

BRASIL TERMINAL PORTUÁRIO

ESTUDO DE IMPACTO AMBIENTAL - EIA

Volume 2

julho 2008

VOLUME 1**CAPÍTULOS**

1 APRESENTAÇÃO	1-1
1.1 IDENTIFICAÇÃO DO EMPREENDEDOR E DOS RESPONSÁVEIS PELO ESTUDO DE IMPACTO AMBIENTAL.....	1-5
1.1.1 Identificação do empreendedor	1-5
1.1.2 Empresa responsável pela elaboração do EIA-RIMA.....	1-5
1.1.3 Equipe responsável pela elaboração do EIA	1-5
2 OBJETO DO LICENCIAMENTO AMBIENTAL	2-1
3 HISTÓRICO DO EMPREENDIMENTO	3-1
3.1 HISTÓRICO DA OCUPAÇÃO DA ÁREA DE INTERESSE.....	3-1
3.2 PASSIVO AMBIENTAL E PROPOSTA DE REMEDIAÇÃO	3-7
3.2.1 Passivo.....	3-7
3.2.2 Projeto conceitual de remediação.....	3-28
4 JUSTIFICATIVA DO EMPREENDIMENTO	4-1
4.1 ASPECTOS ECONÔMICOS.....	4-1
4.1.1 Viabilidade econômica do empreendimento.....	4-1
4.1.2 A expansão da movimentação de cargas nos portos brasileiros.....	4-1
4.1.3 As tendências da construção naval.....	4-5
4.2 ASPECTOS LOCACIONAIS.....	4-6
4.3 OUTROS ASPECTOS.....	4-11
4.4 CONCLUSÃO	4-14
5 ALTERNATIVAS LOCACIONAIS E TECNOLÓGICAS	5-1
5.1 ALTERNATIVAS LOCACIONAIS.....	5-1
5.2 ALTERNATIVAS TECNOLÓGICAS	5-4
5.3 ALTERNATIVAS TECNOLÓGICAS REFERENTES A REMEDIAÇÃO DA ÁREA	5-4
6 CARACTERIZAÇÃO DO EMPREENDIMENTO	6-1
6.1 INFORMAÇÕES GERAIS.....	6-1
6.1.1 Localização geográfica e acessos	6-1
6.2 DESCRIÇÃO GERAL DO EMPREENDIMENTO	6-2
6.2.1 Descrição do Terminal Portuário proposto.....	6-2
6.2.2 Características técnicas, operacionais e logísticas	6-7
6.3 DESCRIÇÃO DO EMPREENDIMENTO NA ETAPA DE PLANEJAMENTO.....	6-10
6.4 TRANSIÇÃO ENTRE AS OBRAS DE REMEDIAÇÃO E DO TERMINAL	6-10
6.5 DESCRIÇÃO DA ETAPA DE CONSTRUÇÃO DO EMPREENDIMENTO	6-11
6.5.1 Programação das atividades de implantação do Terminal	6-11
6.5.2 Descrição dos métodos construtivos.....	6-11
6.5.3 Serviços preliminares	6-16
6.5.4 Canteiro de obra, alojamento e escritório e outras áreas de apoio potencial à obra (empréstimo, jazidas e depósitos de material excedente – DME).....	6-17
6.5.5 Balanço de materiais (previsão de cortes e aterros).....	6-19
6.5.6 Sistemas de controle de erosão e de drenagem pluvial	6-20
6.5.7 Sistemas de infra-estrutura da obra	6-21
6.5.8 Utilização de equipamentos e veículos para a obra	6-23
6.5.9 Estimativa de tráfego durante a obra	6-24

6.5.10 Implantação e adequação de acessos.....	6-24
6.5.11 Mão-de-obra prevista para a etapa de construção.....	6-26
6.5.12 Normas e procedimentos para a saúde e segurança do trabalhador	6-28
6.5.13 Cuidados ambientais específicos durante a obra	6-28
6.5.14 Cronograma de implantação	6-30
6.6 DESCRIÇÃO DA ETAPA DE OPERAÇÃO DO EMPREENDIMENTO	6-32
6.6.1 Processos tecnológicos e operacionais.....	6-32
6.6.2 Movimentação de cargas no Terminal BTP.....	6-32
6.6.3 Movimentação de embarcações e operações correspondentes	6-34
6.6.4 Espera, atendimento e permanência de embarcações	6-35
6.6.5 Transporte terrestre rodoviar e ferroviário de cargas e capacidade de suporte das vias de acesso ao terminal.....	6-35
6.6.6 Mão-de-obra prevista para a operação	6-36
6.6.7 Sistemas de infra-estrutura para a operação do terminal portuário.....	6-36
6.6.8 Procedimentos de segurança operacional para manipulação e de armazenamento de cargas e produtos.....	6-37
6.7 AÇÕES DA ETAPA DE DESATIVAÇÃO	6-37
7 LEGISLAÇÃO AMBIENTAL APLICÁVEL	7-1
7.1 DISPOSITIVOS LEGAIS PERTINENTES – ÂMBITO FEDERAL	7-2
7.2 LEGISLAÇÃO ESTADUAL.....	7-4
7.3 LEGISLAÇÃO AMBIENTAL MUNICIPAL	7-5
7.4 LEGISLAÇÃO ESPECÍFICA.....	7-5
8 PLANOS E PROJETOS COLOCALIZADOS	8-1
8.1 INTRODUÇÃO	8-1
8.2 POLÍTICAS PÚBLICAS DE TRANSPORTES.....	8-1
8.2.1 Ferroanel.....	8-4
8.2.2 Rodoanel.....	8-6
8.2.3 Ampliação dos aeroportos	8-6
8.2.4 Aumento do transporte de cabotagem.....	8-7
8.2.5 Alteração da administração do Porto de Santos	8-7
8.3 GESTÃO INSTITUCIONAL DA ÁREA PORTUÁRIA.....	8-7
8.3.1 Aprofundamento do canal de navegação e bacias de evolução do Porto Organizado de Santos.....	8-8
8.3.2 Terminal Portuário Embraport.....	8-10
8.3.3 Túnel Santos – Guarujá.....	8-11
8.3.4 Barnabé – Bagres.....	8-11
8.3.5 Terminal Graneleiro do Guarujá – Complexo Portuário Termag-TGG.....	8-12
8.3.6 Terminal de contêineres – Conceiçãozinha e Prainha	8-13
8.3.7 Avenida Perimetral Portuária	8-14
8.3.8 Estacionamentos rotativos.....	8-16
8.3.9 Aeroporto Civil Metropolitano.....	8-17
8.3.10 Terminais NST e Itamaraty 12A	8-17
8.3.11 Disponibilização das áreas do Porto Organizado.....	8-18
8.4 POLÍTICAS DE PROTEÇÃO AMBIENTAL.....	8-18
8.4.1 Zoneamento ecológico – econômico da Baixada Santista.....	8-18
8.5 OUTROS PROJETOS.....	8-20
8.5.1 Projeto Marina Porto de Santos.....	8-20

8.5.2 Carbocloro S.A. Indústria Química	8-20
8.5.3 Ampliação da Cosipa	8-21
8.5.4 Otimização do transporte de carga entre o planalto e a Baixada Santista	8-21
8.5.5 Dragagem do canal de Piaçaguera	8-22
8.5.6 Operação com contêineres da América Latina Logística	8-22
8.5.7 Sistema Integrado Metropolitano da Baixada Santista	8-22
8.5.8 Terminal Multimodal Teval	8-24
8.5.9 Aeroporto de carga em Praia Grande	8-25
8.5.10 Recuperação das vias férreas das margens esquerda e direita	8-26
8.5.11 EcoPátio	8-26
8.5.12 Plano diretor de desenvolvimento e expansão urbana do município de Santos	8-28
8.6 O EMPREENDIMENTO NO CONTEXTO DOS PLANOS E PROJETOS	8-29

DESENHOS

3.1-1 Evolução da ocupação na área do empreendimento	3-2
3.1-2 Ocupação atual na área do empreendimento	3-3
3.2-1 Localização dos poços de monitoramento	3-9
3.2-2 Mapa potenciométrico geral	3-13
5.1-1 Alternativas Locacionais	5-2
6.1-1 Localização do Empreendimento	6-3
6.2-1 Arranjo Geral do Empreendimento	6-4
6.2-2 Fases de implantação do empreendimento	6-6
8.3-1 Projetos colocalizados	8-9

FIGURAS

2-1 Áreas do Terminal Portuário da BTP	2-2
2-2 Alternativa com viaduto	2-3
2-3 Alternativa com rotatória	2-4
3.1-1 Localização da área de interesse	3-1
3.2-1 Modelo tridimensional do terreno	3-15
3.2-2 Direção do fluxo da água subterrânea	3-18
3.2-3 Área a ser escavada para a remediação	3-31
4.2-1 Portos Brasileiros	4-7
6.1-1 Áreas do Terminal Portuário BTP	6-1
6.3-1 Fluxograma Brasil Terminal Portuário - BTP	6-10
6.5-1 Proteção do Talude dos Aterros	6-20
6.5-2 Alternativa com viaduto	6-24
6.5-3 Alternativa com rotatória	6-25
8.2-1 Projeto do Anel Ferroviário – Ferroanel	8-5
8.2-2 Futura estrutura do Ferroanel – Tramo Sul	8-5
8.2-3 Traçado do Rodoanel Mário Covas	8-6
8.3-1 Profundidades atuais e previstas do Porto Organizado de Santos	8-8
8.3-2 Projeto Barnabé-Bagres proposto no PDZPS	8-12
8.3-3 Projeto do complexo portuário Temag–TGG	8-13
8.3-4 Projeto do Terminal em Prainha	8-14
8.3-5 Projeto do Terminal em Conceiçãozinha	8-14

8.3-6	Projeto da Avenida Perimetral Portuária - Margem Direita	8-15
8.3-7	Projeto da Avenida Perimetral Portuária – Margem Esquerda.....	8-16
8.3-8	Base aérea onde está previsto o Aeroporto Civil Metropolitano	8-17
8.4-1	ZEE proposto pela SMA.....	8-19
8.5-1	Projeto na Marina do Porto de Santos	8-20
8.5-2	Projeto da Hidrovia Carbochloro	8-21
8.5-3	Sistema Integrado Metropolitano da Baixada Santista.....	8-23
8.5-4	Imagem ilustrativa do projeto do Terminal Teval em Santos.....	8-24
8.5-5	Localização prevista do Aeroporto de Cargas em Praia Grande	8-25
8.5-6	Situação de acessibilidade logística do porto	8-27
8.5-7	Plano de acesso logístico aos terminais portuários.....	8-27

GRÁFICOS

3.2-1	Calibração do modelo hidrogeológico	3-17
6.5-1	Histograma de mão-de-obra.....	6-26

QUADROS

3.2-1	Compostos considerados na análise de risco	3-21
3.2-2	Caracterização da exposição.....	3-23
3.2-3	Concentrações máximas dos compostos de interesse - metais na água subterrânea	3-24
3.2-4	Concentrações máximas dos compostos de interesse - compostos orgânicos voláteis (VOC´S), compostos orgânicos semi-voláteis (SVOC´S) e pesticidas na água subterrânea	3-24
3.2-5	Concentrações máximas dos compostos de interesse - metais no solo.....	3-25
3.2-6	Concentrações máximas dos compostos de interesse - compostos orgânicos voláteis (VOC´S), compostos orgânicos semi-voláteis (SVOC´S) e pesticidas no solo	3-25
3.2-7	Metas de remediação para água subterrânea	3-28
3.2-8	Matriz de comparação de alternativas	3-30
4.1-1	Valor do comércio exterior brasileiro no período de 2000 a 2007	4-2
4.1-2	Evolução da Movimentação de Cargas nos Portos Brasileiros de 2001 a 2005 (em t)	4-2
4.1-3	Exportações brasileiras por blocos econômicos/países.....	4-4
4.1-4	Exportações brasileiras por categoria de bens (US\$ mil)	4-4
4.2-1	Principais Portos Brasileiros em termos de Tonelagem de Carga movimentada em 2005.....	4-7
4.2-2	Cargas Movimentadas no Porto de Santos em 2006 (em milhares de toneladas)	4-8
4.2-3	Valor do comércio exterior realizado em 2006 pelos Estados que compõem a Área de influência Primária do Porto de Santos	4-11
4.3-1	Distribuição do emprego em Santos por ramo de atividade em Setembro de 2006	4-12
4.3-2	Renda familiar média em Santos em setembro de 2006	4-13
6.5-1	Alocação de mão-de-obra	6-26
6.5-2	Relação de procedimentos de segurança, saúde e meio ambiente.....	6-28
6.5-3	Relação de Instruções Técnicas de Segurança, Saúde e Meio Ambiente.....	6-28
6.5-4	Cronograma de Obras.....	6-31
6.6-1	Tipo de carga ou produto.....	6-35
6.6-2	Estimativas de tempos médios de espera.....	6-35
6.6-3	Estimativa de mão-de-obra	6-36
6.6-4	Previsão de utilização dos sistemas	6-37
7.1-1	Dispositivos legais pertinentes	7-2
7.2-1	Legislação estadual	7-4

7.3-1	Legislação ambiental municipal.....	7-5
7.4-1	Legislação específica.....	7-5
8.2-1	Investimentos Recomendados em Infra-Estrutura de Transportes até 2023	7-2
8.2-2	Investimentos em Transportes na área de interesse no Período 2008/2011	7-3
8.2-3	Investimentos em Transportes na área de interesse após 2015	7-3

FOTOS

8.5-1	Vista do EcoPátio de Cubatão	8-28
-------	------------------------------------	------

VOLUME 2

CAPÍTULO

9	DIAGNÓSTICO AMBIENTAL	9-1
----------	------------------------------------	------------

9.1	INTRODUÇÃO	9-1
9.2	DEFINIÇÃO DAS ÁREAS DE ESTUDO E DE INFLUÊNCIA	9-2
9.2.1	Critérios gerais.....	9-2
9.2.2	Definição das áreas de estudo	9-3
9.2.3	Identificação das áreas de influência	9-3
9.3	DIAGNÓSTICO MEIO FÍSICO	9-7
9.3.1	Qualidade do ar.....	9-7
9.3.2	Clima	9-28
9.3.3	Diagnóstico de ruído e vibração	9-32
9.3.4	Geomorfologia	9-53
9.3.5	Geologia	9-68
9.3.6	Hidrogeologia.....	9-80
9.3.7	Geotecnia	9-90
9.3.8	Pedologia	9-106
9.3.9	Qualidade das águas superficiais.....	9-109
9.3.10	Qualidade sedimentos e dragagem.....	9-146
9.4	MEIO BIÓTICO	9-182
9.4.1	Ecossistemas terrestres.....	9-182
9.4.2	Ecossistemas aquáticos.....	9-219
9.4.3	Áreas protegidas na região do empreendimento.....	9-248

DESENHOS

9.2-1	Áreas de influência - Meios físico e biótico	9-5
9.2-2	Áreas de influência - Meio socioeconômico	9-6
9.3-1	Geomorfologia na AII, AID e ADA	9-56
9.3-2	Geologia na AII, AID e ADA.....	9-69
9.3-3	Pedologia na AID	9-107
9.4-1	Cobertura vegetal e uso do solo na AID.....	9-185
9.4-2	Cobertura vegetal e APPs na ADA	9-190
9.4-3	Parcelas com levantamento da cobertura vegetal na área do empreendimento	9-193
9.4-4	Unidades de conservação e outros espaços protegidos	9-250

FIGURAS

9.3-1	Localização dos pontos de medição de ruído e vibração	9-35
-------	---	------

9.3-2	Avaliação dos níveis de ruído relativos ao tráfego de veículos projetados a 560 m de distância	9-51
9.3-3	Seção geológica esquemática ao longo da Rodovia Piaçagüera-Guarujá (Suguio & Martin, 1978)	9-75
9.3-4	Seção Hidrogeológica A-A'	9-86
9.3-5	Seção Hidrogeológica B-B'	9-87
9.3-6	Seção Hidrogeológica C-C'	9-87
9.3-7	Mapa potenciométrico – porção superior do aquífero	9-89
9.3-8	Mapa potenciométrico – porção inferior do aquífero.....	9-89
9.3-9	Região próxima da área do terminal	9-109
9.3-10	Sub-bacias componentes da UGRHI 7.....	9-111
9.3-11	Área de Influência Indireta (AII)	9-113
9.3-12	Pontos de amostragem da Cetesb	9-125
9.3-13	Localização dos pontos de amostragem do estudo realizado pela Cetesb em 1.999.....	9-128
9.3-14	Pontos de amostragem da qualidade da água	9-133
9.3-15	Escopo da avaliação de material de dragagem (traduzido de IMO, 2002 – Specific Guidelines for Assessment of Dredged Material)	9-148
9.3-16	Representação esquemática dos pontos amostrais 01 e 02.....	9-163
9.3-17	Representação esquemática dos pontos amostrais 03 e 04.....	9-163
9.3-18	Representação esquemática dos pontos amostrais 05 e 06.....	9-163
9.3-19	Representação esquemática dos pontos amostrais 07 e 08.....	9-164
9.3-20	Quadrilátero atual de disposição de material dragado (em vermelho) e região avaliada no Estudo de Áreas Alternativas para a disposição oceânica de material dragado na região do Porto de Santos (CPEA, 2008)	9-180
9.4-1	Mapa com os pontos de localização da área de coleta.	9-229

GRÁFICOS

9.3-1	Evolução das concentrações de Fumaça (FMC) na Estação Santos, no período 1988 – 2007	9-17
9.3-2	Evolução das concentrações de Dióxido de Enxofre (SO ₂) na Estação Santos, no período 1988 – 2007	9-17
9.3-3	Evolução das concentrações de Material Particulado Total em Suspensão (PTS) na Estação Cubatão Centro, no período 1983 – 2002	9-18
9.3-4	Evolução das concentrações de Material Particulado Inalável (PI) na Estação Cubatão Centro no período 1982 – 2007	9-19
9.3-5	Evolução das concentrações de Dióxido de Enxofre (SO ₂) na Estação Cubatão Centro no período 1982 – 2007	9-19
9.3-6	Evolução das concentrações de Dióxido de Nitrogênio (NO ₂) na Estação Cubatão Centro no período 1994 – 2007	9-20
9.3-7	Evolução das concentrações de Ozônio (O ₃) na Estação Cubatão Centro no período 1982 a 2007.....	9-20
9.3-8	Evolução das concentrações de Material Particulado Total em Suspensão (PTS) na Estação Cubatão Vila Parisi, no período 1983 – 2007	9-21
9.3-9	Evolução das concentrações de Material Particulado Inalável (PI) na Estação Cubatão Vila Parisi no período 1982 – 2007	9-22
9.3-10	Evolução das concentrações de Dióxido de Enxofre (SO ₂) na Estação Cubatão Vila Parisi no período 1982 – 2007	9-22
9.3-11	Evolução das concentrações de Partículas Totais em Suspensão (PTS) e Partículas Inaláveis (MP10) na primeira campanha de amostragem da qualidade do ar no Porto de Santos	9-25
9.3-12	Evolução das concentrações de Partículas Totais em Suspensão (PTS) e Partículas Inaláveis (MP10) na segunda campanha de amostragem da qualidade do ar no Porto de Santos.....	9-25
9.3-13	Variação da temperatura do ar média mensal para os anos de 2000 a 2005. Estação: Santos-SP, Lat.: -23,93o S, Long.: -46,3o W e alt.: 3 m.....	9-29

9.3-14	Varição da temperatura do ar média mensal para os anos de 2000 a 2005 e da radiação solar global no topo da atmosfera. Estação: Santos-SP, Lat.: -23,93o S, Long.: -46,3o W e alt.: 3 m.....	9-29
9.3-15	Varição mensal da umidade relativa média medida em Santos.	9-30
9.3-16	Varição da pressão atmosférica média mensal para os anos de 2000 a 2005. Estação: Santos-SP, Lat.: -23,93o S, Long.: -46,3o W e alt.: 3 m.	9-31
9.3-17	Varição da velocidade do vento (máximo, médio e mínimo) média mensal para os anos de 2000 a 2005. Estação: Santos-SP, Lat.: -23,93o S, Long.: -46,3o W e alt.: 3 m.	9-32
9.3-18	Medições de vibração no Ponto 1	9-36
9.3-19	Medições de vibração no Ponto 2	9-37
9.3-20	Medições de vibração no Ponto 3	9-38
9.3-21	Medições de vibração no Ponto 4	9-39
9.3-22	Medições de vibração no Ponto 5	9-40
9.3-23	Medições de vibração no Ponto 6	9-41
9.3-24	Medições de ruído no Ponto 1	9-42
9.3-25	Medições de ruído no Ponto 2	9-42
9.3-26	Medições de ruído no Ponto 3	9-43
9.3-27	Medições de ruído no Ponto 4	9-43
9.3-28	Medições de ruído no Ponto 5	9-43
9.3-29	Medições de ruído no Ponto 6	9-44
9.3-30	Ábaco para determinação de níveis de ruído de veículos em função da sua velocidade.....	9-50
9.3-31	História das tensões nos ensaios de piezocone em Conceiçãozinha.....	9-97
9.3-32	Evolução da concentração de cromo durante o período de amostragem considerado de sedimento superficial	9-159
9.3-33	Evolução da concentração de cobre durante o período de amostragem considerado de sedimento superficial	9-159
9.3-34	Evolução da concentração de mercúrio durante o período de amostragem considerado de sedimento superficial	9-159
9.4-1	Porcentagem de indivíduos por classe de diâmetro presente nas parcelas alocadas no manguezal, Santos - SP.	9-194
9.4-2	Porcentagem de indivíduos por classe de altura presente nas parcelas alocadas no manguezal, Santos - SP.	9-194
9.4-3	Densidade relativa das espécies arbóreas presentes nas parcelas de manguezal, Santos - SP.	9-194
9.4-4	Índice de Valor de Importância (IVI) das espécies encontradas no levantamento fitossociológico do manguezal, Santos - SP.....	9-195
9.4-5	Proporção do número de espécies por grupos taxonômicos e ponto de coleta	9-237
9.4-6	Proporção do número de indivíduos por grupos taxonômicos e ponto de coleta	9-238
9.4-7	Proporção da biomassa por grupo taxonômico e ponto de coleta.	9-239
9.4-8	Resultado da análise de agrupamento, pelo número de indivíduos capturados	9-240
9.4-9	Resultado da análise de agrupamento, por biomassa	9-240
9.4-10	Densidades absolutas da macrofauna bentônica total por pontos amostrais	9-242
9.4-11	Densidades absolutas médias e desvios-padrão da macrofauna bentônica por pontos amostrais	9-242
9.4-12	Contribuição total de indivíduos por táxon superior	9-242
9.4-13	Frequências dos principais grupos taxonômicos por amostra.....	9-243
9.4-14	Diversidade e equitabilidade médias e desvios-padrão da macrofauna bentônica por ponto amostral.....	9-244
9.4-15	Porcentagem de poliquetas por ponto amostral	9-244
9.4-16	Abundância dos táxons de anelídeos poliquetas.....	9-245
9.4-17	Densidades médias e desvios-padrão de anelídeos poliquetas por ponto amostral	9-245

9.4-18 Dendrograma resultante da análise de agrupamento entre os pontos amostrais (modo Q), utilizando-se a densidade absoluta da macrofauna	9-246
--	-------

QUADROS

Quadro 9.3-1 Padrões nacionais de qualidade do ar	9-7
Quadro 9.3-2 Critérios para episódios agudos de poluição do ar, segundo Resolução Conama nº 03/90.....	9-8
Quadro 9.3-3 Estimativas de emissão de poluentes atmosféricos gerados por processos industriais e queima de combustível em fontes estacionárias em Cubatão	9-9
Quadro 9.3-4 Resultados do monitoramento da qualidade do ar em Santos no ano de 2007	9-11
Quadro 9.3-5 Resultados do monitoramento da qualidade do ar em Cubatão no ano de 2007.....	9-13
Quadro 9.3-6 Índice geral de qualidade do ar registrado pela Cetesb no Estado de São Paulo em 2007	9-14
Quadro 9.3-7 Índice de qualidade do ar por poluente e geral, registrado em 2007 pela Cetesb na Estação Cubatão Centro	9-15
Quadro 9.3-8 Índice de qualidade do ar por poluente e geral, registrado em 2007 pela Cetesb na Estação Cubatão Vale do Mogi	9-16
Quadro 9.3-9 Índice de qualidade do ar por poluente e geral, registrado em 2007 pela Cetesb na Estação Cubatão Vila Parisi	9-16
Quadro 9.3-10 Padrões primários de qualidade do ar para partículas totais em suspensão (PTS) e partículas inaláveis (PI ou MP10) estabelecidos pela Resolução Conama nº 03/90	9-23
Quadro 9.3-11 Concentrações de PTS e MP10 obtidas na primeira e segunda campanha de amostragem de qualidade do ar no entorno do Corredor de Exportação/Codesp	9-23
Quadro 9.3-12 Concentrações de PTS na avaliação especial na área do futuro empreendimento.....	9-26
Quadro 9.3-13 Classificação dos municípios da Baixada Santista no grau de saturação da qualidade do ar.....	9-27
Quadro 9.3-14 Chuva mensal (mm).....	9-30
Quadro 9.3-15 Variação da velocidade do vento (máximo, médio e mínimo) média mensal para os anos de 2000 a 2005. Estação: Santos-SP, Lat.: -23,93o S, Long.: -46,3o W e alt.: 3 m.	9-32
Quadro 9.3-16 Coordenadas geográficas dos pontos de medição.	9-34
Quadro 9.3-17 Níveis obtidos nas medições de vibração nos pontos selecionados.....	9-35
Quadro 9.3-18 Valores obtidos nas medições de ruído nos pontos selecionados	9-42
Quadro 9.3-19 Limites máximos permissíveis de emissão de acordo com o tipo de área.....	9-45
Quadro 9.3-20 Limites máximos permissíveis de velocidade de vibração	9-45
Quadro 9.3-21 Valores de medição de referência obtidos em obras equivalentes.....	9-46
Quadro 9.3-22 Valores de medição de referência obtidos em obras civis.....	9-46
Quadro 9.3-23 Valores calculados de decaimento no entorno entre 100 e 1000m	9-47
Quadro 9.3-24 Níveis de ruído para as fontes do empreendimento	9-47
Quadro 9.3-25 Níveis de ruído atuais e projetados no receptor mais próximo (moradia).....	9-52
Quadro 9.3-26 Resposta estimada das comunidades ao ruído	9-53
Quadro 9.3-27 Tipos de Relevo da Serrania Costeira na Região de Estudo	9-61
Quadro 9.3-28 Tipos de Relevo da Baixada Litorânea na Região de Estudo	9-61
Quadro 9.3-29 Outorgas concedidas pelo DAEE na AID	9-84
Quadro 9.3-30 Síntese das propriedades geotécnicas.	9-95
Quadro 9.3-31 Baixada Santista: argilas de SFL, com $RSA \leq 2$ e $SPT = 0$	9-97
Quadro 9.3-32 Baixada Santista: argilas de SFL, com $RSA > 2$ e $1 \leq SPT \leq 4$	9-97
Quadro 9.3-33 Casos de aterros na Baixada Santista.....	9-98
Quadro 9.3-34 Argilas – Módulos de resistência.....	9-104
Quadro 9.3-35 Sub-bacias componentes da UGRHI 7	9-110
Quadro 9.3-36 Subdivisões da UGRHI 7	9-111

Quadro 9.3-37 Pluviometria na área de estudo	9-114
Quadro 9.3-38 Pluviometria – médias mensais (mm)	9-115
Quadro 9.3-39 Vazões médias (QLP) e mínimas (Q7,10) de longo período	9-116
Quadro 9.3-40 Demandas de água na Baixada Santista.....	9-117
Quadro 9.3-41 Uso de água pelas principais indústrias da Baixada Santista.....	9-118
Quadro 9.3-42 Relação demanda – disponibilidade para as sub-bacias na AII	9-118
Quadro 9.3-43 Vazões de água captada e produzida na Baixada Santista – projeções	9-119
Quadro 9.3-44 Coleta, tratamento e disposição de esgotos urbanos – 2.005	9-121
Quadro 9.3-45 Áreas de manguezais na região.....	9-121
Quadro 9.3-46 Poluentes associados aos processos industriais na região	9-122
Quadro 9.3-47 Poluentes associados às instalações portuárias na região.....	9-123
Quadro 9.3-48 Poluentes associados às áreas contaminadas na região	9-124
Quadro 9.3-49 Pontos de amostragem da qualidade das águas superficiais.....	9-125
Quadro 9.3-50 Qualidade das águas (médias por período).....	9-126
Quadro 9.3-51 Valores do IQA da Cetesb.....	9-126
Quadro 9.3-52 Síntese dos resultados do levantamento de qualidade das águas no estuário – Cetesb (2001)	9-130
Quadro 9.3-53 Dados de metais pesados encontrados em amostras de água coletadas no estuário.....	9-130
Quadro 9.3-54 Águas Superficiais Próximas à Área do Empreendimento	9-134
Quadro 9.3-55 Análises das amostras de sedimentos	9-139
Quadro 9.3-56 Quadro comparativo de qualidade dos sedimentos.....	9-143
Quadro 9.3-57 Principais formas de mensuração da complexidade e da estabilidade em comunidades naturais.....	9-150
Quadro 9.3-58 Identificação das amostras de sedimento, profundidade e horário da coleta	9-161
Quadro 9.3-59 Coordenadas em UTM dos pontos amostrais (Datum horizontal: SAD 69)	9-162
Quadro 9.3-60 Parâmetros físico químicos das amostras de sedimento	9-165
Quadro 9.3-61 Composição granulométrica de cada ponto amostral para as várias profundidades	9-167
Quadro 9.3-62 Resultados obtidos para as análises do sedimento para carbono orgânico (%), nitrogênio Kjeldahl total (mg/kg) e fósforo total (mg/kg)	9-168
Quadro 9.3-63 Resultados obtidos para as análises do sedimento para metais e semi metais (mg/kg).....	9-168
Quadro 9.3-64 Concentrações de bifenilas policloradas para as amostras de sedimento (µg/kg)	9-170
Quadro 9.3-65 Resultados de HPA para as amostras de sedimento (µg/kg).....	9-171
Quadro 9.3-66 Resultados de POC para os sedimentos (µg/kg).....	9-174
Quadro 9.3-67 Resultados dos testes de toxicidade para os sedimentos superficiais.....	9-176
Quadro 9.3-68 Comparação dos resultados encontrados no local de disposição e adjacências (dados Unisanta (2001), Codesp (2002), Abessa (2002) e Cetesb (2001)).....	9-177
Quadro 9.4-1 Uso do solo e cobertura vegetal na AID	9-189
Quadro 9.4-2 Quantificação das Áreas	9-196
Quadro 9.4-3 Localização dos pontos de coleta (vide observação geral no início deste relatório)	9-227
Quadro 9.4-4 Localização dos pontos de coleta.....	9-234
Quadro 9.4-5 Informações das coletas de organismos bentônicos e os dados ambientais de profundidade, temperatura da água e salinidade	9-235
Quadro 9.4-6 Composição das capturas, número de indivíduos e biomassa (g), por ponto de coleta.....	9-235
Quadro 9.4-7 Composição, em número de espécies, por grupo taxonômico e ponto de coleta.....	9-236
Quadro 9.4-8 Composição, em número de indivíduos, por grupo taxonômico por pontos de coleta	9-237
Quadro 9.4-9 Composição, em biomassa (em gramas), por grupo taxonômico por ponto de coleta	9-238
Quadro 9.4-10 Valores dos Índices de Diversidade (H'), Equitabilidade (E) e Riqueza (R1) por ponto de coleta	9-239

Quadro 9.4-11 Densidade absoluta de organismos de cada táxon da macrofauna bentônica em cada uma das réplicas dos pontos de coleta 1 a 3.....	9-241
Quadro 9.4-12 Riqueza, diversidade e equitabilidade por ponto amostral	9-243

FOTOS

Foto 9.3-1 Terrenos da Serra do Mar e drenagem do Rio Mogi. À esquerda, relevo de Escarpas em espigões, e à direita, relevo de Escarpas em anfiteatros.	9-60
Foto 9.3-2 Relevo da Baixada Santista no sopé da Serra do Mar. No centro da foto, junto à bacia de acumulação de efluentes da Cosipa, encontram-se os terrenos da Planície fluvial do Rio Mogi, gradando para a Planície flúvio-lagunar.	9-60
Foto 9.3-3 Ocorrência de instabilizações nas encostas da face norte da Serra do Morrão, sobre rochas granitóides (unidade 22) que sustentam as Escarpas em espigões da Serra do Mar.....	9-65
Foto 9.3-4 Terrenos da Baixada Santista nos arredores da Alemoa, Largo do Caneú, e onde predominam os depósitos associados à Planície de maré e Baixios. No centro da foto, bacia de evolução do Terminal Público da Codesp / Terminal da Petrobras.....	9-67
Foto 9.3-5 Amostra de rocha granitóide pertencente à unidade 22 – Maciço Granitóide Morrão, que aflora localmente em cortes dos taludes das ferrovias que ligam o Planalto à Baixada Santista.....	9-72
Foto 9.3-6 Planície de maré nos arredores do Pátio da Cosipa, atualmente bastante aterrada, onde predominam sedimentos de mangue e de pântano. Ao fundo, raiz da Serra do Morrão.	9-77
Foto 9.4-1 Aspecto geral do manguezal localizado no entorno da ADA do empreendimento, Santos-SP.....	9-191
Foto 9.4-2 Aspecto geral do manguezal localizado no entorno da ADA do empreendimento, Santos-SP.....	9-191
Foto 9.4-3 Aspecto geral da vegetação secundária em estágio inicial de sucessão, localizada na porção central da ADA do empreendimento, Santos - SP.	9-191
Foto 9.4-4 Aspecto geral da vegetação secundária em estágio inicial de sucessão, localizada na porção central da ADA do empreendimento, Santos - SP.	9-191
Foto 9.4-5 Aspecto geral da vegetação secundária em estágio inicial de sucessão, localizada na porção central da ADA do empreendimento, Santos - SP.	9-192
Foto 9.4-6 Aspecto geral da vegetação secundária em estágio inicial de sucessão, localizada na porção central da ADA do empreendimento, Santos - SP.	9-192
Foto 9.4-7 Embarcação "DORIS I".	9-228
Fotos 9.4-8 a) Recolhimento de arrasto, b) composição da captura de arrasto, c) fechamento dos sacos de ráfia com a amostragem de um dos pontos de coleta.	9-230
Fotos 9.4-9 a) Lançamento do amostrador de sedimento Petit Ponan, b) Transferência de sedimento para balde plástico graduado, c) Transferência de formalina para fixar material coleta de sedimento.	9-231
Fotos 9.4-10 a) Laboratório do Instituto de Pesca - Triagem da coleta da ictiofauna em grupos de táxon por ponto de coleta, b)– grupo Crustáceo – siri-azul Callinectes danae e C. ornatus. c) – Equipe de análise da ictiofauna – biometria de peixes.	9-232
Fotos 9.4-11 a, b, c, d, e, f – Etapa da Triagem de Macrofauna Bentônica.	9-233

VOLUME 3

CAPÍTULOS

9.5 DIAGNÓSTICO DO MEIO SOCIOECONÔMICO E CULTURAL.....	9-257
9.5.1 Metodologia aplicada	9-257
9.5.2 Diagnóstico da Área de Influência Difusa	9-258
9.5.3 Diagnóstico da Área de Influência Regional – AIR.....	9-287
9.5.4 Diagnóstico da Área de Influência Indireta – AII	9-369
9.5.5 Diagnóstico da Área de Influência Direta – AID	9-431
9.5.6 Diagnóstico da Área Diretamente Afetada - ADA	9-475
9.5.7 Patrimônio Arqueológico Cultural	9-479

9.6 ANÁLISE AMBIENTAL INTEGRADA.....	9-499
9.6.1 Aspectos Metodológicos	9-499
9.6.2 Qualidade ambiental e fragilidade das unidades homogêneas do Meio Físico.....	9-499
9.6.3 Qualidade Ambiental e Fragilidade das Unidades Homogêneas do Meio Biótico	9-506
9.6.4 Qualidade ambiental e fragilidade das unidades homogêneas do Meio Socioeconômico.....	9-510
9.6.5 Classificação da Fragilidade Ambiental da AID e ADA do Empreendimento	9-513

DESENHOS

Desenho 9.5-1 Unidades federativas de São Paulo e Minas Gerais	9-300
Desenho 9.5-2 Unidades federativas de Goiás, Mato Grosso e Mato Grosso do Sul.....	9-305
Desenho 9.5-3 Caracterização das atividades na área portuária	9-434
Desenho 9.5-4 Setores censitários de Santos e Guarujá na AID.....	9-441
Desenho 9.5-5 Localização das comunidades de pescadores.....	9-444
Desenho 9.5-6 Rotas utilizadas para navegação na AID.....	9-454
Desenho 9.5-7 Uso e ocupação do solo na AID.....	9-458
Desenho 9.5-8 Zoneamento de Santos e Guarujá na AID.....	9-461
Desenho 9.5-9 Empreendimentos no entorno da área da BTP	9-463
Desenho 9.6-1 Unidades do meio físico.....	9-505
Desenho 9.6-2 Unidades ambientais dos meios biótico e antrópico	9-509
Desenho 9.6-3 Fragilidade ambiental	9-514

FIGURAS

Figura 9.5-1 Estados que compõem a hinterlândia primária e secundária do Porto de Santos.....	9-289
Figura 9.5-2 Brasil, Estados e Regiões	9-291
Figura 9.5-3 Distribuição da demanda atual por transporte	9-340
Figura 9.5-4 Carregamento da malha rodoviária no Estado de São Paulo (ano 2000)	9-341
Figura 9.5-5 Nível de serviço de tráfego da malha rodoviária no Estado de São Paulo (ano 2000)	9-342
Figura 9.5-6 Sistema Anchieta – Imigrantes e demais ligações rodoviárias na Baixada Santista	9-344
Figura 9.5-7 Divisão operacional da malha ferroviária no Estado de São Paulo.....	9-345
Figura 9.5-8 Corredores de acesso Ferroviário ao Porto de Santos.....	9-346
Figura 9.5-9 Malha ferroviária da MRS	9-348
Figura 9.5-10 Trecho ferroviário da ALL (que adquiriu a Ferrobán)	9-349
Figura 9.5-11 Comparativo de espaço ocupado para transporte de carga pelos modais: hidroviário, ferroviário e rodoviário	9-350
Figura 9.5-12 Hidrovia Tietê – Paraná.....	9-351
Figura 9.5-13 Macrorrede de dutos do Estado de São Paulo.....	9-353
Figura 9.5-14 Sistema dutoviário do Litoral Paulista	9-354
Figura 9.5-15 Rodoanel Mário Covas.....	9-355
Figura 9.5-16 Ferroanel de São Paulo	9-356
Figura 9.5-17 Relação entre a infra-estrutura de transportes e o desenvolvimento econômico	9-358
Figura 9.5-18 Hidrovias de Minas Gerais integrantes Sistema Hidroviário Nacional	9-359
Figura 9.5-19 Malha Ferroviária de Goiás	9-363
Figura 9.5-20 Fluxos acima de 2000 pessoas da População Economicamente Ativa (PEA) ocupada fora do município de residência	9-377
Figura 9.5-21 Terminal de Granéis Líquidos da Alemoa (Tegla) à esquerda. Em amarelo, distribuição de dutos. A área hachurada corresponde à área da BTP. Nota-se que a linha de dutos acompanha o traçado da Avenida Engenheiro Augusto Barata, passando em frente à futura entrada do Terminal da BTP	9-473

Figura 9.5-22	Itinerário de ônibus próximo à ADA.....	9-479
Figura 9.5-23	Unidades geomorfológicas do Estado de São Paulo, destacada a área do empreendimento; o alinhamento da serra do Mar separa a província Costeira do planalto Atlântico	9-481
Figura 9.5-24	Perfil geomorfológico do Estado de São Paulo: 1 pré-cambriano, 2 carbonífero, 3 permiano, 4 triássico, 5 cretáceo, 6 plioceno (de acordo com Ab' Sáber)	9-481
Figura 9.5-25	Distribuição das bacias hidrográficas do Estado de São Paulo; destacada a região do empreendimento.....	9-483
Figura 9.5-26	Distribuição da cobertura vegetal do Estado de São Paulo; destacada a região do empreendimento..	9-483
Figura 9.5-27	Localização da região do empreendimento sobre o mapeamento da distribuição do macrossistema de caçadores-coletores indígenas no Estado de São Paulo	9-485
Figura 9.5-28	Localização da região do empreendimento sobre o mapeamento da distribuição do macrossistema de agricultores indígenas no Estado de São Paulo.....	9-486
Figura 9.5-29	Localização da região do empreendimento sobre o fragmento do Mapa Etno-Histórico de Curt Nimuendajú (1944) focando o território paulista. Em amarelo, família lingüística do tronco tupi (tupinambá, tupiniquim, tamoio, guarani, kaiguá), jê (kaiapó, kaingang, guainá), puri, oti-xavante e ofaié-xavante.....	9-487
Figura 9.5-30	Mapa das primeiras sesmarias, Benedito Calixto	9-491

GRÁFICOS

Gráfico 9.5-1	Exportações brasileiras por blocos econômicos/países em 2006.....	9-273
Gráfico 9.5-2	Exportações brasileiras de bens de capital para os blocos econômicos/países	9-274
Gráfico 9.5-3	Exportações brasileiras de bens de consumo para os blocos econômicos/países.....	9-275
Gráfico 9.5-4	Exportações brasileiras de combustíveis e lubrificantes para os blocos econômicos/países	9-276
Gráfico 9.5-6	Exportações brasileiras de matérias-primas para os blocos econômicos / países.....	9-277
Gráfico 9.5-7	Importações brasileiras por blocos econômicos/países.....	9-281
Gráfico 9.5-8	PIB por macroregião em 2005	9-292
Gráfico 9.5-9	PIB por macrorregião em 2005.....	9-292
Gráfico 9.5-10	Participação no PIB por regiões em 2005.....	9-293
Gráfico 9.5-11	Distribuição populacional por regiões em 2005.....	9-293
Gráfico 9.5-12	Participação do PIB da AIR no país	9-296
Gráfico 9.5-13	Participação por Estado no PIB da AIR	9-297
Gráfico 9.5-14	Distribuição do IB das mesorregiões de São Paulo.....	9-298
Gráfico 9.5-15	Distribuição do PIB das mesorregiões de Minas Gerais	9-301
Gráfico 9.5-16	Distribuição do PIB das mesorregiões de Mato Grosso do Sul	9-302
Gráfico 9.5-17	Distribuição do PIB das mesorregiões de Mato Grosso	9-303
Gráfico 9.5-18	Distribuição do PIB das mesorregiões do Estado de Goiás	9-304
Gráfico 9.5-19	Evolução do emprego na AIR	9-314
Gráfico 9.5-20	Da indústria no total do emprego nas mesorregiões do Estado de São Paulo	9-315
Gráfico 9.5-21	Evolução do emprego na indústria nas principais mesorregiões de Minas Gerais.....	9-317
Gráfico 9.5-22	Evolução do emprego nas mesorregiões de Mato Grosso do Sul.....	9-318
Gráfico 9.5-23	Evolução do emprego na indústria nas mesorregiões de Mato Grosso.....	9-319
Gráfico 9.5-24	Evolução do emprego na indústria nas mesorregiões do Estado de Goiás	9-320
Gráfico 9.5-25	Peso do setor industrial das microrregiões na formação do PIB industrial do Estado de São Paulo....	9-323
Gráfico 9.5-26	Peso do setor industrial das microrregiões na formação do PIB industrial do Estado de Minas Gerais.....	9-325
Gráfico 9.5-27	Peso do setor industrial das microrregiões na formação do PIB industrial do Estado de Mato Grosso do Sul	9-326
Gráfico 9.5-28	Peso do setor industrial das microrregiões na formação do PIB industrial do Estado de Mato Grosso	9-328

Gráfico 9.5-29	Peso do setor industrial das microrregiões na formação do PIB industrial do Estado de Goiás.....	9-329
Gráfico 9.5-30	Número de empregados com registro em carteira profissional por Estado da AIR no ano de 2006 ...	9-330
Gráfico 9.5-31	Número de empregados com registro em carteira profissional nas principais mesorregiões do Estado de São Paulo no ano de 2006	9-332
Gráfico 9.5-32	Número de empregados com registro em carteira profissional nas principais mesorregiões do Estado de Minas Gerais no ano de 2006	9-333
Gráfico 9.5-33	Número de empregados com registro em carteira profissional nas mesorregiões do Estado de Mato Grosso do Sul no ano de 2006.....	9-335
Gráfico 9.5-34	Número de empregados com registro em carteira profissional nas mesorregiões do Estado de Mato Grosso no ano de 2006.....	9-336
Gráfico 9.5-35	Número de empregados com registro em carteira profissional nas mesorregiões do Estado de Goiás no ano de 2006.....	9-338
Gráfico 9.5-36	Evolução da população dos municípios da AII no período de 1980 a 2007	9-374
Gráfico 9.5-37	Índice de envelhecimento da população	9-380
Gráfico 9.5-38	Projeção da população dos municípios da AII para 2010 – 2015 - 2020	9-381
Gráfico 9.5-39	Densidade demográfica nos municípios da AII	9-381
Gráfico 9.5-40	Rendimento médio das pessoas responsáveis por domicílios nos municípios da AII, Região Metropolitana da Baixada Santista e Estado de São Paulo em 2000.....	9-385
Gráfico 9.5-41	Acidentes ambientais ocorridos no Estado de São Paulo de 1978 a fevereiro de 2008	9-425
Gráfico 9.5-42	Acidentes ambientais segundo o modal de transporte.....	9-426
Gráfico 9.5-43	Movimento de navios no Porto de Santos	9-435
Gráfico 9.5-44	Movimentação de carga pelo Porto de Santos	9-435
Gráfico 9.5-45	Movimentação de contêineres pelo Porto de Santos.....	9-436
Gráfico 9.5-46	Distribuição das cargas movimentadas pelo Porto de Santos em 2007 segundo sua natureza	9-436
Gráfico 9.5-47	Evolução da movimentação de carga pelo Porto de Santos segundo sua natureza no período de 2003 a 2007	9-437

QUADROS

Quadro 9.5-1	Participação do Brasil nas Exportações Mundiais.....	9-262
Quadro 9.5-2	Exportações e importações no comércio mundial 2005.....	9-262
Quadro 9.5-3	Valor das importações realizadas pelos principais portos brasileiros em 2007*.....	9-263
Quadro 9.5-4	Valor das Exportações Realizadas pelos Principais Portos Brasileiros em 2007	9-263
Quadro 9.5-5	Origem das Importações Brasileiras Efetuadas pelo Porto de Santos em 2007*	9-264
Quadro 9.5-6	Origem das Importações Brasileiras Efetuadas pelo Porto de Santos em Termos de Peso em 2007 ...	9-265
Quadro 9.5-7	Destino das exportações brasileiras efetuadas por meio do Porto de Santos em 2007*	9-266
Quadro 9.5-8	Destino das exportações brasileiras efetuadas pelo Porto de Santos em 2007*.....	9-266
Quadro 9.5-9	Evolução da taxa de câmbio real efetiva (1994-2005)	9-268
Quadro 9.5-10	Balança comercial brasileira*	9-269
Quadro 9.5-11	Exportações brasileiras por blocos econômicos/países	9-270
Quadro 9.5-12	Exportações brasileiras por categoria de uso por blocos econômicos/países.....	9-271
Quadro 9.5-13	Exportações brasileiras por fator agregado por blocos econômicos/países	9-277
Quadro 9.5-14	Exportações brasileiras por Estados	9-279
Quadro 9.5-15	Exportações brasileira por macrorregiões	9-280
Quadro 9.5-16	Exportação brasileira na AIR	9-280
Quadro 9.5-17	Importações brasileiras por blocos econômicos/países.....	9-281
Quadro 9.5-18	Importações brasileiras por categoria de uso por blocos econômicos/países	9-282
Quadro 9.5-19	Importações brasileiras por fator agregado por blocos econômicos/países.....	9-284

Quadro 9.5-20	Importações brasileiras por Estado	9-286
Quadro 9.5-21	Importações brasileiras por macrorregião	9-287
Quadro 9.5-22	Importações brasileiras na AIR	9-287
Quadro 9.5-23	Exportações e importações dos Estados brasileiros em 2003 efetuadas pelo Porto de Santos	9-288
Quadro 9.5-24	Área de influência do Porto de Santos	9-289
Quadro 9.5-25	PIB per capita por macrorregiões para o ano de 2005	9-291
Quadro 9.5-26	Percentual do PIB e da população em cada macrorregião do país	9-293
Quadro 9.5-27	PIB per capita por macrorregiões para o ano de 2005	9-295
Quadro 9.5-28	Percentual do PIB por Estado e por macrorregião	9-295
Quadro 9.5-29	PIB dos Estados da AIR e peso dos setores	9-296
Quadro 9.5-30	PIB das mesorregiões do Estado de São Paulo e peso dos setores	9-298
Quadro 9.5-31	PIB das mesorregiões do Estado de Minas Gerais e peso dos setores	9-301
Quadro 9.5-32	PIB das mesorregiões do Estado de Mato Grosso do Sul e peso dos setores	9-302
Quadro 9.5-33	PIB das mesorregiões do Estado de Mato Grosso e peso dos setores	9-303
Quadro 9.5-34	PIB das mesorregiões do Estado de Goiás e peso dos setores	9-304
Quadro 9.5-35	PIB das microrregiões do Estado de São Paulo e peso dos setores	9-306
Quadro 9.5-36	PIB das microrregiões do Estado de Minas Gerais e peso dos setores	9-308
Quadro 9.5-37	PIB das microrregiões do Estado de Mato Grosso do Sul e peso dos setores	9-310
Quadro 9.5-38	PIB das Microrregiões do Estado de Mato Grosso e peso dos setores	9-311
Quadro 9.5-39	PIB das microrregiões do Estado de Goiás e peso dos setores	9-312
Quadro 9.5-40	Total de empregos formais na indústria em 2006	9-313
Quadro 9.5-41	Peso da indústria no total do emprego na hinterlândia primária	9-313
Quadro 9.5-42	Peso da indústria no total do emprego nas mesorregiões do Estado de São Paulo	9-315
Quadro 9.5-43	Peso da indústria no total do emprego nas mesorregiões do Estado de Minas Gerais	9-316
Quadro 9.5-44	Peso da indústria no total do emprego nas mesorregiões do Estado de Mato Grosso do Sul	9-317
Quadro 9.5-45	Peso da indústria no total do emprego nas mesorregiões do Estado de Mato Grosso	9-318
Quadro 9.5-46	Peso da indústria no total do emprego nas mesorregiões do Estado de Goiás	9-319
Quadro 9.5-47	Peso do setor industrial no PIB das microrregiões do Estado de São Paulo	9-321
Quadro 9.5-48	Peso do setor industrial no PIB das microrregiões do Estado de Minas Gerais	9-323
Quadro 9.5-49	Peso do setor industrial no PIB das Microrregiões do Estado de Mato Grosso do Sul	9-326
Quadro 9.5-50	Peso do setor industrial no PIB das microrregiões do Estado de Mato Grosso	9-327
Quadro 9.5-51	Peso do setor industrial no PIB das microrregiões do Estado de Goiás	9-328
Quadro 9.5-52	Total de empregados e empresas em 2006 nos Estados que compõem a AIR	9-329
Quadro 9.5-53	Total de empregados e empresas nas mesorregiões do Estado de São Paulo, por setor produtivo em 2006	9-331
Quadro 9.5-54	Total de empregados e empresas ns mesorregiões do Estado de Minas Gerais, por setor produtivo em 2006	9-333
Quadro 9.5-55	Total de empregados e empresas ns mesorregiões do Estado de Mato Grosso do Sul, por setor produtivo em 2006	9-334
Quadro 9.5-56	Total de empregados e empresas nas mesorregiões do Estado de Mato Grosso, por setor produtivo em 2006	9-336
Quadro 9.5-57	Total de empregados e empresas nas mesorregiões do Estado de Goiás, por setor produtivo em 2006	9-337
Quadro 9.5-58	Comparação de custos entre o transporte hidroviário e outros modais	9-339
Quadro 9.5-59	Nível de Serviço para as rodovias de acesso ao Porto de Santos	9-345
Quadro 9.5-60	Corredores Ferroviários	9-346
Quadro 9.5-61	Características da MRS	9-347

Quadro 9.5-62	Características do trecho ferroviário da ALL	9-349
Quadro 9.5-63	Densidade de rodovias pavimentadas Minas Gerais	9-357
Quadro 9.5-64	Rodovias Pavimentadas por área – Estados Seleccionados (2003).....	9-361
Quadro 9.5-65	Produto Interno Bruto e malha rodoviária pavimentada (1996 – 2003)	9-361
Quadro 9.5-66	Extensão da malha viária, por dependência administrativa e condição do leito em Mato Grosso do Sul – 1999	9-367
Quadro 9.5-67	Municípios da RMBS: Data da fundação.....	9-373
Quadro 9.5-68	Evolução da população dos municípios da AII, da Região Metropolitana da Baixada Santista e do Estado de São Paulo, no período de 1980 a 2007	9-374
Quadro 9.5-69	Evolução da população da AII, da região metropolitana da Baixada Santista e do Estado de São Paulo (1980 igual a 100)	9-374
Quadro 9.5-70	População urbana e rural da AII da Região Metropolitana da Baixada Santista e do Estado de São Paulo – 2007	9-375
Quadro 9.5-71	Taxa geométrica anual de crescimento demográfico nos períodos intercensitários (1980 – 2007)....	9-375
Quadro 9.5-72	Taxas de natalidade verificadas nos municípios da AII em 2006 e na Região Metropolitana da Baixada Santista e Estado de São Paulo	9-376
Quadro 9.5-73	Taxa de fecundidade nos municípios da AII em 2006, na Região Metropolitana da Baixada Santista e Estado de São Paulo	9-376
Quadro 9.5-74	Saldo migratório dos municípios da AII nos anos de 1991 e 2005.....	9-376
Quadro 9.5-75	População por gênero no período 1980 – 2007 nos municípios da AII, na Região Metropolitana da Baixada Santista e no Estado de São Paulo	9-378
Quadro 9.5-76	Composição percentual da população por gênero no período 1980 – 2007 nos municípios da AII, na Região Metropolitana da Baixada Santista e no Estado de São Paulo	9-378
Quadro 9.5-77	Participação na população total dos habitantes com menos de 15 anos e de 60 e mais anos (%)....	9-379
Quadro 9.5-78	Índice de envelhecimento da população dos municípios da AII, na Região Metropolitana da Baixada Santista e Estado de São Paulo	9-379
Quadro 9.5-79	População urbana residente e flutuante nos municípios da AII em 2000.....	9-380
Quadro 9.5-80	Projeção da população dos municípios da AII para 2010, 2015 e 2020.....	9-380
Quadro 9.5-81	Densidade demográfica dos municípios da AII no período 2000 a 2020.....	9-381
Quadro 9.5-82	PIB dos municípios da AII, da RMSB e Estado de São Paulo no ano de 2005	9-382
Quadro 9.5-83	Participação percentual dos municípios da AII e da RMBS no PIB do Estado de São Paulo – 2005 ...	9-382
Quadro 9.5-84	Composição do valor adicionado nos municípios da AII em 2005.....	9-383
Quadro 9.5-85	Número de estabelecimentos por setor nos municípios da AII em 2006	9-383
Quadro 9.5-86	Número de empregos formais por setor nos municípios da AII em 2006	9-383
Quadro 9.5-87	Distribuição do emprego em Santos por ramo de atividade em setembro de 2006	9-384
Quadro 9.5-88	Rendimento médio das pessoas responsáveis pelos domicílios – 2000.....	9-384
Quadro 9.5-89	Rendimento médio das pessoas responsáveis pelo domicílio nos demais municípios da RMBS em 2000	9-385
Quadro 9.5-90	Renda per capita em salários Mínimos por habitante de cada domicilio em 2000.....	9-386
Quadro 9.5-91	Percentual de domicílios com renda per capita até 1/4 de SM e até 1/2 SM – 2000	9-386
Quadro 9.5-92	Percentuais de responsáveis por domicílio por faixas de rendimentos em SM – 2000.....	9-387
Quadro 9.5-93	Anos de estudo do responsável pelo domicílio e percentual de domicílios com renda per capita de 0 a 1 SM em 2000	9-387
Quadro 9.5-94	Renda Familiar Média em Santos em Setembro de 2006.....	9-388
Quadro 9.5-95	Taxa de desemprego nos municípios da AII.....	9-388
Quadro 9.5-96	Total das receitas municipais	9-389
Quadro 9.5-97	Despesas dos municípios	9-389
Quadro 9.5-98	Percentual de orçamento destinado às rubricas indicadas	9-389

Quadro 9.5-99	Taxa de mortalidade geral nos municípios da AII, na RMBS e no Estado de São Paulo em 2006	9-390
Quadro 9.5-100	Causas de morte na AII em 2006	9-390
Quadro 9.5-101	Taxa de mortalidade da população entre 15 e 34 anos em 2006.....	9-391
Quadro 9.5-102	Taxa de Mortalidade da População de 60 e mais anos: 2006	9-391
Quadro 9.5-103	Taxa de mortalidade Infantil – 2006	9-391
Quadro 9.5-104	Taxa de natalidade 2006.....	9-392
Quadro 9.5-105	Taxa de fecundidade geral – 2006	9-392
Quadro 9.5-106	Percentual de mães que em 2006 tiveram sete ou mais consultas durante o período de gestação .	9-392
Quadro 9.5-107	Número de hospitais na AII EM 2003 por entidade mantenedora	9-393
Quadro 9.5-108	Total de leitos hospitalares disponibilizados pelo SUS/1.000 habitantes em 2003	9-393
Quadro 9.5-109	Percentual de cobertura da coleta de lixo	9-394
Quadro 9.5-110	Situação da disposição de lixo – 2006	9-394
Quadro 9.5-111	Indicadores de Educação – 2000	9-395
Quadro 9.5-112	População em idade escolar – 2007	9-395
Quadro 9.5-113	População em idade escolar como porcentagem da população total – 2007	9-395
Quadro 9.5-114	Matrículas por nível de ensino nos municípios da AII	9-396
Quadro 9.5-115	Taxas de evasão escolar do ensino fundamental e médio em 2002	9-396
Quadro 9.5-116	Anos de estudos dos responsáveis pelas famílias – 2000.....	9-397
Quadro 9.5-117	Distribuição percentual dos responsáveis pelas famílias conforme os anos de estudo – 2000.....	9-397
Quadro 9.5-118	Percentual de domicílios segundo as condições de moradia nos Municípios da AII, RMSB e Estado de São Paulo – 2000	9-398
Quadro 9.5-119	Número de domicílios particulares permanentes – condição de propriedade – 2000	9-398
Quadro 9.5-120	Moradores em domicílios particulares permanentes e condição de propriedade – 2000	9-398
Quadro 9.5-121	Número médio de moradores por domicílio particular permanente por condição de propriedade – 2000.....	9-399
Quadro 9.5-122	Domicílios por condição de ocupação nos municípios da AII em 2005	9-399
Quadro 9.5-123	Percentual por Origem dos Turistas que visitaram Santos no Período de 2001 a 2004	9-400
Quadro 9.5-124	Movimento de turistas por temporada no Concais – Terminal Marítimo de Passageiros	9-401
Quadro 9.5-125	Número de visitantes – Pontos Turísticos de Santos no Período de 2004 a 2007	9-413
Quadro 9.5-126	Travessias litorâneas realizadas pela DERSA em 2007.....	9-422
Quadro 9.5-127	Acidentes ambientais no período de 1978 a fevereiro de 2008 segundo atividade que o causou	9-426
Quadro 9.5-128	Produtos envolvidos em acidentes ambientais no período de 1978 a fevereiro de 2008.....	9-427
Quadro 9.5-129	Número de atendimentos a acidentes ambientais pelas Agências da Cetesb em 2006.....	9-427
Quadro 9.5-130	Principais vias onde ocorreram os acidentes causados pelo transporte rodoviário nos anos de 2005 e 2006.....	9-428
Quadro 9.5-131	Região/Agências Ambientais da Cetesb que mais atenderam a acidentes ambientais em 2006	9-429
Quadro 9.5-132	Movimento de navios no Porto de Santos	9-433
Quadro 9.5-133	Movimentação de carga pelo Porto de Santos (t x 106)	9-435
Quadro 9.5-134	Movimentação de contêineres pelo Porto de Santos (unidades)	9-435
Quadro 9.5-135	Natureza da carga movimentada pelo Porto de Santos em 2007 (t)	9-436
Quadro 9.5-136	Evolução da movimentação de carga no Porto de Santos, segundo a natureza (t)	9-437
Quadro 9.5-137	Principais cargas movimentadas em exportações pelo Porto de Santos (t x 106)	9-437
Quadro 9.5-138	Principais cargas movimentadas em importações pelo Porto de Santos (t x 106).....	9-438
Quadro 9.5-139	População residente na AID, número de domicílios e renda média	9-440
Quadro 9.5-140	População residente nas comunidades de pesca, ligadas ou não à atividade número de domicílios e renda média	9-452

Quadro 9.5-141 Principais espécies capturadas na área de interesse comercial para a pesca artesanal e atividade de coleta realizada no Estuário.....	9-455
Quadro 9.5-142 Outros sambaquis registrados na Baixada Santista	9-493
Quadro 9.6-1 Unidades de Relevô na AID/ADA	9-500
Quadro 9.6-2 Unidades Geológicas na AID/ADA.....	9-500
Quadro 9.6-3 Unidades Geotécnicas na AID/ADA.....	9-501
Quadro 9.6-4 Classificação da Fragilidade Natural das Unidades Homogêneas do Meio Físico na AID e ADA.....	9-503
Quadro 9.6-5 Unidades do Meio Biótico consideradas na AID/ADA.....	9-506
Quadro 9.6-6 Classificação da Fragilidade das Unidades Homogêneas do Meio Biótico Relativo ao Contexto da AID e ADA	9-507
Quadro 9.6-7 Vegetação ocorrente na ADA	9-508
Quadro 9.6-8 Unidades Homogêneas do Meio Socioeconômico na ADA e AID.....	9-511
Quadro 9.6-9 Classificação da Fragilidade das Unidades Homogêneas do Meio Antrópico – AID	9-512
Quadro 9.6-10 Classificação da Fragilidade Natural das Unidades de Paisagem na AID e ADA.....	9-515

