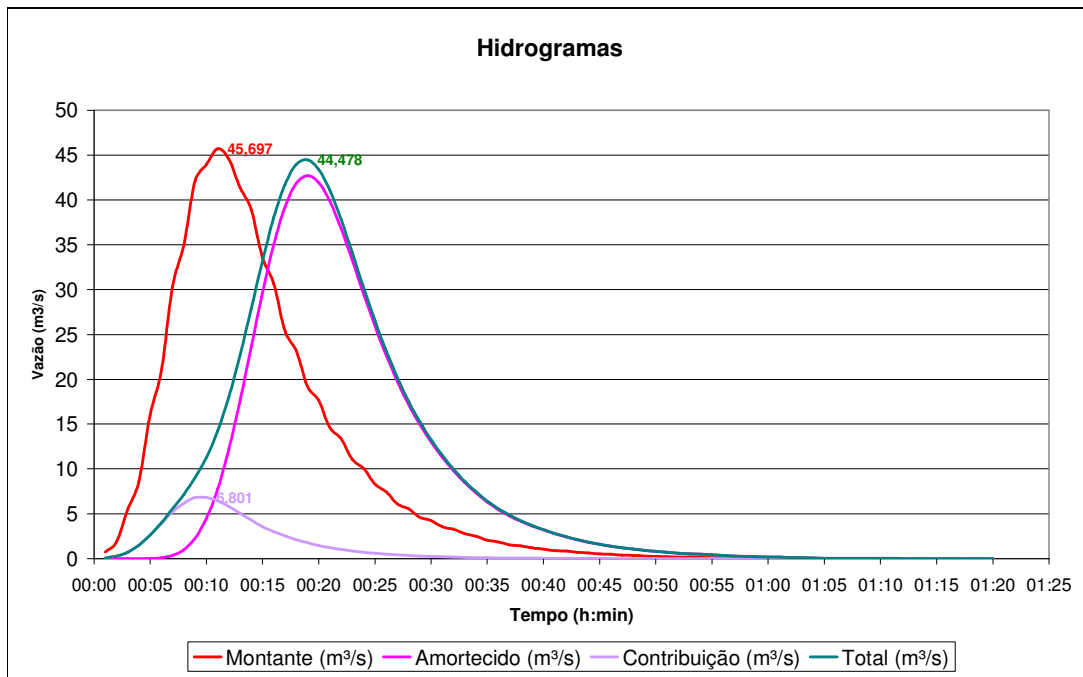


Figura 5.1.7.1.2 - 2: Hidrogramas de cheias para o trecho da foz do córrego Mãe Izabel

### 5.1.7.1.3. Hidrogeologia

#### A. Caracterização Regional

De acordo com a classificação do DAEE *et al* (2005), a região de São Sebastião caracteriza-se pela presença de dois aquíferos principais: Pré-Cambriano e Litorâneo.

O Aquífero Pré-Cambriano ocorre em toda a região composta pelo embasamento pré-cambriano, tendo, portanto, grande expressão espacial no estado de São Paulo. As rochas ígneas e metamórficas que o compõe são originalmente impermeáveis, mas a atuação posterior de processos tectônicos formaram um sistema de falhas e fraturas, permitindo que houvesse a percolação e acumulação da água subterrânea. Em menores profundidades, a percolação ocorre também nos mantos de alteração de rocha e no interior dos solos, ambos de maior permeabilidade.

A recarga natural deste aquífero é feita principalmente através de águas pluviais, que penetram pelas zonas fraturadas e pelo manto intemperizado. Sua transmissividade é baixa, já que é formado essencialmente por unidades independentes locais, que não se relacionam com outras áreas relativamente distantes. Isto faz com que seu potencial hídrico seja bastante variável, com valores entre 1 e 23 m<sup>3</sup>/h. Suas águas são quimicamente classificadas como cloretadas sódicas e secundariamente cloretadas cálcicas (Fernandes *et al.*, 2005).

O Aquífero Litorâneo distribui-se em pequenos bolsões ao longo da costa paulista, segmentados pela presença da Serra do Mar. Assenta-se sobre o embasamento cristalino e é formado por sedimentos finos e areias inconsolidadas limonitizadas. Possui porosidade granular, livre, de extensão limitada e transmissividade média a elevada. As camadas de areia, em meio às camadas siltosas e argilosas, formam aquíferos lenticulares e, cada subdivisão da Planície Litorânea possui regimes hidrológicos independentes (Takahashi, 2005).

Suas águas geralmente fluem da base da Serra do Mar para o oceano, sendo, contudo, influenciadas por refluxo de águas salobras e salinas provenientes das marés e de braços de mar. A produtividade deste aquífero é relativamente baixa, já que as médias dos poços são da ordem de 13 m<sup>3</sup>/h, com capacidades específicas entre 0,8 e 1 m<sup>3</sup>/h/m. Análises químicas mostraram que as águas são principalmente do tipo bicarbonatadas sódicas e cloretadas cálcicas, apresentando pH entre 6,90 e 8,14, salinidade entre 150 e 200 mg/L e temperaturas entre 23,5 a 27°C (DAEE, 1979; Campos, 1993).

#### B. Caracterização Local (ADA)

Um levantamento hidrogeológico do porto de São Sebastião foi realizado em dezembro de 2008, sendo os resultados inicialmente apresentados no Plano de Controle Ambiental do porto, elaborado pela CPEA (2009).

Os procedimentos metodológicos adotados incluíram a instalação de 10 poços de monitoramento, realizada com trado manual de 4 polegadas de diâmetro

Os dados obtidos nos poços permitiram efetuar o cálculo das cargas hidráulicas, delimitar as linhas equipotenciais e definir a potenciometria. A velocidade do fluxo de água subterrânea foi estimada a partir de 4 ensaios de condutividade hidráulica (k), realizados através do ensaio de *slug test*.

As coletas para as análises químicas 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.

O comportamento das águas subterrâneas na área em questão é ilustrado na Figura 5.1.7.1.3 - 1. Nota-se 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. O gradiente hidráulico calculado entre um poço de montante (PM-01) e um de jusante (PM-03) é de 0,002, compatível portanto com a topografia plana e o perfil geológico predominante da área de estudo. A velocidade média da água subterrânea no aquífero raso é de aproximadamente 0,083 metros/ano.

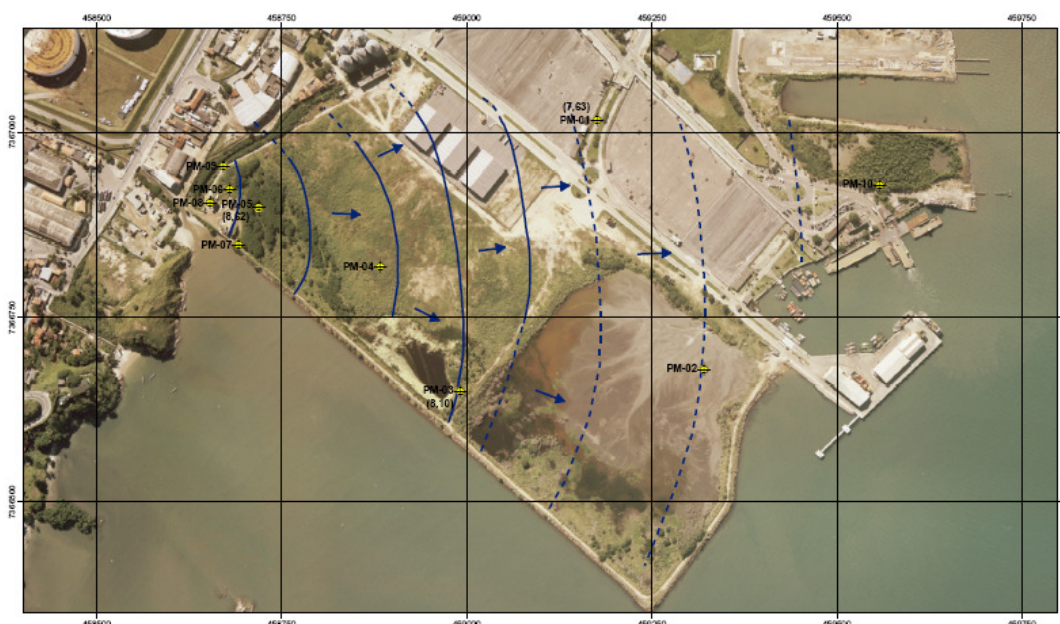


Figura 5.1.7.1.3 - 1: Mapa Potenciométrico do Porto de São Sebastião. Fonte: CPEA (2009)

Segundo as informações fornecidas pela CPEA (2009), as análises químicas das águas subterrâneas mostraram concentrações acima dos respectivos limites orientadores preconizados pela CETESB em 2005 para os seguintes elementos: bário, cobalto, ferro, manganês, boro e arsênio.

O boro é encontrado em abundância nas águas e sedimentos dos ecossistemas costeiros e apresentou resultados acima do valor de intervenção para a maioria dos poços de monitoramento. O manganês e o ferro são naturalmente encontrados em altas concentrações em meios tropicais. As concentrações elevadas dos outros elementos devem estar relacionados à presença de lixo na região do transbordo ou ao material utilizado para a aterragem da região, ressaltando que as atividades desenvolvidas pelo Porto, pelo tipo de contaminante encontrado, não estão influenciando na qualidade do solo e da água subterrânea.

### 5.1.7.2. Oceanografia e hidrodinâmica costeira

Para a avaliação das atuais condições oceanográficas e hidrodinâmicas do canal de São Sebastião (CSS) e baía do Araçá, foi elaborado pela FUNDESPA o relatório intitulado: MODELAGEM DA CIRCULAÇÃO E AVALIAÇÃO DO TRANSPORTE POTENCIAL DE SEDIMENTOS NO CANAL DE SÃO SEBASTIÃO, SP. Este relatório está apresentado na íntegra no **Anexo 5.1.7.2-1**.

O canal de São Sebastião está localizado na parte nordeste do Estado de São Paulo, entre a Planície Costeira e a ilha de São Sebastião. Tem extensão aproximada de 22 km e eixo longitudinal orientado para NE e para N nas partes sul e norte, respectivamente. O canal é mais largo em suas entradas norte (7,2 km) e sul (5,6 km) e mais estreito na sua parte central (1,9 km). Sua batimetria é caracterizada por acentuadas inclinações laterais entre as margens e seu interior. Dentro do canal, há um conduto com profundidades maiores do que 20 m, deslocado para o lado insular. A maior profundidade é igual a 45 m e localiza-se próximo à enseada do Araçá. Devido a sua configuração natural, o CSS é considerado como a 3ª melhor região portuária do mundo.

O vento é a principal forçante das correntes no CSS, sendo as correntes de maré desprezíveis (Kvinge, 1967; Castro 1990; Miranda & Castro, 1995; Fontes, 1995; Silva 1995; Pereira *et al.*, 2007). Desta forma, os ventos dominantes na região, provenientes de NE, impulsionam correntes longitudinais ao canal com sentido SW. Os ventos oriundos de SW, geralmente associados à passagem dos sistemas meteorológicos frontais, forçam correntes longitudinais com sentido NE.

A enseada do Araçá apresenta, atualmente, circulação horizontal bastante restrita, devido suas baixas profundidades. As variações do nível do mar no interior da Enseada têm mesma ordem de grandeza da profundidade local. Isso significa que, não obstante a referida restrição da circulação horizontal, a renovação das águas nesse pequeno corpo de água é efetivamente realizada pela maré. Os potenciais efeitos baroclínicos (devido às diferenças de salinidade e temperatura das águas no canal) são desprezíveis nessa porção do canal, devido especificamente à baixa profundidade local, inferior a 2 m.

O transporte de sedimentos no CSS foi avaliado para a condição atual, ou seja, sem alteração alguma de projeto na enseada do Araçá. O propósito da aplicação deste modelo é fornecer um quadro detalhado da questão cinemática do transporte de sedimentos na região da Ponta do Araçá. duas situações foram avaliadas: transporte de sedimentos devido a correntes fluindo, predominantemente, para nordeste (cenário S2) e devido a correntes com direção sudoeste (cenário S1). Duas situações foram avaliadas: transporte de sedimentos devido a correntes fluindo, predominantemente, para nordeste (cenário S2) e devido a correntes com direção sudoeste (cenário S1). Os resultados apresentados para a capacidade potencial de transporte de sedimentos no canal, avaliados globalmente para o domínio estudado, indicam que o transporte de sedimentos pelo fundo é muito menor do que o transporte em suspensão (pelo menos duas ordens de grandeza). O embasamento dessa análise encontra-se no Anexo 5.1.7.2-1.

### 5.1.7.3. Qualidade das águas interiores

As águas interiores, costeiras e oceânicas, são reconhecidas como sustentáculo de todo o desenvolvimento e manutenção da vida, e é também o meio através do qual se desenvolve o transporte efetivo de todos os bens produzidos no mundo. Os recursos ambientais continentais e costeiros (água, solos, subsolos, ar, biodiversidade e outros) devem ser administrados a partir de cada bacia hidrográfica como unidade mínima de ecossistema, ou seja, elemento constitutivo para estabelecer e desenvolver diretrizes de gestão da região costeira e à qual todas as ações secundárias devem estar subordinadas sob a macroobjetiva do gerenciamento ambiental; a partir de uma visão integrada e sistêmica do uso e da ocupação do solo, pode-se delinear o panorama de problemas e conflitos.

#### 5.1.7.3.1. Legislação Aplicável

Para fins de avaliação da qualidade de água, os resultados obtidos por meio do monitoramento das águas interiores, como é o caso do córrego da Mãe Isabel, foram comparados com o artigo 15 da referida Resolução por se tratar de um corpo de água doce, Classe 2, que segundo a resolução conama Art 42:

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

Destaca-se, porém, que o enquadramento dos corpos d’água deve estar baseado não necessariamente no seu estado atual, mas nos níveis de qualidade que deveriam possuir para atender às necessidades da comunidade; instrumentos para avaliar a evolução da qualidade das águas, em relação às classes estabelecidas no enquadramento, facilitam a fixação e controle de metas visando atingir gradativamente os objetivos propostos.

A Resolução CONAMA n° 357/2005 adota as seguintes definições e critérios para os corpo de água analisados neste estudo:

*“Art. 2º (...)*

*I - águas doces: águas com salinidade igual ou inferior a 0,5 ‰;*

*II - águas salobras: águas com salinidade superior a 0,5 ‰ e inferior a 30 ‰;*

*III - águas salinas: águas com salinidade igual ou superior a 30 ‰; (...)”*

As águas doces são classificadas, segundo o Art. 4º em:

*“I - classe especial: águas destinadas:*

*a) ao abastecimento para consumo humano, com desinfecção;*

- b) à preservação do equilíbrio natural das comunidades aquáticas; e,  
c) à preservação dos ambientes aquáticos em unidades de conservação de proteção integral.
- II - classe 1: águas que podem ser destinadas:
- a) ao abastecimento para consumo humano, após tratamento simplificado;  
b) à proteção das comunidades aquáticas;  
c) à recreação de contato primário, tais como natação, esqui aquático e mergulho, conforme Resolução CONAMA no 274, de 2000;  
d) à irrigação de hortaliças que são consumidas cruas e de frutas que se desenvolvam rentes ao solo e que sejam ingeridas cruas sem remoção de película; e  
e) à proteção das comunidades aquáticas em Terras Indígenas.
- III - classe 2: águas que podem ser destinadas:
- a) ao abastecimento para consumo humano, após tratamento convencional;  
b) à proteção das comunidades aquáticas;  
c) à recreação de contato primário, tais como natação, esqui aquático e mergulho, conforme Resolução CONAMA no 274, de 2000;  
d) à irrigação de hortaliças, plantas frutíferas e de parques, jardins, campos de esporte e lazer, com os quais o público possa vir a ter contato direto; e  
e) à aquíicultura e à atividade de pesca.
- IV - classe 3: águas que podem ser destinadas:
- a) ao abastecimento para consumo humano, após tratamento convencional ou avançado;  
b) à irrigação de culturas arbóreas, cerealíferas e forrageiras;  
c) à pesca amadora;  
d) à recreação de contato secundário; e  
e) à dessedentação de animais.
- V - classe 4: águas que podem ser destinadas:
- a) à navegação; e  
b) à harmonia paisagística.”

As condições e padrões de qualidade das águas doces classe 2 seguem as diretrizes da classe 1, conforme Art. 15º:

“Art. 15º Aplicam-se as águas doces de classe 2 as condições e padrões da Classe 1, previstos no artigo anterior<sup>4</sup>, à exceção do seguinte:

I - não será permitida a presença de corantes provenientes de fontes antrópicas que não sejam removíveis por processo de coagulação, sedimentação e filtração convencionais;

II - coliformes termotolerantes: para uso de recreação de contato primário deverá ser obedecida a Resolução CONAMA no 274, de 2000. Para os demais usos, não deverá ser excedido um limite de 1.000 coliformes termotolerantes por 100 mililitros em 80% ou mais de pelo menos 6 (seis) amostras coletadas durante o

---

<sup>4</sup> Artigo 14 – Classe 1 – água doce

*período de um ano, com frequência bimestral. A E. coli poderá ser determinada em substituição ao parâmetro coliformes termotolerantes de acordo com limites estabelecidos pelo órgão ambiental competente;*

*III - cor verdadeira: até 75 mg Pt/L;*

*IV - turbidez: até 100 UNT;*

*V - DBO 5 dias a 20°C até 5 mg/L O<sub>2</sub>;*

*VI - OD, em qualquer amostra, não inferior a 5 mg/L O<sub>2</sub>;*

*VII - clorofila a: até 30 µg/L;*

*VIII - densidade de cianobactérias: até 50000 cel/mL ou 5 mm<sup>3</sup>/L; e,*

*IX - fósforo total:*

*a) até 0,030 mg/L, em ambientes lânticos; e,*

*b) até 0,050 mg/L, em ambientes intermediários, com tempo de residência entre 2 e 40 dias, e tributários diretos de ambiente lântico.”*

Desta forma, o Art. 14º (Classe 1 – água doce) estabelece as condições e padrões para as amostras de água doce coletadas para este estudo:

*“Art. 14. As águas doces de classe 1 observarão as seguintes condições e padrões:*

*I - condições de qualidade de água:*

*a) não verificação de efeito tóxico crônico a organismos, de acordo com os critérios estabelecidos pelo órgão ambiental competente, ou, na sua ausência, por instituições nacionais ou internacionais renomadas, comprovado pela realização de ensaio ecotoxicológico padronizado ou outro método cientificamente reconhecido.*

*b) materiais flutuantes, inclusive espumas não naturais: virtualmente ausentes;*

*c) óleos e graxas: virtualmente ausentes;*

*d) substâncias que comuniquem gosto ou odor: virtualmente ausentes;*

*e) corantes provenientes de fontes antrópicas: virtualmente ausentes;*

*f) resíduos sólidos objetáveis: virtualmente ausentes;*

*g) coliformes termotolerantes: para o uso de recreação de contato primário deverão ser obedecidos os padrões de qualidade de balneabilidade, previstos na Resolução CONAMA no 274, de 2000. Para os demais usos, não deverá ser excedido um limite de 200 coliformes termotolerantes por 100 mililitros em 80% ou mais, de pelo menos 6 amostras, coletadas durante o período de um ano, com frequência bimestral. A E. Coli poderá ser determinada em substituição ao parâmetro coliformes termotolerantes de acordo com limites estabelecidos pelo órgão ambiental competente;*

*h) DBO 5 dias a 20°C até 3 mg/L O<sub>2</sub>;*

*i) OD, em qualquer amostra, não inferior a 6 mg/L O<sub>2</sub>;*

*j) turbidez até 40 unidades nefelométrica de turbidez (UNT);*

*l) cor verdadeira: nível de cor natural do corpo de água em mg Pt/L; e*

*m) pH: 6,0 a 9,0.*

*II - Padrões de qualidade de água: I (Tabela 5.1.7.3.1 - 1)*



**Tabela 5.1.7.3.1 - 1: Padrões Classe 1 - água doce**

<b>Parâmetros</b>	<b>Valor máximo</b>
Clorofila $\alpha$	10 $\mu\text{g/L}$
Densidade de cianobactérias	20.000 cel/mL ou 2mm <sup>3</sup> /L
Sólidos dissolvidos totais	500mg/L
<b>Parâmetros inorgânicos</b>	<b>Valor máximo</b>
Alumínio dissolvido	0,1 mg/L Al
Antimônio	0,005 mg/L Sb
Arsênio total	0,01 mg/L As
Bário total	0,7 mg/L Ba
Berílio total	0,04 mg/L Be
Boro total	0,5 mg/L B
Cádmio total	0,001 mg/L Cd
Chumbo total	0,01 mg/L Pb
Cianeto livre	0,005 mg/L CN
Cloreto total	250mg/L Cl
Cloro residual total (combinado + livre)	0,01 mg/L Pb
Cobalto total	0,05 mg/L Co
Cobre dissolvido	0,009 mg/L Cu
Cromo total	0,05 mg/L Cr
Ferro dissolvido	0,3 mg/L Fe
Fluoreto total	1,4 mg/L F
Fósforo total (ambiente lêntico)	0,020 mg/L P
Fósforo total (ambiente intermediário, com tempo de residência entre 2 e 40 dias, e tributários diretos de ambiente lêntico)	0,025mg/L P
Fósforo total (ambiente lótico e tributários de ambientes intermediários)	0,1 mg/L P
Lítio total	2,5 mg/L Li
Manganês total	0,1 mg/L Mn
Mercúrio total	0,0002 mg/L Hg
Níquel total	0,025 mg/L Ni
Nitrato	10,0 mg/L N

Nitrito	1,0 mg/L N
Nitrogênio amoniacal total	3,7mg/L N, para pH ≤ 7,5
	2,0 mg/L N, para 7,5 < pH ≤ 8,0
	1,0 mg/L N, para 8,0 < pH ≤ 8,5
	0,5 mg/L N, para pH > 8,5
Prata total	0,01 mg/L Ag
Selênio Total	0,01 mg/L Se
Sulfato total	250mg/L SO <sub>4</sub>
Sulfeto (H <sub>2</sub> S não dissociado)	0,002 mg/L S
Urânio total	0,02 mg/L U
Vanádio total	0,1 mg/L V
Zinco total	0,18 mg/L Zn
<b>Parâmetros orgânicos</b>	<b>Valor máximo</b>
Acrilamida	0,5 µg/L
Alacloro	20 µg/L
Aldrin+Dieldrin	0,005 µg/L
Atrazina	2 µg/L
Benzeno	0,005 mg/L
Benzidina	0,001 µg/L
Benzo(a)antraceno	0,05 µg/L
Benzo(a)pireno	0,05 µg/L
Benzo(b)fluoranteno	0,05 µg/L
Benzo(k)fluoranteno	0,05 µg/L
Carbaril	0,02 µg/L
Clordano (cis+trans)	0,04 µg/L
2-Clorofenol	0,1 µg/L
Criseno	0,05 µg/L
2,4-D	4,0 µg/L
Demeton (Demeton-O + Demeton-S)	0,1 µg/L
Dibenzo(a,h)antraceno	0,05 µg/L
1,2-Dicloroetano	0,01 mg/L



1,1-Dicloroetano	0,003 mg/L
2,4-Diclorofenol	0,3 µg/L
Diclorometano	0,02 mg/L
DDT (p,p'-DDT + p,p'-DDE + p,p'-DDD)	0,002 µg/L
Dodecacloro pentaciclodecano	0,001 µg/L
Endossulfan ( $\alpha$ + $\beta$ + sulfato)	0,056 µg/L
Endrin	0,004 µg/L
Estireno	0,02 mg/L
Etilbenzeno	90,0 µg/L
Fenóis totais (substâncias que reagem com 4-aminoantipirina)	0,003 mg/L C <sub>6</sub> H <sub>5</sub> OH
Glifosato	65 µg/L
Gution	0,005 µg/L
Heptacloro epóxido + Heptacloro	0,01 µg/L
Hexaclorobenzeno	0,0065 µg/L
Indeno (1,2,3-cd)pireno	0,05 µg/L
Lindano ( $\gamma$ -HCH)	0,02 µg/L
Malation	0,1 µg/L
Metolacloro	10 µg/L
Metoxicloro	0,03 µg/L
Paration	0,04 µg/L
PCB - Bifenila policloradas	0,001 µg/L
Pentaclorofenol	0,009 mg/L
Simazina	2,0 µg/L
Substâncias tensoativas que reagem com o azul de metileno	0,5 µg/L IAS
2,4,5-T	2,0 µg/L
Tetracloroeto de carbono	0,002 mg/L
Tetracloroetano	0,01 µg/L
Tolueno	2,0 µg/L
Toxafeno	0,01 µg/L
2,4,5-TP	10,0 µg/L

Tributilestanho	0,063 µg/L TBT
Triclorobenzeno (1,2,3-TCB + 1,2,4-TCB)	0,02 mg/L
Tricloroeteno	0,03 mg/L
2,4,6-Triclorofenol	0,01 mg/L
Trifluralina	0,2 µg/L
Xileno	300 µg/L

“III - Nas águas doces onde ocorrer pesca ou cultivo de organismos, para fins de consumo intensivo, além dos padrões estabelecidos no inciso II deste artigo, aplicam-se os seguintes padrões em substituição ou adicionalmente” (Tabela 5.1.7.3.1 - 2).

