



**INFORMAÇÃO TÉCNICA CPEA 2230 - 001/14**

**BRASIL INTERMODAL TERMINAL SANTOS - BRITES**

**VETRIA MINERAÇÃO**

**INFORMAÇÃO TÉCNICA SOBRE O AUMENTO DA CAPACIDADE DE  
MOVIMENTAÇÃO ANUAL DE MINÉRIO E IMPLANTAÇÃO DO CANTEIRO  
AVANÇADO DE OBRAS**

**PROCESSO IBAMA 02.00010063.95/2008/35**

**ABRIL/2014**

## SUMÁRIO

CAPITULO 1 .....	4
INTRODUÇÃO .....	4
CAPITULO 2 .....	6
LOCALIZAÇÃO, ACESSOS E ZONEAMENTO .....	6
2.1. LOCALIZAÇÃO GEOGRÁFICA .....	6
2.2. ACESSOS .....	8
2.3. ORDENAMENTO TERRITORIAL.....	10
CAPÍTULO 3 .....	12
CARACTERIZAÇÃO DO EMPREENDIMENTO .....	12
3.1. ESTUDO DE ALTERNATIVA LOCACIONAL.....	12
3.1.1. INTERFERÊNCIAS COM A OBRA .....	14
3.1.2. INTERVENÇÃO NO LARGO DE SANTA RITA .....	14
3.1.3. MÉTODOS CONSTRUTIVOS .....	16
3.1.4. INTERFERÊNCIA NA VEGETAÇÃO .....	16
3.1.5. VIABILIDADE ECONÔMICA .....	17
3.1.6. CONCLUSÃO.....	18
3.2. DESCRIÇÃO DO NOVO CANTEIRO AVANÇADO .....	19
3.2.1. DIRETRIZES GERAIS .....	19
3.2.2. PREPARAÇÃO DO TERRENO .....	19
3.2.3. DESCRIÇÃO DAS INSTALAÇÕES .....	20
3.3. OPERAÇÃO DO EMPREENDIMENTO - AUMENTO DA MOVIMENTAÇÃO ANUAL.....	24
3.3.1. PRODUTOS MOVIMENTADOS .....	25
3.3.2. CONCEPÇÃO GERAL DO TERMINAL.....	25
3.3.3. CONCLUSÃO DA ALTERAÇÃO DE 25 MTPA PARA 27,5 MTPA .....	29
3.3.4. RESULTADO DO ESTUDO DE EMISSÕES ATMOSFÉRICAS E MODELAGEM DE DISPERSÃO DE POLUENTES ATMOSFÉRICOS.....	29
CAPITULO 4 .....	31
DIAGNÓSTICO AMBIENTAL DA ÁREA DO CANTEIRO AVANÇADO .....	31
4.1. DIAGNÓSTICO DO MEIO FÍSICO .....	33
4.1.1. CLIMA.....	33
4.1.2. RUÍDO E VIBRAÇÕES .....	38
4.1.3. QUALIDADE DO AR .....	43

4.1.4. GEOLOGIA, GEOMORFOLOGIA E PEDOLOGIA.....	67
4.1.5. RECURSOS HÍDRICOS.....	95
4.1.6. QUALIDADE DAS ÁGUAS SUPERFICIAIS.....	138
4.1.7. QUALIDADE DOS SEDIMENTOS A SEREM DRAGADOS.....	138
4.1.8. AVALIAÇÃO DE PASSIVOS.....	163
4.2. MEIO BIÓTICO.....	164
4.2.1 VEGETAÇÃO E CARACTERIZAÇÃO ECOLÓGICA DO AMBIENTE ANALISADO .....	164
4.2.2 FAUNA .....	168
CAPITULO 5 .....	252
AVALIAÇÃO DE IMPACTOS E PROGRAMAS .....	252
5.1. METODOLOGIA DE IDENTIFICAÇÃO DOS IMPACTOS .....	252
5.2. IDENTIFICAÇÃO E AVALIAÇÃO DE IMPACTOS AMBIENTAIS.....	254
5.3. MEIO FÍSICO .....	255
5.3.1. ALTERAÇÃO DA QUALIDADE DO SOLO E ÁGUAS SUBTERRÂNEAS.....	255
5.3.2. PROCESSOS EROSIVOS E ASSOREAMENTO DE DRENAGENS.....	256
5.3.3. ALTERAÇÃO DA QUALIDADE DAS ÁGUAS SUPERFICIAIS.....	257
5.3.4. ALTERAÇÃO DA QUALIDADE DOS SEDIMENTOS SUPERFICIAIS.....	258
5.3.5. ALTERAÇÃO DA HIDRODINÂMICA LOCAL .....	259
5.3.6. ALTERAÇÃO DA DINÂMICA SEDIMENTAR.....	259
5.4. MEIO BIÓTICO.....	260
5.4.1. PERDA DA VEGETAÇÃO .....	260
5.4.2. PERDA DE HABITAT PARA VERTEBRADOS TERRESTRES.....	262
5.4.3. FRAGMENTAÇÃO DOS REMANESCENTES VEGETACIONAIS .....	264
5.4.4. AFUGENTAMENTO DA FAUNA DE VERTEBRADOS TERRESTRES .....	266
5.4.5. AUMENTO DA PRESSÃO SOBRE OS REMANESCENTES FLORESTAIS.....	267
5.4.6. DEGRADAÇÃO DA COMUNIDADE VEGETAL .....	268
5.4.7. CRIAÇÃO DE NOVOS HABITATS COM A DISPONIBILIZAÇÃO DE SUBSTRATO PARA COLONIZAÇÃO POR ORGANISMOS INCRUSTADORES. ....	270
5.4.8. PERDA DE HABITAT PARA COMUNIDADES BENTÔNICAS .....	270
5.4.9. AFUGENTAMENTO DA FAUNA AQUÁTICA.....	272
5.4.10. ALTERAÇÃO DA COMPOSIÇÃO, DIVERSIDADE E ABUNDÂNCIA DE ESPÉCIES E DAS DINÂMICAS TRÓFICAS LOCAIS.....	273
5.4.11. ALTERAÇÃO DE DINÂMICAS REPRODUTIVAS E/OU DE RECRUTAMENTO DE ESPÉCIES .....	274
5.4.12. DESAPARECIMENTO, REDUÇÃO NUMÉRICA OU PRESSÃO SOBRE ESPÉCIES RARAS, POUCO CONHECIDAS OU AMEAÇADAS DE EXTINÇÃO OU SOBREEXPLOTAÇÃO.....	276

CAPÍTULO 6 .....	278
CONCLUSÃO.....	278
ANEXOS .....	280
ANEXO 3.1.2-1: PROJETO CONCEITUAL DE DRAGAGEM.....	281
ANEXO 3.2.3-1: LAYOUT DO CANTEIRO AVANÇADO .....	282
ANEXO 3.3.3-1: ESTIMATIVA DE EMISSÃO E MODELAGEM .....	283
ANEXO 4.1.4.1.2-1: DESENHO 22301410GLA2 - MAPA GEOLÓGICO .....	284
ANEXO 4.1.4.2.2-1: DESENHO 22301410GLA2 - MAPA GEOMORFOLÓGICO.....	285
ANEXO 4.1.5.1.7-1: DESENHO 22301417GMA1 - BACIAS HIDROGRÁFICAS .....	286
ANEXO 4.1.5.2.1-1: PERFIS INDIVIDUAIS DOS POÇOS.....	287
ANEXO 4.1.7-1: PONTOS DE AMOSTRAGENS DE SEDIMENTOS .....	288
ANEXO 4.1.7-2: DOSSIÊ FOTOGRÁFICO.....	289
ANEXO 4.1.7-3: CADÉIA DE CUSTÓDIA.....	290
ANEXO 4.1.7-4: RELATÓRIO DE ENSAIO FÍSICO-QUÍMICO .....	291
ANEXO 4.1.7-5: RELATÓRIO DE ENSAIO - LABORATÓRIO .....	292
ANEXO 4.1.7-6: QA_QC.....	293
ANEXO 4.1.7-7: CERTIFICADO - MATERIAL DE REFERÊNCIA .....	294
ANEXO 4.2.2.2-1: DESENHO 22301416VTA1 - FONTES DE DADOS DO MEIO BIÓTICO .....	295

## CAPITULO 1

### INTRODUÇÃO

Em atendimento ao item 1.3 da Licença Prévia nº 399/2011, a qual solicita que “*Qualquer alteração das especificações do projeto deverá ser precedida de anuência do IBAMA*”, a VETRIA sob consultoria da CPEA (Consultoria, Planejamento e Estudos Ambientais) e da PLANAVE Estudos e Projeto de Engenharia, vem através desta Informação Técnica apresentar as adequações do projeto BRITES para análise do IBAMA e eventual complementação das condicionantes da Licença Prévia nº 399/2011.

Conforme já apresentados nas informações técnicas CPEA 1609 – 001, 002 e 003/13, as quais subsidiaram a emissão da retificação da Licença Prévia supracitada, ocorreram diversas modificações no empreendimento proposto no Estudo de Impacto Ambiental - EIA, mais notadamente na alteração dos produtos a serem movimentados no terminal, ficando exclusivamente para movimentação de minério de ferro.

Com o avanço do detalhamento do projeto de engenharia do terminal verificou-se a necessidade da implantação de um novo canteiro de obras para a confecção dos pré-moldados e estacas a serem utilizados nas obras do píer e ponte de acesso. Para que não atrapalhe o andamento das obras do terminal e, principalmente, cause o menor impacto ambiental na região, a área a ser implantada este novo canteiro está localizada em área adjacente a do terminal, portanto fora da Área Diretamente Afetada apresentada nos estudos anteriores.

Além da necessidade de implantação do novo canteiro, verificou-se a possibilidade de aumentar a movimentação anual de minério de ferro, dos atuais 25 Mtpa aprovados pela LP retificada para 27,5 Mtpa, sem a necessidade de alterações nas instalações já descritas e apresentadas ao IBAMA. Esta



modificação não alterará os impactos já descritos e apresentados, porém trará uma maior confiabilidade na viabilidade econômica do empreendimento.

Nos itens subsequentes serão apresentadas as características do novo canteiro de obras, bem como da área onde o mesmo será instalado, conjuntamente com a descrição dos aspectos ambientais considerados no projeto deste novo canteiro. Com relação ao aumento de capacidade, será apresentado o novo estudo de estimativa de emissões atmosférica, verificando a viabilidade ambiental do empreendimento neste aspecto.

A maior parte das informações constantes nesta Caracterização do Empreendimento foi obtida a partir de documentos do Projeto Conceitual e Básico Ambiental elaborado pela Planave S.A., empresa contratada pela Vetria.

## CAPITULO 2

### LOCALIZAÇÃO, ACESSOS E ZONEAMENTO

#### 2.1. LOCALIZAÇÃO GEOGRÁFICA

Apesar da inclusão da nova área do Canteiro Avançado na Área Diretamente Afetada pelo empreendimento, não foram realizadas modificações na localização de implantação do empreendimento, sendo assim, é apresentado a seguir o Desenho 22301404LRA3 que ilustra a localização do projeto, conforme proposto no EIA.



Inserir Desenho 22301404LRA3: Localização regional

## 2.2. ACESSOS

Em função da não alteração da sua localização, os acessos ao Terminal continuam mantidos, podendo ser realizados via modais rodoviário, ferroviário e marítimo conforme já apresentado ao IBAMA nas informações técnicas protocoladas para o pedido de retificação da LP. O Desenho 22301405SVA3 apresenta esses acessos.

A única via de acesso interna a ser acrescentada durante a implantação do empreendimento será para o novo canteiro de obras, o qual se dará através de via de circulação entre a pera ferroviária e o limite do terreno, paralela à faixa de domínio da ferrovia, conectando-o ao canteiro avançado, conforme apresentado na Figura 2.1.2 – 1 abaixo.

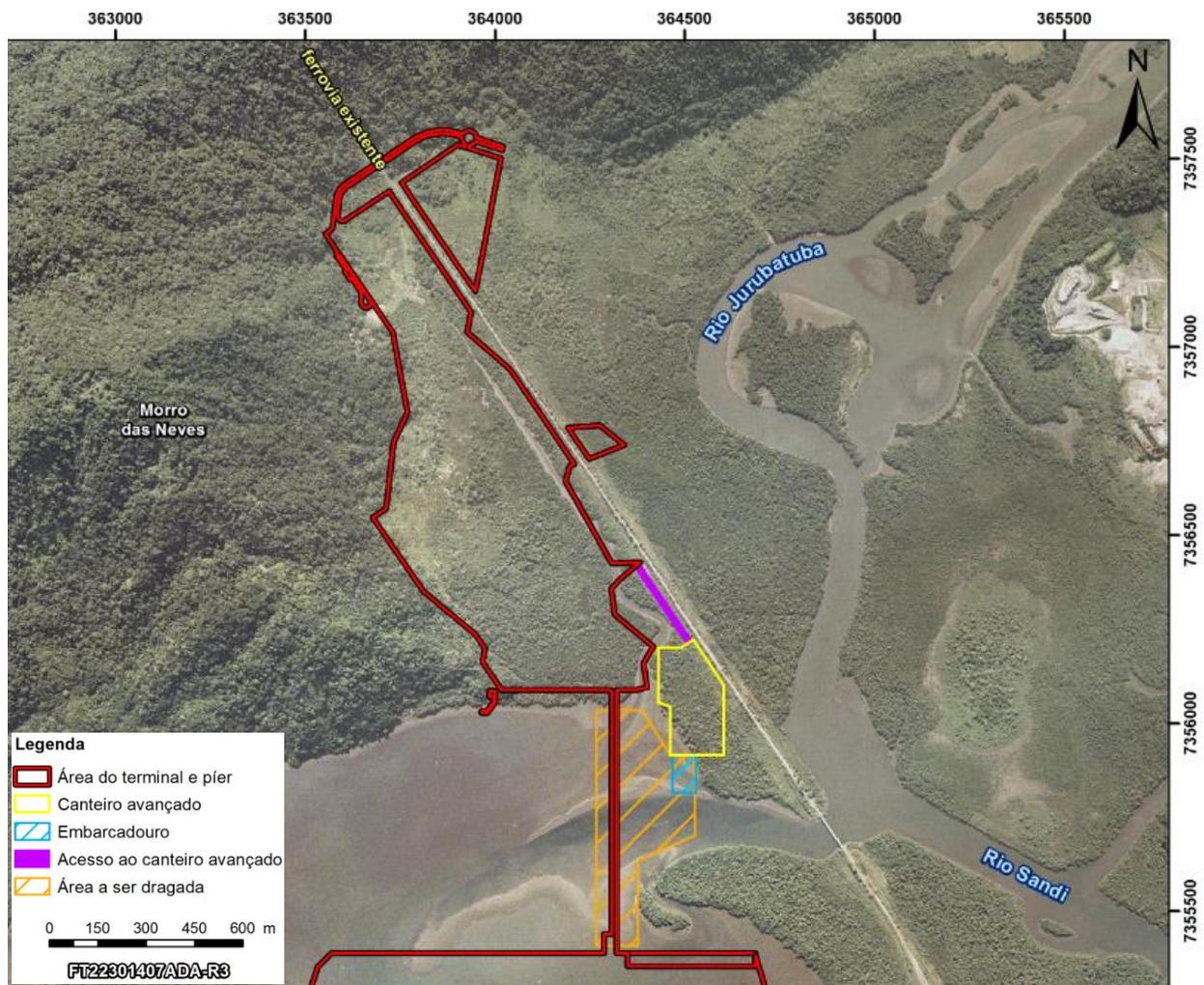


Figura 2.1.2 - 1: Localização do canteiro avançado, embarcadouro e acesso ao canteiro de avançado



Inserir Desenho 22301405SVA3

### 2.3. ORDENAMENTO TERRITORIAL

A gleba prevista para a implantação do Terminal BRITES, incluindo agora a área do canteiro avançado, continua situada em área definida pelo Plano Diretor de Desenvolvimento e Expansão Urbana do Município de Santos<sup>1</sup> como Zona Portuária e Retroportuária (ZPR), conforme Figura 2.1.3 – 1, onde são permitidas atividades portuárias e retroportuárias; empreendimentos e atividades técnicas e/ou científicas; construção de infraestrutura de apoio aos usos permitidos, de pequenas e médias estruturas de apoio náutico, de edificações para armazenamento e unidades industriais não-poluidoras, terminais rodoviários e ferroviários, estrutura viária de transposição e torres de transmissão.

A Certidão de Uso do Solo da Prefeitura Municipal de Santos já foi apresentada no Estudo de Impacto Ambiental aprovado pelo IBAMA.

---

<sup>1</sup> Instituído pela Lei Municipal Complementar nº 729 de 11 de julho de 2011.



**Legenda**

Área Diretamente Afetada (ADA)

**Zoneamento Municipal de Santos Continental**

**Área de Proteção Ambiental**

- ZP - Zona de Preservação
- ZUE - Zona de Uso Especial
- ZC - Zona de Conservação

**Área de Expansão Urbana**

- ZU II - Zona Urbana II
- ZSU I - Zona de Suporte Urbano I
- ZPR - Zona Portuária/Retroportuária
- ZSU II - Zona de Suporte Urbano II

**Figura 2.1.3 - 1: Inserção do empreendimento no Zoneamento Municipal de Santos.**

## CAPÍTULO 3

### CARACTERIZAÇÃO DO EMPRENDIMENTO

Neste item serão apresentados com mais detalhes a descrição do canteiro de obras avançado, necessário para a construção das obras em água, e o aumento de movimentação de minério de 25 Mtpa para 27,5 Mtpa, sendo apresentado o novo estudo de Estimativa de Emissões Atmosféricas.

Inicialmente foi realizado um Estudo de Alternativas Locacionais para a escolha da área do novo canteiro de obras, o qual levou em consideração 5 aspectos:

- Interferências com a Obra
- Intervenção no Largo de Santa Rita
- Métodos Construtivos
- Interferência na Vegetação
- Viabilidade Econômica

A seguir é apresentado os detalhes do estudo e a escolha da melhor alternativa.

#### 3.1. ESTUDO DE ALTERNATIVA LOCACIONAL

Antes da definição da área a ser implantada o canteiro avançado, foi elaborado um estudo de alternativas locacionais visando à escolha mais adequada ambiental e economicamente. Devido à localização do empreendimento BRITES, dos acessos à área e as restrições ambientais, foram elencadas apenas duas alternativas viáveis, cujas localizações são apresentadas nas Figuras 3.1 – 1 e 2.

A seguir serão apresentados os critérios utilizados para a escolha da área do canteiro.

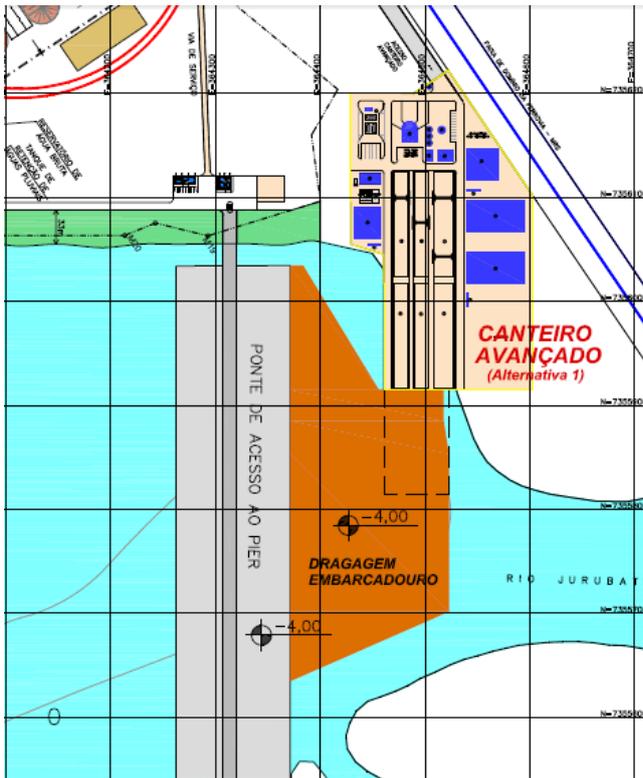


Figura 3.1 - 1: Localização do Canteiro Avançado na Alternativa 1

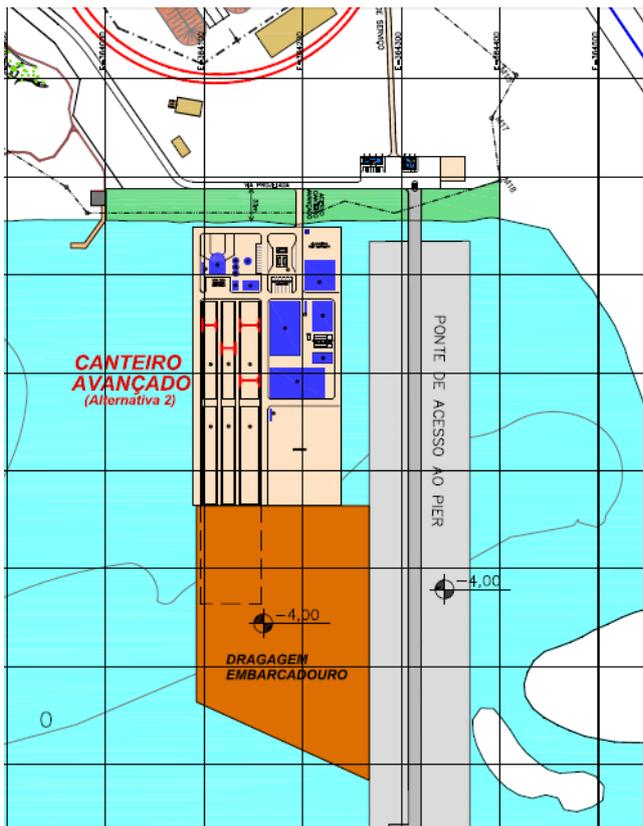


Figura 3.1 - 2: Localização do Canteiro Avançado na Alternativa 2

### 3.1.1. Interferências com a Obra

As duas alternativas elencadas como possibilidades para a implantação do canteiro de obras estarão nos melhores locais possíveis para a execução das obras em água, mesmo assim a implantação das duas alternativas de canteiro poderão ter interferências com as obras da ponte e do píer.

Conforme pode ser visto na Figura 3.1 – 2, a Alternativa 2, por estar próxima ao local do píer e ponte de acesso, bem como da área a ser dragada, poderá interferir na execução dessas obras, aumentando os riscos de acidente e ocasionar atrasos na obra.

Já a Alternativa 1, por estar locada em área adjacente as obras em mar, terá uma menor interferência, minimizando os riscos elencados anteriormente. Portanto, a Alternativa 1 é a menos impactante para este critério.

### 3.1.2. Intervenção no Largo de Santa Rita

Para este critério foram levado em consideração dois tipos de intervenção, a dragagem e o aterro necessários para a construção do canteiro de obras.

Com relação a dragagem, foi elaborado o Projeto Conceitual de Dragagem, o qual encontra-se no Anexo 3.1.2 – 1, onde é apresentada a metodologia de cálculo dos volumes de material a ser dragado em ambas as alternativas, bem como os resultados encontrados, os quais são apresentados na Tabela 3.1.2 – 1.

**Tabela 3.1.2 - 1: Cálculo dos volumes a serem dragados**

Canteiro Avançado	Volume Sem Tolerâncias (m <sup>3</sup> )	Volume Com 100% das Tolerâncias (m <sup>3</sup> )	Volume Com 50% das Tolerâncias (m <sup>3</sup> )
Alternativa 1	234.354	267.043	250.698
Alternativa 2	201.835	228.733	215.284

**Referência: Projeto Conceitual de Dragagem (Anexo 3.1.2 - 1)**

Já a área de aterro, bem como volume de material, necessários para a construção do canteiro é bem superior para a Alternativa 2 do que para a 1, conforme evidenciado no Desenho 22301401SCVA3 a seguir.



Inserir Desenho 22301401SCVA3

Portanto, como para implantação da Alternativa 1 será necessário a remoção de um maior volume de dragagem e para a Alternativa 2 a área de aterro é bem superior e ambas as intervenções possuem impactos semelhantes do Largo de Santa Rita, para este critério, não há alternativa mais vantajosa do que outra.

### **3.1.3. Métodos Construtivos**

A preparação da área para a Alternativa 1 é mais simples do que para a alternativa 2. Para esta segunda opção seria necessária a construção de uma parede de estacas-prancha atirantadas em mortos a serem lançados na região do parque de fabricação e estocagem para conter o aterro sobre estacas a ser feito, que serviria para elevar o terreno e construir o canteiro, além de que este material de aterro deveria ser adquirido e, após o término das obras, será levado para área de descarte de material excedente.

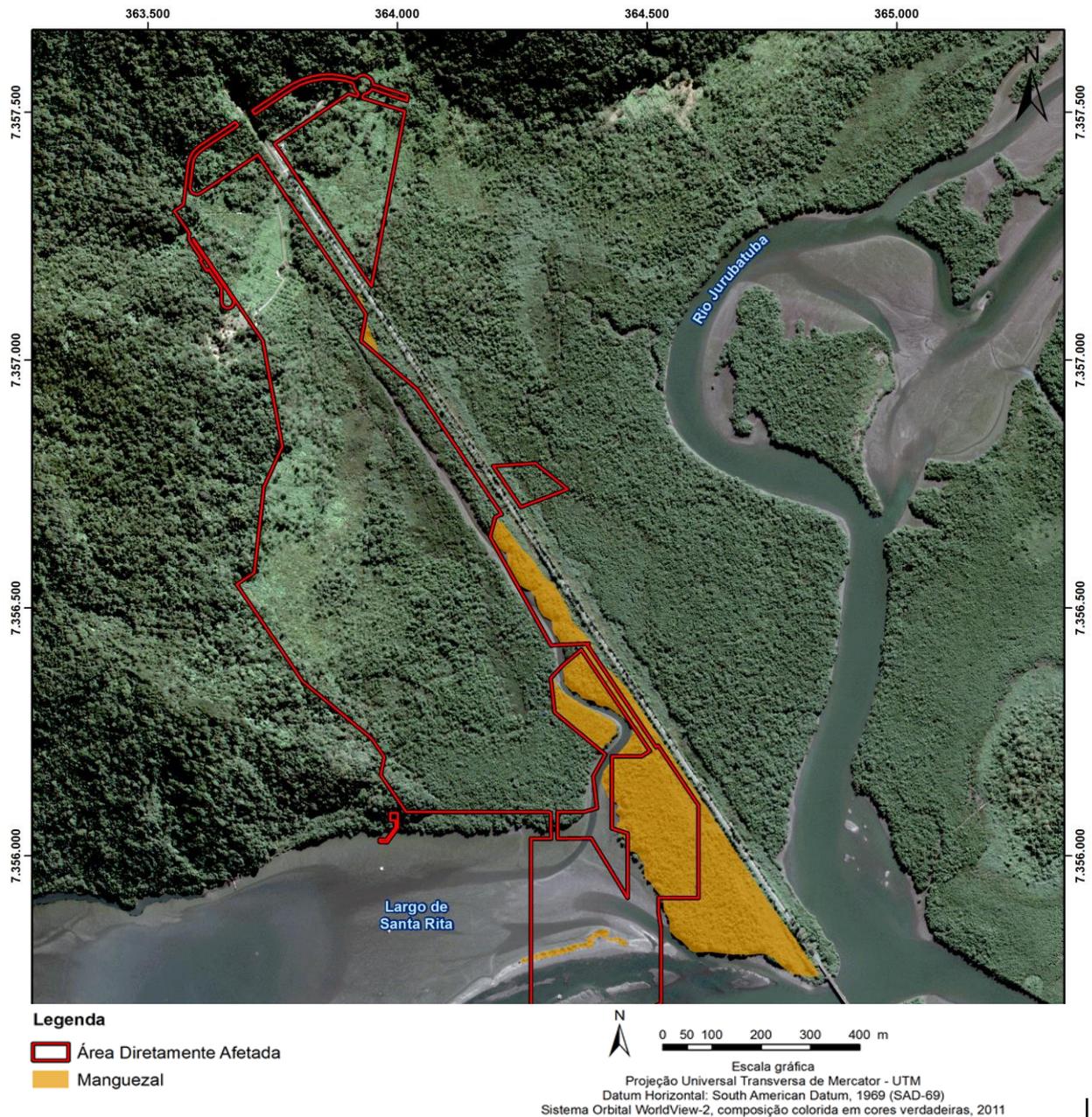
A Alternativa 1, por estar locada em sua grande maioria em área sem necessidade de aterro, evita a necessidade de utilização dos métodos supracitados, bem como a necessidade de aterro e posterior envio para área de descarte de material excedente é bem menor do que na Alternativa 2.

Portanto, a Alternativa 1 é a menos impactante para este critério.

### **3.1.4. Interferência na Vegetação**

Conforme pode ser visualizado na Figura 3.1.4 – 1, para a Alternativa 1 será necessário realizar a supressão significativa de vegetação. O que não ocorre na Alternativa 2, uma vez que estaria locada em área do estuário, mais notadamente no Largo de Santa Rita, e, portanto, não impactará a vegetação local.

Será necessário realizar a supressão da vegetação em apenas 4,37 ha de manguezal para a implantação da Alternativa 1, lembrando que após a finalização das obras todo o canteiro será desativado e a área recuperada, conforme será apresentado no Plano de Recuperação de Áreas Degradadas – PRAD, o qual será apresentado no pedido de solicitação da licença de instalação, no âmbito do Plano Básico Ambiental – PBA, em seu formato detalhado.



**Figura 3.1.4 - 1: Localização do canteiro avançado da Alternativa 1 sobre o manguezal existente na área**

Visto isto, a Alternativa 2 é a menos impactante para este critério, porém devido a recuperação da área após o término das obras, a Alternativa 1 não trará impactos significativos a área no longo prazo.

### 3.1.5. Viabilidade Econômica

Um critério que sempre deve ser analisado em um estudo de alternativas locais é o custo para a implantação do empreendimento, uma vez que obras muito caras podem inviabilizar economicamente o empreendimento.

Conforme apresentado no critério Métodos Construtivos, para a implantação do canteiro na Alternativa 2 é necessário a realização de aterros e a utilização de métodos sofisticados para se alcançar a estabilidade necessária do terreno, o que acarreta em altos custos financeiros. Já a Alternativa 1, por esta locado em sua grande maioria em terra, há uma maior facilidade construtiva, resultado num custo menor de obra.

Visto isto, a Alternativa 1, por ser menos custosa, impactará menos no custo final da obra, diminuindo o risco da inviabilidade econômica do empreendimento.

### 3.1.6. Conclusão

Para se ter uma visão global dos critérios apresentados nos itens anteriores, a Tabela 3.1.6 – 1 traz um resumo deles bem como a escolha ideal da Alternativa de localização do canteiro mais adequada para cada critério e a escolha final da alternativa a ser utilizada durante as obras.

**Tabela 3.1.6 - 1: Resumo dos critérios utilizado para escolha da melhor alternativa para localização do canteiro avançado de obras.**

Critério	Resumo	Alternativa menos Impactante		Observações
		Alternativa 1	Alternativa 2	
Interferências com a Obra	Menor interferência com as obras em água	X		
Área de Dragagem	Área necessária a ser dragada	-	-	
Métodos Construtivos	Dificuldades para a implantação do canteiro	X		
Interferência na Vegetação	Área necessária a ser suprimida		X	A área da Alternativa 1 será recuperada, minimizando o impacto na região
Viabilidade Econômica	Custo para implantação do canteiro avançado	X		
<b>Melhor Alternativa</b>		<b>X</b>		

Portanto, como haverá uma recuperação da vegetação na área ser impactada, tanto na Alternativa 1 quanto na 2, sendo este impacto minimizado, e em todos os outros critérios a Alternativa 1 é mais vantajosa, escolheu-se a área desta alternativa para a implantação do Canteiro Avançado.

Na sequência desta informação técnica será apresentada a caracterização do canteiro de obras, bem como o diagnóstico ambiental da área da Alternativa 1, com o intuito de se realizar uma avaliação dos possíveis impactos desta implantação e operação do canteiro, propondo, quando necessário, medidas mitigadoras para minimizá-los.

Todos os Programas Ambientais voltados para a fase de implantação já apresentados no EIA e revisados para a movimentação de minério de ferro serão executados também para a nova área do Canteiro de Obras, quando for o caso. Todos os programas ambientais, bem como o Plano de Recuperação de Áreas Degradadas a ser elaborado para a área do Canteiro Avançado, serão detalhados para pedido de solicitação da Licença de Instalação, os quais já estarão contemplando essa nova área.

### 3.2. DESCRIÇÃO DO NOVO CANTEIRO AVANÇADO

Neste item serão apresentadas as definições das condições gerais e específicas para implantação do Canteiro Avançado para a fabricação das estacas e demais elementos pré-moldados visando a construção das instalações do Terminal BRITES.

Trata-se de um canteiro avançado secundário, vinculado ao Canteiro Principal Central, não contemplando nenhuma área administrativa, destinando-se apenas a fabricação das peças pré-moldadas em concreto armado e protendido.

O canteiro de obras tem sua natureza fundamentada na disposição de máquinas e insumos a uma menor distância do local de utilização, quesito importante para minimização de custos e perigos associados à movimentação excessiva de equipamentos e materiais.

#### 3.2.1. Diretrizes Gerais

Na instalação e operação do canteiro avançado serão obedecidas as normas e especificações referentes a materiais, mão-de-obra, serviços e padrões da Associação Brasileira de Normas e Técnicas (ABNT), assim como também serão obedecidas às exigências do Código de Obras do Estado ou do Município (Companhias de Serviços Públicos).

O Canteiro Avançado de Pré-moldados será dividido em 3 (três) setores: Setor de Insumos Básicos, Área de Fabricação de Estacas e Pátio de Fabricação de PMs (pré-moldados). Conforme já apresentado, o acesso ao canteiro avançado (Figura 3.2.1 – 1) se dará através de via de circulação entre a pera ferroviária e o limite do terreno, paralela à faixa de domínio da ferrovia, conectando-o ao canteiro principal e ao píer de funcionários.

De modo geral, os sistemas construtivos considerados para as edificações dos canteiros foram concebidos priorizando-se a industrialização em que se utilizam painéis pré-fabricados e modulares de madeira, tipo OSB, de maneira a racionalizar e padronizar o projeto e a construção.

Os objetivos deste procedimento foram a redução dos prazos de execução e de custos, a diminuição da quantidade de mão de obra alocada, a possibilidade de reutilização de painéis em outras edificações que não aquelas para os quais foram previamente destinados, a facilidade de remoção ao final da obra e seu reaproveitamento.

Todos os materiais aplicáveis em cada edificação do canteiro atenderão às exigências de normas regulatórias pertinentes e proporcionarão conforto aos usuários.

A cobertura das edificações será feita em telhas onduladas de fibrocimento reforçado com fios sintéticos sem amianto, com espessura de 6 mm e inclinação de 10% com detalhes executivos que atendam às recomendações dos fornecedores.

#### 3.2.2. Preparação do Terreno

Previamente ao início da implantação dos diversos setores que compõem o canteiro avançado de fabricação dos elementos pré-moldados, o terreno deverá ser adequadamente preparado para receber as referidas instalações. Nesta etapa ocorrerá a raspagem do terreno, serão retiradas as

vegetações rasteiras, troncos, árvores, etc., removendo os detritos e obstáculos existentes encontrados no local, para que não afete a segurança das instalações do canteiro de obra.

Não será permitida a queima dos detritos/materiais a serem removidos no local. Serão obtidas todas as autorizações legais junto aos órgãos fiscalizadores para a remoção de árvore, transplante ou plantio de mudas quando necessário.

Para a remoção do entulho (Área de descarte de material excedente) decorrente das operações de fabricação dos pré-moldados serão utilizadas caçambas apropriadas, ou caminhões caçambas, evitando quedas de material durante o trajeto, cuidando da limpeza das vias públicas, protegendo inclusive a carga dos caminhões com lona, se necessário.

Considerando as características do terreno de fundação e o peso das estacas e dos elementos pré-moldados que serão fabricados e estocados, será necessária a instalação por cravação de estacas de concreto para reforço do solo nos locais de aplicação de cargas elevadas. Acima das estacas, será feito um aterro para regularizar e nivelar a área (terraplenagem) possibilitando, assim, a execução dos pátios de fabricação dos elementos pré-moldados e estacas, instalação da usina de concreto e região de estoque de matéria-prima.

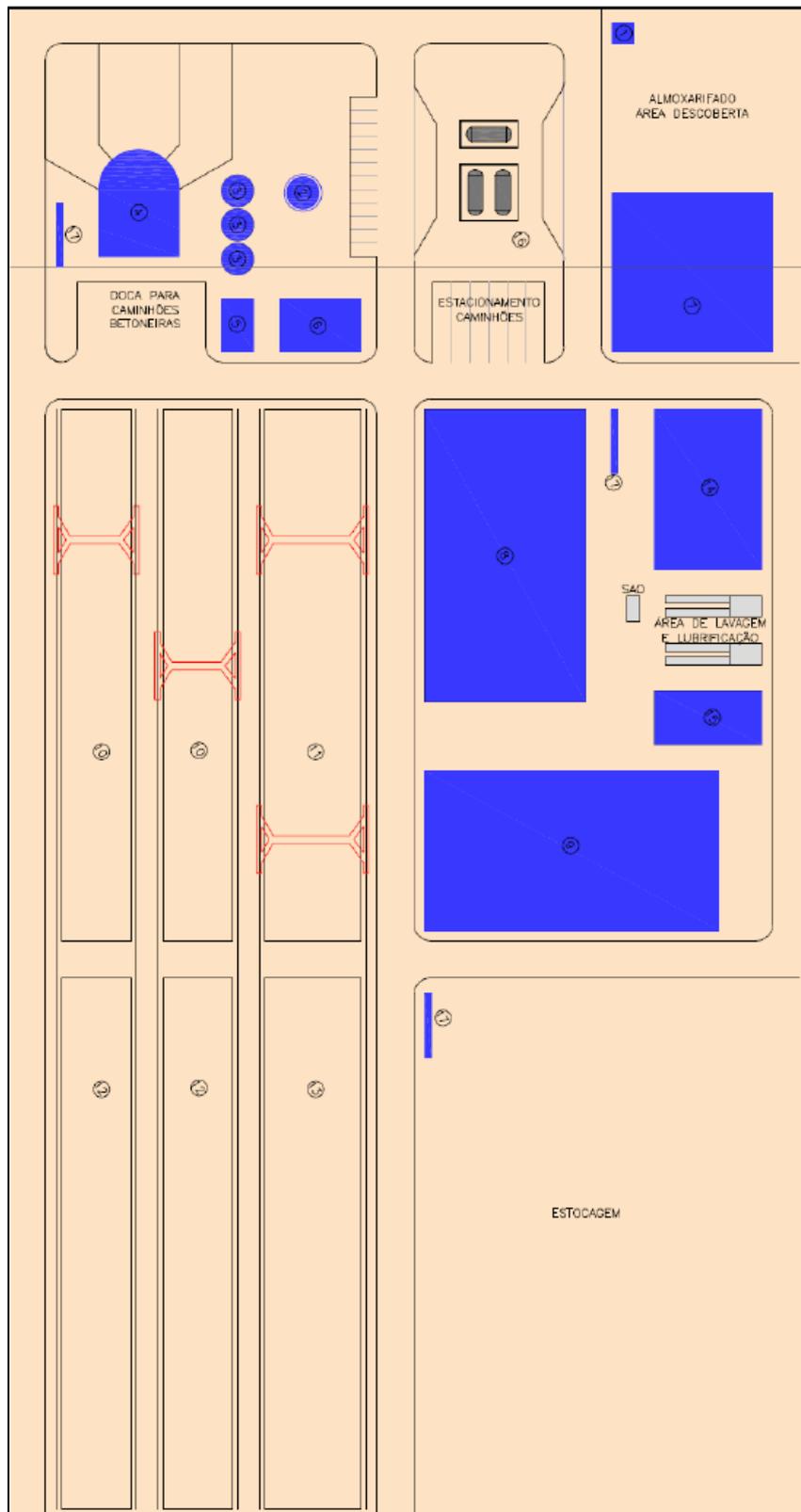
O material utilizado para aterrar a área será oriundo das mesmas jazidas licenciadas que fornecerão material para a obra do Terminal BRITES.

### 3.2.3. DESCRIÇÃO DAS INSTALAÇÕES

O Canteiro Avançado está subdividido em 3 áreas listadas a seguir e detalhadas nos itens subsequentes::

- Setor de Insumos Básicos
- Área de Fabricação de Estacas
- Pátio de Fabricação de PM's.

A Figura 3.2.3 – 1 apresenta o arranjo do canteiro avançado e no Anexo 3.2.3 – 1 consta o Desenho DE-B12-B14-0006 que mostra este arranjo na área onde o mesmo será implantado.



**Figura 3.2.3 - 1: Detalhe do canteiro avançado**

### **3.2.3.1. Setor de Insumos Básicos**

Trata-se da área destinada ao armazenamento dos insumos básicos, instalações de apoio para abastecimento e manutenção dos veículos e equipamentos e instalações de apoio imediato ao pessoal alocado no canteiro de pré-moldados. As instalações que irão compor esse setor estão listadas a seguir.

- Castelo d'água;
- Silos de cimento
- Armazenamento de Agregado Miúdo (areia / pó de pedra);
- Armazenamento de Agregado Graúdo (brita 0 / brita 1 e brita 2);
- Armazenamento de Cimento;
- Usina de Concreto;
- Oficina Mecânica;
- Borracharia;
- Área de Lavagem e Lubrificação;
- Separador de Água e Óleo;
- Posto de Abastecimento;
- Almojarifado;
- Laboratório para controle tecnológico do concreto;
- Sanitários Químicos;

### **3.2.3.2. Área de Fabricação de Estacas e Embarcadouro**

Local destinado à fabricação e embarque das estacas pré-moldadas protendidas que se constituirão nas fundações das diversas estruturas. Está dividido numa área destinada à fabricação e armazenamento das estacas propriamente ditas e no embarcadouro, onde as estacas e demais elementos pré-moldados serão transferidas para balsas que as transportarão até o local de cravação e aplicação. Essa área será contida por 2 (dois) caminhos de rolamento paralelos, dotados de pórticos rolantes, que movimentarão as estacas fabricadas para o local de estocagem e deste para as balsas através do embarcadouro, além da movimentação dos demais elementos pré-moldados até o embarque.

A área de fabricação de estacas apresenta dimensões de 210m x 20m e o embarcadouro 100mx60m. As instalações que irão compor esse setor estão a seguir relacionadas:

- Central de Formas;
- Central de Corte e Dobra da Armação;
- Local para instalação das formas, colocação das armaduras pré-montadas e lançamento e cura do concreto das estacas pré-moldadas;
- Local para estocagem das estacas pré-moldadas fabricadas.
- Embarcadouro para estacas e elementos pré-moldados;
- Caminho de rolamento dos pórticos rolantes.

### **3.2.3.3. Pátio de Fabricação de PM's**

Este setor é destinado à fabricação dos elementos pré-moldados que irão compor a meso e a superestrutura das estruturas marítimas que serão construídas.

O Pátio de Fabricação de Pré-moldados apresenta uma área total de 15.800m<sup>2</sup> e as instalações que irão compor esse setor estão a seguir relacionadas.

- Central de Formas;
- Central de Corte e Dobra da Armação;
- Local de pré-montagem de armaduras;
- Local para instalação das formas, colocação das armaduras pré-montadas e lançamento e cura do concreto dos elementos pré-moldados;
- Local para estocagem dos elementos pré-moldados.

### **3.2.3.4. Aspectos Ambientais**

#### **3.2.3.4.1. Drenagem**

O sistema de drenagem pluvial das águas incidentes sobre a área do Canteiro Avançado será constituído, basicamente, por dispositivos superficiais de drenagem, compostos por canaletas de seção retangular e abertas e em meia cana, caixas de passagem e de inspeção e galerias tubulares de concreto. Antes dos deságues os sistemas contarão com caixas desarenadoras.

Os deságues serão efetuados através de tubos protegidos por bocas de bueiro, seguidas de dissipadores que estarão acomodando o fluxo, condicionando o mesmo para disposição no terreno, cuja permeabilidade facilita sua absorção. Em situações de precipitação intensa o terreno direciona naturalmente o escoamento superficial para os cursos de água das adjacências.

O sistema de drenagem das oficinas será equipado com SAO, caixa separadora de água e óleo, cujo efluente oleoso será retirado através de caminhão e encaminhado para central de tratamento, conforme será apresentado na sequência.

### **3.2.3.4.2. Sistema de Tratamento**

Para o canteiro avançado está prevista a instalação de sanitários químicos, cuja limpeza e destinação final dos efluentes serão realizadas por empresa devidamente licenciada para tal.

Os efluentes provenientes de manutenção de veículos, área de lavagem e pátios de abastecimento serão destinados a dispositivo separador de água e óleo para a retenção dos óleos lubrificantes, querosene, graxas, dentre outros. O separador de água e óleo deverá ter manutenção semanal, sendo que o óleo retido na separação será removido para um reservatório estanque, localizado na Central de Resíduos e posteriormente será encaminhado à empresas licenciadas, conforme diretrizes estabelecidas no Subprograma de Gerenciamento de Resíduos Sólidos para a fase de obras.

Neste Canteiro Avançado, em função da lavagem de caminhões betoneiras, deverá ser incluída uma bacia de decantação na área de lavagem para retenção dos sólidos carregados, sendo apenas encaminhados ao sistema de drenagem apenas o efluente tratado.

Nessas áreas de lavagem haverá, além dos efluentes, uma significativa produção de sedimentos provenientes das lavagens de veículos, principalmente terra contaminada por óleos e combustível, que fica incrustada nos caminhões. Esse solo contaminado será destinado a leitos de secagem, em seguida acondicionados em tambores metálicos para posteriormente serem classificados e destinados adequadamente. Será realizado treinamento da equipe de forma que se possam combater eventuais vazamentos/ derramamentos de hidrocarbonetos em água e no solo.

Os produtos químicos utilizados na lubrificação e manutenção, assim como aqueles utilizados na lavagem dos equipamentos, serão estocados em áreas cobertas com sistema de contenção contra vazamentos/derramamentos, conforme NBR 7505/01 e também seguindo as diretrizes do Subprograma de Gerenciamento de Resíduos Sólidos para a fase de obras.

O efluente não oleoso tratado, proveniente dos separadores de água e óleo de todas as áreas onde o mesmo será instalado, será lançado na drenagem pluvial.

Os resíduos sólidos produzidos neste canteiro serão armazenados temporariamente em local adequado para cada tipo e posteriormente encaminhados para a Central de Resíduos do Canteiro principal para armazenamento e destinação junto com os outros resíduos gerados na obra.

Cabe salientar novamente, que todos os Programas Ambientais já apresentados ao IBAMA e que serão detalhados para o pedido da Licença de Instalação, também contemplaram esta nova área, controlando, minimizando e evitando possíveis impactos decorrentes da implantação e operação do Canteiro Avançado.

## **3.3. OPERAÇÃO DO EMPREENDIMENTO - AUMENTO DA MOVIMENTAÇÃO ANUAL**

Conforme apresentado, com o andamento dos detalhamentos do projeto buscou-se desenvolver um arranjo básico do Terminal de forma a garantir o equilíbrio entre as capacidades de

movimentação do minério de ferro da retroárea e dos berços de atracação, garantindo a máxima eficiência técnico-econômico-ambiental do empreendimento.

Verificou-se que é possível aumentar a capacidade de movimentação anual de minérios de 25 Mtpa para 27,5 Mtpa sem a necessidade de alterar o layout já apresentado ao IBAMA, apenas otimizando a operação de descarregamento de vagões, carregamento e descarregamento das pilhas e carregamento de navios, entre outros. A seguir serão apresentados a descrição destas operações, evidenciando a possibilidade da movimentação de 27,5 Mtpa.

### 3.3.1. Produtos Movimentados

O produto a ser considerado na movimentação do minério de ferro para a movimentação de 27,5 Mtpa continuará a ter as seguintes características:

**Tabela 3.3.1 - 1: Características das pilhas de minério**

Minério	Granulometria mm	Umidade %	Participação % exportação	Movimentação Mtpa
Granulado (Lump Ore)	6,35 a 19,0	7,0	26,32	7,10
Sinter Feed grosso	1,0 a 6,35	8,0	35,14	9,59
Sinter Feed fino	0,15 a 1,0	8,0	23,99	6,62
Pellet Feed	< 0,04	8,0	14,55	3,97

### 3.3.2. Concepção Geral do Terminal

Conforme apresentado nas outras Informações Técnicas, todas as obras a serem realizadas no novo Terminal estarão em acordo com as normas pertinentes da ABNT, e quando da inexistência desta, normas estrangeiras. Devido à natureza da atividade portuária, tentou-se enquadrar o projeto na simplicidade, funcionalidade, economia e conforto. As obras e edificações sugeridas pretendem atender a todas as funções e ações que se espera de um terminal portuário.

Nesta fase de detalhamento de projeto, buscou-se desenvolver um arranjo básico do Terminal de forma a garantir o equilíbrio entre as capacidades de movimentação do minério de ferro da retroárea e dos berços de atracação, garantindo a máxima eficiência técnico-econômico-ambiental do empreendimento.

O sistema de manuseio do terminal compõe-se basicamente dos seguintes sistemas:

- Ferrovia
- Recepção de minério
- Estocagem de Minério
- Expedição de Minério e Carregamento de Navios

### 3.3.2.1. Ferrovia

Logo após o desemboque do túnel ferroviário existente, uma derivação à direita do ramal da MRS dará origem a uma linha ferroviária do terminal, a qual terá uma extensão total aproximada de 2.800 m e será composta por duas linhas, sendo uma linha para circulação e outra para o virador de vagões.

Para descarregamento dos minérios, as locomotivas passarão através dos viradores de vagões, sendo compostas por 124 vagões e 4 locomotivas, distribuídos da seguinte forma:

- 3 locos + 56 vagões + 1 loco + 68 vagões

O comprimento aproximado do trem será:

- $124 \text{ vagões} \times 11,77\text{m} + 4 \text{ locos} \times 23,95\text{m} = 1555 \text{ m}$

A capacidade de carga do trem será de aproximadamente:

- $124 \text{ vagões} \times 92\text{t} = 11.408 \text{ t}$

O número de composições por dia irá variar de acordo com a ocupação da ferrovia. Considerando uma ocupação de 90% (328 dias/ano) na ferrovia estima-se um número entre 7 e 8 composições/dia a serem descarregadas para atender à movimentação de 27,5Mtpa do Terminal.

### 3.3.2.2. Recepção de Minério

Na recepção ferroviária está prevista uma Estação de Descarga de dois vagões simultâneos, com o virador sobre duas moegas funcionando em conjunto com um posicionador de vagões. Considerando um ciclo de 88 s no virador de vagões a capacidade de descarga será:

- $2 \text{ vagões} \times 92 \text{ t} \div 96 \text{ s} \times 3600 \text{ s/h} = 6.900 \text{ t/h}$

A Tabela 3.3.2.2 – 1 a seguir mostra uma simulação estática da operação do virador para a movimentação de 27,5 Mtpa:

**Tabela 3.3.2.2 - 1: simulação estática da operação do virador para a movimentação de 27,5 Mtpa**

Volume (Mtpa)	27,5
Produto	Minério
Volume (t/mês)	2.291.667
Capacidade Média de Vagão (ton)	92,0
Número de Vagões por Trem	124
Tamanho Médio do Trem	11.408
Trens por mês (no.)	201
Numero de manobras de acordo com o número de vagões/tambor	62
Nº. Vagões no Tambor do Virador	2
Ciclo do Virador (min) incluindo posicionamento dos vagões	1,60

Taxa Efetiva de descarga (t/h)	6.900
Tempo Efetivo de Descarga do Lote (h)	1,7
Disponibilidade do Sistema (%)	90%
Tempo máximo de Descarga (h)	1,8
Manobra de Chegada (h)	0,3
Perdas operacionais (h/mês)	24
Perdas operacionais limpeza de rota.	0
Outras Perdas h/mês)	0
Perdas ferroviárias (h/mês)	0
Manobra de Saída (h)	0,3
Ciclo do Lote (h)	2,3
Taxa Comercial (t/h)	6.210
Horas Totais Comprometidas por mês (h)	494
<b>OCUPAÇÃO DO VIRADOR NO MÊS(%)</b>	<b>Máx. 95%</b>
	<b>68,5%</b>

Dados de Referência: VETRIA (HATCH)

Sob as moegas estão previstos dois alimentadores de sapatas que descarregam o minério em uma linha de transportadores de correia, os quais abastecem o pátio de estocagem passando pelas casas de transferência.

Os transportadores previstos na linha de recepção possuirão as seguintes características:

- Capacidade nominal: 8.000 t/h
- Capacidade de projeto: 9.600 t/h
- Largura da correia: 1800 mm
- Velocidade da correia: 4,0 m/s

### 3.3.2.3. Estocagem de Minério

Das casas de transferência de alimentação dos pátios, o minério será levado para as pilhas de estocagem através dos transportadores de alimentação das máquinas.

Considerando um peso específico aparente médio de 2,0 t/m<sup>3</sup>, a área disponível no pátio permite estocar 970.000t de minério de ferro distribuídas em cinco pilhas de estocagem com 32,5m de largura e 13,5m de altura (são as mesmas dimensões para movimentação de 25 Mtpa), com as seguintes características:

**Tabela 3.3.2.3 - 1: Características das Pilhas de Minério**

Pilha N°.	Minério	Comprimento das Pilhas	Capacidade
1	Sinter Feed fino	540 m	204 kt
2	Granulado (Lump Ore)	660 m	253 kt
3	Sinter Feed grosso	480 m	185 kt
4	Sinter Feed grosso	435 m	167 kt
5	Pellet Feed	425 m	161 kt

Como na movimentação de 25 Mtpa, para movimentar 27,5 Mtpa a formação das pilhas e recuperação do minério para embarque será feita por duas empilhadeiras recuperadoras, sendo que para a formação das pilhas a capacidade das empilhadeiras/recuperadoras é de 7.530 t/h e de 9.000 t/h para recuperação.

#### **3.3.2.4. Expedição de Minério e Carregamento de Navios**

Os transportadores de recuperação dos pátios descarregarão o minério nas casas de transferência da expedição, que cairá em uma linha de transportadores de correia montado em galeria fechada ligando a casa de transferência principal da expedição, localizada na plataforma de transição da margem, à outra casa localizada na plataforma de transição do píer.

Para a movimentação de 27,5 Mtpa de minério, os transportadores previstos na linha de embarque possuirão as seguintes características:

- Capacidade nominal: 9.000 t/h
- Capacidade de projeto: 10.800 t/h
- Largura da correia: 1800 mm
- Velocidade da correia: 4,5 m/s

O transportador localizado sobre a plataforma do píer alimentará o carregador de navio através de tripper. Os carregadores de navios (sendo um futuro) serão do tipo pórtico móvel sobre trilhos, com lança telescópica basculante e giratória, com capacidade nominal de 9.000 t/h e dimensões adequadas ao carregamento de minério em navios de até 180.000 toneladas de porte bruto.

Em vista das limitações de profundidade do porto, a carga máxima a ser carregada no maior navio de projeto será de 120.000 t.

A Tabela 3.3.2.4 – 1 mostra uma simulação estática do carregamento de navios para a movimentação de 27,5 Mtpa e a taxa de ocupação do píer, considerando uma eficiência de 65% e um tempo de 6,0 h nas operações de atracação e desatracação.

**Tabela 3.3.2.4 - 1: Simulação estática do carregamento de navios para a movimentação de 27,5 Mtpa**

Movimentação anual	Mtpa	27,5
Consignação média	t/navio	120.000
Número de navios/ano	un	229
Capacidade nominal do Carregador	t/hora	9.000
Eficiência do carregamento	%	65
Horas de operação por dia	h/dia	24
Prancha	t/dia	140.400
Tempo para atingir a consignação	dia	0,85
Horas de atracações de navios	h	6,00
Tempo gasto nas atracações	dia	0,25
Tempo total/navio	dia	1,10
Ocupação do berço	dias/ano	253
<b>Taxa de ocupação do berço</b>	<b>%</b>	<b>69</b>

### 3.3.3. Conclusão da Alteração de 25 Mtpa para 27,5 Mtpa

Visto o exposto no nos itens anteriores, percebe-se que apenas foram alteradas as eficiências operacionais no terminal, como no virado de vagões e carregamento de navios, não sendo necessária nenhuma alteração no projeto.

Portanto, os impactos advindos da implantação e operação do terminal serão os mesmo já apresentados nas outras Informações Técnicas já apresentadas ao IBAMA, apenas para a Alteração da Qualidade do Ar foi necessário refazer o Estudo de Emissões Atmosféricas e Modelagem de Dispersão de Poluentes Atmosféricos, uma vez que os resultados destes estudos são diretamente relacionados com a movimentação anual de minérios.

No item subsequente é apresentado os resultados do novo estudo no Anexo 3.3.3 – 1 o mesmo se encontra na integra.

### 3.3.4. Resultado do Estudo de Emissões Atmosféricas e Modelagem de Dispersão de Poluentes Atmosféricos

#### 3.3.4.1. Resumo geral das emissões de material particulado

A Tabela 3.3.4.1 – 1 a seguir mostra o resumo geral das emissões de material particulado obtidas mediante cálculos realizados com a utilização dos fatores de emissão contidos nas Subseções 13.2.4 – “Aggregate Handling And Storage Piles” e 13.2.5 – “Industrial Wind Erosion” do “Compilation of Air Pollutant Emission Factors” - AP-42 da USEPA, englobando as operações realizadas nos setores do

Terminal BRITES onde ocorrem as emissões atmosféricas, podendo-se verificar a emissão residual total de 8,15 t/ano de material particulado na operação do Terminal Portuário.

**Tabela 3.3.4.1 - 1: Resumo geral das emissões de material particulado no Terminal BRITES**

Tabela resumo das emissões de material particulado		
Fontes	Emissão potencial (t/ano)	Emissão residual (t/ano)
Setor 1 - Recebimento e transporte de minérios até empilhadeira de formação de pilhas	22,55	2,63
Setor 2 - Ação erosiva dos ventos sobre as pilhas de estocagem de minérios a céu aberto	8,70	2,18
Setor 3 – Recuperação das pilhas, transporte até navios e carregamento direto	21,86	3,34
<b>Total de Emissão de Material Particulado</b>	<b>53,11</b>	<b>8,15</b>

### 3.3.4.2. Resumo geral das concentrações de partículas inaláveis obtidas por meio da modelagem de dispersão de poluentes

A Tabela 3.3.4.2-1 a seguir mostra o resumo geral das concentrações de Partículas Inaláveis (MP10) obtidas mediante utilização do modelo ISCST3 *Industrial Source Complex Short Term version 3* da USEPA, com dados meteorológicos da Estação de Monitoramento CETESB Santos – Ponta da Praia e emissões atmosféricas conforme Estudo de Emissões apresentado no item anterior, cujas concentrações máximas diárias na área de influência (fora da unidade industrial) apresentaram o valor máximo de 13,4 µg/m<sup>3</sup>.

**Tabela 3.3.4.2 - 1 - Concentrações Máximas de Partículas Inaláveis na área de influência do Terminal BRITES**

Tabela resumo das Concentrações de Partículas Inaláveis (MP10)				
Período	PQAR (µg/m <sup>3</sup> )	C. Max (µg/m <sup>3</sup> )	Coordenada UTM (metros)	Local
<b>1st Max 24h</b>	150	13,4	363.500 e 7.356.500	0,12 km da unidade na direção oeste
<b>4th Max 24h</b>	100	12,5	363.500 e 7.356.500	0,12 km da unidade na direção oeste
<b>Anual</b>	35 e 50	4,1	363.500 e 7.356.000	0,5 km da unidade na direção oeste

Nota: 4th Max 24h – Concentração Diária representando para Quarta Máxima.

1st Max 24h – Concentração Diária representando a Primeira Máxima.

PQAR – CONAMA 03/90: 150 µg/m<sup>3</sup> - 24h e 50 µg/m<sup>3</sup> - anual

PQAR – Dec. Estadual 59.113/13 Nível MI2: 100 µg/m<sup>3</sup> - 24h e 35 µg/m<sup>3</sup> - anual

## CAPITULO 4

### DIAGNÓSTICO AMBIENTAL DA ÁREA DO CANTEIRO AVANÇADO

Á área onde se prevê a instalação do Canteiro Avançado é adjacente a área onde será implantado o Brasil Intermodal Terminal Santos – BRITES e, portanto, o Diagnóstico Ambiental da área em questão se assemelha em diversos aspectos ao diagnóstico apresentado no Estudo de Impacto Ambiental.

Para aqueles aspectos que são idênticos ao diagnóstico já apresentado no EIA, nesta informação técnica iremos apresentar um resumo do que já foi apresentado ao IBAMA e para aqueles que merecem uma maior atenção, como a vegetação a ser afetada, as novas áreas de dragagem, entre outros, será apresentado um diagnóstico detalhado.

Com relação ao Meio Socioeconômico, devido a não alteração em nenhum aspecto em relação ao já apresentado no EIA, o mesmo não será abordado neste diagnóstico da área do Canteiro Avançado, ficando valendo aquelas informações já apresentadas anteriormente no pedido de solicitação da Licença Prévia.

Na sequência desta Informação Técnica são apresentadas as descrições e análises dos atributos ambientais relevantes e das suas interações que caracterizam a situação ambiental da área de influência do Canteiro Avançado antes da implantação do empreendimento, as quais compreendem:

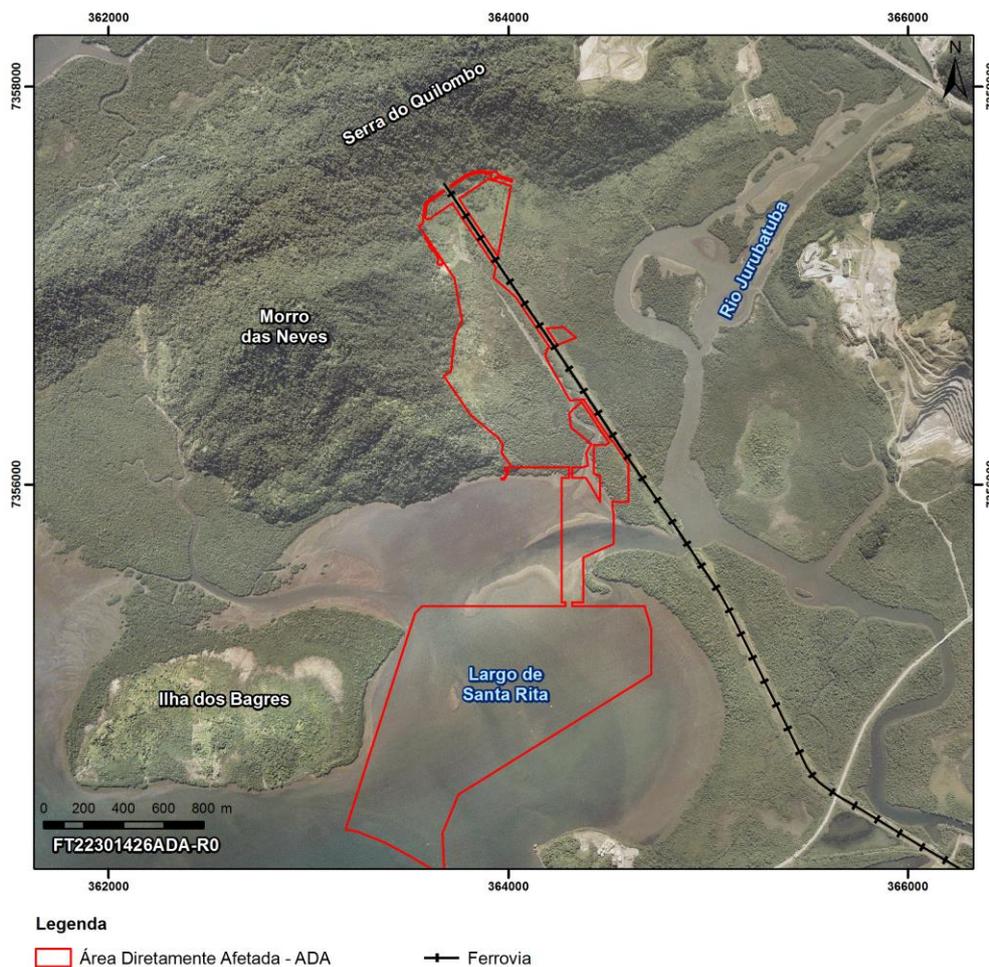
- Os elementos susceptíveis de sofrer, direta ou indiretamente, efeitos significativos das ações referentes às etapas de planejamento, implantação e operação do empreendimento;
- Informações cartográficas, com a representação das áreas de influência e a espacialização dos fatores ambientais estudados.

Os itens 4.1 a 4.2 apresentam os resultados dos diagnósticos temáticos, subdivididos em meios físico e biótico, respectivamente. Os métodos e procedimentos utilizados em cada estudo temático (componentes ambientais dos meios físico e biótico) são apresentados nos itens respectivos.

O Diagnóstico do Meio Físico compreende a avaliação das características dos componentes climáticos e meteorológicos, da qualidade do ar, níveis de pressão sonora e de vibrações, substrato rochoso, relevo e solos, recursos hídricos superficiais, subsuperficiais e marinhos das áreas de influência do empreendimento, tal como se encontram atualmente, antes da implantação e operação do Canteiro Avançado.

No Diagnóstico do Meio Biótico é apresentada a caracterização dos ecossistemas terrestres relacionados à cobertura vegetal e fauna associada e dos ecossistemas aquáticos existentes atualmente nas áreas de estudo do empreendimento.

Com a inclusão da área do Canteiro Avançado, as áreas de influência indireta (AII) e direta (AID) não se alteraram, apenas a área diretamente afetada (ADA) teve mudanças, com a inclusão da área do novo canteiro avançado e da área de dragagem para acessar este canteiro, conforme apresentado na Figura 4 – 1.



**Figura 4 - 1: Limite da nova Área Diretamente Afetada por todo o empreendimento, incluindo a área do Canteiro Avançado**

## 4.1. DIAGNÓSTICO DO MEIO FÍSICO

### 4.1.1. Clima

Segundo o Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas (cuja sigla, derivada do nome em inglês é IPCC<sup>2</sup>), clima é geralmente definido como o “tempo meteorológico médio” ou, mais precisamente, como a descrição estatística de quantidades relevantes de mudanças do tempo meteorológico num período de tempo, que vai de meses a milhões de anos. Ou ainda, o clima pode ser definido como o conjunto de estados do tempo meteorológico que caracterizam o meio ambiente atmosférico de uma determinada região. Ele permite reunir semelhanças em várias regiões da Terra através de tipos específicos, onde são consideradas as variações médias dos elementos meteorológicos (temperatura, precipitação, vento, umidade, pressão do ar) ao longo das estações do ano. Entende-se por tempo meteorológico o tempo atual ou tempo a ser previsto pelos meteorologistas, que se estende no máximo em 15 dias.

Os fatores climáticos são os elementos naturais e humanos capazes de influenciar as características ou a dinâmica de um ou mais tipos de clima. Para que sejam compreendidos, precisam ser estudados de forma interdisciplinar, pois um fator interfere no outro. São eles: pressão atmosférica, órbita terrestre, latitude, altitude, maritimidade, continentalidade, massas de ar, correntes marítimas, relevo, vegetação e antropização, representada pelo uso do solo.

Circulações de todos os tamanhos coexistem na atmosfera, interagindo entre si. De acordo com o “tamanho” dos movimentos na atmosfera, são atribuídas três diferentes escalas: microescala, mesoescala e escala sinótica. A microescala compreende parâmetros localizados num contexto geográfico pequeno e limitado, com espacialidade da ordem de alguns metros e duração de poucos minutos, tal como pequenos turbilhões. A mesoescala compreende circulações que duram algumas horas e abrangem até algumas centenas de quilômetros, como, por exemplo, circulações locais, brisa marítima, tornados e pequenas tempestades tropicais. Por fim, a escala sinótica domina regiões da ordem de milhares de quilômetros quadrados, podendo durar dias e, às vezes, semanas (sistemas frontais, áreas de alta e baixa pressão). As maiores circulações se encontram na escala planetária ou global, podendo atuar sobre toda a atmosfera terrestre (circulação geral da atmosfera).

#### 4.1.1.1. Caracterização climatológica

O município de Santos está localizado na região denominada Baixada Santista, ao sul do Trópico de Capricórnio, na região central do litoral do Estado de São Paulo, representando a transição entre o litoral Norte e o litoral Sul. Por estar situada pouco abaixo do trópico de Capricórnio, que passa sobre a cidade de Ubatuba, a região apresenta características de clima Tropical devido à zona de transição entre as zonas Temperada Sul e Tropical Sul.

Dentre os domínios climáticos brasileiros, a Baixada Santista pode ser classificada como pertencente ao domínio de clima Tropical Úmido, conforme Figura 4.1.1.1 – 1, cuja dinâmica é

---

<sup>2</sup> Na sigla em inglês: Intergovernmental Panel on Climate Change: organização científica intergovernamental constituída pela Organização Meteorológica Internacional - WMO e pelo Programa das Nações Unidas sobre o Meio Ambiente – UNEP

controlada por massas de ar tropicais e polares. Em específico na região, a massa predominante é a Tropical Atlântica (mTa), formada pelo ar marítimo úmido e quente que atua na América do Sul. O alto índice pluviométrico é marcante no município. A alta umidade proveniente do Oceano Atlântico e a presença das serras promovem chuvas durante a metade do ano. A temperatura média fica em torno de 24° C.

Os ventos mais conhecidos na região são o Sudeste, o Leste e o Sul (úmido e frio - responsáveis pelas frentes frias) e o vento quente e úmido do leste no verão, além das brisas marítimas e terrais diariamente.

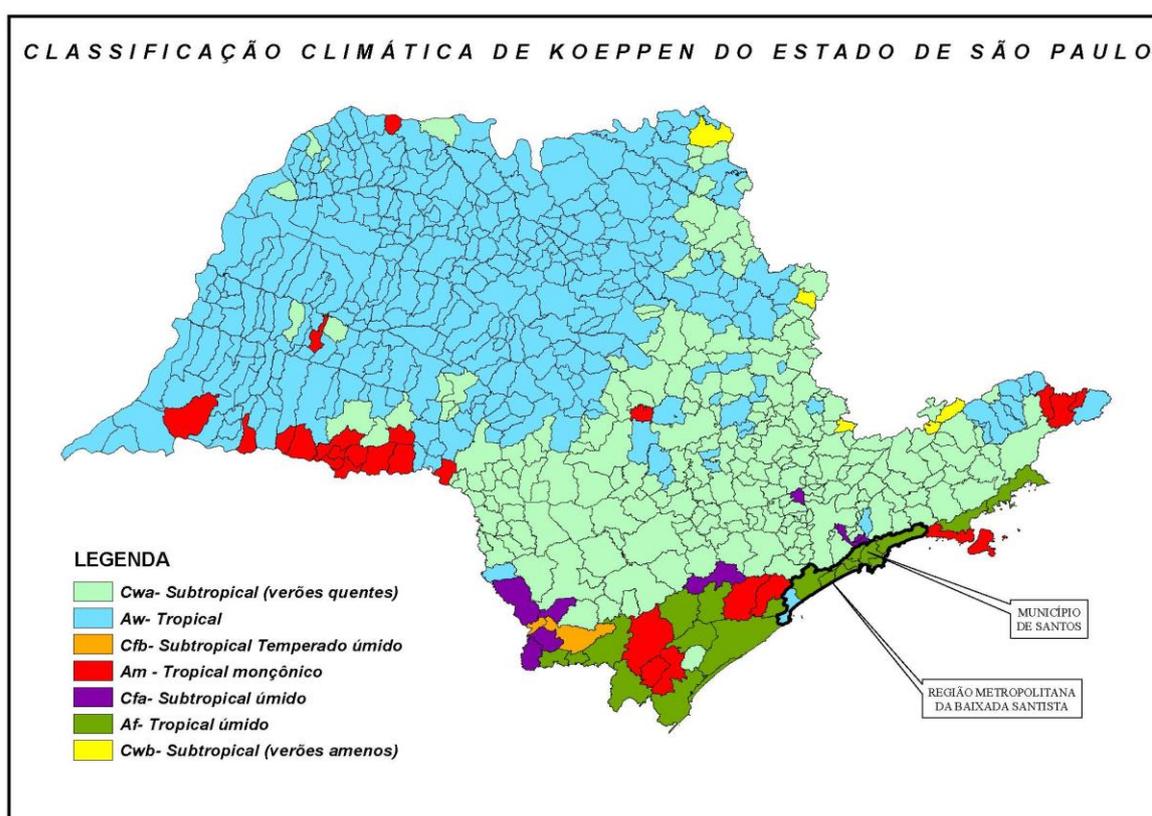


Figura 4.1.1.1 - 1: Classificação climática de Köppen para o Estado de São Paulo. Em destaque, a localização da região do município de Santos. Fonte: Sistema de monitoramento Agrometeorológico da fundação ABC - (disponível em: [http://sma.fundacaoabc.org.br/climatologia/classificacao\\_climatica/sp](http://sma.fundacaoabc.org.br/climatologia/classificacao_climatica/sp))

Climatologia regional é a descrição dos climas em áreas selecionadas da Terra. Seu objetivo fundamental é compreender como os parâmetros climáticos e os fatores que os explicam interagem entre si.

A seguir, são apresentados os procedimentos metodológicos.

#### 4.1.1.2. Procedimentos metodológicos

A caracterização do clima deve considerar um subconjunto dos possíveis estados atmosféricos e, para tal, requer a análise de uma longa série de dados meteorológicos e ambientais, sendo sua

principal ferramenta de investigação a estatística. Por longa série de dados entende-se um período de dezenas de anos, sendo recomendada pela Organização Mundial de Meteorologia (WMO na sigla em inglês), a utilização de série de, no mínimo, 30 anos para a análise climática.

Entretanto, essa recomendação é muito difícil de ser alcançada, em especial quando se procura dados específicos para a região de estudo. Nota-se que, nas amostras da série temporal, ao longo das dezenas de anos, podem ocorrer variações do valor médio, indicando variabilidade climática. Parte dessas variações pode ser atribuída a causas antropogênicas. Por exemplo, os primeiros anos do século XXI têm sido mais quentes que os anteriores, da segunda metade do século XX, devido à intensificação das atividades industriais que ocorreram neste período.

Para o caso da elaboração de um Diagnóstico Ambiental utilizado em licenciamentos, séries temporais menores podem ser utilizadas, desde que tenham, no mínimo, cinco anos, e sejam, preferencialmente, de períodos mais recentes.

Mesmo assim, na prática, a conciliação entre localização da região de estudo, a localização da estação meteorológica, parâmetros observados, frequência de observações e duração da série de dados é difícil.

No estudo apresentado no EIA, para a caracterização climatológica da região onde se insere o empreendimento, foram utilizados dados disponíveis de estações meteorológicas no município de Santos. As informações foram reunidas de forma a possibilitar a análise das séries de dados das seguintes variáveis meteorológicas: pressão atmosférica, temperatura do ar, umidade relativa, pluviosidade e velocidade e direção do vento.

#### **4.1.1.2.1. Dados utilizados**

Para caracterizar a região de interesse neste estudo foram utilizados dados dos seguintes órgãos:

- Centro de Previsão do Tempo e Estudos Climáticos – CPTEC e Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais – INPE, do qual foram utilizadas as médias mensais de 2000 a 2009, para temperatura, pressão, direção e velocidade dos ventos, no município do Guarujá;
- Departamento de Águas e Energia Elétrica – DAEE, do qual foram utilizadas as médias mensais de 1937 a 2004 para precipitação, no município de Santos;
- Instituto Nacional de Meteorologia (INMET), do qual foram utilizadas as médias mensais de 1960 a 1991 para umidade relativa, insolação e nebulosidade, no município de Santos; e
- Companhia Ambiental do Estado de São Paulo (CETESB), de onde se utilizou dados de umidade relativa do ar, de 2004 a 2008, no município de Cubatão.

Assim, as análises foram feitas para os seguintes parâmetros ou elementos meteorológicos:

- Pressão atmosférica reduzida ao nível médio do mar;

- Temperatura do ar;
- Umidade relativa do ar;
- Insolação e nebulosidade;
- Precipitação;
- Direção e velocidade do vento.

#### 4.1.1.2.2. Fontes utilizadas

Na Tabela 4.1.1.2.2 - 1 está indicadas as estações meteorológicas cujos dados foram utilizados, bem como suas respectivas fontes e localização. A escolha destas fontes de dados foi baseada na proximidade com o local de estudo e na disponibilidade de dados.

**Tabela 4.1.1.2.2 - 1: Relação das Estações Meteorológicas e seus respectivos parâmetros utilizados na Caracterização Climática da região do município de Santos.**

Estação	Localização	Altitude	Parâmetros	Período	Frequência
Estação Metar SBST, do CPTEC-INPE, Guarujá– SP <sup>1</sup>	Lat: 23°55'50"S Lon: 46°17'54"W	3 m	Temperatura Pressão Vento (direção e velocidade)	2000-2009	Mensal
Estação do DAEE, Santos – SP (E3-041) <sup>2</sup>	Lat: 23°53'58"S Lon: 46°12'58"W	3 m	Precipitação	1937-2004	Mensal
Estação do INMET, Santos – SP (83782) <sup>3</sup>	Lat: 25°55'58"S Lon: 46°19'58"W	13 m	Insolação Nebulosidade	1961-1990	Mensal
Estação da Cetesb - Cubatão – Centro, Cubatão, SP <sup>4</sup>	Lat: 23°52'44"S Lon: 46°25'04"W	-	Umidade relativa do ar	2004-2008	Mensal

1. Banco de dados meteorológicos, Centro de Previsão de Tempo e Estudos Climáticos (<http://bancodedados.cptec.inpe.br>).
- Observações do tipo METAR são feitas por estações meteorológicas de superfície, situadas em aeroportos.
2. Banco de dados pluviométricos do Estado de São Paulo ([www.dace.sp.gov](http://www.dace.sp.gov)).
3. Normais Climatológicas (1961-1990), Ministério da Agricultura e Reforma Agrária, Secretaria Nacional de Irrigação, Departamento Nacional de Meteorologia, Brasília, 1992.
4. Dados históricos da rede automática da Cetesb ([http://www.cetesb.sp.gov.br/Ar/ar\\_dados\\_historicos.asp](http://www.cetesb.sp.gov.br/Ar/ar_dados_historicos.asp))

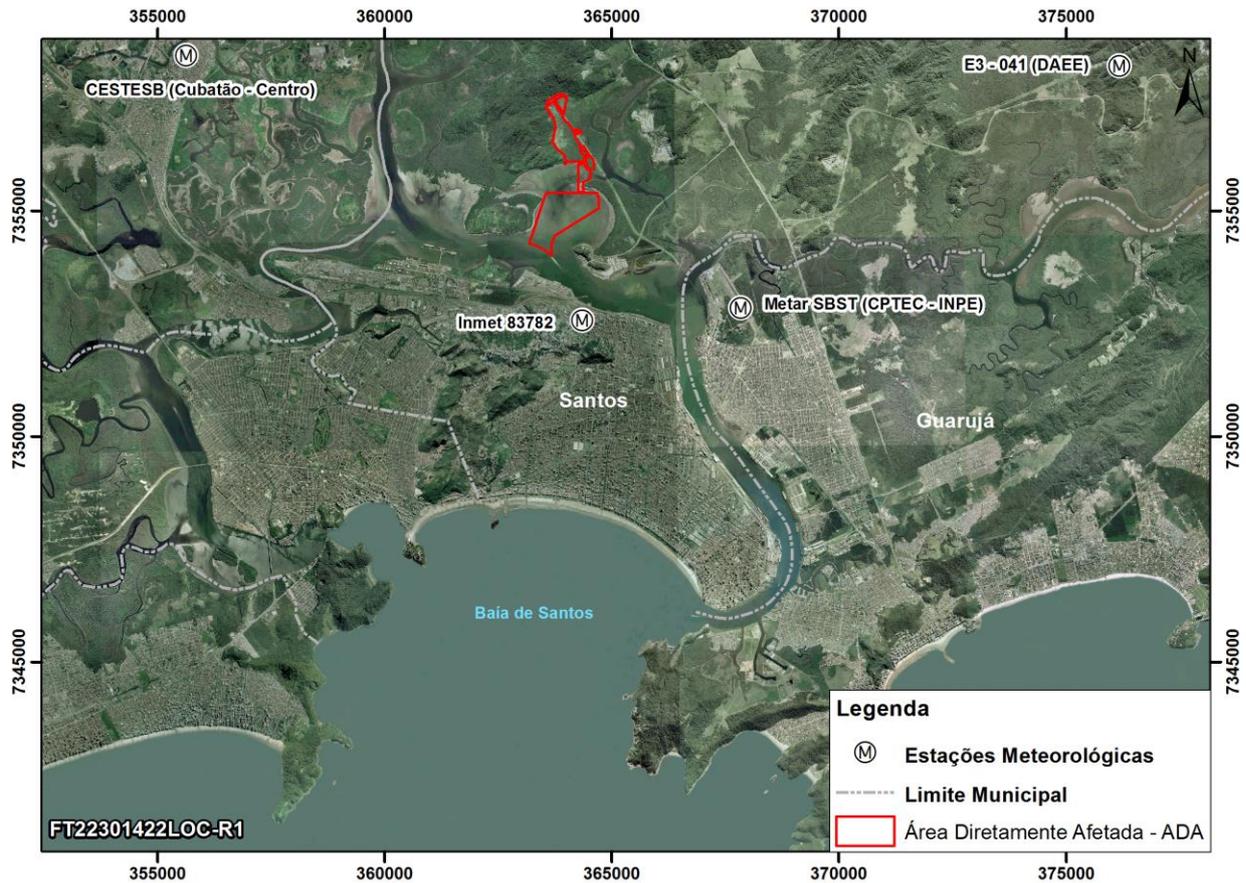


Figura 4.1.1.2.2 - 1: Localização das estações meteorológicas e local do empreendimento.

#### 4.1.1.3. Síntese das Variáveis Climáticas e Meteorológicas

No Estudo de Impacto Ambiental já foi apresentado detalhadamente todo o levantamento e análise dos dados climáticos da região, cujos resultados estão apresentados na sequência.

- De acordo com a classificação de Köppen, o clima da região de Santos é Af sendo que:
  - A: clima tropical úmido, com forte precipitação anual;
  - f: clima equatorial, com ocorrência de precipitação em todos os meses do ano.
- Pressão atmosférica média anual: 1.015 hPa;
- Temperatura média anual do ar: 24°C;
- Umidade relativa média: 84%;
- Insolação média: 1.490 horas por ano;
- Nebulosidade média: 6,3 décimos;
- Precipitação total: 3.386 mm por ano – região classificada como “muito chuvosa”;

- Período seco: abril a setembro, 36% da precipitação total anual;
- Mês mais seco: agosto (155 mm);
- Período chuvoso: outubro a março, 67% da precipitação total anual.
- Ventos: ocorrência de aproximadamente 34% de ventos de brisa, aragem e calmaria. Predominam os ventos, com maior velocidade, provenientes do Sul, Leste e Sudeste em direção ao continente.

#### 4.1.2. Ruído e Vibrações

O Diagnóstico Ambiental de Ruído de Vibração apresentado no EIA foi elaborado com a utilização de dados primários obtidos por campanhas de monitoramento de ruído e vibração em 65 pontos. Estes pontos analisados trazem uma boa referência de como a região se encontra acusticamente, inclusive para a área do novo canteiro. Abaixo segue as informações relevantes retiradas do EIA para evidenciar a situação da região do Canteiro Avançado.

Nos dias 5 e 6 de Junho de 2009 foram realizadas avaliações de ruído e vibrações, durante o dia, em 6 pontos da Área de Influência Direta do Terminal BRITES e Canteiro Avançado. As avaliações noturnas de ruído foram feitas no dia 2 de Outubro de 2009, nos mesmos pontos. As medições de ruído e vibrações foram realizadas simultaneamente para todos os pontos de medição diurnos, com exceção da medição no ponto cinco (5), no qual foi somente realizada a medição de vibração devido ao fato da área ser completamente degradada acusticamente (área com oscilações constantes de ruído o que impediu a coleta correta de dados), além do fato de não haverem receptores na envoltória do ponto de medição em questão.

Em cada ponto selecionado foram feitas medições de nível sonoro, com um período de amostragem mínimo de 5 minutos, desde que o valor do Nível Equivalente Contínuo ( $L_{eq}$ ) estivesse estabilizado.

As medições de ruído foram feitas com análise estatística dos dados, sendo anotado, além do  $L_{eq}$ , que é o índice de referência legal para o caso em análise, o  $L_{90}$  (ruído de fundo), e o  $L_{10}$ . O  $L_{eq}$  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  $L_{90}$  é o nível de ruído que é ultrapassado 90 % do tempo, sendo denominado “ruído de fundo”. Finalmente, o  $L_{10}$  é o ruído que é ultrapassado em 10 % do tempo, sendo, portanto, o nível sonoro máximo, desconsiderados os picos isolados.

A avaliação de vibrações foi feita 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).

#### 4.1.2.1. Legislação

##### Ruído

No Brasil a legislação pertinente aos níveis de ruído é a Resolução do Conselho Nacional do Meio Ambiente – CONAMA nº. 1/90, que determina que sejam atendidos os critérios estabelecidos pela Associação Brasileira de Normas Técnicas – ABNT, em sua norma técnica NBR nº. 10.151 (revisão de 2000) – “Avaliação do Ruído em Áreas Habitadas, visando o conforto da comunidade”, para ruídos emitidos em decorrência de quaisquer atividades industriais, comerciais, sociais ou recreativas.

Os níveis máximos de ruído externo que a norma técnica NBR 10.151 considera recomendável, para conforto acústico, são apresentados na Tabela 4.1.2.1 - 1 a seguir:

**Tabela 4.1.2.1 - 1: Limites de Ruído - dB (A) - conforme NBR 10.151**

Tipos de áreas	Diurno (dB(A))	Noturno (dB(A))
Áreas de sítios e fazendas	40	35
Área estritamente residencial urbana ou de hospitais ou de escolas	50	45
Área mista, predominantemente residencial	55	50
Área mista, com vocação comercial e administrativa	60	55
Área mista, com vocação recreacional	65	55
Área predominantemente industrial	70	60

Obs.: Caso o nível de ruído preexistente no local seja superior aos relacionados nesta tabela, então este será o limite.

A reação pública a uma fonte de ruído normalmente só ocorre se for ultrapassado o limite normalizado, e é tanto mais intenso quanto maior o valor desta ultrapassagem.

Segundo a NBR 10.151, revisão de 1987 (item 3.4.2): “Diferenças de 5 dB(A) são insignificantes; queixas devem ser certamente esperadas se a diferença ultrapassar 10 dB(A).” Embora este critério não possua efeito legal, é útil para a qualificação da magnitude de eventuais impactos negativos de ruído, e servir de base para a priorização da implantação de medidas corretivas.

Cumprе ressaltar que esses padrões legais referem-se a ruído ambiental, ou seja, que ocorre fora dos limites do empreendimento em questão. Portanto, os estudos foram realizados de forma a apontar os níveis de ruído em pontos receptores localizados próximo ao empreendimento.

Conforme requerido pela norma NBR 10.151, a classificação do tipo de uso e ocupação do solo nos pontos receptores medidos deve ser realizada por observação local imediata durante as medições dos níveis de ruído.

Desta forma, a classificação de uso e ocupação nos pontos receptores não representa, necessariamente, o zoneamento oficial do município, pois frequentemente a ocupação real não corresponde a este. Por outro lado, os padrões de ruído são estabelecidos em função da sensibilidade dos agentes receptores, que estão intrinsecamente relacionados com o tipo de ocupação existente.

##### Vibrações

No Brasil não são encontradas legislações específicas para avaliação de vibração. Entretanto, existem diversos estudos internacionais que visam determinar o grau de incômodo de vibrações sobre o ser humano e em construções. Dentre estes, adotou-se neste estudo o critério de avaliação das possíveis interferências a serem causadas no meio ambiente pelos eventos de vibração, conforme apresentados na Tabela 4.1.2.1 - 2 a seguir.

**Tabela 4.1.2.1 - 2: Níveis Recomendáveis de Vibrações**

Velocidade de Partícula - pico (mm/s)	Reação Humana	Efeitos sobre as construções
0 - 0,15	Imperceptível pela população, não incômoda	Não causam danos de nenhum tipo
0,15 a 0,30	Limiar de percepção – possibilidade de incômodo	Não causam danos de nenhum tipo
2,0	Vibração perceptível	Vibrações máximas recomendadas para ruínas e monumentos antigos
2,5	Vibrações contínuas produzem incômodo na população	Virtualmente, não há risco de dano arquitetural às construções normais
5	Vibrações incomodativas	Limiar, no qual existe risco de dano às construções
10 – 15	Vibrações desagradáveis	Causam danos arquiteturais às residências

Observações:

- Os valores de velocidade referem-se ao componente vertical da vibração.
- A medição para avaliação da resposta humana é feita no ponto onde esta se localiza.
- Para edificações, o valor refere-se à medição realizada no solo.
- Consideram-se, na aplicação destes parâmetros, os movimentos vibratórios com frequência acima de 3 Hz.
- As recomendações de níveis de vibração realçadas em azul são adotadas por agências de controle ambiental para avaliações de vibração induzidas à vizinhança.
- Fonte: Whiffin A. C. and D.R. Leonard – 1971

Para o Estado de São Paulo, aplicam-se os padrões estabelecidos pela Decisão de Diretoria da Cetesb n.º 215/2007/E, que dispõe sobre a sistemática para a avaliação de incômodo causado por vibrações geradas em atividades poluidoras. Os limites de velocidade de vibração de partículas (pico), considerando os tipos de áreas e período do dia, descritos na tabela a seguir, apresentam apenas os valores máximos, considerando o limiar de percepção às vibrações, mas sem considerar a análise de diferentes efeitos na população e nas edificações em função da sua intensidade.

**Tabela 4.1.2.1 - 3: Limites de Velocidade de Vibração - Pico (mm/s) Conforme Cetesb, DA n° 215/2007/E**

Tipos de áreas	Diurno	Noturno
Áreas de hospitais, casas de saúde, escolas	0,3	0,3
Área predominantemente residencial	0,3	0,3
Área mista, com vocação comercial e administrativa	0,4	0,3
Área predominantemente industrial	0,5	0,3

#### 4.1.2.2. Diagnóstico Ambiental

Os pontos, escolhidos para a realização das campanhas, foram baseados na localização do Terminal BRITES, e a existência de locais mais representativos para os receptores da área de influência, incluindo-se nestes as áreas de proteção ambiental.

A Figura 4.1.2.3 – 1 a seguir mostra a localização dos pontos avaliados, e adiante estão a análise dos resultados obtidos.

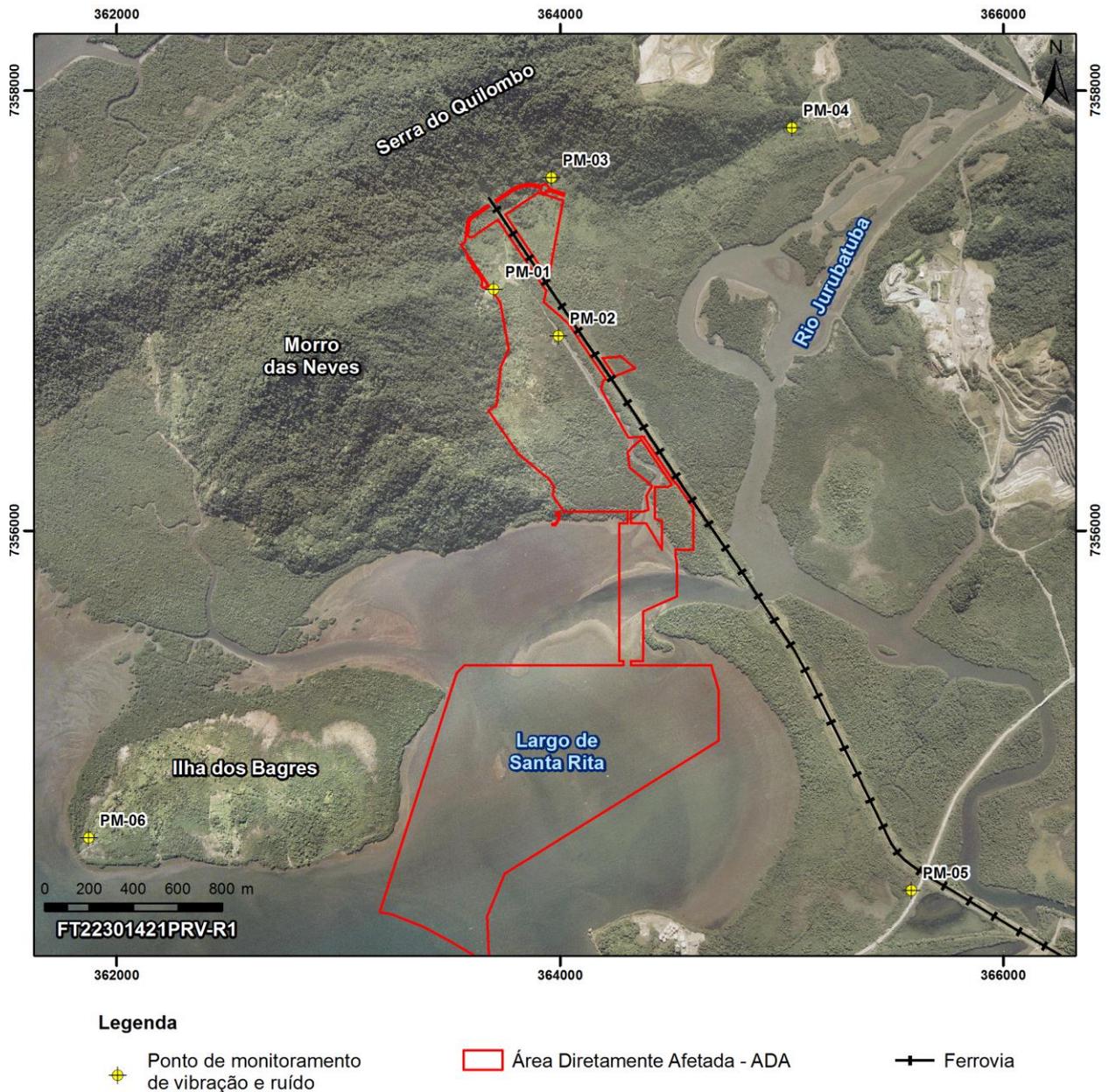


Figura 4.1.2.2 - 1: Localização dos pontos avaliados

#### 4.1.2.3. Análise de Dados

Dos 5 pontos onde foi avaliado o nível de ruído, para os pontos 1, 2, 3 e 6 o padrão utilizado foi o de sítios e fazendas, conforme NBR 10151, enquanto o ponto 4 é aplicável ao padrão de área industrial, pois é o único tipo de ocupação no local, com a presença da Central de Gerenciamento de Resíduos da Construção Civil e do Aterro Sanitário. A seguir serão apresentadas as análises específicas de cada local:

### **Ponto 01**

- Localizado no sítio onde será instalado o futuro empreendimento, vizinho da porção norte do empreendimento. Foi medido um nível de ruído diurno de 49,4 dB(A), ultrapassando o padrão para área rural de 40 dB(A), na avaliação noturna foi de 44,2 dB(A), também ultrapassando o padrão noturno de 35 dB(A) para esse tipo de área. As fontes sonoras predominantes na medição diurna eram as atividades na casa, o ruído da fauna e passagem de helicóptero, que foi considerada, pois ocorreram duas passagens em menos de 10 minutos, indicando não se tratar de evento raro no local. Já na noturna, era a fauna e um riacho próximo.

### **Ponto 02**

- Localizado na estrada de ferro próximo à área do futuro empreendimento. O nível de ruído diurno medido foi de 42,5 dB(A) e noturno de 40,5 dB(A), resultando em não-atendimento do padrão recomendado, tanto para o período diurno, como noturno, para área rural. O ruído da fauna era a fonte sonora predominante nos dois períodos e a operação do porto audível na medição noturna.

### **Ponto 03**

- Localizado na estrada de acesso ao sítio, em local próximo à área de Preservação Permanente (Nascentes e Cursos d'água e áreas de manguezal), Parque Estadual da Serra do Mar e Área natural tombada. Foi medido um nível sonoro diurno de 38,6 dB(A), atendendo o padrão de 40 dB(A) recomendado para área rural, enquanto que o noturno foi de 43,9 dB(A), não atendendo o padrão recomendado de 35 dB(A) para esse período. O ruído da fauna era a fonte sonora predominante. Nesse ponto, que está a uma distância aproximada de 350 metros da estrada de ferro, também foi feita uma medição diurna durante a passagem do trem (laudo 03.A), registrando um pico de 55,6 dB(A).

### **Ponto 04**

- Localizado na estrada de acesso ao sítio em frente ao aterro sanitário. Trata-se de uma área industrial, ao lado da Central de Gerenciamento de Resíduos da Construção Civil, onde foi medido um nível de ruído diurno de 52,4 dB(A), portanto atendendo o padrão de 70 dB(A), tendo como fonte sonora predominante a britagem na Central de Gerenciamento de Resíduos da Construção Civil. Já na medição noturna, o nível sonoro foi de 47,5 dB(A) atendendo o padrão recomendado de 60 dB(A), a fonte sonora predominante era a fauna e o tráfego na Rodovia Piaçaguera - Guarujá (SP – 055), a Central de Resíduos não estava operando.

#### Ponto 05

- Localizado na estrada de acesso à Ilha Barnabé. Neste ponto, foi feita apenas a avaliação de vibração, pois é o impacto com potencial de risco a essa região, por se tratar de uma área com tanques de substâncias inflamáveis. Cabe salientar ainda que as medições de ruído não foram realizadas devido ao fato da área ser muito degradada acusticamente, gerando picos diferentes a todo instante, incompatibilizando assim o fechamento dos dados de forma coerente.

#### Ponto 06

- Localizado na Ilha dos Bagres. Foi medido um nível de ruído diurno de 45,8 dB(A) e noturno de 51,2 dB(A), mostrando uma ultrapassagem do padrão legal de 40 dB(A) para o diurno e 35 dB(A) para o noturno em áreas rurais. A fonte sonora predominante era o ruído da fauna e a operação do Porto de Santos o qual se localiza em frente ao ponto medido.

Nos 6 pontos foram realizadas a avaliação de vibração, sendo que nos pontos 3 e 4 pôde-se verificar nível abaixo do limiar de percepção, enquanto nos demais (1, 2, 5 e 6) verificou-se que o limiar tomado como base na avaliação foi ultrapassado, porém nenhum destes atingindo intensidade com potenciais de risco de danos às condições ambientais ou à saúde humana.

Não foram feitas avaliações em Santos, a área urbana com maior proximidade, pois as residências mais próximas estão a cerca de 600m do futuro empreendimento e localizadas em uma área portuária com grande movimentação de caminhões e avenidas de paralelepípedo, o que potencializa o ruído gerado pelo tráfego de veículos, resultando em uma região degradada acusticamente e, portanto, sem o potencial de constituir área de influência acústica ou de vibrações do futuro Terminal.

A área de influência, portanto, é constituída por poucas unidades habitacionais, rurais, além da área de Preservação Permanente (Nascentes e Cursos d'água e áreas de manguezal), Parque Estadual da Serra do Mar e Área natural tombada Além das fontes sonoras naturais, há a Central de Gerenciamento de Resíduos, a ferrovia e a Ilha Barnabé, particularmente a via de acesso a esta última, frequentemente tomada por intensa fila de espera de caminhões. Embora sensível a novas fontes sonoras, a área de influência do empreendimento já apresenta algumas fontes de ruído significativas.

Ressalta-se que no ponto 6, na Ilha dos Bagres, é audível a operação portuária na margem direita do estuário, com um nível sonoro resultante acima do padrão para zona rural – muito rigoroso – mas perfeitamente aceitável para uma área residencial, evidenciando um efeito limitado deste tipo de atividade sobre as condições acústicas na vizinhança.

#### 4.1.3. Qualidade do Ar

O Diagnóstico da Qualidade do Ar apresentado na sequência foi refeito, comparado com o apresentado no EIA, uma vez que desde a apresentação do EIA ocorreram alterações na Legislação e na qualidade do ar na região.

#### 4.1.3.1. Aspectos metodológicos

A determinação sistemática da qualidade do ar é feita, por questões de ordem prática, considerando um restrito número de poluentes, definidos em função de sua importância e dos recursos materiais e humanos disponíveis. De uma forma geral, a escolha recai sempre sobre um grupo de poluentes que servem como indicadores de qualidade do ar, consagrados universalmente: Material Particulado (MP), Dióxido de Enxofre (SO<sub>2</sub>), Monóxido de Carbono (CO), Ozônio (O<sub>3</sub>) e Dióxido de Nitrogênio (NO<sub>2</sub>). A razão da escolha destes parâmetros como indicadores de qualidade do ar está ligada à sua maior frequência de ocorrência e aos efeitos adversos dos poluentes (WHO, 1999). Ainda para caracterização de material particulado são realizadas avaliações de Fumaça (FMC) e Partículas Inaláveis (PI) com tamanho aerodinâmico menor que 10 µm (MP10) e mais recentemente as Partículas Inaláveis Finas de 2,5 µm (MP2,5). A avaliação referente a outros poluentes em geral é feita em campanhas de medições com objetivos específicos.

Para o presente diagnóstico, foram utilizados dados secundários, extraídos do Relatório de Qualidade do Ar no Estado de São Paulo - 2012 (CETESB, 2013) e de anos anteriores, bem como do Sistema QUALAR da CETESB, cujos resultados para a região da Baixada Santista foram gerados pelas estações de monitoramento instalados e operados nos municípios de Santos e Cubatão, estações estas mais próximas à área do empreendimento.

#### A. Padrão de Qualidade do Ar

Um padrão de qualidade do ar define legalmente o limite máximo para a concentração de um componente atmosférico para proteção da saúde, do bem estar das pessoas e do meio ambiente. Os padrões de qualidade do ar são baseados em estudos científicos dos efeitos produzidos por poluentes específicos e são fixados em níveis que possam propiciar margem de segurança adequada.

No âmbito federal, a Resolução CONAMA 03/90 estabeleceu os Padrões de Qualidade do Ar para proteção da saúde pública, bem estar e meio ambiente. Foram estabelecidos dois tipos de padrões de qualidade do ar, primários e secundários, cujos valores são apresentados na Tabela 4.1.3.1-1 a seguir.

**Tabela 4.1.3.1-1: Padrões nacionais de qualidade do ar estabelecido pela Resolução CONAMA 03/90.**

Poluente	Tempo de amostragem	Padrão primário ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	Padrão secundário ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )
Partículas totais em suspensão (PTS)	24 horas <sup>1</sup>	240	150
	MGA <sup>2</sup>	80	60
Partículas inaláveis (PI)	24 horas <sup>1</sup>	150	150
	MAA <sup>3</sup>	50	50
Fumaça	24 horas <sup>1</sup>	150	100
	MAA <sup>3</sup>	60	40
Dióxido de enxofre (SO <sub>2</sub> )	24 horas <sup>1</sup>	365	100
	MAA <sup>3</sup>	80	40
Dióxido de nitrogênio (NO <sub>2</sub> )	1 hora	320	190
	MAA <sup>3</sup>	100	100
Monóxido de carbono (CO)	1 hora <sup>1</sup>	40.000	40.000
		(35 ppm)	(35 ppm)
	8 horas <sup>1</sup>	10.000	10.000
		(9 ppm)	(9 ppm)
Ozônio (O <sub>3</sub> )	1 hora <sup>1</sup>	160	160

Notas: (1) Não deve ser excedido mais que uma vez ao ano.

(2) MGA - Média geométrica anual.

(3) MAA - Média aritmética anual.

Fonte: CONAMA, 1990.

Os padrões primários de qualidade do ar representam as concentrações de poluentes que, ultrapassadas, poderão afetar a saúde da população. Podem ser entendidos como níveis máximos toleráveis de concentração de poluentes atmosféricos, constituindo-se em metas de curto e médio prazo. São padrões secundários de qualidade do ar as concentrações de poluentes atmosféricos abaixo das quais não se prevê efeito adverso sobre o bem estar da população e mínimo impacto à fauna e à flora, aos materiais e ao meio ambiente em geral e podem ser entendidos como níveis desejados de concentração de poluentes, constituindo-se em meta de longo prazo (CONAMA, 1990).

O objetivo do estabelecimento de padrões secundários foi de criar uma base para uma política de prevenção da degradação da qualidade do ar, indicados para serem aplicados às áreas de preservação (por exemplo: parques nacionais, áreas de proteção ambiental, estâncias turísticas etc.). Não se aplicam, pelo menos no curto prazo, às áreas de desenvolvimento, onde devem ser válidos os padrões primários. Como prevê a Resolução CONAMA 03/90, a aplicação diferenciada de padrões primários e secundários requer que o território nacional seja dividido em Classes I, II e III conforme o uso pretendido. A mesma resolução prevê ainda que, enquanto não for estabelecida a classificação das áreas, os padrões aplicáveis serão os primários.

A mesma Resolução estabelece ainda os critérios para episódios agudos de poluição do ar. Esses critérios são apresentados na Tabela 4.1.3.1-2.

**Tabela 4.1.3.1-2: Critérios para episódios agudos de poluição do ar, segundo Resolução CONAMA 03/90.**

Parâmetro	Nível		
	Atenção ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	Alerta ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	Emergência ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )
Partículas totais em suspensão (PTS) – 24 horas	375	625	875
Partículas inaláveis (PI) 24 horas	250	420	500
Fumaça 24 horas	250	420	500
Dióxido de enxofre ( $\text{SO}_2$ ) 24 horas	800	1.600	2.100
$\text{SO}_2$ x PTS 24 horas	65.000 ( $\mu\text{g}/\text{m}^3 \times \mu\text{g}/\text{m}^3$ )	261.000 ( $\mu\text{g}/\text{m}^3 \times \mu\text{g}/\text{m}^3$ )	393.000 ( $\mu\text{g}/\text{m}^3 \times \mu\text{g}/\text{m}^3$ )
Dióxido de nitrogênio ( $\text{NO}_2$ ) 1 hora	1.130	2.260	3.000
Monóxido de carbono (CO) 8 horas	15 ppm	30 ppm	40 ppm
Ozônio ( $\text{O}_3$ ) 1 hora	400	800	1.000

Fonte: CONAMA, 1990.