FOTOS

Foto 9.5-1 Travessia Santos – Guarujá.....	9-422
Foto 9.5-2 Travessia Santos – Guarujá.....	9-422
Foto 9.5-3 Travessia de passageiros Santos – Vicente de Carvalho	9-422
Foto 9.5-4 Travessia de passageiros Santos – Vicente de Carvalho	9-422
Foto 9.5-5 Vista aérea do Porto de Santos	9-432
Foto 9.5-6 Vista parcial do Sítio Conceiçãozinha.....	9-443
Foto 9.5-7 Vista parcial do Sítio Conceiçãozinha.....	9-445
Foto 9.5-8 Vista parcial de Santa Cruz dos Navegantes.....	9-446
Foto 9.5-9 Vista do atracadouro de barcas em Santa Cruz dos Navegantes	9-446
Foto 9.5-10 Vista parcial da Ilha Diana.....	9-447
Foto 9.5-11 Vista parcial da Ilha Diana.....	9-447
Foto 9.5-12 Vista parcial de Monte Cabrão	9-448
Foto 9.5-13 Vista parcial de Monte Cabrão	9-449
Foto 9.5-14 Vista parcial da Vila dos Pescadores.....	9-449
Foto 9.5-15 Vista parcial da Vila dos Pescadores.....	9-450
Foto 9.5-16 Vista parcial do Sítio Cachoeira	9-451
Foto 9.5-17 Vista parcial do Sítio Cachoeira	9-451
Foto 9.5-18 Cruzamento em níveis com ramais ferroviários.....	9-466
Foto 9.5-19 Alça de acesso ao Porto (Alemoa) a partir da Rodovia Anchieta. Duas faias de rolamento e velocidade regulamentar de 40 km/h.....	9-466
Foto 9.5-20 Final da alça de acesso ao Porto. Final do Trecho sob concessão da Ecovias.....	9-466
Foto 9.5-21 Rotatória da Alemoa. Pavimento em paralelepípedo	9-466
Foto 9.5-22 Avenida Engenheiro Augusto Barata (reta da Alemoa)	9-466
Foto 9.5-23 Trecho da Avenida Engenheiro Augusto Barata, junto aos terminais de carga geral do Sabóó	9-466
Foto 9.5-24 Final do trecho Alemoa – Sabóó, junto à divisa da antiga Rede Ferroviária Federal, atual pátio ferroviário da Codesp. Cruzamento em níveis com ramais ferroviários	9-467
Foto 9.5-25 Trecho da Avenida Xavier da Silveira. Região central de Santos. À esquerda estação de trem do Valongo. À direita armazéns integrantes de área de revitalização	9-467
Foto 9.5-26 Vista Aérea da Avenida Xavier da Silveira, região central de Santos. Ramais ferroviários entre a avenida e o cais	9-467
Foto 9.5-27 Trecho da Avenida Xavier da Silveira que se encontra em obras (Avenida Perimetral)	9-468

Foto 9.5-28	Final do Trecho Saboó-Paquetá. Cruzamento semaforizado com a Rua General Câmara	9-468
Foto 9.5-29	Avenida Eduardo Guinle, entre os terminais na regiões de Outeirinhos.....	9-468
Foto 9.5-30	Avenida Eduardo Guinle, entre os terminais na regiões de Outeirinhos.....	9-468
Foto 9.5-31	Região próxima ao Terminal Turístico de Passageiros (Concais). Presença de ônibus urbano de passageiros (Concais). Presença de trem de carga (Concais)	9-468
Foto 9.5-32	Região próxima à Codesp.....	9-468
Foto 9.5-33	Região próxima à Marinha do Brasil	9-469
Foto 9.5-34	Cruzamento em nível com ferrovia.....	9-469
Foto 9.5-35	Aspecto do tráfego na SP-055 próximo do acesso à Rua do Adubo	9-471
Foto 9.5-36	Cruzamento da Avenida Santos Dumont com a Rua do Adubo.....	9-471
Foto 9.5-37	Terminal de Granéis Líquidos da Alemoa (Tegla).....	9-473
Foto 9.5-38	Rotatória da Alemoa: cruzamentos de dutos com o sistema viário	9-474
Foto 9.5-39	Bairro da Alemoa: cruzamentos de dutos com o sistema viário	9-474
Foto 9.5-40	Entrada da área com identificação da empresa e instruções de segurança.....	9-475
Foto 9.5-41	Entrada da área com identificação da empresa e instruções de segurança.....	9-475
Foto 9.5-42	Atividades de vigilância na área	9-476
Foto 9.5-43	Atividades de vigilância na área	9-476
Foto 9.5-44	Recolhimento de chorume e vista para a área lateral do terreno lindeira ao estuário	9-476
Foto 9.5-45	Recolhimento de chorume e vista para a área lateral do terreno lindeira ao estuário	9-476
Foto 9.5-46	Lado sul da área lindeira ao estuário e limite sul vendo-se ao fundo o Rio Saboó	9-476
Foto 9.5-47	Lado sul da área lindeira ao estuário e limite sul vendo-se ao fundo o Rio Saboó	9-476
Foto 9.5-48	Avenida Engenheiro Augusto Barata em frente ao empreendimento vendo-se a atividade de armazenagem de granéis líquido	9-477
Foto 9.5-49	Avenida Engenheiro Augusto Barata em frente ao empreendimento vendo-se a atividade de armazenagem de granéis líquido	9-477
Foto 9.5-50	Imagem da área lindeira à Avenida Engenheiro Augusto Barata, vendo-se ao fundo a rede de dutos... ..	9-478
Foto 9.5-51	Vista da Área do Empreendimento	9-497
Foto 9.5-52	Idem. Ao fundo a Avenida Engenheiro Augusto Barata	9-497
Foto 9.5-53	Acesso ao interior da área.....	9-497
Foto 9.5-54	Detalhe do chorume decorrente do antigo lixão existente na área	9-497
Foto 9.5-55	Detalhes da vegetação existente no interior da área de estudo.....	9-497
Foto 9.5-56	Detalhes da vegetação existente no interior da área de estudo.....	9-497
Foto 9.5-57	Em primeiro plano o Estuário de Santos, ao fundo a área do empreendimento, vista a partir do antigo pier existente	9-498
Foto 9.5-58	Em primeiro plano o Estuário de Santos, ao fundo a área do empreendimento, vista a partir do antigo pier existente	9-498

VOLUME 4

CAPÍTULOS

10 IDENTIFICAÇÃO E AVALIAÇÃO DE IMPACTOS AMBIENTAIS E PROPOSIÇÃO DE MEDIDAS DE MITIGAÇÃO E COMPENSAÇÃO.....	10-1
10.1 METODOLOGIA	10-1
10.1.1 Premissas consideradas.....	10-2
10.1.2 Encaminhamentos para identificação de impactos.....	10-2
10.1.3 Caracterização dos impactos	10-6
10.1.4 Avaliação dos impactos e proposição de medidas.....	10-8

10.2	IMPACTOS RELACIONADOS AO MEIO FÍSICO	10-13
10.2.1	Impactos da fase de construção	10-13
10.2.2	Impactos da fase de operação	10-25
10.2.3	Impactos da fase de desativação do empreendimento	10-32
10.3	IMPACTOS DO MEIO BIÓTICO.....	10-33
10.3.1	Impactos sobre a flora	10-33
10.3.2	Impactos relativos à fauna terrestre	10-37
10.3.3	Impactos sobre a comunidade aquática	10-43
10.4	IMPACTOS NO MEIO SOCIOECONÔMICO E CULTURAL	10-45
10.4.1	Impactos da etapa de planejamento	10-45
10.4.2	Impactos da etapa de construção.....	10-47
10.4.3	Impactos da etapa de operação	10-51
10.4.4	Impactos da etapa de desativação.....	10-65
11	COMPENSAÇÃO AMBIENTAL.....	11-1
11.1	INTRODUÇÃO	11-1
11.2	PRINCIPAIS UNIDADES DE CONSERVAÇÃO	11-2
11.2.1	Informações sobre as Unidades de Conservação de Proteção Integral	11-4
11.3	CRITÉRIOS ADOTADOS NA ELABORAÇÃO DAS PROPOSTAS DE ALOCAÇÃO DE RECURSOS DE COMPENSAÇÃO AMBIENTAL	11-6
11.3.1	Propostas preliminares de alocação de recursos.....	11-8
12	PROGRAMAS AMBIENTAIS	12-1
12.1	PLANO DE GESTÃO AMBIENTAL	12-1
12.1.1	Apresentação e justificativa	12-1
12.1.2	Objetivos	12-2
12.1.3	Metas	12-2
12.1.4	Metodologia e descrição do programa.....	12-3
12.1.5	Aspectos ambientais.....	12-4
12.1.6	Público-alvo.....	12-5
12.1.7	Recursos materiais e humanos	12-5
12.1.8	Atendimento a requisitos legais e institucionais.....	12-6
12.1.9	Inter-relação com outros programas	12-7
12.1.10	Etapa do empreendimento	12-7
12.1.11	Cronograma de execução.....	12-7
12.1.12	Responsável pela implementação do programa	12-9
12.1.13	Sistemas de registro	12-10
12.2	PROGRAMA DE AUDITORIA AMBIENTAL	12-11
12.2.1	Apresentação e justificativa	12-11
12.2.2	Objetivos	12-11
12.2.3	Metas	12-11
12.2.4	Metodologia, procedimentos e descrição do programa.....	12-11
12.2.5	Público-alvo.....	12-14
12.2.6	Recursos materiais e humanos	12-14
12.2.7	Atendimento a requisitos legais e institucionais.....	12-14
12.2.8	Interação com outros planos e programas ambientais	12-14
12.2.9	Etapa do empreendimento.....	12-14
12.2.10	Cronograma de implantação.....	12-14

12.2.11 Sistema de registro	12-14
12.3 PROGRAMA DE COMUNICAÇÃO SOCIAL	12-16
12.3.1 Apresentação e justificativa	12-16
12.3.2 Objetivos	12-16
12.3.3 Metas	12-16
12.3.4 Metodologia e procedimentos.....	12-16
12.3.5 Recursos materiais e humanos	12-18
12.3.6 Atendimento aos requisitos legais.....	12-18
12.3.7 Inter-relação com outros programas.....	12-18
12.3.8 Etapa do empreendimento.....	12-18
12.3.9 Cronograma de execução	12-18
12.3.10 Responsabilidade pela implementação do programa	12-19
12.3.11 Sistema de registros (monitoramento)	12-19
12.4 PLANO DE CONTROLE AMBIENTAL DA CONSTRUÇÃO - PCA-C	12-20
12.4.1 Apresentação e justificativa	12-20
12.4.2 Objetivos	12-20
12.4.3 Metas	12-20
12.4.4 Metodologia, procedimentos e descrição do plano ambiental.....	12-20
12.4.5 Aspectos Ambientais	12-23
12.4.6 Público-alvo.....	12-24
12.4.7 Recursos materiais e humanos	12-25
12.4.8 Atendimento a requisitos legais e institucionais.....	12-25
12.4.9 Inter-relação com outros programas.....	12-25
12.4.10 Etapa do empreendimento	12-25
12.4.11 Cronograma de execução.....	12-25
12.4.12 Responsável pela implantação do programa	12-25
12.4.13 Sistema de registro	12-26
12.5 PROGRAMA DE GERENCIAMENTO DE RESÍDUOS SÓLIDOS.....	12-27
12.5.1 Apresentação e justificativa	12-27
12.5.2 Objetivos	12-27
12.5.3 Metas	12-27
12.5.4 Metodologia, procedimentos e descrição do programa.....	12-27
12.5.5 Público-alvo.....	12-28
12.5.6 Recursos materiais e humanos	12-28
12.5.7 Responsável pela implementação do programa.....	12-28
12.5.8 Interação com outros programas ambientais	12-28
12.5.9 Atendimento a requisitos legais e institucionais.....	12-29
12.5.10 Etapa do empreendimento e cronograma	12-30
12.5.11 Sistema de registro	12-30
12.6 PROGRAMA DE GERENCIAMENTO DE EFLUENTES.....	12-31
12.6.1 Apresentação e justificativa	12-31
12.6.2 Objetivos	12-31
12.6.3 Metas	12-31
12.6.4 Metodologia, procedimentos e descrição do programa.....	12-31
12.6.5 Público-alvo.....	12-31
12.6.6 Recursos materiais e humanos	12-31

12.6.7	Responsável pela implementação do programa.....	12-32
12.6.8	Interação com outros programas ambientais	12-32
12.6.9	Atendimento a requisitos legais e institucionais.....	12-32
12.6.10	Etapa do empreendimento e cronograma	12-32
12.7	PROGRAMA DE EDUCAÇÃO AMBIENTAL, SAÚDE E SEGURANÇA DOS TRABALHADORES.....	12-33
12.7.1	Apresentação e justificativa	12-33
12.7.2	Objetivos	12-33
12.7.3	Metas	12-33
12.7.4	Metodologia, procedimentos e descrição do programa.....	12-33
12.7.5	Público-alvo.....	12-34
12.7.6	Recursos materiais e humanos	12-34
12.7.7	Responsável pela implementação do programa.....	12-34
12.7.8	Interação com outros programas ambientais	12-34
12.7.9	Atendimento a requisitos legais e institucionais.....	12-34
12.7.10	Etapa do empreendimento e cronograma	12-36
12.8	PROGRAMA DE MITIGAÇÃO DAS INTERFERÊNCIAS NO SISTEMA VIÁRIO	12-37
12.8.1	Apresentação e justificativa	12-37
12.8.2	Objetivos	12-38
12.8.3	Metas	12-38
12.8.4	Metodologia e procedimentos.....	12-39
12.8.5	Recursos materiais e humanos	12-39
12.8.6	Etapa do empreendimento e cronograma.....	12-39
12.8.7	Cronograma de execução	12-39
12.8.8	Responsável pela implementação do programa.....	12-40
12.8.9	Público-alvo.....	12-40
12.8.10	Manuais de apoio	12-40
12.9	PROGRAMA DE CONTROLE E MONITORAMENTO DAS CONDIÇÕES DO MEIO BIÓTICO	12-41
12.9.1	Apresentação	12-41
12.9.2	Subprograma para a flora.....	12-41
12.9.3	Subprograma para a fauna terrestre	12-43
12.9.4	Subprograma para a fauna aquática	12-44
12.10	PROGRAMA DE ACOMPANHAMENTO DA SUPRESSÃO DE VEGETAÇÃO	12-46
12.10.1	Apresentação e justificativa.....	12-46
12.10.2	Objetivos.....	12-46
12.10.3	Metas.....	12-46
12.10.4	Metodologia, procedimentos e ações do programa	12-46
12.10.5	Aspectos ambientais.....	12-47
12.10.6	Público-Alvo.....	12-47
12.10.7	Interação com outros planos e programas.....	12-47
12.10.8	Atendimento aos requisitos legais e institucionais.....	12-48
12.10.9	Etapa do empreendimento	12-48
12.10.10	Cronograma de implantação.....	12-48
12.10.11	Sistema de registro.....	12-48
12.11	PROGRAMA DE CONTROLE E MONITORAMENTO DA QUALIDADE DAS ÁGUAS SUPERFICIAIS E SUBTERRÂNEAS	12-49
12.11.1	Apresentação e justificativa.....	12-49

12.11.2	Objetivos.....	12-49
12.11.3	Metas.....	12-49
12.11.4	Metodologia e descrição do programa	12-49
12.11.5	Aspectos ambientais.....	12-51
12.11.6	Público-alvo	12-51
12.11.7	Recursos materiais e humanos	12-51
12.11.8	Atendimento a requisitos legais e institucionais.....	12-52
12.11.9	Inter-relação com outros programas	12-52
12.11.10	Etapa do empreendimento	12-52
12.11.11	Cronograma de execução.....	12-52
12.11.12	Responsável pela implantação do programa.....	12-52
12.11.13	Sistema de registro.....	12-52
12.12	PROGRAMA DE ACOMPANHAMENTO DA DRAGAGEM	12-53
12.12.1	Apresentação e justificativa.....	12-53
12.12.2	Objetivos.....	12-53
12.12.3	Metas.....	12-53
12.12.4	Metodologia, procedimentos e descrição do programa	12-53
12.12.5	Aspectos ambientais.....	12-54
12.12.6	Público-alvo	12-54
12.12.7	Recursos materiais e humanos	12-54
12.12.8	Responsável pela implementação do programa	12-54
12.12.9	Interação com outros programas ambientais	12-54
12.12.10	Atendimento a requisitos legais e institucionais	12-54
12.12.11	Etapa do empreendimento e cronograma	12-55
12.12.12	Sistema de registro.....	12-55
12.13	PROGRAMA DE MONITORAMENTO ARQUEOLÓGICO E EDUCAÇÃO PATRIMONIAL.....	12-56
12.13.1	Apresentação e justificativa.....	12-56
12.13.2	Objetivos.....	12-56
12.13.3	Metas.....	12-56
12.13.4	Descrição das atividades do programa	12-57
12.13.5	Indicadores ambientais.....	12-59
12.13.6	Público-alvo	12-59
12.13.7	Recursos materiais e humanos	12-59
12.13.8	Atendimento a requisitos legais	12-59
12.13.9	Inter-relação com outros programas	12-59
12.13.10	Etapa do empreendimento	12-59
12.13.11	Cronograma de execução.....	12-60
12.13.12	Responsável pela implementação do programa	12-60
12.13.13	Sistema de registro.....	12-60
12.13.14	Referências bibliográficas	12-60
12.14	PROGRAMA DE VERIFICAÇÃO DO GERENCIAMENTO DA ÁGUA DE LASTRO DOS NAVIOS	12-61
12.14.1	Apresentação e justificativa.....	12-61
12.14.2	Objetivos.....	12-61
12.14.3	Metas.....	12-61
12.14.4	Metodologia, procedimentos e descrição do programa	12-62
12.14.5	Aspectos Ambientais.....	12-63

12.14.6 Público-alvo	12-64
12.14.7 Recursos materiais e humanos	12-64
12.14.8 Atendimento a requisitos legais e institucionais	12-64
12.14.9 Etapa do empreendimento	12-67
12.14.10 Cronograma.....	12-67
12.14.11 Sistema de registro.....	12-67
12.15 PROGRAMA DE GERENCIAMENTO DE RISCOS - PGR	12-68
12.15.1 Apresentação e justificativa.....	12-68
12.15.2 Objetivos.....	12-68
12.15.3 Metas.....	12-68
12.15.4 Público-alvo	12-68
12.15.5 Metodologia e descrição do programa	12-69
12.15.6 Inter-relação com outros programas e planos	12-78
12.15.7 Etapa do empreendimento	12-78
12.15.8 Cronograma de execução.....	12-78
12.15.9 Responsável pela implementação do programa	12-79
12.15.10 Sistema de registros	12-79
12.15.11 Bibliografia consultada	12-79
12.16 PLANO DE AÇÃO DE EMERGÊNCIA - PAE (FASE DE IMPLANTAÇÃO).....	12-80
12.16.1 Apresentação e justificativa.....	12-80
12.16.2 Objetivos.....	12-80
12.16.3 Metas.....	12-80
12.16.4 Público-alvo	12-81
12.16.5 Metodologia e descrição do plano	12-81
12.16.6 Inter-relação com outros programas e planos	12-90
12.16.7 Etapa do empreendimento	12-90
12.16.8 Cronograma de execução.....	12-90
12.16.9 Responsável pela implementação do plano	12-90
12.16.10 Sistema de registros	12-90
12.17 PLANO DE EMERGÊNCIA INDIVIDUAL - PEI	12-91
12.17.1 Apresentação e justificativa.....	12-91
12.17.2 Objetivos.....	12-91
12.17.3 Metas.....	12-91
12.17.4 Público-alvo	12-91
12.17.5 Metodologia e descrição do plano	12-92
12.17.6 Inter-relação com outros programas e planos	12-102
12.17.7 Etapa do empreendimento	12-103
12.17.8 Cronograma de execução.....	12-103
12.17.9 Responsável pela implementação do plano	12-103
12.17.10 Sistema de registros	12-103
12.18 PROGRAMA PARA PROCEDIMENTOS DE GERENCIAMENTO DOS RISCOS DE POLUIÇÃO	12-104
12.18.1 Apresentação e justificativa.....	12-104
12.18.2 Objetivos.....	12-104
12.18.3 Metas.....	12-104
12.18.4 Metodologia, procedimentos e descrição do programa	12-104
12.18.5 Público-alvo	12-106

12.18.6 Recursos materiais e humanos	12-106
12.18.7 Atendimento a requisitos legais e institucionais	12-106
12.18.8 Interação com outros planos e programas ambientais	12-106
12.18.9 Etapa do empreendimento	12-106
12.18.10 Cronograma de implantação	12-106
12.18.11 Sistema de registro	12-106
12.19 PROGRAMA DE COMPENSAÇÃO FLORESTAL	12-107
12.19.1 Apresentação e justificativa	12-107
12.19.2 Objetivos	12-107
12.19.3 Metas	12-107
12.19.4 Metodologia e procedimentos	12-107
12.19.5 Indicadores ambientais	12-108
12.19.6 Recursos materiais e humanos	12-108
12.19.7 Atendimento a requisitos legais	12-108
12.19.8 Inter-relação com outros programas	12-108
12.19.9 Etapa do empreendimento	12-109
12.19.10 Cronograma de execução	12-109
12.19.11 Responsável pela implementação do programa	12-109
12.19.12 Público-alvo	12-109
12.19.13 Sistemas de registro	12-109
12.20 PROGRAMA DE CONTROLE AMBIENTAL DA OPERAÇÃO - PCA-O	12-110
12.20.1 Apresentação e justificativa	12-110
12.20.2 Objetivos	12-110
12.20.3 Metas	12-110
12.20.4 Metodologia, procedimentos e descrição do plano ambiental	12-110
12.20.5 Aspectos Ambientais	12-113
12.20.6 Público-alvo	12-113
12.20.7 Recursos materiais e humanos	12-113
12.20.8 Atendimento a requisitos legais e institucionais	12-113
12.20.9 Inter-relação com outros programas	12-113
12.20.10 Etapa do empreendimento	12-113
12.20.11 Cronograma de execução	12-113
12.20.12 Responsável pela implantação do programa	12-113
12.20.13 Sistema de registro	12-114
13 CENÁRIOS	13-1
13.1 CENÁRIO SEM A IMPLANTAÇÃO DO EMPREENDIMENTO	13-1
13.2 CENÁRIO COM A IMPLANTAÇÃO DO EMPREENDIMENTO	13-2
14 CONCLUSÕES	14-1
15 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	15-1
16 GLOSSÁRIO	16-1
FIGURAS	
10.4-1 Interseção para a Fase 1 (canalizada)	10-57
10.4-2 Interseção tipo canalizada atenderá à demanda durante a Fase 1	10-58
10.4-3 Análise de capacidade das vias de acesso ao Porto de Santos - Situação atual sem as viagens geradas pelo Terminal BTP	10-59

10.4-4	Análise de capacidade do trecho de Serra da Rodovia Anchieta - Situação futura (2012) com as viagens geradas pelo Terminal BTP (Fase 1)	10-60
10.4-5	Interseção para a Fase 2 (interconexão)	10-61
10.4-6	Interseção tipo interconexão atenderá à demanda durante a Fase 2.....	10-62
10.4-7	Análise de capacidade do trecho de Serra da Rodovia Anchieta - Situação futura (a partir de 2015) com as viagens totais geradas pelo Terminal BTP (Fase 2)	10-63
12.8-1	Trevo de acesso ao Terminal BTP - Fase 01 até 2015.....	12-37
12.8-2	Possível implantação de viaduto - cruzamento em desnível - a partir de 2015 caso a extensão da perimetral não atenda ao Terminal.....	12-38
12.15-1	Ciclo do gerenciamento de riscos.....	12-76
12.16-1	Estrutura organizacional para atendimento à emergência	12-87

QUADROS

10.1-1	Matriz de interação	10-4
10.1-2	Síntese de avaliação de impactos ambientais	10-9
10.2-1	Limites máximos de ruídos - NBR 10.151	10-25
10.3-1	Cobertura vegetal e uso do solo na ADA	10-33
10.4-1	Estimativa de arrecadação de impostos na etapa de operação	10-53
10.4-2	Movimento anual de cargas do Porto de Santos (em toneladas).....	10-56
10.4-3	Previsão de movimentação anual de contêineres no Porto de Santos (em milhões de toneladas)	10-56
11.2-1	Principais Unidades de Conservação próximas a BTP.....	11-3
11.2-2	Unidades de Conservação - Aspectos básicos	11-6
11.3-1	Prioridades de aplicação da verba de Compensação Ambiental	11-7
11.3-2	Propostas preliminares de aplicação da verba de Compensação Ambiental - BTP.....	11-9
12.1-1	Aspectos ambientais objeto de verificação	12-4
12.1-2	Relação de procedimentos BTP de Segurança, Meio Ambiente e Saúde Ocupacional	12-6
12.1-3	Relação de instruções BTP de segurança, saúde e meio ambiente.....	12-7
12.4-1	Aspectos ambientais relevantes na construção	12-24
12.11-1	Plano de monitoramento da qualidade das águas e efluentes.....	12-51
12.15-1	Atribuições e responsabilidades básicas	12-77

VOLUME 5

ANEXOS

- 1 - Termo de Referência
- 2 - TCPAC
- 3 - Contrato de Arrendamento
- 4 - Estudos Realizados na Área
 - 4.1 - Resultados de Análises Químicas
 - 4.1.1 - Metais Solo
 - 4.1.2 - Solo VOC
 - 4.1.3 - Solo SVOC
 - 4.1.4 - Solo Pesticidas
 - 4.1.5 - Metais AS
 - 4.1.6 - AS VOC
 - 4.1.7 - AS SVOC
 - 4.1.8 - AS Pesticidas

4.2 - Concentração de Poluentes

4.3 - Modelagem Matemática

VOLUME 6

ANEXOS

5 - Estudo Conceitual para a Remediação

6 - Planta Planialtimétrica Cadastral

7 - Normas BTP

8 - Ficha de Informações de Segurança - Álcool Etílico

9 - Relatório de Amostragem de Qualidade do Ar (Partículas Totais em Suspensão)

10 - Certificado de Calibração - CHROMPACK

11 - Anexo fotográfico - Ruído e Vibração

12 - Resultados dos Primeiros Estudos Geotécnicos do Empreendimento BTP - A. H. Teixeira

13 - Localização dos Pontos de Coleta de Sedimentos

14 - Dossiê Fotográfico dos Procedimentos Adotados para todas as Coletas de Sedimento

15 - Pontos Amostrais para a Coleta de Sedimentos

16 - Protocolo de Preservação e Armazenamento das Amostras

VOLUME 7

ANEXOS

17 - Laudos Analíticos de todas as Análises Físico-Químicas

18 - Laudos Contendo os Resultados do Teste de Toxicidade Aguda com o Organismo *Leptocheirus plumulosus*

19 - Modelagens: Hidrodinâmica e de Sedimentos

19.1 - Parte I - Caracterização Meteo-Oceanográfica

19.2 - Parte II - Modelagem Numérica da Hidrodinâmica e Efeitos da Implantação do Terminal na Circulação Local

19.3 - Parte III - Modelagem Numérica do Balanço de Sedimentos após a Implantação do Terminal

20 - Fórmulas Utilizadas para o Cálculo de Parâmetros Fitossociológicos

21 - Lista de espécies Vegetais Encontradas na ADA

22 - Registro Fotográfico de Algumas das Espécies Vegetais Presentes na ADA

23 - Mamíferos Não-Voadores Autóctones Observados nas Florestas de Planície Litorânea e Manguezais

24 - Relatório do Instituto de Pesca - Comunidades Tradicionais de Pescadores e Catadores de Caranguejo

25 - Parecer Técnico - IPHAN

26 - Diagnóstico Preliminar da Fauna Aquática - Organismos Planctônicos

VOLUME 8

DOCUMENTAÇÃO

Assinatura dos Representantes da Equipe Técnica Responsáveis pelos Estudos Apresentados no EIA

Certidão de Uso do Solo

Exame Técnico da Prefeitura Municipal de Santos

Parecer Técnico - IPHAN

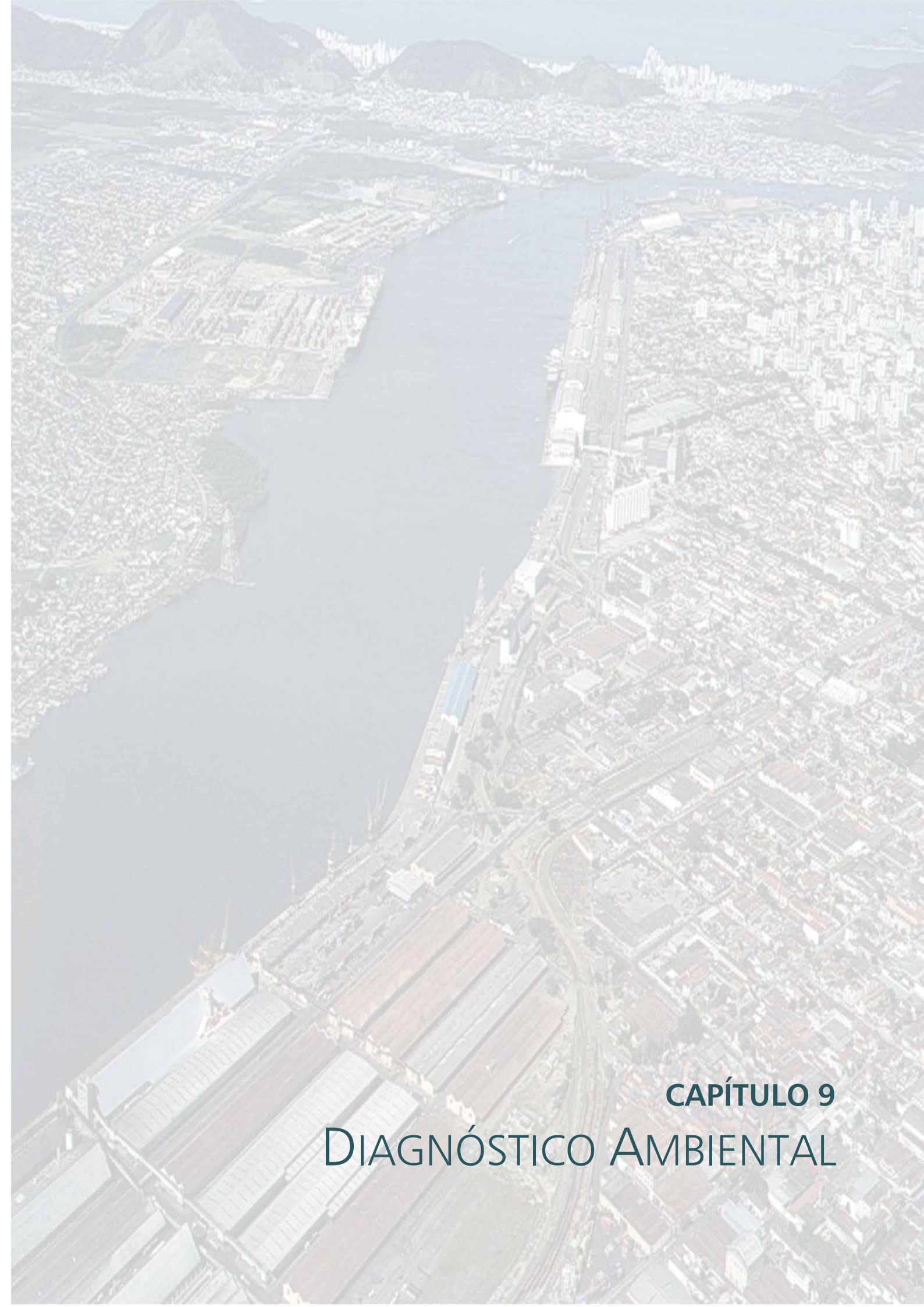
Cadastro Federal IBAMA

Certidão Negativa de Débitos Ambientais

Contrato de Arrendamento com a Codesp

Manifestação da Capitania dos Portos

Anotação de Responsabilidade Técnica (ART) dos Representantes Responsáveis pelos Estudos



CAPÍTULO 9
DIAGNÓSTICO AMBIENTAL

9 DIAGNÓSTICO AMBIENTAL

9.1 INTRODUÇÃO

O presente **Volume 2** do EIA referente ao Terminal Portuário BTP inaugura a apresentação do Diagnóstico Ambiental, voltado à caracterização das áreas de influência do empreendimento previamente à implantação do mesmo, considerando os meios físico, biótico e socioeconômico. Os estudos referentes aos dois primeiros meios (físico e biótico) estão contidos no presente volume e sua apresentação está precedida pela definição das áreas de estudo e de influência como base para a elaboração do Diagnóstico Ambiental. Os estudos alusivos ao diagnóstico do meio socioeconômico cultural estão consignados no **Volume 3**.

O diagnóstico ambiental das áreas de influência do empreendimento, que se referem, conforme **Sánchez** (2006) dos "Levantamentos acerca de alguns componentes e processos selecionados do meio ambiente que podem ser afetados pela proposta (projeto) em análise". Esses levantamentos têm foco em componentes e processos selecionados os quais podem ser afetados pelo projeto em estudo, procedendo-se à coleta e organização de informação, considerando a compilação daquelas existentes e produção de novas informações, necessárias para desenvolvimento dos denominados "Estudos de Base", ou seja, o Diagnóstico Ambiental.

Basicamente as funções dos estudos de base de um **Diagnóstico Ambiental**, conforme Sánchez (op. cit.), são:

- Fornecer informações necessárias para identificação e previsão dos impactos, e para sua posterior avaliação;
- Contribuir para a definição de programas de gestão ambiental (medidas mitigadoras, compensatórias, programas de monitoramento e demais componentes de um plano de gestão ambiental integrante de um EIA).
- Estabelecer uma base de dados para futura comparação com a real situação, em caso de implementação do projeto.

Como ocorre tradicionalmente, num Estudo de Impacto Ambiental, serão abordados os componentes mais relevantes relativos aos meios físico, biótico e socioeconômico como qualidade do ar, recursos hídricos, geotecnia, qualidade dos sedimentos do canal, ecossistemas terrestres e aquáticos, áreas protegidas, uso e ocupação do solo, infra-estrutura de transportes, perfil setorial das atividades produtivas, saneamento, entre outras.

Esses levantamentos foram desenvolvidos para as denominadas "áreas de estudos" definidas para o empreendimento, o que combinado com a avaliação de impactos apresentada no **Volume 4 do presente EIA** mais à frente no **Capítulo 10** permitiu a identificação das "áreas de influência do empreendimento".

9.2 DEFINIÇÃO DAS ÁREAS DE ESTUDO E DE INFLUÊNCIA

9.2.1 CRITÉRIOS GERAIS

A definição das áreas de estudo para o presente EIA, tanto local quanto municipal e regional e que subsidiou a demarcação das áreas de influência do empreendimento – o que somente foi validado após a avaliação dos impactos –, foi desenvolvida tendo-se como pressupostos:

- **A Natureza do Empreendimento:** trata-se de uma obra a ser implantada em zona portuária ambientalmente alterada, com parcela do terreno sobre aterro em mangue degradado no estuário santista e uma maior parcela sobre área objeto de remediação (antigo “lixão” da Alemoa), sendo a descontaminação local premissa fundamental para a implantação do empreendimento.
- **As Características do Empreendimento:** a construção do terminal portuário em área geotecnicaamente frágil, em remediação e recuperação, ações estas que deverão reabilitar a área para o uso futuro proposto, obedecerá critérios construtivos e procedimentos operacionais ultra modernos, com utilização de tecnologia internacional e atendendo procedimentos e normas técnicas brasileiras (ABNT, outras). Como se trata de pólo gerador de tráfego, está associada à implantação do Terminal a adequação do sistema viário, com implantação de viaduto ou rotatória na Avenida Engenheiro Augusto Barata, sendo esta intervenção incorporada nos limites da área a ser estudada como área diretamente afetada.
- **A Identificação Preliminar dos Impactos:** o empreendimento foi considerado, previamente, em seus aspectos potencialmente causadores de impactos diretos e indiretos sobre os componentes ambientais dos meios físico, biótico e socioeconômico, em seu entorno próximo e na região de inserção, conhecidos por meio das diferentes áreas de estudo.
- **A Interveniência com Aspectos Legais ou com Planos e Projetos Colocalizados:** o conhecimento prévio desses aspectos também condicionou a abrangência da área de estudo tendo-se em conta a existência de possíveis interações ou incompatibilidades, e possíveis alterações de projeto em função disso.
- **A pertinência das abordagens:** somente foram abordados e/ou aprofundados os aspectos considerados pertinentes e relevantes ao empreendimento e região ou local afetados, evitando-se levantamentos extensos e desnecessários aos objetivos do EIA.

A partir dessas considerações, pode-se delinear, preliminarmente, as áreas de influência do empreendimento, como hipótese a ser verificada quando da previsão e avaliação dos impactos, o que, de fato, se consolidou posteriormente.

9.2.2 DEFINIÇÃO DAS ÁREAS DE ESTUDO

As áreas definidas como Áreas de Estudo correspondem aos diferentes espaços territoriais a serem caracterizadas no desenvolvimento de diagnósticos regionais e locais, possibilitando a identificação e previsão dos possíveis impactos ambientais em cada meio, apresentados sinteticamente a seguir e abordados com detalhe ao longo do capítulo Diagnóstico Ambiental. As áreas de interesse que serviram como ponto de partida para os estudos são:

- **Meio Físico:** regionalmente, foi considerada parcialmente a UGRHI 7 – Baixada Santista, enfocando-se parte da planície costeira e o sistema estuarino de Santos, seus canais e sub-bacias hidrográficas, tendo como limite os tombos de maré situados no canal de Bertioiga e no Rio Casqueiro. Na escala local, foi considerada a área a ser remediada (relativa ao antigo “lixão” da Alemoa) e área de entorno drenada pela sub-bacia do Rio Saboó, além da área de mangue a ser aterrada.
- **Meio Biótico:** foram considerados os ecossistemas terrestres e aquáticos existentes na região, com ênfase nos manguezais, áreas protegidas (mangues, APPs) e áreas sensíveis, como os ninhais presentes na ADA.
- **Meio Socioeconômico e Aspectos Arqueológicos e Histórico-Culturais:** na abrangência da área de influência indireta e de influência regional foram considerados os municípios de Santos, Guarujá, São Vicente e Cubatão. Foram estudados, também, outros Estados Brasileiros considerados na hinterlândia do Porto de Santos: São Paulo, Minas Gerais, Goiás, Mato Grosso do Sul e Mato Grosso. No recorte da AID foi considerada toda a área portuária do Município de Santos, suas especificidades e inter-relações quanto ao zoneamento urbano e plano diretor, áreas protegidas, patrimônio arqueológico e bens tombados, mão-de-obra, vias públicas a serem afetadas e possíveis áreas utilizadas para as obras.

9.2.3 IDENTIFICAÇÃO DAS ÁREAS DE INFLUÊNCIA

É relevante destacar que, embora esteja sendo utilizado o conceito de que a área de influência do empreendimento é aquela em que se detectam os impactos dele decorrentes, e sendo assim ela não poderia ser estabelecida previamente aos estudos, não se verificou que as áreas geográficas estabelecidas como AIR, AII, AID e ADA reflitam, em sua totalidade e abrangência, uma efetiva ocorrência espacial de impactos certos ou potenciais do empreendimento nessas abrangências. Ou seja, com a Avaliação de Impactos realizada no presente EIA e apresentada no **Volume 4**, adiante, pode se observar que o universo de manifestação de cada impacto é único e não necessariamente tem lugar no que está designado de forma homogênea na faixa apresentada. Assim, pode-se observar que há impactos indiretos, por exemplo, que ocorrem na ADA ou AID, e não necessariamente no que se convencionou, tradicionalmente, como AII (conceitualmente, Área de Influência Indireta).

De acordo com os parâmetros ambientais analisados, referentes às características e natureza do empreendimento, e considerando os impactos associados a cada etapa de sua implementação, identificou-se diferentes áreas de influência envolvendo as etapas de construção e de operação do empreendimento.

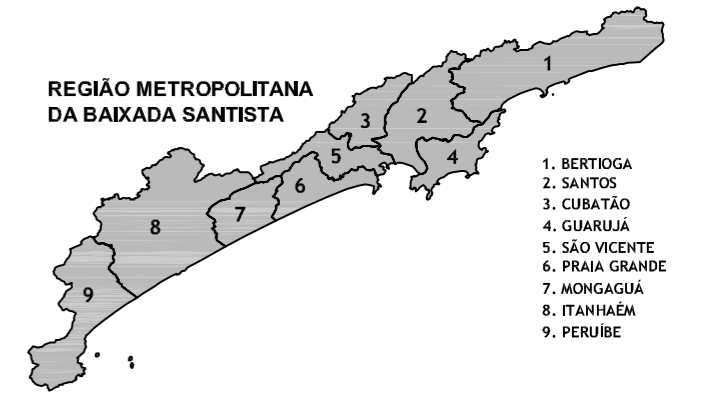
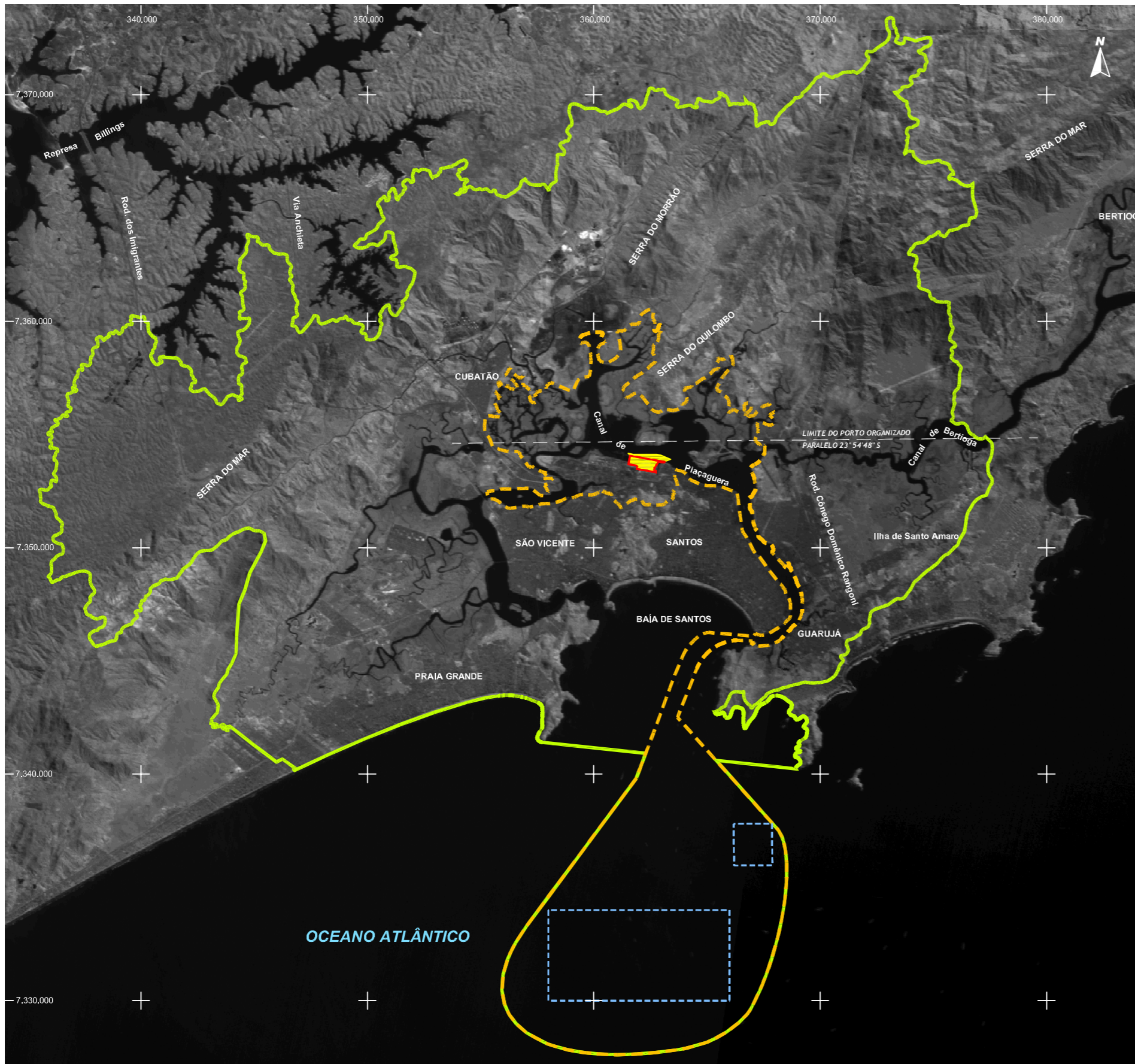
Na etapa da **Construção** do empreendimento, identificam-se **três** áreas de influência. A seguir generalizadas:

- **Área de Influência Indireta – AII:** área representada hipoteticamente pelo território dos municípios de Santos, Guarujá, São Vicente e Cubatão, em que poderão ocorrer impactos indiretos no meio socioeconômico, decorrentes de atividades relacionadas à construção do empreendimento, principalmente em relação ao uso do sistema viário, aquisição de bens de consumo e produtos de apoio à obra e circulação de trabalhadores durante o período construtivo. Nesse sentido, a grande maioria dos impactos verificados na AII mostra possuir caráter temporário e pode abranger – ou não – os quatro municípios.
- **Área de Influência Direta – AID:** definida como a área do Porto Organizado de Santos, acrescido de uma área envoltória de 500 metros para os impactos do meio socioeconômico. Para os impactos do meio físico, a AID corresponde à bacia do Rio Cubatão e que se encontra sob influência do regime de marés, incluindo os canais formadores e trechos finais dos rios afluentes ao Estuário de Santos, sujeitos à influência de marés. Também é incluída a Baía de Santos, tanto pela possibilidade de dispersão de eventuais poluentes para a baía, através do canal do Porto, como pelo aumento do tráfego de navios. Para o meio biótico a AID considera a bacia do Rio Saboó ou Lenheiros, na região insular de Santos, e o complexo estuarino de Santos.
- **Área Diretamente Afetada – ADA:** corresponde à área de intervenção do empreendimento, delimitada grosso modo pela margem esquerda do Rio Saboó, pela Avenida Eng^o Augusto Barata e pelo Estuário de Santos, e inclui as áreas de apoio (depósito de material excedente-DME, áreas de empréstimo, pedreiras, e acesso rodoviário a ser construído).

Com a **Operação** do empreendimento, verificou-se – para os aspectos do meio socioeconômico –, o envolvimento de componentes presentes em outras duas diferentes áreas de influência, além das anteriores:

- **Área de Influência Difusa – AI Difusa:** área relacionada à circulação de embarcações em águas nacionais e oriundas de outros continentes, tendo em vista as relações de comércio internacional.
- **Área de Influência Regional – AIR:** área representada hipoteticamente pelos estados de: São Paulo, Minas Gerais, Goiás, Mato Grosso do Sul e Mato Grosso que compõem a hinterlândia primária do Porto de Santos, segundo o IPEA, compondo o conjunto de meso e micro regiões definidas pela IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística que compõem os Estados mencionados.

Os **Desenhos 9.2-1** e **9.2-2**, a seguir, apresentam as áreas de influência passíveis de cartografiação.



- Área de Influência Indireta - AII
- - - Área de Influência Direta - AID
- Área Diretamente Afetada - ADA
- - - Polígonos de Disposição Oceânica
- ▭ Área do Empreendimento



Projeção - UTM / Datum Horizontal: SAD-69

Sistema Orbital CBERS-2, banda 5 (pancromática), set/2006
 IBGE- Folhas Santos e Riacho Grande, 1:50.000, 1984
 IBGE- Matilha municipal digital, 2005
 IGG- Folha Bertioega, 1:50.000, 1971
 LPC- Brasil Terminal Portuário S/A- Arranjo Geral - Fases 1 e 2, 1:2.500, 2008

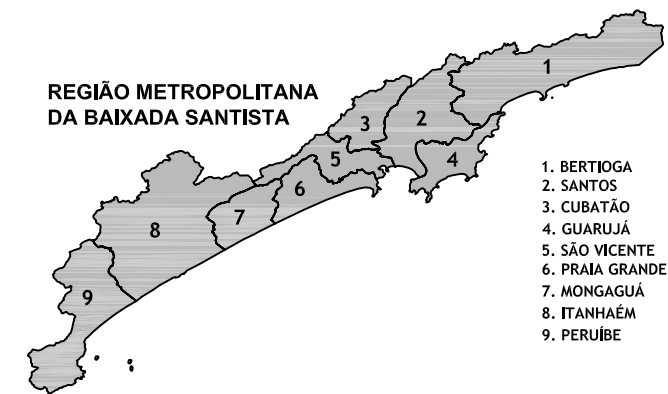
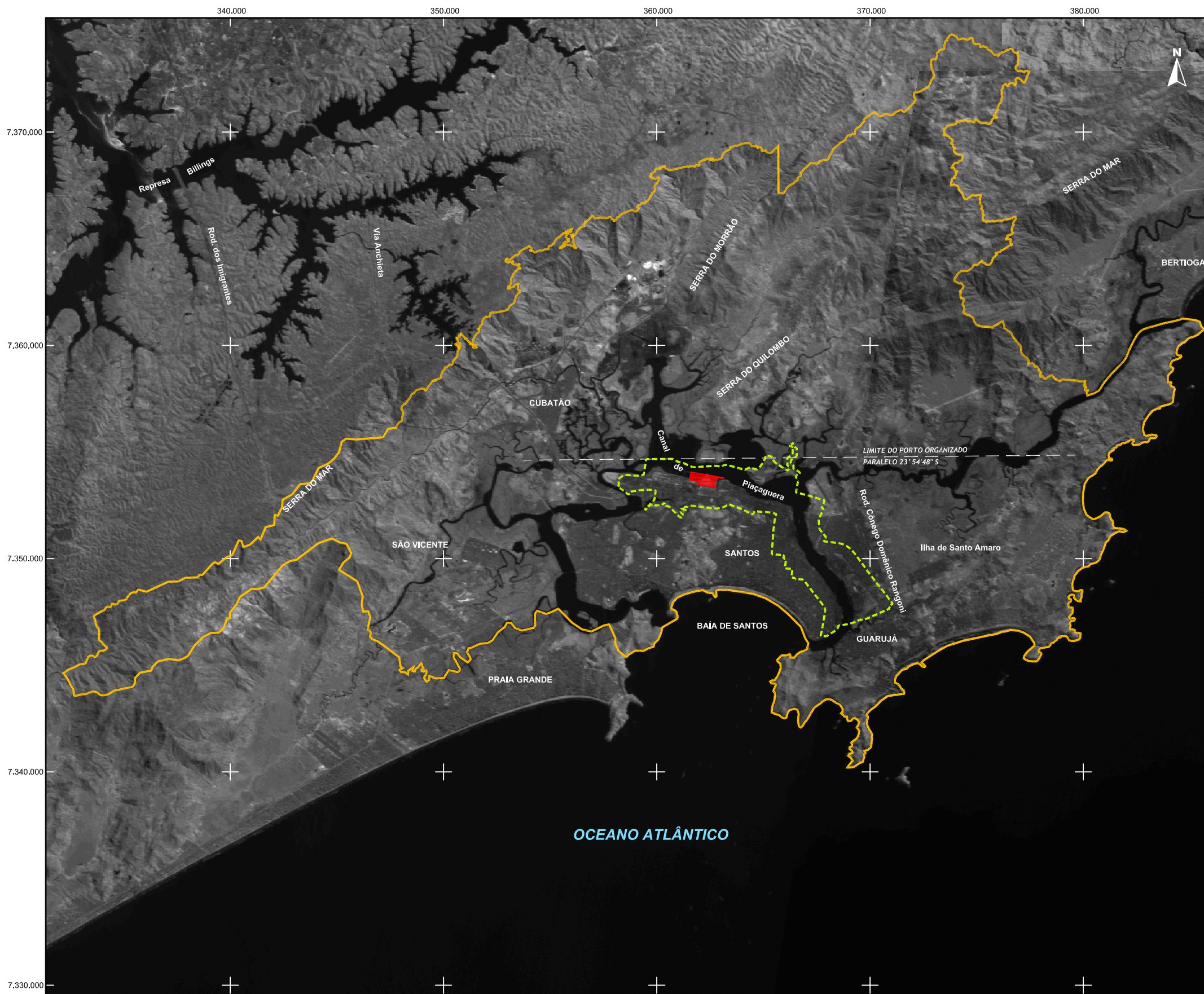


BRASIL TERMINAL PORTUÁRIO
 ESTUDO DE IMPACTO AMBIENTAL - EIA

ASSUNTO
ÁREAS DE INFLUÊNCIA - MEIOS FÍSICO E BIÓTICO

ESCALA	1:200.000	DATA	JULHO/2008	DESENHO	9.2-1
--------	-----------	------	------------	---------	--------------





- Área de Influência Indireta - AII
- - - Área de Influência Direta - AID
- Área Diretamente Afetada - ADA



Projeção - UTM / Datum Horizontal: SAD-69
 Sistema Orbital CBERS-2, banda 5 (pancromática), set/2006
 IBGE- Folhas Santos e Riacho Grande, 1:50.000, 1984
 IBGE- Malha municipal digital, 2005
 IGG- Folha Bertiooga, 1:50.000, 1971
 LPC- Brasil Terminal Portuário S/A- Arranjo Geral - Fases 1 e 2, 1:2.500, 2008



BRASIL TERMINAL PORTUÁRIO
 ESTUDO DE IMPACTO AMBIENTAL - EIA

ASSUNTO
ÁREAS DE INFLUÊNCIA - MEIO SOCIOECONÔMICO

ESCALA	1:200.000	DATA	JULHO/2008	DESENHO	9.2-2
--------	-----------	------	------------	---------	-------



9.3 DIAGNÓSTICO MEIO FÍSICO

9.3.1 QUALIDADE DO AR

A determinação sistemática da qualidade do ar é feita, por questões de ordem prática, limitada a 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 em suspensão (PTS), dióxido de enxofre (SO₂), monóxido de carbono (CO), ozônio (O₃) e dióxido de nitrogênio (NO₂). 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). A verificação referente a outros poluentes em geral é feita em campanhas de medições, em função de objetivos específicos.

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 (WHO, 1999).

No âmbito federal, a Resolução Conama nº 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 no **Quadro 9.3-1**.

Quadro 9.3-1 Padrões nacionais de qualidade do ar

Poluente	Tempo de Amostragem	Padrão Primário (µg/m ³)	Padrão Secundário (µg/m ³)
Partículas totais em suspensão (PTS)	24 horas ¹	240	150
	MGA ²	80	60
Partículas inaláveis (PI)	24 horas ¹	150	150
	MAA ³	50	50
Fumaça	24 horas ¹	150	100
	MAA ³	60	40
Dióxido de enxofre (SO ₂)	24 horas ¹	365	100
	MAA ³	80	40
Dióxido de nitrogênio (NO ₂)	1 hora	320	190
	MAA ³	100	100
Monóxido de carbono (CO)	1 hora ¹	40.000 (35 ppm)	40.000 (35 ppm)
	8 horas ¹	10.000 (9 ppm)	10.000 (9 ppm)
Ozônio (O ₃)	1 hora ¹	160	160

(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 prazos. 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 a curto prazo, às áreas de desenvolvimento, onde devem ser válidos os padrões primários. Como prevê a Resolução Conama nº 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 no **Quadro 9.3-2**. A decretação dos estados de Atenção, Alerta e Emergência requer, além dos níveis de concentração atingidos, a previsão de condições meteorológicas desfavoráveis à dispersão dos poluentes.

Quadro 9.3-2 Critérios para episódios agudos de poluição do ar, segundo Resolução Conama nº 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 (SO_2) 24 horas	800	1.600	2.100
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 (NO_2) 1 hora	1.130	2.260	3.000
Monóxido de carbono (CO) 8 horas	15 ppm	30 ppm	40 ppm
Ozônio (O_3) 1 hora	400 (200)*	800	1.000 (1200)*

* legislação do Estado de São Paulo (Decreto Estadual nº 8468/76).

Fonte: Conama, 1990.

A legislação do Estado de São Paulo – Decreto Estadual nº 8.468 de 08/09/1976, que aprovou o Regulamento da Lei Estadual nº 997/76 – também estabelece padrões de qualidade do ar e critérios para episódios agudos de poluição do ar, mas abrange um número menor de parâmetros. Os parâmetros fumaça, partículas inaláveis e dióxido de nitrogênio não têm padrões e critérios estabelecidos na legislação estadual. Os parâmetros comuns às legislações federal e estadual têm os mesmos padrões e critérios, com exceção dos critérios de episódio agudo para ozônio. Neste caso a legislação estadual é mais rigorosa para o nível de Atenção ($200 \mu\text{g}/\text{m}^3$) e menos rigorosa para o nível de Emergência ($1.200 \mu\text{g}/\text{m}^3$). O nível de Alerta é o mesmo ($800 \mu\text{g}/\text{m}^3$). O nível de Atenção é declarado pela Cetesb com base na legislação estadual que é mais restritiva ($200 \mu\text{g}/\text{m}^3$). As providências previstas para serem tomadas a partir do estado de Atenção e Alerta têm por objetivo evitar atingir o estado de Emergência.

9.3.1.1 Qualidade do ar na região metropolitana da Baixada Santista

A) CARACTERÍSTICAS GERAIS DA REGIÃO E FONTES DE POLUIÇÃO DO AR

A Região Metropolitana da Baixada Santista, criada pela Lei Complementar nº 815 de 30/07/1996, é composta por nove municípios: Bertioga, Cubatão, Guarujá, Itanhaém, Mongaguá, Peruíbe, Praia Grande, Santos e São Vicente. Ocupa área de 2.372 km^2 com população de cerca de 1,5 milhão de habitantes. Tem como um dos destaques o Município de Santos, onde se encontra instalado o maior porto marítimo do país, com população estimada de 418.000 habitantes, ocupa área de 271 km^2 . Segundo dados da Cetesb, no que se refere às fontes geradoras de emissões de poluentes atmosféricos, notadamente nas proximidades de estação de monitoramento instalada na Praça Fernando Prestes, não existem fontes estacionárias significativas, mas o município, além das atividades portuárias, possui frota de aproximadamente 145.000 veículos leves, 9.000 veículos pesados e 42.000 motocicletas.

Porém, em termos ambientais, merece destaque o Município de Cubatão, integrante da Região Metropolitana da Baixada Santista, com população aproximada de 110.000 habitantes, ocupando área de 142 km^2 . Com um parque industrial muito importante na economia do Estado e do País, localizada no sopé da Serra do Mar, com 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. Segundo dados constantes do Relatório de Qualidade do Ar no Estado de São Paulo – 2007 (Cetesb, 2008), este parque industrial é composto por conjunto de 260 fontes de emissões consideradas prioritárias, cujas emissões atmosféricas residuais estão apresentadas no **Quadro 9.3-3**.

Quadro 9.3-3 Estimativas de emissão de poluentes atmosféricos gerados por processos industriais e queima de combustível em fontes estacionárias em Cubatão

Empresa	Emissões de Poluentes (t/ano)								
	CO	HC	NOx	SOx	MP	NH3	F	Cloro	HCl
Água Fria Ind.Papeis SA(antiga Ripasa)	16,66	2,20	19,57	0,12	1,49	-	-	-	-
Bunge Fertilizantes SA – Planta 1	0,04	0,02	0,92	111,20	112,68	5,25	18,03	-	-
Bunge Fertilizantes SA – Planta 2	0,25	0,05	2,75	27,78	15,70	-	1,31	-	-
Carbocloro Indústrias Químicas	1,05	-	132,72	1,48	3,61	-	-	0,36	1,07
Columbian Chemical do Brasil Ltda	429,87	70,97	2.407,47	75,40	16,15	-	-	-	-
Companhia Brasileira de Estireno-CBE	28,94	3,79	34,43	0,20	2,62	-	-	-	-
Companhia Siderúrgica Paulista-Cosipa	2.314,83	16,46	13.753,38	5.549,14	2.498,54	1,59	-	-	-
Copebrás Ltda	17,51	2,41	34,46	1.137,40	88,01	3,71	25,90	-	-
Indústrias de Fertilizantes Cubatão-IFC	-	-	-	-	1,39	-	-	-	-
Mosaic Fertilizantes do Brasil AS	0,88	0,18	9,65	95,12	28,89	1,41	3,76	-	-

Empresa	Emissões de Poluentes (t/ano)								
	CO	HC	NOx	SOx	MP	NH3	F	Cloro	HCl
Petrobras SA – RPBC	940,47	980,04	2.946,84	7.027,00	431,19	0,52	-	-	-
Petrobras Distribuidora SA – TECUB	-	231,12	-	-	-	-	-	-	-
Petrobras Transporte – Transpetro	-	54,44							
Petrocoque SA – Indústria e Comércio	0,56	0,12	6,20	680,72	102,47	-	-	-	-
Polietilenos União (Antiga Dow)	42,90	5,62	51,07	0,31	3,88	-	-	-	-
Ultrafertil Complexo Cubatão – CCB	6,24	0,82	508,34	0,04	3,18	1,80	0,00	-	-
Ultrafertil Complexo Piaçaguera – CPG	113,50	14,85	448,44	927,26	356,64	1827	3,13	-	-
Ultrafertil Terminal Marítimo	-	-	-	-	0,97	-	-	-	-
Votorantin Cimentos Brasil Ltda	4,08	0,53	4,86	1,45	16,08	-	0,02	-	-
Total (1000 t/ano)	3,92	1,38	20,36	15,63	3,68	0,02	0,05	0,00	0,00

Ano de consolidação do inventário: 2.007.

Fonte: Cetesb, 2008.

Os veículos automotores (automóveis, caminhões, ônibus etc.) não têm sido considerados no inventário de emissões da Cetesb, 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, as emissões geradas por fontes móveis podem ser expressivas, apesar de muito menores quando comparadas com as emissões geradas pelas atividades industriais.

B) 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 da qualidade do ar, que têm permitido a avaliação da qualidade do ar nas escalas local e regional.

No Município de Santos, a Cetesb mantém e opera rotineiramente uma estação manual, integrante da Rede do Interior do Estado, com as seguintes características:

- **Estação Santos:** instalada junto à Policlínica Embaré na Praça Coronel Fernando Prestes em Santos e medindo os seguintes parâmetros: Fumaça (FMC), com amostragens por um período de 24 horas a cada seis dias e Dióxido de Enxofre (SO₂), por amostragem passiva com exposição por um período contínuo de 30 dias.

No Município de Cubatão, a Cetesb registra rotineiramente as condições de qualidade do ar com 3 estações automáticas e 2 manuais, com as seguintes características:

- **Estação Cubatão Centro:** instalada no Centro Social Urbano de Cubatão à Rua Salgado Filho, 121 – Centro, medindo os seguintes parâmetros: Partículas Totais em Suspensão (PTS) (até 2002), Partículas Inaláveis (PI), Dióxido de Enxofre (SO₂), Dióxido de Nitrogênio (NO₂), Ozônio (O₃) e parâmetros meteorológicos (Velocidade e Direção dos Ventos, Umidade Relativa, Temperatura e Pressão Atmosférica).
- **Estação Cubatão Vila Parisi:** instalada à Rua Prefeito Armando Cunha, 70 – V. Parisi, medindo os seguintes parâmetros: Partículas Totais em Suspensão (PTS), Partículas Inaláveis (PI), Dióxido de Enxofre (SO₂) e parâmetros meteorológicos (Velocidade e Direção dos Ventos).
- **Estação Cubatão Vale do Mogi:** instalada na estrada Plínio de Queiroz, s/n no Vale do Rio Mogi, medindo os seguintes parâmetros: Partículas Inaláveis (PI), Ozônio (O₃) e parâmetros meteorológicos (Velocidade e Direção dos Ventos). Esta estação iniciou suas operações em 05.04.2006 com amostragens até fins de Setembro.