**Tabela 5.1.7.3.1 - 2: Padrões para corpos de água onde haja pesca ou cultivo de organismos para fins de consumo intensivo - Classe 1 - água doce**

Parâmetros inorgânicos	Valor máximo
Arsênio total	0,14µg/L As
Parâmetros orgânicos	Valor máximo
Benzidina	0,0002 µg/L
Benzo(a)antraceno	0,018 µg/L
Benzo(a)pireno	0,018 µg/L
Benzo(b)fluoranteno	0,018 µg/L
Benzo(k)fluoranteno	0,018 µg/L
Críseno	0,018 µg/L
Dibenzo(a,h)antraceno	0,018 µg/L
3,3-Diclorobenzidina	0,028 µg/L
Heptacloro epóxido + Heptacloro	0,000039 µg/L
Hexaclorobenzeno	0,00029 µg/L
Indeno (1,2,3-cd)pireno	0,018 µg/L
PCB - Bifenilas policloradas	0,000064 µg/L
Pentaclorofenol	3,0 µg/L
Tetracloroeto de carbono	1,6 µg/L
Tetracloroeteno	3,3 µg/L
Toxafeno	0,00028 µg/L
2,4,6-triclorofenol	2,4 µg/L

### 5.1.7.3.2. Amostragem de água superficial (Dezembro, 2008)

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 de dezembro, 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

No Anexo 5.1.7.3.2 - 1 encontra-se o dossiê fotográfico referente aos procedimentos de coleta de água e de efluente, utilizados durante as campanhas de amostragem.

### 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 5.1.7.3.2 - 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 5.1.7.3.2. - 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			
Cheia	Sizígia	15/12/2008	19:15	0.2
			05:32	1.2
			11:00	0.5
			15:34	1.1
		16/12/2008	23:28	0.1
			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 0,1m de profundidade, meio da coluna de água e 1,0m acima da superfície do fundo. Nas Tabelas 5.1.7.3.2. - 2 e 5.1.7.3.2. - 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 5.1.7.3.2 - 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-3-Q	PA-3-Q	superfície	9/12/2008	458.556	7.366.952

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

**Tabela 5.1.7.3.2 - 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-3-S	PA-3-SS	superfície	16/12/2008	458.556	7.366.952

\* 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).

Foram realizadas as seguintes análises nas amostras de água superficial:

- 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 Figuras 1 e 2 do Anexo 5.1.7.3.2 - 2. 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 5.1.7.3.2 - 3). 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 5.1.7.3.2. - 1 a seguir.



Figura 5.1.7.3.2. - 1: 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.

Nas Tabelas 5.1.7.3.2. - 4 e 5.1.7.3.2. - 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 5.1.7.3.2. - 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-3-Q	0,1	*

\* Profundidades inferiores a 0,5m.

Tabela 5.1.7.3.2. - 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-3-SS	0,1	*

\* Profundidades inferiores a 0,5m.

## C. 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 CPEA (Anexo 5.1.6.1.4 - 2).

### 5.1.7.3.3. Resultados e discussão

Os laudos referentes às análises físico-químicas realizadas em campo e os laudos e cadeias de custódia referentes às análises químicas realizadas em laboratório estão apresentados no Anexo 5.1.7.3.2 - 3.

#### 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. Para as amostras coletadas durante a maré de sizígia, somente o oxigênio dissolvido esteve fora dos limites estabelecidos para todas as amostras. O ponto PA-1-SS esteve bem abaixo do limite, da mesma forma que observado na amostra referente à maré de sizígia.

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

Na Tabela 5.1.7.3.3 - 1, 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 5.1.7.3.3 - 1: 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 (NMP/100mL)	1000	110	920
Óleos e graxas (mg/L)	ausentes	5,80	5,40

Em ambas as amostras de água doce foram quantificadas concentrações de sólidos dissolvidos totais e óleos e graxas superiores ao padrão de qualidade estabelecido pelo Artigo 15 da Resolução CONAMA 357/05.

Além destes parâmetros, a amostra PA-3-Q apresentou concentrações de DBO, nitrogênio amoniacal e fósforo total superiores aos padrões de qualidades estabelecidos pela resolução citada. Cabe ressaltar que todas as variáveis citadas são relacionadas à presença de esgot doméstico.

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.

### C. Resultados obtidos para as amostras coletadas na maré de Sízigia

Na Tabela 5.1.7.3.3 - 2, 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 5.1.7.3.3 - 2: 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 (NMP/100L)	10000	19000	Ausente
Óleos e graxas (mg/L)	ausentes	9,40	<5,0

Na campanha de sizígia, ambos os pontos de água doce apresentaram concentrações de DBO e fósforo total em concentrações superiores ao padrão de qualidade. A amostra PA-1-SS apresentou também concentrações de sólidos dissolvidos totais, coliformes termotolerantes e óleos e graxas em concentrações acima do valor estabelecido como padrão de qualidade pelo Artigo 15 da Resolução CONAMA 357/05, enquanto a amostra PA-3-SS apresentou concentrações de nitrato e clorofila-a superiores a este padrão.

## D. 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.

### 5.1.7.3.4. 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.

### 5.1.7.3.5. 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:

- 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.
- 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.

- 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*.

#### **5.1.7.3.6. Avaliação dos Resultados Obtidos nas Amostras de Controle de Qualidade**

##### **A. 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 5.1.7.3.2 - 3).

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.

##### **B. 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 5.1.7.3.6 - 1. 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 5.1.7.3.6 - 1: 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

### C. 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 5.1.7.3.6 - 2 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 5.1.7.3.6 - 2: 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.

### 5.1.7.3.8. Conclusões

Nas amostras referentes ao córrego Mãe Isabel analisadas, todos os contaminantes quantificados em concentrações superiores aos padrões de qualidade estabelecidos pelo Artigo 15 da Resolução CONAMA 357/05 são relacionados ao aporte de esgotos domésticos e aos efeitos da eutrofização, tais como os próprios fósforo e nitrogênio, assim como coliformes termotolerantes, DBO e clorofila-*a*.

#### 5.1.7.4. Qualidade das Águas Costeiras

As águas interiores, costeiras e oceânicas, são reconhecidas como sustentáculo de todo o desenvolvimento e manutenção da vida, além de ser o meio através do qual se desenvolve o transporte efetivo de todos os bens produzidos no mundo. Atualmente, o transporte marítimo mundial mobiliza aproximadamente 80% do que é produzido no mundo. A crescente integração das economias e das sociedades, promovidas pela globalização, gerou uma demanda por navios cada vez maiores e mais rápidos, de modo a atender com maior eficiência o transporte dos mais variados produtos.

Os recursos ambientais continentais e costeiros (água, solos, subsolos, ar, biodiversidade e outros) devem ser administrados a partir de cada bacia hidrográfica como unidade mínima de ecossistema, ou seja, elemento constitutivo para estabelecer e desenvolver diretrizes de gestão da região costeira e a qual todas as ações secundárias devem estar subordinadas sob a macroobjetiva do gerenciamento ambiental; a partir de uma visão integrada e sistêmica do uso e da ocupação do solo, pode-se delinear o panorama de problemas e conflitos.

Neste contexto, ao se observar a área de ampliação e expansão do Porto de São Sebastião observa-se a montante um sistema que por décadas sofreu prejuízos ambientais.

A zona costeira, embora ocupe uma faixa reduzida da crosta continental e oceânica, apresenta elevada produtividade e biodiversidade, contribuindo sensivelmente para a produção oceânica global; nessa mesma faixa *stricto sensu* concentra quase um quarto da população do País. Desta forma, a relevância desta região, tanto para a população quanto para os ecossistemas marinhos e continentais, o investimento em investigações com relações de submissão a qualquer domínio do conhecimento e da ação é de extrema relevância (Figura 5.1.7.4 - 1).

Considerada uma região de contrastes, constitui-se em local privilegiado às estratégias de gestão ambiental. Isto porque, são encontradas nessa região áreas onde coincidem intensa urbanização, atividades de pesca, atividades portuária e industrial relevantes, e exploração turística em larga escala. Em geral, o quadro é problemático do ponto de vista da gestão ambiental, demandando ações de caráter corretivo, com a mediação dos "múltiplos conflitos de uso" dos espaços e recursos comuns, e de controle do impacto sobre o ambiente estuarino, decorrente de poluição e contaminação por diferentes tipos e fontes.



Figura 5.1.7.4 - 1: Região Costeira - Ações Naturais e Antropogênicas.

O processo de industrialização e o desenvolvimento geraram importantes fontes de renda, gerando ciclos migracionais e riscos potenciais de poluição, na medida em que as atividades industriais desta região foram responsáveis pelo lançamento de várias substâncias potencialmente tóxicas no Canal de São Sebastião. Deve-se ressaltar, entretanto, a grande competência do Órgão Ambiental, que vem exercendo ações efetivas de controle industrial, visando manter as atividades industriais e não industriais, no contexto ambiental, dentro da legislação pertinente.

O desenvolvimento das regiões portuárias trouxe, ainda, a migração populacional, a qual resultou em questões de ordem física, tais como a destruição dos ecossistemas periféricos ao Canal, os aterros, o uso desordenado do solo e seus efeitos impactantes, dentre eles o assoreamento dos corpos d'água, aumento da taxa de sedimentação e conseqüente inundação.

Atualmente, o gerenciamento dos conflitos ambientais na região costeira, onde estão inseridas as atividades portuárias, entre outras, aparece com relevância e imprime urgência da gestão costeira por meio de políticas de intervenção e instrumentos legais para defrontar positivamente a ação pragmática de conflito.

#### 5.1.7.4.1. Legislação Aplicável

Para fins de avaliação da qualidade de água, os resultados obtidos por meio do monitoramento das águas do Canal de São Sebastião e demais matrizes analisadas foram comparados aos valores recomendados pela Classe 1, das águas salinas e salobras, da Resolução CONAMA nº 357, de 17 de março de 2005. Optou-se ter como base essa categoria, na medida em que a mesma privilegia a proteção das comunidades aquáticas.

O ponto de lançamento de efluente, também amostrado e encaminhado para análise química, foi comparado com o Art. 34 da referida Resolução, que estabelece:

*“Art 34º. Os efluentes de qualquer fonte poluidora somente poderão ser lançados, direta ou indiretamente, nos corpos de água desde que obedecem as condições e padrões previstos neste artigo, resguardadas outras exigências cabíveis.”*

Destaca-se, porém, que o enquadramento dos corpos d’água deve estar baseado não necessariamente no seu estado atual, mas nos níveis de qualidade que deveriam possuir para atender às necessidades da comunidade; instrumentos para avaliar a evolução da qualidade das águas, em relação às classes estabelecidas no enquadramento, facilitam a fixação e controle de metas visando atingir gradativamente os objetivos propostos.

A Resolução CONAMA nº 357/2005 adota as seguintes definições e critérios para os corpos de água analisados neste estudo:

*“Art. 2º (...)*

- I - águas doces: águas com salinidade igual ou inferior a 0,5 ‰;*
- II - águas salobras: águas com salinidade superior a 0,5 ‰ e inferior a 30 ‰;*
- III - águas salinas: águas com salinidade igual ou superior a 30 ‰; (...)”*

As águas salinas são classificadas, segundo o Art. 5º, como:

*“I - classe especial: águas destinadas:*

- a) à preservação dos ambientes aquáticos em unidades de conservação de proteção integral; e*
- b) à preservação do equilíbrio natural das comunidades aquáticas.*

*II - classe 1: águas que podem ser destinadas:*

- a) à recreação de contato primário, conforme Resolução CONAMA no 274, de 2000;*
- b) à proteção das comunidades aquáticas; e*
- c) à aquicultura e à atividade de pesca.*

*III - classe 2: águas que podem ser destinadas:*

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

*IV - classe 3: águas que podem ser destinadas:*

- a) à navegação; e*
- b) à harmonia paisagística.”*

O Art. 18 estabelece as condições e padrões de qualidade da água salina – Classe 1:

*“I - condições de qualidade de água:*

- a) não verificação de efeito tóxico crônico a organismos, de acordo com os critérios estabelecidos pelo órgão ambiental competente, ou, na sua ausência, por instituições nacionais ou internacionais renomadas, comprovado pela realização de ensaio ecotoxicológico padronizado ou outro método cientificamente reconhecido;*
- b) materiais flutuantes virtualmente ausentes;*

- c) óleos e graxas: virtualmente ausentes;*  
*d) substâncias que produzem odor e turbidez: virtualmente ausentes;*  
*e) corantes provenientes de fontes antrópicas: virtualmente ausentes;*  
*f) resíduos sólidos objetáveis: virtualmente ausentes;*  
*g) coliformes termolerantes: para o uso de recreação de contato primário deverá ser obedecida a Resolução CONAMA no 274, de 2000. Para o cultivo de moluscos bivalves destinados à alimentação humana, a média geométrica da densidade de coliformes termotolerantes, de um mínimo de 15 amostras coletadas no mesmo local, não deverá exceder 43 por 100 mililitros, e o percentil 90% não deverá ultrapassar 88 coliformes termolerantes por 100 mililitros. Esses índices deverão ser mantidos em monitoramento anual com um mínimo de 5 amostras. Para os demais usos não deverá ser excedido um limite de 1.000 coliformes termolerantes por 100 mililitros em 80% ou mais de pelo menos 6 amostras coletadas durante o período de um ano, com periodicidade bimestral. A E. Coli poderá ser determinada em substituição ao parâmetro coliformes termotolerantes de acordo com limites estabelecidos pelo órgão ambiental competente;*  
*h) carbono orgânico total até 3 mg/L, como C;*  
*i) OD, em qualquer amostra, não inferior a 6 mg/L O<sub>2</sub>; e*  
*j) pH: 6,5 a 8,5, não devendo haver uma mudança do pH natural maior do que 0,2 unidade.*  
 II - Padrões de qualidade de água – Tabela 3.”

A Tabela 3 do documento supracitado é apresentada na Tabela 5.1.7.4.1 - 1, a seguir.

**Tabela 5.1.7.4.1 - 1: Padrões Classe 1 - água salina.**

Parâmetros inorgânicos	Valor máximo
Alumínio dissolvido	1,5 mg/L Al
Arsênio total	0,01 mg/L As
Bário total	1,0 mg/L Ba
Berílio total	5,3 µg/L Be
Boro total	5,0 mg/L B
Cádmio total	0,005 mg/L Cd
Chumbo total	0,01 mg/L Pb
Cianeto livre	0,001 mg/L CN
Cloro residual total (combinado + livre)	0,01 mg/L Cl
Cobre dissolvido	0,005 mg/L Cu
Cromo total	0,05 mg/L Cr



Ferro dissolvido	0,3 mg/L Fe
Fluoreto total	1,4 mg/L F
Fósforo total	0,062 mg/L P
Manganês total	0,1 mg/L Mn
Mercúrio total	0,0002 mg/L Hg
Níquel total	0,025 mg/L Ni
Nitrato	0,40 mg/L N
Nitrito	0,07 mg/L N
Nitrogênio amoniacal total	0,40 mg/L N
Polifosfatos (determinado pela diferença entre fósforo ácido hidrolisável total e fósforo reativo total)	0,031 mg/L P
Prata total	0,005 mg/L Ag
Selênio Total	0,01 mg/L Se
Sulfetos (H <sub>2</sub> S não dissociado)	0,002 mg/L S
Tálio total	0,1 mg/L Tl
Urânio total	0,5 mg/L U
Zinco total	0,09 mg/L Zn
<b>Parâmetros orgânicos</b>	<b>Valor máximo</b>
Aldrin+Dieldrin	0,0019 µg/L
Benzeno	700 µg/L
Carbaril	0,32 µg/L
Clordano (cis+trans)	0,004 µg/L
2,4-D	30,0 µg/L
DDT (p,p'-DDT + p,p'-DDE + p,p'-DDD)	0,001 µg/L
Demeton (Demeton-O + Demeton-S)	0,1 µg/L
Dodecacloro pentaciclodecano	0,001 µg/L
Endossulfân (α + β + sulfato)	0,01 µg/L

Endrin	0,004 µg/L
Etilbenzeno	25 µg/L
Fenóis totais (substâncias que reagem com 4-aminoantipirina)	60 µg/L C <sub>6</sub> H <sub>5</sub> OH
Gution	0,01 µg/L
Heptacloro epóxido + Heptacloro	0,001 µg/L
Lindano (γ-HCH)	0,004 µg/L
Malation	0,1 µg/L
Metoxicloro	0,03 µg/L
Monoclorobenzeno	25 µg/L
Pentaclorofenol	7,9 µg/L
PCB - Bifenilas Policloradas	0,03 µg/L
Substâncias tensoativas que reagem com o azul de metileno	0,2 mg/L LAS
2,4,5-T	10,0 µg/L
Tolueno	215 µg/L
Toxafeno	0,0002 µg/L
2,4,5-TP	10,0 µg/L
Tributilestanho	0,01 µg/L TBT
Triclorobenzeno (1,2,3-TCB + 1,2,3-TCB)	80 µg/L
Tricloroeteno	30,0 µg/L

*“III - Nas águas salinas onde ocorrer pesca ou cultivo de organismos, para fins de consumo intensivo, além dos padrões estabelecidos no inciso II deste artigo, aplicam-se os seguintes padrões em substituição ou adicionalmente” – Tabela 5.1.7.4.1 - 2.*

**Tabela 5.1.7.4.1 - 2: Padrões para corpos de água onde haja pesca ou cultivo de organismos para fins de consumo intensivo - Classe 1 - água salina**

Parâmetros inorgânicos	Valor máximo
Arsênio Total	0,14 µg/L As
Parâmetros orgânicos	Valor máximo
Benzeno	51 µg/L
Benzidina	0,0002 µg/L
Benzo(a)antraceno	0,018 µg/L
Benzo(a)pireno	0,018 µg/L
Benzo(b)fluoranteno	0,018 µg/L
Benzo(k)fluoranteno	0,018 µg/L
2-Clorofenol	150 µg/L
2,4-Diclorofenol	290 µg/L
Criseno	0,018 µg/L
Dibenzo(a,h)antraceno	0,018 µg/L
1,2-Dicloroetano	37 µg/L
1,1-Dicloroetano	3 µg/L
3,3-Diclorobenzidina	0,028 µg/L
Heptacloro epóxido + Heptacloro	0,000039 µg/L
Hexaclorobenzeno	0,00029 µg/L
Indeno (1,2,3-cd)pireno	0,018 µg/L
PCB - Bifenilas policloradas	0,000064 µg/L
Pentaclorofenol	3,0 µg/L
Tetracloroetano	3,3 µg/L
2,4,6-triclorofenol	2,4 µg/L

As águas salobras são classificadas, segundo o Art. 5º, como:

*I - classe especial: águas destinadas:*

- a) à preservação dos ambientes aquáticos em unidades de conservação de proteção integral; e,*
- b) à preservação do equilíbrio natural das comunidades aquáticas.*

*II - classe 1: águas que podem ser destinadas:*

- a) à recreação de contato primário, conforme Resolução CONAMA no 274, de 2000;*
- b) à proteção das comunidades aquáticas;*
- c) à aqüicultura e à atividade de pesca;*

d) ao abastecimento para consumo humano após tratamento convencional ou avançado; e  
e) à irrigação de hortaliças que são consumidas cruas e de frutas que se desenvolvam rentes ao solo e que sejam ingeridas cruas sem remoção de película, e à irrigação de parques, jardins, campos de esporte e lazer, com os quais o público possa vir a ter contato direto.

III - classe 2: águas que podem ser destinadas:

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

IV - classe 3: águas que podem ser destinadas:

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

O Art. 21 estabelece as condições e padrões de qualidade da água salobra – Classe 1:

*I - condições de qualidade de água:*

- a) não verificação de efeito tóxico crônico a organismos, de acordo com os critérios estabelecidos pelo órgão ambiental competente, ou, na sua ausência, por instituições nacionais ou internacionais renomadas, comprovado pela realização de ensaio ecotoxicológico padronizado ou outro método cientificamente reconhecido;
- b) carbono orgânico total: até 3 mg/L, como C;
- c) OD, em qualquer amostra, não inferior a 5 mg/ L O<sub>2</sub>;
- d) pH: 6,5 a 8,5;
- e) óleos e graxas: virtualmente ausentes;
- f) materiais flutuantes: virtualmente ausentes;
- g) substâncias que produzem cor, odor e turbidez: virtualmente ausentes;
- h) resíduos sólidos objetáveis: virtualmente ausentes; e
- i) coliformes termotolerantes: para o uso de recreação de contato primário deverá ser obedecida a Resolução CONAMA nº 274, de 2000. Para o cultivo de moluscos bivalves destinados à alimentação humana, a média geométrica da densidade de coliformes termotolerantes, de um mínimo de 15 amostras coletadas no mesmo local, não deverá exceder 43 por 100 mililitros, e o percentil 90% não deverá ultrapassar 88 coliformes termotolerantes por 100 mililitros. Esses índices deverão ser mantidos em monitoramento anual com um mínimo de 5 amostras. Para a irrigação de hortaliças que são consumidas cruas e de frutas que se desenvolvam rentes ao solo e que sejam ingeridas cruas sem remoção de película, bem como para a irrigação de parques, jardins, campos de esporte e lazer, com os quais o público possa vir a ter contato direto, não deverá ser excedido o valor de 200 coliformes termotolerantes por 100 mL. Para os demais usos não deverá ser excedido um limite de 1.000 coliformes termotolerantes por 100 mililitros em 80% ou mais de pelo menos 6 amostras coletadas durante o período de um ano, com frequência bimestral. A E. coli poderá ser determinada em substituição ao parâmetro coliformes termotolerantes de acordo com limites estabelecidos pelo órgão ambiental competente.

II - Padrões de qualidade de água” – Tabela 5.1.7.4.1 - 3.