No Estado de São Paulo, o Decreto 8468/76 estabeleceu os mesmos padrões de qualidade do ar e também os mesmos critérios para episódios críticos de poluição do ar definidos pela Resolução CONAMA 03/90. Como resultado do processo de revisão dos padrões de qualidade do ar iniciado em 2008, com a participação de inúmeros técnicos especializados e representantes dos diversos setores da sociedade, foi aprovado o Decreto 59.113 de 23/04/2013, estabelecendo novos padrões de qualidade do ar válidos para o território paulista, com definição de etapas progressivas de redução da poluição atmosférica visando atingir níveis de qualidade desejáveis recomendadas pelos valores-guias da Organização Mundial da Saúde publicados em 2005.

Assim, o Decreto 59.113/13 define para o território paulista que a administração da qualidade do ar será realizada pela adoção de novos padrões de qualidade do ar, observando-se Metas Intermediárias (MI) em três etapas distintas e Padrões Finais (PF) visando proteger a saúde da população, conforme apresentada na Tabela 4.1.3.1-3, a seguir.

De acordo com o parágrafo 1º do Artigo 8º os valores das Metas Intermediárias devem ser obedecidos em 3 (três) etapas, sendo que os valores da Etapa 1 (MI1) encontram-se em vigência a partir de sua publicação (24/04/2013) e as vigências e durações da Etapa 2 (MI2) e da Etapa 3 (MI3) ocorrerão a partir das avaliações da etapa anterior, através de estudos técnicos da CETESB, convalidados pelo CONSEMA. O parágrafo 2º deste mesmo artigo define que para os parâmetros Monóxido de Carbono (CO), Partículas Totais em Suspensão (PTS) e Chumbo (Pb), que não apresentam valores para metas intermediárias, os valores definidos como Padrões Finais (PF) já se encontram em vigor.

O Decreto 59.113/13 também institui no seu Artigo 17 o Plano de Emergência para episódios agudos de poluição do ar, definindo, nos seus artigos subsequentes, os critérios técnicos para os três níveis do plano: Atenção, Alerta e Emergência, os quais são apresentados na Tabela 4.1.3.1-4.

Tabela 4.1.3.1-3: Padrões de qualidade do ar definidos no Decreto Estadual 59.113/13 (CETESB, 2013).

Poluente	Tempo de amostragem	Metas Intermediárias (MI)			Padrão final (PF) ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )
		Etapa 1 (MI1) ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	Etapa 2 (MI2) ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	Etapa 3 (MI3) ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	
Partículas inaláveis ( $\text{MP}_{10}$ )	24 horas MAA <sup>1</sup>	120	100	75	50
		40	35	30	20
Partículas inaláveis finas ( $\text{MP}_{2,5}$ )	24 horas MAA <sup>1</sup>	60	50	37	25
		20	17	15	10
Dióxido de enxofre ( $\text{SO}_2$ )	24 horas MAA <sup>1</sup>	60	40	30	20
		40	30	20	-
Dióxido de nitrogênio ( $\text{NO}_2$ )	1 hora MAA <sup>1</sup>	260	240	220	200
		60	50	45	40
Ozônio ( $\text{O}_3$ )	8 horas	140	130	120	100
Monóxido de carbono (CO)	8 horas	-	-	-	9 ppm
Fumaça (FMC) <sup>3</sup>	24 horas MAA <sup>1</sup>	120	100	75	50
		40	35	30	20
Partículas totais em suspensão (PTS) <sup>3</sup>	24 horas MAA <sup>1</sup>	-	-	-	240
		-	-	-	80
Chumbo ( $\text{Pb}$ ) <sup>4</sup>	MAA <sup>1</sup>	-	-	-	0,5

(1) MAA – Média aritmética anual.

(2) MGA – Média geométrica anual.

(3) Fumaça e Partículas totais em suspensão – parâmetros auxiliares a serem utilizados apenas em situações específicas, a critério da CETESB.

(4) Chumbo – a ser monitorado apenas em áreas específicas, a critério da CETESB.

Tabela 4.1.3.1-4: Critérios para episódios agudos de poluição do ar, segundo Decreto Estadual 59.113/13 (CETESB, 2013).

PARÂMETRO	NÍVEL		
	Atenção ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	Alerta ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	Emergência ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )
Partículas inaláveis finas ( $\text{MP}_{2,5}$ ) – 24 h	125	210	250
Partículas inaláveis ( $\text{MP}_{10}$ ) - 24 h	250	420	500
Dióxido de enxofre ( $\text{SO}_2$ ) - 24 h	800	1.600	2.100
Dióxido de nitrogênio ( $\text{NO}_2$ ) - 1 h	1.130	2.260	3.000
Monóxido de carbono (CO) - 8 h	15 ppm	30 ppm	40 ppm
Ozônio ( $\text{O}_3$ ) - 8 h	200	400	600

A ultrapassagem da concentração de um nível crítico (Atenção, Alerta e Emergência) não implica necessariamente na decretação do nível de Atenção, Alerta ou Emergência, medida esta que, para ser adotada, deve levar em consideração também outros fatores, como a previsão das condições de dispersão dos poluentes na atmosfera para as próximas 24 horas.

Conforme objeto deste estudo, destinado à implantação do Terminal BRITES, bem como do Canteiro Avançado necessário para a implantação do empreendimento, foram levantadas informações e dados constantes do relatório Qualidade do Ar no Estado de São Paulo – 2012 (CETESB, 2013), complementados pelo Sistema QUALAR da CETESB para os diferentes poluentes monitorados pelas estações medidoras da CETESB operadas na Região Metropolitana da Baixada Santista, pertencentes às redes de monitoramento da qualidade do ar operadas no Estado de São Paulo. Vale ressaltar que o relatório de qualidade do ar de 2012, em função de ter sido concluído

antes da publicação do Decreto 59.113/13, tem seus resultados comparados aos padrões anteriormente estabelecidos pelo Decreto Estadual 8468/76 e pela Resolução CONAMA 03/90.

Ainda com relação aos padrões de qualidade do ar, é importante mencionar que no processo de gestão da qualidade do ar é usual a utilização de um índice de qualidade do ar para facilitar o processo de divulgação e informação à comunidade. Segundo metodologia que vinha sendo adotada pela CETESB e considerando ainda os padrões definidos pelo Decreto 8468/76 e Resolução CONAMA 03/90, a condição da qualidade do ar era classificada como Boa (índices de 0 a 50), Regular (índices de 51 a 100), Inadequada (índices de 101 a 199), quando ocorre a ultrapassagem do padrão de qualidade do ar primário, qualidade Má (índices de 200 a 299) indica faixa do nível de Atenção, Péssima – faixa dos níveis de Alerta e Emergência - (índices iguais ou superiores a 300).

Com a aprovação dos novos padrões de qualidade do ar pelo Decreto 59.113/13 foram também alterados os índices de qualidade do ar: qualidade Boa (índices de 0 a 40), qualidade Moderada (índices de 41 a 80), qualidade Ruim (índices de 81 a 120), qualidade Muito Ruim (índices de 121 a 200) e qualidade Péssima (índices maiores que 200).

#### **4.1.3.2. Qualidade do ar em Santos e Região Metropolitana da Baixada Santista**

##### **A. Características Gerais da Região e Fontes de Poluição do Ar**

O Município de Santos está inserido na Região Metropolitana da Baixada Santista, criada pela Lei Complementar nº 815 de 30/07/1996, sendo composta ainda por outros oito municípios: Bertiooga, Cubatão, Itanhaém, Mongaguá, Peruíbe, Praia Grande, Santos e São Vicente.

Apesar de não haver inventário de emissões atmosféricas para este município publicado pela CETESB, os veículos automotores podem ser considerados como as principais fontes de emissão, principalmente com as contribuições durante o afluxo mais intenso de turistas no período de verão. Outras fontes pontuais e localizadas podem ainda ser apontadas nas atividades relacionadas àquelas instaladas e em operação ao longo do terminal portuário do canal de acesso ao sistema estuário do Porto de Santos.

A Região Metropolitana da Baixada Santista ocupa uma área total de 2.422,776 km<sup>2</sup>, com uma população superior a 1,76 milhões de habitantes, segundo estimativa do IBGE para 1º de julho de 2013. Tem como um dos destaques o Município de Santos, onde se encontra instalado o mais importante porto marítimo do país, com uma população estimada de 433.000 habitantes, ocupando uma área de 271 km<sup>2</sup>.

Porém, em termos ambientais, merece maior destaque o Município de Cubatão, com uma população aproximada de 125.000 habitantes e uma área de 142 km<sup>2</sup>. Com um parque industrial muito importante na economia do Estado e do País, localizado no sopé da Serra do Mar, região de topografia acidentada e condições meteorológicas desfavoráveis à dispersão dos poluentes na atmosfera, o município foi sempre considerado como uma região problemática em termos de poluição do ar.

A Tabela 4.1.3.2-1 apresenta um resumo dos dados de emissões residuais estimados para estes dois principais municípios da Baixada Santista, contidos no Relatório de Qualidade do Ar no Estado

de São Paulo - 2012, publicado em 2013, (CETESB, 2013), com o parque industrial de Cubatão composto por um conjunto de 18 principais indústrias e o Município de Santos com uma frota de 171.379 veículos automotores.

Os veículos automotores (automóveis, caminhões, ônibus etc.) não têm sido considerados no inventário de emissões da CETESB para Cubatão, contudo por ser área de passagem para Guarujá, Bertioga e outros municípios do Litoral Norte, além do grande número de caminhões que servem as indústrias locais e as atividades portuárias, as emissões geradas por fontes móveis podem ser expressivas, apesar de muito menores quando comparadas com as emissões geradas pelas atividades industriais.

**Tabela 4.1.3.2-1: Resumo da estimativa de emissão das fontes de poluição do ar em Cubatão e Santos.**

Município	Fontes	Emissões de Poluentes (1000 t/ano)				
		CO	HC	NOx	SOx	MP
Cubatão	Fixas (18 indústrias)	3,40	1,11	7,62	15,80	3,06
	Móveis	nd <sup>1</sup>	nd <sup>1</sup>	nd <sup>1</sup>	nd <sup>1</sup>	nd <sup>1</sup>
Santos	Móveis (171.379 veículos) <sup>2</sup>	3,05	0,60	2,60	nd	0,06

(1) nd – não disponível

(2) Estimativa de frota 2011

Fonte: CETESB, 2013

#### 4.1.3.3. Rede de monitoramento da qualidade do ar

O Governo do Estado de São Paulo, por meio da CETESB mantém, desde a década de 1970, redes de monitoramento, que têm permitido uma avaliação da qualidade do ar na escala regional. A Tabela 4.1.3.3-1 fornece informações sobre a localização das estações de monitoramento da qualidade do ar na Baixada Santista.

**Tabela 4.1.3.3-1: Localizações das estações de monitoramento da CETESB na Baixada Santista.**

	Estação	Tipo	Endereço
1	Cubatão - Centro	Rede Automática	Rua Salgado Filho, 121 - Centro Social Urbano de Cubatão
2	Cubatão - Vila Parisi	Rede Manual e Automática	Rua Prof. Armando Cunha, 70 - V. Parisi – Cubatão
3	Cubatão - Vale do Mogi	Rede Automática	Av. Eng. Plínio de Queiróz, s/n- Jd. São Marcos – Cubatão
4	Santos	Rede Automática	Rua Dr. Oswaldo Cruz, 197 – Boqueirão - Santos
5	Santos – Ponta da Praia	Rede Manual e Automática	Praça Eng. José Rebouças, s/nº – Ponta da Praia - Santos

No Município de Cubatão, a CETESB registra rotineiramente as condições de qualidade do ar com três estações automáticas e um manual, com as seguintes características:

- **Estação Cubatão - Centro:** estação automática instalada no Centro Social Urbano de Cubatão, medindo os seguintes parâmetros: Partículas Inaláveis (MP10), Dióxido de Enxofre (SO<sub>2</sub>), Óxidos de Nitrogênio (NO, NO<sub>2</sub> e NO<sub>x</sub>), Ozônio (O<sub>3</sub>) e parâmetros meteorológicos (Velocidade e Direção dos Ventos, Umidade Relativa, Temperatura e Pressão Atmosférica).

- **Estação Cubatão - Vila Parisi:** instalada na Vila Parisi, com uma estação manual medindo Partículas Totais em Suspensão (PTS) e estação automática para medição de: Partículas Inaláveis (MP10), Dióxido de Enxofre (SO<sub>2</sub>), Óxidos de Nitrogênio (NO, NO<sub>2</sub> e NO<sub>x</sub>) e parâmetros meteorológicos (Velocidade e Direção dos Ventos).
- **Estação Cubatão - Vale do Mogi:** estação automática instalada no Vale do Rio Mogi, medindo os seguintes parâmetros: Partículas Inaláveis (MP10), Dióxido de Enxofre (SO<sub>2</sub>), Óxidos de Nitrogênio (NO, NO<sub>2</sub> e NO<sub>x</sub>), Ozônio (O<sub>3</sub>) e parâmetros meteorológicos (Velocidade e Direção dos Ventos, Umidade Relativa, Temperatura e Radiação Solar). Esta estação iniciou suas operações em 05/04/2006 com amostragens até fins de Setembro daquele ano, retomando as operações em 25/04/2007.

No Município de Santos, a CETESB instalou em 2011 uma estação automática fixa no Boqueirão e outra estação automática móvel na Ponta da Praia. Mantém e opera ainda, rotineiramente, uma estação manual, integrante da Rede do Interior do Estado, que desde janeiro de 2012 opera junto à estação da Ponta da Praia. As estações apresentam as seguintes características:

- **Estação Santos:** estação automática fixa com início de operação em 07/06/2011, instalada junto ao Hospital Guilherme Álvaro no bairro de Boqueirão em Santos, medindo os seguintes parâmetros: Partículas Inaláveis (MP<sub>10</sub>), Óxidos de Nitrogênio (NO, NO<sub>2</sub> e NO<sub>x</sub>), Ozônio (O<sub>3</sub>) e parâmetros meteorológicos (Velocidade e Direção dos Ventos, Umidade Relativa, Temperatura, Pressão Atmosférica e Radiação Solar).
- **Estação Santos – Ponta da Praia:** estação automática móvel instalada junto ao Centro de Esporte e Lazer na Ponta da Praia em Santos, com início de operação em 18/11/2011, medindo os seguintes parâmetros: Partículas Inaláveis Finas (MP<sub>2,5</sub>), Partículas Inaláveis (MP<sub>10</sub>), Óxidos de Nitrogênio (NO, NO<sub>2</sub> e NO<sub>x</sub>), Ozônio (O<sub>3</sub>) e parâmetros meteorológicos (Velocidade e Direção dos Ventos, Umidade Relativa, Temperatura, Pressão Atmosférica e Radiação Solar). Neste local ainda é operada desde 01/01/2012, uma estação manual para amostragem passiva de Dióxido de Enxofre (SO<sub>2</sub>), com exposição por um período contínuo de 30 dias, anteriormente operada na estação Santos – Embaré até 28/12/2011.

#### 4.1.3.4. Qualidade do ar em 2012 na Baixada Santista

A seguir é apresentada uma análise resumida dos resultados do monitoramento realizado pela CETESB na região no ano de 2012, segundo dados constantes do Relatório de Qualidade do Ar no Estado de São Paulo – 2012 (CETESB, 2013), com algumas contribuições dos relatórios anteriores. Vale reiterar que o citado relatório, em função de ter sido concluído antes da publicação do Decreto 59.113/13, tem seus resultados comparados aos padrões anteriormente estabelecidos pelo Decreto Estadual 8468/76 e pela Resolução CONAMA 03/90.

## A. Partículas Inaláveis (MP10)

A área industrial de Cubatão apresentou em 2012 qualidade do ar com registro de 27 ultrapassagens ao padrão diário de  $150 \mu\text{g}/\text{m}^3$  vigente em 2012 na estação Cubatão - Vila Parisi, com as duas primeiras concentrações máximas de 222 e  $218 \mu\text{g}/\text{m}^3$ . A estação Cubatão - Vale do Mogi apresentou a primeira máxima de  $281 \mu\text{g}/\text{m}^3$ , valor este que ultrapassou também o nível de Atenção ( $250 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ). A estação Cubatão – Centro e a estação Santos não registraram ultrapassagens ao padrão diário. A estação Santos – Ponta da Praia registrou em 2012 um total de cinco ultrapassagens ao padrão diário, com as duas primeiras máximas de 204 e  $169 \mu\text{g}/\text{m}^3$ . Na Figura 4.1.3.4-1 são apresentados os resultados das concentrações máximas (primeira e segunda) de 24 horas para  $\text{MP}_{10}$  obtidas nas estações de monitoramento operadas na região, incluindo as duas novas estações instaladas em Santos no ano de 2011.

Ao comparar com o novo valor de padrão diário de  $120 \mu\text{g}/\text{m}^3$  definido para Meta Intermediária Etapa 1 (MI1) pelo Decreto 59.113/13, pode-se verificar que a segunda máxima concentração diária de  $146 \mu\text{g}/\text{m}^3$  da estação Cubatão – Vale Mogi também estaria acima do citado padrão. As estações Cubatão – Centro e a estação Santos continuariam a não ter valores acima do novo padrão diário para este poluente.

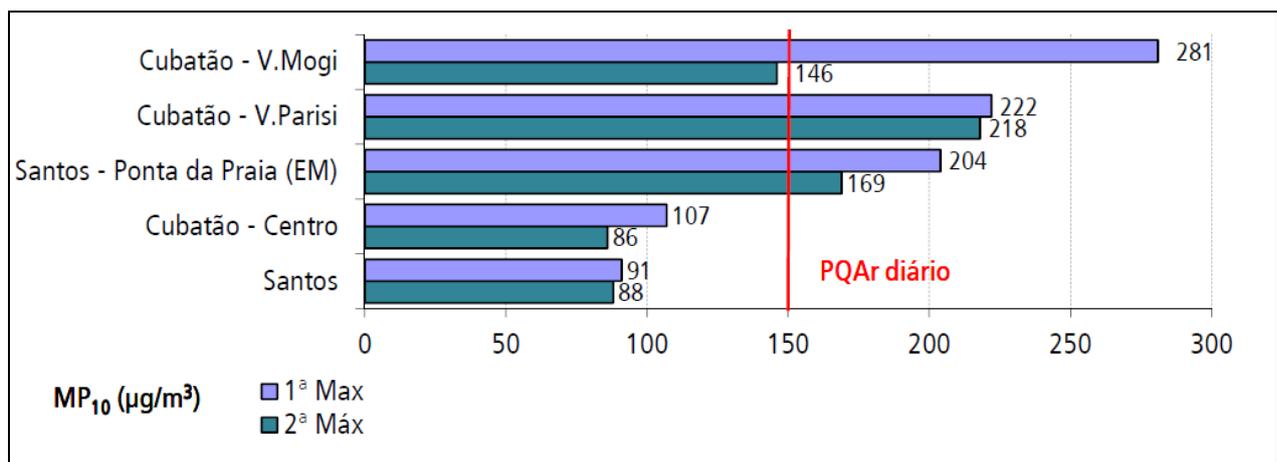


Figura 4.1.3.4-1: Classificação das concentrações máximas diárias de 24 horas de  $\text{MP}_{10}$  nas estações de monitoramento da Baixada Santista em 2012. (Fonte: CETESB, 2013).

As concentrações médias anuais obtidas para  $\text{MP}_{10}$  em 2012 nas estações da região são mostradas na Figura 4.1.3.4-2, com as estações Cubatão – V. Parisi ( $93 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ) e Cubatão – V. Mogi ( $59 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ) ultrapassando o limite anual de  $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$  definida para este poluente. Entretanto, se comparadas com novo padrão anual estadual vigente de  $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$  fixado pelo Decreto 59.113/13 como Meta Intermediária Etapa 1 (MI1), também a estação Santos – Ponta da Praia com  $44 \mu\text{g}/\text{m}^3$  estaria ultrapassando este novo padrão anual. As estações Cubatão – Centro e Santos teriam suas medias anuais enquadradas dentro do novo padrão anual estadual.

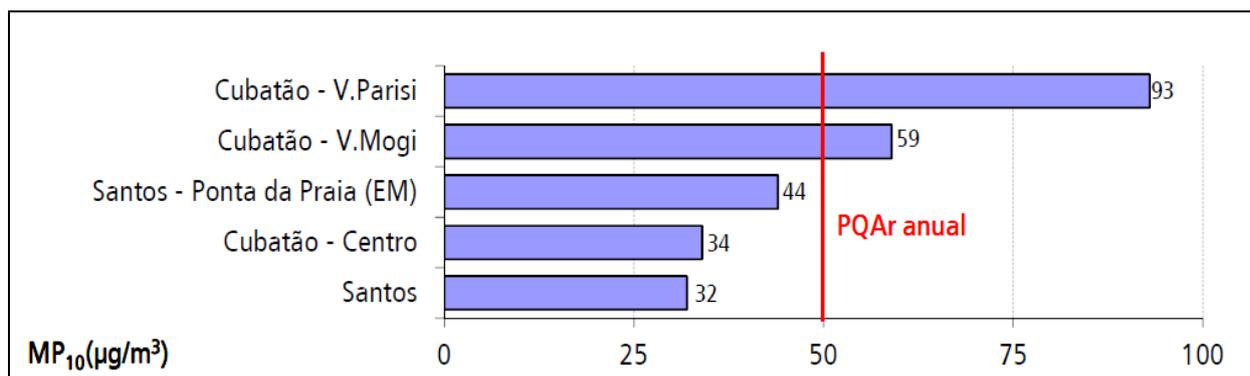


Figura 4.1.3.4-2: Classificação das concentrações médias anuais de MP<sub>10</sub> nas estações de monitoramento na Baixada Santista em 2012. (Fonte: CETESB, 2013).

## B. Partículas Totais em Suspensão (PTS)

Na Baixada Santista somente a estação de Cubatão – Vila Parisi realiza o monitoramento de PTS de forma rotineira. Em 2012 foram registradas nesta estação, 28 ultrapassagens do padrão diário de 240 µg/m<sup>3</sup>, das quais 8 superaram o nível de Atenção (375 µg/m<sup>3</sup>), com a primeira máxima ultrapassando o nível de Alerta de 625 µg/m<sup>3</sup>. As concentrações máximas diárias registradas em 2012 atingiram valores diários de 703 µg/m<sup>3</sup> e 492 µg/m<sup>3</sup>, com média anual de 229 µg/m<sup>3</sup>, superando em quase três vezes o padrão anual de 80 µg/m<sup>3</sup>. Relativamente ao novo Decreto 59.113/13, como os valores dos padrões diários e anuais não foram alterados para este poluente, não há alteração na análise dos resultados obtidos.

## C. Dióxido de Enxofre (SO<sub>2</sub>)

Este poluente não se constitui atualmente em problema na qualidade do ar no Estado de São Paulo, não tendo sido registrado em 2012 nenhum valor acima do limites fixados para este poluente. Na Tabela 4.1.3.4-3 são apresentados os resultados gerados pelo monitoramento em 2012 para a região. Na estação Cubatão - Centro, os resultados mostram que as duas concentrações máximas de 24h de 56 e 51 µg/m<sup>3</sup> e média anual de 10 µg/m<sup>3</sup> encontram-se bem abaixo dos padrões fixados como primários de 365 µg/m<sup>3</sup> para 24h e de 80 µg/m<sup>3</sup> como média anual para este poluente. O mesmo ocorreu na área industrializada com a estação Cubatão - Vila Parisi, com concentrações de 72 e 60 µg/m<sup>3</sup> como máximas de 24h e 12 µg/m<sup>3</sup> como média anual e na estação Cubatão - Vale do Mogi, com concentrações de 53 e 44 µg/m<sup>3</sup> como máximas de 24h e 11 µg/m<sup>3</sup> como média anual. Na estação Santos – Ponta da Praia também foram registradas concentrações máximas diárias de 41 e 40 µg/m<sup>3</sup> e média anual de 13 µg/m<sup>3</sup>, abaixo dos limites diários e anual para este poluente.

Entretanto, se comparadas com o novo padrão estadual de 60 µg/m<sup>3</sup> para 24h fixado pelo Decreto 59.113/13 como Metas Intermediárias Etapa 1 (MI1), as concentrações máximas diárias registradas em 2012 na estação Cubatão – Vila Parisi de 72 µg/m<sup>3</sup> ultrapassa e a segunda máxima de 60 µg/m<sup>3</sup> se iguala ao citado padrão diário. As demais concentrações diárias das outras estações,

bem como todas as concentrações médias anuais das estações da Baixada Santista ficaram abaixo do novo limite médio anual de 40  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ .

**Tabela 4.1.3.4-3: Resultados do monitoramento de Dióxido de Enxofre ( $\text{SO}_2$ ) na Baixada Santista em 2012.**

Estação	Dióxido de Enxofre ( $\text{SO}_2$ )						
	Máximas 24h ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )		Média anual ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	Padrão Primário de Qualidade Ar ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )			
	1 <sup>a</sup>	2 <sup>a</sup>		Resol. CONAMA 03/90		Dec. Est. 59113/13	
			24h <sup>1</sup>	MAA <sup>2</sup>	24h	MAA <sup>2</sup>	
Cubatão-Centro	56	51	10	365	80	60	40
Cubatão-V. Parisi	72	60	12				
Cubatão-V.do Mogi	53	44	11				
Santos – P. da Praia	41	40	13				

<sup>1</sup> – Não deve ser excedido mais que uma vez ao ano

<sup>2</sup> – MAA – Média Aritmética Anual

Fonte de dados: CETESB, 2013

Ainda com relação a este poluente, como já mencionado anteriormente a estação manual para monitoramento passivo de  $\text{SO}_2$  que operava no bairro Embaré, foi transferido a partir de 01/01/2012 para a estação Santos – Ponta da Praia. Em 2012 foram registradas as máximas médias mensais de 20 e 17  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  e com media anual de 15  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ . Tais valores ficaram abaixo dos padrões diários e anuais, tanto da Resolução CONAMA 03/90 como do Decreto 59.113/13 a nível estadual.

## D. Ozônio ( $\text{O}_3$ )

Este poluente secundário, resultante das reações fotoquímicas na atmosfera, é monitorado rotineiramente na Baixada Santista nas estações Cubatão – Centro, Cubatão – Vale do Mogi, Santos e Santos – Ponta da Praia. Na estação Cubatão – Centro, em 2012 foram registradas 4 ultrapassagens ao padrão horário de 160  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ , com primeira máxima ultrapassando o nível de Atenção de 200  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ , tendo sido atingidos valores de 210 e 196  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  como concentrações horárias máximas em 2012, como mostra a Tabela 4.1.3.4-4. A estação Cubatão - Vale do Mogi apresentou resultados de concentrações máximas de 1 hora de 173 e 171  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ , registrando 2 ultrapassagens ao padrão diário. A estação Santos registrou 2 ultrapassagens ao padrão horário de 160  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ , com registro de concentrações máximas horárias de 181 e 167  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ . Na estação Santos – Ponta da Praia foram registradas concentrações máximas horárias de 153 e 151  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ , não ocorrendo ultrapassagens ao padrão.

Vale ressaltar que para o Ozônio, o novo padrão estadual fixado pelo Decreto 59.113/13 tem o seu tempo de amostragem alterado para média de 8 horas, com o novo limite vigente de 140  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  fixado como Meta Intermediária Etapa 1 (MI1), o que prejudica uma comparação imediata.

**Tabela 4.1.3.4-4: Resultados do monitoramento de Ozônio (O<sub>3</sub>) na Baixada Santista em 2012.**

Estação	Ozônio (O <sub>3</sub> )		
	Máximas 1 h (µg/m <sup>3</sup> )		Padrão Primário (Secundário) de Qualidade Ar
	1 <sup>a</sup>	2 <sup>a</sup>	1 h <sup>1</sup>
Cubatão-Centro	210	196	160 (160)
Cubatão-V.do Mogi	173	171	
Santos <sup>2</sup>	181	167	
Santos – Ponta da Praia <sup>3</sup>	153	151	

<sup>1</sup> – Não deve ser excedido mais que uma vez ao ano

<sup>2</sup> – Instalada no bairro do Boqueirão, com início de operação em 07/06/2011

<sup>3</sup> – Início de operação 01/01/2012

Fonte: CETESB, 2013

### E. Óxidos de Nitrogênio (NO e NO<sub>2</sub>)

O Dióxido de Nitrogênio (NO<sub>2</sub>) é monitorado na Baixada Santista nas três estações de Cubatão e nas duas estações de Santos. Em 2012 não ocorreu registro de ultrapassagens ao padrão horário de 320 µg/m<sup>3</sup> e média anual de 100 µg/m<sup>3</sup> em nenhuma destas estações na região. Conforme apresentado na Tabela 4.1.3.4-5, a estação Cubatão – Centro registrou as concentrações horárias máximas de 170 e 150 µg/m<sup>3</sup> e média anual de 34 µg/m<sup>3</sup>. A estação Cubatão – Vila Parisi com as máximas horárias de 145 e 140 µg/m<sup>3</sup> e média anual de 42 µg/m<sup>3</sup> e a estação Cubatão – Vale do Mogi com 159 e 151 µg/m<sup>3</sup> de máximas horárias e anual de 38 µg/m<sup>3</sup>. Com valores ligeiramente abaixo, a estação Santos registrou como máximas horárias as concentrações de 128 e 122 µg/m<sup>3</sup> e média anual de 37 µg/m<sup>3</sup> e a estação Santos – Ponta da Praia com máximas horárias de 129 e 128 µg/m<sup>3</sup> e media anual de 31 µg/m<sup>3</sup>.

Ao comparar com os novos padrões aprovados pelo Decreto 59.113/13 que fixou para o Dióxido de Nitrogênio (NO<sub>2</sub>) como Meta Intermediária Etapa 1 (MI1) o padrão horário de 260 µg/m<sup>3</sup> e média anual de 60 µg/m<sup>3</sup>, pode-se verificar que com os resultados registrados em 2012 também não estaria ocorrendo nenhuma ultrapassagem a estes novos limites vigentes no território paulista.

**Tabela 4.1.3.4-5: Resultados do monitoramento de Dióxido de Nitrogênio (NO<sub>2</sub>) para as estações de Cubatão ( Centro, Vila Parisi e Vale do Mogi) e de Santos (Santos e Ponta da Praia) em 2012.**

Estação	Dióxido de Nitrogênio (NO <sub>2</sub> )						
	Máximas 1 h (µg/m <sup>3</sup> )		Média anual (µg/m <sup>3</sup> )	Padrão Primário de Qualidade Ar (µg/m <sup>3</sup> )			
	1 <sup>a</sup>	2 <sup>a</sup>		Resol. CONAMA 03/90		Dec. Est. 59.113/13	
			1h	MAA <sup>1</sup>	1h	MAA <sup>1</sup>	
Cubatão-Centro	170	150	34	320	100	260	60
Cubatão-V. Parisi	145	140	42				
Cubatão-V.do Mogi	159	151	38				
Santos <sup>2</sup>	128	122	37				
Santos-P. da Praia <sup>3</sup>	129	128	31				

<sup>1</sup> – MAA – Média Aritmética Anual

<sup>2</sup> – Instalada no bairro do Boqueirão, com início de operação em 07/06/2011

<sup>3</sup> – Início de operação 01/01/2012

Fonte de dados: CETESB, 2013

Com relação ao NO, apesar de não existir um padrão legal de qualidade do ar, são apresentadas no Relatório de Qualidade do Ar no Estado de São Paulo – 2012 (CETESB, 2013), as concentrações observadas nas três estações de Cubatão – Centro, Vila Parisi e Vale do Mogi e nas estações Santos e Santos – Ponta da Praia – considerando a importância da participação deste poluente na formação de Ozônio. Os resultados destas medições estão na Tabela 4.1.3.4-6, podendo-se destacar as concentrações elevadas na área industrial de Vila Parisi em relação às verificadas nas outras áreas.

**Tabela 4.1.3.4-6: Concentrações de Monóxido de Nitrogênio (NO) para as estações de Cubatão ( Centro, Vila Parisi e Vale do Mogi) e de Santos (Santos e Ponta da Praia) em 2012.**

Estação	Monóxido de Nitrogênio (NO)		
	Máximas 1 h (µg/m <sup>3</sup> )		MAA <sup>1</sup> (µg/m <sup>3</sup> )
	1 <sup>a</sup>	2 <sup>a</sup>	
Cubatão-Centro	352	308	30
Cubatão-V. Parisi	768	702	111
Cubatão-V.do Mogi	278	272	44
Santos <sup>2</sup>	321	315	28
Santos – Ponta da Praia <sup>3</sup>	499	372	28

<sup>1</sup> – MAA – Média Aritmética Anual

<sup>2</sup> – Instalada no bairro do Boqueirão, com início de operação em 07/06/2011

<sup>3</sup> – Início de operação 01/01/2012

Fonte de dados: CETESB, 2013

## F. Partículas Inaláveis Finas (MP<sub>2,5</sub>)

Na Baixada Santista somente a estação de Santos – Ponta da Praia que iniciou sua operação em 01/01/2012 realiza o monitoramento de MP<sub>2,5</sub> de forma rotineira. Em 2012 foram registradas nesta estação, a primeira e segunda máximas diárias de 51 e 42 µg/m<sup>3</sup>, respectivamente, e a média anual de 16 µg/m<sup>3</sup>. Como não existe padrão de qualidade do ar para este poluente na legislação federal e no Decreto 8468/76, no Relatório de Qualidade do Ar – 2012 (CETESB, 2013) os resultados vem sendo comparados com o valor-guia da Organização Mundial da Saúde de 10 µg/m<sup>3</sup> como concentração média anual e 25 µg/m<sup>3</sup> (percentil 99) para exposições de 24 horas. Outra referencia é

a da União Europeia que fixou em 2010 o valor-alvo de  $25 \mu\text{g}/\text{m}^3$  como média anual a ser atingida. Finalmente a USEPA estabelece um padrão de longo prazo de  $12 \mu\text{g}/\text{m}^3$  para a média aritmética das médias anuais de 3 anos consecutivos. Assim os valores registrados nas Estação Santos – Ponta da Praia, estariam ultrapassando os limites da Organização Mundial da Saúde, mas ficando abaixo do valor-alvo da União Europeia.

Relativamente ao novo Decreto 59.113/13, que fixou para este poluente como limite para Etapa 1 (MI1) de  $60 \mu\text{g}/\text{m}^3$  para exposições de 24h e média anual de  $20 \mu\text{g}/\text{m}^3$ , pode-se verificar que não houve ocorrências de ultrapassagens com os resultados obtidos em 2012.

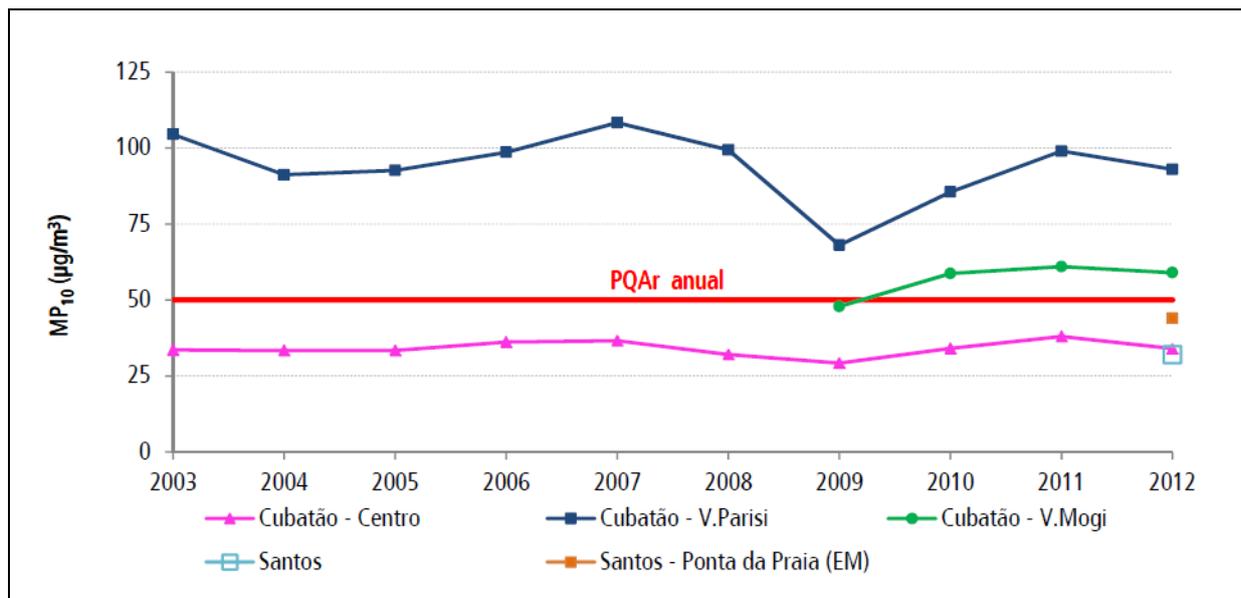
#### **4.1.3.5. Evolução da qualidade do ar na região**

Neste item é apresentado um panorama da evolução das concentrações verificadas para os diferentes poluentes monitorados em Santos e Cubatão ao longo dos últimos 10 anos, considerando os dados de concentrações de curto e longo prazos verificados nas estações medidoras da rede de monitoramento da CETESB e divulgados anualmente como Relatórios de Qualidade do Ar no Estado de São Paulo.

##### **A. Partículas Inaláveis ( $\text{MP}_{10}$ )**

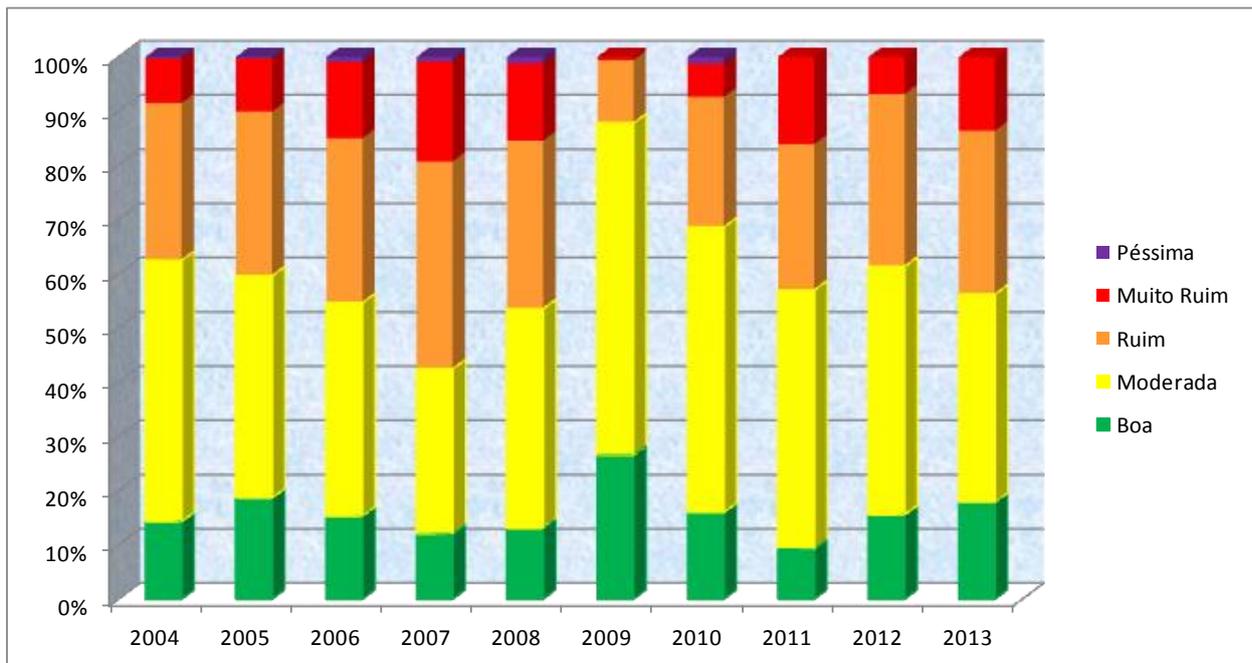
Na Baixada Santista, onde se encontram os municípios de Santos e Cubatão, as 5 estações que monitoram  $\text{MP}_{10}$  são: Santos, Santos – Ponta da Praia, Cubatão – Centro, Cubatão – Vila Parisi e Cubatão – Vale do Mogi.

Observa-se na Figura 4.1.3.5–1 que ao longo do período de 2003 a 2012 as concentrações médias anuais de  $\text{MP}_{10}$  na estação Cubatão - Vila Parisi têm se mantido acima do padrão anual de  $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ , como decorrência, principalmente, das emissões geradas no pólo industrial. Por outro lado, as médias anuais na estação Cubatão - Centro se apresentaram abaixo do limite estabelecido. Nota-se ainda que as médias anuais dos quatro anos de operação da estação Cubatão – Vale do Mogi, os três últimos anos se situam ligeiramente acima do limite anual. Pode-se verificar ainda uma tendência de aumento dos resultados nas três estações a partir de 2009, possivelmente com contribuição significativa das condições meteorológicas desfavoráveis à dispersão de poluentes, com ligeira queda neste último ano de 2012, influenciada pelas condições meteorológicas favoráveis. As novas estações de Santos e Santos – Ponta da Praia, instaladas durante o ano de 2011, registraram apenas a média do ano de 2012, cujos valores ficaram abaixo do limite anual de  $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ .



**Figura 4.1.3.5-1: Evolução das concentrações médias anuais de MP<sub>10</sub> nas estações de Cubatão e Santos.**  
(Fonte: CETESB, 2013)

Na Figura 4.1.3.5-2 é apresentada a evolução dos novos Índices de Qualidade do Ar verificadas na estação Cubatão - Vila Parisi no período de 2004 a 2013 por MP10, segundo índices calculados considerando os novos padrões de qualidade do ar fixados pelo Decreto 59.113/13, disponibilizados pelo Sistema QUALAR no site da CETESB. Pode-se verificar a pouca ocorrência de qualidade Boa ao longo dos anos, com predominância das qualidades Moderada e Ruim, com ligeira melhora no ano de 2012 em relação ao ano anterior, possivelmente influenciado pelas condições meteorológicas favoráveis para dispersão dos poluentes. Em 2013 houve ligeira melhora no índice Boa, porém com decréscimo no índice Moderado e aumento do índice Muito Ruim, mas sem nenhum registro de qualidade Péssima nos últimos 3 anos considerados.

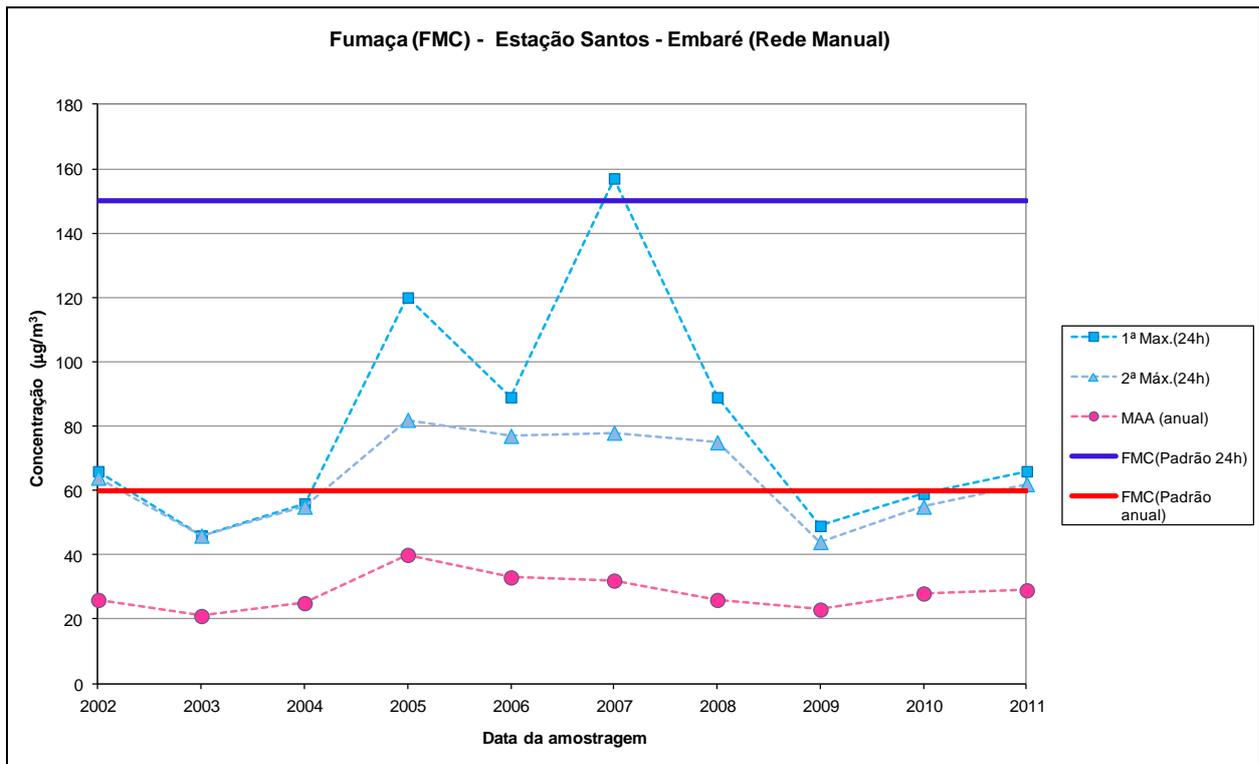


**Figura 4.1.3.5-2: Evolução dos novos índices de qualidade do ar por Partículas Inaláveis (MP<sub>10</sub>) registradas na estação Cubatão - Vila Parisi. (Fonte de dados: CETESB-QUALAR, 2014).**

## B. Fumaça (FMC)

A Figura 4.1.3.5-3 mostra os resultados verificados na estação Santos-Embaré da rede manual que foi desativada em 28/12/2011, onde se realizava rotineiramente o monitoramento de Fumaça (FMC). Pode-se verificar na figura que não ocorreram ultrapassagens do padrão longo prazo ( $60 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ) no período de 2002 a 2011, com leve tendência de redução no período de 2005 a 2009, voltando a ter leve tendência de aumento no período de 2009 a 2011, como possível contribuição das condições desfavoráveis de dispersão meteorológicas dos poluentes.

Quanto às concentrações máximas de 24 h pode-se verificar que apenas a primeira máxima de  $157 \mu\text{g}/\text{m}^3$  registrada em 2007 ultrapassou o padrão diário de  $150 \mu\text{g}/\text{m}^3$  durante os 10 anos de monitoramento deste poluente no Embaré.



**Figura 4.1.3.5-3: Evolução das concentrações máximas diárias e médias anuais de Fumaça (FMC) na estação Santos - Embaré, no período 2002 - 2011 (Fontes de dados: CETESB, 2007 e CETESB, 2013).**

### C. Partículas Totais em Suspensão (PTS)

A concentração média anual de PTS de  $229 \mu\text{g}/\text{m}^3$  para a estação de Cubatão – Vila Parisi no ano de 2012 mostrou ligeira queda em relação ao valor de  $236 \mu\text{g}/\text{m}^3$  registrado em 2011. No entanto, todas as médias encontram-se acima do padrão anual de qualidade do ar ( $80 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ), conforme pode ser visto na Figura 4.1.3.5-4. Pode-se ainda verificar também que todos os resultados das concentrações máximas diárias nestes últimos 10 anos ficaram bem acima do padrão de 24 h fixado em  $240 \mu\text{g}/\text{m}^3$  para este poluente, tendo a primeira máxima de 2012 de  $703 \mu\text{g}/\text{m}^3$  como o maior valor nestes 10 anos, ultrapassando inclusive o limite de  $700 \mu\text{g}/\text{m}^3$  do nível de Atenção. Os valores tiveram oscilações no período de 2003 a 2007, seguida de tendência de queda até 2009, mas voltando a ter uma tendência de aumento nos últimos anos.

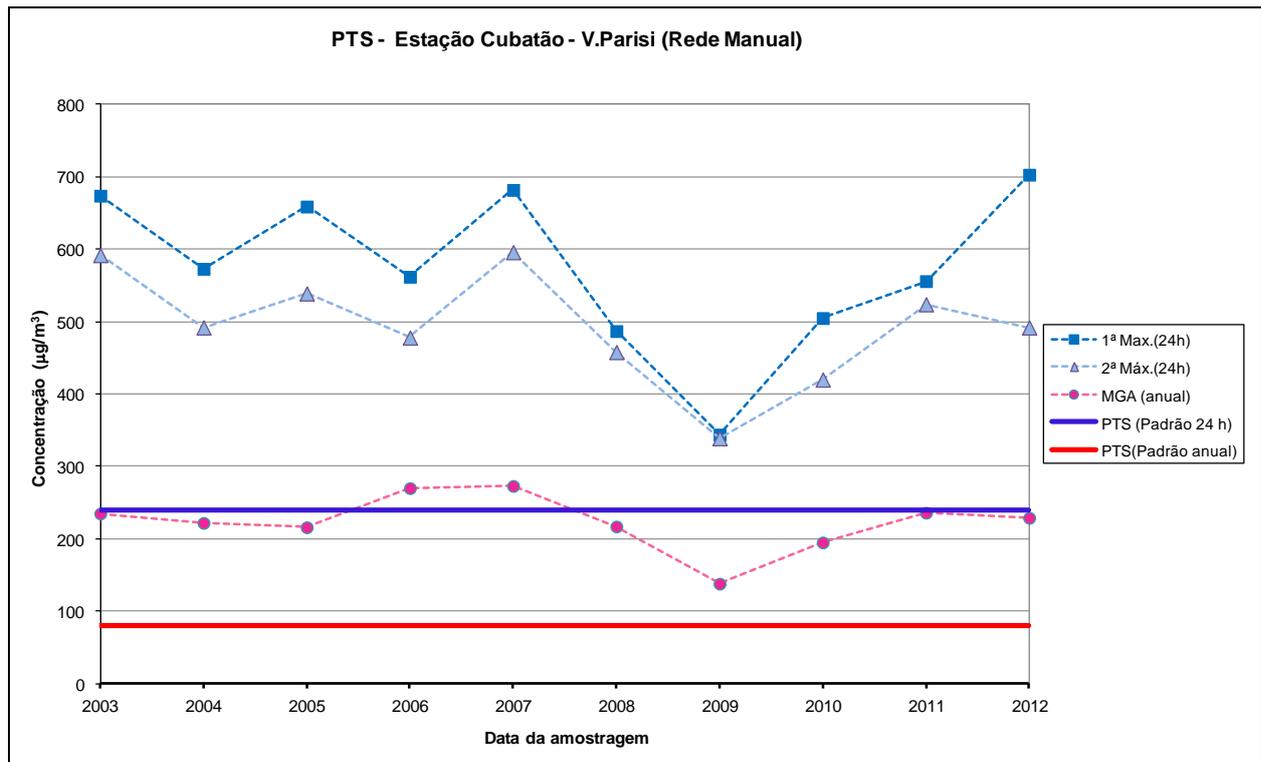


Figura 4.1.3.5-4: Evolução das concentrações máximas diárias e médias anuais de PTS na estação Cubatão - Vila Parisi, no período de 2003 - 2012 (Fontes de dados: CETESB, 2007 e CETESB, 2013).

#### D. Dióxido de Enxofre (SO<sub>2</sub>)

Este poluente é monitorado rotineiramente nas três estações da Rede Automática em Cubatão (Vale do Mogi, Centro, Vila Parisi) e, de forma passiva, na estação manual em Santos – Ponta da Praia a partir de 01/01/2012, com a transferência da estação que era operada no Embaré até final de 2011.

Na Figura 4.1.3.5-5 pode-se observar que as concentrações médias anuais de SO<sub>2</sub> na Baixada durante o período 2003 a 2012, tem valores bem abaixo do padrão de longo prazo (80 µg/m<sup>3</sup>), confirmando-se não haver problemas relativos a este poluente na região. Além disso, verifica-se que nos últimos anos ocorreram pequenas oscilações nas concentrações médias, mantendo-se contudo em nível de baixa concentração.

O mesmo fato pode ser observado na amostragem passiva realizada na estação manual que era operada em Santos-Embaré, conforme mostra a Figura 4.1.3.5-6. Todos os resultados das máximas médias mensais e médias anuais no período de 2002 a 2011 ficaram abaixo de 20 µg/m<sup>3</sup>, exceto um único valor de 21 µg/m<sup>3</sup> registrado em 2010, muito aquém quando comparados com o limite anual de 80 µg/m<sup>3</sup>.

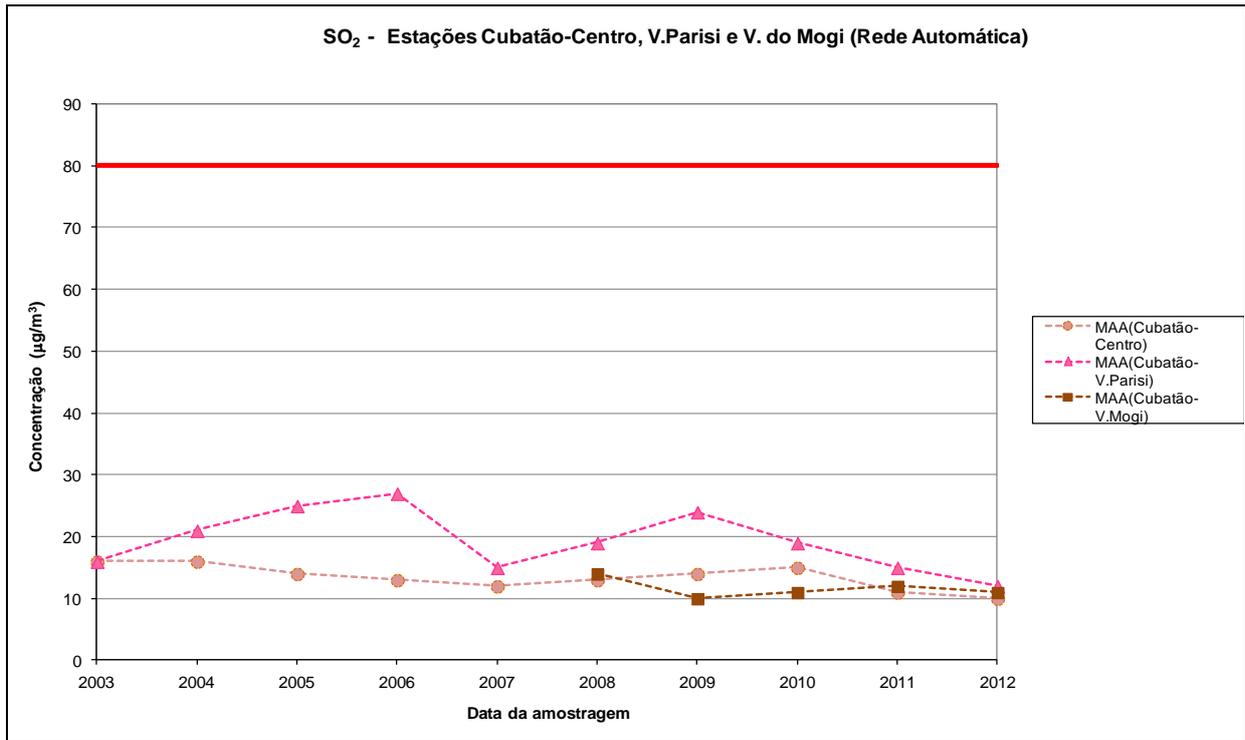


Figura 4.1.3.5-5: Evolução das concentrações médias anuais de SO<sub>2</sub> em Cubatão, no período de 2003 - 2012 (Fontes de dados: CETESB, 2007 e CETESB, 2013).

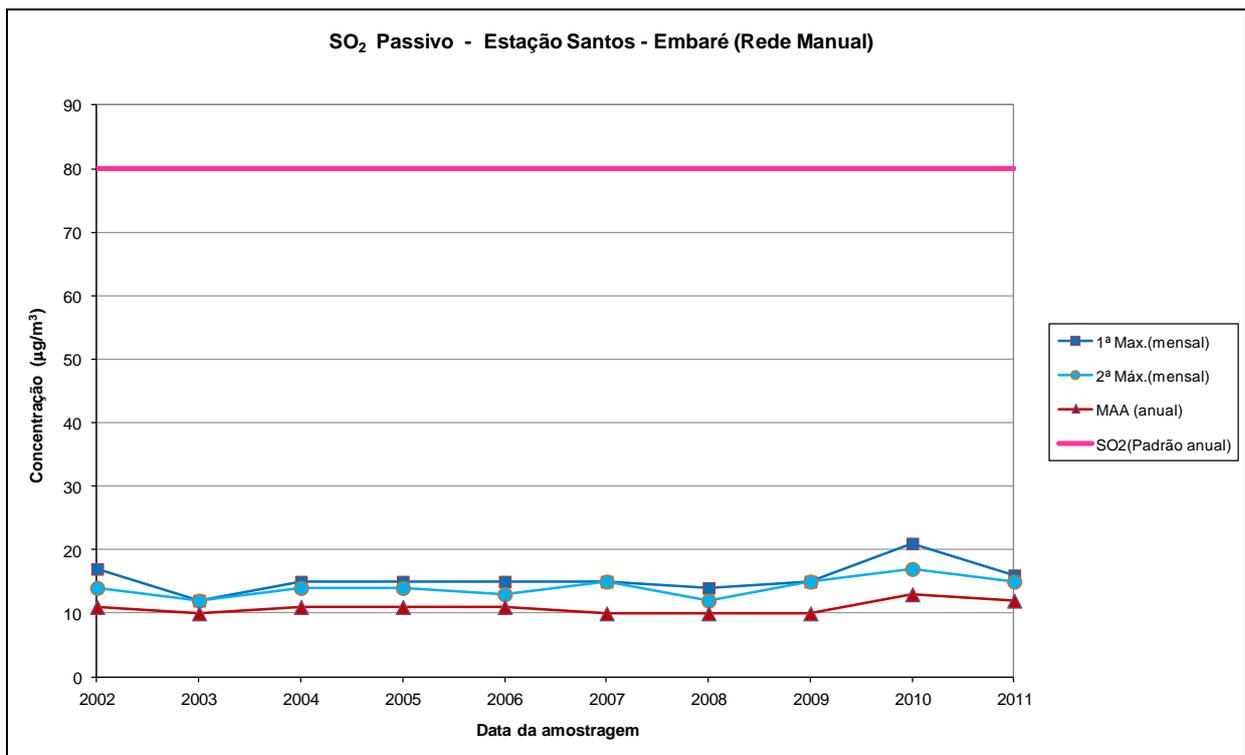


Figura 4.1.3.5-6: Evolução das concentrações médias anuais de SO<sub>2</sub> passivo na estação Santos-Embaré, no período de 2002 - 2011 (Fontes de dados: CETESB, 2007 e CETESB, 2013).

### E. Dióxido de Nitrogênio (NO<sub>2</sub>)

Para o NO<sub>2</sub> todas as estações de Cubatão (Vila Parisi, Vale do Mogi e Centro) apresentaram ao longo do período de 2003 a 2012 concentrações médias anuais que ficaram abaixo do padrão anual de 100 µg/m<sup>3</sup> de qualidade do ar, conforme pode ser visto na Figura 4.1.3.5-7, mostrando que este poluente não se constitui, por si só, em problemas na qualidade do ar na região. As medias anuais oscilaram no período analisado, podendo-se verificar uma leve tendência de crescimento no período de 2009 a 2011, com ligeira melhora no ultimo ano de 2012, possivelmente favorecido pelas condições meteorológicas favoráveis à dispersão de poluentes.

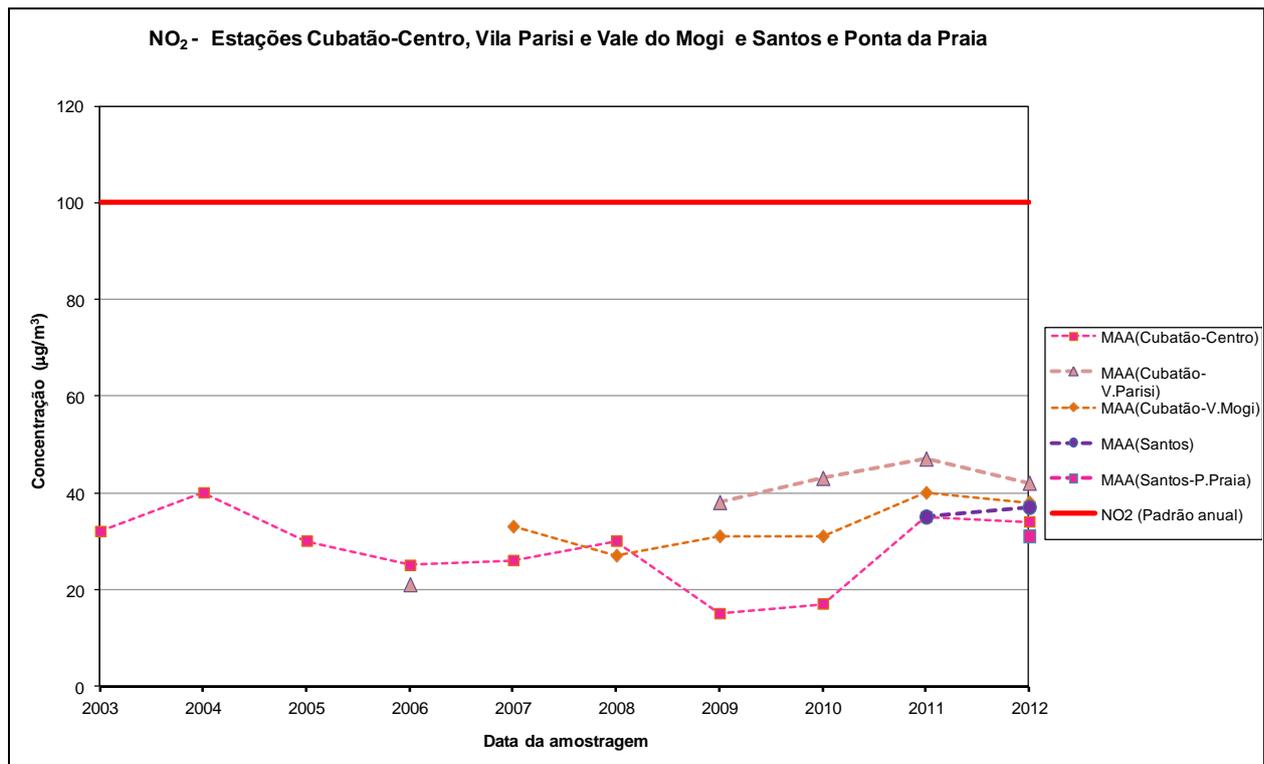


Figura 4.1.3.5-7: Evolução das concentrações médias anuais de NO<sub>2</sub> em Cubatão (Estações Cubatão-Centro, Vila Parisi e Vale do Mogi) e Santos (Santos e Ponta da Praia) no período de 2003 a 2012 (Fontes de dados: CETESB, 2007 e CETESB, 2013).

## F. Ozônio (O<sub>3</sub>)

Na Baixada Santista, o monitoramento de Ozônio é realizado nas estações Cubatão - Centro e Cubatão - Vale do Mogi e mais recentemente nas estações Santos (instalada em 07/06/2011) e Santos – Ponta da Praia (operação a partir de 01/01/2012). Na Figura 4.1.3.5-8 são apresentadas as evoluções das concentrações máximas horárias verificadas no período de 2003 a 2012 nas duas estações de Cubatão e nas outras duas de Santos. As máximas horárias registradas na estação Cubatão – Centro apresentam oscilações, sem definição de tendência, mas com todos os valores acima do padrão de 160 µg/m<sup>3</sup> para 1 hora de amostragem. Os resultados das máximas horárias verificadas na estação Cubatão – Vale do Mogi, iniciaram com resultados mais baixos (e abaixo do limite horário) até 2008, aumentando nestes últimos anos (2009 – 2012), superando também o padrão horário fixado. A estação Santos também registrou valores pouco acima do padrão em 2011 (apesar de não ter apresentado representatividade anual) e 2012. Na estação Santos – Ponta da Praia as suas máximas de 153 e 151 µg/m<sup>3</sup> de 2012 ficaram ligeiramente abaixo do limite horário.

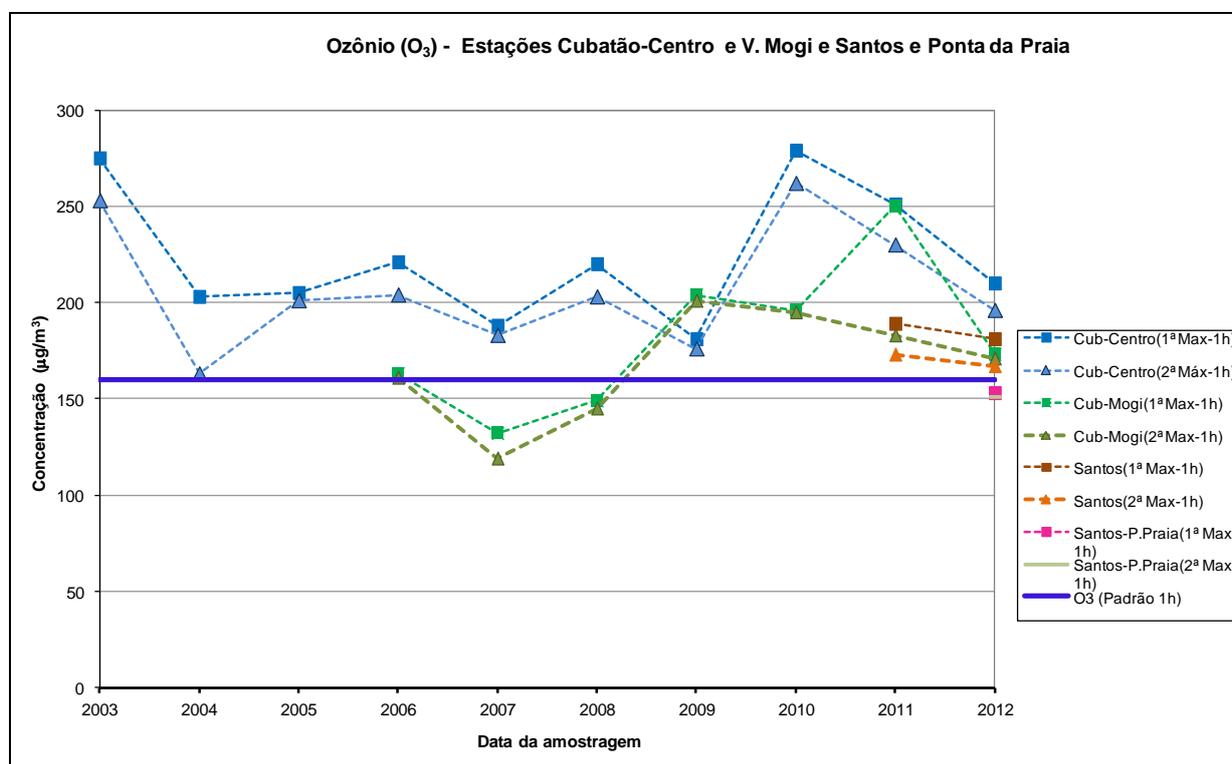


Figura 4.1.3.5-8: Evolução das concentrações máximas de 1 h de Ozônio em Cubatão (Estações Cubatão-Centro e Vale do Mogi) e em Santos (Santos e Ponta da Praia) no período de 2003 a 2012 (Fontes de dados: CETESB, 2007 e CETESB, 2013).

Em 2012, na estação Cubatão – Centro, foram registradas 4 ultrapassagens ao padrão horário de qualidade do ar para Ozônio (O<sub>3</sub>), sendo que a primeira máxima ultrapassou o nível de Atenção. Já na estação Cubatão - Vale do Mogi, houve 2 ultrapassagens ao padrão horário, sem atingir o nível de Atenção. Na estação automática Santos, instalada em 2011, registrou-se 2 ultrapassagens ao padrão horário de qualidade do ar em 2012, sendo que na estação Santos – Ponta da Praia operada em 2012

não houve registro de ultrapassagens ao limite diário. Os gráficos da Figura 4.1.3.5-9 mostram as evoluções do número de ultrapassagens do padrão horário de qualidade do ar e do nível de Atenção ao longo do período de 2003 a 2012 nestas quatro estações citadas.

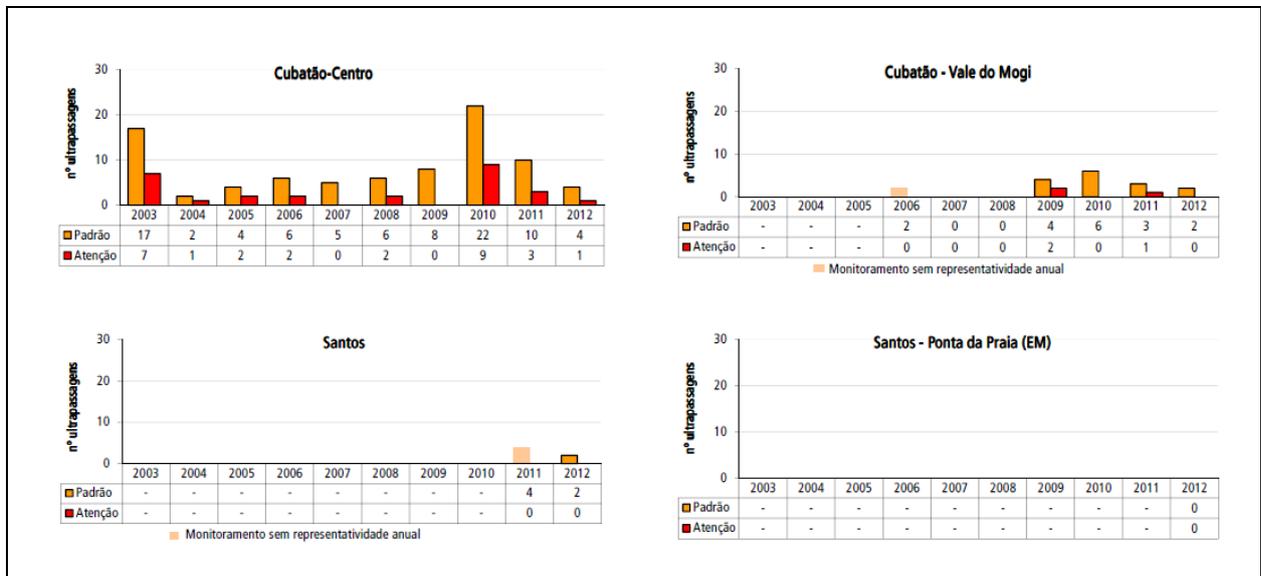
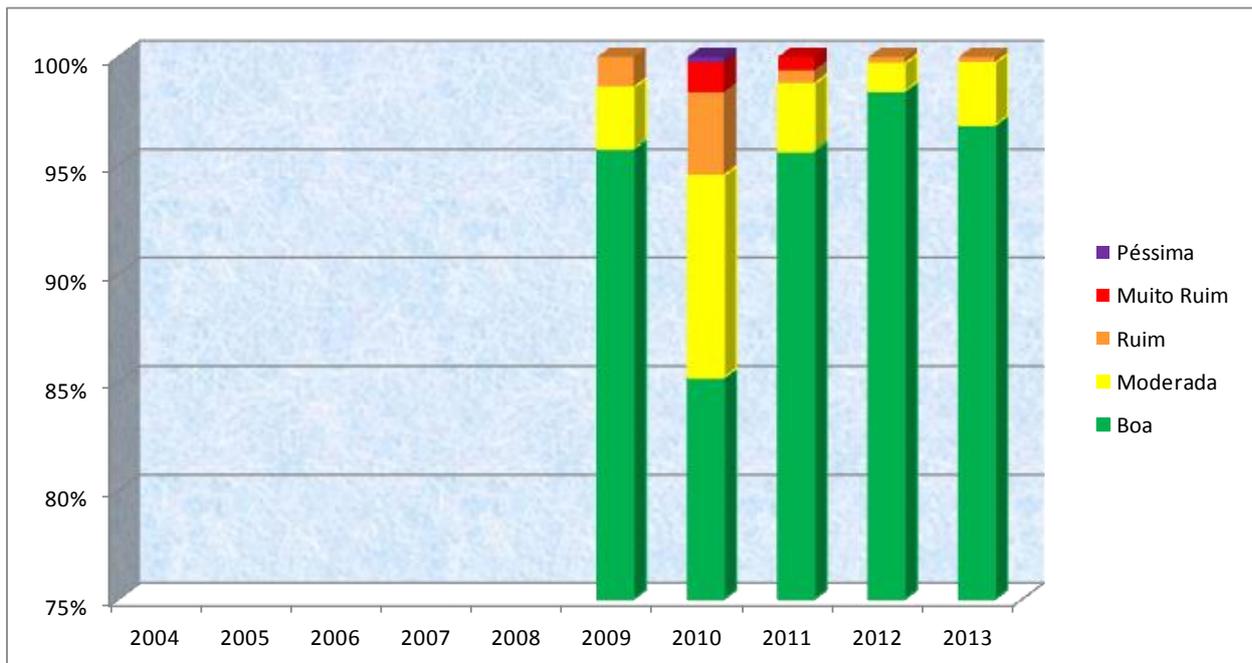


Figura 4.1.3.5-9: Evolução do número de ultrapassagens do padrão de qualidade do ar e do nível de Atenção nas estações Cubatão - Centro, Cubatão - Vale do Mogi, Santos e Santos - Ponta da Praia no período de 2003 a 2012 para Ozônio (Fonte: CETESB, 2013).

Ainda com relação ao Ozônio, a Figura 4.1.3.5-10 mostra a evolução dos novos índices de qualidade do ar calculados para este poluente já considerando os novos padrões definidos pelo Decreto 59.113/13. Vale ressaltar que foram disponibilizados no Sistema QUALAR da CETESB apenas os dados referentes ao período de 2009 a 2013, uma vez que com alteração do tempo de amostragem de 8 horas para o novo padrão (diferente do padrão anterior referida ao tempo de uma de hora) há necessidade de se processar os dados horários para recalcular a concentração média de 8 horas para posterior comparação com o novo limite ( $140 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ) vigente no território paulista. Conforme informações constantes no acesso ao Sistema QUALAR os dados de Ozônio anteriores a 01/01/2009 serão disponibilizados gradativamente em função do seu processamento. Como mostra a figura citada, nos 3 últimos anos (2011 a 2013) ocorreram registros superiores a 95% de índice de qualidade Boa (98,4% no ano de 2012), após um registro de qualidade menos favorável no ano de 2010. Vale ressaltar que 2012 e 2013 não foram registrados índices de qualidade Muito Ruim nesta estação.



**Figura 4.1.3.5-10: Evolução dos índices de qualidade do ar por Ozônio (O<sub>3</sub>) registradas na estação Cubatão - Centro. (Fonte de dados: CETESB-QUALAR, 2014).**

#### **4.1.3.6. Classificação dos níveis de qualidade do ar do Município de Santos e municípios vizinhos de interesse na Baixada Santista**

Conforme já comentado anteriormente, com a aprovação recente do Decreto 59.113/13 definindo padrões mais restritivos de qualidade do ar, houve também alteração nos critérios para estabelecimento da classificação dos níveis de qualidade do ar de uma sub-região. No dia 20/07/2013 foi publicada a Deliberação CONSEMA 12/2013 de 16/07/2013 que aprovou a nova classificação das sub-regiões nas categorias de qualidade do ar baseada nos resultados do monitoramento medidos nos quatro últimos anos - 2009, 2010, 2011 e 2012 - nas estações das redes de monitoramento da CETESB no Estado de São Paulo. Na Tabela 4.1.3.6-1 são apresentadas as classificações atuais do município de Santos e municípios vizinhos da Baixada Santista (Guarujá, São Vicente, Bertioga e Praia Grande) mais próximos da área do empreendimento, podendo-se verificar que todos os municípios considerados estão enquadrados na categoria de qualidade do ar mais crítica denominada “Maior que M1” (>M1) para o poluente Ozônio, pelo monitoramento realizado na estação Cubatão – Centro, considerando que os citados municípios vizinhos se localizam, no todo ou em parte, a uma distancia de até 30 km da estação medidora. Segundo detalhamento constante da mesma Deliberação, pode-se verificar que esta estação apresentou a média de 142 µg/m<sup>3</sup> das quartas concentrações horárias máximas dos resultados dos 3 últimos anos (2010, 2011 e 2012) que é maior que o valor do padrão horário de qualidade do ar de 140 µg/m<sup>3</sup> estabelecido como Meta Intermediária Etapa 1 (MI1) que se encontra em vigor para este poluente. Vale ressaltar ainda que o valor da quarta concentração horária máxima do ano de 2010 de 173 µg/m<sup>3</sup> influenciou significativamente para esta classificação mais critica, uma vez que pelos valores das quartas horárias

máximas de 2011 ( $136 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ) e de 2012 ( $117 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ) poderia resultar numa classificação menos crítica.

Em relação aos demais poluentes (Material Particulado,  $\text{SO}_2$  e  $\text{NO}_2$ ) os municípios de Guarujá, Santos, São Vicente, Bertioga e Praia Grande não apresentam classificação. O Município de Cubatão está classificado ainda como “Maior que M1” (>M1) para o poluente Material Particulado tanto pelos resultados das médias das médias anuais das estações Vila Parisi como Vale do Mogi dos últimos 4 anos (2008 a 2012) que foram superiores a  $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$ , como também pela média das quartas máximas diárias dos três últimos anos nas duas estações que foram superiores ao limite de  $120 \mu\text{g}/\text{m}^3$ . Ainda o Município de Cubatão foi classificado como M1 para o poluente  $\text{SO}_2$ , pelas médias das quartas concentrações máximas dos 3 últimos nas suas 3 estações (Centro, Vila Parisi e Vale do Mogi), cujos resultados ficaram na faixa de 40 a  $60 \mu\text{g}/\text{m}^3$ . Finalmente Cubatão foi classificado como M3 para o poluente  $\text{NO}_2$  pela media das medias anuais dos 3 últimos anos na estação Cubatão - Vila Parisi que ficou na faixa de 40 a  $45 \mu\text{g}/\text{m}^3$ .

**Tabela 4.1.3.6-1: Classificação dos níveis de qualidade do ar do Município de Santos e municípios vizinhos segundo Deliberação CONSEMA 12/2013 (CONSEMA, 2013)**

Município	Classificação da qualidade do ar por poluente				Município monitorado para $\text{O}_3$
	MP	$\text{SO}_2$	$\text{NO}_2$	$\text{O}_3$	
Guarujá	-	-	-	>M1	Cubatão
Santos	-	-	-	>M1	Cubatão
Cubatão	>M1	M1	M3	>M1	Cubatão
São Vicente	-	-	-	>M1	Cubatão
Bertioga	-	-	-	>M1	Cubatão
Praia Grande	-	-	-	>M1	Cubatão

MP – Material particulado  
 $\text{SO}_2$  – Dióxido de enxofre  
 $\text{NO}_2$  – Dióxido de nitrogênio  
 $\text{O}_3$  – Ozônio

Categorias de qualidade do ar: >M1, M1, M2, M3 e MF

Finalmente, vale lembrar que em atendimento às disposições constantes do Paragrafo 9º do Art. 5º do Decreto 59.113/13, que define a periodicidade de 3 anos para classificação da qualidade do ar das sub-regiões do Estado de São Paulo, o próximo enquadramento deverá ser realizado em 2016.

#### 4.1.3.7. Conclusão da Qualidade do ar na Região de Interesse

Conforme enquadramento constante da Deliberação COSEMA 12/2013, o Município de Santos tem a qualidade do ar enquadrada na classificação mais crítica de “Maior que M1” para o poluente Ozônio pelas medições realizadas pela estação Cubatão - Centro e “sem classificação” para os demais poluentes primários (Material Particulado,  $\text{SO}_2$  e  $\text{NO}_2$ ).

Assim sendo, de acordo com o inciso II do Art. 11 do Decreto nº 59.113/13, a implantação de fontes novas de poluição ou no caso de ampliações dos estabelecimentos já existentes em regiões com qualidade do ar classificada como “Maior que M1”, como ocorre com Ozônio no Município de Guarujá e caso as emissões residuais resultem em quantidades acima das especificadas no Art. 12 (Material Particulado – 100 t/ano;  $\text{NO}_x$  – 40 t/ano; COVs, não  $\text{CH}_4$  – 40 t/ano e  $\text{SO}_x$  – 250 t/ano)

do citado decreto, deverão, além de utilizar sistemas produtivos e de controle de poluição baseados na melhor tecnologia prática disponível, compensar em 110% as emissões atmosféricas a serem adicionadas pelo empreendimento. Conforme estabelece o item 1 do §1º do Art. 15 no caso do poluente secundário Ozônio a compensação dar-se-á pelos seus poluentes precursores NOx e COVs, não-CH<sub>4</sub>.

Para os demais poluentes – Material Particulado, SO<sub>2</sub> e NO<sub>2</sub> – com a qualidade do ar “sem classificação”, segundo inciso IV do Art. 11, as ampliações serão obrigadas, além de utilizar sistemas de produtivos e de controle de poluição baseados na melhor tecnologia disponível, e se aludidas no Art. 12, comprovar mediante modelagem matemática de dispersão que o quarto maior valor diário é menor ou igual ao respectivo padrão MI2 e que a média anual é menor ou igual ao padrão anual MI2.

Por este motivo, foi apresentado no item 3.3.4 o Estudo de Estimativa de Emissões Atmosférica e a Modelagem de Dispersão, evidenciando que o empreendimento se enquadra nos padrões estabelecidos e apresentados anteriormente.

#### **4.1.4. Geologia, Geomorfologia e Pedologia.**

Como as Áreas de Influência direta (AID) e Indireta (AII) não foram alteradas com a inclusão da área do novo Canteiro Avançado, os diagnósticos de geologia, geomorfologia e pedologia apresentados no EIA já abrangem a nova área e, portanto, não serão novamente apresentados nesta informação técnica, valendo todas as informações apresentadas no EIA.

Na sequência serão apresentadas as informações referentes a Área Diretamente Afetada, uma vez que esta sofreu alterações com a inclusão na área do canteiro.

##### **4.1.4.1. Geologia e Geotecnia**

###### **4.1.4.1.1. Procedimentos Metodológicos**

Os estudos referentes aos aspectos geológicos da AII envolveram a compilação de diversos mapas geológicos, integrados para a apresentação em escala 1:50.000 do mapa geológico da Área de Influência Indireta (AII), que contém um quadro resumo onde foram caracterizadas as principais unidades geológicas. Todas as informações referentes à AII já foram apresentadas no EIA.

Concomitantemente, foram delimitadas as principais unidades geológicas com base na interpretação de fotografias aéreas e comparações com os levantamentos geomorfológicos. A partir dessas informações, obteve-se como produto a cartografia geológica em escala 1:10.000 da Área de Influência Direta (AID), que engloba a Área Diretamente Afetada (ADA).

Foram individualizadas as unidades que afloram na área, com enfoque principal para as coberturas sedimentares quaternárias de Planície Costeira, que recobrem a área do projeto. São abordados ainda aspectos relacionados a possíveis processos de dinâmica superficial na área de influência do empreendimento, bem como a correlação em subsuperfície das coberturas sedimentares mais recentes.

A Geologia das unidades pré-cambrianas teve, por base, a Carta Geológica de Santos (escala 1:250.000) elaborada pela CPRM (1999), que considera os avanços obtidos no campo geológico na

década passada, que têm como referência trabalhos de cunho regional produzidos durante a década de 1980, como os mapeamentos elaborados pela Emplasa (1980), pelo IPT (BISTRICHI *et al.* 1981) e pelo Convênio DAEE/Unesp (1984). A Geologia da Planície Costeira, no que se refere às coberturas sedimentares quaternárias, foi obtida do mapeamento efetuado por Suguio & Martin (1978), além das considerações feitas por outros autores.

A partir de trabalhos publicados nas últimas décadas, por pesquisadores que as avaliaram no contexto da história geológica dos sedimentos da Baixada Santista, foram obtidas as características geotécnicas dos sedimentos, dando-se ênfase às argilas moles de SFL. Dentre os autores mais importantes pode-se citar Massad (1994 e 1999), cuja caracterização dos aluviões dos rios Mogi e Cubatão e dos sedimentos marinhos pode ser aplicada para toda a região, e da Cosipa (1992), por sua norma técnica inédita, desenvolvida durante suas diversas fases de expansão e operação.

Além da pesquisa bibliográfica, foram desenvolvidas atividades de interpretação geológica de imagens recentes de satélite e fotografias aéreas de 2007, as quais foram comparadas às fotografias dos sobrevoos de 1962, 1973, 1986 e 2002.

A avaliação das fotografias e imagens aéreas permitiu identificar as diferentes unidades geológico-geotécnicas presentes na AID e ADA, e a avaliação das possíveis ocorrências de depósitos de materiais transportados; cicatrizes de rupturas e antigos escorregamentos; processos erosivos antigos e atuais; assoreamentos e demais ocorrências naturais ou decorrentes de ação antrópica.

Para aferição direta e melhor caracterização das unidades, estruturas geológicas e processos supérgenos, e avaliação das condições de fundação, estabilidade e conservação de taludes naturais e escavados, aterros e drenagem superficial, foi realizado um reconhecimento geológico-geotécnico da ADA. Os trabalhos foram realizados ao longo das estradas e acessos existentes, percorrendo-se, quando necessário, caminhos, picadas e trilhas, de forma a se inspecionar os taludes naturais e cortes existentes, aterros, depósitos aluviais recentes, eventuais afloramentos de rocha, erosões, assoreamentos etc.

Os materiais representativos das unidades geológico-geotécnicas presentes na AID e ADA foram caracterizados com base nas campanhas de investigações realizadas pela Emraport em 2002, na região entre a Ilha Barnabé e o Canal de Bertiooga, e pela Cosipa em 2003, ao longo do Canal de Piaçaguera e na região do Dique do Furadinho.

Dos estudos da Emraport, foram utilizadas 49 sondagens à percussão realizadas em terra e 33 sondagens à percussão realizadas no mar. Dos estudos da Cosipa, foram avaliadas 12 sondagens à percussão, com medidas de torque (SPT<sup>T</sup>) ao longo do Canal de Piaçaguera; ensaios de palheta (*vane test*) em 7 pontos escolhidos ao longo da profundidade dos furos de sondagem, totalizando 84 determinações; ensaios de laboratório de Limites de Atterberg nas profundidades de realização dos ensaios de palheta; caracterização completa de 13 pontos escolhidos ao longo das sondagens executadas ao longo do canal de Piaçaguera, e 10 sondagens à percussão com 5 a 8 ensaios *vane test* em cada sondagem, e ensaios de caracterização dos solos, na área do Dique do Furadinho.

#### 4.1.4.1.2. Área Diretamente Afetada - ADA

##### A. Propriedades Geotécnicas dos Solos Moles

###### A.1. Resistência ao cisalhamento

Quando se quer analisar a estabilidade de um aterro sobre solos moles, é necessário verificar se sua resistência ao longo de uma superfície teórica de ruptura é suficiente para resistir ao peso que será aplicado. A resistência de um solo no estado em que se encontra, antes de ocorrer qualquer drenagem, é chamada resistência não drenada ( $s_u$ ). A resistência da argila no seu estado natural depende do índice de vazios ( $e$ ) e da tensão de pré-adensamento.

Nos solos de consistência muito mole (SPT  $\leq 2$ ) a mole (SPT entre 3 e 5), a resistência não drenada ( $s_u$ ) das camadas superficiais é baixa e crescente com a profundidade. Seu conhecimento é fundamental para os estudos de Engenharia que contemplam a estabilidade de taludes de aterros ou de maciços de materiais granulares sobre solos moles, estabilidade de taludes de escavações, e o dimensionamento e verificação do comportamento de estacas e fundações rasas.

Os parâmetros de resistência dos solos podem ser obtidos por meio de ensaios especiais de laboratório sobre amostras indeformadas, ensaios de campo em diversas profundidades e através de correlações. Em laboratório, são utilizados ensaios de compressão triaxial sobre amostras saturadas, não drenadas e com tensões programadas.

O ensaio de campo mais utilizado para a determinação da resistência ao cisalhamento dos solos é o de palheta ou *vane test*, que utiliza uma palheta de seção em forma de cruz, a qual é cravada em argilas saturadas, de consistência mole a rija e, por rotação, é submetida ao torque necessário para se atingir a ruptura do solo por cisalhamento em condições não drenadas.

Ao analisar a hipotética superfície de ruptura de uma argila mole sob o efeito de um aterro, Bjerrum (1972) mostrou que, ao longo dela, diversas formas de sollicitação ocorrem: sob a área carregada, a sollicitação é de compressão; na parte inferior, a sollicitação corresponde a um cisalhamento simples; e na parte externa, a sollicitação é de extensão (aumento da tensão horizontal, correspondente à tensão principal menor). Por isso, a resistência ao cisalhamento não drenada da argila deveria ser determinada para cada tipo de sollicitação.

Diante da dificuldade de se realizar os três ensaios citados e visando possibilitar a realização de projetos com base nos valores de coesão obtidos pelo *vane test*, Bjerrum (1973) analisou rupturas em aterros construídos sobre argilas moles em todo o mundo e concluiu que um número considerável de rupturas havia ocorrido em aterros que apresentavam coeficientes de segurança superiores a um, se considerados os valores de coesão fornecidos pelo *vane test*. Nesse estudo, é mostrado o efeito da anisotropia e do tempo na resistência dos solos, e recomendada a utilização de um coeficiente de correção, função do índice de plasticidade (IP), em geral menor do que a unidade (para valores elevados de IP), a ser multiplicado pelo valor da coesão não drenada obtida através do *vane test*, para levar em conta estes fatores.

Também podem ser realizados, no campo, os ensaios de piezocone, cujo princípio é bastante simples, pois consiste de cravação no terreno, com velocidade constante, de uma ponteira cônica

que fornece o registro contínuo da resistência à penetração, que é correlacionada à estratigrafia do subsolo, obtida a partir de sondagens.

Através desse ensaio, obtém-se a resistência de ponta ( $q_p$ ), o atrito lateral ( $f_s$ ), e diversas correlações para depósitos de argilas moles, inclusive o coeficiente de adensamento radial ( $C_r$ ), a partir da interpretação dos ensaios de dissipação de pressões neutras geradas durante a cravação do cone no solo. Com base nesses elementos, é possível avaliar os mecanismos de sobreadensamento e como os mesmos interferem nas propriedades geotécnicas das argilas.

A resistência ao cisalhamento ( $s$ ) dos solos é obtida pela equação:

$$s = c' + \sigma' \cdot \text{tg } \varphi'$$

Onde:

- $\sigma'$  é a pressão normal efetiva;
- $c'$  é a coesão efetiva; e
- $\varphi'$  é o ângulo de atrito interno do solo.

## A.2. Adensamento e compressibilidade

Nas argilas muito moles saturadas, um dos aspectos de maior interesse para a Engenharia Geotécnica é a determinação das deformações devidas a carregamentos verticais na superfície do terreno, ou em cotas próximas a esta. Os recalques decorrentes de tais deformações podem ser de magnitudes consideráveis e prejudiciais às estruturas ou aterros.

Normalmente, os recalques ocorrem de forma lenta, após a aplicação de cargas sobre a superfície do terreno, face à necessidade de saída da água dos vazios do solo que são, em geral, de baixa permeabilidade. Esse processo é conhecido como adensamento e está associado a parâmetros de compressibilidade dos solos moles.

Os parâmetros de compressibilidade podem ser investigados através do ensaio de adensamento realizado em laboratório, que consiste na compressão controlada de uma amostra de solo contida em um molde, sem qualquer deformação lateral. Nesse ensaio, o carregamento é feito por etapas, registrando-se, para cada carga, a deformação em vários intervalos de tempo. O ensaio simula o comportamento do solo quando ele é comprimido, por exemplo, pela ação de novas camadas de solo, ou quando se constrói um aterro sobre o mesmo.

Entre as várias propriedades consideradas no adensamento, tem-se a tensão de sobreadensamento ( $\sigma'_a$ ), que é a tensão à qual o solo foi submetido anteriormente à tensão atual. A história dos carregamentos nos sedimentos argilosos se manifesta, no ensaio de adensamento, através desta tensão. Quando comparamos a tensão de sobreadensamento com a tensão efetiva atual do solo em estudo, conhecemos um pouco de sua evolução ao longo do tempo.

À relação entre a tensão de sobreadensamento ( $\sigma'_a$ ) e a tensão efetiva atual, dá-se o nome de razão de sobreadensamento (RSA ou OCR). Às vezes, a tensão de sobreadensamento é igual à tensão

efetiva no solo por ocasião da amostragem, ou seja, o solo nunca esteve submetido, anteriormente, a maiores tensões. Nesse caso, o solo é considerado normalmente adensado.

Pode ocorrer, também, da tensão de sobreadensamento ser sensivelmente maior do que a tensão atuante no solo no momento da amostragem, sendo o solo, nesse caso, denominado sobreadensado. Eventualmente, a tensão de sobreadensamento obtida no ensaio pode ser inferior à tensão efetiva do solo, estimada com base no perfil geológico, o que pode ocorrer em caso de adensamento devido a carregamentos recentes.

Em função da interpretação da tensão de sobreadensamento, da RSA e das novas tensões a ser aplicadas sobre o terreno – tais como cargas de fundações de edificações, cargas de aterros etc. – a Mecânica dos Solos dispõe de equações para a estimativa de recalques.

Os parâmetros de compressibilidade obtidos nos ensaios de adensamento – tais como o índice de compressão ( $C_c$ ), índice de recompressão ( $C_r$ ) e o coeficiente de compressibilidade ( $a_v$ ), assim como seu estado natural, definido pelo índice de vazios ( $e$ ) – influem diretamente no cálculo de recalques, os quais são proporcionais aos carregamentos sobre as argilas e, portanto, variáveis ao longo do período construtivo.

A evolução dos recalques com o tempo depende das características dos sedimentos argilosos relacionadas às condições de drenagem das camadas compressíveis, tais como a presença de camadas de areias, que facilitam a expulsão da água do subsolo, e da permeabilidade das argilas.

Através do conhecimento do coeficiente de adensamento ( $c_v$ ), que é função do coeficiente de compressibilidade ( $a_v$ ), do coeficiente de permeabilidade ( $k$ ) e do índice de vazios ( $e$ ) das argilas, e das condições de drenagem da camada argilosa em estudo, pode-se avaliar a evolução dos recalques com o tempo.

O conhecimento dos parâmetros de compressibilidade dos sedimentos e dos recalques provocados pelos carregamentos devidos às obras e sua evolução com o tempo permitem prever seus impactos e estabelecer medidas para sua mitigação e monitoração, nas diferentes etapas executivas do cronograma de construção e de operação do empreendimento.

## **B. Parâmetros Geotécnicos dos Solos**

### **B.1. Sedimentos da Baixada Santista**

As unidades geológico-geotécnicas presentes na região, que compreende a ADA, são representadas pelos Sedimentos de Mangue e Pântanos de natureza argilosa (SMGag) ou arenosa (SMGar); Sedimentos Flúvio-lagunares argilosos (SFLag) e arenosos (SFLar); Areias Transicionais Holocênicas Flúvio-marinhas ou Litorâneas; Areias de Depósitos Fluviais Basais nos Aluviões (SFA), e Areias e Argilas Transicionais Pleistocênicas da Formação Cananéia (AT), assentadas sobre solos residuais.

No topo do pacote de sedimentos, os depósitos são constituídos por sedimentos de mangues e pântanos com valores de SPT nulos, sendo os sedimentos de mangue arenoso mais espessos junto aos rios e canais. Em profundidades maiores, encontram-se os depósitos argilosos com 20m ou mais de espessura, dos sedimentos flúvio-lagunares holocênicos, denominados SFL por Massad (1986).

Antes da base desses depósitos podem ocorrer areias finas dos sedimentos flúvio-lagunares e/ou depósitos fluviais de aluviões holocênicos pretéritos representados pelos pedregulhos finos a grossos. Sotopostas podem ocorrer areias e argilas transicionais pleistocênicas da Formação Cananéia – diferenciadas das argilas SFL, no início da década de 90, por investigações realizadas no Cais da Conceiçãozinha, próximo à área industrial da Cosipa – e na base dos sedimentos são encontrados os solos residuais sobre o maciço de rochas cristalinas.

Os Sedimentos de Mangue e Pântanos de natureza arenosa (SMGar) ocupam grandes porções das áreas emersas, com espessuras variáveis de 1,50m a mais de 5m, podendo ser identificados até a cota -7,45m. São constituídos por areias finas pouco argilosas a areias finas argilosas de coloração cinza-escuro, com índices de SPT de 1/60 a 1/40. Sedimentos de Mangue e Pântanos argilosos (SMGag) formam depósitos menores, interdigitados aos sedimentos de mangue arenoso, com espessuras entre 1m e 2m e cotas do topo do depósito a cerca de -1m. São constituídos por argilas orgânicas siltosas de consistência muito mole, de SPT zero e coloração preta.

Os Sedimentos Flúvio-lagunares (SFL) ocorrem como uma espessa camada argilosa sotoposta aos sedimentos de mangue (SMG), mas também podem constituir interdigitações nestes. São representados, principalmente, por argilas siltosas e argilas arenosas de granulometria fina, e também são reconhecidas camadas delgadas de areia fina subordinadas (SFLar).

O pacote principal desses sedimentos pode apresentar espessuras de 10m a mais de 30m de argilas altamente plásticas, de consistência muito mole a mole, coloração cinza-escuro e com índices de SPT entre zero e 4 (COSIPA, 2004). As areias SFLar apresentam coloração cinza-escuro e eventualmente cinza a cinza-amarelada, e espessuras decimétricas no seio do pacote de SFL, aumentando para 1m a mais de 6m em direção à sua base.

As areias transicionais holocênicas flúvio-marinhas ou litorâneas (SFM) são constituídas por areias finas a médias e areias médias a grossas, pouco argilosas, de coloração cinza-escuro a cinza-clara, e sua espessura varia entre 1m e 3,5m. Areias de depósitos fluviais basais nos aluviões (SFA) consistem de pedregulhos de dimensões até centimétricas, eventualmente com matriz arenosa e intercalações subordinadas de areias médias a grossas, pouco argilosas, com pedregulhos finos. São de coloração cinza-clara a cinza (COSIPA, 2004).

As Argilas Transicionais Pleistocênicas da Formação Cananéia (AT) são de constituição argilo-arenosa e estão presentes na região de São Vicente e, principalmente, a oeste do Largo de São Vicente. Formam ocorrências localizadas, com o topo do depósito a profundidades entre 19m e 25m e eventuais intercalações arenosas com alguns metros de espessura no pacote. Apresentam-se sobreadensadas, com índices de SPT entre 5 e 25, e sua espessura pode variar de 1m a mais de 10m.

Os solos residuais podem se encontrar expostos na região ou recobertos por depósitos sedimentares com espessuras de mais de 50m, com topo ondulado e irregular em virtude dos processos erosivos que esculpam seu relevo. Apresentam constituição silto-arenosa micácea, coloração cinza a cinza amarelada variegada, elevada compactidade e preservam as estruturas e textura da rocha original.

Para as argilas moles e outros solos da região de Piaçaguera, a norma técnica interna da Cosipa (1992) para projeto e execução de obras de terra e fundações, recomenda os parâmetros geotécnicos médios obtidos a partir de ensaios realizados desde a década de 60.

A seguir, são apresentados os valores médios obtidos nos ensaios de caracterização, compressibilidade, deformabilidade e resistência de argilas moles, parâmetros de areis e cascalhos presentes na área, ressaltando-se a grande variabilidade observada nos resultados obtidos.

**Tabela 4.1.4.1.2 - 1: Resultados dos ensaios de caracterização, compressibilidade, deformabilidade e resistência**

Parâmetro	Argilas moles	Areias	Cascalho
Porcentagem de argila (ABNT / MIT)	65% / 54%	-	-
Limite de Liquidez (LL)	115	-	-
Limite de Plasticidade (LP)	41	-	-
Índice de Plasticidade (IP)	74	-	-
Índice de Compressão (Cc)	1,50	-	-
Índice de Recompressão (Cr)	0,07	-	-
Índice de Expansão (Ce)	0,24	-	-
Fator de Compressibilidade ( $C_c / 1 + e_0$ )	0,38	-	-
Coefficiente de Adensamento vertical (Cv) (cm <sup>2</sup> /s)	0,004	-	-
Módulo de Elasticidade (E) (Kgf/cm <sup>2</sup> )	100 a 200	-	-
Coefficiente de Poisson (ν) (c. não drenada)	0,5	-	-
Módulo de Elasticidade (E) (Kgf/cm <sup>2</sup> )	20 a 40	-	-
Coefficiente de Poisson (ν) (c. drenada)	0,2	-	-
Resistência não drenada de argila virgem ( $S_u$ ) (tf/m <sup>2</sup> ) (Z = prof. do topo da argila)	0,5+0,17xZ	-	-
Resistência não drenada de aterro a mais de um ano sobre argila ( $S_u$ ) (tf/m <sup>2</sup> )	1,0+0,17xZ	-	-
Peso específico natural (γ) (KN/m <sup>3</sup> )	14	18	18
Peso específico submerso (γ <sub>sat</sub> ) (KN/m <sup>3</sup> )	-	8	8
Coesão (c) (KPa)	-	0,00	0,00
Ângulo de atrito (φ)	0°	35°	40°
Ângulo de atrito efetivo (φ)	18°	-	-

Segundo Massad (1999), a resistência não drenada ( $S_u$ ) das argilas da Baixada Santista mostra tendência sempre crescente com a profundidade, encontrando-se valores de 3KPa para os Mangues; 10kPa a 60KPa para as argilas de SFL, e superiores a 100KPa para as argilas transicionais (AT).

Algumas características e relações são semelhantes para esses três tipos de sedimentos, como o fator de compressibilidade ( $C_c / 1 + e_0$ ), que influi nos cálculos dos recalques; o coeficiente de empuxo em repouso ( $k_0$ ), que pode ser utilizado para a estimativa de empuxos em contenções e de atrito negativo em estacas devidos ao adensamento de argilas moles, e os índices de consistência (LL, LP e IP), muito utilizados em correlações.

Outros parâmetros podem ter valores distintos, como é o caso do coeficiente de adensamento ( $c_v$ ), obtido em laboratório para as argilas de SFL, que quando relacionado aos obtidos no campo se mostra 15 a 100 vezes maior. Essa diferença significativa demonstra a necessidade de se estabelecer critérios para as hipóteses de aplicação desse parâmetro, face à sua influência no estudo dos tempos de recalque das argilas compressíveis do subsolo.

Quanto à magnitude das tensões de pré-adensamento, as argilas AT apresentam valores entre 400kPa e 800KPa, superiores às das argilas de SFL, com valores entre 100kPa e 200KPa, sempre crescentes com a profundidade, como se observa nos ensaios de palheta (*vane test*) realizados. As pré-pressões de adensamento ( $\sigma_a$ ), para as argilas de SFL, crescem linearmente com o peso efetivo de terra ( $\sigma_{vo}$ ), sendo:  $\sigma_a = \text{constante} + \sigma_{vo}$ . A constante dessa relação varia, em 60% dos casos, de 80kPa a 120 KPa.

Massad (1999) estudou os dados de recalques de aterros monitorados na Baixada Santista, em sedimentos com espessuras variáveis e camadas espessas de argilas de SFL em obras realizadas na Ilha de Santo Amaro, Cosipa e Itapema. Avaliando os dados de Razão de Sobreadensamento e Coeficiente de Adensamento, bem como a relação b/H, onde b é a largura da área aterrada e H é a espessura da camada de argila, observou que os recalques ( $\rho_r$ ) devidos à construção de aterros são, de maneira geral, significativos, variando de 44cm a 108cm, perante as diferentes características e mecanismos de adensamento.

## B.2. Solos Residuais

A característica principal dos solos residuais é a preservação das estruturas da rocha original, o que empresta aos mesmos um comportamento anisotrópico ou descontínuo, com parâmetros de resistência variáveis em função da presença de planos de fraqueza e caminhos preferenciais de percolação. No entanto, quando esses solos são caracterizados para fins de análise de estabilidade de taludes de escavações, é comum considerá-los isotrópicos e homogêneos, adotando-se parâmetros de resistência mais baixos ou conservadores.

Os solos residuais presentes na região que abrange a ADA e seu entorno são oriundos da alteração de rochas gnáissicas e xistosas, e seus parâmetros de resistência médios são descritos por Pinto *et al.* (1993), obtidos a partir de ensaios de laboratório realizados em amostras indeformadas de solos residuais típicos do Estado de São Paulo. Esses valores podem ser considerados conservadores, tendo em vista os parâmetros de resistência de solos residuais semelhantes apresentados por outros autores como Pinto & Nader (1991), Sandroni & Maccarini (1981) E Milititsky & Nudelmann (1981).

Sua resistência, em termos de tensões efetivas, foi considerada a partir dos resultados de ensaios de compressão triaxial drenados ou CD (*Consolidated Drained*) e de ensaios adensados não drenados, com saturação por contrapressão e com medida de pressões neutras ou  $CU_{sat}$  (*Consolidated Undrained saturados*).

Os valores médios dos parâmetros de resistência  $c'$  e  $\varphi'$  obtidos por Pinto *et al.* (1993), para os diferentes solos residuais, são apresentados a seguir, juntamente com os valores dos pesos específicos natural ( $\gamma_n$ ) e saturado ( $\gamma_{sat}$ ).

**Tabela 4.1.4.1.2 - 2: Parâmetros de resistência para os diferentes solos residuais**

Parâmetro	gnaiesses	xistos
Peso específico natural ( $\gamma$ ) (kN/m <sup>3</sup> )	16,1	18
Peso específico natural submerso ( $\gamma_{sat}$ ) (kN/m <sup>3</sup> )	17,7	19,7
Coesão efetiva (c) (kPa)	14	20
Ângulo de atrito efetivo ( $\varphi$ )	30,5°	30,5°

A estabilidade dos taludes escavados é verificada por análises de estabilidade realizadas segundo o Método de Bishop Simplificado, amplamente utilizado na Mecânica dos Solos, que adota para o cálculo dos fatores de segurança (FS), superfícies potenciais de ruptura circulares. Os critérios de aceitação dos taludes adotados ou seus coeficientes de segurança mínimos são de 1,5 para solos secos e 1,3 para solos parcialmente saturados.