C) QUALIDADE DO AR NA BAIXADA SANTISTA EM 2007

A seguir é apresentada análise resumida dos resultados do monitoramento realizado pela Cetesb. Inicialmente, deve-se frisar que, segundo análise da Cetesb, por meio da caracterização dos parâmetros meteorológicos relacionados à dispersão dos poluentes atmosféricos emitidos, os períodos do inverno de 2006 e de 2007 foram os mais desfavoráveis à dispersão atmosférica de poluentes dos últimos dez anos.

Segundo dados constantes do Relatório de Qualidade do Ar no Estado de São Paulo – 2007 (Cetesb, 2008), a **Estação Santos** apresentou os resultados descritos abaixo, os quais podem ser visualizados também no **Quadro 9.3-4**:

- **Fumaça (FMC)**: concentrações máximas de 24 horas de 157 e 78 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, como primeira e segunda máximas, sendo que a primeira máxima se encontra ligeiramente acima do padrão primário para 24 h fixado em 150 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. Vale ressaltar que a Resolução Conama nº 03/90 estabelece que o valor do padrão de 24 h não deve ser excedido mais que uma vez ao ano. A média anual apresenta concentração de 32 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, valor este que se encontra abaixo do padrão primário (60 $\mu\text{g}/\text{m}^3$) e mesmo do padrão secundário (40 $\mu\text{g}/\text{m}^3$).
- **Dióxido de Enxofre (SO₂)**: os resultados verificados pelos amostradores passivos com 30 dias de exposição apresentaram em 2007, duas concentrações máximas mensais de 15 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ e média anual de 10 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, valor este bem abaixo do padrão anual de 80 $\mu\text{g}/\text{m}^3$.

Quadro 9.3-4 Resultados do monitoramento da qualidade do ar em Santos no ano de 2007

Estação	Poluente									
	Fumaça (FMC) ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)					Dióxido de Enxofre (SO ₂) ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)				
	Máximas 24 h		Média Anual	Padrão Primário (Secundário) Qualidade Ar		Máximas Mensais		Média Anual	Padrão Primário (Secundário) Qualidade Ar	
	1 ^a	2 ^a	MAA	24 h ¹	MAA ²	1 ^a	2 ^a	MAA	24 h ¹	MAA ²
Santos ³	157	78	32	150 (100)	60 (40)	15	15	10	365 (100)	80 (80)

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

² – MAA – Média Aritmética Anual.

³ – Estação Santos: Praça Coronel Fernando Prestes.

Em destaque, concentração que ultrapassou o Padrão Primário.

Fonte: Cetesb, 2008.

O Município de Cubatão, por meio das 3 estações de monitoramento da região, apresentou em 2007 a qualidade do ar conforme resumo dos resultados apresentados no **Quadro 9.3-5**, do qual podem ser feitos os seguintes comentários:

- **Partículas Totais em Suspensão (PTS) – Estação Cubatão Vila Parisi**: tanto os resultados das concentrações máximas de 24 h (primeira máxima de 682 e segunda de 596 $\mu\text{g}/\text{m}^3$) como média anual (273 $\mu\text{g}/\text{m}^3$) encontram-se bem acima dos limites fixados como padrões primários para 24 h (240 $\mu\text{g}/\text{m}^3$) e média anual (80 $\mu\text{g}/\text{m}^3$).

- **Partículas Inaláveis (PI):** na **Estação Cubatão Centro** apresenta valores de concentrações máximas de 24 h (151 e 91 $\mu\text{g}/\text{m}^3$) e média anual (37 $\mu\text{g}/\text{m}^3$). A primeira máxima encontra-se ligeiramente acima do padrão primário e secundário de 150 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ para 24 h. Ressalte-se que a Resolução Conama nº 03/90 estabelece que o valor do padrão de 24 h não deve ser excedido mais que uma vez ao ano. Todos os demais valores obtidos em 2007 encontram-se abaixo dos respectivos padrões primários e secundários (150 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ para 24 h e 50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ como média anual) fixados para este poluente. Na **Estação Cubatão Vila Parisi**, as concentrações máximas diárias (287 e 263 $\mu\text{g}/\text{m}^3$) e a média anual (108 $\mu\text{g}/\text{m}^3$) superaram os respectivos padrões primários. Também na **Estação Cubatão – Vale do Mogi** foram registrados valores de máximos de 24 h de 219 e 193 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ e média anual de 57 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, concentrações acima dos padrões fixados.
- **Dióxido de Enxofre (SO₂):** Este poluente não se constitui atualmente em problema nas duas áreas monitoradas. Na **Estação Cubatão Centro**, os resultados obtidos para 2007 mostram que as concentrações máximas de 24 h (54 e 51 $\mu\text{g}/\text{m}^3$) e média anual (12 $\mu\text{g}/\text{m}^3$) e também na **Estação Vila Parisi**, apesar de valores maiores, com concentrações de 222 e 198 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ como máximas de 24 h e 15 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ como média anual, todos abaixo dos padrões fixados como primários (365 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ para 24 h. e 80 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ como média anual) para este poluente.
- **Ozônio (O₃):** Este poluente secundário, resultante das reações fotoquímicas na atmosfera, que é monitorado rotineiramente em Cubatão na **Estação Centro**, apresenta resultados de concentrações máximas de 1 hora (188 e 183 $\mu\text{g}/\text{m}^3$) acima do valor fixado como padrão primário e secundário de 160 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ para tempo de exposição de 1 hora. Já na **Estação Cubatão Vale do Mogi** foram registradas concentrações máximas de 1 hora de 132 e 119 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, valores abaixo do padrão horário.
- **Dióxido de Nitrogênio (NO₂):** Este poluente, monitorado na **Estação Cubatão Centro**, com registro de 132 dados horários em 2007, apresenta resultados de concentrações máximas horárias (151 e 89 $\mu\text{g}/\text{m}^3$) e média anual (26 $\mu\text{g}/\text{m}^3$) abaixo dos respectivos padrões primários de 1 hora (320 $\mu\text{g}/\text{m}^3$) e média anual (100 $\mu\text{g}/\text{m}^3$) e inclusive abaixo dos padrões secundários (190 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ para 1 hora e 100 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ como média anual). Na **Estação Cubatão Vale do Mogi**, com início de amostragem em 25/04/2007 para este poluente, foram registrados de 199 dados em 2007, com resultados de concentrações máximas horárias de 114 e 113 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ e média anual de 33 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, também abaixo dos respectivos valores correspondentes aos padrões primários e secundários para este poluente.

Quadro 9.3-5 Resultados do monitoramento da qualidade do ar em Cubatão no ano de 2007

Estação	Poluente																						
	Partículas Totais em Suspensão (PTS) (µg/m³)					Partículas Inaláveis (PI) (µg/m³)					Dióxido de Enxofre (SO ₂) (µg/m³)					Ozônio (O ₃) (µg/m³)			Dióxido de Nitrogênio (NO ₂) (µg/m³)				
	Máximas 24 h		Média Anual	Padrão Primário (Secundário) Qualidade Ar		Máximas 24 h		Média Anual	Padrão Primário (Secundário) Qualidade Ar		Máximas 24 h		Média Anual	Padrão Primário (Secundário) Qualidade Ar		Máximas 1 h		Padrão Primário (Secundário) Qualidade Ar	Máximas 1 h		Média Anual	Padrão Primário (Secundário) Qualidade Ar	
	1 ^a	2 ^a	MGA ²	24 h ¹	MGA ²	1 ^a	2 ^a	MAA ³	24 h ¹	MAA ³	1 ^a	2 ^a	MAA ³	24 h ¹	MAA ³	1 ^a	2 ^a	1 h ¹	1 ^a	2 ^a	MAA ³	1 h	MAA ³
Cubatão-Centro	-	-	-			151	91	37			54	51	12			188	183		151	89	26*		
Cubatão-V. Parisi	682	596	273*	240 (150)	80 (60)	287	263	108	150 (150)	50 (50)	222	198	15*	365 (100)	80 (40)	-	-	160 (160)	-	-	-	320 (190)	100 (100)
Cubatão-V.do Mogi ⁴	-	-	-			219	193	57*			-	-	-			132	119		114	113	33*		

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

² – MGA – Média Geométrica Anual.

³ – MAA – Média Aritmética Anual.

⁴ – Início de operação: 05/04/2006.

* Não atendeu ao critério de representatividade.

Em destaque, concentrações que ultrapassaram o Padrão Primário.

Fonte: Cetesb, 2008.

D) ÍNDICES DE QUALIDADE DO AR REGISTRADOS EM 2006

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 adotada pela Cetesb a condição da qualidade do ar é classificada como **boa** (índices de 0 a 50), **regular** (índices de 51 a 100), **inadequada** (índices de 101 a 200), quando ocorre a ultrapassagem do padrão de qualidade do ar primário, qualidade **má** (índices de 201 a 300) indica faixa do nível de Atenção, **péssima** (índices de 301 a 400) indica faixa do nível de Alerta – e **crítica** (índices de 401 a 500) região do nível de Emergência.

A ultrapassagem da concentração de um nível crítico (Atenção, Alerta e Emergência) não implica necessariamente a decretação do Estado 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.

Em Cubatão, no ano de 2007, no que se refere à distribuição do **Índice Geral** de qualidade do ar, para todos os poluentes amostrados e participantes do índice, conforme mostrado no **Quadro 9.3-6**, a **Estação Cubatão – Centro**, dos 351 dias monitorados, esteve 60,7% (213 dias) na condição **Boa**, 37,9% (133 dias) na condição **Regular** e 1,4% (5 dias) na condição **Inadequada**, enquanto a **Estação Cubatão – Vila Parisi**, com 264 dias avaliados, apresentou o seguinte quadro: 12,5% (33 dias) na qualidade **Boa**, 67,4% (178 dias) na condição **Regular** e 20,1% (53 dias) na **Inadequada**. A **Estação Cubatão – Vale do Mogi**, no período de 245 dias em que operou em 2007, apresentou 53,5% (131 dias) na condição **Boa**, 45,3% (111 dias) na condição **Regular** e 1,2% (3 dias) na **Inadequada**.

Analisando-se comparativamente com os demais dados do **Quadro 9.3-6**, verifica-se que as **Estações Cubatão Centro, Cubatão Vale do Mogi e Cubatão Vila Parisi**, não registraram em 2007 o Índice Geral na condição **Má**, apresentando condição melhor que várias estações medidoras no Estado de São Paulo (São José dos Campos – 0,6%, Paulínia – 1,5%, Diadema – 1,1%, Ibirapuera – 2,5%, Ipen-USP – 5,6%, Itaquera – 0,7%, Mauá – 0,4%, Mooca – 2,4%, N. Senhora do Ó – 3,2%, Parelheiros – 1,1%, P. D. Pedro II – 0,8%, Pinheiros – 0,3%, Santana – 4,0%, Santo Amaro – 1,4% e Santo André-Capuava – 1,1%), apesar da **Estação Vila Parisi** registrar o maior valor da condição **Inadequada** com 20,1%, representando 53 dias monitorados e um dos menores valores percentuais (12,5%), representando 33 dias, na condição **Boa**.

Quadro 9.3-6 Índice geral de qualidade do ar registrado pela Cetesb no Estado de São Paulo em 2007

Estação	Índice de Qualidade do Ar											
	Boa		Regular		Inadequada		Má		Péssima		Crítica	
	Freq	%	Freq	%	Freq	%	Freq	%	Freq	%	Freq	%
São José dos Campos	167	46,0	185	51,0	9	2,5	2	0,6	0	0,0	0	0,0
Americana – EM	73	34,1	136	63,6	5	2,3	0	0,0	0	0,0	0	0,0
Campinas – Centro	304	84,7	55	15,3	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0
Paulínia	28	20,9	93	69,4	11	8,2	2	1,5	0	0,0	0	0,0
Cambuci	235	67,7	112	32,3	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0
Centro	252	69,8	110	30,4	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0
Cerqueira César	186	53,4	161	46,3	1	0,3	0	0,0	0	0,0	0	0,0
Congonhas	79	21,9	281	77,8	1	0,3	0	0,0	0	0,0	0	0,0
Diadema	197	55,2	140	39,2	16	4,5	4	1,1	0	0,0	0	0,0
Guarulhos	115	54,0	98	46,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0

Estação	Índice de Qualidade do Ar											
	Boa		Regular		Inadequada		Má		Péssima		Crítica	
	Freq	%	Freq	%	Freq	%	Freq	%	Freq	%	Freq	%
Ibirapuera	109	30,2	214	59,3	29	8,0	9	2,5	0	0,0	0	0,0
Ipen – USP	93	34,6	142	52,8	19	7,1	15	5,6	0	0,0	0	0,0
Itaquera – EM	63	44,4	75	52,8	3	2,1	1	0,7	0	0,0	0	0,0
Mauá	131	51,4	117	45,9	6	2,4	1	0,4	0	0,0	0	0,0
Mooca	125	42,1	158	53,2	7	2,4	7	2,4	0	0,0	0	0,0
N. Senhora do Ó	128	37,5	179	52,5	23	6,7	11	3,2	0	0,0	0	0,0
Osasco	249	80,3	61	19,7	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0
Parelheiros	77	42,5	95	52,5	7	3,9	2	1,1	0	0,0	0	0,0
P. D. Pedro II	173	47,7	184	50,7	3	0,8	3	0,8	0	0,0	0	0,0
Pinheiros	206	56,9	147	40,6	8	2,2	1	0,3	0	0,0	0	0,0
Santana	134	38,7	177	51,2	21	6,1	14	4,0	0	0,0	0	0,0
Santo Amaro	196	55,1	137	38,5	18	5,1	5	1,4	0	0,0	0	0,0
Sto. André–Capuava	152	42,1	191	52,9	14	3,9	4	1,1	0	0,0	0	0,0
Santo André – Centro	224	83,0	46	17,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0
S.Bernardo do Campo	188	56,6	141	42,5	3	0,9	0	0,0	0	0,0	0	0,0
S. Caetano do Sul	121	59,3	81	39,7	2	1,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0
Taboão da Serra	250	73,3	89	26,1	2	0,6	0	0,0	0	0,0	0	0,0
Cubatão – Centro	213	60,7	133	37,9	5	1,4	0	0,0	0	0,0	0	0,0
Cubatão – V.do Mogi	131	53,5	111	45,3	3	1,2	0	0,0	0	0,0	0	0,0
Cubatão – V. Parisi	33	12,5	178	67,4	53	20,1	0	0,0	0	0,0	0	0,0
Sorocaba	149	41,4	205	56,9	6	1,7	0	0,0	0	0,0	0	0,0
TOTAL	4781	51,0	4232	45,2	275	2,9	81	0,9	0	0,0	0	0,0

Obs: As porcentagens foram calculadas em relação ao total de dias monitorados e a frequência é expressa em dias.

Fonte: Cetesb, 2008.

Em relação aos poluentes monitorados, os resultados da distribuição dos índices específicos por poluente são apresentados nos **Quadros 9.3-7 a 9.3-9**. Analisando os resultados constantes destes quadros, pode-se verificar que o Ozônio (O₃) é o poluente que determina essa qualidade do ar **Inadequada** para a **Estação Cubatão Centro**, enquanto que as concentrações de Partículas Inaláveis (PI) são responsáveis pela qualidade do ar **Inadequada** apresentada pelas **Estações Cubatão Vale do Mogi e Vila Parisi**.

Quadro 9.3-7 Índice de qualidade do ar por poluente e geral, registrado em 2007 pela Cetesb na Estação Cubatão Centro

Poluente	Índice de Qualidade do Ar											
	Boa		Regular		Inadequada		Má		Péssima		Crítica	
	Freq	%	Freq	%	Freq	%	Freq	%	Freq	%	Freq	%
Partículas Inaláveis	283	82,7	56	17,3	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0
Ozônio	239	70,9	93	27,6	5	1,5	0	0,0	0	0,0	0	0,0
Dióxido de Nitrogênio*	122	99,2	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0
Dióxido de Enxofre	313	100	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0
Índice geral	213	60,7	133	37,9	5	1,4	0	0,0	0	0,0	0	0,0

Nota: As porcentagens foram calculadas em relação ao total de dias monitorados e a frequência é expressa em dias.

* Não atendeu o critério de representatividade.

Fonte: Cetesb, 2008.

Quadro 9.3-8 Índice de qualidade do ar por poluente e geral, registrado em 2007 pela Cetesb na Estação Cubatão Vale do Mogi

Poluente	Índice de Qualidade do Ar											
	Boa		Regular		Inadequada		Má		Péssima		Crítica	
	Freq	%	Freq	%	Freq	%	Freq	%	Freq	%	Freq	%
Partículas Inaláveis*	117	52,5	103	46,2	3	1,3	0	0,0	0	0,0	0	0,0
Ozônio*	212	92,6	17	7,4	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0
Dióxido de Nitrogênio*	197	98,5	3	1,5	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0
Índice geral	131	53,5	111	45,3	3	1,2	0	0,0	0	0,0	0	0,0

Nota: As porcentagens foram calculadas em relação ao total de dias monitorados e a frequência é expressa em dias.

* Não atendeu o critério de representatividade.

Fonte: Cetesb, 2008.

Quadro 9.3-9 Índice de qualidade do ar por poluente e geral, registrado em 2007 pela Cetesb na Estação Cubatão Vila Parisi

Poluente	Índice de Qualidade do Ar											
	Boa		Regular		Inadequada		Má		Péssima		Crítica	
	Freq	%	Freq	%	Freq	%	Freq	%	Freq	%	Freq	%
Partículas Inaláveis	30	11,5	178	68,2	53	20,3	0	0,0	0	0,0	0	0,0
Dióxido de Enxofre*	210	98,6	3	1,4	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0
Índice geral	33	12,5	178	67,4	53	20,1	0	0,0	0	0,0	0	0,0

Nota: As porcentagens foram calculadas em relação ao total de dias monitorados e a frequência é expressa em dias.

* Não atendeu o critério de representatividade.

Fonte de dados: Cetesb, 2008.

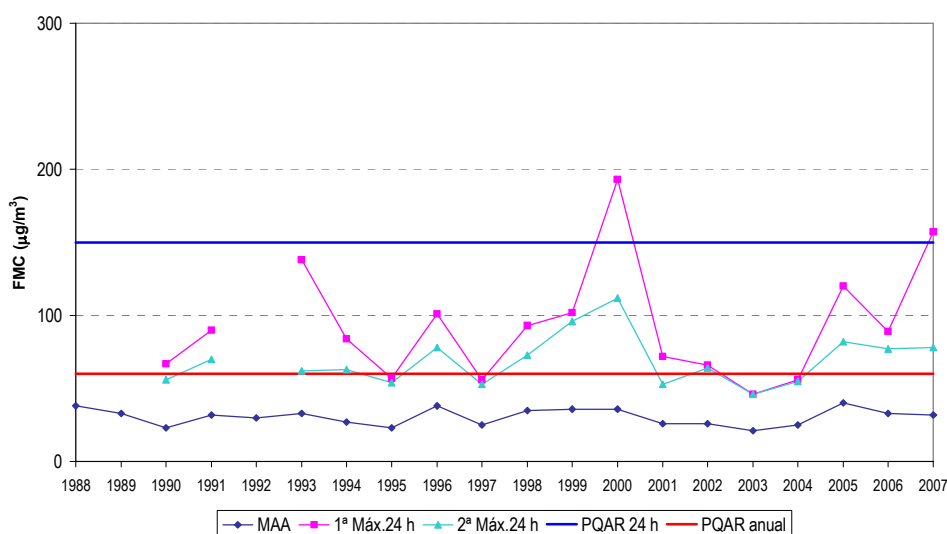
E) EVOLUÇÃO DA QUALIDADE DO AR

As evoluções das concentrações verificadas para os diferentes poluentes monitorados em Santos e Cubatão ao longo do período de 1982 a 2007 são apresentadas nos gráficos a seguir, nas quais foram considerados os dados de concentrações máximas (primeira e segunda) de curto prazo (horárias ou diárias) e de médias anuais obtidos nas estações medidoras da rede de monitoramento da Cetesb e divulgados anualmente como Relatórios de Qualidade do Ar no Estado de São Paulo.

ESTAÇÃO SANTOS

O **Gráfico 9.3-1** mostra os resultados verificados na **Estação Santos**, onde se realiza rotineiramente o monitoramento de **Fumaça (FMC)**. Todos os resultados de curto prazo (24 h) e de longo prazo (média anual), exceto uma concentração máxima de 24 horas em 2000 e outra em 2007, estão enquadrados nos limites fixados como padrões primários para este poluente. No gráfico pode-se verificar que houve pequenas oscilações até 1996, com tendência de leve aumento das concentrações de 1997 até 2000, com posterior declínio para um patamar pouco mais baixo até 2003, mostrando tendência de aumento das concentrações em 2004 e 2005, mantendo-se neste patamar nos dois últimos anos, apesar da primeira máxima ter ultrapassada ligeiramente o padrão primário de 150 µg/m³.

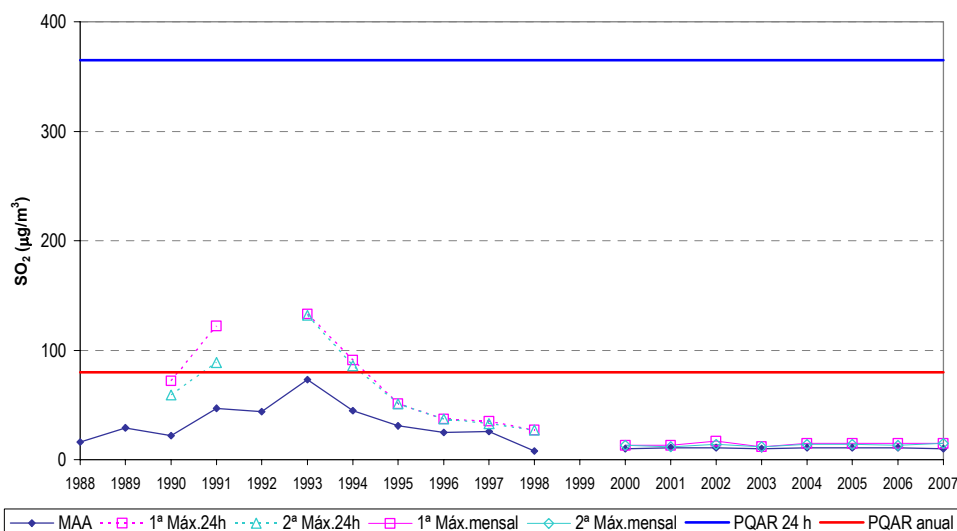
Gráfico 9.3-1 Evolução das concentrações de Fumaça (FMC) na Estação Santos, no período 1988 – 2007



Fonte: Cetesb – 1991/92/93/94/99/2002/2008.

No **Gráfico 9.3-2** são apresentados os resultados da amostragem de **Dióxido de Enxofre (SO₂)** verificados na **Estação Santos**. O período de 1988 a 1998 refere-se aos dados obtidos pela estação manual com resultados de curto prazo obtidos em 24 horas de amostragem a cada 6 dias e de 2000 até 2007, com amostradores passivos com exposição contínua de 30 dias. Todos os resultados encontram-se dentro dos limites dos padrões primários (e secundários) de qualidade do ar para este poluente, tendo-se verificado a tendência de aumento das concentrações no período de 1988 a 1993 e a seguir a tendência de queda até 1998. No período de amostragem passiva (de 2000 a 2007) as concentrações deste poluente se mantêm muito baixas, sem qualquer variação na sua tendência.

Gráfico 9.3-2 Evolução das concentrações de Dióxido de Enxofre (SO₂) na Estação Santos, no período 1988 – 2007



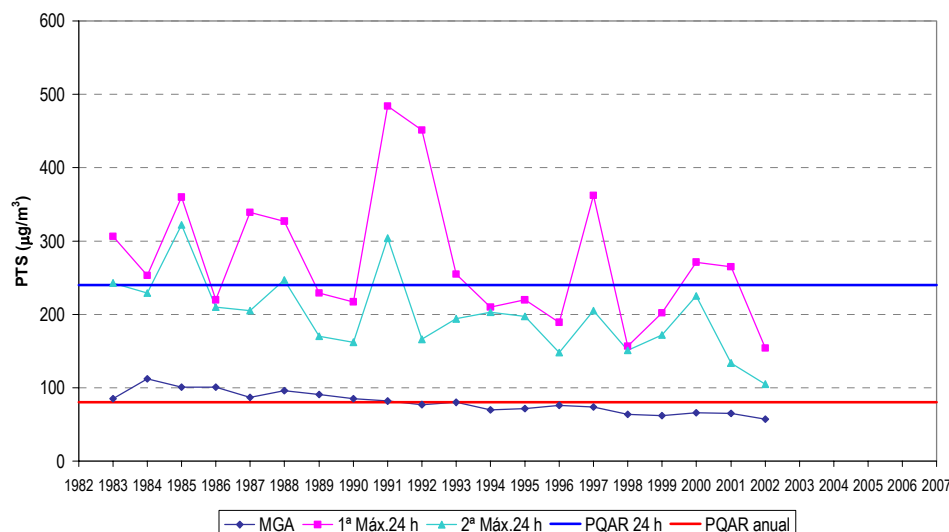
Fonte: Cetesb – 1991/92/93/94/99/2002/2008.


 ESTAÇÃO CUBATÃO CENTRO

Os **Gráficos 9.3-3 a 9.3-7** apresentam dados históricos de qualidade do ar para a **Estação Cubatão – Centro** para o período de 1982 a 2007, elaboradas com base nos dados divulgados anualmente pela Cetesb nos Relatórios de Qualidade do Ar no Estado de São Paulo.

O **Gráfico 9.3-3** se refere ao monitoramento de **Partículas Totais em Suspensão (PTS)**, cuja amostragem na **Estação Cubatão – Centro** foi realizada no período de 1983 a 2002. Nas concentrações de curto prazo ocorreram oscilações, contudo pode-se verificar leve tendência de queda, que pode ser confirmada pelas concentrações de longo prazo (médias anuais), as quais encontravam-se acima do padrão até 1991 e continuaram a leve tendência de queda, abaixo do padrão, até 2002. No ano de 2002 todas as concentrações (máximas de 24 h como média anual) se apresentaram abaixo dos respectivos valores de padrões de qualidade do ar.

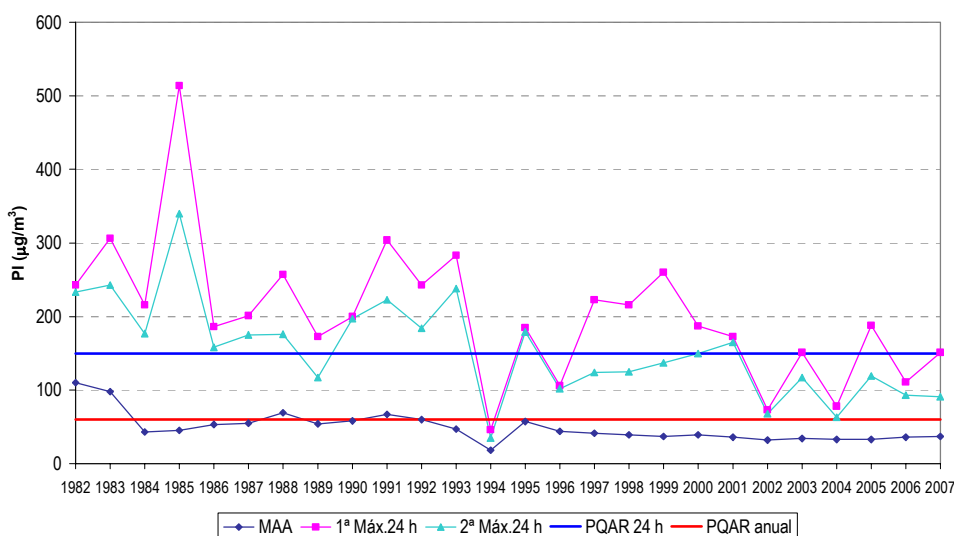
Gráfico 9.3-3 Evolução das concentrações de Material Particulado Total em Suspensão (PTS) na Estação Cubatão Centro, no período 1983 – 2002



Fonte: Cetesb – 1987/91/94/99/2002/2007.

No que se refere ao monitoramento de **Partículas Inaláveis (PI)** com os dados mostrados no **Gráfico 9.3-4**, pode-se verificar que, com o ano de 2007 sendo um dos mais desfavoráveis da última década à dispersão dos poluentes atmosféricos foi registrada a primeira máxima ligeiramente superior ao padrão primário de 24 h ($150 \mu\text{g}/\text{m}^3$), com os demais resultados de curto e longo prazos enquadrados dentro dos níveis estabelecidos como padrões primários para este poluente. Ao longo dos anos, pode-se constatar uma primeira fase de 1982 até 1993, com os valores das máximas de 24 h acima do limite diário e as médias anuais com valores muito próximos do respectivo padrão. Uma segunda fase, de 1995 até 2007, apesar de alguns valores das máximas de 24 h acima do limite diário, as médias anuais se mantendo abaixo do padrão de longo prazo.

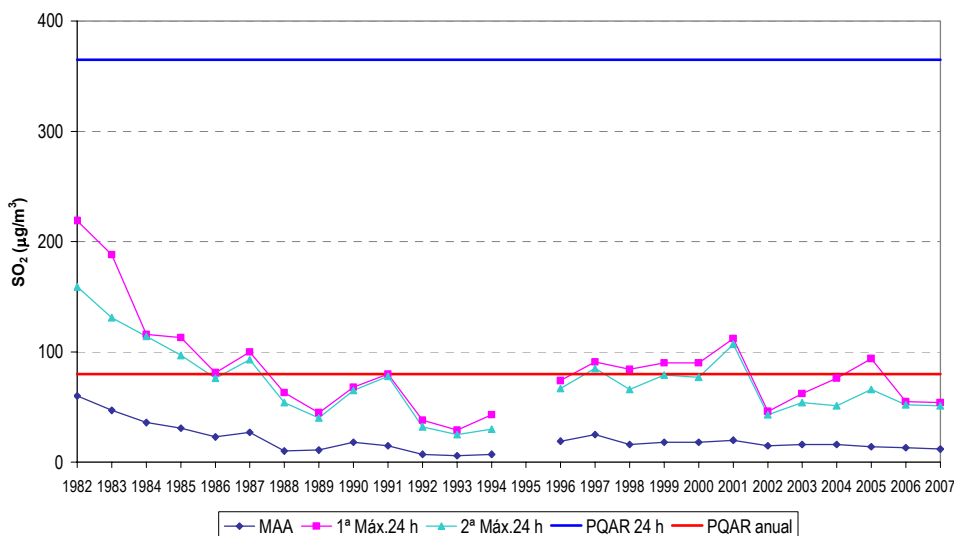
Gráfico 9.3-4 Evolução das concentrações de Material Particulado Inalável (PI) na Estação Cubatão Centro no período 1982 – 2007



Fonte: Cetesb – 1987/91/94/99/2002/2008.

Os resultados de **Dióxido de Enxofre (SO₂)** apresentados no **Gráfico 9.3-5**, mostram que este poluente se encontra enquadrado nos níveis fixados como padrões primários (e até secundários), quer nas medições referentes a exposições de curta duração de 24 horas, como também em termos de média anual. O **SO₂** apresenta dois períodos distintos: o primeiro de 1982 a 1994, com tendência de queda das concentrações (tanto de 24 h como média anual) e um segundo período a partir de 1996 até 2007. Neste segundo período, as concentrações de 24 h se apresentam com um nível maior no período de 1997 a 2001 e outro, menor, de 2002 a 2007. Havia uma ligeira tendência de aumento nas concentrações diárias a partir de 2002, sendo que a partir de 2006 sofreram uma ligeira queda. Os dados de médias anuais mostram-se praticamente constantes, com leve tendência de queda ao longo dos últimos anos.

Gráfico 9.3-5 Evolução das concentrações de Dióxido de Enxofre (SO₂) na Estação Cubatão Centro no período 1982 – 2007

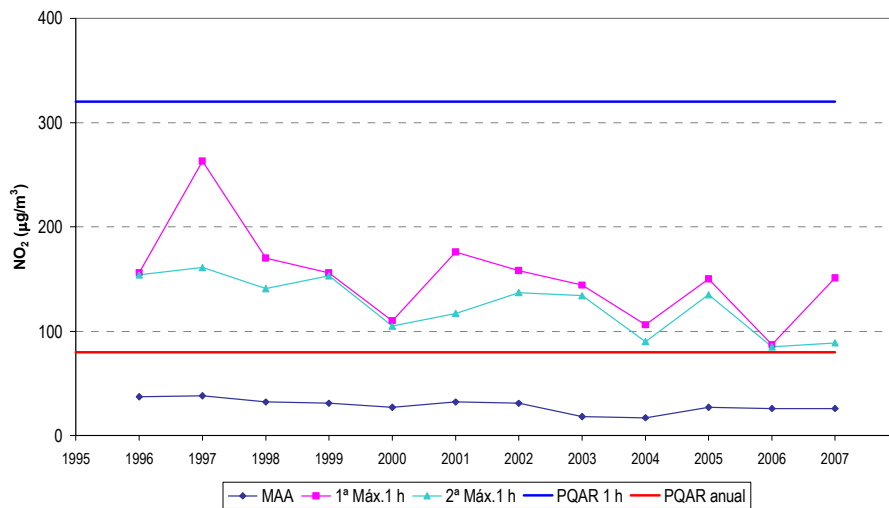


Fonte: Cetesb – 1987/91/94/99/2002/2008.

O Dióxido de Nitrogênio (NO₂), cujos resultados estão representados no Gráfico 9.3-6, teve seu monitoramento iniciado em 1996. Todos os valores obtidos, tanto os de curta duração (1 hora) como de média anual, encontram-se dentro dos limites fixados como padrões primários de qualidade do ar. Este poluente vem apresentando oscilações quanto aos níveis de concentração de curto prazo, com leve tendência de queda ao longo do período amostrado, fato este também mostrado nas suas concentrações médias anuais.

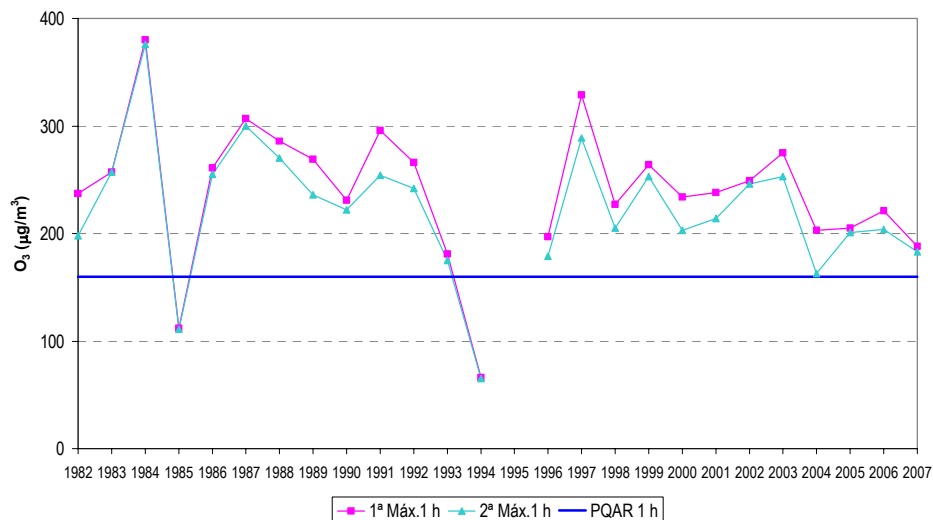
Por outro lado, o Ozônio (O₃), cujo histórico é apresentado no Gráfico 9.3-7, as concentrações máximas de 1 hora vêm se mantendo há alguns anos, sistematicamente acima do respectivo padrão de qualidade do ar para este poluente, mostrando uma leve tendência de queda em suas concentrações horárias ao longo dos anos. Vale salientar que esta amostragem é responsável pelo enquadramento de toda Região da Baixada Santista, exceto Município de Peruibe, na classificação de área Saturada Sério.

Gráfico 9.3-6 Evolução das concentrações de Dióxido de Nitrogênio (NO₂) na Estação Cubatão Centro no período 1994 – 2007



Fonte: Cetesb – 1999/2002/2008.

Gráfico 9.3-7 Evolução das concentrações de Ozônio (O₃) na Estação Cubatão Centro no período 1982 a 2007



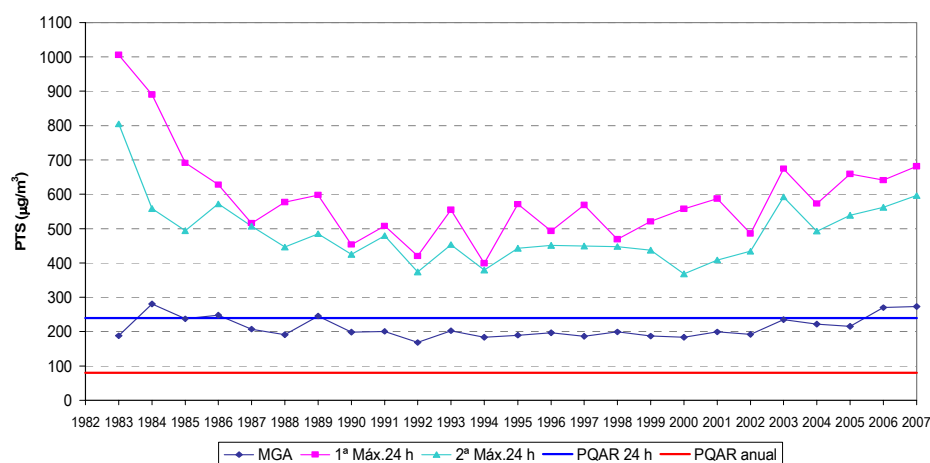
Fonte: Cetesb – 1987/91/94/99/2002/2008.


 ESTAÇÃO CUBATÃO VILA PARISI

Também com base no monitoramento realizado pela Cetesb, por meio da **Estação Cubatão – Vila Parisi**, são apresentados nos **Gráficos 9.3-8 a 9.3-10**, os dados históricos de qualidade do ar relativo ao período de 1982 – 2007.

No **Gráfico 9.3-8** pode-se verificar que o **Material Particulado Total em Suspensão (PTS)** apresenta resultados acima dos padrões ao longo do período considerado, tanto diário como anual. Houve um período de tendência acentuada de queda nas concentrações de 24 horas, acompanhadas pelas médias anuais, no período de 1982 até 1992. Este patamar se manteve, com pequenas oscilações, até 2002 e a partir de então se pode verificar leve tendência de subida tanto nas concentrações máximas diárias como nas médias anuais.

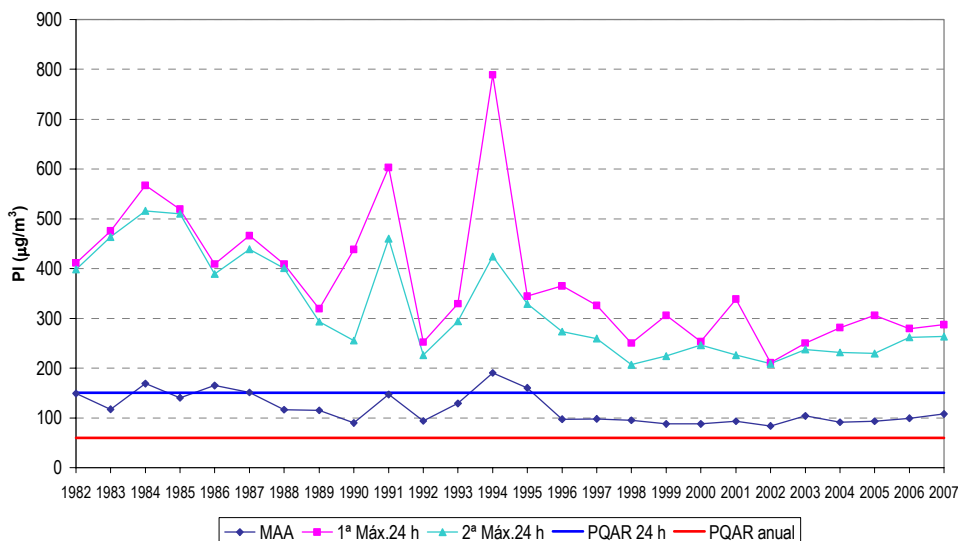
Gráfico 9.3-8 Evolução das concentrações de Material Particulado Total em Suspensão (PTS) na Estação Cubatão Vila Parisi, no período 1983 – 2007



Fonte: Cetesb – 1987/91/94/99/2002/2008

No que se refere ao **Material Particulado Inalável (PI)**, o **Gráfico 9.3-9** mostra também que todas as concentrações (máximas diárias e média anual) encontram-se acima dos limites fixados como padrões primários para este poluente. Pode-se verificar um período de leve tendência de queda no período de 1985 a 1989, seguida de uma fase de oscilações até 1995. Posteriormente, verifica-se um patamar de concentrações mais baixas, com oscilações e alterações menores, com leve tendência de aumento nos últimos anos.

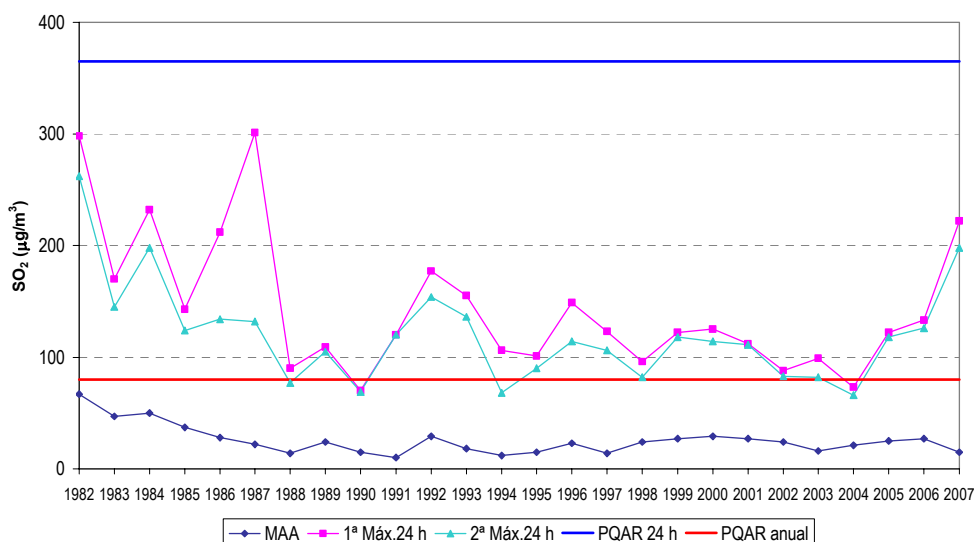
Gráfico 9.3-9 Evolução das concentrações de Material Particulado Inalável (PI) na Estação Cubatão Vila Parisi no período 1982 – 2007



Fonte: Cetesb – 1987/91/94/99/2002/2008.

No **Gráfico 9.3-10** pode-se constatar que o **Dióxido de Enxofre (SO₂)**, também nesta área, não se constitui em problema, com os resultados, tanto de 24 horas como média anual, abaixo dos respectivos padrões de qualidade do ar. Nas concentrações máximas diárias e nas médias anuais pode-se verificar a ocorrência de tendência de queda no período de 1982 a 1988, seguida de longo período de oscilações com discreta tendência de queda. Nos três últimos anos verificou-se a tendência de aumento nas concentrações de 24 h o que foi discretamente acompanhada nas médias anuais dos anos de 2005 e 2006, mas com ligeira queda em 2007.

Gráfico 9.3-10 Evolução das concentrações de Dióxido de Enxofre (SO₂) na Estação Cubatão Vila Parisi no período 1982 – 2007



Fonte: Cetesb – 1987/91/94/99/2002/2008

ESTAÇÃO CUBATÃO VALE DO MOGI

Considerando o início relativamente recente (05/04/2006) não é apresentada a evolução histórica dos resultados medidos nesta estação de monitoramento.

F) AVALIAÇÕES DE QUALIDADE DO AR NO PORTO DE SANTOS


 AVALIAÇÃO DE MATERIAL PARTICULADO EM 2004 E 2005 PELA CETESB

Além das estações operadas rotineiramente na Baixada Santista, a Cetesb realizou em 2004 e 2005 estudo especial de monitoramento da qualidade do ar nas imediações do Corredor de Exportação/Codesp do Porto de Santos, em atendimento à solicitação do Ministério Público, visando, principalmente, avaliar os possíveis impactos gerados pelas atividades de recepção, estocagem e embarque de grãos. Tal monitoramento foi realizado em duas campanhas: a primeira no período de 27/10/2004 a 23/02/2005, com 25 dias amostrados e a segunda no período de 29/06 a 14/10/2005 com 24 resultados. Com o equipamento instalado à Avenida Afonso Pena, 789, foram realizadas medições de dois parâmetros: Partículas Totais em Suspensão (PTS) e Partículas Inaláveis (PI ou MP₁₀) em dias sem ocorrência de chuvas.

Com referência aos parâmetros amostrados, a Resolução Conama nº 03/90 estabelece os padrões de qualidade do ar para exposição de curto prazo (24 h) e de longo prazo (anual), os quais são apresentados no **Quadro 9.3-10** a seguir.

Quadro 9.3-10 Padrões primários de qualidade do ar para partículas totais em suspensão (PTS) e partículas inaláveis (PI ou MP₁₀) estabelecidos pela Resolução Conama nº 03/90

Tempo de amostragem	PTS (µg/m ³)	PI ou MP ₁₀ (µg/m ³)
24 horas	240	150
Média geométrica anual (MGA)	80	-
Média aritmética anual (MAA)	-	50

O **Quadro 9.3-11** apresenta os resultados obtidos na primeira e na segunda campanhas de amostragem, constantes das Informações Técnicas nº03/2005/ETQA e nº01/2006/ETQA emitidas pela Cetesb em 06/05/2005 e 11/01/2006, respectivamente.

Quadro 9.3-11 Concentrações de PTS e MP₁₀ obtidas na primeira e segunda campanha de amostragem de qualidade do ar no entorno do Corredor de Exportação/Codesp

Primeira Campanha			Segunda Campanha		
Data	PTS (µg/m ³)	MP ₁₀ (µg/m ³)	Data	PTS (µg/m ³)	MP ₁₀ (µg/m ³)
27-28/10/2004	99	46	29-30/06/2005	185	96
29-30/10/2004	190	76	30-01/07/2005	143	69
03-04/11/2004	120	62	04-05/07/2005	200	97
05-06/11/2004	140	70	11-12/07/2005	215	103
08-09/11/2004	108	46	12-13/07/2005	171	79
09-10/11/2004	217	84	13-14/07/2005	171	76
10-11/11/2004	104	48	14-15/07/2005	287	117
11-12/11/2004	68	28	21-22/07/2005	126	52
12-13/11/2004	75	36	26-27/07/2005	138	60

Primeira Campanha			Segunda Campanha				
Data	PTS ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	MP ₁₀ ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Data	PTS ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	MP ₁₀ ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)		
22-23/11/2004	108	(*)	27-28/07/2005	119	54		
23-24/11/2004	119	58	28-29/07/2005	203	102		
24-25/11/2004	139	70	01-02/08/2005	332	(*)		
25-26/11/2004	161	72	02-03/08/2005	272	(*)		
26-27/11/2004	129	56	03-04/08/2005	351	174		
01-02/12/2004	116	44	04-05/08/2005	330	138		
02-03/12/2004	137	52	10-11/08/2005	101	57		
06-07/12/2004	146	72	11-12/08/2005	278	108		
31-01/02/2005	69	31	15-16/08/2005	89	46		
10-11/02/2005	173	88	16-17/08/2005	128	69		
11-12/02/2005	76	46	17-18/08/2005	163	81		
14-15/02/2005	47	28	20-21/09/2005	30	16		
15-16/02/2005	82	42	04-05/10/2005	64	34		
16-17/02/2005	118	60	05-06/10/2005	46	23		
17-18/02/2005	113	59	13-14/10/2005	127	71		
22-23/02/2005	91	50					
Média Geométrica	111	-	Média Geométrica	152	-		
Média Aritmética	-	55	Média Aritmética	-	78		
Máxima de 24 h	primeira	217	88	Máxima de 24 h	primeira	351	174
	segunda	190	84		segunda	332	138

(*) ausência de dados.

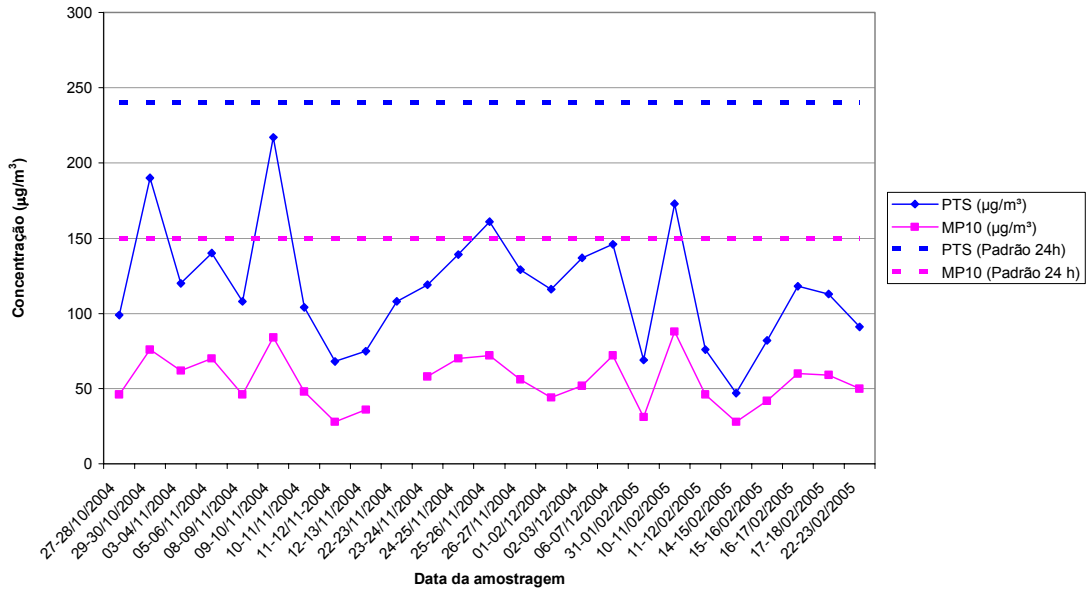
Fonte dos dados: Cetesb – 2005 e 2006.

Analisando-se os resultados e comparando-os com os padrões de qualidade do ar estabelecidos pela Resolução Conama nº 03/90, pode-se verificar que os resultados da primeira campanha não superaram os padrões diários de $240 \mu\text{g}/\text{m}^3$ para o PTS e de $150 \mu\text{g}/\text{m}^3$ para MP₁₀. Entretanto, a média geométrica dos resultados obtidos para PTS de $111 \mu\text{g}/\text{m}^3$ e a média aritmética para MP₁₀ de $55 \mu\text{g}/\text{m}^3$, superaram, apesar do número restrito de amostras, os respectivos valores dos padrões anuais para estes dois parâmetros. Por outro lado, os resultados da segunda campanha se mostraram mais elevados, com algumas ultrapassagens do padrão diário para PTS e uma ultrapassagem para MP₁₀. Da mesma forma, a média geométrica dos resultados de PTS de $152 \mu\text{g}/\text{m}^3$ e de $78 \mu\text{g}/\text{m}^3$ como média aritmética para o MP₁₀, ultrapassaram de forma mais significativa os respectivos padrões.

Como pôde ser visto, os resultados da segunda campanha são significativamente maiores que os da primeira campanha, comprovando-se que, além da constatação de maior volume de soja movimentado no Porto durante o segundo período, também na Baixada Santista, o período do inverno/início de primavera com diminuição das chuvas e das temperaturas, com ocorrência de períodos de grande estabilidade atmosférica (diminuição de ventos com ocorrência de inversões térmicas de baixas altitudes) proporcionam condições mais desfavoráveis à dispersão dos poluentes atmosféricos.

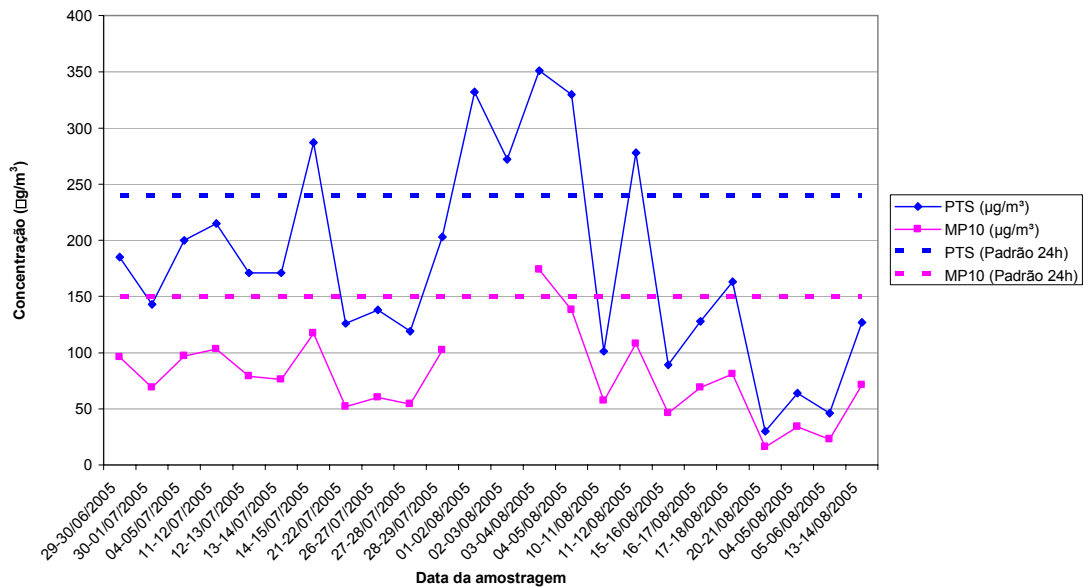
Nos Gráficos 9.3-11 e 9.3-12 são apresentadas as evoluções dos resultados obtidos nas duas campanhas realizadas.

Gráfico 9.3-11 Evolução das concentrações de Partículas Totais em Suspensão (PTS) e Partículas Inaláveis (MP₁₀) na primeira campanha de amostragem da qualidade do ar no Porto de Santos



Fonte: Cetesb, 2005.

Gráfico 9.3-12 Evolução das concentrações de Partículas Totais em Suspensão (PTS) e Partículas Inaláveis (MP₁₀) na segunda campanha de amostragem da qualidade do ar no Porto de Santos



Fonte: Cetesb, 2006.

AValiação Especial de Material Particulado pelo Empreendedor em 2008

Visando avaliar as condições atuais das concentrações de material particulado em suspensão (PTS) na área de implantação do futuro empreendimento foi realizada uma campanha de amostragem no período de 06 a 13 de maio de 2008.

Um amostrador de grandes volumes (Hi-Vol) devidamente calibrado foi instalado em ponto localizado próximo à guarita do portão principal do terreno localizado na Avenida Engenheiro Augusto Barata s/n no bairro de Alemoa – Santos/SP. No **Quadro 9.3-12** são apresentados os resultados das concentrações de Partículas Totais em Suspensão (PTS) obtidos na campanha, conforme relatório apresentado no **Anexo 9**.

Quadro 9.3-12 Concentrações de PTS na avaliação especial na área do futuro empreendimento

Data	PTS ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Condições Meteorológicas (*)			
		Tempo	Temperatura ($^{\circ}\text{C}$)		Chuvas (mm)
			Mínima	Máxima	
06-07/05/2008	196	Bom	15	23	0,0
07-08/05/2008	192	Bom	14	24	0,0
08-09/05/2008	181	Bom e nublado	18	24	0,0
09-10/05/2008	113	Nublado com períodos de chuva	17	21	1,0
10-11/05/2008	71	Nublado com períodos de chuva	16	22	2,0
11-12/05/2008	64	Nublado	17	23	0,0
12-13/05/2008	136	Nublado	18	23	0,0

Nota: (*) Condição climática predominante, referente ao período de coleta (24 h).

(Fonte dos dados: CAB, 2008).

Os resultados apresentados mostram valores de concentração de PTS abaixo do padrão primário de $240 \mu\text{g}/\text{m}^3$ de qualidade do ar estabelecido pela Resolução Conama nº 03/90 para exposição de 24 h, apesar de apresentar valores significativos principalmente quando da não ocorrência de chuvas.

G) SATURAÇÃO DA QUALIDADE DO AR

O Decreto Estadual nº 52.469 de 12/12/2007 alterou a redação e incluiu dispositivos ao Regulamento da Lei Estadual nº 997/76, aprovado pelo Decreto Estadual nº 8468/76, definindo critérios para estabelecimento do grau de saturação da qualidade do ar de uma sub-região, possibilitando ao órgão ambiental fazer exigências especiais relativas à prevenção e ao controle de poluição do ar para as áreas consideradas saturadas ou em vias de saturação, principalmente nos processos de licenciamento de ampliação ou instalação de novos empreendimentos, bem como quando da renovação das Licenças de Operação das empresas existentes.

O enquadramento na classificação do grau de saturação de uma sub-região para um poluente específico é realizado cotejando-se os resultados obtidos pela estação de amostragem da rede de monitoramento operada pela Cetesb com os Padrões de Qualidade do Ar vigentes, observando-se ainda:

- Para o poluente **Ozônio**, a abrangência da sub-região é o território compreendido pelos municípios que, no todo ou em parte, estejam situados à distância de até 30 km da estação medidora.

- Para os demais poluentes primários monitorados (partículas totais em suspensão, partículas inaláveis, SO₂, CO, NO₂ e hidrocarbonetos), a abrangência é o próprio território do município onde está sendo realizado o monitoramento, podendo a Cetesb ainda, em função da conurbação da região e mediante justificativa técnica, estender a abrangência para municípios vizinhos.

O Decreto Estadual nº 52.469/07 ainda estabelece os critérios para cada poluente para enquadramento das áreas saturadas nos três níveis de severidade: Moderado, Sério e Severo.

No **Quadro 9.3-13** é apresentada a classificação dos municípios da Baixada Santista quanto ao grau de saturação da qualidade do ar segundo dados de monitoramento, de acordo com os dados constantes do Relatório de Qualidade do Ar no Estado de São Paulo – 2007 (Cetesb, 2008). Como pode ser visto todos os municípios da Baixada Santista, exceto Peruíbe, são classificados como **Saturado-Sério** em termos do poluente secundário **Ozônio (O₃)**, de acordo com os resultados das medições realizadas na **Estação Cubatão Centro**. Além disso, os Municípios de Santos e Cubatão são também classificados como **Saturados** pelo poluente **Material Particulado (MP)**, sendo que Santos está enquadrado no nível de severidade **Moderado** e Cubatão no **Severo**. Deve-se esclarecer que o enquadramento do grau **Saturado-Moderado** para Santos baseou-se nos resultados da campanha de amostragem de **Partículas Totais em Suspensão (PTS)** realizada por 32 dias em 2005 no Porto de Santos, apresentado no item anterior (Avaliação de Material Particulado em 2004 e 2005 pela Cetesb). Por outro lado, também segundo resultados do monitoramento da qualidade do ar, são classificados como **Não Saturados** os municípios de Cubatão em termos de **Dióxido de Enxofre (SO₂)** e **Dióxido de Nitrogênio (NO₂)** e Santos para o **Dióxido de Enxofre (SO₂)**.

Quadro 9.3-13 Classificação dos municípios da Baixada Santista no grau de saturação da qualidade do ar

Município	Parametro					Município monitorado para O ₃
	MP	SO ₂	CO	NO ₂	O ₃	
Bertioga					SAT-SER	Cubatão
Cubatão	SAT-SEV	NS		NS	SAT-SER	Cubatão
Guarujá					SAT-SER	Cubatão
Itanhaém					SAT-SER	Cubatão
Mongaguá					SAT-SER	Cubatão
Peruíbe						
Praia Grande					SAT-SER	Cubatão
Santos	SAT-MOD	NS			SAT-SER	Cubatão
São Vicente					SAT-SER	Cubatão

MP – material particulado

SO₂ – dióxido de enxofre

CO – monóxido de carbono

NO₂ – dióxido de nitrogênio

Fonte de dados: Cetesb, 2008.

O₃ – Ozônio

SAT-MOD – área saturada moderado

SAT-SER – área saturada sério

SAT-SEV – área saturada severo

NS – área não saturada

Finalmente, segundo Art. 4º do Decreto Estadual nº 52.469/07, até 31 dezembro de 2012 a implantação de fontes novas de poluição em regiões **Saturadas** classificadas como **Severo** que resultem em emissões acima das quantidades especificadas no Anexo 11, 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, até a expedição da respectiva Licença de Operação. Se o enquadramento da Saturação for Sério ou Moderado, valem as mesmas exigências, contudo a compensação deverá ser comprovada até a primeira renovação da Licença de Operação do empreendimento.

9.3.2 CLIMA

O clima da Baixada Santista é classificado como Subtropical Úmido, com verão quente e úmido e inverno moderadamente seco e, cuja dinâmica é controlada por massas de ar tropicais e polares, sendo a massa de ar dominante, a Tropical Atlântica (Ta). No entanto, nos meses de inverno, há a ação da massa de ar Polar Atlântica, e a região fica sujeita a fortes resfriamentos.

Além disso, de acordo com a classificação climática de Köppen, o clima da região classifica-se como Cwa, sendo:

- C: mesotérmico, clima chuvoso de latitudes médias com verões amenos (temperatura média do mês mais frio menor que 18°C, mas acima de -3°C).
- w: estação seca no inverno (70% da precipitação média anual é observada nos seis meses mais quentes).
- a: verão quente, com temperatura média do mês mais quente acima de 22°C.

A seguir, serão caracterizadas as principais condicionantes do clima da região.

9.3.2.1 Temperatura do ar

Para a caracterização da temperatura do ar, considerou-se a série de dados dos anos de 2000 a 2005, da Estação em Santos, SP, latitude 23,93° S, longitude -46,3° W e altitude 3 m.

A temperatura do ar média anual nesse período para a área de estudo foi de 23,8°C, sendo janeiro o mês com temperaturas mais elevadas, 27°C, e o mês com temperaturas mais baixas julho, com média de 19,9°C, para o período analisado. A média anual para as temperaturas máximas e mínimas foi de 32°C e 15,9°C, respectivamente. É importante ressaltar que os valores apresentados consistem em valores médios mensais para a série de dados de 2000 a 2005 e que, portanto, estes não consistem nos valores máximos ou mínimos absolutos e sim, a média dos cinco anos de observação.

No **Gráfico 9.3-13**, pode se observar o ciclo anual da temperatura (máximo, mínimo e médio), o qual está condicionado à declinação solar que confere mais energia em superfície nos meses de primavera/verão e valores mais reduzidos no outono/inverno, como visto no **Gráfico 9.3-14**.