**Tabela 5.1.7.4.1 - 3: Padrões Classe 1 - água salobra.**

<b>Parâmetros inorgânicos</b>	<b>Valor máximo</b>
Alumínio dissolvido	0,1 mg/L Al
Arsênio total	0,01 mg/L As
Berílio total	5,3 µg/L Be
Boro total	0,5 mg/L B
Cádmio total	0,005 mg/L Cd
Chumbo total	0,01 mg/L Pb
Cianeto livre	0,001 mg/L CN
Cloro residual total (combinado + livre)	0,01 mg/L Cl
Cobre dissolvido	0,005 mg/L Cu
Cromo total	0,05 mg/L Cr
Ferro dissolvido	0,3 mg/L Fe
Fluoreto total	1,4 mg/L F
Fósforo total	0,124 mg/L P
Manganês total	0,1 mg/L Mn
Mercurio total	0,0002 mg/L Hg
Níquel total	0,025 mg/L Ni
Nitrato	0,40 mg/L N
Nitrito	0,07 mg/L N
Nitrogênio amoniacal total	0,40 mg/L N
Polifosfatos (determinado pela diferença entre fósforo ácido hidrolisável total e fósforo reativo total)	0,062 mg/L P
Prata total	0,005 mg/L Ag
Selênio Total	0,01 mg/L Se
Sulfetos (H <sub>2</sub> S não dissociado)	0,002 mg/L S
Zinco total	0,09 mg/L Zn
<b>Parâmetros orgânicos</b>	<b>Valor máximo</b>
Aldrin+Dieldrin	0,0019 µg/L
Benzeno	700 µg/L
Carbaril	0,32 µg/L
Clordano (cis+trans)	0,004 µg/L

2,4-D	10,0 µg/L
DDT (p,p'-DDT + p,p'-DDE + p,p'-DDD)	0,001 µg/L
Demeton (Demeton-O + Demeton-S)	0,1 µg/L
Dodecacloro pentaciclodecano	0,001 µg/L
Endrin	0,004 µg/L
Endossulfan (α + β + sulfato)	0,01 µg/L
Etilbenzeno	25 µg/L
Fenóis totais (substâncias que reagem com 4-aminoantipirina)	0,003 µg/L C6H5OH
Gution	0,01 µg/L
Heptacloro epóxido + Heptacloro	0,001 µg/L
Lindano (γ-HCH)	0,004 µg/L
Malation	0,1 µg/L
Metoxicloro	0,03 µg/L
Monoclorobenzeno	25 µg/L
Paration	0,04 µg/L
Pentaclorofenol	7,9 µg/L
PCB - Bifenilas Policloradas	0,03 µg/L
Substâncias tensoativas que reagem com o azul de metileno	0,2 mg/L LAS
2,4,5-T	10,0 µg/L
Tolueno	215 µg/L
Toxafeno	0,0002 µg/L
2,4,5-TP	10,0 µg/L
Tributilestanho	0,01 µg/L TBT
Triclorobenzeno (1,2,3-TCB + 1,2,3-TCB)	80 µg/L

*“III - Nas águas salobras onde ocorrer pesca ou cultivo de organismos, para fins de consumo intensivo, além dos padrões estabelecidos no inciso II deste artigo, aplicam-se os seguintes padrões em substituição ou adicionalmente:” - Tabela 5.1.7.4.1 - 4.*

**Tabela 5.1.7.4.1 - 4: Padrões para corpos de água onde haja pesca ou cultivo de organismos para fins de consumo intensivo - Classe 1 - água salobra.**

Parâmetros inorgânicos	Valor máximo
Arsênio Total	0,14 µg/L As
Parâmetros orgânicos	Valor máximo
Benzeno	51 µg/L
Benzidina	0,0002 µg/L
Benzo(a)antraceno	0,018 µg/L
Benzo(a)pireno	0,018 µg/L
Benzo(b)fluoranteno	0,018 µg/L
Benzo(k)fluoranteno	0,018 µg/L
2-Clorofenol	150 µg/L
Criseno	0,018 µg/L
Dibenzo(a,h)antraceno	0,018 µg/L
2,4-Diclorofenol	290 µg/L
1,1-Dicloroetano	3 µg/L
1,2-Dicloroetano	37 µg/L
3,3-Diclorobenzidina	0,028 µg/L
Heptacloro epóxido + Heptacloro	0,000039 µg/L
Hexaclorobenzeno	0,00029 µg/L
Indeno (1,2,3-cd)pireno	0,018 µg/L
Pentaclorofenol	3,0 µg/L
PCB - Bifenilas policloradas	0,000064 µg/L
Tetracloroetano	3,3 µg/L
Tricloroetano	30 µg/L
2,4,6-triclorofenol	2,4 µg/L

Sobre as condições dos efluentes a Resolução CONAMA estabelece no Art. 24 que:

*“Art. 24. Os efluentes de qualquer fonte poluidora somente poderão ser lançados, direta ou indiretamente, nos corpos de água, após o devido tratamento e desde que obedçam às condições, padrões e exigências dispostos nesta Resolução e em outras normas aplicáveis.”*

O ponto de coleta amostrado para caracterização do efluente foi amostrado no final do sistema, ou seja, no ponto de lançamento do efluente tratado pelo Porto de São Sebastião. Conforme estabelecido no Art. 34, as exigências para o lançamento de efluentes em corpos de água são:

*“§ 1º O efluente não deverá causar ou possuir potencial para causar efeitos tóxicos aos organismos aquáticos no corpo receptor, de acordo com os critérios de toxicidade estabelecidos pelo órgão ambiental competente.*

*§ 2º Os critérios de toxicidade previstos no § 1º devem se basear em resultados de ensaios ecotoxicológicos padronizados, utilizando organismos aquáticos, e realizados no efluente.*

*§ 3º Nos corpos de água em que as condições e padrões de qualidade previstos nesta Resolução não incluem restrições de toxicidade a organismos aquáticos, não se aplicam os parágrafos anteriores.*

*§ 4º Condições de lançamento de efluentes:*

*I - pH entre 5 a 9;*

*II - temperatura: inferior a 40°C, sendo que a variação de temperatura do corpo receptor não deverá exceder a 3°C na zona de mistura;*

*III - materiais sedimentáveis: até 1 mL/L em teste de 1 hora em cone Imhoff. Para o lançamento em lagos e lagoas, cuja velocidade de circulação seja praticamente nula, os materiais sedimentáveis deverão estar virtualmente ausentes;*

*IV - regime de lançamento com vazão máxima de até 1,5 vezes a vazão média do período de atividade diária do agente poluidor, exceto nos casos permitidos pela autoridade competente;*

*V - óleos e graxas:*

*1 - óleos minerais: até 20mg/L;*

*2 - óleos vegetais e gorduras animais: até 50mg/L; e*

*VI - ausência de materiais flutuantes.*

*§ 5º Padrões de lançamento de efluentes” - Tabela 5.1.7.4.1 - 5.*



**Tabela 5.1.7.4.1 - 5: Padrões de lançamento de efluentes.**

Parâmetros inorgânicos	Valor máximo
Arsênio total	0,5 mg/L As
Bário total	5,0 mg/L Ba
Boro total	5,0 mg/L B
Cádmio total	0,2 mg/L Cd
Chumbo total	0,5 mg/L Pb
Cianeto total	0,2 mg/L CN
Cobre dissolvido	1,0 mg/L Cu
Cromo total	0,5 mg/L Cr
Estanho total	4,0 mg/L Sn
Ferro dissolvido	15,0 mg/L Fe
Fluoreto total	10,0 mg/L F
Manganês dissolvido	1,0 mg/L Mn
Mercurio total	0,01 mg/L Hg
Níquel total	2,0 mg/L Ni
Nitrogênio amoniacal total	20,0 mg/L N
Prata total	0,1 mg/L Ag
Selênio Total	0,30 mg/L Se
Sulfeto	1,0 mg/L S
Zinco total	5,0 mg/L Zn
Parâmetros orgânicos	Valor máximo
Clorofórmio	1,0 mg/L
Dicloroetano	1,0 mg/L
Fenóis totais (substâncias que reagem com 4-aminoantipirina)	0,5 mg/L C <sub>6</sub> H <sub>5</sub> OH
Tetracloroeto de carbono	1,0 mg/L
Tricloroetano	1,0 mg/L

#### 5.1.7.4.2. Histórico da área

A região do Porto 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 Ilhabela, cuja carga aumenta durante os períodos de alta temporada turística.

A dispersão de poluentes é favorecida pela hidrodinâmica do canal. Diversos autores (Furtado, 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.

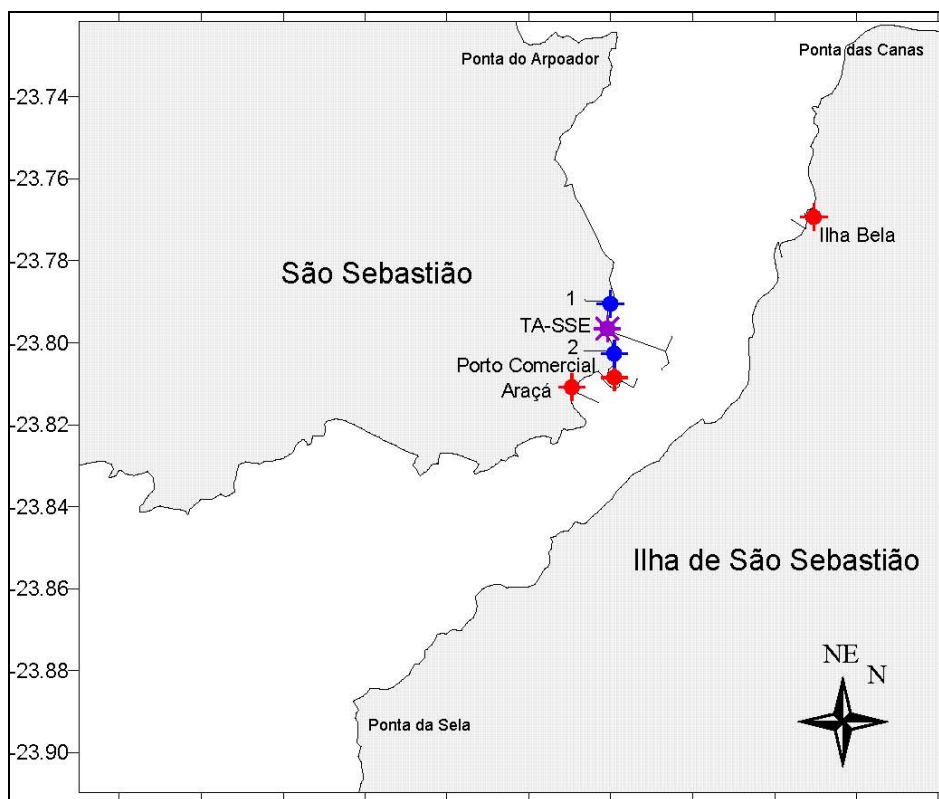
## A. Efluentes Domésticos

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 fitoplanctônica como clorofila-*a* e material orgânico em suspensão) na área central do canal, sob influência dos emissários da SABESP de Ilhabela 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  $\mu\text{M}$ , ou seja, 0,288 mg/L, nas proximidades do emissário), clorofila-*a* (acima de 10  $\mu\text{g/L}$ , ou será  $\mu\text{g/L}$ , se a unidade estiver certa valor muito alto mesmo para eutrófico) e oxigênio dissolvido (abaixo de 4 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 (*Lytechinus variegatus*), embriões e gametas apresentaram sensibilidade à amônia na água. A seguir, na Figura 5.1.7.4.2 - 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).



- 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 5.1.7.4.2 - 1: Principais fontes de efluentes domésticos no canal de São Sebastião.**

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.

Ainda dentro do escopo desse estudo, a própria FUNDESPA (1999) realizou ensaios microbiológicos nas águas de algumas praias do Canal de São Sebastião, em duas campanhas: de setembro a outubro de 1997 e março de 1998.

No inverno de 1997, não foi observada contaminação fecal em níveis acima dos limites, ou seja, valores de Coliformes fecais acima de 1000NMP/100 mL, 235NMP de *Escherichia coli* por 100 ml e 61 NMP de Enterococos por 100ml. Enquanto que no verão de 1998, a poluição fecal nas águas do Canal apresentou-se, em geral, maior na região Norte, com maior expressão no fundo em relação à superfície da coluna d'água.

Na campanha de verão de 1998, nas praias de São Sebastião e de Ilhabela (Ilha de São Sebastião), amostras foram obtidas durante a maré baixa e alta, em pontos localizados próximos a córregos e canais, em profundidades correspondentes à quebra da onda na areia da praia (linha d'água) e à altura do peito de uma pessoa de estatura mediana (zona de banho). As amostragens coincidiram

com marés de sizígia. Na preamar as coletas foram sempre realizadas durante período diurno e na baixa mar no período noturno.

As condições sanitárias das praias da orla marinha do Canal de São Sebastião, nesse período, foram sempre precárias na linha da água, na baixa-mar, como indicado pelos níveis de Enterococos que estiveram muito acima do limite de 61NMP/100 mL (Tabela 5.1.7.4.2 - 1).

No canal de São Sebastião, a variação do nível de contaminação fecal com a variação da maré evidenciou um padrão complexo, de difícil explicação. Não ocorreu como em outras praias diminuição dos níveis de poluição fecal na maré alta, mas sim uma alteração dos pontos mais afetados. Ao nível da linha da água, na maré alta, os índices de *E. coli* foram baixos e inferiores aos limites restritivos de 235NMP/100 ml. Na maré baixa, os valores mais elevados de *E. coli*, ainda que abaixo do limite adotado, devem ter ocorrido devido à influência de água doce proveniente dos córregos e proximidade da fonte poluidora dos pontos de amostragem.

Na zona de banho, a poluição fecal ocorreu em todas as estações amostradas na orla marinha do canal de São Sebastião (expresso pela densidade de enterococos).

A disparidade entre os níveis de enterococos e os de Coliformes fecais - *E. coli* podem representar a influência de fatores ambientais seletivos que privilegiam a predominância de enterococos. Em salinidades mais elevadas e dias secos, enterococos pode predominar sobre *E. coli* (Cabelli, 1983). McFeters *et al.* (1974) reportam que a sobrevivência de enterococos é maior do que a de Coliformes fecais.

Os altos índices de enterococos, concomitantemente aos baixos valores de Coliformes fecais em vários pontos do canal de São Sebastião, sugerem a ocorrência de fontes de Enterococos não-fecais. Todavia, a presença em densidades mais elevadas de *E. coli* na região Norte, na baixa mar, sugere uma origem predominantemente fecal dos dejetos nesta área.

Ao todo foram amostradas 7 praias: (#14) Praia do Cruzeiro, (#15) Praia das Pitangueiras, (#16) Praia de Baraqueçaba, localizadas em São Sebastião; (#17) Praia da Feiticeira, (#18) Praia do Perequê, (#19) Praia do centro da Ilhabela, (#20) Praia da Armação, localizadas em Ilhabela.

**Tabela 5.1.7.4.2 - 1: Contaminação fecal ao longo das praias, na linha d'água (preamar e baixa-mar) e na zona de banho, na campanha de verão de 1998.**

Preamar/ Est.	Col.Fec.	Esch.	Ent.	Col.	Esch.	Ent.
	NMP/100ml	NMP/100ml	NMP/100ml	NMP/100ml	NMP/100ml	NMP/100ml
	Linha da água	Linha da água	Linha da água	Zona de banho	Zona de banho	Zona de banho
#14	3448	138	1624	2142	119	1789
#15	96	10	798	10	<10	594
#16	216	<10	1664	52	10	677
#17	134	<10	933	457	20	1012
#18	8664	31	1529	12033	142	3654
#19	143	<10	860	108	<10	512
#20	1213	72	4106	41	<10	663
Baixa-mar/ Est.	Col.Fec.	Esch.	Ent.	Col.	Esch.	Ent.
	NMP/100ml	NMP/100ml	NMP/100ml	NMP/100ml	NMP/100ml	NMP/100ml
	Linha da água	Linha da água	Linha da água	Zona de banho	Zona de banho	Zona de banho
#14	25000	188	663	9208	321	419
#15	<10	<10	384	<10	10	345
#16	239	10	472	645	<10	335
#17	107	<10	98	<10	<10	213
#18	981	141	146	<10	s/dados	223
#19	7915	140	884	1678	262	748
#20	41	10	246	84	10	226

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.

## B. Efluentes Industriais

### B.1. 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. (Venkatesan, 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

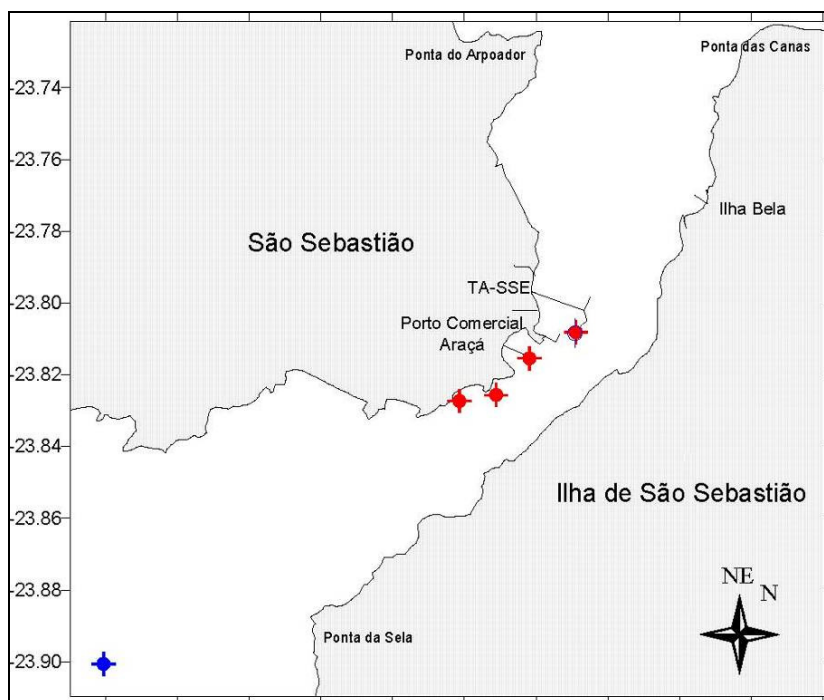
fino, rico em matéria orgânica, as águas contaminadas por hidrocarbonetos penetram, estes tendem a ficar depositados, causando a contaminação sobre da biota local.

Quanto à toxicidade, os compostos aromáticos policíclicos (PAH) e seus derivados são os mais tóxicos (Zamboni, 1993) podendo interferir nas funções da membrana plasmática. De acordo com Ehrhardt *et al.* (1989), em estudo comparativo entre área portuária e a região de Proteção Ambiental do CEBIMAR (Praia do Segredo), as concentrações de hidrocarbonetos policíclicos aromáticos são maiores nas águas do porto (total de 4, 124  $\mu\text{g.L}^{-1}$ ), sendo os compostos mais encontrados o do grupo dos naftalenos, fenantrenos, fluorenos, dibenzotiofenos e seus alquil substituídos. Na Praia do Segredo (total de 0,572  $\mu\text{g.L}^{-1}$ ), esses compostos também foram encontrados, porém em baixas concentrações.

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 d'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  $\mu\text{g.L}^{-1}$ , indicam as seguintes fontes de hidrocarbonetos de petróleo dissolvidos ou dispersos nas águas (HPDD) do Canal de São Sebastião (Figura 5.1.7.4.2 - 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  $\mu\text{g.L}^{-1}$ . Valores de HPDD menores do que 5  $\mu\text{g.L}^{-1}$  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  $\mu\text{g.L}^{-1}$ . A principais fontes de HPDD no canal de São Sebastião estão apresentadas na Figura 5.1.7.4.2 - 2, cujas informações forma obtidas de Weber *et al.* (1988), FUNDESPA (2000) e Arnalot-Cornet (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 5.1.7.4.2 - 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  $\mu\text{g}\cdot\text{L}^{-1}$  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 fitoplancônicos 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.

## **B.2. 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.

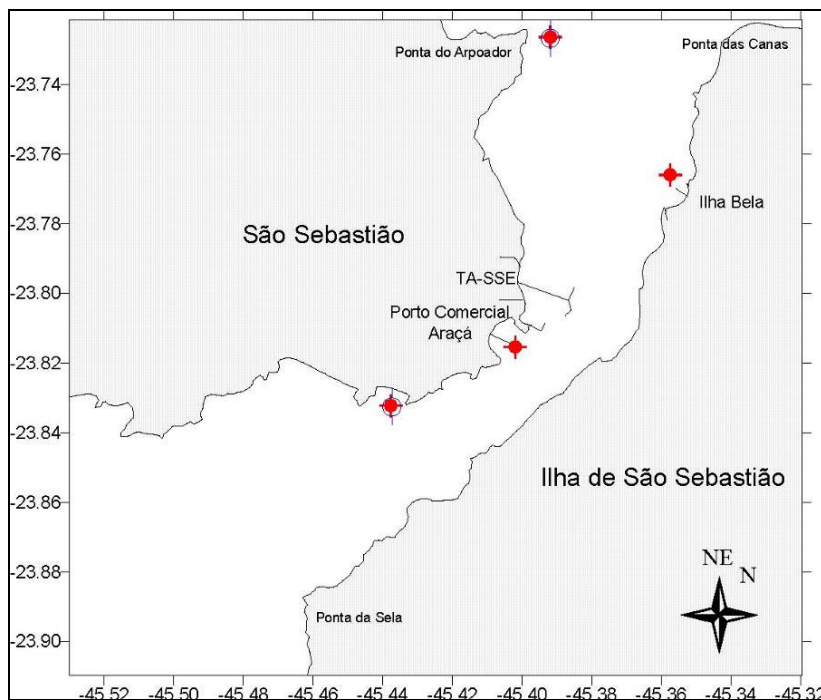
São escassos os trabalhos realizados com POC e PCB em São Sebastião. Montone, (1987 e 1995) determinou a concentração de hidrocarbonetos clorados no Canal de São Sebastião e a concentração de PCB, respectivamente. Gorni (1998), em um estudo ligado ao projeto OPISS e ao projeto internacional Mussel Watch, 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 5.1.7.4.2 - 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 5.1.7.4.2 - 3: Principais fontes de efluentes domésticos no Canal de São Sebastião.

### B.3. 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 a 10 µg/g. A concentração de níquel (Ni) foi bastante variável, com concentrações oscilando entre 9 e 10 µg/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 µg/g), Ponta da Sela (30 µg/g) e 61 µg/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.

De acordo com o Relatório de Qualidade das Águas Litorâneas no Estado de São Paulo Balneabilidade das Praias – 2004 (CETESB, 2005), pode-se observar contaminação por chumbo, cobre e cádmio. Em abril de 1999, o parâmetro chumbo excedeu, em um dos pontos de amostragem, 68 vezes o padrão legal e em um ponto distinto, excedeu 64 vezes. Nos demais meses, a análise ficou prejudicada em função do limite de detecção do método analítico ser superior ao padrão estabelecido pela Resolução CONAMA. O cobre apresentou-se em concentrações acima do padrão por três vezes, nos pontos de amostragem. Em outubro de 1998, os valores obtidos foram iguais ao

padrão. Com relação ao parâmetro cádmio, observaram-se também concentrações muito elevadas nos pontos (18 vezes acima do padrão de qualidade), no mês de abril de 1999.

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, 1983). 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.

### **C. Monitoramentos realizados pelo Porto de São Sebastião**

As campanhas de monitoramento na água e extravazador realizadas pelo porto de São Sebastião fazem parte do processo de dragagem da faixa interna do Cais do Porto, e tem como objetivo avaliar os efeitos da água decantada na área de disposição de sedimento dragado e sua interação com o canal de São Sebastião.

Os resultados consolidados das medições diárias, semanais e quinzenais realizadas durante as semanas de monitoramento das atividades de dragagem do cais interno do Porto de São Sebastião são apresentadas a seguir.

De acordo com o Plano de Monitoramento e com as determinações adicionais da LO nº2097, o monitoramento da dragagem foi subdividido em três etapas: (1) Pré-monitoramento: levantamento dos parâmetros físicos e químicos nos pontos de amostragem – oxigênio dissolvido, turbidez, pH e transparência antes do início das operações de dragagem na maré de quadratura, os pontos de coleta são apresentados na Tabela 5.1.7.4.2 - 2; (2) Monitoramento da qualidade da água do extravazador, a amostragem foi realizada de 4 em 4 horas (6 vezes ao dia) na saída do extravazador para análise de oxigênio dissolvido, turbidez, pH, temperatura, salinidade e resíduo sedimentável, independente da operação ou não da draga, e uma amostra foi encaminhada para o laboratório para análise de óleos e graxas (mineral e vegetal); (3) Monitoramento em quadratura, a amostragem foi realizada nas mesmas estações de coleta da etapa (1) na baixamar de quadratura no período de dragagem, os parâmetros analisados foram os mesmos da etapa (1).