Eventuais escavações desses solos na ADA deverão ter sua estabilidade estudada segundo esses critérios e parâmetros apresentados, a ser melhor avaliados por meio de ensaios de laboratório. Especial atenção deverá ser dada às estruturas geológicas remanescentes nos solos residuais jovens, as quais poderão determinar escorregamentos, principalmente na presença de água.

A suscetibilidade à erosão dos solos residuais maduros oriundos das rochas gnáissicas pode levar à instalação de processos erosivos, com exposição do solo residual jovem, e ação erosiva também sobre este. Esses processos podem se instalar durante ou após a realização de escavações, caso esses solos não sejam devidamente protegidos.

Considerando-se os elevados parâmetros de resistência dos solos residuais, os mesmos apresentam boa estabilidade nas escavações, desde que adotadas as inclinações adequadas para os taludes. Outrossim, como suas características granulométricas emprestam a esses solos uma elevada suscetibilidade à erosão, os mesmos devem ser adequadamente protegidos durante escavações.

Como fundação, esses solos apresentam elevada capacidade de suporte, permitindo a utilização de fundações diretas como sapatas, sapatas corridas e *radiers*, bem como subfundações por estacas.

## **C. Investigações Geológico-geotécnicas na ADA**

### **C.1. Investigações realizadas no Terminal Portuário da Embraport**

Na área emersa do futuro Terminal Portuário da Embraport, foram executadas 49 sondagens à percussão nas suas porções norte e sul, e na região entre a Ilha Barnabé e o Canal de Bertiooga, entre outubro e dezembro de 2002. Nesse período também foram efetuadas 33 sondagens à percussão no mar, em regiões de antigos baixios e do canal do estuário. Foram perfurados 3.093,49 metros em solo.

Do topo para a base dos perfis de solo, as unidades geológico-geotécnicas interceptadas pelas investigações realizadas compreenderam sedimentos de mangue arenoso (SMGar) e de mangue argiloso (SMGag), sedimentos flúvio-lagunares argilosos (SFLag) e arenosos (SFLar), areias transicionais holocênicas flúvio-marinhas (SFM), areias de depósitos fluviais basais nos aluviões (SFA), argilas transicionais da Formação Cananéia (AT), solos residuais maduros (SRm) e jovens (SRj), e migmatitos e gnaisses (MGn). Essas unidades são descritas, detalhadamente, a seguir.

- Sedimentos de mangue arenoso e argiloso

Os sedimentos de mangue arenoso apresentam espessuras variáveis entre 0,50m e 7,70m. São constituídos por areias finas argilosas e areias finas siltosas de coloração marrom-escura e cinza. Apresentam-se fofos, com valores de SPT predominantes entre 0/70 e 1/35, mas também com índices de 1/100 a até 3 golpes. Eventualmente, em camadas delgadas, foram obtidos valores entre 5 e 7, a até 15 golpes.

Os sedimentos de mangue argiloso afloram como depósitos menores subordinados, com espessuras de 0,20m a 3,30m e cotas do topo do depósito entre 1,34m e 2,03m. São constituídos por argilas pouco siltosas a arenosas com detritos vegetais, de coloração marrom-escura, cinza-escura e eventualmente preta, e apresentam índices de resistência à penetração de 0/75 a 1/38, sendo muito moles.

- Sedimentos flúvio-lagunares

A camada predominante nesta unidade é representada por argilas muito moles a moles bastante espessas, sotopostas aos sedimentos do mangue, que podem constituir, também, camadas subordinadas no interior dos depósitos de mangue.

As camadas argilosas são constituídas por argilas puras, argilas siltosas e argilas arenosas com restos de conchas e eventuais restos vegetais, e coloração cinza-escura. Quando interdigitadas nos depósitos de mangues, suas espessuras variam ao redor de 1m a 3m, mas no pacote principal têm espessuras entre 15m e 33m. São altamente plásticas, de consistência muito mole a mole, com índices SPT entre 1 e 2, mas registrando-se também, com frequência, valores entre 0/90 e 0/50, e eventuais índices entre 4 e 6 golpes.

As camadas arenosas apresentam espessuras de 0,4m a 2,5m, a até 5m. São constituídas por areias finas siltosas a pouco argilosas, cinza a cinza-escuras, com eventuais restos de conchas, fofas a pouco compactas, com valores de SPT entre 2 e 11 golpes.

- Areias transicionais holocênicas flúvio-marinhas

São constituídas por areias finas a médias, siltosas ou argilosas, de coloração cinza-clara a cinza-escura, com espessuras de 0,5m a 9m. Os índices SPT variam entre 2 e 3 (areias fofas) a até 18 golpes (medianamente compactas), podendo atingir 36 golpes.

- Areias de depósitos fluviais basais nos aluviões

São representadas por areias médias a grossas e, por vezes, finas a grossas, pouco argilosas e, mais raramente, siltosas, com pedregulhos. São de coloração cinza a cinza-escura, e as espessuras dos depósitos variam desde 0,25m a até 15m. Os índices SPT variam entre 5 e 7 (areia pouco compacta) e 9 e 18 (areia medianamente compacta), mas podem atingir até 35 golpes.

- Argilas transicionais da Formação Cananéia

Constituem intervalos de amostragem muito curtos, com máximo de 2,7m, parecendo provável que os depósitos de argilas transicionais tenham sido quase que totalmente removidos na região por ocasião da fase regressiva e, posteriormente, durante a Transgressão Santos. As sondagens executadas parecem indicar a existência de testemunhos argilosos da Formação Cananéia soterrados por cerca de 30m de sedimentos holocênicos, constituídos por argila siltosa com restos de conchas e coloração cinza-escuro. Os índices de SPT variam entre (consistência mole) a 13 golpes (consistência rija).

- Solos residuais

O manto de intemperismo que constitui os perfis de solo abrange os produtos de alteração das rochas pré-cambrianas. Esses perfis são denominados solos residuais e subdivididos em solos residuais maduros, dispostos no topo do manto de intemperismo, e solos residuais jovens, sotopostos e evoluídos diretamente a partir das rochas.

Os solos residuais maduros apresentam coloração e textura homogêneas, são isotrópicos e porosos e não preservam as características texturais e estruturais originais e a cor da rocha. Seu contato com a camada inferior é gradativo e tem espessuras muito variáveis. Não foram interceptados pelas sondagens, devido à intensidade dos processos erosivos que escavaram, quase por completo, esse horizonte de solo.

Os solos residuais jovens apresentam coloração variegada, são anisotrópicos e preservam a textura e as estruturas originais da rocha, que se tornam gradativamente mais visíveis em profundidade, até atingir o topo rochoso. A maioria das sondagens interceptou esses solos abaixo da camada de areia grossa do SFA, estando seu topo entre 28,5m e 43,5m de profundidade, com espessuras de 2m a 19,5m. São silte argilosos a arenosos, micáceos e/ou caulínicos, cinza-esverdeados, medianamente a muito compactos, com eventuais intercalações de argila siltosa média a dura.

- Migmatitos e gnaisses

O topo do maciço rochoso foi inferido com base nas cotas do impenetrável à lavagem por tempo nas sondagens realizadas, entre 29,5m e 58m de profundidade, abaixo do solo residual jovem. A partir das características da rocha original preservadas no solo, e de fragmentos coletados nas sondagens à percussão, foram identificadas rochas migmatíticas e gnáissicas.

## C.2. Investigações realizadas na Cosipa

Para as obras de desassoreamento e aprofundamento do seu Terminal Portuário e canal de navegação, a Cosipa realizou, de março a abril de 2003, 12 sondagens à percussão, com medidas de torque - SPTT - ao longo do Canal de Piaçaguera, perfurando-se 356,67m em solo.

Foram realizados ensaios de palheta (*vane test*) para a medição da resistência ao cisalhamento *in situ* das argilas moles, em 7 pontos escolhidos ao longo da profundidade dos furos de sondagem,

totalizando 84 determinações das coesões não drenadas naturais e amolgadas. Também foram realizados ensaios de laboratório de Limites de Atterberg (Limite de Liquidez, LL, Limite de Plasticidade, LP, e Índice de Plasticidade,  $IP = LL - LP$ ) nas profundidades de realização dos ensaios de palheta.

Foram retiradas amostras indeformadas, tipo *Shelby*, em 13 pontos escolhidos ao longo das sondagens de reconhecimento, executadas ao longo do Canal de Piaçaguera, para a determinação do peso específico aparente natural ( $\gamma_n$ ), umidade (h), curvas granulométricas e Limites de Atterberg (LL e LP).

Em área localizada na margem direita do Canal de Piaçaguera, denominada Dique do Furadinho, destinada à disposição dos sedimentos dragados, foram realizadas 10 sondagens à percussão, com 5 a 8 ensaios *vane test* em cada sondagem, e ensaios de caracterização dos solos.

### **C.3. Unidades geológico-geotécnicas**

As investigações realizadas indicaram, do topo para a base dos perfis de solo, a ocorrência de sedimentos de mangue arenoso (SMGar), mangue argiloso (SMGag), argilas de sedimentos flúvio-lagunares (SFLag), areias finas de sedimentos flúvio-lagunares (SFLar), areias finas e médias de sedimentos flúvio-marinhos (SFM) e areias grossas aluviais de sedimentos fluviais (SFA). Na área do Dique do Furadinho, interceptou-se solo residual na base do pacote de sedimentos.

#### ▪ Sedimentos de mangue arenoso e argiloso

Os sedimentos de mangue arenoso apresentam espessuras variáveis entre 1,50m e 5,40m, sendo identificados até a profundidade -7,45m. São constituídos por areias finas pouco argilosas a areias finas argilosas de coloração cinza-escuro. São fofos, com valores de SPT entre 0/60 e 1.

Os sedimentos de mangue argiloso afloram como depósitos menores e subordinados aos sedimentos de mangue arenoso, ocorrendo como interdigitações destes, com cotas do topo do depósito a -0,95m. São constituídos por argilas orgânicas siltosas com detritos vegetais, de coloração preta, com índices de resistência à penetração de 0/76 a 0/58, sendo classificadas como argilas de consistência muito mole.

#### ▪ Sedimentos flúvio-lagunares

Os sedimentos flúvio-lagunares ocorrem como uma espessa camada limitada no topo pelos sedimentos de mangue e na base por depósitos arenosos, com camadas arenosas subordinadas denominadas areias do SFL.

As camadas argilosas são constituídas, principalmente, por argilas siltosas e argilas arenosas de coloração cinza-escuro, com restos de conchas e eventuais restos vegetais. O pacote principal tem espessuras entre 12m e 30,65m. São altamente plásticas, de consistência muito mole a mole, com índices de resistência à penetração variando entre 1 e 2, mas também sendo registrados valores de SPT oscilando entre 0/98 e 0/48, e até 4 a 6.

As camadas arenosas apresentam espessuras máximas de 0,10m quando intercaladas às argilas, e entre 1m e 6m na base do pacote de sedimentos. São constituídas por areias finas argilosas a pouco argilosas, cinza-escuras, pouco a medianamente compactas, ou compactas, com valores de SPT entre 1/53 e 2/48 nas intercalações subordinadas, e entre 2 e 20 golpes nos pacotes mais espessos da base dos depósitos de SFL.

- Areias transicionais holocênicas flúvio-marinhas ou litorâneas

São finas a médias e médias a grossas, pouco argilosas, de coloração cinza-escura a cinza-clara, com espessuras entre 1,1m a mais de 3,5m, e índices SPT entre 13 e 33 golpes. Na base, apresentam camadas de pedregulhos finos a grossos em matriz arenosa de coloração cinza-clara. De modo geral, as sondagens foram finalizadas quando esses depósitos foram atingidos, mas não inteiramente atravessados.

- Solo residual

Apresenta-se arenoso ou siltoso, compacto a muito compacto, micáceo, de coloração cinza variegada. A espessura mínima atravessada foi de 10m e seu topo se encontra entre 23m e 26m de profundidade.

#### **C.4. Ensaios realizados e parâmetros geotécnicos**

No canal de Piaçaguera foram realizados 35 ensaios *vane test*, para a determinação *in situ* das coesões não drenadas ( $s_w$ ) nas argilas dos sedimentos flúvio-lagunares; ensaios de Limites de Atterberg (LL-Limite de Liquidez e LP-Limite de Plasticidade); pesos específicos aparentes naturais de 13 amostras indeformadas, retiradas por amostrador tipo *Shelby*, e foram obtidas as curvas granulométricas destes materiais.

Os valores medidos de coesão não drenada natural, não amolgada ( $s_w$ ), variaram entre 15kPa e 70kPa, respectivamente a 5m e 26m de profundidade, e entre 7 kPa e 100kPa a 4m e 30m de profundidade. Os valores de LL variaram de 16 a 138, os de LP, de 15 a 64 e os de IP = LL-LP, de 14 a 75. Os valores do peso específico natural médios variaram entre 15,1 kN/m<sup>3</sup> e 16,6 kN/m<sup>3</sup>.

Na área do Dique do Furadinho, os ensaios *vane test* nas situações de solo natural (antes da ruptura) e solo amolgado (após a ruptura) indicaram coesões médias da ordem de 20KN/m<sup>2</sup> e 8KN/m<sup>2</sup>, respectivamente. Os parâmetros geotécnicos representativos para os solos foram de  $c = 1,0 \text{ tf/m}^2$ ,  $\phi = 0^\circ$  e  $\gamma = 1,45 \text{ tf/m}^3$  para os sedimentos de mangue argiloso, e  $c = 0,5 \text{ tf/m}^2$ ,  $\phi = 26^\circ$  e  $28^\circ$ , e  $\gamma = 1,4 \text{ tf/m}^3$  para os de mangue arenoso. Para as argilas flúvio-lagunares, obteve-se SPT médio de P/45,  $\gamma = 1,4 \text{ tf/m}^3$  e  $\phi = 0^\circ$ , e valores de coesão médios de 20KN/m<sup>2</sup> (material indeformado) e 8KN/m<sup>2</sup> (material deformado).

#### **D. Reconhecimento Geológico-Geotécnico na ADA**

O levantamento de campo dos aspectos geológicos e geotécnicos da ADA foi realizado no início de setembro de 2009, tendo sido efetuada uma visita ao local em terra. A avaliação dos arredores

imediatos foi executada por meio de embarcação, sendo verificada a foz do Rio Jurubatuba, a foz do córrego das Neves – que desemboca no limite sudeste da ADA – as áreas alagadas do Largo Santa Rita, o canal que separa o continente – vertente sudoeste do Morro das Neves e depósitos recentes – da Ilha dos Bagres, assim como a própria ilha a partir da margem sul, junto ao Canal do Porto de Santos.

No trecho em terra na ADA são reconhecidas duas formas de relevo predominantes. As formas escarpadas com desnível topográfico considerável e que conformam a Serra do Quilombo e o Morro das Neves. E os terrenos planos instalados em cotas próximas ao nível de oscilação das marés, onde ocorrem os depósitos quaternários de mangues e pântanos ou aqueles dispostos em cotas relativamente mais elevadas, contudo inferiores a 10m e caracterizados como sedimentos flúvio-lagunares.

A escarpa meridional da Serra do Quilombo – disposta com direção geral nordeste-sudoeste – assim como a vertente oriental do Morro das Neves encontram-se em grande parte protegidas e recobertas por vegetação densa, sendo ocupadas quase que completamente por mata nativa e/ou mata secundária reconstituída no transcorrer das últimas décadas, como se verifica nas Figuras 4.1.4.1.2 - 4 e 4.1.4.1.2 - 5.



**Figura 4.1.4.1.2 - 4: Vista geral da Serra do Quilombo sustentada e conformada por migmatitos com estruturas diversas (Complexo Costeiro) e disposta com direção geral nordeste - sudoeste. Visada para norte.**



**Figura 4.1.4.1.2 - 5: Vista geral da região de transição do Morro das Neves (à esquerda) e Serra do Quilombo (à direita), sustentadas por migmatitos do Complexo Costeiro, e recobertas por vegetação densa. Em primeiro plano, depósitos quaternários conformando o relevo plano.**

De acordo com o Mapa Geológico apresentado no Anexo 4.1.4.1.2 – 1 (Desenho 22301410GLA2), os contrafortes da Serra do Quilombo e do Morro das Neves encontram-se conformados sobre migmatitos com estruturas diversas pertencentes ao Complexo Costeiro (Neoproterozóico). Exposições do maciço rochoso dos migmatitos foram observadas além do limite da ADA, na porção sudoeste do Morro das Neves, nas proximidades do Sítio Nossa Senhora das Neves, conforme Figura 4.1.4.1.2 – 6, a seguir.



**Figura 4.1.4.1.2 - 6: Vista do maciço rochoso associado aos migmatitos com estruturas diversas do Complexo Costeiro, exposto na porção sudoeste do Morro das Neves, além dos limites da ADA.**

Na região do emboque do túnel do Ramal Ferroviário Conceiçãozinha também ocorrem as rochas migmatíticas. Contudo, as medidas de proteção da estrutura do emboque escavado em rocha impedem a sua exposição, como pode ser observado na Figura 4.1.4.1.2 – 7.



**Figura 4.1.4.1.2 - 7: Vista do emboque do túnel do Ramal Ferroviário Conceiçãozinha e as obras de contenção na base da escarpa meridional da Serra do Quilombo. O túnel se encontra instalado na porção norte-nordeste da ADA transpondo o relevo acidentado da terminação da Serra.**

Junto às escarpas de serra do Quilombo e nas encostas do morro das Neves podem ser frequentes as ocorrências de solo residuais derivados da alteração supérgena das rochas metamórficas – migmatitos – do Complexo Costeiro.

Associados às porções inferiores e intermediárias das escarpas da Serra do Quilombo, como também às encostas do Morro das Neves, são reconhecidos corpos de tálus maiores, além de ocorrência restritas de coluviões. Alguns desses ocorrem delimitados no Mapa Geológico.

Durante o levantamento de campo efetuado na ADA e arredores imediatos foram reconhecidos outros corpos de menores dimensões não identificados previamente. Os novos corpos de tálus foram levantados no campo e feições semelhantes também foram reconhecidas posteriormente em outras áreas de difícil acesso, a partir da análise de fotografias aéreas.

As áreas com corpos de tálus identificadas no campo e aquelas delimitadas através de aerofotogrametria foram incorporadas ao Mapa Geológico da ADA. A seguir são apresentadas as Figuras 4.1.4.1.2 – 8, 4.1.4.1.2 – 9 e 4.1.4.1.2 – 10, referentes à ocorrência do corpo de tálus presente na porção central da ADA, na região das instalações do sítio, e outra além do limite da ADA no acesso ao sítio Nossa Senhora das Neves.



**Figura 4.1.4.1.2 - 8:** Vista parcial do corpo de tálus instalado no sopé do Morro das Neves, na região do sítio - porção central da ADA, conformando uma quebra de relevo e suavização topográfica localizada. Exposição de diversos blocos de rocha (gnaisse e migmatito) com distribuição caótica em meio à matriz areno-silto-argilosa.



**Figura 4.1.4.1.2 - 9:** Corte de encosta próxima às instalações do sítio implantado no sopé do Morro das Neves na porção central da ADA. Exposição de blocos de rocha distribuídos aleatoriamente em meio à matriz areno-silto-argilosa marrom-clara.



**Figura 4.1.4.1.2 - 10: Exposição parcial de corpo de tálus na base da encosta oeste-sudoeste do Morro das Neves, além dos limites da ADA. Blocos de rocha distribuídos aleatoriamente em meio à matriz areno-silto-argilosa marrom-clara. Acesso ao sítio Nossa Senhora das Neves.**

As espessuras e extensão real dos corpos de tálus na ADA poderão melhor caracterizadas posteriormente, através de mapeamento geológico de detalhe acompanhado de investigações de subsuperfície, tais como sondagens rotativas e/ou sondagens mistas.

A eventual ocupação do sopé da Serra do Quilombo e, principalmente, da base do Morro das Neves – onde foi reconhecido o corpo de tálus principal – deverá ser avaliada criteriosamente com relação às fundações das novas estruturas e instalações de maior porte, considerando-se tais depósitos como naturalmente instáveis e em constante movimento encosta abaixo por processo de rastejo.

Os corpos de tálus compreendem depósitos associados aos processos de movimento de massa e, eventualmente, seus horizontes superiores também podem sofrer processos erosivos associados. A remoção da cobertura vegetal poderá acelerar a implantação dos processos de erosão laminar e, principalmente, de erosão linear (sulcos e ravinas), que poderão se instalar rapidamente e evoluir sobremaneira em um período chuvoso.

A maior exposição do depósito de tálus às chuvas por remoção da cobertura vegetal seguida da saturação mais intensa do solo poderá provocar a instabilidade do corpo e novos movimentos por gravidade encosta abaixo.

Os terrenos planos ocupam as porções leste e sudeste da ADA, instalados em cotas próximas ao nível de oscilação das marés ou com até cerca de 10m de desnível em relação ao nível do mar. De acordo com o Mapa Geológico (Desenho 22301410GLA2 do Anexo 4.1.4.1.2 – 1) apresentado, as porções mais próximas ao Largo Santa Rita, e que inclui a região do desemboque do córrego das Neves, predominam os depósitos de mangues e pântanos recentes, enquanto que nos terrenos planos relativamente mais elevados e afastados do Largo são reconhecidos os sedimentos caracterizados como depósitos flúvio-lagunares e de baías, e que ocorrem em contato com as bases da Serra do Quilombo e do Morro das Neves.

De modo geral, os sedimentos associados aos depósitos de mangue e pântanos ou aos sedimentos flúvio-lagunares e de baías, são caracterizados como solos argilosos ou argilo-arenosos

muito moles e moles, e ocorrências de camadas superficiais de areias argilosas fofas. Os depósitos de mangue contêm quantidade considerável de matéria orgânica e fragmentos de raízes e são preferencialmente marrom-acinzentados, enquanto que os flúvio-lagunares tendem a apresentar fragmentos de conchas, conformam depósitos mais espessos e homogêneos e tendem a cinza-escuros, ocorrendo recobertos pelos depósitos de mangue quanto mais próximo do Largo Santa Rita.

Na ADA, as áreas onde afloram os depósitos de mangue e aqueles dos sedimentos flúvio-lagunares foram ocupadas em décadas passadas por plantações de bananeiras. Atualmente, parte dessas áreas encontra-se parcialmente recuperada com a instalação da vegetação de mangue. Contudo, nas áreas planas interiores e relativamente mais elevadas ainda ocorre o plantio de bananeiras. Nestes locais encontram-se parcialmente expostos os sedimentos flúvio-lagunares.

Além dos limites da ADA, na porção sul da Ilha dos Bagres, também foram reconhecidas exposições dos sedimentos flúvio-lagunares.

Nas Figuras 4.1.4.1.2 – 11 a 4.1.4.1.2 – 17 podem ser observadas algumas características dos terrenos planos – com cotas próximas ao nível do mar – ocupados pelos sedimentos de mangue e pântano, e pelos depósitos flúvio-lagunares.



**Figura 4.1.4.1.2 - 11: Vista geral dos terrenos planos presentes na porção leste da ADA, ocupados por plantação de bananeiras e onde predominam os depósitos quaternários flúvio-lagunares instalados entre o sopé da Serra e dos sedimentos de mangue e pântano presentes mais próximos do Largo Santa Rita.**



Figura 4.1.4.1.2 - 12: Vista geral dos terrenos planos presentes na porção leste-sudeste da ADA, parcialmente ocupados por vegetação de mangue reconstituída. Transição dos depósitos quaternários flúvio-lagunares (à esquerda na foto) para os sedimentos de mangue e pântanos (porção centro-direita da foto) associados à foz do córrego das Neves e ao desembocamento do Rio Jurubatuba no Largo Santa Rita.



Figura 4.1.4.1.2 - 13: Vista dos terrenos planos presentes na porção centro-leste da ADA onde ocorrem plantio de bananeiras assentadas sobre depósitos quaternários flúvio-lagunares e de baía, que ocorrem em contato com os depósitos de tálus presentes no sopé do Morro das Neves. Visada para oeste.



Figura 4.1.4.1.2 - 14: Vista geral da vegetação de mangue instalada sobre os depósitos quaternários de mangue e pântano presentes no desembocamento do Rio Jurubatuba, na região da travessia do Ramal Ferroviário Conceiçãozinha. Arredores imediatos, a sudeste da ADA.



**Figura 4.1.4.1.2 - 15: Vista geral da vegetação de mangue instalada sobre os depósitos quaternários de mangue e pântano presentes na foz do córrego das Neves na porção sudeste da ADA.**



**Figura 4.1.4.1.2 - 16: Vista dos terrenos planos presentes na porção sul da Ilha dos Bagres, além dos limites da ADA. No local ocorrem depósitos quaternários flúvio-lagunares e de baía, parcialmente recobertos por sedimentos e vegetação de mangue.**



**Figura 4.1.4.1.2 - 17: Detalhe dos depósitos argilosos atuais presentes na porção sul da Ilha dos Bagres, além dos limites da ADA. No local ocorrem exposições de depósitos flúvio-lagunares, parcialmente recobertos por sedimentos de mangue.**

De acordo com Fúlfaro & Ponçano (1976) o estuário se encontra em processo de assoreamento lento, tratando-se de uma área de grande equilíbrio de sedimentação. Este processo estaria restrito à faixa de segurança constituída pelos manguezais. Contudo, a comparação entre imagens recentes de satélite e de fotografias aéreas de 2007 e as fotografias obtidas em 1962, 1973, 1986 e 2002 mostra que, na evolução do estuário nas últimas décadas, houve processo de acúmulo sedimentos em algumas regiões nos arredores da Ilha dos Bagres e no Largo Santa Rita.

Chama a atenção o aparecimento de baixios mais extensos nas laterais do desemboque do Rio Jurubatuba na região onde se encontra instalado o Ramal Ferroviário Conceiçãozinha e, de forma subordinada, o mesmo processo é reconhecido na foz do córrego das Neves no limite da ADA. Na projeção da margem direita do Rio Jurubatuba no Largo Santa Rita, durante o levantamento de campo, foi possível reconhecer a vegetação de mangue, caracterizando a transição dos baixios para os depósitos de mangue, a partir da maior retenção de sedimentos finos junto à vegetação existente no Largo.

O decapeamento de grande volume de solos residuais da Pedreira existente no morro do Guarapá e instalada imediatamente a montante da foz Jurubatuba na sua margem esquerda, associado às obras dos aterros marginais para as estruturas e fundações do Ramal Ferroviário Conceiçãozinha na travessia do Rio Jurubatuba, podem ter propiciado o aumento do aporte de sedimentos nesta drenagem e impedido parcialmente seu fluxo natural, respectivamente, o que teria potencializado a deposição de sedimentos no Largo Santa Rita em anos recentes, permitindo a formação de baixios.

O aterramento e a formação de baixios nesta região parece impedir, ao menos em parte, o escoamento dos sedimentos em suspensão ou por transporte de fundo para outras regiões do estuário ou mesmo para mar aberto. Esses sedimentos aí se depositam formando os baixios que, por consequência, são cobertos por manguezais que, posteriormente, permitirão o desenvolvimento de planícies de maré.

De acordo com Fúlfaro & Ponçano (1976), considerando-se esses sedimentos no contexto de um sistema estuarino, ocorre amplo predomínio da influência das correntes de maré sobre o transporte fluvial, tido apenas como reliquiar. De acordo com esses autores, nos processos de sedimentação e assoreamento na região, predominam os depósitos de siltes com variações até areias muito finas.

Os sedimentos de mangues e pântanos representam o acúmulo deposicional de materiais finos retidos pelos manguezais no médio e baixo estuários, tendo, como reflexo mais importante, a expansão das áreas de planície de maré nessas regiões.

A vegetação do mangue se espalha lateralmente, favorecendo a deposição de sedimentos ao redor de suas raízes. Os bancos de lama, emersos durante a maré baixa, são ocupados por essa vegetação e se espalham lateralmente por acréscimo de detritos, originando um sistema complexo de canais que contornam pequenas ilhas vegetadas, as quais evoluem até a formação de planície de maré.

O sistema estuarino santista, mesmo que em aparente equilíbrio, reflete, no tempo geológico, um inexorável processo de assoreamento. Áreas antes identificadas como baixios algumas décadas atrás - como a porção norte/nordeste da Ilha dos Bagres - atualmente encontram-se cobertas por

manguezais e mostram, claramente, a expansão dos depósitos de planície de maré, hoje praticamente ligada ao continente.

Os baixios representam áreas onde o assoreamento é mais intenso. São também constituídos, preferencialmente, por depósitos de areias finas. Ocorrências foram mapeadas nas margens do Largo Santa Rita. Novas ocorrências podem ser delimitadas de forma preliminar na porção central do Largo, junto às desembocaduras do córrego das Neves e, principalmente, do Rio Jurubatuba. Outros corpos de baixios são cartografados junto à porção noroeste da Ilha dos Bagres e em contato com a encosta sudeste do Morro das Neves.

Depósitos de baixios são reflexos da movimentação de correntes bidirecionais associadas às marés, que colocam a argila em suspensão e, com o movimento de vaivém, acabam por removê-la, provocando conseqüente concentração de areia. Grande parte das áreas de baixios forma-se dessa maneira, conformando cotovelos dos canais de maré e os pontões, que representam zonas preferenciais para o movimento de vaivém das águas.

A seguir são apresentadas as Figuras 4.1.4.1.2 – 18 e 4.1.4.1.2 – 19 com as características dos depósitos de baixios.



**Figura 4.1.4.1.2 - 18:** Vista da vegetação rasteira de mangue sobre os depósitos de baixios no Largo Santa Rita, na continuidade da margem direita do Rio Jurubatuba. Ao fundo, região da ADA ocupada por depósitos de mangue e, à esquerda, encosta sudeste do Morro das Neves.



**Figura 4.1.4.1.2 - 19:** Vista de manchas de vegetação de mangue isoladas fixadas sobre baixio em evolução para depósito de mangue, junto à margem do Largo Santa Rita, próximo ao Morro das Neves.

Na ADA ainda foi identificado o aterro que constitui a faixa de lastro para o suporte do Ramal Ferroviário Conceiçãozinha presente na extremidade leste-sudeste da ADA. Outro aterro, subordinado e de menores dimensões encontra-se assentado sobre os terrenos planos e argilosos sujeitos às variações de marés e/ou com nível d'água sub-aflorante, e permite o acesso ao sítio instalado na porção central da ADA. A seguir é apresentada a Figura 4.1.4.1.2 – 20 com uma das ocorrências de aterro verificadas na ADA.



**Figura 4.1.4.1.2 - 20: Vista geral da faixa de aterro que compreende o lastro de implantação do Ramal Ferroviário Conceiçãozinha instalado na porção leste-sudeste da ADA. Visada para sul-sudeste.**

Os aterros implantados na região dos depósitos de mangues e pântanos podem interromper ou obstruir parcialmente o fluxo das marés junto aos canais existentes nos terrenos baixos e planos, notadamente na região da drenagem do córrego das Neves, que tem seu curso distribuído bastante próximo à ferrovia.

## **E. Aspectos Geológico-Geotécnicos da ADA**

Nessa fase dos estudos, as campanhas de investigações realizadas pela Embraport em 2002, na região entre a Ilha Barnabé e o Canal de Bertioga, e pela Cosipa em 2003, ao longo do Canal de Piaçaguera e na região do Dique do Furadinho – ou seja, na região que compreende a nova ADA do empreendimento, com a inclusão da área do Canteiro Avançado – permitiram identificar e caracterizar as unidades geológico-geotécnicas presentes, uma vez que as mesmas foram amplamente investigadas e se repetem, com as mesmas características, nos modelos adotados pela Embraport e Cosipa.

As unidades presentes na ADA, cujas espessuras e características já foram detalhadamente descritas, são representadas por sedimentos de mangue arenoso (SMGar) e de mangue argiloso (SMGag), sedimentos flúvio-lagunares (SFLag), sedimentos flúvio-lagunares (SFLar), sedimentos flúvio-marinhos (SFM), sedimentos fluviais (SFA) e solos residuais.

Na etapa de detalhamento do projeto de Engenharia, serão realizadas sondagens e ensaios de campo e laboratório na ADA e seu entorno, para confirmação do modelo geológico-geotécnico adotado e de forma a se obter as informações necessárias para o desenvolvimento do projeto.

#### **4.1.4.2. Geomorfologia**

##### **4.1.4.2.1. Procedimentos Metodológicos**

A caracterização do arcabouço estrutural, morfologia e dinâmica superficial da região e da área em que o projeto está inserido tem como objetivo fornecer os subsídios necessários à avaliação da estabilidade das encostas, da susceptibilidade à erosão e ao assoreamento das drenagens e, indiretamente, auxiliar no entendimento da história evolutiva da área.

A Área de Influência Indireta (AII) compreende, principalmente, as áreas dos municípios de Santos, São Vicente, Guarujá, Cubatão e Praia Grande e, secundariamente, pequenas porções dos territórios de São Bernardo do Campo, Santo André e Bertioga, em terrenos do Planalto Paulistano - encostas da Serra do Mar e da Planície Costeira, representada pela Zona Baixadas Litorâneas, que são constituídos por sedimentos marinhos e mistos quaternários estendendo-se, ao Norte, até as escarpas da serra do Mar. Ao Sul, está delimitada pela baía de Santos.

Os estudos do relevo compreenderam o mapeamento geomorfológico nas escalas 1:50.000, realizado com base no conceito de Tipos de Relevo, e 1:10.000, que enfatizou as características das formas de relevo de deposição. Foram analisados, ainda, a drenagem, o substrato litoestrutural, os sedimentos e as coberturas detríticas, com o objetivo de obter elementos para o entendimento da dinâmica superficial da área e, assim, avaliar a inter-relação e as interferências entre o meio físico e o projeto a ser implantado.

De modo a se caracterizar os diferentes tipos de relevo, foram utilizados os critérios propostos por Ponçano *et al.* (1981). Para a análise dos fenômenos de dinâmica superficial, avaliaram-se elementos da terceira categoria taxonômica proposta por Demek (1967), que são os elementos das formas ou unidades geneticamente homogêneas.

A avaliação dos dados obtidos teve, por base, o conhecimento do substrato e de sua inter-relação com a morfologia, o que permitiu a caracterização dos diferentes tipos de relevo, os quais tiveram como elementos determinantes: forma, tipo de depósito, substrato rochoso e tipo de cobertura detrítica.

Na descrição do relevo e da cobertura detrítica – solos de alteração, saprolito e solo residual – foram utilizados dados existentes na bibliografia, obtidos de Fúlfaro & Ponçano (1976), Ponçano *Et Al.* (1981), Ipt (1986) E Nakazawa (1994).

Para a caracterização do substrato rochoso, foram utilizados os dados geológicos existentes, tendo sido consultados Suguio & Martin (1978), Emplasa (1980), Bistrichi *et Al.* (1981), DAEE-UNESP (1984) e CPRM (1999).

Concomitantemente à caracterização do tipo de relevo, avaliou-se a dinâmica superficial atual e passada. A primeira foi avaliada com base na ocorrência de formas erosivas e de deposição atuais. A

dinâmica passada por meio do reconhecimento das formas de relevo e das feições acumulativas (depósitos correlativos) os quais refletem, por sua constituição, composição e distribuição, as condições paleo-ambientais responsáveis pela elaboração do relevo atual.

As atividades desenvolvidas consistiram de:

- Compilação de mapas geomorfológicos na escala 1:50.000, elaborados pelo IPT (1986);
- Interpretação de fotografias aéreas nas escalas 1:25.000 e 1:10.000, das feições geomorfológicas e dos limites dos tipos de relevo da Área de Influência Direta (AID);
- Lançamento das informações geomorfológicas em bases topográficas elaboradas nas escalas 1:50.000 e 1:20.000, para caracterização da AII e da AID/ADA, respectivamente;
- Descrição morfométrica e caracterização morfométrica dos tipos de relevo identificados (esses elementos permitiram a elaboração da legenda);
- Integração e análise dos dados obtidos, que permitiram a elaboração dos mapas geomorfológicos da AII e da AID/ADA, tabelas e textos apresentados.

#### **7.1.4.2.2. Área de Influência Direta (AID) e Diretamente Afetada (ADA)**

No estudo da AID, além das formas de relevo mapeadas, foi identificada a presença de áreas de exposição de solo ou de assoreamento, aterros, estradas, ferrovias, canais artificiais, e demais fenomenologias, naturais ou decorrentes de interferências antrópicas, que modificam seus atributos e a dinâmica superficial.

As unidades geomorfológicas e interferências mapeadas são apresentadas no Mapa Geomorfológico da AID e da ADA, apresentado no Anexo 4.1.4.2.2 – 1 (Desenho 22301417GMA1).

#### **A. Tipos de relevo**

Os tipos de relevo que ocorrem na AID e na ADA são a Planície de Maré e os Baixios, que ocorrem na Baixada Litorânea.

##### **A.1. Planície de maré e baixios (altitudes de 0 m a 3 m)**

O tipo de relevo denominado Planície de Maré se desenvolve nos locais abrigados das circulações mais enérgicas do estuário santista, sendo constituída por áreas planas na faixa de oscilação das marés e de encontro de águas doces e salgadas. No interior dessas planícies ocorrem zonas mais elevadas, só atingidas pelas marés de sizígia. Essas áreas são constituídas por solos moles formados por areia fina, siltes e argilas (vasas), e grande quantidade de restos vegetais e conchas, sendo cortadas por canais de maré meândricos e recobertas pela vegetação de mangue.

A Planície de Maré está associada aos Baixios, que são feições de deposição submersa, expostas durante as marés baixas. Essas feições são formadas pela perda de velocidade dos fluxos de transporte, por barramento de correntes ou, ainda, por mudanças nas condições químicas das águas, sendo constituídas por siltes e argilas siltosas.

Esses terrenos são impróprios à ocupação – devido à inundação diária pela maré e à presença de solos moles – o que dificulta a implantação de obras de infraestrutura e exige a total alteração de suas características.

As demais feições geomorfológicas que circundam a AID e a ADA encontram-se descritas sucintamente nas Tabelas 4.1.4.2.2 - 1 - Tipos de Relevo da Serrania Costeira na Região de Estudo e 4.1.4.2.2 - 2 - Tipos de Relevo da Baixada Litorânea na Região de Estudo.

## **B. Dinâmica superficial**

As Escarpas em Anfiteatros, as Escarpas em Espigões, os Cones de dejeção e Corpos de tálus da região da serra do Mar, bem como os Morrotes e Morros isolados ocorrentes na Baixada Santista são os relevos mais susceptíveis à ocorrência de processos erosivos, sendo fonte de detritos para a Baixada Litorânea.

A tendência a uma sedimentação mais acentuada na região do Largo do Canéu, localizado no segmento de montante do canal do estuário santista, dentro da área do Porto Organizado, já havia sido apontada por Fúlfaro & Ponçano (1976). Quando se compara a folha topográfica de Santos, elaborada com fotos aéreas de 1962, e as fotografias aéreas de 2002, constata-se que o assoreamento foi de grande magnitude, provocando mudança significativa no relevo. Nesse sentido, convém observar que a ocorrência de processos erosivos nas escarpas da serra pode intensificar o assoreamento no Largo do Canéu, e indiretamente favorecer o assoreamento do canal do porto de Santos. Contudo, é importante assinalar que a ocorrência de processos erosivos nas encostas do planalto e escarpas da serra do Mar tem intensificado o fornecimento de sedimentos para a planície costeira, provocando, nos últimos 40 anos, significativo assoreamento nas proximidades da Ilha dos Bagres, praticamente interligada à planície.

### **4.1.4.3. Pedologia**

#### **4.1.4.3.1. Procedimentos Metodológicos**

O diagnóstico da Pedologia tem como objetivo identificar e caracterizar as classes de solo - e sua aptidão para uso e ocupação - presentes na Área de Influência Direta (AID) do empreendimento, na medida em que este fator ambiental só poderá sofrer impactos diretos e nas áreas que poderão sofrer intervenções diretas pelo empreendimento (ADA) e seu entorno (AID).

Os estudos pedológicos foram desenvolvidos com base no Mapa Pedológico do Estado de São Paulo (Oliveira *et al.*, 1999), na escala 1:500.000, e na descrição das classes de solos proposta por Oliveira (1999). Para a identificação das unidades mapeadas na região, foram utilizadas fotografias aéreas nas escalas 1:25.000 e 1:10.000. Foram identificadas as unidades pedológicas presentes e consideradas suas características no contexto geológico-geomorfológico regional.

#### 4.1.4.3.2. Classes de Solos

Os solos predominantes na AID são representados por Gleissolos Sálícos (GZ2), seguidos por Espodossolos Ferrocárbicos (ES2) e Cambissolos Háplícos (CX11) presentes na ADA. Essas unidades pedológicas e subunidades associadas apresentam baixo potencial de utilização, com uso agrícola extremamente limitado, e suas características são descritas, resumidamente, a seguir.

##### A. Gleissolos

Situam-se em áreas de várzea, com sérias limitações pela presença do lençol freático a pequena profundidade, aeração inadequada, resistência à difusão de gases do solo para a atmosfera e vice-versa, e consumo muito rápido de oxigênio pelos microrganismos e plantas presentes. Como consequência, observa-se a inibição do crescimento das raízes, diminuição da absorção de água – apesar do ambiente saturado, redução da fotossíntese, perda de nitrogênio mineralizado, e formação de compostos bivalentes tóxicos de Fe e Mn, em função do ambiente redutor.

Apresentam ausência de horizonte B, textura errática ao longo do perfil de solo, devido à sua formação em sedimentos aluviais, e eventuais variações texturais entre os horizontes, sendo anisotrópicos. São distróficos e bastante ácidos, necessitando aplicação de corretivos e fertilizantes.

São solos inadequados para a construção de aterros sanitários e como local para recebimento de efluentes, pela inexpressiva zona de aeração e facilidade de contaminação dos aquíferos.

Secundariamente, observam-se Espodossolos Ferrocárbicos associados, hidromórficos, de composição essencialmente arenosa quartzosa, desprovidos de nutrientes minerais, muito porosos e com elevada permeabilidade. A textura grosseira determina baixa capacidade de retenção de água, o que é relativamente compensado pelo regime hídrico da região, bastante úmido pela profundidade do lençol freático e influência das marés.

Os Gleissolos Sálícos (GZ2) podem ser sódicos, com saturação por sódio igual ou superior a 15% nos complexos de troca catiônica, aumentando sua limitação para o uso agrícola. Apresentam sérias limitações quanto à corrosividade para tubulações enterradas, quer sejam metálicas ou de cimento.

Constituem uma associação de Gleissolos Órticos, Gleissolos Tiomórficos indiscriminados, e Espodossolos Ferrocárbicos Hidromórficos com horizonte A proeminente e moderado e textura arenosa. Todos de relevo plano.

##### B. Espodossolos Ferrocárbicos

Espodossolos Ferrocárbicos são solos constituídos por material mineral, com horizonte B espódico imediatamente abaixo de Horizonte E ou A, até 400cm abaixo da superfície. São essencialmente arenosos, cuja fração areia é de composição quartzosa, pobres em nutrientes, com baixa capacidade de retenção de água, o que é minimizado pela localização litorânea.

Os Espodossolos Ferrocárbicos (ES2) são uma associação complexa de Espodossolos Ferrocárbicos Órticos com horizonte A moderado; Espodossolos Ferrocárbicos Hidromórficos

hísticos, ambos de textura arenosa; Organossolos endotiomórficos; Solos de Mangue indiscriminados, e Gleissolos indiscriminados, todos de relevo de várzea inundável.

### **C. Cambissolos**

Cambissolos se desenvolvem tanto em terrenos de relevo acidentado, fortemente ondulado a escarpado, quanto em terrenos planos de planícies aluviais. No primeiro caso, apresentam severas restrições quanto ao uso agrícola e limitações quanto ao uso pastoril e florestal devido à alta capacidade de degradação.

Constituem solos com elevada erodibilidade e forte a muito forte limitação à trafegabilidade, agravada pela associação frequente com afloramentos de rocha e solos rasos representados por Neossolos Litólicos e Latossolos Vermelho-Amarelos. São muito pobres em nutrientes e ácidos, apresentando elevados teores de  $Al^{3+}$  trocável, sendo de difícil correção para a agricultura, dadas as condições topográficas das ocorrências. À exceção daqueles que ocorrem em relevo ondulado, são impróprios ao uso como aterro sanitário, depósito de efluentes e lagoas de decantação.

Os Cambissolos das planícies aluviais, por outro lado, não oferecem limitações quanto à erodibilidade, mas sim pela possibilidade de inundações, pelo lençol freático elevado e pela baixa fertilidade.

São solos constituídos por material mineral que apresentam horizonte A ou hístico de espessura inferior a 40cm seguido de horizonte B incipiente, textura argilosa em nível categórico mais baixo. São distróficos e possuem horizonte Cr constituído por solo residual jovem e rocha muito alterada, de natureza branda, com espessuras inferiores a 1,5m. Por ser relativamente pouco evoluídos, podem conter significativos teores de minerais primários intemperizáveis que constituem reserva apreciável de nutrientes para as plantas.

Neossolos Litólicos e Latossolos Vermelho-Amarelos também são encontrados associados aos Cambissolos. São distróficos, de textura argilosa ou arenosa, e possuem horizontes A e C moderados a proeminentes. Também são ácidos, pobres em nutrientes, apresentam elevados teores de  $Al^{3+}$  e  $Fe^{3+}$ , sendo muito difícil sua correção e utilização para a agricultura.

Os Cambissolos Háplicos (CX11) são solos distróficos de textura argilosa a média, com fase não rochosa e rochosa, de relevo montanhoso e escarpado, associados a Latossolos Vermelho-Amarelos distróficos, de textura argilosa, de relevo montanhoso e forte ondulado. Ambos os solos apresentam horizonte A moderado e proeminente.

#### **4.1.4.3.3. Aptidão de Uso e Ocupação dos Solos**

As condições impostas aos Gleissolos pela pequena profundidade do lençol freático – reduzindo sua aeração e difusão de gases, tornando muito rápido o consumo de oxigênio pelos microrganismos, inibindo o crescimento das raízes, diminuindo a absorção de água, reduzindo a fotossíntese e formando compostos bivalentes tóxicos de Fe e Mn – tornam esses solos muito limitados para o uso agrícola. Como agravantes, os Gleissolos Tiomórficos, quando drenados, apresentam rápida redução do pH, pela formação de ácido sulfúrico a partir dos compostos de enxofre presentes.

Por se encontrar em áreas baixas, em geral de várzea, esses solos são sujeitos a inundações, e inadequados para a construção de aterros sanitários e recebimento de efluentes, pela inexpressiva zona de aeração do perfil e facilidade de contaminação do aquífero freático. A elevada acidez provoca corrosão em tubulações metálicas e de concreto enterradas, limitando e onerando a construção de redes de serviços públicos.

Os Espodosolos Ferrocárbicos apresentam fertilidade muito limitada pelas baixas reservas de nutrientes minerais e baixa capacidade sortiva. Por ser muito porosos e permeáveis, e em razão do lençol freático elevado, mostram-se pouco adequados para o recebimento de efluentes, aterros sanitários e lagoas de decantação.

Cambissolos Háplicos, Neossolos Litólicos e Latossolos Vermelho-amarelos são solos ácidos, pobres em nutrientes e com elevados teores de alumínio, sendo muito limitados para o uso agrícola. Em função das elevadas declividades, apresentam erodibilidade e instabilidades condicionadas pela presença de estruturas reliquias do maciço rochoso, o que restringe seu uso para o pastoreio, florestamento, tráfego de veículos e aplicação mecanizada de corretivos agrícolas.

Na Área Diretamente Afetada pelo empreendimento (ADA), os solos presentes se encontram parcialmente recobertos por aterros e detritos diversos, o que aumenta significativamente as restrições para sua utilização, inviabilizando, inclusive, qualquer atividade agrícola.

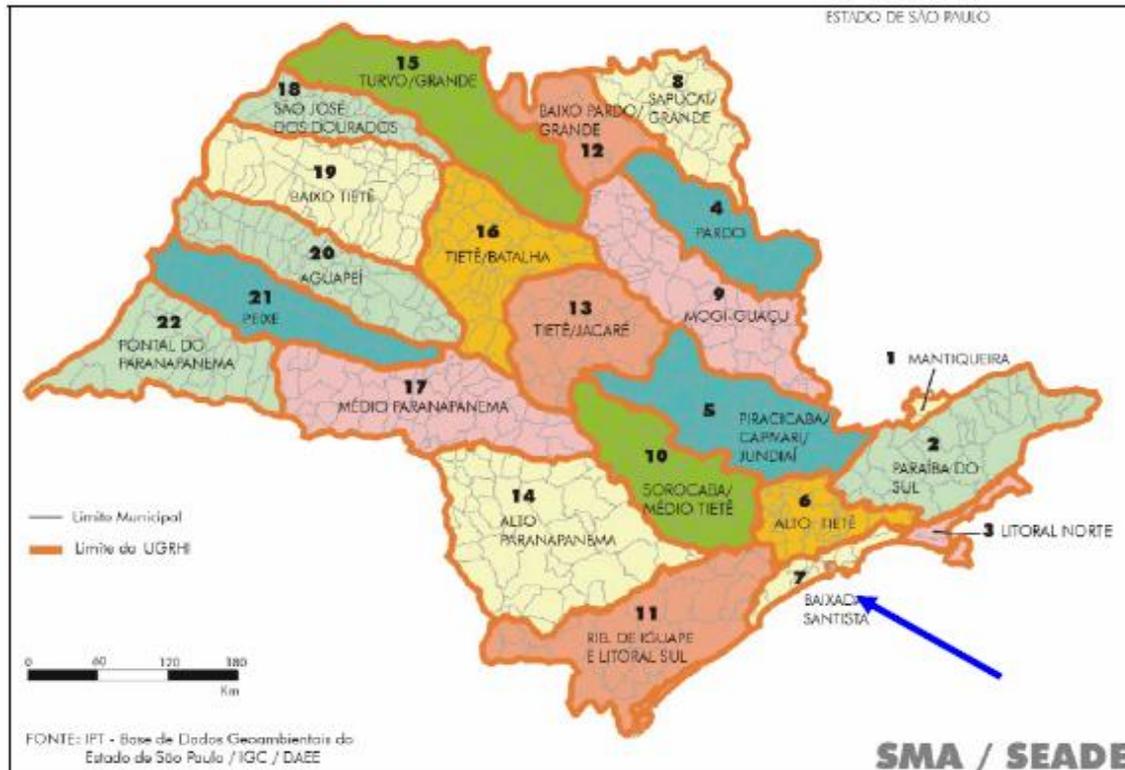
#### 4.1.5. Recursos Hídricos

##### 4.1.5.1. Hidrologia

###### 4.1.5.1.1. Unidades de Gerenciamento de Recursos Hídricos (UGRHIs) e Sub-bacias

###### A. Unidade de Gerenciamento de Recursos Hídricos (UGRHI)

As bacias hidrográficas do estado de São Paulo são agrupadas em 22 Unidades de Gerenciamento de Recursos Hídricos, conforme apresentado na Figura 4.1.5.1.1 - 1. O empreendimento situa-se na Unidade de Gerenciamento de Recursos Hídricos da Baixada Santista, UGRHI 7, a qual possui uma área de drenagem de 2.818,40 km<sup>2</sup>, uma extensão aproximada de 160 km, sendo que o domínio de todos os seus rios pertence ao Estado de São Paulo e, por essa razão, requerem a atuação do DAEE para a regularização dos usos e seu gerenciamento .



**Figura 4.1.5.1.1 - 1: Localização da Bacia Hidrográfica da Baixada Santista no Estado de São Paulo. Fonte: Perfil Ambiental. SMA/SEADE, 1998.**

A UGRHI 7 abrange a região do estuário de Santos, São Vicente e Cubatão, as bacias do litoral norte em Bertioga, e as bacias do litoral sul e centro-sul em Peruíbe, Itanhaém, Mongaguá e Praia Grande. Limita-se a nordeste com a UGRHI-3 (Litoral Norte), a leste e sul com o Oceano Atlântico, a sudoeste com a UGRHI-11 (Rio Ribeira de Iguape e Litoral Sul), e ao norte com a UGRHI-6 (Alto Tietê). Pode-se considerar como limites físicos desta UGRHI a Serra do Mar e o Oceano Atlântico.

Essa UGRHI abrange o território integral de 9 municípios (Bertioga, Cubatão, Guarujá, Itanhaém, Mongaguá, Peruíbe, Praia Grande, Santos e São Vicente), além de parte de 7 municípios cujas sedes não ficam na bacia (Biritiba-Mirim, Itariri, Mogi das Cruzes, Salesópolis, Santo André, São Bernardo do Campo e São Paulo).

A área que abrange os nove municípios com sede na UGRHI corresponde à RMBS – Região Metropolitana da Baixada Santista. Os demais municípios pertencentes à área de drenagem da Baixada Santista que, porém, possuem suas sedes em outras bacias hidrográficas, não possuem membros representantes no Comitê responsável pela administração desta bacia (Figura 4.1.5.1.1 - 2).



Tabela 4.1.5.1.1 - 1: Subdivisões da Bacia Hidrográfica da Baixada Santista

Compatibilização Sub-URGHI e sub-bacias		
Sub-URGHI	Sub-bacia	Nome
7.1 Rio Branco e Rio Preto	1	Praia do Una
	2	Rio Perequê
	3	Rio Preto do Sul
	4	Rio Itanhaém
	5	Rio Preto
	6	Rio Aguapeú
	7	Rio Branco
7.2 Rio Cubatão	8	Rio Boturoca
	9	Rio Cubatão
	10	Rio Piaçabuçu
	11	Ilha de São Vicente
	12	Rio Mogi
	13	Ilha de Santo Amaro
	14	Rio Cabuçu
	15	Rio Jurubatuba
	16	Rio Quilombo
7.3 Rio Itapanhaú	17	Rio Itapanhaú
	18	Rio Itatinga
	19	Rio dos Alhas
	20	Rib. Sertãozinho
	21	Rio Guaratuba

Fonte: CORHI (2004)

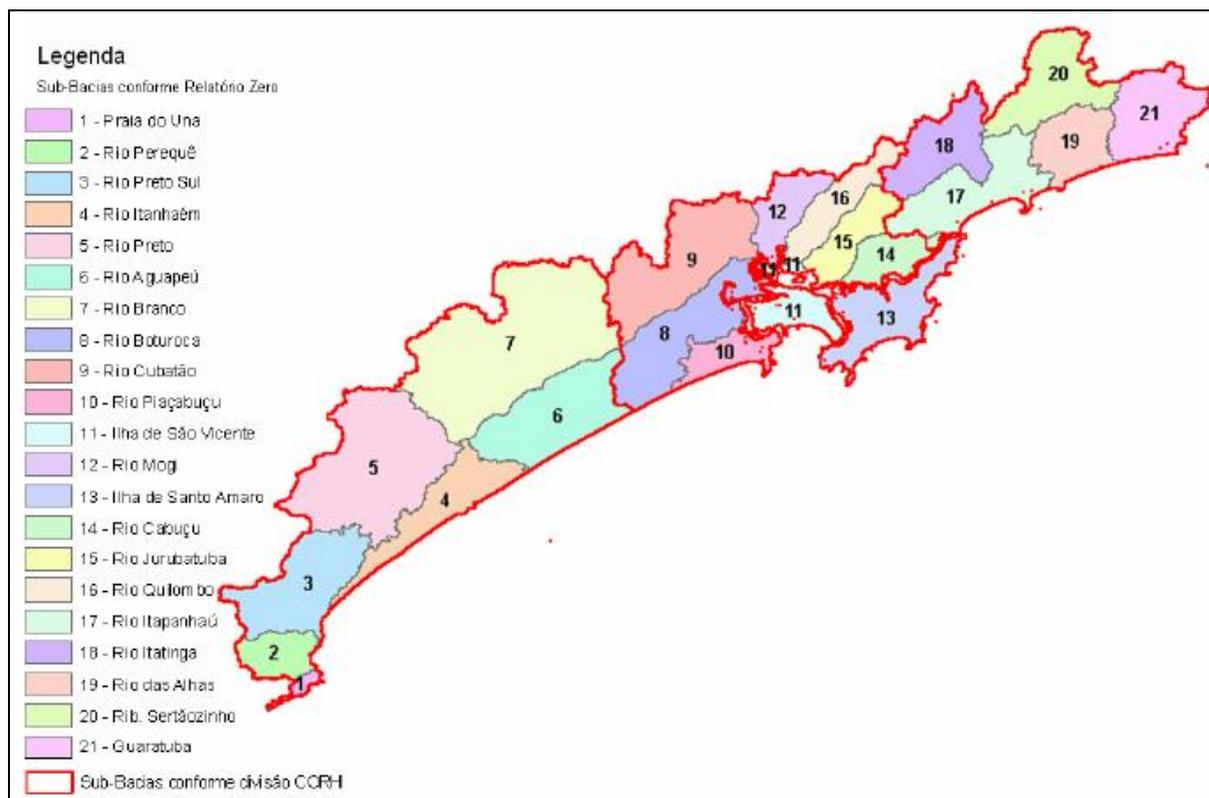


Figura 4.1.5.1.1 - 4: Divisão de Sub-UGRHIs e Sub-Bacias. Fonte: Relatório de Situação 2007 SHS DAE.

A Tabela 4.1.5.1.1 - 2 apresenta a área de cada sub-bacia.

**Tabela 4.1.5.1.1 - 2: Área de cada sub-bacia da UGRHI 7**

Subdivisão da Bacia Hidrográfica da Baixada Santista			
Código	Sub-bacia	Área de drenagem (km <sup>2</sup> )	Municípios
1	Praia do Una	33,09	Peruíbe
2	Rio Perequê	64,34	Peruíbe
3	Rio Preto Sul	101,83	Peruíbe
4	Rio Itanhaém	102,57	Itanhaém
5	Rio Preto	324,63	Itanhaém
6	Rio Aquapeú	188,01	Itanhaém/Mongaguá
7	Rio Branco	411,66	Itanhaém
8	Rio Boturoca	182,84	Praia Grande
9	Rio Cubatão	175,55	Cubatão
10	Rio Piaçabuçu	58,60	Praia Grande
11	Ilha de São Vicente	85,81	São Vicente/Santos
12	Rio Mogi	68,39	Cubatão
13	Ilha de Santo Amaro	142,70	Guarujá
14	Rio Cabuçu	69,65	Santos
15	Rio Jurubatuba	79,36	Santos
16	Rio Quilombo	86,88	Santos
17	Rio Itapanháú	149,32	Bertioga
18	Rio Itatinga	114,88	Bertioga
19	Rio das Alhas	108,27	Bertioga
20	Rib. Sertãozinho	131,66	Bertioga
21	Guaratuba	108,78	Bertioga
	Total	2788,82	

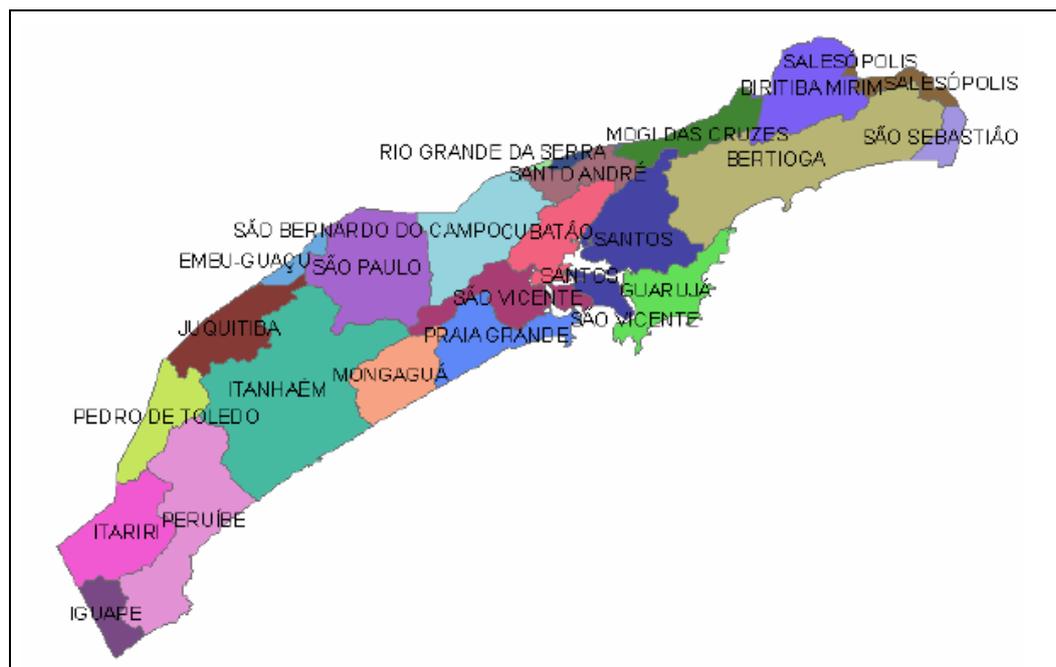
Fonte: Relatório Zero (2000)

A Tabela 4.1.5.1.1 - 3 mostra a área total de cada município (16, ao todo) na UGRHI da Baixada Santista, bem como a contribuição destes para cada uma das 3 Sub-UGRHIs. Destaca-se que os dados da Tabela 4.1.5.1.1 – 2 são de 2000, e apresentam maior precisão em relação aos dados da Tabela 4.1.5.1.1 – 3 e, por esta razão, apresenta uma área total menor.

**Tabela 4.1.5.1.1 - 3: Área dos Municípios por Sub-UGRHI (km<sup>2</sup>)**

Município	Área (km <sup>2</sup> )				Total da Ugrhi-7
	Sub-Ugrhi Rio Itapanhaú	Sub-Ugrhi Cubatão	Rio Branco	Rio Preto	
Bertioga	467,77	12,22	0,00	0,00	479,99
Biritiba-Mirim	117,72	0,00	0,00	0,00	117,72
Cubatão	0,00	142,28	0,00	0,00	142,28
Guarujá	0,00	142,59	0,00	0,00	142,59
Itanhaém	0,00	0,00	599,02	0,00	599,02
Itariri	0,00	0,00	59,24	0,00	59,24
Mogi das Cruzes	17,70	0,00	0,00	0,00	17,70
Mongaguá	0,00	0,00	143,17	0,00	143,17
Peruíbe	0,00	0,00	275,92	0,00	275,92
Praia Grande	0,00	141,80	7,28	0,00	149,08
Salesópolis	1,60	0,00	0,00	0,00	1,60
Santo André	0,00	5,76	0,00	0,00	5,76
Santos	0,00	280,30	0,00	0,00	280,30
São Bernardo do Campo	0,00	77,74	0,00	0,00	77,74
São Vicente	0,00	131,22	17,21	0,00	148,43
São Paulo	0,00	0,00	177,86	0,00	177,86
Sub-Total	604,79	933,91	1279,70	0,00	2818,40

Fonte: SIBH (2004)



**Figura 4.1.5.1.1 - 5: Municípios pertencentes à Baixada Santista e Entorno. Fonte: Relatório de Situação 2007 SHS DAEE.**

#### 4.1.5.1.2. Enquadramento dos Rios

De maneira geral, os rios da região possuem águas doces e salobras. A água salobra é típica dos estuários e resulta da mistura da água do rio correspondente com a água do mar. Conforme o decreto nº 10.755 de 22 de novembro de 1977 os corpos hídricos da Bacia Hidrográfica da Baixada Santista classificam-se da seguinte maneira:

##### A. Corpos de Água Pertencentes à Classe 1.

- Córrego da Moenda e todos os seus afluentes até o ponto de captação de água de abastecimento para o Município de Mongaguá;
- Ribeirão das Furnas e todos os seus afluentes até a confluência com o Rio Itapanhaú em Bertioga, no Município de Santos;
- Rio Bichoró e todos os seus afluentes até a barragem projetada no Município de Mongaguá;
- Rio Branco e todos os seus afluentes até a confluência com o Rio Preto, no Município de Praia Grande;
- Rio Cubatão e todos os seus afluentes até a confluência com o Rio Pilões, no Município de Cubatão;
- Rio Itapanhaú e todos os seus afluentes até a cota 10, no Município de Santos;
- Rio Itatinga e todos os seus afluentes até a cota 10, no Município de Santos;
- Rio Jaguareguava e todos os seus afluentes até a cota 20, no Município de Santos;
- todos os cursos d'água do litoral desde a divisa dos Municípios de Santos com São Sebastião até a divisa dos Municípios de Mongaguá e Itanhaém até a cota 50;
- Rio Mineiro e todos os seus afluentes até a confluência com o Rio Aguapeú, no Município de Mongaguá;
- Rio Moji e todos os seus afluentes até a confluência com o Córrego do Bugre, no Município de Cubatão;
- Rio Pilões e todos os seus afluentes até a confluência com o Rio Cubatão, no Município de Cubatão;
- Rio Quilombo e todos os seus afluentes até a cota 20, no Município de Santos (sub-bacia 16 Quilombo);

## **B. Corpos de Água Pertencentes à Classe 2:**

- Todos os corpos d'água, exceto os já classificados (portanto sub-bacia 15 Jurubatuba e sub-bacia 16 Cabuçu).

## **C. Corpos de Água Pertencentes à Classe 3:**

- O Rio Cubatão desde o ponto de captação de água para abastecimento até a foz, no Município de Cubatão.

Os Estuários por não terem enquadramento definido em lei são considerados enquadrado na classe 1, para águas salobras e salinas.

### **4.1.5.1.3. Estudos Hidrológicos**

O Relatório de Situação, elaborado pelo DAEE, compilou os postos fluviométricos de interesse da Bacia Hidrográfica da Baixada Santista (UGRHI 7) e seu entorno, com a finalidade de definir as vazões mínimas e máximas para os rios das bacias.

A Tabela 4.1.5.1.3 - 1, a seguir, apresenta os postos fluviométricos de interesse, localizados na UGRHI 7.

**Tabela 4.1.5.1.3 - 1: Postos Fluviométricos de Interesse para a UGRHI 7**

Cód. DAEE	Nome do posto	cód. DNAEE	Município	Curso d'água	Área (km <sup>2</sup> )	operadora	longitude	latitude
-	Fazendo N.S. Aparecida	80200000	Biritiba-Mirim	Ribeirão Gracianópolis	52	FCTH/DAEE-SP	-23:39:25	-46:00:41
-	Sertãozinho	80240000	Moji das Cruzes	Rio Claro	15	DESATIVADA	-23:44:00	-46:09:00
-	Fazendo Sertão dos Freires	80250000	Santos	Rio Itatinga	47	DESATIVADA	-23:46:00	-46:10:00
3E-003	Usina Rio dos Campos	80800000	São Paulo	Rio Capivari	14.200	DAEE	-23:57:43	-46:39:30
3E-050	Itapanhaú	80210000	Biritiba-Mirim	Rio Itapanhú	13.100	DAEE	-23:41:15	-46:01:57
3E-077	Ponte Preta	80360000	Cubatão	Rio Cubatão	8.100	DAEE	-23:53:39	-46:27:26
3E-093	Moji	80450000	Cubatão	Rio Moji	1.900	DAEE	-23:49:21	-46:21:40
3E-095	Quilombo	80280000	Santos	Rio Quilombo	5.700	DAEE	-23:49:49	-46:19:12
3E-111	Embu Guaçu	62292300	Embu-Graçú	Rio Embu-Guaçu	11.400	DAEE	-23:50:09	-46:48:20
3E-114	Belvedere	81428000	Juquitiba	Rio Juquiá	3.500	DAEE	-23:58:04	-46:53:57
3F-003	Fazenda Água Quente	80860000	Itanhaém	Rio Branco ou Branco da Conceição	26.400	DAEE	-24:04:28	-46:46:48
4E-025	Rosas	81430500	Juquitiba	Rio Juquiá	13.000	DAEE	-23:58:59	-47:00:28
4F-010	Bairro Igrejinha	81575000	Itariri	Córrego das Pedras	2.200	DAEE	-24:19:50	-47:11:09
4F-014	Guanhanha	81585000	Itariri	Rio Guanhanha	9.100	DAEE	-24:16:01	-47:09:55

Fonte: Relatório de Situação 2007 SHS DAEE

O Relatório de Situação apresenta o cálculo das curvas de permanência de vazões para cada posto, as vazões médias mensais mês a mês, as vazões  $Q_{7,10}$  e as vazões máximas utilizando diversos métodos.

A seguir são apresentados esses valores característicos para alguns postos mais próximos do empreendimento.

O Posto “Sertão dos Freires”, Santos, Rio Itatinga, código do DNAEE: 80250000. Este posto contém informações entre 06.nov.1962 e 3.set.1991e tem área de 47 km<sup>2</sup>. A curva de permanência indica que o  $Q_{95\%}$  é da ordem de 1,6 m<sup>3</sup>/s e o  $Q_{5\%}$  é da ordem de 18,7 m<sup>3</sup>/s. O  $Q_{7,10}$  calculado é de 0,23 m<sup>3</sup>/s (Figura 4.1.5.1.3 - 1).

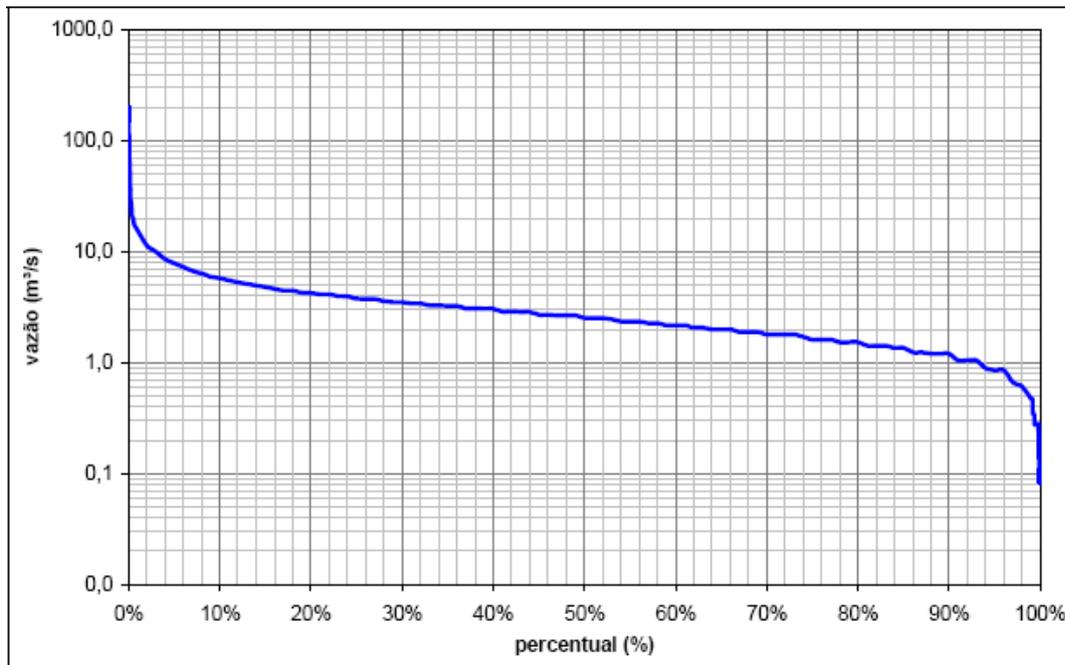


Figura 4.1.5.1.3 - 1: Curva de Permanência do Posto 80250000 no Rio Itatinga. Fonte: Relatório de Situação 2007 SHS DAEE.

O Posto “Ponte Preta”, Cubatão, Rio Cubatão, código do DAEE: 3E-077 e código do DNAEE: 80360000. Este posto contém informações entre 03.nov.1963 e 30.jun.1969 para uma área de 131 km<sup>2</sup>. A curva de permanência (Figura 4.1.5.1.3 - 2) indica que o  $Q_{95\%}$  é da ordem de 1,6 m<sup>3</sup>/s e o  $Q_{5\%}$  é da ordem de 34,2 m<sup>3</sup>/s. O  $Q_{7,10}$  calculado é de 0,57 m<sup>3</sup>/s.

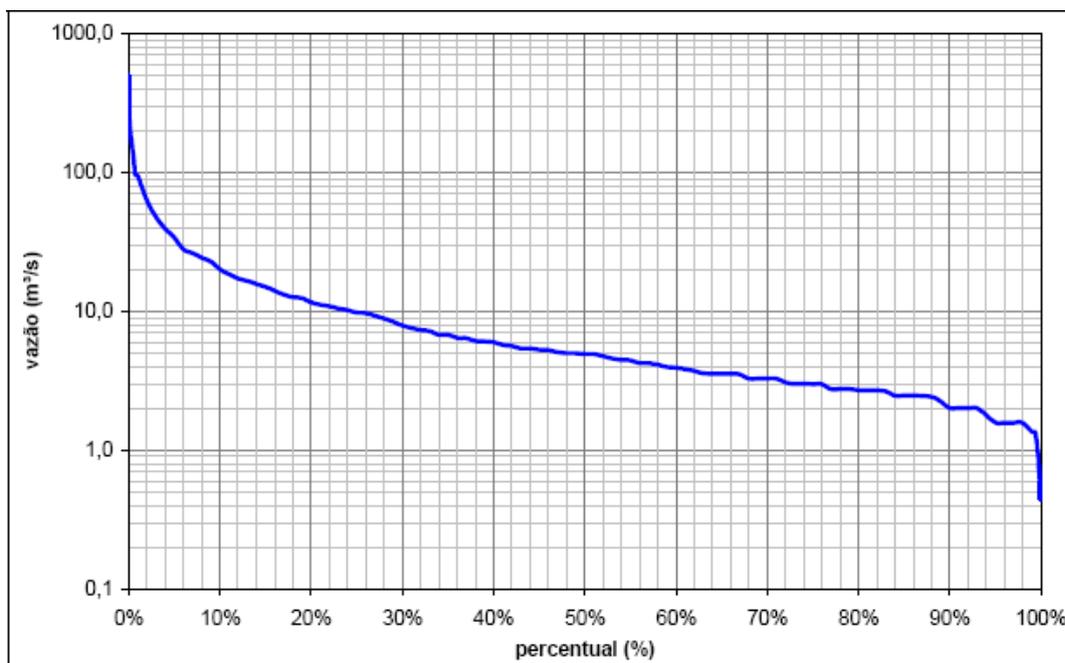


Figura 4.1.5.1.3 - 2: Curva de Permanência do Posto 3E-077/80360000 Rio Cubatão. Fonte: Relatório de Situação 2007 SHS DAEE.

O Posto “Mojí”, Cubatão, Rio Moji, código DAEE: 3E-093, código DNAEE: 80450000. Este posto contém informações entre 01.ago.1972 e 31.out.1974 para uma área de 19 km<sup>2</sup>. A curva de permanência (Figura 4.1.5.1.3 - 3) indica que o Q<sub>95%</sub> é da ordem de 0,7 m<sup>3</sup>/s e o Q<sub>5%</sub> é da ordem de 7,77 m<sup>3</sup>/s. O Q<sub>7,10</sub> calculado é 0,52 m<sup>3</sup>/s.

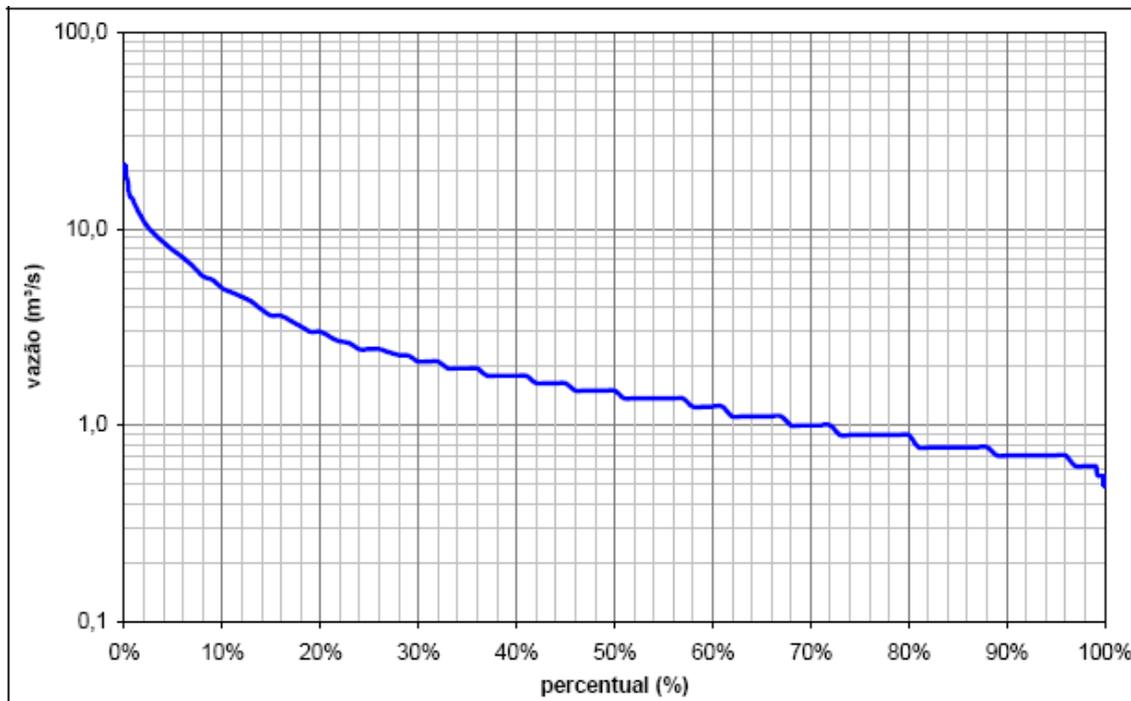
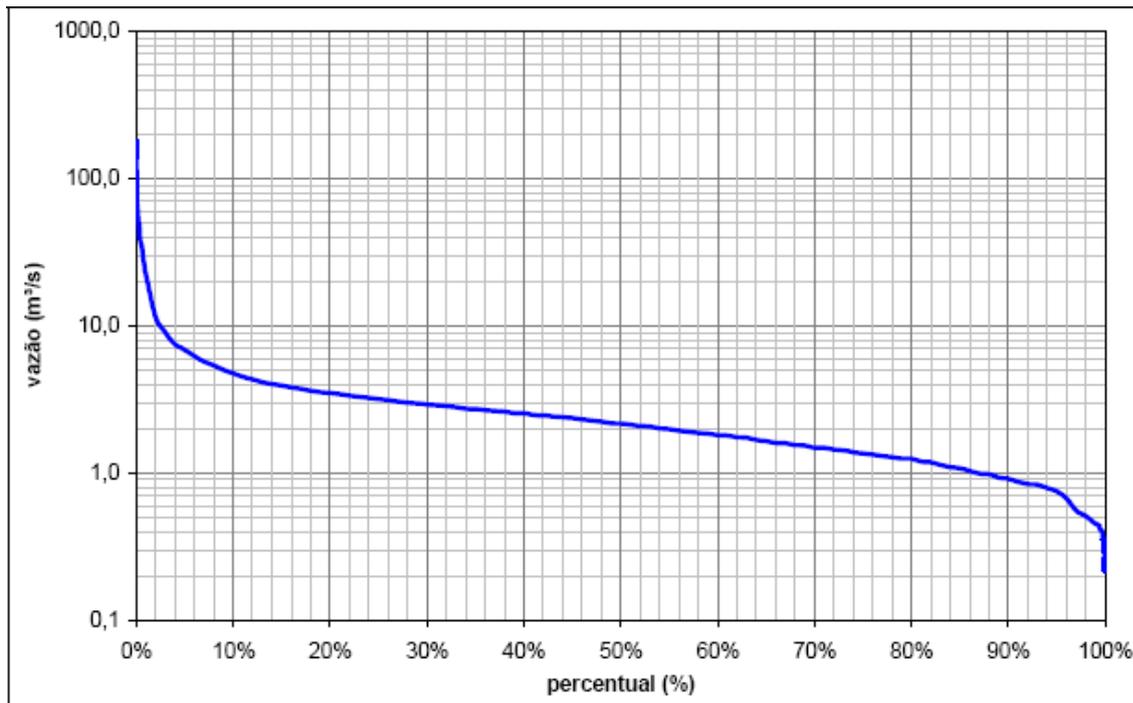


Figura 4.1.5.1.3 - 3: Curva de Permanência do Posto 3E-093/80450000 Rio Moji. Fonte: Relatório de Situação 2007 SHS DAEE.

O Posto “Quilombo”, Santos, Rio Quilombo, código DAEE: 3E-095, código DNAEE: 80280000. Este posto contém informações entre 21.out.1971 e 18.nov.1987, para uma área de 57 km<sup>2</sup>. A curva de permanência (Figura 4.1.5.1.3 - 4) indica que o Q<sub>95%</sub> é da ordem de 0,75 m<sup>3</sup>/s e o Q<sub>5%</sub> é da ordem de 6,9 m<sup>3</sup>/s. O Q<sub>7,10</sub> calculado é 0,36 m<sup>3</sup>/s.



**Figura 4.1.5.1.3 - 4: Curva de Permanência do Posto 3E-095/80280000 Rio Quilombo. Fonte: Relatório de Situação 2007 SHS DAEE.**

A Tabela 4.1.5.1.3 – 2 resume os valores calculados, nele pode ser observado que as áreas de drenagem variam de 19 a 131 km<sup>2</sup> e as vazões médias variam de 1,5 a 5 m<sup>3</sup>/s com uma grande variação da vazão específica, o que dificulta a eleição de qualquer um deles para representar as bacias de interesse para o empreendimento. Por essa razão foi dada preferência para a utilização das vazões regionalizadas segundo as isoietas de precipitação, descritas no item 4.1.5.1.4.

**Tabela 4.1.5.1.3 - 2: Vazões Características Calculadas com os Dados de Cada Posto Fluviométrico**

Código	Nome	Rio	Município	Área (km <sup>2</sup> )	Q <sub>5%</sub> (m <sup>3</sup> /s)	Q <sub>média</sub> (m <sup>3</sup> /s)	Q <sub>95%</sub> (m <sup>3</sup> /s)	Q <sub>7,10</sub> (m <sup>3</sup> /s)
80250000	Sertão dos Freires	Rio Itatinga	Santos	47	18,70	2,5	1,60	0,23
80360000	Ponte Preta	Rio Cubatão	Santos	131	34,20	5,0	1,60	0,57
80450000	Moji	Rio Moji	Santos	19	7,77	1,5	0,70	0,52
80280000	Quilombo	Rio Quilombo	Santos	57	6,90	2,0	0,75	0,36

Fonte: Relatório de Situação 2007 SHS DAEE

#### 4.1.5.1.4. Regionalização Hidrológica

Para o cálculo da vazão em cada uma das 21 sub-bacias definidas, foi preferido o método de regionalização das vazões definido pelo DAEE – Departamento de Águas e Energia Elétrica do Estado de São Paulo, que se baseia na coordenada da exutória da bacia considerada, na sua área e na precipitação média anual sobre ela.

No relatório de situação foi feita uma revisão do mapa das isoietas da precipitação média sobre a bacia. As isoietas são linhas que ligam pontos de mesma precipitação.

## A. Isoietas

Para a atualização das isoietas foram utilizados 59 postos, entre todos os postos pluviométricos identificados na bacia, e a metodologia de Polígonos de Thiessen (Figura 4.1.5.1.4 - 1). Este método pondera os valores obtidos em cada posto por sua zona de influência ou área de domínio, permitindo utilização mesmo para uma distribuição não uniforme dos pluviômetros. Os Polígonos de Thiessen são áreas de “domínio” de um posto pluviométrico, e considera-se que no interior desta área a altura pluviométrica é a mesma do respectivo posto. O procedimento para traçar as áreas de domínio ou Polígonos de Thiessen contempla as seguintes etapas:

- Unir os postos adjacentes por segmentos de reta;
- Traçar as mediatrizes destes segmentos de reta;
- Esta mediatriz divide para um lado e para outro, formando as regiões de “domínio”, sendo que as áreas dos polígonos serão os limites da área de influência de cada estação.

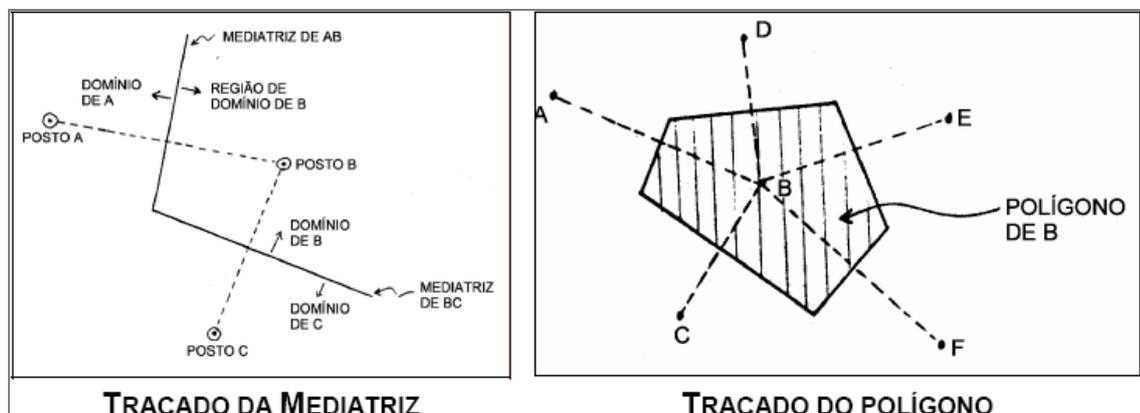


Figura 4.1.5.1.4 - 1: Ilustração da metodologia de Polígonos de Thiessen. Fonte: Relatório de Situação 2007 SHS DAEE.

A precipitação média de uma região será a soma dos produtos da precipitação média de cada posto multiplicada pela área de seu polígono correspondente dividido pela área total da região, conforme apresenta a equação a seguir.

$$\bar{P} = \frac{\sum_{i=1}^n A_i \bar{P}_i}{A}$$

Onde:

- $\bar{P}$ : precipitação média na bacia (mm);
- $\bar{P}_i$ : precipitação no posto  $i$ ;
- $A_i$ : área do respectivo polígono, dentro da bacia (km<sup>2</sup>);

- A: área total da bacia

Os 59 postos selecionados estão apresentados na Tabela 4.1.5.1.4 - 1.

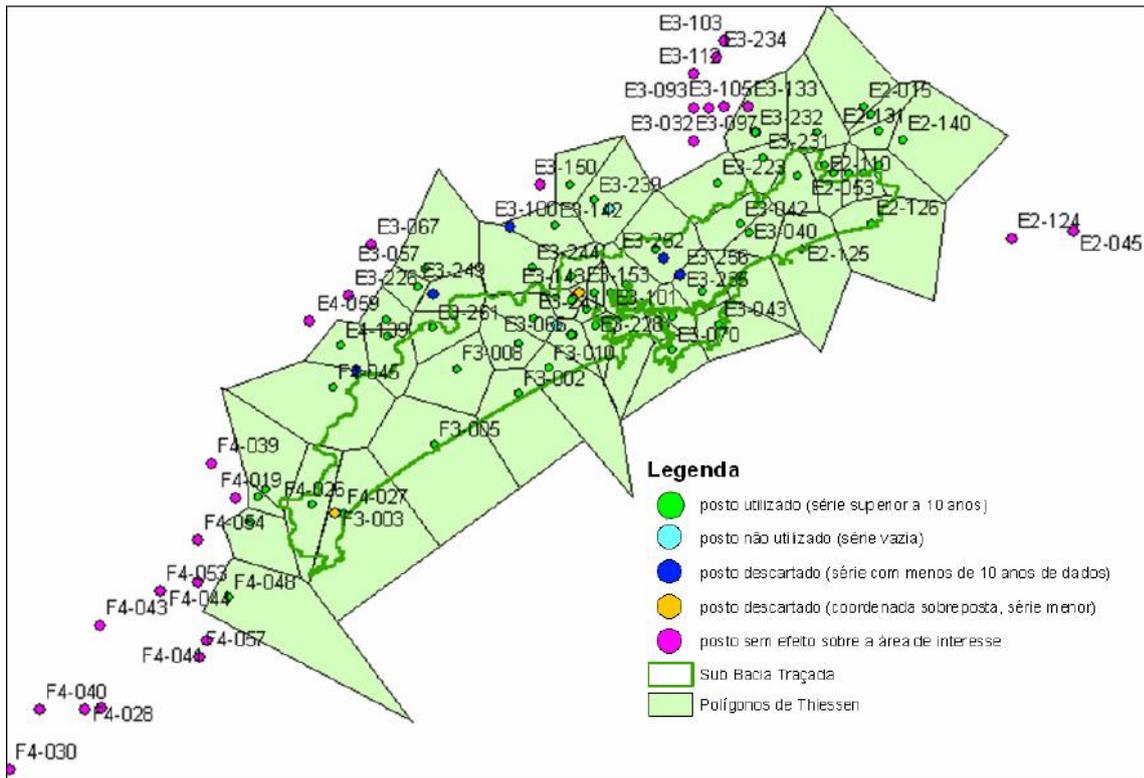
**Tabela 4.1.5.1.4 - 1: Postos Pluviométricos selecionados**

Código	Municípios	Bacia	Nome	Altitude (m)	Longitude	Latitude	Intervalo de Dados
ANA (2346106)	Biritiba-Mirim	Ribeirão Gracianópolis	Fazenda Nossa Senhora Aparecida	730	46°00'31"	23°39'19"	1972 - 2005
E2-004	Salesópolis	Poco Preto (Sabesp)	Claro	850	45°52'	23°39'	1931 - 1969
E2-015	Salesópolis	Paraitinga	Fazenda Fibra	800	45°52'	23°31'	1957 - 1975
E2-019	Salesópolis	Claro	Boracéia	860	45°54'	23°39'	1940 - 1969
E2-053	Biritiba-Mirim	Claro	Casa Grande (DAE)	850	45°56'	23°39'	1929 - 1971
E2-054	Salesópolis	Paraitinga	Salesópolis	770	45°51'	23°32'	1946 - 2004
E2-100	Salesópolis	Claro	Ribeirão do Campo	870	45°50'	23°38'	1960 - 2002
E2-110	Biritiba-Mirim	Claro	Casa Grande	880	45°57'	23°38'	1962 - 1997
E2-112	Salesópolis	Tietê (superior)	Ponte Nova	800	45°58'	23°34'	1967 - 2006
E2-125	Bertioga	Vertente Atlântica (bs)	São Lourenço	3	46°00'	23°48'	1970 - 1994
E2-126	Bertioga	Vertente Atlântica (bs)	Boracéia	5	45°51'	23°45'	1970 - 1996
E2-131	Salesópolis	Tietê (superior)	Usina Salesópolis	790	45°50'	23°34'	1970 - 2004
E2-140	Salesópolis	Tietê (superior)	Carmelina	920	45°47'	23°35'	1975 - 2002
E3-024	São Bernardo do Campo	Tamanduatei	São Bernardo do Campo	800	46°30'	23°40'	1937 - 1966
E3-038	Cubatão	Moji	Piaçaguera	5	46°23'	23°52'	1936 - 2000
E3-039	Guarujá	Vertente Atlântica (bs)	Vicente de Carvalho (Inemet)	2	46°18'	23°57'	1936 - 1960
E3-040	Bertioga	Itatinga	Usina Itatinga	10	46°07'	23°46'	1937 - 2004
E3-041	Santos	Vertente Atlântica (bs)	Caeté	200	46°13'	23°53'	1937 - 2004
E3-042	Bertioga	Itatinga	Represa Itatinga	720	46°08'	23°45'	1937 - 2004
E3-043	Guarujá	Vertente Atlântica (bs)	Perequê	3	46°11'	23°57'	1937 - 2004
E3-045	Guarujá	Vertente Atlântica (bs)	Vicente de Carvalho	3	46°17'	23°56'	1942 - 2002
E3-056	São Vicente	Vertente Atlântica (bs)	São Vicente	10	46°22'	23°58'	1938 - 2004
E3-057	Embu-Guaçu	Embu Guaçu	Embu Guaçu	740	46°49'	23°50'	1939 - 1956
E3-058	Embu-Guaçu	Embu Guaçu	Mario Souto (Efs)	750	46°48'	23°53'	1939 - 1950
E3-062	São Vicente	Capivari	Engenheiro Ferraz (Efs)	600	46°37'	23°59'	1939 - 1950
E3-064	São Vicente	Cubatão	Sales da Cruz	250	46°28'	23°55'	1939 - 1988
E3-066	São Vicente	Branco	Gaspar Ricardo	80	46°30'	23°58'	1958 - 1988
E3-070	Guarujá	Vertente Atlântica (bs)	Ponta da Praia	3	46°17'	24°00'	1937 - 2004
E3-101	Cubatão	Cubatão	Cubatão	6	46°25'	23°53'	1944 - 1999
E3-104	Cubatão	Moji	Terceiro Plano Serra Nova	670	46°19'	23°48'	1960 - 1982
E3-106	Bertioga	Itapanhau	Bertioga	3	46°08'	23°51'	1948 - 2001
E3-109	São Bernardo	Cubatão	Alto da Serra	760	46°30'	23°51'	1944 - 1998

Código	Municípios	Bacia	Nome	Altitude (m)	Longitude	Latitude	Intervalo de Dados
	do Campo						
E3-142	São Bernardo do Campo	Meninos	Recalque ABC	840	46°32'	23°45'	1949 - 2003
E3-143	Cubatão	Cubatão	Rodovia Anchieta (cota 400)	400	46°29'	23°53'	1950 - 1994
E3-144	Cubatão	Cubatão	Morro do Piche	105	46°27'	23°53'	1949 - 1989
E3-223	Mogi das Cruzes	Jundiaí	Taiacupeba	790	46°11'	23°40'	1969 - 1998
E3-228	São Vicente	Vertente Atlântica (bs)	Humaitá	10	46°27'	23°57'	1939 - 2006
E3-231	Biritiba-Mirim	Biritiba-Mirim	Sertãozinho	740	46°05'	23°37'	1971 - 1999
E3-232	Mogi das Cruzes	Biritiba Mirim	Capixinga	750	46°06'	23°34'	1971 - 2004
E3-236	Cubatão	Cubatão	Pilões	100	46°30'	23°54'	1972 - 1992
E3-239	Ribeirão Pires	Grande	Guapituba	800	46°27'	23°42'	1972 - 2002
E3-241	São Bernardo do Campo	Cubatão	Imigrantes	760	46°35'	23°56'	1972 - 1986
E3-244	São Bernardo do Campo	Grande	Rio Acima	760	46°35'	23°50'	1972 - 2004
E3-249	Embu-Guaçu	Embu-Guaçu	Paulistinha	780	46°50'	23°52'	1973 - 1999
E3-257	Embu-Guaçu	Embu-Guaçu	Santa Rita	820	46°54'	23°56'	1981 - 2000
E3-258	Juquitiba	Juquiá	Belvedere	730	46°54'	23°58'	1981 - 2001
E3-261	Itanhaém	Branco	Terras de Santa Rosa	750	46°48'	23°57'	1981 - 1999
E4-139	Juquitiba	Juquia	Rosas	690	47°00'	23°59'	1981 - 1999
F3-002	Mongaguá	Vertente Atlântica (bs)	Mongaguá	20	46°37'	24°05'	1937 - 2004
F3-005	Itanhaém	Itaem	Itanhaém	3	46°48'	24°11'	1938 - 2004
F3-008	Itanhaém	Branco	Banaurea	20	46°45'	24°02'	1969 - 1998
F3-010	Praia Grande	Branco	Melvi	10	46°33'	24°02'	1982 - 2004
F4-004A	Itariri	Azeite	Itariri	50	47°11'	24°17'	1937 - 1949
F4-006	Itariri	Guanhanha	Guanhanha	50	47°10'	24°16'	1959 - 2004
F4-011	Itariri	Azeite	Bairro Igrejinha	100	47°12'	24°20'	1955 - 2004
F4-026	Itariri	Preto	Ana Dias	20	47°04'	24°18'	1949 - 1995
F4-027	Peruíbe	Preto	Peruíbe	3	47°00'	24°19'	1963 - 2004
F4-045	Pedro de Toledo	São Lourencinho	Ilha dos Paulistas	700	47°01'	24°04'	1969 - 1994
F4-048	Iguape	Una do Prelado	Cachoeira do Guilherme	4	47°15'	24°29'	1966 - 2004

Fonte: Relatório de Situação 2007 – SHS – DAEE

A Figura 4.1.5.1.4 - 2 a seguir mostra os polígonos de Thiessen traçados com os postos utilizados. Apresenta também os outros postos existentes na área de interesse ao estudo, mas que foram descartados por não apresentarem dados, ou ter uma série insuficiente ou estar completamente fora da UGRHI 7.



**Figura 4.1.5.1.4 - 2: Localização dos Postos identificados na área de influência dos polígonos de Thiessen.**  
**Fonte: Relatório de Situação 2007 SHS DAEE.**

Os valores das precipitações médias para cada posto e, portanto, para cada polígono de Thiessen são apresentadas na Tabela 4.1.5.1.4 - 2. A Figura 4.1.5.1.4 – 3 são apresentadas as isoietas da precipitação anual média sobre a região da Baixada Santista.

Somando as áreas dos polígonos tem-se a área total da bacia de contribuição, 9.776,77 km<sup>2</sup>, e pela equação de precipitação média entre isoietas sucessivas obteve-se a precipitação média anual na bacia hidrográfica de 2178 mm.

**Tabela 4.1.5.1.4 - 3: Precipitações médias anuais para cada posto, ou, para cada polígono de Thiessen.**

Código	Municípios	prec. Méd. Anual
ANA (2346106)	Biritiba-Mirim	1828,56
E2-004	Salesópolis	3088,69
E2-015	Salesópolis	1278,03
E2-019	Salesópolis	3498,97
E2-053	Biritiba-Mirim	1894,65
E2-054	Salesópolis	1258,95
E2-100	Salesópolis	2205,34
E2-110	Biritiba-Mirim	1959,98
E2-112	Salesópolis	1338,92
E2-125	Bertioga	2068,43
E2-126	Bertioga	2356,57
E2-131	Salesópolis	1464,80
E2-140	Salesópolis	1447,43
E3-024	São Bernardo do Campo	1793,68
E3-038	Cubatão	2572,89
E3-039	Guarujá	2076,72
E3-040	Bertioga	3149,38
E3-041	Santos	3391,83
E3-042	Bertioga	4415,06
E3-043	Guarujá	2405,64
E3-045	Guarujá	2259,04
E3-056	São Vicente	2175,77
E3-057	Embu-Guaçu	1175,75
E3-058	Embu-Guaçu	1343,41
E3-062	São Vicente	2846,68
E3-064	São Vicente	3461,65
E3-066	São Vicente	3081,69
E3-070	Guarujá	2143,19
E3-101	Cubatão	2438,33
E3-104	Cubatão	3011,89
E3-106	Bertioga	2478,25
E3-109	São Bernardo do Campo	3439,11
E3-142	São Bernardo do Campo	1499,30
E3-143	Cubatão	3240,01
E3-144	Cubatão	2423,06
E3-223	Mogi das Cruzes	1648,28
E3-228	São Vicente	2305,44
E3-231	Biritiba-Mirim	1510,71
E3-232	Mogi das Cruzes	1255,12
E3-236	Cubatão	3066,75
E3-239	Ribeirão Pires	1551,64
E3-241	São Bernardo do Campo	3360,62
E3-244	São Bernardo do Campo	1874,88
E3-249	Embu-Guaçu	1441,25
E3-257	Embu-Guaçu	1931,76
E3-258	Juquitiba	1852,70
E3-261	Itanhaém	1974,23
E4-139	Juquitiba	1926,93
F3-002	Mongaguá	2490,39

Código	Municípios	prec. Méd. Anual
F3-005	Itanhaém	2043,06
F3-008	Itanhaém	2975,40
F3-010	Praia Grande	2723,30
F4-004A	Itariri	1955,28
F4-006	Itariri	1608,84
F4-011	Itariri	1861,22
F4-026	Itariri	2021,84
F4-027	Peruíbe	2028,21
F4-045	Pedro de Toledo	2751,03
F4-048	Iguape	2825,53

Fonte: Relatório de Situação 2007 SHS DAEE.

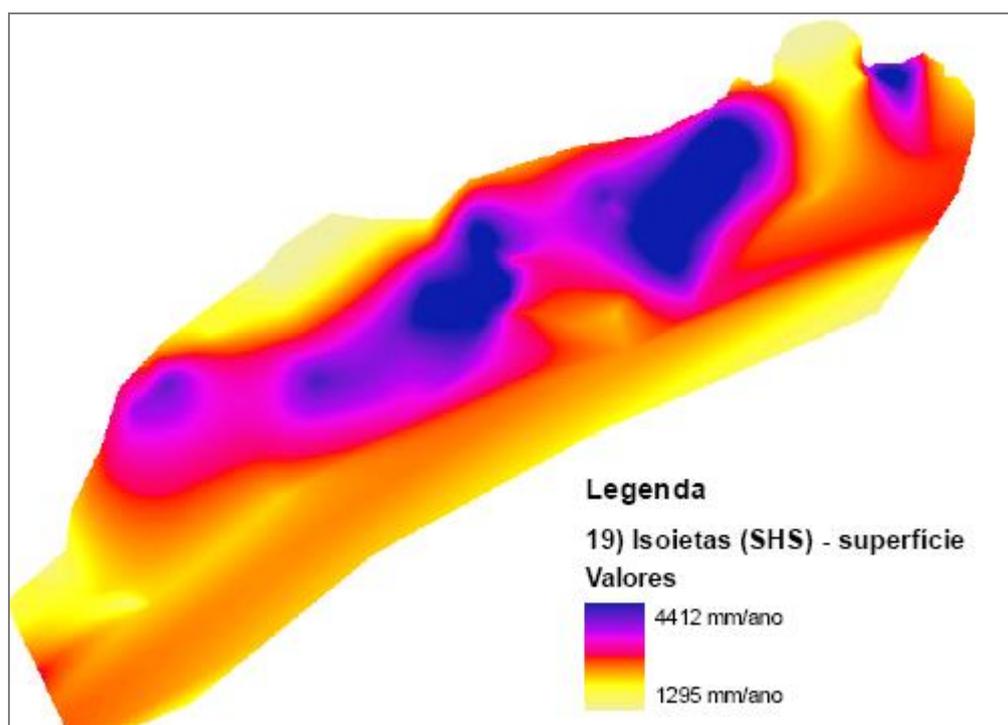


Figura 4.1.5.1.4 - 3: Isoietas de Precipitação. Fonte: Relatório de Situação 2007 SHS DAEE.

## B. Regionalização

O método proposto pelo DAEE, para a Regionalização Hidrológica de Vazões no Estado de São Paulo, baseia-se no Estudo de Regionalização (DAEE, 1988, 1994) que se baseou nos totais anuais precipitados em 444 postos pluviométricos, o que permitiu a elaboração da carta de isoietas médias anuais, e nas séries de descargas mensais observadas em 219 estações fluviométricas e nas séries de vazões diárias de 88 postos fluviométricos. A análise conjunta dos parâmetros estudados para a obtenção dessas variáveis hidrológicas possibilitou identificar 21 regiões hidrológicamente homogêneas no Estado de São Paulo e para elas definiu seus parâmetros denominados a, b e c característicos, com os quais é possível calcular as vazões nos rios.

A utilização das equações da metodologia do DAEE, juntamente com as precipitações indicadas pelas isoietas, conduziu para cada uma das 21 sub-bacias às vazões características, apresentadas na Tabela 4.1.5.1.4 - 4 e para cada um dos municípios da Baixada Santista no Tabela 4.1.5.1.4 - 5.

Observa-se nos quadros que as vazões específicas das bacias 14, 15 e 16 são muito elevadas variando de 11 a 12 L/s/km<sup>2</sup> e que o município de Santos tem uma disponibilidade hídrica ( $Q_{7,10}$ ) da ordem de 3,57 m<sup>3</sup>/s.

**Tabela 4.1.5.1.4 - 4: Vazão Média de Longo Prazo (QLP) e  $Q_{7,10}$  por Sub-bacia**

Código	Sub-bacia	AD (km <sup>2</sup> )	P total (mm)	$Q_{LP}$ (m <sup>3</sup> /s)	$Q_{7,10}$ (m <sup>3</sup> /s)	$q_{LP}$ (L/s/km <sup>2</sup> )	$q_{7,10}$ (L/s/km <sup>2</sup> )
1	Praia do Una	33.09	2,400	1.52	0.372	45.9	11.2
2	Rio Perequê	64.34	2,400	2.96	0.725	46.0	11.3
3	Rio Preto do Sul	101.83	2,200	4.05	0.99	39.8	9.7
4	Rio Itanhaém	102.83	2,200	4.1	1	39.9	9.7
5	Rio Preto	324.63	2,200	12.9	3.15	39.7	9.7
6	Rio Aguapeu	188.01	2,400	8.67	2.11	46.1	11.2
7	Rio Branco	411.66	2,400	18.9	4.63	45.9	11.2
8	Rio Boturoca	182.84	2,200	7.28	1.77	39.8	9.7
9	Rio Cubatão	175.55	2,400	8.09	1.97	46.1	11.2
10	Rio Piaçabuçu	58.6	2,400	2.7	0.66	46.1	11.3
11	Ilha de São Vicente	85.81	2,300	3.68	0.901	42.9	10.5
12	Rio Mogi	68.39	2,600	3.58	0.876	52.3	12.8
13	Ilha de Santo Amaro	142.7	2,400	6.58	1.6	46.1	11.2
14	Rio Cabuçu	69.65	2,500	3.43	0.838	49.2	12.0
15	Rio Jurubatuba	79.36	2,500	3.91	0.953	49.3	12.0
16	Rio Quilombo	86.88	2,600	4.55	1.11	52.4	12.8
17	Rio Itapanhaú	149.32	2,500	7.36	1.79	49.3	12.0
18	Rio Itatinga	114.88	2,600	6.02	1.47	52.4	12.8
19	Rio dos Alhas	108.27	2,600	5.67	1.38	52.4	12.7
20	Rib. Sertãozinho	131.66	2,600	6.9	1.68	52.4	12.8
21	Rio Guaratuba	108.78	2,600	5.7	1.39	52.4	12.8
Total		2789.08	2,429	128.55	31.365	46.1	11.2

Fonte: Relatório Zero (2000)

**Tabela 4.1.5.1.4 - 5: Vazão por Sub-UGRHI e por Município (m<sup>3</sup>/s)**

Código Município	Sub-UGRHI	Município	Q <sub>médio</sub>	Q <sub>7,10</sub>	Q <sub>95%</sub>
635	Rio Itapanhaú	Bertioga	26.63	6.57	9.95
660		Biritiba-Mirim	6.61	1.63	2.47
3060		Mogi das Cruzes	1.02	0.25	0.38
4500		Salesópolis	0.09	0.02	0.03
Total por Sub-UGRHI			34.35	8.48	12.83
635	Rio Cubatão	Bertioga	0.7	0.17	0.26
1350		Cubatão	7.63	1.88	2.85
1870		Guarujá	8	1.97	2.99
4100		Praia Grande	7.97	1.97	2.98
4780		Santo André	0.33	0.08	0.12
4850		Santos	14.48	3.57	5.41
4870		São Bernardo do Campo	4.54	1.12	1.69
5100		São Vicente	7.04	1.74	2.63
Total por Sub-UGRHI			50.67	12.51	18.92
2210	Rio Branco/Rio Preto	Itanhaém	34.03	8.4	12.71
2330		Itariri	3.36	0.83	1.25
3110		Mongaguá	8.14	2.01	3.04
3760		Peruíbe	15.95	3.94	5.96
4100		Praia Grande	0.41	0.1	0.15
5030		São Paulo	10.16	2.51	3.8
5100		São Vicente	0.92	0.23	0.34
Total por Sub-UGRHI			72.97	18.01	27.25
Total UGRHI: Baixada Santista			158	39	59

Fonte: SIBH (2004)

#### 4.1.5.1.5. Balanço Hídrico

O Plano Estadual de Recursos Hídricos (2004-2007), ao fazer o balanço hídrico considerou para a área da Baixada Santista 2.818 km<sup>2</sup>, o que conduziu a vazão média regionalizada de 155 m<sup>3</sup>/s e a vazão mínima Q<sub>7,10</sub> de 32,8 m<sup>3</sup>/s. O Plano considerou também a demanda para uso urbano de 9,18 m<sup>3</sup>/s e a demanda para uso industrial 11,7 m<sup>3</sup>/s desprezando a demanda para irrigação, totalizando a demanda de 20,88 m<sup>3</sup>/s. Sendo o critério para definir áreas críticas o valor de 50% do Q<sub>7,10</sub>. Na baixada a demanda é 64% da Q<sub>7,10</sub> o que a torna crítica do ponto de vista de disponibilidade face às demandas, conforme se pode ver na Tabela 4.1.5.1.5 - 1.