A amplitude térmica anual para a série analisada foi de 7,1°C (27°C – 19,9°C).

Gráfico 9.3-13 Variação da temperatura do ar média mensal para os anos de 2000 a 2005. Estação: Santos-SP, Lat.: -23,93° S, Long.: -46,3° W e alt.: 3 m.

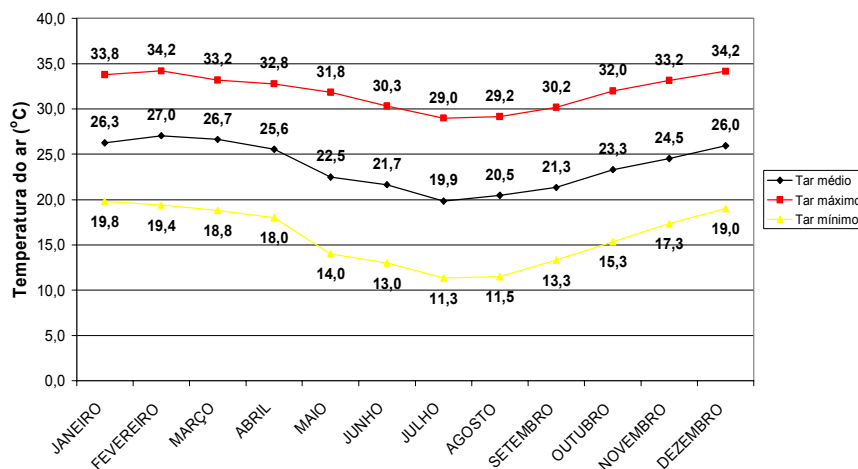
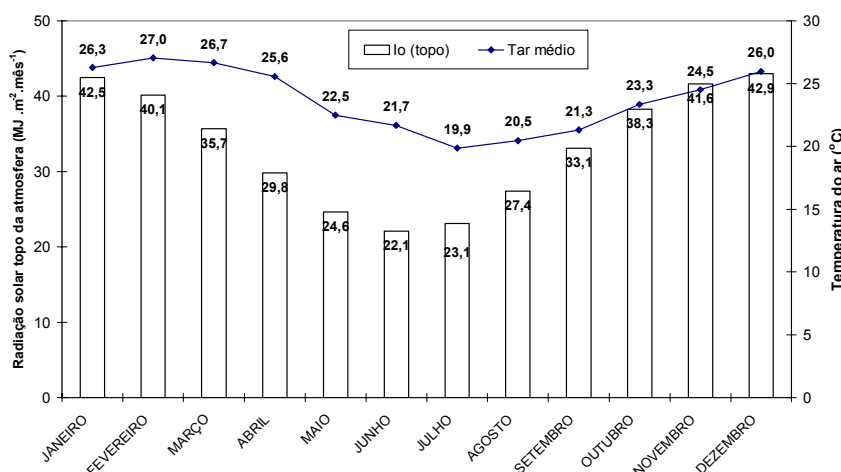


Gráfico 9.3-14 Variação da temperatura do ar média mensal para os anos de 2000 a 2005 e da radiação solar global no topo da atmosfera. Estação: Santos-SP, Lat.: -23,93° S, Long.: -46,3° W e alt.: 3 m.



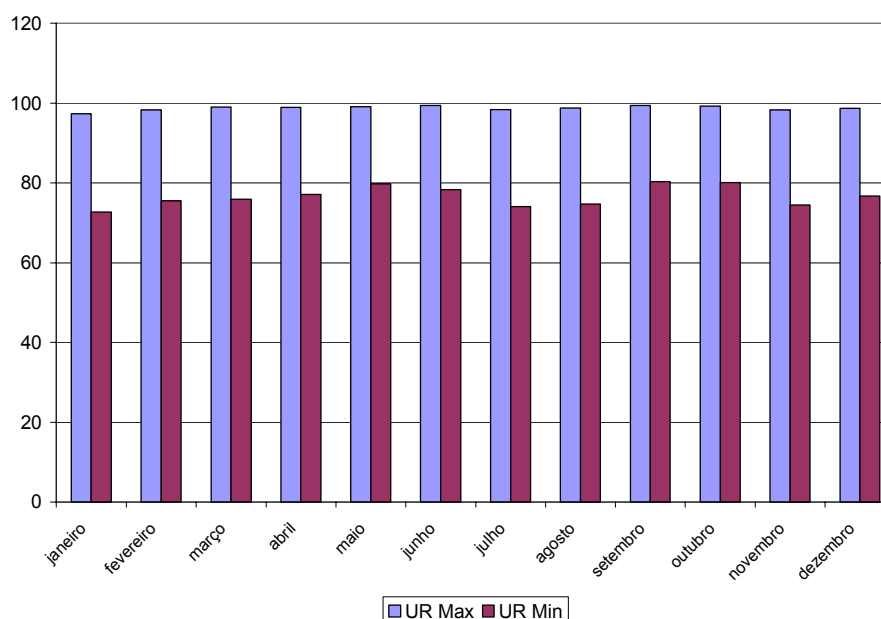
9.3.2.2 Umidade relativa do ar

A umidade relativa do ar média anual para a região em questão oscila entre 75 e 83%, sendo a média anual em torno de 80%.

Estas taxas de umidade relativa do ar elevadas ocorrem em decorrência da influência geográfica conjugada da ação do mar e da presença da escarpa da serra, como já mencionado, também responsável pela alta pluviosidade.

Durante a estação seca, a água disponível no solo e na atmosfera se encontra mais reduzida, causando os valores mínimos de umidade relativa no final do inverno. A passagem das frentes frias durante essa época pode causar chuvas e queda de temperaturas, deixando a atmosfera mais úmida, embora por poucos dias. A variação anual da umidade relativa média mensal medida em Santos é mostrada no **Gráfico 9.3-15**.

Gráfico 9.3-15 Variação mensal da umidade relativa média medida em Santos.



9.3.2.3 Precipitação

Assim como a umidade relativa do ar, a pluviosidade também é elevada na região do empreendimento. Frentes frias vindas do sul, ao encontrar com a Serra do Mar, têm seu movimento freado e ali permanecem, até que este ar comprimido no sopé das serras e morros se aquece e, durante o movimento de ascensão, torna-se saturado e a umidade ali contida se condensa. Esse processo resulta na formação de nuvens, que envolvem o topo da serra e resultam tanto em chuvas torrenciais e garoas. Por estes motivos, a incidência de chuvas nesta região é a maior do Brasil.

Para a análise desta variável, considerou-se os dados dos anos de 1994 a 2004, disponibilizados pelo Departamento de Águas e Energia Elétrica – DAEE, apresentados no **Quadro 9.3-14**. Conforme esse quadro, verifica-se que a pluviosidade é mais alta durante os meses de verão, com média mensal de 359,6 mm, enquanto que no período de inverno, a média foi de 146,8 mm. A média anual para o mesmo período foi de 255 mm.

Quadro 9.3-14 Chuva mensal (mm)

Ano	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez
1994	458,4	721,2	502,6	366,9	87,1	238,3	128,6	132,8	272,7	235,3	192,6	247,4
1995	295	693,7	436,8	225,5	236,6	266,6	115,4	302,7	349,6	516,2	492,1	379,3
1996	238,3	564,2	692,3	295,2	181,6	227	124,1	116,4	403,5	182,3	194,5	131,3
1997	436,7	42,4	169	157,9	245,1	128,1	92,4	205,7	347,6	369,4	437,7	210,5
1998	405,5	615,4	403,6	99	210,1	75,6	86,5	127,3	349,8	528,5	188,1	244,7
1999	584,2	392,1	247,2	336,5	95,5	221,8	179,7	115,7	191,8	308,8	128,1	573,2
2000	---	328,3	532,3	128	85,9	73,8	103	25,6	57,9	30	80,4	111,3

Ano	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez
2001	185,2	267,3	122,1	107,7	205,5	63,3	169,4	85,2	166,3	161,1	133,5	280,2
2002	150,5	288,8	210,6	210,8	196,3	449,4	52,9	83,5	171,6	303,2	444,6	462,5
2003	542,3	140,2	411,1	147,5	143,5	66	70,5	---	115,6	323,3	364,2	293,1
2004	380,6	483,6	298	340,6	126,6	85,2	336,1	148,2	227,3	---	---	---

Fonte: DAEE, 2008

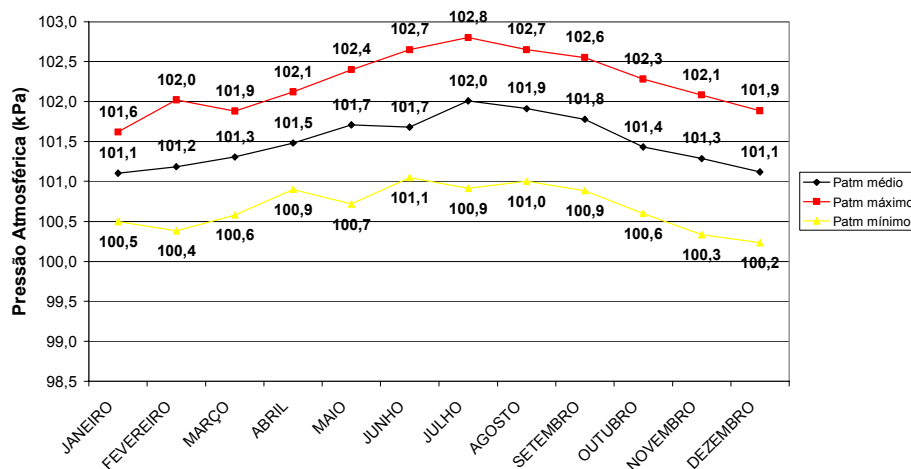
9.3.2.4 Pressão atmosférica

Para a caracterização da pressão atmosférica (P_{atm}) da região do empreendimento, utilizou-se os dados da estação de Santos-SP, entre os anos de 2000 a 2005. O valor médio da P_{atm} é de 101,5 kPa, valor este, próximo do valor teórico médio para o nível do mar.

Conforme pode ser observado no **Gráfico 9.3-16**, os valores mais elevados de P_{atm} ocorrem nos meses de outono e inverno, devido à relação termodinâmica entre a temperatura e a densidade do ar.

Durante os meses com temperaturas mais reduzidas, a densidade do ar apresenta-se mais elevada, o que ocasiona uma coluna de ar mais "pesada" sobre a região.

Gráfico 9.3-16 Variação da pressão atmosférica média mensal para os anos de 2000 a 2005. Estação: Santos-SP, Lat.: -23,93° S, Long.: -46,3° W e alt.: 3 m.



9.3.2.5 Insolação

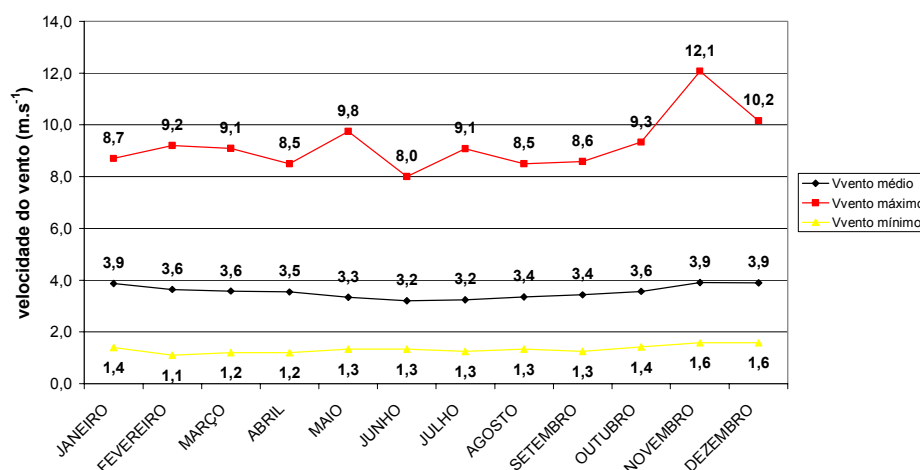
A incidência de radiação solar na região em estudo é da ordem de 125 horas, chegando até 168 horas no mês de julho e, 108 horas nos meses de outubro.

9.3.2.6 Vento

A origem dos ventos para a região do empreendimento é predominantemente do Sul, Leste e Sudeste, sendo os ventos vindos do quadrante Norte, menos freqüentes. Nas estações da primavera e verão, os ventos predominantes são procedentes do leste; no mês de outubro, predominam os ventos oriundos do sul e, no mês de janeiro, são os ventos vindos do noroeste. A situação de calmaria é superior a 30% em todos os meses do ano e a média anual é de 50%.

A velocidade média do vento na área de estudo é de $3,5 \text{ m.s}^{-1}$, sendo que os valores médios mais elevados ocorrem entre os meses de novembro a janeiro com média de $3,9 \text{ m.s}^{-1}$. O valor máximo médio verificado foi de $12,1 \text{ m.s}^{-1}$, durante o mês de novembro e a média anual dos valores máximos do vento foi de $9,3 \text{ m.s}^{-1}$, considerando-se dados da estação Santos – SP, latitude - $23,93^\circ \text{ S}$, longitude $46,3^\circ \text{ W}$ e altitude 3 m, para os anos de 2000 a 2005, conforme **Gráfico 9.3-17** e **Quadro 9.3-15** a seguir.

Gráfico 9.3-17 Variação da velocidade do vento (máximo, médio e mínimo) média mensal para os anos de 2000 a 2005. Estação: Santos-SP, Lat.: $-23,93^\circ \text{ S}$, Long.: $-46,3^\circ \text{ W}$ e alt.: 3 m.



Quadro 9.3-15 Variação da velocidade do vento (máximo, médio e mínimo) média mensal para os anos de 2000 a 2005. Estação: Santos-SP, Lat.: $-23,93^\circ \text{ S}$, Long.: $-46,3^\circ \text{ W}$ e alt.: 3 m.

	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	Anual
Médio	3,9	3,6	3,6	3,5	3,3	3,2	3,2	3,4	3,4	3,6	3,9	3,9	3,5
Máximo	8,7	9,2	9,1	8,5	9,8	8,0	9,1	8,5	8,6	9,3	12,1	10,2	9,3
Mínimo	1,4	1,1	1,2	1,2	1,3	1,3	1,3	1,3	1,3	1,4	1,6	1,6	1,3

9.3.3 DIAGNÓSTICO DE RUÍDO E VIBRAÇÃO

Para avaliar os atuais níveis de ruído e vibração, bem como possibilitar a predição dos ruídos futuros e a sua avaliação de impacto, foram escolhidos 6 (seis) pontos localizados no terreno pertencente à BTP – Brasil Terminal Portuário e adjacências, situado no município de Santos, tendo sido realizadas medições no dia 16/04/2008, com acompanhamento de pessoal técnico da empresa.

O empreendimento consiste em um terminal portuário de uso misto, que movimentará granéis sólidos e líquidos e carga geral em várias formas de acondicionamento, tais como contêineres, com a utilização de equipamentos específicos para movimentação do tipo Portêineres, transtêineres, guindastes, empilhadeiras e conjuntos transportadores.

O terminal portuário da BTP será implantado em 2 fases, previstas para serem executadas ao longo de 29 meses, a saber:

- Fase 1: prevista a implantação de 4 berços de atracação, pátio para contêineres e edificações em geral.
- Fase 2: prevista implantação de 1 berço de uso múltiplo para granéis líquidos e contêineres, tancagem e pátio complementar para contêineres.

9.3.3.1 Critérios de avaliação – Metodologia

A) RUÍDO

As medições foram feitas conforme as seguintes normalizações de referência:

- NBR 10151/2000 – ABNT – Medição de ruído em áreas habitadas.
- IEC 60651 – Medidores de nível sonoro.
- IEC 60804 – Medidores de nível sonoro por integração.
- IEC 60942 – Calibradores de referência acústica.
- NBR 7731 – Guia para execução de serviços de medição de ruído.

Obs: IEC – International Electrotechnical Commission.

NBR – Norma Brasileira de Ruído da Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT).

As medições foram realizadas de acordo com os preceitos das normas vigentes, no que se refere aos procedimentos de medição, avaliação do ruído, bem como às solicitações referentes ao medidor e calibrador acústico.

Os parâmetros de medição utilizados foram o ruído ambiente – L_{eq} – dB(A) e o ruído de fundo por meio da análise estatística de eventos – L_{90} – dB(A).

As medições foram realizadas com amostragens de 900 segundos com a captura de 1 evento de NPS (Nível de Pressão Sonora) por segundo.

B) VIBRAÇÕES

As medições foram feitas conforme as seguintes normalizações de referência:

- ISO 2372- Mechanical Vibration of machines
- ISO 2631 – Part 2 – Continuous and shock-induced vibration in buildings
- Recomendações Cetesb – (Richard 1970)
- ANSI/S 3.29 (1983) – Para áreas residenciais

Obs: ISO – Institute of Standardization Organization

ANSI – *American National Standard Institute*

O parâmetro de vibração utilizado foi o nível de velocidade mm/s com detecção de pico em curva de resposta de 10HZ a 10KHZ.

As medições foram tomadas no piso, nos três eixos simultaneamente, com amostragens de 900 segundos com a captura de 1 evento de vibração por segundo.

9.3.3.2 Equipamentos de avaliação utilizados

A) RUÍDO

- Calibrador/referência acústica marca Norsonic – Noruega, modelo 1251, número de série 22441 Certificado de Calibração número 16712 emitido pela Chrompack, laboratório credenciado pela RBC.
- GPS marca Garmin modelo eTrex.

B) VIBRAÇÃO

- Medidor & Acelerômetro marca Quest & Dytran.
- Modelo: VI 400 Pro & 3143M5 – Nº de Série: 9203 & 1144.
- Certificado de Calibração Nº CC018802007 emitido pelo Laboratório Central – Lacen. credenciado pela RBC.

Os certificados de calibração constam do **Anexo 10**.

9.3.3.3 Dados coletados e calculados

Os pontos de medição escolhidos estão indicados no **Quadro 9.3-16** e **Figura 9.3-1** a seguir e na Planta do **Anexo 11**, com fotos dos locais onde foram realizadas as medições no Anexo Fotográfico.

Quadro 9.3-16 Coordenadas geográficas dos pontos de medição.

Ponto	Localização	
1	S 23°55'32,21"	W 46°20'57,03"
2	S 23°55'33,53"	W 46°20'57,14"
3	S 23°55'13,41"	W 46°21'11,38"
4	S 23°55'21,26"	W 46°21'12,56"
5	S 23°55'28,60"	W 46°21'25,70"
6	S 23°55'52,10"	W 46°20'54,38"



Figura 9.3-1 Localização dos pontos de medição de ruído e vibração

A) NÍVEIS DE VIBRAÇÕES

Os níveis de vibração obtidos nos seis pontos selecionados são aqueles mostrados nos **Gráficos 9.3-18 a 9.3-23** do "Plot" do instrumento, a seguir.

No **Quadro 9.3-17** a seguir estão apresentados os níveis máximos obtidos, em velocidade de pico.

Quadro 9.3-17 Níveis obtidos nas medições de vibração nos pontos selecionados

Ponto	Velocidade de pico em mm/s
1	0.055
2	0.257
3	0.036
4	0.036
5	0.184
6	0.106

Gráfico 9.3-18 Medições de vibração no Ponto 1

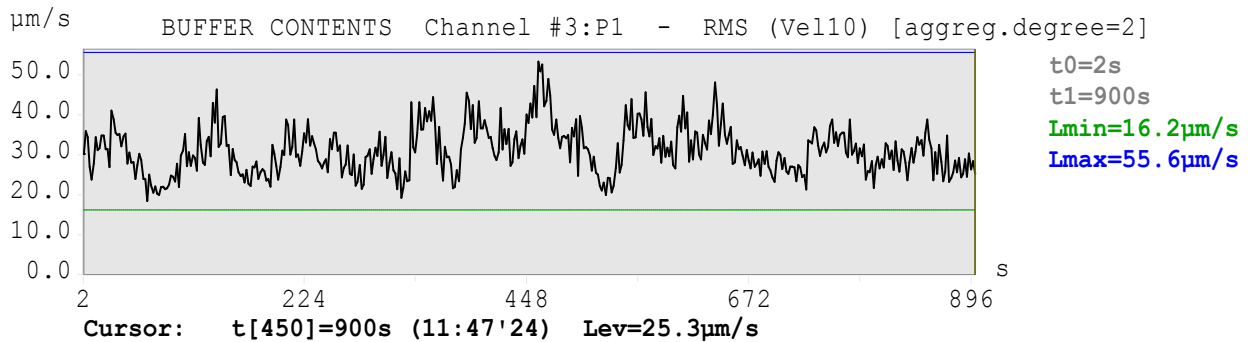
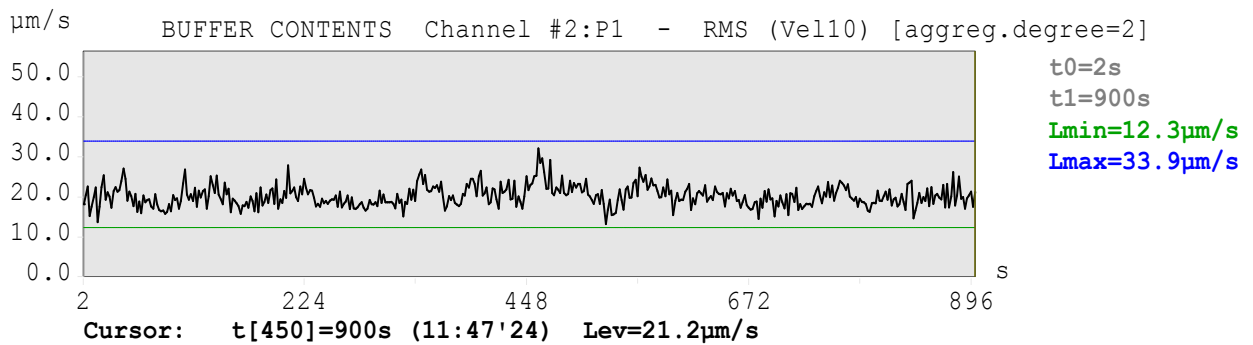
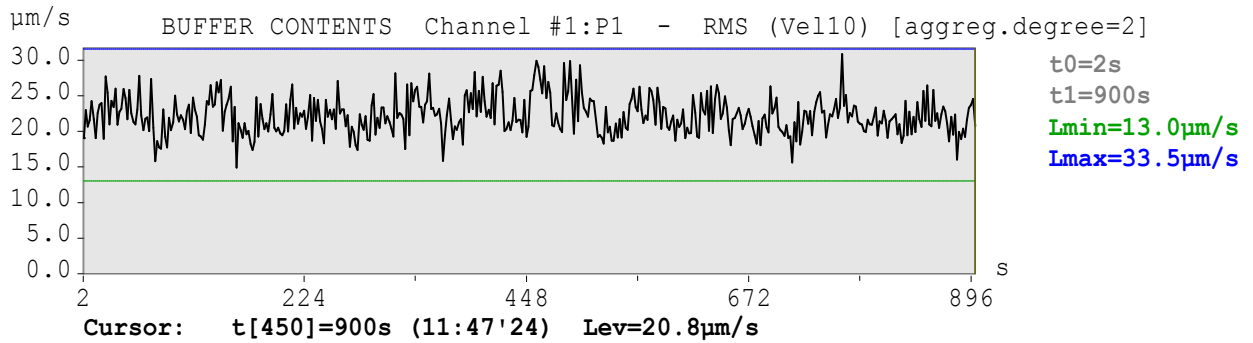


Gráfico 9.3-19 Medições de vibração no Ponto 2

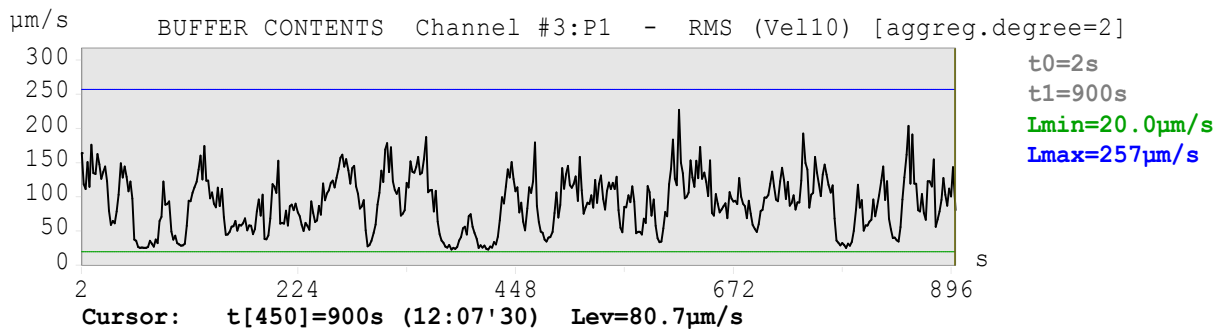
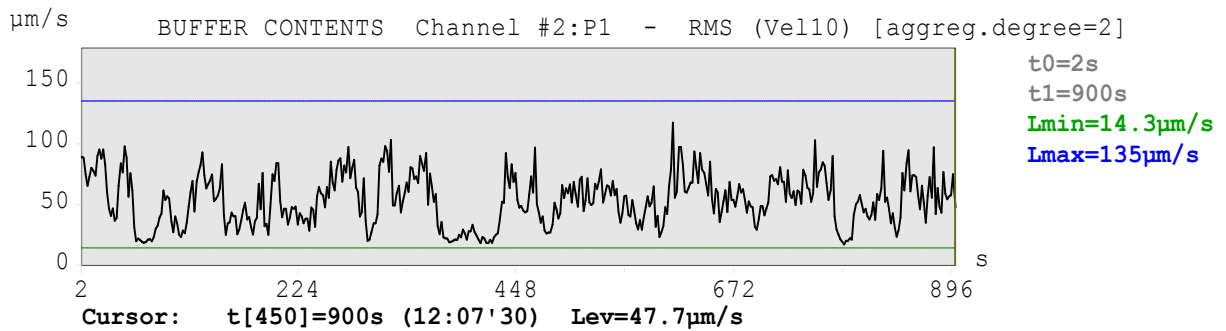
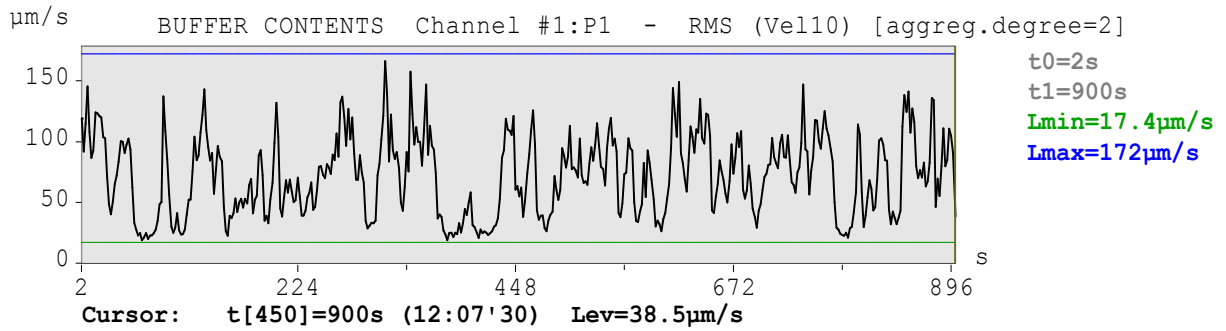


Gráfico 9.3-20 Medições de vibração no Ponto 3

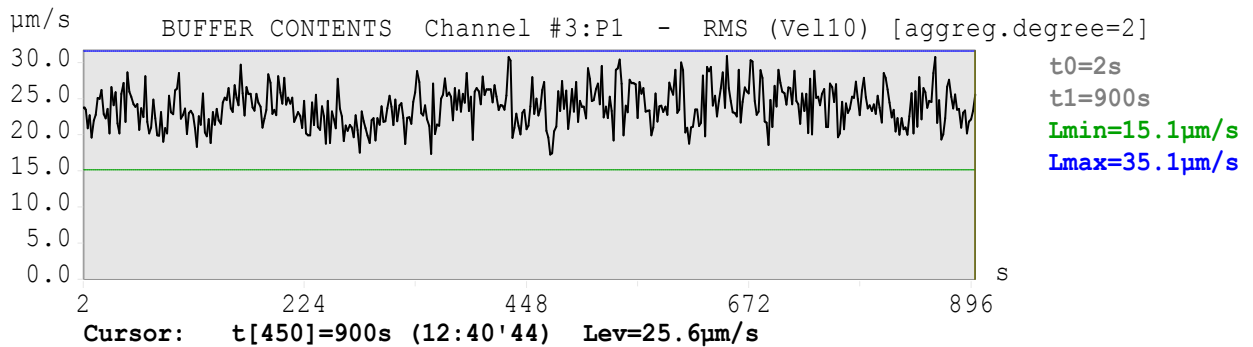
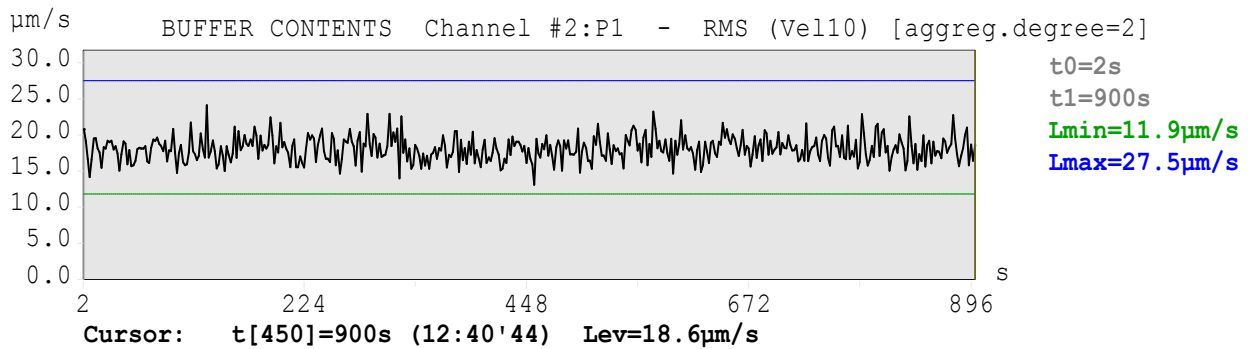
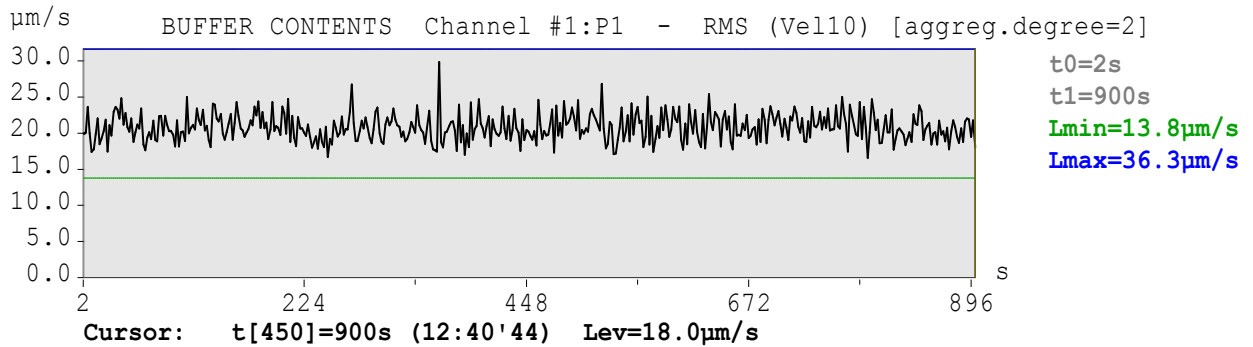


Gráfico 9.3-21 Medições de vibração no Ponto 4

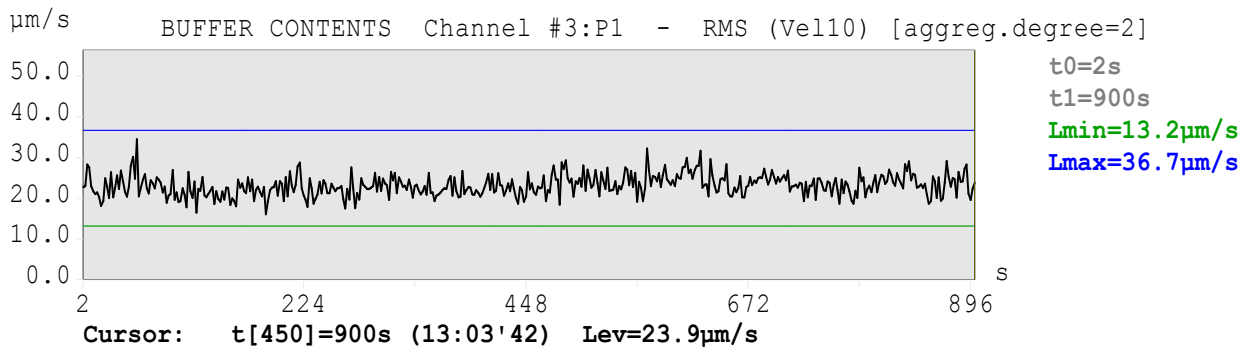
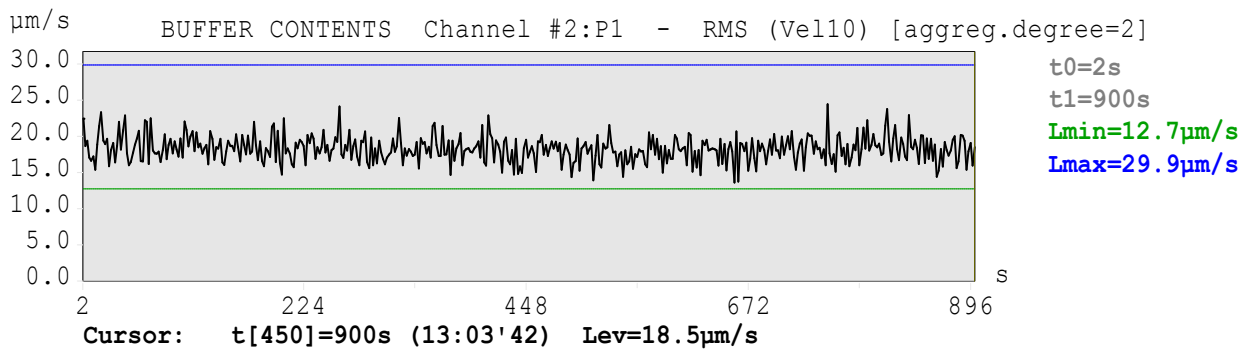
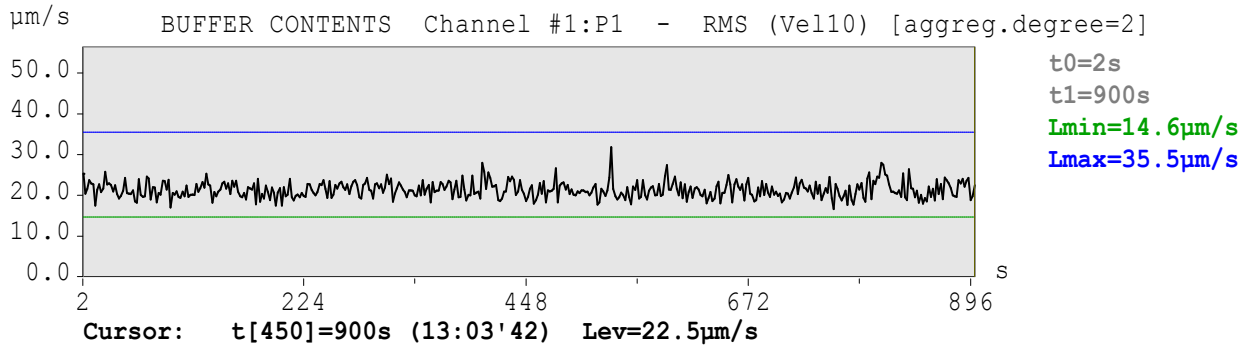


Gráfico 9.3-22 Medições de vibração no Ponto 5

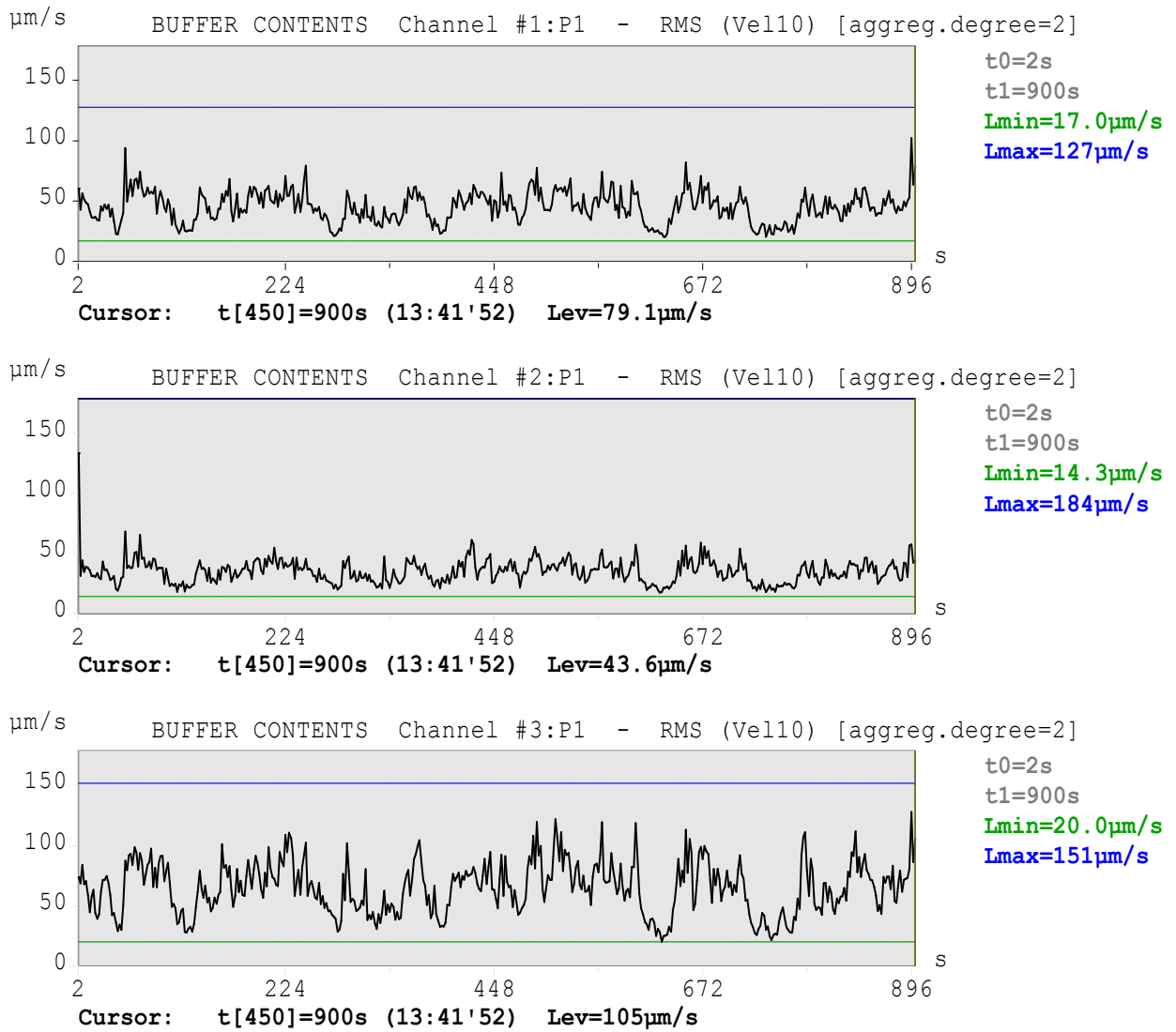
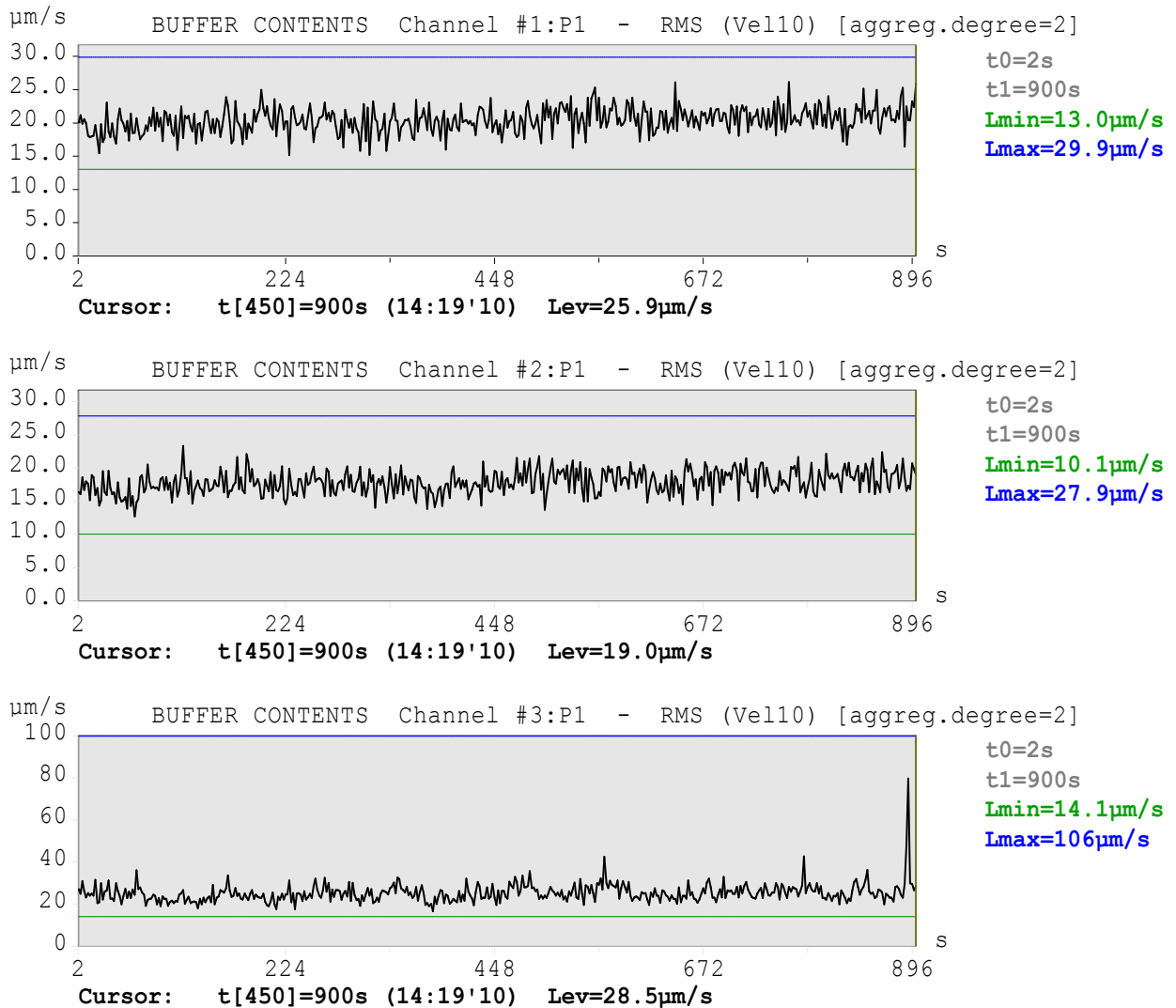


Gráfico 9.3-23 Medições de vibração no Ponto 6



B) NÍVEIS DE RUÍDO

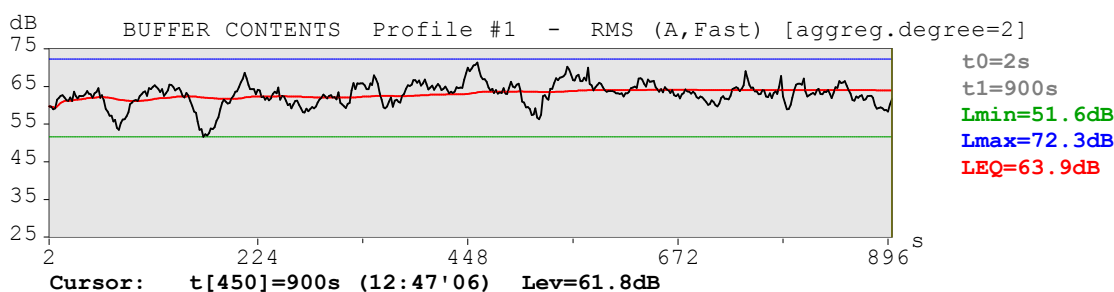
Os níveis de ruído obtidos nos seis pontos selecionados são aqueles mostrados nos **Gráficos 9.3-24 a 9.3-29** do "Plot" do instrumento a seguir.

No **Quadro 9.3-18** estão apresentados os níveis de ruído ambiente e de fundo.

Quadro 9.3-18 Valores obtidos nas medições de ruído nos pontos selecionados

Resumo dos dados obtidos		
Ponto	Ruído Ambiente L _{eq} dB(A)	Ruído de Fundo L ₉₀ dB(A)
1	63.9	59.0
2	66.6	58.4
3	49.5	46.4
4	53.8	51.1
5	67.3	62.0
6	68.4	61.8

Gráfico 9.3-24 Medições de ruído no Ponto 1

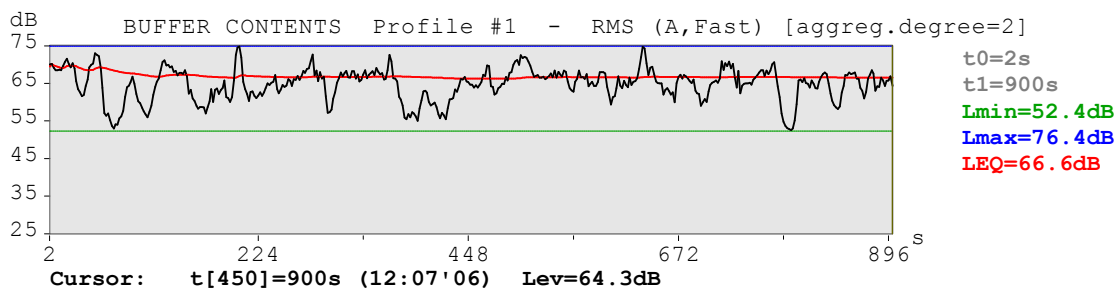


Statistical levels for Histogram: Profile #1 - RMS

i	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
ni[%]	1	10	20	30	40	50	60	70	80	90
Lni[dB]	69.9	66.5	65.3	64.5	63.8	63.2	62.5	61.8	60.6	59.0

L₉₀ = 59.0 dB(A)

Gráfico 9.3-25 Medições de ruído no Ponto 2

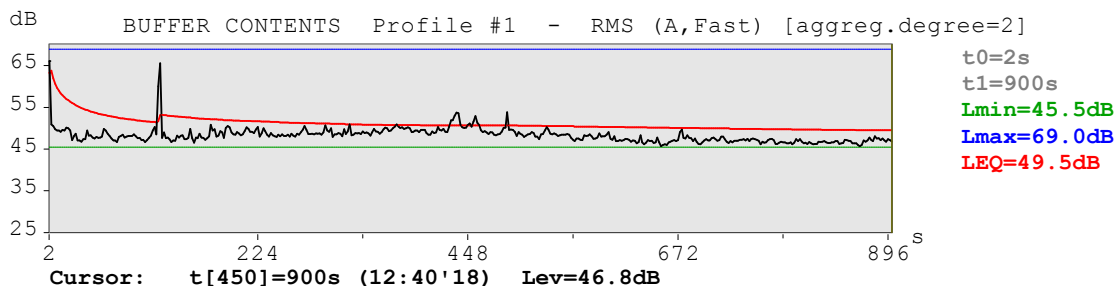


Statistical levels for Histogram: Profile #1 - RMS

i	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
ni[%]	1	10	20	30	40	50	60	70	80	90
Lni[dB]	73.5	69.6	68.1	67.1	66.3	65.4	64.4	63.1	61.3	58.4

L₉₀ = 58.4dB(A)

Gráfico 9.3-26 Medições de ruído no Ponto 3

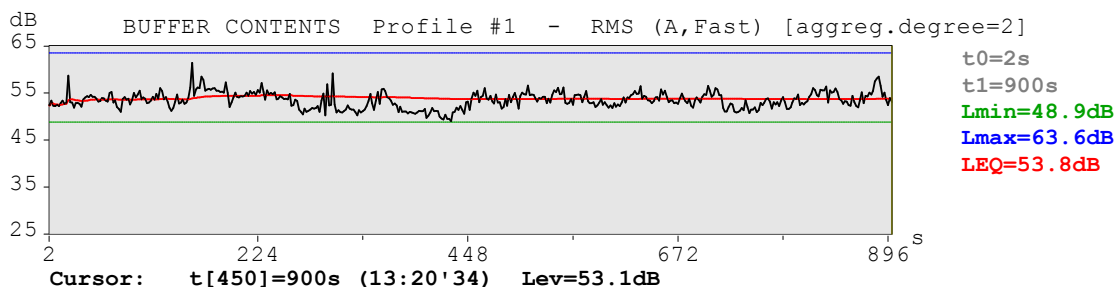


Statistical levels for Histogram: Profile #1 – RMS

i	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
ni[%]	1	10	20	30	40	50	60	70	80	90
Lni[dB]	53.5	50.1	49.4	48.9	48.5	48.1	47.7	47.3	46.9	46.4

$L_{90} = 46.4\text{dB(A)}$

Gráfico 9.3-27 Medições de ruído no Ponto 4

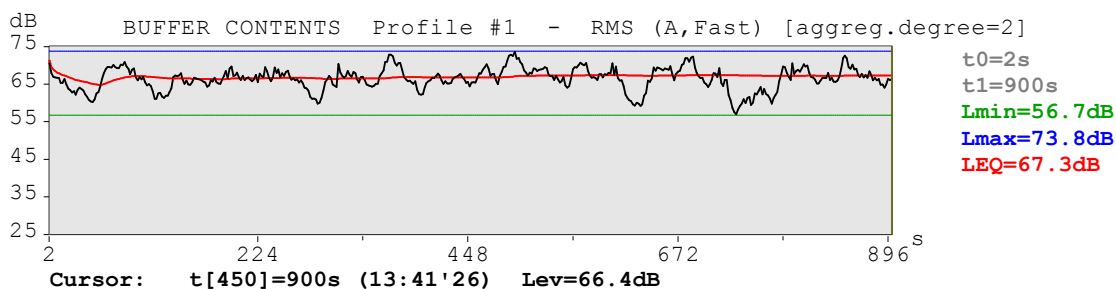


Statistical levels for Histogram: Profile #1 – RMS

i	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
ni[%]	1	10	20	30	40	50	60	70	80	90
Lni[dB]	58.4	55.7	54.8	54.4	53.9	53.4	53.0	52.4	51.9	51.1

$L_{90} = 51.1\text{dB(A)}$

Gráfico 9.3-28 Medições de ruído no Ponto 5

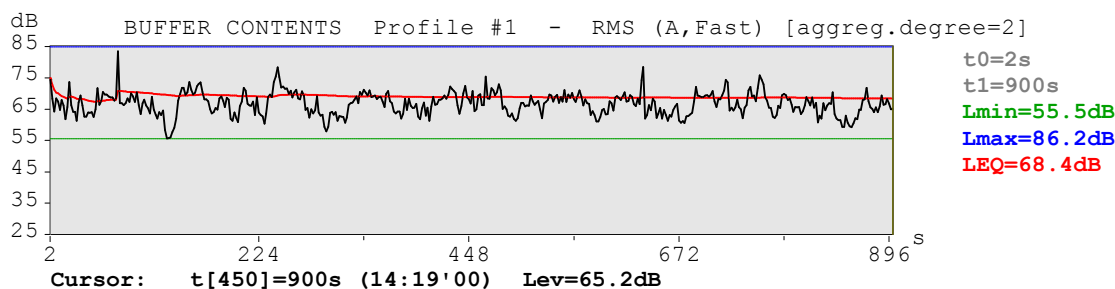


Statistical levels for Histogram: Profile #1 – RMS

i	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
ni[%]	1	10	20	30	40	50	60	70	80	90
Lni[dB]	72.8	69.9	68.9	67.9	67.3	66.6	66.0	65.3	64.2	62.0

$L_{90} = 62.0\text{dB(A)}$

Gráfico 9.3-29 Medições de ruído no Ponto 6



Statistical levels for Histogram: Profile #1 – RMS

i	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
ni[%]	1	10	20	30	40	50	60	70	80	90
Lni[dB]	76.2	71.1	69.5	68.5	67.6	66.7	65.6	64.5	63.2	61.8

$L_{90} = 61.8\text{dB(A)}$

9.3.3.4 Análise dos dados coletados e calculados

A) RUÍDO

Na análise realizada foram utilizados os parâmetros de Nível Equivalente (L_{eq}) e subsidiariamente o de Ruído Estatístico (L_{90}).

O Nível Equivalente (L_{eq}) é um nível contínuo obtido a partir do valor médio quadrático da pressão sonora (com a ponderação A) referente a todo o intervalo de medição, ou seja, é um nível médio que gera a mesma energia de todos eventos sonoros ocorridos no referido período de medição.

O Ruído Estatístico (L_{90}), obtido através de um cálculo gaussiano, caracteriza o ruído de fundo da região e é o nível que ocorre em 90% do tempo de observação em cada um dos pontos considerados.

Segundo NBR-10151/2000 da ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas, que consta da Resolução nº 1 Conama – Conselho Nacional do Meio Ambiental de 08/03/90, considera-se os limites máximos de emissão no meio urbano, os valores apresentados no **Quadro 9.3-19** a seguir:

Quadro 9.3-19 Limites máximos permissíveis de emissão de acordo com o tipo de área

Tipos de Áreas	Diurno	Noturno
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

De acordo com a Norma citada, quando o nível de ruído ambiente superar os níveis máximos permissíveis constantes do quadro acima, deve-se assumir este valor como sendo aquele que caracteriza a área em estudo.

Nas condições atuais e considerando-se a análise de micro-região, a área se caracteriza como **área predominantemente industrial**.

Assim, em nenhum dos pontos medidos ocorreram níveis superiores àqueles que constam da citada NBR-10.151 da ABNT.

B) VIBRAÇÕES

Adotando-se o critério de Whiffin C. e D.R. Leonard – 1971, salientam-se as velocidades entre 0,15 a 0,30 mm/s, que são adotadas pela Cetesb nas avaliações de vibrações que potencializam incômodo nas vizinhanças, conforme apresentado no **Quadro 9.3-20** a seguir.

Quadro 9.3-20 Limites máximos permissíveis de velocidade de vibração

Velocidade de Partícula – Pico – mm/s	Reação Humana	Efeitos sobre as Construções
0 – 0,15	Imperceptível pela população, não há incômodo	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 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

Conforme verificado nas medições não haveria incômodo na vizinhança, pois em nenhum ponto ocorreu ultrapassagem do nível de 0.30 mm/s, recomendado pela Cetesb como limite máximo permissível.

9.3.3.5 Previsão de ruídos nas fases de instalação e operação

A) FASE DE OBRAS PARA INSTALAÇÃO (ESTIMATIVA)

Na fase de obras serão usadas diversas máquinas para movimentação de terra assim como caminhões para o transporte.

Usando-se dados de radiações sonoras de algumas máquinas a 50 m de distância, em obras civis, apresentamos os resultados constantes do **Quadro 9.3-21**:

Quadro 9.3-21 Valores de medição de referência obtidos em obras equivalentes

Equipamento	Ruído Ambiente L_{eq} dB(A)
Guindaste	76,1
Caminhão Betoneira	72,3
Escavadeira	76,7

Considerando-se o nível mais alto medido, mais restritivo, ou seja, 76,7 dB(A), pode-se efetuar os cálculos e verificar que os decaimentos nas diversas distâncias no entorno entre 100 m e 1000 m seriam os apresentado no **Quadro 9.3-22**:

Quadro 9.3-22 Valores de medição de referência obtidos em obras civis

Metros	dB(A)	Resultado dB(A)
100	16.5	60.2
300	20.0	56.7
500	30.5	46.2
1000	36.5	40

Com relação ao movimento dos caminhões para a fase de obras, considerando-se a passagem média de 10 caminhões em 1 hora e aplicando-se o modelo matemático desenvolvido pela FHWA – RD-77-108 da *Federal Highway Administration – U.S. Department of Transportation* na fórmula.

$$L_{eq} = L_{oe} + 10 \log [M/S.T]$$

Onde:

L_{oe} = Nível sonoro dos caminhões [estimado] = 90 dB(A)

N = Número de veículos passando num local específico em 1 hora = 10

OBS.: O nº. de veículos considerado refere-se ao tráfego gerado no local por caminhões diversos.

S = Velocidade media por veículo = 60 km/h

T = Duração do tempo considerada = 1 hora

$$L_{eq} = 90 + 10 \log [10/60.1] = 82 \text{ dB(A)}$$

O decaimento no entorno entre 100 e 1000 m calculado está apresentado no **Quadro 9.3-23** a seguir.

Quadro 9.3-23 Valores calculados de decaimento no entorno entre 100 e 1000m

M	dB(A)	Resultado dB(A)
100	16.5	65.5
300	20.0	62.0
500	30.5	51.5
1000	36.5	45.5

Como se observa no quadro acima, os níveis radiados não causarão, pelos limites permissíveis da legislação vigente, nenhum tipo de incômodo para os receptores situados nas distâncias consideradas (de 500 a 1000 metros).

O uso do solo para o empreendimento foi considerado como área predominantemente industrial. Entretanto, a distância das áreas receptoras, que são de característica predominantemente mista, com vocação comercial e administrativa, estão a cerca de 500 metros do empreendimento, cujos valores de decaimento calculados, de 51,5 dB(A).

B) FASE DE OPERAÇÃO DO EMPREENDIMENTO (ESTIMATIVA)

CRITÉRIOS PARA A AVALIAÇÃO DO IMPACTO DEVIDO AOS NÍVEIS DE RUÍDO GERADOS NA OPERAÇÃO DO FUTURO EMPREENDIMENTO

FONTES DE RUÍDO

Para a avaliação do impacto gerado na operação do futuro empreendimento foram estimados os níveis de ruído das diversas fontes fixas e móveis, basicamente equipamentos de transporte e veículos, conforme **Quadro 9.3-24** a seguir:

Quadro 9.3-24 Níveis de ruído para as fontes do empreendimento

Tipo de Fonte / Quantidade	Nível de Ruído Medido	Observação
Fontes Fixas		
Porteiner / 6	70,6 dB(A)	Ponte rolante
Transteiner / 4	69,3 dB(A)	Ponte rolante sobre trilhos
Guindaste MHC / 1	68,9 dB(A)	
RTG / 1	67,5 dB(A)	Ponte rolante sobre trilhos
Fontes Móveis		
Empilhadeira Stacker / 4	67,0dB(A)	Com mesa para CT
Empilhadeira de pequeno porte / 10	58dB(A)	
Conjunto transportador / 15	82 dB(A)	Caminhão + truck para CT's
Caminhões de grande porte* / 600	82 dB(A)	

* Previsão do modelo da pela FHWA – RD-77-108 da *Federal Highway Administration – U.S. Department of Transportation*, para veículos a 50 km/h.

Os dados de radiação sonora em equipamentos fixos foram medidos a 50 m em terminais de movimentação de carga (Tecon) e a 5 m para os equipamentos móveis.

CONSIDERAÇÕES

- Os níveis de ruído que deverão ocorrer internamente aos galpões/armazéns de consolidação e desconsolidação, devidos à movimentação e despacho de cargas, e que poderiam interferir nos níveis de ruído gerados externamente, são de baixa significância, já que serão devidos ao tráfego de empilhadeiras de pequeno porte nas operações de movimentação de carga e carregamento. A área dos referidos galpões é delimitada por paredes e teto oferecendo boa característica de isolamento acústico.
- A movimentação das unidades de carga – CT's – contêineres – nas operações de içamento e depósito, também não deverão apresentar níveis de ruído significativos que se aproximem ou excedam aos níveis de ruído advindos da motorização das empilhadeiras *Stacker* e conjuntos de carga utilizados na referida movimentação.
- Com relação às instalações/serviços de infra-estrutura e de apoio, tais como, oficinas de manutenção, almoxarifado, administração, segurança, equipamentos e serviços dos *gates*, estacionamento, etc; os níveis de ruído advindos destas instalações/atividades não são significativos à análise.

CÁLCULO DO DECAIMENTO SONORO

Para o cálculo do decaimento sonoro foram consideradas:

- As alocações de equipamentos fixos, a saber, Portêiner, Transtêiner, Guindaste MHC, e RTG, conforme a seguir:
 - ⇒ Área do cais para movimentação de contêiner: Portêiner e Guindaste MHC.
 - ⇒ Área do pátio de contêineres: Transtêiner e RTG.
- No caso das fontes móveis, a saber, caminhões de grande porte, conjunto transportador, empilhadeira *Stacker* e empilhadeiras de pequeno porte, foi considerada a distância a partir do limite da área do empreendimento, por ser esta a condição mais restritiva.
- Para os veículos que deverão adentrar a área do empreendimento, basicamente caminhões de grande porte destinados ao transporte das unidades de carga – contêineres – com velocidade média de 50 km/h e fluxo contínuo, foi utilizado o modelo da FHWA -RD -78 -108. Os referidos veículos poderão estar em circulação ou aguardando o acesso ao empreendimento. Tais veículos não circulam necessariamente pela avenida onde se situa o receptor de moradia mais próximo.
- As distâncias envolvidas são de 560 m considerado o limite do empreendimento voltado para o receptor crítico de moradia, no caso das fontes móveis. Para os Portêineres e Guindaste MHC que serão utilizadas em carga e descarga dos navios, a distância considerada é de 950 m. Os demais equipamentos fixos (Transtêiner e RTG) a distância de 700 m do receptor crítico de moradia, correspondente a uma alocação central na área do empreendimento.

PREDIÇÃO DO IMPACTO CAUSADO PELO RUÍDO ADVINDO DA OPERAÇÃO DOS EQUIPAMENTOS NO RECEPTOR CRÍTICO DE MORADIA MAIS PRÓXIMO

O número de equipamentos e veículos é estimado com base em informações obtidas no projeto do empreendimento, conforme quadros a seguir.