**Tabela 5.1.7.4.2 - 2: Pontos de coleta pré-monitoramento**

Ponto de coleta	Easting	Norting
CSS 1	458868	7366453
CSS 2	459079	7366282
CSS 3	459358	7366056
CSS 4	459678	7365810
CSS 5	460168	7365398

Datum WGS 84 e zona 23K

Por determinação da CETESB - Parecer Técnico N°005/08/E, semanalmente amostras de água salina do extravasador foram coletadas para análise de PCB (bifenilas policloradas) e HPA (hidrocarbonetos policíclicos aromáticos), e quinzenalmente uma amostra composta para análise conforme a CONAMA 357/05 (efluente) para análises de SVOC (compostos orgânicos semi-voláteis), VOC (compostos orgânicos voláteis), metais e semi-metais, cianeto, fluoreto, sulfeto, nitrogênio amoniacal, índice de fenóis e DBO. Foram realizados também ensaios toxicológicos agudo (fecundidade) e crônico de curta duração (embrio-larval) com *Lytechinus variegattus* (ouríçoro). Os resultados das análises realizadas para o cumprimento no disposto naquele Parecer Técnico são apresentados no item B.3.4.

### C.1. ETAPA 1 - Pré-Monitoramento

A etapa 1 foi realizada dia 13 de abril de 2008. A amostragem de água foi realizada com o auxílio de uma garrafa Niskin em três profundidades (superfície, meio e fundo). Os resultados obtidos (Tabela 5.1.7.4.2 - 3) mostram que ao longo de todo o canal a qualidade das águas superficiais se manteve em boa parte constante indicando uma condição homogênea, apenas a turbidez variou entre 0,4 NTU na Baía do Araçá e <0,1 NTU no centro do Canal.

Os resultados obtidos foram comparados com a Resolução CONAMA 357/05 para pH e OD:

OD: o padrão estabelecido pelo CONAMA 357/05 é “não inferior a 6,0 mg.L<sup>-1</sup>” de acordo com os resultados apresentados pelo Porto de São Sebastião apenas as amostras CDSS04C e CDSS05C apresentaram resultados abaixo do padrão. Vale ressaltar que o limite do aparelho de medição é 0,1 mg.L<sup>-1</sup>.

pH: o resultado pode variar entre 6,5 e 8,5, porém não deve haver uma mudança de resultados superior a 0,2. Os pontos de coleta apresentaram resultados homogêneos com pouca variância, entre 8,04 e 8,09.

**Tabela 5.1.7.4.2 - 3: Resultados obtidos na Etapa 1 - 1ª Campanha de monitoramento**

Etapa 1	Data	Hora	Temperatura	pH	Profundidade	OD (mg/L)	Turbidez (NTU)	Transparência (m)
<b>CONAMA 357/05</b>	-	-	-	<b>6,5 - 8,5</b>	-	<b>&gt; 6,0</b>	-	-
CDSS 1A	13/4/2008	16:18	26,5	8,07	0	7,6	0,4	0,8
CDSS 1B	13/4/2008	16:18	26,7	8,06	0,3	6,8	0,5	
CDSS 1C	13/4/2008	16:18	26,5	8,07	1	6,1	0,4	
CDSS 2A	13/4/2008	16:21	26,7	8,06	0,1	6,8	0,2	1,1
CDSS 2B	13/4/2008	16:21	26,8	8,07	0,8	6,5	0,1	
CDSS 2C	13/4/2008	16:21	26,5	8,07	1,4	6,2	<0,1	
CDSS 3A	13/4/2008	16:25	26,5	8,04	0,1	7,2	0,2	1,25
CDSS 3B	13/4/2008	16:25	26,6	8,05	4,5	6,2	<0,1	
CDSS 3C	13/4/2008	16:25	25,8	8,05	8	6,5	<0,1	
CDSS 4A	13/4/2008	16:32	26,2	8,09	0,1	7,2	0,1	5,25
CDSS 4B	13/4/2008	16:32	25,1	8,08	15	6,1	<0,1	
CDSS 4C	13/4/2008	16:32	24,5	8,04	32	5,9	<0,1	
CDSS 5A	13/4/2008	16:35	26,5	8,06	0,1	7,5	0,2	8,5
CDSS 5B	13/4/2008	16:35	25,3	8,05	12,8	6,2	<0,1	
CDSS 5C	13/4/2008	16:35	24,6	8,05	30	5,2	<0,1	

Além dos parâmetros acima foram analisados amônio, amônia total, amônia livre e nitrogênio amoniacal (Tabela 5.1.7.4.2 - 4). As amostras apresentaram resultados abaixo do limite de quantificação do laboratório.

**Tabela 5.1.7.4.2 - 4: Resultados da série de nitrogênio - 1ª Campanha de monitoramento (mg.L<sup>-1</sup>).**

Etapa 1	Amônio	Amônia Total	Amônia Livre	Nitrogênio Amoniacal
<b>CONAMA 357/05</b>	-	-	-	<b>0,4</b>
CDSS 1A	<0,3	<0,09	<0,015	<0,09
CDSS 1B	<0,3	<0,09	<0,015	<0,09
CDSS 1C	<0,3	<0,09	<0,015	<0,09
CDSS 2A	<0,3	<0,09	<0,015	<0,09
CDSS 2B	<0,3	<0,09	<0,015	<0,09
CDSS 2C	<0,3	<0,09	<0,015	<0,09
CDSS 3A	<0,3	<0,09	<0,015	<0,09
CDSS 3B	<0,3	<0,09	<0,015	<0,09
CDSS 3C	<0,3	<0,09	<0,015	<0,09
CDSS 4A	<0,3	<0,09	<0,015	<0,09
CDSS 4B	<0,3	<0,09	<0,015	<0,09
CDSS 4C	<0,3	<0,09	<0,015	<0,09
CDSS 5A	<0,3	<0,09	<0,015	<0,09
CDSS 5B	<0,3	<0,09	<0,015	<0,09
CDSS 5C	<0,3	<0,09	<0,015	<0,09

Acima do padrão estabelecido pela Resolução CONAMA 357/05

## C.2. ETAPA 2 - Monitoramento do Extravazador de 4 em 4 Horas

A amostragem do extravazador (etapa 2) foi realizada dia 13 de maio de 2008, com acompanhamento diário de 4 em 4 horas com ou sem atividades de dragagem. As medições realizadas em campo foram para: oxigênio dissolvido, temperatura, pH, turbidez e resíduos sedimentáveis para cada amostra. A análise foi realizada diretamente do extravazador, dentro do duto principal antes de atingirem as águas da Baía do Araçá conforme determinação da CETESB.

Paralelamente a cada amostra do extravazador foram coletados no corpo receptor (Canal de São Sebastião) a cada 4h cerca de 20 a 50 metros da saída do extravazador.

Os resultados obtidos indicaram que a água do extravazador apresentou valores dentro da normalidade, com exceção para as ligeiras variações dos parâmetros de resíduos sedimentáveis em três ocasiões: dia 05, dia 07 e dia 09 de junho de 2008, em eventos esporádicos e que apresentaram pouca influência sobre a baía do Araçá. Durante as quatro primeiras semanas de dragagem, a baía apresentou qualidade de água muitas vezes inferior à própria água do extravazador. Interessante notar que não houve correlação direta da turbidez com os resíduos sedimentáveis, nem com o oxigênio dissolvido, tanto no extravazador quanto nas águas da baía do Araçá.

### **C.3. Qualidade da Água e operação de dragagem**

A amostragem no canal de São Sebastião (3ª Etapa) teve como objetivo correlacionar a operação de dragagem com a qualidade das águas do canal de São Sebastião e delimitar a influência da dragagem no local.

Os dados físico-químicos da coluna d'água do canal de São Sebastião foram analisados e amostras de água do mar coletadas para determinação de nitrogênio amoniacal e total, expresso em amônia livre, total e amônio.

As amostras de água foram coletadas em três profundidades (superfície, meio e fundo) com o auxílio de uma garrafa de Niskin. A transparência da água foi medida com o uso de disco de Secchi e obedecendo a metodologia padronizada em *Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater* ou *USEPA Test Method: SW -846 on-line methods*. As amostras de água foram acondicionadas em frascos de PE, preservadas com H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> e mantidas sob refrigeração (4°C) até a chegada no laboratório *Analytical Technology* em São Paulo, em menos de 24 horas após a coleta.

Abaixo, são apresentados os resultados das campanhas realizadas durante a maré de quadratura. Os resultados referentes à 4ª campanha de amostragem não foram apresentados nos documentos consultados, fornecidos pela Companhia DOCAS do Estado de São Paulo (CDSS).

#### **1º Campanha de Quadratura**

Os resultados dos parâmetros físicos e químicos (Tabela 5.1.7.4.2 - 5) mostram a constância da qualidade das águas superficiais ao longo de todo o canal, igualmente a campanha de pré-monitoramento. As temperaturas variaram entre 24,1 e 25,3°C com as observações mais frias no fundo do canal (estação 5). O pH permaneceu constante na faixa de 8,06-8,24 e valores superficiais de oxigênio dissolvido ao redor de 7,0-7,5 mg.L<sup>-1</sup>. Os valores de turbidez foram relativamente baixos, mantendo o padrão de < 0,1 NTU no meio do canal e valores um pouco acima deste padrão na baía do Araçá. A salinidade das águas do canal se manteve ao redor de 34 atingindo 35,2 psu nas partes mais profundas e centrais do canal.

**Tabela 5.1.7.4.2 - 5: Resultados dos parâmetros físicos e químicos - 1ª campanha**

1ª Campanha	Data	Hora	Temp (°C)	pH	Prof. (m)	O.D. (mg/L)	Sal. (‰)	Turbidez (NTU)	Transparência (m)
<b>CONAMA 357/05</b>	-	-	-	<b>6,5 - 8,5</b>	-	<b>&gt; 6,0</b>	-	-	-
CDSS0 1A	28/5/2008	11:31	25,3	8,1	0,0	7,5	34,3	0,2	0,7
CDSS0 1B	28/5/2008	11:31	25,2	8,1	0,2	7,2	34,4	0,2	
CDSS0 1C	28/5/2008	11:31	25,3	8,1	1,1	7,0	34,3	0,2	
CDSS0 2A	28/5/2008	11:45	24,8	8,2	0,1	6,9	34,4	0,3	1,5
CDSS0 2B	28/5/2008	11:45	24,5	8,2	0,9	7,1	34,4	0,2	
CDSS0 2C	28/5/2008	11:45	24,6	8,2	1,5	6,8	34,6	0,2	
CDSS0 3A	28/5/2008	11:55	24,6	8,2	0,2	7,2	35,1	0,3	1,6
CDSS0 3B	28/5/2008	11:55	24,5	8,2	4,8	6,8	35,2	0,1	
CDSS0 3C	28/5/2008	11:55	24,5	8,2	8,2	6,8	35,2	<0,1	
CDSS0 4A	28/5/2008	12:02	24,7	8,2	0,1	7,6	35,3	<0,1	2,5
CDSS0 4B	28/5/2008	12:02	24,1	8,2	15,5	6,5	35,3	<0,1	
CDSS0 4C	28/5/2008	12:02	24,1	8,2	33,0	6,1	35,3	<0,1	
CDSS0 5A	28/5/2008	12:10	24,3	8,2	0,1	7,2	35,2	<0,1	6,7
CDSS0 5B	28/5/2008	12:10	24,2	8,2	12,5	6,8	35,3	<0,1	
CDSS0 5C	28/5/2008	12:10	23,8	8,2	32,0	6,5	35,3	<0,1	

Acima do padrão estabelecido pela Resolução CONAMA 357/05

Conforme os resultados analíticos, as concentrações de nitrogênio amoniacal e total, expresso em amônia livre, total e amônio em todas as amostras coletadas estiveram abaixo do limite de quantificação do laboratório.

## 2º Campanha de Quadratura

Os resultados dos parâmetros físicos e químicos (Tabela 5.1.7.4.2 - 6) mostram novamente a homogeneidade da qualidade das águas superficiais ao longo de todo o canal, igualmente as campanhas anteriores. As temperaturas variaram entre 21,0 e 22,7°C enquanto que o pH permaneceu constante na faixa de 8,02-8,16. O oxigênio dissolvido variou em superfície ao redor de 7,0-7,5 mg.L<sup>-1</sup> e a turbidez atingiu 5,4 NTU na baía do Araçá enquanto que no centro do canal manteve o padrão de < 0,1 NTU. A salinidade das águas do canal se manteve ao redor de 36‰, mais salgado que nas medições anteriores, resultante da entrada de água oceânica pela porção sul do canal.

**Tabela 5.1.7.4.2 - 6: Resultados dos parâmetros físicos e químicos - 2ª campanha**

2ª Campanha	Data	Hora	Temp (°C)	pH	Prof. (m)	O.D. (mg/L)	Sal. (‰)	Turbidez (NTU)	Transparência (m)
<b>CONAMA 357/05</b>	-	-	-	<b>6,5 - 8,5</b>	-	<b>&gt; 6,0</b>	-	-	-
CDSS0 1A	11/6/2008	12:40	22,5	8,13	0,0	7,0	36,4	5,4	0,5
CDSS0 1B	11/6/2008	12:40	22,4	8,07	0,3	6,9	36,3	2,1	
CDSS0 1C	11/6/2008	12:40	22,5	8,07	1,0	6,8	36,3	2,0	
CDSS0 2A	11/6/2008	12:57	22,7	8,09	0,1	6,9	36,2	1,2	1,0
CDSS0 2B	11/6/2008	12:57	22,6	8,03	0,8	6,5	36,3	0,8	
CDSS0 2C	11/6/2008	12:57	22,5	8,12	1,3	6,5	36,3	0,8	
CDSS0 3A	11/6/2008	13:04	22,3	8,02	0,3	7,5	36,1	0,1	1,8
CDSS0 3B	11/6/2008	13:04	22,3	8,16	5,0	6,9	36,2	0,1	
CDSS0 3C	11/6/2008	13:04	21,9	8,01	8,5	5,8	36,3	<0,1	
CDSS0 4A	11/6/2008	13:12	22,4	8,03	0,2	7,1	36,4	<0,1	4,5
CDSS0 4B	11/6/2008	13:12	21,5	8,16	15,0	6,5	36,5	<0,1	
CDSS0 4C	11/6/2008	13:12	21,0	8,15	32,0	5,3	36,5	<0,1	
CDSS0 5A	11/6/2008	13:19	22,5	8,04	0,2	7,0	36,5	<0,1	8,0
CDSS0 5B	11/6/2008	13:19	21,2	8,09	14,0	6,8	36,6	<0,1	
CDSS0 5C	11/6/2008	13:19	21,0	8,04	31,0	5,6	36,6	<0,1	

Acima do padrão estabelecido pela Resolução CONAMA 357/05

Conforme os resultados analíticos obtidos, as concentrações de nitrogênio amoniacal e total, expresso em Amônia livre, total e amônio em todas as amostras coletadas estão abaixo do limite de quantificação do laboratório.

### 3º Campanha de Quadratura

Os resultados dos parâmetros físicos e químicos (Tabela 5.1.7.4.2 - 7) mostram temperaturas mais baixas que as campanhas anteriores, variando entre 19,7 e 20,5°C. O pH permaneceu novamente constante na faixa de 8,00 - 8,15 e o oxigênio dissolvido variou em superfície ao redor de 6,8-7,5 mg.L<sup>-1</sup>. A turbidez apresentou valores abaixo de 1 NTU nas estações CDSS01 e CDSS02, e praticamente <0,1 nas outras estações. A salinidade das águas do canal se manteve ao redor de 35,2, em salinidades intermediárias as outras campanhas caracterizando água costeira.

**Tabela 5.1.7.4.2 - 7: Resultados dos parâmetros físicos e químicos - 3ª campanha**

3ª Campanha	Data	Hora	Temp (°C)	pH	Prof. (m)	O.D. (mg/L)	Sal. (‰)	Turbidez (NTU)	Transparência (m)
<b>CONAMA 357/05</b>	-	-	-	<b>6,5 - 8,5</b>	-	<b>&gt; 6,0</b>	-	-	-
CDSS0 1A	25/6/2008	10:35	20,0	8,01	0,0	7,5	34,8	0,1	0,8
CDSS0 1B	25/6/2008	10:35	20,2	8,03	0,4	7,2	34,8	0,2	
CDSS0 1C	25/6/2008	10:35	20,1	8,03	1,1	7,2	34,7	0,5	
CDSS0 2A	25/6/2008	10:42	20,5	8,00	0,2	7,2	34,9	1,0	1,2
CDSS0 2B	25/6/2008	10:42	20,2	8,05	1,0	7,0	34,9	0,5	
CDSS0 2C	25/6/2008	10:42	20,2	8,09	1,4	6,9	35,1	0,2	
CDSS0 3A	25/6/2008	10:49	20,1	8,12	0,2	7,4	35,2	0,1	1,5
CDSS0 3B	25/6/2008	10:49	20,5	8,15	4,8	6,9	35,2	0,2	
CDSS0 3C	25/6/2008	10:49	20,2	8,15	8,5	6,7	35,3	0,1	
CDSS0 4A	25/6/2008	10:57	20,0	8,03	0,2	7,0	35,1	0,2	3,8
CDSS0 4B	25/6/2008	10:57	20,0	8,02	15,5	6,5	35,2	0,1	
CDSS0 4C	25/6/2008	10:57	19,8	8,00	33,0	5,9	35,2	<0,1	
CDSS0 5A	25/6/2008	11:04	20,2	8,03	0,2	6,8	35,1	<0,1	6,9
CDSS0 5B	25/6/2008	11:04	20,0	8,02	15,0	6,5	35,2	<0,1	
CDSS0 5C	25/6/2008	11:04	19,7	8,00	32,0	6,0	35,5	<0,1	

Acima do padrão estabelecido pela Resolução CONAMA 357/05

Os resultados da série de nitrogênio analisada são apresentados na Tabela 5.1.7.4.2 - 8. Dentre as formas de nitrogênio analisadas a única quantificada foi o nitrogênio Kjeldahl total, porém nenhum resultado acima da Resolução CONAMA 357/05.

**Tabela 5.1.7.4.2 - 8: Resultados da série e nitrogênio - 3ª campanha**

3ª Campanha	Amônio	Nitrogênio Amoniacal Total	Nitrogênio Kjeldahl
<b>CONAMA 357/05</b>	-	<b>0,4</b>	
CDSS0 1A	N.D.	N.D.	1,4
CDSS0 1B	N.D.	N.D.	0,7
CDSS0 1C	N.D.	N.D.	0,96
CDSS0 2A	N.D.	N.D.	1,1
CDSS0 2B	N.D.	N.D.	0,89
CDSS0 2C	N.D.	N.D.	0,43
CDSS0 3A	N.D.	N.D.	0,56
CDSS0 3B	N.D.	N.D.	
CDSS0 3C	N.D.	N.D.	N.D.
CDSS0 4A	N.D.	N.D.	N.D.
CDSS0 4B	N.D.	N.D.	N.D.
CDSS0 4C	N.D.	N.D.	N.D.
CDSS0 5A	N.D.	N.D.	N.D.
CDSS0 5B	N.D.	N.D.	0,48
CDSS0 5C	N.D.	N.D.	0,46

Acima do padrão estabelecido pela Resolução CONAMA 357/05

### 5ª Campanha de Quadratura

Esta campanha foi realizada no dia 24/07/08. Os resultados dos parâmetros físicos e químicos (Tabela 5.1.7.4.2 - 9) indicaram temperaturas entre 21,0 - 21,7°C, enquanto que o pH permaneceu novamente constante na faixa de 8,01-8,05. O Oxigênio dissolvido variou entre 5,6 e 6,8 mg.L<sup>-1</sup> e a turbidez apresentou valores entre 1,2 e praticamente <0,1 NTU nas estações do centro do canal. A salinidade das águas do canal se manteve ao redor de 34,0‰, em salinidades pouco acima das



campanhas anteriores. O nitrogênio amoniacal total não foi quantificado nesta campanha, em nenhuma amostra.

**Tabela 5.1.7.4.2 - 9: Resultado dos parâmetros físico e químicos - 5ª Campanha**

5ª Campanha	Data	Hora	Temp (°C)	pH	Prof. (m)	O.D. (mg/L)	Sal. (‰)	Turbidez (NTU)	Transparência (m)
<b>CONAMA 357/05</b>	-	-	-	<b>6,5 - 8,5</b>	-	<b>&gt; 6,0</b>	-	-	-
CDSS0 1A	24/7/2008	12:13	21,7	8,01	0,0	6,8	33,8	0,8	1,0
CDSS0 1B	24/7/2008	12:13	21,7	8,02	0,4	6,5	33,7	1,0	
CDSS0 1C	24/7/2008	12:13	21,6	8,02	1,0	6,5	33,9	1,2	
CDSS0 2A	24/7/2008	12:19	21,8	8,01	0,2	6,4	33,8	0,9	1,2
CDSS0 2B	24/7/2008	12:19	21,7	8,01	0,7	6,5	34,0	0,9	
CDSS0 2C	24/7/2008	12:19	21,5	8,02	1,3	6,2	34,1	1,0	
CDSS0 3A	24/7/2008	12:23	21,7	8,03	0,2	6,5	33,8	0,5	1,5
CDSS0 3B	24/7/2008	12:23	21,4	8,01	4,9	6,2	34,1	0,1	
CDSS0 3C	24/7/2008	12:23	21,3	8,02	8,2	6,0	34,1	0,1	
CDSS0 4A	24/7/2008	12:29	21,6	8,05	0,2	6,5	34,1	0,1	1,8
CDSS0 4B	24/7/2008	12:29	21,3	8,03	15,0	6,0	34,0	<0,1	
CDSS0 4C	24/7/2008	12:29	21,2	8,01	32,0	5,8	34,1	<0,1	
CDSS0 5A	24/7/2008	12:35	21,4	8,01	0,2	6,0	34,0	<0,1	4,6
CDSS0 5B	24/7/2008	12:35	21,2	8,04	15,0	5,8	34,5	<0,1	
CDSS0 5C	24/7/2008	12:35	21,0	8,03	33,0	5,6	35,0	<0,1	

Acima do padrão estabelecido pela Resolução CONAMA 357/05

### 6ª Campanha de Quadratura

Esta campanha foi realizada no dia 07/08/08. Os resultados dos parâmetros físicos e químicos (Tabela 5.1.7.4.2-10) indicaram temperaturas variando de 21,0-22,7°C, levemente mais alta que na campanha anterior, enquanto que o pH permaneceu novamente constante na faixa de 8,02-8,07. O Oxigênio dissolvido variou entre 6,1 e 6,8 mg.L<sup>-1</sup> e a turbidez apresentou valores abaixo de 0,2 e praticamente <0,1 NTU na maioria das estações. A salinidade das águas do Canal se manteve ao redor de 33,5‰, levemente menos salgada que nas campanhas anteriores. Os resultados de nitrogênio amoniacal total estiveram abaixo do limite de quantificação do laboratório.