**Tabela 4.1.5.1.5 - 1: Demandas e Disponibilidade Hídrica na Baixada Santista (RMBS)**

Usos	Demanda	Disponibilidade (teórica)	Relação dem./disp.
	(m <sup>3</sup> /s)	Q <sub>7,10</sub> (m <sup>3</sup> /s)	
Urbano	9,18	-	-
Industrial	11,7	-	-
Irrigação	-	-	-
Total	20,88	32,8	63,66

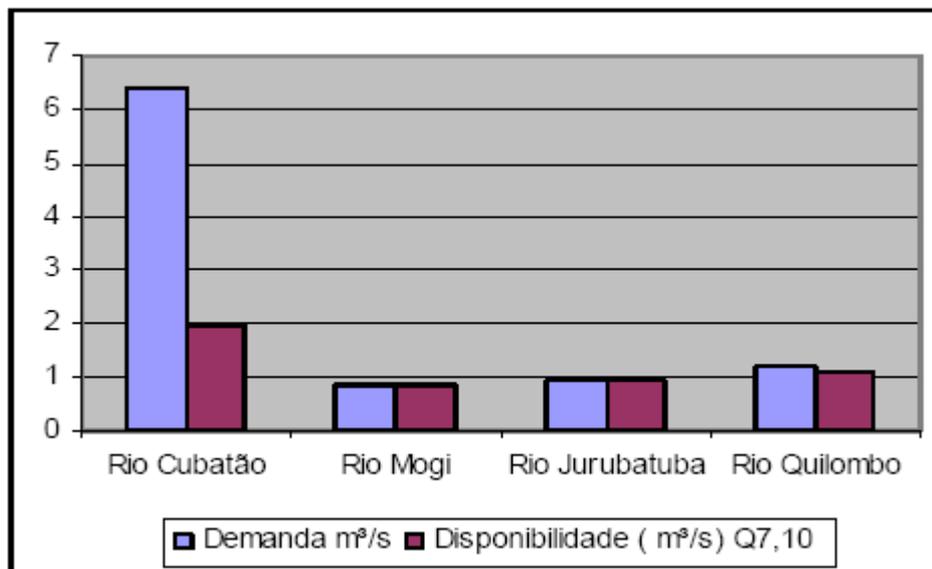
Fonte: Plano de Bacia (2000-2003)

O índice de criticidade quanto ao uso dos Recursos Hídricos indica comprometimento da bacia como um todo, porém é resultado dos altos índices verificados em algumas sub-bacias, tais como as sub-bacias dos Rios Cubatão, Mogi e Quilombo, devido à forte demanda industrial, e na sub-bacia do Rio Jurubatuba por demanda urbana. A Tabela 4.1.5.1.5 - 2 apresenta as demandas e disponibilidades e respectiva relação entre estes valores para as sub-bacias: Rio Cubatão, Rio Moji, Rio Jurubatuba e Rio Quilombo. Os índices são muito críticos nessas sub-bacias (Figura 4.1.5.1.5 - 1).

**Tabela 4.1.5.1.5 - 2: Sub-bacias críticas quanto à utilização das águas superficiais**

Sub-bacia	Demanda m <sup>3</sup> /s	Disponibilidade (m <sup>3</sup> /s) Q <sub>7,10</sub>	Relação dem./disponibil.
Rio Cubatão	6,39	1,97	324,36%
Rio Mogi	0,86	0,876	98,17%
Rio Jurubatuba	0,94	0,953	98,64%
Rio Quilombo	1,22	1,11	109,90%

Fonte: Plano de Bacia (2000-2003)



**Figura 4.1.5.1.5 - 1: Demanda x Disponibilidade por Sub-bacia**

Nessas sub-bacias há demandas superiores à disponibilidade de água para a vazão mínima, principalmente na sub-bacia do Rio Cubatão onde a relação entre demanda e disponibilidade chega a 324,36%.

Segundo os dados do relatório zero (2000) a situação é mais crítica. A Tabela 4.1.5.1.5 - 3 apresenta a situação de criticidade para o atendimento urbano para os principais municípios da Baixada Santista.

**Tabela 4.1.5.1.5 - 3: Disponibilidade de Vazões e Vazões Captadas**

Sub-bacia	Município	Potencial de águas superficiais		Vazão média captada	Relação
		QLP	Q7,10		Demanda/
		l/s	l/s	l/s	Disponibilidade
Rio Itapanhaú	Bertioga	7358	1798	348	19%
Rio Cubatão	Santos/Cubatão	8098	1978	4500	227%
Rio Jurubatuba	Guarujá	3902	953	2180	229%
Rio Itanhaém	Itanhaém / Praia Grande / Mongaguá	7096	1734	664	38%
Rio Perequê	Peruíbe	2968	725	120	17%
Rio Preto Sul	Peruíbe	7027	1717	205	12%
Rio Boturoca	Praia Grande	7283	1779	1000	56%
Ilha de São Vicente	Santos/ São Vicente	3688	901	160	18%
Total	-	47420	11585	9177	79%

Fonte: Relatório Zero (2000)

#### 4.1.5.1.6. Assoreamento

Conforme o Relatório de Situação de 2006, as sub-bacias mais críticas quanto aos processos de assoreamento são: Rio Preto Sul, Rio Itanhaém, Rio Boturoca, Rio Cubatão, Rio Piaçabuçu, Ilha de São Vicente, Rio Mogi, Ilha de Santo Amaro, Rio Cabuçu, Rio Jurubatuba, Rio Quilombo e Rio Itapanhaú.

Os Rios Cubatão (principalmente), Mogi, Perequê, Quilombo e Jurubatuba possuem sedimentos silticos a siltico-arenosos.

Estes são capturados pela circulação interna do estuário e depositados de preferência nos seus trechos superiores e médios, a uma taxa média de cerca de 1.500.000 m<sup>3</sup>/ano, dependendo do ano hidrológico e da ocorrência de cheias.

Nas Baías de Santos e São Vicente os sedimentos areno-siltosos são transportados para o interior do estuário e depositados nos seus trechos mais a jusante, a uma taxa média de 300.000 m<sup>3</sup>/ano, dependendo das condições ambientais das baías e em particular do regime de atuação de frentes frias.

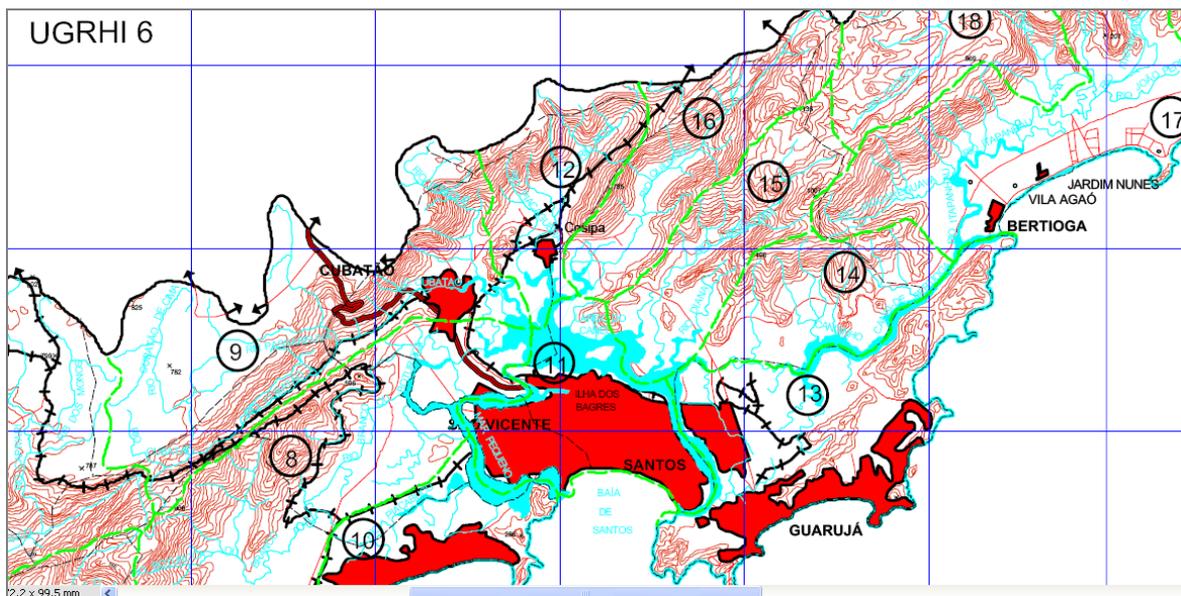
Entre 1966 e 1975, parte do material dragado no estuário era despejado na Ponta de Itaipu, este retornava rapidamente ao interior do estuário e era transportado em suspensão pelas correntes da Baía de Santos. A partir de 1976 o local de despejo foi transferido para a Ponta da Munduba, não sendo mais constatado o retorno do material.

Alguns estuários cujos processos de assoreamento intenso têm causado problemas para as populações, como inundações, restrições à navegabilidade e impactos sobre a pesca, são: Rio Itapanhaú (Bertioga), Rio Itanhaém e Rio Preto (Peruíbe). O Canal da Bertioga e os canais de saneamento de Santos também apresentam intenso assoreamento.

#### 4.1.5.1.7. Vazões na ADA e AID

É de interesse para o empreendimento a bacia 15 do Rio Jurubatuba. Nela encontra-se o próprio Rio Jurubatuba, um dos maiores responsáveis pela vazão fluvial, que alimenta o Largo de Santa Rita e o Córrego das Neves, de pequena expressão, mas que drena a área terrestre onde se situa o empreendimento.

A Figura 4.1.5.1.7 - 1 a seguir indica as sub-bacias 9, 12, 16, 15 e 14 que drenam para o canal de Santos.



**Figura 4.1.5.1.7 - 1: Sub-bacias Próximas ao Empreendimento. Fonte: Relatório de Situação dos Recursos Hídricos da Baixada Santista - CETEC - DAEE - 1999.**

A Figura 4.1.5.1.7 – 2, a seguir, indica a área terrestre do empreendimento. Observa-se que ela se insere na sub-bacia de drenagem do Córrego das Neves, e recebe a drenagem da área que gera os maiores picos de vazão (área montanhosa). O Anexo 4.1.5.1.7 – 1 (Desenho 22301420BHA1), apresenta os mapas das bacias de contribuição do Córrego das Neves e do Rio Jurubatuba.

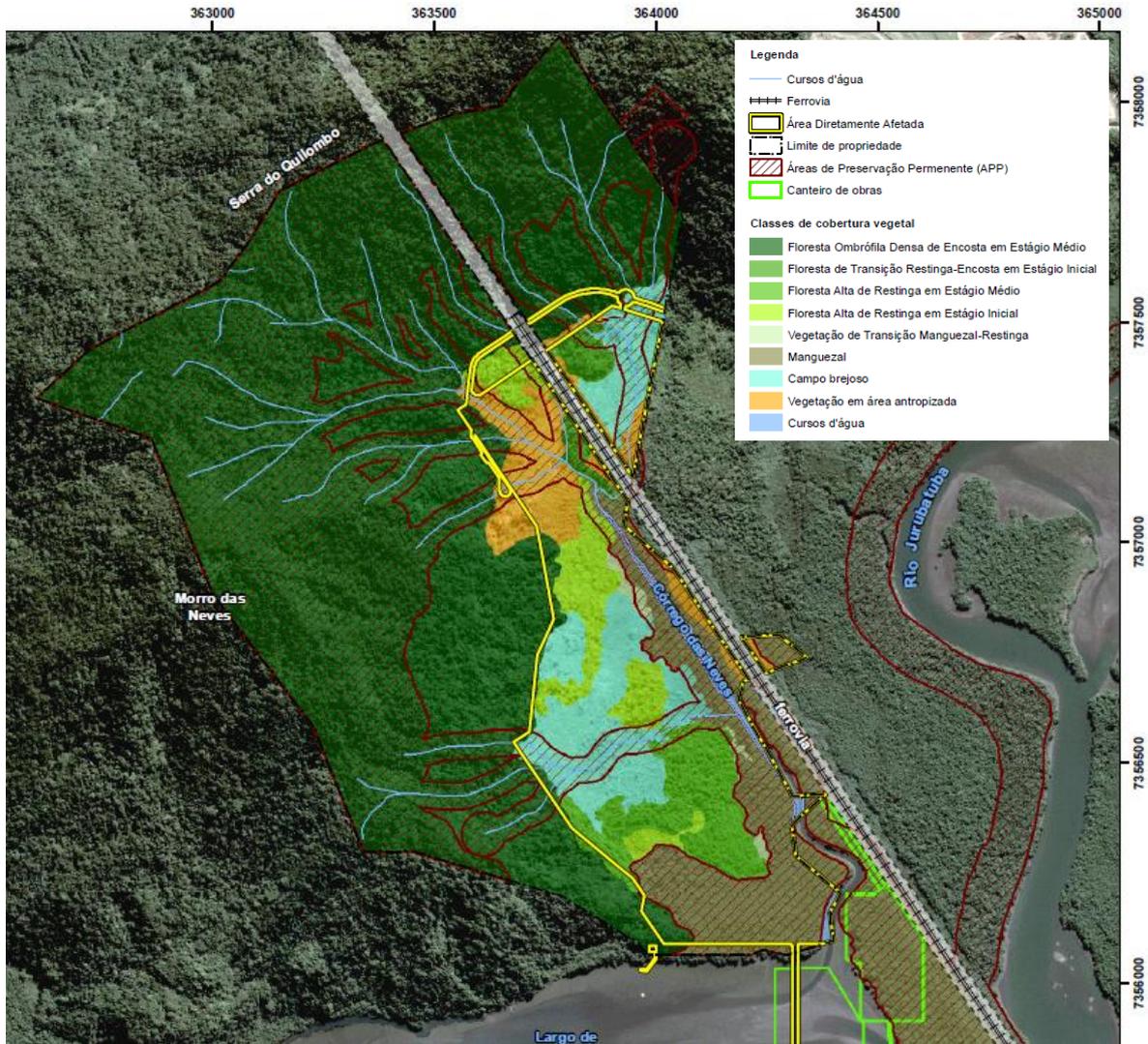


Figura 4.1.5.1.7 - 2: Sub-Bacia de Drenagem do Córrego das Neves

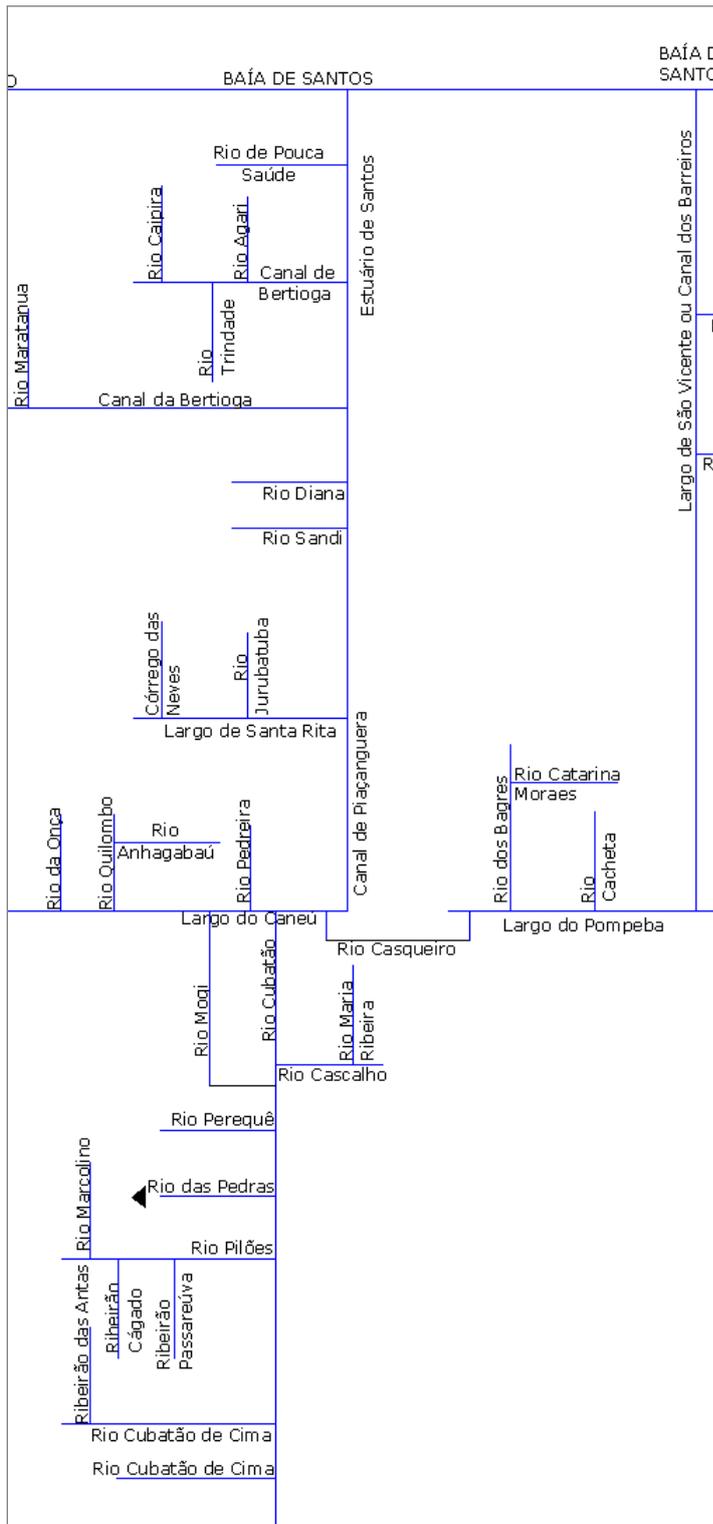


Figura 4.1.5.1.7 - 3: Diagrama Unifilar do Rio Cubatão, Canal de Piaçaguera, Rio Jurubatuba e o Córrego das Neves. Fonte: Relatório de Situação do Recursos Hídricos da Baixada Santista - CETEC - DAEE - 1999

## A. Vazões Regionalizadas

- Rio Jurubatuba

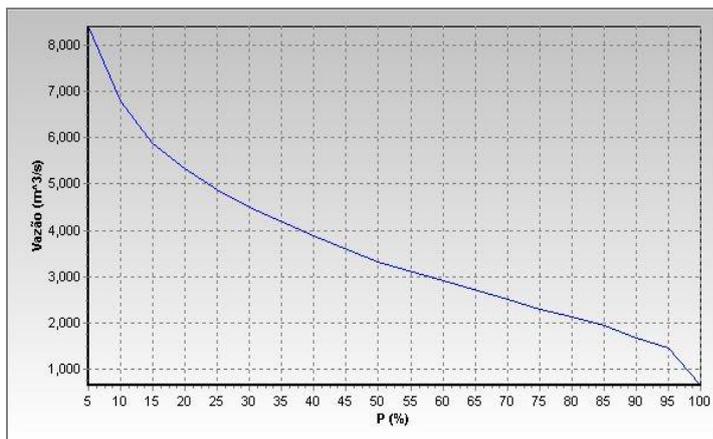
O Rio Jurubatuba, com área de drenagem de 79,36 km<sup>2</sup>, produz uma vazão média da ordem de 3,9 m<sup>3</sup>/s, uma vazão mínima (Q<sub>7,10</sub>) da ordem de 0,95 m<sup>3</sup>/s e a vazão Q<sub>5%</sub> da ordem de 8,408 m<sup>3</sup>/s (Figura 4.1.5.1.7 - 4)

A Tabela 4.1.5.1.7 - 1 apresenta as principais características da Regionalização Hidrológica, da Bacia do Rio Jurubatuba, geradas pelo aplicativo on-line disponibilizado pelo DAEE em sua página na internet.

**Tabela 4.1.5.1.7 - 1: de Características da Regionalização da Bacia do Rio Jurubatuba**

Sub-bacia 15	Jurubatuba
Área da bacia hidrográfica (km <sup>2</sup> )	79,36
Precipitação anual média (mm)	2,5
região hidrológica:	B
região hidrológica (Parâmetro C):	X
Latitude:	23°54'06"
Longitude:	46°19'34"
Norte (m):	7,356,000
Este (m):	365,000
Vazão média plurianual (m <sup>3</sup> /s)	3,911
Q <sub>7,10</sub> (m <sup>3</sup> /s)	0,955

Fonte: <http://www.sigrh.sp.gov.br/cgi-bin/regnet.exe?lig=podfp>



**Figura 4.1.5.1.7 - 4: Vazões de Permanência para a Bacia do Rio Jurubatuba. Fonte: <http://www.sigrh.sp.gov.br/cgi-bin/regnet.exe?lig=podfp>**

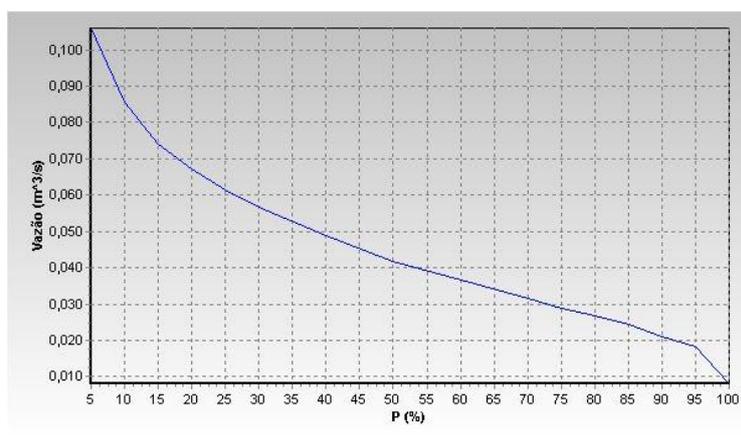
- Córrego das Neves

O Córrego das Neves, com área de drenagem de 1,92 km<sup>2</sup>, produz uma vazão média da ordem de 0,094 m<sup>3</sup>/s, uma vazão mínima (Q<sub>7,10</sub>) da ordem de 0,023 m<sup>3</sup>/s e a vazão Q<sub>5%</sub> da ordem de 0,204 m<sup>3</sup>/s (Anexo 4.1.5.1.7 - 1 - Desenho 22301420BHA1). A Tabela 4.1.5.1.7 - 2 apresenta as principais características da Regionalização Hidrológica, da Bacia do Córrego das Neves (para cada km<sup>2</sup> de área de sua bacia), geradas pelo aplicativo on-line disponibilizado pelo DAEE em sua página na internet.

**Tabela 4.1.5.1.7 - 2: de Características da Regionalização da Bacia do Córrego das Neves**

Sub-bacia 15	Córrego das Neves
Área da bacia hidrográfica (km <sup>2</sup> )	1
Precipitação anual média (mm)	2500
região hidrológica:	B
região hidrológica (Parâmetro C):	X
Latitude:	23°54'06"
Longitude:	46°19'55"
Norte (m):	7,356,000
Este (m):	364,400
Vazão média plurianual (m <sup>3</sup> /s)	0,049
Q7,10 (m <sup>3</sup> /s)	0,012

Fonte: <http://www.sigrh.sp.gov.br/cgi-bin/regnet.exe?lig=podfp>



**Figura 4.1.5.1.7 - 5: Vazões de Permanência para a Bacia do Córrego das Neves. Fonte: <http://www.sigrh.sp.gov.br/cgi-bin/regnet.exe?lig=podfp>**

## B. Vazões Máximas Geradas

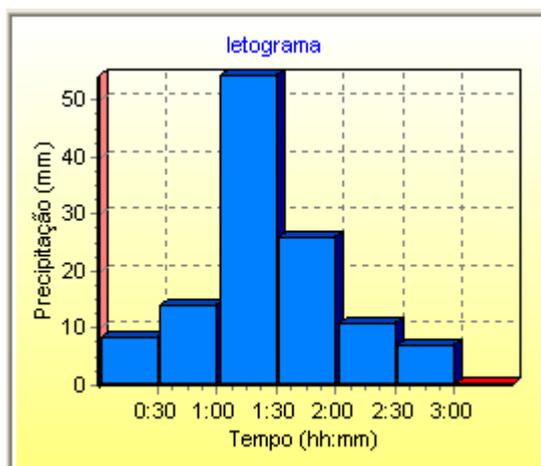
- Rio Jurubatuba

Para as vazões máximas geradas nessa bacia (Rio Jurubatuba), foi utilizado o programa ABC6 desenvolvido pelo LabSid – EPUSP, utilizando a fórmula da onda cinemática para o cálculo do tempo de concentração, a equação de chuvas de E. O. Pfafstetter (Chuvas Intensas no Brasil) para a cidade de Santos, número da curva (CN=65) do SCS, considerando um período de chuva intensa de 180 minutos, com período de retorno de 10 anos e área da bacia de 78,8 km<sup>2</sup>, e chegou-se a vazão de 249 m<sup>3</sup>/s, que deve ser veiculada pela rede drenagem a ser implantada pelo empreendimento.

A Tabela 4.1.5.1.7 – 3 indica a distribuição da chuva máxima (Posto de Santos) distribuída em um período de 180 minutos. A Ilustração reproduz a Tabela.

**Tabela 4.1.5.1.7 - 3: Distribuição da Chuva Máxima**

Período	Tempo (hh:mm)	Precipitação (mm)
1	00:30	8,32
2	01:00	13,99
3	01:30	54,20
4	02:00	25,82
5	02:30	10,85
6	03:00	7,11
7	03:30	0,00



**Figura 4.1.5.1.7 - 6: Distribuição da Chuva Máxima**

Da chuva que cai na área de drenagem parte infiltra e outra escorre superficialmente. A Tabela 4.1.5.1.7 - 4 indica a parcela superficial, ou excedente, em milímetros.

**Tabela 4.1.5.1.7 - 4: Distribuição da Chuva Total, Excedente e Infiltrada**

Tempo (hh:mm)	Excedente (mm)	Infiltração (mm)	Total (mm)
00:30	0,00	8,32	8,32
01:00	0,00	13,99	13,99
01:30	13,00	41,20	54,20
02:00	13,55	12,27	25,82
02:30	6,54	4,31	10,85
03:00	4,51	2,60	7,11

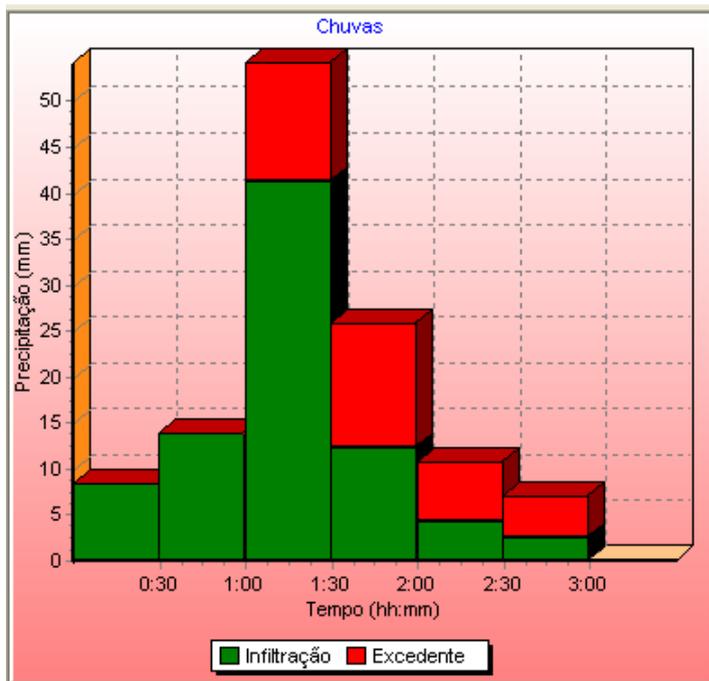


Figura 4.1.5.1.7 - 7: Distribuição da Chuva Total, Excedente e Infiltrada.

A seguir é apresentado a Tabela 4.1.5.1.7 - 5 com a distribuição da vazão ao longo do tempo e o gráfico correspondente.

Tabela 4.1.5.1.7 - 5: Distribuição da Vazão Superficial Gerada

Tempo (hh:mm)	Montante (m <sup>3</sup> /s)	Amortecido (m <sup>3</sup> /s)	Contribuição (m <sup>3</sup> /s)	Total (m <sup>3</sup> /s)
00:30	0,000	0,000	0,000	0,000
01:00	0,000	0,000	0,000	0,000
01:30	0,000	0,000	11,119	11,119
02:00	0,000	0,000	50,989	50,989
02:30	0,000	0,000	122,631	122,631
03:00	0,000	0,000	201,199	201,199
03:30	0,000	0,000	249,776	249,776
04:00	0,000	0,000	248,951	248,951
04:30	0,000	0,000	211,506	211,506
05:00	0,000	0,000	162,895	162,895
05:30	0,000	0,000	118,889	118,889
06:00	0,000	0,000	85,320	85,320
06:30	0,000	0,000	60,107	60,107
07:00	0,000	0,000	41,984	41,984
07:30	0,000	0,000	29,779	29,779
08:00	0,000	0,000	21,269	21,269
08:30	0,000	0,000	15,306	15,306
09:00	0,000	0,000	10,933	10,933
09:30	0,000	0,000	7,741	7,741
10:00	0,000	0,000	5,526	5,526
10:30	0,000	0,000	3,992	3,992

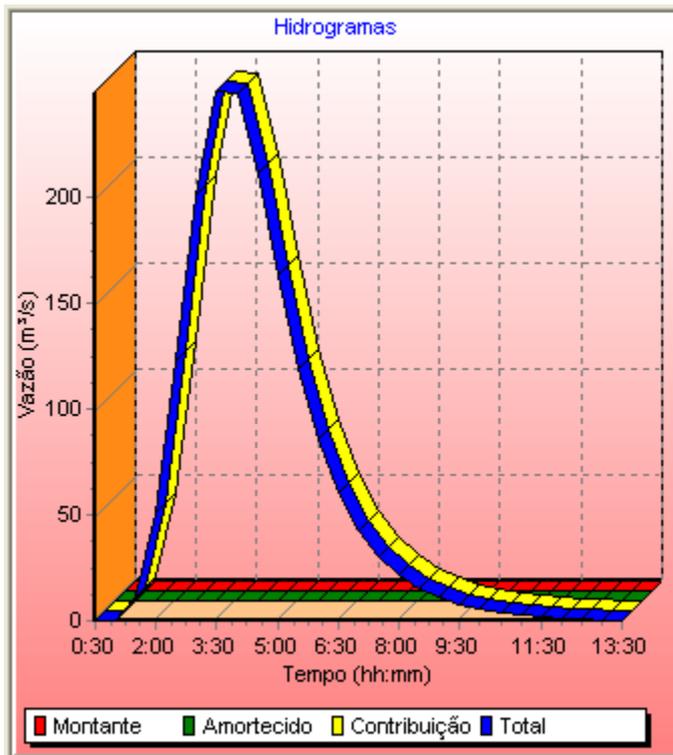


Figura 4.1.5.1.7 - 8: Distribuição da Vazão Superficial Gerada

A seguir é apresentada a Tabela 4.1.5.1.7 - 6 da estimativa das vazões com período de recorrência de 10, 50 e 100 anos, a duração da passagem dessas vazões de cheia é estimada em cerca de 9 (nove) horas.

Tabela 4.1.5.1.7 - 6: Vazões Máximas para diversos períodos de Recorrência

Tempo de Recorrência	Bacia (ha)	Vazão (m <sup>3</sup> /seg)
10 anos	78.8	249
20 anos	78.8	333
50 anos	78.8	456
100 anos	78.8	558

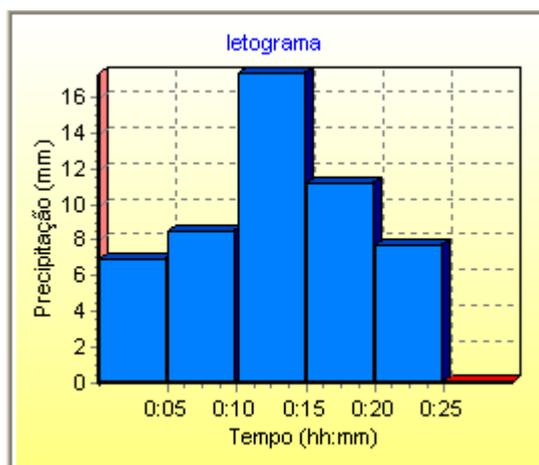
- Córrego das Neves

Para as vazões máximas geradas nessa bacia (Córrego das Neves), foi utilizado o programa ABC6 desenvolvido pelo LabSid – EPUSP, utilizando a formula do SCS para o cálculo do tempo de concentração, a equação de chuvas de E. O. Pfafstetter (Chuvas Intensas no Brasil) para a cidade de Santos, número da curva (CN=65) do SCS, considerando um período de chuva intensa de 25 minutos, com período de retorno de 10 anos e área da bacia de 1,424 km<sup>2</sup>, e chegou-se a vazão de 3,82 m<sup>3</sup>/s, que deve ser veiculada pela rede drenagem a ser implantada pelo empreendimento. Observa-se que o empreendimento foi dimensionado para dar vazão a 6,7 m<sup>3</sup>/s, superior a acima referida, conforme cálculo demonstrado no item 5.5.4.1.5 do Capítulo 5 – Caracterização do empreendimento.

A 4.1.5.1.7 – 7 indica a distribuição da chuva máxima (Posto de Santos) distribuída em um período de 25 minutos. A Ilustração reproduz o Quadro

**Tabela 4.1.5.1.7 - 7: Distribuição da Chuva Máxima**

Período	Tempo (hh:mm)	Precipitação (mm)
1	00:05	6,92
2	00:10	8,54
3	00:15	17,33
4	00:20	11,20
5	00:25	7,67
6	00:30	0,00

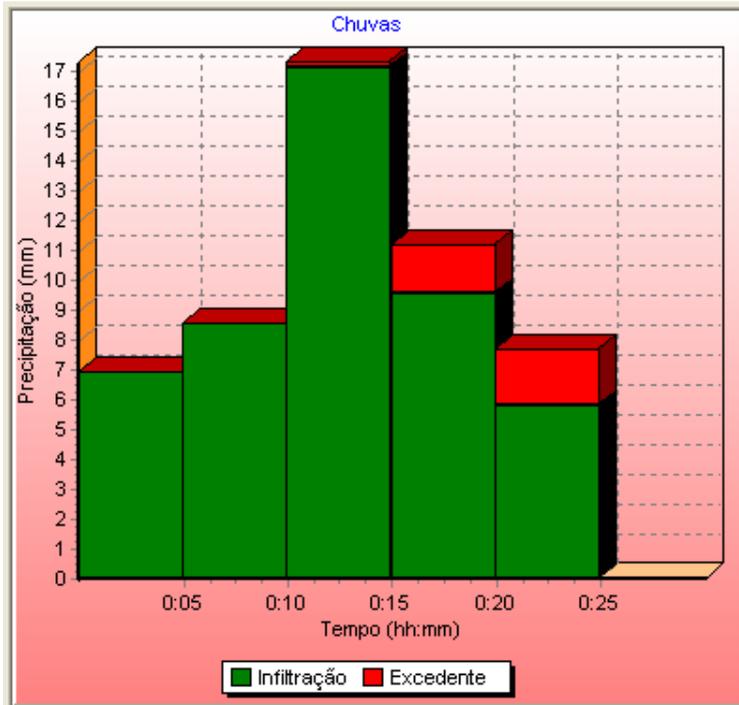


**Figura 4.1.5.1.7 - 9: Distribuição da Chuva Máxima**

Da chuva que cai na área de drenagem parte infiltra e outra escorre superficialmente. A Tabela 4.1.5.1.7 – 8 a seguir indica a parcela superficial, ou excedente em milímetros.

**Tabela 4.1.5.1.7 - 8: Distribuição da Chuva Total, Excedente e Infiltrada**

Tempo (hh:mm)	Excedente (mm)	Infiltração (mm)	Total (mm)
00:05	0,00	6,92	6,92
00:10	0,00	8,54	8,54
00:15	0,21	17,12	17,33
00:20	1,60	9,60	11,20
00:25	1,86	5,81	7,67
00:30	0,00	0,00	0,00

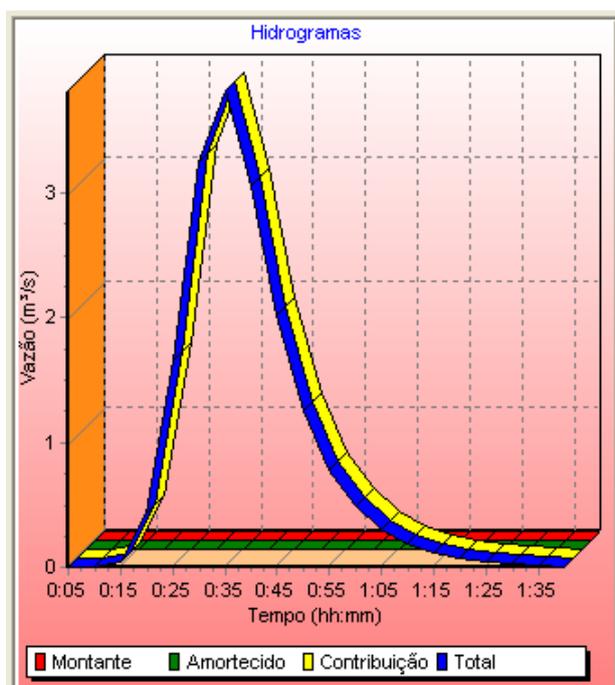


**Figura 4.1.5.1.7 - 10: Distribuição da Chuva Total, Excedente e Infiltrada**

A chuva excedente escorre superficialmente e transforma-se em escoamento superficial. A Tabela 4.1.5.1.7 - 9 apresenta a vazão gerada pela chuva ao longo do tempo. Os dados da tabela são ilustrados na Figura 4.1.5.1.7 - 11.

**Tabela 4.1.5.1.7 - 9: Distribuição da Vazão Superficial Gerada**

Tempo (hh:mm)	Montante (m <sup>3</sup> /s)	Amortecido (m <sup>3</sup> /s)	Contribuição (m <sup>3</sup> /s)	Total (m <sup>3</sup> /s)
00:05	0,000	0,000	0,000	0,000
00:10	0,000	0,000	0,000	0,000
00:15	0,000	0,000	0,038	0,038
00:20	0,000	0,000	0,43	0,43
00:25	0,000	0,000	1,651	1,651
00:30	0,000	0,000	3,246	3,246
00:35	0,000	0,000	3,819	3,819
00:40	0,000	0,000	3,062	3,062
00:45	0,000	0,000	2,020	2,020
00:50	0,000	0,000	1,256	1,256
00:55	0,000	0,000	0,780	0,780
01:00	0,000	0,000	0,483	0,483
01:05	0,000	0,000	0,302	0,302
01:10	0,000	0,000	0,193	0,193
01:15	0,000	0,000	0,120	0,120
01:20	0,000	0,000	0,076	0,076
01:25	0,000	0,000	0,049	0,049
01:30	0,000	0,000	0,030	0,030
01:35	0,000	0,000	0,017	0,017
01:40	0,000	0,000	0,007	0,007
01:45	0,000	0,000	0,000	0,000



**Figura 4.1.5.1.7 - 11: Distribuição da Vazão Superficial Gerada**

A seguir é apresentada a Tabela 4.1.5.1.7 - 10 da estimativa das vazões com período de recorrência de 10, 50 e 100 anos. A duração da passagem dessas vazões de cheia é estimada em cerca de 30 (trinta) minutos sendo que o empreendimento está dimensionado para veicular essas vazões.

**Tabela 4.1.5.1.7 - 10: Vazões Máximas para diversos períodos de Recorrência**

Tempo de Recorrência	Bacia (ha)	Vazão (m <sup>3</sup> /seg)
	B2,B3,B4 e B5 = 111.9 ha	5.3
	B1 = 30.5 ha	1.4
Vazão do Empreendimento	142.4	6.7
10 anos	142.4	3.81
50 anos	142.4	8.38
100 anos	142.4	10.80

#### 4.1.5.2. Hidrogeologia

Foi realizado um levantamento das informações sobre o comportamento hidrogeológico da região de instalação do futuro terminal e da nova área do canteiro avançado e, para isto, foram obtidos dados tanto secundários, provenientes de estudos prévios realizados para a caracterização das Áreas de Influência Indireta (AII) e Influência Direta (AID) quanto dados levantados *in situ*, ou seja, dados primários, para a caracterização da Área Diretamente Afetada (ADA).

Para o levantamento das informações referentes à ADA, tiveram como escopo técnico as seguintes atividades:

- Instalação de 30 poços de monitoramento de água subterrânea distribuídos ao longo de toda a área de estudo;
- Ensaio para a determinação da condutividade hidráulica e
- Elaboração do mapa potenciométrico e determinação da direção/velocidade de fluxo das águas subterrâneas

Para tanto foram utilizadas instruções elaboradas pelos órgãos ambientais competentes. Para a ADA a avaliação ambiental foi realizada de acordo com o Manual de Gerenciamento de Áreas Contaminadas da Cetesb de 1999 e conforme a Decisão de Diretoria 103-2007-C-E, de 22-6-2007 da Cetesb que dispõe sobre o procedimento de Gerenciamento de Áreas Contaminadas.

##### 4.1.5.2.1. Procedimentos Metodológicos

Com relação à Área de Influência Indireta (AII), os dados secundários utilizados para os dados de hidrogeologia foram provenientes somente do estudo desenvolvido pelo DAEE/IG/IPT/CPRM (2005) para a caracterização dos aquíferos presentes nesta área. Foi observado que nesta área encontram-se presentes os aquíferos de meio poroso nos sedimentos litorâneos, coluviões e aluviões quaternários, solos residuais e aquíferos de meio fraturado representados pelas rochas do cristalino.

Para a caracterização hidrogeológica da Área de Influência Direta (AID) foram utilizados dados secundários obtidos de estudos prévios realizados na região. Para a caracterização do aquífero litorâneo foram utilizados os resultados provenientes de dois estudos, a saber: COSIPA (2007), para a dragagem do Canal de Piaçaguera e Embraport (2003), para o licenciamento de seu Terminal Portuário. Além destes estudos, foram utilizados os dados do DAEE/IG/IPT/CPRM (2005) para o levantamento das informações a respeito da produtividade desse aquífero.

Com relação ao aquífero superficial, foram levantados dados físicos a respeito das características inerentes deste aquífero obtidos em Fetter (1994), além das informações da influência das águas do estuário nesta região, obtido por Umah (2000).

Para o aquífero cristalino de meio fraturado, foram obtidas informações a respeito da produtividade em DAEE/IG/IPT/CPRM (2005).

Sendo assim, de uma maneira geral, com relação à Área de Estudo definida como a Área de Influência Direta (AID) no que se refere à Hidrogeologia, intercepta, ao Norte, as sub-bacias dos rios Mogi, Quilombo e Jurubatuba, principalmente na área de descarga das mesmas no canal portuário (largos do Canéu e Santa Rita). A Oeste, a AID recebe as águas da sub-bacia do Rio Cubatão, que também desemboca no canal portuário na região da Ilha das Cobras. A Leste, a AID recebe águas da sub-bacia do Canal de Bertiooga, que desemboca no canal portuário. O escoamento do canal portuário se dá pelo Estuário Santista e pelo Canal dos Barreiros, em São Vicente.

As características hidrogeológicas da Área Diretamente Afetada (ADA) pelo empreendimento foram obtidas a partir de dados primários na área emersa a montante do Largo de Santa Rita, nas margens dos rios das Neves e Jurubatuba. Para o levantamento das informações necessárias à descrição hidrogeológica da ADA, foi realizada uma visita técnica na área de estudo no dia 13 de abril de 2009 e durante o período compreendido entre 13 de abril e 04 de maio de 2009 foram instalados 30 poços de monitoramento de água subterrânea para o levantamento das informações necessárias ao estudo hidrogeológico. A localização dos pontos amostrais encontra-se no Desenho 22301419LPA3 e os perfis individuais obtidos durante a instalação constituem o Anexo 4.1.5.2.1 - 1.

Para a obtenção da condutividade hidráulica dos solos, foram realizados ensaios de permeabilidade *in situ* do tipo *slug test* em 08 poços de monitoramento.

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

De acordo com o DAEE / IG / IPT / CPRM (2005), a ADA se insere na região do Aquífero Litorâneo, que compreende o aquífero superior, constituído pelos depósitos sedimentares da Planície Litorânea. Trata-se de unidade aquífera de porosidade granular, livre, extensão limitada e transmissividade média a elevada. As camadas de areia, entre as camadas argilosas, formam aquíferos lenticulares. Seu limite inferior pode atingir cotas de mais de 50 m abaixo do nível do mar.

As bacias dos Rios Cubatão, Mogi, Quilombo, Jurubatuba e Diana – que fluem para o Estuário Santista – abrigam o aquífero superior no pacote de sedimentos flúvio-lagunares e fluviais constituído por areias, siltes e argilas dispostos em camadas intercaladas. Essas águas, juntamente com as do aquífero profundo que aflui pelas cabeceiras, escoam, permanentemente, em direção ao oceano, ocorrendo o equilíbrio hidrodinâmico entre a água doce e a água salgada, representado pela interface denominada “cunha salina”.

Quando penetram no estuário em direção às cabeceiras, as águas oceânicas geram estratificação, pelas diferenças de densidade, e criam uma circulação longitudinal durante as marés de enchente e passagens de frentes frias (UMAH, 2000). A água doce, concentrada na camada superior, move-se para jusante com maior transporte residual, e a água salgada, constituindo uma camada inferior, se

move para montante. Pela influência das marés, a parte superior desse aquífero é caracterizada por águas de elevada condutividade elétrica, por conter sais dissolvidos e ser de natureza salobra.

Os aterros existentes na área emersa e as intercalações de sedimentos com permeabilidades diferentes podem tornar esse aquífero anisotrópico e não homogêneo, e localmente semi-confinado. Sua superfície livre pode se apresentar sub-aflorante e o mesmo se desenvolve até profundidades superiores a 40m, quando então se inicia o aquífero inferior ou profundo.

Apresenta baixa capacidade de exploração, evidenciada por baixos valores de vazão, de condutividade hidráulica e de transmissividade, característicos de materiais argilosos. Com uma porosidade efetiva (n) média estimada de 20%, obtida experimentalmente para sedimentos silto-argilosos (FETTER, 1994), estima-se uma velocidade de fluxo em torno de 12 m/ano para as águas subterrâneas nesse aquífero.

O regime de fluxo se dá localmente, pela infiltração das águas das chuvas e das marés de cheias sobre as planícies de maré. Essas águas infiltram ao longo dos sedimentos de mangues e se deslocam pelo meio poroso, perdendo carga hidráulica no sentido da zona de descarga representada pelo Estuário Santista.

A recarga se dá de forma principalmente difusa, pela infiltração das águas salinas durante a fase de maré cheia, o que imprime, às suas águas, elevados teores de cloretos. A direção de fluxo acompanha a topografia local.

Em função das variações de nível das marés, a superfície do aquífero freático apresenta oscilações na vertical, sendo maior essa influência quanto mais próximo das águas do estuário e mais permeável o material do depósito aluvial. Essa flutuação pode ocorrer numa faixa com amplitude de alguns milímetros, nas regiões mais afastadas, a mais de um metro.

A ocorrência de áreas mais elevadas na Planície de maré, e de sedimentos flúvio-lagunares a montante pode determinar, ainda, um regime de fluxo mais profundo, alimentado pelas infiltrações decorrentes das precipitações pluviométricas, livre da influência das marés. Este fluxo apresentaria uma componente vertical e ascendente nas zonas de descarga, e estaria instalado nas camadas mais profundas do aquífero, possuindo caráter mais regional.

O aquífero inferior ou profundo se encontra instalado a partir dos solos residuais e do maciço rochoso, o que a caracteriza como um aquífero de caráter regional. Trata-se de aquífero confinado, instalado a profundidades superiores a 40 m, com baixa condutividade elétrica, o que indica a presença de água doce (COSIPA, 2004). Suas águas se inserem no contexto de fluxo subterrâneo da Baixada Santista, com zona de recarga na Serra do Mar e descarga na área costeira.

O fluxo das águas é regional e ascendente, determinado pela recarga proveniente da Serra do Mar, e as características de elevada condutividade hidráulica determinadas pela natureza granular dos materiais, as boas condições de recarga e a alta Transmissividade esperada emprestam, a este aquífero, boas possibilidades de exploração (COSIPA, 2004).

A captação de água subterrânea na área por meio de poços para consumo humano encontra restrições na legislação, face à influência do mar sobre a qualidade dos recursos hídricos subterrâneos, pela sua proximidade. Isso pode ser constatado pela ausência de poços tubulares

profundos ou superficiais na ADA e seu entorno, conforme pesquisa realizada no DAEE sobre as outorgas concedidas.

### A. Instalação de poços de monitoramento de água subterrânea

A instalação dos 30 poços de monitoramento foi realizada durante o período compreendido entre 13 de abril e 04 de maio de 2009.

Durante o mês de julho de 2009 foi realizado o levantamento georeferenciado das coordenadas em UTM dos poços de monitoramento instalados (PM-01 a PM-30) com um equipamento do tipo Estação Total. Na Tabela 4.1.5.2.2-1 a seguir, são apresentadas as coordenadas em UTM dos poços de monitoramento, conforme recomendado pela Decisão de Diretoria da Cetesb nº 103/2007/C/E, de 22 de junho de 2007.

**Tabela 4.1.5.2.2 - 1: Coordenadas em UTM dos poços de monitoramento**

Nome ponto	do	Coordenadas UTM*		
		Eastings (mE)	Northings (mN)	Cota Tubo(m)
PM-01		363798,698	7357166,402	6.269
PM-02		363682,091	7357146,223	7.581
PM-03		363756,518	7357456,958	5.757
PM-04		363793,888	7356969,441	3.855
PM-05		363866,493	7356898,914	3.655
PM-06		363911,377	7356898,883	3.216
PM-07		363978,656	7356842,869	1.098
PM-08		363868,787	7356269,426	5.437
PM-09		363843,000	7356328,000	4.606
PM-10		363744,095	7356393,557	6.174
PM-11		363715,133	7356486,004	5.388
PM-12		363898,574	7356299,792	2.771
PM-13		363905,305	7356325,335	2.593
PM-14		364073,044	7356097,926	2.348
PM-15		363780,724	7356491,842	4.15
PM-16		363800,37	7357354,097	3.757
PM-17		363875,752	7357180,674	2.796
PM-18		363936,413	7357051,007	2.114
PM-19		364040,652	7356962,055	1.736
PM-20		364089,843	7356831,249	1.769
PM-21		364213,8753	7356706,177	1.737
PM-22		364360,111	7356486,724	2.4
PM-23		363638,627	7357402,57	8.673
PM-24		363910,000	7357538,000	5.311
PM-25		363918,599	7357541,521	5.425
PM-26		364099,029	7357552,378	6.589
PM-27		364080,273	7357516,649	4.668
PM-28		364175,712	7357520,131	5.459
PM-29		364126,523	7357469,746	3.726
PM-30		364550,713	7357579,998	5.556

\*Datum horizontal: SAD-69

## B. Ensaios de condutividade hidráulica (slug test)

Foram realizados ensaios de condutividade hidráulica (k) através do método de recuperação em oito poços de monitoramento (PM-06, PM-08, PM-10, PM-11, PM-17, PM-22, PM-27 e PM-30). A realização destes ensaios possibilitou a obtenção dos valores de condutividade hidráulica, fundamentais para determinação das velocidades de fluxo da água subterrânea.

## C. Resultados

O aquífero superficial é do tipo sedimentar situado na camada de sedimentos inconsolidados, possui caráter livre e granular, com heterogeneidades locais causadas pela variabilidade litológica e pela dinâmica superficial.

O aquífero superficial avaliado é formado por materiais inconsolidados arenosos a silto argilosos provenientes da encosta, transitando por solos turfosos e argilas típicas de ambiente de mangue sob a influência da maré. O fluxo local é condicionado pela dinâmica da densa rede de canais de drenagem superficial existente. A área é também fortemente influenciada pela maré, principalmente na área de ocupação de mangue, ocasionando a constante introdução de água salina no aquífero local. Durante as marés de enchente, a água salgada oceânica mais densa penetra no estuário em direção às cabeceiras.

A água doce surge a partir do afloramento do aquífero cristalino nas nascentes observadas nas encostas do Morro das Neves, formando as cabeceiras dos drenos e regatos da área e escoam pelo sistema pluvial até o Rio das Neves, este posicionado no limite Leste da área de interesse, em direção ao oceano. A água subterrânea apresenta variações de fluxo sentido sul e leste com suas descargas locais e intermediárias condicionadas aos Rios Neves e Jurubatuba, segundo padrão de drenagem da área.

### ▪ Avaliação Potenciométrica

Para a avaliação do comportamento das águas subterrâneas na área foi elaborado o mapa potenciométrico do aquífero local com base nas cargas hidráulicas dos 30 poços de monitoramento instalados (PM-01 a PM-30).

Foram extraídos também pontos d' água da drenagem superficial (AS-01 a AS-08) para controle e composição da potencimetria local. Na Tabela 4.1.5.2.3-2 a seguir, são apresentados os resultados dos cálculos de carga hidráulica.

**Tabela 4.1.5.2.2 - 2: Cargas hidráulicas dos poços de monitoramento do aquífero raso.**

PM	Nível de água (m)	Cota do PM (m)	Carga hidráulica
PM-01	5.426	6.269	0.843
PM-02	6.67	7.581	0.911
PM-03	5.189	5.757	0.568
PM-04	3.164	3.855	0.691
PM-05	3.356	3.655	0.299
PM-06	2.945	3.216	0.271
PM-07	1.481	1.481	0.383
PM-08	5.13	5.437	0.307
PM-09	3.947	4.606	0.659
PM-10	5.948	6.174	0.226
PM-11	5.108	5.388	0.280
PM-12	2.552	2.771	0.219
PM-13	2.313	2.593	0.280
PM-14	1.23	2.348	1.118
PM-15	3.582	4.150	0.568
PM-16	3.225	3.757	0.532
PM-17	2.463	2.796	0.333
PM-18	1.708	2.114	0.406
PM-19	0.968	1.736	0.768
PM-20	1.281	1.769	0.488
PM-21	1.124	1.737	0.613
PM-22	1.605	2.400	0.795
PM-23	7.827	8.673	0.846
PM-24	4.521	5.311	0.790
PM-25	4.724	5.425	0.701
PM-26	6.047	6.589	0.542
PM-27	4.076	4.668	0.592
PM-28	5.062	5.459	0.397
PM-29	3.149	3.726	0.577
PM-30	5.134	5.556	0.422
AS 01	2.446	-	2.446
AS 02	37.571	-	37.571
AS 04	2.684	-	2.684
AS 05	1.697	-	1.697
AS 06	1.446	-	1.446
AS 07	4.149	-	4.149
AS 08	6.226	-	6.226

Após o cálculo das cargas hidráulicas foram delimitadas as linhas equipotenciais e definida a potenciometria da área conforme apresentado a seguir no Desenho 22301418POA3. De acordo com o mapa é possível concluir que:

- As águas subterrâneas do aquífero livre fluem preferencialmente na direção oeste (O) para leste (E), no sentido do Rio das Neves, localizado no limite Leste do empreendimento;
- Na porção norte (N) da área o fluxo da água subterrânea é preferencialmente para sul (S) condicionado pelo Canal Jurubatuba;
- Localmente o sentido de fluxo é influenciado pela complexa e intensa rede de drenagem superficial da área, além da dinâmica de maré.

O gradiente hidráulico da área de planície a partir da encosta é considerado muito baixo e compatível com a topografia plana da área de estudo. A carga hidráulica nesta área varia de cerca de 2 metros a 0 metro, sendo que o valor calculado do gradiente hidráulico médio foi de 0,003.

#### ▪ Coeficiente de Condutividade Hidráulica

O método utilizado para o cálculo do coeficiente de condutividade hidráulica (K) baseou-se na equação proposta por Hvorslev (1951), utilizando-se o *software Aquifer Test for Windows*, conforme descrito a seguir:

$$K = [r^2 \ln (L/R)] / (2 L T_L)$$

Onde:

- K = Condutividade hidráulica (m/min)
- r = Raio efetivo do poço, excluindo o pré-filtro (m)
- L = Comprimento da seção filtrante (m)
- R = Raio do poço, incluindo o pré-filtro (m)
- T<sub>L</sub> = Intervalo de tempo quando ht/ho = 0,37 (min)

Para a obtenção dos dados, foram realizados ensaios de recuperação em oito poços de monitoramento (PM-06, PM-08, PM-10, PM-11, PM-17, PM-22, PM-27 e PM-30). Os resultados obtidos foram os seguintes:

- PM-06 = 5,80E-5 cm/s
- PM-08 = 3,27E-5 cm/s
- PM-10 = 4,5E-6 cm/s
- PM-11 = 1,7E-5 cm/s
- PM-17 = 5,8E-5 cm/s
- PM-22 = 1,09E-4 cm/s
- PM-27 = 5,74E-5 cm/s

- PM-30 = 7,76E-5 cm/s

Com relação aos resultados, observa-se um coeficiente hidráulico médio de 5,17E-5cm/s, a partir de uma variação de valores entre 1,09E-4 e 7,76E-5cm/s.

▪ Velocidade da Água Subterrânea

Com base nos dados provenientes do mapa potenciométrico e nos coeficientes de condutividade hidráulica, calculou-se a velocidade média da água subterrânea para o aquífero raso avaliado, utilizando-se para tanto a seguinte equação:

$$V = Ki/n_e$$

Onde:

- V = Velocidade da água subterrânea (cm/s);
- K = Coeficiente de condutividade hidráulica (cm/s);
- i = Gradiente hidráulico (cm/cm);
- n<sub>e</sub> = Porosidade efetiva.

Na Tabela 4.1.5.2.3-3 a seguir, são apresentados os dados utilizados para os cálculos e os valores das velocidades obtidas. Foram selecionados alguns pares de poços de monitoramento (PM-23 e 17; PM-02 e 17; PM-04 e 06) para se estimar as velocidades da água subterrânea na área de estudo. Para o cálculo foi utilizada a média dos valores da condutividade hidráulica disponível, obtida nos ensaios realizados por poço. Considerando a heterogeneidades dos solos dos poços de monitoramento avaliados e a predominância de litotipos argilosos, optou-se por utilizar uma porosidade efetiva média de 0,15, ou 15%.

**Tabela 4.1.5.2.2 - 3: Cálculo da velocidade da água subterrânea**

Situação Avaliada	Condutividade hidráulica média (cm/s)	Gradiente hidráulico	Porosidade efetiva	Velocidade média da subterrânea (cm/s)	Velocidade média da subterrânea (m/ano)
PM-23 / PM-17	5.8E-5 cm/s	0.00150882	0.15	5.83E-07	0.18
PM-02 / PM-17	5.8E-5 cm/s	0.00277885	0.15	1.07E-06	0.33
PM-04 / PM-06	7.26E-5 cm/s	0.0045	0.15	2.18E-06	0.68

Conforme os dados acima apresentados, a velocidade média da água subterrânea no aquífero raso nos pontos avaliados varia entre 0,18 a 0,68 m/ano. Estes resultados são coerentes, pois se trata de um ambiente de mangue onde são esperadas velocidades bastante baixas da água subterrânea.



Desenho 22301419LPA3: Localização dos poços de monitoramento de água subterrânea. (ver pasta Cartografia)



Desenho 22301418POA3: Mapa potenciométrico (ver pasta Cartografia)

#### 4.1.5.2.3. Conclusões

Por meio dos resultados obtidos para a avaliação hidrogeológica da ADA, pode-se concluir que o fluxo preferencial da água subterrânea é de oeste para leste no sentido do Córrego das Neves. A velocidade média da água subterrânea no aquífero raso nos pontos avaliados varia entre 0,18 a 0,68 m/ano, sendo a condutividade hidráulica média  $5,36E-5$ cm/s, de acordo com as características geológicas da região.

#### 4.1.6. Qualidade das águas superficiais

Durante a elaboração do EIA/RIMA, foi realizada a caracterização da qualidade das águas superficiais a partir de levantamento de dados primários com base em amostras de água superficial coletadas em 16 pontos, distribuídos no estuário de Santos na região do Largo Santa Rita e adjacências com a finalidade de avaliar a qualidade da água em comparação aos critérios estabelecidos pela Resolução CONAMA 357/05. As amostras foram coletadas nas profundidades superfície, meio da coluna e fundo, nas condições de vazante (maré baixa) e enchente (maré alta), para as marés de quadratura e sizígia, devido à grande variabilidade das condições físico-químicas e hidrodinâmicas do sistema estuarino, totalizando 60 amostras. Para a análise microbiológica foram realizadas amostragens apenas no meio da coluna d'água, durante a maré de sizígia.

Dentre as medições físico-químicas realizadas *in situ*, algumas amostras, coletadas em diferentes fases da maré, apresentaram concentrações de oxigênio dissolvido e valores de pH em desacordo com as condições de qualidade estabelecidas pela Resolução CONAMA 357/05. Quanto às análises químicas, alguns parâmetros analisados ocorreram em concentrações superiores aos padrões de qualidade estabelecidos pela Resolução CONAMA 357/05, dentre eles o semimetal arsênio, alguns metais (chumbo, mercúrio e zinco totais e cobre dissolvido), carbono orgânico total, fósforo total e polifosfato. Dentre os parâmetros microbiológicos, a maioria das amostras apresentou concentrações de coliformes termotolerantes acima da condição de qualidade estabelecida pela Resolução CONAMA 357/05.

Considerando que as 60 amostras de água superficial foram coletadas ao longo de toda a extensão da ADA e AID do empreendimento, em diferentes condições de maré, entende-se que os resultados obtidos no âmbito do EIA/RIMA possam ser utilizados para a caracterização da qualidade das águas superficiais visando o licenciamento da dragagem da área adicional para implantação do Terminal BRITES.

#### 4.1.7. Qualidade dos sedimentos a serem dragados

Este item apresenta a caracterização da qualidade dos sedimentos a serem dragados em uma área adicional a anteriormente caracterizada no âmbito do EIA/RIMA de implantação do Terminal BRITES junto ao largo de Santa Rita (estuário santista). A área de dragagem foi determinada pelo empreendedor em função do atual projeto de dragagem. O objetivo da amostragem é caracterizar os

sedimentos superficiais e em profundidade (05 pontos) com base nos critérios da Resolução CONAMA nº 454/12, para fins de disposição oceânica.

A seguir, são apresentadas as informações referentes à localização dos pontos amostrais, metodologia de execução da amostragem, resultados dos parâmetros físico-químicos obtidos *in situ* e resultados das análises realizadas em laboratório nas amostras de sedimento coletadas no entorno do empreendimento.

#### **4.1.7.1. Metodologia: procedimentos de amostragem e variáveis avaliadas**

Os procedimentos descritos a seguir referem-se às coletas de sedimento superficial e em profundidade e às análises realizadas *in situ* e em laboratório, visando à caracterização da qualidade dos sedimentos no Largo de Santa Rita. A campanha de amostragem foi realizada nos dias 29 e 30 de janeiro de 2014, pela equipe técnica da CPEA – Consultoria, Planejamento e Estudos Ambientais Ltda.

##### **4.1.7.1.1. Localização dos pontos de amostragem**

Considerando a estimativa do volume de sedimentos a serem dragados de 570.000 m<sup>3</sup>, volume este considerando a dragagem da ponte e do novo canteiro avançado, e de acordo com os critérios estabelecidos pela Resolução CONAMA 454/12, é requerido um total entre 16 e 30 amostras para a caracterização do material a ser dragado (volume entre 500.000 m<sup>3</sup> e 2.000.000 m<sup>3</sup>).

Desse modo, foram considerados 05 pontos de amostragem de sedimentos, alocados dentro da área complementar a ser dragada, em um total de 20 amostras distribuídas de forma representativa ao longo do perfil vertical da camada sedimentar a ser dragada.

As coordenadas georreferenciadas dos pontos amostrados estão apresentadas na Tabela 4.1.7.1.1-1, a seguir, enquanto a localização geográfica é exibida no Anexo 4.1.7-1. Os pontos foram nomeados com as iniciais “PS” (“Ponto de Sedimento”), seguido pelo número de identificação do ponto e identificação da profundidade da camada sedimentar (superfície: “S”; em profundidade: “P1” e “P2”). Para o georreferenciamento dos pontos, foi utilizado um receptor GPS da marca *Garmin*, modelo *GPSmap 60CSx*.

**Tabela 4.1.7.1.1-1. Pontos amostrados e suas respectivas coordenadas de localização geográfica.**

Nome do Ponto	Coordenadas UTM*		
	Zona	Eastings (mE)	Northings (mN)
PS-50	23K	364.328	7.355.972
PS-51	23K	364.328	7.355.728
PS-52	23K	364.353	7.355.540
PS-53	23K	364.448	7.355.758
PS-54	23K	364.448	7.355.891

\* Coordenadas referenciadas ao *datum* horizontal SAD-69.

#### **4.1.7.1.2. Procedimentos adotados para amostragem de sedimento superficial e em profundidade**

As amostragens dos sedimentos superficiais e em profundidade foram executadas pelos técnicos da Consultoria, Planejamento e Estudos Ambientais Ltda - CPEA.

Em atendimento à Resolução SMA nº 100/2013, que entrou em vigor na data de 22/10/2013, todos os ensaios e amostragem foram realizados sob acreditação da norma NBR ISO/IEC 17.025:2005. Esta resolução regulamenta as exigências para os resultados analíticos, incluindo-se a amostragem, objetos de apreciação pelos órgãos integrantes do Sistema Estadual de Administração da Qualidade Ambiental, Proteção, Controle e Desenvolvimento do Meio Ambiente e Uso Adequado dos Recursos Naturais – SEAQUA, que dispõe sobre os requisitos dos laudos analíticos submetidos aos órgãos integrantes do SEAQUA e dispõe que apenas laudos de laboratórios acreditados pelo Instituto Nacional de Metrologia, Normalização e Qualidade Industrial - INMETRO serão reconhecidos.

As amostras de sedimento superficial foram coletadas utilizando uma draga do tipo *Van Veen*, sendo que, em cada ponto foi realizada a retirada de amostras compostas, ou seja, cada amostra de sedimento superficial foi constituída por três subamostras distando entre si aproximadamente 10m. As amostras de sedimento em profundidade foram coletadas com equipamentos de sondagem em água, utilizando tubos de alumínio de 3 polegadas associado a um sistema de bate estaca. Um sacador aço inox foi eventualmente utilizado para auxílio na retirada do sedimento da tubulação. O dossiê fotográfico dos trabalhos de campo para a coleta de sedimentos encontra-se no Anexo 4.1.7-2.

Os procedimentos de amostragem seguiram os métodos:

- ISO 5667-12: *Water quality – Sampling – Part 12: Guidance on sampling of bottom sediments*; e
- ANA; CETESB (2011): Guia Nacional de Coleta e Preservação de Amostras.

A amostragem de sedimento foi realizada em 05 pontos, contemplando a coleta de 05 amostras de sedimento superficial e 15 de sedimento em profundidade na área adicional a ser dragada, totalizando 20 amostras. As camadas sedimentares amostradas em cada ponto são representativas do volume a ser dragado para a cota de projeto prevista (-4 m DHN) e estão apresentadas na Tabela 4.1.7.1.2-1.

**Tabela 4.1.7.1.2-1. Número de amostras realizadas para a caracterização dos sedimentos e respectivas camadas sedimentares amostradas.**

Pontos de amostragem	Nomenclatura das amostras	Camada sedimentar amostrada (m)
PS-50	PS-50-S	Superfície
	PS-50-P1	0 - 2,0 m
	PS-50-P2	2,0 - 3,0 m
	PS-50-P3	3,0 - 4,0 m
PS-51	PS-51-S	Superfície
	PS-51-P1	0 - 2,0 m
	PS-51-P2	2,0 - 3,0 m
	PS-51-P3	3,0 - 4,0 m
PS-52	PS-52-S	Superfície
	PS-52-P1	0 - 2,0 m
	PS-52-P2	2,0 - 3,0 m
	PS-52-P3	3,0 - 4,0 m
PS-53	PS-53-S	Superfície
	PS-53-P1	0 - 2,0 m
	PS-53-P2	2,0 - 3,0 m
	PS-53-P3	3,0 - 4,0 m
PS-54	PS-54-S	Superfície
	PS-54-P1	0 - 2,0 m
	PS-54-P2	2,0 - 3,0 m
	PS-54-P3	3,0 - 4,0 m

As profundidades reais dos pontos foram aferidas em campo com um profundímetro da marca *Speedtech*. Ressalta-se que tais aferições não levaram em consideração a variação de maré ao longo do dia, logo não estão aferidas ao zero DHN, como realizado em sondagens batimétricas.

#### **4.1.7.1.3. Medição dos parâmetros físico-químicos *in situ***

Durante a amostragem, foi realizada *in situ* a medição em triplicata dos parâmetros físico-químicos (pH,  $E_H$  e temperatura) das amostras com uma sonda multiparamétrica da marca (Hanna modelo HI 991003). Os equipamentos foram devidamente calibrados em laboratório da Rede Brasileira de Calibração (*Visomes*) e verificados com padrões rastreáveis ao sistema internacional (SI), a fim de assegurar o estado de calibração dos mesmos e garantir a precisão e exatidão dos resultados de campo. Os procedimentos utilizados para as medições *in situ* são apresentados na Tabela 4.1.7.1.3-1.

A CPEA foi responsável pela realização das análises físico-químicas *in situ*, sendo acreditada pelo INMETRO de acordo com a Norma NBR ISO/IEC 17.025:2005 (CRL 402). Os resultados foram obtidos em conformidade com os critérios de qualidade da norma NBR ISO/IEC 17.025:2005.

**Tabela 4.1.7.1.3-1. Procedimentos utilizados para as medições *in situ* nas amostras de sedimento.**

Matriz	Parâmetro	Procedimento
Sedimento	pH	POP-GEA-007
	Potencial Redox (E <sub>H</sub> )	POP-GEA-007
	Temperatura	POP-GEA-007

#### **4.1.7.1.4. Tratamento das amostras para análise laboratorial**

As amostras de sedimento superficial e em profundidade foram homogeneizadas em bandeja de aço inox, com o auxílio de uma espátula do mesmo material, e acondicionadas em frascos de vidro ou plástico, previamente limpos, fornecidos pelo laboratório, conforme o parâmetro a ser analisado. Os frascos foram mantidos em caixas térmicas com gelo, em uma temperatura  $\leq 6^{\circ}\text{C}$  desde o momento da coleta até o envio aos laboratórios contratados. As amostras foram enviadas ao laboratório *Analytical Technology* para realização de análises físicas e químicas, enquanto que as alíquotas referentes aos ensaios ecotoxicológicos foram encaminhadas para o laboratório *TECAM*. As cadeias de custódia e confirmação de recebimento das amostras são apresentadas no Anexo 4.1.7-3.

#### **4.1.7.1.5. Análises químicas em laboratório**

Os parâmetros de sedimento que foram analisados em laboratório, juntamente com os protocolos para armazenamento, método de análise, tempo de preservação (*holding time*), quantidade das amostras e prazos para análises são listados na Tabela 4.1.7.1.5-1.

Para a avaliação da qualidade dos sedimentos, os resultados obtidos para os parâmetros analisados foram comparados aos valores orientadores de nível 1 e 2 da Resolução CONAMA 454/12, que estabelece as diretrizes gerais e os procedimentos referenciais para o gerenciamento do material a ser dragado em águas sob jurisdição nacional.

**Tabela 4.1.7.1.5-1. Protocolos para armazenamento, preservação e prazos para análises dos parâmetros analisados no sedimento.**

Parâmetros	Método de análise	Prazo para análise	Recipiente de armazenamento	Preservação	Quantidade de amostra
<b>Compostos Orgânicos</b>					
HPA	US EPA 3550C (preparação); US EPA 8270D (análise)	14 dias (extração); 40 dias (análise)	frasco de vidro	Refrigeração ≤ 6°C	100 gramas
PCBs	US EPA 3550C (preparação); US EPA 8082A (análise)	14 dias (extração); 40 dias (análise)	frasco de vidro	Refrigeração ≤ 6°C	100 gramas
Pesticidas Organoclorados	US EPA 3550C (preparação); US EPA 8081B (análise)	14 dias (extração); 40 dias (análise)	frasco de vidro	Refrigeração ≤ 6°C	100 gramas
<b>Constituintes Orgânicos</b>					
Carbono Orgânico Total	EMBRAPA, 2009 / IAC, 2001	28 dias (análise)	frasco de vidro	Refrigeração ≤ 6°C	50 gramas
<b>Compostos Organometálicos</b>					
TBT	USEPA 8321B	14 dias (extração); 40 dias (análise)	frasco de vidro	Refrigeração ≤ 6°C	100 gramas
<b>Metais</b>					
Metais totais	US EPA 3050B (preparação); US EPA 6010C (análise)	6 meses (análise)	polietileno ou vidro	Refrigeração ≤ 6°C	100 gramas
Mercúrio total	US EPA 1631E	28 dias (análise)	polietileno ou vidro	Refrigeração ≤ 6°C	100 gramas
<b>Constituintes Inorgânicos não-metálicos</b>					
Nitrogenio Kjeldahl	SM 4500 Norg B	28 dias (análise)	frasco de vidro	Refrigeração ≤ 6°C	20 gramas
<b>Propriedades Físicas</b>					
Granulometria	EMBRAPA, 1997	não determinado	frasco de plástico	não requerida	200 gramas
<b>Ecotox</b>					
Toxicidade aguda com <i>Leptocheirus plumulosus</i>	ABNT NBR 15638	60 dias	saco plástico	Refrigeração entre 4°C e 10°C	2 a 3 kg.

Além disso, foram coletadas alíquotas em todas as amostras de sedimento superficial para a realização de ensaios de toxicidade com a matriz sedimento total utilizando como organismos-teste o anfípodo *Leptocheirus plumulosus*. No entanto, tais ensaios são realizados apenas nas amostras de sedimento superficial que atendam às condições listadas no artigo 12 da Resolução CONAMA 454/12, durante a classificação química.

#### 4.1.7.1.6. Amostras de controle de qualidade

Além das amostras coletadas em cada ponto, foram coletadas também as seguintes amostras a fim de manter o controle de qualidade do projeto:

- Material de referência

Os parâmetros analisados nesta amostra são: metais (Cd, Pb, Cu, Cr, Hg, Ni e Zn) e semimetais (As), HPA, POC e PCB. A análise da amostra de controle de qualidade permite a avaliação da exatidão dos resultados.

#### 4.1.7.2. Resultados das medições físico-químicas *in situ*

Neste item, são apresentados os resultados dos parâmetros físico-químicos obtidos *in situ* nas amostras de sedimento superficial e em profundidade coletadas nos dias 29 e 30 de janeiro de 2014 para a caracterização dos sedimentos no Largo de Santa Rita.

##### 4.1.7.2.1. Análise dos parâmetros físico-químicos *in situ*

A Tabela 4.1.7.2.1-1 apresenta os resultados das análises físico-químicas realizadas em campo (pH, potencial redox -  $E_H$  e temperatura) durante a campanha de amostragem dos sedimentos. O relatório de ensaio referente às análises físico-químicas é apresentado no Anexo 4.1.7-4.

**Tabela 4.1.7.2.1-1. Resultados das análises físico-químicas realizadas em campo (*in situ*) durante a campanha de amostragem dos sedimentos.**

Ponto de coleta	PS-50-S	PS-50-P1	PS-50-P2	PS-50-P3
Profundidade da coluna d'água (m)	1,00	1,00	1,00	1,00
Data da coleta	29/1/2014	29/1/2014	29/1/2014	29/1/2014
Hora da coleta	14:50	15:05	15:10	15:25
Condições ambientais nas últimas 24hs	Sem chuva	Sem chuva	Sem chuva	Sem chuva
Potencial hidrogeniônico - pH	6,83	6,79	6,72	6,67
Potencial de oxidação/redução - $E_H$ (mV)	-156	-279	-328	-342
Temperatura (°C)	30,7	29,8	29,5	29,3
Ponto de coleta	PS-51-S	PS-51-P1	PS-51-P2	PS-51-P3
Profundidade da coluna d'água (m)	1,70	1,70	1,70	1,70
Data da coleta	29/1/2014	29/1/2014	29/1/2014	29/1/2014
Hora da coleta	09:51	11:00	11:02	11:30
Condições ambientais nas últimas 24hs	Sem chuva	Sem chuva	Sem chuva	Sem chuva
Potencial hidrogeniônico - pH	6,20	7,02	6,73	6,61
Potencial de oxidação/redução - $E_H$ (mV)	-126	-316	-371	-352
Temperatura (°C)	31,1	31,7	31,6	29,6
Ponto de coleta	PS-52-S	PS-52-P1	PS-52-P2	PS-52-P3
Profundidade da coluna d'água (m)	2,30	2,30	2,30	2,30
Data da coleta	30/1/2014	30/1/2014	30/1/2014	30/1/2014
Hora da coleta	13:35	13:50	14:10	14:20
Condições ambientais nas últimas 24hs	Sem chuva	Sem chuva	Sem chuva	Sem chuva
Potencial hidrogeniônico - pH	7,28	7,23	6,80	6,97
Potencial de oxidação/redução - $E_H$ (mV)	-98	-298	-384	-396
Temperatura (°C)	30,2	29,1	29,0	28,7
Ponto de coleta	PS-53-S	PS-53-P1	PS-53-P2	PS-53-P3
Profundidade da coluna d'água (m)	1,40	1,40	1,40	1,40
Data da coleta	29/1/2014	29/1/2014	29/1/2014	29/1/2014
Hora da coleta	12:50	12:55	13:10	13:40
Condições ambientais nas últimas 24hs	Sem chuva	Sem chuva	Sem chuva	Sem chuva
Potencial hidrogeniônico - pH	7,08	7,25	7,08	7,21
Potencial de oxidação/redução - $E_H$ (mV)	-143	-343	-316	-376
Temperatura (°C)	30,9	29,9	29,8	29,6

**Tabela 4.1.7.2.1 (continuação). Resultados das análises físico-químicas realizadas em campo (*in situ*) durante a campanha de amostragem dos sedimentos.**

Ponto de coleta	PS-54-S	PS-54-P1	PS-54-P2	PS-54-P3
Profundidade da coluna d'água (m)	1,90	1,90	1,90	1,90
Data da coleta	30/1/2014	30/1/2014	30/1/2014	30/1/2014
Hora da coleta	09:45	10:02	10:20	10:26
Condições ambientais nas últimas 24hs	Sem chuva	Sem chuva	Sem chuva	Sem chuva
Potencial hidrogeniônico - pH	6,63	6,57	6,86	6,78
Potencial de oxidação/redução - E <sub>H</sub> (mV)	-32	-305	-372	-281
Temperatura (°C)	30,9	29,8	29,4	29,2

Os valores de pH variaram entre 6,20 (PS-51-S) e 7,28 (PS-52-S), sendo considerados coerentes para este tipo de matriz ambiental, oriunda de ambientes estuarinos com influencia de aporte fluvial de origem continental.

O potencial de oxirredução (E<sub>H</sub>) variou entre -396 mV (PS-52-P3) e -32 mV (PS-54-S), evidenciando sedimentos com características redutoras, próprio de regiões com baixas concentrações de oxigênio. A coleta ocorreu em um único dia, com condição ambiental sem chuva. A temperatura do sedimento apresentou valor mínimo de 28,7 °C (PS-52-P3) e máximo de 31,7 °C (PS-51-P1).

#### 4.1.7.3. Resultados das análises laboratoriais

Neste item, são apresentados os resultados das análises laboratoriais referentes à caracterização da qualidade dos sedimentos a serem dragados, de acordo com as diretrizes da Resolução CONAMA 454/12. Os relatórios de ensaios das análises realizadas em laboratório são apresentados no Anexo 4.1.7-5.

As análises foram submetidas, pelo laboratório contratado, ao Programa de Qualidade Assegurada/Controle de Qualidade, por meio de atividades que demonstram exatidão (proximidade do valor verdadeiro) e precisão (reprodutibilidade dos resultados), com o intuito de obter resultados fidedignos para as matrizes consideradas. Este programa é apresentado no Anexo 4.1.7-6 do presente documento. Os certificados dos materiais de referência são apresentados no Anexo 4.1.7-7.

##### 4.1.7.3.1. Caracterização física

Segundo o artigo 6º da Resolução CONAMA nº 454/2012, a caracterização física do material a ser dragado será expressa pelo seu volume e classificação granulométrica. Logo, são apresentados abaixo os resultados das análises granulométricas para as 20 amostras de sedimento, conforme classificação indicada na Tabela II da legislação supracitada.

#### A. Granulometria

Os resultados das análises para caracterização física dos sedimentos amostrados são apresentados na Tabela 4.1.7.3.1-1. Os relatórios de ensaios são apresentados no Anexo 4.1.7-5.

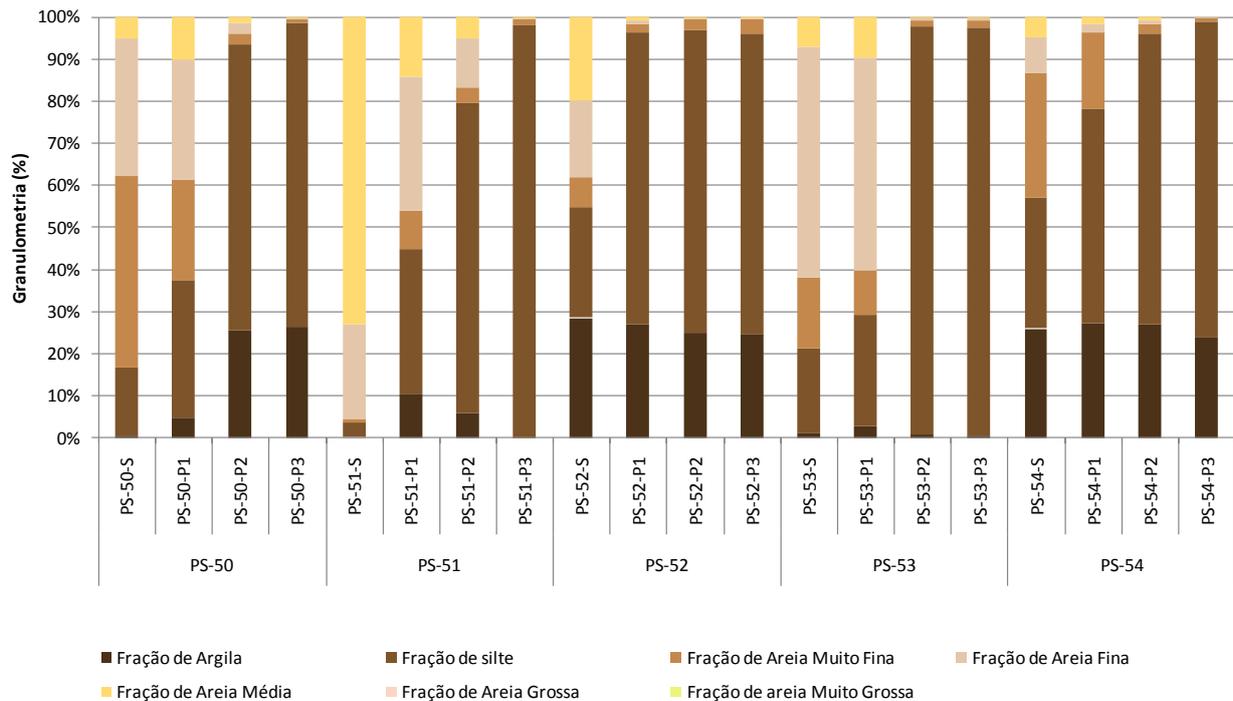
Tabela 4.1.7.3.1-1. Distribuição granulométrica das amostras de sedimento.

Parâmetros		Unidade	Resolução CONAMA 454/12		PS-50-S	PS-50-P1	PS-50-P2	PS-50-P3
			Nível 1	Nível 2				
Profundidade (m)					1,00	1,00	1,00	1,00
Profundidade da coluna sedimentar (m)					SUP	0,0-2,0	2,0-3,0	3,0-4,0
Data da coleta					29/1/2014	29/1/2014	29/1/2014	29/1/2014
Hora da coleta					14:50	15:05	15:10	15:25
Condições ambientais					Sem chuva	Sem chuva	Sem chuva	Sem chuva
ID do relatório de ensaio do laboratório					1406	1406	1407	1407
<b>Granulometria (%)</b>			<b>mm</b>					
Fração de Argila	%		0,00394 - 0,0002		<b>0,55</b>	<b>4,80</b>	<b>25,5</b>	<b>26,5</b>
Fração de silte	%		0,062 - 0,00394		<b>16,1</b>	<b>32,8</b>	<b>68,0</b>	<b>72,2</b>
Fração de Areia Muito Fina	%		0,125 - 0,062		<b>45,5</b>	<b>23,9</b>	<b>2,44</b>	<b>0,66</b>
Fração de Areia Fina	%		0,25 - 0,125		<b>32,8</b>	<b>28,3</b>	<b>2,57</b>	<b>0,43</b>
Fração de Areia Média	%		0,5 - 0,25		<b>5,07</b>	<b>10,2</b>	<b>1,42</b>	<b>0,22</b>
Fração de Areia Grossa	%		1,0 - 0,5		< 0,10	< 0,10	< 0,10	< 0,10
Fração de areia Muito Grossa	%		2 a 1		< 0,10	< 0,10	< 0,10	< 0,10
Fração de areia Total	%		2,00 - 0,062		<b>83,37</b>	<b>62,40</b>	<b>6,43</b>	<b>1,31</b>
Parâmetros		Unidade	Resolução CONAMA 454/12		PS-51-S	PS-51-P1	PS-51-P2	PS-51-P3
			Nível 1	Nível 2				
Profundidade (m)					1,70	1,70	1,70	1,70
Profundidade da coluna sedimentar (m)					SUP	0,0-2,0	2,0-3,0	3,0-4,0
Data da coleta					29/1/2014	29/1/2014	29/1/2014	29/1/2014
Hora da coleta					09:51	11:00	11:02	11:30
Condições ambientais					Sem chuva	Sem chuva	Sem chuva	Sem chuva
ID do relatório de ensaio do laboratório					1406	1406	1406	1406
<b>Granulometria (%)</b>			<b>mm</b>					
Fração de Argila	%		0,00394 - 0,0002		<b>0,15</b>	<b>10,6</b>	<b>6,08</b>	<b>0,10</b>
Fração de silte	%		0,062 - 0,00394		<b>3,40</b>	<b>34,4</b>	<b>73,3</b>	<b>97,8</b>
Fração de Areia Muito Fina	%		0,125 - 0,062		<b>0,90</b>	<b>8,94</b>	<b>3,72</b>	<b>1,65</b>
Fração de Areia Fina	%		0,25 - 0,125		<b>22,5</b>	<b>31,9</b>	<b>11,7</b>	<b>0,28</b>
Fração de Areia Média	%		0,5 - 0,25		<b>73,0</b>	<b>14,2</b>	<b>5,16</b>	<b>0,19</b>
Fração de Areia Grossa	%		1,0 - 0,5		< 0,10	< 0,10	< 0,10	< 0,10
Fração de areia Muito Grossa	%		2 a 1		< 0,10	< 0,10	< 0,10	< 0,10
Fração de areia Total	%		2,00 - 0,062		<b>96,40</b>	<b>55,04</b>	<b>20,58</b>	<b>2,12</b>
Parâmetros		Unidade	Resolução CONAMA 454/12		PS-52-S	PS-52-P1	PS-52-P2	PS-52-P3
			Nível 1	Nível 2				
Profundidade (m)					2,30	2,30	2,30	2,30
Profundidade da coluna sedimentar (m)					SUP	0,0-2,0	2,0-3,0	3,0-4,0
Data da coleta					30/1/2014	30/1/2014	30/1/2014	30/1/2014
Hora da coleta					13:35	13:50	14:10	14:20
Condições ambientais					Sem chuva	Sem chuva	Sem chuva	Sem chuva
ID do relatório de ensaio do laboratório					1407	1407	1407	1407
<b>Granulometria (%)</b>			<b>mm</b>					
Fração de Argila	%		0,00394 - 0,0002		<b>28,6</b>	<b>27,1</b>	<b>25,0</b>	<b>24,8</b>
Fração de silte	%		0,062 - 0,00394		<b>26,2</b>	<b>69,2</b>	<b>71,8</b>	<b>71,2</b>
Fração de Areia Muito Fina	%		0,125 - 0,062		<b>7,09</b>	<b>2,05</b>	<b>2,65</b>	<b>3,47</b>
Fração de Areia Fina	%		0,25 - 0,125		<b>18,2</b>	<b>0,85</b>	<b>0,34</b>	<b>0,33</b>
Fração de Areia Média	%		0,5 - 0,25		<b>20,0</b>	<b>0,81</b>	<b>0,20</b>	<b>0,14</b>
Fração de Areia Grossa	%		1,0 - 0,5		< 0,10	< 0,10	< 0,10	< 0,10
Fração de areia Muito Grossa	%		2 a 1		< 0,10	< 0,10	< 0,10	< 0,10
Fração de areia Total	%		2,00 - 0,062		<b>45,29</b>	<b>3,71</b>	<b>3,19</b>	<b>3,94</b>

Tabela 4.1.7.3.1-1 (continuação). Distribuição granulométrica das amostras de sedimento.

Parâmetros	Unidade	Resolução CONAMA 454/12		PS-53-S	PS-53-P1	PS-53-P2	PS-53-P3
Profundidade (m)				1,40	1,40	1,40	1,40
Profundidade da coluna sedimentar (m)				SUP	0,0-2,0	2,0-3,0	3,0-4,0
Data da coleta				29/1/2014	29/1/2014	29/1/2014	29/1/2014
Hora da coleta				12:50	12:55	13:10	13:40
Condições ambientais				Sem chuva	Sem chuva	Sem chuva	Sem chuva
ID do relatório de ensaio do laboratório				Nível 1	Nível 2	1406	1406
<b>Granulometria (%)</b>		<b>mm</b>					
Fração de Argila	%	0,00394 - 0,0002		1,16	2,89	0,93	0,68
Fração de silte	%	0,062 - 0,00394		20,3	26,4	96,9	97,0
Fração de Areia Muito Fina	%	0,125 - 0,062		16,7	10,5	1,38	1,45
Fração de Areia Fina	%	0,25 - 0,125		54,8	50,5	0,50	0,67
Fração de Areia Média	%	0,5 - 0,25		7,15	9,78	0,31	0,32
Fração de Areia Grossa	%	1,0 - 0,5		< 0,10	< 0,10	< 0,10	< 0,10
Fração de areia Muito Grossa	%	2 a 1		< 0,10	< 0,10	< 0,10	< 0,10
Fração de areia Total	%	2,00 - 0,062		78,65	70,78	2,19	2,44
Parâmetros	Unidade	Resolução CONAMA 454/12		PS-54-S	PS-54-P1	PS-54-P2	PS-54-P3
Profundidade (m)				1,90	1,90	1,90	1,90
Profundidade da coluna sedimentar (m)				SUP	0,0-2,0	2,0-3,0	3,0-4,0
Data da coleta				30/1/2014	30/1/2014	30/1/2014	30/1/2014
Hora da coleta				09:45	10:02	10:20	10:26
Condições ambientais				Sem chuva	Sem chuva	Sem chuva	Sem chuva
ID do relatório de ensaio do laboratório				Nível 1	Nível 2	1407	1407
<b>Granulometria (%)</b>		<b>mm</b>					
Fração de Argila	%	0,00394 - 0,0002		26,0	27,4	27,1	23,9
Fração de silte	%	0,062 - 0,00394		31,2	50,6	69,1	74,8
Fração de Areia Muito Fina	%	0,125 - 0,062		29,5	18,4	2,04	0,99
Fração de Areia Fina	%	0,25 - 0,125		8,56	1,87	1,09	0,20
Fração de Areia Média	%	0,5 - 0,25		4,73	1,70	0,73	< 0,10
Fração de Areia Grossa	%	1,0 - 0,5		< 0,10	< 0,10	< 0,10	< 0,10
Fração de areia Muito Grossa	%	2 a 1		< 0,10	< 0,10	< 0,10	< 0,10
Fração de areia Total	%	2,00 - 0,062		42,79	21,97	3,86	1,19

Dentre as 20 amostras de sedimento analisadas, 06 amostras apresentaram porcentagens de areia total superiores a 55% (PS-50-S, PS-50-P1, PS-51-S, PS-51-P1, PS-53-S e PS-53-P1), coletadas nos pontos PS-50, PS-51 e PS-53, na superfície e camada entre 0 e 2 metros. Nas demais amostras, foi observada a predominância das frações granulométricas mais finas (argila e silte), com somatória (silte+argila) superiores a 54%. A Figura 4.1.7.3.1-1 apresenta graficamente a distribuição relativa das 07 frações granulométricas observadas nas amostras de sedimento. Tais resultados são característicos de ambientes estuarinos e de baixa hidrodinâmica.



**Figura 4.1.7.3.1-1. Distribuição granulométrica das amostras de sedimento.**

Considerando a classificação física dos sedimentos, e em atendimento ao artigo 8º da Resolução CONAMA 454/12, foi necessária a realização da caracterização química do material a ser dragado, a qual é apresentada no item 4.2, a seguir.

#### 4.1.7.3.2. Caracterização química

A seguir, são apresentados os resultados das análises para caracterização química dos sedimentos superficiais, em comparação aos valores orientadores estabelecidos pela Resolução CONAMA 454/12. Os relatórios de ensaios são apresentados no Anexo 4.1.7-5.

#### A. Metais totais e arsênio total

A Tabela 4.1.7.3.2-1 apresenta os resultados analíticos de metais e arsênio em comparação aos valores orientadores estabelecidos pela Resolução CONAMA 454/12. Os relatórios de ensaios para todas as amostras analisadas estão apresentados no Anexo 4.1.7-5.

**Tabela 4.1.7.3.2-1. Resultados de metais totais e arsênio total obtidos nas amostras de sedimento coletadas no entorno do empreendimento.**

Parâmetros		Unidade	Resolução CONAMA 454/12		PS-50-S	PS-50-P1	PS-50-P2	PS-50-P3
Profundidade (m)						1,00	1,00	1,00
Profundidade da coluna sedimentar (m)					SUP	0,0-2,0	2,0-3,0	3,0-4,0
Data da coleta					29/1/2014	29/1/2014	29/1/2014	29/1/2014
Hora da coleta					14:50	15:05	15:10	15:25
Condições ambientais					Sem chuva	Sem chuva	Sem chuva	Sem chuva
ID do relatório de ensaio do laboratório			Nível 1	Nível 2	1406	1406	1407	1407
<b>Metais e semimetais totais</b>								
Arsênio Total	mg/kg	19	70	< 0,640	< 0,696	< 0,824	< 0,835	
Cádmio total	mg/kg	1,2	7,2	< 0,427	< 0,464	< 0,549	< 0,557	
Cromo Total	mg/kg	81	370	<b>32,9</b>	<b>23,1</b>	<b>22,7</b>	<b>22,0</b>	
Chumbo total	mg/kg	46,7	218	<b>6,83</b>	<b>7,23</b>	<b>11,2</b>	<b>11,2</b>	
Cobre Total	mg/kg	34	270	<b>7,04</b>	<b>5,19</b>	<b>5,41</b>	<b>5,08</b>	
Mercúrio Total	mg/kg	0,3	1	< 0,017	< 0,019	< 0,022	< 0,022	
Níquel Total	mg/kg	20,9	51,6	<b>10,8</b>	<b>7,84</b>	<b>8,64</b>	<b>8,33</b>	
Zinco Total	mg/kg	150	410	<b>53,7</b>	<b>35,1</b>	<b>38,3</b>	<b>34,3</b>	
Parâmetros		Unidade	Resolução CONAMA 454/12		PS-51-S	PS-51-P1	PS-51-P2	PS-51-P3
Profundidade (m)						1,70	1,70	1,70
Profundidade da coluna sedimentar (m)					SUP	0,0-2,0	2,0-3,0	3,0-4,0
Data da coleta					29/1/2014	29/1/2014	29/1/2014	29/1/2014
Hora da coleta					09:51	11:00	11:02	11:30
Condições ambientais					Sem chuva	Sem chuva	Sem chuva	Sem chuva
ID do relatório de ensaio do laboratório			Nível 1	Nível 2	1406	1406	1406	1406
<b>Metais e semimetais totais</b>								
Arsênio Total	mg/kg	19	70	< 0,489	< 0,681	< 0,805	< 0,835	
Cádmio total	mg/kg	1,2	7,2	< 0,326	< 0,454	< 0,536	< 0,557	
Cromo Total	mg/kg	81	370	<b>2,89</b>	<b>17,1</b>	<b>18,2</b>	<b>18,4</b>	
Chumbo total	mg/kg	46,7	218	<b>2,05</b>	<b>12,4</b>	<b>10,5</b>	<b>11,4</b>	
Cobre Total	mg/kg	34	270	< 0,652	<b>5,08</b>	<b>4,50</b>	<b>4,97</b>	
Mercúrio Total	mg/kg	0,3	1	< 0,013	< 0,018	< 0,021	< 0,022	
Níquel Total	mg/kg	20,9	51,6	<b>0,838</b>	<b>6,32</b>	<b>7,31</b>	<b>7,76</b>	
Zinco Total	mg/kg	150	410	<b>6,25</b>	<b>32,1</b>	<b>31,3</b>	<b>34,4</b>	
Parâmetros		Unidade	Resolução CONAMA 454/12		PS-52-S	PS-52-P1	PS-52-P2	PS-52-P3
Profundidade (m)						2,30	2,30	2,30
Profundidade da coluna sedimentar (m)					SUP	0,0-2,0	2,0-3,0	3,0-4,0
Data da coleta					30/1/2014	30/1/2014	30/1/2014	30/1/2014
Hora da coleta					13:35	13:50	14:10	14:20
Condições ambientais					Sem chuva	Sem chuva	Sem chuva	Sem chuva
ID do relatório de ensaio do laboratório			Nível 1	Nível 2	1407	1407	1407	1407
<b>Metais e semimetais totais</b>								
Arsênio Total	mg/kg	19	70	< 0,772	< 0,813	< 0,789	< 0,764	
Cádmio total	mg/kg	1,2	7,2	< 0,514	< 0,542	< 0,526	< 0,509	
Cromo Total	mg/kg	81	370	<b>15,4</b>	<b>18,8</b>	<b>17,7</b>	<b>21,0</b>	
Chumbo total	mg/kg	46,7	218	<b>8,21</b>	<b>10,4</b>	<b>10,8</b>	<b>11,8</b>	
Cobre Total	mg/kg	34	270	<b>3,48</b>	<b>4,49</b>	<b>4,65</b>	<b>5,17</b>	
Mercúrio Total	mg/kg	0,3	1	< 0,021	< 0,022	< 0,021	< 0,020	
Níquel Total	mg/kg	20,9	51,6	<b>5,73</b>	<b>7,31</b>	<b>7,11</b>	<b>8,09</b>	
Zinco Total	mg/kg	150	410	<b>25,1</b>	<b>29,0</b>	<b>30,2</b>	<b>35,6</b>	

**Tabela 4.1.7.3.2-1 (continuação). Resultados de metais totais e arsênio total obtidos nas amostras de sedimento coletadas no entorno do empreendimento.**

Parâmetros		Unidade	Resolução CONAMA 454/12		PS-53-S	PS-53-P1	PS-53-P2	PS-53-P3
Profundidade (m)					1,40	1,40	1,40	1,40
Profundidade da coluna sedimentar (m)					SUP	0,0-2,0	2,0-3,0	3,0-4,0
Data da coleta					29/1/2014	29/1/2014	29/1/2014	29/1/2014
Hora da coleta					12:50	12:55	13:10	13:40
Condições ambientais					Sem chuva	Sem chuva	Sem chuva	Sem chuva
ID do relatório de ensaio do laboratório					Nível 1	Nível 2	1406	1406
<b>Metais e semimetais totais</b>								
Arsênio Total	mg/kg	19	70	< 0,624	< 0,649	< 0,794	< 0,801	
Cádmio total	mg/kg	1,2	7,2	< 0,416	< 0,433	< 0,530	< 0,534	
Cromo Total	mg/kg	81	370	<b>20,4</b>	<b>16,4</b>	<b>17,5</b>	<b>16,1</b>	
Chumbo total	mg/kg	46,7	218	<b>6,30</b>	<b>5,65</b>	<b>10,5</b>	<b>11,3</b>	
Cobre Total	mg/kg	34	270	<b>5,59</b>	<b>3,57</b>	<b>3,90</b>	<b>4,29</b>	
Mercúrio Total	mg/kg	0,3	1	< 0,017	< 0,017	< 0,021	< 0,021	
Níquel Total	mg/kg	20,9	51,6	<b>6,75</b>	<b>5,76</b>	<b>6,98</b>	<b>6,83</b>	
Zinco Total	mg/kg	150	410	<b>37,1</b>	<b>26,6</b>	<b>28,7</b>	<b>29,9</b>	
Parâmetros		Unidade	Resolução CONAMA 454/12		PS-54-S	PS-54-P1	PS-54-P2	PS-54-P3
Profundidade (m)					1,90	1,90	1,90	1,90
Profundidade da coluna sedimentar (m)					SUP	0,0-2,0	2,0-3,0	3,0-4,0
Data da coleta					30/1/2014	30/1/2014	30/1/2014	30/1/2014
Hora da coleta					09:45	10:02	10:20	10:26
Condições ambientais					Sem chuva	Sem chuva	Sem chuva	Sem chuva
ID do relatório de ensaio do laboratório					Nível 1	Nível 2	1407	1407
<b>Metais e semimetais totais</b>								
Arsênio Total	mg/kg	19	70	< 0,764	< 0,794	< 0,841	< 0,828	
Cádmio total	mg/kg	1,2	7,2	< 0,509	< 0,530	< 0,561	< 0,552	
Cromo Total	mg/kg	81	370	<b>21,9</b>	<b>22,6</b>	<b>21,5</b>	<b>19,8</b>	
Chumbo total	mg/kg	46,7	218	<b>8,25</b>	<b>11,1</b>	<b>10,9</b>	<b>11,7</b>	
Cobre Total	mg/kg	34	270	<b>4,76</b>	<b>5,34</b>	<b>5,01</b>	<b>4,97</b>	
Mercúrio Total	mg/kg	0,3	1	< 0,020	< 0,021	< 0,022	< 0,022	
Níquel Total	mg/kg	20,9	51,6	<b>7,72</b>	<b>8,59</b>	<b>8,06</b>	<b>7,93</b>	
Zinco Total	mg/kg	150	410	<b>36,2</b>	<b>34,7</b>	<b>45,3</b>	<b>34,5</b>	

Os metais cromo, chumbo, níquel e zinco foram quantificados em todas as amostras, porém em concentrações inferiores aos valores orientadores de nível 1 estabelecidos pela Resolução CONAMA 454/12. Os metais cádmio e mercúrio e o semimetal arsênio apresentaram concentrações inferiores ao limite de quantificação do método analítico em todas as amostras de sedimento superficial e em profundidade.

## B. Tributilestanho

A Tabela 4.1.7.3.2-2 apresenta os resultados analíticos de tributilestanho em comparação aos valores orientadores estabelecidos pela Resolução CONAMA 454/12. Os relatórios de ensaios para todas as amostras analisadas estão apresentados no Anexo 4.1.7-5.