FONTES FIXAS

Equipto.	Nível Medido	Nº de Equipptos.	Nível Projetado
Porteiner	70,6 dB(A)	6	52,6 dB(A)

Equipto.	Nível Medido	Nº de Equipptos.	Nível Projetado
Transteiner	69,3 dB(A)	4	52,4 dB(A)

Equipto.	Nível Medido	Nº de Equipptos.	Nível Projetado
Guindaste MHC	68,9 dB(A)	1	43,3 dB(A)

Equipto.	Nível Medido	Nº de Equipptos.	Nível Projetado
RTG	67,5 dB(A)	1	44,6 dB(A)

FONTES MÓVEIS

Equipto.	Nível medido	Nº de equiptos.	Nível projetado
Stacker	67,0 dB(A)	4	32,0 dB(A)

Equipto.	Nível medido	Nº de equiptos	Nível projetado
Empilhadeira	58,0 dB(A)	10	27,0 dB(A)

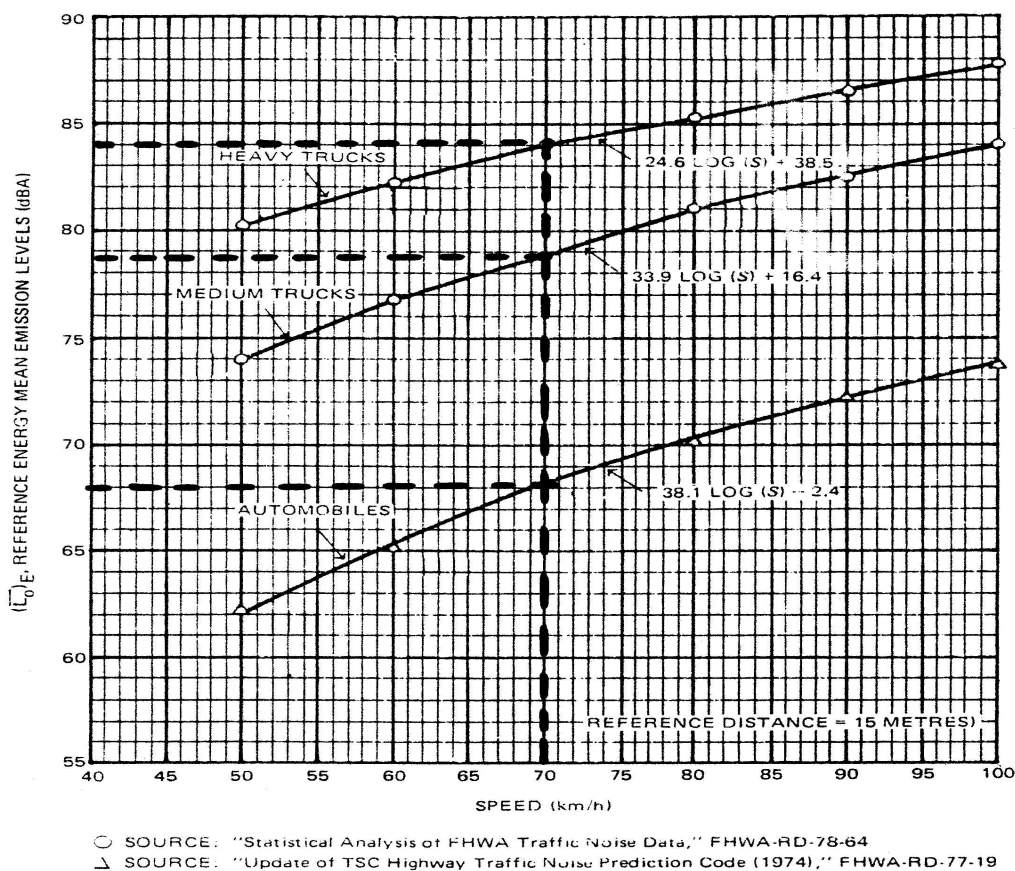
Equipto.	Nível medido	Nº de equiptos.	Nível projetado
Conjunto transportador	82,0 dB(A)	15	50,9 dB(A)

Os níveis projetados levaram em conta o tipo de equipamento e os níveis do ruído por ele produzido (para equipamentos fixos foram medidos a 50 m em terminais de movimentação de carga (Tecon) e a 5 m para equipamentos móveis), bem como foi considerado o quantitativo de equipamentos.

TRÁFEGO VEÍCULOS PESADOS

A FHA (*Federal Highway Administration – USA.*) estabelece como critério de níveis de ruído para veículos de pequeno, médio e grande porte, os dados coletados por meio do ábaco apresentado no **Gráfico 9.3-30** a seguir, em função da velocidade do veículo para uma distância de 15 m que se refere ao D_0 .

Gráfico 9.3-30 Ábaco para determinação de níveis de ruído de veículos em função da sua velocidade



Assim, para veículos pesados (*heavy trucks*), à velocidade de 50 Km/h, o nível a ser considerado é de 80,1 dB(A).

Na **Figura 9.3-2** a seguir apresenta-se a avaliação efetuada da situação do empreendimento, no tocante aos níveis de ruído da fase de operação, relativas à movimentação de veículos de grande porte. Note-se que também foi considerada a movimentação de veículos de pequeno porte, muito embora sua contribuição aos níveis de ruído ambiente não seja significativa.

Considerando-se o número de passagens/veículos de grande porte, associada a uma determinada velocidade e o nível de ruído advindo do critério do ábaco, conforme descrito, chega-se a um valor de $Leq h$ (horário). Esse valor sofre correções em função da absorção sonora. Assim, obtém-se um nível ruído projetado para a distância do receptor de moradia mais próximo que é função do tráfego de veículos que adentrarão e sairão da área do empreendimento continuamente (**vide Quadro 9.3.-25**).

**PREVISÃO DE RUÍDO GERADO POR TRÁFEGO DE VEÍCULOS
CONFORME FHWA-RD-77-108 DA FEDERAL HIGHWAY ADMINISTRATION
U.S DEPARTMENT OF TRANSPORTATION**

1 Projeto: **EMPREENHIMENTO - BTP**
2 Etapa: **Operação futura - tráfego de veículos pesados**

5 Ruído Ambiente LEQ - dB(A) atual 68,4
6 Ruído de Fundo L₉₀ - dB(A) atual: 61,8
7 Ruído de Tráfego: **80,1**

8 Sentido da via Entrada e saída da área do empreendimento

9 Classe de veículos:

		Automóveis	
		Pesados	Leves
10 Fluxo de veículos:	N_i	600	150
11 Velocidade Km/h:	S_i	50	50
12 Distância de referência:	D ₀ mts 15		
13 Nível de ruído emitido: (L ₀)E ₁ - dB(A)		80,1	62
14 Correção pelo fluxo de tráfego:	10 log (N _i D ₀ / S _i) dB	22,55272505	14,4855
LEQ h - dB(A)		23,18251	

15 Correção para o local:

15 A	Absorção:	10 log (D ₀ / D) dB(A) x	Terreno sem absorção ou obstáculo
15 B	Obstáculos:	15 log (D ₀ / D) dB(A) x	Terreno com absorção e obstáculos

16 Constante dB(A) -25 -25

17 Distância (metros) **Leq h - dB(A)**

15	0,0	0,0	78,3	78,3
65	-6,4	-9,6	71,9	68,7
200	-11,2	-16,9	67,0	61,4
310	-13,2	-19,7	65,1	58,6
400	-14,3	-21,4	64,0	56,9
500	-15,2	-22,8	63,1	55,4
560	-15,7	-23,6	62,6	54,7
600	-16,0	-24,0	62,3	54,3
700	-16,7	-25,0	61,6	53,2
800	-17,3	-25,9	61,0	52,4
1000	-18,2	-27,4	60,0	50,9
1100	-18,7	-28,0	59,6	50,3
1200	-19,0	-28,5	59,3	49,7
1300	-19,4	-29,1	58,9	49,2
1370	-19,6	-29,4	58,7	48,9
1500	-20,0	-30,0	58,3	48,3
1600	-20,3	-30,4	58,0	47,9

Figura 9.3-2 Avaliação dos níveis de ruído relativos ao tráfego de veículos projetados a 560 m de distância

Quadro 9.3-25 Níveis de ruído atuais e projetados no receptor mais próximo (moradia)

Níveis de Ruído/ fontes	Ruído Ambiente Existente dB(A)	Ruído Ambiente Projetado dB(A)	NBR 10. 151/00 Limites Máximos Permitidos		Nível de Critério.	
			Diurno	Noturno	Diurno	Noturno
Nível atual	68,4	_____	60	55		
Fontes Fixas						
Porteiner	_____	52,6	60	55		
Transteiner -	_____	52,4	60	55		
Guindaste MHC	_____	43,3	60	55		
RTG	_____	44,6	60	55		
Fontes Móveis						
Empilhadeira Stacker	_____	32,0	60	55		
Empilhadeira de pequeno porte	_____	27,0	60	55		
Conjunto transportador	_____	50,9	60	55		
Caminhões de grande porte	_____	54,7	60	55		
Trem de carga – diesel –elétrico	_____	32,6	60	55		

 De acordo com o critério da Norma (níveis enquadrados)

 De acordo com o critério da Norma (níveis excedidos)

Para entendimento dos níveis de ruído atual e projetados, apresentados no quadro, acima, considere-se o que segue:

O nível de ruído ambiente medido à frente do receptor mais próximo com característica de moradia – nível atual – é de 68,4 dB(A) devido à influência do tráfego de veículos na avenida à frente do referido receptor, excedendo ao critério da norma.

Por outro lado, os níveis de ruído ambiente projetados, para efeito de avaliação da condição a ser considerada com a implantação do empreendimento, não excederam aos referidos limites.

C) CRITÉRIO SUBSIDIÁRIO DE AVALIAÇÃO DE INCÔMODO

Subsidiariamente pode-se utilizar para a avaliação do incômodo o critério da NBR 10151/1987 que avalia o ruído com relação à expectativa de resposta da comunidade quando o nível sonoro corrigido ultrapassa o nível de critério.

Assim, comparando o parâmetro de nível sonoro corrigido – L_{eq} dB (A) com os limites estabelecidos pela NBR 10151/2000, caso ocorram excedentes ao nível de critério nas localidades, o **Quadro 9.3-26** a seguir mostra uma estimativa da reação pública.

Quadro 9.3-26 Resposta estimada das comunidades ao ruído

Valor em dB(A) pelo qual o Nível Sonoro Corrigido Ultrapassa o Nível de Critério	Resposta Estimada da Comunidade	
	Categoria	Descrição
0	Nenhuma	Não se observa reação
5	Pouca	Queixas esporádicas
10	Média	Queixas generalizadas
15	Enérgicas	Ação comunitária
20	Muito enérgicas	Ação comunitária vigorosa

NBR 10151/1987.

Embora não haja previsão da ocorrência de excedentes ao nível de critério da Norma, a avaliação periódica pode comprovar se a característica das componentes tonais dos níveis de ruído que venham a ocorrer importam em incômodo.

D) COMENTÁRIOS FINAIS

De acordo com as projeções de ruído e os limites estabelecidos pela NBR 10151/2000, os níveis de ruído emitidos na fase de operação do empreendimento, embora sejam consideráveis no seu interior, não acarretam em incômodo às moradias ou comunidades incidentes.

Em contraponto, a situação atual impõe altos níveis de ruído, devidos principalmente ao tráfego de veículos de grande porte na localidade do receptor crítico localizado à frente de avenida.

9.3.3.6 Previsão de vibração nas fases de instalação e operação

A transmissão de vibração ao solo depende dos níveis induzidos, da peculiaridade do solo desde a área do empreendimento até as fundações e demais características construtivas (materiais e processo de construção) das moradias e da distância. Assim a previsão da ocorrência de vibrações induzidas via solo por conta da operação do empreendimento não se aplica. Saliente-se que tais dados só podem ser quantificados com a movimentação dos equipamentos no canteiro de obra e na operação. Deve-se, no entanto, realizar acompanhamento no decorrer das etapas de implantação e operação.

Nas medições de vibração não ocorreram níveis acima de 0,3 mm/s, sugerido pela Cetesb como limite máximo permissível. No ponto nº 2 próximo à pista com a passagem contínua de caminhões pesados o valor medido de vibração foi de 0.257 mm/s, abaixo do limite máximo permissível citado.

Presumidamente a movimentação de equipamentos internamente à área do empreendimento não trará incômodo no entorno.

9.3.4 GEOMORFOLOGIA

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 se 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 empreendimento a ser implantado.

A área de influência do empreendimento 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 (**Desenho 9.2-1 Áreas de Influência – Meios Físico e Biótico**).

A caracterização do arcabouço estrutural, morfologia e dinâmica superficial da região e da área em que o empreendimento está inserido forneceu os subsídios necessários à avaliação da estabilidade das encostas, suscetibilidade à erosão e assoreamento das drenagens e, indiretamente, auxiliou no entendimento da história evolutiva da área, em termos dos aspectos geológicos e geomorfológicos.

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, 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 foi avaliada 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 paleoambientais 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.
- Lançamento das informações geomorfológicas em bases topográficas elaboradas nas escalas 1:50.000 e 1:20.000, para caracterização da AII e da AID, respectivamente.
- Descrição morfográfica 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, quadros e textos apresentados.

O **Desenho 9.3-1** apresenta o mapa geomorfológico elaborado para a AII, AID e ADA do empreendimento.

9.3.4.1 Área de Influência Indireta (AII)

A Área de Influência Indireta (AII) do empreendimento abrange trechos da encosta da Serra do Mar e do Estuário de Santos (Baixada Litorânea) (**Desenho 9.2-1 Áreas de Influência – Meios Físico e Biótico**). As principais drenagens contribuintes estão representadas pela bacia do Rio Mogi, que se desenvolve paralela ao trecho das ferrovias, na Serra do Mar; pelas bacias do Rio Jurubatuba, Sandi, Quilombo e de seu afluente da Onça, do Rio Cubatão e de seus afluentes Maria Ribeira e Cascalho, e do Rio Casqueiro, que drenam áreas adjacentes e nas imediações ao empreendimento na região do Estuário de Santos-Canal de Piaçagüera e do Porto de Santos.

Também foram contempladas partes das bacias dos rios Jurubatuba, Boturoca ou Branco, Diana e Sandi, além dos canais de São Vicente e de Bertiooga, que apresentam influência sobre a área do empreendimento, em função do aporte de sedimentos e de suas participações no processo de circulação das águas do estuário.

A) COMPARTIMENTOS DO RELEVO

A área de estudo está inserida no Domínio Morfoclimático das Regiões Serranas Tropicais Úmidas, ou dos “mares de morros” extensivamente florestados, que é caracterizado por profundo e generalizado horizonte de decomposição de rochas, densa rede de drenagens perenes, mamelonização extensiva, agrupamentos eventuais de “pães-de-açúcar”, planícies de inundação meândricas e extensos setores de solos superpostos (Ab’Saber, 1970).

Segundo o Mapa de Unidades de Relevo do Brasil (IBGE, 1993), a região estudada compreende porções das escarpas e reversos da Serra do Mar e adentra as Planícies Marinhas e Flúvio-marinhas. Segundo Ponçano *et al.* (1981), a área de estudo compreende porções da Província Costeira definidas por Almeida (1964).

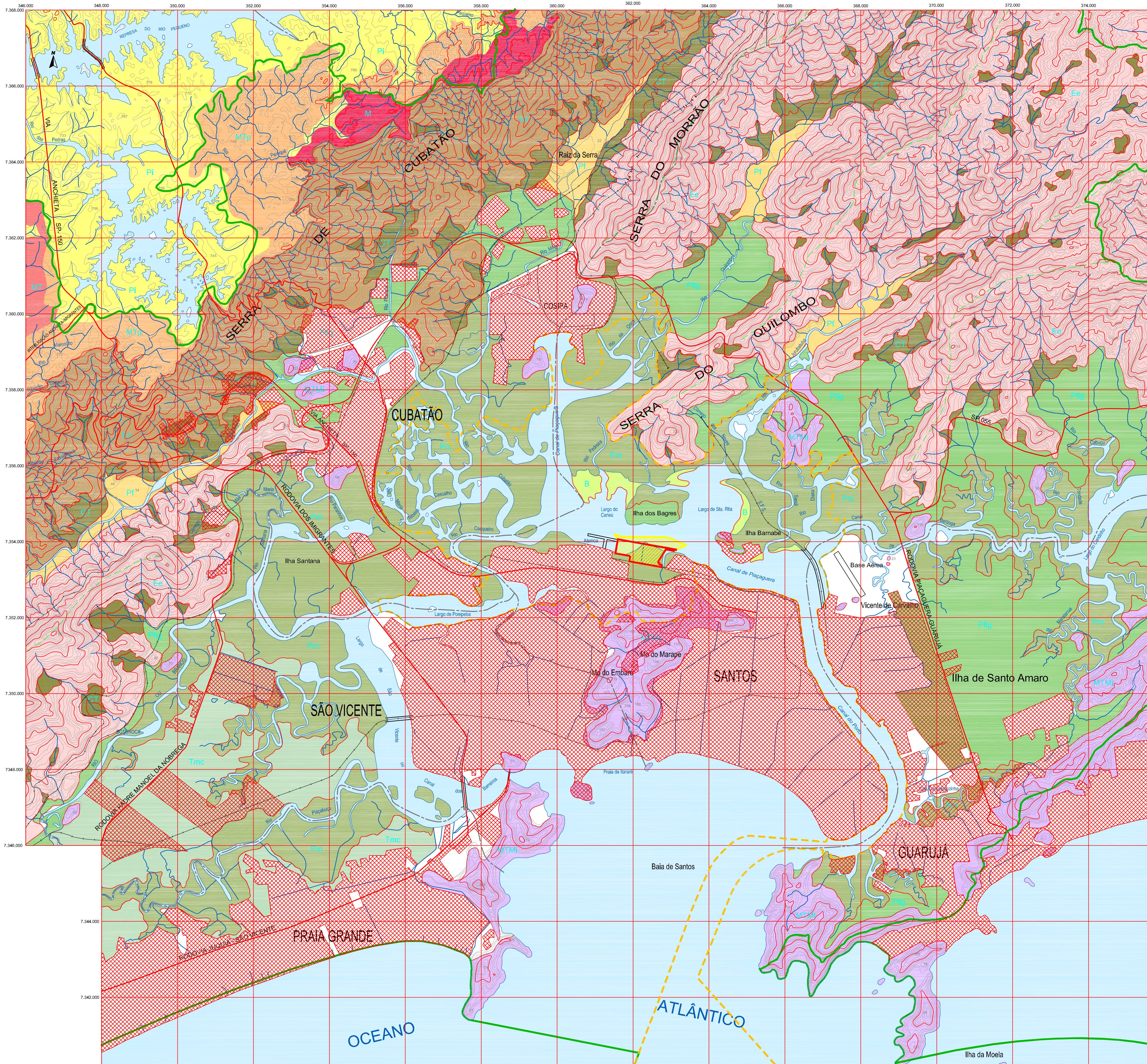
Na Província Costeira, a área ocupa trechos da Zona da Serrania Costeira – Subzona Serra do Mar, onde predominam as unidades de Escarpas em Anfiteatros como as de Cubatão e de Parapiacaba, e Escarpas em Espigões, com espigões digitados que constituem as serras do Quilombo, Jurubatuba, Morrão e Mongaguá. Também são descritos corpos localizados de talus e cones de dejeção. Ainda na Província Costeira, a área do empreendimento situa-se na Zona Baixadas Litorâneas, que é representada por relevos associados à sedimentação quaternária e por Morros e Morrotes Isolados na Planície Costeira.

B) CONDICIONAMENTO LITOESTRUTURAL DO RELEVO

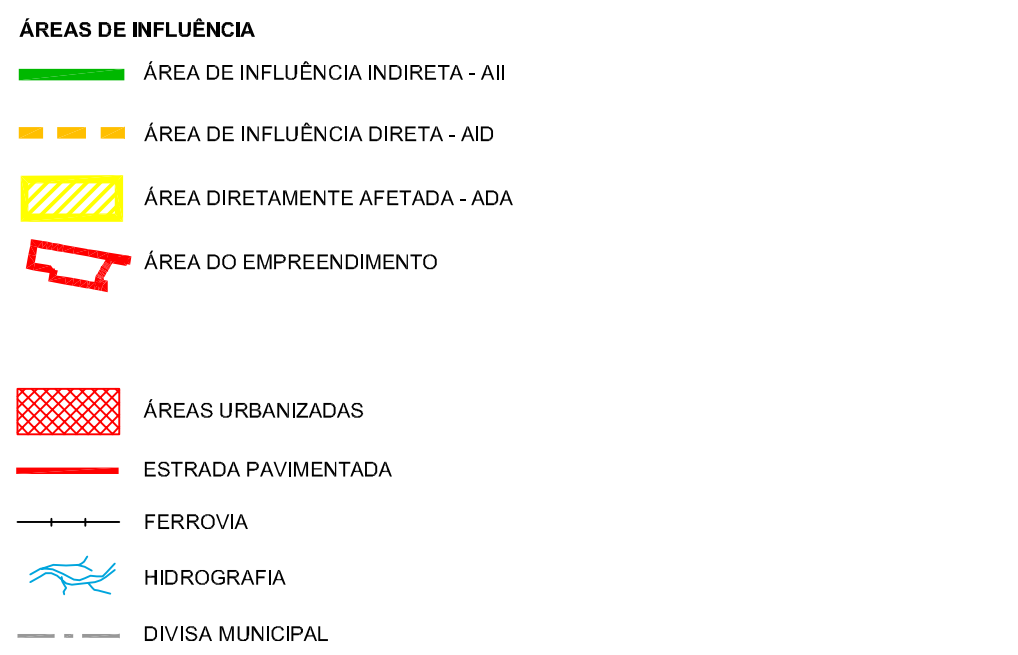
A região do empreendimento é constituída por rochas arqueanas e proterozóicas do embasamento cristalino e por sedimentos quaternários de origem continental, marinha e mista.

As rochas arqueanas são representadas por migmatitos granitizados intercalados com quartzitos do Complexo Costeiro, enquanto que as rochas proterozóicas compreendem xistos de composição variada e filitos do Complexo Pilar do Grupo Açungui.

Afloram ainda, na área, rochas graníticas sin e pós-tectônicas e rochas cataclásticas das Zonas de Cisalhamento de Cubatão, Jurubatuba e Freires. Essas rochas ocorrem em faixas alongadas e paralelas à Zona de Cisalhamento de Cubatão, de direção N60/70E (Bistrichi *et al.*, 1981), e sustentam as escarpas da Serra do Mar e os morros e morrotes isolados na Baixada Litorânea.



Tipo de Relevo Morfológico	Morfologia e Substrato Rochoso	Morfodinâmica
Morrenas Amplitude 40 a 60m Cota: Rampa 100 a 200m Inclinação 15% a 32% Altitude 700 a 850m	Topos arredondados, achatados e convexos. Perfil de vertente contínuo, convexo a perfilado. Predomínio de rochas cristalinas (granito e gnaiss) e de rochas sedimentares (arenito e argilito). Canais de drenagem mediana, com pedregalhos e blocos de rochas. Substrato por migmatitos e gnaiss. Rochas cristalinas e metamórficas. Sobretudo argilito e arenito com proporções variáveis de quartzo e feldspato. São raras, com espessuras de 0,3 a 0,6m, horizontes de alteração profundos.	Processo laminar frequente e rápido. Escarpas, ausência de talus. Raras e vertentes de canal. Escarpas e de moderada a alta intensidade. Terrenos sensíveis e instáveis. Instabilidade dos solos de alteração.
Morrenas Pequenas Amplitude 40 a 60m Cota: Rampa 100 a 200m Inclinação 30% a 50% Altitude 700 a 850m	Formas com área inferior a 0,5ha. Topos arredondados, achatados e convexos. Perfil de vertente descontínuo, com segmentos convexos e arredondados nas cotas e pedregalhos arredondados. Vales escavados e encaixados nas cotas e pedregalhos arredondados. Diminuição da drenagem dita, com pedregalhos e blocos de rochas. Substrato por migmatitos e gnaiss. Rochas cristalinas e metamórficas. Sobretudo argilito e arenito com proporções variáveis de quartzo e feldspato. São raras, com espessuras de 0,3 a 0,6m, horizontes de alteração profundos.	Processo laminar, em solos consolidados e de baixa intensidade. Linhas de canal, rastejo, escorregamentos planares e instabilidade dos freios e em moderada intensidade.
Morrenas Amplitude 60 a 140m Cota: Rampa 100 a 200m Inclinação 28% a 32% Altitude 600 a 850m	Topos arredondados, achatados, convexos e agudos. Perfil de vertente descontínuo, com segmentos arredondados e convexos. Vales encaixados, canais de drenagem mediana e de alta drenagem. Diminuição da drenagem dita, com pedregalhos e blocos de rochas. Substrato por migmatitos e gnaiss. Rochas cristalinas e metamórficas. Sobretudo argilito e arenito com proporções variáveis de quartzo e feldspato. São raras, com espessuras de 0,3 a 0,6m, horizontes de alteração profundos.	Fração fina transporta flocos de lama. Terrenos sensíveis e instáveis. Instabilidade dos solos de alteração.
Planície de inundação Inclinação 2%	Terrenos planos e inclinados em direção ao rio, compreendendo a planície de inundação e baixos terrenos. Constituídos por sedimentos inconsolidados, com baixa capacidade de suporte. Constituídos por areias, argilas e argilitos, com pedregalhos e blocos de rochas e ocasionalmente cascalhos. Espessuras de 3 a 6m.	Fleição elevada e enchentes sazonais. Deposição de flocos durante as enchentes, por decantação e de areias por arrastamento lateral, sendo lateral e vertical do canal. Terrenos muito sensíveis e instáveis decorrentes devido ao flocos de inundação e contaminação.
Escarpas em antepaços Amplitude 400 a 1000m Cota: Rampa 100 a 200m Inclinação Topo 35% a 55% Inclinação média 15% a 19% Sopó 5% a 15%	Formadas por litofácies dispostas de modo semi-regular. Os litofácies são de tipo taludado e agudo no alto do escarpamento. Constituídas por areias, argilas e argilitos, com pedregalhos e blocos de rochas. Substrato por migmatitos e gnaiss. Rochas cristalinas e metamórficas. Sobretudo argilito e arenito com proporções variáveis de quartzo e feldspato. São raras, com espessuras de 0,3 a 0,6m, horizontes de alteração profundos. Depósito de areia e argila associada a pontos de convergência de canais fluviais e cones de deposição no sentido escarpas.	Processo laminar e em solos consolidados e de moderada a alta intensidade. Instabilidade, erosão e deposição fluvial e movimentos de massa do tipo escorregamento planar e rastejo são frequentes, e de alta intensidade. Terrenos muito sensíveis e instáveis decorrentes devido à instabilidade dos solos de alteração e à intensidade dos processos erosivos.
Escarpas em espigões Amplitude 600 a 900m Cota: Rampa 200 a 300m Inclinação 15% a 35%	Formadas por litofácies alongadas e subhorizontais associadas a zonas de falhas. Os espigões são de tipo taludado e agudo no alto do escarpamento. Constituídas por areias, argilas e argilitos, com pedregalhos e blocos de rochas. Substrato por migmatitos e gnaiss. Rochas cristalinas e metamórficas. Sobretudo argilito e arenito com proporções variáveis de quartzo e feldspato. São raras, com espessuras de 0,3 a 0,6m, horizontes de alteração profundos. Depósito de areia e argila associada a pontos de convergência de canais fluviais e cones de deposição no sentido escarpas.	Ensojo laminar e em solos consolidados e de moderada a alta intensidade. Instabilidade, erosão e deposição fluvial e movimentos de massa do tipo escorregamento planar e rastejo são frequentes, e de alta intensidade. Terrenos muito sensíveis e instáveis decorrentes devido à instabilidade dos solos de alteração e à intensidade dos processos erosivos.
Cones de deposição e corpos de talus Inclinação 15% a 35%	Rampas deposicionais subhorizontais e convexas, associadas a zonas de falhas. Os cones de deposição são de tipo taludado e agudo no alto do escarpamento. Constituídos por areias, argilas e argilitos, com pedregalhos e blocos de rochas. Substrato por migmatitos e gnaiss. Rochas cristalinas e metamórficas. Sobretudo argilito e arenito com proporções variáveis de quartzo e feldspato. São raras, com espessuras de 0,3 a 0,6m, horizontes de alteração profundos. Depósito de areia e argila associada a pontos de convergência de canais fluviais e cones de deposição no sentido escarpas.	Instabilidade vertical a lateral de canal e rastejo e de baixa intensidade. Rastejo frequente ou ocasional. Escorregamentos ocasionais e de baixa intensidade. Acúmulo de flocos e cascalhos. Terrenos muito sensíveis e instáveis decorrentes devido à instabilidade dos depósitos.
Planície fluvial Elevação de 0,5 a 3m Cota: Rampa 100 a 200m Altitude 0 a 10m	Áreas planas, frequentemente inclinadas em direção ao rio e de baixa drenagem. Formadas pela planície de inundação, pelo terrapleno, que é inundado somente durante as cheias excepcionais e por depósitos. Constituídas por areias e blocos de quartzo, gnaiss e argilas, com pedregalhos e blocos de rochas. Substrato por migmatitos e gnaiss. Rochas cristalinas e metamórficas. Sobretudo argilito e arenito com proporções variáveis de quartzo e feldspato. Ocasionalmente apresentam matacões.	Fleição elevada. Ensojo laminar e em solos consolidados e de baixa intensidade. Ensojo lateral e vertical do canal. Deposição lateral e vertical de sedimentos aluviais. Deposição de flocos durante as enchentes por arrastamento lateral e areias e sedimentos por arrastamento lateral.
Terrapleno marítimo Altitude 7 a 9m	Áreas planas elevadas, com corrimão marítimo curto e escarpado e pedregalhos arredondados e areias. Constituídas por areias finas e muito finas, dispersadas ou raras, com pedregalhos arredondados e argilas. Substrato por migmatitos e gnaiss. Rochas cristalinas e metamórficas. Sobretudo argilito e arenito com proporções variáveis de quartzo e feldspato. São raras, com espessuras de 0,3 a 0,6m, horizontes de alteração profundos.	Ensojo fluvial por margem dos rios. Fundações nos depósitos laterais, conchas, devido ao fricção elevada. Terrenos sensíveis e instáveis decorrentes devido à dificuldade de escoamento.
Planície Fluvio-Lagunar Altitude 2 a 9m	Áreas planas onduladas que atingem a faixa de movimento dos canais. Constituídas por areias, argilas e argilitos, com pedregalhos e blocos de rochas. Substrato por migmatitos e gnaiss. Rochas cristalinas e metamórficas. Sobretudo argilito e arenito com proporções variáveis de quartzo e feldspato. São raras, com espessuras de 0,3 a 0,6m, horizontes de alteração profundos.	Ensojo vertical a lateral do canal. Deposição lateral e vertical de sedimentos aluviais. Terrenos muito sensíveis e instáveis decorrentes devido à dificuldade de escoamento e ao fricção de inundação.
Planície de mar Altitude 0 a 3m	Áreas planas no nível de condutividade das águas de encontro de águas doces e salgadas. Linhas onduladas que atingem as margens. Apresentam zonas mais elevadas, os salgados pelas margens de águas doces e de mar. Constituídas por areias e blocos de quartzo, gnaiss e argilas e grande quantidade de restos vegetais e conchas.	Fundações difíceis, com intensa deposição de flocos. Terrenos instáveis e instáveis decorrentes devido à inundação difusa pela mar e à presença de solos mofes.
Baias Altitude 0 a 10m	Fleição de depósitos submersos, expostos durante as marés baixas. Formadas pela areia de velocidade dos fluxos de transporte, ou por barreiros de conchas ou mudanças de correntes quercas das águas. Constituídas por argilas silteosas, silte e areia muito fina.	Deposição contínua de sedimentos, que provoca a erosão da praia.
Morrenas e Morrenas Isoladas Amplitude 60 a 100m Cota: Rampa 100 a 200m Inclinação 30% a 50% Altitude 60 a 100m	Formas isoladas e descontinuas. Topos arredondados e convexos. Perfil de vertente descontínuo, segmentos convexos e arredondados. Vales escavados e encaixados nas cotas e pedregalhos arredondados. Diminuição da drenagem dita, com pedregalhos e blocos de rochas. Substrato por migmatitos e gnaiss. Rochas cristalinas e metamórficas. Sobretudo argilito e arenito com proporções variáveis de quartzo e feldspato. São raras, com espessuras de 0,3 a 0,6m, horizontes de alteração profundos.	Escorregamento laminar e concentrado, localizado e de moderada intensidade. Rastejo e escorregamento sazonais e de moderada a alta intensidade. Terrenos sensíveis e instáveis decorrentes devido à instabilidade dos solos de alteração.



Projeção - UTM / Datum Horizontal: SAD-69
IBGE - Mapas de Unidades de Relevo do Brasil, Escala 1:5.000.000, 1993
PONZANO, W. L. et al. Mapa Geomorfológico do Estado de São Paulo, IPT, Publicação n. 1183, São Paulo, 1981
BASE: AEROFOTOCOPIA, AEROFOTOCOPIA - Aerofotogrametria colorida, 1:25.000, 2002
IBGE - Fôlhas Santos e Ilha Grande, 1:50.000, 1984
IGG - Folha Bertoga, 1:50.000, 1971

A espessura do horizonte de alteração das rochas do embasamento cristalino é irregular, condicionada pela declividade das encostas, podendo variar de 1 m a 10 m. Os solos residuais jovens são silto-arenosos a areno-silto-argilosos, micáceos, sendo a variação de textura condicionada pelo maior ou menor grau de migmatização da rocha. Têm coloração variada, podendo ser cinza-amarelados ou roxo-esbranquiçados, e são comuns os blocos angulosos e matações de rocha pouco alterada. São solos de baixa plasticidade a não plásticos.

Os solos residuais maduros têm textura argilo-arenosa a areno-argilosa, coloração amarelo-avermelhada e formam horizontes plásticos e homogêneos. Sua espessura aumenta no topo e base das encostas, sendo menor a meia encosta.

Além das características texturais e de alteração das rochas, é importante assinalar, como fator de controle do relevo e da dinâmica superficial, as discontinuidades do maciço rochoso, tais como foliação, falhas e sistemas de juntas.

A foliação das rochas apresenta direção preferencial N40-60E, havendo, no entanto, variações de mergulho que podem ser de 75° a 85° para SE, e de 30° a 70° para NW. Os principais sistemas de juntas verticais a subverticais, reconhecidos na área, e que estão descritos pelo IPT (1986), são: N50-70E, N30-70W, tendo ocorrência localizada os sistemas N5-15 e N80W/ N85E.

As principais direções de falhamentos estão associadas à Zona de Cisalhamento de Cubatão, a N50-70E, sendo descritas, ainda, falhas de direções N15W e N20E.

Os sedimentos quaternários de origem continental ocorrem no sopé das encostas serranas e dos morros e morrotes do planalto. Formam, preferencialmente, junto às encostas serranas, os cones de dejeção e corpos de tálus e são constituídos por matações, blocos e seixos polimíticos, angulosos a subarredondados, semi-alterados a alterados, imersos em matriz areno-argilosa arcoseana ou arenosa. Nos cones de dejeção, intercalam-se areias médias e grossas, micáceas, por vezes argilosas.

Na Baixada Litorânea, os sedimentos continentais formam planícies fluviais, com destaque para aquelas que ocorrem nas porções mais aplainadas dos rios Mogi, Quilombo, Cubatão e Jurubatuba. Esses depósitos são arenosos em superfície (areias médias, grossas, micáceas, com grânulos angulosos de quartzo e feldspato), apresentando intercalações de argila e cascalho, este representado por seixos e blocos de quartzo, quartzito, granitos e xisto. Podem, ocasionalmente, apresentar matações na base.

Os sedimentos marinhos que ocorrem nos arredores de São Vicente e Praia Grande são representados por areias de antigas praias da Formação Cananéia, por cordões arenosos holocênicos e praias atuais, comumente com concentrações de conchas.

Os sedimentos de origem mista são argilo-siltosos e constituem as planícies flúvio-lagunares e de maré, que predominam no trecho da planície costeira.

A distribuição das rochas e do relevo na região está condicionada aos processos tectônicos e às variações do nível do mar que vêm ocorrendo durante o Cenozóico e foram importantes na configuração da paisagem atual. Os movimentos tectônicos controlam os processos erosivos e a formação de escarpas, enquanto as mudanças do nível marinho são responsáveis pela sedimentação quaternária na planície costeira.

C) GEOMORFOGÊNESE

Durante o Cretáceo Superior e o Paleoceno, a Plataforma Brasileira passou por período de significativa estabilidade, durante o qual se desenvolveu a Superfície Sul Americana, responsável por extensos aplainamentos e pela deposição de sedimentos continentais no interior e na borda oceânica da Placa Sul Americana.

No Eoceno (53 Ma a 43 Ma AP), a estabilidade regional é rompida por processos tectônicos globais que propiciaram a retomada de regimes distensivos, os quais dão início à formação do *Rift* Continental do Sudeste do Brasil e promoveram o rompimento do nível de base geral (nível do mar). Este, por sua vez, interrompe a elaboração da Superfície Sul Americana e favorece a dissecação do relevo, controlada agora por níveis de base regionais.

Durante o final do Eoceno, Oligoceno e Mioceno Inferior (43 Ma a 18 Ma AP), ocorre período de relativa estabilidade no qual se depositam os sedimentos na Bacia de São Paulo, que se encontra ao norte da área de estudo, e se desenvolve a superfície erosiva denominada Superfície do Alto Tietê (Almeida, 1964) ou Superfície Neogênica (Martonne, 1940). Após essa fase, ocorre novo período de soerguimento, porém sem registros preservados no relevo da área.

No Mioceno (de 13 Ma a 8,5 Ma AP), ocorre novo período de estabilidade que é marcado, na região da Planície Costeira, pela elaboração da Superfície Santa Terezinha-Monte Serrat, hoje preservada em altitudes de 220 m a 300 m. Essa superfície, que na região de Santos ocorre preservada em áreas restritas, apresenta amplo desenvolvimento na região de Iguape-Cananéia, onde caracteriza o denominado Pediplano Pd 1 de Bigarella *et al.* (1965), que nivela o relevo da Morraria Costeira.

As escarpas da Serra do Mar têm sua origem durante fase de tectônica global ocorrida no Mioceno/Plioceno (8,5 Ma a 5 Ma AP), quando a Bacia de Santos deixa de ter uma morfologia de rampa e passa a apresentar morfologia de plataforma-talude, que é acompanhada pela mudança na sedimentação, onde deixam de se depositar fácies margas e calcários e passam a predominar fácies terrígenas de argilitos intercalados com arenitos. Essas mudanças evidenciam o soerguimento significativo das áreas emersas, associado à intensa taxa de sedimentação na bacia costeira. Nessa etapa, intensifica-se o soerguimento, ocorrem a fragmentação e a dissecação da Superfície Santa Terezinha-Monte Serrat e se inicia a implantação dos rios Cubatão e Mogi.

Durante o Plioceno (5 Ma a 3 Ma AP), ocorre nova fase de relativa estabilidade tectônica, na qual ocorrem processos de aplainamento que são responsáveis pela formação de pedimentos no sopé das encostas, hoje preservados em altitudes de 80 m a 100 m (IPT, 1986).

Após essa fase, a retomada do processo de soerguimento é acentuada e contínua, ocorrendo curtos períodos de estabilidade de menor intensidade, durante os quais se observam processos de alargamento de vales, com formação de pedimentos e depósitos detríticos no sopé da escarpa serrana. Como, por exemplo, o corpo de tálus na cota 60 m, que foi escavado e entulhado por cones de dejeção posteriores (IPT, 1986).

A deposição de sedimentos continentais estende-se pela área hoje ocupada pelos sedimentos quaternários marinhos e mistos, sendo encontradas, em subsuperfície, camadas conglomeráticas seguidas de camadas de argila e lentes de arenitos conglomeráticos. Segundo Melo & Ponçano (1983), essa seqüência refletiria um complexo fluvial de *piemont*, com depósitos arenosos mal classificados, interdigitados com argilas acinzentadas associadas a planícies de inundação. Próximo à serra ocorreriam leques aluviais com conglomerados de matriz argilosa, que de modo geral ocorrem na base da seqüência.

Essa seqüência de sedimentos continentais seria anterior à Transgressão Cananéia, uma vez que, na região de Iguape, sedimentos semelhantes são recobertos por areias marinhas pleistocênicas.

No Quaternário, embora se mantenha o caráter de soerguimento da região, a paisagem tem sua evolução marcada pelas variações do nível do mar, cujos depósitos caracterizam as formas de relevo da planície costeira.

Durante o Pleistoceno, a Transgressão Cananéia atinge o sopé da Serra do Mar, deixando, como registro, areias marinhas hoje preservadas na forma de terraços marinhos elevados em até 7 m acima do nível atual da maré (Suguio & Martin, 1978). Após essa fase, o abaixamento do nível do mar a -110 m favorece a erosão generalizada na região, com escavação de vales e remoção de grande parte dos sedimentos da Formação Cananéia.

No Holoceno durante a Transgressão Santos (6.000 anos AP), o mar adentrou essas zonas baixas chegando novamente até o sopé das escarpas serranas, e deu origem ao que Ab'Saber (1965) denominou de paleo-arquipélago e paleo-baía de Santos.

Com o abaixamento do nível do mar para a sua posição atual, formaram-se inúmeras lagunas nas quais se depositaram sedimentos argilosos com espessuras de 30 m a 50 m que contêm restos de conchas e fragmentos vegetais (Suguio & Martin, 1978). Tais lagunas foram sendo colmatadas e colonizadas pela vegetação de mangue, constituindo, hoje, a extensa planície de maré que ocorre na região do Estuário de Santos. As porções mais interiores dessa planície foram sendo preenchidas, também, por sedimentos fluviais, dando origem às planícies flúvio-lagunares, que ocorrem próximas ao sopé das escarpas. Grandes manchas desses depósitos estão delimitadas junto aos rios Mogi e Quilombo, a montante dos terrenos caracterizados como de Planície de Maré.

Os últimos eventos registrados na área estão associados à deposição de leques aluviais e cones de dejeção no sopé das escarpas, que ocorrem sobre os sedimentos flúvio-lagunares, e ao entalhamento desses depósitos, o que evidencia um abaixamento do nível do mar ou, ainda, a manutenção do soerguimento da área.

Deve-se assinalar que a intensa atividade tectônica que marcou toda essa evolução ainda é significativa, evidenciada pelo grande número de sismos registrados na região, em Zonas Sismogênicas denominadas Cunha, Cananéia e Santos (Mioto, 1993).

D) TIPOS DE RELEVO

A Área de Influência Indireta (AII) (**Desenho 9.2-1 Áreas de Influência – Meios Físico e Biótico**) compreende parte da Subzona Serra do Mar da Zona Serrania Costeira e da Zona Baixadas Litorâneas, constituintes da Província Costeira (Almeida, 1964 e Ponçano *et al.*, 1981).

O Planalto Paulistano apresenta altitudes de 750 m a 850 m, onde predominam relevos de Morrotes e de Morrotes Pequenos, e áreas com altitudes de 870 m a 980 m em que ocorrem relevos de Morros. Além desses relevos, ocorrem as Planícies de Inundação. O limite do Planalto Paulistano com a Serra do Mar é marcado por forte ruptura positiva de declive, seguida de encostas íngremes e abruptas com declividades superiores a 30% e larguras de 1,5 a 3,5 km, que se estendem até a Baixada Litorânea. No topo, esses relevos apresentam altitudes de 750 m a 980 m, enquanto que no sopé as altitudes são de 20 m a 60 m, determinando amplitudes de relevo da ordem de 700 m a 900 m, que caracterizam relevos de alta energia.

Na Serra do Mar, diferenciam-se três tipos de relevo: Escarpas Festonadas, formadas por anfiteatros que caracterizam as serras de Cubatão e Paranapiacaba; Escarpas com Espigões Digitados, formadas por grandes espigões lineares subparalelos que caracterizam as serras do Morrão e do Quilombo, e os Cones de dejeção e Corpos de tálus (**Foto 9.3-1**).



Foto 9.3-1 Terrenos da Serra do Mar e drenagem do Rio Mogi. À esquerda, relevo de Escarpas em espigões, e à direita, relevo de Escarpas em anfiteatros.

Na Baixada Litorânea (**Foto 9.3-2**), foram diferenciados quatro tipos principais de relevo – Planícies fluviais, Planícies flúvio-lagunares, Planícies de maré e Baixios – que caracterizam a planície costeira, cujas altitudes variam de 10 m a 15 m, no sopé da escarpa, a 0 m no nível do mar, junto aos canais de maré e nas praias. Ocorrem, também, Morros e Morrotes isolados, com altitudes de 40 m a 300 m.



Foto 9.3-2 Relevo da Baixada Santista no sopé da Serra do Mar. No centro da foto, junto à bacia de acumulação de efluentes da Cosipa, encontram-se os terrenos da Planície fluvial do Rio Mogi, gradando para a Planície flúvio-lagunar.

As principais características dos relevos, reconhecidas na AII, são apresentadas nos **Quadros 9.3-27 e 9.3-28** a seguir, sendo sua distribuição indicada no mapa geomorfológico da AII – **Desenho 9.3-1**, anterior.

Quadro 9.3-27 Tipos de Relevo da Serrania Costeira na Região de Estudo

Tipo de Relevo Morfometria	Morfografia e Substrato Rochoso	Morfodinâmica
<p>Escarpas em anfiteatros (Ea) Amplitude: 400m a 1000m Comprimento da Rampa: 1500m a 3000m Inclinação: Topo: 35% a 55% Meia encosta: 15% a 35% Sopé: 5% a 15%</p>	<p>Formadas por interflúvios dispostos de modo semicircular. Os interflúvios principais têm topos estreitos e agudos no alto da escarpa, tornando-se convexos na porção baixa. O perfil da escarpa é descontínuo, sendo retilíneo e rochoso no alto da escarpa e convexo na porção média e inferior. Vales erosivos encaixados. Canais em rocha, com blocos e matacões, cachoeiras e poços, têm escoamento torrencial. Bacias de 3ª e 4ª ordem, com padrão dendrítico a subdendrítico e com alta densidade de drenagem.</p> <p>Sustentadas por xistos, filitos, quartzitos, migmatitos de paleossoma xistoso, migmatitos estromatíticos, oftalmíticos e nebulíticos e rochas cataclásticas.</p> <p>Solo residual argiloso, argilo-siltoso e argilo-arenoso com proporções variáveis de grânulos de quartzo e feldspato. São rasos, com espessuras de 0,3m a 0,6m. Horizonte de alteração profundo.</p> <p>Depósitos alveolares na meia encosta e em pontos de convergência de canais fluviais e cones de dejeção no sopé da escarpa.</p>	<p>Erosão laminar e em sulcos localizadas e de moderada a alta intensidade.</p> <p>Entalhe, erosão e deposição fluvial e movimentos de massa do tipo escorregamento planar e rastejo são freqüentes, e de alta intensidade.</p> <p>Terrenos muito sensíveis a interferências, devido à inclinação acentuada de suas encostas e à intensidade dos processos erosivos.</p>
<p>Escarpas em espigões (Ee) Amplitude: 600m a 900m Comprimento da Rampa: 300m a 2000m Inclinação: 15% a 55%</p>	<p>Formadas por interflúvios alongados e subparalelos associados a zonas de falhas. Os espigões têm topos estreitos, angulosos e por vezes rochosos, tornando-se convexos nas porções mais baixas. O perfil da escarpa é descontínuo, tem segmentos retilíneo e rochoso e, no terço inferior, tem segmento convexo associado a corpos de tálus. Vales erosivos e profundos. Canal principal em rocha, blocos e matacões, com cachoeiras e poços, tem escoamento torrencial. Os afluentes são pouco encaixados e têm escoamento sazonal. Bacias de 3ª ordem, com padrão angular ou de treliça de junta, e média densidade de drenagem.</p> <p>Sustentados por rochas graníticas e cataclásticas, granitóides, e migmatitos homogêneos. O condicionamento básico é estrutural, estando geralmente associado a falhas de direção NE-SW. Variações no mergulho da foliação condicionam assimetrias nos vales, no grau de alteração das rochas e na disposição dos depósitos.</p>	<p>Erosão laminar, em sulcos, entalhe fluvial, rastejo e escorregamento são mais freqüentes e de moderada intensidade nas vertentes com caimento paralelo ao mergulho da foliação.</p> <p>Nas vertentes opostas a queda de blocos, é freqüente e intensa, devido à presença de encostas rochosas.</p> <p>Terrenos muito sensíveis a interferências, devido à inclinação acentuada de suas encostas e à intensidade dos processos erosivos.</p>
<p>Cones de dejeção e corpos de tálus (CT) Inclinação: 10% a 35%</p>	<p>Rampas deposicionais subhorizontais e/ou convexas associadas ao fundo de vales e ao sopé de vertentes íngremes. Formados por ação gravitacional, fluvial e pluvial.</p> <p>Constituídos por matacões, blocos e seixos polimíticos, angulosos a subarredondados, semi-alterados a alterados, imersos em matriz arenosa-argilosa arcoseana ou arenosa.</p> <p>Nos cones de dejeção, intercalam-se areias médias e grossas, micáceas, por vezes argilosas.</p>	<p>Entalhe vertical e lateral de canais é freqüente e de baixa intensidade.</p> <p>Rastejo freqüente e de alta intensidade. Escorregamentos ocasionais e de alta intensidade.</p> <p>Acúmulo de detritos localizados e ocasionais.</p> <p>Terrenos muito sensíveis a interferências, devido à mobilidade dos depósitos.</p>

Quadro 9.3-28 Tipos de Relevo da Baixada Litorânea na Região de Estudo

Tipo de Relevo Morfometria	Morfografia e Substrato Rochoso	Morfodinâmica
<p>Planície fluvial (Pf) Elevadas de 0,5m a 3m acima do leito do rio Altitudes: 5m a 15m</p>	<p>Áreas amplas, levemente inclinadas em direção ao rio e bem desenvolvidas nas proximidades do sopé da serra. É formada pela planície de inundação, pelo terraço baixo, que é inundado somente durante as cheias excepcionais, e por alagadiços.</p> <p>Constituídas por seixos e blocos de quartzo, quartzito, granitos e xistos, com intercalações de areias médias, grossas, micáceas, com grânulos angulosos de quartzo e feldspato. Ocasionalmente apresentam matacões.</p>	<p>Freático elevado. Erosão laminar e em sulcos localizados, de baixa intensidade.</p> <p>Erosão lateral e vertical do canal, enchentes sazonais, deposição de finos durante as enchentes por decantação, e de areias e seixos por acréscimo lateral.</p> <p>Terrenos muito sensíveis a ocupação, com risco de inundação e contaminação.</p>
<p>Planície Flúvio Lagunar (Pflg) Altitudes: 3m a 8m</p>	<p>Áreas planas onduladas que abrigam a faixa de movimentação dos canais meandantes. Associam-se alagadiços em canais abandonados, barras em pontal, barras longitudinais e ilhas. Nas áreas onde os rios atravessam as paleolagunas, ocorre remobilização fluvial, o que confere a estas faixas características distintas das planícies adjacentes.</p> <p>Constituídas por areia, silte, argilas e matéria orgânica.</p> <p>Cascalhos são restritos às proximidades da escarpa.</p>	<p>Erosão vertical e lateral do canal.</p> <p>Deposição lateral e vertical de sedimentos aluviais.</p> <p>Terrenos muito sensíveis a ocupação, devido à dificuldade de escoamento e ao risco de inundação.</p>

Tipo de Relevo Morfometria	Morfografia e Substrato Rochoso	Morfodinâmica
Planície de maré (Pm) Altitudes: 0m a 3m	Áreas planas na faixa de oscilação das marés e de encontro de águas doces e salgadas. Estão abrigadas das circulações mais energéticas. Associam-se zonas mais elevadas, só atingidas pelas marés de sizígia, canais de maré meandrantas e vegetação de mangue. Constituídas por solos moles formados por silte e argila (vasa) e grande quantidade de restos vegetais e conchas.	Inundações diárias, com intensa deposição de finos. Terrenos impróprios a ocupação, devido à inundação diária pela maré e à presença de solos moles.
Baixios (B)	Feições de deposição submersas, expostas durante as marés baixas. Formadas pela perda de velocidade dos fluxos de transporte, ou por barramento de correntes ou mudanças de condições químicas das águas. Constituídas por argilas siltosas, silte e areia muito fina.	Deposição contínua de sedimentos, que provoca a emersão da feição.
Morrotes e Morros isolados (MTMi) Amplitude: 80m a 150m Comp. Rampa: 150m a 300m Inclinação: 30% a 60% Altitudes: 80m a 150m	Formas isoladas e desniveladas. Topos estreitos e convexos. Perfil de vertente descontínuo, segmentos convexos e retilíneos. Vales erosivos e cumulativos com planícies estreitas. Canais em rocha e blocos. Baixa densidade de drenagem. Sustentados por migmatitos estromatíticos, oftalmíticos e nebulíticos.	Escoamento laminar e concentrado, localizados e de moderada intensidade. Rastejo e escorregamentos frequentes e de moderada a alta intensidade. Terrenos sensíveis a interferência, devido à inclinação de suas encostas e à erodibilidade dos solos de alteração.

E) DRENAGEM

Nas escarpas da Serra do Mar, a análise das bacias de drenagem dos rios Quilombo e Mogi e, ainda, dos rios Cubatão e Jurubatuba, é importante para o entendimento do aporte de sedimentos que vem ocorrendo no Estuário de Santos e provocando mudanças significativas na morfologia, em consequência das interferências antrópicas na região.

Ao atingir a planície costeira, os rios perdem sua configuração retilínea e formam canais meândricos e sinuosos que passam a sofrer influência das marés, ampliando-se e dando origem aos largos que caracterizam a região do estuário.

Nas margens desses canais, na desembocadura dos rios, formam-se depósitos de siltes e argilas que dão origem a baixios que ficam submersos, sendo expostos nas marés baixas de sizígia. Esses depósitos têm forma variável e são produtos da perda de velocidade (competência) dos fluxos transportadores, de barramentos naturais provocados por correntes ou, ainda, de mudanças nas condições químicas das águas.

BACIA DO RIO MOGI

O Rio Mogi tem seu vale alojado na Zona de Cisalhamento de Cubatão na Serra do Mar, que condiciona a formação da Serra do Morrão, na margem esquerda, e de vale assimétrico com afluentes mais desenvolvidos na Serra de Paranapiacaba, na margem direita.

Na cabeceira, o vale é erosivo e encaixado, com planícies fluviais estreitas que se tornam mais desenvolvidas no sopé da Serra do Mar. As planícies fluviais são constituídas por seixos, blocos e areia, estando o canal fluvial encaixado em até 2 m.

A ausência de sedimentos finos e o encaixe dos canais fluviais também evidenciam o caráter erosivo desse rio, que transporta continuamente sedimentos finos para o estuário, formando um pequeno delta em sua foz.

BACIA DO RIO QUILOMBO

O Rio Quilombo está encaixado na Serra do Mar, em forte alinhamento de direção N50-60E paralelo à Zona de Cisalhamento de Cubatão, que condiciona o espigão que constitui a Serra do Quilombo.

Em sua cabeceira, o canal se encaixa de 50 m a 100 m no relevo, apresentando pequenos depósitos alveolares. O canal principal aprofunda seu encaixamento, atingindo amplitudes de 250 m a 700 m. No seu médio curso, o rio é ainda muito encaixado, e corta cones de dejeção e corpos de tálus que ocorrem em suas margens. Esses depósitos, bem como as planícies fluviais, aumentam sua possança à medida que o rio atinge o baixo curso.

Do mesmo modo que outros rios da região, o Rio Quilombo apresenta seleção e gradação granulométrica ao longo da planície fluvial, sendo que, próximo à foz, foram descritas intercalações com camadas argilosas contendo restos vegetais.

BACIA DO RIO CUBATÃO

A bacia do Rio Cubatão drena, no seu curso inferior, a planície costeira, e recebe pequenos afluentes que drenam as encostas serranas adjacentes, como o Rio Perequê. Na escarpa, esses rios apresentam cachoeiras e poços, com a presença de inúmeros alvéolos, onde soleiras litológicas provocam a acumulação de matacões, blocos, seixos e areias que são transportados pelas torrentes serranas. No sopé das escarpas, esses rios formam cones de dejeção nos quais se encaixam.

Na baixada, o Rio Cubatão também se aloja na Zona de Cisalhamento de Cubatão, formando um largo vale assimétrico com ampla sedimentação detrítica constituída por blocos, seixos e areia. Nas porções de montante, a planície apresenta detritos mais grossos que vão passando, progressivamente, para termos mais finos, até predominar os sedimentos arenosos.

BACIA DO RIO JURUBATUBA

O Rio Jurubatuba está encaixado na Zona de Cisalhamento de Jurubatuba, de orientação N50-60E, que condiciona a configuração do espigão paralelo às serras do Morrão e do Quilombo.

Na zona de cabeceira, seu canal se encontra encaixado entre 100 m e 150 m no relevo, e esse entalhe aumenta à medida que o rio desce no sentido da baixada litorânea, chegando a atingir profundidades de 200 m a 350 m. Esse vale erosivo, profundamente encaixado, não apresenta depósitos, a não ser blocos e matacões distribuídos ao longo do canal.

Ao atingir cotas entre 200 m e 250 m, começam a se depositar cones de dejeção que vão se ampliando até formar a planície fluvial. Do mesmo modo que os demais rios da região, o Rio Jurubatuba corta seu cone de dejeção e se encaixa em até 2 m na sua planície.

Uma vez que os sedimentos finos ocorrem de modo restrito nas planícies fluviais, pode-se considerar que o fornecimento desses materiais continentais para o Estuário de Santos é contínuo, como bem evidenciam os deltas que aparecem na foz dos rios Mogi, Quilombo, Cubatão e Jurubatuba, transgredindo sobre a Planície de Maré.

BACIA DO RIO DIANA

O Rio Diana, embora possua uma bacia de menor magnitude, tem comportamento típico de um rio serrano, apresentando cabeceira com canais erosivos e encaixados no relevo, e com ampla sedimentação aluvial no seu baixo curso, em parte interdigitada com os sedimentos mistos da planície costeira.

BACIA DO RIO SANDI

O Rio Sandi era um canal de maré meândrico que interligava o Rio Jurubatuba à foz do Rio Diana. Hoje, no entanto, a abertura de canal artificial modificou essa ligação, de modo que o antigo canal ficou em parte assoreado e sua parte restante recebe sedimentos diretos de uma pedreira, já apresentando significativas barras de assoreamento.

F) DINÂMICA SUPERFICIAL

O Planalto, as escarpas e a planície costeira constituem um todo dinâmico, onde os processos que atuam em um deles têm reflexos de diferentes magnitudes sobre o outro. Assim, a intensidade e a frequência dos processos erosivos que predominam no planalto e nas escarpas interferem diretamente na magnitude dos processos de deposição que são predominantes na planície costeira.

A Serra do Mar, por sua amplitude e pela declividade de suas escarpas, configura um relevo de alta energia potencial, intensificada pela elevada pluviosidade da região, que ocupa o domínio da floresta tropical úmida. Essas condições permitem diferenciar, nessas áreas, dois conjuntos de processos: um ligado à alteração das rochas e aos movimentos de massa, e o outro associado ao escoamento superficial e ao escoamento fluvial.

Os processos de intemperismo que ocorrem nas escarpas são intensos e predominantemente químicos, resultando na formação de horizontes de alteração de constituição argilo-silto-arenosa, cuja predominância de um ou de outro constituinte é função da composição da rocha.

Apesar das condições favoráveis à formação de espessos mantos de alteração, há constante remoção dos solos formados, devido à alta declividade das encostas. Assim, espessuras maiores de solo e horizonte de alteração ocorrem limitadas ao topo dos interflúvios, nas acumulações ao longo das encostas e nos depósitos associados à drenagem.

Os processos de remoção do material alterado ocorrem, principalmente, por meio de movimentos gravitacionais de massa (rastejos, escorregamentos, fluxos de detritos e quedas de blocos), e dos processos relacionados com transporte de massa (erosão superficial laminar, em sulcos e em ravinas) que têm sua ação minimizada pela cobertura florestal.

Os rastejos têm ocorrência generalizada e afetam os segmentos retilíneos e convexos das vertentes, com intensidade regulada pela sua inclinação. Comumente, estão associados a processos embrionários de escorregamentos.

Os escorregamentos mais comuns são do tipo planar ou translacional, que envolvem a cobertura vegetal, o solo de alteração e/ou o solo coluvionar com espessuras de 1 m a 2 m. Comumente, afetam pequenas áreas e ocorrem nos locais em que o solo é mais desenvolvido, como nas cabeceiras de drenagens e próximo a rupturas de declive positivas, do topo de encostas perpendiculares aos interflúvios. Parte do material escorregado se acumula nas saliências das encostas, mas a maior parte se deposita a montante de rupturas de declive negativas ou no fundo dos vales, entulhando temporariamente os canais de drenagens.

Após a ocorrência de escorregamentos e, conseqüentemente, da perda de cobertura vegetal, as áreas afetadas passam a sofrer a ação do escoamento superficial laminar ou concentrado, que atua removendo o material exposto e/ou acumulado na vertente, intensificando os processos erosivos e de atulhamento dos canais.

Durante os períodos de elevada pluviosidade, o intenso encharcamento do solo pode favorecer a ocorrência de fluxos de detritos, com grande poder destrutivo. No sopé das escarpas e nas áreas com depósitos espessos, podem ocorrer escorregamentos rotacionais de ruptura profunda, sendo esses, no entanto, processos restritos.

A ocorrência de queda de blocos é um processo localizado, associado aos segmentos de encostas mais íngremes e com afloramentos rochosos. A conjugação de sistemas de juntas com a foliação favorece o desprendimento de blocos que se acumulam no sopé da encosta, formando corpos de tálus ou campos de matacões.

Nas escarpas serranas, o escoamento superficial das águas pluviais se concentra rapidamente nos talwegues, devido à forte inclinação, gerando escoamentos torrenciais. A ação das torrentes forma vales erosivos profundamente encaixados que entalham o embasamento rochoso e podem transportar até matacões métricos durante as grandes chuvas. Essas torrentes atuam, também, solapando as margens dos canais e a base das encostas, acabando por provocar escorregamentos e quedas de blocos.

Devido à sua pequena dimensão, as bacias serranas apresentam picos máximos de cheia quase instantâneos durante e após as grandes chuvas, quando se dá o máximo potencial erosivo das torrentes. Nessa situação, a coincidência com episódios de escorregamentos pode provocar o atulhamento temporário das drenagens, cujo rompimento desencadeia fluxos de lama com forte poder destrutivo, os quais afetam as encostas dos anfiteatros e também provocam sérios assoreamentos na baixada.

As encostas da Serra do Mar constituem terrenos muito sensíveis a interferências, devido à inclinação acentuada de suas encostas e à intensidade dos processos erosivos e de escorregamentos. A ação antrópica tende a diminuir suas condições de estabilidade, intensificando os movimentos de massa e a ação erosiva das drenagens serranas (**Foto 9.3-3**).



Foto 9.3-3 Ocorrência de instabilizações nas encostas da face norte da Serra do Morraão, sobre rochas granitóides (unidade 22) que sustentam as Escarpas em espigões da Serra do Mar.

Assim, a construção de vias de acesso como ferrovias, rodovias, oleodutos e dutos, bem como a ocupação urbana em vários pontos da escarpa, têm intensificado a ação dos processos erosivos e o fornecimento de detritos para a planície costeira, cuja morfologia apresentou mudanças significativas nos últimos 30 anos.

Na Baixada Litorânea, os processos de deposição ocorrem associados à mudança de gradiente e energia das encostas e dos canais fluviais. Desse modo, os materiais removidos das partes altas das vertentes, por movimentos de massa ou pela erosão superficial, acumulam-se como corpos de tálus ou rampas de colúvio no sopé das escarpas e dos Morros e Morrotes isolados.