**Tabela 5.1.7.4.2 - 10: Resultados físicos e químicos - 6ª campanha**

6ª Campanha	Data	Hora	Temp (°C)	pH	Prof. (m)	O.D. (mg/L)	Sal. (‰)	Turbidez (NTU)	Transparência (m)
<b>CONAMA 357/05</b>	-	-	-	<b>6,5 - 8,5</b>	-	<b>&gt; 6,0</b>	-	-	-
CDSS0 1A	7/8/2008	10:57	22,7	8,05	0,0	6,5	33,2	0,1	0,8
CDSS0 1B	7/8/2008	10:57	22,6	8,04	0,2	6,5	33,1	0,2	
CDSS0 1C	7/8/2008	10:57	22,6	8,05	1,0	6,4	33,2	0,1	
CDSS0 2A	7/8/2008	11:02	22,6	8,06	0,1	6,6	33,3	0,2	1,2
CDSS0 2B	7/8/2008	11:02	22,6	8,04	0,6	6,5	33,5	0,2	
CDSS0 2C	7/8/2008	11:02	22,5	8,06	1,2	6,5	33,5	0,1	
CDSS0 3A	7/8/2008	11:06	22,5	8,03	0,1	6,4	33,5	<0,1	1,8
CDSS0 3B	7/8/2008	11:06	22,3	8,02	5,3	6,3	33,5	<0,1	
CDSS0 3C	7/8/2008	11:06	22,3	8,04	8,2	6,1	33,5	<0,1	
CDSS0 4A	7/8/2008	11:10	22,6	8,06	0,1	6,5	33,5	<0,1	3,5
CDSS0 4B	7/8/2008	11:10	22,3	8,07	15,2	6,5	33,5	<0,1	
CDSS0 4C	7/8/2008	11:10	21,9	8,05	33,1	6,2	33,5	<0,1	
CDSS0 5A	7/8/2008	11:14	22,6	8,03	0,2	6,6	33,5	<0,1	>15
CDSS0 5B	7/8/2008	11:14	21,9	8,04	14,9	6,8	33,5	<0,1	
CDSS0 5C	7/8/2008	11:14	21,0	8,03	32,5	6,8	33,5	<0,1	

Acima do padrão estabelecido pela Resolução CONAMA 357/05

### 7ª Campanha de Quadratura

Esta campanha foi realizada no dia 22/08/08. Os resultados dos parâmetros físicos e químicos (Tabela 5.1.7.4.2 - 11) indicaram temperaturas variando de 21,9-23,5°C, acompanhando a tendência de aquecimento da atmosfera no período, enquanto que o pH permaneceu novamente constante na faixa de 8,01-8,05. O Oxigênio dissolvido variou entre 6,1 e 7,2 mg.L<sup>-1</sup> e a turbidez apresentou novamente valores abaixo de 0,2 e praticamente <0,1 NTU nas maioria das estações. A salinidade das águas do canal se manteve entre 33,0 e 34,7 mostrando uma diversidade de águas entre canal e zona costeira. Os resultados de nitrogênio amoniacal total estiveram abaixo do limite de quantificação do laboratório.

**Tabela 5.1.7.4.2 - 11: Parâmetros físicos e químicos - 7ª Campanha**

7ª Campanha	Data	Hora	Temp (°C)	pH	Prof. (m)	O.D. (mg/L)	Sal. (‰)	Turbidez (NTU)	Transparência (m)
<b>CONAMA 357/05</b>	-	-	-	<b>6,5 - 8,5</b>	-	<b>&gt; 6,0</b>	-	-	-
CDSS0 1A	22/8/2008	09:25	23,5	8,01	0,0	6,4	33,1	0,1	0,8
CDSS0 1B	22/8/2008	09:25	23,3	8,02	0,3	6,5	33,1	0,1	
CDSS0 1C	22/8/2008	09:25	23,4	8,02	1,2	6,4	33,2	0,1	
CDSS0 2A	22/8/2008	09:31	22,7	8,03	0,2	6,8	33,0	0,1	1,0
CDSS0 2B	22/8/2008	09:31	22,6	8,04	0,8	6,5	33,0	0,2	
CDSS0 2C	22/8/2008	09:31	22,6	8,04	1,3	6,5	33,1	0,1	
CDSS0 3A	22/8/2008	09:35	22,6	8,03	0,1	6,7	33,1	<0,1	2,3
CDSS0 3B	22/8/2008	09:35	22,5	8,01	5,1	6,2	33,1	0,1	
CDSS0 3C	22/8/2008	09:35	22,2	8,02	8,0	6,3	33,1	<0,1	
CDSS0 4A	22/8/2008	09:40	22,3	8,03	0,1	7,2	34,4	<0,1	3,8
CDSS0 4B	22/8/2008	09:40	22,3	8,05	14,9	7,2	34,4	<0,1	
CDSS0 4C	22/8/2008	09:40	22,1	8,01	32,0	6,8	34,4	<0,1	
CDSS0 5A	22/8/2008	09:44	22,8	8,02	0,2	6,8	34,8	<0,1	>15
CDSS0 5B	22/8/2008	09:44	22,5	8,03	13,5	6,5	34,8	<0,1	
CDSS0 5C	22/8/2008	09:44	21,9	8,03	33,5	6,1	34,7	<0,1	

Acima do padrão estabelecido pela Resolução CONAMA 357/05

## 8º Campanha de Quadratura

Esta campanha foi realizada no dia 06/09/08. Os resultados dos parâmetros físicos e químicos (Tabela 5.1.7.4.2 - 12) indicaram a temperatura variando de 21,5-22,8°C, mantendo a tendência de temperaturas mais altas da atmosfera no período, enquanto que o pH permaneceu novamente constante na faixa de 8,02-8,07. O Oxigênio dissolvido variou entre 6,1 e 6,8 mg.L<sup>-1</sup> e a turbidez apresentou valores entre 1,5 e praticamente <0,1 NTU nas maioria das estações do centro do canal. A salinidade das águas do canal se manteve ao redor de 34,0‰ mostrando características de água costeira. Os resultados de nitrogênio amoniacal total estiveram abaixo do limite de quantificação do laboratório.

**Tabela 5.1.7.4.2 - 12: Resultados físicos e químicos - 8ª campanha**

8ª Campanha	Data	Hora	Temp. (°C)	pH	Prof. (m)	O.D. (mg/L)	Sal. (‰)	Turbidez (NTU)	Transparência (m)
<b>CONAMA 357/05</b>	-	-	-	<b>6,5 - 8,5</b>	-	<b>&gt; 6,0</b>	-	-	-
CDSS0 1A	6/9/2008	09:38	22,8	8,05	0,0	6,5	34,0	0,9	0,3
CDSS0 1B	6/9/2008	09:38	22,8	8,04	0,2	6,5	34,0	0,8	
CDSS0 1C	6/9/2008	09:38	22,7	8,05	1,0	6,4	34,0	0,9	
CDSS0 2A	6/9/2008	09:40	22,6	8,06	0,1	6,6	33,6	1,3	0,8
CDSS0 2B	6/9/2008	09:40	22,5	8,04	0,6	6,5	33,6	1,2	
CDSS0 2C	6/9/2008	09:40	22,5	8,06	1,2	6,5	33,6	1,5	
CDSS0 3A	6/9/2008	09:43	22,3	8,03	0,1	6,4	33,8	0,6	1,6
CDSS0 3B	6/9/2008	09:43	22,1	8,02	5,3	6,3	34,1	0,3	
CDSS0 3C	6/9/2008	09:43	21,9	8,04	8,2	6,1	34,1	0,1	
CDSS0 4A	6/9/2008	09:45	22,1	8,06	0,1	6,5	33,7	0,1	2,2
CDSS0 4B	6/9/2008	09:45	22,1	8,07	15,2	6,5	33,6	<0,1	
CDSS0 4C	6/9/2008	09:45	21,8	8,05	33,1	6,2	34,1	<0,1	
CDSS0 5A	6/9/2008	09:50	22,0	8,03	0,2	6,6	34,1	<0,1	8,5
CDSS0 5B	6/9/2008	09:50	21,8	8,04	14,9	6,8	34,1	<0,1	
CDSS0 5C	6/9/2008	09:50	21,5	8,03	32,5	6,8	34,2	<0,1	

Acima do padrão estabelecido pela Resolução CONAMA 357/05

### C.4. Monitoramento Semanal/Quinzenal da água do extravasador (PARECER CETESB)

A análise dos resultados do monitoramento diário, semanal e quinzenal, de diversos parâmetros químicos, está intimamente ligada ao fluxo de efluente no extravasador. Os resultados são apresentados abaixo.

#### C.4.1. Óleos e Graxas (Monitoramento Diário)

- Óleos e Graxas (Monitoramento Diário): de acordo com os resultados apresentados na Tabela 5.1.7.4.2 - 13 nenhuma amostra apresentou resultados de óleos e graxas acima da Resolução CONAMA 357/05.

**Tabela 5.1.7.4.2 - 13: Resultados de óleos e graxas**

Data	Óleos e Graxas (mg/L)	Laudo	Data	Óleos e Graxas (mg/L)	Laudo	Data	Óleos e Graxas (mg/L)	Laudo
<b>CONAMA 357/05 Art. 34</b>			<b>CONAMA 357/05 Art. 34</b>			<b>CONAMA 357/05 Art. 34</b>		
Ausentes			Ausentes			Ausentes		
26/5/2008	6,0	LOG11442A	30/6/2008	2,0	LOG11817A	4/8/2008	2,0	LOG12220A
27/5/2008	< 5,0	LOG11442A	1/7/2008	2,0	LOG11817A	5/8/2008	< 5,0	LOG12220A
28/5/2008	< 5,0	LOG11442A	2/7/2008	< 5,0	LOG11817A	6/8/2008	1,0	LOG12220A
29/5/2008	7,0	LOG11442A	3/7/2008	2,0	LOG11817A	7/8/2008	< 5,0	[LOG12219]
30/5/2008	< 5,0	LOG11442A	4/7/2008	< 5,0	LOG11817A	8/8/2008	< 5,0	LOG12409A
31/5/2008	< 5,0	LOG11442A	5/7/2008	< 5,0	LOG11817A	9/8/2008	< 5,0	LOG12409A
1/6/2008	< 5,0	LOG11442A	6/7/2008	< 5,0	LOG11817A	10/8/2008	< 5,0	LOG12409A
2/6/2008	< 5,0	LOG11442A	7/7/2008	2,0	LOG11817A	11/8/2008	< 5,0	LOG12409A
3/6/2008	< 5,0	LOG11442A	8/7/2008	2,0	LOG11817A	12/8/2008	< 5,0	LOG12409A
4/6/2008	8,0	LOG11442A	9/7/2008	< 5,0	[LOG11815]	13/8/2008	2,0	LOG12409A
5/6/2008	7,0	LOG11442A	10/7/2008	< 5,0	LOG12007A	14/8/2008	< 5,0	LOG12409A
6/6/2008	< 5,0	LOG11442A	11/7/2008	< 5,0	LOG12007A	15/8/2008	< 5,0	LOG12409A
7/6/2008	< 5,0	LOG11442A	12/7/2008	3,0	LOG12007A	16/8/2008	< 5,0	LOG12409A
8/6/2008	6,0	LOG11442A	13/7/2008	2,0	LOG12007A	17/8/2008	< 5,0	LOG12409A
9/6/2008	8,0	LOG11442A	14/7/2008	< 5,0	LOG12007A	18/8/2008	2,0	LOG12409A
10/6/2008	8,0	LOG11442A	15/7/2008	< 5,0	LOG12007A	19/8/2008	< 5,0	LOG12409A
11/6/2008	-	nãorealizada	16/7/2008	2,0	LOG12007A	20/8/2008	< 5,0	LOG12409A
12/6/2008	< 5,0	LOG11621A	17/7/2008	< 5,0	LOG12007A	21/8/2008	< 5,0	LOG12409A
13/6/2008	< 5,0	LOG11621A	18/7/2008	< 5,0	LOG12007A	22/8/2008	< 5,0	[LOG12407A]
14/6/2008	< 5,0	LOG11621A	19/7/2008	< 5,0	LOG12007A	23/8/2008	< 5,0	LOG203/2008
15/6/2008	25,0	LOG11621A	20/7/2008	2,0	LOG12007A	24/8/2008	< 5,0	LOG203/2008
16/6/2008	19,3	LOG11621A	21/7/2008	< 5,0	LOG12007A	25/8/2008	< 5,0	LOG203/2008
17/6/2008	< 5,0	LOG11621A	22/7/2008	< 5,0	LOG12007A	26/8/2008	< 5,0	LOG203/2008
18/6/2008	< 5,0	LOG11621A	23/7/2008	< 5,0	LOG12007A	27/8/2008	< 5,0	LOG203/2008
19/6/2008	18,1	LOG11621A	24/7/2008	< 5,0	[LOG12006]	28/8/2008	< 5,0	LOG203/2008
20/6/2008	< 5,0	LOG11621A	25/7/2008	2,0	LOG12220A	29/8/2008	< 5,0	LOG203/2008
21/6/2008	< 5,0	LOG11621A	26/7/2008	< 5,0	LOG12220A	30/8/2008	< 5,0	LOG203/2008
22/6/2008	< 5,0	LOG11621A	27/7/2008	< 5,0	LOG12220A	31/8/2008	< 5,0	LOG203/2008
23/6/2008	10,9	LOG11621A	28/7/2008	2,0	LOG12220A	1/9/2008	< 5,0	LOG203/2008
24/6/2008	5,0	LOG11621A	29/7/2008	< 5,0	LOG12220A	2/9/2008	< 5,0	LOG203/2008
25/6/2008	9,3**	[Log11618A]	30/7/2008	2,0	LOG12220A	3/9/2008	< 5,0	LOG203/2008
26/6/2008	< 5,0	LOG11817A	31/7/2008	< 5,0	LOG12220A	4/9/2008	< 5,0	LOG203/2008
27/6/2008	< 5,0	LOG11817A	1/8/2008	< 5,0	LOG12220A	5/9/2008	< 5,0	LOG203/2008
28/6/2008	2,0	LOG11817A	2/8/2008	< 5,0	LOG12220A	6/9/2008	4,0	LOG204/2008
29/6/2008	< 5,0	LOG11817A	3/8/2008	< 5,0	LOG12220A			

\* Amostra 11/06/08 não realizada.

\*\* Valor obtido na amostra composta de 25/06/08.

Limite de Quantificação do método é de 5 mg/L

#### C.4.2. Análise do Efluente (semanal/quinzenal)

- PCB e HPA: conforme apresentado na Tabela 5.1.7.4.2 - 14 e na Tabela 5.1.7.4.2 - 15 dentre os resultados de PCB e HPA o único composto químico quantificado foi o naftaleno, as demais amostras apresentaram resultados abaixo do limite de quantificação.

Tabela 5.1.7.4.2 - 14: Resultados de PCB.

Analito	CONAMA 357 Artigo 34 (mg/L)	PCB							(µg/L) extravaz 080716
		(µg/L)	(µg/L)	(µg/L)	(µg/L)	(µg/L)	(µg/L)		
		extravaz 080602	extravaz 080611	extravaz 080616	extravaz 080625	extravaz 080630	extravaz 080709		
2,4,4' Triclorobifenila	-	<0,003	<0,003	<0,003	<0,003	<0,003	<0,003	<0,003	Não realizado
2,2',5,5' Tetraclorobifenila	-	<0,003	<0,003	<0,003	<0,003	<0,003	<0,003	<0,003	
2,2',4,5,5' Pentaclorobifenila	-	<0,003	<0,003	<0,003	<0,003	<0,003	<0,003	<0,003	
2,3',4,4',5 Pentaclorobifenila	-	<0,003	<0,003	<0,003	<0,003	<0,003	<0,003	<0,003	
2,2',4,4',5,5' Hexaclorobifenila	-	<0,003	<0,003	<0,003	<0,003	<0,003	<0,003	<0,003	
2,2',3,4,4',5' Hexaclorobifenila	-	<0,003	<0,003	<0,003	<0,003	<0,003	<0,003	<0,003	
2,2',3,4,4',5,5' Heptaclorobifenila	-	<0,003	<0,003	<0,003	<0,003	<0,003	<0,003	<0,003	
<b>PCB Total</b>	-	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	

Tabela 5.1.7.4.2 - 14 (continuação): Resultados de PCB.

Analito	CONAMA 357 Artigo 34 (mg/L)	PCB							(mg/L) Extravaz 080906
		(mg/L)	(mg/L)	(mg/L)	(mg/L)	(mg/L)	(mg/L)		
		Extravaz 080611	Extravaz 080625	Extravaz 080709	Extravaz 080724	Extravaz 080807	Extravaz 080822		
2,4,4' Triclorobifenila	-	<0,003	<0,003	<0,003	<0,003	<0,003	<0,003	<0,003	Não realizado
2,2',5,5' Tetraclorobifenila	-	<0,003	<0,003	<0,003	<0,003	<0,003	<0,003	<0,003	
2,2',4,5,5' Pentaclorobifenila	-	<0,003	<0,003	<0,003	<0,003	<0,003	<0,003	<0,003	
2,3',4,4',5 Pentaclorobifenila	-	<0,003	<0,003	<0,003	<0,003	<0,003	<0,003	<0,003	
2,2',4,4',5,5' Hexaclorobifenila	-	<0,003	<0,003	<0,003	<0,003	<0,003	<0,003	<0,003	
2,2',3,4,4',5' Hexaclorobifenila	-	<0,003	<0,003	<0,003	<0,003	<0,003	<0,003	<0,003	
2,2',3,4,4',5,5' Heptaclorobifenila	-	<0,003	<0,003	<0,003	<0,003	<0,003	<0,003	<0,003	
<b>PCB Total</b>	-	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	

Tabela 5.1.7.4.2 - 15: Resultados de HPA

Analito	CONAMA 357 Artigo 34 (mg/L)	PAH							(mg/L) extravaz 080716
		(mg/L)	(mg/L)	(mg/L)	(mg/L)	(mg/L)	(mg/L)		
		extravaz 080602	extravaz 080611	extravaz 080616	extravaz 080625	extravaz 080630	extravaz 080709		
Naftaleno	-	<0,150	<0,150	<0,150	<b>0,39</b>	<b>3,15</b>	<b>6,37</b>	Não realizado	
Acenaftileno	-	<0,150	<0,150	<0,150	<0,150	<0,150	<0,150		
Acenafteno	-	<0,150	<0,150	<0,150	<0,150	<0,150	<0,150		
Fluoreno	-	<0,150	<0,150	<0,150	<0,150	<0,150	<0,150		
Fenantreno	-	<0,150	<0,150	<0,150	<0,150	<0,150	<0,150		
Antraceno	-	<0,150	<0,150	<0,150	<0,150	<0,150	<0,150		
Fluoranteno	-	<0,150	<0,150	<0,150	<0,150	<0,150	<0,150		
Pireno	-	<0,150	<0,150	<0,150	<0,150	<0,150	<0,150		
Benzo(a)antraceno	-	<0,150	<0,150	<0,150	<0,150	<0,150	<0,150		
Criseno	-	<0,150	<0,150	<0,150	<0,150	<0,150	<0,150		
Benzo(b)fluoranteno	-	<0,150	<0,150	<0,150	<0,150	<0,150	<0,150		
Benzo(k)fluoranteno	-	<0,150	<0,150	<0,150	<0,150	<0,150	<0,150		
Benzo(a)pireno	-	<0,150	<0,150	<0,150	<0,150	<0,150	<0,150		
Indeno(1,2,3-cd) pireno	-	<0,150	<0,150	<0,150	<0,150	<0,150	<0,150		
Dibenzeno(a,h) antraceno	-	<0,150	<0,150	<0,150	<0,150	<0,150	<0,150		

Benzo(g,h,i) pirinelo	-	<0,150	<0,150	<0,150	<0,150	<0,150	<0,150
<b>PAH Total</b>	-	ND	ND	ND	<b>0,39</b>	<b>3,15</b>	<b>6,37</b>

Tabela 5.1.7.4.2 - 15 (continuação): Resultados de HPA

Analito	CONAMA 357 Artigo 34 (mg/L)	PAH						
		(mg/L)	(mg/L)	(mg/L)	(mg/L)	(mg/L)	(mg/L)	(mg/L)
		Extravaz 080611	Extravaz 080625	Extravaz 080709	Extravaz 080724	Extravaz 080807	Extravaz 080822	Extravaz 080906
Naftaleno	-	<0,150	<0,150	<0,150	<0,150	<0,150	<b>8,11</b>	<0,150
Acenaftileno	-	<0,150	<0,150	<0,150	<0,150	<0,150	<0,150	<0,150
Acenafteno	-	<0,150	<0,150	<0,150	<0,150	<0,150	<0,150	<0,150
Fluoreno	-	<0,150	<0,150	<0,150	<0,150	<0,150	<0,150	<0,150
Fenantreno	-	<0,150	<0,150	<0,150	<0,150	<0,150	<0,150	<0,150
Antraceno	-	<0,150	<0,150	<0,150	<0,150	<0,150	<0,150	<0,150
Fluoranteno	-	<0,150	<0,150	<0,150	<0,150	<0,150	<0,150	<0,150
Pireno	-	<0,150	<0,150	<0,150	<0,150	<0,150	<0,150	<0,150
Benzo(a)antraceno	-	<0,150	<0,150	<0,150	<0,150	<0,150	<0,150	<0,150
Criseno	-	<0,150	<0,150	<0,150	<0,150	<0,150	<0,150	<0,150
Benzo(b)fluoranteno	-	<0,150	<0,150	<0,150	<0,150	<0,150	<0,150	<0,150
Benzo(k)fluoranteno	-	<0,150	<0,150	<0,150	<0,150	<0,150	<0,150	<0,150
Benzo(a)pireno	-	<0,150	<0,150	<0,150	<0,150	<0,150	<0,150	<0,150
Indeno(1,2,3-cd) pireno	-	<0,150	<0,150	<0,150	<0,150	<0,150	<0,150	<0,150
Dibenzeno(a,h) antraceno	-	<0,150	<0,150	<0,150	<0,150	<0,150	<0,150	<0,150
Benzo(g,h,i) pirinelo	-	<0,150	<0,150	<0,150	<0,150	<0,150	<0,150	<0,150
<b>PAH Total</b>	-	ND	ND	ND	ND	ND	<b>8,11</b>	ND

- VOC e SVOC: os resultados dos compostos voláteis (VOC) são apresentados na Tabela 5.1.7.4.2 - 16 e dos compostos semi-voláteis (SVOC) na Tabela 5.1.7.4.2 - 17. Dentre os compostos quantificados fenol, naftaleno, fluoranteno, pireno, m,p-cresol e 2-metilnaftaleno apresentaram resultados acima do padrão de qualidade.