**Tabela 4.1.7.3.2-2. Resultados de tributilestanho obtidos nas amostras de sedimento coletadas no entorno do empreendimento.**

Parâmetros		Unidade	Resolução CONAMA 454/12		PS-50-S	PS-50-P1	PS-50-P2	PS-50-P3
Profundidade (m)						1,00	1,00	1,00
Profundidade da coluna sedimentar (m)					SUP	0,0-2,0	2,0-3,0	3,0-4,0
Data da coleta					29/1/2014	29/1/2014	29/1/2014	29/1/2014
Hora da coleta					14:50	15:05	15:10	15:25
Condições ambientais					Sem chuva	Sem chuva	Sem chuva	Sem chuva
ID do relatório de ensaio do laboratório			Nível 1	Nível 2	1406	1406	1407	1407
<b>TBT</b>								
Tributilestanho	µg/kg		100	1000	< 2	< 2	< 2	< 2
Parâmetros		Unidade	Resolução CONAMA 454/12		PS-51-S	PS-51-P1	PS-51-P2	PS-51-P3
Profundidade (m)						1,70	1,70	1,70
Profundidade da coluna sedimentar (m)					SUP	0,0-2,0	2,0-3,0	3,0-4,0
Data da coleta					29/1/2014	29/1/2014	29/1/2014	29/1/2014
Hora da coleta					09:51	11:00	11:02	11:30
Condições ambientais					Sem chuva	Sem chuva	Sem chuva	Sem chuva
ID do relatório de ensaio do laboratório			Nível 1	Nível 2	1406	1406	1406	1406
<b>TBT</b>								
Tributilestanho	µg/kg		100	1000	< 1	< 2	< 2	< 2
Parâmetros		Unidade	Resolução CONAMA 454/12		PS-52-S	PS-52-P1	PS-52-P2	PS-52-P3
Profundidade (m)						2,30	2,30	2,30
Profundidade da coluna sedimentar (m)					SUP	0,0-2,0	2,0-3,0	3,0-4,0
Data da coleta					30/1/2014	30/1/2014	30/1/2014	30/1/2014
Hora da coleta					13:35	13:50	14:10	14:20
Condições ambientais					Sem chuva	Sem chuva	Sem chuva	Sem chuva
ID do relatório de ensaio do laboratório			Nível 1	Nível 2	1407	1407	1407	1407
<b>TBT</b>								
Tributilestanho	µg/kg		100	1000	< 2	< 2	< 2	< 2
Parâmetros		Unidade	Resolução CONAMA 454/12		PS-53-S	PS-53-P1	PS-53-P2	PS-53-P3
Profundidade (m)						1,40	1,40	1,40
Profundidade da coluna sedimentar (m)					SUP	0,0-2,0	2,0-3,0	3,0-4,0
Data da coleta					29/1/2014	29/1/2014	29/1/2014	29/1/2014
Hora da coleta					12:50	12:55	13:10	13:40
Condições ambientais					Sem chuva	Sem chuva	Sem chuva	Sem chuva
ID do relatório de ensaio do laboratório			Nível 1	Nível 2	1406	1406	1406	1406
<b>TBT</b>								
Tributilestanho	µg/kg		100	1000	< 2	< 2	< 2	< 2
Parâmetros		Unidade	Resolução CONAMA 454/12		PS-54-S	PS-54-P1	PS-54-P2	PS-54-P3
Profundidade (m)						1,90	1,90	1,90
Profundidade da coluna sedimentar (m)					SUP	0,0-2,0	2,0-3,0	3,0-4,0
Data da coleta					30/1/2014	30/1/2014	30/1/2014	30/1/2014
Hora da coleta					09:45	10:02	10:20	10:26
Condições ambientais					Sem chuva	Sem chuva	Sem chuva	Sem chuva
ID do relatório de ensaio do laboratório			Nível 1	Nível 2	1407	1407	1407	1407
<b>TBT</b>								
Tributilestanho	µg/kg		100	1000	< 2	< 2	< 2	< 2

Todas as amostras apresentaram concentrações de tributilestanho inferiores ao limite de quantificação do método analítico.

### C. Hidrocarbonetos policíclicos aromáticos (HPA)

A Tabela 4.1.7.3.2-3 apresenta os resultados analíticos de hidrocarbonetos policíclicos aromáticos (HPA) em comparação aos valores orientadores estabelecidos pela Resolução CONAMA 454/12. Os relatórios de ensaios para todas as amostras analisadas estão apresentados no Anexo 4.1.7-5.

**Tabela 4.1.7.3.2-3. Resultados de hidrocarbonetos policíclicos aromáticos (HPA) obtidos nas amostras de sedimento coletadas no entorno do empreendimento.**

Parâmetros	Unidade	Resolução CONAMA 454/12		PS-50-S	PS-50-P1	PS-50-P2	PS-50-P3
		Nível 1	Nível 2				
Profundidade (m)				1,00	1,00	1,00	1,00
Profundidade da coluna sedimentar (m)				SUP	0,0-2,0	2,0-3,0	3,0-4,0
Data da coleta				29/1/2014	29/1/2014	29/1/2014	29/1/2014
Hora da coleta				14:50	15:05	15:10	15:25
Condições ambientais				Sem chuva	Sem chuva	Sem chuva	Sem chuva
ID do relatório de ensaio do laboratório				1406	1406	1407	1407
<b>Hidrocarbonetos policíclicos aromáticos (HPA)</b>							
<b>Grupo A</b>							
Benzo(a)antraceno	µg/kg	280	690	< 5,12	< 5,57	< 6,59	< 6,68
Criseno	µg/kg	300	850	< 5,12	< 5,57	< 6,59	< 6,68
Benzo(a)pireno	µg/kg	230	760	< 5,12	< 5,57	< 6,59	< 6,68
Dibenzo(a,h)antraceno	µg/kg	43	140	< 5,12	< 5,57	< 6,59	< 6,68
<b>Grupo B</b>							
Naftaleno	µg/kg	160	2100	< 5,12	< 5,57	< 6,59	< 6,68
Acenaftileno	µg/kg	44	640	< 5,12	< 5,57	< 6,59	< 6,68
Acenafteno	µg/kg	16	500	< 5,12	< 5,57	< 6,59	< 6,68
Fluoreno	µg/kg	19	540	< 5,12	< 5,57	< 6,59	< 6,68
Fenantreno	µg/kg	240	1500	< 5,12	< 5,57	< 6,59	< 6,68
Antraceno	µg/kg	85,3	1100	< 5,12	< 5,57	< 6,59	< 6,68
Fluoranteno	µg/kg	600	5100	< 5,12	< 5,57	< 6,59	< 6,68
Pireno	µg/kg	665	2600	< 5,12	< 5,57	< 6,59	< 6,68
2-metilnaftaleno	µg/kg	70	670	< 5,12	< 5,57	< 6,59	< 6,68
<b>Outros HPA</b>							
Benzo(b)fluoranteno	µg/kg	-	-	< 5,12	< 5,57	< 6,59	< 6,68
Benzo(k)fluoranteno	µg/kg	-	-	< 5,12	< 5,57	< 6,59	< 6,68
Benzo(g,h,i)perileno	µg/kg	-	-	< 5,12	< 5,57	< 6,59	< 6,68
Indeno(1,2,3 cd)pireno	µg/kg	-	-	< 5,12	< 5,57	< 6,59	< 6,68
HPA (somatória)	µg/kg	4000	-	< 5,12	< 5,57	< 6,59	< 6,68

Tabela 4.1.7.3.2-3 (continuação). Resultados de hidrocarbonetos policíclicos aromáticos (HPA) obtidos nas amostras de sedimento coletadas no entorno do empreendimento.

Parâmetros	Unidade	Resolução CONAMA 454/12		PS-51-S	PS-51-P1	PS-51-P2	PS-51-P3
		Nível 1	Nível 2				
Profundidade (m)				1,70	1,70	1,70	1,70
Profundidade da coluna sedimentar (m)				SUP	0,0-2,0	2,0-3,0	3,0-4,0
Data da coleta				29/1/2014	29/1/2014	29/1/2014	29/1/2014
Hora da coleta				09:51	11:00	11:02	11:30
Condições ambientais				Sem chuva	Sem chuva	Sem chuva	Sem chuva
ID do relatório de ensaio do laboratório				1406	1406	1406	1406
<b>Hidrocarbonetos policíclicos aromáticos (HPA)</b>							
<b>Grupo A</b>							
Benzo(a)antraceno	µg/kg	280	690	< 3,91	< 5,44	< 6,44	< 6,68
Criseno	µg/kg	300	850	< 3,91	< 5,44	< 6,44	< 6,68
Benzo(a)pireno	µg/kg	230	760	< 3,91	< 5,44	< 6,44	< 6,68
Dibenzo(a,h)antraceno	µg/kg	43	140	< 3,91	< 5,44	< 6,44	< 6,68
<b>Grupo B</b>							
Naftaleno	µg/kg	160	2100	< 3,91	< 5,44	< 6,44	< 6,68
Acenaftileno	µg/kg	44	640	< 3,91	< 5,44	< 6,44	< 6,68
Acenafteno	µg/kg	16	500	< 3,91	< 5,44	< 6,44	< 6,68
Fluoreno	µg/kg	19	540	< 3,91	< 5,44	< 6,44	< 6,68
Fenantreno	µg/kg	240	1500	< 3,91	< 5,44	< 6,44	< 6,68
Antraceno	µg/kg	85,3	1100	< 3,91	< 5,44	< 6,44	< 6,68
Fluoranteno	µg/kg	600	5100	< 3,91	< 5,44	< 6,44	< 6,68
Pireno	µg/kg	665	2600	< 3,91	< 5,44	< 6,44	< 6,68
2-metilnaftaleno	µg/kg	70	670	< 3,91	< 5,44	< 6,44	< 6,68
<b>Outros HPA</b>							
Benzo(b)fluoranteno	µg/kg	-	-	< 3,91	< 5,44	< 6,44	< 6,68
Benzo(k)fluoranteno	µg/kg	-	-	< 3,91	< 5,44	< 6,44	< 6,68
Benzo(g,h,i)perileno	µg/kg	-	-	< 3,91	< 5,44	< 6,44	< 6,68
Indeno(1,2,3 cd)pireno	µg/kg	-	-	< 3,91	< 5,44	< 6,44	< 6,68
HPA (somatória)	µg/kg	4000	-	< 3,91	< 5,44	< 6,44	< 6,68
Parâmetros	Unidade	Resolução CONAMA 454/12		PS-52-S	PS-52-P1	PS-52-P2	PS-52-P3
		Nível 1	Nível 2				
Profundidade (m)				2,30	2,30	2,30	2,30
Profundidade da coluna sedimentar (m)				SUP	0,0-2,0	2,0-3,0	3,0-4,0
Data da coleta				30/1/2014	30/1/2014	30/1/2014	30/1/2014
Hora da coleta				13:35	13:50	14:10	14:20
Condições ambientais				Sem chuva	Sem chuva	Sem chuva	Sem chuva
ID do relatório de ensaio do laboratório				1407	1407	1407	1407
<b>Hidrocarbonetos policíclicos aromáticos (HPA)</b>							
<b>Grupo A</b>							
Benzo(a)antraceno	µg/kg	280	690	< 6,17	< 6,51	< 6,32	< 6,11
Criseno	µg/kg	300	850	< 6,17	< 6,51	< 6,32	< 6,11
Benzo(a)pireno	µg/kg	230	760	< 6,17	< 6,51	< 6,32	< 6,11
Dibenzo(a,h)antraceno	µg/kg	43	140	< 6,17	< 6,51	< 6,32	< 6,11
<b>Grupo B</b>							
Naftaleno	µg/kg	160	2100	< 6,17	< 6,51	< 6,32	< 6,11
Acenaftileno	µg/kg	44	640	< 6,17	< 6,51	< 6,32	< 6,11
Acenafteno	µg/kg	16	500	< 6,17	< 6,51	< 6,32	< 6,11
Fluoreno	µg/kg	19	540	< 6,17	< 6,51	< 6,32	< 6,11
Fenantreno	µg/kg	240	1500	< 6,17	< 6,51	< 6,32	< 6,11
Antraceno	µg/kg	85,3	1100	< 6,17	< 6,51	< 6,32	< 6,11
Fluoranteno	µg/kg	600	5100	< 6,17	< 6,51	< 6,32	< 6,11
Pireno	µg/kg	665	2600	< 6,17	< 6,51	< 6,32	< 6,11
2-metilnaftaleno	µg/kg	70	670	< 6,17	< 6,51	< 6,32	< 6,11
<b>Outros HPA</b>							
Benzo(b)fluoranteno	µg/kg	-	-	< 6,17	< 6,51	< 6,32	< 6,11
Benzo(k)fluoranteno	µg/kg	-	-	< 6,17	< 6,51	< 6,32	< 6,11
Benzo(g,h,i)perileno	µg/kg	-	-	< 6,17	< 6,51	< 6,32	< 6,11
Indeno(1,2,3 cd)pireno	µg/kg	-	-	< 6,17	< 6,51	< 6,32	< 6,11
HPA (somatória)	µg/kg	4000	-	< 6,17	< 6,51	< 6,32	< 6,11

Tabela 4.1.7.3.2-3 (continuação). Resultados de hidrocarbonetos policíclicos aromáticos (HPA) obtidos nas amostras de sedimento coletadas no entorno do empreendimento.

Parâmetros	Unidade	Resolução CONAMA 454/12		PS-53-S	PS-53-P1	PS-53-P2	PS-53-P3
				Nível 1	Nível 2		
Profundidade (m)				1,40	1,40	1,40	1,40
Profundidade da coluna sedimentar (m)				SUP	0,0-2,0	2,0-3,0	3,0-4,0
Data da coleta				29/1/2014	29/1/2014	29/1/2014	29/1/2014
Hora da coleta				12:50	12:55	13:10	13:40
Condições ambientais				Sem chuva	Sem chuva	Sem chuva	Sem chuva
ID do relatório de ensaio do laboratório				1406	1406	1406	1406
<b>Hidrocarbonetos policíclicos aromáticos (HPA)</b>							
<b>Grupo A</b>							
Benzo(a)antraceno	µg/kg	280	690	< 4,99	< 5,19	< 6,36	< 6,41
Criseno	µg/kg	300	850	< 4,99	< 5,19	< 6,36	< 6,41
Benzo(a)pireno	µg/kg	230	760	< 4,99	< 5,19	< 6,36	< 6,41
Dibenzo(a,h)antraceno	µg/kg	43	140	< 4,99	< 5,19	< 6,36	< 6,41
<b>Grupo B</b>							
Naftaleno	µg/kg	160	2100	< 4,99	< 5,19	< 6,36	< 6,41
Acenaftileno	µg/kg	44	640	< 4,99	< 5,19	< 6,36	< 6,41
Acenafteno	µg/kg	16	500	< 4,99	< 5,19	< 6,36	< 6,41
Fluoreno	µg/kg	19	540	< 4,99	< 5,19	< 6,36	< 6,41
Fenantreno	µg/kg	240	1500	< 4,99	< 5,19	< 6,36	< 6,41
Antraceno	µg/kg	85,3	1100	< 4,99	< 5,19	< 6,36	< 6,41
Fluoranteno	µg/kg	600	5100	< 4,99	< 5,19	< 6,36	< 6,41
Pireno	µg/kg	665	2600	< 4,99	< 5,19	< 6,36	< 6,41
2-metilnaftaleno	µg/kg	70	670	< 4,99	< 5,19	< 6,36	< 6,41
<b>Outros HPA</b>							
Benzo(b)fluoranteno	µg/kg	-	-	< 4,99	< 5,19	< 6,36	< 6,41
Benzo(k)fluoranteno	µg/kg	-	-	< 4,99	< 5,19	< 6,36	< 6,41
Benzo(g,h,i)perileno	µg/kg	-	-	< 4,99	< 5,19	< 6,36	< 6,41
Indeno(1,2,3 cd)pireno	µg/kg	-	-	< 4,99	< 5,19	< 6,36	< 6,41
HPA (somatória)	µg/kg	4000	-	< 4,99	< 5,19	< 6,36	< 6,41
Parâmetros	Unidade	Resolução CONAMA 454/12		PS-54-S	PS-54-P1	PS-54-P2	PS-54-P3
				Nível 1	Nível 2		
Profundidade (m)				1,90	1,90	1,90	1,90
Profundidade da coluna sedimentar (m)				SUP	0,0-2,0	2,0-3,0	3,0-4,0
Data da coleta				30/1/2014	30/1/2014	30/1/2014	30/1/2014
Hora da coleta				09:45	10:02	10:20	10:26
Condições ambientais				Sem chuva	Sem chuva	Sem chuva	Sem chuva
ID do relatório de ensaio do laboratório				1407	1407	1407	1407
<b>Hidrocarbonetos policíclicos aromáticos (HPA)</b>							
<b>Grupo A</b>							
Benzo(a)antraceno	µg/kg	280	690	< 6,11	< 6,36	< 6,73	< 6,62
Criseno	µg/kg	300	850	< 6,11	< 6,36	< 6,73	< 6,62
Benzo(a)pireno	µg/kg	230	760	< 6,11	< 6,36	< 6,73	< 6,62
Dibenzo(a,h)antraceno	µg/kg	43	140	< 6,11	< 6,36	< 6,73	< 6,62
<b>Grupo B</b>							
Naftaleno	µg/kg	160	2100	< 6,11	< 6,36	< 6,73	< 6,62
Acenaftileno	µg/kg	44	640	< 6,11	< 6,36	< 6,73	< 6,62
Acenafteno	µg/kg	16	500	< 6,11	< 6,36	< 6,73	< 6,62
Fluoreno	µg/kg	19	540	< 6,11	< 6,36	< 6,73	< 6,62
Fenantreno	µg/kg	240	1500	< 6,11	< 6,36	< 6,73	< 6,62
Antraceno	µg/kg	85,3	1100	< 6,11	< 6,36	< 6,73	< 6,62
Fluoranteno	µg/kg	600	5100	< 6,11	< 6,36	< 6,73	< 6,62
Pireno	µg/kg	665	2600	< 6,11	< 6,36	< 6,73	< 6,62
2-metilnaftaleno	µg/kg	70	670	< 6,11	< 6,36	< 6,73	< 6,62
<b>Outros HPA</b>							
Benzo(b)fluoranteno	µg/kg	-	-	< 6,11	< 6,36	< 6,73	< 6,62
Benzo(k)fluoranteno	µg/kg	-	-	< 6,11	< 6,36	< 6,73	< 6,62
Benzo(g,h,i)perileno	µg/kg	-	-	< 6,11	< 6,36	< 6,73	< 6,62
Indeno(1,2,3 cd)pireno	µg/kg	-	-	< 6,11	< 6,36	< 6,73	< 6,62
HPA (somatória)	µg/kg	4000	-	< 6,11	< 6,36	< 6,73	< 6,62

Todos os HPA analisados apresentaram concentrações inferiores ao limite de quantificação do método analítico em todas as amostras analisadas.

#### D. Bifenilas policloradas (PCB) e pesticidas organoclorados (POC)

Os resultados das análises laboratoriais para as bifenilas policloradas (PCB) e pesticidas organoclorados (POC) em comparação aos valores orientadores da Resolução CONAMA 454/12 são apresentados na Tabela 4.1.7.3.2-4. Os relatórios de ensaios para todas as amostras analisadas estão apresentados no Anexo 4.1.7-5.

**Tabela 4.1.7.3.2-4. Resultados de bifenilas policloradas (PCB) e pesticidas organoclorados (POC) obtidos nas amostras de sedimento coletadas no entorno do empreendimento.**

Parâmetros	Unidade	Resolução CONAMA 454/12		PS-50-S	PS-50-P1	PS-50-P2	PS-50-P3
		Nível 1	Nível 2				
Profundidade (m)				1,00	1,00	1,00	1,00
Profundidade da coluna sedimentar (m)				SUP	0,0-2,0	2,0-3,0	3,0-4,0
Data da coleta				29/1/2014	29/1/2014	29/1/2014	29/1/2014
Hora da coleta				14:50	15:05	15:10	15:25
Condições ambientais				Sem chuva	Sem chuva	Sem chuva	Sem chuva
ID do relatório de ensaio do laboratório				1406	1406	1407	1407
<b>Bifenilas Policloradas (PCBs)</b>							
2,4,4-triclorobifenil	µg/kg	-	-	< 0,1024	< 0,1113	< 0,1319	< 0,1336
2,2,5,5-tetraclorobifenil	µg/kg	-	-	< 0,1024	< 0,1113	< 0,1319	< 0,1336
2,2,4,5,5-pentaclorobifenil	µg/kg	-	-	< 0,1024	< 0,1113	< 0,1319	< 0,1336
2,3,4,4,5-pentaclorobifenil	µg/kg	-	-	< 0,1024	< 0,1113	< 0,1319	< 0,1336
2,2,4,4,5,5-hexaclorobifenil	µg/kg	-	-	< 0,1024	< 0,1113	< 0,1319	< 0,1336
2,2,3,4,4,5-hexaclorobifenil	µg/kg	-	-	< 0,1024	< 0,1113	< 0,1319	< 0,1336
2,2,3,4,4,5,5-heptaclorobifenil	µg/kg	-	-	< 0,1024	< 0,1113	< 0,1319	< 0,1336
PCB total	µg/kg	22,7	180	< 0,1024	< 0,1113	< 0,1319	< 0,1336
<b>Pesticidas Organoclorados (POC)</b>							
alfa-BHC	µg/kg	0,32	0,99	< 0,102	< 0,111	< 0,132	< 0,134
beta-BHC	µg/kg	0,32	0,99	< 0,102	< 0,111	< 0,132	< 0,134
gama-BHC (lindano)	µg/kg	0,32	0,99	< 0,102	< 0,111	< 0,132	< 0,134
delta-BHC	µg/kg	0,32	0,99	< 0,102	< 0,111	< 0,132	< 0,134
alfa-clordano	µg/kg	2,26	4,79	< 0,102	< 0,111	< 0,132	< 0,134
gama-clordano	µg/kg	2,26	4,79	< 0,102	< 0,111	< 0,132	< 0,134
DDD	µg/kg	1,22	7,81	< 0,102	< 0,111	< 0,132	< 0,134
DDE	µg/kg	2,07	374	< 0,102	< 0,111	< 0,132	< 0,134
DDT	µg/kg	1,19	4,77	< 0,102	< 0,111	< 0,132	< 0,134
Dieldrin	µg/kg	0,71	4,3	< 0,102	< 0,111	< 0,132	< 0,134
Endrin	µg/kg	2,67	62,4	< 0,102	< 0,111	< 0,132	< 0,134

**Tabela 4.1.7.3.2-4 (continuação). Resultados de bifenilas policloradas (PCB) e pesticidas organoclorados (POC) obtidos nas amostras de sedimento coletadas no entorno do empreendimento.**

Parâmetros		Unidade	Resolução CONAMA 454/12		PS-51-S	PS-51-P1	PS-51-P2	PS-51-P3
Profundidade (m)						1,70	1,70	1,70
Profundidade da coluna sedimentar (m)					SUP	0,0-2,0	2,0-3,0	3,0-4,0
Data da coleta					29/1/2014	29/1/2014	29/1/2014	29/1/2014
Hora da coleta					09:51	11:00	11:02	11:30
Condições ambientais					Sem chuva	Sem chuva	Sem chuva	Sem chuva
ID do relatório de ensaio do laboratório					1406	1406	1406	1406
			<b>Nível 1</b>	<b>Nível 2</b>				
<b>Bifenilas Policloradas (PCBs)</b>								
2,4,4-triclorobifenil	µg/kg	-	-	-	< 0,0782	< 0,1089	< 0,1288	< 0,1336
2,2,5,5-tetraclorobifenil	µg/kg	-	-	-	< 0,0782	< 0,1089	< 0,1288	< 0,1336
2,2,4,5,5-pentaclorobifenil	µg/kg	-	-	-	< 0,0782	< 0,1089	< 0,1288	< 0,1336
2,3,4,4,5-pentaclorobifenil	µg/kg	-	-	-	< 0,0782	< 0,1089	< 0,1288	< 0,1336
2,2,4,4,5,5-hexaclorobifenil	µg/kg	-	-	-	< 0,0782	< 0,1089	< 0,1288	< 0,1336
2,2,3,4,4,5-hexaclorobifenil	µg/kg	-	-	-	< 0,0782	< 0,1089	< 0,1288	< 0,1336
2,2,3,4,4,5,5-heptaclorobifenil	µg/kg	-	-	-	< 0,0782	< 0,1089	< 0,1288	< 0,1336
PCB total	µg/kg	22,7	180	-	< 0,0782	< 0,1089	< 0,1288	< 0,1336
<b>Pesticidas Organoclorados (POC)</b>								
alfa-BHC	µg/kg	0,32	0,99	-	< 0,078	< 0,109	< 0,129	< 0,134
beta-BHC	µg/kg	0,32	0,99	-	< 0,078	< 0,109	< 0,129	< 0,134
gama-BHC (lindano)	µg/kg	0,32	0,99	-	< 0,078	< 0,109	< 0,129	< 0,134
delta-BHC	µg/kg	0,32	0,99	-	< 0,078	< 0,109	< 0,129	< 0,134
alfa-clordano	µg/kg	2,26	4,79	-	< 0,078	< 0,109	< 0,129	< 0,134
gama-clordano	µg/kg	2,26	4,79	-	< 0,078	< 0,109	< 0,129	< 0,134
DDD	µg/kg	1,22	7,81	-	< 0,078	< 0,109	< 0,129	< 0,134
DDE	µg/kg	2,07	374	-	< 0,078	< 0,109	< 0,129	< 0,134
DDT	µg/kg	1,19	4,77	-	< 0,078	< 0,109	< 0,129	< 0,134
Dieldrin	µg/kg	0,71	4,3	-	< 0,078	< 0,109	< 0,129	< 0,134
Endrin	µg/kg	2,67	62,4	-	< 0,078	< 0,109	< 0,129	< 0,134
Parâmetros		Unidade	Resolução CONAMA 454/12		PS-52-S	PS-52-P1	PS-52-P2	PS-52-P3
Profundidade (m)						2,30	2,30	2,30
Profundidade da coluna sedimentar (m)					SUP	0,0-2,0	2,0-3,0	3,0-4,0
Data da coleta					30/1/2014	30/1/2014	30/1/2014	30/1/2014
Hora da coleta					13:35	13:50	14:10	14:20
Condições ambientais					Sem chuva	Sem chuva	Sem chuva	Sem chuva
ID do relatório de ensaio do laboratório					1407	1407	1407	1407
			<b>Nível 1</b>	<b>Nível 2</b>				
<b>Bifenilas Policloradas (PCBs)</b>								
2,4,4-triclorobifenil	µg/kg	-	-	-	< 0,1235	< 0,1302	< 0,1263	< 0,1222
2,2,5,5-tetraclorobifenil	µg/kg	-	-	-	< 0,1235	< 0,1302	< 0,1263	< 0,1222
2,2,4,5,5-pentaclorobifenil	µg/kg	-	-	-	< 0,1235	< 0,1302	< 0,1263	< 0,1222
2,3,4,4,5-pentaclorobifenil	µg/kg	-	-	-	< 0,1235	< 0,1302	< 0,1263	< 0,1222
2,2,4,4,5,5-hexaclorobifenil	µg/kg	-	-	-	< 0,1235	< 0,1302	< 0,1263	< 0,1222
2,2,3,4,4,5-hexaclorobifenil	µg/kg	-	-	-	< 0,1235	< 0,1302	< 0,1263	< 0,1222
2,2,3,4,4,5,5-heptaclorobifenil	µg/kg	-	-	-	< 0,1235	< 0,1302	< 0,1263	< 0,1222
PCB total	µg/kg	22,7	180	-	< 0,1235	< 0,1302	< 0,1263	< 0,1222
<b>Pesticidas Organoclorados (POC)</b>								
alfa-BHC	µg/kg	0,32	0,99	-	< 0,123	< 0,130	< 0,126	< 0,122
beta-BHC	µg/kg	0,32	0,99	-	< 0,123	< 0,130	< 0,126	< 0,122
gama-BHC (lindano)	µg/kg	0,32	0,99	-	< 0,123	< 0,130	< 0,126	< 0,122
delta-BHC	µg/kg	0,32	0,99	-	< 0,123	< 0,130	< 0,126	< 0,122
alfa-clordano	µg/kg	2,26	4,79	-	< 0,123	< 0,130	< 0,126	< 0,122
gama-clordano	µg/kg	2,26	4,79	-	< 0,123	< 0,130	< 0,126	< 0,122
DDD	µg/kg	1,22	7,81	-	< 0,123	< 0,130	< 0,126	< 0,122
DDE	µg/kg	2,07	374	-	< 0,123	< 0,130	< 0,126	< 0,122
DDT	µg/kg	1,19	4,77	-	< 0,123	< 0,130	< 0,126	< 0,122
Dieldrin	µg/kg	0,71	4,3	-	< 0,123	< 0,130	< 0,126	< 0,122
Endrin	µg/kg	2,67	62,4	-	< 0,123	< 0,130	< 0,126	< 0,122

Tabela 4.1.7.3.2-4 (continuação). Resultados de bifenilas policloradas (PCB) e pesticidas organoclorados (POC) obtidos nas amostras de sedimento coletadas no entorno do empreendimento.

Parâmetros	Unidade	Resolução CONAMA 454/12		PS-53-S	PS-53-P1	PS-53-P2	PS-53-P3
Profundidade (m)				1,40	1,40	1,40	1,40
Profundidade da coluna sedimentar (m)				SUP	0,0-2,0	2,0-3,0	3,0-4,0
Data da coleta				29/1/2014	29/1/2014	29/1/2014	29/1/2014
Hora da coleta				12:50	12:55	13:10	13:40
Condições ambientais				Sem chuva	Sem chuva	Sem chuva	Sem chuva
ID do relatório de ensaio do laboratório		Nível 1	Nível 2	1406	1406	1406	1406
<b>Bifenilas Policloradas (PCBs)</b>							
2,4,4-triclorobifenil	µg/kg	-	-	< 0,0998	< 0,1038	< 0,1271	< 0,1282
2,2,5,5-tetraclorobifenil	µg/kg	-	-	< 0,0998	< 0,1038	< 0,1271	< 0,1282
2,2,4,5,5-pentaclorobifenil	µg/kg	-	-	< 0,0998	< 0,1038	< 0,1271	< 0,1282
2,3,4,4,5-pentaclorobifenil	µg/kg	-	-	< 0,0998	< 0,1038	< 0,1271	< 0,1282
2,2,4,4,5,5-hexaclorobifenil	µg/kg	-	-	< 0,0998	< 0,1038	< 0,1271	< 0,1282
2,2,3,4,4,5-hexaclorobifenil	µg/kg	-	-	< 0,0998	< 0,1038	< 0,1271	< 0,1282
2,2,3,4,4,5,5-heptaclorobifenil	µg/kg	-	-	< 0,0998	< 0,1038	< 0,1271	< 0,1282
PCB total	µg/kg	22,7	180	< 0,0998	< 0,1038	< 0,1271	< 0,1282
<b>Pesticidas Organoclorados (POC)</b>							
alfa-BHC	µg/kg	0,32	0,99	< 0,100	< 0,104	< 0,127	< 0,128
beta-BHC	µg/kg	0,32	0,99	< 0,100	< 0,104	< 0,127	< 0,128
gama-BHC (lindano)	µg/kg	0,32	0,99	< 0,100	< 0,104	< 0,127	< 0,128
delta-BHC	µg/kg	0,32	0,99	< 0,100	< 0,104	< 0,127	< 0,128
alfa-clordano	µg/kg	2,26	4,79	< 0,100	< 0,104	< 0,127	< 0,128
gama-clordano	µg/kg	2,26	4,79	< 0,100	< 0,104	< 0,127	< 0,128
DDD	µg/kg	1,22	7,81	< 0,100	< 0,104	< 0,127	< 0,128
DDE	µg/kg	2,07	374	< 0,100	< 0,104	< 0,127	< 0,128
DDT	µg/kg	1,19	4,77	< 0,100	< 0,104	< 0,127	< 0,128
Dieldrin	µg/kg	0,71	4,3	< 0,100	< 0,104	< 0,127	< 0,128
Endrin	µg/kg	2,67	62,4	< 0,100	< 0,104	< 0,127	< 0,128
Parâmetros	Unidade	Resolução CONAMA 454/12		PS-54-S	PS-54-P1	PS-54-P2	PS-54-P3
Profundidade (m)				1,90	1,90	1,90	1,90
Profundidade da coluna sedimentar (m)				SUP	0,0-2,0	2,0-3,0	3,0-4,0
Data da coleta				30/1/2014	30/1/2014	30/1/2014	30/1/2014
Hora da coleta				09:45	10:02	10:20	10:26
Condições ambientais				Sem chuva	Sem chuva	Sem chuva	Sem chuva
ID do relatório de ensaio do laboratório		Nível 1	Nível 2	1407	1407	1407	1407
<b>Bifenilas Policloradas (PCBs)</b>							
2,4,4-triclorobifenil	µg/kg	-	-	< 0,1222	< 0,1271	< 0,1345	< 0,1325
2,2,5,5-tetraclorobifenil	µg/kg	-	-	< 0,1222	< 0,1271	< 0,1345	< 0,1325
2,2,4,5,5-pentaclorobifenil	µg/kg	-	-	< 0,1222	< 0,1271	< 0,1345	< 0,1325
2,3,4,4,5-pentaclorobifenil	µg/kg	-	-	< 0,1222	< 0,1271	< 0,1345	< 0,1325
2,2,4,4,5,5-hexaclorobifenil	µg/kg	-	-	< 0,1222	< 0,1271	< 0,1345	< 0,1325
2,2,3,4,4,5-hexaclorobifenil	µg/kg	-	-	< 0,1222	< 0,1271	< 0,1345	< 0,1325
2,2,3,4,4,5,5-heptaclorobifenil	µg/kg	-	-	< 0,1222	< 0,1271	< 0,1345	< 0,1325
PCB total	µg/kg	22,7	180	< 0,1222	< 0,1271	< 0,1345	< 0,1325
<b>Pesticidas Organoclorados (POC)</b>							
alfa-BHC	µg/kg	0,32	0,99	< 0,122	< 0,127	< 0,135	< 0,132
beta-BHC	µg/kg	0,32	0,99	< 0,122	< 0,127	< 0,135	< 0,132
gama-BHC (lindano)	µg/kg	0,32	0,99	< 0,122	< 0,127	< 0,135	< 0,132
delta-BHC	µg/kg	0,32	0,99	< 0,122	< 0,127	< 0,135	< 0,132
alfa-clordano	µg/kg	2,26	4,79	< 0,122	< 0,127	< 0,135	< 0,132
gama-clordano	µg/kg	2,26	4,79	< 0,122	< 0,127	< 0,135	< 0,132
DDD	µg/kg	1,22	7,81	< 0,122	< 0,127	< 0,135	< 0,132
DDE	µg/kg	2,07	374	< 0,122	< 0,127	< 0,135	< 0,132
DDT	µg/kg	1,19	4,77	< 0,122	< 0,127	< 0,135	< 0,132
Dieldrin	µg/kg	0,71	4,3	< 0,122	< 0,127	< 0,135	< 0,132
Endrin	µg/kg	2,67	62,4	< 0,122	< 0,127	< 0,135	< 0,132

Todas as amostras analisadas apresentaram concentrações de PCB e POC inferiores ao limite de quantificação do método analítico.

## E. Via Clássica

A Tabela 4.1.7.3.2-5 apresenta os resultados das concentrações de carbono orgânico total (COT), nitrogênio Kjeldahl total (TKN) e fósforo total nas amostras de sedimento superficial, em comparação aos valores de alerta da Resolução CONAMA 454/12. Os relatórios de ensaios das amostras estão apresentados no Anexo 4.1.7-5.

**Tabela 4.1.7.3.2-5. Resultados de via clássica obtidos nas amostras de sedimento coletadas no entorno do empreendimento.**

Parâmetros	Unidade	Resolução CONAMA 454/12	PS-50-S	PS-50-P1	PS-50-P2	PS-50-P3
		Valores de alerta				
<b>Carbono Orgânico total e nutrientes</b>						
Carbono orgânico total	%	10	1,74	2,54	2,11	2,11
Nitrogênio Kjeldahl Total	mg/kg	4800	588,5	406,0	599,0	691,1
Fósforo total	mg/kg	2000	174,1	183,1	287,2	250,7
Parâmetros	Unidade	Resolução CONAMA 454/12	PS-51-S	PS-51-P1	PS-51-P2	PS-51-P3
		Valores de alerta				
<b>Carbono Orgânico total e nutrientes</b>						
Carbono orgânico total	%	10	0,250	1,89	2,00	1,67
Nitrogênio Kjeldahl Total	mg/kg	4800	221,2	350,9	496,1	631,6
Fósforo total	mg/kg	2000	98,6	198,1	204,9	264,1
Parâmetros	Unidade	Resolução CONAMA 454/12	PS-52-S	PS-52-P1	PS-52-P2	PS-52-P3
		Valores de alerta				
<b>Carbono Orgânico total e nutrientes</b>						
Carbono orgânico total	%	10	1,52	2,11	2,04	2,07
Nitrogênio Kjeldahl Total	mg/kg	4800	547,5	585,4	447,7	735,2
Fósforo total	mg/kg	2000	288,7	279,8	1186,3	264,8
Parâmetros	Unidade	Resolução CONAMA 454/12	PS-53-S	PS-53-P1	PS-53-P2	PS-53-P3
		Valores de alerta				
<b>Carbono Orgânico total e nutrientes</b>						
Carbono orgânico total	%	10	1,42	1,24	2,25	1,56
Nitrogênio Kjeldahl Total	mg/kg	4800	455,0	549,6	672,9	706,4
Fósforo total	mg/kg	2000	215,7	151,6	232,3	237,8
Parâmetros	Unidade	Resolução CONAMA 454/12	PS-54-S	PS-54-P1	PS-54-P2	PS-54-P3
		Valores de alerta				
<b>Carbono Orgânico total e nutrientes</b>						
Carbono orgânico total	%	10	2,30	2,55	2,52	1,63
Nitrogênio Kjeldahl Total	mg/kg	4800	624,5	448,6	768,0	803,0
Fósforo total	mg/kg	2000	193,1	364,4	257,7	282,1

Os parâmetros carbono orgânico total, nitrogênio Kjeldahl total e fósforo total foram quantificados em todas as amostras, porém em concentrações inferiores aos valores de alerta estabelecidos pela Resolução CONAMA 454/12.

De acordo com os critérios estabelecidos pelo artigo 12 da Resolução CONAMA 454/12, a classificação química dos sedimentos não indicou a necessidade da realização de ensaios de ecotoxicidade para a disposição do material dragado em águas sob jurisdição nacional.

#### 4.1.7.4. Qualidade dos sedimentos e as alternativas de disposição

##### 4.1.7.4.1. Qualidade dos sedimentos de acordo com a Resolução CONAMA 454/12

Com base na estimativa do volume de sedimentos a serem dragados de 570.000 m<sup>3</sup>, volume este referente a dragagem da ponte e do novo canteiro avançado, considerou-se um total de 20 amostras de sedimento para a caracterização do material a ser dragado, visando ao atendimento do número mínimo de amostras estabelecido na Tabela I do Anexo da Resolução CONAMA 454/12, transcrita através da Tabela 4.1.7.4.1-1. De acordo com a referida tabela, para um volume entre 500.000 m<sup>3</sup> e 2.000.000 m<sup>3</sup>, faz-se necessária a coleta de um número entre 16 e 30 amostras.

**Tabela 4.1.7.4.1-1. Número de amostras pontuais para a caracterização de sedimentos (transcrita da Tabela I do Anexo da Resolução CONAMA 454/12).**

Volume a ser dragado (m <sup>3</sup> )	Numero de amostras
Até 25.000	3
Entre 25.000 e 100.000	4 a 6
Entre 100.000 e 500.000	7 a 15
Entre 500.000 e 2.000.000	16 a 30
Acima de 2.000.000	10 extras por 1 milhão de m <sup>3</sup>

\*Referência: The Convention for the Protection of the Marine Environment of the North-East Atlantic ("OSPAR Convention").

As amostras foram distribuídas de forma representativa ao longo do perfil vertical da camada sedimentar a ser dragada, em atendimento aos critérios estabelecidos pelo artigo 5º da Resolução CONAMA 454/12, transcrito a seguir.

*“Art. 5º As amostras para a caracterização do material a ser dragado deverão apresentar distribuição espacial representativa do volume a ser dragado, considerando a área e o perfil vertical da camada de sedimentos a ser removida.”*

Após a coleta das amostras, procedeu-se com a caracterização física do material (1ª Etapa). Conforme estabelecido pelo artigo 6º da Resolução CONAMA nº 454/2012, a caracterização física

do material a ser dragado foi realizada com base na classificação granulométrica apresentada na Tabela II do Anexo da legislação supracitada, transcrita através da Tabela 4.1.7.4.1-2.

**Tabela 4.1.7.4.1-2. Classificação granulométrica dos sedimentos (transcrita da Tabela II do Anexo da Resolução CONAMA 454/12).**

CLASSIFICAÇÃO	Phi ( $\phi$ )**	(mm)
Areia muito grossa	-1 a 0	2 a 1
Areia grossa	0 a 1	1 a 0,5
Areia media	1 a 2	0,5 a 0,25
Areia fina	2 a 3	0,25 a 0,125
Areia muito fina	3 a 4	0,125 a 0,062
Silte	4 a 8	0,062 a 0,00394
Argila	8 a 12	0,00394 a 0,0002

\*Referência: Escala Granulométrica de Wentworth, 1922.

\*\* Phi ( $\phi$ ) corresponde à unidade de medida do diâmetro da partícula do sedimento, cuja equivalência em milímetros (mm) é apresentada na coluna 3 da tabela II.

De acordo com os resultados da caracterização física, a maioria das amostras de sedimento apresentou predomínio das frações mais finas (silte e argila), cenário característico de ambientes estuarinos e de baixa hidrodinâmica. Com base nessas informações, e em atendimento aos artigos 7º e 8º da Resolução CONAMA 454/12, transcritos a seguir, foi necessária a realização da caracterização química do material a ser dragado (2ª Etapa).

*“Art. 7º Fica dispensado de caracterização química, ecotoxicológica e outros estudos complementares referentes à caracterização, o material a ser dragado que atenda uma das seguintes características e condições:*

*I - for 100% composto por areia e granulométricas superiores;*

*II - for composto por areia grossa, muito grossa, cascalho ou seixo em fração igual ou superior a 50%;*

*III - material dragado no mar, em estuários ou em baías, a ser disposto em águas sob jurisdição nacional, cujo volume dragado seja inferior a 100.000 m<sup>3</sup> e desde que as amostras apresentem porcentagem de areia igual ou superior a 90%;*

*IV - material dragado em cursos de água, lagos e reservatórios, a ser disposto em solo ou em águas sob jurisdição nacional, cujo volume dragado seja inferior a 10.000 m<sup>3</sup> e desde que as amostras apresentem porcentagem de areia igual ou superior a 90%;*

*V - material dragado até 100.000 m<sup>3</sup>, em cursos de água, lagos e reservatórios, a ser disposto em solo ou em águas sob jurisdição nacional, dependendo da vazão ou do volume do corpo hídrico, desde que justificado pelo empreendedor e aceito pelo órgão ambiental licenciador.*

*Art. 8º. Para o material a ser dragado que não se enquadrar no art. 7º, deveser realizada a caracterização química, de acordo com o disposto na 2ª Etapa do Item 2 do Anexo desta Resolução.”*

Os resultados obtidos na caracterização química foram comparados aos valores orientadores estabelecidos pela Resolução CONAMA 454/12 para avaliação das alternativas de disposição em águas sob jurisdição nacional, resultando na classificação química do material, conforme preconizado pelo inciso II do artigo 10 da referida resolução, transcrito abaixo.

*“Art. 10. Após a caracterização química do material a ser dragado, proceder-se-á sua classificação química, para fins de avaliar as condições de sua disposição, observando os seguintes critérios:*

*I - para avaliação das alternativas de disposição em solo, os resultados da caracterização química devem ser comparados com os valores orientadores nacionais estabelecidos para solos pela Resolução CONAMA nº 420/2009 ou norma estadual vigente;*

*II - para avaliação das alternativas de disposição em águas sob jurisdição nacional, os resultados da caracterização química devem ser comparados com os valores orientadores previstos na Tabela III do Anexo desta Resolução e classificados em dois níveis:*

- a) Nível 1 - limiar abaixo do qual há menor probabilidade de efeitos adversos à biota;*
- b) Nível 2 - limiar acima do qual há maior probabilidade de efeitos adversos à biota.”*

De acordo com a classificação química, os metais chumbo, cobre, níquel e zinco foram quantificados em concentrações inferiores aos valores orientadores de nível 1 estabelecidos pela Resolução CONAMA 454/12, enquanto que os metais cádmio e mercúrio e o semimetal arsênio apresentaram concentrações inferiores ao limite de quantificação do método analítico em todas as amostras. Além disso, todos os HPA, POC e PCB analisados apresentaram concentrações inferiores ao limite de quantificação do método analítico, enquanto que todos os parâmetros de Via Clássica ocorreram em concentrações inferiores aos valores de alerta estabelecidos pela referida resolução.

De acordo com os critérios estabelecidos pelo artigo 12 da Resolução CONAMA 454/12, transcrito abaixo, a classificação química dos sedimentos não indicou a necessidade da realização da classificação ecotoxicológica do material (3ª Etapa) para a disposição do material dragado em águas sob jurisdição nacional.

*“Art. 12. Deverão ser realizados ensaios de ecotoxicidade, conforme 3ª Etapa do Anexo desta Resolução, para disposição em águas sob jurisdição nacional, na hipótese do material a ser dragado indicar ocorrência das condições listadas a seguir:*

*I - a concentração de HAPs do Grupo A, arsênio, cádmio, chumbo ou mercúrio for superior ao Nível 1;*

*II - a concentração de HAPs do Grupo B estiver entre os Níveis 1 e 2, desde que a soma das concentrações individuais de todos os HAPs (Grupos A e B) presentes na amostra seja maior que o valor orientador para o HAP total, indicado na Tabela III;*

*III - a concentração de qualquer substância relacionado na Tabela III for superior ao Nível 2.*

§ 1º *A opção pela realização dos ensaios agudos ou crônicos é do empreendedor, que considerará a disponibilidade de laboratórios na região ou estado onde será executado o projeto de dragagem.*

§ 2º *Os resultados dos ensaios ecotoxicológicos devem ser tomados como mais uma das linhas de evidência para o gerenciamento do material a ser dragado.”*

#### **4.1.7.4.2. Alternativas de disposição**

Considerando os resultados obtidos na caracterização física e classificação química do material a ser dragado, e a dispensa da caracterização ecotoxicológica, com base nos critérios supracitados, procedeu-se à avaliação das alternativas de disposição do material dragado. O artigo 19 da Resolução CONAMA 454/12, transcrito abaixo, estabelece que:

*“Art. 19. A disposição do material dragado em águas sob jurisdição nacional poderá ocorrer sem estudos complementares, em local de disposição autorizado pelo órgão ambiental licenciador, quando o material dragado:*

- I - for dispensado de caracterização física, química ou ecotoxicológica;*
- II - apresentar concentração das substâncias químicas indicadas pelo órgão ambiental licenciador, relacionadas na Tabela III do Anexo desta Resolução, igual ou inferior ao Nível 1;*
- III - apresentar concentração de metais relacionados na Tabela III entre os Níveis 1 e 2, exceto para arsênio, cádmio, chumbo e mercúrio;*
- IV - apresentar concentração individual dos hidrocarbonetos aromáticos policíclicos - HAPs do grupo B entre os Níveis 1 e 2, desde que a soma das concentrações de todos os HAPs (grupos A e B) presentes no material seja inferior ao valor orientador para os HAPs totais indicado na Tabela III do Anexo desta Resolução;*
- V - apresentar concentração de mercúrio, arsênio, cádmio, chumbo, ou de outras substâncias orgânicas, exceto HAPs do grupo B, entre os níveis 1 e 2, ou se a somatória das concentrações de todos os HAPs estiver abaixo do valor correspondente ao limite da soma de HAPs e o resultado da análise ecotoxicológica for menor ou igual a 50% do efeito tóxico medido.”*

Desse modo, considerando que toda a parcela de sedimentos caracterizada através deste diagnóstico ambiental enquadra-se no inciso I do artigo 19 da Resolução CONAMA 454/12, entende-se que todo o volume de sedimentos a ser dragados está apto para disposição oceânica em águas sob jurisdição nacional, sem a necessidade de estudos complementares.

#### 4.1.7.5. Considerações finais

- Os parâmetros físico-químicos medidos *in situ* (pH,  $E_H$  e temperatura) nas amostras de sedimento foram considerados dentro da faixa esperada para esta matriz em estuários (pH entre 6,20 e 7,28) e característicos de ambiente redutor com atividade anaeróbia ( $E_H$  entre -396 e -32 mV);
- Na caracterização física, a maioria das amostras apresentou predomínio das frações mais finas (silte e argila), cenário característico de ambientes estuarinos e de baixa hidrodinâmica.
- Na caracterização química, os metais chumbo, cobre, níquel e zinco foram quantificados em todas as amostras, porém em concentrações inferiores aos valores orientadores de nível 1 estabelecidos pela Resolução CONAMA 454/12. Os metais cádmio e mercúrio e o semimetal arsênio apresentaram concentrações inferiores ao limite de quantificação do método analítico em todas as amostras. Todos os HPA, POC e PCB analisados apresentaram concentrações inferiores ao limite de quantificação do método analítico em todas as amostras. Quanto à Via Clássica, os parâmetros carbono orgânico total (COT), nitrogênio Kjeldahl total (TKN) e fósforo total foram quantificados em todas as amostras, porém em concentrações inferiores aos valores de alerta estabelecidos pela Resolução CONAMA 454/12.
- De acordo com os critérios estabelecidos pelo artigo 12 da Resolução CONAMA 454/12, a classificação química dos sedimentos não indicou a necessidade da realização de ensaios de ecotoxicidade para a disposição do material dragado em águas sob jurisdição nacional.

Portanto, entende-se que toda a parcela de sedimentos caracterizada através deste diagnóstico ambiental está apta para disposição oceânica em águas sob jurisdição nacional.

#### 4.1.8. Avaliação de Passivos

Na época da elaboração do EIA foi realizado uma Avaliação Preliminar na área do Terminal e que, devido a proximidade das áreas, também vale para a área do novo Canteiro Avançado. As atividades da etapa de Avaliação Preliminar tiveram como base a Lei nº 13.577 de 8 de julho de 2009 do Estado de São Paulo, o qual dispõe sobre as diretrizes e procedimentos para a proteção da qualidade do solo e gerenciamento de áreas contaminadas, além das premissas e recomendações constantes no documento “Procedimento para Gerenciamento de Áreas Contaminadas” da Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental de São Paulo (CETESB, 2001) aprovado na Decisão de Diretoria Nº 103/2007/C/E, de 22 de junho de 2007 (CETESB, 2007) e ainda a Informação Técnica DAIA/176/2008.

Esta Decisão de Diretoria Nº 103/2007/C/E possui caráter normativo e o Procedimento ora aprovado contém exigências técnicas obrigatórias a serem atendidas pelos responsáveis legais pela área investigada ou contaminada cujo descumprimento poderá implicar em ações corretivas.

O objetivo desta etapa foi constatar evidências, indícios ou fatos através da coleta tanto de dados históricos existentes como aqueles obtidos por meio de uma inspeção de reconhecimento da área

## A. Atividades desenvolvidas durante a investigação preliminar

Visando o licenciamento ambiental da área do Terminal BRITES e, agora, do Canteiro Avançado, foram levantadas informações do uso atual e pretérito do terreno na respectiva área de interesse e adjacências, as quais subsidiaram a elaboração do relatório de Avaliação Ambiental Preliminar, de acordo com os critérios estabelecidos pela “Decisão de Diretoria nº. 103/2007/C/E”, de 22 de junho de 2007 (CETESB, 2007), estabelecido pela Companhia Ambiental do Estado de São Paulo, que se baseia na metodologia preconizada no “Manual de Gerenciamento de Áreas Contaminadas” (CETESB, 2001). Adicionalmente foi utilizada também como referência a Norma NBR 15515-1 – “Passivo Ambiental em Solo e Água Subterrânea – Parte 1: Avaliação Preliminar” (ABNT, 2007).

A Avaliação Ambiental Preliminar realizada teve como objetivo principal verificar a existência de evidências, indícios ou fatos que permitam suspeitar da existência de contaminantes na área de interesse, baseando-se no levantamento de informações disponíveis sobre o uso atual e pretérito da área e direcionar a investigação de possíveis passivos ambientais presentes na área destinada à implantação do Terminal BRITES.

A Avaliação Preliminar já foi apresentada no âmbito do EIA e portanto aqui iremos apresentar apenas a conclusão do estudo.

## B. Conclusões e recomendações

Mediante a avaliação dos resultados obtidos no relatório de Investigação Preliminar realizado na área de interesse e apresentado ao IBAMA junto ao EIA, deverá ser dado andamento à avaliação da área em questão com a execução da etapa de Investigação Confirmatória, que terá como objetivo principal confirmar ou não a existência de contaminação na área. Essa recomendação também será adotada para a nova área do Canteiro Avançado.

### 4.2. MEIO BIÓTICO

#### 4.2.1 Vegetação e caracterização ecológica do ambiente analisado

A Baixada Santista, onde se situa o empreendimento em questão, é uma área sob forte pressão humana e que experimentou grandes impactos oriundos da agricultura e extrativismo, antes da primeira metade do século XX, e da rápida expansão urbana, portuária e industrial após a década de 1940. Nessa faixa costeira que se estabelece na interface entre o oceano e o continente, predomina o sistema de relevo denominado Planície Costeira (PONÇANO *et al.*, 1981), e, apesar do histórico, ainda apresenta ecossistemas em bom estado de conservação e altamente significativos do ponto de vista da conservação da biodiversidade, serviços ambientais e de processos ecológicos.

Nesta região, o clima permanentemente úmido e terrenos com sedimentos marinhos associados a sedimentos continentais favoreceram a formação de florestas nas suas partes mais altas e de extensos manguezais nas partes mais baixas ao longo da rede de braços de mar (LEITÃO-FILHO *et al.*, 1993). Estas características contribuíram para a formação de diferentes fitofisionomias que, de uma forma geral, compõem a Mata Atlântica de Encosta, ocupando as encostas da serra do Mar e os morros litorâneos; as florestas de restinga, se estendendo pelas planícies arenosas; e os manguezais, que

ocupam as planícies flúvio-marinhas dos estuários (SILVA *et al.*, 1993). Na faixa de transição entre manguezais e restingas, em áreas de gradiente topográfico quase inexistente, ocorre ainda, uma fisionomia vegetal diferenciada em alguns locais da Baixada Santista, de porte predominantemente herbáceo.

Manguezais são ecossistemas de transição entre os ambientes marinho e terrestre, estando sujeitos a influência do regime de marés (SCHAEFFER-NOVELLI, 1995). Isto determina as características da vegetação, adaptada a um substrato pouco consolidado e à presença de maiores concentrações de sal (AFONSO, 2006). Eles apresentam importantes funções, atuando como fonte de matéria orgânica e nutrientes, além de fornecer habitat para inúmeras espécies, protegendo também a linha de costa da ação direta das ondas (COELHO-JUNIOR, 2003; FAO 2007; KATHIRESAN; BINGHAM, 2001). É considerada uma formação pioneira com influência flúvio-marinha (VELOSO *et al.* 1991), seus bosques são perenifólios e apresentam plantas lenhosas halófitas facultativas, perfeitamente adaptadas para sobreviver em um ambiente salino e de baixa tensão de oxigênio, constituindo-se, dessa forma, de uma vegetação singular, capaz de colonizar solos predominantemente lodosos (HERZ, 1991, SCHAEFFER-NOVELLI, 1995).

Na Baixada Santista a flora dos manguezais é dominada pelas espécies *Rhizophora mangle*, *Laguncularia racemosa* e *Avicennia schaueriana* (RODRIGUES, *et al.* 1995). Os manguezais da região do empreendimento ocupam todas as planícies de maré, formando a interface entre os ecossistemas terrestres e aquáticos, constituídos pelos rios Cubatão, Casqueiro, Jurubatuba, Sandi, canal de Piaçaguera e canal de Bertioaga, entre outros afluentes e gamboas. A vegetação encontra-se mais conservada no encontro do Rio Cubatão com o Canal de Piaçaguera. Neste local, observa-se a formação de dossel (8 e 9m) no interior do manguezal e ocorrência de indivíduos de grande porte das espécies de *Rhizophora mangle* (mangue-vermelho), *Laguncularia racemosa* (mangue-branco) e *Avicennia schaueriana* (mangue-preto). Além das espécies arbóreas, também estão presentes espécies de algas e briófitas (musgos), características deste ecossistema. A presença de epífitas e lianas é rara e o subosque é representado unicamente pela presença de jovens das espécies arbóreas anteriormente citadas (CPEA; TRIUNFO, 2009). Na amostragem ocorrida em ocasião do EIA (CPEA; TRIUNFO, 2009) *Rhizophora mangle* foi a espécie predominante (52,4% dos indivíduos amostrados). No entanto, o Índice de Valor de Importância (IVI), indicou que *A. schaueriana* é, de maneira geral, a espécie mais importante nesses manguezais, corroborando o estudo de Rodrigues *et.al.* (1995), que concluiu que essa espécie é a mais frequente nos manguezais da Baixada Santista. Além disso, Menghini (2008) também encontrou dominância dessa espécie em todas as parcelas estudadas na Ilha Barnabé, cuja localização é próxima da área em questão.

Em uma escala ainda mais próxima, houve também a amostragem do manguezal da margem esquerda do rio das Neves (CPEA; TRIUNFO, 2009). De modo geral, foi encontrada a estrutura fitossociológica esperada para os manguezais da região, a não ser pelo maior valor de importância de *Laguncularia racemosa* ao invés de *A. schaueriana* como é comum para a região (CETESB, 1988). No entanto esta espécie apresentou maior dominância, isto é, embora tendo sido encontrada em menor densidade foi a espécie que apresentou os maiores indivíduos. Tais diferenças podem estar

relacionadas aos critérios de inclusão adotados entre os diversos trabalhos, ou simplesmente a variações naturais na distribuição destas três espécies ao longo dos diferentes trechos de manguezal da região. De qualquer forma, este manguezal apresenta características típicas dos manguezais da Baixada Santista e encontra-se em bom estado de conservação (CPEA; TRIUNFO, 2009).

O grande dinamismo que ocorre nos manguezais, com os processos de deposição e erosão contínuos, condiciona a existência de um mosaico de habitats que seguem uma intensa dinâmica sucessional. A existência deste mosaico e da dinâmica sucessional tem importantes consequências para a fauna local, de forma que algum detalhamento se faz necessário.

Para o estabelecimento de um manguezal é necessária a ocorrência de alguns fatores como a presença de água salobra e a deposição de sedimentos (de preferência siltosos e argilosos) em uma área abrigada de correntes. Os manguezais formam-se onde os processos deposicionais são predominantes, atuando, portanto, como indicadores dos mesmos (SUGUIO *et al.*, 1992; SCHAEFFER-NOVELLI *et al.*, 2002). Os bancos de sedimentos geralmente se formam próximos aos pontos aonde rios chegam ao mar, perdendo velocidade e depositando o material que carregam, ou ao longo das margens dos rios e canais, formando praias lodosas. Estes bancos de lodo podem atingir extensões bastante grandes, e ficam expostos durante a maré baixa, como pode ser observado em determinados pontos do estuário de Santos. Os bancos de lodo constituem o substrato a ser inicialmente colonizado, na sequência sucessional do manguezal.

Os bancos são colonizados por diatomáceas, cianobactérias e macroalgas, que crescem sobre sua superfície. Estas, e a cadeia alimentar baseada em detritos exportados por plantas superiores das florestas de mangue, suportam grandes populações de invertebrados bentônicos, que por sua vez são consumidos diretamente por aves e mamíferos, ou atraem peixes e crustáceos que são alimento daqueles.

Os bancos de lodo podem ser colonizados também por macrófitas (como *Spartina alterniflora*) e propágulos de árvores de mangue, de forma que, eventualmente, uma floresta de mangue começa a se estabelecer. A composição e estrutura dessa floresta dependerão, principalmente, das características de correntes marinhas e do sedimento. Estágios intermediários de sucessão, com árvores de pequeno porte entremeadas por vegetação herbácea e muitas áreas de lodo exposto podem se manter por longo tempo em áreas sob stress por poluentes ou lançamento de sedimentos, como é visível no “manguezal anão” do rio Cascalho, em Cubatão.

Graças a seu caráter de área de transição, os manguezais são o ponto de encontro entre faunas distintas. Por outro lado, as variações rápidas em condições de saturação hídrica (inundação) e salinidade, e os sedimentos moles e pobres em oxigênio, obrigam que os animais que ali vivem tenham adaptações especiais.

Sabe-se que de maneira geral há uma grande diversidade de animais que ocorrem nos manguezais brasileiros, evidenciado por um levantamento, já desatualizado, que registrou a existência de 59 espécies de crustáceos (caranguejos, camarões, etc.), 33 de moluscos (mariscos, caramujos, etc.), 185 de peixes e 86 de aves (AVELINE, 1980). Em se tratando da fauna regional de vertebrados e invertebrados, o conhecimento se dá em variados graus de detalhamento, tanto com relação aos

grupos como ambientes. Ainda pouco se sabe sobre a fauna de mamíferos da serra do Mar em Santos e Cubatão, ou mesmo sobre a ocorrência, distribuição e abundância de organismos planctônicos. Já a fauna de aves do manguezal dessa região é bem conhecida, tendo sido registradas por Olmos; Silva (2001) mais de 200 espécies.

A parte aquática do ambiente estuarino também é um sistema dinâmico, complexo e único, caracterizado pela zona de mistura entre a água doce de origem continental e a água salina de origem marinha. A origem dos sedimentos do estuário não pode ser enquadrada como sendo exclusivamente de água doce ou marinha e apresentam grande variabilidade sazonal e espacial. Por estarem na interface entre a água doce e a salgada, os estuários possuem um gradiente bem diferenciado em relação a diversas variáveis físicas e químicas, incluindo salinidade, temperatura, pH, oxigênio dissolvido, potencial redox, nutrientes, quantidade e composição de partículas em suspensão. São esses gradientes que condicionam a distribuição e a dinâmica populacional de diversas espécies, além das modificações ambientais devido à atividade humana. Vale lembrar que os gradientes existem não somente na extensão do estuário, entre o rio e o mar lateralmente, mas também verticalmente (na coluna d'água ao sedimento) (CHAPMAN; WANG, 2001).

Normalmente, o número de espécies de organismos que habitam o sistema estuarino é significativamente menor do que o número de espécies que habitam as regiões costeiras marinhas. Isto provavelmente ocorre devido à flutuação das condições ambientais, principalmente a salinidade, nos estuários e o fato de apenas poucas espécies terem a capacidade de desenvolver especializações fisiológicas necessárias para habitar um local tão inconstante (NYBAKKEN, 1997). A maioria dos peixes que ocorrem nos estuários é de origem marinha. Embora poucas espécies possam suportar o estresse da variação de salinidade inerente aos estuários, existe uma grande biomassa de peixes associada à alta produtividade desses ecossistemas, utilizados como locais de reprodução e principalmente alimentação, refúgio e para desenvolvimento dos indivíduos nos primeiros estágios de vida (FREEDMAN, 1995). Este fato caracteriza a ictiofauna estuarina como sendo dominada por densas populações de poucas espécies.

Cabe ressaltar que segundo a CETESB (1991), os manguezais são extremamente importantes na manutenção da dinâmica física do estuário, devido à contenção do assoreamento dos canais, além de assegurar a reprodução e crescimento de inúmeros organismos fundamentais à manutenção dos recursos pesqueiros. Além disso, dos 1.329 km<sup>2</sup> de extensão da Baixada Santista, 10% (cerca de 131km<sup>2</sup>) eram planícies de marés recobertas originalmente por manguezais. Aproximadamente 40% (53km<sup>2</sup>) encontram-se em bom estado de preservação, estando a maior parte (23km<sup>2</sup>) situada na região de Bertioga (SILVA *et al.*, 1993).

Os manguezais existentes na Baixada Santista formam um notável mosaico, que inclui os bancos de sedimentos do canal de Piaçaguera, abrigando uma das maiores riquezas já registradas em manguezais sul-americanos: um número elevado de espécies de aves. A presença de grandes concentrações de indivíduos de algumas espécies (incluindo algumas ameaçadas em nível estadual e de espécies migratórias), bem como de colônias reprodutivas são testemunhos da alta produtividade destes ambientes. Além de demonstrar que parte da biota não apenas consegue se recuperar dos

impactos oriundos da poluição do pólo industrial de Cubatão, mas também, aproveita-se de novos habitats que foram criados (bancos de sedimentos e “manguezais-anões”) e da eutrofização local, que aumenta a disponibilidade de alimento.

Construções e atividades humanas causam impactos a esse ecossistema (FAO 2007), o que traz consequências ecológicas e econômicas (ALONGI 2002, POLIDORO *et al.* 2010). Na Baixada Santista, cerca de 44% dos manguezais apresentam-se degradados, estando parte destes na cidade de Santos (CETESB, 1991). Rodrigues *et al.* (1995) identificaram um eixo transversal (direção NE/SW) entre São Vicente e o estuário de Santos, havendo maior degradação neste último do que ao sul do estuário de São Vicente e em direção a Bertioga. Esses bosques estão sujeitos aos impactos decorrentes do desenvolvimento urbano e industrial (KJERFVE; LACERDA 1993), sendo as atividades portuárias fontes de impactos, juntamente com outras atividades tais como a construção da cidade (SARTOR *et al.* 2007).

## 4.2.2 Fauna

### 4.2.2.1. Biota aquática

Para a Biota Aquática apresenta-se a seguir levantamento de dados de secundários e primários. Os pontos de coleta realizados estão demonstrados na Tabela 4.2.2.1-1.

**Tabela 4.2.2.1-1: Coordenadas geográficas dos pontos de coleta**

Ponto	Latitude	Longitude	UTM (WGS84)*		
	Degrees Decimal	Degrees Decimal	Zone	Easting	Northing
01	-23,9527600	-46,41778000	23	355733,544	7350278,819
02	-23,9321800	-46,40433000	23	357079,665	7352571,445
03	-23,9194954	-46,40147410	23	357356,416	7353978,965
04	-23,9118200	-46,36474000	23	361087,529	7354865,498
05	-23,9148857	-46,22132143	23	375690,157	7354659,605
06	-23,9158700	-46,27882000	23	369838,121	7354498,837
07	-23,9269600	-46,31255000	23	366415,995	7353239,332
08	-23,9655300	-46,29121000	23	368627,184	7348988,414
09	-23,9179644	-46,34645979	23	362954,928	7354202,958
10	-23,9209396	-46,33869803	23	363748,153	7353881,011
11	-23,9050821	-46,34125930	23	363470,771	7355634,490
12	-23,9116302	-46,33095161	23	364526,965	7354919,318

### Ictiofauna estuarina

A estrutura e composição das comunidades de peixes da região da Baixada Santista foram estudadas anteriormente por Luederwaldt (1919), que apresentou a primeira lista da fauna de peixes em manguezais da região. Desde então, trabalhos posteriores avaliaram a distribuição de espécies de peixes que tenham, ao menos, parte inicial do ciclo biológico em áreas estuarinas. Vazzoler (1970) estudou a família Sciaenidae, que do ponto de vista qualito-quantitativo é a mais importante família de peixes costeiros, e inclui espécies de grande importância pesqueira como a corvina (*Micropogonias furnieri*), a pescada-foguete (*Macrodon ancylodon*), a betara (*Menticirrhus americanus* e *M. littoralis*), a

miraguaia (*Pogonias chromis*), a pescada-cambucu (*Cynoscion virescens*), e outras pescadas (gênero *Cynoscion*), além de espécies de grande importância ecológica como os cangoás (gêneros *Stellifer* e *Ctenosciaena*) e a maria-luiza (*Paralanchurus brasiliensis*), entre outros. Giannini (1989) determinou os padrões de distribuição e de repartição temporal e espacial das espécies de Sciaenidae na região.

Cergole (1986) estudou a biologia da tainha *Mugil curema* no estuário de São Vicente. Paiva Filho *et al.* (1987) relataram cento e quarenta (140) espécies, pertencentes a cinquenta e três (53) famílias de peixes estuarinos e marinhos em todo o Complexo Baía-Estuário de Santos-São Vicente.

O relatório da FUNDESPA (2001), intitulado “Estudo e Projeto Ambiental para Viabilização da Obra de Dragagem do Canal de Acesso e Baía de Evolução dos Terminais Marítimos Privativos e de Uso Misto de Cubatão” (FUNDESPA, 2001), apresentou o levantamento da ictiofauna em 15 estações de coleta no canal de Piaçaguera, região da AID do empreendimento BRITES, tendo sido capturadas 33 espécies de peixes, pertencentes a 16 famílias, totalizando 873 indivíduos. No total dos arrastos efetuados, a captura por unidade de esforço foi superior a 218 indivíduos.

Paiva-Filho (1987) listou as principais espécies de peixes ocorrentes no estuário de Santos, região da AID e ADA (Largo Santa Rita), mostradas na Tabela 4.2.2.1-2.

**Tabela 4.2.2.1-2. Lista das principais espécies de peixes ocorrentes no estuário de Santos. Fonte: Paiva-Filho (1987).**

Peixes estuarinos				
Ordem	Família	Espécie	Nome popular	Status
Perciformes	Sciaenidae	<i>Micropogonias furnieri</i>		A
		<i>Macrodon ancylodon</i>	Pescada foguete	A
		<i>Menticirrhus americanus</i>	Betara	NA*
		<i>M. littoralis</i>	Betara	NA*
		<i>Pogonias chromis</i>	miraguaia	NA*
		<i>Cynoscion virescens</i>	pescada-cambucu	A
		<i>Cynoscyon</i> sp		NA*
		<i>Stellifer</i> sp	cangoás	NA*
		<i>Ctenosciaena</i>	cangoás	NA*
		<i>Paralanchurus brasiliensis</i>	maria-luiza	NA*
Mugiliformes	Mugilidae	<i>Mugil curema</i>	paraty	NA**

A = Ameaçado

NA = Não ameaçado

\* Não consta na lista de espécies ameaçadas anexa à Instrução Normativa nº005, de 21 de maio de 2004, nem em posteriores alterações realizadas através da Instrução Normativa MMA nº52, de 8 de novembro de 2005.

\*\* Espécies de pescado de interesse econômico

No levantamento de dados realizados para o EIA de BRITES (2009), foram amostrados 12 pontos de coletas (Tabela 4.2.2.1-2). Entre peixes e crustáceos foram capturados 897 indivíduos totalizando 38 espécies pertencentes a 21 famílias (Tabela 4.2.2.1-3), sendo 32 espécies somente de peixes. Além disso, foram capturados moluscos (9 espécies) e outros grupos taxonômicos (2

espécies), para o qual foi registrado apenas a presença devido a dificuldade em se identificar corretamente o número de indivíduos face ao fracionamento (Tabela 4.2.2.1-4).

**Tabela 4.2.2.1-3: Número de indivíduos por ponto de coleta das espécies capturadas durante o diagnóstico**

Grupo Taxonômico	Família	Espécie	Ponto de Coleta														
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12			
crustáceo	Paguroidea	<i>Clibanarius vittatus</i>	1														
crustáceo	Penaeidae	<i>Litopenaeus schmitti</i>								1	3						
crustáceo	Portunidae	<i>Callinectes danae</i>	10	33	9	13	13	3	5			2	20	1	1		
crustáceo	Portunidae	<i>Callinectes ornatus</i>							4	2							
crustáceo	Portunidae	<i>Callinectes sapidus</i>		1													
crustáceo	Portunidae	<i>Portunus spinimanus</i>			1		1										
peixe ósseo	Paralichthyidae	<i>Citharichthys macrops</i>											2				
peixe ósseo	Achiridae	<i>Achirus declivis</i>			1					2							
peixe ósseo	Achiridae	<i>Achirus lineatus</i>	1	1					2		1	3					
peixe ósseo	Ariidae	<i>Aspistor luniscutis</i>						3						2			
peixe ósseo	Ariidae	<i>Cathorops spixii</i>						53	1	12				4			
peixe ósseo	Ariidae	<i>Genidens genidens</i>	7	7	65	1	2	1			58	1	15				
peixe ósseo	Ariidae	<i>Sciades emphysetus</i>			1		2						28				
peixe ósseo	Batrachoididae	<i>Opsanus beta</i>	1									2					
peixe ósseo	Centropomidae	<i>Centropomus parallelus</i>				2	1		3			1	3				
peixe ósseo	Clupeidae	<i>Chirocentron bleekerianus</i>								1							
peixe ósseo	Cynoglossidae	<i>Symphurus tessellatus</i>	1					9	1	2			1				
peixe ósseo	Ephippididae	<i>Chaetodipterus faber</i>	1			5	2				2		3				
peixe ósseo	Gerreidae	<i>Diapterus rhombus</i>	14	13	23	5				4		24	163				
peixe ósseo	Gerreidae	<i>Eucinostomus argenteus</i>		2						2		4			10	3	
peixe ósseo	Haemulidae	<i>Pomadasys corvinaeformis</i>									2						
peixe ósseo	Paralichthyidae	<i>Syacium micrurum</i>	3	1								3					
peixe ósseo	Paralichthyidae	<i>Etropus crossotus</i>	4		1	2	7		2	6			6				
peixe ósseo	Sciaenidae	<i>Bairdiella ronchus</i>				16			5								
peixe ósseo	Sciaenidae	<i>Ctenosciaena gracilicirrus</i>			5								19				
peixe ósseo	Sciaenidae	<i>Macrodon ancylodon</i>											10				
peixe ósseo	Sciaenidae	<i>Menticirrus americanus</i>					1										
peixe ósseo	Sciaenidae	<i>Micropogonias furnieri</i>	3								1						
peixe ósseo	Sciaenidae	<i>Ophioscion punctatissimus</i>	28	9		11	1										
peixe ósseo	Sciaenidae	<i>Stellifer brasiliensis</i>											10				
peixe ósseo	Scorpaenidae	<i>Scorpaena spp.</i>	1	1													
peixe ósseo	Serranidae	<i>Diplectrum radiale</i>			1				1			1					
peixe ósseo	Synodontidae	<i>Synodus sp.</i>							1								
peixe ósseo	Tetraodontidae	<i>Chilomycterus spinosus</i>										2					
peixe ósseo	Tetraodontidae	<i>Sphoeroides testudinens</i>	4	4		2						2					
peixe ósseo	Triglidae	<i>Prionotus nudigula</i>										1					
peixe ósseo	Triglidae	<i>Prionotus punctatus</i>	2		1	1			1	2			3				
peixe ósseo	Carangidae	<i>Selene vomer</i>															2
Total			81	72	108	59	94	13	43	75	46	289	11	6			

**Tabela 4.2.2.1-4: Registro das espécies de molusco e grandes grupos coletados durante o diagnóstico**

Grupo Taxonômico	Espécie	2	3	4	6	7	8	9	10
molusco	<i>Loligo plei</i>								1
molusco	<i>Loliguncula brevis</i>					1			
molusco	<i>Mytella falcata</i>	1							
molusco	<i>Stramonita haemostoma</i>							1	
molusco	<i>Tellina trinitatis</i>					1			
molusco	<i>Anadara chemnitzii</i>					1			
molusco	<i>Cooperella atlantica</i>				1	1			
molusco	<i>Cymatium muricunum</i>							1	
molusco	<i>Murix chrysostoma</i>		1						
outros grupos taxonômicos	<i>Ascidea</i>						1	1	
outros grupos taxonômicos	<i>Renilla sp</i>			1	1	1	1	1	1

Em relação aos instrumentos legais pertinentes as espécies do presente diagnóstico foram capturados 3 espécies de peixes (*Genidens barbatus*, *Macrodon ancylodon* e *Micropogonias furnieri*) e 2 espécies de crustáceos (*Callinectes sapidus* e *Litopenaeus schmitti*) registradas na lista nacional das espécies sobrexplotadas ou ameaçadas de sobrexplotação (IN n.5, 21 de maio de 2004) e 4 espécies de peixes (*Genidens barbatus*, *Macrodon ancylodon*, *Micropogonias furnieri* e *Centropomus parallelus*) registradas na lista estadual de espécies ameaçadas de extinção (Dec.Estadual n.53.494, 2 de outubro de 2008). Cita-se a ocorrência de três exemplares da espécie íctica invasora *Opsanus beta* (um no ponto 1 e dois no Ponto 9, na ADA). Esse táxon é reportado por Caires *et al* (2007) como possivelmente sendo introduzido por água de lastro; sua presença no estuário de Santos foi verificada anteriormente por Rotundo *et al.* (2005), sendo motivo de investigação em curso por Tomás e colaboradores (não publicado).

Os pontos situados no interior do Largo de Santa Rita (ADA) tiveram o maior número de indivíduos capturados representando 32%, tal fato esteve diretamente relacionado à captura de *Diapterus rhombeus* (Figura 4.2.2.1-1). De um modo geral esta espécie é característica de ambientes estuarinos onde permanece durante a maior parte de seu ciclo de vida (CHAVES & OTTO, 1999; SPACH *et al.*, 2003).

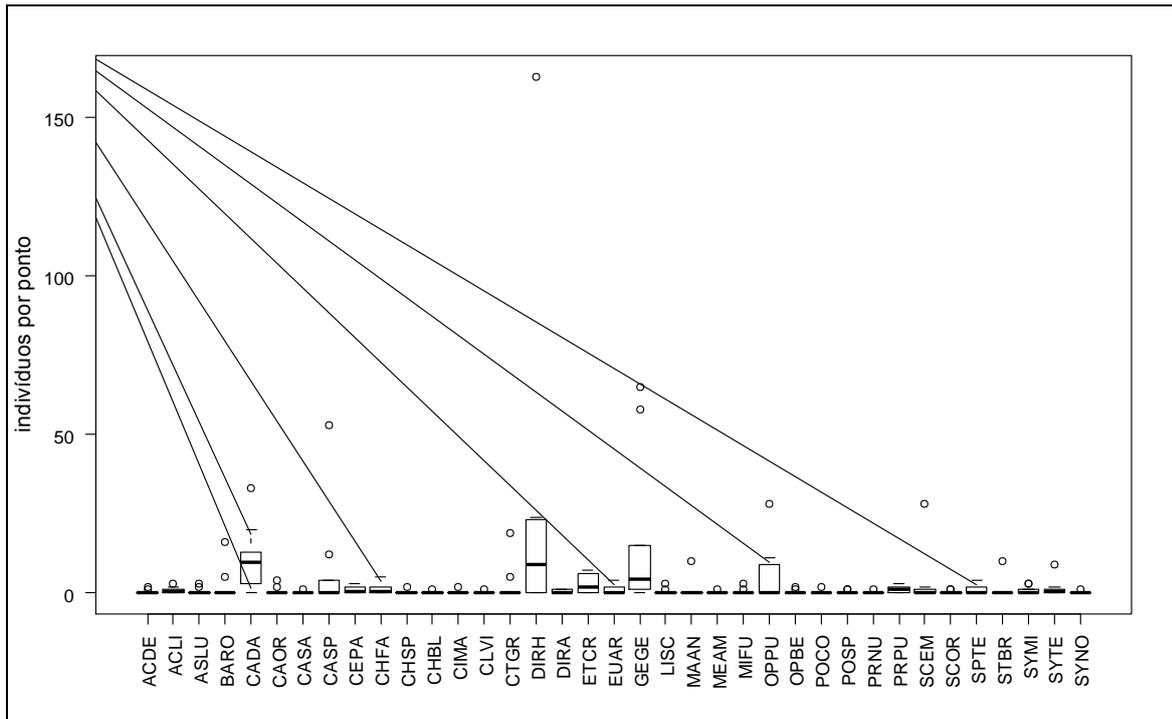


Figura 4.2.2.1-1: Variabilidade das espécies por ponto de coleta em relação ao número de indivíduos (os códigos representam as duas primeiras siglas do gênero e espécie; DIRH= *Diapterus rhombeus*)

A abundância média das espécies não apresentou correlação com o número de pontos em que elas ocorreram, como já citado, *Diapterus rhombeus* (carapeba) foi a espécie mais abundante, porém, *Callinectes danae* (siri) e *Genidens genidens* (bagre) foram as mais frequentes. Estas duas espécies são importantes recursos para a pesca realizada no estuário (SEVERINO-RODRIGUES *et al.*, 2001).

Em relação à área varrida foi verificado que o Ponto 3 apresenta um menor número de indivíduos porém com maior biomassa, fato que não se repete nos demais. O Ponto 10 (localizado no Largo de Santa Rita, ADA) apresentou o maior número de indivíduos e biomassa por m<sup>2</sup> e os Pontos 6 e 7 os menores índices (Figura 4.2.2.1-2).

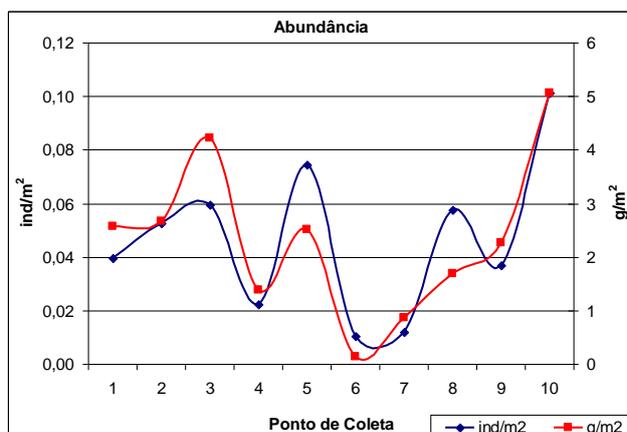


Figura 4.2.2.1-2: Número de indivíduos e biomassa em relação à área varrida, por ponto de coleta

O Ponto 7 apresentou os mais elevados índices de riqueza e diversidade e o Ponto 8 os menores índices (Tabela 4.2.2.1-5). Quanto a equitatividade o Ponto 6 apresentou o maior índice e em contrapartida no Ponto 8 o maior índice de dominância.

A dominância apresentada no Ponto 8 tem relação direta com a presença massiva de indivíduos de *Genidens genidens* (bagre), representando 78% do capturado neste local. O Ponto 3 apresenta a segunda maior dominância também relacionado a presença de *Genidens genidens* somada à de *Diapterus rhombeus* (carapeba-branca). Especificamente nos Pontos 9 e 10 (Largo de Santa Rita, ADA) reporta-se diversidade elevada e baixa dominância, que entretanto está mais relacionado a um menor número de indivíduos, muito provavelmente em função da menor profundidade desses locais. Esses locais representam importante fração das espécies registradas neste diagnóstico, tendo valores elevados, respectivamente, 12 e 15 espécies.

**Tabela 4.2.2.1-5: Índices de riqueza de Margalef (D), diversidade de Shannon-Wiener (H), equitatividade de Pielou (J) e dominância por ponto de coleta.**

Índice	Ponto de Coleta									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
D	3,186	2,104	1,922	2,452	2,201	2,339	3,456	1,621	2,873	2,471
H	2,099	1,651	1,244	1,970	1,515	1,778	2,327	0,935	1,786	1,670
J	0,775	0,717	0,540	0,822	0,632	0,914	0,882	0,449	0,719	0,617
Dominância	0,225	0,283	0,460	0,178	0,368	0,086	0,118	0,551	0,281	0,383

Os organismos capturados, em sua maioria, foram juvenis ou subadultos, que utilizam o estuário na fase de crescimento (criação) ou alimentação. Nenhuma das espécies capturadas se enquadraram como raras ou endêmicas. As migrações entre o estuário e a região costeira são parte comum do ciclo de vida dessas espécies. A dinâmica das espécies no ambiente estuarino deverá ser acompanhada em monitoramento ambiental específico. Schmidt *et al.* (2008) identificaram as mesmas espécies de Ariidae (bagres) no estuário na parte de São Vicente, porém a estrutura populacional mostrou-se distinta da apresentada neste diagnóstico, tendo como espécie principal *Cathorops spixii*, que parece ser restringida pela salinidade segundo Mishima & Tanji (1983). Schmidt *et al.* (2008) também citam que o predomínio de juvenis de *C. spixii*, *G. genidens*, *A. luniscutis* e *G. barbatus* indica que o estuário é área de crescimento.

Das espécies com importância comercial, destacaram-se neste diagnóstico a presença de corvina (*Micropogonias furnieri*), pescada-foguete (*Macorodon ancylodon*), robalo-peba (*Centropomus parallelus*), siri-azul (*Callinectes danae*) e camarão-branco (*Litopenaeus schmitti*). Além dessas, outras presentes são consumidas pela população local como subsistência, no caso os bagres e a carapeba.

Na Tabela 4.2.2.1-6 são mostradas as abundâncias relativas e riqueza de espécies de peixes por ponto amostrado nas ADA e AID. Nota-se que *Diapterus rhombeus* foi dominante nos pontos amostrados na ADA, como já enfatizado anteriormente.

Tabela 4.2.2.1-6: Abundância relativa e riqueza de espécies de peixes capturadas no presente diagnóstico em cada ponto amostrado na ADA e AID.

Espécie	nome vulgar	AID								ADA				Ab. Abs.	Ab. Rel. (%)	
		P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	P9	P10	P11	P12			
<i>Citharichthys macrops</i>	Linguado										0,7			2	0,3	
<i>Achirus declivis</i>	Linguado			1,0				5,7						3	0,4	
<i>Achirus lineatus</i>	Linguado	1,4	2,6				33,3		1,4	6,8				8	1,0	
<i>Aspistor luniscutis</i>	Bagre					3,8					0,7			5	0,6	
<i>Cathorops spixii</i>	Bagre-amarelo					66,3	16,7	34,3			1,5			70	9,1	
<i>Genidens genidens</i>	Bagre	10,0	18,4	66,3	2,2	2,5	16,7		80,6	2,3	5,6			157	20,3	
<i>Sciades emphysetus</i>	Bagre			1,0		2,5				0,0	10,4			31	4,0	
<i>Opsanus beta</i>	Mamangá	1,4								4,5				3	0,4	
<i>Centropomus parallelus</i>	Robalo				4,3	1,3		8,6		2,3	1,1			10	1,3	
<i>Chirocentron bleekermanus</i>	Manjuba							2,9						1	0,1	
<i>Symphurus tessellatus</i>	Linguado	1,4				11,3	16,7	5,7			0,4			14	1,8	
<i>Chaetodipterus faber</i>	Paru	1,4			10,9	2,5			2,8		1,1			13	1,7	
<i>Diapterus rhombeus</i>	Carapeba	20,0	34,2	23,5	10,9				11,4	54,5	60,6			246	31,8	
<i>Eucinostomus argenteus</i>	Carapicu		5,3						5,7		9,1		100,0	60,0	21	2,7
<i>Pomadasys corvinaeformis</i>	Corcoroca								2,8					2	0,3	
<i>Syacium micrurum</i>	Linguado	4,3	2,6							6,8				7	0,9	
<i>Etropus crossotus</i>	Linguado	5,7		1,0	4,3	8,8		5,7	8,3		2,2			28	3,6	
<i>Bairdiella ronchus</i>	Corcoroca				34,8			14,3						21	2,7	
<i>Ctenosciaena gracilicirrhus</i>	Cangoá			5,1							7,1			24	3,1	
<i>Macrodon ancylodon</i>	Pescada-foguete										3,7			10	1,3	
<i>Menticirrhus americanus</i>	Betara				2,2									1	0,1	
<i>Micropogonias furnieri</i>	Corvina	4,3							1,4					4	0,5	
<i>Ophioscion punctatissimus</i>	Cangoá	40,0	23,7	0,0	23,9	1,3								49	6,3	
<i>Stellifer brasiliensis</i>	Cangoá										3,7			10	1,3	
<i>Scorpaena spp.</i>	Mangangá	1,4	2,6											2	0,3	
<i>Diplectrum radiale</i>	Michole-de-areia			1,0				2,9		2,3				3	0,4	
<i>Synodus sp.</i>	Peixe-lagarto						16,7							1	0,1	
<i>Chilomycterus spinosus</i>	Baiacu									4,5				2	0,3	
<i>Sphoeroides testudineus</i>	Baiacú mirim	5,7	10,5		4,3					4,5				12	1,6	
<i>Prionotus nudigula</i>	Cabrinha									2,3				1	0,1	
<i>Prionotus punctatus</i>	Cabrinha	2,9		1,0	2,2			2,9	2,8		1,1			10	1,3	
<i>Selene vomer</i>	Galo-de-penacho												40,0	2	0,3	
Abundância absoluta		70	38	98	46	80	6	35	72	44	269	10	5	773	100,0	
Riqueza		13	8	8	10	9	5	11	7	11	14	1	2	32		

## Carcinofauna

A carcinofauna do estuário de Santos é composta por uma grande diversidade de espécies, contudo, a maioria dos estudos existentes deu maior atenção às espécies de interesse comercial, devido a sua importância no contexto econômico-social.

Neste contexto podemos citar os trabalhos realizados por PITA *et al.* (1985a; 1985b) que avaliaram as comunidades de siris do estuário de Santos. Neste, foram identificadas quatro espécies do gênero *Callinectes* tendo como principal representante o siri-azul (*Callinectes danae*) sendo numericamente dominantes em relação aos demais. O estuário foi caracterizado como um ambiente preferencial para fêmeas imaturas e machos adultos, e o fato de não serem amostradas fêmeas ovadas no estuário parecem estar relacionado com padrões biológicos do gênero realizando migrações das fêmeas maduras para águas mais salinas.

Quanto a pesca de siris no estuário SEVERINO-RODRIGUES *et al.* (2001) destacam a importância desta atividade movimentando uma grande quantidade de canoas. Sua prática é realizada com espinhel, gancho e puçá e o principal recurso capturado é o siri-azul (*Callinectes danae*), ocorrendo em 96% dos desembarques avaliados. As demais espécies registradas foram *Callinectes sapidus*, *Callinectes bocourti* e *Callinectes exasperatus*.

No período de 1987 a 1994 a pesca destes siris demonstrou tendência de queda, fator este atribuído principalmente a provável diminuição da capacidade de suporte do ambiente, já que a pesca sob indivíduos pequenos não é realizada, e fêmeas ovígeras não são encontradas dentro do estuário.

Outro recurso pesqueiro existente no estuário é o camarão-branco (*Litopenaeus schmitti*) sendo amplamente capturado por embarcações artesanais dentro do estuário utilizando o método de gerival e pela pesca desembarcada com a utilização de tarrafa. SANTOS *et al.* (2008) avaliaram a captura destas espécies dentro e fora do estuário, onde a mesma é explorada por embarcações de arrasto de portas de pequeno porte.

No estudo foi verificado que o estuário é utilizado por indivíduos com comprimentos pequenos, sendo a maioria dos espécimes composto por jovens imaturos, caracterizando o ambiente como área de criação. A espécie é um importante recurso para a pesca artesanal local, que captura principalmente os indivíduos vivos, destinado a venda a pesca esportiva que o utilizam nas pescarias. Este tipo de comercialização é muito praticado movimentando uma importante cadeia produtiva.

Além destes estudos, no relatório referente ao Programa de Controle de Poluição da CETESB (2001) é registrada a presença de camarão (*Penaeus sp.*), caranguejo (*Ucides cordatus*) e siri (*Callinectes sapidus*) em diferentes pontos dentro do estuário de Santos. Os trabalhos foram realizados a partir de fevereiro de 1999 computando 161 amostras entre peixes, crustáceos e moluscos.

No estudo realizado no contexto do Estudo de Impacto Ambiental para implantação do terminal portuário da BTP (Brasil Terminais Portuários) (MKR; BTP, 2008) foram avaliadas as espécies existentes no estuário com a realização de coletas em três pontos com a utilização de uma embarcação de arrasto e a colocação de redes de emalhe. A carcinofauna registrada foi *C. danae*, *C. ornatus* e *Hepatus pudibundus*, representado o segundo grupo em número de indivíduos (11,1%).

as espécies *C. danae* teve a maior representação numérica com 16 indivíduos, seguido de *C. ornatus* (6) e *Hepatus pudibundus* (3).

No EIA de aprofundamento do Canal de Santos (Fundação Ricardo Franco, 2008), as amostragens da fauna bentônica-demersal na porção interna do estuário (AID) foram realizadas em março de 2007, em embarcação própria para pesca de camarão. Os arrastos tiveram a duração de dez (10) minutos cada em diversas regiões do estuário, AID do empreendimento em questão, sendo elas: Ilha das Palmas, Santa Cruz dos Navegantes, Terminal de Containers e confluência do Canal do Estuário de Santos com o Canal de Bertioaga; Largo do Candinho, Monte Cabirão, Largo de Santa Rita (ADA) e confluência do Canal do Estuário de Santos com o Canal de Piaçaguera, e Ilha Pompeba e Foz do Rio Mariana.

Os crustáceos responderam por nove (09) espécies com um total de trezentos e trinta e nove (339) exemplares (3,30% do total) e biomassa de 7658 g (24,8% do total). As duas espécies de siris do gênero *Callinectes* representaram 77,3% do número total e 94,0% do grupo. Além dessas, ocorreram o “siri-praga” *Portunus spinimanus* (0,37 % em peso), o “siri-baú” *Hepatus pudibundus* (0,4% em peso), o siri-candeia *Menippe nodifrons* (0,1% em peso), o camarão-branco *Litopenaeus schmitti* (10,3% em número no grupo e menos de 0,1% da biomassa total) e o camarão-sete-barbas *Xiphopenaeus kroyeri* (respectivamente, 8,6% e menos de 0,1%).

Em fevereiro de 2002, a FUNDESPA realizou coletas para identificação da ictiofauna e de toda a fauna acompanhante nas áreas do estuário de Santos-Cubatão (FUNDESPA, 2002). Os crustáceos foram os organismos mais abundantes (55%), seguidos dos peixes (44%). Em termos de massa, peixes e crustáceos apresentaram a mesma proporção (42%, cada um deles), seguidos dos moluscos (16%).

As espécies camarão sete-barbas (*Xiphopenaeus kroyeri*), o siri *Callinectes* e o peixe maria-luiza (*Paralonchurus brasiliensis*) foram as mais abundantes e compuseram 82%. O camarão sete-barbas, o caramujo *Olivancillaria urceus*, o siri *Callinectes* e o peixe maria-luiza apresentaram a maior captura em massa, somando cumulativamente 50%. Houve variações da captura (gramas) das espécies entre as subáreas amostradas, mas destacou-se a recorrência e a importância do camarão sete-barbas, do siri (*Callinectes*) e do peixe maria-luiza (FUNDESPA, 2002).

Um total de pelo menos 17 espécies de caranguejos e siris e 3 de camarões têm ocorrência reconhecida ao longo de todo o manguezal de Santos-Cubatão (AID e AII), sendo que destas espécies algumas estão ameaçadas ou provavelmente ameaçadas de extinção (FUNDESPA, 2001; CPEA, 2006). O caranguejo-uçá *Ucides cordatus* sofre a maior perseguição durante todo o ano, sendo a situação notadamente preocupante entre os meses de novembro e março, quando estão reproduzindo, e são capturados para o consumo humano. Já os caranguejos *Aratus pisonii*, *Goniopsis cruentata*, *Sesarma rectum*, *Uca thayeri* e *Eurytium limosum* são espécies de pequeno porte, e encontram-se ameaçadas devido à destruição de seu habitat, os manguezais. As três espécies de camarões são: o camarão-rosa *Penaeus brasiliensis*, o camarão-branco *Penaeus schmitti* e o camarão-sete-barbas *Xiphopenaeus kroyeri*.

Todas estas espécies são de extrema importância para o ciclo biológico da região estuarina, servindo fonte de alimento para diversos grupos faunísticos dentre eles as aves aquáticas,

principalmente, garças e socós, tanto para a alimentação dos filhotes como adultos. Além disso, possuem também importância para a pesca artesanal, sendo comumente capturados para o consumo humano de populações tradicionais.

A Tabela 4.2.2.1-7 a seguir exibe uma relação de organismos encontrados na área amostrada e fornece os dados preliminares sobre a composição da fauna de crustáceos local. (FUNDESPA, 2002)

**Tabela 4.2.2.1-7: Espécies de siris, caranguejos e camarões da Área de Influência Direta. Fonte: FUNDESPA (2002)**

FAMILIA	ESPÉCIE	NOME COMUM	STATUS
Goneplacidae			
	<i>Cyrtoplax spinidentata</i>	Caranguejo	NA*
Gecarcinidae			
	<i>Cardisoma guanbumi</i>	Guaiamu	NA*
Portunidae			
	<i>Callinectes danae</i>	Siri	NA*
	<i>Callinectes sapidus</i>	Siri	NA*
	<i>Portunus spinimanus</i>	Siri-candeia	NA*
Xanthidae			
	<i>Eurytium limosum</i>	Caranguejo	NA*
Grapsidae			
	<i>Goniopsis cruentata</i>	Maria-mulata	NA*
	<i>Aratus pisonii</i>	Marinheiro	NA*
	<i>Chasmagnathus granulata</i>	Caranguejo	NA*
	<i>Metasesarma rubripes</i>	Caranguejo	NA*
	<i>Sesarma rectum</i>	Caranguejo	NA*
Ocypodidae			
	<i>Uca leptodactyla</i>	Chama-maré	NA*
	<i>Uca maracoani</i>	Chama-maré	NA*
	<i>Uca rapax</i>	Chama-maré	NA*
	<i>Uca thayeri</i>	Chama-maré	NA*
	<i>Uca uruguayensis</i>	Chama-maré	NA*
	<i>Ucides cordatus</i>	Caranguejo-uça	A
Penaeidae			
	<i>Penaeus brasiliensis</i>	Camarão-rosa	NA*
	<i>Penaeus schimitti</i>	Camarão-branco	NA*
	<i>Xiphopenaeus kroyeri</i>	Camarão-sete-barbas	NA**

A – ameaçado

NA – não ameaçado

\* Não consta na lista de espécies ameaçadas anexa à Instrução Normativa 005, de 21 de maio de 2004, nem em posteriores alterações realizadas através da Instrução Normativa MMA 52, de 8 de novembro de 2005

\*\* Espécies de pescada de interesse econômico

Dada a importância dos crustáceos no estuário e a utilização deste como área de crescimento e alimentação, foi feito um estudo específico sobre os camarões que habitam o estuário de Santos, cujos resultados estão apresentados a seguir.

Foram coletados 3.627 indivíduos, 62% amostrados com a utilização de *beam trawl* e 38% com gerival. Os dois aparelhos de coleta capturaram além de indivíduos focos do estudo (camarão-branco) outras espécies de peixes e crustáceos (Tabela 4.2.2.1-8). A tarrafa não alcançou o objetivo esperado nas capturas sendo descartadas nas análises.

**Tabela 4.2.2.1-8: Número de indivíduos por ponto de coleta e aparelho de pesca amostrados durante as três campanhas.**

Aparelho de Pesca	Grupo 1	Grupo 2	Táxon	Ponto de Coleta												Total	
				1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12		
beam trawl	Crustáceos	Brachyura	<i>Caranguejos e siris</i>	51	45								22	23	39	180	
		Caridae	<i>Caridae (sp1)</i>	9	1									95	6	21	132
		Caridae	<i>Caridae (sp2)</i>												3	8	11
		Caridae	<i>Caridae (sp3)</i>		15									74	62	43	194
		Caridae	<i>Caridae (sp4)</i>	2										29	36	7	74
		Caridae	<i>Caridae (sp5)</i>	2													2
		Mysidacea	<i>Misidaceo</i>	35	5									32	11	38	121
		Penacidae	<i>Farfantepenaeus sp</i>	10	27									18	10	22	87
		Penacidae	<i>Litopenaeus schmitti</i>	14	11									285	67	220	829
				4	3												
	Penacidae	<i>Peneidae (pós-larva)</i>											4	2	104	110	
	Portunidae	<i>Callinectes danae</i>	3													3	
	Peixes	Osteichthyes	<i>Osteichthyes (peixes)</i>	3	20								362	43	75	503	
Syngnathidae		<i>Hippocampus reidi</i>													1	1	
Tetraodontidae		<i>Chilomycterus spinosus</i>	1													1	
Total Beam trawl				26	22								921	26	578	2247	
				0	6									3			
Gerival	Crustáceos	Penacidae	<i>Litopenaeus schmitti</i>	29		8	1	57	12	6		11	317	4		1341	
				5				3	6								
		Penacidae	<i>Rimapenaeus constrictus</i>				1										1
	Portunidae	<i>Callinectes danae</i>										1				1	
	Peixes	Achiridae	<i>Achirus lineatus</i>								1						1
		Ariidae	<i>Genidens genidens</i>			1											1
		Carangidae	<i>Chloroscombrus chrysurus</i>										1				1
		Centropomidae	<i>Centropomus parallelus</i>	1				1		1		10					13
		Clupeidae	<i>Harengula clupeola</i>										1				1
		Gerreidae	<i>Eucinostomus argenteus</i>								1						1
		Gerreidae	<i>Eucinostomus melanopterus</i>								1	2					3
		Paralichthyidae	<i>Syacium micrurum</i>				1										1
		Pristigasteridae	<i>Pellona harroweri</i>	1				1									2
		Sciaenidae	<i>Bairdiella ronchus</i>	5													5
		Sciaenidae	<i>Isopisthus parvipinnis</i>	1													1
		Sciaenidae	<i>Larimus breviceps</i>	1													1
		Sciaenidae	<i>Ophioscion punctatissimus</i>				1										1
		Sciaenidae	<i>Stellifer stellifer</i>	1													1
		Serranidae	<i>Diplectrum radiale</i>				2										2
		Tetraodontidae	<i>Lagocephalus laevigatus</i>						1								1
Total Gerival				30		11	4	57	12	8	2	23	320	4		1379	
				5				6	6								
Total Geral				56	22	11	4	57	12	8	2	23	1241	26	578	3627	
				5	6			6	6					7			

A identificação taxonômica do camarão-branco (*Litopenaeus schmitti*) quando em fase pós-larva apresenta grande dificuldade, o mesmo se assemelha muito ao gênero *Farfantepenaeus* (camarões-rosa) que apesar de serem encontrados em menor quantidade no ambiente estuarino em estudo ainda se fazem presentes. A fim de evitar equívocos principalmente nos indivíduos classificados como

Peneídeos (pós-larva) da Tabela 4.2.2.1-8, a avaliação do camarão-branco teve como base todos os Peneídeos amostrados com *beam trawl* e os espécimes de camarão-branco (*Litopenaeus schmitti*) amostrados com gerival, encontrados durante as três campanhas realizadas.

Considerando o total das três campanhas, o maior número de indivíduos foi amostrado no ponto 10 (624) seguido pelos pontos 5 (573), 1 (449) e 12 (346). Estes quatro pontos foram responsáveis por 84% do total dos indivíduos capturados com os dois aparelhos de coleta, porém deve-se levar em consideração que apenas nos pontos 1, 2, 10, 11 e 12 foram realizadas amostragens com *beam-trawl* (Tabela 4.2.2.1-9).

Avaliando apenas as capturas com gerival os pontos com maior amostragem foram o 1, 5 e 10, representando 88%. Apesar do número baixo de campanhas pressupõe-se que a principal entrada do camarão-branco no estuário seria o canal de acesso principal ao porto de Santos (Ponto 5) com distribuição destes indivíduos até a área conhecida como Largo do Canéu (Ponto 10). Outra entrada do camarão-branco seria via Canal de Bertiooga (Ponto 1) e outra pelo Mar Pequeno em São Vicente (Ponto 6).

Segundo autores que avaliaram a pesca do camarão-branco no estuário, os meses de maio, junho e julho (período das coletas) são pouco produtivos para captura desta espécie, sendo a safra, ou seja, a época onde há a maior abundância do camarão-branco, entre os meses de dezembro a janeiro. No período amostrado restariam apenas alguns remanescentes que não migraram para desovar no ambiente costeiro.

A redução no número de indivíduos capturados ao longo das campanhas também reflete tal fato, no mês de maio (campanha 1) foram capturados 1.011 indivíduos, já na campanha de julho (3) apenas 121.

No caso das amostragens de pós-larva com *beam trawl*, os principais pontos de coleta foram o 10 (Largo do Canéu) (307 indivíduos) e o 12 (Largo de Santa Rita, ADA) (346 indivíduos) representando 63% do total amostrado, os pontos 1 e 2 (Canal de Bertiooga) representaram 28% e o ponto 11 apenas 7%.

**Tabela 4.2.2.1-9: Número de indivíduos de camarões peneídeos por campanha, ponto de coleta e aparelhos de captura**

Campanha	Ponto	Aparelho de Coleta		Total geral
		beam trawl	gerival	
1	1	55	177	232
	2	19	0	19
	3	0	2	2
	5	0	561	561
	6	0	94	94
	7	0	1	1
	9	0	11	11
	10	109	162	271
	11	34	3	37
	12	163	0	163
Total Campanha 1		380	1011	1391
2	1	51	39	90
	2	65	0	65
	3	0	1	1
	4	0	1	1
	5	0	12	12
	6	0	11	11
	7	0	1	1
	10	88	143	231
	11	16	1	17
	12	46	0	46
Total Campanha 2		266	209	475
3	1	48	79	127
	2	56	0	56
	3	0	5	5
	6	0	21	21
	7	0	4	4
	10	110	12	122
	11	29	0	29
	12	137	0	137
Total Campanha 3		380	121	501
Total geral		1026	1341	2367

Não foi verificada relação entre a quantidade de pós-larva capturada e os meses de coleta ficando os três períodos muito próximos (campanha 1-37%; campanha 2-26% e campanha 3-37%). Espera-se que ao longo das campanhas esta quantidade aumente, considerando a entrada de pós-larva no estuário proveniente do ambiente costeiro.

Considerando a área varrida a maior abundancia foi verificada nos pontos 1, 5 e 10 para o gerival e 10 e 12 para o *beam trawl* (Figura 4.2.2.1-3), corroborando os resultados anteriores.

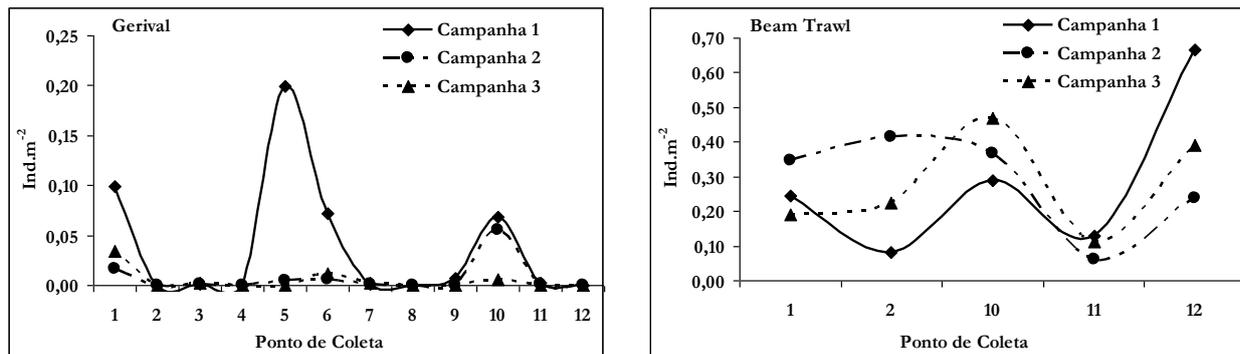


Figura 4.2.2.1-3: Número de indivíduos capturados por aparelho de coleta em relação à área varrida.