Ao longo das drenagens, os sedimentos mais grossos, removidos e transportados durante os períodos de alta pluviosidade, depositam-se em alvéolos e na forma de cones de dejeção que entulham os vales. A diminuição da competência do transporte fluvial faz com que, nas porções de montante, a planície seja constituída por detritos mais grossos que vão passando, progressivamente, para termos mais finos, até predominar os sedimentos arenosos.

De modo geral, o ambiente de alta energia que predomina nessas drenagens remove os sedimentos finos depositados no contato com a planície de maré, dando origem a depósitos que formam baixios na foz e margens dos canais.

A presença da vegetação de mangue na planície de maré, contornando o estuário, favorece a retenção de sedimentos provenientes da erosão das encostas e do sistema fluvial, minimizando, assim, a intensidade do assoreamento.

Os depósitos na foz dos rios são formados por siltes e apresentam, na sua constituição, feldspatos e fragmentos líticos. A partir da Planície de Maré, o fluxo fluvial residual no sentido dos baixos canais e à Baía de Santos transporta, principalmente, material de natureza silto-argilosa em suspensão. Além da contribuição de sedimentos transportados pelos rios, as planícies de maré e vizinhanças do Estuário de Santos são acrescidas de sedimentos de origem oceânica (Fúlfaro & Ponçano, 1976).

No que se refere à sedimentação, o estuário santista é uma região em equilíbrio e que não apresenta características de assoreamento rápido, sendo que taxas acentuadas de deposição de sedimentos ocorrem apenas no Largo do Caneú, na extremidade sul dos canais de São Vicente e Bertioga, e na saída do canal do Porto para a baía (Fúlfaro & Ponçano, 1976).

9.3.4.2 Área de Influência Direta (AID)

A AID do empreendimento compreende o Canal de Navegação do Porto de Santos, incluindo-se a porção do extremo Sul do Canal Piaçagüera, no prolongamento do Canal de Navegação para norte do Porto Organizado de Santos; parte da planície de maré dos rios Casqueiro, Cascalho e Cubatão; os Largos do Casqueiro, do Caneú e de Santa Rita; a Planície de maré que se desenvolve na foz dos rios Jurubatuba e Diana; a Planície de maré de áreas adjacentes à Ilha dos Bagres e a da foz do Canal de Bertioga no Estuário de Santos – **Desenho 9.3-1**, anterior.

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.

A) TIPOS DE RELEVO

Os tipos de relevo que ocorrem na AID são a Planície de Maré e os Baixios, com altitudes de 0 m a 3 m, que ocorrem na Baixada Litorânea.

O tipo de relevo denominado Planície de Maré se desenvolve nos locais abrigados das circulações mais enérgicas do Estuário de Santos, e é representado 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 (**Foto 9.3-4**). Está associada aos Baixios, que são feições de deposição submersa, expostas durante as marés baixas, 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.



Foto 9.3-4 Terrenos da Baixada Santista nos arredores da Alemoa, Largo do Caneú, e onde predominam os depósitos associados à Planície de maré e Baixios. No centro da foto, bacia de evolução do Terminal Público da Codesp / Terminal da Petrobras.

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 infra-estrutura e exige a total alteração de suas características.

As demais feições geomorfológicas que circundam a AID e a ADA se encontram descritas sucintamente nos **Quadros 9.3-27 – Tipos de Relevo da Serrania Costeira na Região de Estudo** e **9.3-28 – Tipos de Relevo da Baixada Litorânea na Região de Estudo**, anteriormente apresentados.

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 suscetíveis à ocorrência de processos erosivos, sendo fonte de detritos para a Baixada Litorânea. No entanto, esses relevos não terão nenhuma interferência direta com as obras de implantação do Terminal Portuário da BTP.

A tendência a uma sedimentação mais acentuada na região do Largo do Caneú, localizado no segmento de montante do canal do Estuário de Santos, 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 Caneú, 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.

9.3.5 GEOLOGIA

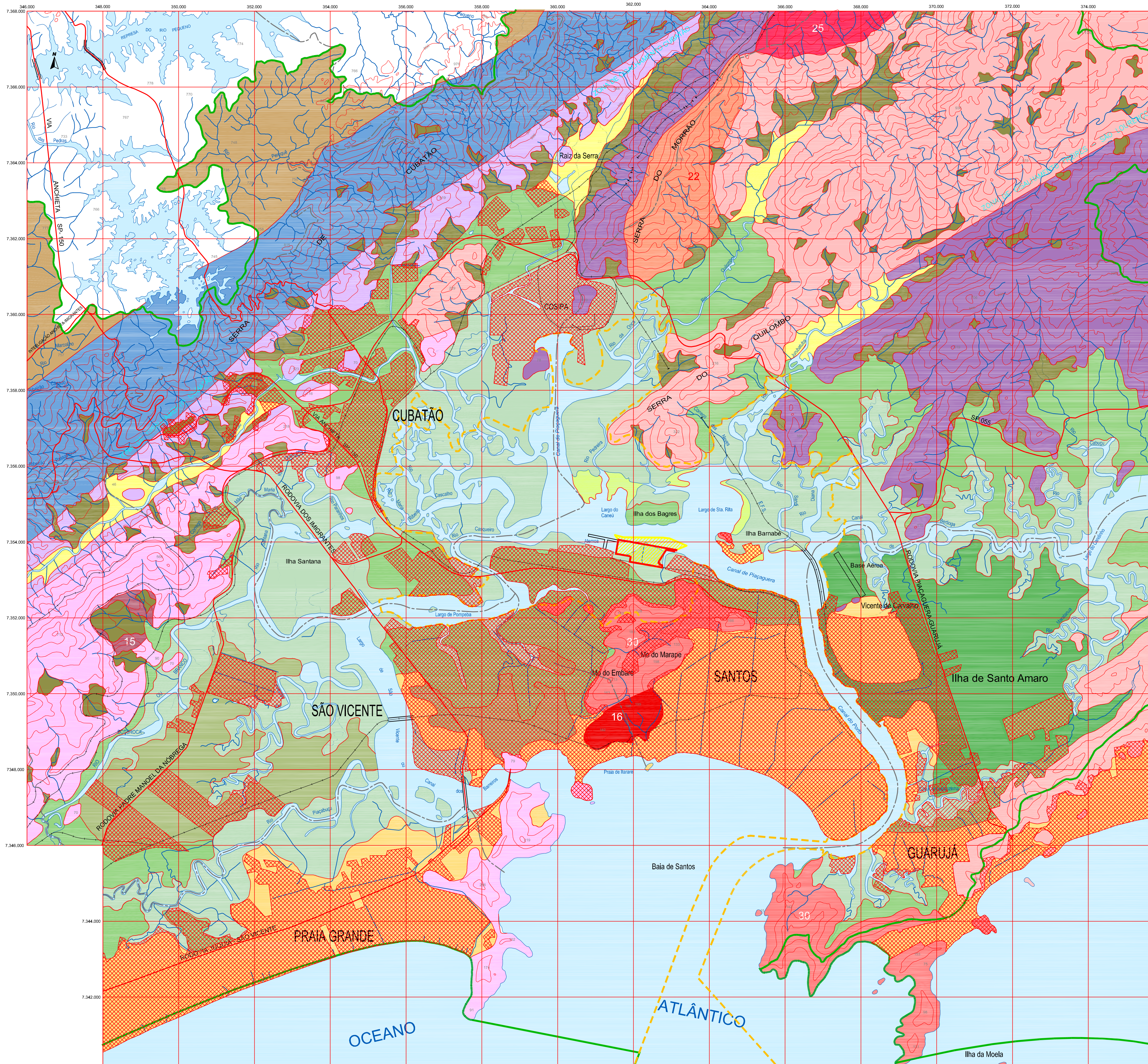
Os estudos referentes aos aspectos geológicos da área envolveram a compilação de diversos mapas geológicos, integrados para a apresentação em escala 1:50.000 do mapa geológico da Área de Influência Indireta (AII) que contém um quadro resumo onde foram caracterizadas as principais unidades geológicas.

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 ocorrem na área do empreendimento.

Aspectos relacionados a possíveis processos de dinâmica superficial na área de influência do empreendimento são abordados, bem como a correlação em subsuperfície das coberturas sedimentares mais recentes.

O **Desenho 9.3-2** apresenta o mapa geológico correspondente à AII, AID e ADA do empreendimento.



- COBERTURAS SEDIMENTARES QUATERNÁRIAS**
- Depósitos Continentais**
- alúvions (areias grossas e cascalhos)
 - corpos de talus e colúvions (fragmentos rochosos imersos em matriz areno-silto-argilosa) e cones de deposição
- Holoceno Marinho e Lagunar**
- sedimentos de baixios (areias finas, siltes e argilas)
 - sedimentos de mangue e de pântano (areias e argilas)
 - sedimentos flúvio-lagunares e de baias (areias e argilas)
 - areias marinhas litorâneas freqüentemente re trabalhadas em superfície pelo vento
- Pleistoceno Marinho (Formação Cananéia)**
- areias marinhas litorâneas freqüentemente re trabalhadas em superfície pelo vento

- DOMÍNIO COSTEIRO**
- Rochas Granitóides (Neoproterozóico-Paleozóico)**
- unidade 15 (muscovita)-biotita-granito róseo, maciço e equigranular (Maciço Granítico Mãe Maria)
 - unidade 16 (muscovita)-biotita-granito róseo, maciço e equigranular (Maciço Granítico Santos-tararé)
 - unidade 22 anfólio-biotita-granitos a granodioritos equigranulares e com granada (Maciço Granítico Morrão)
 - unidade 25 muscovita-biotita-granito cinza, inequigranular, por vezes porfírico (Maciço Granítico Talçupéba)
 - unidade 30 biotita-granito cinza-rosado, porfírico (Maciços Graníticos Santos e Guanjá)
- Complexo Costeiro (Neoproterozóico)**
- migmatitos com estruturas diversas, notadamente nebulítica, schlieren e estromatítica
 - (hornblenda)-biotita-migmatito e/ou granito-gnaise porfíroclástico
 - biotita-gnaisses gradando para migmatitos estromatíticos.

- DOMÍNIO EMBÚ**
- Complexo Embú (Mesoproterozóico)**
- quartzo-micaxistos e quartzitos, por vezes associados a metabasitos migmatizados
 - (granada)-sillimanita-micaxistos, por vezes feldspáticos e/ou migmatizados, com boudins de calcossilicáticas e metabásicas e com intercalações locais de biotita-gnaisses
 - biotita-gnaisses de composição granítica a granodiorítica, por vezes porfíroclásticos e/ou migmatizados

- ÁREAS DE INFLUÊNCIA**
- ÁREA DE INFLUÊNCIA INDIRETA - AII
 - ÁREA DE INFLUÊNCIA DIRETA - AID
 - ÁREA DIRETAMENTE AFETADA - ADA
 - ÁREA DO EMPREENDIMENTO

- ÁREAS URBANIZADAS
- ESTRADA PAVIMENTADA
- FERROVIA
- HIDROGRAFIA
- DIVISA MUNICIPAL

0 1000 2000 3000 4000 m

Projeção - UTM / Datum Horizontal: SAD-69

BISTRICHI, C. A. et alii- Mapa Geológico do Estado de São Paulo, escala 1:500.000.
 IPT - Publicação n° 1184. São Paulo, 1981
 CPRM- Projeto de Integração Geológico - Metalogenética, Folha Rio de Janeiro. Carta Geológica Santos (Escala 1:250.000), 1999
 DAEE-UNESP- Mapa Geológico do Estado de São Paulo, Folha Santos, escala 1:250.000 São Paulo/Rio Claro, 1984
 SUGIJO, K. & MARTIN, L.- Mapas geológicos esc 1:100.000- costa sul paulista - DAEE, São Paulo, 1978
 BASE/AEROCARTA/ENGFOTO. AGEM-SCM-BS- Aerofotografias coloridas, 1:25.000, 2002
 IBGE- Folhas Santos e Riacho Grande, 1:50.000, 1984
 GG- Folha Bertoga, 1:50.000, 1971

9.3.5.1 Área de Influência Indireta (AII)

A Área de Influência Indireta (AII) está limitada, ao sul, pela Planície Costeira, que se estende também para sudoeste e para leste/nordeste e, ao norte, pela encosta da Serra do Mar e pelo Planalto Paulistano, que produzem os sedimentos continentais transportados pelos rios que drenam a área de interesse.

A geologia das unidades pré-cambrianas da AII está baseada na 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.

De acordo com as compilações efetuadas, o arcabouço tectônico da AII compreende o Domínio Embu (Complexo Embu – Mesoproterozóico), em grande parte limitado com o Domínio Costeiro (Complexo Costeiro – Neoproterozóico) pela Zona de Cisalhamento Cubatão. A Zona de Cisalhamento Freires-São Lourenço separa as unidades do Complexo Costeiro.

As Rochas Granitóides intrudem as unidades metamórficas dos complexos Embu e Costeiro, e constituem maciços mapeáveis nos domínios homônimos.

As Coberturas Sedimentares Quaternárias recobrem parcialmente as rochas metamórficas dos complexos Embu e Costeiro, bem como alguns maciços granitóides, constituem, em grande parte, a Planície Costeira e estão representadas pelos depósitos marinhos e lagunares holocênicos, e por depósitos continentais, como os aluviões, corpos de tálus e coluviões.

A) DOMÍNIO EMBU

O Domínio Embu está representado, na região, por unidades pertencentes ao Complexo Embu, aflorantes a norte da Zona de Cisalhamento Cubatão.

A unidade 75 (CPRM, 1999) do Complexo Embu, cartografada desde a região a norte da Cidade de Cubatão e estendendo-se para NW, situada a norte e acompanhando a Zona de Cisalhamento Cubatão, é constituída por biotita-gnaisses de composição granítica a granodiorítica, por vezes porfiroclásticos e/ou migmatizados. Corresponde à unidade litoestratigráfica PSeM (DAEE/Unesp, 1984), composta por migmatitos heterogêneos essencialmente estromatíticos, com paleossoma xistoso, gnáissico ou anfibolítico, e migmatitos homogêneos variados, predominando os de natureza oftalmítica e facoidal.

Cabe ressaltar a presença de faixas alongadas paralelas à Zona de Cisalhamento Cubatão, dispostas a NNW do cisalhamento principal, e que conteriam migmatitos diversos (Unidade AcM), cartografadas pelo DAEE/Unesp (1984) como de idade arqueana e admitidas pela CPRM (1999) como pertencentes à unidade 75, mesoproterozóica.

Ao sul da Zona de Cisalhamento Cubatão, foi mapeada a unidade 71 do Complexo Embu, composta por quartzo-micaxistos e quartzitos, por vezes associados a metabasitos milonitizados, considerados, pela CPRM (1999), como de idade mesoproterozóica. Segundo o Convênio DAEE/Unesp (1984), correspondem à unidade PsaX do Grupo Açungui (Neoproterozóico), sendo reconhecidos micaxistos, quartzo-micaxistos e, subordinadamente, quartzitos micáceos e gnaisses.

B) DOMÍNIO COSTEIRO

O Domínio Costeiro pode ocorrer na forma de morros isolados inseridos na Planície Costeira, como a sul-sudeste do canal de Bertioga, e como uma grande faixa na Serra do Mar, encaixada entre as zonas de cisalhamento Cubatão e Freires-São Lourenço. Considerados de idade neoproterozóica (CPRM, 1999), constituem, nestas regiões, a unidade 34 do Complexo Costeiro, formada por migmatitos com estruturas diversas, notadamente nebulítica, *schlieren* e estromatítica.

Foi, também, cartografado no Domínio Costeiro, entre a porção sul-sudeste da Zona de Cisalhamento Freires-São Lourenço e o Canal de Bertioga, a unidade 35 do Complexo Costeiro (CPRM, 1999), composta por (hornblenda)-biotita-migmatito e/ou granito-gnaisse porfiroclástico. Essa unidade também foi reconhecida em uma faixa alongada SW-NE, disposta entre a Zona de Cisalhamento Cubatão e os maciços granitóides Morrão e Taiçupeba (**Foto 9.3-5**).

A oeste e nas redondezas do Canal de Piaçagüera, a SW de Cubatão e na região de São Vicente, ocorre a unidade 36 do Complexo Costeiro, formada por biotita-gnaisses que gradam para migmatitos estromatíticos.

As unidades 34, 35 e 36, neoproterozóicas, correspondem à unidade litoestratigráfica AcM do Complexo Costeiro, cartografada no trabalho do DAEE/Unesp (1984) como de idade arqueana. A unidade AcM seria composta por migmatitos diversos, incluindo estromatíticos, metatextitos, diatextitos, biotita-gnaisses, granitóides e granitos gnáissicos, além de anfíbolitos e serpentinitos subordinados, localmente migmatizados.

C) ROCHAS ÍGNEAS

As rochas granitóides são consideradas intrusivas nos complexos Costeiro e Embu, formadas durante o Neoproterozóico ou mesmo no Paleozóico. As formações do Domínio Embu, não ocorrem na AII.

No Domínio Costeiro, as ocorrências mais expressivas constituem cinco extensos maciços que cortam as unidades do Complexo Costeiro, dois no setor Norte, um no Centro-Sul, dois a W-NW de Santos e outro no setor Sul da AII, na Ilha de Santo Amaro (Guarujá). Outro corpo granitóide pouco expressivo ocorre a NW de São Vicente.

A SSE da Zona de Cisalhamento Cubatão, entre as serras do Morrão e do Quilombo, ocorre o Maciço Granitóide Morrão (unidade 22), constituído por anfibólio-biotita-granitos a granodioritos equigranulares e com granada (**Foto 9.3-5**). Esse maciço foi considerado intrusivo durante o Paleozóico.



Foto 9.3-5 Amostra de rocha granitóide pertencente à unidade 22 – Maciço Granitóide Morrão, que aflora localmente em cortes dos taludes das ferrovias que ligam o Planalto à Baixada Santista.

A NE da Serra do Mourão e próximo da Zona de Cisalhamento Cubatão, aflora o Maciço Granitóide Taiapuêba (unidade 25), de idade neoproterozóica, constituído por muscovita-biotita-granito cinza, inequigranular, por vezes porfírico.

D) ZONAS DE CISALHAMENTO CUBATÃO E FREIRES-SÃO LOURENÇO

A Zona de Falhamento Cubatão integra o Sistema de Megafalhas Cubatão-Além Paraíba (Sadowski, 1991) ou o Sistema de Cisalhamento do Sudeste (Endo & Machado, 1993). Na região, o segmento Cubatão está associado a uma faixa de metassedimentos de baixo grau que separam as rochas de alto e médio grau de metamorfismo (Complexo Costeiro) das rochas de médio grau de metamorfismo (Complexo Embu). A terminologia adotada é Zona de Cisalhamento Cubatão, utilizada por outros autores (Machado & Endo, 1993) e mantida nos trabalhos da CPRM (1999). O termo também foi adotado para a Zona de Cisalhamento Freires-São Lourenço.

E) COBERTURAS SEDIMENTARES QUATERNÁRIAS

A Planície de Santos tem cerca de 40 km de extensão por 15 km de largura máxima, sendo limitada, nas suas extremidades, pela Serra de Mongaguá ao sul, e pela parte rochosa da Ilha de Santo Amaro ao norte. Nas partes central e nordeste, é drenada por uma rede de lagunas e canais de maré que delimitam as ilhas São Vicente e Santo Amaro.

Predominam os depósitos holocênicos formados durante a Transgressão Santos e os depósitos mistos atuais representados por areias e argilas de mangue e areias marinhas litorâneas, por vezes retrabalhadas pelo vento. Localmente, são observados depósitos continentais representados por aluviões, corpos de tálus e coluviões. Na AII, em subsuperfície, nos arredores de São Vicente, ocorrem depósitos marinhos arenosos pleistocênicos da Formação Cananéia.

Para a compreensão do modelo evolutivo dos depósitos sedimentares da Planície Costeira na região, é necessário o entendimento das variações relativas do nível do mar durante o Quaternário.

A Transgressão Cananéia (pleistocênica), ocorrida entre 120.000 e 100.000 anos AP, elevou o nível do mar, na região de Santos, cerca de 7 m acima do nível de maré cheia atual, e foi seguida de uma regressão que teve seu máximo entre 17.500 e 17.000 anos AP e que provocou o rebaixamento do nível do mar a -110 m em relação ao nível do mar atual (Suguio & Martin, 1978).

O recuo da linha da costa e o grande desnível topográfico verificados neste período provocaram intenso processo de dissecação do relevo, erodindo, assim, grande parte da Formação Cananéia.

Seguiu-se novo evento de subida do nível do mar, denominada Transgressão Santos (holocênica). Numerosas datações de conchas e fragmentos de madeira carbonizados, provenientes das formações lagunares, permitiram esboçar a curva de variação do nível marinho no Holoceno. O máximo da Transgressão Santos na região de interesse atingiu seu pico há cerca de 5.100 anos AP, elevando o nível do mar entre 4,5 m e 4,7 m acima do nível de maré alta atual.

Nos últimos 5.100 anos, o nível relativo do mar sofreu progressivo rebaixamento até a posição atual, intercalando, contudo, duas rápidas fases de flutuações. Ao redor de 3.800 anos AP, passou por um mínimo relativo, com oscilações de 1,5 m a 2 m abaixo do nível atual (Massad, 1996). Ao redor de 3.500 anos AP, o nível relativo do mar passou por um segundo máximo, situado em torno de +3,5 a +4 m.

Entre 3.000 e 2.500 anos AP, foi constatado um pequeno rebaixamento, situado por Suguio (1999) em 2.800 anos AP, e que provavelmente atingiu um nível inferior ao atual. Em torno de 1.800 anos AP, estima-se que o nível relativo do mar não poderia ter sido superior a +0,5 m.

DEPÓSITOS PLEISTOCÊNICOS

Os depósitos pleistocênicos da Formação Cananéia, definida por Suguio e Petri (1973), estão presentes, de acordo com Suguio & Martin (1978), na região de São Vicente e, principalmente, a oeste do Largo de São Vicente. Encontram-se, em grande parte, limitados, ao sul, pelo Rio Piaçabuçu e, ao norte, pelo Rio Branco. Compreendem sedimentos marinhos litorâneos constituídos por areias em parte retrabalhadas pelo vento.

Em mapeamento da CPRM (1999), foram reconhecidos como pertencentes à Formação Cananéia os depósitos que ocorrem a oeste do Largo de São Vicente.

Segundo Suguio & Martin (1978), a Formação Cananéia na Planície Costeira foi considerada associada a uma fase transgressiva conhecida, no Estado de São Paulo, como Transgressão Cananeense. Ao longo da região entre Santos e Itanhaém, segundo os autores, afloram areias marinhas litorâneas freqüentemente retrabalhadas em superfície pelo vento.

Em estudos comparativos com outras regiões do mundo, Suguio & Martin (1978) admitiram a deposição da Formação Cananéia entre 120.000 e 100.000 anos AP, período em que o nível do mar nessa região esteve até 7 m acima do nível atual. A origem foi considerada marinha pela presença de estruturas de cordões litorâneos, identificadas a partir de fotografias aéreas. A presença de tubos fósseis de *Collanona* na formação arenosa do topo e de gretas de dissecação em intercalações argilosas nas areias do topo também corrobora a hipótese de deposição dessas areias em zonas litorâneas. Os cordões litorâneos são, também, indicativos do início da fase regressiva.

A Formação Cananéia comporta, na base, um depósito argilo-arenoso. Estudos de microfauna efetuados por Suguio e Petri (1973) demonstraram ser do tipo transicional, passando de um meio continental, na parte inferior, para meio marinho, na parte superior, e caracterizando uma fase transgressiva. Em trabalhos das décadas de 1980 e 1990, o termo “argilas transicionais” (AT), empregado por Massad (1986 e 1996), corresponde a essas argilas de idade pleistocênica.

DEPÓSITOS HOLOCÊNICOS

Após a deposição da Formação Cananéia, no transcurso da regressão que se seguiu com o nível do mar atingindo -110 m em relação ao nível atual, instalou-se uma rede hidrográfica sobre esses depósitos, esculpindo vales profundos. Grande parte dos depósitos precedentes (pleistocênicos) foi erodida, talvez até o embasamento cristalino, ao redor da cota -50 m.

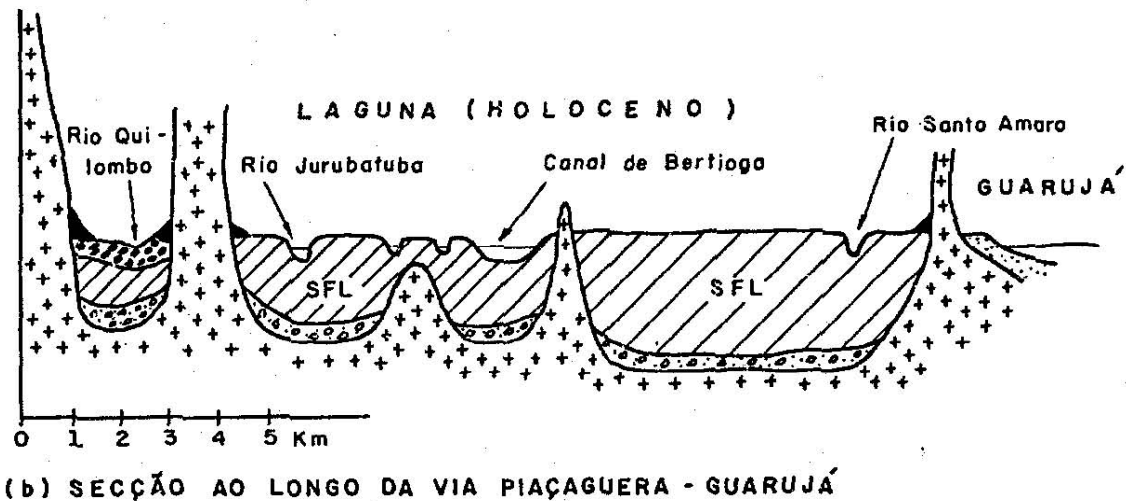
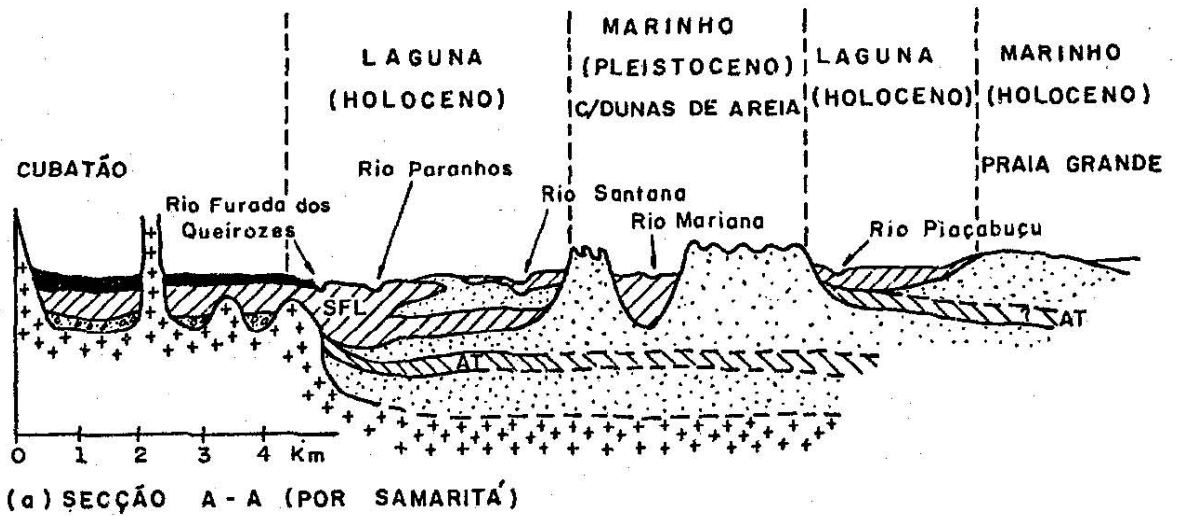
Durante a última fase transgressiva, o mar inicialmente penetrou nessas zonas baixas, dando origem a um sistema de lagunas. Ao mesmo tempo, as partes altas, remanescentes da Formação Cananéia, foram erodidas pelo mar em transgressão, produzindo o material necessário para os depósitos arenosos marinhos holocênicos, formando ilhas-barreira na época do máximo transgressivo. Tais ilhas isolaram zonas lagunares onde se depositaram sedimentos argilosos ricos em matéria orgânica, contendo restos de conchas e fragmentos vegetais. Nos períodos regressivos subseqüentes, teria ocorrido acreção de cordões litorâneos às ilhas-barreira, formando faixas de vários quilômetros.

De acordo com Suguio & Martin (1978), numerosas sondagens, na região de Santos, são indicativas de que, em certas partes da planície, os depósitos argilosos lagunares podem atingir até cerca de 50 m de espessura.

Suguio & Martin (1978) individualizaram, na Planície Costeira, depósitos holocênicos marinhos e lagunares constituídos por areias e argilas relacionados aos sedimentos flúvio-lagunares e de baías.

Na região da AII predominam, em superfície, os sedimentos argilosos e arenosos flúvio-lagunares que ocupam posição interior do continente, aproximando-se, inclusive, do sopé da Serra do Mar, como visto na região de Cubatão e no Largo do Caneú, e ao norte do Canal de Bertioga. Podem, ainda, estar depositados atrás de morros e morrotes isolados na Planície Costeira, pertencentes às unidades pré-cambrianas. Nas zonas baixas da AII, essas formações argilo-arenosas de origem flúvio-lagunar constituem a maior parte dos depósitos quaternários.

Suguio e Martin (1978) estudaram as argilas marinhas muito moles a moles do subsolo da Rodovia Piaçagüera–Guarujá pertencentes aos sedimentos flúvio-lagunares que se depositaram no Holoceno, a partir de 7000 anos AP, e que constituem as argilas de SFL (Sedimentos Flúvio-lagunares). A seção geológica esquemática desses pesquisadores (**Figura 9.3-3**) atravessa as regiões norte e leste da planície de Santos, junto à rodovia, ilustrando a presença e forma de ocorrência destas argilas.



LEGENDA








-  ALUVIÕES RECENTES (MANGUE)
-  DEPÓSITOS LACUSTRINOS HOLOCÊNICOS (SFL)
-  ARGILAS TRANSICIONAIS (AT)
-  AREIAS MARINHAS OU EÓLICAS
-  DEPÓSITOS CONTINENTAIS (PLEISTOCENO)
-  DEPÓSITOS CONTINENTAIS (HOLOCENO)
-  EMBASAMENTO PRÉ - CAMBIANO

Figura 9.3-3 Seção geológica esquemática ao longo da Rodovia Piaçaguera-Guarujá (Suguo & Martin, 1978)

As argilas de SFL também foram detectadas nas diversas sondagens executadas no local do canal de navegação do Porto de Santos.

As características geotécnicas dos sedimentos – dando-se ênfase às argilas moles de SFL – foram obtidas a partir de trabalhos publicados nas últimas décadas, por pesquisadores que as avaliaram no contexto da história geológica dos sedimentos da Baixada Santista. Entre os mais importantes trabalhos sobre o assunto, pode-se citar o de Massad (1999), intitulado “Baixada Santista: Implicações da História Geológica no Projeto de Fundações”. A caracterização feita por este autor pode ser aplicada para os sedimentos das unidades geotécnicas presentes na região do canal.

Diversas propriedades destes solos e dos demais solos da região foram, também, resumidas e interpretadas a partir de norma técnica inédita da Cosipa (1992), desenvolvida pela empresa durante suas diversas fases de expansão e operação. São aqui apresentadas por ser consideradas, também, representativas das unidades geotécnicas descritas.

Os principais aspectos do comportamento dos solos moles referem-se à sua alta compressibilidade e baixa resistência.

SEDIMENTOS DE MANGUES E PÂNTANOS (DEPÓSITOS MISTOS ATUAIS)

Nas margens das lagunas, nos canais de maré e nos cursos inferiores dos rios que drenam a Planície Costeira, desenvolvem-se importantes formações de mangues e pântanos atuais, cartografados como areias e argilas. Segundo Suguio & Martin (1978), a principal ocorrência na AII foi delimitada por grandes extensões nos arredores do Largo do Caneú, desde as proximidades de Cubatão, passando pela foz do Rio Mogi, até a porção a SSW da foz do Rio Quilombo. Esses sedimentos também ocorrem ao longo do Canal de Bertioga e nos baixos cursos dos rios Piaçabuçu (São Vicente), Paranhos/Santana (Cubatão), Jurubatuba, Diana, Sandi e outros.

SEDIMENTOS CONTINENTAIS

Os sedimentos continentais ocorrem na forma de corpos de tálus e coluviões próximos ao sopé da Serra do Mar por toda a região, tendo sido reportados por Suguio & Martin (1978). As aluviões estão associadas aos rios que drenam a região.

As aluviões ocorrem como depósitos de areias grossas e cascalhos associados às maiores drenagens na região do Planalto, encaixados na Serra do Mar e no alto estuário da Planície Costeira. Os principais depósitos se encontram nos rios Mogi, Quilombo, Jurubatuba e Cubatão na região da Serra/Alto estuário. No vale do Rio Cubatão ocorrem sedimentos grossos com seixos centimétricos a matacões de até 2 m de diâmetro entremeados por areias grossas (Suguio, 1969).

Os corpos de tálus acompanham a linha da escarpa serrana. Os maiores podem ser encontrados nas cotas mais baixas e se estendem até os vales dos rios, enquanto que corpos menores podem ocorrer em cotas mais altas, ocupando depressões locais do embasamento (Machado Filho, 2000).

Suguio & Martin (1978) identificaram diversos desses corpos em regiões de transição entre a base da Serra do Mar e a Planície Costeira. Têm composição heterogênea, reflexo das diversas unidades que afloram nas cotas superiores da serra, sendo constituídos por fragmentos rochosos angulosos a semi-arredondados, desde centimétricos a decimétricos, e até blocos com 1,5 m a 2 m de diâmetro, imersos em matriz areno-silto-argilosa.

Os coluviões também ocorrem ao longo da faixa serrana ocupando os espigões até a meia-encosta e desaparecem junto aos talwegues. Recobrem as rochas pré-cambrianas na forma de corpos delgados com espessura em geral inferior a 1,5 m, constituídos pelos solos coluviais areno-silto-argilosos a silto-argilosos. Esses corpos, segundo Rodrigues (1992), sustentam a vegetação das encostas.

9.3.5.2 Área de Influência Direta (AID)

A região do empreendimento apresenta níveis variados de atividade antrópica por toda sua extensão. Abrange a região sob a influência da variação da maré – representada pela Planície de Maré, que vem sendo objeto de intervenções antrópicas por aterros para a implantação de áreas urbanas, sedes de municípios, invasões, rodovias, ferrovias, terminais portuários, indústrias, etc. – provocando dificuldade no fluxo ou mesmo interrompendo a circulação natural das águas pela região do baixo estuário.

Conforme se observa no mapa geológico da AID, que constitui o **Desenho 9.3-2**, as unidades presentes compreendem rochas pré-cambrianas que afloram nas elevações circundadas pela região da Planície de Maré e pelos sedimentos flúvio-lagunares e de baías. Também se observam rochas de alto grau de metamorfismo do Complexo Costeiro, consideradas do Neoproterozóico, e rochas ígneas intrusivas do Neoproterozóico-Paleozóico.

A) DEPÓSITOS SEDIMENTARES DA PLANÍCIE COSTEIRA ASSOCIADOS AO ESTUÁRIO DE SANTOS

As coberturas sedimentares holocênicas que ocorrem na AID possuem grande extensão e compreendem sedimentos de mangue e de pântano depositados nas margens de lagunas, nos canais de maré e nos cursos inferiores dos rios. Por conseguinte recobrem, no trecho da Planície Costeira, amplas porções nas imediações da AID atualmente aterradas (**Foto 9.3-6**).



Foto 9.3-6 Planície de maré nos arredores do Pátio da Cosipa, atualmente bastante aterrada, onde predominam sedimentos de mangue e de pântano. Ao fundo, raiz da Serra do Morrão.

Nas imediações da AID, no trecho da Planície Costeira, os sedimentos flúvio-lagunares e de baías se encontram em cotas relativamente mais altas (de 3 m a 8 m) e se depositam mais próximo ao sopé da Serra do Mar.

Segundo Fúlfaro & Ponçano (1976), o processo básico de circulação estuarina consiste em mistura de água doce vinda do continente, com água salgada oceânica, num ambiente parcialmente restrito, controlado pelas marés e correntes fluviais residuais, com efeitos de ondas e diferenças de densidade entre as águas.

A ação das correntes de maré do estuário Santista suplanta a ação fluvial, com quase todos os canais e meios de circulação apresentando características marinhas e baixa taxa de sedimentação fluvial, em especial por transporte de fundo. A existência de foraminíferos no interior do canal do porto demonstra a contribuição marinha, com a deposição do estuário sendo governada, predominantemente, por correntes de maré.

O sedimento típico do estuário é a lama, mas ocorrem depósitos arenosos. O estuário Santista, segundo os autores, tem a marcante peculiaridade de ter siltes como sedimentos mais comuns, com gradações até depósitos arenosos constituídos por areia muito fina, configurando um ambiente de sedimentação caracterizado por baixa energia e baixa taxa de floculação.

O modelo geral da sedimentação do estuário indica sedimentos originados por aportes fluviais, de erosão local de bancos e de plataforma externa, tanto dos sedimentos derivados da erosão da plataforma continental como de sedimentos carregados pelas correntes paralelas à costa, inclusive os transportados ao longo da mesma a partir de rios adjacentes. Os rios da região do Estuário de Santos também retrabalham sedimentos holocênicos depositados por ocasião da Transgressão Santos.

Fúlfaro & Ponçano (1976) observam que o estuário se encontra em processo de assoreamento lento, tratando-se de área de grande equilíbrio de sedimentação. Esse processo estaria restrito à faixa de segurança constituída pelos manguezais. Contudo, analisando-se as fotografias aéreas de 2002, comparativamente com as fotos de 1972 e com o mapa de Suguio & Martin (1978), nota-se que, na evolução do estuário nas últimas décadas, houve assoreamentos mais intensos nos arredores da Ilha dos Bagres e na foz do Rio Pedreira.

AREIAS MARINHAS LITORÂNEAS

Estão localizadas no extremo sul da AID, nos municípios de Santos, São Vicente e Guarujá (distrito de Vicente de Carvalho), em contato com os sedimentos flúvio-lagunares e de baías. No extremo sudoeste da área recobrem, parcialmente, os morros isolados do Maciço Granitóide Santos. Suguio & Martin (1978) admitem que o topo dessas areias marinhas litorâneas atingem entre 4,5 m e 4,7 m acima do nível de maré alta, sendo que Santos se encontra assentada sobre estes sedimentos.

SEDIMENTOS DE MANGUES E PÂNTANOS (AREIAS E ARGILAS)

Na AID e, principalmente, na ADA, os sedimentos de mangues e pântanos constituem a principal unidade geológica cartografada por Suguio & Martin (1978), compreendendo depósitos de argilas e areias em geral muito finas, associados às planícies de maré, construídos junto às margens de lagunas, nos canais de maré e nos cursos inferiores dos rios que drenam toda a região em suas cotas mais baixas. Ocorrem no município de Cubatão, na foz dos rios Cubatão, Cascalho e Santana; ao norte dos Largos do Caneú e de Santa Rita, na foz dos rios Quilombo, Jurubatuba, Sandi, Diana, Pedreira, e ao longo do canal de Bertioga e seus afluentes, até o limite leste da AID (**Foto 9.3-6**).

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, predominam os depósitos de siltes com variações até areias muito finas nos processos de sedimentação e assoreamento na região.

Os sedimentos de mangues e pântanos (Suguio & Martin, 1978) constituem os depósitos associados ao estuário Santista de Fúlfaro & Ponçano (1976) ou ainda correspondem, parcialmente, aos depósitos lacustres paludais (CPRM, 1999). Representam, contudo, o acúmulo deposicional pretérito de materiais finos retidos pelos manguezais no médio e baixo estuário que propiciava, como reflexo mais importante, a expansão das áreas de planície de maré nessas regiões.

No alto estuário, o fluxo fluvial carrega sua carga sedimentar até o sopé das montanhas. O mangue, nessa região, detém grande parte da carga transportada por tração, através da função de filtro exercida por sua vegetação, liberando apenas a carga transportada por suspensão para os largos e canais do médio estuário.

Para o interior do estuário, os feldspatos e os fragmentos líticos têm uma linha limite de ocorrência que coincide, grosso modo, com a faixa de manguezais, evidenciando que as frações mais grossas ficam nela retidas.

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 há algumas décadas – como a porção norte/nordeste da Ilha dos Bagres – atualmente se encontram cobertas por manguezais e mostram claramente a expansão dos depósitos de planície de maré, hoje praticamente ligada ao continente.

BAIXIOS

Os Baixios representam áreas onde o assoreamento é mais intenso. São também constituídos, preferencialmente, por depósitos de areias finas. A principal ocorrência foi mapeada na porção oeste da AID, junto ao Largo do Caneú.

Os avanços são verificados de norte para sul, nas proximidades da desembocadura do Rio Pedreira, estendendo-se até a Ilha dos Bagres. Outras áreas menores de baixios ocorrem nas margens da Ilha Barnabé, junto ao Largo de Santa Rita e também na porção sul.

Depósitos de baixios são reflexo da movimentação de correntes bidirecionais associadas às marés, que colocam a argila em suspensão e, com o movimento de vai-vém, acabam por removê-la, provocando conseqüente concentração de areia. Grande parte das áreas de baixios se forma dessa maneira.

Os cotovelos dos canais de maré e os pontões são, também, zonas preferenciais para o movimento de vai-vém das águas, como ocorre nas proximidades da Ilha dos Bagres e na extremidade norte do canal do porto, concentrando areia e formando baixios arenosos. O baixio que avança na área delimitada ao sul da foz do Rio Diana/Sandi e do ramal Conceiçãozinha parece refletir a aceleração do assoreamento causado pelo aterramento parcial do canal de Bertioiga, por ocasião da ponte Ferroviária. Nessa região, a influência de correntes de maré também é de pouca penetração em direção à desembocadura do Rio Sandi, local em que a existência de antigas barras mais arenosas acaba por dificultar o transporte de fundo no sentido Bertioiga – canal do Porto, permitindo a construção de baixios (Fúlfaro & Ponçano 1976).

Os sedimentos arenosos dos depósitos de mangues são mais espessos junto aos canais, mas também são verificadas ocorrências mais significativas de areias finas nos arredores de baixios, como aqueles de ampla distribuição junto à foz do Rio Pedreira (Largo do Caneú) e no Largo de Santa Rita, na margem esquerda do canal de Piaçagüera (Cosipa, 2004). Nos locais mais interiores e relativamente mais altos, nas áreas emersas adjacentes à ADA também predominam, no topo, os depósitos arenosos de mangues, com ocorrências localizadas de depósitos argilosos, ambos de menor espessura.

Em profundidades maiores, foi verificado o amplo predomínio de depósitos argilosos com uma a duas dezenas de metros de espessura, representantes dos sedimentos flúvio-lagunares holocênicos (Cosipa, 2004) denominados SFL por Massad (1986).

Antes da base do depósito e recobertas pelos sedimentos argilosos, ocorrem areias finas que, possivelmente, formam camadas arenosas distribuídas na base dos sedimentos flúvio-lagunares. Alternativamente, esses pacotes podem constituir porções superiores dos depósitos fluviais (aluviões holocênicos pretéritos), identificados logo abaixo e representados pelos pedregulhos finos a grossos que, por ocasião do intenso rebaixamento do nível marinho, adentraram em direção ao mar (Cosipa, 2004).

9.3.6 HIDROGEOLOGIA

9.3.6.1 Legislação

A) LEGISLAÇÃO FEDERAL

Desde 1934, quando foi criado o Código de Águas, até a Constituição Federal de 5 de outubro de 1988, as águas subterrâneas foram consideradas bens imóveis, associados à propriedade da terra, limitando-se o direito à sua exploração. A Constituição, em seu artigo 26, alterou esse *status*, considerando-as de propriedade dos Estados e Distrito Federal, sendo as águas minerais de competência da União.

A Lei Federal nº 9.433, de 8 de janeiro de 1997, definiu a outorga de direito de uso de recursos hídricos, e a Lei Federal nº 9.433, de 8 de janeiro de 1997, instituiu a Política Nacional de Recursos Hídricos e criou o Sistema Nacional de Recursos Hídricos, mantendo o tratamento diferenciado dado às águas minerais. Foi de grande importância, também, por normalizar e regular os aspectos relacionados à poluição e superexploração dos aquíferos.

O Decreto-Lei nº 382, de 22 de setembro de 1999, assegura a proteção das águas subterrâneas, estabelecendo perímetros de proteção para as captações destinadas ao abastecimento público.

A Lei Federal nº 9.984, de 17 de julho de 2000, cria a Agência Nacional de Águas (ANA), a qual passa a ser a autoridade outorgante e responsável pela implementação da Política Nacional de Recursos Hídricos. Juntamente com o Sistema Nacional de Gerenciamento dos Recursos Hídricos, dá competência ao Conselho Nacional de Recursos Hídricos (CNRH), nos termos da Lei nº 9.433, para tratar do planejamento da utilização desses recursos. A integração das águas subterrâneas e superficiais, no âmbito da Política Nacional de Recursos Hídricos, foi implementada pela Câmara Técnica de Águas Subterrâneas (CTAS), por meio da Resolução nº 15, publicada em 12 de janeiro de 2001, que estabelece diretrizes para a gestão integrada das águas.

Por meio da Portaria nº 1.469, o Ministério da Saúde trata do controle e da vigilância da qualidade da água para o consumo humano, estabelecendo padrões de potabilidade, e a Resolução nº 22, de 24 de maio de 2002, estabelece que os Planos de Recursos Hídricos devem contemplar os aspectos de uso múltiplo das águas subterrâneas, função do aquífero, qualidade e quantidade, para o desenvolvimento social e ambiental sustentável.

A Resolução Conama nº 396, de 3 de abril de 2008, dispõe sobre a classificação das águas subterrâneas e dá diretrizes ambientais para seu enquadramento, condições e padrões de qualidade, cadastro de poços, e prevenção e controle de poluição.

B) LEGISLAÇÃO ESTADUAL

A Lei nº 6.134 de 2 de janeiro de 1988, regulamentada pelo Decreto nº 32.955 de 7 de fevereiro de 1991, dispõe sobre a preservação dos depósitos naturais de águas subterrâneas do Estado de São Paulo. A Constituição Estadual, no seu Artigo 205, estabelece que o Estado instituirá um sistema integrado de gerenciamento dos recursos hídricos, e nos artigos 206 e 208 trata da conservação e proteção das águas subterrâneas como reservas estratégicas para o desenvolvimento econômico-social e suprimento de água às populações.

O Plano Estadual de Recursos Hídricos (PERH), aprovado pelo Decreto nº 32.954 de 7 de janeiro de 1991, apresenta um diagnóstico do uso dos Recursos Hídricos quanto aos cenários de utilização e Programas de Duração Continuada (PDC). Em 30 de dezembro de 1991, a Lei nº 7.663 estabelece normas de orientação à Política Estadual de Recursos Hídricos bem como ao Sistema Integrado de Gerenciamento das Águas Superficiais e Subterrâneas.

No Plano Estadual de Recursos Hídricos (PERH), aprovado pela Lei nº 9.034/94, o Estado de São Paulo fica dividido em 22 unidades de gerenciamento dos Recursos Hídricos (UGRH), classificando-se as bacias hidrográficas nas categorias industrial, em industrialização, agropecuária e de conservação. Também é estabelecida a hierarquia dos usos prioritários da água e são feitas recomendações para a elaboração dos Planos de Bacias Hidrográficas e para o processo de implantação da cobrança pelo uso da água.

A Lei Estadual nº 9.034, de 27 de dezembro de 1994, estabelece as Unidades de Gerenciamento de Recursos Hídricos (UGRHI's) e os Programas de Duração Continuada (PDC) que tratam da avaliação, gestão, desenvolvimento e proteção das águas subterrâneas.

O Decreto nº 41.258, de 31 de outubro de 1996, estabelece as outorgas de direito de uso das águas superficiais e subterrâneas, classificando-as como de Autorização, Licença de Execução e Concessão.

Em 14 de fevereiro de 2000, é instituída, pelo Conselho Estadual de Recursos Hídricos (CRH), a Câmara Técnica de Águas Subterrâneas, com o objetivo de preservar os depósitos naturais de águas subterrâneas do Estado de São Paulo, conforme previsto nas leis estaduais 6.134 e 7.663. Passa a ser de competência da câmara, propor diretrizes para a gestão integrada das águas subterrâneas, sua exploração, outorgas, licenciamento ambiental e a proteção dos aquíferos.

C) NORMAS TÉCNICAS APLICÁVEIS

As normas técnicas nacionais e internacionais que se aplicam à pesquisa, exploração e controle de poluição das águas subterrâneas são, a seguir, relacionadas.

- ABGE – Associação Brasileira de Geologia de Engenharia, São Paulo, SP – “Ensaio de Permeabilidade em Solos – Orientações para sua Execução no Campo”, 1996 e “Boletim nº 04”, também de 1996.
- ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas – “Resíduos Sólidos – Classificação” – NBR-10.004, 1987; “Amostragem de Resíduos – Procedimento” – NBR-10.007, 1987, e “Construção de Poços de Monitoramento e Amostragem” – NBR-13.895, 1997; “Planejamento de Amostragem de Efluentes Líquidos e Corpos Receptores” – NBR-9.897, 1997, e “Preservação e Técnicas de Amostragem de Efluentes Líquidos e Corpos Receptores” – NBR-9.898, 1997.

- Cetesb – Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental, São Paulo, SP – “Guia de Coleta e Preservação de Amostras de Água”, 1987, e Norma 06.010 – “Anexo A: Orientação para Coleta de Amostras”, 1997.
- ASTM, Philadelphia PA, USA – “Standard Guide for Risk – Based Corrective Action Applied at Petroleum Releases Sites”, 1995.

9.3.6.2 Área de Influência Indireta (AII)

Considerando-se a Área de Influência Indireta (AII) do empreendimento, admite-se a existência de dois grandes aquíferos regionais: o aquífero superficial ou freático, e o aquífero inferior ou profundo, instalado no substrato rochoso pré-cambriano, sotoposto ao primeiro.

O aquífero superficial ou freático encontra-se instalado nas camadas de solos residuais e transportados, sendo considerado de meio poroso. A forma da superfície superior da zona de saturação é chamada superfície do lençol freático e depende da topografia do terreno tendendo, em parte, a acompanhar a conformação da superfície do solo. Na superfície do lençol, a água contida nos poros do aquífero se encontra sob pressão atmosférica, de forma semelhante a um reservatório ao ar livre.

A pressão hidráulica em qualquer ponto do aquífero corresponde à altura da coluna-d'água em metros, desde sua superfície livre até o ponto em questão. Quando um poço atinge o lençol freático, o nível estático da água no poço perfurado corresponde à superfície livre do aquífero. Essa superfície não é estática, subindo quando a zona de saturação recebe mais água de infiltração vertical e descendo nos períodos de estiagem, quando a água armazenada flui para as nascentes, cursos-d'água e outros pontos de descarga da água subterrânea.

A presença de camadas de solo menos permeável – como as argilas nos aluviões e intercalações de antigas faixas xistosas nos solos residuais de gnaisses e migmatitos – sobre camadas mais permeáveis, pode imprimir um regime artesianos ao aquífero, tendendo a “levantar” sua superfície. Também pode criar aquíferos secundários ditos “suspensos” ou “empoleirados”.

A recarga desse aquífero é feita, predominantemente, por infiltração vertical, com a água atravessando a zona de aeração e se acumulando na zona de saturação, ambas governadas pelas características locais dos solos e condições do relevo. No Planalto e na serra, sua descarga se dá nas nascentes, nos córregos, e nos rios Mogi e Quilombo; na Baixada Santista ocorre em toda a faixa litorânea que margeia o Oceano Atlântico.

O aquífero profundo é dito de meio fraturado, pois o armazenamento da água se dá, preferencialmente, nas estruturas geológicas, em especial nas juntas e fraturas. Nas rochas do cristalino, as fraturas se apresentam mais abertas no topo do maciço rochoso, por ação do intemperismo e alívio de tensões, tendendo a se fechar em profundidade.

Na região do Planalto, a recarga desse aquífero é feita pelas bacias dos rios Grande, Pequeno e Bonito, que também alimentam a região da escarpa da Serra do Mar, juntamente com as bacias dos rios Mogi e Quilombo. A ocorrência de intercalações de camadas de solo e rochas menos permeáveis no maciço, associadas aos elevados gradientes hidráulicos atuantes, pode torná-lo confinado, com regime artesianos.

Na região da Baixada Santista, a Serra do Mar e os Morros Isolados subjacentes representam a área de recarga desse aquífero, e a faixa litorânea que margeia o Oceano Atlântico corresponde à sua área de descarga.

A interação entre as águas dos aquíferos e o oceano se dá através de processos de natureza advectiva e efusiva, gerando a chamada cunha salina na zona de mistura entre as águas salinas e as não salinas.

9.3.6.3 Área de Influência Direta (AID)

De acordo com o DAEE, IG, IPT e CPRM (2005), a AID 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".

Durante as marés de enchente e passagens de frentes frias, as águas oceânicas penetram no estuário em direção às cabeceiras (Umah, 2000), gerando estratificação pelas diferenças de densidade e criando uma circulação longitudinal. A água doce, concentrada em uma camada superior, se move 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 região da AID 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 40 m, 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 porosidade efetiva (n_e) 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).

No estuário Santista, durante as marés de enchente e passagens de frentes frias, as águas oceânicas penetram em direção às cabeceiras, gerando estratificação pelas diferenças de densidade e criando uma circulação longitudinal. A água doce, concentrada em uma camada superior, se move para jusante com maior transporte residual, e a água salgada, constituindo uma camada inferior, se move para montante (Umah, 2000).

A captação de água subterrânea por meio de poços, para consumo humano na área, encontra restrições na legislação, face à influência do mar, pela sua proximidade, sobre a qualidade dos recursos hídricos subterrâneos. Isso pode ser observado pela situação atual dos poços existentes, conforme pesquisa realizada no DAEE sobre as outorgas concedidas, apresentada no quadro a seguir.

Quadro 9.3-29 Outorgas concedidas pelo DAEE na AID

Número do Poço	Localização	Coordenadas		Aquífero	Prof. (m)	Vazão (m ³ /h)	Situação Atual
		Norte	Leste				
363-0035	Vila Maria	7.352.370	361.280	Cristalino	250,00	1,00	Tamponado
363-0085	Bairro Encruzilhada	7.350.040	365.430	-	8	-	Tamponado

(Poços construídos para utilização por comércio atacadista (35) e casa de repouso (85), provavelmente para consumo doméstico).

O poço 363-0035, mais próximo do empreendimento, atingiu rocha alterada de granito cinza esbranquiçado a 56 m de profundidade, após atravessar 2 m de aterro e 54 m de sedimentos. O maciço se mostrou ocasionalmente fraturado, tendo sido interceptadas fraturas apenas a 101 m, 167 m, 209 m e 241 m, com vazão extremamente baixa, o que demonstra a baixa potencialidade do aquífero profundo na AID do empreendimento.

9.3.6.4 Hidrogeologia da Área Diretamente Afetada

A) TRABALHOS REALIZADOS

As características hidrogeológicas da Área Diretamente Afetada pelo empreendimento foram obtidas a partir dos estudos desenvolvidos pela Essencis Remediação S.A. em 2005, 2006 e 2007 para a Brasil Terminal Portuário S.A. – BTP, na área do Lixão de Alemoa, consolidados no relatório “Avaliação Ambiental Detalhada da Qualidade do Solo e da Água Subterrânea em Área do Antigo Lixão de Alemoa e Arredores”, Projeto 8458, de dezembro de 2007.

Além da realização de sondagens de reconhecimento e sondagens rasas para investigação da distribuição e coleta de resíduos e contaminantes, os trabalhos realizados pela Essencis compreenderam investigações de interesse à caracterização hidrogeológica da ADA, quais sejam:

- Poços de monitoramento, tendo sido aproveitados 23 poços da campanha de 2005 e 2006, pertencentes à rede de monitoramento existente, e construídos 71 novos poços em complementação aos mesmos, totalizando 94 poços.
- 22 ensaios de permeabilidade *in situ*.

Um ensaio de bombeamento para estudo da hidrodinâmica entre as porções inferior e superior do aquífero freático.

Os dados referentes às investigações realizadas, como localização, perfis individuais, níveis-d'água, cargas hidráulicas e condutividade hidráulica são apresentadas no relatório "Avaliação Ambiental Detalhada da Qualidade do Solo e da Água Subterrânea em Área do Antigo Lixão de Alemoa e Arredores", Projeto 8458, de dezembro de 2007.

Da campanha de 2005 e 2006 foram aproveitados os poços PM-11, PM-16, PM-17, PM-22, PM-30, PM-31, PM-37, PM-38, PM-39, PM-40, PM-41, PM-42, PM-43, PM-44, PM-48, PM-49, PM-50, PM-59, PM-60, PM-61, PM-65, PM-70 e PM-71.

Os poços de monitoramento complementares foram denominados PM-73 a PM-143, sendo 63 instalados na porção superior do aquífero freático, entre 0,8 m e 8,0 m. Quanto aos demais poços, os de nº PM-107, PM-108, PM-109, PM-111, PM-112, PM-132 e PM-133 foram instalados na sua porção inferior, entre 8,0 m e 17,0 m, e o poço PM-110 a 25,5 m. Na parte superficial do aquífero, a seção filtrante dos poços foi construída com 2 m a 3 m de comprimento. Nos poços mais profundos, onde é menor a flutuação da superfície freática, adotou-se seção filtrante de 1 m.

Para a obtenção da condutividade hidráulica representativa de cada camada de solo mapeada, foram realizados ensaios de permeabilidade *in situ* em 22 poços de monitoramento distribuídos uniformemente pela área. O ensaio de bombeamento foi realizado no poço de monitoramento PM-110, com acompanhamento do comportamento do freático, durante o ensaio, nos poços PM-49, PM-50, PM-110, PM-111, PM-112, PM-129, PM-130, PM-131, PM-132, PM-133 e PM-134.

Com base nos dados obtidos a partir das investigações realizadas, foram elaboradas seções hidrogeológicas pela ADA e os mapas potenciométricos correspondentes às porções superior e inferior do aquífero.

B) ASPECTOS HIDROGEOLÓGICOS

O modelo hidrogeológico local compreende duas unidades hidrogeológicas representadas por um aquífero superior ou freático e outro inferior ou profundo. A área sofre influência das oscilações das marés, com dinâmica fluvial do tipo drenante. A presença de águas com naturezas químicas diversas, associadas aos processos de eflúvio e deflúvio que caracterizam a região, imprimem caráter salobro às águas do Rio Saboó e ao compartimento superior das águas subterrâneas.

Pela natureza e nível de abrangência dos estudos desenvolvidos pela Essencis, os poços de monitoramento interceptaram, apenas, o aquífero superior, que é do tipo livre, de meio poroso, anisotrópico e não homogêneo, e possivelmente se desenvolve até mais de 40 m de profundidade, quando deve se iniciar o aquífero profundo.

Encontra-se instalado nos aterros e sedimentos quaternários da ADA, possivelmente avançando para os solos residuais presentes no topo do maciço rochoso cristalino. As unidades hidrogeológicas identificadas no pacote de sedimentos podem ser visualizadas nas seções A-A', B-B' e C-C' que constituem as **Figuras 9.3-4, 9.3-5 e 9.3-6**, (Essencis, 2007). São representadas por:

- Aterro argilo-arenoso ou areno-argiloso de coloração marrom escura, preta, bege e cinza, com resíduos diversos como madeiras, vidros, tecidos, sacos plásticos, metais, vigas de aço, pneus, lixo doméstico, concreto, tijolos, tubos de PVC, isopor, etc.
- Aterro argilo-arenoso, arenoso fino ou areno-argiloso de coloração marrom escura, preta, bege e cinza.
- Sedimentos de Mangue Argilosos (SMGag) constituídos por argilas siltosas a pouco siltosas muito moles, de coloração marrom escura, cinza escura ou preta.
- Sedimentos Flúvio-lagunares Argilosos (SFLag) constituídos por argilas, argilas siltosas e argilas pouco argilosas muito moles a moles, plásticas, de coloração cinza a cinza escura, com lentes de areia muito fina a fina. Apresenta restos de vegetais e conchas.
- Sedimentos Flúvio-lagunares Arenosos (SFLar) constituídos por areias finas siltosas e areias finas pouco argilosas de coloração cinza a cinza escura.