Tabela 5.1.7.4.2 - 16: Resultados de VOC

Analito	CONAMA 357 Artigo 34 (mg/L)	VOC						
		(mg/L)	(mg/L)	(mg/L)	(mg/L)	(mg/L)	(mg/L)	(mg/L)
		Extravaz 080611	Extravaz 080625	Extravaz 080709	Extravaz 080724	Extravaz 080807	Extravaz 080822	Extravaz 080906
Diclorodifluormetano	-	<3,00	<3,00	<3,00	<3,00	<3,00	<3,00	<3,00
Clorometano	-	<3,00	<3,00	<3,00	<3,00	<3,00	<3,00	<3,00
Cloreto de Vinila	-	<3,00	<3,00	<3,00	<3,00	<3,00	<3,00	<3,00
Bromometano	-	<3,00	<3,00	<3,00	<3,00	<3,00	<3,00	<3,00
Cloroetano	-	<3,00	<3,00	<3,00	<3,00	<3,00	<3,00	<3,00
Triclorofluormetano	-	<3,00	<3,00	<3,00	<3,00	<3,00	<3,00	<3,00
Acetona	-	<9,00	<9,00	<9,00	<9,00	<9,00	<9,00	<9,00
1,1- Dicloroetano	-	<3,00	<3,00	<3,00	<3,00	<3,00	<3,00	<3,00
Iodometano	-	<9,00	<9,00	<9,00	<9,00	<9,00	<9,00	<9,00
Dissulfeto de Carbono	-	<9,00	<9,00	<9,00	<9,00	<9,00	<9,00	<9,00
Metil-t-butil-eter	-	<3,00	<3,00	<3,00	<3,00	<3,00	<3,00	<3,00
Trans-1.2- Dicloroetano	-	<3,00	<3,00	<3,00	<3,00	<3,00	<3,00	<3,00
Acetato de Vinila	-	<9,00	<9,00	<9,00	<9,00	<9,00	<9,00	<9,00
1,1- Dicloroetano	-	<3,00	<3,00	<3,00	<3,00	<3,00	<3,00	<3,00



VOC								
Analito	CONAMA 357 Artigo 34 (mg/L)	(mg/L)	(mg/L)	(mg/L)	(mg/L)	(mg/L)	(mg/L)	(mg/L)
		Extravaz 080611	Extravaz 080625	Extravaz 080709	Extravaz 080724	Extravaz 080807	Extravaz 080822	Extravaz 080906
		2- Butanona	-	<9,00	<9,00	<9,00	<9,00	<9,00
cis - 1,2- Dicloroetano	-	<3,00	<3,00	<3,00	<3,00	<3,00	<3,00	<3,00
2,2 - Dicloropropano	-	<3,00	<3,00	<3,00	<3,00	<3,00	<3,00	<3,00
Bromoclorometano	-	<3,00	<3,00	<3,00	<3,00	<3,00	<3,00	<3,00
Cloroformio	-	<3,00	<3,00	<3,00	<3,00	<3,00	<3,00	<3,00
1,1,1- Tricloroetano	-	<3,00	<3,00	<3,00	<3,00	<3,00	<3,00	<3,00
1,1 - Dicloropropeno	-	<3,00	<3,00	<3,00	<3,00	<3,00	<3,00	<3,00
Tetracloroeto de Carbono	-	<3,00	<3,00	<3,00	<3,00	<3,00	<3,00	<3,00
1,2- Dicloroetano	-	<3,00	<3,00	<3,00	<3,00	<3,00	<3,00	<3,00
Benzeno	-	<3,00	<3,00	<3,00	<3,00	<3,00	<3,00	<3,00
Tricloroetano	-	<3,00	<3,00	<3,00	<3,00	<3,00	<3,00	<3,00
1,2- Dicloropropano	-	<3,00	<3,00	<3,00	<3,00	<3,00	<3,00	<3,00
Dibromometano	-	<3,00	<3,00	<3,00	<3,00	<3,00	<3,00	<3,00
Bromodiclorometano	-	<3,00	<3,00	<3,00	<3,00	<3,00	<3,00	<3,00
2-Cloroetilvinil eter	-	<9,00	<9,00	<9,00	<9,00	<9,00	<9,00	<9,00
Trans-1,3- Dicloropropano	-	<3,00	<3,00	<3,00	<3,00	<3,00	<3,00	<3,00
4-Metil 2- pentanona	-	<9,00	<9,00	<9,00	<9,00	<9,00	<9,00	<9,00
Tolueno	-	<3,00	<3,00	<3,00	<3,00	<3,00	<3,00	<3,00
cirs- 1,3- Diclopropeno	-	<3,00	<3,00	<3,00	<3,00	<3,00	<3,00	<3,00
1,1,3-tricloroetano	-	<3,00	<3,00	<3,00	<3,00	<3,00	<3,00	<3,00
2-Hexanona	-	<9,00	<9,00	<9,00	<9,00	<9,00	<9,00	<9,00
1,3- Dicloropropano	-	<3,00	<3,00	<3,00	<3,00	<3,00	<3,00	<3,00
Tetracoloetano	-	<3,00	<3,00	<3,00	<3,00	<3,00	<3,00	<3,00
Dibromoclorometano	-	<3,00	<3,00	<3,00	<3,00	<3,00	<3,00	<3,00
1,2- Dibromoetano	-	<3,00	<3,00	<3,00	<3,00	<3,00	<3,00	<3,00
Clorobenzeno	-	<3,00	<3,00	<3,00	<3,00	<3,00	<3,00	<3,00
Etilbenzeno	-	<3,00	<3,00	<3,00	<3,00	<3,00	<3,00	<3,00
1,1,1,2- tetracloroetano	-	<3,00	<3,00	<3,00	<3,00	<3,00	<3,00	<3,00
m,p- Xilenos	-	<3,00	<3,00	<3,00	<3,00	<3,00	<3,00	<3,00
o-Xileno	-	<3,00	<3,00	<3,00	<3,00	<3,00	<3,00	<3,00
Estireno	-	<3,00	<3,00	<3,00	<3,00	<3,00	<3,00	<3,00
Bromoformio	-	<3,00	<3,00	<3,00	<3,00	<3,00	<3,00	<3,00
Isopropilbenzeno	-	<3,00	<3,00	<3,00	<3,00	<3,00	<3,00	<3,00
1,1,2,2- Tetracloroetano	-	<3,00	<3,00	<3,00	<3,00	<3,00	<3,00	<3,00
1,2,3- Tricloropropano	-	<3,00	<3,00	<3,00	<3,00	<3,00	<3,00	<3,00
Bromobenzeno	-	<3,00	<3,00	<3,00	<3,00	<3,00	<3,00	<3,00
n-Propilbenzeno	-	<3,00	<3,00	<3,00	<3,00	<3,00	<3,00	<3,00
1,3,5-tripropilbenzeno	-	<3,00	<3,00	<3,00	<3,00	<3,00	<3,00	<3,00
2-Clorotolueno	-	<3,00	<3,00	<3,00	<3,00	<3,00	<3,00	<3,00
4-Clorotolueno	-	<3,00	<3,00	<3,00	<3,00	<3,00	<3,00	<3,00
Tec-Butilbenzeno	-	<3,00	<3,00	<3,00	<3,00	<3,00	<3,00	<3,00
1,2,4-Trimetilbenzeno	-	<3,00	<3,00	<3,00	<3,00	<3,00	<3,00	<3,00
sec-Butilbenzeno	-	<3,00	<3,00	<3,00	<3,00	<3,00	<3,00	<3,00
p-isopropiltolueno	-	<3,00	<3,00	<3,00	<3,00	<3,00	<3,00	<3,00
n-Butilbenzeno	-	<3,00	<3,00	<3,00	<3,00	<3,00	<3,00	<3,00
1,2-Dibromo- 3-Cloropropano	-	<3,00	<3,00	<3,00	<3,00	<3,00	<3,00	<3,00
2-nitroanilina	-	<3,00	<3,00	<3,00	<3,00	<3,00	<3,00	<3,00
1,2,3- Triclorobenzeno	-	<3,00	<3,00	<3,00	<3,00	<3,00	<3,00	<3,00
3-Nitroanilina	-	<3,00	<3,00	<3,00	<3,00	<3,00	<3,00	<3,00
Acenafteno	-	<3,00	<3,00	<3,00	<3,00	<3,00	<3,00	<3,00



VOC								
Analito	CONAMA 357 Artigo 34 (mg/L)	(mg/L)	(mg/L)	(mg/L)	(mg/L)	(mg/L)	(mg/L)	(mg/L)
		Extravaz 080611	Extravaz 080625	Extravaz 080709	Extravaz 080724	Extravaz 080807	Extravaz 080822	Extravaz 080906
		Dibenzofurano	-	<3,00	<3,00	<3,00	<3,00	<3,00
2,6-Dinitrotolueno	-	<3,00	<3,00	<3,00	<3,00	<3,00	<3,00	<3,00

Tabela 5.1.7.4.2 - 17: Resultados de SVOC

SVOC								
Analito	CONAMA 357 Artigo 34 (mg/L)	(mg/L)	(mg/L)	(mg/L)	(mg/L)	(mg/L)	(mg/L)	(mg/L)
		Extravaz 080611	Extravaz 080625	Extravaz 080709	Extravaz 080724	Extravaz 080807	Extravaz 080822	Extravaz 080906
		Metil metanosulfotano	-	< 0,30	< 0,30	< 0,30	< 0,30	< 0,30
Etil metanosulfotano	-	< 0,30	< 0,30	< 0,30	< 0,30	< 0,30	< 0,30	< 0,30
Fenol	-	< 0,30	< 0,30	< 0,30	< 0,30	<b>3,78</b>	< 0,30	<b>0,38</b>
Anilina	-	< 0,30	< 0,30	< 0,30	< 0,30	< 0,30	< 0,30	< 0,30
Bis(2-cloroetil)eter	-	< 0,30	< 0,30	< 0,30	< 0,30	< 0,30	< 0,30	< 0,30
2-clorofenol	-	< 0,30	< 0,30	< 0,30	< 0,30	< 0,30	< 0,30	< 0,30
1,3 - diclorobezeno	-	< 0,30	< 0,30	< 0,30	< 0,30	< 0,30	< 0,30	< 0,30
1,4 - diclorobezeno	-	< 0,30	< 0,30	< 0,30	< 0,30	< 0,30	< 0,30	< 0,30
alcool Benzilico	-	< 0,30	< 0,30	< 0,30	< 0,30	< 0,30	< 0,30	< 0,30
1,2 - diclorobezeno	-	< 0,30	< 0,30	< 0,30	< 0,30	< 0,30	< 0,30	< 0,30
Bis(2- cloroisopropil) eter	-	< 0,30	< 0,30	< 0,30	< 0,30	< 0,30	< 0,30	< 0,30
N-Nitrosodi-n-propilamina	-	< 0,30	< 0,30	< 0,30	< 0,30	< 0,30	< 0,30	< 0,30
Hexacloroetano	-	< 0,30	< 0,30	< 0,30	< 0,30	< 0,30	< 0,30	< 0,30
Nitrobenzeno	-	< 0,30	< 0,30	< 0,30	< 0,30	< 0,30	< 0,30	< 0,30
Isoforona	-	< 0,30	< 0,30	< 0,30	< 0,30	< 0,30	< 0,30	< 0,30
2-nitrofenol	-	< 0,30	< 0,30	< 0,30	< 0,30	< 0,30	< 0,30	< 0,30
2,4-dimetilfenol	-	< 0,30	< 0,30	< 0,30	< 0,30	< 0,30	< 0,30	< 0,30
Bis(2-Cloroetoxi)etano	-	< 0,30	< 0,30	< 0,30	< 0,30	< 0,30	< 0,30	< 0,30
2,4-diclorofenol	-	< 0,30	< 0,30	< 0,30	< 0,30	< 0,30	< 0,30	< 0,30
1,2,4-triclorobenzeno	-	< 0,30	< 0,30	< 0,30	< 0,30	< 0,30	< 0,30	< 0,30
Naftaleno	-	< 0,30	<b>0,35</b>	<b>6,37</b>	< 0,30	< 0,30	<b>8,11</b>	< 0,30
4-Cloroanilina	-	< 0,30	< 0,30	< 0,30	< 0,30	< 0,30	< 0,30	< 0,30
Hexaclorobutadieno	-	< 0,30	< 0,30	< 0,30	< 0,30	< 0,30	< 0,30	< 0,30
4 - cloro - 3 Metilfenol	-	< 0,30	< 0,30	< 0,30	< 0,30	< 0,30	< 0,30	< 0,30
2-Metilnaftaleno	-	< 0,30	<b>0,39</b>	<b>4,88</b>	< 0,30	< 0,30	<b>0,95</b>	< 0,30
Hexaclorociclopentadieno	-	< 0,30	< 0,30	< 0,30	< 0,30	< 0,30	< 0,30	< 0,30
2 - Metil - 4,6Dinitrofenol	-	< 0,30	< 0,30	< 0,30	< 0,30	< 0,30	< 0,30	< 0,30
2,4,5 - triclorofenol	-	< 0,30	< 0,30	< 0,30	< 0,30	< 0,30	< 0,30	< 0,30
2,4,6 - triclorofenol	-	< 0,30	< 0,30	< 0,30	< 0,30	< 0,30	< 0,30	< 0,30
2-cloronaftaleno	-	< 0,30	< 0,30	< 0,30	< 0,30	< 0,30	< 0,30	< 0,30
2-nitroanilina	-	< 0,30	< 0,30	< 0,30	< 0,30	< 0,30	< 0,30	< 0,30
Acenaftileno	-	< 0,30	< 0,30	< 0,30	< 0,30	< 0,30	< 0,30	< 0,30
3-Nitroanilina	-	< 0,30	< 0,30	< 0,30	< 0,30	< 0,30	< 0,30	< 0,30
Acenafteno	-	< 0,30	< 0,30	< 0,30	< 0,30	< 0,30	< 0,30	< 0,30
Dibenzofurano	-	< 0,30	< 0,30	< 0,30	< 0,30	< 0,30	< 0,30	< 0,30
2,6-Dinitrotolueno	-	< 0,30	< 0,30	< 0,30	< 0,30	< 0,30	< 0,30	< 0,30



Tabela 5.1.7.4.2 - 17 (continuação): Resultados de SVOC.

Análito	CONAMA 357 Artigo 34 (mg/L)	SVOC						
		(mg/L)	(mg/L)	(mg/L)	(mg/L)	(mg/L)	(mg/L)	(mg/L)
		Extravaz 080611	Extravaz 080625	Extravaz 080709	Extravaz 080724	Extravaz 080807	Extravaz 080822	Extravaz 080906
Dietilftalato	-	< 0,30	< 0,30	< 0,30	< 0,30	< 0,30	< 0,30	< 0,30
Fluoreno	-	< 0,30	< 0,30	< 0,30	< 0,30	< 0,30	< 0,30	< 0,30
4-Clorofenil fenil eter	-	< 0,30	< 0,30	< 0,30	< 0,30	< 0,30	< 0,30	< 0,30
4-Nitroalina	-	< 0,30	< 0,30	< 0,30	< 0,30	< 0,30	< 0,30	< 0,30
N-Nitrosodifenilamina	-	< 0,30	< 0,30	< 0,30	< 0,30	< 0,30	< 0,30	< 0,30
4-Bromo Fenil Fenil Eter	-	< 0,30	< 0,30	< 0,30	< 0,30	< 0,30	< 0,30	< 0,30
Hexadorobenzeno	-	< 0,30	< 0,30	< 0,30	< 0,30	< 0,30	< 0,30	< 0,30
Pentaclorofenol	-	< 0,30	< 0,30	< 0,30	< 0,30	< 0,30	< 0,30	< 0,30
Fernantreno	-	< 0,30	< 0,30	< 0,30	< 0,30	< 0,30	< 0,30	< 0,30
Antraceno	-	< 0,30	< 0,30	< 0,30	< 0,30	< 0,30	< 0,30	< 0,30
Di-N-Butilftalato	-	< 0,30	< 0,30	< 0,30	< 0,30	< 0,30	< 0,30	< 0,30
Fluoranteno	-	< 0,30	< 0,30	<b>0,12</b>	< 0,30	< 0,30	< 0,30	< 0,30
Pireno	-	< 0,30	< 0,30	<b>0,12</b>	< 0,30	< 0,30	< 0,30	< 0,30
Butil benzilftalato	-	< 0,30	< 0,30	< 0,30	< 0,30	< 0,30	< 0,30	< 0,30
Benzo(a)antraceno	-	< 0,30	< 0,30	< 0,30	< 0,30	< 0,30	< 0,30	< 0,30
Criseno	-	< 0,30	< 0,30	< 0,30	< 0,30	< 0,30	< 0,30	< 0,30
Bis(2-etilhexil)ftalato	-	< 0,30	< 0,30	< 0,30	< 0,30	< 0,30	< 0,30	< 0,30
Di-N-Octil-ftalato	-	< 0,30	< 0,30	< 0,30	< 0,30	< 0,30	< 0,30	< 0,30
Benzo(b)fluoranteno	-	< 0,30	< 0,30	< 0,30	< 0,30	< 0,30	< 0,30	< 0,30
Benzo(a)pireno	-	< 0,30	< 0,30	< 0,30	< 0,30	< 0,30	< 0,30	< 0,30
Indeno(1,2,3-cd)pireno	-	< 0,30	< 0,30	< 0,30	< 0,30	< 0,30	< 0,30	< 0,30
Dibenzo(a,h)antraceno	-	< 0,30	< 0,30	< 0,30	< 0,30	< 0,30	< 0,30	< 0,30
Benzo(ghi)pirileno	-	< 0,30	< 0,30	< 0,30	< 0,30	< 0,30	< 0,30	< 0,30
o-Cresol	-	< 0,30	< 0,30	< 0,30	< 0,30	< 0,30	< 0,30	< 0,30
m,p-Cresol	-	< 0,30	< 0,30	< 0,30	< 0,30	< 0,30	<b>0,38</b>	< 0,30
2,4-Dinitrotolueno	-	< 0,30	< 0,30	< 0,30	< 0,30	< 0,30	< 0,30	< 0,30
Azobenzeno	-	< 0,30	< 0,30	< 0,30	< 0,30	< 0,30	< 0,30	< 0,30
Carbozol	-	< 0,30	< 0,30	< 0,30	< 0,30	< 0,30	< 0,30	< 0,30
2,3,4,6-tetraclorofenol	-	< 0,30	< 0,30	< 0,30	< 0,30	< 0,30	< 0,30	< 0,30
4-Clorofenol	-	< 0,30	< 0,30	< 0,30	< 0,30	< 0,30	< 0,30	< 0,30
2,6-Diclorofenol	-	< 0,30	< 0,30	< 0,30	< 0,30	< 0,30	< 0,30	< 0,30
1,2,3,4- Tetraclorobezeno	-	< 0,30	< 0,30	< 0,30	< 0,30	< 0,30	< 0,30	< 0,30
1,2,4,5- Tetraclorobezeno	-	< 0,30	< 0,30	< 0,30	< 0,30	< 0,30	< 0,30	< 0,30
3,4-Diclorofenol	-	< 0,30	< 0,30	< 0,30	< 0,30	< 0,30	< 0,30	< 0,30
Pentaclorobenzeno	-	< 0,30	< 0,30	< 0,30	< 0,30	< 0,30	< 0,30	< 0,30
2,3,4,5-tetraclorofenol	-	< 0,30	< 0,30	< 0,30	< 0,30	< 0,30	< 0,30	< 0,30

- Metals and semi-metals: Table 5.1.7.4.2 - 18 summarizes the results for a series of metals. The results obtained show some metal traces in the water, at concentrations much lower than the limits established by Resolution CONAMA 357/05 Art. 34.



Tabela 5.1.7.4.2 - 18: Resultados de metais e semi-metais

METAIS TOTAIS (LISTA CETESB)								
Analito	CONAMA 357 Artigo 34 (mg/L)	(mg/L)	(mg/L)	(mg/L)	(mg/L)	(mg/L)	(mg/L)	(mg/L)
		Extravaz 080611	Extravaz 080625	Extravaz 080709	Extravaz 080724	Extravaz 080807	Extravaz 080822	Extravaz 080906
Alumínio	-	0,162	0,124	0,212	3,2	1,11	18,5	1,44
Antimônio	-	<0,015	<0,015	<0,015	<0,015	<0,015	<0,015	<0,015
Arsênio	0,5	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
Bário	5,0	0,042	0,015	2,3	0,047	0,962	0,062	0,07
Boro	5,0	<0,06	2,16	2,21	2,51	3,34	2,91	4,42
Cádmio	0,2	<0,012	<0,012	0,006	<0,012	<0,012	<0,012	<0,012
Chumbo	0,5	<0,012	<0,012	<0,012	<0,012	<0,012	<0,012	<0,012
Cobalto	-	<0,06	<0,06	<0,06	<0,06	<0,06	<0,06	<0,06
Cobre	1,0	<0,021	<0,021	<0,021	<0,021	<0,021	<0,021	<0,021
Cromo	0,5	<0,012	0,008	<0,012	<0,012	0,008	0,029	0,02
Ferro	15,0	<0,09	0,216	0,213	3,04	0,967	16,5	1,31
Manganês	1,0	0,045	0,019	0,047	0,144	0,355	0,622	0,75
Mercurio	0,01	<0,0003	<0,0003	<0,0003	<0,0003	<0,0003	<0,0003	<0,0003
Molibdênio	-	<0,009	<0,009	<0,009	<0,009	0,039	0,048	0,05
Níquel	2,0	<0,015	<0,015	<0,015	<0,015	<0,015	<0,015	<0,015
Prata	0,1	<0,09	<0,09	<0,09	<0,09	<0,09	<0,09	<0,09
Selênio	0,30	<0,003	<0,003	<0,003	<0,003	<0,003	<0,003	<0,003
Vanádio	-	<0,012	<0,012	<0,012	0,01	0,025	0,054	0,03
Zinco	5,0	0,036	0,008	<0,012	<0,012	0,05	0,077	0,06

Tabela 5.1.7.4.2 - 18 (continuação): Resultados de metais e semi-metais.

METAIS DISSOLVIDOS (LISTA CETESB)								
Analito	CONAMA 357 Artigo 34 (mg/L)	(mg/L)	(mg/L)	(mg/L)	(mg/L)	(mg/L)	(mg/L)	(mg/L)
		Extravaz 080611	Extravaz 080625	Extravaz 080709	Extravaz 080724	Extravaz 080807	Extravaz 080822	Extravaz 080906
Alumínio	-	N.A.	0,099	0,038	<0,018	0,352	0,097	0,649
Antimônio	-	N.A.	<0,015	<0,015	<0,015	<0,015	<0,015	<0,015
Arsênio	0,5	N.A.	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
Bário	5,0	N.A.	0,015	0,019	0,047	0,158	0,039	0,071
Boro	5,0	N.A.	2,13	2,21	2,51	2,63	2,7	3,49
Cádmio	0,2	N.A.	<0,012	<0,012	<0,012	<0,012	<0,012	<0,012
Chumbo	0,5	N.A.	<0,012	<0,012	<0,012	<0,012	<0,012	<0,012
Cobalto	-	N.A.	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006
Cobre	1,0	N.A.	<0,021	<0,021	<0,021	<0,021	<0,021	<0,021
Cromo	0,5	N.A.	<0,012	<0,012	<0,012	<0,012	0,012	0,019
Ferro	15,0	N.A.	0,122	0,058	<0,09	0,556	0,082	0,683
Manganês	1,0	N.A.	0,019	0,047	0,056	0,291	<0,03	0,644
Mercurio	0,01	N.A.	<0,0003	<0,0003	<0,0003	<0,0003	<0,0003	<0,0003
Molibdênio	-	N.A.	<0,009	<0,009	<0,009	0,036	0,046	<0,009
Níquel	2,0	N.A.	<0,015	<0,015	<0,015	<0,015	<0,015	<0,015
Prata	0,1	N.A.	<0,09	<0,09	<0,09	<0,09	<0,09	<0,09
Selênio	0,30	N.A.	<0,003	<0,003	<0,003	<0,003	<0,003	<0,003
Vanádio	-	N.A.	<0,012	<0,012	<0,012	0,023	0,019	0,011
Zinco	5,0	N.A.	<0,012	<0,012	<0,012	0,032	0,01	0,023

N.A. – Não Amostrado

- Tabela 5.1.7.4.2 - 19 apresenta os resultados dos parâmetros inorgânicos, observa-se nos resultados obtidos que os mesmos encontram-se abaixo dos padrões estabelecidos pela Resolução CONAMA 357/05.

**Tabela 5.1.7.4.2 - 19: Resultados dos parâmetros inorgânicos**

Analito	CONAMA 357 Artigo 34 (mg/L)	INORGÂNICOS						
		(mg/L)	(mg/L)	(mg/L)	(mg/L)	(mg/L)	(mg/L)	(mg/L)
		Extravaz 080611	Extravaz 080625	Extravaz 080709	Extravaz 080724	Extravaz 080807	Extravaz 080822	Extravaz 080906
Cianeto	0,2	N.A.	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
Demanda Bioquímica de oxigênio	-	3	<3,00	231	220	11	9	484
Fenóis Totais	-	<0,003	<0,003	<0,003	<0,003	0,002	0,004	<0,003
Fluoreto	10,0	1,84	0,39	<4,50	0,48	0,33	0,47	0,31
Nitrogênio Amoniacal	20,0	<4,50	<4,50	<4,50	<4,50	<4,50	0,813	0,049
Sulfeto	1,0	<0,015	<0,015	<0,015	<0,015	<0,015	<0,015	<0,015

N.A. – Não Amostrado

\*\* Os valores de DBO assinalados em amarelo devem ser considerados com cautela, já que foram obtidos de amostras com baixa vazão, e necessariamente, uma maior concentração de matéria orgânica dissolvida.