Pelas análises realizadas, pode-se verificar que a distribuição dos peneídeos, em especial o camarão-branco, não apresenta um padrão uniforme por todo o estuário (dominância=41%), seja em sua fase jovem ou pós-larva. Sendo que, a entrada do porto de Santos (Ponto 5), o Canal de Bertiooga (Ponto 1) e o Largo do Canéu (Ponto 10) revelaram ser as áreas mais importantes para o camarão em sua fase jovem, e o Largo de Santa Rita, especificamente no Ponto 12 (ADA), e o Largo do Canéu na fase pós-larva. Porém, pela característica estuarino-dependente da espécie, que utiliza este ambiente como área de alimentação e crescimento desde a fase de pós-larva até juvenil (DURA, 1985), para uma correta avaliação faz-se necessário o acompanhamento desta espécie durante todo o seu ciclo no estuário.

Por fim, esta espécie está presente na Instrução Normativa MMA n.5 de 21 de maio de 2004 como sobrexplotadas ou ameaçadas de sobrexplotação e essa mesma legislação impõe a necessidade de desenvolvimento de planos de gestão, visando à recuperação dos estoques e da sustentabilidade da pesca, sem prejuízo do aprimoramento das medidas de ordenamento existentes. Cabe ressaltar que nas amostragens feitas para coleta de ictiofauna demersal foram obtidas duas espécies de crustáceos (*Callinectes sapidus* – siri-azul e o já comentado *Litopenaeus schmitti* – camarão-branco) registradas na lista nacional das espécies sobrexplotadas ou ameaçadas de sobrexplotação (IN n.5, 21 de maio de 2004). Esses resultados são mostrados na Tabela 4.2.2.1-10.

Tabela 4.2.2.1-10: Abundância absoluta de Crustacea por ponto de coleta amostrados com a ictiofauna demersal.

Grupo	Família	Espécie	Nome Vulgar	Ponto de Coleta												
				1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
crustáceo	Paguridae	<i>Clibanarius vittatus</i>	Paguro	1												
crustáceo	Penaeidae	<i>Litopenaeus schmitti</i>	Camarão-branco								1	3				
crustáceo	Portunidae	<i>Callinectes danae</i>	Siri-azul	10	33	9	13	13	3	5		2	20	1	1	
crustáceo	Portunidae	<i>Callinectes ornatus</i>	Siri-azul						4	2						
crustáceo	Portunidae	<i>Callinectes sapidus</i>	Siri		1											
crustáceo	Portunidae	<i>Portunus spinimanus</i>	Siri-candeia			1		1								

### Malacofauna e fauna ictio/demersal

Durante o EIA da CODESP (Fundação Ricardo Franco, 2008), foram feitos levantamentos da malacofauna do estuário de Santos, cujos resultados são apresentados a seguir. Dentre os moluscos

do estuário de Santos, destaca-se tanto numericamente quanto em peso, o mexilhão-estuarino *Mytella falcata*, descrita também como *M. charruana*. Entretanto, segundo avaliação realizada entre os entrevistados e face também as observações da equipe de campo, esta espécie (agregada em bancos no fundo do estuário) e a congênera *M. guyanensis* parecem ser oportunistas, ampliando suas populações em função direta das ações antrópicas, como a supressão de manguezais que acelera o assoreamento e a conseqüente redução da profundidade das áreas mais internas do estuário. Registraram-se também a lambreta *Lucina pectinata* e a lula *Loliguncula brevis*, ambas somadas não atingiram 0,15% da biomassa total.

Especificamente no Largo de Santa Rita, onde se localiza a área diretamente afetada (ADA) pelo empreendimento em questão, existem expressivas formações de bancos de mexilhões, compostas basicamente por uma única espécie, identificada como *Mytella charruana* (Orbigny, 1842). O termo mexilhão é comumente utilizado na denominação de diferentes espécies da família Mytilidae, sendo mais aplicado àquelas que, pelo sabor e conteúdo de carne, são utilizadas na alimentação humana, constituindo fonte de proteína animal de baixo custo e de alto valor nutricional (Marques, 1998).

As espécies de mitilídeos estuarinos de interesse comercial que ocorrem no Brasil são: *Mytella falcata* (d'Orbigny, 1846) descrita originalmente como *M. charruana*, popularmente conhecida como sururu ou bacucu, e *M. guyanensis* (Lamarck, 1819), conhecida como bico de ouro. A *Mytella charruana* distribui-se nos estuários da costa do Atlântico desde a Venezuela até a Argentina (Rios, 1994).

Essas populações de mexilhões se estabelecem em bancos de sedimento lodoso que favorecem a colonização de diversas espécies, sendo observável sucessão ecológica e o surgimento de pequenos bosques colonizados por vegetação de mangue. Além da flora, temos também importantes feições para a fauna, como as populações de mexilhões, *Mytella guyanensis* e *Mytella charruana*, e fauna associada que colonizam essas áreas tornando essas formações ambientes produtivos e que suportam uma grande variedade de espécies que se utilizam de seus recursos e como substrato. Esses animais promovem a ligação entre a produção primária do ambiente, fundamentada na produtividade local dos organismos fitoplanctônicos, e os organismos consumidores.

Nos bancos de sedimento, além dos mexilhões, são observados algas, organismos bentônicos como poliquetas, crustáceos e outros organismos que encontram refúgio e alimento na estrutura formada pelo sedimento em associação com os mexilhões. Muitos bandos de aves utilizam essas áreas como zona de descanso e para obtenção de alimento, sendo freqüente durante a maré baixa a observação de grupos engajados nessas atividades.

Além da importância ecológica dessas áreas, para as comunidades ribeirinhas que vivem próximas aos manguezais, os moluscos representam um dos grupos de maior relevância econômica. A coleta desses animais pode constituir-se na principal fonte de renda das famílias envolvidas, ou complementar a renda oriunda de atividades assalariadas (Nishida *et al.*, 2004). Ainda segundo esses autores, a prática utilizada para a obtenção dos moluscos é extrativista, estendendo-se geralmente durante o ano todo, não havendo regulamentação institucional-legal ou mesmo instituição normativa por parte dos órgãos ambientais estaduais e/ou municipais para a sua captura.

A exploração dos bancos de mexilhões do interior do estuário de Santos é pouco documentada. A dinâmica de comercialização é muito mais bem documentada e formalizada para a espécie *Perna perna*, que ocorre em costões rochosos e é amplamente explorada por comunidades do Guarujá, Santos, São Vicente e Praia Grande (Silva et al., 2009)

Pela grande importância relacionada tanto aos aspectos ecológicos quanto à questão sócio-econômica e ainda pela ausência de dados sobre os referidos assuntos, a produtividade desses bancos de sedimentos foi estudada. Esta pesquisa deverá subsidiar a avaliação dos impactos da implantação do terminal portuário já que a área onde se estabeleceram esses bancos de “sururus” será dragada para a implantação do empreendimento. Dessa forma, faz-se necessário investigar e avaliar a importância desses bancos e os efeitos de sua supressão sobre as populações em escala local e regional já que esses bancos são bastante relevantes no contexto do litoral paulista (David, 2007).

O levantamento de dados primários visou identificar e mensurar os bancos de sedimento e, através de estimativas da produção da população de mexilhões, calcular a produtividade local, avaliando sua importância no que tange as questões sociais e de cunho ambiental e ecológico da região.

Foram capturadas nove espécies de Mollusca em oito pontos amostrados na ADA e AID do futuro Terminal Portuário BRITES (Tabela 4.2.2.1-11). O maior número de espécies ocorreu em P7 (AID, próximo à base aérea), totalizando 4 taxa. *Mytella falcata* ocorreu apenas em P2 (AID, próximo ao canal de São Vicente). Cabe ressaltar que esse tipo de amostragem foi específico para fauna demersal, não contemplando a obtenção de organismos que vivem enterrados no fundo, como é o caso de muitos bivalves.

**Tabela 4.2.2.1-11: Lista de espécies e abundância absoluta de Mollusca capturados com a ictiofauna demersal em oito pontos amostrados no estuário de Santos, AID e ADA.**

Grupo Taxonômico	Espécie	AID						ADA	
		P2	P3	P4	P6	P7	P8	P9	P10
Molusco (lula)	<i>Loligo plei</i>								1
Molusco (lula)	<i>Loliguncula brevis</i>					1			
Molusco (Bivalvia)	<i>Mytella falcata</i>	1							
Molusco (Gastropoda)	<i>Stramonita haemostoma</i>							1	
Molusco (Bivalvia)	<i>Tellina trinitatis</i>					1			
Molusco (Bivalvia)	<i>Anadara chemnitzii</i>					1			
Molusco (Bivalvia)	<i>Cooperella atlantica</i>				1	1			
Molusco (Gastropoda)	<i>Cymatium muricunum</i>							1	
Molusco (Gastropoda)	<i>Murix chrysostoma</i>		1						
Urochordata	<i>Ascidea</i>						1	1	
Cnidaria	<i>Renilla</i> sp			1	1	1	1	1	1

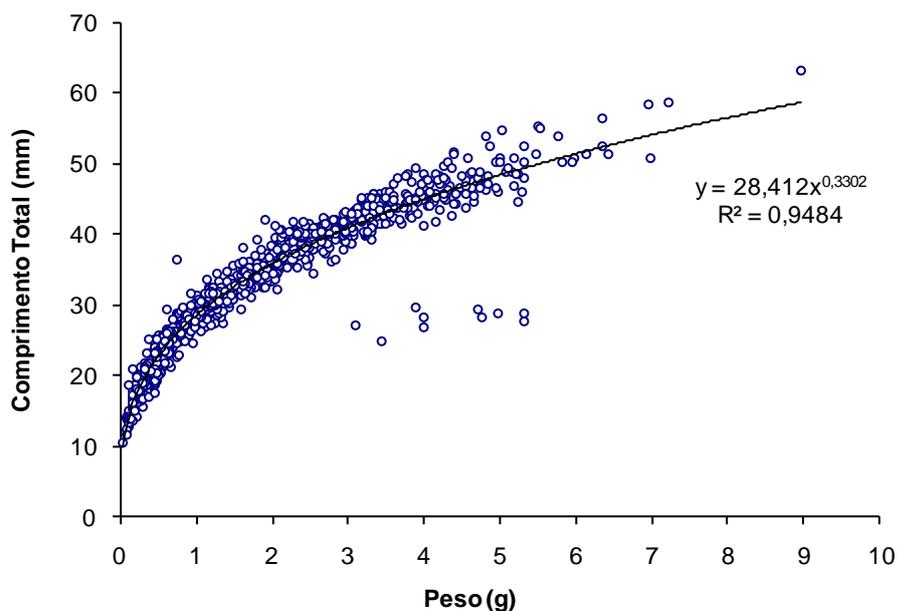
### **Produtividade dos Bancos de *Mytella charruana* (Orbigny, 1842) do Largo de Santa Rita (ADA)**

A área total de 18 bancos de sedimento colonizados por sururu foi de 136.934 m<sup>2</sup>. A obtenção desse valor se deu através das somas das áreas calculadas para cada banco. A Tabela 4.2.2.1-12 apresenta as áreas individuais de cada banco medidos no presente EIA e a porcentagem de contribuição para a soma total da área dos bancos.

Foi coletado um total de 4535 indivíduos, sendo medidos 1014 indivíduos no total. Os dados obtidos com a biometria foram agrupados gerando uma curva de crescimento (Figura 4.2.2.1-4) que descreve a relação entre os parâmetros de comprimento total (CT) em relação ao peso (P).

**Tabela 4.2.2.1-12: Área exposta de cada banco durante a maré baixa de sizígia e contribuição individual de cada banco para a soma total das áreas.**

NOME_BANCO	AREA m <sup>2</sup>	% ÁREA
B-1	82,050	0,060
B-2	91,820	0,067
B-3	3,240	0,002
B-4	77,350	0,056
B-5	13501,700	9,860
B-6	107,550	0,079
B-7	104964,550	76,654
B-8	58,370	0,043
B-9	14,080	0,010
B-10	25,820	0,019
B-11	16,720	0,012
B-12	17,020	0,012
B-13	18,740	0,014
B-14	24,640	0,018
B-15	159,500	0,116
B-16	12,600	0,009
B-17	69,150	0,050
B-18	17688,730	12,918
<b>Total</b>	<b>136933,630</b>	<b>100,000</b>



**Figura 4.2.2.1-4: Relação entre as variáveis peso do organismo (concha + carne) em gramas (eixo x) e comprimento da concha em mm (eixo y) de *Mytella charruana* dos bancos amostrados no Largo Santa Rita.**

Os dados se ajustam a um modelo de comportamento exponencial, havendo 94,84% de correlação entre os dados e a curva do modelo de acordo com a expressão do coeficiente de correlação -  $R^2$ . Isso significa que nas fases iniciais da vida o incremento em massa implica em um incremento de ordem exponencial em tamanho, o que sugere um crescimento acelerado nas primeiras fases da vida.

Além das características de crescimento da população, foi avaliada a distribuição de freqüência de classes de tamanho para avaliar a estrutura populacional daquele grupo, tomando-se por base o comprimento total. Para gerar um gráfico de distribuição da freqüência de classes de comprimento dos sururus coletados, foi considerado maior número de classes de tamanho. A primeira classe foi estipulada para o intervalo de 10 a 12,5 mm, sendo, portanto, o incremento de classe de 2,5 mm. A última classe de tamanho apresentada agrupou as 3 últimas classes pela reduzida quantidade de indivíduos, servindo-se de um intervalo de 55 a 65 mm. No total, foram consideradas 9 classes de tamanho.

A freqüência relativa de indivíduos foi calculada nas novas classes e verificou-se o intervalo de coincidência entre as classes antiga e nova. Dividiu-se a freqüência relativa das novas classes na quantidade de classes que corresponde ao intervalo de valores da classe inicial e aplicou-se a freqüência relativa obtida a partir desse procedimento de ajuste à freqüência absoluta da classe antiga, gerando-se uma freqüência combinada, mais exata e precisa. A distribuição de freqüências resultante de tais procedimentos é ilustrada no histograma exibido na Figura 4.2.2.1-5. Na Tabela 4.2.2.1-13, consta a faixa de comprimento das conchas por classe de tamanho.

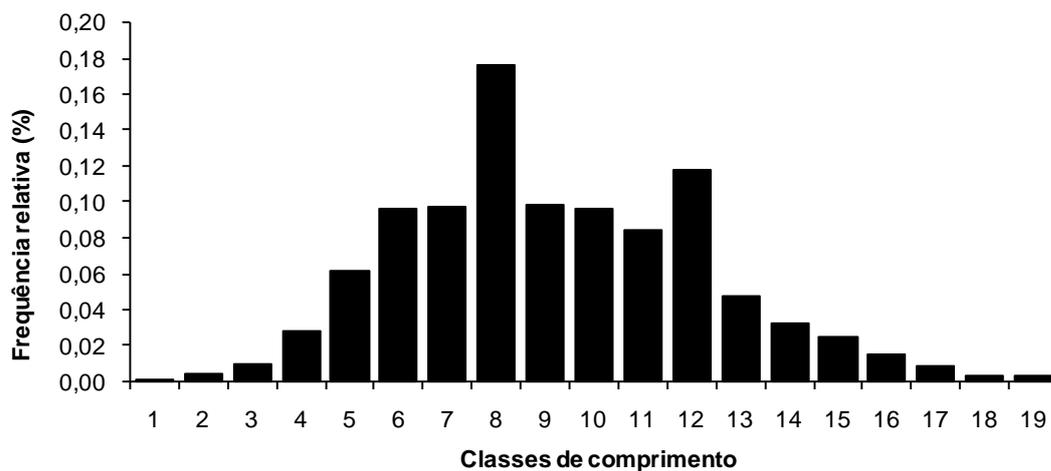


Figura 4.2.2.1-5: Histograma de distribuição das frequências de classes de comprimento das conchas na população de mariscos do largo de Santa Rita.

Legenda: tamanhos médios das classes (mediana) e médias dos tamanhos da classe.

Tabela 4.2.2.1-13: Classes de tamanho iniciais e novas; frequências absoluta (F.abs), relativa (F.rel) e combinada absoluta (F.comb abs) e relativa (F.comb rel).

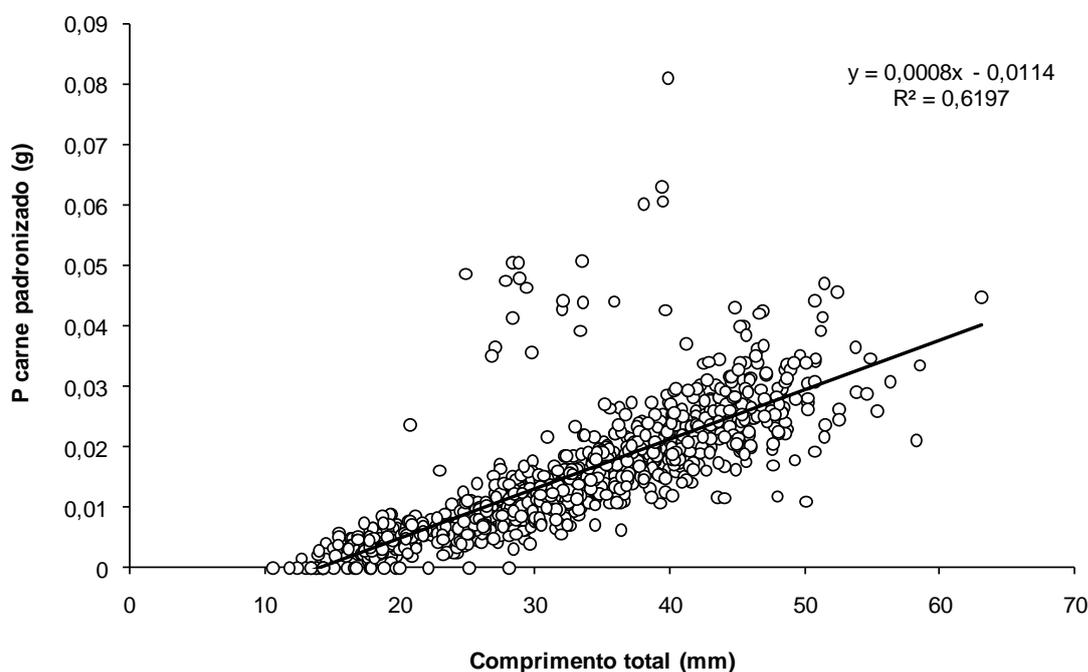
Nº de classe	Classe (mm)	F.abs (F.rel) - classes iniciais	Fabs classes derivadas	F clas deriv nas iniciais	Fcomb abs	Fcomb rel	Tamanho médio (mm)
1	10 a 12,5	Classe 1 (0 a 20 mm) – 297 indivíduos (6,5%)	3	0,0173	5,1500	0,0011	11,5500
2	12,5 a 15		16	0,0925	27,4680	0,0061	13,9300
3	15 a 17,5		38	0,2197	65,2370	0,0144	16,6200
4	17,5 a 20		116	0,6705	199,1450	0,0439	18,8800
5	20 a 22,5	Classe 2 (20 a 30 mm) – 1963 indivíduos (43,28%)	39	0,1429	280,4290	0,0618	21,1600
6	22,5 a 25		61	0,2234	438,6190	0,0967	23,8000
7	25 a 27,5		61	0,2234	438,6190	0,0967	26,3800
8	27,5 a 30		112	0,4103	805,3330	0,1776	28,8400
9	30 a 32,5	Classe 3 ((30 a 40 mm) – 1655 indivíduos (36,49%)	74	0,2467	408,2330	0,0900	31,3600
10	32,5 a 35		73	0,2433	402,7170	0,0888	33,6300
11	35 a 37,5		64	0,2133	353,0670	0,0779	36,3000
12	37,5 a 40		89	0,2967	490,9830	0,1083	38,7700
13	40 a 42,5	Classe 4 – (acima de 40 mm) – 620 indivíduos (13,67%)	96	0,3596	222,9210	0,0492	41,2000
14	42,5 a 45		64	0,2397	148,6140	0,0328	43,7300
15	45 a 47,5		49	0,1835	113,7830	0,0251	45,9700
16	47,5 a 50		30	0,1124	69,6630	0,0154	48,3700
17	50 a 52,5		17	0,0637	39,4760	0,0087	50,8800
18	52,5 a 55		6	0,0225	13,9330	0,0031	53,7400
19	55 a 65		5	0,0187	11,6100	0,0026	58,3700

O histograma revela a prevalência de indivíduos com tamanho médio de 28,84 mm, pertencentes à classe 8 (27,5 – 30 mm). As classes de tamanho 6, 7, 8, 9, 10, 11 e 12 acumulam quase 80% de todos os indivíduos amostrados. A distribuição parece sugerir a presença de duas modas no

histograma (classe 8 e classe 12). A existência de uma distribuição bimodal pode sugerir a presença de pelo menos duas gerações detectáveis, ou cortes, simultâneas de organismos na população; um grupo de organismos mais velhos e de maior porte, com uma curva de distribuição que apresenta um leve desvio para a direita onde se encontram os indivíduos maiores, e uma de indivíduos mais jovens e de menor porte na média cuja curva de distribuição apresenta um leve desvio para a esquerda. Para a detecção precisa da existência desse padrão é necessário apurar o tratamento dos dados e verificar a significância dessas modas em relação ao restante dos dados. A segunda moda pode somente ser um acúmulo de classes que deveria ser bipartida.

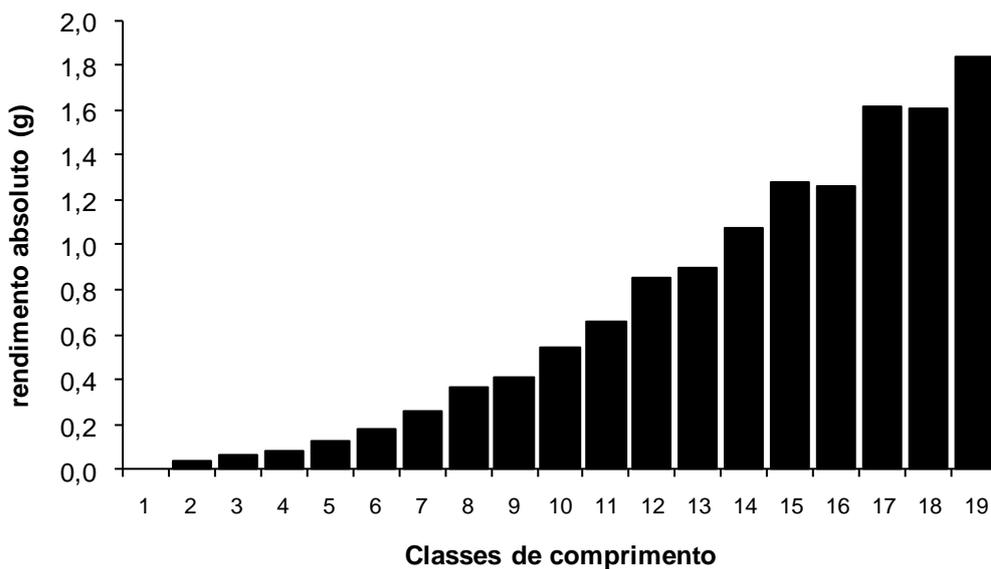
A verificação dessa característica e de suas relações causais depende de maiores estudos, mas a presença de curvas bimodais implica na coexistência de grupos distintos e pode estar está relacionada a padrões de sazonalidade reprodutiva, com existência de picos reprodutivos ao longo do ano. Em crustáceos, a bimodalidade pode estar associada à sazonalidade nos eventos reprodutivos e de recrutamento (Lima *et al.*, 2006). Em moluscos existem poucas descrições sobre essa característica.

Através da distribuição das frequências de organismos será possível estimar a produtividade dessa população em termos comerciais. Para verificar se o rendimento da carne desses organismos se reduz com o envelhecimento e aumento das proporções corpóreas realizou-se a padronização desses pesos pelo tamanho dos indivíduos, sendo, portanto, cada peso dividido pelo seu respectivo comprimento total. O gráfico abaixo (Figura 4.2.2.1-6) exhibe a evolução desse rendimento das partes moles padronizado com o aumento do tamanho dos indivíduos.



**Figura 4.2.2.1-6: Rendimento padronizado (peso da carne em gramas) em relação ao comprimento da concha.**

De acordo com o gráfico, apesar de haver um incremento de tamanho considerável nos indivíduos a massa mole de seus corpos aumenta em proporção ainda maior já que a inclinação da função da reta é positiva. Isso significa que os indivíduos maiores apresentam proporções de massa mole em relação ao seu tamanho corpóreo maiores do que os indivíduos menores. O rendimento médio de cada classe de tamanho foi obtido para as classes de tamanho derivadas e para as classes de tamanho originais. A seguir apresenta-se o rendimento médio de cada classe de tamanho derivada (Figura 4.2.2.1-7).



**Figura 4.2.2.1-7: Rendimento médio bruto de carne por indivíduo por tamanho médio da classe de tamanho (g)**

Esses rendimentos médios brutos foram aplicados às abundâncias de indivíduos encontrados nas classes de tamanho, expressas através da frequência absoluta combinada. Abaixo, exibe-se o cálculo de biomassa acumulada em cada classe de tamanho (Tabela 4.2.2.1-14 e Figura 4.2.2.1-8).

O rendimento médio por classe de tamanho ( $R_m / \text{clas tam}$ ) é o peso médio das partes moles, em gramas, obtido em cada classe de tamanho. Os resultados desses cálculos expressam os valores acumulados de biomassa em cada classe de tamanho (Rendimento acumulado em cada classe de tamanho ( $R_{ac} / \text{clas tam}$ )) referente à quantidade de organismos amostrados (4535) que se remete à uma área coberta pela amostragem.

O rendimento em biomassa por metro quadrado dos bancos de sedimentos para a produção de mexilhões é, portanto, de 1837,81 g/m<sup>2</sup>.

Segundo KISHORE (1995), devido ao comportamento gregário de *M. charruana*, a população pode ocorrer em densidades de até 1.280 indivíduos/m<sup>2</sup> na região do Caribe. Pereira et. al. (2003) observou densidades de 16,8 a 11.036,0 indivíduos/m<sup>2</sup> no estuário da Ilha Comprida. No presente estudo, foram encontradas densidades variando de 37 a 2.650 indivíduos/m<sup>2</sup>.

Entretanto, a distribuição de abundância dos organismos entre os bancos, não é regular. Esta ocorrência já foi observada por Pereira et al. para *Mytella charruana* e *M. guayanensis* em bancos

localizados em estuários da Ilha Comprida/SP, que além de serem heterogêneos em termos de densidade dos organismos também possuem frequências diferenciadas de classes de tamanhos predominantes.

**Tabela 4.2.2.1-14: Abundância de indivíduos de cada banco amostrado e o cálculo da biomassa para cada banco em cada classe de tamanho (considerando as 4 classes originais).**

Classe 3 - Rm = 0,614							
Banco	Ind. /quadrado	Ab. /m <sup>2</sup>	Rendimento por metro quadrado	Frequência Relativa de indivíduos	Ab. Rel. (%)	Estimativa qtd indiv	Prod. /banco
B1	32,50	812,50	498,88	0,29	236,83	19431,68	8549,94
B2	79,50	1987,50	1220,33	0,36	714,96	65647,66	28884,97
B3	74,00	1850,00	1135,90	0,53	977,86	3168,26	1394,03
B4	94,50	2362,50	1450,58	0,38	896,61	69352,90	30515,27
B5	46,89	1172,22	719,74	0,48	562,77	7598396,99	3343294,67
B6	87,00	2175,00	1335,45	0,63	1366,25	146939,70	64653,47
B7	41,88	1046,88	642,78	0,23	242,70	25475014,32	11209006,30
B8	104,00	2600,00	1596,40	0,44	1145,76	66878,17	29426,39
B18	19,67	491,67	301,88	0,23	113,76	2012237,55	885384,52
Classe 4 - Rm=1,369							
Banco	Ind. /quadrado	Ab. /m <sup>2</sup>	Rendimento por metro quadrado	Frequência Relativa de indivíduos	Ab. Rel. (%)	Estimativa qtd indiv	Prod. /banco
B1	43,00	1075,00	1471,68	0,39	414,57	34015,80	14966,95
B2	16,50	412,50	564,71	0,07	30,80	2827,83	1244,24
B3	40,50	1012,50	1386,11	0,29	292,90	949,00	417,56
B4	29,00	725,00	992,53	0,12	84,44	6531,26	2873,75
B5	16,56	413,89	566,61	0,17	70,16	947260,91	416794,80
B6	7,00	175,00	239,58	0,05	8,84	951,25	418,55
B7	19,63	490,63	671,67	0,11	53,31	5595309,67	2461936,26
B8	22,00	550,00	752,95	0,09	51,27	2992,70	1316,79
B18	6,67	166,67	228,17	0,08	13,07	231225,23	101739,10

A soma das estimativas de produtividade dos bancos de cada classe de tamanho fornece a estimativa de produtividade dos bancos, exibida na Tabela 4.2.2.1-15, a seguir.

**Tabela 4.2.2.1-15: Biomassa (g) estimada para cada banco de sururu do Largo Santa Rita.**

Banco	Produção por banco (g)
B1	32165,99
B2	83934,49
B3	1958,80
B4	73082,55
B5	5121557,82
B6	77246,33
B7	83567299,48
B8	56801,43
B18	7563539,09

Para a realização do cálculo da estimativa de produção da região, padronizou-se a produtividade pela área dos bancos. Dessa forma, a produção acumulada na área, estimada com base na soma das produtividades de cada banco foi calculada em aproximadamente 96.577.585 g ou 96,57 toneladas de carne de mitilídeos para os bancos amostrados.

Em relação ao índice de condição (Figura 4.2.2.1-8 o maior valor foi observado na classe de tamanho 12 (37,5 a 40mm), com 35% de carne. Segundo Marques (1998), um bom índice de condição gira em torno de 15 a 25% de carne. A partir desses dados concluímos que os bancos de *M. charruana* do Largo Santa Rita têm ótima produtividade.

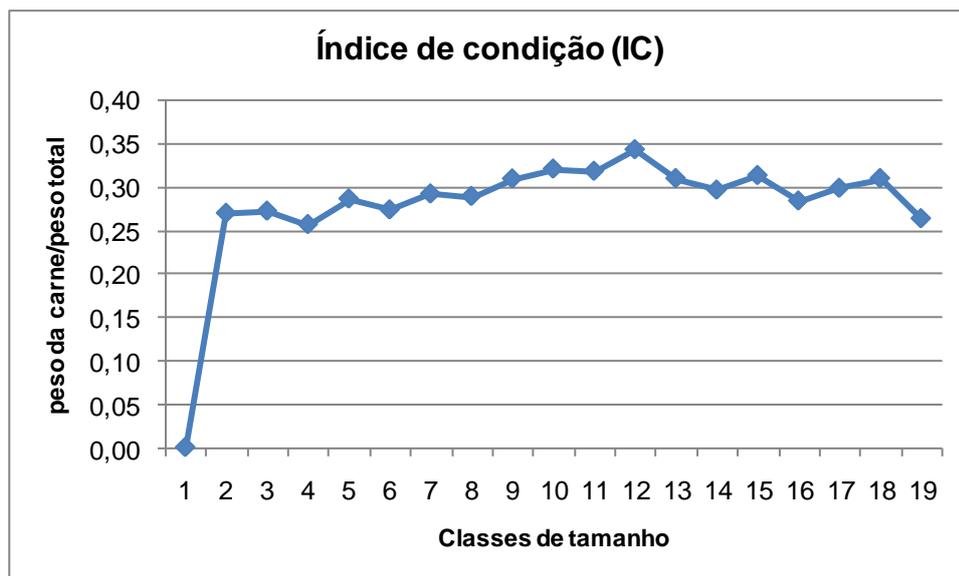


Figura 4.2.2.1-8: Índice de condição das populações de *M. charruana* coletadas no Largo Santa Rita.

Pelos resultados apresentados de alta produtividade gerada por *Mytella charruana* no Largo Santa Rita (ADA), e considerando os aspectos ecológicos e sócio-econômicos relacionados a esses organismos, destaca-se a importância desse estudo. Na literatura consultada não se encontrou nenhum estudo sobre o ciclo de vida das populações de *M. charruana* em bancos naturais. Seria importante realizar um estudo neste sentido, cujas informações serão de grande valia no manejo desse recurso.

## Fitoplacton

No nível do ecossistema, alterações na cadeia trófica podem ter sua origem em alterações na produção primária do fitoplâncton (principal base das redes tróficas em ambientes marinhos), decorrentes de mudanças na penetração de luz e disponibilidade de nutrientes inorgânicos e orgânicos.

O plâncton constitui a comunidade de organismos em suspensão na coluna de água, cujo poder de deslocamento é insuficiente para vencer as correntes, sendo, portanto, transportado pelas massas de água. Os organismos planctônicos podem ser classificados como autótrofos, heterótrofos e mixotróficos. Os autótrofos são aqueles capazes de sintetizar o próprio alimento, incluindo os

organismos fotossintéticos (que apresentam clorofila) e quimiossintéticos (que sintetizam seu alimento a partir de substrato inorgânico, utilizando a energia de ligações químicas desses substratos). São representados pelo fitoplâncton e bacterioplâncton autótrofo. Os heterótrofos são os organismos que necessitam alimentar-se de matéria orgânica produzida pelos autótrofos, representados pelo zooplâncton e bacterioplâncton heterótrofo. Os mixotróficos são aqueles organismos que podem realizar fotossíntese, mas que, em condições especiais, podem sobreviver como heterótrofos.

O desenvolvimento do fitoplâncton está associado às condições hidrodinâmicas e químicas do ambiente, tanto em escalas de tempo curtas quanto em variações sazonais. A capacidade de resposta dos organismos à variabilidade dessas condições nessas diferentes escalas temporais é uma ferramenta que permite compreender a dinâmica das populações fitoplanctônicas e avaliar a evolução da composição específica dessas comunidades. Respostas dos organismos em curtas escalas de tempo podem ser avaliadas com base em coletas em escala horária, compreendendo um ou vários ciclos de maré consecutivos, enquanto que as respostas em longas escalas de tempo exigem a realização de estudos sazonais.

A caracterização trófica de um ambiente aquático é feita de acordo com os níveis de nutrientes dissolvidos que recebem ou apresentam. Sendo assim, os ambientes oligotróficos são aqueles pobres em nutrientes, capazes de sustentar apenas uma baixa biomassa de produtores primários. Os ambientes mesotróficos apresentam características intermediárias e os eutróficos são aqueles com altos teores de nutrientes e, geralmente, alta biomassa fitoplanctônica. Há ainda os termos hipereutrófico, aplicado a ambientes que recebem uma carga excessivamente alta de nutrientes, e distrófico, relativo a ambientes com alta carga de ácidos húmicos, ou matéria orgânica, e pHs ácidos. De acordo com Smith *et al.* (1999) os ambientes costeiros marinhos podem ser caracterizados como oligo, meso ou eutrófico com base, por exemplo, nas concentrações de clorofila-a que apresentam, respectivamente a: inferior a 1, de 1 a 3 e de 3 a 5 mg m<sup>-3</sup>.

A clorofila-a (Cl-a) é tradicionalmente utilizada como indicador de biomassa fitoplanctônica (SCOR-UNESCO, 1966), pela facilidade com que este pigmento é medido e por permitir a estimativa da biomassa fitoplanctônica independentemente dos demais componentes não autótrofos do plâncton. Entretanto, a relação entre Cl-a e C pode ser bastante variável, em função do estado fisiológico das células, idade, histórico de luz dentre outros (Heath *et al.*, 1990). Entretanto, as estimativas de Cl-a permitem também fornecer uma idéia da produtividade da região quando aliada a outras informações, tais como iluminação incidente, eficiência fotossintética e concentração de nutrientes presentes. Assim, o estudo da biomassa fitoplanctônica em termos de Cl-a, associado aos parâmetros físicos e químicos, pode detectar possíveis alterações na qualidade das águas, bem como avaliar tendências ao longo do tempo, que podem se refletir em modificações no habitat, estrutura trófica ou no comportamento dos organismos aquáticos.

O conhecimento sobre a ocorrência, distribuição e abundância de organismos planctônicos em áreas costeiras é um pré-requisito para qualquer plano de manejo que vise o conhecimento das implicações causadas pela entrada de poluentes, pois estes organismos respondem rapidamente às

modificações ambientais através de alterações na biomassa e composição da comunidade. Outros aspectos importantes e de relevância para a saúde pública são a ocorrência de espécies de microalgas nocivas e, em áreas portuárias, a introdução de espécies exóticas através de água de lastro. Além disso, o aumento exagerado da produtividade primária pode indicar eutrofização (Nixon, 1992), que favorece a ocorrência de florações algais, tóxicas ou não.

Problemas relativos às florações de microalgas tóxicas têm sido objeto de estudo e discussão de uma gama de profissionais: ecologistas, taxonomistas, toxicologistas, ambientalistas, profissionais de saúde, políticos, jornalistas e outras pessoas envolvidas em monitoramento dos efeitos nocivos de algas tóxicas. A questão tem tomado um vulto tão grande por suas conseqüências sociais, de saúde pública e econômicas que o IOC (Internacional Oceanographic Commission, da UNESCO) criou um Centro específico para estudar esse assunto, o Centre on Harmful Algae, em Copenhagen na Dinamarca.

A produção de toxinas por algumas espécies de microalgas, como certos dinoflagelados e cianobactérias, está relacionada à competição por recursos. Como estes organismos não são competidores eficientes utilizam a estratégia de alelopátia para melhorar seu desempenho na competição (Tillmann, 2003). Em Hallegraeff *et al.* (2003) são listadas algumas enfermidades produzidas pelas toxinas no homem e na biota bem como os organismos causadores, a saber:

- Toxinas DSP (“Diarrhetic Shellfish Poisoning”)- ácido ocadáico e dinophysistoxina-1. Produzem sintomas gastrointestinais e a exposição crônica leva a formação de tumores no trato digestivo. Exemplos de organismos que produzem essas toxinas: *Prorocentrum minimum*, *Dynophysis acuminata*.
- Toxinas ASP – “Amnesic Shellfish Poisoning”- Ácido domóico que produz sintomas gastrintestinais e neurológicos tais como alucinações, confusão, diminui a reação à dor e perda de memória. Exemplo de organismos produtores: *Pseudonitzschia seriata* e *P. delicatissima*.
- Toxinas PSP – “Paralytic Shellfish Poisoning”- Saxitoxina que causa sintomas gastrointestinais, sensação de dormência nos lábios e membros, dores de cabeça, paralisia de membros, morte por parada respiratória. Exemplo de organismos produtores: *Alexandrium tamarensis*.
- Toxinas NSP – “Neurotoxic Shellfish Poisoning”- Brevetoxina, causando sintomas gastrintestinais, dificuldade de respirar e parada respiratória. Exemplo de organismos produtores: *Gymnodinium catenatum*.

A bioacumulação e biomagnificação das toxinas na trama trófica foram estudadas através de experimentos com cianotoxinas (Engström-Öst *et al.*, 2002; Lehtiniemi *et al.*, 2002), brevetoxinas (Tester *et al.*, 2000), toxinas DSP (Maneiro *et al.*, 2000; Kozlowsky-Suzuki *et al.*, 2006) e as toxinas PSP (Frangópulos *et al.*, 2000; Turner *et al.*, 2000; Guisande *et al.*, 2002; Teegarden *et al.*, 2003). A bioacumulação destas toxinas foi comprovada em organismos zooplânctônicos (Engström-Öst *et al.*, 2002), em peixes juvenis (Tester *et al.*, 2000) e em predadores de topo (Durbin *et al.*, 2002).

Atualmente a comunidade científica se esforça para compreender os padrões e mecanismos relacionados à dinâmica das populações fitoplanctônicas. Exemplos deste esforço foram os programas ligados à UNESCO, como o GEOHAB (i.e. Global Ecology and Oceanography of Harmful Algal Blooms, disponível na internet no endereço: (<http://ioc.unesco.org/hab/GEOHAB.htm>) e IOC Harmful Algal Bloom (<http://ioc.unesco.org/hab/default.htm>).

O papel da eutrofização costeira na proliferação do fitoplâncton nocivo e no aumento das florações tem sido bastante estudado (Cembella et al., 1984; Dahl et al., 1989; Anderson, 1997; Carlsson et al., 1999), embora ainda não satisfatoriamente no Brasil. Segundo Hallegraeff et al. (2003) a frequência de florações fitoplanctônicas aumentou desde a década de 70. Entretanto, os estudos no Brasil são recentes, com ênfase para a região sudeste e sul e ainda são poucos os trabalhos que conseguem associar a ocorrência das florações e as condições ambientais determinantes.

No âmbito nacional, a Base de Dados Tropical – BDT ([www.bdt.fat.org.br/workshop/costa](http://www.bdt.fat.org.br/workshop/costa)) declara para as águas marinhas brasileiras uma riqueza de 1.364 espécies do fitoplâncton marinho que representam 12 categorias taxonômicas. Apesar desta diversidade, não existem muitas descrições de florações algais nocivas no Brasil. Este fato pode estar relacionado à falta de monitoramento continuado e de divulgação em revistas de ampla distribuição (Proença & Rörig, 1995).

Segundo Odebrecht *et al.* (2002), os estudos sobre florações algais nocivas no país se dividem em duas fases: (1) fase descritiva e (2) fase descritivo-experimental. A primeira se preocupa em registrar eventos de florações algais desde o princípio do século XX até hoje e a segunda teve início em 1995, decorrente de projeto iniciado em 1991, com os programas internacionais ligados à Comissão Oceanográfica Intergovernamental (IOC-UNESCO). Esta fase envolve tanto o isolamento e experimentos com fitotoxinas como os estudos sobre as condições oceanográficas favoráveis ao surgimento de tais populações.

O primeiro registro histórico de um episódio de maré vermelha no Brasil foi descrito para a Baía de Guanabara (RJ) no início do século XX, por Faria em 1914 (Odebrecht *et al.*, 2002). Neste estudo o autor relata mortandade de peixes associando-a a floração do dinoflagelado *Glenodinium trochoideum* (= *Scrippsiella trochoidea*), sugerindo que a causa da morte estava associada à produção de toxinas por este dinoflagelado. Atualmente se sabe que este organismo não produz toxinas e provavelmente os peixes morreram por depleção do oxigênio.

Para a região nordeste do país existem poucos registros de florações de algas nocivas em comparação às regiões sul e sudeste (Odebrecht *et al.*, 2002). Tal fato não implica em que aquela região tenha menor incidência de florações, pode refletir apenas um monitoramento menos intensivo. Florações de *Oscillatoria* (*Trichodesmium*) *erythraea* foram registradas na década de 60 e 90 (Satô *et al.*, 1963-64; Carvalho *et al.*, 1999). A síndrome conhecida como “febre de Tamandaré” ou “Tingui” foi associada à presença desta cianobactéria. A toxina produzida por esta espécie (“trichamide”) foi isolada e não é excretada pelas células saudáveis, sendo liberada apenas quando há lise celular.

Alguns trabalhos na década de 90 já foram classificados como pertencentes à fase descritivo-experimental dos estudos de florações algais nocivas, como o realizado por Zenebon & Pregnolato (1992) em Santa Catarina. Estes autores descrevem a floração de *Dynophysis* sp e analisam a contaminação por toxina DSP (veneno diarréico de moluscos) e os trabalhos realizados por Proença *et al.* (1998a e b, 1999a e b) e Proença & Rörig (1995) voltados para a análise de toxinas que resultaram em contaminação de moluscos em Santa Catarina.

A partir de 2000 houve um incremento dos estudos descritivo-experimentais, principalmente no sul do país, com maior vocação para a maricultura. As toxinas encontradas até o momento na região costeira do Brasil incluem ácido ocadáico, saxitoxinas e congêneres (NeoSTX, GTX1-4, C1, C2) e ácido domóico, provenientes de várias microalgas como: *Dynophysis acuminata*, *Ostreopsis ovata*, *Alexandrium tamarense*, *Gymnodinium catenatum* e *Pseudonitzschia* spp (Proença *et al.*, 2001; Proença & Mafra, 2005). Entretanto, estudos voltados à interpretação das condições oceanográficas responsáveis pela ocorrência de florações ainda são incipientes no Brasil.

Segundo Villac *et al.* (CETESB, 2004), o conhecimento histórico sobre a biodiversidade de fitoplâncton do litoral paulista privilegiou o estudo da classe das diatomáceas que, de fato, apresenta maior diversidade em termos mundiais. No final da década de 70 e início da década de 80 Giancesella-Galvão (1978) observou a dominância da diatomácea *Skeletonema costatum* na baía de Santos (SP). Apesar desta espécie não produzir toxina, ela é descrita em Hallegraeff *et al.* (2003) como nociva. Zavala-Camin & Yamanaka (1980) reportam a ocorrência de acúmulos de diatomáceas em praias dissipativas no litoral de São Paulo. A ocorrência de manchas de diatomáceas em praias dissipativas é comum e faz parte da ecologia trófica deste ecossistema, pois servem de alimento para o zooplâncton, juvenis de tainha e outros peixes (Talbot *et al.*, 1990).

Porém estudos realizados mais recentemente na região da Baixada Santista (Moser, 2002; CETESB, 2004; Masuda, 2006) destacam a ocorrência e o aumento da comunidade de dinoflagelados quando comparado a estudos pretéritos, sendo um fato preocupante, pois grande número de espécies desse grupo que produzem toxinas e são poucos estudados. Além disso, outros problemas são observados nessa região: através dos estudos de Giancesella-Galvão (1978) e Moser *et al.* (2004) verifica-se o aumento progressivo do processo de eutrofização, o que pode gerar possíveis impactos na saúde pública e na economia.

Há registros de florações algais no litoral do estado de São Paulo descritos por Zavala-Camin & Yamanaka (1980), Dias (1992) e Owen *et al.* (1992). Giancesella-Galvão *et al.* (1995) descreveram florações de *Trichodesmium* (*Oscillatoria*) *erythraeum* ao largo de Ubatuba com duração de cerca de 15 dias. Recentemente Carvalho *et al.* (2008) também relataram observações de florações de *T. erythraeum* ao largo da costa de Santos, em setembro de 2005 e março de 2006, durante a realização de cruzeiros oceanográficos do projeto ECOSAN (IOUSP), que persistiram por mais de 15 dias em cada ocasião. A incidência dessas florações parece estar aumentando, posto que na própria página da CETESB, ([www.cetesb.gov.br/Água/praias/algas.asp](http://www.cetesb.gov.br/Água/praias/algas.asp)) em 15/11/2006, é mencionado que “recentemente foram verificadas florações da cianobactéria *Trichodesmium* sp e da diatomácea *Hemiaulus* sp em toda a costa do litoral paulista, e da diatomácea *Anaulus* sp na região de Santos”.

Em função dessa incidência já detectada, portanto, para o litoral de São Paulo, estudos que discutam a ocorrência de espécies nocivas e as prováveis implicações para a saúde pública e economia desta região costeira são essenciais.

Na região da Baixada Santista, os estudos visando à identificação e quantificação de fontes de eutrofização têm sido realizados com grandes intervalos de tempo. A maior parte desses esforços concentrou-se na região da baía de Santos e em menor escala nos estuários de São Vicente, Santos e Bertioga, que são as porções mais impactadas e eutrofizadas da Baixada Santista (FUNDESPA, 1998). Outro aspecto relevante na região é o aumento periódico e sazonal da população em feriados prolongados e período de férias de verão e inverno. Toda esta ocupação urbana e industrial acarreta em intensos despejos de efluentes por todo complexo estuarino de Santos (Moser, 2002).

Estudos continuados enfocando dinâmica da comunidade planctônica e suas inter-relações com as variáveis ambientais ainda são raros nesta região.

Um dos primeiros estudos ecológicos na baía e estuário de Santos foi realizado pela CETESB em conjunto com o Instituto Oceanográfico da USP durante os anos de 1975-76 como parte de um levantamento das condições ambientais prévias à construção do emissário submarino na baía de Santos. Diversos trabalhos foram publicados a partir desse levantamento sobre os distintos compartimentos do ecossistema. Giancesella-Galvão (1978 e 1982) estudou o efeito dos nutrientes nas populações fitoplanctônicas, através da quantificação da Cl-a e de medidas da produção primária fitoplanctônica. Nesse estudo, a autora constatou o alto grau de eutrofização do ambiente, decorrente da grande quantidade de nutrientes oriundos dos efluentes industriais, municipais e domésticos. Os valores de Cl-a observados na baía de Santos atingiram máximo de 55,3 mg Cl-a m<sup>-3</sup>, o que permitiu classificar a região como eutrófica. Essa autora obteve taxas de produção primária da ordem de 488,4 mg C m<sup>-3</sup> h<sup>-1</sup>, que estão entre as mais elevadas para ambientes marinhos tropicais, reportadas na literatura, e os teores de nutrientes reportados (máximos de 50 µM de amônia e 9,6 µM de fosfato) corroboraram a condição eutrófica já vigente naquele período.

Também como resultado desse levantamento, os aspectos hidrológicos e outros indicadores de poluição no canal de Santos foram apresentados em formas de mapas temáticos e discutidos por Tommasi (1979) e CETESB (1978). Assim, o efeito dos nutrientes sobre as populações fitoplanctônicas foi estudado através de bioensaios com águas provenientes da baía de Santos. Os fitobioensaios mostraram o forte efeito bioestimulante de todas as amostras de água coletadas na baía de Santos pela capacidade de manter altos níveis de biomassa fitoplanctônica, constatando o alto grau de eutrofização do ambiente anteriormente à construção do emissário submarino de esgotos (CETESB, 1978).

Na região do estuário, a CETESB (1978) encontrou concentrações de Cl-a, no estuário de Santos de até 50,6 mg m<sup>-3</sup> durante o verão. Nas demais épocas do ano a biomassa fitoplanctônica no estuário de Santos variou entre 2 e 5 mg m<sup>-3</sup>. Tommasi (1979, 1982) discute aspectos hidrológicos e a poluição no estuário de Santos e relaciona o aumento da biomassa fitoplanctônica ao grande volume de nutrientes originários de efluentes domésticos, municipais e industriais, classificando esta área como eutrofizada, com grande capacidade para estimular o aumento de biomassa algal.

Pereira (1985) efetuou medidas mensais de nutrientes dissolvidos nos estuários de São Vicente, Santos e baía de Santos durante o ano de 1974, também antes da construção do emissário submarino. As maiores concentrações que observou ocorreram nas porções internas do estuário, na região próxima ao canal da COSIPA.

A Fundação de Estudos e Pesquisas Aquáticas (FUNDESPA) realizou um estudo na região da Baixada Santista (Guarujá, Santos e Praia Grande) e no canal de São Sebastião para a Companhia de Saneamento Básico do Estado de São Paulo (SABESP), avaliando aspectos físicos, químicos e biológicos (dentre eles biomassa fitoplanctônica e produção primária) na coluna de água. Os resultados indicaram que a baía de Santos encontrava-se submetida a alto grau de eutrofização, com concentrações de clorofila-a atingindo valores da ordem de  $50 \text{ mg m}^{-3}$  (FUNDESPA, 1998).

Braga *et al.* (2000), analisaram nutrientes e coliformes fecais nos 6 canais que deságuam na Baía de Santos e observaram que a contaminação existente nestes canais é alta, além das altas concentrações de compostos nitrogenados e fosfatados, concluindo que estes constituem uma fonte significativa de eutrofização para a baía de Santos.

Frazão (2001), em um estudo sobre as condições tróficas dos ecossistemas costeiros de Ubatuba, Praia Grande e Santos, destaca a baía de Santos como a região mais eutrofizada dentre as áreas estudadas.

Moser (2002) verificou que os níveis de nutrientes inorgânicos, clorofila (máximo de  $97,37 \text{ mg m}^{-3}$ ) e produção primária no canal e baía de Santos, confirmam a persistência do caráter eutrófico do ambiente.

Estudos recentes (Gianesella *et al.*, 2008; Saldanha-Corrêa *et al.*, 2007; Moser *et al.*, 2005) mostram claramente que os canais estuarinos da região de Santos retêm grande parte do material particulado e dos nutrientes inorgânicos ali despejados via esgotos ou introduzido por processos naturais, de modo que a carga de material que chega à baía de Santos é consideravelmente diluída. Contudo, Moser *et al.* (2005) verificaram que a contribuição do aporte de nutrientes a partir dos canais estuarinos de Santos e São Vicente é mais significativa que aquela resultante do emissário de Santos para a eutrofização das águas do baía. Sendo assim, existem várias implicações ambientais e socioeconômicas que devem ser consideradas para o manejo costeiro desta área.

A variação da biomassa fitoplanctônica em relação às condições ambientais na região do Canal de Bertioiga foi estudada por Gianesella *et al.* (2000, 2005) que observaram o caráter eutrófico natural desta região, ainda pouco impactada no trecho estudado. A baixa biomassa fitoplanctônica, em função da grande disponibilidade de nutrientes no canal, foi interpretada como decorrente do baixo tempo de retenção e da instabilidade hidrodinâmica no canal de Bertioiga.

Ancona (2007) realizou estudo com observações mensais entre novembro de 2005 e novembro de 2006 monitorando a concentração dos nutrientes inorgânicos dissolvidos, biomassa e produção primária fitoplanctônica no canal e baía de Santos, verificando que concentrações elevadas de nutrientes ainda são observadas principalmente no ponto mais interno estudado, próximo à entrada do canal de Bertioiga. As concentrações máximas observadas de clorofila-a foram da ordem de 65,28

mg m<sup>-3</sup> enquanto a taxa máxima de produção primária observada foi de 48,75 mgC m<sup>-3</sup> h<sup>-1</sup>, ambas nas regiões internas do estuário.

Portanto, mesmo os estudos mais recentes (FUNDESPA, 1998; CETESB, 2001; Frazão, 2001; Moser *et al.*, 2004; CETESB, 2005; Ancona, 2007; Giancesella *et al.*, 2008) indicam que tanto a baía de Santos, quanto as porções internas do estuário continuam apresentando níveis altos de eutrofização, a despeito de todas as medidas de controle de poluição que vem sendo empregadas há anos, inclusive a instalação do emissário de esgotos domésticos na baía de Santos.

Em 2001, o relatório da CETESB apresentou resultados indicando alta concentração de metais pesados no sedimento e na biota dos estuários de Santos e São Vicente. Os meios de comunicação divulgaram que estes estuários se encontravam em estado de calamidade pública. Entretanto, quando se comparam os resultados das medidas recentes com as concentrações destes compostos na coluna de água nas décadas de 70 e início de 80, verifica-se que houve uma redução de cerca de 90% referente à concentração de metais pesados, carga orgânica, fluoretos, fenóis e resíduos sedimentáveis, em relação ao estudo realizado por este órgão em 1984, quando teve início o programa de monitoramento ambiental na região de Cubatão. O relatório de 2001 atribui à diminuição de emissão das fontes industriais no Complexo Estuarino de São Vicente-Santos à ação deste programa.

Em levantamento primário, nos 16 pontos de estudo na região do Largo de Santa Rita foram identificadas as profundidades local e de coleta e espessura da zona eufótica descritas na Tabela 4.2.2.1-16. Observa-se que os pontos nos rios das Neves, Sandi e Jurubatuba, apresentam pequena profundidade, porém há uma boa penetração de luz na água em todos estes pontos mais rasos, com a luz atingindo o fundo em todos eles. Nas estações ao longo do canal do porto, a zona eufótica só atinge cerca de metade da coluna de água, não por haver maior turbidez, mas porque as estações são mais profundas.

O estuário de Santos apresenta-se como um estuário parcialmente estratificado (Garcia Ochipinti, 1972), com maior mistura na região do canal de Santos, que apresenta maior profundidade, e maior estratificação na região mais interna, mais rasa, mas que apresenta forte estratificação halina, conforme também verificado neste levantamento. Conforme já observado por Giancesella *et al.* (2008), as concentrações de OD são baixas para a região, geralmente ocorrendo subsaturação em toda a área, mas sem anoxia na coluna de água. Aqueles autores observaram valor médio de saturação de 87,32%, com mínimo de 52% nas regiões mais internas. No presente estudo, a saturação média foi de 62%, com mínima de 41,17%, portanto ainda mais baixa. A concentração média de oxigênio dissolvido foi de 4,60 mg L<sup>-1</sup>, um valor que pode ser considerado baixo, tendo em vista que a Resolução CONAMA 357, prevê que águas salobras Classe 1 devem ter OD não inferior a 5 mg L<sup>-1</sup> (Brasil, 2005). O menor valor observado foi de 3,0 mg l<sup>-1</sup>, no ponto 10 (na ADA).

No estudo realizado por Giancesella *et al.* (2008), os valores de pH situaram-se entre 8,3 e 8,7, enquanto no presente levantamento o pH esteve significativamente mais baixo, entre 6,6 e 7,3. Baixos valores de pH são relativamente freqüentes em ambientes estuarinos, principalmente aqueles

ricos em ácidos húmicos, mas o que é digno de nota, é a redução do pH verificada no ambiente entre estes dois estudos.

As altas concentrações de séston orgânico nas águas de fundo dos pontos 8 e 9 podem ser resultante de material detritico ou de organismos heterótrofos, uma vez que os valores de clorofila-a (indicadores de biomassa fitoplancônica) para estas amostras não foram altos, como será apresentado adiante. A biomassa fitoplancônica tende a ser mais concentrada na superfície das regiões internas ou nas camadas mais profundas, na região da cunha salina, mas em geral seu desenvolvimento sofre limitação por luz, de forma que o ambiente não chega a produzir florações a ponto de gerar anoxia; entretanto ocorre hipoxia, estando em geral acima dos limites estabelecidos pela legislação mesmo nas regiões mais profundas.

A biomassa fitoplancônica, em termos de concentração de clorofila-a (Cl-a), com valor médio de  $3,17 \text{ mg m}^{-3}$  e máximo de  $7,28 \text{ mg m}^{-3}$  apresentou-se baixa em relação aos dados obtidos por outros autores para a região interna do sistema estuarino de Santos, e também considerando-se a alta disponibilidade de nutrientes e luz observadas. Ancona *et. al* (2008), por exemplo, observaram na região do canal de Santos concentrações de Cl-a entre  $3,35$  e  $32,46 \text{ mg m}^{-3}$  e Giancesella *et al.* (2008), observaram concentrações de Cl-a entre  $2,95$  e  $30,30 \text{ mg m}^{-3}$  nas regiões internas do sistema.

Uma das hipóteses que pode ser levantada seria uma alta pressão de herbivoria, mas os resultados de concentração de feofitina, produto de degradação da Cl-a e que tem seus valores ampliados em ambientes sob ação de herbívoros, não sugerem que a herbivoria seja tão elevada. Outra possibilidade para explicar os teores relativamente baixos de biomassa frente às altas concentrações de N e P, seria a limitação por algum outro nutriente essencial (desbalanceamento) ou mesmo a presença de alguma toxicidade seletiva nas águas.

A razão Cl-c/Cl-a para a região do canal entre os pontos 1 a 6 mostrou que as estações mais internas e da superfície, apresentaram predomínio de organismos com Cl-c, ou seja, diatomáceas, dinoflagelados e outros organismos predominantemente de origem marinha, enquanto nas estações mais próximas da ADA verificou-se menor concentração destes organismos. Estes resultados podem estar sendo influenciados pela contribuição das águas provenientes do rio Jurubatuba. A Cl-b, em média, representou cerca de  $1/5$  da Cl-c, indicando a baixa contribuição de clorofíceas na região, apesar da influência de águas continentais.

Os carotenóides também apresentaram-se em concentrações muito baixas em relação à Cl-a, o que indica desbalanço nutricional e má condições fisiológicas, apesar das altas concentrações absolutas de N e P corroborando a hipótese de desbalanço e não pressão de herbivoria para explicar a baixa biomassa observada. Neste sentido, poderíamos classificar a condição verificada no ambiente como distrófica.

A comunidade fitoplancônica foi dominada por fitoflagelados, assim a baixa biomassa em termos de Cl-a pode ser explicada frente ao grande número de pequenos organismos verificado. Ao contrário do esperado em ambientes eutróficos, o microfitoplâncton representou uma fração extremamente pequena na comunidade fitoplancônica. Entretanto, a região tem apresentado domínio de fitoflagelados, como observado por Moser (2002), e Ancona (2007).

Com relação às espécies dominantes e abundantes que puderam ser identificadas, não há registros de toxicidade para as mesmas. Entretanto, alguns gêneros observados em menor número podem eventualmente apresentar toxicidade, como os Dinoflagelados dos gêneros *Prorocentrum*, *Sciphsiella*, *Dynophysis*, *Gymnodinium* entre outros, e espécies de diatomáceas do gênero *Pseudonitzschia*. Outros podem apresentar características nocivas caso se desenvolvam em florações, algumas pela depleção de oxigênio outras pelo entupimento de brânquias de peixes, tais como algumas espécies de diatomáceas dos gêneros *Skeletonema*, *Chaetoceros* e *Leptocylindrus*. Giancesella-Galvão (1982) já havia observado florações de *Skeletonema costatum* anteriormente à construção do emissário submarino de esgotos na Baía de Santos, que continuaram e foram observadas também por Moser (2002). Apesar desta espécie não ser tóxica, tem um potencial danoso, conforme enfatizado por Hallegraeff (2003). Segundo este autor, a ocorrência de florações algais nocivas (tóxicas ou danosas) em regiões costeiras tem se intensificado desde os anos 70 ao redor do mundo, em função do aumento das condições de eutrofização e poluição. Outro fator de preocupação é o aumento da incidência de dinoflagelados potencialmente tóxicos, como do gênero *Alexandrium*, que tem sido relatado para a região (Masuda, 2006). No presente estudo não foram encontradas células deste gênero em quantidades significativas, mas outros gêneros potencialmente tóxicos foram observados, conforme citado acima. Algumas espécies de dinoflagelados possuem cistos que se acumulam no sedimento e podem ser suspensos por movimentos advectivos, portanto, o monitoramento do fitoplâncton em áreas de influência direta e indireta de dragagem, por exemplo, é recomendável. Os fatores ambientais que levam ao desenvolvimento destes organismos ainda não são suficientemente estudados e conhecidos.

Em relação à análise qualitativa, os resultados mostraram que a riqueza de táxons foi baixa, com um valor médio de 26, mas deve ser levado em conta que não foi possível considerar o grupo dos nanoflagelados, das nanodiatomáceas e dinoflagelados não identificados, que certamente são compostos por mais de uma espécie, mas cuja identificação sob microscopia óptica é impossível. A riqueza encontrada pode ser considerada semelhante, por exemplo, à região do Canal de São Sebastião, com concentrações de nutrientes cerca de uma ordem de grandeza inferiores mas onde também ocorre domínio de fitoflagelados (Giancesella *et al.*, 1999). Também não houve um padrão que diferenciasse os pontos de coleta mais rasos dos mais profundos.

A diversidade do nanoplâncton também foi baixa, com média de 0,88 bits ind.<sup>-1</sup> e mostrou-se mais alta nas amostras entre os pontos 3 e 6 de um modo geral, diminuindo até o valor mínimo no ponto 10, da ADA.

Os valores obtidos indicam uma baixa equitatividade, justamente devido à dominância das diatomáceas do micro e nanoplâncton, que foram o segundo grupo dominante em todas as amostras e não foram excluídas do cálculo destes índices, como foi o caso dos nanofitoflagelados. Os valores de diversidade e equitatividade seriam ainda menores, caso este grupo tivesse sido considerado no cálculo geral.

Os pontos estudados na região do Largo de Santa Rita e seu entorno apresentaram águas salobras, com maior influência da cunha salina nos pontos localizados no canal do porto. Até o ponto 3 pode-

se observar claramente a penetração de uma cunha salina, que tem papel importante na ressuspensão de sedimentos de fundo. As águas apresentam baixa turbidez, perceptíveis pela profundidade da zona eufótica, que nas estações mais rasas abrangem toda a coluna de água, bem como pelos baixos teores de séston total verificados.

O ambiente mostrou indicações de alta heterotrofia, com baixas concentrações de oxigênio dissolvido (OD), águas subsaturadas em OD e valores de pH baixos, caracterizando ambientes com alta concentração de CO<sub>2</sub> dissolvido na água. Essas características não são incomuns em estuários tropicais, dada a contribuição da matéria orgânica carregada pelos rios e também proveniente do manguezal no entorno.

Em termos de biomassa fitoplanctônica o ambiente apresentou baixos teores de Cl-a, dada a boa disponibilidade de luz e altos teores de nutrientes que apresenta. As razões de densidade ótica dos extratos acetônicos 650/750 indicativos da condição fisiológica do fitoplâncton indicaram que as condições fisiológicas desses organismos não eram adequadas.

Em termos de densidade celular a biomassa foi alta, da ordem de 10<sup>6</sup> cel L<sup>-1</sup>, com dominância de células pequenas, fitoflagelados e diatomáceas nanoplanctônicas. Dada esta dominância, os índices de diversidade e equitatividade apresentaram valores baixos. Observou-se que a estação 10 (na ADA) apresentou os valores mais baixos de biomassa fitoplanctônica, sugerindo que este é um ponto crítico para o desenvolvimento do fitoplâncton.

A riqueza de espécies microplanctônicas também se mostrou baixa, indicando que o ambiente é dominado por espécies oportunistas, dentre as quais algumas podem ser tóxicas se ocorrerem em florações.

## Zooplankton e ictioplankton

O Estudo de Impacto Ambiental (EIA) realizado para o empreendimento da CODESP (Fundação Ricardo Franco, 2008) realizou um levantamento das características do plâncton (fito e zooplâncton) na região do estuário de Santos e será utilizado como a base para caracterização dos dados secundários do zooplâncton na Área de Influência Direta (AID) e Área Diretamente Afetada (ADA) do futuro Terminal Portuário BRITES.

Abaixo é apresentado o mapa (Figura 4.2.2.1-9) com os pontos de coleta do zooplâncton do EIA da CODESP (Fundação Ricardo Franco, 2008). As amostragens foram feitas em 40 estações (cobrindo a ADA, AID e AII do futuro terminal BRITES) a partir de arrastos verticais com uma rede com malha de 200 µm de abertura de rede munida de um fluxômetro (General Oceanics, modelo 2030), para determinação do volume concentrado em cada arrasto.



**Figura 4.2.2.1-9. Pontos amostrados para diagnóstico do plâncton do EIA da CODESP. A Área Diretamente Afetada (ADA) do futuro terminal BRITES está delimitada em vermelho. Fonte: Modificado de Fundação Ricardo Franco (2008).**

A seguir, apresenta-se parte dos resultados obtidos neste estudo, sendo inseridas observações pormenorizadas dos pontos de amostragem 16, 17 e 18, inseridos na Área Diretamente Afetada (ADA) do empreendimento BRITES. A Tabela 4.2.2.1-16 apresenta os pontos de coleta da amostragem para o diagnóstico do Estudo de Impacto Ambiental do EIA de BRITES (2009).

**Tabela 4.2.2.1-16: Estações de coleta, data, horário da coleta, profundidade local e volume de água filtrado pela rede durante os arrastos de ictioplâncton no estuário de Santos - SP. Valores relativos à coleta de maio de 2009.**

Estação	Data	Horário do arrasto	Latitude	Longitude	Prof. local	Zooplâncton	Prof. coleta	Embarcação
			Sul	Oeste	(m)	Arrasto	(m)	
P1	05/28/2009	13:05	23° 56' 07.9"	46° 18' 37.6"	11,3	horizontal	subsuperfície	Perez II
P2	05/28/2009	11:45	23° 55' 47.4"	46° 19' 19.9"	11,7	horizontal	subsuperfície	Perez II
P3	05/27/2009	11:13	23° 55' 09.2"	46° 20' 36.2"	9,0	horizontal	subsuperfície	Oceanites
P4	05/27/2009	12:07	23° 55' 07.9"	46° 21' 25.6"	12,7	horizontal	subsuperfície	Perez II
P5	05/27/2009	13:41	23° 54' 52.6"	46° 22' 37.9"	4,5	horizontal	subsuperfície	Perez II
P6	05/27/2009	12:49	23° 54' 01.9"	46° 22' 34.6"	7,0	horizontal	subsuperfície	Perez II
P7	05/27/2009	9:17	23° 54' 55.8"	46° 20' 06.0"	1,9	horizontal	subsuperfície	Byroska
P8	05/27/2009	15:50	23° 54' 54.4"	46° 19' 06.2"	2,9	horizontal	subsuperfície	Perez II
P9	05/28/2009	7:39	23° 54' 19.0"	46° 21' 07.3"	2,6	horizontal	subsuperfície	Perez II
P10	05/28/2009	8:05	23° 54' 28.5"	46° 20' 15.6"	1,3	horizontal	subsuperfície	Perez II
P11	05/28/2009	8:57	23° 54' 16.5"	46° 19' 55.7"	1,7	horizontal	subsuperfície	Perez II
P12	05/27/2009	16:27	23° 54' 23.9"	46° 19' 17.5"	2,0	horizontal	subsuperfície	Perez II
P13	05/28/2009	10:52	23° 55' 20.7"	46° 18' 24.6"	3,6	horizontal	subsuperfície	Perez II
P14	05/28/2009	9:50	23° 53' 58.4"	46° 19' 56.9"	1,0	horizontal	subsuperfície	Perez II
P15	05/28/2009	9:27	23° 53' 59.2"	46° 19' 39.8"	2,9	horizontal	subsuperfície	Perez II
P16	05/27/2009	16:34	23° 53' 29.7"	46° 19' 43.0"	1,3	horizontal	subsuperfície	Perez II

Foram identificados 102 táxons de organismos zooplanctônicos, considerando todos os pontos amostrados (ADA, AID e AII). Dentre os grupos taxonômicos observados, houve predomínio da Subclasse Copepoda (70%), sem considerar as ordens Cyclopoidea, Harpaticoidea e Poecilostomatoidea. Outros grupos taxonômicos abundantes foram: o Filo Chordata, com 12% e o Subfilo Crustacea, com abundância relativa de 8 %. Considerando a Subclasse Copepoda, os organismos predominantes foram: *Acartia tonsa*, *Acartia lilljeborgi*, copepoditos de *Acartia* (família Acartidae), *Temora turbinata* (Temoridae), *Pseudodiaptomus acutus* (Pseudodiaptomidae), *Paracalanus* spp e *Acrocalanus* spp (Paracalanidae). A abundância de copépodos em amostras marinhas é comum, no Complexo estuarino de Paranaguá o zooplâncton é dominado por estes crustáceos, que podem atingir até 90% da densidade total de organismos com predominância dos gêneros *Acartia*, *Paracalanus*, *Oithona* e *Euterpina* (Lopes, 1997).

A família Acartidae foi abundante na maioria das estações. A espécie *Acartia lilljeborgi* foi abundante na maioria das estações de 1 a 12 (Barra de acesso ao Canal do Porto à Avenida Senador Dantas, AID). Enquanto eventos de abundância da espécie *Acartia tonsa* ocorreram com maior

frequência nas estações de 20 a 40, ou seja, nas proximidades do Canal de Piaçaguera e Bertioaga, e no rio Sândi, houve um evento de dominância da espécie na estação 40. Os organismos *Temora turbinata* e *Pseudodiaptomus acutus* geralmente foram abundantes nas estações de 1 a 10 (AID). Além destes organismos, também foram abundantes os gêneros *Paracalus* e *Arocalanus*. A maioria destas espécies é onívora e nerítica, a presença nas estações de amostragens deve estar relacionada à abundância de alimento e à variação da salinidade, já que algumas espécies acima listadas são encontradas em águas estuarinas (Lopes, 1997; Araújo & Lucas, 2003).

Dentre os Chordata, houve predomínio da Subclasse Urochordata, representada principalmente pela espécie *Oikopleura dioica*. Os nauplios de cirripedia foram predominantes na Subclasse Crustacea. Estes organismos são onívoros/herbívoros e geralmente se alimentam de organismos nanoplânctônicos (Forneris, 1965; Boltovskoy, 1981).

As densidades de organismos zooplânctônicos nesta campanha foram superiores às observadas por Lopes (1997) e semelhantes àquelas observadas por Lee na Baía de Santos no verão de 2006 (dados não publicados). Concentrações de organismos zooplânctônicos maiores do que 0,3 organismos/L foram observadas nas estações 7, 9, 11, 19, 21, 23, 27, 31, 33, 35 e 39 (AID); concentrações da ordem de 10 organismos/L foram encontradas nas estações 34, 38 e 40 (AID). Em todas estas estações houve predomínio de Copepoda (que representou em média 73% do subfilo Crustacea) e em algumas a ocorrência de Chordata, representada principalmente por *O. dioica*, e larvas de cirripédios foi importante. Em geral, nestas estações as concentrações de organismos fitoplânctônicos foram menores.

Nas estações de estudo do EIA da CODESP (Pontos 15, 16, 17 e 18, localizados no Largo Santa Rita, ADA do futuro empreendimento), com relação ao zooplâncton temos a predominância de Crustáceos em todas as estações compreendidas pela Área Diretamente Afetada do empreendimento, sendo detectada ainda a presença de Chaetognatos e Annelidas em diferentes proporções entre as estações (Figura 4.2.2.1-10).

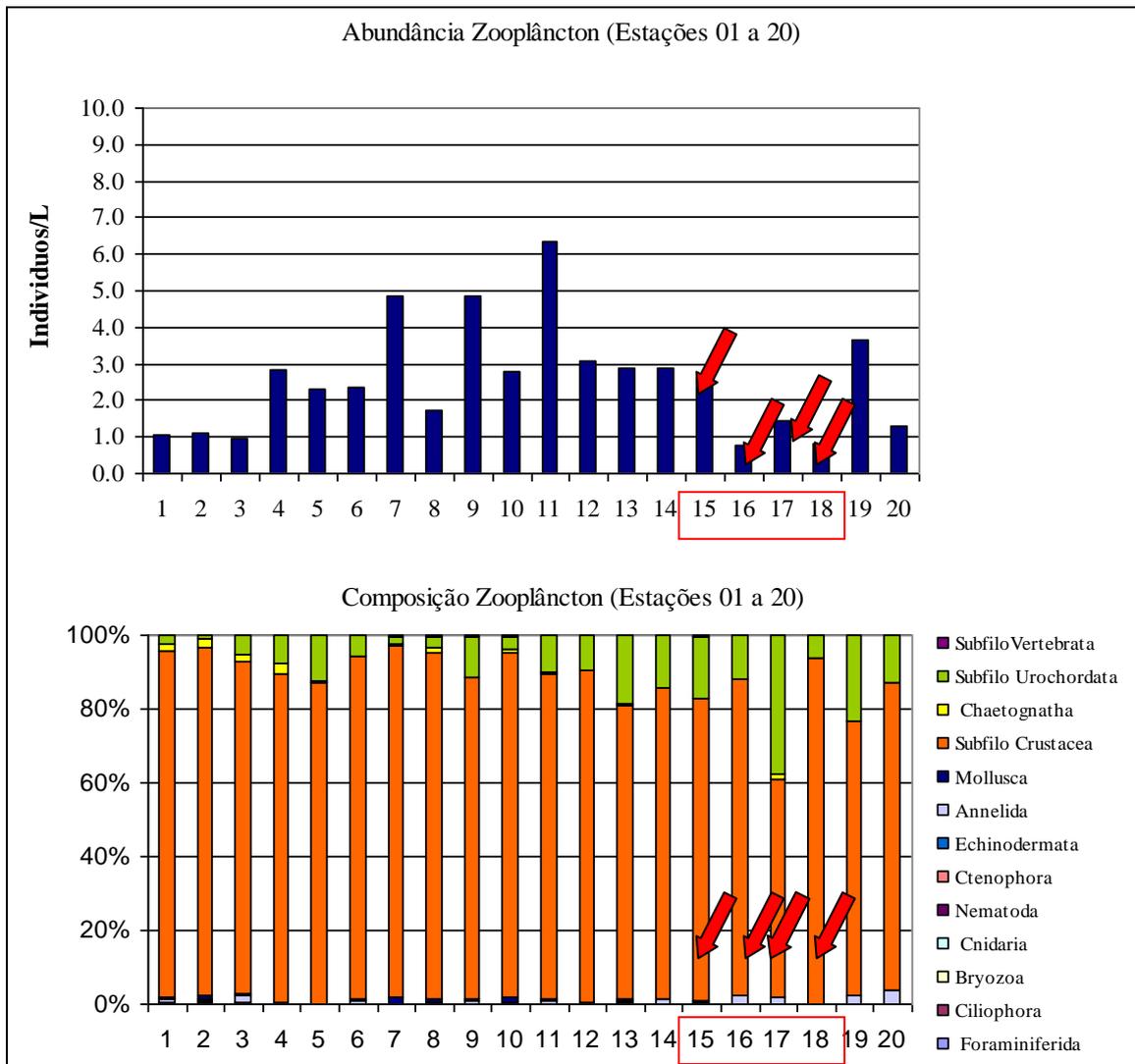


Figura 4.2.2.1-10: Abundância (organismos/L) e composição taxonômica do zooplâncton do EIA da CODESP (estações de 01 a 20, ADA e AID). Fonte: Fundação Ricardo Franco (2008).

\*\* As estações destacadas por uma seta vermelha se referem à Área Diretamente Afetada (ADA) do futuro empreendimento.

Os dados obtidos na amostragem do EIA de BRITES demonstraram que os valores de abundância do zooplâncton no Canal do Porto de Santos variaram de 89 (P7 – na ADA) a 21.251 indivíduos.m<sup>-3</sup> (P15 – na AID).

As estações de coleta localizadas no Canal do Porto de Santos (P1 ao P4) e aquelas localizadas próximas ao Rio Jurubatuba (P15) apresentaram os valores mais elevados de abundância do zooplâncton, variando de 5.264 indivíduos.m<sup>-3</sup> (P3) a 21.251 indivíduos.m<sup>-3</sup> (P15). Dentre os grupos do zooplâncton identificados, Copepoda foi o dominante (Figura 4.2.2.1-11).

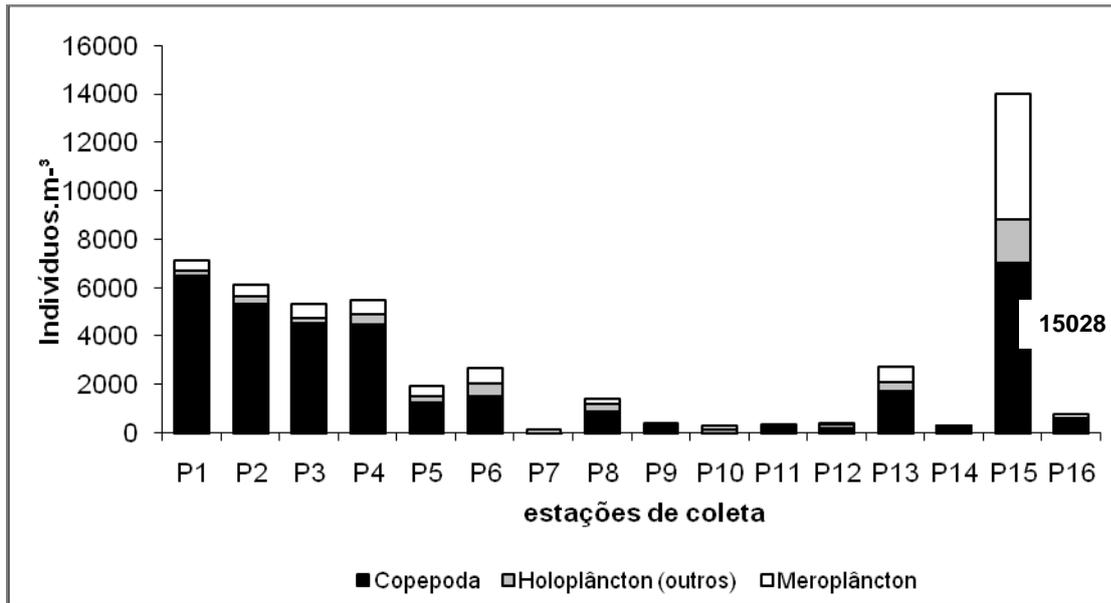


Figura 4.2.2.1-11. Valores de abundância do zooplâncton coletado no estuário de Santos, SP em maio de 2009.

Dentre as famílias de Copepoda, Acartiidae, Paracalanidae, Pseudodiaptomidae e Oithonidae foram as mais frequentes, ocorrendo em todos os 16 pontos de coleta analisados. A família Temoridae apresentou uma frequência de 81,25%, sendo encontrada em 13 pontos de coleta. A família Acartiidae foi dominante em todas as estações analisadas (Figura 4.2.2.1-12).

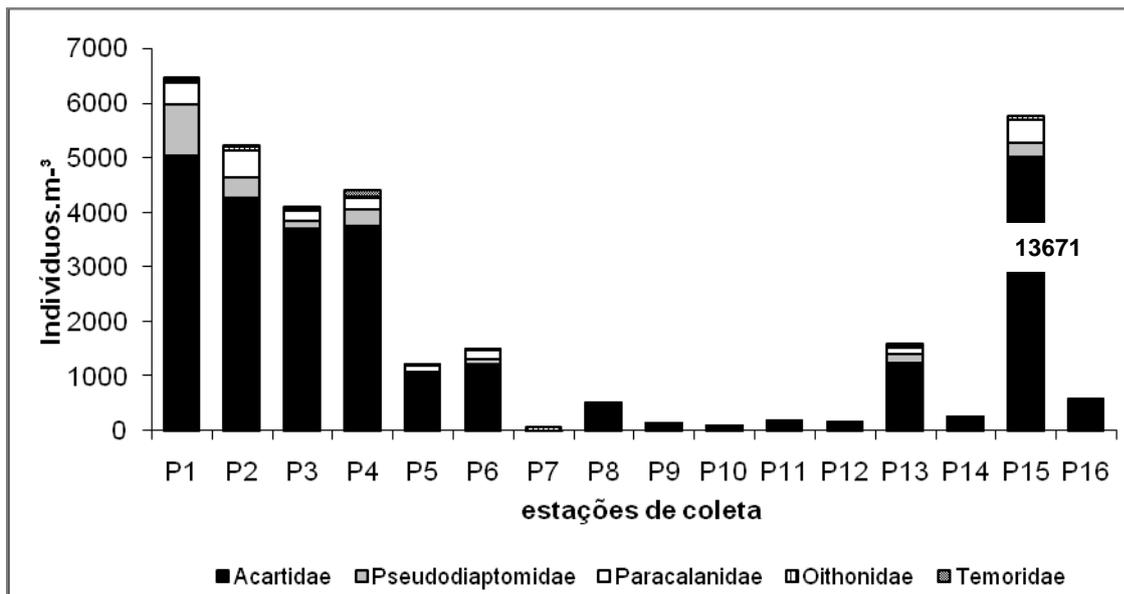


Figura 4.2.2.1-12. Valores de abundância das famílias de Copepoda mais frequentes no estuário de Santos, SP. Coletas realizadas em maio de 2009.

Com relação aos indivíduos adultos da família Acartiidae, a espécie *Acartia tonsa* foi predominante em relação à espécie *A. lilljeborgi*, espécie frequentemente dominante em estuários e que nesse estudo ocorreu em somente oito estações (Figura 4.2.2.1-13).

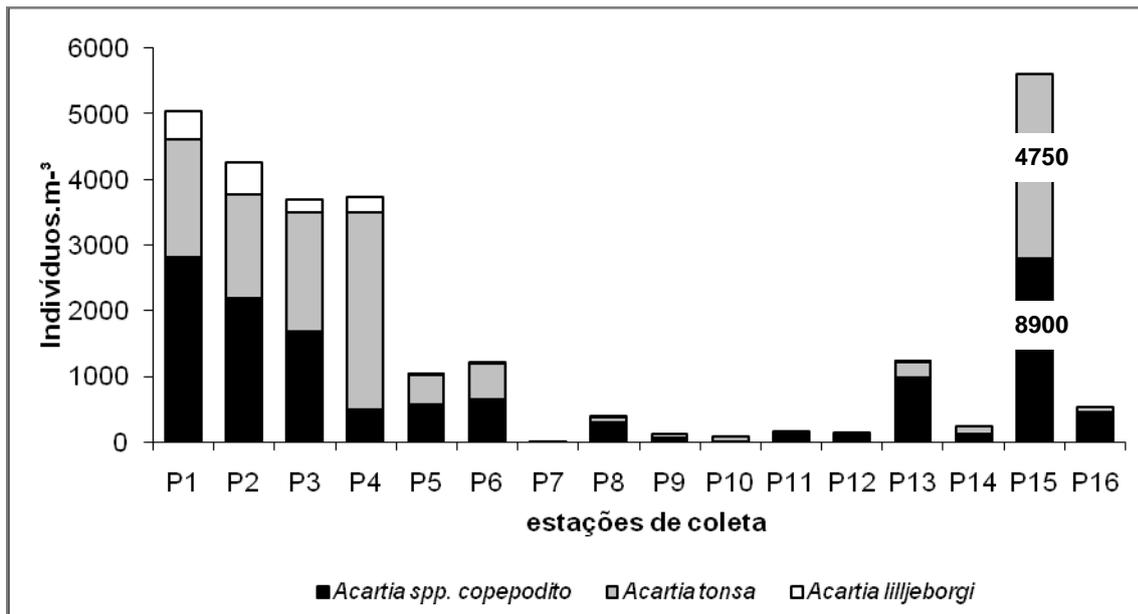


Figura 4.2.2.1-13. Valores de abundância das espécies da família Acartidae no estuário de Santos, SP. Coletas realizadas em maio de 2009.

A família Pseudodiaptomidae, típica do zooplâncton estuarino, foi dominada por indivíduos jovens (copepoditos), que foram registrados em todas as estações de coletas analisadas. Os indivíduos adultos encontrados foram principalmente da espécie *Pseudodiaptomus acutus* (Figura 4.2.2.1-14). Dois exemplares da espécie exótica *P. trihamatus* foram detectados em uma amostra da rede de ictioplâncton, durante a triagem de ovos e larvas de peixes. A avaliação da abundância desta espécie no estuário de Santos necessita de amostragens adicionais em um número maior de pontos ou em maior frequência de coletas.

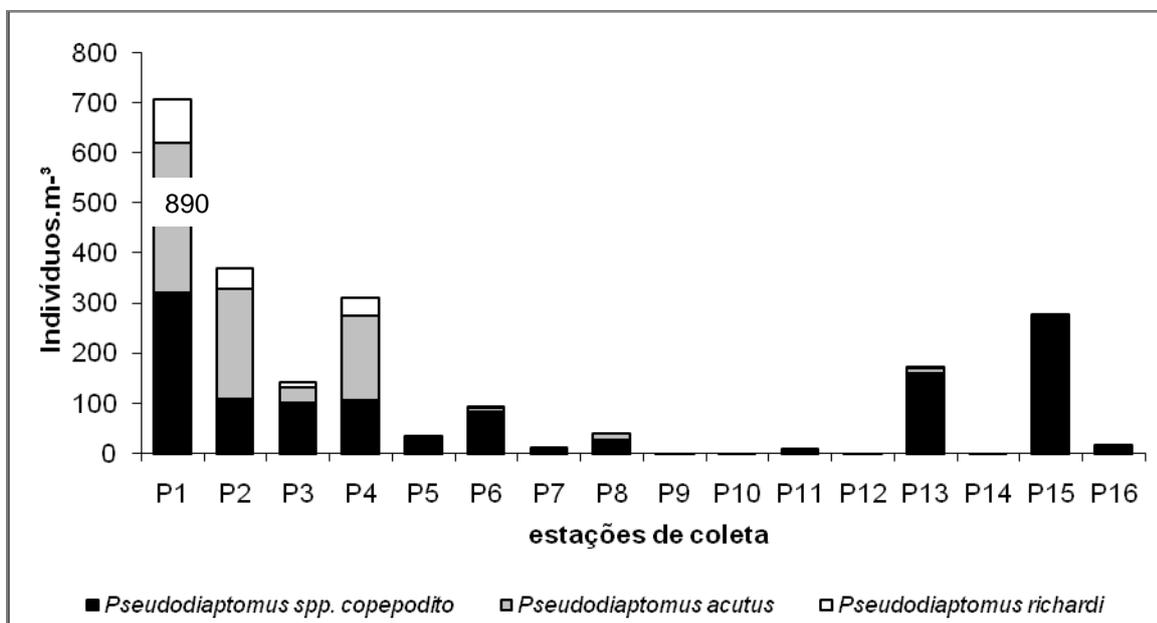


Figura 4.2.2.1-14. Valores de abundância das espécies da família Pseudodiaptomidae no estuário de Santos, SP. Coletas realizadas em maio de 2009.

Os principais representantes da família Paracalanidae foram *Paracalanus quasimodo* e *P. indicus*. Outro representante típico de águas estuarinas foi *Parvocalanus crassirostris*, que ocorreu com frequência de 100% na área de estudo. Merece destaque as ocorrências nas estações P1, P5 e P13 de *Paracalanus aculeatus* e do gênero *Acrocalanus*, espécies de águas de plataforma e oceânicas (Figura 4.2.2.1-15).

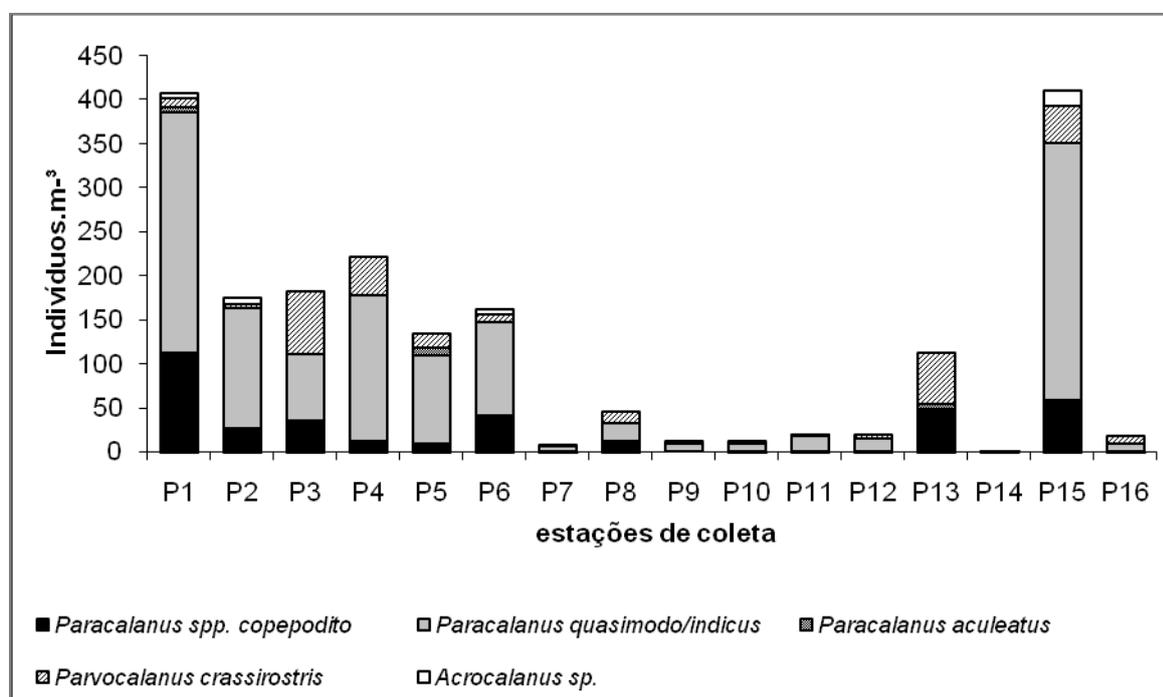


Figura 4.2.2.1-15. Valores de abundância das espécies da família Paracalanidae no estuário de Santos, SP. Coletas realizadas em maio de 2009.

As espécies dominantes da família Oithonidae, também frequente em estuários, foram *Oithona hebes* e *Oithona plumifera*, porém apresentaram baixos valores de abundância (Figura 4.2.2.1-16).

A abundância relativa das famílias mais frequentes de Copepoda é mostrada na Figura 4.2.2.1-17.

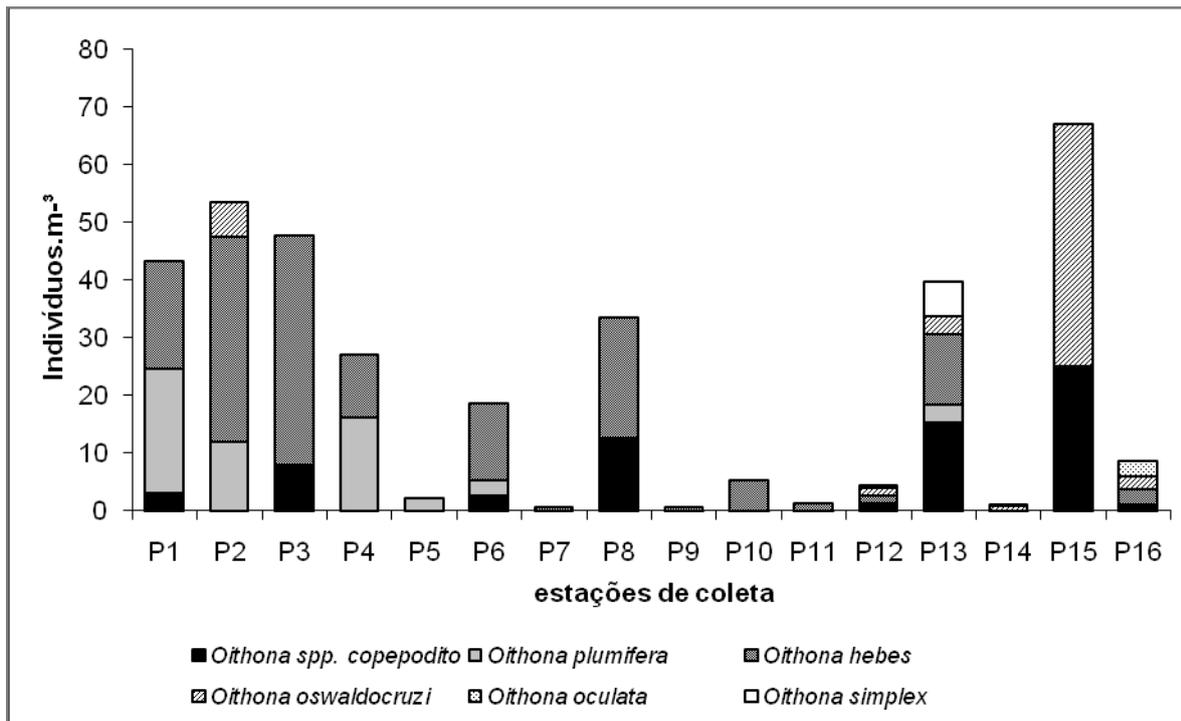


Figura 4.2.2.1-16. Valores de abundância das espécies da família Oithonidae no estuário de Santos, SP. Coletas realizadas em maio de 2009.

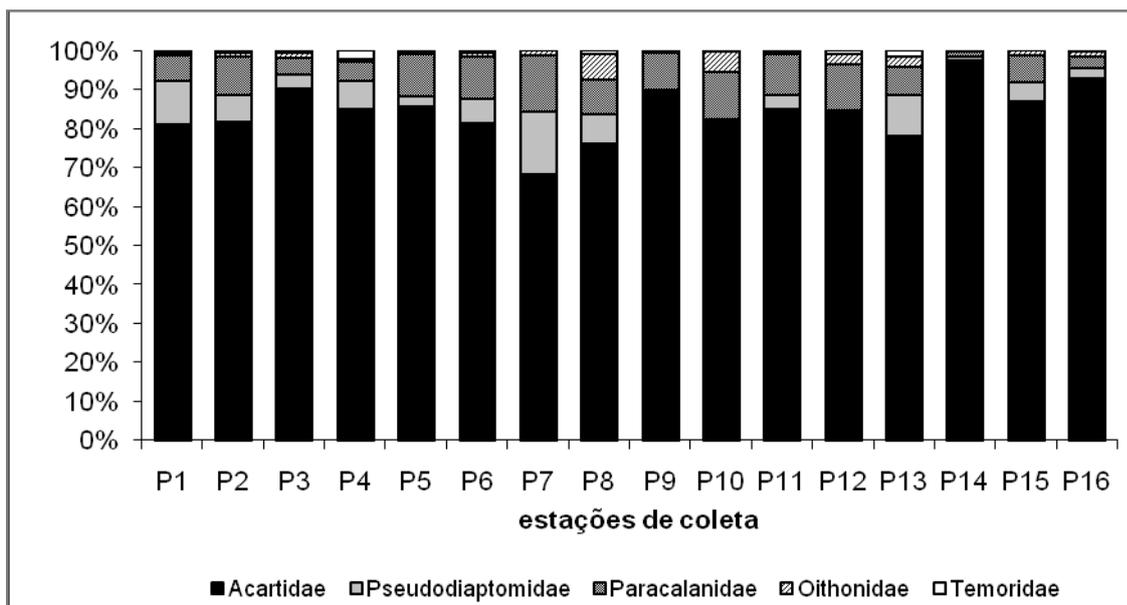


Figura 4.2.2.1-17. Abundância relativa das principais famílias de Copepoda no estuário de Santos, SP. Coletas realizadas em maio de 2009

Outra espécie que foi encontrada nas amostras e que faz parte da composição do zooplâncton estuarino, porém ocorreu sem maior expressividade, foi *Euterpina acutifrons*, sendo encontrada em metade das amostras e em baixos valores de abundância. Merece destaque também a espécie *Corycaeus giesbrechti*, típica de águas costeiras, que ocorreu em três estações: 2 no Largo de Santa Rita e 1 próximo ao rio Sandi.

Com relação aos outros táxons do zooplâncton, destacam-se as espécies da família Oikopleuridae, os náuplios da Infraclasse Cirripedia e as larvas da Infraordem Brachyura (Figura 4.2.2.1-18).

A abundância relativa dos táxons do holoplâncton e meroplâncton (exceto Copepoda) é mostrada na Figura 4.2.2.1-19.

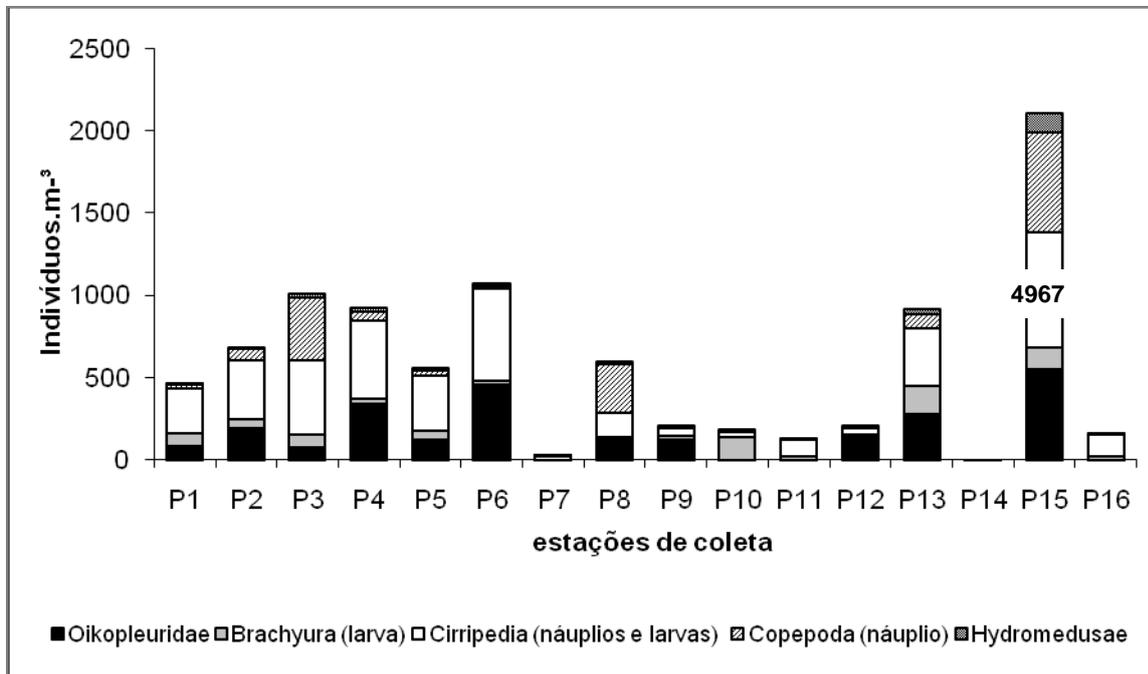


Figura 4.2.2.1-18. Valores de abundância dos principais grupos do zooplâncton coletado no estuário de Santos, SP em maio de 2009.

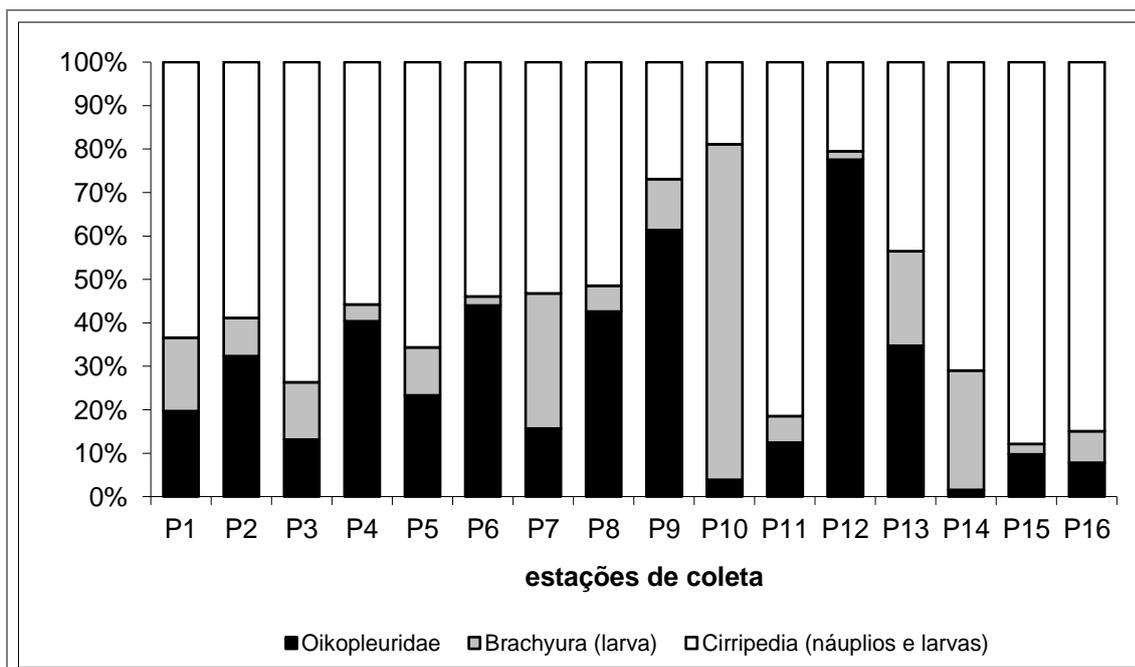


Figura 4.2.2.1-19. Abundância relativa dos táxons holoplanctônicos e meroplanctônicos (exceto Copepoda) encontrados no estuário de Santos, SP em maio de 2009.

## Ictioplâncton

Foram coletados 663 ovos de peixes na área de estudo, que constituíram uma densidade média de 91,8 ovos.100m<sup>-3</sup> (dp = 274,6) e 50% de frequência de ocorrência nas estações de amostragem, com maiores valores de densidade na estação P1 (1107,2 ovos.100m<sup>-3</sup>) (Tabela 4.2.2.1-17; Figura 4.2.2.1-20).

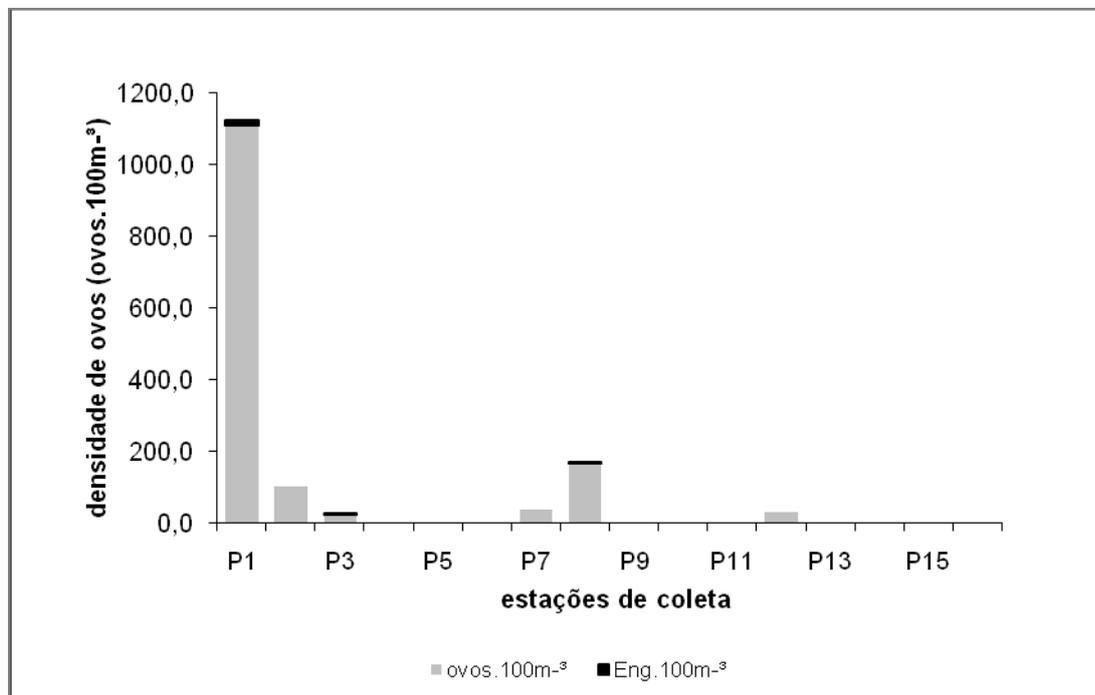


Figura 4.2.2.1-20. Densidade de ovos de peixes (ovos.100m<sup>-3</sup>) coletados nas estações de amostragem em maio de 2009, no estuário de Santos - SP. Eng = ovos de Engraulidae

Tabela 4.2.2.1-17: Valores estimados da densidade de ovos peixes, multiplicados por 100, coletados no estuário de Santos - SP. em maio de 2009. DP = desvio padrão e FO = frequência de ocorrência nas estações de coleta.