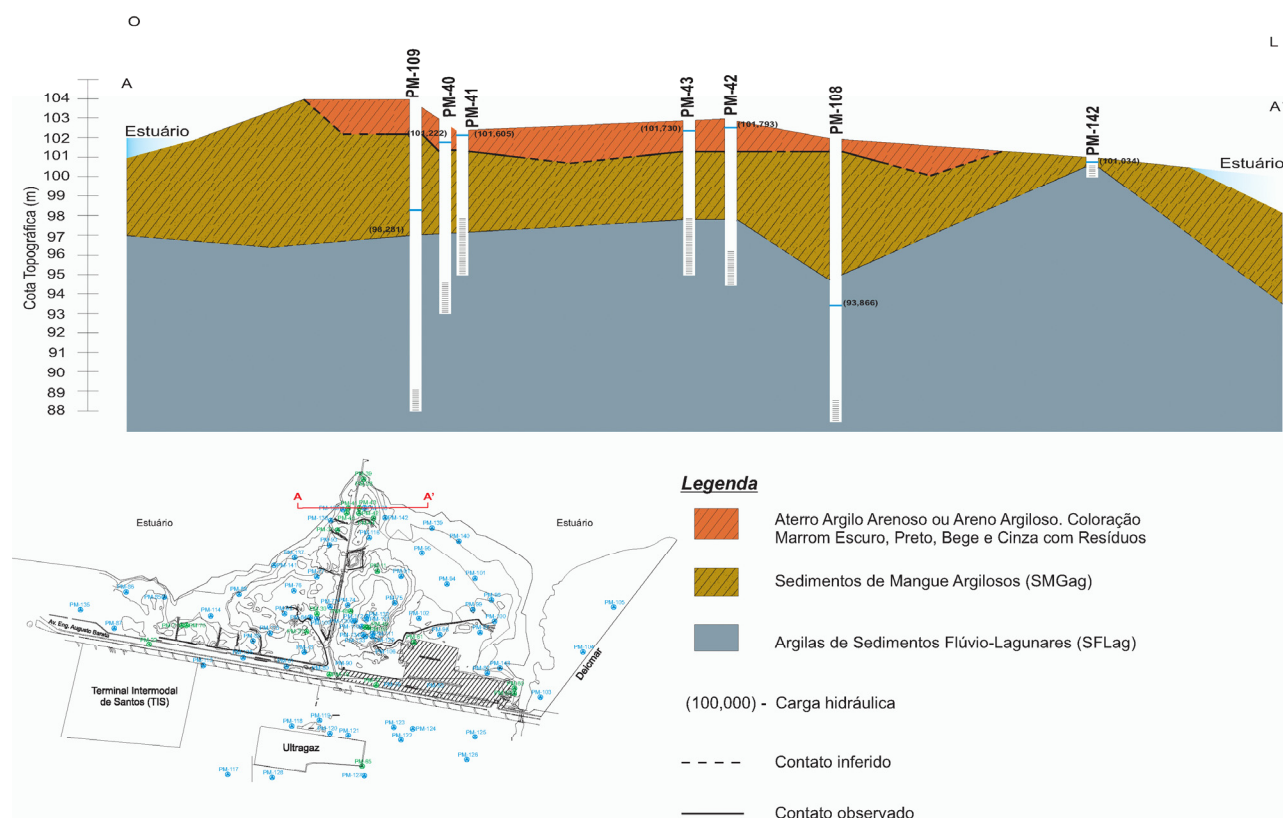


Figura 9.3-4 Seção Hidrogeológica A-A'

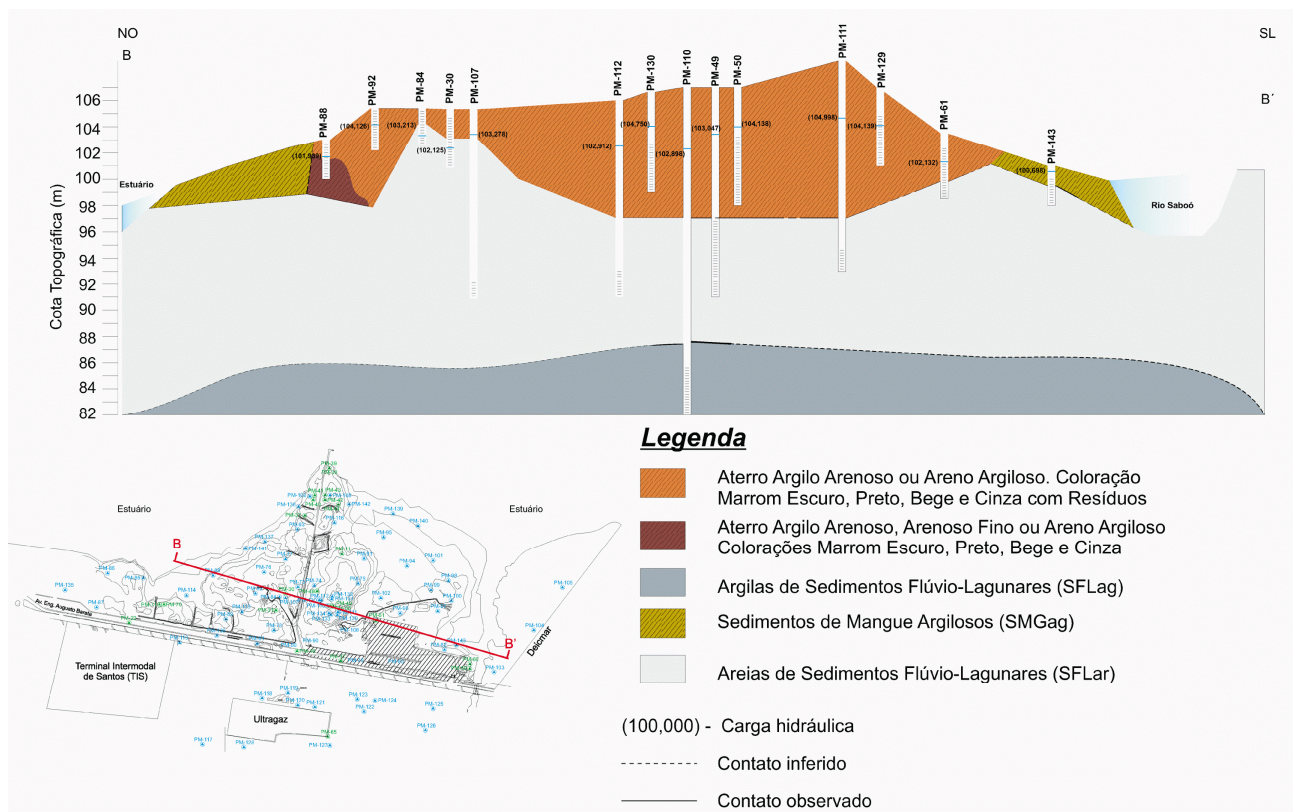


Figura 9.3-5 Seção Hidrogeológica B-B'

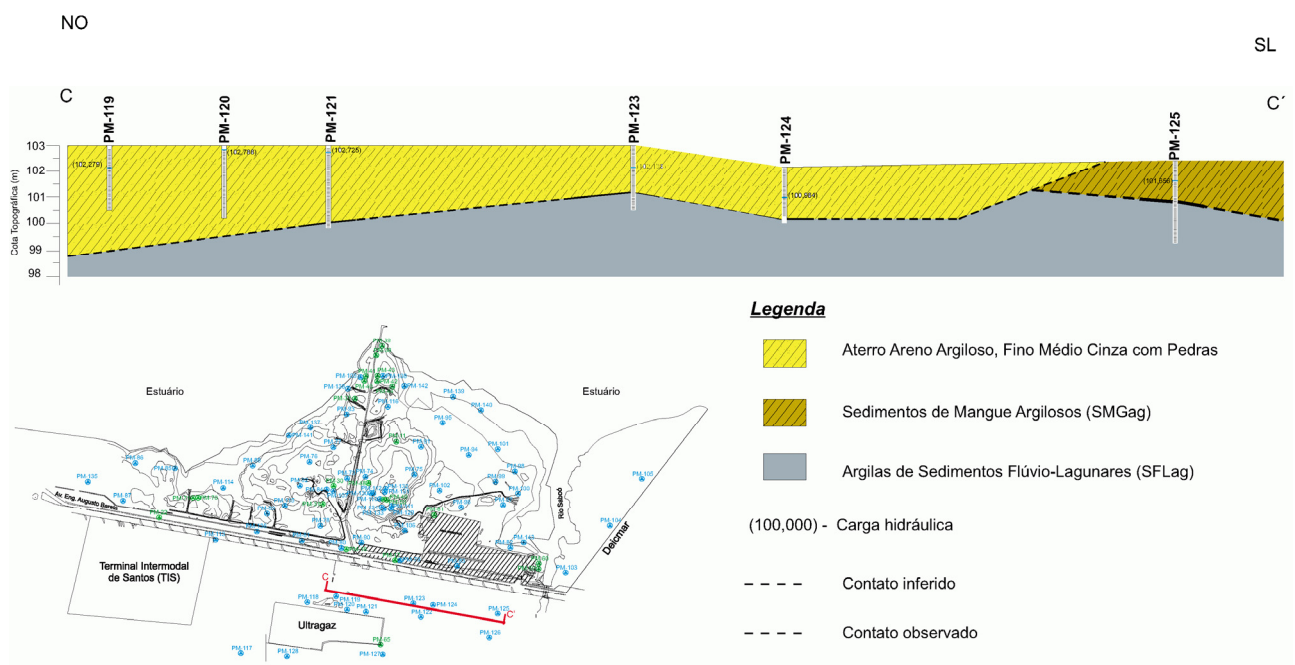


Figura 9.3-6 Seção Hidrogeológica C-C'

As condutividades hidráulicas médias (K) obtidas nos ensaios de permeabilidade *in situ* se mostraram mais elevadas nas camadas com predomínio de aterros e sedimentos flúvio-lagunares arenosos, onde variaram entre $4,333 \times 10^{-4}$ cm/s e $5,977 \times 10^{-5}$ cm/s. Nos Sedimentos flúvio-lagunares argilosos, situaram-se entre $5,939 \times 10^{-5}$ cm/s e $6,069 \times 10^{-6}$ cm/s.

Nos poços de monitoramento com a seção filtrante instalada entre 0,8 m e 8,0 m, o nível-d'água estabilizado segundo a Tábua de Marés do Porto de Santos se apresentou sub-aflorante, situando-se entre as profundidades de 0,05 m (PM-121), 0,27 m (PM-120), 0,30 m (PM-141) e 0,39 m a cerca de 1 m, até, no máximo, 3,70 m (PM-134). Os poços com seção filtrante profunda apresentaram nível-d'água entre 2,04 m (PM-107) e 8,32 m (PM-108).

Considerando-se as cotas da superfície do terreno e os níveis-d'água obtidos nos poços em outubro de 2007, as cargas hidráulicas, de modo geral, variaram entre o mínimo de 99,826 m (PM-103) e o máximo de 104,730 m (PM-130). Nos poços instalados a grande profundidade, foram obtidas cargas hidráulicas de 95,651 m (PM-108) e 96,496 m (PM-109), sugerindo a existência de um aquífero semiconfinado local, em função da constituição argilosa dos sedimentos (SFLag), com possível regime artesianos.

As velocidades lineares das águas subterrâneas nas argilas arenosas com porosidade efetiva média de 12%, calculadas entre poços e considerando-se os gradientes hidráulicos entre os mesmos, variaram entre 0,003 m/ano e 1,29 m/ano. Entre poços em argilas arenosas com porosidade efetiva média de 8%, situaram-se entre 0,34 m/ano e 7,63 m/ano.

A partir das cargas hidráulicas obtidas, foram elaborados mapas potenciométricos nos quais estão indicadas as direções preferenciais de fluxo das águas subterrâneas nas porções superior e inferior do aquífero freático. Esses mapas constituem as **Figuras 9.3-7 e 9.3-8**, (Essencis, 2007). No mapa referente à porção inferior, não foram considerados os poços PM-108 e PM-109, onde o aquífero se encontra semiconfinado, e PM-110, muito mais profundo que os demais.

O fluxo subterrâneo na porção superior do aquífero apresenta direção preferencial do continente para o estuário Santista. Por influência do estuário, do Rio Saboó e das variações das marés, observam-se componentes locais de fluxo no sentido da área situada do outro lado da Avenida Engenheiro Augusto Barata. Também se observam regiões com fluxo radial, possivelmente condicionados pela presença de resíduos e entulho que alteram as características hidrogeológicas locais.

Na porção mais profunda do aquífero, o fluxo das águas subterrâneas também ocorre de forma difusa, preferencialmente no sentido do estuário, Rio Saboó e área do outro lado da Avenida Engenheiro Augusto Barata.

A recarga do aquífero se dá de forma principalmente difusa, por infiltração das águas das chuvas e das marés de cheias sobre as margens do estuário e do Rio Saboó, e sua descarga, conforme observado nos mapas potenciométricos, é feita nos canais do estuário e do rio. A ocorrência de áreas mais elevadas e de sedimentos flúvio-lagunares a montante da ADA, 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 ascendente nas zonas de descarga, e estaria instalado nas camadas inferiores do aquífero superior, possuindo caráter mais amplo em relação à ADA.



Figura 9.3-7 Mapa potenciométrico – porção superior do aquífero

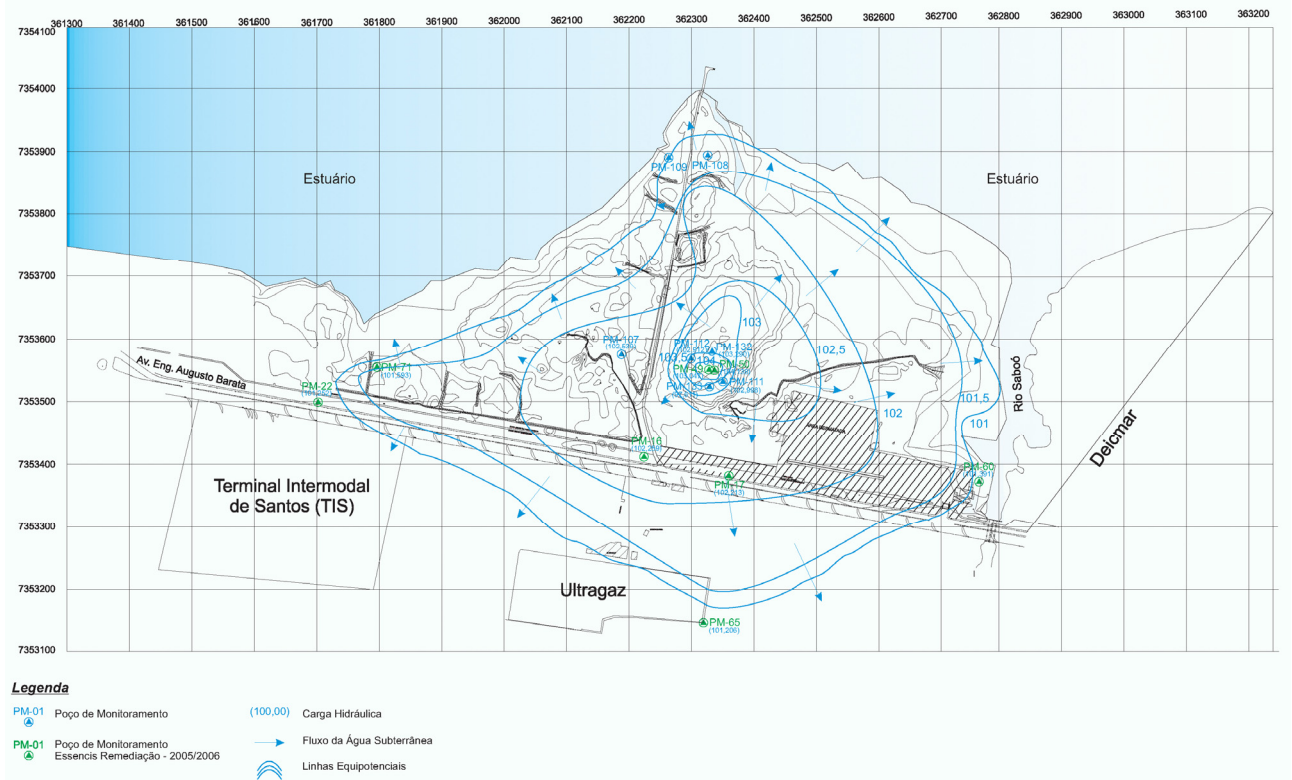


Figura 9.3-8 Mapa potenciométrico – porção inferior do aquífero

Quanto a qualidade de água subterrânea, conforme levantamentos efetuados por Essencis, 2007, apresentados no item "Antecedentes" deste EIA, tem-se:

- Em relação à porção superior do aquífero freático (0,8 a 8,0 m) foram identificados os seguintes compostos em discordância com os padrões de qualidade ambientais: alumínio, boro, ferro, manganês, cromo, níquel, vanádio, bário, chumbo, cobalto, antimônio, arsênio, cádmio, mercúrio, compostos fenólicos, alguns PAHs, benzeno e xilenos.
- A distribuição espacial dos metais alumínio, boro, ferro e manganês, ocorrem por toda a área, podendo estar relacionados com a hidrogeoquímica regional. Para os demais metais identificados neste nível aquífero, as concentrações detectadas estão possivelmente relacionadas como os resíduos presentes no antigo lixão e respectivos efluentes.
- Os elementos cromo, níquel, vanádio, bário, chumbo e cobalto foram identificados na porção central e/ou oeste do terreno do antigo lixão, sendo que na porção oeste estão migrando para o estuário. Os demais metais detectados neste nível aquífero possuem ocorrências pontuais dentro dos limites da área do antigo lixão.
- Os compostos fenólicos (fenol, diclorofenóis e triclorofenóis), ocorrem predominantemente na porção leste da área, exceto o fenol cuja distribuição indica também um centro de massa na porção nordeste do antigo lixão. Os compostos policíclicos aromáticos (PAHs), o benzeno e os xilenos possuem ocorrências pontuais delimitadas dentro da área do antigo lixão. A distribuição destes compostos na área, também, indica a contribuição dos resíduos e respectivos efluentes.
- Na porção inferior do aquífero freático (8,0 a 17,0 m) foi identificada alteração da qualidade da água em relação aos padrões de referência utilizados apenas para vanádio, níquel, cromo, benzeno, e cloreto de vinila, distribuídos na região onde foram observadas as maiores espessuras de resíduo, indicando a contribuição dos mesmos.
- As concentrações de pesticidas acima dos padrões de intervenção adotados no âmbito deste trabalho foram identificados apenas na porção superior do aquífero.

9.3.7 GEOTECNIA

As características geotécnicas dos sedimentos – dando-se ênfase às argilas moles de SFL – foram obtidas a partir de trabalhos publicados nas últimas décadas, por pesquisadores que as avaliaram no contexto da história geológica dos sedimentos da Baixada Santista.

Entre os mais importantes trabalhos sobre o assunto, pode-se citar o de Massad (1999) intitulado "Baixada Santista: Implicações da História Geológica no Projeto de Fundações". A caracterização feita por este autor pode ser aplicada para os sedimentos das unidades geotécnicas presentes em toda a região.

Diversas propriedades destes solos e dos demais solos da região foram, também, resumidas e interpretadas a partir de norma técnica inédita da Cosipa (1992), desenvolvida pela empresa durante suas diversas fases de expansão e operação. São aqui apresentadas por ser consideradas, também, representativas das unidades geotécnicas descritas.

Os principais aspectos do comportamento dos solos moles se referem à sua alta compressibilidade e baixa resistência, que serão descritas para melhor entendimento da importância das características geotécnicas levantadas, diante dos tipos de intervenções previstos nas obras de implantação do empreendimento.

9.3.7.1 Unidades geológico-geotécnicas

As unidades geológico-geotécnicas de interesse ao empreendimento, identificadas e caracterizadas na sua AII e AID, são representadas pelos Sedimentos de Mangue e Pântanos de natureza argilosa ou arenosa; Sedimentos Flúvio-lagunares argilosos e arenosos; Areias Transicionais Holocênicas Flúvio-marinhas ou Litorâneas; Areias de Depósitos Fluviais Basais nos Aluviões; Areias e Argilas Transicionais Pleistocênicas da Formação Cananéia, e Solos Residuais.

No topo do pacote de sedimentos, observa-se a influência direta das correntes de maré, sendo os depósitos constituídos por sedimentos de mangues e pântanos. Os sedimentos de mangue arenoso são mais espessos junto aos rios e canais, mas também são verificadas ocorrências significativas de areias finas nos arredores de baixios, e em locais mais interiores e relativamente mais altos nas áreas emersas, com ocorrências localizadas de depósitos argilosos, ambos de menor espessura.

Em profundidades maiores, foi verificado amplo predomínio de depósitos argilosos com uma a duas dezenas de metros ou mais de espessura, representantes 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 que, por ocasião do intenso rebaixamento do nível marinho, adentraram em direção ao mar. Sotopostas, podem ocorrer areias e argilas transicionais pleistocênicas da Formação Cananéia, 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 1,50 m a mais de 5 m, podendo ser identificados até a cota -7,45 m. São constituídos por areias finas pouco argilosas a areias finas argilosas, podendo ocorrer detritos vegetais e matéria orgânica associados. A cor predominante é cinza-escura.

Sedimentos de Mangue e Pântanos argilosos (SMGag) afloram, em geral, como depósitos menores e subordinados aos sedimentos de mangue arenoso, ocorrendo como interdigitações destes, com espessuras entre 1 e 2 m e cotas do topo do depósito a cerca de -1 m. São constituídos por argilas orgânicas siltosas de consistência muito mole com detritos vegetais e apresentam coloração preta.

Os Sedimentos Flúvio-lagunares (SFL) em geral ocorrem como uma espessa camada argilosa limitada no topo pelos sedimentos do mangue e na base por depósitos arenosos, mas também podem constituir camadas interdigitadas com os depósitos de mangue (SMG). São representados, principalmente, por argilas siltosas e argilas arenosas, eventual ocorrência de argilas siltosas pouco arenosas e, mais raramente, argilas muito arenosas, sendo as areias sempre de granulometria fina. Também são reconhecidas camadas arenosas subordinadas, denominadas areias do SFL, representadas, essencialmente, por areia fina em delgadas camadas isoladas no interior do pacote argiloso.

O pacote principal desses sedimentos argilosos pode apresentar espessuras de 10 m a mais de 30 m (Cosipa, 2004), restos de conchas e de vegetais, e têm coloração cinza-escura. As argilas são altamente plásticas, de consistência muito mole a mole. As areias dos sedimentos flúvio-lagunares (SFLar) apresentam coloração cinza-escura e eventualmente cinza a cinza-amarelada, e espessuras decimétricas no seio do pacote de SFL, aumentando para 1 m a mais de 6 m 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-escura a cinza-clara, e sua espessura varia entre 1 e 3,5 m.

Areias de depósitos fluviais basais nos aluviões (SFA) consistem de pedregulhos finos a grossos, 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. Os índices de resistência à penetração mais baixos variam entre 11 e 18, mas atingem valores superiores a 37 (Cosipa, 2004).

As Argilas Transicionais Pleistocênicas da Formação Cananéia (AT) estão presentes na região de São Vicente e, principalmente, a oeste do Largo de São Vicente, na forma de depósitos argilo-arenosos de origem transicional, com os sedimentos passando de um meio continental, na parte inferior, para um meio marinho, na parte superior, caracterizando uma fase transgressiva.

Em geral constituem ocorrências mais localizadas, com o topo do depósito a profundidades superiores a 20 m, e sua espessura pode variar de 1 m a mais de 10 m. Podem ocorrer intercalações arenosas com alguns metros de espessura no pacote, e sua base pode apresentar constituição argilo-arenosa.

Os solos residuais podem se encontrar expostos na região ou recobertos por depósitos sedimentares com espessuras de mais de 50 m, 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 compacidade e preservam as estruturas e textura da rocha original.

Na **Figura 9.3-3 – Seção geológica esquemática ao longo da Rodovia Piaçagüera-Guarujá**, (vide item 9.3.5.1 – Sedimentos mangues e pântano) de Suguio & Martin (1978), pode ser observada a posição estratigráfica das principais unidades geológico-geotécnicas presentes na região.

9.3.7.2 Comportamento dos solos moles

A) 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.

Pela consistência muito mole (SPT ≤ 2) a mole (SPT entre 3 e 5), predominante nestes sedimentos, 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 por meio 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*. Neste estudo, é mostrado o efeito da anisotropia e do tempo na resistência dos solos, e é 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 por meio do *vane test*, para levar em conta estes fatores.

Também podem ser realizados, no campo, os ensaios de piezocone, muito empregados na Baixada Santista em Conceiçãozinha (Massad, 1999). Seu 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.

Com base nesse ensaio, obtém-se a resistência de ponta (q_c), o atrito lateral (f_s), e diversas correlações para depósitos de argilas moles, inclusive o coeficiente de adensamento radial (C_h), 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 sobre-adensamento e como os mesmos interferem nas propriedades geotécnicas das argilas.

B) ADENSAMENTO E COMPRESSIBILIDADE

Nas argilas muito moles saturadas – que representam a unidade predominante no subsolo da área do canal – 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 implantados.

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. Este processo é conhecido como adensamento e está associado a parâmetros de compressibilidade dos solos moles.

Os parâmetros de compressibilidade podem ser investigados por meio de ensaios de adensamento realizados em laboratório, que consistem na compressão controlada de uma amostra de solo contida em um molde, sem qualquer deformação lateral. Neste 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 sobre-adensamento (σ_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, por meio desta tensão. Quando comparamos a tensão de sobre-adensamento 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 (σ_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, neste 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 durante o período construtivo.

A evolução dos recalques, com o tempo, depende das características dos sedimentos argilosos relacionados 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.

Por meio do conhecimento do coeficiente de adensamento (c_v), o qual 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 os seus impactos e estabelecer medidas para a sua mitigação e monitoramento, nas diferentes etapas executivas do cronograma de construção e de operação do empreendimento.

9.3.7.3 Características gerais dos sedimentos da Baixada Santista

Em função dos índices de SPT, e de sua distribuição, as argilas marinhas são classificadas em:

- Argilas de mangues, de deposição recente, com valores de SPT nulos.
- Argilas de sedimentos flúvio-lagunares (SFL), com índices de SPT entre zero e 2. Conforme dados bibliográficos disponíveis, em função do modo de deposição dos sedimentos argilosos de SFL, estes podem conter intercalações de outros materiais e, quanto mais arenosos, apresentarão índices de compressão mais baixos e densidades naturais mais elevadas.
- Argilas Transicionais (AT), compostas por solos continentais e marinhos depositados durante o Pleistoceno, são muito sobreadensadas e têm índices de SPT superiores a 5.

No início da década de 90, investigações realizadas no cais da Conceiçãozinha, próximo à área industrial da Cosipa, permitiram a diferenciação das argilas SFL e AT nos sedimentos. Foram consideradas suas granulometrias, consistências, índices de SPT, profundidades e espessuras, obtendo-se as seguintes características gerais:

- Argilas moles e médias sempre representam argilas de SFL, e as rijas correspondem às argilas transicionais (AT). Quando o depósito sedimentar apresenta camadas arenosas no topo, as argilas de SFL mais arenosas ocorrem imediatamente abaixo destas.
- Argilas transicionais (AT) ocorrem entre as profundidades de 19 e 25 m.
- A diferenciação das diversas camadas dos sedimentos pode ser feita conforme os valores de SPT obtidos, segundo o seguinte critério: mangue argiloso (zero), mangue arenoso (1/60 a 1/40), argilas de SFL (zero a 4) e argilas transicionais (AT) (5 a 25).

9.3.7.4 Propriedades geotécnicas dos sedimentos

Alguns quadros e figuras originais, contendo parâmetros geotécnicos de interesse e resumidas por Massad (1999), são apresentadas, uma vez que podem ser consideradas orientativas para o melhor conhecimento das características dos sedimentos da Baixada Santista e para a previsão de problemas geotécnicos.

No **Quadro 9.3-30**, observam-se as faixas prováveis de propriedades dos sedimentos, classificados como mangue (espessura máxima de 5 m), argilas de SFL (espessura máxima de 50 m) e argilas transicionais (AT) (espessuras entre 20 e 45 m). Características de valores diferenciados para esses três tipos de sedimento são agrupadas na porção superior do quadro, e na porção inferior agrupam-se as de valores semelhantes.

Quadro 9.3-30 Síntese das propriedades geotécnicas.

	Características	Mangue	SFL	AT
Diferenças	Profundidade (m)	≤ 5	≤ 50	20 ≤ z ≤ 45
	e	> 4	2-4	< 2
	$\bar{\sigma}_a$ (kPa)	< 30	30-200	200-700
	RSA	1	1,1-2,5	> 2,5
	SPT	0	0-4	5-25
	S_u	3	10-60	> 100
	γ_η (kN/m ³)	13,0	13,5-16,3	15,0-16,3
	Argilo-minerais	K/I	K/M/I	K/I
	Matéria orgânica	24%	6% (I)	4% (I)
	Sensitividade	-	4-5	-
	ϕ' (1) e (2)	-	24	19
	C_{ae} (%)	-	3-6	-
	C_v^{Lab} (cm ² /s) (3)	$(0,4-400) \cdot 10^{-4}$	$(0,3-10) \cdot 10^{-4}$	$(3-7) \cdot 10^{-4}$
	C_v^{Lab}/C_v^{Campo}	-	15-100	-
	Adesão em estacas (kPa)	-	20-30	60-80
Semelhanças	δ (kN/m ³)	26,5	26,6	26,0
	% < 5 μ	-	20-90	20-70
	LL	40-150	40-150	40-150
	IP	30-90	20-90	40-90
	IA	1,2-2,2	0,7-3	0,8-2,0

	Características	Mangue	SFL	AT
Semelhanças	IL (%)	50-160	50-160	20-90
	$C_d/(1+e_0)$	0,5-0,39 (0,36)	0,33-0,51 (0,43)	0,5-0,43 (0,39)
	C_r/C_c (%)	12	8-12	9
	$\bar{E}_L/\bar{\sigma}_a$ (RSA>1)	13	13-18	11
	$\bar{E}_L/\bar{\sigma}_a$ ($\bar{\sigma}_a \leq \bar{\sigma}_v \leq 2\bar{\sigma}_a$)	8	6-10	7-11
	$\bar{E}_L/\bar{\sigma}_v$ ($\bar{\sigma}_v \geq 2\bar{\sigma}_a$)	6-7	5-7	5-7
	E_1/S_u (4)	-	138	143
	E_{50}/S_u (4)	-	237	234
	$S_u/\bar{\sigma}_c$ (4)	-	0,34RSA ^{0,78}	0,40RSA ^{0,60}
	$S_u/\bar{\sigma}_a$ (4)	-	0,28	0,30
	K_0 (LAB)	-	0,57RSA ^{0,45}	0,58RSA ^{0,45}

Legenda: (1) Para teores de argila ($\% < 5\mu \geq 50\%$); (2) ϕ' de Ensaios CID; (3) Normalmente Adensada; (4) Ensaios CIU ou R; (5) K – Caulinita; M – Montmorilonita; e I – Ilita.

Para a diferenciação dos sedimentos, Massad ressalta que se deve recorrer a propriedades de estado, como índice de vazios (e), índices de SPT e resistência não drenada (S_u), com faixas de valores bastante distintas. A resistência não drenada (S_u) das argilas da Baixada Santista, por exemplo, mostra tendência sempre crescente com a profundidade e valores de 3 KPa para os Mangues; 10 kPa a 60 KPa para as argilas de SFL, e superiores a 100 KPa para as argilas transicionais (AT).

Conforme os dados do **Quadro 9.3-30**, outros parâmetros podem ter valores distintos para os três sedimentos, 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.

Algumas características e relações são semelhantes para os três tipos de sedimentos, ressaltando-se 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.

Nos **Quadros 9.3-31** e **9.3-32**, são apresentados valores de adensamento e de resistência não drenada (S_u) para argilas de SFL de diversos locais da Baixada Santista, com índices de SPT iguais a zero e $RSA \leq 2$, e com SPT entre 1 e 4 e $RSA > 2$, mostrando que as tensões de pré-adensamento e as resistências não drenadas, obtidas por meio de ensaios de palheta (*vane test*), aumentam com a profundidade.

No **Quadro 9.3-31**, incluem-se o vale do Rio Diana e o canal de Bertioiga. Da análise desse quadro, conclui-se que os parâmetros obtidos na região são similares aos dos demais locais relacionados, e muito diferentes dos relacionados no **Gráfico 9.3-31**. Essa comparação mostra a relação entre os valores de SPT e da Razão de Sobreadensamento e os parâmetros de compressibilidade e resistência, nas argilas de SFL.

Quadro 9.3-31 Baixada Santista: argilas de SFL, com $RSA \leq 2$ e $SPT = 0$.

Local	SPT	$\gamma_n(kN/m^3)$	$C_c/(1+e_0)$	σ_a (kPa)	S_u (kPa) (VT)
Alemoa	0	15,5	0,33	35+5,5z	13+2,0z
Cubatão	0	13,5	0,47	20+3,5z 30+5,0z	6+1,7z 15+1,6z
Vale dos R. Moji e Piaçaguera	0	13,6	-	24+3,6z	8+1,8z
		14,0	-	33+3,5z	14,1,7z
		14,2	0,42	33+4,2z	11+1,7z
Vale do R. Quilombo	0	14,0	0,44	13+4,0z	6+2,3z
Vale do R. Jurubatuba	0	13,8	0,48	26+3,8z	18+1,4z
Vale do R. Diana/Canal Bertioiga	0	14,6	0,41	28+4,6z	7+2,1z
		13,5	0,45	21+3,7z	7+1,6z
		13,5	0,51	27+3,3z	15+1,0z
Ilha de Santo Amaro	0	13,8	0,48	22+3,8z	5+2,1z

Notas: Dados de Massad (1985-a).

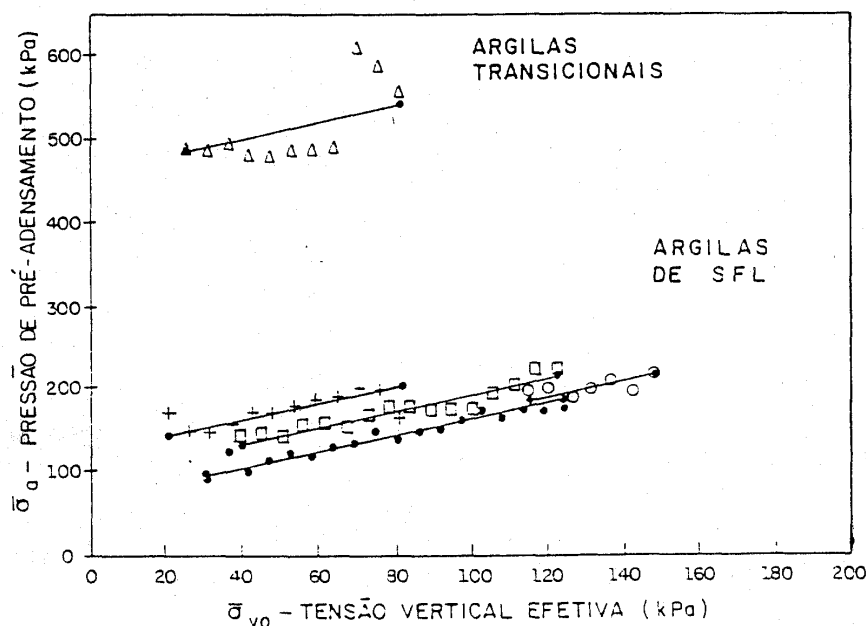
Quadro 9.3-32 Baixada Santista: argilas de SFL, com $RSA > 2$ e $1 \leq SPT \leq 4$

Local	SPT	$\gamma_n(kN/m^3)$	$C_c/(1+e_0)$	σ_a (kPa)	S_u (kPa) (VT)
Conceiçãozinha	0,3+0,077z	14,8+0,05z	0,34*	80+5,3z	35+2,3z
Saboó	0,4+0,113z	-	-	-	32+2,0z
Macuco	0,3+0,100z	14,9+0,10z	-	-	26+2,4z

Notas: Dados de Teixeira (1994), exceto aqueles com * (Massado, 1985-a).
VT – Vane Test.

O **Gráfico 9.3-31** mostra a história das tensões com base em resultados de ensaios de piezocone na região de Conceiçãozinha (Massad, 1999). A presença de argilas AT em profundidade foi constatada por meio da análise da magnitude das tensões de pré-adensamento, com valores entre 400 kPa e 800 KPa, superiores às das argilas de SFL, que apresentam valores entre 100 e 200 KPa.

Gráfico 9.3-31 História das tensões nos ensaios de piezocone em Conceiçãozinha



Esses ensaios também confirmaram que as pré-pressões de adensamento (σ_a), para as argilas de SFL, crescem linearmente com o peso efetivo de terra (σ_{vo}), sendo: $\sigma_a = \text{constante} + \sigma_{vo}$. A constante dessa relação varia, em 60% dos casos, de 80 a 120 KPa.

9.3.7.5 Adensamento das argilas SFLag

De acordo com Massad (1999), no **Quadro 9.3-33** estão resumidos dados de recalques de aterros monitorados na Baixada Santista, e indicados dados de adensamento relativos à Razão de Sobreadensamento e do Coeficiente de Adensamento, bem como a relação b/H, na qual b é a largura da área aterrada e H é a espessura da camada de argila.

Quadro 9.3-33 Casos de aterros na Baixada Santista

Tipo	Local	Caso	Seção Experimental	Subsolo	RSA	ρ_f (cm)	C_w	b/H	Mecanismos de Adensamento
Aterros	Imigrantes	I	SE 1 EST 62 +2.6m	5m SFL sobre 12m AT	1,6 & 3,1	96	>1,2 (50)*	3,0	Oscilação Negativa do N.M. e Peso Total de Terra
		II	SE 2 62+1.8m	5m SFL sobre 12m AT	1,6 & 3,1	100	>2,5 (100)*	3,0	Oscilação Negativa do N.M. e Peso Total de Terra
		III	SE 3 (EST 56)	12.7m SFL sobre 4m AT	1,5	145	2,3 (100)*	4,0	Oscilação Negativa do N.M. e Peso Total de Terra
		IV	SE 4 (EST 128)	11.9m AT	1,7	13	1,6	4,0	Peso Total de Terra
		V	SE 4 (EST 40)	13.0m SFL	1,5	-	1,1 (50)*	4,0	Oscilação Negativa do N.M.
	Cosipa	VI	RN 2	1.3m Mangue sobre 14.1 SFL	1,0	50	2,7 (100)*	1,5	Oscilação Negativa do N.M., exceto para o Mangue
		VII	RN 3	1.3m Mangue sobre 14m SFL	1,0	63	1,1 (50)*	1,5	Oscilação Negativa do N.M., exceto para o Mangue
Aterros	Itapema	VIII	PLACAS CENTRAIS	18m SFL sobre 6.8m AT(?)	1,9	64	3,3 (15)*	1,5	Oscilação Negativa do N.M. e Peso Total de Terra
		IX	PLACAS LATERAIS	18m SFL sobre 6.8m AT(?)	1,9	44	3,2 (15)*	1,5	Oscilação Negativa do N.M. e Peso Total de Terra
	Ilha de Sto. Amaro	X-a (Aterro h=4,4m)	MR (BERMA)	12m SFL sobre 14m AT(?)	2,6 & 2,0	41	-	7,0	Principalmente Ação de Dunas e Peso Total de Terra
		X-b (Aterro h=6,4m)	MR (CENTRO)	12m SFL sobre 14m AT(?)	2,6 & 2,0	59	-	7,0	Principalmente Ação de Dunas e Peso Total de Terra
		XII (Aterro h=5,8m)	1ª ETAPA 2ª ETAPA 3ª ETAPA 4ª ETAPA	22m SFL sobre 18m AT	1,9	5 16 41 108	-	2,8	Principalmente Ação de Dunas e Peso Total de Terra
Fundações flexíveis (Bases)	Alemoa Tanque de Óleo		ESTÁGIO 1			16	4,7 (60)		
		XI	ESTÁGIO 2	9.5m SFL	1,6	34	3,4 (45)*	6,0	Oscilação Negativa do N.M.
			ESTÁGIO 3			55	3,4 (45)		

Legenda: SFL – Argilas flúvio-lagunares de baías (Holocênicas); AT – Argilas Transicionais (Pleistocênicas); RSA – Relação de Sobreadensamento; ρ_f – Recalques Finais Observados; C_w – Coeficiente de Adensamento de Campo (Equivalentes); b/H – Relação entre largura da área carregada e espessura da camada de argila; () * – Relação entre C_w de campo e o C_w de Laboratório.

Os sedimentos dos subsolos apresentam espessuras variáveis, com camadas espessas de argilas de SFL nas obras da Ilha de Santo Amaro, Cosipa e Itapema. Observa-se que os recalques (ρ_f) devidos à construção de aterros são, de maneira geral, significativos, variando de 44 cm a 108 cm, perante as diferentes características e mecanismos de adensamento.

9.3.7.6 Parâmetros geotécnicos dos solos da região

Em sua norma técnica interna para projeto e execução de obras de terra e fundações, a Cosipa (1992) recomenda, desde que não haja indicações específicas, a adoção de parâmetros geotécnicos médios para as argilas moles e outros solos da área de sua usina, em Piaçagüera. Tais parâmetros foram obtidos a partir de inúmeros ensaios, em execução desde a década de 60.

Dos diversos parâmetros pesquisados, são reproduzidos, neste diagnóstico, os valores médios obtidos nos ensaios de caracterização, compressibilidade, deformabilidade e resistência de algumas das unidades geotécnicas presentes na área. Observamos, porém, que ocorre grande variabilidade nos resultados encontrados.

A) ARGILAS MOLES

% de Argila	Média
ABNT	65
MIT	54

Granulometria

Limites de Atterberg	Média (%)
Liquidez	115
Plasticidade	41
Índice de Plasticidade	74

Plasticidade

Parâmetros	Média
Peso Específico (γ)	14KN/m ³
Teor de umidade (h)	112%
Índices de Vazios Natural (e_0)	3
Peso Específico dos Grãos (δ)	26,7KN/m ³

Índices físicos

Parâmetros	Média
Índice de Compressão (C_c)	1,50
Índice de Recompressão (C_r)	0,07
Índice de Expansão (C_e)	0,24
Fator de Compressibilidade ($C_c / 1 + e_0$)	0,38
Coefficiente de Adensamento vertical (cm ² /S) (C_w)	0,004

Compressibilidade – ensaios edométricos

Condição	Módulo de Elasticidade (E)	Coefficiente de Poisson (ν)
Não Drenada	100 a 200Kgf/cm ²	0,5
Drenada	20 a 40Kgf/cm ²	0,2

Deformabilidade

Sedimentos	Resistência Não Drenada
Mangue Virgem	$S_u = 0,5 + 0,17 \times Z(\text{tf/m}^2)$
Aterro com idade superior a um ano, sobre o Mangue Virgem	$S_u = 1,0 + 0,17 \times Z(\text{tf/m}^2)$

Resistência não drenada (*vane test*)
(Z = Profundidade a partir do topo da camada de Argila Mole)

Tipos de Solicitações	Ângulo de Atrito
Não Drenadas – Ensaio Q	$\varphi = 0^\circ$
Adensado – Não Drenadas – Ensaio R	$\varphi = 15^\circ$
Drenadas – Ensaio S	$\varphi' = 18^\circ$

Resistência (ensaio de laboratório)

B) CAMADAS DE AREIA E CASCALHO

Parâmetros	Areia	Cascalho
Peso Específico Natural (γ)	18KN/m ³	18KN/m ³
Peso Específico Natural Submerso (γ')	8KN/m ³	8KN/m ³
Coesão (c)	0,0KPa	0,0KPa
Ângulo de Atrito (φ)	35 ⁰	40 ⁰

9.3.7.7 Investigações realizadas na ADA

Para a caracterização geológico-geotécnica da ADA, foram realizadas investigações de campo e laboratório que compreenderam sondagens à percussão, ensaios de caracterização de solos em laboratório; ensaios de palheta *in situ* (*vane test*), e ensaios de penetrometria *in situ* (CPTu). Também foram considerados os parâmetros geotécnicos dos solos já obtidos nas obras existentes na região.

As investigações e estudos realizados se encontram consolidados no relatório "Resultados dos primeiros estudos geotécnicos relativos ao empreendimento BTP a ser implantado à Avenida Engenheiro Augusto Barata, em Alemoa, Santos", RE-2323/07, de julho de 2008, elaborado por A. H. Teixeira Consultoria e Projetos S/C Ltda., apresentado no **Anexo 12**.

A) SONDAJENS À PERCUSSÃO

Para a identificação das unidades geológico-geotécnicas presentes na ADA, e sua caracterização, foram executadas pela Túzzolo Engenharia Ltda., entre outubro e dezembro de 2007, 48 sondagens à percussão denominadas SP-03 a SP-53 (exclusive as sondagens SP-13, SP-40 e SP-41). Foram perfurados cerca de 1.957 m em solo, e os perfis individuais das sondagens são apresentados no **Anexo 12**.

Das 48 sondagens, 18 foram realizadas através da lâmina-d'água do canal, com espessura variável entre 0,70 m e 6,11 m, antes do início da perfuração do solo em subsuperfície. As demais foram realizadas em áreas emersas, com nível-d'água estabilizado entre 0,17 m e 1,92 m de profundidade, sendo três em áreas alagadas.

A cada metro perfurado, foi realizado um ensaio de penetração dinâmica SPT – *Standard Penetration Test* – conforme a norma NBR-6484/2001 da ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas, obtendo-se o índice de resistência à penetração, que é o número de golpes necessário para a cravação dos 30 cm finais de um amostrador-padrão com 45 cm de comprimento. Essa cravação é feita com a queda livre de um peso padronizado de 65 kg, lançado de uma altura de 75 cm.

Para a classificação dos solos ao longo das perfurações, foram extraídas, dos furos com diâmetro de 2 ½”, amostras de solo a cada metro de profundidade, por meio do amostrador padronizado Terzaghi com diâmetros nominais interno e externo de 1 3/8” e de 2”, respectivamente.

A partir das sondagens executadas e das informações de superfície, foram elaboradas seções geológico-geotécnicas longitudinais e transversais à ADA, para estudo das diferentes camadas de sedimentos e sua sistematização em unidades geológico-geotécnicas, as quais constituem as folhas 01/31 a 09/31 do relatório da A. H. Teixeira (**Anexo 12**).

B) ENSAIOS DE CARACTERIZAÇÃO DE SOLOS EM LABORATÓRIO

As amostras de argila obtidas nas sondagens à percussão foram submetidas a ensaios de laboratório de Limites de Atterberg – Limite de Liquidez (LL) e Limite de Plasticidade (LP) – de forma a se obter o Índice de Plasticidade (IP = LL-LP), utilizado para adaptação dos resultados dos ensaios de palheta (*vane test*), para a realização das análises de estabilidade dos futuros aterros a ser construídos.

C) ENSAIOS DE PALHETA *IN SITU* (*VANE TEST*)

Foram realizados ensaios de palheta (*vane test*) para a medição da resistência não drenada *in situ*, em três locais junto às sondagens SP-17, SP-19 e SP-32, totalizando 48 determinações das resistências ao cisalhamento naturais e amolgadas das argilas SFL até a profundidade de 24 m. Em função do Índice de Plasticidade já determinado, os resultados dos ensaios foram ajustados pela “correção de Bjerrum”.

D) ENSAIOS DE PENETROMETRIA *IN SITU* (CPTu)

Ensaio de penetrometria (CPTu) foram realizados próximos às sondagens SP-17, SP-19 e SP-32, até as profundidades de 30 m, 17 m e 27 m, respectivamente, de forma a se obter as variações da resistência de ponta do cone de penetração, em função da profundidade.

9.3.7.8 Modelo geológico-geotécnico

A partir da análise das sondagens realizadas e de perfis geológicos da região, foram identificadas as unidades geológico-geotécnicas presentes na ADA – no contexto que envolve a Baixada Santista – e determinadas as espessuras das camadas de sedimentos e suas profundidades de ocorrência em relação ao nível do terreno (folhas 01/31 a 09/31 do relatório da A. H. Teixeira apresentado no **Anexo 12**. As unidades encontradas são representadas pelos Aterros; Sedimentos de Mangue e Pântanos de natureza argilosa; Sedimentos Flúvio-lagunares Argilosos e Arenosos; Areias Transicionais Holocênicas Flúvio-marinhas ou Litorâneas e Areias de Depósitos Fluviais Basais; Argilas Transicionais Pleistocênicas da Formação Cananéia, e Solos Residuais.

A) ATERROS

Apresentam constituição arenosa fina pouco siltosa, areno-argilosa ou argilo-arenosa, coloração marrom escura, cinza escura, preta, bege e cinza, e resíduos diversos como madeiras, vidros, tecidos, sacos plásticos, metais, vigas de aço, pneus, lixo doméstico, concreto, tijolos, tubos de PVC, isopor, etc. Suas espessuras variam entre 1 m e 7 m, podendo atingir até 7,81 m de profundidade. Os índices de SPT obtidos nos ensaios de penetração variaram entre zero e 18, predominando os valores entre 2 e 10.

B) SEDIMENTOS DE MANGUE ARGILOSOS

Podem atingir até 11,79 m de profundidade, e apresentam espessuras entre 3 m e mais de 10 m. São constituídos por argilas marinhas siltosas a pouco siltosas, orgânicas, de coloração marrom escura, cinza escura ou preta, e os índices de SPT variam entre zero e 2, sendo de consistência muito mole.

C) SEDIMENTOS FLÚVIO-LAGUNARES ARGILOSOS E ARENOSOS (SFL)

Sotopostas aos sedimentos de mangue, as argilas marinhas flúvio-lagunares apresentam espessuras entre 20 m e 35 m, desenvolvendo-se entre 3 m e 40 m de profundidade. Esses sedimentos são constituídos por argilas, argilas siltosas e argilas pouco argilosas com restos de vegetais e conchas, plásticas, de coloração cinza a cinza escura, com intercalações arenosas de menos de 1 m a até 13 m de espessura, aparentemente sem continuidade lateral.

Os índices de SPT das argilas, obtidos nos ensaios de penetração, variaram entre zero e 8, predominando os valores entre 1 e 3, podendo as mesmas ser consideradas muito moles a moles quanto à consistência. As areias são pouco argilosas a argilosas, possuem granulometria muito fina a fina, coloração cinza a cinza escura e se apresentam fofas, com valores de SPT entre 2 e 4.

D) AREIAS TRANSICIONAIS HOLOCÊNICAS FLÚVIO-MARINHAS OU LITORÂNEAS E AREIAS DE DEPÓSITOS FLUVIAIS BASAIS

Sotopostas às argilas do SFL, ocorrem as Areias Transicionais Holocênicas Flúvio-marinhas ou Litorâneas e as Areias de Depósitos Fluviais Basais, as quais não estão diferenciadas na ADA, devendo predominar as primeiras. O pacote arenoso apresenta espessuras entre 1 m e 20 m, e seu topo se encontra, aproximadamente, entre 30 m e 40 m de profundidade.

Apresentam constituição arenosa fina a média, e média a grossa, são pouco argilosas, de coloração cinza-escura a cinza-clara, e podem conter pedregulhos, principalmente nas porções mais baixas do pacote. Os índices de resistência à penetração variam entre 4 e 65, predominando os valores entre 15 e 30. Podem ocorrer intercalações argilosas com 2 a 6 m de espessura e índices de SPT entre 3 e 7.

E) ARGILAS TRANSICIONAIS PLEISTOCÊNICAS DA FORMAÇÃO CANANÉIA (AT)

Apresentam constituição argilo-siltosa, coloração cinza escura e espessuras de 1 a 10 m, com o topo da camada se encontrando entre 23 e 35 m de profundidade. Podem ocorrer intercalações arenosas com 1 m a 3 m de espessura no pacote, e sua base pode apresentar constituição argilo-arenosa. Os índices de SPT obtidos variam entre 4 e 21 nas argilas e entre 6 e 30 nas areias.

F) SOLOS RESIDUAIS

Os solos residuais são oriundos da alteração do embasamento gnáissico-migmatítico e constituem o substrato do pacote de sedimentos. Apresentam constituição silto-arenosa micácea, coloração cinza clara a cinza escura variegada, e seu topo se encontra entre 35 e 50 m de profundidade. Os ensaios SPT indicaram valores de 6 a 67, predominando os índices entre 20 e 30.

9.3.7.9 Propriedades geotécnicas dos solos da ADA

A) RESISTÊNCIA NÃO DRENADA (*VANE TEST*)

A avaliação da resistência ao cisalhamento (S_u) *in situ* das argilas SFL, por meio de ensaios de palheta (*vane test*), até a profundidade de 24 m, permitiu a identificação de duas subcamadas geotecnicamente distintas. As resistências obtidas para cada camada são apresentadas a seguir.

Argilas SFL	Resistência Não Drenada (S_u)
0m a 14m	$0,55 + 0,30Z$ (tf/m ²)
14m a 24m	$1,1 + 0,46Z$ (tf/m ²)

Obs: Profundidade a partir do topo da camada de Argila Mole.

Adotando-se valores de IP de 64% e 34%, respectivamente, para as argilas das duas subcamadas geotécnicas, obteve-se, com a correção de Bjerrum, valores de μ_B de 0,67 para a subcamada de 0 a 14 m e 0,8 para a subcamada de 14 a 24 m.

B) RESISTÊNCIA DE PONTA NOS ENSAIOS CPTU

Nos ensaios penetrométricos realizados, foram obtidas as resistências de ponta do cone de penetração (q_t) em função da profundidade (Z), nos locais das sondagens SP-17, SP-19 e SP-32. A partir dos gráficos de variação da resistência com a profundidade, obteve-se o valor médio de q_t de $5,3Z$ tf/m².

C) TENSÕES DE SOBREADENSAMENTO E MÓDULOS DE RESISTÊNCIA

A tensão de sobreadensamento é aquela à qual o solo já esteve submetido. Quando comparada com a tensão efetiva atual, obtém-se a magnitude da carga anteriormente atuante, a qual foi removida por uma possível erosão ou escavação, gerando um "alívio". À relação entre a tensão de sobreadensamento (σ_a) e a tensão efetiva atual, dá-se o nome de razão de sobreadensamento (RSA ou OCR).

A determinação da OCR das argilas é de fundamental importância para a estimativa dos recalques que serão provocados pelos aterros do empreendimento. Para seu cálculo, foram utilizadas seis metodologias distintas, obtendo-se valores de OCR para as argilas SFL até 23 m de profundidade, de 23 a 40 m, e argilas AT de 37 a 51 m.

Os valores de OCR obtidos indicam que essas argilas, em razão dos carregamentos já recebidos, encontram-se sobreadensadas, com crescente aumento da sua consistência, densidade e resistência ao cisalhamento com a profundidade, o que melhora as condições de fundação e reduz a magnitude dos recalques. Isso pode ser observado pelo aumento de seus módulos de resistência, conforme apresentado no **Quadro 9.3-34** para as diferentes argilas e profundidades.

Quadro 9.3-34 Argilas – Módulos de resistência

Argila	Trecho da camada	OCR ($\sigma_{z2} / \sigma_{z1}$)	Módulo de Deformabilidade (E_u)	Módulo Cisalhante (G)
SFL	2m a 21m	3 a 1,6	81kgf/cm ² ou 85cm ² (Z = 10m)	27kgf/cm ² ou 28cm ² (Z = 10m)
SFL	23m a 40m	1,5 a 1,3	147kgf/cm ² ou 275cm ² (Z = 30m)	49kgf/cm ² ou 92cm ² (Z = 30m)
AT	37m a 51m	1,4	-	-

(σ_{z2} = tensão efetiva atual / σ_{z1} tensão de sobreadensamento).

9.3.7.10 Recalques

Os recalques que irão ocorrer na área do empreendimento, durante e após a construção dos aterros, serão calculados na fase de detalhamento do projeto. Outrossim, o comportamento das argilas e a magnitude desses recalques podem ser perfeitamente compreendidos e antevistos a partir dos estudos desenvolvidos para o Terminal Marítimo da Alemoa (Alemoa, 2008), onde ocorrem as mesmas unidades geológico-geotécnicas nas fundações dos futuros aterros.

Considerando-se a grande espessura de material compressível, as camadas de argilas SFL e argilas AT foram subdivididas em subcamadas de igual espessura, estudando-se os recalques devidos ao adensamento primário e secundário de cada camada, sendo o recalque total o somatório dos dois. Para aterros com 4,5 m de altura, foram obtidos recalques, por adensamento primário, de 2,97 m para as argilas SFL e 0,25 m para as argilas AT, chegando-se a um recalque total de 3,22 m, o que demandaria uma altura de aterro de 7,72 m para sua compensação.

O estudo do recalque total por adensamento secundário foi desenvolvido considerando-se a relação entre a tensão de sobreadensamento (σ'_{vm}) e a tensão efetiva atual (σ'_{v0}), denominada razão de sobreadensamento (RSA ou OCR). Os valores de OCR indicaram que as argilas, em razão dos carregamentos já recebidos, encontram-se sobreadensadas, com crescente aumento da sua consistência, densidade e resistência ao cisalhamento com a profundidade, o que melhora as condições de fundação e reduz a magnitude dos recalques. Isso foi confirmado pelo aumento de seus módulos de resistência.

Foram estudados dois modelos distintos, com espessuras de 19,00 m e de 28,00 m para a camada de SFL, e de 4,00 m e de 6,00 m para a camada de AT. Nos dois modelos, trabalhou-se com a deformabilidade vertical (CR) estimada em 0,43 para as argilas SFL e 0,39 para a argila AT. Foram obtidos recalques secundários – de longo prazo, após a estabilização dos recalques primários – de 1,46 m no modelo I e 2,16 m no modelo II.

De forma a acelerar os recalques, considerou-se a utilização de sobrecargas temporárias e drenos verticais. Como o aterro não seria estável se fosse construído em uma única etapa, considerou-se sua construção em duas etapas, de forma a se obter ganho de resistência das argilas da fundação durante a construção da primeira etapa, antes da realização da etapa seguinte.

O recalque total previsto para as duas etapas foi estimado em 4,19 m, com a construção de um aterro com altura total de 11,22 m, sendo 8,22 m na 1ª etapa (6,00 m de aterro e 2,22 m de sobrecarga) e 3,00 m na 2ª etapa (3,00 m de aterro). O tempo total previsto para a ocorrência de 100% do recalque total, sem aplicação de sobrecarga, foi estimado em 10 meses, e com a utilização de drenos, o recalque secundário teria a duração de um a dois anos.

9.3.7.11 Estabilidade de taludes

A estabilidade dos taludes dos aterros e da bacia de evolução do terminal portuário será devidamente avaliada na fase de detalhamento do projeto, mas os estudos desenvolvidos para o Terminal Marítimo da Alemoa (Alemoa, 2008) permitem a perfeita visualização dos critérios e parâmetros a ser adotados nessa avaliação, dada a semelhança entre as duas obras e os materiais envolvidos.

A) ATERROS

Os futuros aterros do empreendimento terão suas cristas na cota +3,50 DHN (cota de projeto). Seu comportamento quanto à estabilidade, pode ser comparado ao dos aterros do futuro Terminal Marítimo da Alemoa, que foi avaliada considerando-se o terreno atual na cota 0,00 m, crista do aterro acabado na cota +4,5 m, sobrecarga de 2,2 m de aterro e altura do aterro inicial, para acelerar e compensar os recalques, de 9,7 m. O material dos aterros da Alemoa foi representado por areia compactada com coesão (c) zero e ângulo de atrito (ϕ) 30°, e seus taludes apresentariam inclinação de 1(v):2(h).

As análises foram realizadas para as condições de canal sem dragagem, com 9,7 m de sobrecarga, sem berma e com berma; canal sem dragagem, com 9,7 m de sobrecarga, sem berma e com berma, após atingidos 3 m de recalques com drenos verticais (6,7 m finais de aterro); e canal dragado após a retirada de 2,2 m de sobrecarga do aterro.

Para os casos de aterro com 9,7 m de sobrecarga, sem a dragagem do canal e sem recalque, foram obtidos fatores de segurança (FS) de 1,09 para a condição sem berma e 1,15 para a condição com berma. Após atingidos 3 m de recalque, sem a escavação do canal, o FS se eleva para 2,06, e com a retirada da sobrecarga e dragagem do canal, que seria a situação global final, o FS obtido foi de 1,52, indicando estabilidade satisfatória para os taludes.

Os baixos fatores de segurança obtidos nas condições de aplicação da sobrecarga, ainda sem recalque – que seria a condição teoricamente mais desfavorável possível, pois o recalque se inicia imediatamente após o lançamento da primeira camada de aterro – confirmaram a necessidade de drenos verticais para a aceleração dos recalques, de forma a se obter melhores condições de fundação, e da realização do carregamento por etapas.

B) BACIA DE ATRACAÇÃO E CANAL DE ACESSO

Os taludes a ser escavados na bacia de atracação e canal de acesso do terminal ao Porto de Santos – com fundo nas cotas -15,00 m e -16,50 m, respectivamente – serão semelhantes àqueles projetados para o canal do Terminal Marítimo da Alemoa, os quais foram avaliados considerando-se o topo do talude na cota +3,54 m, fundo do mar na cota -12,00 m e inclinação de 1(v):3(h). Foram adotadas duas seções geológicas distintas, sendo uma com talude totalmente em argila mole e a outra com talude de argila mole e uma camada de areia fina argilosa entre as cotas -10,30 m e -15,20 m (situação mais desfavorável). As análises foram realizadas para as situações de não carregamento e com sobrecarga de 4 tf/m².

Para a condição mais desfavorável, os fatores de segurança (FS) mínimos obtidos foram de 1,8 para a seção sem sobrecarga e 1,35 com a aplicação de sobrecarga, o que indicou estabilidade satisfatória para os taludes com a inclinação adotada. Na condição de seção plena em argila mole, os FS obtidos foram de 1,81 e 1,47 nas seções sem e com sobrecarga, respectivamente.

9.3.8 PEDOLOGIA

Os estudos pedológicos foram desenvolvidos para a Área de Influência Direta e Área Diretamente Afetada, 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, sendo as mesmas apresentadas em base topográfica na escala 1:50.000, a qual constitui o mapa do **Desenho 9.3-3**.

Considerou-se, como AID do empreendimento (**Desenho 9.2-1 Áreas de Influência – Meios Físico e Biótico**), a região que compreende o Canal de Piaçagüera; a Planície de maré dos rios Casqueiro, Cascalho e Cubatão; os Largos do Casqueiro, do Caneú e de Santa Rita; a Planície de maré que se desenvolve na foz dos rios Jurubatuba e Diana; a Planície de maré de áreas adjacentes à Ilha dos Bagres e da foz do Canal de Bertioga no Estuário de Santos, e o Canal de Navegação do Porto de Santos.

9.3.8.1 Classes de Solos

Foram identificadas apenas duas classes de solo na região, sendo predominantes os Gleissolos Tiomórficos indiscriminados com Espodossolos Ferrocárbicos (Podzóis) associados (GZ2), e Cambissolos Háplicos com Latossolos Vermelho-amarelos associados (CX11).

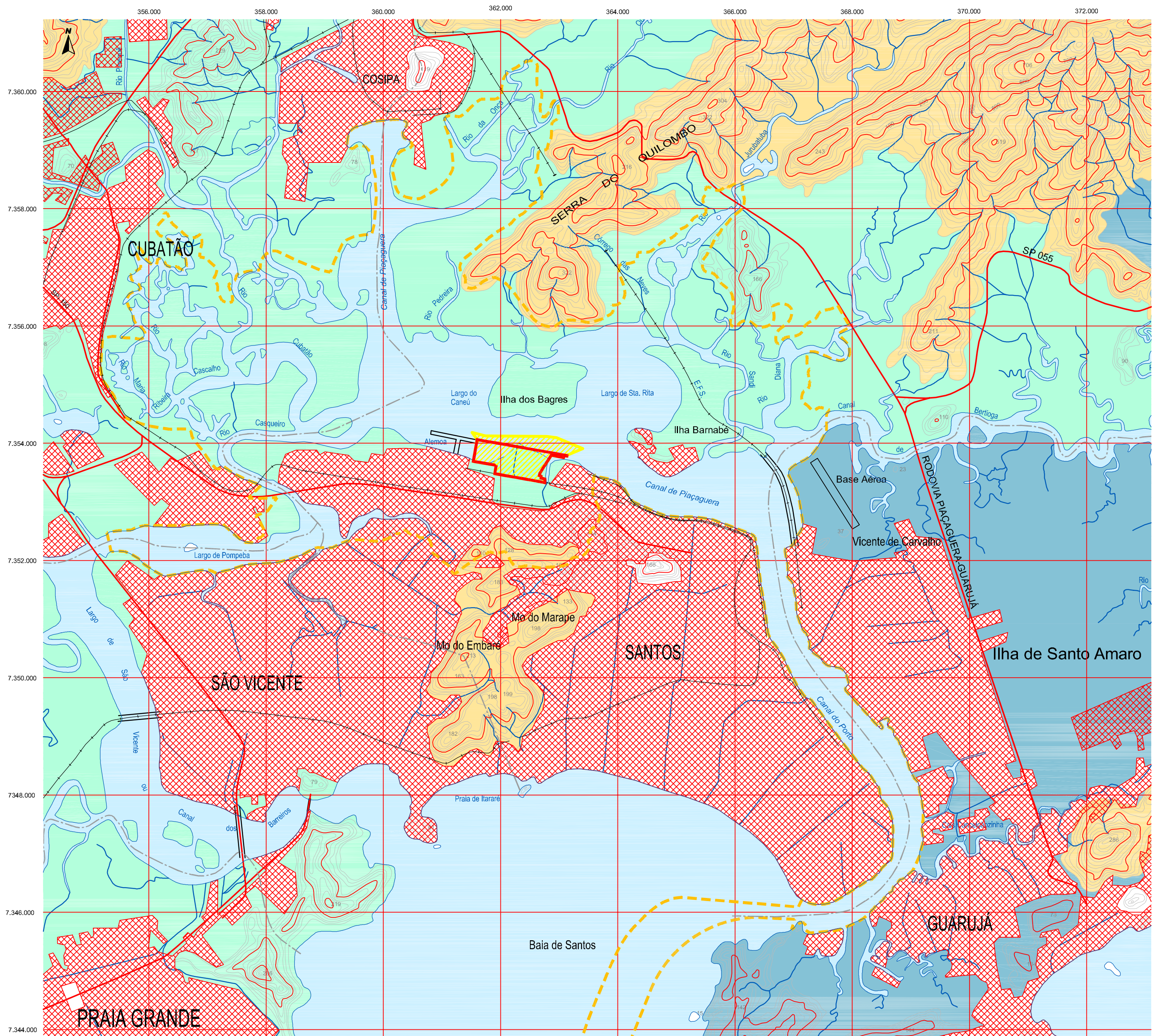
A) GLEISSOLOS (GZ2)

Os Gleissolos são característicos da zona litorânea costeira, tendo sido mapeados na Planície de maré dos rios Mogi, Casqueiro, Cascalho, Cubatão, Jurubatuba e Diana; e Planície de maré de áreas adjacentes à Ilha dos Bagres e foz do Canal de Bertioga, no estuário Santista.