### C.4.3. Ensaios toxicológicos

Os ensaios de ecotoxicidade foram realizados com a exposição de ovos e gametas de *Lytechinus variegatus* a uma série de diluições da amostra original, configurando dois testes: Ensaio de Toxicidade Crônica de Curta Duração (Embrio-larval) e Ensaio de toxicidade agudo (fecundação). As porcentagens de desenvolvimento embrio-larval e fecundação foram superiores a 50%, mostrando que os indícios de toxicidade da água do efluente foram muito baixos. Foi verificada a relação entre a toxicidade com as amostras que apresentaram menor vazão do extravasador e, conseqüentemente tinham uma carga de material em suspensão maior. Analisando os resultados ecotoxicológicos, observa-se que o extravasador passa a ter indícios de toxicidade aguda e crônica a partir da terceira campanha de coleta (extravaz080709), apresentando situações mais críticas sempre quando a vazão do extravasador foi diminuída (extravaz080724 e extravaz080906). Em outros períodos também foram observadas diferenças significativas entre algumas diluições da amostra com seu controle, tanto nos testes de toxicidade agudo como nos testes crônicos, porém essas diferenças apontam para toxicidade do efluente do extravasador em concentrações altas, (50 e 100%), o que ao entrar em contato com o corpo receptor já se torna mais diluído e não interfere na qualidade do ambiente.

### D. Pigmentos fotossintéticos

Em estudo realizado pela FUNDESPA (1999), foram obtidos valores de clorofila *a* e feopigmentos, em superfície e fundo, durante uma campanha de inverno em 1997.

Em superfície, o valor máximo de clorofila ( $1,63 \text{ mg.m}^{-3}$ ) foi verificado em estações nas regiões Central e Norte do Canal, próximas à Ilha Bela. Os menores valores ( $0,90 \text{ mg.m}^{-3}$ ) foram detectados em estações no extremo Sul e no extremo Norte do Canal. Nas águas de fundo, a maior concentração de clorofila foi observada na região Central-Sul do Canal ( $3,20 \text{ mg.m}^{-3}$ ). Da mesma forma que observado nas amostras de superfície, as menores biomassas fitoplanctônicas foram obtidas em estações nos extremos do Canal ( $0,30 \text{ mg.m}^{-3}$  a  $1,00 \text{ mg.m}^{-3}$ ).

Quanto aos feopigmentos, o valor máximo em superfície observado não ultrapassou  $2,20 \text{ mg.m}^{-3}$  (região Central, próximo à Ilhabela). De forma semelhante à clorofila *a*, as estações no extremo Sul e no extremo Norte do Canal mostraram os mais baixos valores de feopigmento ( $0,60 \text{ mg.m}^{-3}$ ). Junto ao fundo, os valores mais elevados de feopigmentos foram observados em estações na região em frente e próxima ao Saco do Araçá (de  $2,46 \text{ mg.m}^{-3}$  a  $3,31 \text{ mg.m}^{-3}$ ). Repetindo o padrão acima, as estações nos extremos do Canal apresentaram as menores concentrações de feopigmentos ( $0,10 \text{ mg.m}^{-3}$  a  $0,70 \text{ mg.m}^{-3}$ ).

## E. Ecotoxicologia

Em estudo realizado pela FUNDESPA (1999), foram empregados ensaios ecotoxicológicos com microcrustáceos (misidáceos) em amostras de coluna d'água ao longo de todo o Canal de São Sebastião, nas campanhas de inverno de 1997 e verão de 1998. Os resultados destes ensaios não indicaram toxicidade em nenhuma das 60 amostras de coluna d'água analisadas.

## F. Considerações finais do histórico da área

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.

### 5.1.7.4.3. Amostragem de água superficial (Dezembro, 2008)

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 de dezembro, 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.

No Anexo 5.1.7.3.2 - 1, encontra-se o dossiê fotográfico referente aos procedimentos de coleta

de água e de efluente, utilizados durante as campanhas de amostragem.

### 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 5.1.7.4.3 - 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 5.1.7.4.3 - 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 5.1.7.4.3 - 2 e 5.1.7.4.3 - 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 5.1.7.4.3 - 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-2-Q	PA-2-Q	superfície	9/12/2008	458.633	7.366.897
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 5.1.7.4.3 - 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-2-S	PA-2-SS	superfície	16/12/2008	458.633	7.366.897
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 o ponto PA-2 foi classificado 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). O ponto PA-08 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 5.1.7.3.2 - 2. Pelo fato dos pontos PA-9 e PA-11 estarem localizados na saída de duas tubulações provenientes do escoamento superficial da retroárea 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 5.1.7.3.2 - 3). 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 5.1.7.4.3 - 1 a seguir.





Figura 5.1.7.4.3 - 1: 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 5.1.7.4.3 - 2), 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 5.1.7.4.3 - 2: GARRAFA DO TIPO VAN DORN UTILIZADA PARA COLETA DE ÁGUA EM SUB-SUPERFICIAL.

Nas Tabelas 5.1.7.4.3 - 4 e 5.1.7.4.3 - 5 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 5.1.7.4.3 - 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-2-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	

Ponto amostral	Profundidade de amostragem (m)	Profundidade coluna d'água (m)
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 5.1.7.4.3 - 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-2-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-2, PA-4, para ambas as marés, e o PA-8-B, devido às profundidades inferiores a 0,5m, 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 5.1.6.1.4 - 2).

Como controle de qualidade das medidas realizadas *in situ*, no Anexo 5.1.7.3.2 - 3 está apresentado o relatório de participação da CPEA em estudos interlaboratoriais para medições físico-químicas, junto à empresa RTC, nos EUA.

#### **E. Resultados e discussão**

Os laudos referentes às análises físico-químicas realizadas em campo encontram-se no Anexo 5.1.7.3.2 - 3 e os laudos e cadeias de custódia referentes às análises químicas realizadas em laboratório estão apresentados no Anexo 5.1.7.3.2 - 3.

##### **E.1. Parâmetros físico-químicos**

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.

##### **E.2. Resultados obtidos para as amostras coletadas na maré de quadratura**

Na Tabela 5.1.7.4.3 - 6 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 5.1.7.4.3 - 6: 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 (mg/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 5.1.7.4.3 - 7 estão apresentados os resultados obtidos para o ponto PA-02, comparados com o artigo 21 da Resolução CONAMA 357 (água salobra, classe 1).



**Tabela 5.1.7.4.3 - 7: 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 (mg/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/100 mL)	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 (mg/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 (NMP/100mL)	10000	4	<180	3	23	4
Óleos e graxas (mg/L)	ausentes	<5,0	<5,0	<5,0	<5,0	<5,0

**Tabela 5.1.7.4.3 - 7 (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 (mg/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
Nitrito (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 (mg/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
Nitrito (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 5.1.7.4.3 - 7 (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
Nitrito (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 (NMP/100mL)	10000	ausentes	<180
Óleos e graxas (mg/L)	ausentes	<5,0	<5,0

Na Tabela 5.1.7.4.3 - 8 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 357/05.

**Tabela 5.1.7.4.3 - 8: 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
Nitrito (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 (NMP/100mL)	-	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.

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.

### E.3. Resultados obtidos para as amostras coletadas na maré de sizígia

Na Tabela 5.1.7.4.3 - 9, estão apresentados os resultados obtidos para o ponto PA-02, comparados com o artigo 21 da Resolução CONAMA 357 (água salobra, classe 1).

**Tabela 5.1.7.4.3 - 9: 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- <i>a</i> (µg/L)	-	13,7
Coliformes termotolerantes (NMP/100mL)	10000	4600
Óleos e graxas (mg/L)	ausentes	6,60

Na Tabela 5.1.7.4.3 - 10 estão apresentados os resultados obtidos para o ponto PA-02, comparados com o artigo 21 da Resolução CONAMA 357 (água salobra, classe 1).



**Tabela 5.1.7.4.3 - 10: 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 (NMP/100mL)	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 (NMP/100mL)	10000	29	ausente	ausente	Ausente	8
Óleos e graxas (mg/L)	ausentes	7,20	5,90	<5,0	<5,0	<5,0

**Tabela 5.1.7.4.3 - 10 (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 (NMP/100mL)	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 (NMP/100mL)	10000	Ausente	Ausente	2100	Ausente	Ausente
Óleos e graxas (mg/L)	ausentes	<5,0	<5,0	5,5	<5,0	<5,0

**Tabela 5.1.7.4.3 - 10 (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 (NMP/100mL)	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.

#### E.4. 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.

##### E.4.1. 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.

#### E.4.2. 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:

- 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.
- 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.
- 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*.

#### E.4.3. Avaliação dos resultados obtidos nas amostras de controle de qualidade

### a) Branco do método ou de análise

Foi utilizada água destilada e deionizada 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. Os resultados analíticos das amostras de água referentes ao branco do método encontram-se nos laudos analíticos (Anexo 5.1.7.3.2 - 3):

- Relatório de Ensaio n° 0841208
- Relatório de Ensaio n° 0981208
- Relatório de Ensaio n° 1791208
- Relatório de Ensaio n° 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.

### b) Amostra de controle laboratorial (LCS) ou spike

À água destilada e deionizada, para ensaios inorgânicos (para simular 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 na Tabela 5.1.7.4.3 - 11.

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 5.1.7.4.3 - 11: 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

### c) 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 5.1.7.4.3 - 12 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 5.1.7.4.3 - 12 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.

#### 5.1.7.4.4. Análise da água superficial da área alagada interna à área do porto

Numa área aterrada, nas dependências do porto, formou-se uma área alagada, com lâmina d'água considerável, onde foram avaliados alguns parâmetros de qualidade de água, uma vez que se observou essa área como local de alimentação e refúgio de alguns animais como anfíbios e aves. Vale lembrar que a maioria das observações das aves nos estudos anteriores (FESPSP, 2006) foi realizada nas proximidades dessa área.

As coletas de água superficial foram realizadas, durante a enchente da maré de quadratura, no dia 03 de junho de 2009, sendo que as amostras foram enviadas para análise no mesmo dia de realização da amostragem, 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

Na Tabela 5.1.7.4.4 - 1, a seguir, são apresentadas as coordenadas e nomenclaturas utilizadas para a identificação de cada ponto de coleta. A localização dos pontos amostrais está apresentada na Figura 3 do Anexo 5.1.7.3.2 - 2.

**Tabela 5.1.7.4.4 - 1: Resultados obtidos para os pontos PAL-1 e PAL-2 em 3 de junho de 2009.**

Nome do Ponto	Coordenadas UTM*		
	Zona	Eastings (mE)	Northings (mN)
PAL-01	23K	0458931	7366646
PAL-02	23K	0458941	7366724

\* Coordenadas referenciadas ao *datum* horizontal SAD-69

Na fotos 01, 02, 03 e 04 da Figura 5.1.7.4.4 - 1 são mostradas fotos ilustrativas do local.



Foto 01- Ponto de coleta de água PAL-1



Foto 02- Medições dos parâmetros físico-químicos da água



Foto 03- Ponto de coleta de água PAL-2



Foto 04- Coleta de água PAL-2

**Figura 5.1.7.4.4 - 1: Área alagada localizada na área aterrada do porto.**

As análises químicas realizadas nas amostras de água superficial e sub-superficial não foram comparadas à resolução vigente, visto que essa não prevê o enquadramento de pequenas áreas alagadas.

Foram realizadas as seguintes análises nas amostras de água 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

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 5.1.7.3.2 - 3). 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**

A amostragem de água nas áreas alagadas 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.

## **C. 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. 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 5.1.6.1.4 - 2).

## **D. Resultados e discussão**

Os laudos referentes às análises físico-químicas realizadas em campo encontram-se no Anexo Anexo 5.1.7.3.2 - 3 e os laudos e cadeias de custódia referentes às análises químicas realizadas em laboratório estão apresentados nos Anexo 5.1.7.3.2 - 3



Os resultados dos parâmetros avaliados encontram-se na Tabela 5.1.7.4.4 - 2. Os altos valores de DBO e DQO, bem como de nitrogênio amoniacal e fósforo total, medidos na área alagada, não significam, necessariamente, que essa laguna tenha baixa qualidade de água. Em áreas alagadas de baixa profundidade e grande quantidade de vegetação, é esperada uma grande produtividade orgânica, onde as concentrações de oxigênio dissolvido são baixas pelo alto consumo pelas comunidades aquáticas e oxidação devido à decomposição da matéria orgânica, medidos pela DBO. Assim sendo, as variáveis de água medidas nessa área não foram comparadas com a legislação vigente, mesmo porque esta não prevê esse tipo de ecossistema.

A incidência de coliformes fecais em quantidade considerável em PAL-1 e PAL-2, 10000NMP/100mL e 14000NMP/100mL, respectivamente, pode ser devido a ocorrência de aves aquáticas no local.

**Tabela 5.1.7.4.4 - 2: Resultados obtidos para os pontos PAL-1 e PAL-2 em 3 de junho de 2009.**

Parâmetros	PAL-1	PAL-2
Oxigênio dissolvido (mg/L)	1,37	2,26
Saturação O.D. (%)	14,73	24,80
Condutividade (mS/cm)	2396	1953
Salinidade (‰)	1,24	1,00
E <sub>H</sub> (mV)	-28,77	7,87
pH	7,59	7,23
Temperatura (°C)	18,75	20,06
Parâmetros	PAL-1	PAL-2
Cor aparente (mg Pt/L)	270	180
Cor verdadeira (mg Pt/L)	120	110
Turbidez (NTU)	11,5	4,91
Sólidos dissolvidos totais (mg/L)	1492	1318
Sólidos suspensos totais (mg/L)	69	60
Sólidos totais (mg/L)	1561	1378
Sólidos sedimentáveis totais (mg/L)	12,0	2,0
D.B.O. (mg/L)	104	102
D.Q.O. (mg/L)	138	128
Cloreto (mg/L)	590,0	455,0
Nitrato como N(mg/L)	0,41	0,71
Nitrito como N(mg/L)	<0,02	<0,02
Nitrogênio amoniacal (mg/L)	0,63	0,99
TKN (mg/L)	3,11	3,48
Fósforo total (mg/L)	0,261	0,252
Ortofosfato como P (mg/L)	<0,025	0,079
Polifosfatos (mg/L)	0,261	0,173
Surfactantes (mg/L)	<0,10	<0,10
Clorofila- <i>a</i> (ug/L)	127	29,3
Feoftina- <i>a</i> (ug/L)	48,8	14,8
Coliformes termotolerantes (NMP/100 mL)	10000	14000
Óleos e graxas	<10	<10

## D.1. 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 presente nas áreas alagadas 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.

#### D.1.1. 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.

#### D.1.2. 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:

- 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.
- 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.
- 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*.

#### **5.1.7.4.5. 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*.

#### **5.1.8 Ruídos e Vibrações**

##### **5.1.8.1. Aspectos metodológicos**

No dia 28 de Abril de 2009 foram realizadas avaliações de ruído, durante o dia, em 6 pontos da área de influência direta da ampliação do Porto, conforme ilustrado nas Figuras 5.1.8.1-2 a 5.1.8.1-7.

A área de estudo foi previamente determinada em reunião realizada com o eng. Josemar Barreto, da Cetesb, que acompanhou as medições de ruído e vibrações, sendo que os pontos exatos de avaliação foram definidos em comum acordo com o representante do órgão ambiental.

Em cada ponto selecionado foram feitas medições de nível sonoro, com um período de amostragem mínimo de 10 minutos, desde que o valor do Leq estivesse estabilizado, considerando como critério a diferença máxima de 0,5 dB(A) nos últimos 5 minutos de amostragem.

As medições de ruído foram feitas com análise estatística dos dados, sendo anotado, entre outros parâmetros, o Leq (nível equivalente contínuo), que é o índice de referência legal para o caso em análise, o L90 (ruído de fundo), e o L10. O Leq representa o nível de ruído que, emitido de forma constante, apresenta a mesma energia da fonte medida na prática. Pode, portanto, ser considerado como o “ruído médio”. Já o L90 é o nível de ruído que é ultrapassado 90 % do tempo, sendo denominado “ruído de fundo”. Finalmente, o L10 é o ruído que é ultrapassado em 10 % do tempo sendo, portanto, considerado o nível sonoro máximo, se forem desconsiderados os picos isolados.

A avaliação de vibrações foi feita nos mesmos pontos onde foi medido o nível de ruído, em amostragens de 3 minutos em cada ponto, tendo sido anotados, entre outros parâmetros, a aceleração RMS (0,8 Hz a 20 kHz), velocidade RMS (0,8 Hz a 20 kHz), pico máximo de velocidade (3,15 Hz a 20 kHz).

A avaliação de velocidade de partícula em vibração indica o movimento vibratório, de forma linear, de mais simples compreensão sendo um indicador bastante abrangente para médias frequências (de 10 a 1000 Hz, RMS). Dá, portanto, uma boa indicação da severidade, motivo pelo qual é utilizada a velocidade como parâmetro de avaliação em padrões ambientais e legais. A aceleração (calculada como a velocidade multiplicada pela frequência) é indicada por destacar melhor os fenômenos vibratórios em alta frequência, sendo eventualmente de interesse na avaliação de fenômenos transitórios.

O resultado em RMS representa a energia média do fenômeno vibratório, considerando o histórico do movimento de vibração, sendo o parâmetro mais representativo do potencial efeito danoso. A medição do pico vibratório indica o máximo movimento, a maior amplitude do fenômeno vibratório e, por não considerar o histórico da vibração, indica apenas os choques de curta duração. Em uma análise completa devem ser considerados os dois parâmetros conjuntamente.

As avaliações de aceleração e velocidade RMS, foram realizadas considerando todo o espectro de frequência, de 0,8 Hz a 20 kHz. Já a avaliação de velocidade-pico foi realizada considerando apenas a faixa de 3,15 Hz a 20 kHz, de modo a se obter valores comparáveis com os padrões ambientais e procedimentos usuais dos órgãos fiscalizadores que, em geral, consideram como parâmetro o pico de velocidade, porém descartando as frequências abaixo de 3 Hz, que em geral referem-se a movimentos oscilatórios naturais do solo e não constituem fonte de incômodo.

Para a realização dos trabalhos de campo, foram utilizados os seguintes equipamentos:

- Medidor de Nível Sonoro: Marca Brüel & Kjær, modelo 2236, com análise estatística de dados. Com certificado de calibração nº 1152008 (cópia no Anexo 5.1.8.1 - 1), emitido em 28/03/2008, pelo laboratório da Lancel B&K (pertencente à RBC – Rede Brasileira de Calibração, conforme credenciamento nº 305, emitido pelo Cgre/Inmetro);
- Calibrador Acústico: Marca Brüel & Kjær, modelo 4231, devidamente aferido pelo fabricante. Com certificado de calibração nº 1162008 (cópia no Anexo 5.1.8.1 -1), emitido em 28/03/2008, pelo laboratório da Lancel B&K (pertencente à RBC – Rede Brasileira de Calibração, conforme credenciamento nº 305, emitido pelo Cgre/Inmetro);
- Analisador de vibrações: Marca Svantek, modelo Svan 946, com análise de frequências em 1/3 de oitavas. Com certificado de calibração nº 0807-044, emitido em 9/7/2008, pelo laboratório Tecmetro (reconhecido pelo REMESP);
- Software dB2XL Type 7692, B&K, para conexão com computador e análise de resultados;
- Software SvanPC, para conexão do analisador de vibrações com o computador e análise dos resultados;
- Microcomputador: NEC Versa FC160, conectado ao medidor de nível sonoro;
- GPS: Marca Garmim, modelo GPSmap CSx60, com altímetro barométrico.

As medições de ruído foram executadas de acordo com as determinações da NBR 10.151, sendo que os aparelhos utilizados atendem os requisitos da IEC 60651 e 60804, sendo classificados como de Tipo 1 (de precisão).

A Figura 5.1.8.1-1, a seguir, mostra a localização dos pontos avaliados, e adiante estão os resultados obtidos.

Os laudos de medição de ruído e vibrações, com registro gráfico dos mesmos, encontram-se no Anexo 5.1.8.1 - 1.