	Total		Ovos			
	nº ovos	ovos.100m <sup>-3</sup>	nº Engraulidae	Eng.100m <sup>-3</sup>	nº outros	outros.100m <sup>-3</sup>
TOTAL	663,0	1468,6	10,0	22,5	653,0	1446,1
MÁXIMO	534,0	1107,2	7,0	14,5	527,0	1092,7
MÉDIA	41,4	91,8	0,6	1,4	40,8	90,4
DP	132,5	274,6	1,8	3,8	130,8	271,0
FO	50,0		19,0		50,0	
densidade relativa (%)				1,5		98,5

Os ovos ocorreram nas estações P1, P2, P3 e P13, localizadas no Canal do Porto de Santos ou próximas a este, na estação P6, localizada no Canal de Piaçaguera, na estação P7 no Largo de Santa Rita (ADA) e nas estações P8 e P12 no Rio Sandi. As estações localizadas no Canal do Porto de Santos e Rio Sandi apresentaram os maiores valores de densidade de ovos, embora não tenham

apresentado diferenças significativas em relação às demais estações localizadas no Largo de Santa Rita e no Canal de Piaçaguera, segundo o teste de Kruskal-Wallis ( $H = 4,2538$ ,  $p = 0,2353$ ).

Foram identificados 10 ovos pertencentes à família Engraulidae (1,5% do total), que ocorreram nas estações P1 (14,5 ovos.100m<sup>-3</sup>), P3 (2,4 ovo.100m<sup>-3</sup>) e P8 (5,6 ovos.100m<sup>-3</sup>). Os demais ovos foram classificados como outros, pois não tinham características morfológicas suficientes que possibilitassem sua identificação por família de acordo com a literatura disponível (Tabela 4.2.2.1-18; Figura 4.2.2.1-21).

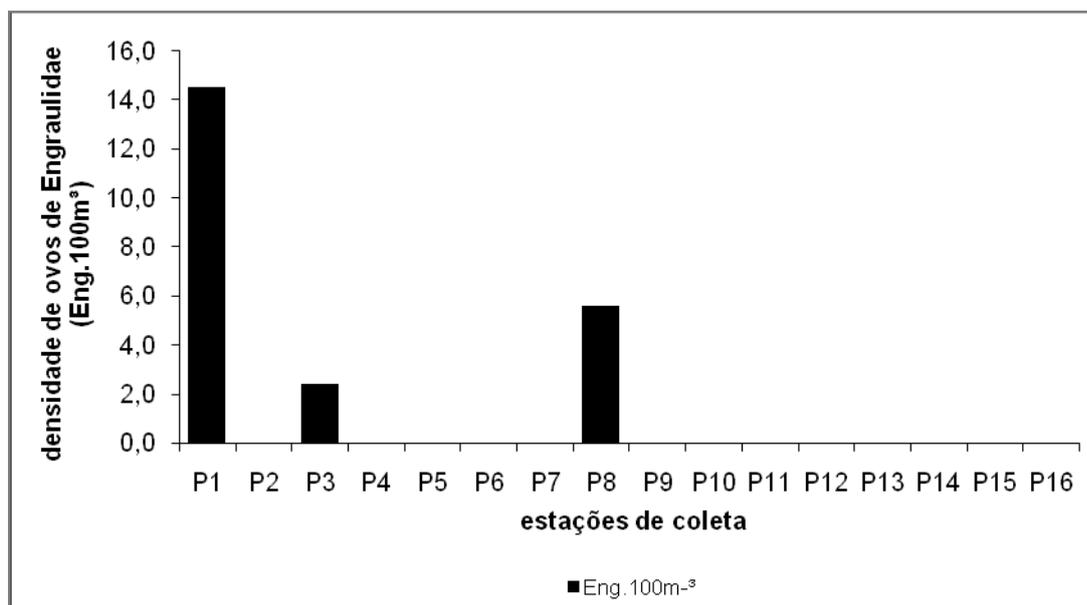


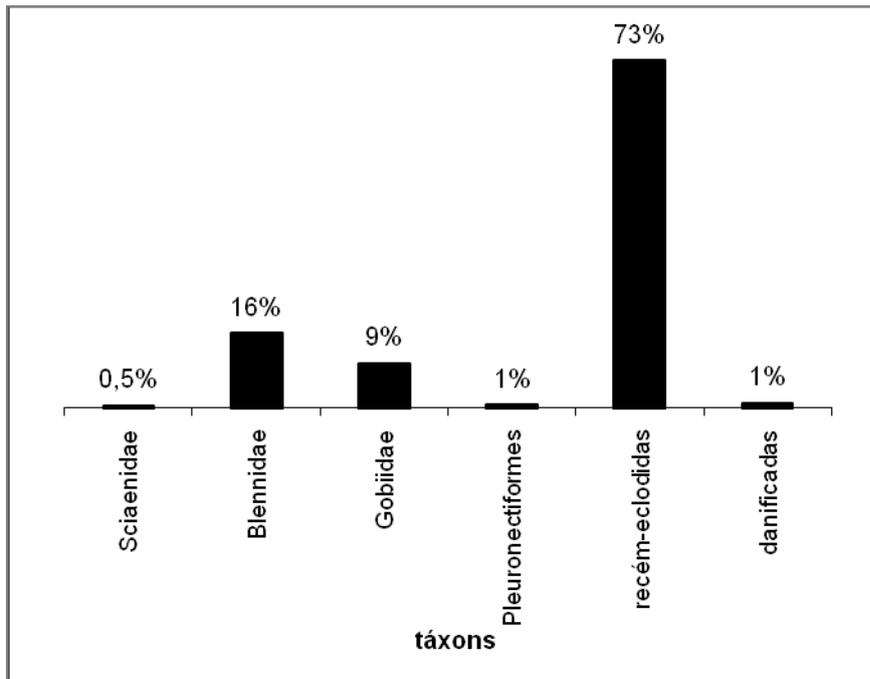
Figura 4.2.2.1-21. Densidade de ovos de peixes de Engraulidae (Eng.100m<sup>-3</sup>) coletados nas estações de amostragem (P1, P3 e P8) em maio de 2009, no estuário de Santos - SP. Notar a diferença de escala em relação à Figura anterior.

Tabela 4.2.2.1-18: Valores estimados da densidade de ovos peixes, multiplicados por 100, coletados no estuário de Santos - SP. em maio de 2009. DP = desvio padrão e FO = frequência de ocorrência nas estações de coleta..

	larvas	larvas.100m <sup>-3</sup>	recém-eclodidas	recém.100m <sup>-3</sup>	danificadas	dan.100m <sup>-3</sup>
TOTAL	206	482.2	152	350.3	2	5.2
MÁXIMO	34	80.9	26	60.0	1	3.5
MÉDIA	12.9	30.1	9.5	21.9	0.1	0.3
DP	12.1	25.9	9.1	18.5	0.3	1.0
FO	94		50		50	
Densidade relativa (%)		100		73		1

Foram coletadas 206 larvas de peixes, representando uma densidade média de 30,1 larvas.100m<sup>-3</sup> (dp = 25,9) e frequência de ocorrência em cerca de 90% das estações de coleta. Somente na estação P14 não foram detectadas larvas de peixes.

Em 94% das estações de coleta ocorreram larvas recém-eclodidas, apresentando cerca de 1,0 mm de comprimento da notocorda, o que dificulta a identificação das mesmas. As larvas recém-eclodidas representaram 73% do total de larvas capturadas, representando uma densidade média de 21,9 larvas.100m<sup>-3</sup> (dp = 18,5) (Tabela 4.2.2.1-18; Figura 4.2.2.1-22).



**Figura 4.2.2.1-22.** Densidade relativa das larvas de peixes identificadas que ocorreram no estuário de Santos, SP nas amostras coletadas em maio de 2009.

As estações P1, P2 (Canal do Porto de Santos) e P15 (Rio Jurubatuba) apresentaram os maiores valores de densidade total de larvas; entretanto não diferiram significativamente das demais estações, de acordo com o teste de Kruskal-Wallis ( $H = 1.9061$ ,  $p = 0.7530$ ).

Os resultados da identificação indicaram a ocorrência de larvas pertencentes a duas ordens: Perciformes e Pleuronectiformes. Uma única larva representou a ordem Pleuronectiformes (linguados); esta se apresentou em fase de pré-flexão da notocorda, dificultando a identificação em menor nível taxonômico. Dentre os Perciformes, a maioria das larvas pertenceu à família Blennidae (blenídeos), seguida das famílias Gobiidae (emborês) e Sciaenidae (pescadas), esta última sendo representada somente por um indivíduo (Figura 4.2.2.1-23).

As famílias Blennidae e Gobiidae ocorreram na maioria das estações de coleta (63% e 56%, respectivamente). Dentre os indivíduos pertencentes à família Blennidae 77% das larvas não puderam ser identificadas em nível de gênero ou espécie e 23% foram identificados como *Hypsoblennius invemar* (Figura 4.2.2.1-24). A maioria dos gobídeos (72%) foi identificada como *Microgobius* spp. e o restante foi classificado como Gobiidae n.i. (não identificado) (Figura 4.2.2.1-25).

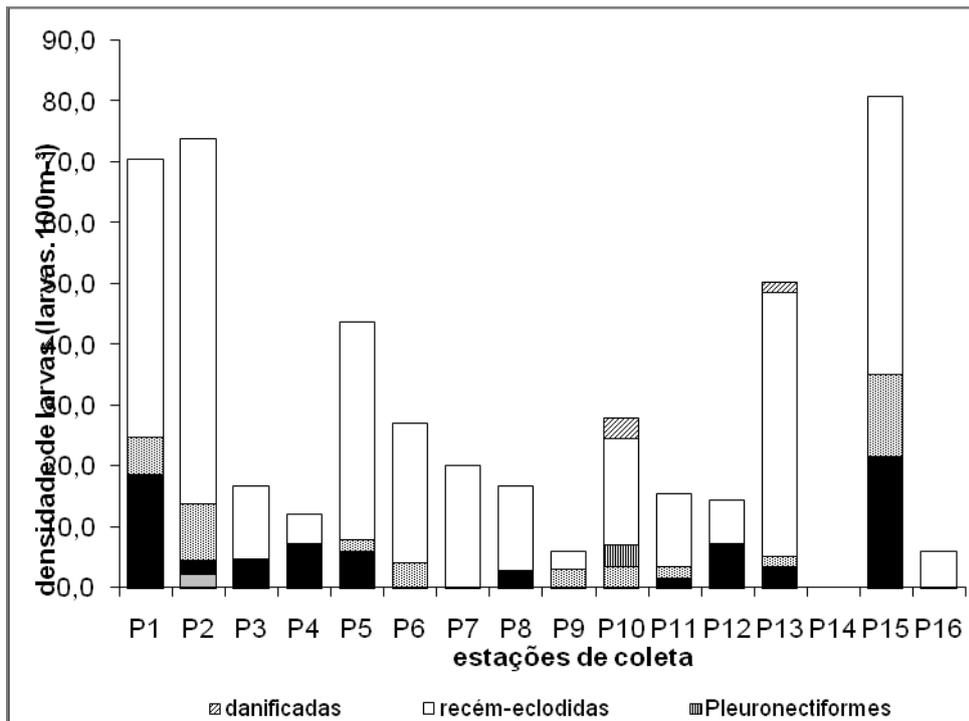


Figura 4.2.2.1-23: Valores da densidade de larvas de peixes (larvas.100m<sup>-3</sup>) identificadas nas amostras coletadas em cada estação de coleta realizada em maio de 2009, no estuário de Santos, SP.

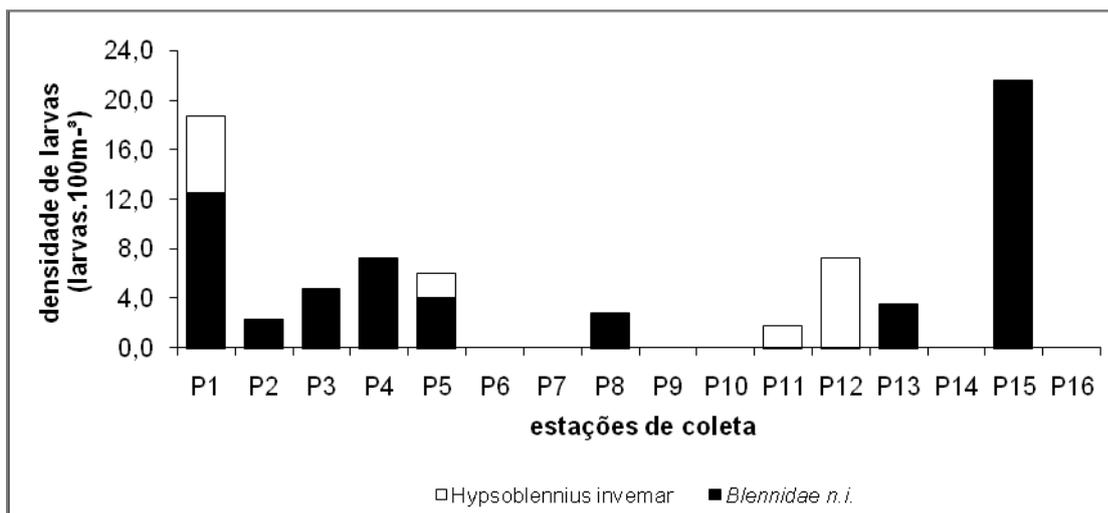


Figura 4.2.2.1-24. Valores de densidade de larvas de peixes (larvas.100m<sup>-3</sup>) estimados para a família Blennidae nas amostras coletadas em maio de 2009, no estuário de Santos, SP.

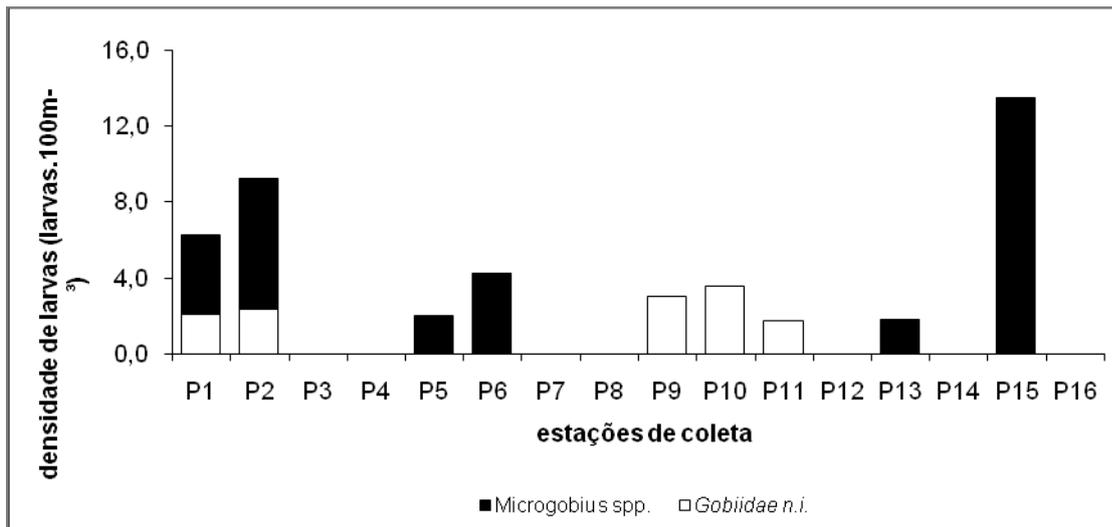


Figura 4.2.2.1-25. Valores de densidade de larvas de peixes (larvas.100m<sup>-3</sup>) estimados para a família Gobiidae nas amostras coletadas em maio de 2009, no estuário de Santos, SP.

A composição do zooplâncton no estuário de Santos durante as amostragens de maio de 2009 foi similar à encontrada em outros estuários da costa paulista (Lopes *et al.*, 1998). A dominância numérica dos copépodes é um padrão encontrado na maioria dos ecossistemas estuarinos (Miller, 1983; Day *et al.*, 1989). Os gêneros *Acartia*, *Pseudodiaptomus* e *Oithona* estão entre os mais importantes nos estuários tropicais e subtropicais do Atlântico Sudoeste, seguidos por *Temora* e *Paracalanus*, que são gêneros mais abundantes em águas costeiras (Björnberg, 1981). Estes mesmos gêneros foram dominantes no estuário de Santos, com destaque para as espécies de *Acartia*.

De uma maneira geral, os valores de abundância do zooplâncton foram baixos (< 10.000 indivíduos m<sup>-3</sup>, com exceção de uma estação) em comparação com outros sistemas estuarinos da região, como Juréia (Lopes, 1994) e Cananéia (Ara, 1998) e com a região costeira adjacente a Santos (Miyashita *et al.*, 2009). Entretanto, a variabilidade temporal do zooplâncton não foi considerada no presente estudo, o que dificulta a comparação com as demais pesquisas citadas, que contemplaram pelo menos duas amostragens sazonais ou, mais frequentemente, amostragens mensais ao longo de um ano.

Com relação a ocorrência de espécies potencialmente nocivas ou indicadoras do zooplâncton, merece destaque a detecção do copépode exótico *Pseudodiaptomus trihamatus*. Esta espécie é originária do sudeste asiático, de onde foi importada de forma não intencional com exemplares do camarão *Penaeus monodon*, no Rio Grande do Norte, durante a década de 1980 (Medeiros *et al.*, 2007). A abundância desta espécie no sistema estuarino de Santos é provavelmente ainda inexpressiva, porém sua ocorrência em uma das amostras de ictioplâncton do presente diagnóstico representa um alerta importante quanto à necessidade do monitoramento da água de lastro das embarcações comerciais, inclusive de cabotagem. Este foi o provável vetor de transporte relacionado à translocação desta espécie desde águas estuarinas ou costeiras do nordeste brasileiro até Santos.

A ocorrência de larvas recém-eclodidas de peixes durante este diagnóstico pode ser considerada um indicativo da desova, já que os períodos embrionário e recém-eclodido duram poucos dias,

dependendo da espécie (Hempel, 1979; Matsuura *et al.*, 1980). Após a eclosão, a larva apresenta uma reserva de energia estocada no interior do saco vitelínico, que lhe permite sobreviver até que sua boca, os órgãos dos sentidos e as demais estruturas do corpo tornem-se funcionais (Katsuragawa *et al.*, 2008). Esse período é denominado “crítico”, no qual a larva, após absorver o vitelo, passa a alimentar-se de organismos planctônicos no ambiente marinho (Fuiman, 2002).

O sucesso no recrutamento de espécies de peixes pode depender das condições do local de desova que, sendo favoráveis ou não, interferem diretamente no período de incubação, taxa de eclosão e sobrevivência das larvas (Fuiman, 2002).

Os ovos de peixes coletados na região de estudo ocorreram preferencialmente nas estações localizadas no Canal do Porto de Santos ou próximas a este, no Canal de Piaçaguera, no Largo de Santa Rita e nas estações localizadas no Rio Sandi. As estações localizadas mais no interior do estuário podem ser consideradas como locais de desova e áreas de retenção, como as estações do Rio Sandi e no Largo de Santa Rita, que foram visitadas durante a maré enchente.

Pôde-se observar a presença de ovos pertencentes ao grupo dos engraulídeos (manjubas). Este resultado, a despeito do pequeno número de ovos observados, sugere que espécies da família Engraulidae utilizam a área estudada como local de desova. Esse grupo inclui peixes de pequeno porte que formam cardumes e apresentam hábitos costeiros, preferindo águas de baixa salinidade. Os engraulídeos apresentam importância ecológica na cadeia alimentar, pois se alimentam do fitoplâncton e servem de alimento para peixes de maior porte e aves marinhas (Figueiredo & Menezes, 1978).

Muitas pescarias de interesse comercial estão concentradas em espécies que utilizam os estuários como berçário (Able & Fahay 1998), como Engraulidae (manjubas), Sciaenidae (pescadas) e Pleuronectiformes (linguados), que foram representados por ovos e larvas na região de estudo.

As larvas de peixes coletadas pertencem às espécies que possivelmente desovaram na região de estudo no período de amostragem e permaneceram no interior do estuário, ou podem ser resultados de desova ocorrida em outras áreas e posteriormente transportada para a região de estudo através de correntes de marés.

Os blennídeos e gobídeos são peixes de pequeno porte que habitam águas rasas e salobras típicas dos manguezais, estuários e baías. As espécies dessas famílias são ovocíparas, os ovos de blennídeos são depositados em fendas de rochas, conchas vazias ou cracas e geralmente são cuidados pelo macho (Figueiredo & Menezes, 1985) e dos gobídeos são fixos em um substrato (Watson, 1996). As larvas de ambas as famílias são planctônicas e foram as mais representativas dentre as larvas coletadas na região de estudo.

Representados por somente uma larva, os peixes da família Sciaenidae apresentam grande importância comercial constituindo grande parcela das capturas comerciais efetuadas no Sudeste brasileiro. Habitam regiões de plataforma continental, estuários ou áreas próximas a desembocaduras de rios (Menezes & Figueiredo, 1980) e seus ovos e larvas são planctônicos (Moser, 1996).

Pleuronectiformes, linguados, são peixes achatados lateralmente que habitam regiões costeiras e oceânicas e vivem junto ao fundo, geralmente enterrados no substrato. As larvas e juvenis possuem simetria bilateral e com o crescimento, o olho de um dos lados do corpo migra, completando o desenvolvimento do formato do corpo e das nadadeiras (Figueiredo & Menezes, 2000). A única larva que foi capturada pela rede de plâncton apresentava-se em fase inicial do ciclo de vida, não sendo possível identificar em nível de família.

Quanto à composição taxonômica, as famílias e espécies identificadas que ocorreram na região de estudo no período de maio de 2009, são características de ambientes estuarinos da região Sudeste do Brasil (Figueiredo & Menezes, 1985; Menezes *et al.*, 2003). As amostras apresentaram baixa diversidade e um número pequeno de espécies. De acordo com Haedrich (1983) apud Able & Fahay (1998), o baixo número de espécies reflete o pequeno número de espécies de cada família adaptado às condições estuarinas quando comparados ao oceano adjacente.

De acordo com Katsuragawa *et al.* (2008), a presença de ovos e larvas de peixes nas amostras de redes de plâncton evidencia a atividade reprodutiva dos adultos no local e época de coleta. As investigações aqui realizadas nos dão indícios que a área amostrada desempenha um papel importante para o ciclo de vida de espécies de peixes marinhos, especificamente no período de maio de 2009. São necessárias investigações mais detalhadas, envolvendo amostragens em série temporais e em acoplamento com dados físicos, para avaliarmos se o estuário de Santos constitui uma área de desova de espécies de peixes, devido à presença de ovos e larvas recém-eclodidas nas estações de coleta, ou se estes resultados refletem processos de desova que ocorrem na plataforma continental adjacente.

## Bentos

Dentre os levantamentos da comunidade de macroinvertebrados bentônicos realizados no estuário de Santos, tomada como AID em quase sua totalidade, destacam-se os estudos realizados pela FUNDESPA em 2002, composto por três relatórios técnicos (FUNDESPA, 2002a; 2002c e 2002d) e o EIA de aprofundamento do canal de Santos (Fundação Ricardo Franco, 2008). Em Fundespa (2002), foram identificados 13 taxa, sendo o grupo dos Polychaeta o mais representativo em número de espécies (8spp.), seguido do grupo Bivalvia (4 espécies).

Os resultados da identificação da macrofauna bentônica em amostras do largo do Canéu (FUNDESPA, 2002c), considerada AID do presente EIA, mostraram a ocorrência de sete grupos, todos em baixa densidade: Nematoda; Bivalvia; Gastropoda; Polychaeta; Brachyura; Decapoda; Isopoda; e, Copepoda. O número total de exemplares foi 27 sendo que o grupo mais abundante foi Brachyura, com um total de nove indivíduos.

No largo Santa Rita (FUNDESPA, 2002d), ADA do futuro Terminal Portuário BRITES, foi verificado que ocorreram 11 grupos. Dos grupos presentes, Nematoda foi o mais abundante, com 380 indivíduos, seguido do grupo Bivalvia, cuja espécie mais abundante foi *Tagelus* sp. com 88 indivíduos. As maiores densidades e diversidades em algumas estações foram associadas, provavelmente, a questões hidrodinâmicas; sendo que, em especial, a presença do Polychaeta

*Capitella* sp, assim como a grande densidade de Nematoda, sugeriram que algumas dessas áreas apresentam contaminação orgânica (FUNDESPA, 2002d).

No EIA de aprofundamento do canal de Santos (Fundação Ricardo Franco, 2008), na região da AID, foram encontrados dez filos animais (poríferas, cnidários, nemertíneos, moluscos, anelídeos, sipúnculos, artrópodes, nematódeas, equinodermatas e cordados). Na Figura 4.2.2.1-6 pode-se observar que a macrofauna bentônica foi composta principalmente pelos anelídeos poliquetas (57,45% do total de animais coletados), seguidos pelas nematódeas (14,9%), crustáceos peracáridos (13,45%), moluscos bivalves (4,4%) e holotúrias (3,2%). Os demais grupos taxonômicos representaram menos de 7,0% da comunidade macrofaunística (Tabela 4.2.2.1-19).

O grupo dos anelídeos poliquetos foi predominante na maior parte das amostras estabelecidas e, para este grupo, os organismos foram identificados em nível de espécie, compreendendo 57,50% da macrofauna total (11.115,04 inds/5 Lts) distribuídos em 85 táxons e 35 famílias (Tabela 4.2.2.1-20). Os poliquetas ocorreram em 116 dos 120 pontos amostrados e foram registrados em abundâncias variando entre 9% e 100%. Dentre os táxons de poliquetos mais abundantes identificados, destacam-se os Cirratulidae que totalizaram mais de 40% do total dos poliquetos coletados. Outros táxons que tiveram um número expressivo de indivíduos foram: *Glycinde multidentis* (2%); *Magelona* sp. (1,5%); os onufídeos *Kinbergonuphis orensanzi* (1,9%) e *Mooreonuphis lineata* (2,2%); os espionídeos *Polydora* (3,8%) e *Streblospio* (2,4%); o sílideo *Syllis* (1,5%); e, *Trochochaetus* (3%), único representante da família Trochochaetidae.

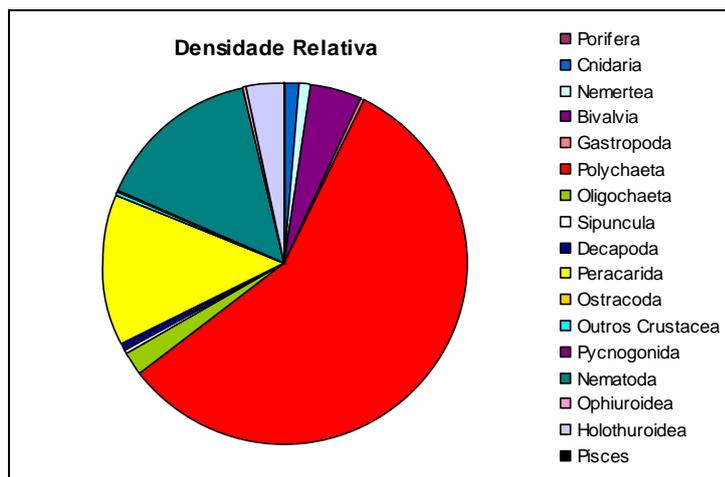


Figura 4.2.2.1-26. Densidade relativa de organismos por grupo taxonômico. Fonte: Fundação Ricardo Franco (2008).

**Tabela 4.2.2.1-19. Resumo dos resultados obtidos para a macrofauna bentônica no EIA de aprofundamento do Canal do Porto de Santos. Fonte: Fundação Ricardo Franco (2008).**

Número de pontos amostrais: <b>40</b>					
Número de amostras: <b>120</b>					
Volume total de sedimento: <b>471</b> litros					
Número total de animais identificados:					
Densidade Absoluta (no. inds/471 lts): <b>13583</b> (799 ± 1777,91)					
Densidade Relativa (no. inds/600 lts): <b>19380,72</b> (1140,04±2641,18)					
organismos identificados em níveis taxonômicos inferiores			organismos identificados em grandes grupos		
Polychaeta	Densidade Absoluta	Densidade Relativa		Densidade Absoluta	Densidade Relativa
	7375	11115	Porifera	1	1,67
			Cnidaria	208	280,56
			Nemertea	100	190,14
			Bivalvia	574	852,68
			Gastropoda	38	51,45
			Oligochaeta	360	413,81
			Sipuncula	47	72,23
			Decapoda	60	102,72
			Peracarida	1691	2601,46
			Ostracoda	15	23,08
			Outros Crustacea	17	24,52
			Pycnogonida	27	47,59
			Nematoda	2571	2883,30
			Ophiuroidea	44	68,42
			Holothuroidea	454	617,38
			Pisces	1	1,00
85 táxons					
35 famílias					
<b>Total</b>	<b>7375</b> (54,30%)	<b>11115</b> (57,45%)	<b>Total</b>	<b>6208</b> (45,70%)	<b>8232,02</b> (42,55%)

Na listagem a seguir (Tabela 4.2.2.1-20) é mostrada a relação dos 85 táxons de poliquetas identificados em Fundação Ricardo Franco (2008).

**Tabela 4.2.2.1-20. Lista de taxa de Polychaeta no canal de Santos, região da AID. Fonte: Fundação Ricardo Franco (2008).**

ANNELIDA: POLYCHAETA
Ampharetidae/Amphicteis sp.1
Ampharetidae/Amphicteis sp. 2
Ampharetidae/Isolda sp.
Amphinomidae/Pseudoeurythoe sp.
Capitellidae
Capitellidae/Capitella capitata
Capitellidae/Mediomastus sp.1
Capitellidae/Mediomastus sp.2
Chaetopteridae
Cirratulidae
Cossuridae/Cossura sp.
Dorvilleidae/Protodorvillea sp.
Dorvilleidae/Schistomeringos sp.
Eunicidae/Lysidice sp.
Eunicidae/Marphysa formosa
Eunicidae/Nematonereis sp.
Flabelligeridae
Glyceridae/Glycera sp.1
Glyceridae/Glycera sp.2
Goniadidae/Glycinde multidentis
Goniadidae/Goniada sp.1
Goniadidae/Goniada sp.2
Hesionidae
Hesionidae/Ophiodromus sp.
Hesionidae/Podarkeopsis sp.
Hesionidae/Syllidia sp.
Lumbrineridae/Lumbrineris sp.1
Lumbrineridae/Lumbrineris sp.2
Lumbrineridae/Ninoe sp.
Magelonidae/Magelona sp.
Maldanidae/Euclymene sp.
Nephtyidae/Nephtys sp.
Nereididae
Nereididae/Laeonereis acuta
Nereididae/Neanthes succinea
Nereididae/Rullierinereis sp.
Onuphidae
Onuphidae/Diopatra sp.
Onuphidae/Diopatra aciculata
Onuphidae/Diopatra dexiognatha
Onuphidae/Epidiopatra sp.
Onuphidae/Kinbergonuphis orensanzi
Onuphidae/Kinbergonuphis sp.2
Onuphidae/Mooreonuphis lineata
Onuphidae/Nothria sp.
Onuphidae/Onuphis sp.
Opheliidae/Armandia sp.
Orbiniidae
Orbiniidae/Naineris sp.
Orbiniidae/Scoloplos (Leodamas) sp.
Oweniidae
Oweniidae/Owenia sp.1
Oweniidae/Owenia sp.2
Paraonidae/Aricidea sp.

Pectinariidae/Pectinaria sp.
Phyllococidae
Phyllococidae/Eteone sp.
Pilargidae/Cabira sp.
Pilargidae/Loandalia sp.
Pilargidae/Sigambra tentaculata
Pilargidae/Sigambra sp.2
Poecilochaetidae/Poecilochaetus sp.
Polynoidae/Halosydnella sp.
Polynoidae/Harmothoe sp.
Sabellariidae/Sabellaria sp.
Sabellidae
Sabellidae/Branchiomma sp.
Sigalionidae/Sthenelais sp.
Spionidae
Spionidae/Boccardia sp.
Spionidae/Dipolydora sp.
Spionidae/Paraprionospio sp.
Spionidae/Polydora nuchalis
Spionidae/Polydora sp.2
Spionidae/Prionospio sp.
Spionidae/Spiophanes sp.
Spionidae/Streblospio sp.
Sternaspidae/Sternaspis sp.
Syllidae
Syllidae/Syllis sp.
Terebellidae
Terebellidae/Eupolymnia sp.
Terebellidae/Pista sp.
Trichobranchidae/Terebellides sp.
Trochochaetidae

Dentre os táxons de poliquetas mais abundantes, destacam-se os Cirratulidae que totalizaram mais de 40% do total de poliquetas coletados (Figura 4.2.2.1-27). A taxonomia dessa família é bastante complexa, baseada no início de brânquias e tentáculos filiformes que são perdidos com facilidade. Portanto, não se pôde, com segurança, identificar os vários morfo-tipos, embora se saibam que há três táxons distintos, *Cirriformia*, *Cirratulus* e *Aphelochoaeta* (Pardo, com. pess. <sup>3</sup>). As duas espécies de *Mediomastus*, juntas, contribuíram com quase 15% do total. Os dorrileídeos *Protodorvillea* e *Schistomeringos* somaram 5% do total, quase o mesmo percentual que o paraonídeo *Aricidea* sp. Outros táxons de poliquetas que tiveram um número expressivo de indivíduos foram: *Glycinde multidentis* (2%), *Magelona* sp. (1,5%), os onufídeos *Kinbergonuphis orensanzi* (1,87%) e *Mooreonuphis lineata* (2,16%), os espionídeos *Polydora* (3,82%) e *Streblospio* (2,43%), o sílideo *Syllis* (1,53%) e *Trochochaetus* (3%), único representante da família Trochochaetidae. Os demais táxons de poliquetas foram responsáveis somente por cerca de 13% do total na densidade relativa (Figura 4.2.2.1-27).

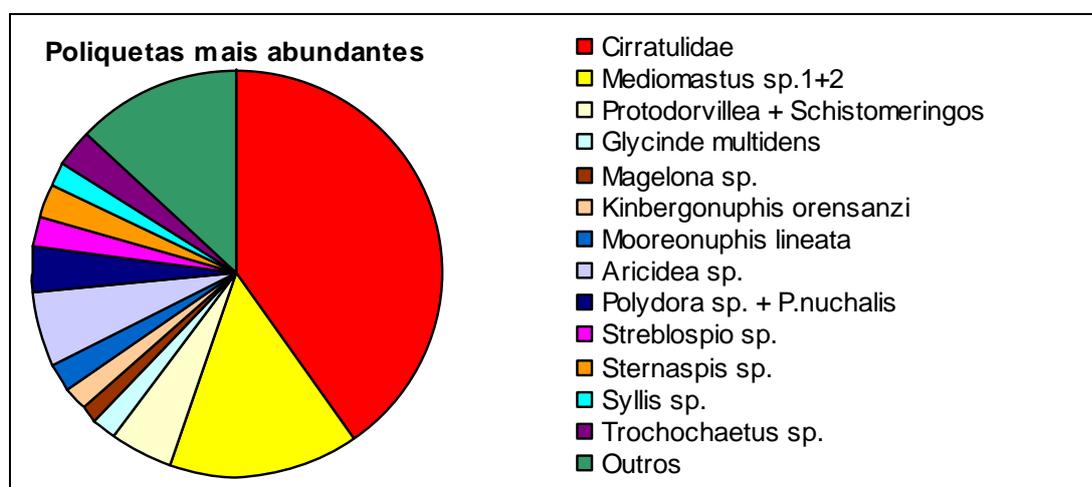


Figura 4.2.2.1-27. Abundância dos principais táxons de anelídeos poliquetas. Fonte: Fundação Ricardo Franco (2008).

Cirratulidae foi o táxon de poliqueta mais freqüente, ocorrendo em 62 dos 120 pontos de coleta, seguido por *Mediomastus* sp.1, da família Capitellidae, com freqüência de 50% das amostras, e por *Glycinde multidentis*, um Goniadidae que foi encontrado em 53 amostras (44,2%). Outros táxons que foram relativamente freqüentes foram *Mediomastus* sp.2 e *Aricidea* sp., cada um encontrado em 35% do total de amostras, *Sigambra tentaculata* (53,3%), *Magelona* sp. (31,6%), *Sthenelais* sp. (30%) e *Sternaspis* sp. (25,8%).

<sup>3</sup> Dra. Erica V. Pardo, especialista em taxonomia de poliquetas (famílias Cirratulidae e Spionidae) - Unicamp.

## Organismos de interesse comercial e para a pesca de subsistência na ADA e AID

A faixa litorânea do Brasil abriga 70% da população, 75% dos principais centros urbanos e apresenta os maiores focos de adensamento populacional do país (CNIO 1998). A pesca no Brasil situa-se entre as quatro maiores fontes de proteína animal para o consumo humano no país. Adicionalmente, as últimas estimativas indicam que esta atividade é responsável pela geração de 800 mil empregos diretos, sem falar no fato de que o parque industrial é composto por cerca de 300 empresas relacionadas à captura e ao processamento. Já a frota nacional é composta por cerca de 25.000 barcos, dos quais, aproximadamente, 2.000 formam a chamada frota industrial e o restante, a frota artesanal ou da pesca de pequena escala (IBAMA 2003).

A pesca de arrasto de camarão segundo GRAÇA LOPES *et al* (2002) é dividida em dois tipos de embarcações: As embarcações de pequeno porte, geralmente sem casaria executando viagens diárias (“sol a sol”) com arrasto de aproximadamente uma hora. O segundo tipo é a embarcação industrial, de grande porte. Este diagnóstico visa abranger somente o primeiro.

Algumas comunidades são descritas em literatura como praticantes de pesca de arrasto, como o caso da comunidade Perequê, município de Guarujá, como descrito por SEVERINO-RODRIGUES *et al.* (2002). Outras comunidades ligadas ao canal de Santos também já foram descritas anteriormente como atuantes na pesca do camarão como as comunidade do Rio do Meio e Santa Cruz dos Navegantes (GRAÇA-LOPES *et al.*, 2002).

Dentro do estuário, a pesca do camarão branco (*Litopenaeus schmitti*) possui uma fase do seu ciclo de vida, onde são capturadas por tarrafa (SANTOS, 1988) e mais comumente por gerivá. (CHAVES & ROBERT, 2003). A pesca de gerivá tem sido muito observada no estuário de Santos, sendo praticada por pescadores artesanais para a venda de camarão vivo, utilizado como isca viva para pescadores esportivos.

Em relação ao pescador artesanal, existem trabalhos que demonstram a existência de aproximadamente 10.000 pessoas vivendo direta ou indiretamente da pesca artesanal na Baixada Santista divididas em 17 comunidades, sendo muitas destas no interior do estuário (GEFE *et al.*, 2004).

Além das pescarias comerciais e para subsistência existe ainda a modalidade de pesca esportiva que movimentam um grande mercado ligado ao turismo e recreação.

As pescarias esportivas tiveram início na Inglaterra, apesar de haverem manuscritos relatando pescarias com linha e anzol na China e no Japão, com propósitos recreativos, datados do primeiro milênio d.C. (BRANDT, 1984). Esse autor considera ainda as pescarias esportivas com vara de pescar, aquelas praticadas seguindo quatro diferentes métodos:

- a. Pesca de peixes de superfície, com o uso de bóia para manter linha e anzol sem contato com o fundo, e o comprimento da linha inferior à profundidade do local de pesca;
- b. Pesca de peixes de fundo, com o anzol tocando o sedimento, onde o uso de bóia pode ser dispensado;

- c. Pesca de peixes predadores, com o uso de vara de fibra, molinete e iscas artificiais;
- d. Pesca de *fly*: Neste método, a linha é arremessada com uma isca leve, imitando artificialmente um inseto. A primeira informação sobre pesca de *fly* data do 3º século d.C., na Macedônia.

O estuário de Santos e São Vicente apresentam expressivas frotas de pesca industrial e artesanal. Apesar disso, não existem dados sobre a produção pesqueira da região ligados à pesca artesanal no interior do estuário. Os dados disponíveis para essa região estão relacionados ao acompanhamento de desembarques oceânicos realizados pelo Instituto da Pesca de Santos.

As principais colônias de pescadores no estuário são: colônia Z1 (Santos), capatazia Z1 (Cubatão, Z3 (Guarujá) e Z4 (São Vicente). Grande parte da atividade pesqueira no estuário é realizada por embarcações artesanais, apenas a colônia Z1 (Santos) apresenta embarcações com maior autonomia de pesca.

O porte das embarcações que atuam dentro do estuário costuma ser bastante reduzido, atuando principalmente na área do extrativismo animal através da pesca de peixes e crustáceos como caranguejos e siris.

Severino-Rodrigues et al. (2001) realizaram um acompanhamento da pesca artesanal de siris e caranguejos no estuário de Santos e São Vicente durante os anos de 1987 a 1994 e notaram o progressivo decréscimo da produção, atribuído por eles principalmente à redução da área de manguezais.

O caranguejo uca é um importante elemento da realidade dos estuários, tendo relevante papel no ciclo dos nutrientes e na rede trófica desses ambientes. Ainda, podemos citar funções de cunho socioeconômico para estes organismos que constituem uma importante fonte de renda e nutrição para diversas comunidades caiçara (NORDI, 1994), sendo o mais importante caranguejo comercial dos manguezais brasileiros (ALCÂNTARA-FILHO, 1978). Da mesma forma, podemos citar ainda os siris do gênero *Calinectes*, que também apresentam semelhante relevância no cenário produtivo da Baixada Santista e do Brasil.

Diversas espécies de peixes ocorrentes também apresentam grande relevância econômica e social, sendo um dos recursos explorados por comunidades ribeirinhas em variados pontos do litoral paulista. O camarão sete barbas e camarão branco, reportados como principais alvos da pesca de camarões em mar aberto e no estuário são expressivamente explorados pela pesca artesanal. Temos ainda diversas espécies de peixes que são capturadas por esforços de pesca direcionados ou como by-catch da pesca de camarão.

Pela importância dessa atividade para esses municípios e para os indivíduos envolvidos, podendo haver casos onde a pesca é a principal atividade remunerada, foi realizado um levantamento que contempla os municípios de Santos, São Vicente, Cubatão e Guarujá, no período de 19 de junho a 29 de setembro, para elaboração do Estudo de Impacto Ambiental – EIA do Empreendimento BRITES – Brasil Intermodal Terminal de Santos

O objetivo desse levantamento foi identificar e mapear as rotas e pontos de pesca (pesqueiros) estuarinos e marítimos, estruturas e bases dos pescadores artesanais, pescadores profissionais marítimos e da pesca esportiva bem como obter dados estatísticos desses segmentos.

Além disso, esse levantamento visava identificar os pescadores que atuam nas Áreas de Influência do empreendimento BRITES (Brasil Intermodal Terminal de Santos) através do cadastro dos pescadores das Colônias e Associações de Pesca e definir as possíveis áreas de pesca que possam conflitar com a instalação do empreendimento, levantando rotas e pontos de pesca alternativas, gerando um diagnóstico da pesca na região e das características de composição da fauna de interesse da pesca. Ainda foi pesquisada a ocorrência de cetáceos na região e a opinião dos mesmos sobre a ampliação portuária.

#### 4.2.2.2 Fauna Terrestre

##### Avifauna

A região estuarina de Santos-Cubatão, mesmo com o histórico de uso humano e de impactos resultantes de atividades portuárias e industriais, constitui atualmente um dos mais importantes habitats para a fauna nativa no litoral paulista, especialmente com relação à avifauna, sendo que as densidades lineares das populações de aves aquáticas dos manguezais da região são bastante altas, superiores às de outras áreas consideradas importantes para a conservação de aves aquáticas (OLMOS & SILVA E SILVA, 2001).

Os manguezais da região têm grande importância por ser área de descanso e alimentação de pelo menos 20 espécies de batuíras e maçaricos migratórios, a maioria proveniente do Hemisfério Norte, constituindo uma das maiores concentrações destas aves no litoral paulista segundo Olmos & Silva e Silva (2001, 2003).

Dentre estas espécies migratórias, as mais comuns são os maçaricos e batuíras *Tringa flavipes*, *T. melanoleuca*, *Actitis macularia* e *Charadrius semipalmatus* podendo ser observadas na área durante todo o ano, representadas pelos indivíduos que não migraram, por não serem maduras sexualmente ou não terem acumulado reservas de gordura adequadas (OLMOS & SILVA E SILVA, 2001; 2003).

Já os trinta-réis (incluindo o ameaçado *Thalassens maximus*) apresentam picos populacionais na área no período que coincide com o inverno (maio a agosto), com registros durante o ano todo (OLMOS & SILVA E SILVA, 2001). O ponto onde estas aves se concentram (juntamente com *Larus dominicanus* e *Rynchops niger*) é a grande planície de maré na confluência do canal de Piaçagüera com o largo do Caneu, localizado na AID do empreendimento, um dos mais importantes sítios de alimentação de aves aquáticas do estuário de Santos-Cubatão (OLMOS & SILVA E SILVA, 2001; 2003).

Outras espécies migratórias, como *Pluvialis dominica*, *P. squatarola*, *Limosa haemastica*, *Numenius hudsonicus*, *Charadrius melanotos*, *Calidris pusilla*, *C. fuscicollis* etc. também ocorrem na região em pequeno número ou de forma irregular.

Nos manguezais os maçaricos-de-perna-amarela *Tringa melanoleuca* se dispersam nas planícies de maré e bancos de lodo, nas áreas mais abertas e praias lodosas que margeiam a floresta de mangue, procurando poliquetos, *Kalliapseudes* e pequenos caranguejos.

A marreca-toicinho *Anas bahamensis* é outra espécie associada as planícies de maré e bancos de sedimentos. No Brasil é encontrada principalmente ao longo da costa, mas é rara do Paraná, onde é considerada ameaçada de extinção, para o Sul. Em São Paulo ocorre em poucas localidades (WILLIS; ONIKI, 2003), entretanto podem ser vistas em números consideráveis nos manguezais de Santos-Cubatão, que parecem constituir a principal área para esta espécie no Sul-Sudeste do Brasil, onde já foram observadas agregações de até 800 aves (OLMOS & SILVA E SILVA, 2001). A maioria das aves parece ser de migrantes, embora haja registros esparsos de marrecas-toicinho reproduzindo-se. O pico de abundância no inverno pode ser devido à chegada de aves vindas do Sul apesar de não se conhecer a procedência exata destas marrecas. Apenas estudos envolvendo o anilhamento de aves e, talvez, a identificação de marcadores genéticos, poderão dizer qual a origem dessas marrecas (OLMOS & SILVA E SILVA, 2001, 2003). Essas aves alimentam-se de pequenos organismos (algas, crustáceos e poliquetos) filtrados da superfície do lodo, de modo que a criação dos bancos de lodo pelas atividades de dragagem no passado lhes foi especialmente benéfica.

Outra espécie residente associada às áreas alagáveis é a garça-zul *Egretta caerulea* e o guará-vermelho *Eudocimus ruber*. A primeira se alimenta em grande parte de poliquetos, caranguejos e camarões, com centenas delas podendo ser observadas no estuário, tanto em sítios de sedimento exposto como nos recobertos por mexilhões e, provavelmente, é a ave aquática mais numerosa do ecossistema local (OLMOS & SILVA E SILVA, 2001). Já o guará-vermelho é a espécie mais emblemática devido a sua beleza, a população paulista é considerada ameaçada de extinção no Estado de São Paulo (SMA, 2008) devido a seu pequeno efetivo populacional e vulnerabilidade às atividades humanas, especialmente durante o período reprodutivo (OLMOS & SILVA E SILVA, 2003).

Outras garças, como *Ardea cocoi*, *A. alba* e *Egretta thula*, e o socó *Nycticorax nycticorax* são principalmente piscívoros e forrageiam nas águas rasas ao longo das bordas dos bancos de sedimento ou nas poças que restam durante a maré baixa. As garças maiores e o socó alimentam-se principalmente de peixes detritívoros (como paratis *Mugil* spp.) e bentófagos que procuram o biofilme que cresce sobre o sedimento (OLMOS & SILVA E SILVA, 2003). O talha-mar *Rynchops niger* e o biguá *Phalacrocorax brasilianus*, também são espécies piscívoras associadas às áreas de águas rasas do estuário, podendo ser encontrados centenas de indivíduos forrageando juntos.

Além das aves que procuram as áreas rasas para se alimentar, estes constituem um sítio de descanso para aves pescadoras que forrageiam em águas abertas, como os vários trinta-réis *Sterna hirundinacea*, *S. superciliaris*, *Sternula superciliaris*, *Thalasseus sandvicensis eurygnatha* e *T. maximus* – espécie ameaçada de extinção no Brasil (MMA, 2003) e também no Estado de São Paulo (SMA, 2008), o gaivotão *Larus dominicanus*, Todos podem estar presentes em grupos de várias dezenas até algumas centenas de indivíduos (OLMOS & SILVA E SILVA, 2001).

Olmos & Silva e Silva (2001), com base em censos feitos ao longo de 13 meses nos manguezais de Santos-Cubatão, observaram que as espécies mais numerosas foram a garça-azul *Egretta caerulea* (29% de todas as aves observadas), guará *Eudocimus ruber* (13%), biguá *Phalacrocorax brasilianus* (13%), marreca-toicinho *Anas bahamensis* (7,5%), maçarico-de-perna-amarela *Tringa flavipes* (7%) e talha-mar *Rynchops niger* (6%). Espécies que se alimentam principalmente de caranguejos, camarões e outros crustáceos (ou seja, carcinófagas) corresponderam a 44,5% dos indivíduos censados no período. Estas incluem *Egretta caerulea*, *Eudocimus ruber* e o colhereiro *Ajaja ajaja*. Aves que se alimentam de peixes (piscívoras) corresponderam a outros 31% dos indivíduos, e incluem *Phalacrocorax brasilianus*, *Rynchops niger*, garças como *Ardea alba*, *A. cocoi* e *Egretta thula*, e vários trinta-réis *Sterna* spp. e *Thalasseus* spp.

Considerando a biomassa das aves censadas, *Phalacrocorax brasilianus* correspondeu a 29% biomassa existente, seguido por *Egretta caerulea* (17,4%), *Eudocimus ruber* (15%), *Anas bahamensis* (7%), *Rynchops niger* (3,6%) e *Ajaja ajaja* (3,5%). Os piscívoros corresponderam a 50,3% da biomassa, enquanto os carcinófagos chegaram a 38,3%. Marrecos e frangos d'água corresponderam a 8,7% e maçaricos e batuínas a 2,4%. As aves de rapina foram responsáveis por apenas 0,2% da biomassa.

A margem Leste do canal de Piaçagüera continua como um dos setores mais importantes, principalmente devido ao grande número de garças-azuis e de guarás *Eudocimus ruber* que forrageiam no banco de sedimentos limitado pelo Canal, ilha dos Bagres e largo do Caneu. Este local também apresentou concentrações importantes de trinta-réis *Thalasseus maximus* e *T. sandvicensis eurygnatha*.

Em recentes monitoramentos que vêm sendo realizados na região para implantação do Terminal EMBRAPORT, os resultados de campo confirmam a importância das planícies de maré e bancos de sedimentos para a comunidade de aves aquáticas. O largo do Caneu (antes chamado Lodo Direito por Olmos & Silva e Silva, 2001, 2003) continua sendo uma das principais áreas de forrageamento e descanso para as aves aquáticas de todo o sistema estuarino de Santos-Cubatão, mostrando tanto a maior riqueza de espécies como número de indivíduos durante todos os censos. Destacam-se o registro de mais de 1.300 biguás *Phalacrocorax brasilianus* em outubro de 2008, 560 Garças-azuis *Egretta caerulea* em agosto de 2008 e 109 Socós-caranguejeiros *Nyctanassa violacea* no mesmo mês, além de vários maçaricos e batuínas migratórios (EMBRAPORT, 2009).

Durante estes trabalhos foram encontrados no largo do Caneu até 5 indivíduos do mergulhão-grande *Podiceps major*, uma espécie muito rara em São Paulo, sendo este um dos únicos locais onde a espécie é registrada neste Estado (OLMOS & SILVA E SILVA, 2001, 2003). Nesse mesmo ponto também foram registradas águias-pescadoras *Pandion haliaetus*, espécie migratória regular na região (SILVA E SILVA & OLMOS, 2002). Parece haver uma relação estreita entre o largo do Caneu e o largo de Santa Rita, uma vez que as aves deslocadas pelas marés do largo de Santa Rita se deslocam para o largo do Caneu, já que este apresenta áreas que não são inundadas durante as marés mais altas e, em geral, mostra também menor profundidade (EMBRAPORT, 2009).

É interessante notar que algumas espécies de aves terrestres também freqüentam os bancos de lodo nos manguezais para caçar caranguejos e outros pequenos animais. Estes incluem desde

carcarás *Caracara plancus* (que são habituais) até sabiás *Turdus amaurochalinus* e *T. rufiventris*, mais comuns no inverno e que capturam pequenos caranguejos (OLMOS & SILVA E SILVA, 2003).

Vale lembrar ainda que o manguezal na região é pontilhado por algumas ilhas de restinga, como a ilha das Cobras na ilha de Piaçaguera, que apresentam vegetação arbórea derivada daquela das florestas de planície costeira, embora com um complemento menor de espécies. Estas ilhas são utilizadas por pelo menos 47 espécies de aves vindas das florestas que cercam o manguezal, como *Basileuterus culicivorus*, *Manacus manacus*, *Thamnophilus caerulescens*, *Picumnus temmincki* e *Veniliornis spilogaster*. A maioria destas ocupa preferencialmente bordas de mata ou as copas (como os vários Tyrannidae e *Vireo olivaceus*), o que facilita o trânsito pela floresta de mangue e a colonização das ilhas. Outras espécies que também utilizam este habitat são alguns dos 63 generalistas capazes de utilizar uma ampla gama de habitats. Entre estas podem ser citadas *Tyrannus melancholicus*, *Pitangus sulphuratus*, *Turdus rufiventris* etc (OLMOS & SILVA E SILVA, 2003).

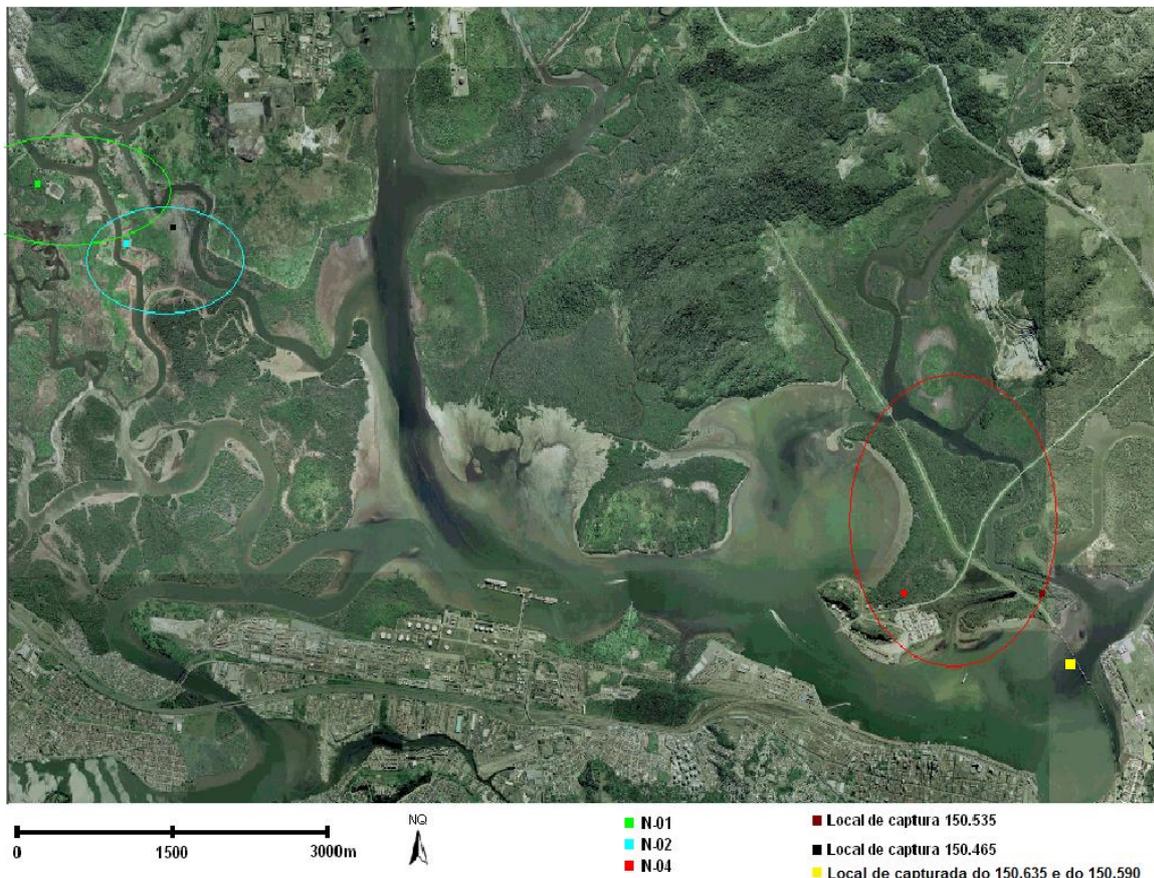
Além dos manguezais da região, as áreas úmidas com maior influência da descarga de água doce também são consideradas regionalmente importantes, pois abrigam, ou pelo menos abrigavam, espécies adicionais como a galinhola *Fulica armillata*, o curió *Sporophila angolensis* e o bate-bico *Phleocryptes melanops*. Várias são exclusivas deste tipo de habitat ou dependem dele para nidificar *Botaurus pinnatus*, *Ixobrychus exilis*, *Fulica armillata*, *Laterallus leucopyrrhus*, *Gallinula melanops*, *Porzana flaviventer* etc. além de Passeriformes associados a habitats aquáticos como *Sporophila angolensis*, *Agelaius cyanopus*, *Phleocryptes melanops* etc. (OLMOS & SILVA E SILVA, 2003).

Várias destas espécies são exclusivas destes habitats ou dependem dele para nidificar, mas mudanças na vegetação e disponibilidade de água têm prejudicado a maioria e causado seu desaparecimento (OLMOS & SILVA E SILVA, 2003). Apesar disto, as áreas de vegetação densa remanescentes não apenas são o habitat preferencial para algumas espécies (como várias saracuras e passeriformes) como também podem ser utilizadas como sítios de nidificação. Além disso, as antigas áreas brejosas, ao serem ocupadas por capoeiras, permitem a colonização por aves típicas de restingas ou mesmo florestas secundárias.

Na área da Pedreira Intervalles, para elaboração do Estudo de Impacto Ambiental (MINERAL, 2000), foram realizados levantamentos nos diferentes ambientes existentes na propriedade que incluem desde áreas de manguezal, áreas antropizadas (cavas, pátios de manobra, área de britagem, escritórios etc.), capoeirinha, brejos de água doce e também matas que, segundo o estudo, encontram-se alteradas, com vegetação em melhor estado de conservação nas áreas de sopé de morro, enquanto que na média encosta ocorre vegetação mais aberta, com predomínio de *Syagrus pseudococos*. Nestas áreas foram registradas 97 espécies de aves que incluíram algumas espécies típicas de manguezal: biguás *Phalacrocorax brasilianus*, garças-azuis *Egretta caerulea* e socó-grandes *Ardea cocoi*, de brejos: saracura-sanã *Rallus nigricans*, João-botina *Phacellodomus ferrugineigula*, assim como um migrante do Hemisfério Norte, a águia pescadora *Pandion haliaetus*, além de algumas de ambientes alterados como pardal *Passer domesticus* e bico-de-lacre *Estrilda astrild*, mas principalmente espécies típicas de capoeira e mata, tais como o tangará-dançarino *Chiroxiphia caudata*, teque-teque ou ferreirinho *Todirostrum poliocephalum*, etc (MINERAL, 2000).

Toda essa riqueza da avifauna dos manguezais foi melhor caracterizada por Olmos & Silva e Silva (2001, 2003) e Silva e Silva & Olmos (2007) que registraram, desde 1993, nos estudos sobre a avifauna dos manguezais da Baixada Santista, mais de 245 espécies, incluindo espécies ameaçadas como o guará-vermelho e o gavião-asa-de-telha *Parabuteo unicinctus*. Atualmente há registro de mais de 250 espécies de aves no estuário de Santos-Cubatão, incluindo os manguezais, ilhas de restinga, brejos e áreas antrópicas associadas.

Quanto ao gavião-asa-de-telha, os recentes monitoramentos que vêm sendo realizados na região para implantação do Terminal Embraport identificaram os territórios utilizados por grupos familiares do gavião-asa-de-telha em Cubatão e ilha Caraguatá, e região continental de Santos, na área da ilha Barnabé e rios Sandi e Diana (Figura 4.2.2.2-1). Estes estudos utilizaram de pontos fixos de observação, rotas aquáticas, procuras por ninhos, captura de indivíduos e telemetria e, até o momento, indicam que a população total considerada é bastante reduzida, com não mais de três grupos familiares identificados (EMBRAPORT, 2009a). Existem ainda registros desta espécie na região insular de Santos, como no Lixão da Alemoa, rio Saboó e região e também nas dependências do Hospital Guilherme Alvaro, bairro do Boqueirão, em Santos, em meio ao contexto urbano (MKR, 2008; CPEA, 2007a; EMBRAPORT, 2009a).



**Figura 4.2.2.2-1.** Os pontos demarcados indicam os locais de captura e os locais dos ninhos de gavião-asa-de-telha *Parabuteo unicinctus*. As circunferências indicam as áreas de uso dos grupos de gaviões dos ninhos dessa região com base nos estudos de telemetria (Fonte: EMBRAPORT, 2009a).

Além desta diversidade de espécies e da ocorrência do gavião-asa-de-telha, é conhecida a presença de pelo menos 11 ninhais de aves aquáticas nesta região (OLMOS & SILVA E SILVA, 2006; CPEA, 2007b). Alguns deles estão dentro (ninhais 6, 8 e 9) ou muito próximos (ninhais 1, 3, 4 e 5) aos limites da AID do empreendimento ou da AII (ninhais 2, 7, 10 e 11).

Destes, sabe-se da ocorrência de pelo menos três ninhais de aves ainda bastante ativos: um deles situa-se na ilha Pompeba em São Vicente com ocorrência de garças-azuis, garças-brancas-pequenas e socós-caranguejeiros; outro na lagoa do Saboó em Santos, que abriga exemplares de garça-azul, garça-branca-pequena, garça-branca-grande, socó-caranguejeiro e socó-dorminhoco; e o terceiro no Bolsão 8 em Cubatão que abriga garças-azuis, garças-brancas-pequenas, socós-caranguejeiros e socós-dorminhocos. Porém, é importante ressaltar que não há registro de ninhais na ADA do atual empreendimento, sendo os mais próximos o do rio Saboó e o da lagoa do Saboó.

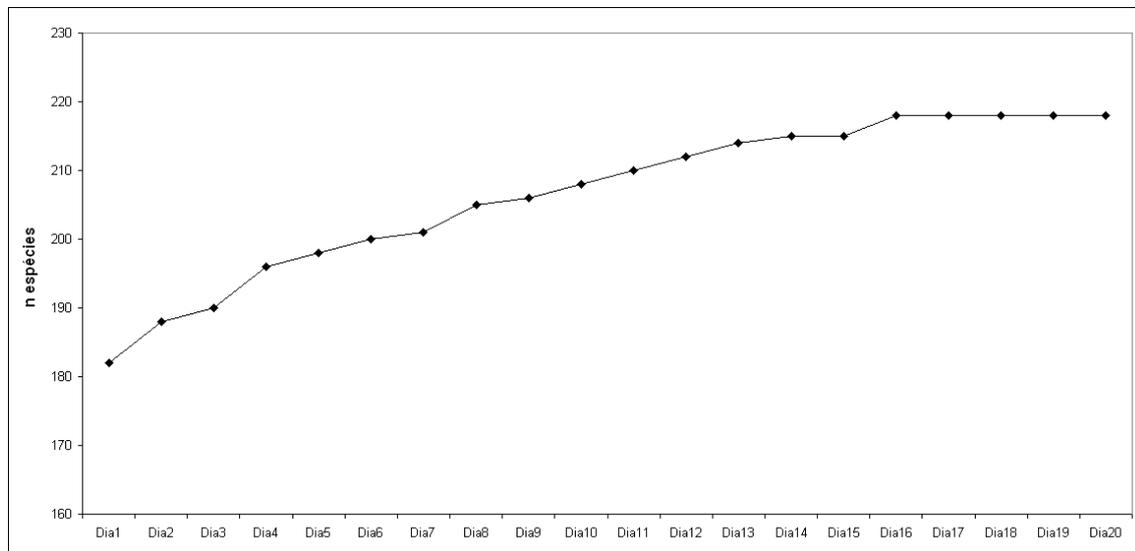
Como se pode observar, as áreas do complexo estuarino Santos-Cubatão são, além de amplamente estudadas, consideradas regionalmente importantes não apenas devido à riqueza de espécies registradas, mas também devido à existência de populações residentes ou visitantes de espécies ameaçadas, às grandes concentrações de aves migratórias e também à presença de colônias reprodutivas (ninhais) de Ciconiiformes. Além disso, algumas espécies ocasionalmente registradas nos manguezais de Santos-Cubatão, como *Limosa haemastica*, *Charadrius modestus*, *Steganopus tricolor*, *Calidris melanotos* e *Catoptrophorus semipalmatus* são raras no Estado de São Paulo, com poucos registros recentes (WILLIS & ONIKI, 2003), uma evidência da singularidade ecológica da área.

A AID do empreendimento apresentou um número significativamente menor de espécies com provável ocorrência daquelas que ocorrem na AII ( $n = 250$ ). Apesar disso, pode-se concluir que a região ainda apresenta avifauna representativa do bioma Mata Atlântica, com influência da serra do Mar, mas com forte presença daquelas típicas da planície litorânea, principalmente dos manguezais de Santos-Cubatão.

No levantamento de dados primários realizado foram encontradas 218 espécies de aves dentro dos limites da AID, pertencentes a 23 ordens e 62 famílias, com 36 espécies de hábitos restritamente aquáticos (Tabela 4.2.2.2- 1). Dessas espécies 93 são novos registros para a região do estuário de Santos-Cubatão e 4 novos registros para a Baixada Santista (*Amazona farinosa*, *Chloroceryle aenea*, *Dacnis nigripes* e *Sporophila falcirostris*). Dentre as ameaçadas, 15 figuram na lista de espécies ameaçadas do estado de São Paulo (Decreto Estadual nº53.494 de 2 de outubro de 2008), 5 na lista federal (Instrução Normativa nº3 de 27 de maio de 2003 – MMA/Ibama) e 15 na lista internacional (IUCN, 2009). No total foram 55 espécies endêmicas da Mata Atlântica, sendo 84 classificadas como sensíveis a alterações no ambiente, com tendência a desaparecer de fragmentos pequenos e das bordas de fragmentos. Os registros deste estudo somados aos já existentes para o estuário de Santos-Cubatão (SILVA E SILVA & OLMOS, 2007) totalizam 340 espécies de aves registradas para essa região, incluindo os ambientes florestais da encosta da serra do mar, florestas e campos de baixada, manguezais e habitats aquáticos.

Os índices de diversidade foram calculados com o número máximo de registros de cada espécie por dia de amostragem, considerando a área total amostrada. Os resultados foram diversidade de Simpson  $D=0,89$ , índice de Shannon-Wiener  $H'=15,75$  e do índice de equitabilidade de Pielou  $J'=4,63$ . Com relação aos métodos utilizados o maior número de registros de espécies foi realizado pelo método de observação direta e/ou auditiva, sendo que apenas 2 espécies foram registradas exclusivamente em capturas por rede-de-neblina (*Miobius barbatus*, *Saltator fuliginosus*).

Quanto a suficiência amostral não foram mais registradas novas espécies após o 16º dia de amostragem, analisando-se as duas campanhas realizadas (Figura 4.2.2.2-2). Contudo, vale mencionar que mesmo a região do estuário de Santos-Cubatão tendo sido amplamente estudada por cerca de 15 anos (OLMOS & SILVA E SILVA, 2001; 2003; SILVA E SILVA & OLMOS, 2007), estudos mais recentes contuam a realizar novos registros para a região (EMBRAPORT, 2009a), o que permite dizer que novos registros para esta região ainda são possíveis.



**Figura 4.2.2.2-2: Curva de acumulação de espécies de aves registradas na área de estudo. Considerando cumulativamente as duas campanhas de amostragem realizadas.**

Grande parte dos registros realizados nesse estudo, e todos os novos registros para a região do estuário de Santos-Cubatão, são de aves de ambiente florestal, local nunca antes estudado nos estudos anteriores realizados na região (OLMOS & SILVA E SILVA, 2001; 2003; SILVA E SILVA & OLMOS, 2007; EMBRAPORT, 2009a). Essas espécies utilizam preferencialmente os habitats presentes na AID, tendo sido registradas no entorno imediato da ADA e principalmente nas encostas do Morro das Neves.

O expressivo número de espécies e a qualidade das espécies registradas (espécies ameaçadas e de alta exigência ambiental) indicam que esta região de ecótono é de extrema importância para a manutenção da diversidade da avifauna na costa de São Paulo, como já indicado pelo trabalho da SAVE Brasil (BENCKE et al., 2006), que diagnosticou, baseado em levantamentos de campo e dados bibliográficos, a região do estuário de Santos como uma das áreas prioritárias para

conservação de aves no Estado de São Paulo (Programa de Áreas Prioritárias – Important BIRD Áreas – IBAs – BirdLife International – <http://www.ceo.org.br/campanhas/areaspres/areas.htm>).

Com esses novos registros, o estuário de Santos-Cubatão torna-se a área costeira do estado de São Paulo com o maior número de espécies registradas, com número superior ao observado, por exemplo, no Parque Estadual da Juréia-Itatins, onde foram registradas até o momento 291 espécies (DEVELEY, 2004; SILVEIRA, 2009).

**Tabela 4.2.2- 1: Lista de espécies de aves registradas na ADA e AID do empreendimento durante as duas campanhas de amostragem. SMA-SP: Status de conservação segundo decreto estadual n° 53.494 de 2 de outubro de 2008; Ibama: Estatus de conservação segundo INN° 3 de 27 de maio de 2003; IUCN: Status segundo lista mundial de espécies ameaçadas IUCN 2009; End.: Espécie endêmica de Mata Atlântica; VU: vulnerável; EN: em perigo; CR: criticamente em perigo; NT: quase ameaçada.**

Família/Espécie	Nome Popular	ADA	AID	SMA-SP	Ibama	IUCN	End.
<b>Tinamidae</b>							
<i>Tinamus solitarius</i>	Macuco		X	VU		NT	X
<i>Crypturellus obsoletus</i>	Inhambuagaçu		X				
<i>Crypturellus noctivagus</i>	Jaó-do-litoral		X	EN	VU	VU	X
<b>Anatidae</b>							
<i>Cairina moschata</i>	Pato-do-mato	X	X				X
<i>Anas bahamensis</i>	Irerê	X	X				
<i>Dendrocygna bicolor</i>	Ananaí	X	X				X
<i>Amazonetta brasiliensis</i>	Asa-branca	X	X				
<b>Cracidae</b>							
<i>Penelope obscura</i>	Jacuguaçu		X				
<b>Odontophoridae</b>							
<i>Odontophorus capueira</i>	Uru		X				X
<b>Podicipedidae</b>							
<i>Podiceps major</i>	Mergulhão-grande	X	X				
<i>Podilymbus podiceps</i>	Mergulhão-pequeno	X	X				
<b>Sulidae</b>							
<i>Sula leucogaster</i>	Atobá-marrom	X	X				
<b>Phalacrocoracidae</b>							
<i>Phalacrocorax brasilianus</i>	Biguá	X	X				
<b>Anhingidae</b>							
<i>Anhinga anhinga</i>	Anhinga	X	X				
<b>Fregatidae</b>							
<i>Fregata magnificens</i>	Fragata	X	X				
<b>Ardeidae</b>							
<i>Nycticorax nycticorax</i>	Savacu	X	X				
<i>Nyctanassa violacea</i>	Savacu-de-coroa	X	X	VU			
<i>Butorides striata</i>	Socozinho	X	X				
<i>Ardea cocoi</i>	Garça-moura	X	X				
<i>Ardea alba</i>	Garça-branca-grande	X	X				
<i>Egretta thula</i>	Garça-branca-pequena	X	X				
<i>Egretta caerulea</i>	Garçinha-azul	X	X				
<b>Threskiornithidae</b>							
<i>Eudocimus ruber</i>	Guará-vermelho	X	X	EN			

Família/Espécie	Nome Popular	ADA	AID	SMA-SP	Ibama	IUCN	End.
<i>Platalea ajaja</i>	Colhereiro	X	X				
<b>Cathartidae</b>							
<i>Cathartes aura</i>	Urubu-de-cabeça-vermelha	X	X				
<i>Coragyps atratus</i>	Urubu-de-cebaça-preta	X	X				
<b>Pandionidae</b>							
<i>Pandion haliaetus</i>	Águia-pescadora	X	X				
<b>Accipitridae</b>							
<i>Harpagus diodon</i>	Gavião-bombachinha		X				
<i>Leucopternis lacemulatus</i>	Gavião-pombo-pequeno		X	VU	VU	VU	X
<i>Parabuteo unicinctus</i>	Gavião-asa-de-telha	X	X	VU			
<i>Rupornis magnirostris</i>	Gavião-carijó	X	X				
<b>Falconidae</b>							
<i>Caracara plancus</i>	Caracará	X	X				
<i>Milvago chimachima</i>	Carrapateiro	X	X				
<i>Herpetoheres cachimans</i>	Acauã	X	X				
<i>Micrastur semitorquatus</i>	Gavião-relógio	X	X				
<i>Micrastur ruficollis</i>	Gavião-mateiro		X				
<b>Rallidae</b>							
<i>Aramides cajanea</i>	Saracura-três-potes	X	X				
<i>Aramides saracura</i>	Saracura-do-mato	X	X				X
<i>Laterallus melanophaius</i>	Sanã-mirim	X	X				
<i>Amaurtolimnas concolor</i>	Saracura-lisa	X	X				
<i>Gallinula chloropus</i>	Frango d'água	X	X				
<b>Charadriidae</b>							
<i>Vanellus chilensis</i>	Quero-quero	X	X				
<i>Charadrius semipalmatus</i>	Batuíra-de-bando	X	X				
<i>Tringa flavipes</i>	Maçarico-de-pernas-amarelas	X	X				
<i>Tringa melanoleuca</i>	Maçarico-grande-de-pernas-	X	X				
<i>Actitis macularius</i>	Maçarico-pintado	X	X				
<b>Recurvirostridae</b>							
<i>Himantopus melanurus</i>	Pernilongo	X	X				
<b>Laridae</b>							
<i>Larus dominicanus</i>	Gaiotão	X	X				
<i>Thalasseus erygnathus</i>	Trinta-réis-de-bando	X	X				
<i>Thalasseus maximus</i>	Trinta-réis-real	X	X				
<i>Phaethusa simplex</i>	Trinta-réis-grande	X	X				
<b>Rynchopidae</b>							
<i>Rynchops niger</i>	Talha-mar	X	X				
<b>Columbidae</b>							
<i>Patagioenas picazuro</i>	Pombão	X	X				
<i>Patagioenas cayennensis</i>	Pomba-galega	X	X				
<i>Patagioenas plumbea</i>	Pomba-amargosa		X				
<i>Leptotila rufaxilla</i>	Gemedeira		X				
<i>Geotrygon montana</i>	Pariri		X				
<b>Psittacidae</b>							
<i>Amazona farinosa</i>	Papagaio-moleiro		X	CR			
<i>Teiolaria malachitacea</i>	Sábia-cica			VU		NT	X

Família/Espécie	Nome Popular	ADA	AID	SMA-SP	Ibama	IUCN	End.
<i>Pyrrhura frontalis</i>	Tiriba-de-testa-vermelha	X	X				X
<i>Brotogeris tirica</i>	Periquito-rico	X	X				X
<i>Touit melanonota</i>	Apuim-de-costas-negras		X	VU	VU	EN	X
<i>Pionopsitta pileata</i>	Cuiú-cuiú		X				X
<i>Forpus xanthopterygius</i>	Tuim	X	X				
<i>Pionus maximiliani</i>	Maitaca-verde	X	X				
<b>Cuculidae</b>							
<i>Piaya cayana</i>	Alma-de-gato	X	X				
<i>Crotophaga ani</i>	Anu-preto	X	X				
<i>Guira guira</i>	Anu-branco	X	X				
<i>Coccyzus melacoryphus</i>	Papa-lagarta		X				
<b>Strigidae</b>							
<i>Megascops choliba</i>	Corujinha-do-mato		X				
<i>Megascops atricapilla</i>	Corujinha-sapo		X				X
<i>Pulsatrix koenigswaldiana</i>	Murucututu-de-barriga-		X				X
<b>Caprimulgidae</b>							
<i>Nyctidromus albicollis</i>	Bacurau	X	X				
<b>Apodidae</b>							
<i>Streptoprocne zonaris</i>	Andorinhão-de-coleira	X	X				
<i>Chaetura cinereiventris</i>	Andorinhão-de-sobre-		X				
<i>Chaetura meridionalis</i>	Andorinhão-do-temporal		X				
<b>Trochilidae</b>							
<i>Ramphodon naevius</i>	Beija-flor-rajado		X				X
<i>Phaethornis ruber</i>	Besourinho-de-rabo-rubro		X				
<i>Eupetomena macroura</i>	Tesourão		X				
<i>Aphantochroa cirrochloris</i>	Beija-flor-cinza		X				X
<i>Anthracoceros nigricollis</i>	Beija-flor-preto		X				
<i>Lophornis chalybeus</i>	Topetinho-verde		X				X
<i>Thalurania glaucopis</i>	Tesoura-de-fronte-violeta		X				X
<i>Hylocharis cyanus</i>	Beija-flor-roxo		X				
<i>Amazilia versicolor</i>	Beija-flor-de-banda-branca	X	X				
<i>Amazilia fimbriata</i>	Beija-flor-de-garganta-verde	X	X				
<b>Trogonidae</b>							
<i>Trogon viridis</i>	Surucua-grande-de-barriga-		X				
<i>Trogon rufus</i>	Surucua-de-barriga-amarela		X				
<b>Alcedinidae</b>							
<i>Megasceryle torquata</i>	Martim-pescador-grande	X	X				
<i>Chloroceryle americana</i>	Martim-pescador-verde	X	X				
<i>Chloroceryle aenea</i>	Martim-pescador-anão	X	X				
<i>Chloroceryle americana</i>	Martim-pescador-pequeno	X	X				
<b>Momotidae</b>							
<i>Baryphthengus ruficapillus</i>	Juruva-verde		X				X
<b>Bucconidae</b>							
<i>Malacoptila striata</i>	João-barbudo		X				
<b>Ramphastidae</b>							
<i>Ramphastos vitellinus</i>	Tucano-de-bico-preto		X				
<i>Ramphastos dicolorus</i>	Tucano-de-bico-verde		X				X

Família/Espécie	Nome Popular	ADA	AID	SMA-SP	Ibama	IUCN	End.
<i>Selenidera maculirostris</i>	Araçai-poca		X				X
<b>Picidae</b>							
<i>Picumnus temminckii</i>	Pica-pau-de-aão-de-coleira		X				X
<i>Veniliornis spilogaster</i>	Pica-pau-verde-carijó	X	X				
<i>Piculus flavigula</i>	Pica-pau-bufador	X	X				
<i>Celeus flavescens</i>	João-velho	X	X				
<i>Dryocopus lineatus</i>	Pica-pau-de-banda-branca	X	X				
<b>Thamnophilidae</b>							
<i>Mackenziaena severa</i>	Borralhara		X				X
<i>Thamnophilus caerulescens</i>	Choca-da-mata	X	X				
<i>Dysithamnus stictothorax</i>	Choquinha-de-peito-pintado		X			NT	X
<i>Dysithamnus mentalis</i>	Choquinha-lisa		X				
<i>Myrmotherula gularis</i>	Choquinha-de-garganta-		X				X
<i>Myrmotherula unicolor</i>	Choquinha-cinzenta	X	X	VU		NT	X
<i>Pyriglena leucoptera</i>	Papa-taoca-do-sul		X				X
<i>Herpsilochmus rufimarginatus</i>	Chorozinho-de-asa-	X	X				
<i>Drymophila ferruginea</i>	Ôtrovoáda		X				X
<i>Myrmeciza squamosa</i>	Papa-formiga-da-grota		X				
<b>Rhinocryptidae</b>							
<i>Merulaxis ater</i>	Entufado		X			NT	X
<i>Scytalopus indigoticus</i>	Macuquinho		X			NT	X
<b>Formicariidae</b>							
<i>Formicarius colma</i>	Pinto-do-mato		X				
<b>Scleruriidae</b>							
<i>Sclerurus scansor</i>	Vira-folha		X				
<b>Conopophagidae</b>							
<i>Conopophaga melanops</i>	Cuspidor-de-máscara-preta		X				X
<b>Dendrocolaptidae</b>							
<i>Dendrocincla turdina</i>	Arapaçu-liso		X				X
<i>Sittasomus griseicapillus</i>	Arapaçu-verde		X				
<i>Dendrocolaptes platyrostris</i>	Arapaçu-grande		X				
<i>Xiphorhynchus fuscus</i>	Arapaçu-rajado		X				
<b>Furnariidae</b>							
<i>Furnarius rufus</i>	João-de-barro	X	X				
<i>Synallaxis spæci</i>	João-teneném	X	X				
<i>Philydor atricapillus</i>	Limpa-folha-coroado		X				X
<i>Philydor rufum</i>	Limpa-folha-testa-baia	X	X				
<i>Philydor lichtensteini</i>	Limpa-folha-ocráceo		X				
<i>Phacelodomus ferrugineigula</i>	João-botina-da-mata	X	X				X
<i>Automolus leucophthalmus</i>	Barraqueiro-de-olho-branco	X	X				X
<i>Xenops minutus</i>	Bico-virado-miúdo		X				
<i>Xenops rutilans</i>	Bico-virado-carijó		X				
<i>Lochmias nematura</i>	João-do-riacho		X				
<b>Tyrannidae</b>							
<i>Mionectes rufiventris</i>	Abre-asa-da-mata		X				X
<i>Leptopogon amaurocephalus</i>	Cabeçudo		X				
<i>Legatus leucophaeus</i>	Bentevi-pirata	X	X				

Família/Espécie	Nome Popular	ADA	AID	SMA-SP	Ibama	IUCN	End.
<i>Hemitriccus orbitatus</i>	Tiririzinho-do-mato		X			NT	X
<i>Hemitriccus nidipendulus</i>	Tachuri-campainha	X	X				X
<i>Myiornis auricularis</i>	Miudinho	X	X				X
<i>Todirostrum poliocephalum</i>	Teque-teque	X	X				X
<i>Todirostrum cinereum</i>	Relógio	X	X				
<i>Elaenia flavogaster</i>	Guaracava-de-barriga-	X	X				
<i>Camptostoma obsoletum</i>	Risadinha	X	X				
<i>Tolmomyias sulphurescens</i>	Bico-chato-de-orelha-preta	X	X				
<i>Platyrinchus mystaceus</i>	Patinho		X				
<i>Myiophobus fasciatus</i>	Filipe	X	X				
<i>Myiobius barbatus</i>	Assanhadinho	X	X				
<i>Lathrotriccus eulerei</i>	Enferrujado		X				
<i>Hirundinea ferruginea</i>	Gibão-de-couro	X	X				
<i>Satrapa icterophrys</i>	Suiriri-amarelo	X	X				
<i>Fluvicola nengeta</i>	Lavadeira-mascarada	X	X				
<i>Colonia colonus</i>	Viuvinha	X	X				
<i>Machetornis rixosa</i>	Suiriri-cavaleiro	X	X				
<i>Myiodinastes maculatus</i>	Bentevi-rajado	X	X				
<i>Pitangus sulphuratus</i>	Bentevi	X	X				
<i>Megarynchus pitangua</i>	Neinei	X	X				
<i>Empidonomus varius</i>	Peitica	X	X				
<i>Tyrannus melancholicus</i>	Suiriri	X	X				
<i>Attila phoenicurus</i>	Capitão-castanho		X				
<i>Attila rufus</i>	Capitão-da-mata		X				X
<b>Cotingidae</b>							
<i>Procnias nudicollis</i>	Araponga		X	VU			X
<i>Pyroderus scutatus</i>	Pavó		X	VU			
<b>Pipridae</b>							
<i>Manacus manacus</i>	Rendeira	X	X				
<i>Chiroxiphia caudata</i>	Tangará		X				X
<i>Ilicura militaris</i>	Tangarazinho		X				X
<b>Tityridae</b>							
<i>Schiffornis virescens</i>	Flautim		X				X
<i>Tityra inquisitor</i>	Anambé-de-bochecha-parda	X	X				
<i>Pachyrampus validus</i>	Caneleiro-de-chapéu-preto	X	X				
<b>Vireonidae</b>							
<i>Cycarbis gujanensis</i>	Pitiguari	X	X				
<i>Vireo olivaceus</i>	Juruviara	X	X				
<b>Corvidae</b>							
<i>Cyanocorax caeruleus</i>	Gralha-azul						X
<b>Hirundinidae</b>							
<i>Pygochelidon cyanoleuca</i>	Andorinha-pequena-de-casa	X	X				
<i>Atticora tibialis</i>	Calcinha-branca		X				
<i>Stelgidopteryx ruficollis</i>	Andorinha-serradora	X	X				
<i>Progne tapera</i>	Andorinha-serradora		X				
<i>Progne chalybea</i>	Andorinha-doméstica-grande	X	X				
<b>Troglodytidae</b>							

Família/Espécie	Nome Popular	ADA	AID	SMA-SP	Ibama	IUCN	End.
<i>Troglodytes musculus</i>	Corruíra	X	X				
<i>Cantochilus longirostris</i>	Garrinchão-de-bico-grande	X	X				
Poliptilidae							
<i>Ramphocaenus melanurus</i>	Bico-assovelado		X				
Turdidae							
<i>Turdus flavipes</i>	Sabiá-una		X				
<i>Turdus rufiventris</i>	Sabiá-laranjeira	X	X				
<i>Turdus leucomelas</i>	Sabiá-barranco	X	X				
<i>Turdus amaurochalinus</i>	Sabiá-poca	X	X				
<i>Turdus albicollis</i>	Sabiá-coleira		X				
Coerebidae							
<i>Coereba flaveola</i>	Cambacica	X	X				
Thraupidae							
<i>Thlypopsis sordida</i>	Canário-sapê		X				
<i>Trichothraupis melanops</i>	Tiê-de-topete		X				
<i>Habia rubica</i>	Tiê-do-mato-grosso		X				
<i>Tachyphonus cristatus</i>	Tiê-galo	X	X				
<i>Tachyphonus coronatus</i>	Tiê-preto	X	X				X
<i>Ramphocelus bresilius</i>	Tiê-sangue	X	X				X
<i>Thraupis sayaca</i>	Sanhaço-cinza	X	X				
<i>Thraupis cyanoptera</i>	Sanhaço-de-encontro-azul		X			NT	X
<i>Thraupis ornata</i>	Sanhaço-de-encontro-		X				X
<i>Thraupis palmarum</i>	Sanhaço-do-coqueiro	X	X				
<i>Pipraeidea melanonota</i>	Sáira-viúva		X				
<i>Tangara seledon</i>	Sáira-sete-cores		X				X
<i>Tangara cyanocephala</i>	Sáira-de-lenço		X				X
<i>Tangara peruviana</i>	Sáira-sapucaia	X	X	EN		VU	X
<i>Tersina viridis</i>	Saí-andorinha		X				
<i>Dacnis cayana</i>	Saí-azul	X	X				
<i>Dacnis nigripes</i>	Saí-de-pernas-pretas		X				
<i>Chlorophanes spiza</i>	Saí-verde		X				
<i>Conirostrum bicolor</i>	Sebinho-do-mangue	X	X				
Emberizidae							
<i>Zonotrichia capensis</i>	Tico-tico	X	X				
<i>Sicalis flaveola</i>	Canário-da-terra	X	X				
<i>Volatinia jacarina</i>	Tiziu	X	X				
<i>Sporophila frontalis</i>	Pixoxó		X	CR	VU	VU	X
<i>Sporophila falcirostris</i>	Patativa-verdadeira		X	CR	VU	VU	X
<i>Sporophila caerulea</i>	Coleirinho	X	X				
Parulidae							
<i>Parula pitagayumi</i>	Mariquita	X	X				
<i>Geothlypis aequinoctialis</i>	Pia-cobra	X	X				
<i>Basileuterus culicivorus</i>	Pula-pula	X	X				
<i>Phaethothlypis rivularis</i>	Pula-pula-ribeirinho	X	X				
Icteridae							
<i>Cacicus haemorrhous</i>	Guaxe	X	X				
<i>Molothrus bonariensis</i>	Chopim	X	X				

Família/Espécie	Nome Popular	ADA	AID	SMA-SP	Ibama	IUCN	End.
Fringillidae							
<i>Euphonia violacea</i>	Gaturamo-verdadeiro	X	X				
<i>Euphonia pectoralis</i>	Ferro-velho	X	X				X
Passeridae							
<i>Passer domesticus</i>	Pardal	X	X				
Estrildidae							
<i>Estrilda astrild</i>	Bico-de-lacre	X	X				

No total foram registradas 9 espécies de aves de rapina, 4 da família Accipitridae e 5 da Falconidae. Dessas, duas são ameaçadas de extinção, o gavião-pombo-pequeno *Leucopiternis lacernulata* considerado vulnerável nas listas estadual, federal e internacional, e o gavião-asa-de-telha, considerado vulnerável no estado de São Paulo. Além dessas duas espécies, vale mencionar que o gavião-relógio *Micrastur semitorquatus* e o gavião-mateiro *M. ruficollis*, que são espécies essencialmente florestais, habitando o interior das matas dificilmente sendo observados (MARINI et al., 2007; CARRARA et al., 2007), tiveram seus primeiros registros para o estuário de Santos-Cubatão nesse estudo.

O gavião-pombo-pequeno é uma espécie de ocorrência restrita ao ambiente de Mata Atlântica e exclusivo do Brasil, suas populações estão em declínio devido à perda e fragmentação dos habitats florestais de Mata Atlântica (GARSKE & ANDRADE, 2004; IUCN, 2009). Essa espécie é considerada prioritária para conservação no estado de São Paulo, sendo indicada como espécie alvo para 8 localidades do estado de São Paulo pelo Programa Biota/FAPESP (Biota/FAPESP, 2006). Na área de estudo foi registrado nas matas de encosta no entorno da ADA e forrageando nos manguezais e áreas de restinga na ADA do empreendimento.

Um casal de gavião-asa-de-telha *Parabuteo unicinctus* foi registrado pousado na Ilha dos Bagres, no entorno do Largo de Santa Rita. Esta espécie apresenta ampla distribuição, ocorrendo do sul dos Estados Unidos ao Chile e Argentina (SICK, 1997; FERGUSON-LEES & CHRISTIE, 2001). Embora apresente ampla distribuição em habitats abertos em quase todo o Brasil, é uma espécie incomum que parece ocorrer de forma local (PACHECO, 1994). A região do Estuário de Santos é notável por abrigar a única população reprodutiva conhecida desta espécie no estado de São Paulo (SILVA E SILVA & OLMOS, 1997). Considerada extinta no estado, esta espécie criticamente ameaçada a nível estadual, foi redescoberta em Santos-Cubatão em 1989 por Develey & Argel-de-oliveira (1996) sendo que alguns outros registros foram efetuados no estado de São Paulo no Parque Estadual da Cantareira (GRAHAM, 1992) e na região do Pontal do Paranapanema (PACHECO, 1994). Os grupos de gaviões presentes no estuário de Santos-Cubatão são alvo de um programa de monitoramento por rádio-telemetria (EMBRAPORT, 2009b – Programa de Monitoramento do Gavião-asa-de-telha) previsto para ser realizado por pelo menos mais 6 (seis) anos na região.

Muitas espécies de aves são de ocorrência restrita a Floresta Ombrófila Densa, geralmente não utilizando habitats fora desse domínio e, portanto, ocorrendo preferencialmente nas áreas de encosta presentes na AID, podendo é claro eventualmente utilizarem-se também da ADA, mesmo que esta não apresente em sua maior parte este tipo de formação vegetacional, simplesmente pela ocorrência

no entorno da ADA das áreas melhor preservadas desta vegetação, principalmente no interior do PESM. As famílias dessas espécies estão bem representadas na área de estudo, destacando-se: Psittacidae (07 espécies), Trochilidae (10 espécies), Thamnophilidae (10 espécies), Furnariidae (10 espécies), Tyrannidae (28 espécies), Cotingidae (02 espécies), Pipridae (03 espécies) e Thraupidae (19 espécies).

A família Psittacidae merece especial atenção uma vez que foram registradas 8 espécies com 3 delas ameaçadas de extinção. O papagaio-moleiro *Amazona farinosa* é a maior espécie de papagaio do Brasil, seu registro nesse estudo estabelece um novo limite sul de ocorrência, sendo que a única população conhecida no estado de São Paulo ocorre na Ilha-Bela em São Sebastião, que marcava seu limite de ocorrência até o momento (SICK, 2001). Esse papagaio exige grandes extensões de mata continua para estabelecer seus territórios, indicando que a AID, apesar de apresentar diferentes níveis de perturbações antrópicas, mantém uma boa conectividade com o maior remanescente de Mata Atlântica, o Parque Estadual da Serra do Mar, por meio principalmente da Serra do Quilombo. As outras duas espécies dessa família também consideradas ameaçadas de extinção são o sabiá-cica *Triclaria malachitacea* e o apuim-de-costas-negras *Touit melanonota*. Ambas possuem pouquíssimos registros no estado de São Paulo, sendo que o apuim-de-costas-negras nunca foi fotografado em ambiente natural. Não há estudos direcionados a entender o porquê do atual estado de conservação dessas espécies, assim como sobre sua alimentação e reprodução, dado o escasso número de registros. Acredita-se que se alimentem de sementes de espécies típicas de matas de baixada, como o palmito-jussara *Euterpi edulis* ou mesmo *Rapanea cuminata* e *Clusia* spp. (WILLIS & ONIKI, 1999; UEZU et al., 2005).

Na família Thamnophilidae, que compreende os insetívoros de sub-bosque, destaca-se o endêmico choquinha-cinzenta *Myrmotherula unicolor*, espécie que consta na lista da IUCN como “quase-ameaçada” (NT – Near Threatened) devido à sua grande dependência de um sub-bosque denso e sombrio. A choquinha-de-peito-pintado *Dysithamnus stictotorax* é outra espécie endêmica que pertence à categoria de “quase-ameaçada” por ter nas matas de baixa encosta seu principal refúgio, sendo estas geralmente suprimidas pelo avanço da ocupação humana.

A família Cotingidae, a qual pertence os grandes frugívoros de copa, endêmica dos neotrópicos, uma vez que todos os seus representantes habitam florestas tropicais. São também excelentes indicadores do estado de conservação da floresta, uma vez que seus hábitos alimentares são dependentes de espécies arbóreas que produzem grandes frutos (e.g. *Euterpi edulis*), sendo os principais dispersores de suas sementes (ALEIXO & GALETTI, 1997). Destaca-se também a endêmica e ameaçada araponga *Procnias nudicollis*, que geralmente faz migrações altitudinais. Foram registrados dois jovens durante a campanha da estação chuvosa (verão) sendo que a presença de jovens pode indicar que as matas da AID atuem como um sítio reprodutivo dessa espécie.

Entre os Pipridae, família à qual pertencem os frugívoros de sub-bosque, destacam-se os endêmicos tangará *Chiroxiphia caudata* e tangarazinho *Ilicura militaris*, além da rendeira *Manacus manacus*. Essas espécies nunca deixam o sub-bosque dos ambientes florestais, desaparecendo completamente das bordas e de fragmentos pequenos (WILLIS & ONIKI, 2003).

Na família Tyrannidae, a qual pertence os frugívoros/insetívoros de sub-bosque, foram registradas espécies sensíveis à fragmentação como o tiririzinho-do-mato *Hemitriccus orbitatus*, espécie endêmica e considerada “quase-ameaçada” pela IUCN. Já as espécies como o patinho *Platyrrinchus mystaceus* necessitam também de um sub-bosque denso e emaranhado, por onde se locomovem e se alimentam enquanto o endêmico capitão-de-saíra *Attila rufus*, apesar de ser encontrado em fragmentos florestais, tende a desaparecer se estes fragmentos forem muito pequenos ou se estiverem isolados.

De maneira geral, podemos dizer que representantes de famílias como Thamnophilidae, Cotingidae, Pipridae e Tyrannidae raramente ocorrem em outro habitat senão na Floresta Ombrófila Densa, sendo que alterações nessa vegetação tendem a excluir a presença dessas espécies (ALEIXO, 1999).

Dois representantes da família Emberizidae são considerados ameaçados de extinção o pixoxó *Sporophila frontalis* e a patativa-verdadeira *S. falcirostris*. Ambas são espécies canoras, muito apreciadas por criadores de pássaros, principal motivo para seu atual status de conservação, sendo que seus registros são esparsos e associados a frutificação de espécies de bambu (SILVA E SILVA E OLMOS, 2007).

Dentre as espécies aquáticas, destaca-se a presença de espécies migratórias neárticas como os representantes da família Charadriidae, dentre eles o maçarico-de-pernas-amarelas *Tringa flavipes* e o maçarico-pintado *Actitis macularius*, que utilizam os bancos de lodo e planícies de maré do Largo de Santa Rita e Caneu como área de descanso e alimentação, assim como a águia-pescadora *Pandion haliaetus*. Podem ser destacadas ao menos 21 espécies como de ocorrência constante nesses ambientes, incluindo os ameaçados guará-vermelho *Eudocimus ruber* e socó-caranguejero *Nyctanassa violacea*, que são residentes e utilizam essas áreas para alimentação, além dos também ameaçados trinta-réis-real *Thalasseus maximus* e trinta-réis-de-bando *T. sandvicensis eurynathus*, que utilizam a região durante os períodos de descanso reprodutivo.

O número máximo de guarás-vermelhos registrados em um dia, ao longo de todos os locais de amostragem, foi de 426 indivíduos. Esse número equivale a aproximadamente 21% de toda a população estimada para a região sudeste do Brasil, sendo que no Largo de Santa Rita foram registrados no máximo 78 indivíduos e no Largo do Caneu 239. Desde 2005 os indivíduos desta espécie têm migrado durante o período reprodutivo (de outubro a março) para regiões mais ao sul do Estado, mais precisamente para os manguezais de Ilha Comprida, onde formam um grande ninhal (SILVA E SILVA, 2007).

Atualmente não foram registrados ninhais de socós-caranguejeros na região do estuário de Santos-Cubatão, apesar de esta espécie ter utilizado por muito tempo os manguezais da foz do Rio Saboó para sua reprodução, formando grandes ninhais juntamente com as espécies de garça-azul *Egretta coerulea* e garça-branca-grande *Ardea alba* (CPEA, 2008).

O trinta-réis-real possui colônias reprodutivas somente no estado de São Paulo, formando colônias reprodutivas apenas no Parque Estadual da Laje de Santos, no município de Santos, e na Laje da Conceição, no município de Itanhaém (CAMPOS et al., 2007).

No estudo realizado, das 218 espécies de aves observadas, 133 foram registradas na ADA. Comparado com estudos de monitoramento em ambientes similares (Restinga, Campos Brejosos, Áreas de Transição e Mangues) realizados no estuário de Santos-Cubatão (EMBRAPORT, 2008; 2009), foi registrado maior número de espécies. Provavelmente devido ao fato de que os ambientes amostrados neste estudo estão diretamente conectados à Floresta Ombrófila Densa das encostas da Serra do Mar (Serra do Quilombo e Morro das Neves). Das espécies registradas na ADA, 19 são exclusivas de ambientes de baixada não ocorrendo em ambientes mais elevados e/ou mais secos, incluindo um dos novos registros documentados para a Baixada Santista, o Martim-pescador-anão *Chloroceryle aenea*. Dentre as ameaçadas, apenas a saíra-sapucaia *Tangara peruviana*, ocorre exclusivamente nesses ambientes de baixada. Das 55 espécies endêmicas da Mata Atlântica observadas, 6 são de ocorrência restrita aos ambientes de baixada, incluindo os raros tachuri-campainha *Hemitriccus nudipendulus* e o João-botina-da-mata *Phacellodomus ferrugineigula*.

Segundo a lista de aves que habitam o estuário de Santos-Cubatão, de Olmos & Silva e Silva (2003), nos campos úmidos existem 54 espécies de aves residentes e/ou que utilizam esses habitats preferencialmente. As famílias Anatidae e Rallidae apresentam espécies que residem nesse tipo de habitat. Um dos habitantes intrínsecos registrado nestes locais, foi o pato-do-mato *Cairina moschata*. A saracura-três-potes *Aramides cajanea* tem, no litoral de São Paulo, sua distribuição restrita aos manguezais, não sendo encontrada em nenhum outro ambiente. Já a saracura-lisa *Amaurolimnas concolor* é encontrada ao longo das restingas e campos brejosos de maneira inconspícua. Esta espécie, embora relativamente abundante na ADA, é uma das primeiras a desaparecer quando tem seu habitat alterado. Também residentes exclusivos desses habitats, registramos a presença do tachuri-campainha *Hemitriccus nudipendulus* e o João-botina-da-mata *Phacellodomus ferrugineigula*. Na região do estuário de Santos-Cubatão o tachuri-campainha só foi registrado recentemente (SILVA E SILVA & OLMOS, 2007), apenas nas áreas de campos de ciperáceas entre os Rios Diana e Sandi. Esse é o mesmo local do único registro do João-botina-da-mata e também o único para o estuário. Ambas as espécies apresentam hábitos e distribuição pouco conhecidos.

Apesar de apenas 19 espécies serem dependentes exclusivas desses habitats de baixada, o grande número de registros e a presença de espécies ameaçadas e/ou raras indicam claramente a importância desses locais para a manutenção da diversidade de aves, uma vez que, atua como zona tampão do maior fragmento de Mata Atlântica do Brasil (RIBEIRO et al., 2009), mantendo a conectividade com a Floresta Ombrófila Densa Submontana, proporcionando um habitat alternativo durante os períodos de escassez de recursos na Serra do Mar.

## Mastofauna Terrestre

Existem poucos estudos sobre a mastofauna das restingas e manguezais, especialmente em São Paulo. Florestas baixo-montanas adjacentes e fisionomicamente similares às florestas de planície litorânea apresentam comparativamente poucas espécies de pequenos mamíferos e este parece ser o padrão para as planícies litorâneas (CERQUEIRA, 2000; BERGALLO, 1994).

Dos poucos trabalhos científicos realizados acerca deste grupo na região dos manguezais de Santos-Cubatão está o de Uchôa et al. (1988) que registrou apenas seis espécies de mamíferos para uma área de brejos adjacentes ao manguezal do rio Cubatão, na região da ilha de Piaçaguera (Desenho 22301416VTA1, Ponto 12, Anexo 4.2.2.2 – 1); são elas: o gambá *Didelphis aurita*, o mão-pelada *Procyon cancrivorus*, a preá *Cavia fulgida*, a capivara *Hydrochoeris hydrochaeris*, o rato-do-banhado *Myocastor coypus* e o rato d'água *Holobtilus brasiliensis*.

O único mamífero terrestre que utiliza os manguezais da Baixada Santista de forma habitual é o mão-pelada *Procyon cancrivorus*. Já o restante da mastofauna terrestre dessa região permanece pouco conhecida, seja pelas limitações do ambiente ou pela pouca disponibilidade de dados, embora estejam disponibilizados alguns inventários preliminares.

O mão-pelada *Procyon cancrivorus* é um predador generalista que costuma ocupar diferentes habitats, ocorrendo no território brasileiro, em áreas alagadas, cerrados e florestas, sendo sua presença associada a corpos d'água (EMMONS & FEER, 1999; EISENBERG & REDFORD, 1999). A espécie é conhecida por explorar recursos (crustáceos, moluscos, peixes) de áreas de manguezal (NOVAES, 2002). Também conhecido como guaxinim na região, esta espécie é relativamente comum nos manguezais da região e matas adjacentes, podendo ser facilmente detectada nos manguezais que margeiam o canal de Piaçaguera, sítio Sandi (Desenho 22301416VTA1, Ponto 13 e 18), ou mesmo na região insular de Santos, seja em áreas próximas a atividades humanas ou instalações industriais e portuárias como na foz do rio Saboó ou região da Alemoa (EMBRAPORT, 2008; CPEA, 2007b; MKR, 2008) (Desenho 22301416VTA1, Ponto 10 e 11).

Nas áreas de interface entre o manguezal e a floresta de planície litorânea e outros habitats menos encharcados na região continental de Santos, outros mamíferos silvestres têm sido observados, como o cachorro-do-mato *Cerdocyon thous*, furão *Galictis* sp. e tatu-galinha *Dasybus novencinctus*, enquanto a ratazana-doméstica *Rattus norvegicus*, espécie exótica e invasora, é abundante nas áreas próximas a instalações humanas e lixões (CPEA, 2001; 2004; 2007a; 2007b; EMBRAPORT, 2007; 2008; 2009).

Na área do sítio Sandi foram identificadas, quando dos estudos para implantação do Terminal Embraport, apenas quatro espécies de mamíferos silvestres, dentre elas o gambá *Didelphis aurita*, o mão-pelada *Procyon cancrivorus*, o preá *Cavia fulgida*, o rato-do-banhado *Myocastor coypus* e uma exótica, a ratazana-doméstica *Rattus norvegicus* (MKR, 2003) (Desenho 22301416VTA1, Ponto 13). Durante os monitoramentos realizados recentemente nos remanescentes de restinga na área do sítio Sandi (Desenho 22301416VTA1, Ponto 18), as seguintes espécies foram detectadas: mão-pelada *Procyon cancrivorus*, já detectado anteriormente no mesmo local, e também a capivara *Hydrochaeris hydrochaeris*, a cotia *Dasyprocta agouti*, o tatu-galinha *Dasybus novencinctus* e o gato-doméstico *Felis catus* (EMBRAPORT, 2008).

Na área da foz do rio Saboó foram identificados por observação direta ou presença de vestígios, gambá *Didelphis aurita*, mão-pelada *Procyon cancrivorus*, preá *Cavia fulgida*, rato-do-banhado *Myocastor*

*coypus* e rato-d'água *Holochilus brasiliensis*, além da capivara *Hydrochaeris hydrochaeris* e a ratazana-doméstica *Rattus norvegicus* (Desenho 22301416VTA1, Ponto 10) (CPEA, 2007b).

A maioria destas espécies tem ampla distribuição e tolerância às exigências ambientais dessa região ou mesmo frente à alteração de habitat induzida pela ação humana, muitas vezes até mesmo se beneficiando destas. *Cavia fulgida*, por exemplo, é uma espécie distribuída pela faixa costeira entre a Bahia e Santa Catarina (XIMENEZ, 1980), sendo restrita à planície litorânea em São Paulo e que provavelmente tem se beneficiado do desmatamento e abertura de novas áreas, aumentando sua população no Estado, embora seja bastante perseguido como item alimentar por migrantes nordestinos e seus descendentes (OLMOS & SILVA E SILVA, 2001, 2003).

Além destas espécies, os roedores exóticos, tais como *Rattus* sp. e *Mus musculus*, também têm se aproveitado do aumento da ocupação e urbanização das áreas na região de Santos-Cubatão, sendo cada vez mais freqüente o registro destas espécies não somente próximos aos depósitos de lixo presentes na região (ex: antigo lixão da Alemoa, próximo à foz do rio Saboó) e áreas urbanizadas ou industrializadas, mas também em meio a áreas não tão alteradas (CPEA, 2007a; CPEA, 2008; MKR, 2003) (Desenho 22301416VTA1, Ponto 10, 13 e 16, respectivamente).

Somente a lontra *Lontra longicaudis*, espécie considerada “Vulnerável” no Estado de São Paulo, dentre aquelas indicadoras de qualidade de ambiente, teve sua ocorrência citada para as cercanias dos rios Quilombo, Cubatão, Jurubatuba, Diana e Morrão, segundo Olmos & Silva e Silva (2006) (Desenho 22301416VTA1, proximidades do Ponto 5).

Na área da Pedreira Intevals (Desenho 22301416VTA1, Ponto 19), para elaboração do Estudo de Impacto Ambiental, foram realizados levantamentos nos diferentes ambientes existentes na propriedade e os estudos indicaram um total de 19 espécies de mamíferos, sendo que apenas 10 espécies foram efetivamente confirmadas no local, 9 delas de mamíferos terrestres, incluindo morcegos *Molossus molossus* e *Tadarida brasiliensis*, irara *Eira barbara*, preguiça *Bardypus variegatus*, gato-mourisco *Herpailurus yaguarundi*, cotia *Dasyprocta azarae* e os comuns gambá *Didelphis marsupialis*, mão-pelada *Procyon cancrivorus* e preá *Cavia aperea*, além de 1 de mamífero aquático, o boto *Sotalia fluviatilis*, enquanto que as demais consideradas somente como de provável ocorrência (MINERAL, 2000).

Foi identificada a provável ocorrência para a AII e AID de até 154 espécies de mamíferos terrestres para a região da AII, incluindo desde áreas melhor preservadas, principalmente na serra do Mar, a áreas abertas e/ou urbanizadas, sendo que este número diminui consideravelmente para a AID do atual empreendimento (n = 43).

A Tabela 4.2.2- 2 apresenta a listagem de espécies registradas na ADA e AID durante as duas campanhas de monitoramento.

Graças a seu caráter de área de transição, os manguezais são o ponto de encontro entre faunas distintas, principalmente aquelas associadas ao ambiente aquático (espécies de crustáceos - caranguejos, camarões etc.; moluscos - mariscos, caramujos etc.; peixes e aves aquáticas). Porém, as variações rápidas em condições como inundação e salinidade, e os sedimentos moles e pobres em oxigênio, obrigam que os animais que ali vivem tenham adaptações especiais, restringindo a utilização destes ambientes a poucas espécies de mamíferos (em geral espécies aquáticas ou semi-

aquáticas), anfíbios e répteis que, na maioria dos casos, trata-se das mesmas formas encontradas em habitats adjacentes, como matas de baixada e brejos, e que utilizam os manguezais de forma oportunista.

**Tabela 4.2.2- 2: Lista de espécies de mamíferos de pequeno, médio e grande porte registradas na ADA e AID do empreendimento durante as duas campanhas de amostragem. SMA-SP: Status de conservação segundo decreto estadual nº53.494 de 2 de outubro de 2008; Ibama: Estatus de conservação segundo INN° 3 de 27 de maio de 2003; IUCN: Status segundo lista mundial de espécies ameaçadas IUCN 2009; End.: Espécie endêmica de Mata Atlântica; VU: vulnerável; EN: em perigo; CR: criticamente em perigo; NT: quase ameaçada.**

Ordem/Família/Espécie	Nome Popular	ADA	AID	SMA-SP	Ibama	IUCN	End.
<b>DIDELPHIMORPHIA</b>							
<b>Didelphidae</b>							
<i>Didelphis aurita</i>	Gambá-de-orelhas-pretas	X	X				
<i>Monodelphis</i> sp.	Cuíca	X		VU/NT			X
<b>CINGULATA</b>							
<b>Dasypodidae</b>							
<i>Dasypus novemcinctus</i>	Tatu-galinha	X	X				
<i>Dasypus septemcinctus</i>	Tatuí						
<b>Bradyrodidae</b>							
<i>Bradyrodus variegatus</i>	Preguiça						
<b>Myrmecophagidae</b>							
<i>Tamandua tetradactyla</i>	Tamanduá-mirim						
<b>RODENTIA</b>							
<b>Sciuridae</b>							
<i>Guerlinguetus ingrani</i>	Caxinguelê	X	X				X
<b>Cricetidae</b>							
<i>Akodon</i> sp.			X				
<i>Brucepattersonius</i> sp.	Rato-do-brejo			NT			X
<i>Euryoryzomys russatus</i>		X		VU			X
<i>Oligoryzomys nigripes</i>	Rato-do-mato		X				
<i>Oligoryzomys</i> sp.	Rato-do-mato	X					
<i>Nectomys squamipes</i>	Rato-do-mato	X					
Sigmodontinae n.id.	Rato-do-mato		X				
<b>Caviidae</b>							
<i>Cavia fulgida</i>	Preá	X	X				
<i>Hydrochoerus hydrochaeris</i>	Capivara	X					
<b>Cuniculidae</b>							
<i>Cuniculus paca</i>	Paca		X				
<b>Dasyproctidae</b>							
<i>Dasyprocta</i> aff. <i>leporina</i>	Cutia	X	X				
<b>Erethizontidae</b>							
<i>Sphiggurus villosus</i>	Ouriço-caixeiro						
<b>CARNIVORA</b>							
<b>Canidae</b>							
<i>Canis lupus familiaris</i>	Cão doméstico	X	X				
<b>Felidae</b>							
<i>Leopardus pardalis</i>	Jaguatirica	X		VU	VU		
<b>Mustelidae</b>							

Ordem/Família/Espécie	Nome Popular	ADA	AID	SMA-SP	Ibama	IUCN	End.
<i>Lontra longicaudis</i>	Lontra	X		NT			
<b>Procyonidae</b>							
<i>Nasua nasua</i>	Quati						
<i>Procyon cancrivorus</i>	Guaxinim	X					
<b>ARTIODACTYLA</b>							
<b>Cervidae</b>							
<i>Mazama</i> sp.	Veado						
<b>PRIMATES</b>							
<b>Atelidae</b>							
<i>Alouatta guariba</i>	Bugio						

Apenas 6 espécies de mamíferos não-voadores foram registrados exclusivamente na ADA. Contudo, dentre as 5 espécies com algum nível de ameaça (ver Tabela 4.2.2.2.1-1 no item anterior), todas foram registradas exclusivamente na ADA. Na campanha durante a estação seca foi registrada a presença da lontra *Lontra longicaudis* classificada como quase ameaçada para o estado de São Paulo, a jaguatirica *Leopardus pardalis*, classificada como vulnerável para o estado e para o país, *Brucepateronius* sp., gênero que na região possui uma espécie (*Brucepateronius soricinus*) quase ameaçada para o estado e *Monodelphis* sp., gênero que na região possui uma espécie (*Monodelphis iheringi*) vulnerável para o estado e outras duas espécies (*M. americana* e *M. scalops*) quase ameaçadas para o estado. Já na campanha durante a estação chuvosa foi registrada a presença de *Euryoryzomys russatus*, espécie endêmica da Mata Atlântica e considerada vulnerável no Estado de São Paulo.

A lontra foi registrada devido à presença de uma “Latrina”, local onde utiliza para diariamente depositar seus excrementos (PARERA, 1996) em margem de manguezal, ao lado da ponte ferroviária sobre a barra do Rio Jurubatuba. Como o uso desses locais por esses animais é freqüente, e também é utilizado para demarcar território, é indício de que, ao menos esse trecho da ADA, faz parte do território estabelecido por pelo menos um indivíduo adulto dessa espécie. Os registros de lontras no estuário de Santos-Cubatão indicam que, provavelmente, não há mais do que dois grupos familiares na região (OLMOS & SILVA E SILVA, 2003).

O registro da jaguatirica foi realizado em área antropizada nas proximidades da linha férrea, contudo próximo as matas de encosta, onde provavelmente possui o território estabelecido.

As espécies de ratos e a cuíca foram registradas na ADA por armadilha de interceptação e queda próxima a mata de encosta (transecto A’ – Desenho 7460916AFA1), provavelmente utilizando as áreas de baixada como área marginal e/ou secundária.

Apesar desses importantes registros na ADA, o padrão de utilização do espaço e das espécies mais abundantes parece ser o mesmo da AID, com a maior parte dos registros do gambá *Didelphis aurita* e do rato-do-mato do gênero *Oligoryzomys*, espécies generalistas e que ocorrem em altas abundâncias em ambientes alterados, como descrito anteriormente.

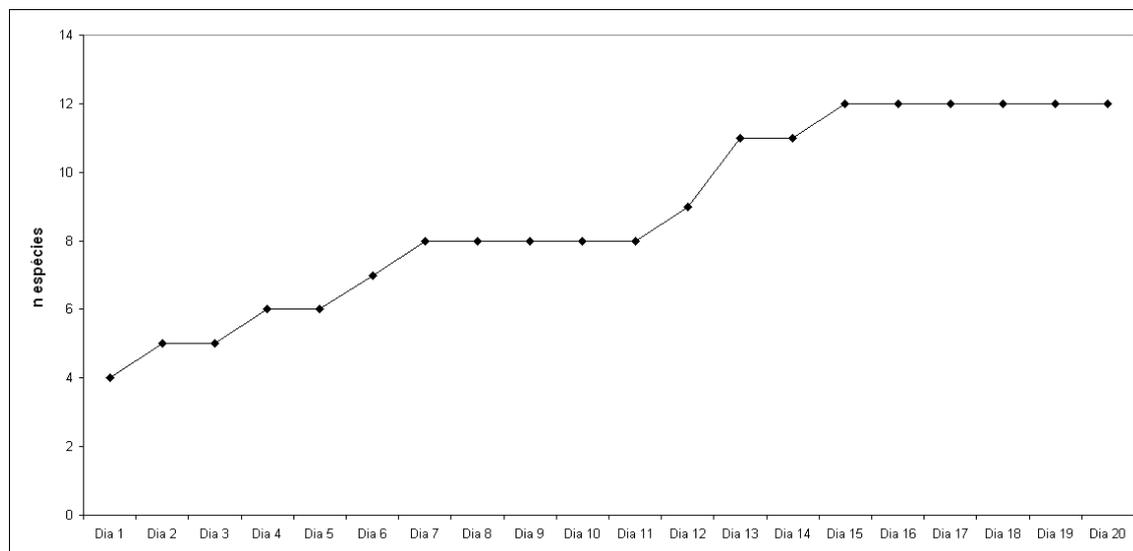
Quanto aos morcegos, todas as espécies foram registradas na ADA, com a ocorrência exclusiva de *Molossus molossus* (ver Tabela 4.2.2.2.1-3). Essa espécie foi capturada apenas na saída de abrigos internos, localizados no forro das residências presentes no local. Espécies desta família são pouco amostrados devido ao hábito de vôo em alturas elevadas e por serem capazes de detectar as redes-de-neblina. Esta espécie é caracterizada como de hábito insetívoro aéreo se alimentando principalmente das ordens Coleoptera e Díptera, com ampla ocorrência geográfica, inclusive em áreas antropizadas (REIS et al., 2006).

**Tabela 4.2.2.2.1-3: Lista de espécies de morcegos (Ordem Chiroptera) registradas na ADA e AID do empreendimento durante as duas campanhas de amostragem. SMA-SP: Status de conservação segundo decreto estadual n° 53.494 de 2 de outubro de 2008; Ibama: Status de conservação segundo IN n° 3 de 27 de maio de 2003; IUCN: Status segundo lista mundial de espécies ameaçadas IUCN 2009; End.: Espécie endêmica de Mata Atlântica; VU: vulnerável; EN: em perigo; CR: criticamente em perigo; NT: quase ameaçada.**

Família/Espécie	ADA	AID	SMA-SP	Ibama	IUCN	End.
Phyllostomidae:						
Subfamília Phyllostominae:						
<i>Micronycteris bebbii</i> (Gray, 1866)	X	X				
Subfamília Stenodermatinae:						
<i>Artibeus lituratus</i> (Olfers, 1818)	X	X				
<i>Artibeus planirostris</i> (Spix, 1823)	X	X				
<i>Pygoderma bilabiatum</i> (Wagner, 1843)	X	X				
<i>Sturnira lilium</i> (E. Geoffroy, 1810)	X	X				
Subfamília Desmodontinae:						
<i>Desmodus rotundus</i> (E. Geoffroy, 1810)	X	X				
Subfamília Carollinae:						
<i>Carollia perspicillata</i> (Linnaeus, 1758)	X	X				
Subfamília Glossophaginae:						
<i>Anoura caudifer</i> (E. Geoffroy, 1818)	X	X				
<i>Glossophaga soricina</i> (Pallas, 1766)	X	X				
Família Vespertilionidae:						
Subfamília Vespertilioninae:						
<i>Myotis nigricans</i> (Schinz, 1821)	X	X				
<i>Eptesicus diminutus</i> (Osgood, 1915)	X	X				
Família Molossidae:						
<i>Molossus molossus</i> (Pallas, 1766)	X					

Os valores dos índices obtidos no presente estudo foram para diversidade de Simpson  $D=0,83$ , índice de Shannon-Wiener  $H' = 1,92$  e índice de equitabilidade de Pielou  $J' = 0,92$ , o que pode indicar uma diversidade relativamente baixa se comparado a outros estudos na mesma formação florestal e com os indivíduos se distribuindo de maneira relativamente homogênea entre as espécies registradas. A curva de acúmulo de espécies indica estabilização no registro de espécies (Figura – 4.2.2.2.1-2), contudo foi verificada em campo a possibilidade de ocorrência de mais espécies que não foram capturadas pelo método empregado. Deve-se considerar, também, que algumas espécies conseguem detectar redes por meio de ecolocalização e, assim, não são capturadas, além de

aprenderem e transmitirem a posição das redes aos demais indivíduos da colônia (KUNZ E KURTA, 1988; SIMMONS E VOSS, 1998).



**Figura 4.2.2.1-2: Curva de acumulo de espécies de morcegos registradas na área de estudo. Considerando cumulativamente as duas campanhas de amostragem.**

As espécies de Phyllostomidae foram registradas em quase todos os ambientes amostrados com exceção apenas dos campos alagados. As espécies *C. perspicillata* e *S. lilium* foram mais representativa nas regiões de transição e nas margens das trilhas no interior do remanescente florestal, provavelmente devido aos recursos utilizados na sua dieta como, por exemplo, espécies vegetais pertencentes aos gêneros *Piper*, *Cecropia* e *Solanum*. Outras espécies tenderam ao mesmo comportamento, sendo capturadas próximas aos recursos alimentares como a espécie *A. planirostris*, capturada em torno de espécies do gênero *Ficus*, em concordância com o observado por diversos autores (FLEMING, 1986; GALETTI E MORELLATO, 1994; ZORTEA E CHIARELLO, 1994; PASSOS et al., 2003) e os nectarívoros *A. caudifer* e *G. soricina* em torno de plantas em floração como também registrado por Muchhala e Jarrín-V (2002).

As espécies de Vespertilionidae são insetívoras e foram registradas forrageando sobre as áreas de alagado, mangue e em áreas abertas no interior do remanescente. Estes animais forrageiam preferencialmente em ambientes abertos capturando suas presas durante o vôo (REIS et al., 2006). Foi possível observar indivíduos de diferentes tamanhos durante o final da tarde em pleno vôo e detectá-los com o auxílio de detectores de morcegos dentro da frequência de 30 a 40 Khz (modelo Petterson D-100). Pode-se tratar de outras espécies não registradas no presente estudo, provavelmente aquelas que ocorrem mais restritamente nas áreas mais bem preservadas no interior do PESM mas que já foram registradas em outros estudos na região do estuário, como por exemplo a espécie carnívora *Chrotopterus auritus* capturada na região do Terminal Embraport (Kamada, comunic. pessoal).

A única espécie hematófaga, o morcego *Desmodus rotundus*, foi registrada no interior do remanescente e também nas áreas antropizadas. Este padrão de ocorrência indica que existem

populações que devem se utilizar de animais silvestres como fonte de alimento, no caso daqueles registrados na mata, enquanto que os indivíduos capturados em torno das residências utilizam-se das criações de galinhas e porcos como fonte de alimento, como constatado por registros em filmagens e por vestígios de fezes e sangue sob os poleiros.

## Herpetofauna

Como já dito anteriormente, principalmente no caso dos anfíbios, a salinidade dos manguezais nas áreas da planície é um obstáculo quase intransponível, sendo que em áreas aterradas, alteradas ou brejos de água doce, próximos à “terra firme” é possível que espécies mais adaptáveis possam eventualmente ocorrer; contudo há probabilidade de ocorrência de anfíbios utilizando os manguezais propriamente ditos é muito pequena (OLMOS & SILVA E SILVA, 2003), o que, com certeza, reduz o número de espécies com provável ocorrência na maior parte da AID do atual empreendimento.

Na área da Pedreira Intervals (ver Desenho 22301416VTA1, Ponto 19), quando da elaboração do Estudo de Impacto Ambiental, foram indicadas 5 espécies com provável ocorrência na área, não sendo, contudo, confirmada a presença de nenhuma delas durante os levantamentos realizados (MINERAL, 2000).

A única presença confirmada de anfíbios foi no recente estudo no sítio Sandi, uma área de ilhas de restinga cercada por manguezais, onde a única espécie encontrada foi a rã-manteiga *Leptodactylus cf. ocelatus* (MKR, 2003) (Desenho 22301416VTA1, Ponto 13), sendo que a mesma já havia sido observada nesta região por Olmos & Silva e Silva (2003) predando pequenos caranguejos.

Considerando as informações levantadas, foi identificada a possível ocorrência de 49 espécies de anfíbios para a região da AII e AID do empreendimento;

Porém, devido à escassez de estudos abordando este grupo faunístico, a única espécie com ocorrência confirmada para a AID foi a rã-manteiga identificada no sítio Sandi (MKR, 2003) e também observada na região por Olmos & Silva e Silva (2003), além da provável ocorrência de *Hyla minuta* (*Dendropsophus minutus*) listada para a região insular de Santos no acervo do Museu de Zoologia da USP.

Quanto aos répteis segundo Olmos & Silva e Silva (2006), na ilha Piaçaguera, ou também conhecida como Ilha das Cobras ou ilha Alemoa, uma área de restinga, pode-se encontrar exemplares de jararacuçu *Bothrops jararacussu* (Desenho 22301416VTA1, Ponto 3 e 4), enquanto que o teiú *Tupinambis merianae* foi a única espécie de réptil terrestre encontrada na sítio Sandi (MKR, 2003) (Desenho 22301416VTA1, Ponto 13). O teiú e os jacarés-de-papo-amarelo tiveram suas ocorrências registradas também nas cercanias do rio Quilombo e rio Morrão, segundo Olmos & Silva e Silva (2006) (Desenho 22301416VTA1, Ponto 5), área limítrofe da AII e AID, além de registros de jacaré-de-papo-amarelo em uma lagoa na ilha Barnabé, localizada ao lado do Latgo de Santa Rita onde será implantado o empreendimento (EMBRAPORT, 2008) (Desenho 22301416VTA1, Ponto 18).

Na área da Pedreira Intervals (Desenho 22301416VTA1, Ponto 19) foi indicado um total de 8 espécies de répteis terrestres, sendo que apenas 2 espécies foram efetivamente confirmadas no local,

a cobra-verde *Dipsadoboa (Dromicus) viridis* e a boipeva *Wagleophis merremii*, enquanto que as demais consideradas somente como de provável ocorrência (MINERAL, 2000).

Apesar de identificada a possível ocorrência de 39 espécies de répteis para a região da AII do empreendimento, muitas delas estão associadas aos maciços florestados da encosta da serra do Mar ou da planície litorânea ainda não ocupada, não adentrando os manguezais ou seus ecótonos, o que faz com que provavelmente o número de espécies previstas para a AID Preliminar seja menor.

Como esperado, a avifauna de maneira geral é o grupo mais diverso e conspicuo na região da planície de Santos-Cubatão, enquanto que a herpetofauna é escassa, principalmente a de anfíbios. A maior parte desta região é formada por manguezais e ilhas de restingas e a fauna terrestre associada é bastante depauperada, principalmente para este grupo faunístico, resultado da própria limitação do habitat e das dificuldades de colonização por parte de espécies que devem transpor o manguezal para atingi-las.

Das 33 espécies registradas, 20 foram observadas na ADA, sendo que apenas três espécies habitam estritamente áreas abertas, *Dendropsophus werneri*, *Hypsiboas albomarginatus* e *Scinax alter* (ver Tabela 4.2.2.2.1-4). Nenhuma espécie é endêmica ou de ocorrência restrita aos ambientes de restinga, mangue ou campos brejosos. Valer mencionar que a maior abundância de anuros foi registrada na ADA, provavelmente devido a alagadiços e os córregos e riachos que descem do Morro das Neves, sendo esses ambientes indispensáveis para sua presença.

Considerando todos os métodos de amostragem empregados ao longo do período amostrado, foram registradas 33 espécies de anfíbios e répteis na ADA e AID (Tabela 4.2.2.2.1-4). Entre os anfíbios foram registradas 20 espécies de anuros, distribuídas em oito famílias, e uma cecília. Entre os répteis, foram registrados quatro lagartos de quatro famílias, sete serpentes distribuídas em três famílias e um anfisbenídeo.

Tabela 4.2.2.2- 4: Lista de espécies da herpetofauna (répteis e anfíbios) registradas na ADA e AID do empreendimento durante as duas campanhas de amostragem. SMA-SP: Status de conservação segundo decreto estadual nº53.494 de 2 de outubro de 2008; Ibama: Status de conservação segundo IN nº 3 de 27 de maio de 2003; IUCN: Status segundo lista mundial de espécies ameaçadas IUCN 2009; End.: Espécie endêmica de Mata Atlântica; VU: vulnerável; EN: em perigo; CR: criticamente em perigo; NT: quase ameaçada.

Família/Espécie	ADA	AID	SMA-SP	Ibama	IUCN	End.
<b>Amphignathodontidae</b>						
<i>Flectonotus fissilis</i>	X	X				
<i>Flectonotus ohausi</i>	X	X				
<b>Brachycephalidae</b>						
<i>Ischnocnema parva</i>		X				
<b>Bufonidae</b>						
<i>Rhinella margaritifera</i>	X	X				
<i>Rhinella ornata</i>	X	X				
<b>Craugastoridae</b>						
<i>Haddadus binotatus</i>	X	X				
<b>Cycloramphidae</b>						
<i>Cycloramphus</i> cf. <i>boraceiensis</i>		X				
<i>Thoropa taophora</i>		X				
<b>Hylidae</b>						
<i>Dendropsophus berthelutzae</i>	X	X				
<i>Dendropsophus weneri</i>	X	X				
<i>Hypsiboas albomarginatus</i>	X	X				
<i>Hypsiboas semilineatus</i>	X	X				
<i>Itapotihyla langsdorffi</i>		X				
<i>Scinax litoralis</i>	X	X				
<i>Scinax</i> cf. <i>hayii</i>	X	X				
<i>Scinax alter</i>	X	X				
<i>Trachycephalus mesophaeus</i>		X				
<b>Leiuperidae</b>						
<i>Physalaemus</i> cf. <i>moreirae</i>	X	X				
<b>Leptodactylidae</b>						
<i>Leptodactylus</i> cf. <i>marmoratus</i>	X	X				
<i>Leptodactylus ocellatus</i>	X	X				
<b>Caecilidae</b>						
<i>Siphonops</i> sp.	X	X				
<b>Gekkonidae</b>						
<i>Hemidactylus mabouia</i>	X	X				
<b>Gymnophthalmidae</b>						
<i>Colobodactylus taunayi</i>		X				
<b>Leiosauridae</b>						
<i>Enyalius iberingii</i>	X	X				
<b>Teiidae</b>						
<i>Tupinambis meriana</i>	X	X				
<b>Colubridae</b>						
<i>Chironius fuscus</i>	X	X				
<b>Dipsadidae</b>						
<i>Echivanthera</i> cf. <i>cephalostriata</i>	X	X				
<i>Liophis miliaris</i>		X				

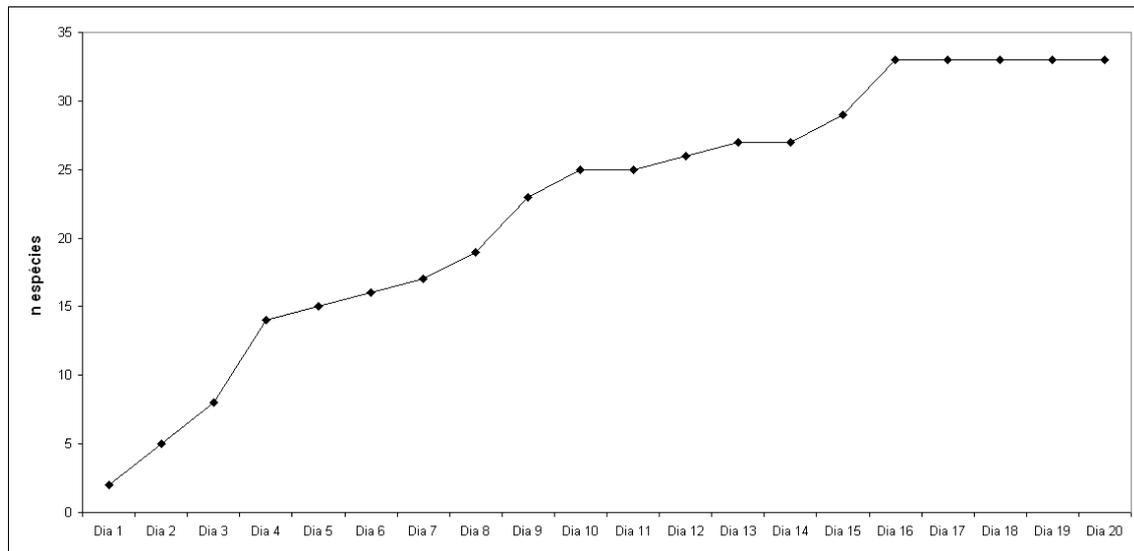
Família/Espécie	ADA	AID	SMA-SP	Ibama	IUCN	End.
<i>Sibynomorphus newiiedi</i>	X	X				
<i>Xenodon newiiedi</i>	X	X				
<b>Viperidae</b>						
<i>Bothrops jararaca</i>	X	X				
<i>Bothrops jararacussu</i>	X	X				
<b>Amphisbaenidae</b>						
<i>Leposternom microcephalum</i>	X	X				

Nenhuma das espécies registradas neste estudo encontra-se na lista de espécies ameaçadas de extinção (IUCN, 2009; São Paulo, 2008; Ibama, 2003). Apenas uma única espécie de anfíbio, *Physalaemus cf. moreirae*, encontra-se na lista vermelha de espécies ameaçadas da IUCN, na categoria deficiente em dados (DD; IUCN, 2009), e uma única espécie, *Cycloramphus boraceiensis*, é considerada deficiente em dados no estado de São Paulo (DD; São Paulo, 2008).

Entre os anfíbios a maioria das espécies pertence à família Hylidae (9 espécies), que representa 42,9% de todas as espécies capturadas. Estas são caracterizadas pelo hábito arborícola, entre outras peculiaridades. Entre os répteis Squamata, a família mais representativa foi Dipsadidae (4 espécies) representando 33,3% de todas as espécies registradas.

Os três métodos de amostragem utilizados possibilitaram a captura de 183 indivíduos, sendo 145 anuros, uma cecília, três anfisbenídeos, 16 lagartos e 18 serpentes. O método que proporcionou maior número de capturas de anfíbios foi procura visual limitada por tempo (PVLTL), seguido de busca ativa (BA) e armadilha de interceptação e queda (AIQ). O único exemplar de anfíbio gimnofiono foi capturado por BA. Entre os répteis Squamata, o método que apresentou maior eficiência na captura de indivíduos foi BA, seguido de PVLTL e AIQ. Em termos de número de espécies, para os anfíbios, o maior número de registros foi PVLTL seguido de BA e AIQ. Entre os répteis Squamata o método que proporcionou o maior número de registros foi BA seguido de AIQ e PVLTL. Neste estudo, algumas espécies, tanto de anfíbios como de répteis, foram capturadas por métodos de amostragem exclusivos, evidenciando a importância de seu uso associado, já que todos apresentam limitações e dificilmente possibilitariam sozinhos o registro da diversidade total da área estudada.

A curva de acúmulo de espécies, considerando todos os métodos de amostragem, estabilizou no décimo sexto (16<sup>o</sup>) dia de amostragem (considerando cumulativamente as duas campanhas), indicando que provavelmente todas as espécies possíveis de serem capturadas, ou pelo menos a grande maioria delas, foram registradas (Figura 4.2.2.2.1-3).



**Figura -4.2.2.2.1-3: Curva de acumulação de espécies de répteis e anfíbios registradas na área de estudo. Considerando cumulativamente as duas campanhas de amostragem.**

Sabe-se que a Mata Atlântica abriga mais de 400 espécies de anfíbios anuros, onde a maior riqueza se concentra na floresta ombrófila densa (HADDAD et al., 2008). Em torno de 250 espécies são conhecidas atualmente para o estado de São Paulo (ROSSA-FERES et al., no prelo). Já a fauna de lagartos e serpentes da Mata Atlântica é avaliada em torno de 60 e 134 espécies, respectivamente, em todo o bioma (RODRIGUES, 2005), sendo que 38 espécies de lagartos e 125 de serpentes são conhecidas para o estado de São Paulo (MARQUES et al., 1998). A floresta ombrófila da Serra do Mar apresenta riqueza relativamente baixa de lagartos com cerca de 10 espécies, mas alta riqueza de serpentes, com cerca de 70 (MARQUES et al., 2001; ROSSA-FERES et al., no prelo).

Os valores obtidos para a herpetofauna da região do empreendimento foram, para o índice de diversidade de Simpson  $D = 0,92$ , Shannon-Wiener  $H' = 2,9$  e Pielou  $J' = 0,83$ . A maioria das espécies registradas neste estudo apresenta alta especificidade de habitat, e, de fato, apresenta diferentes preferências em relação ao uso do substrato, o que as tornam vulneráveis à perturbação ambiental. Treze (13) das 33 espécies registradas foram encontradas somente em áreas de mata de encosta, evidenciando a importância deste tipo de fisionomia vegetal para as populações locais (Tabela -4.2.2.2.1-3). Apenas três espécies habitam estritamente áreas abertas, *Dendropsophus werneri*, *Hypsiboas albomarginatus* e *Scinax alter*, podendo eventualmente ocorrer também *Leptodactylus ocellatus*, espécie comumente registrada em outras localidades da Baixada Santista.

O mesmo padrão de predomínio de espécies típicas de Mata Atlântica e exclusiva de ambiente florestal, também foi observado em outros estudos em regiões litorâneas de Mata Atlântica no estado de São Paulo (e.g. SAWAYA, 1999; HARTMANN, 2004; HARTMANN, 2005; CICCHI, 2007; SENA, 2007; CENTENO, 2009). Entretanto, a área de estudo apresenta riqueza inferior à das demais localidades.

Dentro dos limites do Núcleo Picinguaba, município de Ubatuba, foram registradas 40 espécies de anuros (HARTMANN, 2004) e 24 espécies de serpentes (HARTMAN, 2005), totalizando 64 espécies da herpetofauna. Na Estação Ecológica Juréia-Itatins, 24 espécies de anuros (POMBAL &

GORDO, 2004) e 28 de serpentes (MARQUES & SAZIMA, 2004) foram observadas enquanto na Ilha de São Sebastião, município de Ilhabela, um total de 73 espécies de anfíbios e répteis foi registrado (CENTENO, 2009). Os dados disponíveis sobre diversidade de herpetofauna nessas regiões evidenciam a possibilidade de aumento do número de espécies a médio e longo prazo na área de estudo, já que está inserida em um bioma de grande diversidade de espécies de anfíbios e répteis.

Assim sendo, a experiência em campo em outros trabalhos e mesmo em estudos acadêmicos, somados ao conhecimento da diversidade da Mata Atlântica, permitem afirmar que ainda devem existir espécies a serem registradas na área, principalmente de serpentes, uma vez que os anuros, principalmente devido à vocalização, são sempre o grupo melhor amostrado da herpetofauna, enquanto que as serpentes necessitam de estudos de longa duração para serem devidamente inventariadas.

De qualquer maneira nenhuma espécie encontrada na localidade é de fato restrita aos ambientes de restinga e manguezal. Entretanto, todas as espécies observadas nestes ambientes o utilizam para suas atividades ecológicas (e.g. alimentação, termorregulação, etc). Outras espécies foram encontradas somente nas áreas consideradas antropizadas, justamente onde se encontram os brejos e outros corpos d'água formados por água de chuva. Estes dados indicam que uma maior diversidade de habitats com variados tipos de fisionomia vegetal (Floresta Ombrófila Densa, Restinga, Campos Brejosos e Mangues) podem abrigar populações estáveis de espécies com diferentes nichos ecológicos. Sendo assim, a área avaliada (área de estudo da ADA e entorno), apesar de apresentar baixa riqueza de espécies, poderia ser considerada de certa maneira importante para a conservação da herpetofauna local por apresentar uma maior diversidade de ambientes.

Considerando os trabalhos com anfíbios e répteis realizados em outras áreas com habitats similares à área de estudo, verificamos que as espécies registradas realmente não refletem a grande diversidade existente na região, principalmente considerando-se a conectividade com a Serra do Mar. De certa maneira este fato pode indicar o estado de alteração e degradação do local avaliado, principalmente no que diz respeito aos ambientes favoráveis à manutenção destas espécies, ou mesmo um possível efeito de borda ocorrendo nesta região de ecótono. Por outro, também ressalta a inexistência de estudos mais detalhados sobre estes grupos faunísticos na região da Baixada Santista, mais especificamente na região do estuário de Santos-Cubatão e principalmente nestas zonas de contato entre formações florestais e a planície de maré e que podem abrigar uma comunidade diferenciada, e naturalmente mais pobre, daquela existente em regiões mais interiores da planície costeira e/ou matas de encosta.

## CAPITULO 5

### AVALIAÇÃO DE IMPACTOS E PROGRAMAS

Neste item iremos avaliar os possíveis impactos que a implantação e operação do Canteiro Avançado poderão causar no meio ambiente. É importante ressaltar que tanto a implantação quanto a operação do canteiro ocorrerá durante a fase de implantação do Terminal BRITES, portanto todos os impactos aqui apresentados se referem a etapa de implantação do empreendimento.

Com relação ao aumento da capacidade anual de minério, dos atuais 25 Mtpa aprovado pela Licença Prévia Retificada para 27,5 Mtpa, não será necessário reavaliar o impacto na qualidade do ar durante a operação do Terminal BRITES, uma vez que os resultados apresentados nos novos Estudos de Estimativa de Emissões Atmosféricas e na Modelagem de Dispersão ficaram muito próximos dos resultados obtidos para a movimentação de 25 Mtpa e, portanto, o impacto é o mesmo já apresentado no pedido de retificação da LP.

Por fim, é importante ressaltar que todos os Programas Ambientais que serão citados neste capítulo são os mesmo já elaborados e apresentados ao IBAMA no âmbito do EIA e revisados no pedido de retificação da LP.

Todos os programas estão sendo detalhados para o pedido de solicitação da Licença de Instalação e já estarão contemplando a nova área destinada ao Canteiro Avançado e, por este motivo, estão sendo citados como medidas de controle e mitigação nesta avaliação de impacto.

#### 5.1. METODOLOGIA DE IDENTIFICAÇÃO DOS IMPACTOS

A avaliação de impactos ambientais é um instrumento da política ambiental formado por um conjunto de procedimentos capazes de assegurar, desde o início do processo de estudo de alternativas, um exame sistemático dos efeitos ambientais potencialmente decorrentes das atividades

e processos previstos por um projeto, programa, plano ou política e de suas alternativas, de modo que os resultados sejam apresentados de forma adequada ao público e aos responsáveis pela tomada de decisão, e por eles devidamente considerados.

A avaliação de impactos ambientais tem por objetivo identificar, prever, interpretar e informar a respeito dos efeitos de uma ação ou atividade sobre os componentes do meio ambiente e a saúde e o bem estar humano, respeitando a integridade dos ecossistemas naturais e urbanos. Dentre outros objetivos da análise e avaliação dos impactos ambientais, destacam-se:

- Verificar a correlação - positiva e negativa - existente entre as diversas atividades, processos e ações do empreendimento nas suas fases de planejamento, implantação e operação e o meio ambiente (natural e antrópico) onde este empreendimento se insere;
- Avaliar a viabilidade ambiental das alternativas propostas para o empreendimento e indicar a melhor alternativa pelo ponto de vista ambiental, social e econômico;
- Subsidiar a indicação das medidas de controle e prevenção e, se necessário, medidas mitigadoras pertinentes com vistas a adequar a gestão ambiental do empreendimento;
- Apresentar, de forma clara e transparente, os resultados do estudo ambiental ao público em geral e aos responsáveis pela tomada de decisão.

O presente capítulo aborda os impactos ambientais potenciais associados a implantação e operação do Canteiro Avançado, tendo sido desenvolvido à luz das informações contidas no diagnóstico ambiental apresentado neste Informação Técnica, na consideração dos dispositivos legais aplicáveis e na caracterização do canteiro também apresentada neste documento.

Os procedimentos de análise dos impactos ambientais visaram sistematizar a identificação e a avaliação - qualitativa e quantitativa - dos impactos relacionados ao empreendimento sendo estes procedimentos desenvolvidos em três etapas:

- Identificação dos fatores geradores de impactos inerentes ao planejamento, implantação e operação do empreendimento e que são potencialmente modificadores dos componentes ambientais;
- Identificação e determinação dos aspectos ambientais consequentes das atividades e processos geradores e impactos relacionados;
- Identificação, análise, classificação e avaliação dos impactos ambientais decorrentes do empreendimento.

Na metodologia aplicada cabe a definição empregada de aspecto ambiental e de impacto ambiental. No contexto da presente Avaliação de Impacto Ambiental, aspecto ambiental é entendido como o mecanismo através do qual uma atividade ou processo do empreendimento previsto pode causar um impacto ambiental. Impacto ambiental é, por sua vez, entendido como o

efeito sofrido pelo componente do meio ou a alteração na qualidade no meio ambiente e qualidade de vida (Sanchez, 2006).

## 5.2. IDENTIFICAÇÃO E AVALIAÇÃO DE IMPACTOS AMBIENTAIS

Uma vez definidos os fatores geradores (atividades e processos) e os aspectos ambientais, procedeu-se à identificação e avaliação dos impactos gerados como pela presença do Canteiro Avançado durante as obras do Terminal BRITES.

Os critérios adotados para a caracterização dos impactos ambientais foram os seguintes:

- **Abrangência:** posição espacial de ocorrência do impacto, podendo ser na AII - Área de Influência Indireta; AID - Área de Influência Direta; ou ADA - Área Diretamente Afetada;
- **Natureza:** positivo, quando resultar em melhoria da qualidade ambiental e negativo quando resultar em dano ou perda ambiental;
- **Origem:** direto, quando é decorrente de ação geradora (atividade, processo e aspecto ambiental resultante), e indireto, quando é consequência de outro impacto;
- **Duração:** temporário, quando ocorre em período de tempo claramente definido, permanente quando, uma vez desencadeado, atua ao longo do horizonte do projeto e; intermitente quando ocorre de forma esporádica ou em decorrência de alguma atividade ou aspecto ambiental cíclico;
- **Ocorrência (temporalidade):** imediata, quando ocorre simultaneamente à atividade ou processo gerador de impacto, ou de curto, médio ou longo prazo, quando se manifesta além do tempo de duração da referida atividade ou processo;
- **Frequência:** pontual, quando sua ocorrência é eventual, espaçada ou única e não derivada de eventos cíclicos, cíclico quando o impacto é derivado de eventos que obedecem a oscilações cíclicas e contínuo quando o impacto ocorre durante todo o tempo daquela fase do empreendimento, ou de forma intermitente mas pouco espaçada.
- **Espacialização:** localizado, quando a abrangência espacial for definida e localizada, ou dispersa, quando ocorre de forma disseminada pelo espaço;
- **Reversibilidade:** reversível quando pode ser objeto de ações que restaurem o equilíbrio ambiental em condições próximas às pré-existentes, ou irreversível, quando a alteração causada ao meio não pode ser revertida por ações de controle ou mitigação;
- **Magnitude:** indica a intensidade do impacto em face de um determinado fator ambiental ou área de ocorrência, sendo classificada de modo qualitativo em desprezível, pequena, média e grande;

- Relevância: pequena, média ou grande, resultante da avaliação de seu significado e sua dinâmica ecológica, ambiental ou social em relação à dinâmica vigente;
- Significância: baixa, média ou alta, resultante da análise da relatividade do impacto gerado, em face dos outros impactos, do quadro ambiental atual e prognóstico para a área. Quanto mais abrangente, relevante e quanto maior for a magnitude do impacto, quanto mais complexo for o seu gerenciamento e controle e quanto maior for a sua duração e menor a sua reversibilidade, mesmo quando aplicadas medidas mitigadoras; maior significância este impacto terá.

Todos os impactos identificados são objeto de caracterização, análise e avaliação, sendo estes apresentados na sequência, separados por impactos ao Meio Físico e ao Meio Biótico.

### 5.3. MEIO FÍSICO

#### 5.3.1. Alteração da qualidade do solo e águas subterrâneas

- Atividades geradoras:
  - Implantação e operação de canteiro avançado e demais instalações de apoio às obras
  - Movimentação e operação de equipamentos, veículos e máquinas (em terra)
  - Central de Armazenamento de Resíduos Sólidos
  - Desmobilização de canteiros de obras e demais instalações de apoio às obras
- Aspectos ambientais relacionados:
  - Vazamento de produtos oleosos
  - Vazamento de produtos químicos
  - Lançamento de efluente do sistema de drenagem (águas pluviais)
- Classificação: ADA, Negativo, Direto, Temporário, Imediato, Pontual, Localizado, Reversível, Média Magnitude, Média Relevância, Média Significância
- Medidas e Programas:
  - Programa Ambiental da Construção - PAC
    - Subprograma de Proteção dos Recursos Hídricos
    - Subprograma de Gerenciamento de Resíduos Sólidos

A alteração da qualidade do solo e das águas subterrâneas durante a implantação do empreendimento pode ocorrer em função das atividades de: movimentação e operação de equipamentos, veículos e máquinas (em terra), implantação e operação de canteiro de obras e demais instalações de apoio as obras e sua desmobilização, além das atividades na central de armazenamento de resíduos sólidos, que podem levar a vazamento de produtos oleosos, lançamento de efluente dos sistemas de drenagem (águas pluviais) e vazamento de produtos químicos.

Para controlar e minimizar estas possíveis situações de alteração da qualidade do solo e das águas subterrâneas durante as obras de implantação estão previstas medidas descritas no Programa Ambiental da Construção – PAC, mais especificamente nos Subprogramas de Proteção dos Recursos Hídricos e de Gerenciamento de Resíduos Sólidos.

### 5.3.2. Processos erosivos e assoreamento de drenagens

- Atividades geradoras:
  - Limpeza do terreno
  - Escavações, aterros, movimentação e exposição dos solos
- Aspectos ambientais relacionados:
  - Remoção de camada superficial de solo
  - Alteração da topografia do terreno
- Classificação: ADA, Negativo, Direto, Temporário, Imediato, Contínuo, Localizado, Reversível, Média Magnitude, Média Relevância, Média Significância
- Medidas e Programas
  - Programa Ambiental da Construção - PAC
    - Subprograma de Controle Geotécnico

Os fatores ambientais impactados são os solos e recursos hídricos superficiais. Os processos erosivos poderão se instalar sobre as superfícies expostas do terreno natural e aterros, quando desprovidos de proteção superficial e submetidos à ação direta das chuvas e ao escoamento das águas superficiais. Terão efeito mais pronunciado nos terrenos constituídos por solos de composição predominantemente granular e de baixa coesão, representados por siltes e areias.

O terreno natural estará submetido à ação mecânica das águas das chuvas ficando sujeito, portanto, à instalação de processos erosivos, desde que não seja devidamente protegido.

O assoreamento dos sistemas de drenagem superficial do canteiro avançado está associado, principalmente, a processos de erosão laminar e tem caráter generalizado, provocando a redução gradativa das seções das valas, valetas, canaletas e galerias, e a colmatação das caixas hidráulicas.

A médio e longo prazo, a conseqüente redução do escoamento promove alagamentos, os quais dificultam a circulação de veículos e pessoal, e provocam a saturação dos solos, reduzindo seus parâmetros de resistência.

No caso de erosões profundas, essas podem provocar assoreamentos de caráter localizado nos sistemas de drenagem superficial e generalizado nos talwegues e cursos d'água. As obstruções provocadas criam novos focos de erosão pelas concentrações de fluxo, tendendo a agravar o processo.

Para controlar e minimizar estas possíveis situações de processos erosivos e assoreamento de drenagens durante as obras de implantação estão previstas medidas descritas no Subprograma de Controle Geotécnico do Programa Ambiental da Construção – PAC, dentre elas inspeções periódicas para monitoramento de processos erosivos na área do Canteiro Avançado.

### 5.3.3. Alteração da qualidade das águas superficiais

- Atividades geradoras: Realização da dragagem de aprofundamento; supressão de vegetação; implantação do canteiro de obras; movimentação e circulação de máquinas, equipamentos e veículos; serviços de terraplenagem, escavações e substituições de solo; implantação de terminal de acesso de passageiros.
- Aspectos ambientais relacionados: Remoção e revolvimento de sedimentos; carreamento de sólidos para os corpos d'água; carreamento de produtos oleosos para os corpos d'água.
- Classificação: ADA/AID, Negativo, Direto, Temporário, Imediato, Pontual, Disperso, Reversível, Média Magnitude, Média Relevância, Média Significância.
- Medidas e Programas:
  - Programa de monitoramento da qualidade de água em função das atividades de dragagem e tráfego de embarcações.

A realização da dragagem de aprofundamento para a implantação do embarcadouro irá acarretar na remoção e ressuspensão de sedimentos, que poderão alterar a produção primária, por meio do aumento da turbidez, e ressuspender partículas de sedimento para a coluna d'água nas abrangências da ADA e AID, alterando assim a qualidade das águas superficiais. O estado natural da concentração de sedimentos em suspensão presentes na região do empreendimento pode ser alterado pelas atividades de dragagem, devido ao espalhamento de material ressuspendido e ao processo de overflow na operação de dragas do tipo Hopper. A quantidade de material ressuspenso dependerá da técnica e da duração dos processos de dragagem, da granulometria dos sedimentos dragados, do volume de material dragado, da profundidade da coluna d'água e da velocidade das correntes.

Deve-se ressaltar que estuários, sujeitos à grande hidrodinâmica e influência dos rios afluentes, são ambientes onde a turbidez e a quantidade de sólidos em suspensão podem ser naturalmente

altos. Já a ressuspensão de contaminantes devido ao processo de dragagem apresenta, em geral, efeitos locais e depende da qualidade do sedimento que está sendo dragado. A aeração de sedimentos devido a ressuspensão ocasionada pela dragagem pode reduzir o pH e alterar a partição dos metais associados a este sedimento liberando-os para a coluna d'água. As concentrações de poluentes orgânicos na água intersticial dependem do conteúdo de carbono orgânico do sedimento. A elevada hidrofobicidade da maioria dos contaminantes orgânicos associados aos sedimentos sugerem que a liberação desses contaminantes dissolvidos para a coluna d'água é mínima.

Além da atividade de dragagem, a qualidade das águas superficiais pode ser alterada devido às atividades de supressão de vegetação, implantação do canteiro de obras, implantação de terminal de acesso de passageiros e da realização dos serviços de terraplenagem, escavações e substituições de solo. Isto porque tais atividades ocasionam a remobilização e exposição do solo e, no caso das obras, liberação de partículas sólidas resultantes da construção (concreto, madeira etc). Essas partículas sólidas podem ser carregadas para os corpos d'água devido à atividade do vento e da drenagem pluvial e alterar a qualidade das águas. Além disso, a atividade de movimentação e circulação de máquinas, equipamentos e veículos pode alterar a qualidade das águas devido ao carregamento de produtos oleosos para os corpos d'água, oriundos de pequenos vazamentos ou da lavagem de máquinas e equipamentos.

Para monitorar estas possíveis alterações estão previstas ações descritas no programa de monitoramento da qualidade de água em função das atividades de dragagem e tráfego de embarcações.

#### 5.3.4. Alteração da qualidade dos sedimentos superficiais

- Atividades geradoras: Realização da dragagem de aprofundamento
- Aspectos ambientais relacionados: Remoção e revolvimento de sedimentos
- Classificação: ADA/AID, Negativo, Direto, Permanente, Imediato, Cíclico, Disperso, Irreversível, Média Magnitude, Média Relevância, Média Significância.
- Medidas e Programas
  - Programa de monitoramento da dragagem
    - Subprograma de gerenciamento e controle da dragagem
    - Subprograma de controle ambiental da bacia de evolução, canal de navegação e berços de atracação
  - Programa de monitoramento dos sedimentos
    - Subprograma de monitoramento da qualidade do sedimento superficial

A realização da dragagem de aprofundamento é a atividade que gera as alterações mais significativas sobre a qualidade do sedimento, uma vez que a retirada dos sedimentos de uma área torna exposta em superfície uma parcela de sedimentos que estava aprisionada em sub-superfície, com características físico-químicas e químicas distintas do sedimento superficial original, ocasionando alterações nos processos de interação água-sedimento e sedimento-organismo. Além disso, o processo de dragagem pode ocasionar a ressuspensão de uma parcela de sedimentos contaminados, os quais são transportados pelas correntes e depositados em outras áreas, alterando as características físicas e químicas do sedimento na nova região.

O monitoramento deste impacto está previsto nos programas de monitoramento da dragagem e de monitoramento dos sedimentos.

### 5.3.5. Alteração da hidrodinâmica local

- Atividades geradoras: Realização da dragagem de aprofundamento.
- Aspectos ambientais relacionados: Alteração da batimetria e linha de costa.
- Classificação: ADA/AID, Negativo, Direto, Permanente, Imediato, Contínuo, Disperso, Irreversível, Pequena Magnitude, Alta Relevância, Média Significância.
- Medidas e Programas:
  - Programa de monitoramento da hidrodinâmica e assoreamento.
  - Subprograma de monitoramento e modelagem de parâmetros hidrodinâmicos e oceanográficos.

A alteração nos padrões de circulação hidrodinâmica, na ADA e AID do empreendimento, poderá ser gerada principalmente devido à realização da dragagem de aprofundamento na região da foz do rio Jurubatuba. De maneira geral, o aprofundamento para a implantação do embarcadouro pode alterar a velocidade de escoamento na região, devido à redução do atrito com a camada de fundo. Em regiões abrigadas, regidas pela drenagem continental, o aumento da profundidade tende a reduzir a velocidade média das correntes, aumentando o tempo de renovação das águas dentro do sistema.

O monitoramento deste impacto está previsto no programa de monitoramento da hidrodinâmica e assoreamento.

### 5.3.6. Alteração da dinâmica sedimentar

- Atividades geradoras: Realização da dragagem de aprofundamento; supressão de vegetação; serviços de terraplenagem, escavações e substituições de solo.
- Aspectos ambientais relacionados: Alteração da topografia de fundo e linha de costa; carreamento de sólidos para os corpos d'água.

- Classificação: ADA/AID, Negativo, Indireto, Permanente, Imediato, Contínuo, Disperso, Irreversível, Pequena Magnitude, Alta Relevância, Média Significância.
- Medidas e Programas:
  - Programa de monitoramento da hidrodinâmica e assoreamento.
    - Subprograma de modelagem morfológica e do balanço sedimentar no Largo de Santa Rita.
    - Subprograma de monitoramento e modelagem de parâmetros hidrodinâmicos e oceanográficos.

A alteração da dinâmica sedimentar na região adjacente ao empreendimento pode ocorrer devido, principalmente, à alteração da batimetria e à instabilidade do talude modificado, os quais resultam do processo de dragagem da área adicional para o embarcadouro. A indução de processos erosivos e/ou deposicionais na região do empreendimento e adjacências é decorrente das alterações na dinâmica sedimentar, a qual está intimamente associada a alterações na hidrodinâmica. Estas, por sua vez, são geradas devido à alteração da batimetria, resultante do processo de dragagem. Outra ocorrência da indução destes processos pode ser observada, em menor escala, nas áreas nas quais serão instaladas as estruturas submersas de sustentação do embarcadouro, sendo que a presença destas barreiras físicas à circulação das águas cria, localmente, zonas de deposição nas imediações das estruturas. Além disto, se as planícies de maré forem ocupadas, estas perdem a função de retenção do material terroso de montante remobilizado por processos erosivos. Assim, tanto alterações físicas nas planícies de maré, quanto das drenagens que contribuem diretamente para o largo, modificarão diretamente a dinâmica de transporte e sedimentação, podendo causar aumento ou diminuição deste transporte.

Além dessa atividade, a alteração da dinâmica sedimentar pode ocorrer devido às atividades de supressão de vegetação e de serviços de terraplenagem, escavações e substituições de solo. Isto porque tais atividades ocasionam a remobilização e exposição do solo, o qual pode ser carregado para os corpos d'água devido à atividade do vento e da drenagem pluvial e, a partir disso, serem transportados por correntes para outros locais.

O monitoramento deste impacto está previsto no programa de monitoramento da hidrodinâmica e assoreamento.

## 5.4. MEIO BIÓTICO

### 5.4.1. Perda da vegetação

As atividades relacionadas à limpeza do terreno associada à sua preparação para início das obras vão afetar a vegetação que recobre a área. A vegetação que recobre a área é principalmente composta por manguezal que ainda se destaca, por se tratar de Áreas de Preservação Permanente - APP (área protegida), em bom estado de preservação. Como decorrência da implantação do canteiro

de obras para instalação do empreendimento está prevista uma supressão que abrangerá 4,17 ha desta fitofisionomia, o que corresponde a 35,13% do manguezal existente na margem esquerda do rio das Neves, que possui 11,87ha. Além disso, uma pequena área de vegetação antropizada, localizada às margens da ferrovia, também será suprimida. Ressalta-se que a supressão desta vegetação descaracterizada traz menores implicações ecológicas e não traz implicações legais.

Os manguezais são ecossistemas costeiros que apresentam condições propícias para alimentação, proteção e reprodução de muitas espécies animais, sendo considerados importantes transformadores de matéria orgânica e gerador de bens de serviço ecossistêmicos. Além disso, são extremamente importantes na manutenção da dinâmica física e biológica do estuário, estabilizando as drenagens e sustentando uma rica cadeia trófica. Por sua importância ecológica, esta formação vegetal está enquadrada na legislação ambiental como Área de Preservação Permanente (LEI FEDERAL nº 12.651/12), na qual, excetuando-se o caso de obras de utilidade pública, não é permitido o corte. Dos 1.329 km<sup>2</sup> de extensão da Baixada Santista, 10% (cerca de 131km<sup>2</sup>) eram planícies de marés recobertas originalmente por manguezais (CETESB 1991). Segundo Lamparelli; Moura (1998), estes manguezais foram reduzidos a apenas 88km<sup>2</sup> remanescentes, uma redução significativa de 33%. Em função dessa importância ecológica e de tal contexto de degradação regional, a perda de mais este manguezal poderia representar um impacto considerável para a biota local e regional, além de constituir área legalmente protegida (APP) e ocupar 4,17 ha.

Trata-se de um impacto localizado, de natureza negativa e direta, de duração permanente, reversível e de ocorrência certa e imediata. De manifestação temporária, o impacto pode ser considerado de média magnitude, pois alterará drasticamente a vegetação. Pelo fato da vegetação compor habitat para a fauna, além de interagir diretamente com o meio físico, este impacto apresenta alta cumulatividade e sinergismo.

Assim, considerando todos os atributos que classificam o impacto, em especial a duração temporária e a média magnitude, esse impacto tem grau intermediário de significância.

Como medida mitigadora será instituído um PRAD (Projeto de Recuperação de Área Degradada) cujo objetivo será recuperar a área, através do plantio direto de mudas das espécies que compõem o manguezal. Além dessa, medidas compensatórias poderão auxiliar na redução da relevância regional do impacto, como a compensação por supressão de vegetação e interferência em APP. Além disso a biomassa suprimida poderá ser utilizada para geração de equações alométricas, a serem utilizadas para estimar a biomassa de outros ecossistemas, bem como o fomento a uma unidade já existente. As medidas compensatórias propostas, estão descritas em mais detalhes nos respectivos programas ambientais: Programa de Compensação por Supressão de Vegetação, Programa de Acompanhamento da Supressão de Vegetação (Subprograma de Aproveitamento e Destinação de Biomassa).

Esse impacto, pela sua significância intermediária, e pela perda temporária das condições ambientais que ele representa, com possibilidade de recuperação, pode ser considerado de média relevância. Essa classificação pode ser alterada considerando-se as ações de gestão, que têm, no geral, eficácia alta, mas em longo prazo.

#### 5.4.2. Perda de habitat para vertebrados terrestres

As atividades relacionadas à limpeza do terreno e a realização das escavações e dragagens podem afetar a Mastofauna, Avifauna e Herpetofauna presente na ADA, tanto estritamente terrestre, como aquáticas devido à supressão de recursos e alteração dos ambientes disponíveis na área do empreendimento:

- Preparação e limpeza do terreno (Supressão de vegetação; Movimentação de terra de áreas de empréstimo; Transporte e disposição de terra para áreas de bota-fora; Cortes e aterros; Movimentação de equipamentos e veículos; Geração de emissões, níveis de pressão sonora e efluentes; Impermeabilização de áreas).
- Realização das escavações/dragagens, incluindo dragagem de aprofundamento do canal de navegação, bacias de evolução e berços de atracação (Realização de escavações e dragagens; Transporte e disposição de material em bota-fora; Movimentação de equipamentos e embarcações; Geração de emissões, níveis de pressão sonora e efluentes).

As atividades de preparação e limpeza do terreno e as escavações/dragagens irão suprimir uma série de habitats e, conseqüentemente, poderão causar impactos negativos para a fauna local, como a perda de recursos alimentares, locais de nidificação e abrigos disponíveis nas fisionomias vegetais da ADA.

Cerca de 129 espécies de aves, 19 de mamíferos (sendo 12 quirópteros) e 8 de répteis e 10 de anfíbios, estão associadas às restingas, mangues e campos brejosos; 36 aves restritamente aquáticas estão associadas às planícies de maré e bancos de lodo. A perda de habitat forçará essas espécies a buscar ambientes similares, onde possam explorar recursos para estabelecer uma nova área de vida, como por exemplo, as planícies e bancos de lodo do Largo do Caneu e Canal de Piaçaguera, além das áreas de manguezal entre os Rios Casqueiro e Cubatão.

Comparada com as matas de encosta (Floresta Ombrófila Densa), as áreas de manguezais são muito mais pobres em número de espécies, principalmente de mamíferos, répteis e anfíbios.

As aves são o grupo mais representativo dessa fisionomia, que são utilizadas por espécies de ralídeos, como a saracura-três-potes *Aramides cajanea*, a saracura-do-mato *Aramides saracura*, a saracura-matraca *Rallus longirostris*, a sanã-parda *Laterallus melanophaius*, além de alguns passeriformes, como o pia-cobra *Geothlypis aequinoctialis* e o joão-botina *Phacellodomus ferrugineigula*. Essas espécies, assim como outras de ambientes de restinga, utilizam também as florestas de mangue como áreas de forrageamento, onde capturam caranguejos e insetos em geral. Ressalta-se que dentre as poucas espécies exclusivas desse ambiente, a figuinha-do-mangue *Conirostrum bicolor* é a única considerada endêmica, porém, apresentando altas abundâncias em toda a área estuarina (EMBRAPORT, 2009). Entre os mamíferos, apenas o mão-pelada *Procyon cancrivorus* utiliza-se diretamente desses habitats. Não há registros de anfíbios utilizando essas áreas como habitats primários e quanto ao restante da herpetofauna, apenas a cobra-d'água *Liophis miliaris* ocorre nestes locais. Para a fauna terrestre esse ambiente é utilizado pelas espécies mais generalistas, não havendo espécies que dependam

diretamente da presença desse habitat, com exceção de *C. bicolor*. Diversas aves aquáticas utilizam secundariamente as bordas desses ambientes para alimentação e descanso, como por exemplo, os guarás-vermelhos *Endocimus ruber* e o socós-caranguejeros *Nyctanassa violacea*.

As aves aquáticas utilizam principalmente os bancos de lodo e planícies de maré presentes na ADA e AID do empreendimento, sendo que cerca de 20 espécies são observadas ao longo de todo ciclo de maré, podendo ser consideradas residentes, se alimentando de crustáceos, poliquetos e pequenos peixes durante os períodos de baixa-mar no lodo exposto. Existem ainda espécies visitantes e migratórias neárticas, como a marreca-caneleira *Dendrocygna bicolor*, pé-vermelho *Amazonetta brasiliensis*, batuíra-de-bando *Charadrius semipalmatus*, o maçarico-pintado *Actitis macularius*, o maçarico-de-perna-amarela *Tringa flavipes*, a águia-pescadora *Pandion haliaetus*. Nesse largo são observadas ainda algumas espécies marinhas, como o ameaçado trinta-reis-real *Thalassus maximus*, o trinta-reis-de-bando *Thalassus sandvicensis eurynatha* e a fragata *Fregata magnificens*. Dentre as espécies que utilizam esses habitats aquáticos, a única espécie de mamífero conhecida é a lontra *Lontra longicaudis*. Também foi registrada a presença de tartarugas marinhas nesse local, contudo os locais de maior ocorrência e mais utilizados por esses animais são as planícies de maré e bancos de lodo ao lado da Ilha Barnabé (EMBRAPORT, 2009).

As espécies supracitadas apresentam as mais diversas funções ecológicas, seja como dispersoras de semente, polinizadoras ou predadoras de topo de cadeia trófica. A perda dos habitats da ADA do empreendimento poderá acarretar a diminuição dos efetivos populacionais dessas espécies, causando desequilíbrio funcional e ecológico, podendo afetar os remanescentes do entorno imediato na AID.

As atividades de supressão da vegetação deverão ter um direcionamento, de forma a permitir que as espécies possam se deslocar para as fisionomias vegetais remanescentes nas áreas adjacentes. Os técnicos envolvidos na supressão da vegetação deverão receber orientação de como proceder no caso de encontro com fauna silvestre. Durante toda a atividade de supressão de vegetação um biólogo deve estar presente para eventuais contatos com a fauna local (ver Programa de Acompanhamento da Supressão de Vegetação).

Também será realizado programa de manejo da fauna das áreas que serão suprimidas, com captura, marcação e, quando necessário, translocação da fauna presente na ADA. No caso das aves aquáticas, deve-se proceder apenas com a captura e marcação desses animais, uma vez que, como tem alto poder de deslocamento e vivem em habitats abertos (não florestais) se deslocarão naturalmente para outros habitats. O mesmo é válido para espécies animais de maior mobilidade tais como mamíferos de médio porte e algumas aves terrestres. Os animais capturados e marcados, translocados ou não, devem ser monitorados nas áreas adjacentes e remanescentes, de modo a verificar o sucesso em estabelecer um novo território e as interações com as populações já presentes, permitindo assim a proposição de medidas que visem melhorar as condições dessas novas populações (ex: ações de enriquecimento, poleiros etc). Atenção especial deve ser dada as espécies que figuram nas listas de espécies ameaçadas, com programas específicos de monitoramento e avaliação dos efeitos sobre estas populações (ver Subprograma de Manejo da Fauna, Subprogramas de Monitoramento das Aves e dos Mamíferos Terrestres e Aves Aquáticas).

As ações de gestão propostas apresentam baixa eficácia, considerando que, trabalhos de translocação de espécies têm apresentado pouco sucesso na reintrodução de indivíduos, em muitos casos devido à falta de monitoramentos prévios nas áreas de soltura e a utilização de uma abordagem multidisciplinar, incluindo análises de ecologia das populações residentes, disponibilidade de recursos, modelagem numérica, capacidade de suporte, além do efetivo monitoramento dos indivíduos translocados (SEDDON, *et al.*, 2007). Na área do estuário de Santos-Cubatão já foram realizadas atividades desse tipo, onde foi possível observar o retorno de muitas das espécies translocadas, inclusive as que se julgava de baixo poder de deslocamento (EMBRAPORT, 2007; 2009). Este fato, por um lado aumenta as chances de que ocorra deslocamento natural de boa parte da fauna durante as atividades de supressão. Contudo, apesar de baixa eficácia, a não-realização de uma ação mitigadora mais direta nas áreas a serem suprimidas poderia resultar em taxas maiores de mortalidade, devido ao contato direto nessas áreas com as intervenções humanas e pelo estresse do corte da vegetação, que potencializam os efeitos negativos para a fauna. As atividades de monitoramento dos remanescentes fornecerão informação para a adequação das medidas mitigadoras, assim como sobre a capacidade de suporte dos ambientes adjacentes a ADA e taxa de sobrevivência dos animais removidos.

O acompanhamento das possíveis alterações nos padrões de variação populacional e na composição específica dos diferentes grupos de fauna fornecerão dados empíricos sobre a adequação das comunidades de vertebrados aos efeitos da perda de habitats naturais e deverão subsidiar adequações nas ações de gestão durante a implantação e operação do empreendimento.

O impacto da perda de habitat devido à supressão de vegetação e ocupação e/ou dragagem de parte do Largo de Santa Rita é de efeito negativo e direto, localizado, de duração temporária e reversível, de ocorrência certa e imediata, tendo efeitos perceptíveis também a médio-prazo. Será de alta magnitude, manifestação temporária e alta cumulatividade e sinergismo. Devido a posterior recuperação que ocorrerá na área do manguezal suprimido para a construção do canteiro de obras, juntamente com as ações de gestão específicas, o impacto é de média relevância. O impacto apresenta significância intermediária.

#### 5.4.3. Fragmentação dos remanescentes vegetacionais

As ações de supressão de vegetação, pela preparação e limpeza do terreno deverão impactar também a vegetação da AID, especialmente aquelas situadas no entorno imediato e proximidades do empreendimento, além de todas as formações vegetacionais a serem suprimidas na ADA ou interligadas por elas. No presente caso, que trata apenas do Canteiro de Obras a vegetação fragmentada será de manguezal.

Deverão ser afetadas a Mastofauna, Avifauna e Herpetofauna terrestre habitante das áreas suprimidas (ADA) e, especialmente, aquela que ocupa essa vegetação do entorno imediato (AID) e que necessita e/ou depende desse ambiente da ADA para deslocamento e obtenção de recursos.

A fragmentação da cobertura vegetal significa a substituição de grandes áreas recobertas por uma ou mais formações vegetais contínuas por áreas cuja ocupação do solo se dá de maneira diversa, em

manchas descontínuas. O grau de fragmentação da paisagem pode ser mensurado a partir de diversos parâmetros, como forma e tamanho do fragmento, extensão da zona de efeito de borda, tipo de matriz, distância entre fragmentos, grau de isolamento ou conectividade, tipo de vizinhança, porosidade da vizinhança. Todos esses fatores são extremamente importantes para a manutenção das populações de organismos que habitam os fragmentos (CHIARELLO, 1999; LIMA, 1999; GOODWIN & FAHRIG, 2002; CERQUEIRA *et al.*, 2003).

O empreendimento, em função da supressão da cobertura vegetal, inicialmente causará um aumento da fragmentação da paisagem, pois irá dividir o ambiente de manguezal, aumentando o efeito de borda e a distância com outros ambientes naturais, intensificando o grau de isolamento, e, conseqüentemente, podendo reduzir a riqueza e diversidade de espécies da região. Pela alteração do uso do solo, com remoção da vegetação nativa e mesmo antropizada, a porosidade (permeabilidade às espécies) da vizinhança será reduzida, limitando o fluxo populacional de animais e plantas (VIANA, 1990; CHIARELLO, 1999), o que também aumenta o grau de isolamento dos ambientes (LIMA, 1997).

Trata-se de um impacto negativo, de incidência indireta (supressão da vegetação), de duração temporária, reversível e de média magnitude. De ocorrência certa e abrangência difusa, será sentido em médio prazo. Sua manifestação é contínua, e sua cumulatividade e sinergismo podem ser considerados entre médio a alto. Sua significância é, portanto, média.

Os efeitos da fragmentação poderão ser observados com o monitoramento das comunidades de fauna e as variações nas composições específicas e equitabilidade entre as espécies nos fragmentos do entorno imediato da ADA, além também do monitoramento das espécies de fauna ameaçadas de extinção (ver Subprogramas de Monitoramento das Aves e dos Mamíferos Terrestres e Aves Aquáticas).

O fomento a uma unidade de conservação já existente (Programa de Compensação Ambiental - SNUC), a compensação por supressão de vegetação (Programa de Compensação por Supressão de Vegetação), bem como a recuperação da própria área degradada por plantio direto (PRAD) são medidas compensatórias e mitigadoras, descritas em mais detalhes nos respectivos programas/projetos ambientais.

As medidas compensatórias, por si só, não amenizam diretamente esse impacto e são, portanto, consideradas de baixa eficácia. Assim como os programas compensatórios, os monitoramentos dos grupos da fauna não são capazes de anular e/ou minimizar os efeitos da fragmentação dos remanescentes vegetacionais, sendo, portanto, de baixa eficácia. Contudo o monitoramento das populações em risco de extinção, somado aos dados obtidos sobre as variações nas comunidades, podem servir de subsídio para proposição de medidas mais efetivas nestes programas visando o manejo e/ou recuperação dos efetivos populacionais que venham a ser mais afetados. Além disso, o plantio direto de mudas das espécies de manguezal mitigará em médio-longo prazo a fragmentação deste manguezal, permitindo que o fluxo energético seja aos poucos retomado.

Esse impacto, pela sua significância, pela redução da conectividade entre ambientes que ele representa, com possibilidade de lento “retorno” às condições iniciais das populações de plantas e

animais em longo prazo, e pela alta eficácia das ações de gestão, pode ser considerado de média relevância.

#### 5.4.4. Afugentamento da fauna de vertebrados terrestres

A Movimentação de equipamentos e veículos, aumento dos níveis de pressão sonora, preparação e limpeza do terreno; movimentação de terra de áreas de empréstimo; transporte e disposição de terra para áreas de bota-fora; cortes e aterros podem afetar a Mastofauna, Avifauna e Herpetofauna presente na AID, especialmente espécies mais sensíveis à presença humana e aquelas com comportamento mais arisco devido à pressão de caça.

A intensa movimentação de veículos e maquinários e as atividades inerentes à instalação do empreendimento, que aumentam os níveis de ruído na ADA e entorno imediato, bem como o aumento da circulação de pessoas, deverão inibir a presença de espécies da fauna local.

As espécies mais sensíveis à fragmentação e que não toleram a presença humana, seja por pressão de caça ou pelos seus hábitos crípticos, deverão buscar refúgio nos fragmentos de mata remanescente, agravando os efeitos da fragmentação e aumento da pressão sobre esses remanescentes.

Trata-se de um impacto negativo, direto para alguns fatores (limpeza e preparação do terreno, cortes e aterros) e indireto para outros (aumento da pressão sonora, movimentação de equipamentos e veículos), de duração temporária, reversível, e de média magnitude. De ocorrência provável e abrangência difusa, será sentido imediatamente. Sua manifestação é contínua, e sua cumulatividade e sinergismo podem ser considerados médios, contudo apresenta baixa significância.

O controle ambiental das obras, com manutenção adequada dos maquinários, veículos e equipamentos, reduzindo ao mínimo a emissão de ruídos, bem como o controle da circulação de pessoas e restrição das áreas de trânsito (ver Programa de Controle Ambiental das Obras), bem como o manejo das espécies que ocorrem na ADA (ver Subprograma de Manejo da Fauna Terrestre) são medidas mitigadoras desse impacto.

Além disso, as comunidades de fauna presentes nos remanescentes florestais serão monitoradas em longo prazo para que se verifiquem as possíveis alterações na composição das comunidades, permitindo a adoção de medidas corretivas e ou potencializadoras (ver Subprogramas de Monitoramento das Aves e dos Mamíferos Terrestres, Aves Aquáticas e Répteis e Anfíbios).

Vale lembrar que programas de educação ambiental que desestimulem/conscientizem quanto aos impactos da caça e ações de restrição/fiscalização da circulação de veículos e pessoas nas áreas adjacentes ao terminal podem reduzir os impactos e pressões hoje já existentes sobre a fauna dos remanescentes florestais (ver Programa de Educação Ambiental).

O controle ambiental das obras poderá ter alta eficiência para as espécies menos sensíveis, e presentes no entorno da ADA. Essa eficiência, contudo, será baixa nas adjacências imediatas das obras, nas áreas de tráfego e, principalmente para aquelas espécies mais sensíveis. Os programas de monitoramento, de caráter mais compensatório que mitigador, têm baixa eficácia na minimização deste impacto. Já os trabalhos de educação e conscientização ambiental e de controle e fiscalização,

se bem conduzidos, poderão apresentar alta eficácia, reduzindo as interações com a fauna local e permitindo que esta utilize toda a extensão dos remanescentes florestais e adjacências da ADA.

O impacto, por ocorrer enquanto durarem as atividades de implantação (temporário), por sua reversibilidade e baixa significância, e por serem dispensáveis medidas corretivas para a recuperação do ambiente, pode ser considerado de baixa relevância.

#### 5.4.5. Aumento da pressão sobre os remanescentes florestais

A Preparação e limpeza do terreno (Supressão de vegetação, Perda de habitats e Afugentamento de fauna; Movimentação de terra de áreas de empréstimo; Transporte e disposição de terra; Cortes e aterros; Movimentação de equipamentos e veículos; Geração de emissões, níveis de pressão sonora e efluentes; Impermeabilização de áreas.) deverão impactar a vegetação da AID, especialmente aquelas situadas no entorno imediato e proximidades do empreendimento, e referentes à Floresta Ombrófila Densa, vegetação de transição, floresta alta de restinga e manguezais.

Estas interferências por sua vez deverão afetar a Mastofauna, Avifauna e Herpetofauna terrestres habitantes das áreas a serem suprimidas (ADA) e, especialmente, aquelas que ocupam os remanescentes florestais do entorno imediato (AID), que sofrerão com o aumento de indivíduos e estabelecimento de novos territórios devido ao deslocamento de indivíduos por conta da supressão de habitats.

Devido à supressão das fitofisionomias nas áreas de menor altitude na propriedade, os componentes da fauna procurarão estabelecer novos territórios nos remanescentes florestais do entorno (AID). Contudo, esses remanescentes já se encontram colonizados, aumentando, portanto as interações antagônicas entre as populações, competindo diretamente pelos recursos disponíveis. As espécies mais generalistas tendem a perdurar em longo prazo, devido à menor exigência de qualidade ambiental e esses efeitos, somados aos efeitos de borda, podem reduzir a riqueza de espécies.

A vegetação também sofrerá efeitos com essa migração da fauna. Algumas populações de plantas podem ser favorecidas, por meio da maior disponibilidade de animais que atuarão na polinização e/ou dispersão de sementes. Outras, no entanto, podem ser prejudicadas, tanto diretamente, pelo aumento da predação (herbivoria), quanto indiretamente, pela perda na competitividade com espécies favorecidas pela fauna polinizadora/dispersora. No geral, considerando que as comunidades vegetais no entorno encontram-se equilibradas, esses efeitos podem ser considerados negativos, pois alterarão a dinâmica e estrutura da vegetação, reduzindo sua diversidade, através do aumento da dominância de algumas espécies favorecidas sobre outras.

Trata-se de um impacto negativo, de incidência indireta devido à supressão da vegetação, perda de habitat e afugentamento de fauna, de duração temporária (até as comunidades se adaptarem), reversível, e de média magnitude. De ocorrência provável e abrangência difusa, será sentido em médio-longo prazo. Sua manifestação é contínua, e sua cumulatividade e sinergismo podem ser considerados médios. Sendo assim, esse impacto pode ser considerado de baixa significância.

O fomento a uma unidade já existente (Programa de Compensação Ambiental - SNUC), a compensação por supressão de vegetação (Programa de Compensação por Supressão de Vegetação), bem como a recuperação da própria área degradada, após o término das obras, por plantio direto (PRAD) são medidas mitigadoras e compensatórias propostas, descritas em mais detalhes nos respectivos programas ambientais.

Já a captura e marcação individual das espécies de fauna presentes na ADA e que deverão se deslocar para os fragmentos adjacentes (Subprograma de Manejo de Fauna Terrestre), assim como os programas de monitoramento da fauna terrestre são medidas de controle, provendo informação sobre a resposta das populações a esse impacto e que permitirão um melhor ajuste das ações propostas com a adoção de medidas corretivas e ou potencializadoras ao longo do processo (ver Subprogramas de Monitoramento das Aves, de Mamíferos Terrestres e de Répteis e Anfíbios).

As ações de gestão apresentadas têm baixa eficácia, pois a migração espontânea da fauna e a interação destas com as comunidades nas quais se introduzirão não podem ser controladas e/ou gerenciadas. Portanto, as ações de gestão visam a obtenção de dados empíricos para tomadas de medidas corretivas em médio prazo e desta maneira proporcionar ou garantir a presença de maior quantidade de habitats possíveis para comportar essa fauna afugentada. Ou seja, a utilização de medidas corretivas baseadas nas informações sobre as variações das populações podem, estas sim, vir a mitigar os impactos sobre as populações de fauna local, ainda mais se considerarmos o fato que em médio-longo prazo o ambiente estará novamente disponível e recuperado.

O impacto de aumento da pressão sobre o fragmento remanescente é de média relevância, uma vez que, as populações tendem a estabilizar seus efetivos em médio prazo e hoje parte da área já se encontra, de certa forma, fragmentada e sofre de pressões que implicam em efeitos negativos principalmente sobre a fauna local (ex: caça).

#### **5.4.6. Degradação da comunidade vegetal**

A movimentação de terra durante a limpeza e preparação do terreno (cortes e aterros, transporte e disposição de terra), realização de escavações e dragagens, geração de efluentes e resíduos associados às obras civis, possibilidade de pequenos vazamentos relacionados à movimentação e manutenção de máquinas, equipamentos, veículos e embarcações associados às obras civis e transporte de material dragado poderão afetar a vegetação da AID, especialmente aquelas situadas no entorno imediato e proximidades do empreendimento, em cotas altimétricas iguais ao terreno, como os manguezais, a vegetação de transição manguezal-restinga, e, eventualmente, florestas altas de restinga (que aparecem na AID em diferentes estágios sucessionais).

A realização de obras civis, para a instalação do Canteiro de Obras provoca interferências no ambiente de diversas formas. Apesar de não intervir diretamente na área de entorno da ADA, que já é considerada AID, este sofre indiretamente algumas alterações. A implantação causará interferências na qualidade das águas costeiras. O revolvimento do substrato irá aumentar a quantidade de sedimentos em suspensão, aumentando a turbidez da água e, conseqüentemente, reduzindo as taxas fotossintéticas das microalgas fitoplanctônicas.

Os manguezais e a vegetação de transição manguezal-restinga encontram-se nesse entorno imediato, e são ecossistemas que possuem grande interface com o meio aquático. Por isso, a redução das taxas fotossintéticas das microalgas pode ter efeitos na ciclagem de nutrientes dos manguezais, pois há um deplecionamento do oxigênio dissolvido, e com isso a redução da atividade microbiológica no substrato, responsável pela decomposição da matéria orgânica. A matéria orgânica não decomposta não fica disponível para a nutrição das plantas, e por isso é possível que os manguezais tenham sua nutrição reduzida, o que afeta todo o metabolismo vegetal, reduzindo seu crescimento e reprodução, alterando assim a dinâmica das comunidades.

Não somente a cadeia de alterações biológicas afetariam os manguezais, mas os próprios sedimentos em suspensão em maior quantidade poderiam prejudicar as trocas gasosas das raízes de mangue e a absorção de nutrientes.

Entretanto, ressalta-se que os manguezais são ecossistemas naturalmente adaptados a condições hipóxicas, e têm baixa dependência dos nutrientes autóctones, recebendo nutrientes provenientes do continente, geralmente através dos cursos d'água doce que deságuam nas proximidades.

Quanto à degradação que pode ser causada por um eventual acidente ocorrido durante o abastecimento e manutenção das máquinas e embarcações, esta está relacionada à contaminação das águas com combustíveis, óleos e graxas. Estes produtos podem contaminar a comunidade do manguezal, da vegetação de transição manguezal-restinga, e até mesmo as florestas altas de restinga (em eventos de refluxo hídrico, por exemplo), também alterando o metabolismo vegetal (por alteração da absorção de nutrientes ou das trocas gasosas, entre outras formas) e assim modificando a dinâmica de suas populações.

Trata-se de um impacto negativo, de incidência indireta, de duração temporária, apesar de longa, reversível, pois os manguezais têm elevada resiliência, e de média magnitude. De ocorrência provável e abrangência difusa, será sentido em médio e longo prazos. Sua manifestação é descontínua, e sua cumulatividade e sinergismo podem ser considerados baixos. Portanto, esse impacto tem baixa significância.

A gestão ambiental das obras, com adoção de medidas de controle das atividades, especialmente aquelas de movimentação de terra e sedimentos dragados, tratamento de efluentes, destinação adequada dos resíduos, controle das atividades e manutenção adequada dos maquinários, equipamentos e veículos (Programa de Controle Ambiental das Obras), bem como o monitoramento dos manguezais (Programa de Monitoramento de Flora) são medidas que visam, respectivamente, a mitigação e o controle desse impacto.

A compensação por supressão de vegetação (Programa de Compensação por Supressão de Vegetação), o fomento a uma unidade de conservação já existente (Programa de Compensação Ambiental - SNUC), bem como a recuperação da própria área degradada por plantio direto (PRAD) são medidas mitigadoras e compensatórias propostas, descritas em mais detalhes nos respectivos programas ambientais.

As ações de gestão ambiental do empreendimento têm alto grau de eficácia na mitigação desse impacto. Já o monitoramento dos manguezais, ainda que permita a verificação de alterações nas

comunidades e que, com isso, sejam propostas ações corretivas, é uma medida de baixa eficácia, pois os sinais de degradação das comunidades podem não se apresentar clara ou rapidamente, ou a tempo de que as ações corretivas propostas sejam eficientes. A outra ação de gestão proposta, relacionada à proteção de áreas, pelo seu caráter compensatório, também têm baixa eficácia.

Em função da classificação dos outros atributos de avaliação do impacto, e da eficácia das ações de gestão, esse impacto pode ser considerado de baixa relevância e significância.

#### **5.4.7. Criação de novos habitats com a disponibilização de substrato para colonização por organismos incrustadores.**

Durante a fase de obras, a implantação das estruturas sob a água do Canteiro de Obras do Terminal BRITES, como por exemplo, pontes de acesso, píeres de atracação e estacas de sustentação poderão se tornar áreas para inscrustação e criação de novos nichos para recrutamento, refúgio, alimentação e reprodução.

A implantação da tecnologia de arão em contato com água, pode ser colonizada por organismos bioincrustantes. A ocupação ocorrerá através de evento sucessional que, regido pelas dinâmicas ecológicas e forçantes ambientais, que promovem interações de natureza biótica-biótica e biótica-abiótica, resultará em uma zonação de colonização por diversos grupos de formas de vida. O sombreamento poderia se constituir em um fator limitante para sobrevivência dos organismos incrustadores, mas a área sombreada não é tão extensa e provavelmente as áreas iluminadas adjacentes suprirão a demanda de produção primária.

Provavelmente, se estabelecerão grupos de moluscos bivalves como mexilhões e ostras, além de crustáceos como as cracas. A comunidade incrustante que vier a se estabelecer pode ser um atrativo para espécies de peixes, decápodes e demais predadores que poderão vir a obter fonte de nutrientes e refugio nessa região abrigada.

A criação de novos habitats entre as estruturas dos pilotis também propicia o recrutamento de indivíduos juvenis de peixes e crustáceos uma vez que dentro do ambiente estuarino substratos de fundo consolidado são raros. Esta alteração do ambiente com a criação de novos habitats de fundo consolidado poderá proporcionar, inclusive, um aumento de diversidade específica local beneficiando a pesca artesanal.

A natureza do impacto é positiva, direta para o aspecto da diversidade local e indireta para a atividade pesqueira, irreversível, de duração permanente, probabilidade certa, de abrangência pontual de longo prazo de alto sinergismo com os impactos que prevêm a alteração ou perda de habitats. O impacto deverá ser monitorado para a observação de sua magnitude ao longo do tempo e não cabe ser mitigado. Assim, sua relevância e significância são consideradas baixas.

#### **5.4.8. Perda de habitat para comunidades bentônicas**

A perda de habitat poderá ocorrer devido à:

- Realização das escavações/dragagens, incluindo dragagem de aprofundamento do canal de navegação, bacias de evolução e berços de atracação.

- Retirada do substrato inconsolidado, habitat de espécies bentônicas.
- Disposição do material dragado em área oceânica.
  - Impacto de soterramento de espécies bentônicas no local de lançamento.

Os principais componentes ambientais impactados serão os organismos bentônicos e a pesca artesanal relacionada à coleta de mariscos no Largo Santa Rita. Este impacto pode ter consequências indiretas para outros grupos da cadeia trófica que se utilizam dos organismos bentônicos como recurso primário de alimentação.

As obras de instalação do Canteiro de Obras do terminal portuário acarretam modificações na estrutura do ambiente, sendo uma das principais atividades modificadoras a dragagem de uma grande porção do largo de Santa Rita. Os principais impactos associados à atividade de dragagem são primeiramente de natureza física e envolvem a desestruturação mecânica dos substratos não consolidados, habitats de espécies bentônicas. Associado a esse impacto está a remoção das espécies desse habitat

A área total de bancos de sedimento colonizados por sururu, apresentada no diagnóstico do presente EIA, foi de 136.934 m<sup>2</sup>. Na implantação do terminal BRITES, será dragada uma área de 15,762m<sup>2</sup> (11% dos bancos existentes), sendo, entretanto, mantidos parte dos maiores bancos de sedimento, localizados na região mais rasa do Largo de Santa Rita, próximo à desembocadura dos rios Jurubatuba. Para o canteiro de obras, uma área de 1,07ha inserida em curso d'água também necessitará de dragagem.

A disposição do material dragado em área oceânica também provoca o soterramento de espécies bentônicas, no entanto, será realizado em área selecionada para este fim, gerenciada e monitorada pela Autoridade Portuária.

A região do Largo de Santa Rita possui diversas formações de bancos de sedimento que sofreram colonização de organismos bentônicos e apresentam dominância da população de bivalves do gênero *Mytella*, além da colonização de macroalgas, como apontado no item referente do diagnóstico do EIA (CPEA; TRIUNFO, 2009). É possível observar também nesses bancos o estabelecimento de propágulos de vegetação de mangue e o desenvolvimento de pequenos e jovens bosques nas regiões mais expostas de alguns bancos. Além disso, o Largo de Santa Rita e seus bancos de sedimento são frequentados por diversos outros grupos de animais, como uma variedade de peixes, aves e, são utilizados em alguns pontos, por tartarugas que são atraídos pela disponibilidade de recursos alimentares e de refúgio e repouso que esses bancos oferecem.

A supressão desse habitat através da dragagem ocorrerá em toda a extensão da região dragada. Com o encerramento da atividade de dragagem haverá substrato livre para ser recolonizado por outros organismos bentônicos. O tempo desse processo de recolonização varia de acordo com os grupos biológicos que irão se estabelecer e com as novas condições que irão surgir na área.

O impacto da supressão de habitats pela dragagem é considerado de natureza negativa, de incidência direta, probabilidade certa, de abrangência pontual, imediato, descontínuo, no caso da

implantação, no entanto reversível devido a recolonização do substrato e de duração temporária. O impacto é de alta magnitude, alta relevância e alta significância e apresenta sinergia com o impacto de criação e novos habitats.

Não existem medidas mitigadoras para esse impacto. No entanto, o substrato após a dragagem poderá ser novamente colonizado por organismos bentônicos embora a região não deva apresentar comunidades estabilizadas ao longo do tempo, uma vez que será necessária uma manutenção das cotas de projeto com intervalos previstos a cada 2 anos.

#### 5.4.9. Afugentamento da fauna aquática

O afugentamento da fauna aquática durante a fase de implantação do Canteiro de Obras do Terminal BRITES, poderá ocorrer devido:

- Ao uso de equipamentos de dragagem para a retirada e transporte de sedimentos com a geração de ruídos (durante a realização das escavações/dragagens, incluindo dragagem de aprofundamento e manutenção do canal de navegação, bacias de evolução e berços de atracação);
- Ao uso de equipamentos de dragagem para a disposição de sedimentos com a geração de ruídos e a geração de plumas de sedimento durante o lançamento de material dragado (durante a disposição do material dragado), e
- Ao tráfego de embarcações com emissão de ruídos (durante o recebimento e escoamento de produtos).

O principal componente ambiental impactado será a ictiofauna e os organismos de interesse da pesca bem como organismos bentônicos de maior mobilidade.

As obras de instalação do canteiro provocarão perturbações ambientais que poderão promover o afugentamento da fauna aquática móvel como peixes e crustáceos. A dragagem, o transporte de materiais e movimentação de embarcações na área poderão promover a fuga desses organismos para áreas vizinhas pelo aumento dos níveis de ruído na área, pelo aumento de turbidez na água durante as escavações ou pelas modificações ambientais e supressão de recursos atrativos (alimentares, locais e outros) que irão resultar desse processo.

O afastamento de organismos com grande mobilidade como os peixes, durante a atividade de dragagem já ocorre por conta da grande movimentação de embarcações do Porto de Santos. No entanto, o estuário de Santos não deixa de ser uma área onde a pesca é praticada concomitantemente com a atividade portuária, sendo um indicativo de que esse afastamento, embora ocorra, não diminui significativamente a densidade de peixes que ali residem.

Com a implantação do canteiro de obras do terminal e supressão de parte das características naturais dos ambientes do Largo Santa Rita esses organismos poderão iniciar a busca por outros refúgios, alterando a composição e diversidade localmente assim como as dinâmicas tróficas na região.

Na área de disposição de material dragado em região marinha este impacto ocorre pontualmente, no entanto, com mais baixa intensidade devido a menor abundância de organismos na região onde os indivíduos, predominantemente, estão apenas de passagem.

Na fase de implantação o impacto é considerado de natureza negativa, de incidência direta, reversível, temporário, de probabilidade certa, local, imediato, descontínuo de baixo sinergismo e de baixa magnitude, baixa relevância e significância.

Devido à baixa magnitude deste impacto, juntamente com o fato de que a área será recuperada ao final das obras, deverá ser executado um programa de monitoramento da biota aquática para o acompanhamento das alterações no que se refere à abundância e diversidade de espécies na região, possibilitando a tomada de medidas de gestão para evitar a ocorrência de efeitos mais significativos sobre a biota.

#### **5.4.10. Alteração da composição, diversidade e abundância de espécies e das dinâmicas tróficas locais.**

Durante a etapa de implantação do Terminal BRITES, poderá ocorrer a alteração da composição, diversidade e abundância de espécies e das dinâmicas tróficas locais, devido à:

- Instalação de canteiro de obras e demais instalações de apoio às obras;
  - A geração de efluentes líquidos, o escoamento superficial e os resíduos poderão ser lançados/carreados no ambiente aquático;
- Realização das escavações/dragagens, incluindo dragagem de aprofundamento do canal de navegação, bacias de evolução e berços de atracação;
- Retirada do substrato inconsolidado, habitat de espécies bentônicas;
- Manutenção das máquinas, equipamentos, veículos e embarcações utilizadas;
  - A limpeza e lavagem de equipamentos, veículos e embarcações poderão gerar efluentes líquidos que podem atingir os corpos d'água e a biota aquática;
- Disposição do material dragado;
  - Com o soterramento de organismos bentônicos.
- Implantação das pontes de acesso e píeres de atracação;
  - Atividade de concretagem que pode gerar efluentes líquidos.
  - Sombreamento de áreas sob a água.
  - Áreas para incrustação nos pilotis.

Os impactos já citados anteriormente (itens 5.4.7, 5.4.8, 5.4.9) também causam a alteração da composição, diversidade e abundâncias das espécies em maior ou menor intensidade sendo os principais fatores geradores deste impacto a dragagem e a disposição do material dragado e a instalação das estruturas sob a água. No entanto, outro fator potencial de alteração da composição das espécies é a degradação da qualidade da água. A contaminação pode ter origens diversas a partir das atividades necessárias à implantação do empreendimento como efluentes gerados durante a concretagem, drenagem superficial carreando óleos e graxas provenientes de pátios de manutenção de motores ou de veículos sem manutenção. Efluentes gerados no canteiro de obras, se não gerenciados, também podem corresponder a fontes de contaminação para o meio aquático. Ainda, a dragagem dos sedimentos para canal de acesso pode alterar a qualidade das águas pela reintrodução de nutrientes, alteração de penetração luminosa e disponibilização de contaminantes estocados no sedimento. A contaminação possui conhecido efeito de alteração na composição faunística como o desaparecimento de espécies sensíveis e a sobrevivência de algumas espécies oportunistas e resistentes às condições adversas. Estes fatores resultam em um ambiente com alta dominância e baixa diversidade ecológica, além da contaminação dos organismos aquáticos com substâncias bioacumulativas ou não, o que pode disseminar os efeitos de contaminação de um grupo biológico para os demais organismos pela conexão trófica.

Com exceção da criação de novos habitats, este impacto é de natureza negativa, incidência direta no caso dos efeitos da dragagem, movimentação de navios e criação de novos habitats e indireta no caso da possibilidade de contaminação das águas, o impacto é reversível, temporário, sua manifestação é descontínua de média magnitude, com probabilidade de ocorrência certa, a não ser para o caso de contaminação das águas, de abrangência local, de imediata ocorrência, e alta sinergia e cumulatividade. Sua relevância é média e sua significância alta.

Como forma de estabelecer maior controle dos processos e das perturbações impostas ao ambiente deverá ser executada, no caso da possível contaminação das águas, a mitigação que está relacionada com a implantação do Programa Ambiental de Construção, para evitar o escoamento de efluentes líquidos não tratados para os corpos d'água. Ainda, deverá ser executado o Programa de Monitoramento da Biota Aquática, para o acompanhamento das alterações no que se refere à abundância e diversidade de espécies na região.

#### **5.4.11. Alteração de dinâmicas reprodutivas e/ou de recrutamento de espécies**

A alteração de dinâmicas reprodutivas e/ou de recrutamento de espécies, caso ocorra, poderá afetar todos os componentes da biota aquática (ictiofauna, organismos bentônicos, organismos planctônicos, outros elementos da biota aquática), uma vez que estes poderão sofrer pressões que interfiram nos ciclos de vida, sendo identificados, principalmente, espécies de peixes e de crustáceos que utilizam a área como um local para cumprimento de uma fase do ciclo reprodutivo, além das espécies sésseis.

Este impacto poderá ocorrer devido à:

- Geração de efluentes líquidos, drenagem superficial e, resíduos que podem ser lançados no ambiente aquático (durante a Instalação de canteiro de obras e demais instalações de apoio às obras);
- Retirada do substrato inconsolidado, habitat de espécies bentônicas (durante a realização das escavações/dragagens, incluindo dragagem de aprofundamento do canal de navegação, bacias de evolução e berços de atracação);
- Soterramento de organismos bentônicos (durante a disposição do material dragado);
- Atividade de concretagem que pode gerar efluentes líquidos, sombreamento de áreas sob a água e áreas para inscrustação nos pilotis (durante a implantação das pontes de acesso e píeres de atracação);
- Soterramento de organismos bentônicos (durante a disposição do material dragado);
- Limpeza e lavagem de equipamentos, veículos e embarcações gerando efluentes líquidos que podem atingir os corpos d'água e a biota aquática (durante a manutenção das máquinas, equipamentos, veículos e embarcações utilizadas).

Considerando o estudo preliminar realizado durante o diagnóstico ambiental do Monitoramento das Populações de Camarões a área é um importante local para crescimento e alimentação da espécie. As escavações e dragagens realizadas na Área Diretamente Afetada causarão modificação direta ao habitat utilizado pelo camarão-branco (*Litopenaeus schmitti*) ao menos enquanto em fase de pós-larva, o que poderá afetar o ciclo de vida da espécie e conseqüentemente a disponibilidade do recurso para a pesca artesanal ou mesmo industrial. Está em curso atualmente um estudo para averiguação da utilização do estuário pelo camarão citado, sendo verificada a importância dessa região no ciclo reprodutivo desses animais. Larvas de espécies de peixes que se encontram sob ameaça de sobreexploração ou sobreexplotadas, de acordo com o Anexo 2 da IN-MMA 5, de 21 de maio de 2004, (*Genidens barbatus*; *Macrodon ancylodon*; *Micropogonias furnieri*) foram encontradas em diversos pontos da região amostrada, incluindo-se o Largo de Santa Rita. Da mesma forma, os crustáceos *Callinectes sapidus*; *Litopenaeus schmitti*, que se encontram na mesma situação, utilizam a região na fase juvenil.

As modificações ambientais advindas das obras de implantação do terminal portuário na região poderiam interferir nessas dinâmicas reprodutivas pela supressão ou alteração dos ambientes utilizados para esse fim reprodutivo, essencial para a manutenção das populações e estoques pesqueiros.

O impacto é considerado de natureza negativa e de incidência direta, reversível de acordo com a resiliência da comunidade e de duração permanente. O impacto é certo, local de longo prazo e descontínuo. O impacto apresenta sinergismo com os impactos relacionados à perda de habitats,

criação de novos habitats e alteração das relações de diversidade e dominância entre as populações. Considerando a magnitude intermediária, esse impacto pode ser ainda de alta significância.

A adoção do Subprograma de Monitoramento do camarão-branco (*Litopenaeus schmitti*) e do Subprograma de Monitoramento do ictioplâncton, carcinoplâncton e da atividade reprodutiva no estuário, ambos no âmbito do Programa de monitoramento da biota aquática, já propostos, visa o monitoramento das populações que se utilizam da área para fins reprodutivos, como as populações de camarões e peixes, antes, durante e após a etapa de implantação. Esta irá permitir o acompanhamento da intensidade de alterações na dinâmica da atividade reprodutiva na área. Além disso, conforme o resultado do Monitoramento das Populações de Camarões, em andamento, poderão ser adotadas medidas mais diretas que visem à manutenção do recurso, o que se encontra contemplada no âmbito do Subprograma de Monitoramento do camarão-branco (*Litopenaeus schmitti*).

#### **5.4.12. Desaparecimento, redução numérica ou pressão sobre espécies raras, pouco conhecidas ou ameaçadas de extinção ou sobreexploração.**

Este impacto poderá ocorrer em decorrência:

- Da instalação de canteiro de obras e demais instalações de apoio às obras;
  - Geração de efluentes líquidos e drenagem superficial e resíduos que podem ser lançados no ambiente aquático;
- Implantação das pontes de acesso e píeres de atracação;
  - Atividade de concretagem que pode gerar efluentes líquidos;
  - Sombreamento de áreas sob a água;
  - Áreas para inscrustação nos pilotis;
- Disposição do material dragado;
  - Soterramento de organismos bentônicos;
- Manutenção das máquinas, equipamentos, veículos e embarcações utilizadas;
  - Limpeza e lavagem de equipamentos, veículos e embarcações gerando efluentes líquidos que podem atingir os corpos d'água e a biota aquática;

Os organismos bentônicos como os Cephalocarida, que são pouco conhecidas, e os caranguejos uçá (*Ucides cordatus*) e siris (*Callinectes* sp.), camarões brancos (*Litopenaeus schmitti*), diversos peixes em condições de sobreexploração ou ameaçados de sobreexploração e cetáceos e quelônios que possam frequentar a área serão os indivíduos impactados.

Alguns organismos da fauna íctica e alguns pertencentes à carcinofauna da região foram identificados como pertencentes da lista de organismos sobreexplorados ou ameaçados de

sobreexploração, sendo organismos normalmente explorados pelas comunidades pesqueiras da área. Além disso, foram identificados na área grupamentos de organismos bentônicos, os cephalocarida, sobre os quais, segundo indica o diagnóstico ambiental, se possui pouco conhecimento científico acumulado e poucas espécies descritas na região.

A intensificação das pressões sobre essas populações pode reduzir seu potencial de resiliência e tornar ainda mais difícil o reestabelecimento de níveis numéricos saudáveis para a manutenção dessas populações. Isso, além do óbvio efeito deletério sobre as populações, poderá ainda afetar a produtividade e as comunidades pesqueiras locais.

O impacto é de natureza negativa e de incidência indireta, sendo considerado reversível e temporário. O impacto é provável, e de abrangência regional, sendo ainda de médio prazo e de manifestação contínua, apresentando grau de sinergismo e cumulatividade com os demais impactos. Quanto à magnitude o impacto foi considerado médio e de alta importância.

Não há mitigação possível para esse impacto. No entanto, como forma de estabelecer maiores níveis de controle sobre o processo de instalação, dragagem e utilização do canteiro de obras do terminal e possíveis fatores de geração de impactos, deverão ser realizados estudos e monitoramento para o levantamento de dados sobre espécies raras ou pouco conhecidas e o monitoramento de espécies ameaçadas de sobreexploração, os quais estão contemplados no Subprograma de monitoramento das espécies raras e/ou pouco conhecidas e Subprograma para estudos de populações pouco conhecidas – Cephalocarida e Cnidária.

## CAPÍTULO 6

### CONCLUSÃO

Conforme apresentado nesta informação técnica, o detalhamento dos projeto de engenharia e construção apontaram a necessidade da construção de um Canteiro Avançado de obra para execução das estacas a serem utilizadas nas obras em água, bem como se verificou a possibilidade de aumentar a movimentação anual de minérios apenas otimizando as operações, culminando em uma maior confiabilidade econômica ao empreendimento.

Primeiramente foi apresentada a descrição detalhada do Canteiro Avançado de obras, suas instalações e operações a serem realizadas e em seguida descreveu-se como as operações do terminal iriam funcionar para a movimentação de 27,5 Mtpa.

Devido a necessidade de incluir uma nova área que não havia sido considerada na área diretamente afetada no âmbito do Diagnóstico apresentado no Estudo de Impacto Ambiental – EIA, esta informação técnica também traz um Diagnóstico Ambiental incluindo esta nova área, bem como uma avaliação dos possíveis impactos que a implantação e operação do Canteiro Avançado poderiam causar no meio ambiente.

Com relação ao aumento na movimentação anual de minérios, os novos estudos de Estimativa de Emissões Atmosféricas e a Modelagem de Dispersão Atmosférica mostraram que os incrementos de material particulado a ser emitido e da qualidade do ar serão desprezíveis e, portanto, o impacto já apresentado ao IBAMA em relação a qualidade do ar durante a operação do Terminal BRITES não será alterado.

Conjuntamente com a Avaliação dos Impactos, foram propostas medidas de mitigação e controle dos impactos levantados, os quais estão inseridos nos Programas Ambientais apresentados no EIA e revisados no pedido de retificação da Licença Prévia – LP. Lembrando que todos os Programas



estão sendo detalhados para o pedido de Licença de Instalação e já estarão contemplando a área do Canteiro Avançado.

Por fim, é importante destacar que a área do Canteiro Avançado será objeto de uma Plano de Recuperação de Áreas Degradadas - PRAD, uma vez que esta área apenas será utilizada durante as obras de implantação do Terminal BRITES. O PRAD está em fase de elaboração e será apresentado ao IBAMA junto com o pedido de solicitação da Licença de Instalação.



## ANEXOS



## ANEXO 3.1.2-1: PROJETO CONCEITUAL DE DRAGAGEM



### ANEXO 3.2.3-1: LAYOUT DO CANTEIRO AVANÇADO

### ANEXO 3.3.3-1: ESTIMATIVA DE EMISSÃO E MODELAGEM



## ANEXO 4.1.4.1.2-1: DESENHO 22301410GLA2 - MAPA GEOLÓGICO



**ANEXO 4.1.4.2.2-1: DESENHO 22301410GLA2 - MAPA  
GEOMORFOLÓGICO**



## ANEXO 4.1.5.1.7-1: DESENHO 22301417GMA1 - BACIAS HIDROGRÁFICAS



## ANEXO 4.1.5.2.1-1: PERFIS INDIVIDUAIS DOS POÇOS

## ANEXO 4.1.7-1: PONTOS DE AMOSTRAGENS DE SEDIMENTOS



## ANEXO 4.1.7-2: DOSSIÊ FOTOGRÁFICO



## ANEXO 4.1.7-3: CADÉIA DE CUSTÓDIA



## ANEXO 4.1.7-4: RELATÓRIO DE ENSAIO FÍSICO-QUÍMICO



## ANEXO 4.1.7-5: RELATÓRIO DE ENSAIO - LABORATÓRIO



## ANEXO 4.1.7-6: QA\_QC



## ANEXO 4.1.7-7: CERTIFICADO - MATERIAL DE REFERÊNCIA



#### ANEXO 4.2.2.2-1: DESENHO 22301416VTA1 - FONTES DE DADOS DO MEIO BIÓTICO