Figura 5.1.8.1 - 1: Localização dos pontos de medições de ruídos e vibrações

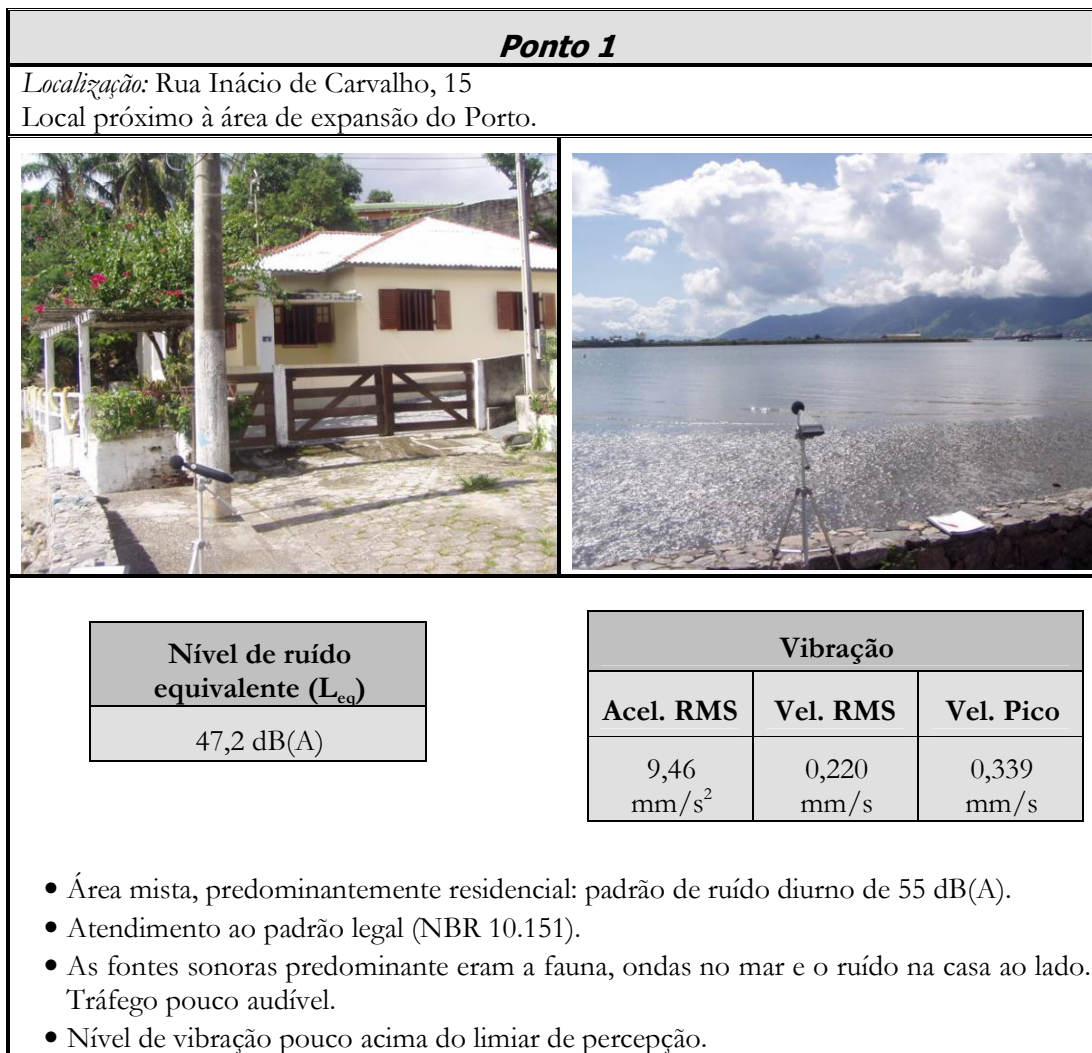
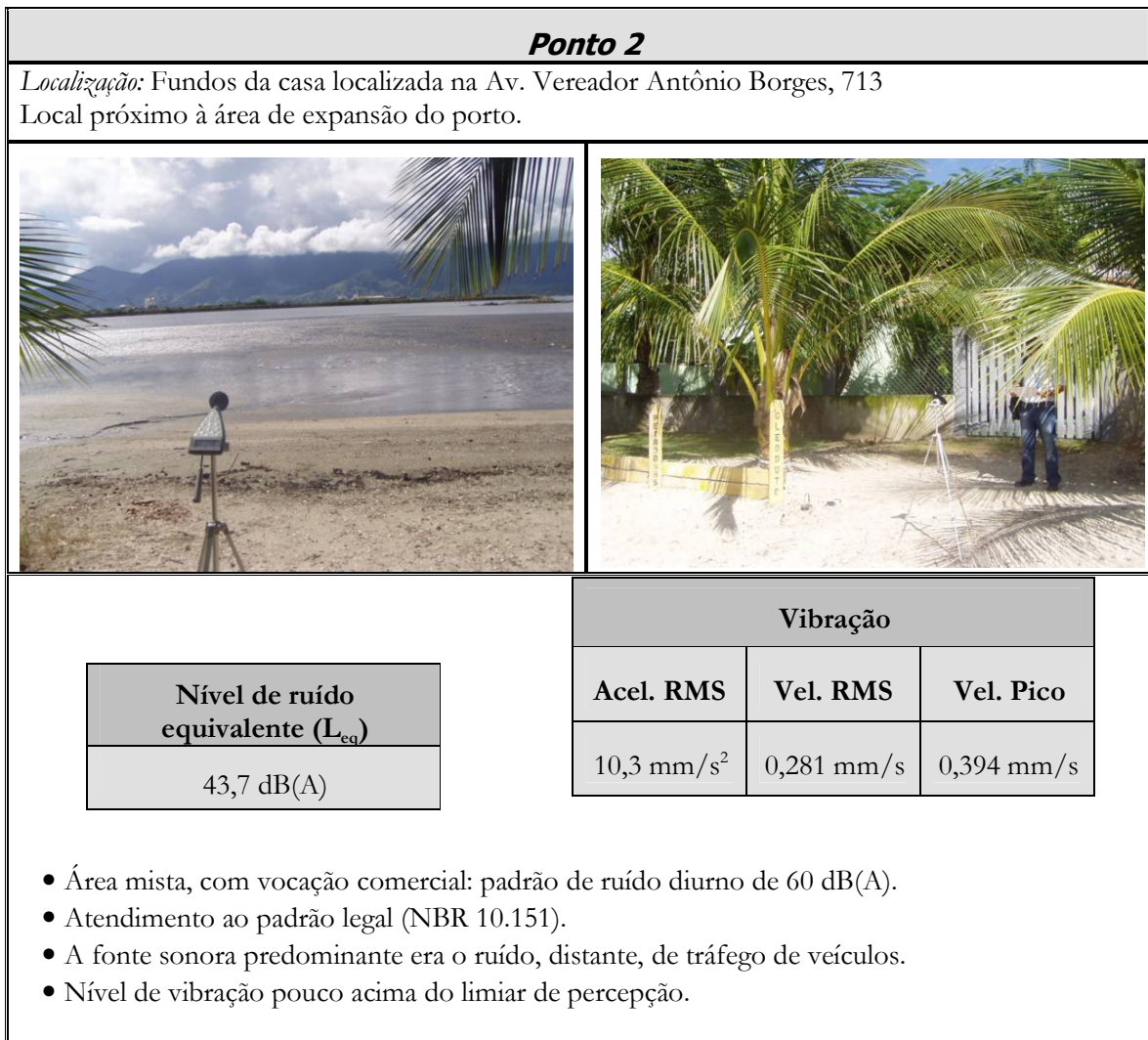
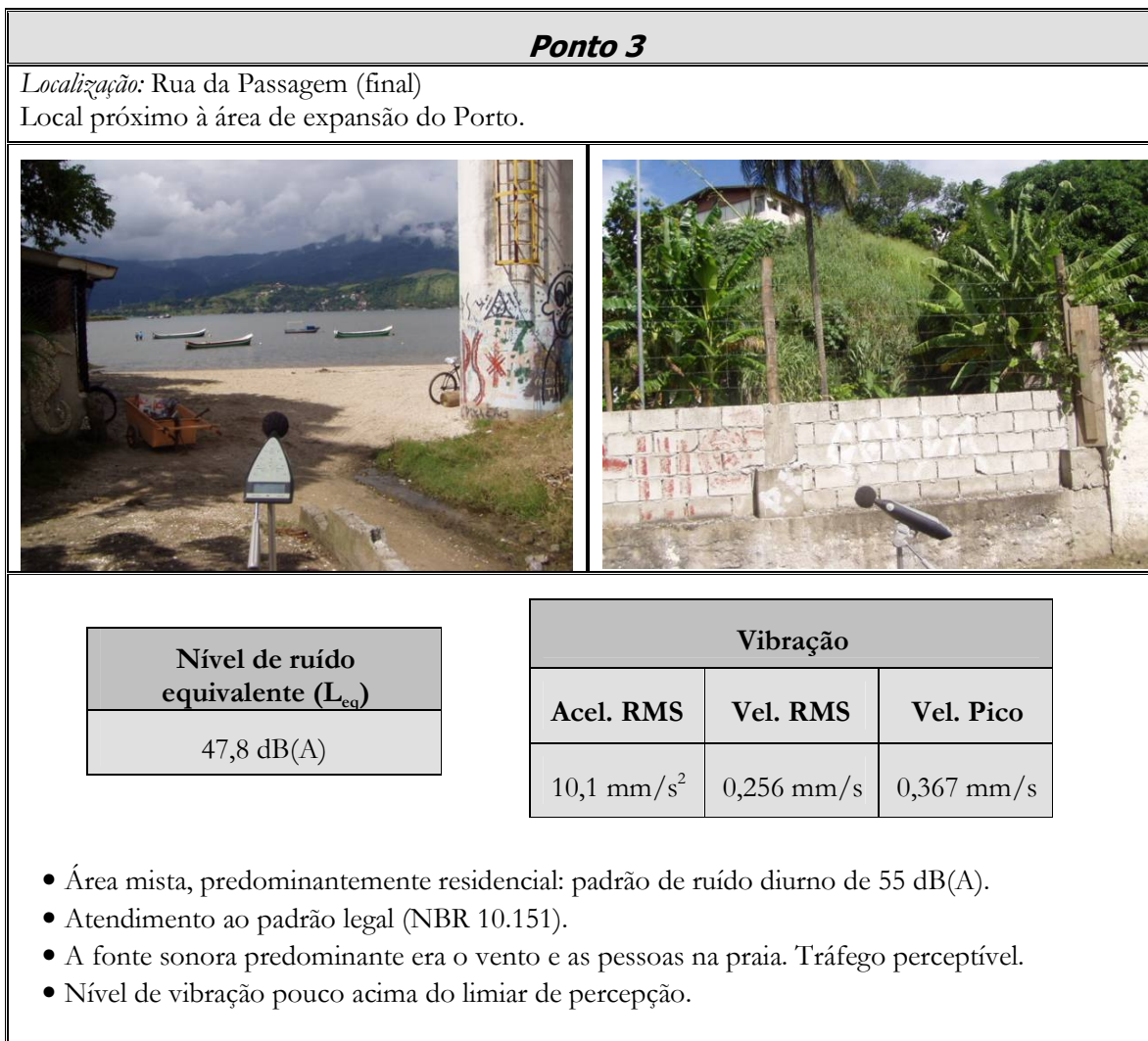


Figura 5.1.8.1 - 2: Ponto 1 - Localização e características

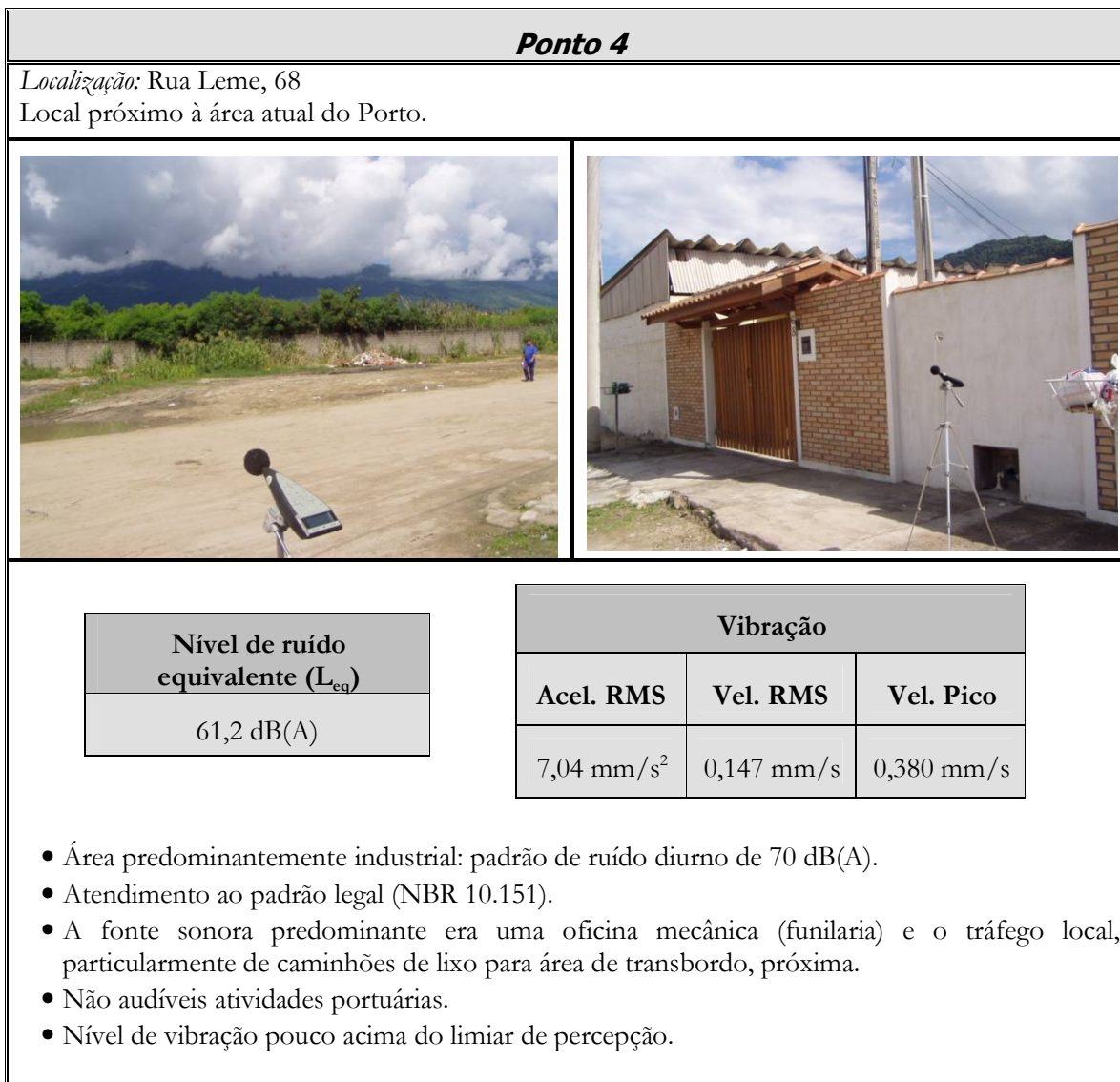


**Figura 5.1.8.1 - 3: Ponto 2 - Localização e características**





**Figura 5.1.8.1 - 4: Ponto 3 - Localização e características**



**Figura 5.1.8.1 - 5: Ponto 4 - Localização e características**

**Ponto 5**

Localização: Rua Maranhão, 154  
Local próximo à área atual do Porto.

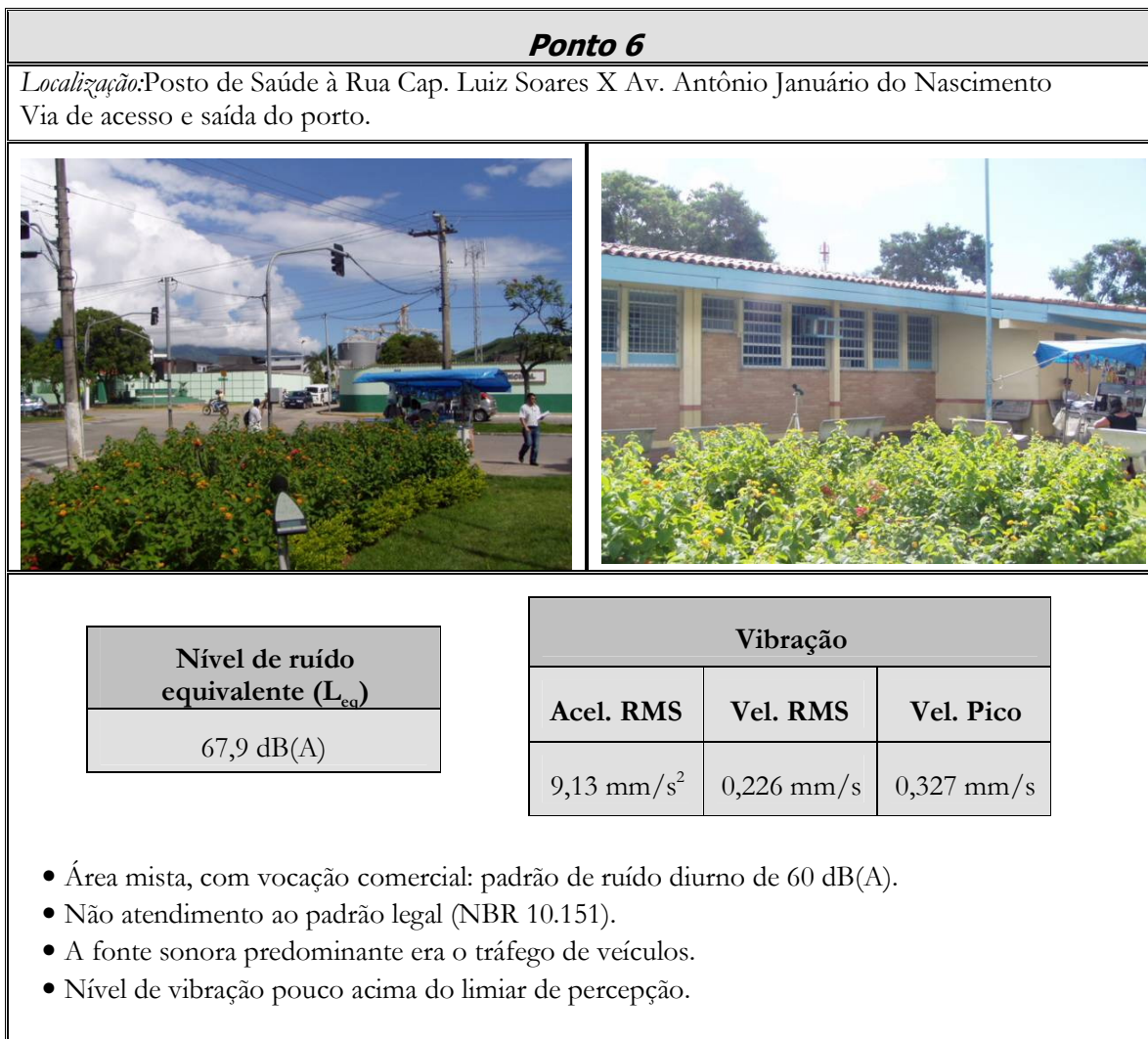


Nível de ruído equivalente ( $L_{eq}$ )
57,2 dB(A)

Vibração		
Acel. RMS	Vel. RMS	Vel. Pico
9,43 mm/s <sup>2</sup>	0,240 mm/s	0,367 mm/s

- Área mista, com vocação comercial: padrão de ruído diurno de 60 dB(A).
- Atendimento ao padrão legal (NBR 10.151).
- A fonte sonora predominante era o tráfego, vozes e cachorro.
- Não audíveis atividades portuárias.
- Nível de vibração pouco acima do limiar de percepção.

Figura 5.1.8.1 - 6: Ponto 5 - Localização e características



**Figura 5.1.8.1 - 7: Ponto 6 - Localização e características**

### 5.1.8.2. Análise dos Dados

Nos 6 pontos onde foi medido o nível de ruído, o resultado foi comparado com os padrões recomendados pela NBR 10.151 para o tipo de ocupação do local. Apenas no ponto 6 o padrão recomendado não foi atendido, devido ao elevado ruído de tráfego, enquanto em todos os demais o nível de ruído manteve-se abaixo do padrão para determinado tipo de ocupação, indicando tratar-se de uma região sensível a alterações acústicas, particularmente os pontos 1, 2 e 3, localizados próximos à área de futura expansão.

Nos 6 pontos foi avaliada a vibração, sendo que em todos eles, o nível de vibração estava um pouco acima do limiar de percepção, porém em nenhum destes atingindo intensidade com potenciais de risco de danos às condições ou à saúde. Os níveis encontrados são característicos de regiões costeiras, influenciadas pela movimentação de ondas do mar. Visto que os níveis atuais de

vibração já estão no limiar de percepção, pequenos aumentos destas teriam o potencial de gerar incômodos à população.

#### 5.1.9. Síntese do Meio Físico

O município de São Sebastião está situado no litoral norte do Estado de São Paulo, tendo como limites geográficos ao norte o município de Caraguatatuba, a leste e sul o oceano Atlântico, a oeste o município de Bertioga e a noroeste Salesópolis.

Localizado entre a serra do Mar e o oceano, o município de São Sebastião encontra-se numa faixa de transição entre dois climas zonais, com predomínio das massas equatoriais e tropicais com clima úmido das encostas expostas à Massa Tropical Atlântica, e uma menor exposição à incidência das “frentes frias” e participação das massas Polares (PA). A proximidade da serra do Mar em relação à costa como fator responsável pela acentuada pluviosidade.

De acordo com a classificação de Köppen, o clima dominante na região do empreendimento é o clima quente e úmido, com seca de inverno (Aw), caracterizado por temperaturas superiores a 18°C e pela presença de pelo menos 1 mês com precipitação inferior a 60 mm. A temperatura média anual na região é de 23,5°C, sendo fevereiro o mês mais quente (26,7°C) e agosto o mais frio (20°C), o que configura uma amplitude térmica anual em torno de 6,7°C. O índice pluviométrico anual é de 1463 mm nas proximidades do empreendimento, sendo janeiro – março o trimestre mais chuvoso, com total de 521 mm, e junho - agosto o trimestre menos chuvoso, com total de 137mm .

A velocidade média anual dos ventos na região é de 4,8 m/s, com direção predominante W. Os menores valores registrados ocorrem em maio (4,4 m/s) e os maiores em dezembro (5,5 m/s), indicando a existência de boas condições de ventilação ao longo de todo o ano e a conseqüente ausência de períodos desfavoráveis à dispersão de poluentes, mesmo nos meses com valores menos expressivos.

Apesar da inexistência de estações de monitoramento contínuo de poluentes, pode-se afirmar que a qualidade do ar na região é boa, sendo que o monitoramento do material particulado, realizado para o presente estudo, apresentou índices bem abaixo do padrão primário estabelecido pelo CONAMA. Além disso, após análise dos dados meteorológicos, foi verificado que a região não apresenta restrições à dispersão de poluentes.

A região é sensível a alterações acústicas, já que o nível de ruído está abaixo do padrão para o tipo de ocupação na grande maioria dos pontos medidos. Os níveis de vibrações, por sua vez, estão acima do limiar de percepção, porém não atingindo intensidade com potenciais de risco de danos às condições ou à saúde.

A área de influência direta e a diretamente afetada pelo empreendimento encontram-se majoritariamente inseridas na bacia hidrográfica do córrego Mãe Izabel, que nasce a aproximadamente 300 metros de altitude e deságua na baía do Araçá, já nas proximidades dos aterros atuais do porto de São Sebastião. Este córrego encontra-se canalizado e com pontos de

assoreamento em seu curso médio e baixo, percorrendo as áreas urbanas dos bairros Itatinga, Topolândia e Olaria.

Na bacia do córrego Mãe Izabel são identificadas duas unidades de relevo distintas: áreas de altitudes elevadas, integrantes do Planalto Atlântico e sustentadas pelo embasamento cristalino do Complexo Costeiro, e áreas de baixas altitudes, integrantes da Planície Litorânea e compostas por coberturas sedimentares cenozóicas.

- Planalto Atlântico

As áreas mais altas e dissecadas pertencentes ao Planalto Atlântico estão presentes em parte do terço médio e em todo o terço superior da bacia do córrego Mãe Izabel.

Na margem esquerda do córrego Mãe Izabel dominam leucogranitóides com granada, com presença de afloramentos localmente fraturados. As altitudes dominantes variam entre 100 e 400m, sendo o relevo composto por escarpas em anfiteatros, com perfis retilíneos e côncavos e declividades fortes a muito fortes (20 a >40%). Os solos são principalmente Neossolos Litólicos e Cambissolos. Estas características, aliadas aos altos índices pluviométricos, condicionam uma suscetibilidade alta a muito alta a movimentos de massa, principalmente do tipo escorregamentos de solo ou rocha, corridas de solo/rocha e rolamentos de blocos/matacões.

Na margem direita do córrego Mãe Izabel ocorrem biotita gnaisses com granada, com gradação para migmatitos bandados. As altitudes variam entre 20 e 120 m e o relevo é composto por morros e morrotes alongados, com perfis retilíneos e côncavos e declividades médias e fortes (10 a 30%). Os solos dominantes são Cambissolos e Latossolos Vermelho-Amarelos. O uso do solo é caracterizado principalmente por gramíneas nos topos e terço superior e por loteamentos de baixa renda nos terços médio e inferior. Tais características condicionam estas áreas a uma suscetibilidade média a alta a movimentos de massa, principalmente do tipo escorregamentos de solo.

- Planície Litorânea

O terrenos planos da Planície Litorânea abrangem o terço inferior e grande parte do terço médio da bacia do córrego Mãe Izabel. Trata-se de uma planície essencialmente formada por terraços, cordões litorâneos e ambientes litorâneos pré-atuais das praias, com dominância de depósitos arenosos marinhos. Possui altitudes menores que 10 m, declividades menores que 2% e larguras de até 400 m na margem esquerda e até 200 m na margem direita da bacia. É majoritariamente composta por solos profundos e arenosos, principalmente Neossolos Quartzarênicos e Espodossolos.

Alguns trechos das áreas de influência ocupados pela Planície Litorânea podem apresentar risco a inundações. As áreas com risco baixo de inundação estão localizadas no centro urbano de São Sebastião, na retaguarda da praia homônima (AII), e no fundo de vale ocupado pelo terço médio do córrego Mãe Izabel (AII e AID). Nestes locais, o extravasamento das águas pode eventualmente ocorrer, principalmente se houver picos de chuva maiores ou iguais a 160 mm (24h) e marés de sizígia.

O único trecho com risco alto a inundações está localizado na ADA, especificamente nos aterros formados por saibro, materiais tectogênicos e sedimentos marinhos, integrantes do porto de São Sebastião. O tempo de retorno das inundações neste local é de principalmente de 1 a 3 anos, com picos de chuvas superiores a 100mm (24h) e marés de sizígia. Entretanto, há localmente trechos que são inundados com grande frequência, como os pátios não pavimentados 3 e 4, onde as águas pluviais correm pela borda do enrocamento ou acumulam-se nas depressões do terreno, até serem infiltradas ou evaporadas.

As águas subterrâneas nestes aterros são subaflorantes e fluem preferencialmente na direção oeste (O) para leste (E), no sentido do canal de São Sebastião. As análises químicas destas águas mostraram concentrações acima dos respectivos limites orientadores preconizados pela CETESB em 2005 para os seguintes elementos: bário, cobalto, ferro, manganês, boro e arsênio.