Por situar-se em áreas de várzea, os Gleissolos Tiomórficos e Sálícos apresentam sérias limitações pela presença do lençol freático a pequena profundidade, com aeração inadequada, resistência à difusão de gases do solo para a atmosfera e vice-versa, e consumo muito rápido de oxigênio pelos microorganismos 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 argilosa a argilo-arenosa 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. Os Gleissolos Sálícos podem ser sódicos, com saturação por sódio igual ou superior a 15% nos complexos de troca catiônica, o que aumenta sua limitação para o uso agrícola.

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 pequena profundidade do lençol freático e influência das marés.



Gleissolos (GZ2)

Característicos da zona litorânea costeira, apresentando ausência de horizonte B, textura errática e anisotropia. Distróficos e bastante ácidos, podem ser sódicos, sendo muito limitados para agricultura. Apresentam sérias limitações pela presença do lençol freático a pequena profundidade, com inibição do crescimento das raízes. Secundariamente, observam-se Espodossolos Ferrocárbicos associados, hidromórficos, de composição essencialmente arenosa quartzosa, desprovidos de nutrientes minerais.

Cambissolos Háplicos (CX11)

Desenvolvem-se em terrenos de relevo acidentado, com afloramentos de rocha e ocorrência de Neossolos Litólicos e Latossolos Vermelho-amarelos, distróficos, de textura argilosa ou arenosa, com horizontes A e C moderados a proeminentes. Os Cambissolos apresentam horizonte B incipiente, textura argilosa, são distróficos e possuem horizonte Cr constituído por solo residual jovem e rocha muito alterada. Ácidos e muito pobres em nutrientes, sendo de difícil correção para a agricultura.

Espodossolos Ferrocárbicos (ES1)

Restritos à zona de planície litorânea, apresentando os horizontes Bh e Bs, hidromórficos, de composição essencialmente arenosa quartzosa, desprovidos de nutrientes minerais.

ÁREAS DE INFLUÊNCIA

- ÁREA DE INFLUÊNCIA DIRETA - AID
- ÁREA DIRETAMENTE AFETADA - ADA
- ÁREA DO EMPREENDIMENTO

- ÁREAS URBANIZADAS
- ESTRADA PAVIMENTADA
- FERROVIA
- HIDROGRAFIA
- DIVISA MUNICIPAL

0 1000 2000 3000 4000 m

Projeção - UTM / Datum Horizontal: SAD-69
 Oliveira, J.B et al. 1999. Mapa pedológico do Estado de São Paulo. São Paulo: EMBRAPA/CIAC, 1:500.000
 IBGE- Folha Santos, Carta Topográfica, 1:50.000, 1984
 BASE/AEROCARTA/ENGFOTO. AGEM-SCM-BS- Aerofotografias coloridas, 1:25.000, 2002

B) CAMBISSOLOS HÁPLICOS (CX11)

Os Cambissolos Háplicos se desenvolvem em terrenos de relevo acidentado, fortemente ondulado a escarpado, eventualmente com afloramentos de rocha e ocorrência de solos rasos representados por Neossolos Litólicos e Latossolos Vermelho-amarelos, associados aos Cambissolos. Na AID, foram mapeados na vertente da Serra do Mar junto ao canal de Bertioga e nos Morros e Morrotes isolados presentes nos municípios de Santos, São Vicente e Cubatão.

Apresentam 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 1,5 m. São ácidos e muito pobres em nutrientes, e apresentam elevados teores de Al^{3+} trocável, sendo de difícil correção para a agricultura, dadas as condições topográficas das ocorrências.

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 e apresentam elevados teores de Al^{3+} e Fe^{3+} , sendo muito difícil sua correção e utilização para a agricultura.

9.3.8.2 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 microorganismos, 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. Gleissolos Sálcos, quando ricos em sódio, também são inadequados para agricultura. A correção da acidez desses solos requer grande quantidade de calcário, cuja aplicação é limitada pela baixa capacidade de suporte para o tráfego de máquinas e veículos.

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 Espodossolos 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, os Gleissolos presentes se encontram recobertos por aterros e depósitos de detritos diversos, o que aumenta significativamente as restrições para sua utilização, inviabilizando, inclusive, qualquer atividade agrícola ou pastoril. A destinação da área para a implementação do terminal portuário – ainda que em condições relativamente desfavoráveis, dada a baixa capacidade de suporte dos solos – representa a melhor alternativa para seu aproveitamento e ocupação.

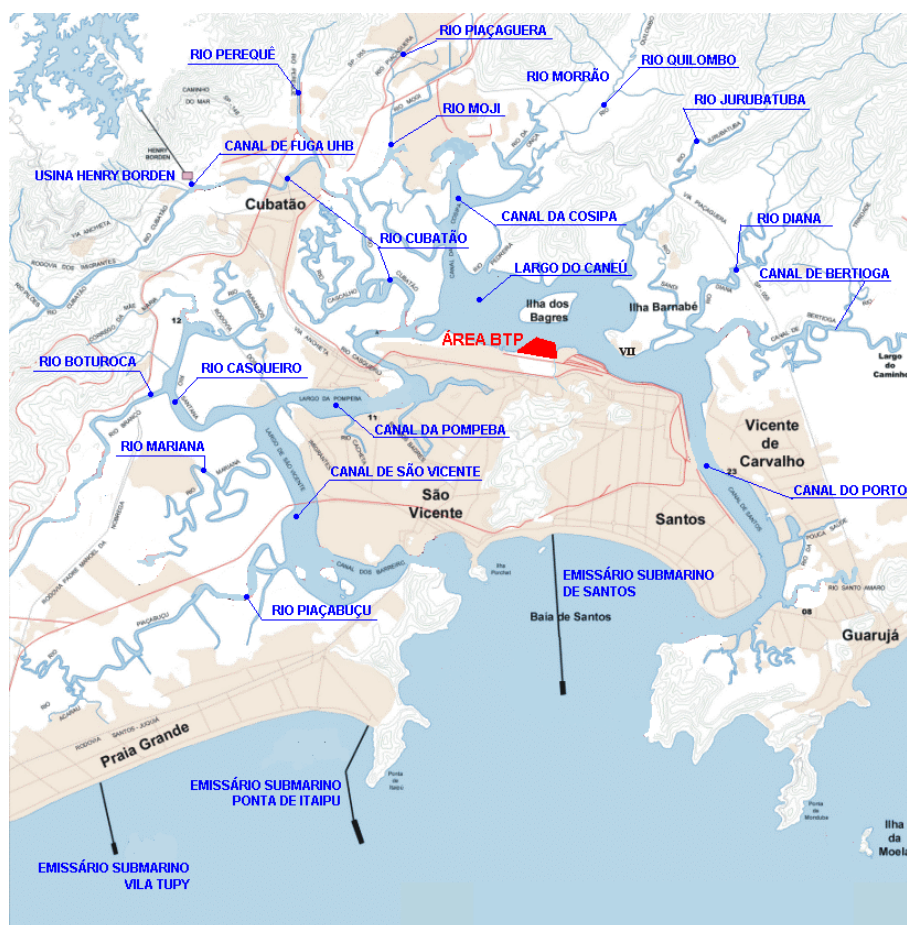
9.3.9 QUALIDADE DAS ÁGUAS SUPERFICIAIS

9.3.9.1 Qualidade da água e sedimentos nas proximidades da AII

A) CARACTERIZAÇÃO DOS CORPOS D'ÁGUA

A área onde será instalado o Terminal se situa no Estuário de Santos-São Vicente, ou simplesmente Estuário de Santos, para onde afluem diversos cursos d'água, com suas nascentes localizadas nas encostas da Serra do Mar, em cotas que podem chegar a 1.100 m. Esses cursos d'água conformam planícies flúvio-marinhas, drenam manguezais e deságuam no oceano ou nos canais estuarinos. O Estuário de Santos-São Vicente abrange os municípios de Santos, São Vicente, Cubatão e parte dos municípios de Bertioga e de Praia Grande.

A **Figura 9.3-9, a seguir**, mostra uma imagem com os corpos hídricos localizados na região próxima da área do Terminal, onde podem ser vistos os rios que desembocam no estuário. Os trechos finais desses rios estão sob influência de marés, que resultam em fortes variações de salinidade das águas nesses trechos.



Fonte: Adaptado do Relatório Sistema Estuarino de Santos e São Vicente – Cetesb, 2001.

Figura 9.3-9 Região próxima da área do terminal

Em relação aos recursos hídricos superficiais, a área do Terminal BTP está inserida na UGRHI 7, conforme definido pela Lei 9.034/94 – Plano Estadual de Recursos Hídricos (São Paulo, 1994), que divide o território estadual em 22 Unidades de Gerenciamento de Recursos Hídricos (UGRHIs). A UGRHI 7 engloba, dentro dos seus limites, 9 municípios da Região Metropolitana da Baixada Santista (RMBS), unidade de planejamento criada pela Lei Complementar nº 815/96. A UGRHI 7 inclui também parte dos municípios de São Bernardo do Campo, São Paulo e Biritiba-Mirim, pertencentes à RMSP, e parte do município de Itariri, localizado no litoral sul do Estado, mas que não fazem parte da RMBS.

De acordo com o Relatório de Situação dos Recursos Hídricos da Bacia Hidrográfica da Baixada Santista – Vol I (1), a rede hidrográfica da Baixada Santista está dividida em 21 sub-bacias, como mostrado no **Quadro 9.3-35**, a seguir. Conforme se vê nesse quadro, os principais cursos d'água na região são: rios Cubatão, Mogi e Quilombo ao centro; rios Itapanhaú, Itatinga e Guaratuba ao norte; e, rios Branco, Preto e Itanhaém, ao sul. Os rios da região centro desembocam no Estuário de Santos.

Quadro 9.3-35 Sub-bacias componentes da UGRHI 7

Código	Sub-Bacia	Área de Drenagem km ²	Localização por 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 Aguapeú	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	58,6	Praia Grande
11	Ilha de São Vicente	85,81	Santos – São Vicente
12	Rio Mogi	68,39	Cubatão
13	Ilha de Santo Amaro	142,7	Guarujá
14	Rio Cabuçu	69,65	Santos
15	Rio Jurubatuba	79,36	Santos
16	Rio Quilombo	86,88	Santos
17	Rio Itapanhaú	149,32	Bertioga
18	Rio Itatinga	114,88	Bertioga
19	Rio das Alhas	108,27	Bertioga
20	Ribeirão Sertãozinho	131,66	Bertioga
21	Rio Guaratuba	108,78	Bertioga
TOTAL		2.788,82	
Total 8 a 16		949,78	

As linhas coloridas correspondem às sub-bacias nas quais está inserido o Estuário de Santos. Os limites do estuário correspondem, aproximadamente, aos trechos de planície dessas sub-bacias.

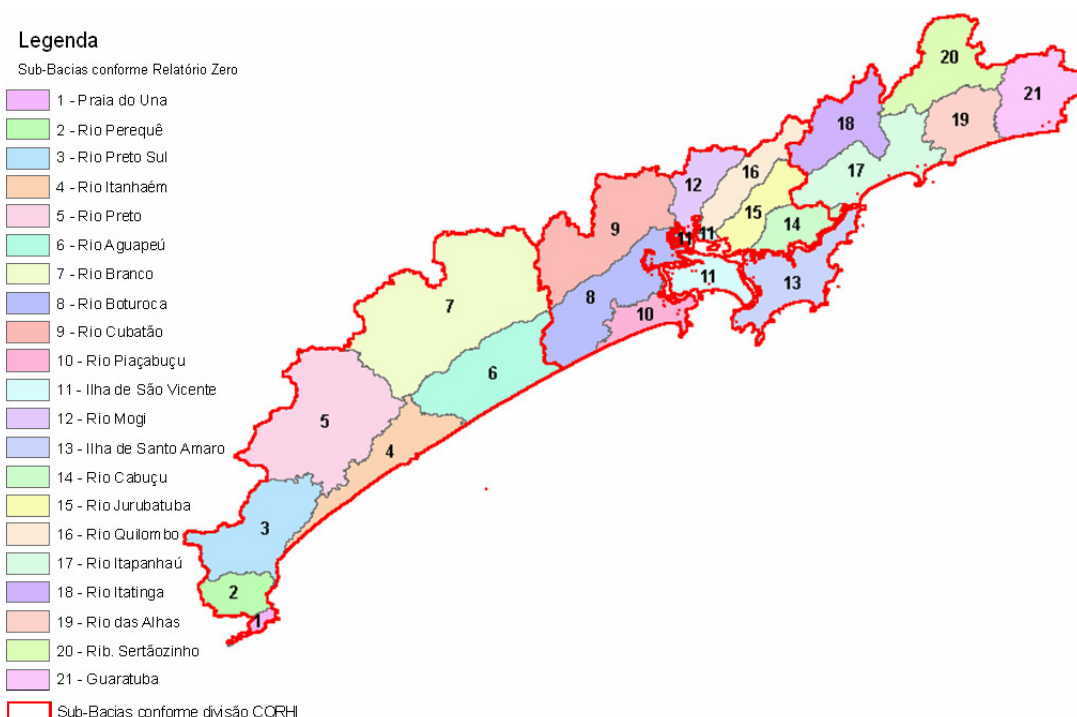
A divisão proposta pelo CORHI – Comitê Coordenador do Plano Estadual de Recursos Hídricos, que foi utilizada no Sistema Integrado de Bacias Hidrográficas (SIBH), divide a UGRHI 7 – Baixada Santista em 3 sub-URGHIs, referenciadas aos municípios da região. No Relatório de Situação dos Recursos Hídricos da Bacia Hidrográfica da Baixada Santista, já citado, é feita uma compatibilização dessa divisão com as respectivas sub-bacias hidrográficas, resultando na subdivisão mostrada no **Quadro 9.3-36**.

Quadro 9.3-36 Subdivisões da UGRHI 7

Sub-UGRHI	Município
7.1 Rio Branco / Rio Preto	Itanhaém
	Itariri
	Mongaguá
	Peruíbe
	Praia Grande
	São Paulo
7.2 Rio Cubatão	São Vicente
	Bertioga
	Cubatão
	Guarujá
	Praia Grande
	Santo André
	Santos
	São Bernardo do Campo
	São Vicente
7.3 Rio Itapanhaú	Bertioga
	Biritiba-Mirim
	Mogi das Cruzes
	Salesópolis

Fonte: Comitê da Bacia Hidrográfica da Baixada Santista e Departamento de Águas e Energia Elétrica (DAEE) – *Relatório de Situação dos Recursos Hídricos da Bacia Hidrográfica da Baixada Santista – Relatório I, 2.007.*

A **Figura 9.3-10** mostra um mapa com as subdivisões propostas.



Fonte: Comitê da Bacia Hidrográfica da Baixada Santista e Departamento de Águas e Energia Elétrica (DAEE) – *Relatório de Situação dos Recursos Hídricos da Bacia Hidrográfica da Baixada Santista – Relatório I, vol 1 – 2.007*

Figura 9.3-10 Sub-bacias componentes da UGRHI 7

Para efeito de caracterizar as áreas de influência do empreendimento sobre os recursos hídricos, é necessária uma caracterização prévia dos possíveis impactos que esse tipo de empreendimento representa.

A CIRM – Comissão Interministerial para os Recursos do Mar relaciona, na sua Agenda Ambiental Portuária (1998), os diversos impactos potenciais decorrentes tanto da implantação quanto da operação de instalações portuárias, que seriam os seguintes:

- Impactos diretos da implantação de infra-estrutura:
 - ⇒ Alterações na dinâmica costeira, com indução de processos erosivos e de assoreamento e modificações na linha de costa.
 - ⇒ Supressão de manguezais e de outros ecossistemas costeiros.
 - ⇒ Efeitos de dragagens e aterros (incluindo impactos nas caixas de empréstimos).
 - ⇒ Comprometimento do uso dos recursos ambientais em outras atividades (pesca, turismo, transporte local).
 - ⇒ Alteração da paisagem.
- Impactos diretos da operação portuária
 - ⇒ Ocorrência de acidentes ambientais (derrames, incêndios, perdas de cargas).
 - ⇒ Dragagens e disposição de sedimentos dragados.
 - ⇒ Geração de resíduos sólidos nas embarcações (taifa), nas instalações portuárias e na operação e descarte de cargas.
 - ⇒ Contaminações crônicas e eventuais, pela drenagem de pátios, armazéns e conveses, lavagens de embarcações, perdas de óleo durante abastecimento e aplicação de tintas anti-incrustantes e outros produtos tóxicos.
 - ⇒ Introdução de organismos nocivos ou patogênicos por meio das águas de lastro ou pelo transporte de cargas ou passageiros contaminados.
 - ⇒ Lançamento de efluentes líquidos e gasosos (incluindo odores).
 - ⇒ Lançamento de esgoto oriundo de instalações portuárias e embarcações.

O texto assinala ainda que “A indução de ocupação de áreas retroportuárias e de áreas adjacentes aos eixos de transporte, o adensamento da ocupação existente e o desenvolvimento de atividades industriais e agrícolas trazem, como desdobramento, uma gama de impactos aos ecossistemas costeiros. Tais impactos, considerados como indiretos da atividade portuária, devem ser levados em conta nas avaliações, tendo em vista, sobretudo, medidas preventivas a serem implantadas por meio de instrumentos de planejamento e gestão ambiental. A ocorrência de impactos, diretos ou indiretos, gera conflitos diversos, caracterizados por interesses concorrentes, envolvendo principalmente os setores de pesca, turismo e lazer, expansão urbana e proteção ambiental”.

Dentre os impactos potenciais relacionados mais diretamente com a qualidade das águas superficiais podem ser destacados os derrames acidentais de substâncias tóxicas ou poluentes, contaminações crônicas por lançamentos sistemáticos de efluentes líquidos nas águas próximas, descarte de resíduos sólidos e operações de dragagem. Essa contaminação, ou poluição, pode se propagar pelo estuário, em função do movimento de marés, de ventos, da condição de mistura dos corpos d’água afetados (estratificação, por ex.), etc., atingindo extensões variáveis, dependendo das quantidades e tipo das substâncias lançadas.

Como se pode inferir da **Figura 9.3-9**, o corpo d'água potencialmente mais afetado seria o trecho mais próximo do Canal Piaçaguera, a jusante e montante da área do Terminal. Dependendo da carga e dos tipos de poluentes lançados, e das condições de dispersão dos poluentes, podem ser afetados também, a montante, o Canal da Cosipa e os trechos finais dos rios Cubatão, Mogi e, com menor intensidade, dos rios Quilombo, Perequê e Piaçaguera que estão sob influência de marés. A jusante, poderiam ser afetados o trecho final Canal do estuário, até o desemboque na Baía de Santos e mesmo parte dessa baía.

Considerando-se então esses efeitos potenciais, e levando em conta a subdivisão em sub-bacias proposta, as áreas de influência do empreendimento sobre os corpos d'água superficiais podem ser definidas da seguinte forma:

ADA – Área Diretamente Afetada: trecho do Rio Saboó adjacente à Área do Empreendimento, trecho do Canal de Santos onde haverá dragagem para a instalação e operação (manutenção) do berço de atracação e os trechos dos corpos d'água adjacentes às áreas de empréstimo e bota-fora, pedreira e canteiro de obras.

AID – Área de Influência Direta: corresponde à parte da bacia do Rio Cubatão (Sub-UGRHI 7.2, que inclui as sub-bacias 8 a 16 – vide mapa da **Figura 9.3-10**, anteriormente apresentada), que se encontra sob influência do regime de marés, incluindo os canais formadores do estuário (Piaçaguera, da Cosipa, do Porto e parte do canal de Bertioiga) e os trechos finais dos rios afluentes ao Estuário de Santos, sujeitos à influência de marés. Além desses, é incluída também a Baía de Santos, tanto pela possibilidade de dispersão de eventuais poluentes para a baía, através do canal do Porto, como pelo aumento do tráfego de navios.

Na AII – Área de Influência Indireta: corresponde à parte restante da Sub-UGRHI 7.2, (**Figura 9.3-11**) que está fora da influência de marés, abrangendo toda a rede hídrica afluente do Estuário de Santos.

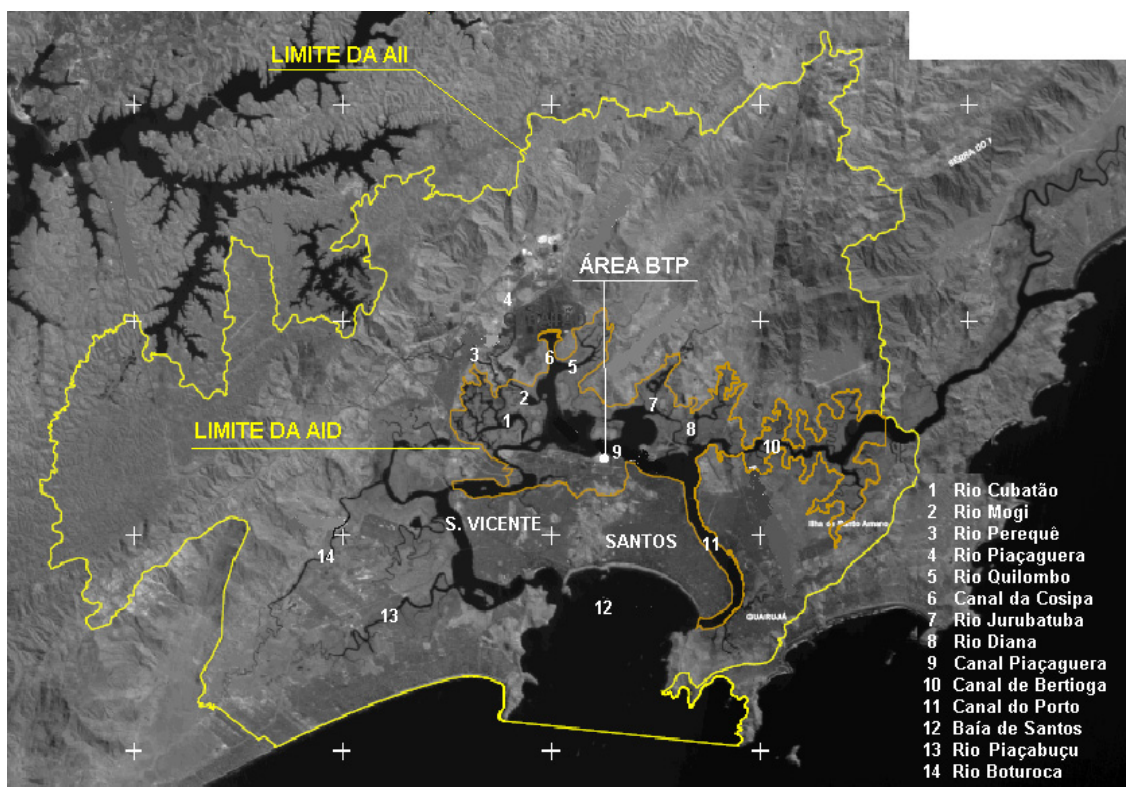


Figura 9.3-11 Área de Influência Indireta (AII)

Visualizar os corpos d'água inseridos nelas. Esses limites são aproximados, em função de não se dispor de mapa com os limites precisos dos trechos sob influência de marés. Como uma aproximação, adotou-se como critério a linha divisória entre as áreas de planície estuarina e o sopé dos morros e montes adjacentes. No caso específico do Canal de Bertioga, adotou-se como limite o tomo de marés.

B) HIDROLOGIA

O Relatório de Situação dos Recursos Hídricos da Bacia Hidrográfica da Baixada Santista, elaborado pelo Comitê da Bacia Hidrográfica da Baixada Santista e DAEE – Departamento de Águas e Energia Elétrica da Secretaria Estadual de Saneamento e Energia, contém, em seu volume II, um estudo hidrológico feito para a bacia, baseados em dados de diversas fontes. Os dados mostrados a seguir são, em boa parte, extraídos desse relatório.

PLUVIOMETRIA

Os resultados do estudo realizado pelo DAEE, encontrados no relatório citado, aponta os seguintes dados de pluviometria para a área de estudo, conforme **Quadro 9.3-37**.

Quadro 9.3-37 Pluviometria na área de estudo

Código do Posto	Município	Precipitação Média Anual (mm)
E2-125	Bertioga	2068,43
E2-126	Bertioga	2345,47
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
E3-062	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
E3-143	Cubatão	3240,01
E3-144	Cubatão	2423,06
E3-228	São Vicente	2305,44
E3-236	Cubatão	3066,75
F3-010	Praia Grande	2723,30

Fonte: Comitê da Bacia Hidrográfica da Baixada Santista e Departamento de Águas e Energia Elétrica (DAEE) – *Relatório de Situação dos Recursos Hídricos da Bacia Hidrográfica da Baixada Santista – Relatório I*, vol 2 – 2.007.

Os números do quadro mostram valores de precipitação média anual variando entre um mínimo de 2.068 mm, em Bertioga (Posto E2-125), e um máximo de 4.415 mm no mesmo município (Posto E3-042). Trata-se, como se pode ver, de uma região com elevada pluviosidade, que resultam em vazões específicas de escoamento superficial entre 46 e 56 m³/seg/km², consideradas altas. Segundo o relatório referido no quadro, o que determina essa alta pluviosidade é a localização da UGRHI 7, no limite da zona tropical, que resulta em características climáticas influenciadas, alternadamente, por sistemas tropicais e polares.

Numa escala mensal, os números de pluviometria, segundo o referido estudo, são os do **Quadro 9.3-38**.

Quadro 9.3-38 Pluviometria – médias mensais (mm)

Cod.	Município	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez
E2-125	Bertioga	286	224	225	226	164	103	99	78	151	157	141	214
E2-126	Bertioga	358	230	243	259	185	127	119	103	167	152	174	227
E3-038	Cubatão	335	313	327	238	152	113	99	112	158	207	226	292
E3-039	Guarujá	255	296	281	202	144	110	81	98	124	160	147	178
E3-040	Bertioga	399	382	365	289	179	126	116	115	213	294	300	371
E3-041	Santos	403	412	388	294	214	163	169	156	245	304	288	357
E3-042	Bertioga	509	456	449	371	228	179	182	210	367	487	468	509
E3-043	Guarujá	296	270	289	214	172	138	125	121	174	186	182	239
E3-045	Guarujá	286	285	300	199	149	110	108	89	134	181	182	237
E3-056	São Vicente	287	274	286	190	131	109	104	84	143	169	175	223
E3-062	São Vicente	318	319	483	238	192	200	137	102	131	240	199	288
E3-064	São Vicente	377	340	362	288	144	146	121	136	314	368	387	479
E3-066	São Vicente	447	357	306	278	208	135	123	114	198	280	287	351
E3-070	Guarujá	280	253	266	178	151	113	105	93	136	174	165	228
E3-101	Cubatão	335	319	312	213	137	98	91	85	150	211	210	276
E3-104	Cubatão	424	318	341	265	143	113	133	137	200	279	293	366
E3-106	Bertioga	357	306	290	236	153	92	108	105	177	205	195	254
E3-143	Cubatão	421	363	375	290	173	119	115	119	243	342	324	357
E3-144	Cubatão	297	309	287	223	137	91	81	86	168	235	221	288
E3-228	São Vicente	326	286	307	192	131	121	100	93	145	182	188	233
E3-236	Cubatão	455	340	353	316	172	115	109	95	224	259	284	345
F3-010	Praia Grande	345	344	357	226	180	140	123	87	216	215	218	272

Fonte: Comitê da Bacia Hidrográfica da Baixada Santista e Departamento de Águas e Energia Elétrica (DAEE) – *Relatório de Situação dos Recursos Hídricos da Bacia Hidrográfica da Baixada Santista – Relatório I*, vol 2 – 2.007.

A partir desses números foi possível determinar a disponibilidade hídrica na área por meio do método de regionalização das vazões, definido pelo DAEE – Departamento de Águas e Energia Elétrica do Estado de São Paulo.

FLUVIOMETRIA

Os dados de vazões dos principais cursos d'água da área de estudo, que constam no Relatório de Situação dos Recursos Hídricos da Bacia Hidrográfica da Baixada Santista, foram calculados com base nas séries históricas de vazões obtidas em 51 postos fluviométricos na região, cadastrados no sistema Hidroweb, da ANA – Agência Nacional de Águas, sendo que 23 deles atualmente estão desativados. Esses dados são apresentados no **Quadro 9.3-39**.

Quadro 9.3-39 Vazões médias (QLP) e mínimas (Q_{7,10}) de longo período

Cod.	Sub-Bacia	AD (km ²)	Pluviometria Anual (mm)	QLP	Q _{7,10}
				m ³ /s	m ³ /s
8	Rio Boturoca	182,84	2.200	7,28	1,77
9	Rio Cubatão	175,55	2.400	8,09	1,97
10	Rio Piaçabuçu	58,6	2.400	2,7	0,66
11	Ilha de São Vicente	85,81	2.300	3,68	0,901
12	Rio Mogi	68,39	2.600	3,58	0,876
13	Ilha de Santo Amaro	142,7	2.400	6,58	1,6
14	Rio Cabuçu	69,65	2.500	3,43	0,838
15	Rio Jurubatuba	79,36	2.500	3,91	0,953
16	Rio Quilombo	86,88	2.600	4,55	1,11
Total		949,8	2.401	43,8	10,68

Fonte: Comitê da Bacia Hidrográfica da Baixada Santista e Departamento de Águas e Energia Elétrica (DAEE) – *Relatório de Situação dos Recursos Hídricos da Bacia Hidrográfica da Baixada Santista – Relatório I*, vol 2 – 2.007.

Pode-se verificar, por esses números, que as vazões média e mínima de longo prazo são, respectivamente, de 43,8 e 10,7 m³/seg para a área como um todo.

A essa vazão natural total disponível na área de estudo, entretanto, deve-se somar a vazão transferida da RMSP, destinada à Usina Henry Borden. A obtenção das vazões requeridas para a Usina só é possível com a reversão das águas dos rios Pinheiros e Tietê, caracterizadas por um alto nível de poluição. Essas vazões já foram mais significativas numa fase anterior a 1.993, e atendiam às necessidades para operação da Usina a plena capacidade. A introdução de uma nova regra operacional para o complexo Billings-Henry Borden, entretanto, visando conter o processo de poluição naquele reservatório, obrigou a uma redução drástica nas vazões revertidas, mantendo-se esta reversão, apenas para controle de cheias. De acordo com dados do Plano Estadual de Recursos Hídricos (2.004 – 2.007), a vazão média revertida atualmente se situa em um patamar de 20 m³/seg. Destes, são captados 3,5 m³/seg pela Sabesp, para abastecimento da região.

Segundo informações da EMAE – Empresa Metropolitana de Águas e Energia, que é a responsável pela operação do sistema, a geração de energia na Usina é atualmente de apenas 25% do que era antes de 1993, data da publicação da Resolução Conjunta SMA/SES-001/93, que determinou a mudança da regra operacional.

Uma tentativa de aumentar a vazão descarregada da Billings vem sendo feita pela EMAE juntamente com a Sabesp – Companhia Estadual de Saneamento Ambiental, visando retornar às vazões conseguidas anteriormente. A Sabesp é a empresa estadual concessionária dos serviços de água e esgotos na RMSP e nos municípios da Baixada Santista, além de vários outros municípios do estado.

O projeto visa manter uma vazão revertida firme de água em 50 m³/seg., bombeadas dos rios Tietê e Pinheiros, mas aplicando um tratamento prévio da água, através de um processo de flotação por ar dissolvido. O sistema está sendo testado para uma vazão de 10 m³/seg, para verificar sua eficiência, em termos de redução nos níveis de poluição da água do Rio Pinheiros, de forma a permitir seu bombeamento para o reservatório sem provocar nenhum impacto significativo na qualidade da água do reservatório.

De qualquer forma, a mudança na regra operacional, com a redução drástica das vazões revertidas para a Usina Henry Borden, resultou em um impacto significativo na qualidade da água no estuário, obrigando às empresas instaladas no local a introduzir mudanças nos respectivos perfis de consumo de água e lançamento de efluentes. Um dos impactos verificados foi o avanço da cunha salina para o interior do estuário, que alterou as características das águas captadas nos rios locais.

Além da reversão de águas, descrita acima, da RMSP para a RMBS, há também duas reversões de menor porte, neste caso no sentido contrário, ou seja, de rios da vertente marítima, pertencentes à UGRHI 7, para a RMSP (UGRHI 6). Essas duas reversões consistem do bombeamento de 0,3 m³/seg de água do Rio Guaratuba para o Sistema Rio Claro, e de 1,0 m³/seg do Rio Capivari-Monos para o Sistema Guarapiranga, ambos sistemas componentes do macro sistema de abastecimento da RMSP, operado pela Sabesp.

DISPONIBILIDADE E DEMANDAS

Três aspectos são relevantes no perfil de demanda de água na Baixada Santista:

- A alta variabilidade na demanda de consumo humano, em função do grande afluxo de turistas nas temporadas e em feriados prolongados, cujo número pode chegar a 2,5 vezes a população fixa.
- A forte demanda relativa para usos industriais, concentrada no Polo Industrial de Cubatão
- A dependência quase que exclusiva dos recursos hídricos superficiais, pela pouca disponibilidade de águas subterrâneas adequadas aos usos praticados.

No **Quadro 9.3-40** são mostrados os números relativos às demandas observadas na Baixada Santista, para uso urbano e uso industrial.

Quadro 9.3-40 Demandas de água na Baixada Santista

Usos	Plano de Bacia (2000-2003) e Relatório Situação	
	Superficial (m ³ /s)	Subterrânea (m ³ /s)
Urbano/público	9,2	0,06
Industrial	11,7	0,02
Irrigação	-	-
Outros Usos	-	-
Soma	20,9	0,08

Fonte: Comitê da Bacia Hidrográfica da Baixada Santista e Departamento de Águas e Energia Elétrica (DAEE) – *Relatório de Situação dos Recursos Hídricos da Bacia Hidrográfica da Baixada Santista – Relatório I*, vol 2 – 2.007

Pode-se verificar, nesse quadro, o alto valor relativo das demandas de uso industrial de água, bem como a pouca participação de águas subterrâneas no consumo global.

Em relação aos usos industriais, boa parte desses usos dependem de captações próprias das indústrias, feitas nos rios locais. No **Quadro 9.3-41** são mostradas as vazões utilizadas pelas principais indústrias do Polo Industrial de Cubatão, onde, como já assinalado, se concentra a quase totalidade dos usos industriais de água na região.

Quadro 9.3-41 Uso de água pelas principais indústrias da Baixada Santista

Indústria	Fonte	Vazão Utilizada (m ³ /s)
Carbochloro S.A.	Rio Perequê	0,181
Cosipa	Rio Quilombo, Rio Mogi, nascentes do Brites e Morrão	5,247 (*)
Refinaria Pres. Bernardes	Rio Cubatão, Córrego das Pedras	3,153
Copebrás S.A.	Rio Mogi, Rio Cacho. Mirinduba	0,168
Gespa	Sabesp	0,002
Manah S.A.	Rio Mogi	0,03
Petrocoque S.A.	Sabesp	0,879
Femese	Sabesp	0,001
Paulista Containers	Sabesp	0,001
Fertilizantes Serrana	Rio Mogi	0,723
Ultrafertil S.A.	Rio Cubatão / Sabesp	1,303
Union Carbide do Brasil	Rio Perequê / Sabesp	0,028
Comp. Bras. De Estireno	Rio Cubatão	0,028
Total	-	11,744

Fonte: Comitê da Bacia Hidrográfica da Baixada Santista e Departamento de Águas e Energia Elétrica (DAEE) – *Relatório de Situação dos Recursos Hídricos da Bacia Hidrográfica da Baixada Santista – Relatório I*, vol 2 – 2.007.

(*) Nesse número estão incluídas as parcelas de água doce, captada nos rios Quilombo, Brites, Morrão e Mogi, e de água salobra, captada também no Rio Mogi, no seu trecho sob influência de marés. Essas parcelas correspondem a aproximadamente 10% e 90%, respectivamente. Ou seja, a vazão de água doce captada é menor que a indicada no quadro.

Quando se comparam as demandas de água com as disponibilidades, verifica-se que a condição da região, em termos de segurança de abastecimento, é crítica, conforme se pode ver no **Quadro 9.3-42**.

Quadro 9.3-42 Relação demanda – disponibilidade para as sub-bacias na AII

Sub-Bacia	Demanda (m ³ /s)	Disponibilidade (m ³ /s)		Relação Dem./Disponibil.	
		Q _{LP}	Q _{7,10}	Dem / Q _{LP}	Dem / Q _{7,10}
Rio Cubatão	6,39	8,09	1,97	79 %	324 %
Rio Mogi	0,86	3,58	0,876	24 %	98 %
Rio Jurubatuba	0,94	3,91	0,953	24 %	99 %
Rio Quilombo	1,22	4,55	1,11	27 %	110 %
Total	9,41	20,13	4,91	47 %	192 %

Fonte: Comitê da Bacia Hidrográfica da Baixada Santista e Departamento de Águas e Energia Elétrica (DAEE) – *Relatório de Situação dos Recursos Hídricos da Bacia Hidrográfica da Baixada Santista – Relatório I*, vol 2 – 2.007.

Pode-se constatar, por esses números, que a demanda está ligeiramente abaixo de 50% da disponibilidade média de longo prazo (Q_{LP}), mas já atinge 192% da disponibilidade mínima de longo prazo (Q_{7,10}), o que significa uma situação de risco de desabastecimento em períodos críticos de chuvas.

Com relação à variabilidade nas demandas, o que se verifica é um aumento significativo de demanda para usos sanitários, durante a época ou períodos de afluxo de turistas. Como assinalado acima, a população mais que dobra em alguns desses períodos, com conseqüências óbvias no consumo de água tratada.

O que ajuda a amenizar esse impacto é o fato de que esses períodos de maior afluxo de turistas coincidem, via de regra, com os períodos de maior pluviosidade, ou seja, no verão. No **Quadro 9.3-43** são mostrados os números relativos às projeções de vazões captadas e produzidas no sistema de abastecimento de águas da Baixada Santista, operado pela Sabesp.

Quadro 9.3-43 Vazões de água captada e produzida na Baixada Santista – projeções

Ano	Verão		Restante do Ano		Aumento no Verão – %	
	Produção m ³ /s	Captação m ³ /s	Produção m ³ /s	Captação m ³ /s	Produção	Captação
1995	7,2	7,6	5,3	5,6	35,8	35,7
2000	8,5	9	6,2	6,6	37,1	36,4
2005	10,5	11,1	7,6	8,1	38,2	37,0
2010	11,8	12,5	8,6	9,1	37,2	37,4
2015	13	13,8	9,6	10,2	35,4	35,3
2020	13,9	14,7	10,3	10,9	35,0	34,9

Fonte: Comitê da Bacia Hidrográfica da Baixada Santista e Departamento de Águas e Energia Elétrica (DAEE) – *Relatório de Situação dos Recursos Hídricos da Bacia Hidrográfica da Baixada Santista – Relatório I*, vol 2 – 2.007.

Esses números mostram que o aumento na demanda durante verão, representa, em termos médios, 37% da demanda no restante do ano. Se se consideram as situações pontuais, ou seja, as vazões em períodos curtos de grande afluência de turistas, esse percentual será bem maior.

CONCLUSÕES

Os números relativos às vazões disponíveis de água doce e de demandas, atuais e previstas, revelam uma situação crítica na Área de Influência Indireta (AII) do empreendimento. Em termos de abastecimento público (Sabesp), o que se constata é que as fontes utilizadas atualmente para abastecimento do sistema integrado de Santos – São Vicente – Cubatão se encontram no limite, levando a uma dependência cada vez maior das vazões revertidas da RMSP, via Usina Henry Borden. As alternativas de aumento na oferta de água se resumem a um aumento nessas vazões revertidas e a exploração de mananciais mais distantes da região.

Quanto ao abastecimento das indústrias, especificamente aquelas que compõem o Polo Industrial de Cubatão, a vazão utilizada atualmente ultrapassa em muito as vazões mínimas de longo prazo (Q_{7,10}) das fontes, o que limita bastante as projeções de expansão desse polo.

C) QUALIDADE DA ÁGUA

Os rios que compõem a malha hídrica de águas doces na área de estudo estão enquadrados nas classes de usos definidas pelo Decreto Estadual nº 10.755, de 22/11/77, da seguinte forma:

– Classe 1:

- ⇒ 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 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.
- ⇒ 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.
- Classe 2:
 - ⇒ todos os corpos d'água da UGRHI 7, exceto os incluídos nas Classes 1, acima, e 3, a seguir.
- Classe 3:
 - ⇒ Rio Cubatão desde o ponto de captação de água para abastecimento até a foz, no Município de Cubatão.

Esse enquadramento, entretanto, não distingue águas doces e salobras, como prevê a Resolução nº 357 do Conama. De acordo com essa norma, as águas dos trechos de rio sob influência de marés, cuja salinidade for maior que 0,5% (ou 5.000 mg/L), são consideradas águas salobras, e como tal devem atender aos padrões específicos para esse tipo de água.

ESTADO DE POLUIÇÃO DOS CORPOS D'ÁGUA NA ÁREA

Os corpos d'água superficiais pertencentes à área de estudo apresentam graus variados de poluição, desde aqueles localizados nas proximidades dos grandes aglomerados urbanos, como as cidades de Santos e São Vicente, ou aqueles próximos do Polo Industrial de Cubatão, até os cursos d'água localizados nas encostas da Serra do Mar, onde, com exceção dos chamados bairros-cota, não há ocupação antrópica, estando a mata bem preservada.

As fontes potenciais de poluição das águas superficiais presentes na região, então, que merecem maior atenção, são as seguintes:

- Esgotos urbanos, que incluem despejos clandestinos ou irregulares de esgotos domésticos e as cargas remanescentes dos esgotos tratados.
- Efluentes industriais, lançados sem tratamento ou com tratamento deficiente.
- Instalações portuárias, que implicam em um tráfego intenso de navios pelos canais do estuário, e que podem acarretar despejos irregulares ou acidentais de poluentes e contaminantes nas suas águas, tanto a partir dos terminais como dos navios em trânsito.
- Resíduos sólidos, de origem doméstica, industrial ou portuária, dispostos de forma inadequada e que podem ser carreados pelas águas de chuvas para os cursos d'água e canais do estuário.
- Áreas contaminadas por resíduos de origem urbana (lixões) ou industrial, que podem ser lixiviados pelas águas de chuvas ou subterrâneas e atingir os corpos d'água superficiais.

POLUIÇÃO POR ESGOTOS URBANOS

A poluição das águas superficiais por esgotos urbanos, na área de estudo, se deve ao lançamento de esgotos de tipo doméstico, coletados e tratados, ou mais exatamente, à carga poluente remanescente desse tratamento, e a despejos de esgotos domésticos sem tratamento, originados em áreas ainda não atendidas por coleta, e áreas invadidas ou de ocupação irregular. O **Quadro 9.3-44** mostra a situação em 2005 da coleta, tratamento e disposição de esgotos na área.

Quadro 9.3-44 Coleta, tratamento e disposição de esgotos urbanos – 2.005

Município	População 2005		Atendimento (%)		Carga Poluidora Kg DBO/dia		Corpo Receptor
	Total	Urbana	Coleta	Tratam. (*)	Potencial	Reman.	
Bertioga	47.686	46.708	34	100	2.522	1.836	Rio Itapanhaú
Cubatão	118.959	118.257	35	100	6.386	4.598	Rio Cubatão
Guarujá	302.122	302.031	58	100	16.310	8.742	Enseada / Estuário de Santos
Itanhaém	88.099	87.165	11	81	4.707	4.371	Rios Poço, Itanhaém e Curitiba
Mongaguá	44.034	43.862	21	100	2.369	1.971	Mar
Peruíbe	63.807	62.614	20	100	3.380	12.840	Rio Preto
Praia Grande	239.918	239.918	46	100	12.956	8.188	Mar
Santos	425.677	423.293	98	100	22.858	4.937	Baia de Santos e Canal São Jorge
São Vicente	323.434	323.272	61	100	17.457	8.938	Rio Mariana
UGRHI	1.653.736	1.647.120	60	100	88.944	46.421	
Total na AII	1.410.110	1.406.771	67	100	75.967	35.403	

Fonte: Adaptado de Cetesb – Relatório de Qualidade das Águas Interiores do Estado de São Paulo – 2.006.

(*) O percentual de esgotos tratados se refere ao volume coletado. Esse percentual inclui a disposição oceânica (emissários).

As linhas coloridas nesse quadro correspondem aos municípios que fazem parte da AII. Os números mostram que a parcela de esgotos coletados nessa área corresponde a 67% do total gerado. O município com maior percentual de coleta é Santos, com 98%, seguido por São Vicente (61%) e Guarujá (58%). Nestes dois, com altas taxas de urbanização e frequência de turistas, o percentual deficiente de coleta se deve, em grande parte, à inexistência de rede nas áreas periféricas, mais afastadas das praias, com grande incidência de ocupações irregulares.

De qualquer forma, 33% da população não é atendida por coleta de esgotos, o que significa que o volume de esgotos correspondentes a esse percentual é coletado em fossas ou, como é comum ocorrer, simplesmente lançado “in natura” nos corpos d’água da região. Resulta daí, em grande parte, o percentual de 47% da carga remanescente da carga poluente, representada pela DBO, já que boa parte do volume de esgotos coletado é encaminhado para o mar aberto, via emissários, e portanto não contribuem para a carga remanescente.

POLUIÇÃO POR EFLUENTES INDUSTRIAIS

Esse tipo de poluição constitui o problema mais grave na região, não apenas pela magnitude das cargas poluentes lançadas, mas por atingir principalmente o Estuário de Santos, com graves conseqüências, por exemplo, para os manguezais dessa região.

No **Quadro 9.3-45** são mostradas as dimensões de áreas de manguezal em cada município da área de estudo.

Quadro 9.3-45 Áreas de manguezais na região

Municípios	Área de Manguezal (Km²)	Área de Manguezal / Município (%)
Bertioga	18,31	15,23
Santos	30,69	25,53
Guarujá	15	12,48
Cubatão	23	19,13

Municípios	Área de Manguezal (Km ²)	Área de Manguezal / Município (%)
São Vicente	16	13,31
Praia Grande	8	6,66
Mongaguá	0	0
Itanhaém	3,75	3,12
Peruíbe	5,46	4,54
Total	120,21	100
Total na AII	92,69	77,11

Fonte: Comitê da Bacia Hidrográfica da Baixada Santista e Departamento de Águas e Energia Elétrica (DAEE) – Relatório de Situação dos Recursos Hídricos da Bacia Hidrográfica da Baixada Santista – Relatório I, vol 2 – 2.007.

Esses números mostram que a área de estudo contém a maior parcela das áreas de manguezais da UGRHI 7, correspondente a 77% do total, e que, portanto, é a mais afetada pelas cargas poluentes lançadas a partir do Polo Industrial de Cubatão.

No estudo realizado pela Cetesb em 2.001, sobre a poluição no Sistema Estuarino de Santos e São Vicente, foi feito um levantamento sobre os poluentes e contaminantes, incluindo substâncias tóxicas, que poderiam estar presentes nos efluentes lançados pelas indústrias nas águas superficiais da região. O **Quadro 9.3-46** mostra os resultados desse levantamento.

Quadro 9.3-46 Poluentes associados aos processos industriais na região

Poluente	A	B	C
Fósforo	2	0	5
Nitrogênio	4	0	8
Cianeto	0	0	2
Fenóis	0	2	10
Fluoretos	1	2	8
Solventes Aromáticos	4	1	0
Solventes halogenados	1	2	0
Organoclorados Aromáticos	0	1	0
Pesticidas Organoclorados	0	1	0
Carbamatos	1	0	1
Arsênio	0	1	0
Cádmio	0	0	3
Chumbo	1	0	2
Cobre	0	0	4
Cromo Total	1	0	5
Manganês	2	0	4
Mercúrio	0	0	5
Níquel	0	0	6
Zinco	0	0	9
Total de poluentes	9	7	14

Fonte: Cetesb – Sistema Estuarino de Santos e São Vicente, 2.001.

Os números nas colunas desse quadro indicam o seguinte:

Coluna A – nº de indústrias nas quais o poluente constitui matéria-prima, produto ou insumo do processo industrial.

Coluna B – nº de indústrias nas quais o poluente é um resíduo (líquido ou sólido) obrigatório do processo industrial.

Coluna C – nº de indústrias nas quais o poluente foi detectado nos efluentes industriais, mesmo dentro do padrão respectivo.

Os números desse quadro mostram que, dos 19 tipos de poluentes avaliados, 9 fazem parte dos processos industriais nas indústrias localizadas na área, 7 constituem um resíduo desses processos e 14 deles foram detectados em análises feitas nos efluentes industriais. Os poluentes que

aparecem em um número maior de estabelecimentos industriais como matéria prima ou insumo são o Nitrogênio e os Solventes Aromáticos, com 4 indústrias cada.

POLUIÇÃO ASSOCIADA A INSTALAÇÕES PORTUÁRIAS

A extensa área ocupada por instalações portuárias na região fazem dessas instalações uma fonte potencial importante de poluição dos corpos d'água superficiais, especialmente dos canais do estuário, por onde trafegam os navios.

Segundo consta no referido relatório, *"as fontes de origem portuária são, também, bastante diversificadas em virtude da ampla pauta de produtos manipulados pelos terminais, especialmente os de granéis líquidos. O potencial de contaminação por estas fontes, salvo em casos de acidentes, é inferior ao das indústrias, por apresentarem uma vazão de efluentes muito inferior"*.

O **Quadro 9.3-47** mostra os resultados do levantamento apresentado no relatório.

Quadro 9.3-47 Poluentes associados às instalações portuárias na região

Poluente	A	B
Fósforo	1	0
Nitrogênio	1	9
Enxofre	2	0
Cianeto	0	2
Fluoretos	0	8
Sulfetos	0	5
Solventes Aromáticos (BTX)	9	1
Solventes halogenados	5	0
Fenóis	0	9
Cádmio	0	1
Chumbo	0	3
Cobre	0	2
Cromo Total + Cr ⁶⁺	0	3
Manganês	0	9
Mercúrio	0	1
Níquel	0	1
Zinco	0	9
Total de poluentes	5	14

Fonte: Cetesb – Sistema Estuarino de Santos e São Vicente, 2.001.

Os números nas colunas desse quadro indicam o seguinte:

Coluna A – nº de instalações portuárias nas quais o poluente está presente nos materiais manipulados ou armazenados.

Coluna B – nº de instalações portuárias nas quais o poluente foi detectado nos efluentes, pelo menos uma vez, mesmo dentro do padrão respectivo.

POLUIÇÃO ASSOCIADA A ÁREAS CONTAMINADAS

Na área de estudo estão localizadas várias áreas contaminadas, várias delas já desativadas, mas que representam um importante potencial poluidor dos recursos hídricos superficiais na região. No citado relatório, essas áreas foram levantadas e avaliadas quanto ao seu potencial de poluição. As áreas identificadas foram as seguintes:

- Áreas de disposição de resíduos sólidos urbanos (aterros sanitários e lixões): 5 áreas.
- Áreas industriais contaminadas: 6 áreas.
- Áreas de disposição irregular de resíduos sólidos industriais: 8 áreas.
- Áreas de disposição de resíduos sólidos industriais: 6 áreas.

Os poluentes detectados em amostragens de águas são apresentados no **Quadro 9.3-48**.

Quadro 9.3-48 Poluentes associados às áreas contaminadas na região

Poluente	(a)	(b)	(c)	(d)
Fósforo	1	0	0	5
Nitrogênio	2	1	0	4
Cianeto	1	1	0	0
Fluoretos	1	0	0	2
Sulfetos	1	0	0	1
Fenóis	1	3	0	0
Solventes Aromáticos	1	3	0	1
Solventes halogenados	1	1	7	0
Organoclorados Aromáticos	1	0	7	3
Pesticidas Organoclorados	1	0	7	0
Carbamatos	1	1	0	1
Arsênio	1	2	0	4
Cádmio	1	1	0	4
Chumbo	1	0	0	4
Cobre	2	0	0	4
Cromo Total	1	0	0	4
Manganês	2	2	0	4
Mercúrio	1	0	0	4
Níquel	1	1	0	4
Zinco	1	0	0	5
Total de poluentes	20	10	3	16

MONITORAMENTO CETESB

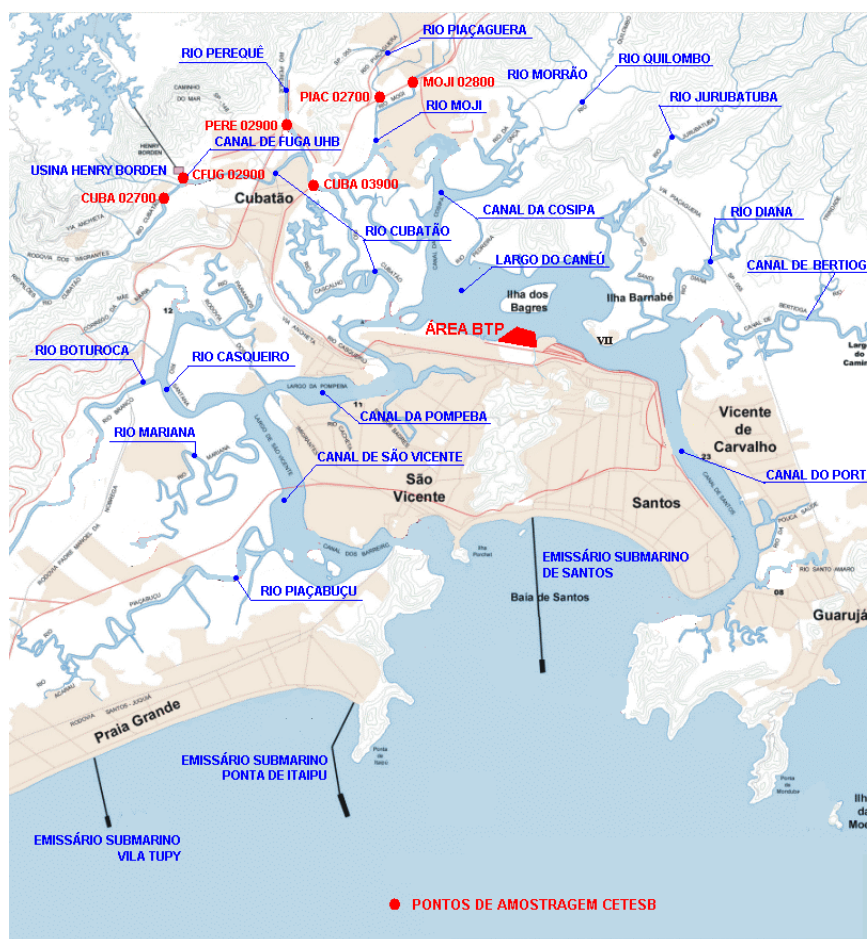
A Cetesb realiza o monitoramento da qualidade das águas nas UGRHIs do Estado de São Paulo, e os resultados são publicados anualmente no Relatório de Qualidade das Águas Interiores. Para a UGRHI 7 são definidos 8 pontos de monitoramento em rios, conforme mostrado no **Quadro 9.3-49**.

Quadro 9.3-49 Pontos de amostragem da qualidade das águas superficiais

Código Cetesb	Corpo Hídrico	Local de Amostragem	Município
CAMO 00900	Res. Capivari-Monos	Junto à Estação de Recalque da Sabesp.	Embu-Guaçu
CFUG 02900	Canal de Fuga da Usina Henry Borden	Na saída da turbina da Usina Externa	Cubatão
CUBA 02700	Rio Cubatão	Na ponte Preta, em frente à antiga Estação de Tratamento de Água do Rio Cubatão.	Cubatão
CUBA 03900	Rio Cubatão	Ponte da estrada de ferro Santos-Jundiá, a cerca de 1,5 km a jusante da confluência com o Rio Perequê	Cubatão
MOGI 02800	Rio Mogi	Ponte da Rodovia Piaçaguera-Guarujá	Cubatão
MOGI 07900	Rio Mogi	Na foz do rio, defronte ao Dique do Furadinho (Cosipa)	Cubatão
PERE 02900	Rio Perequê	Junto à captação da Carbocloro	Cubatão
PIAC 02700	Rio Piaçaguera	Proximo da foz no Rio Mogi	Cubatão

Fonte: Cetesb – Relatório Qualidade das Águas Interiores, 2.006.

Na **Figura 9.3-12** é mostrada um mapa com a localização desses pontos.



Fonte: Adaptado de Cetesb – Relatório Sistema Estuarino de Santos e São Vicente – 2.001

Figura 9.3-12 Pontos de amostragem da Cetesb

No **Quadro 9.3-50** são apresentados os dados de qualidade de água obtidos pela Cetesb nesses pontos.

Quadro 9.3-50 Qualidade das águas (médias por período)

Parâmetro	Período	CFUG 02900	CUBA 02700	CUBA 03900	MOJI 02800	PERE 02900	PIAC 02700
Condutividade	1.996-2.005	142	43	1.629	274	108	1.481
	2.006	147	40	681	172	43	3.461
Turbidez	1.996-2.005	3	8	8	7	5	16
	2.006	4	8	14	9	11	52
Nitrogênio Amoniacal	1.996-2.005	0,10	0,06	0,66	7,34	0,09	6,36
	2.006	0,17	0,10	0,29	8,43	0,08	4,52
Oxigênio Dissolvido	1.996-2.005	7,4	7,1	6,5	6,5	6,5	4,0
	2.006	7,3	6,7	6,4	6,7	7,0	5,0
DBO (*)	1.996-2.005	2,6	1,9	3,3	2,3	2,3	4,7
	2.006	6,5	5,8	6,8	5,5	5,8	7,8
Fósforo total	1.996-2.005	0,082	0,06	0,364	2,979	0,454	40,388
	2.006	0,062	0,153	0,097	0,670	0,050	13,480
Coliformes termot.	1.996-2.005	60	1.300	12.000	2.400	280	7.000
	2.006	46	1.900	14.000	820	400	13.000

Obs. No Ponto Moji 07900 o monitoramento é restrito a sedimentos. O Ponto CAMO 00900 visa monitorar a qualidade da água revertida para a RMSP.

(*) Demanda Bioquímica de Oxigênio.

Fonte: Cetesb – Relatório Qualidade das Águas Interiores, 2.006.

Uma análise dos números do **Quadro 9.3-50** leva a concluir o seguinte:

- Os dados de Condutividade mostram que os pontos afetados por marés são CUBA 03900 e PIAC 02700, este último com maior intensidade.
- Os dados de Fósforo e Nitrogênio Amoniacal mostram que os pontos com maiores níveis de poluição são MOJI 02800 e PIAC 02700, seguidos por CUBA 03900.
- Os teores de fósforo no PIAC 02700 são altíssimos, indicando despejos de origem industrial.
- A qualidade da água nesses pontos, de uma forma geral, melhorou em 2.006, em relação à década 1.996-2.005.

No **Quadro 9.3-51** são apresentados os valores do IQA – Índice de Qualidade das Águas, calculados pela Cetesb para o ano de 2.006.

Quadro 9.3-51 Valores do IQA da Cetesb

Código do Ponto	Corpo D'Água	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ	Média
CFUG02900	Canal de Fuga II da UHE Henry Borden		85		72		78		71		78		79	77
CUBA02700	Rio Cubatão		48		72		65		66		63		73	65
CUBA03900	Rio Cubatão		52		61		51		56		55		62	56
MOJI02800	Rio Moji		41		66		47				61		58	55
PERE02900	Rio Perequê		64		71		61		68		61		79	67
PIAC02700	Rio Piaçaguera		32		37		25		30		45		41	35

Classificação



Ótima



Boa



Regular



Ruim



Péssima

Fonte: Cetesb – Relatório Qualidade das Águas Interiores, 2.006

De acordo com esses dados, o rio com qualidade mais comprometida, no ponto monitorado, seria o Rio Piaçaguera, que, como visto acima, vem recebendo descartes de efluentes com altos teores de Fósforo e Nitrogênio Amoniacal, provavelmente de origem predominantemente industrial.

Segundo a avaliação da Cetesb (Relatório Qualidade das Águas Interiores, 2.006), "apesar da melhoria no Rio Piaçaguera, a partir de 2000, com uma redução nas concentrações de fósforo, este ainda apresenta valores extremamente elevados de P total, com a maior média encontrada (13,5 mg/L) para o Estado de São Paulo. Ressalta-se que esse rio possui uma baixa capacidade de autodepuração, não conseguindo absorver os efluentes das indústrias presentes na sua bacia de drenagem, apesar de que estas atendem aos padrões de lançamento; portanto, haveria necessidade da implantação de sistemas de tratamento dos efluentes mais avançados".

A avaliação conclui também que "independente de 2006 apresentar-se mais seco, a elevação dos valores de nitrogênio amoniacal identificados nas águas do Rio Mogi evidencia a necessidade da continuidade do controle ambiental das indústrias instaladas nesta sub-bacia, com vistas a reduzir a carga de nutrientes, principalmente dos efluentes finais, bem como das ocupações irregulares que aumentam a carga difusa. Esse rio apresentou ainda nos últimos anos, vários episódios de pH inferior a 6, que podem estar relacionados aos registros de toxicidade a *Ceriodaphnia dubia*".

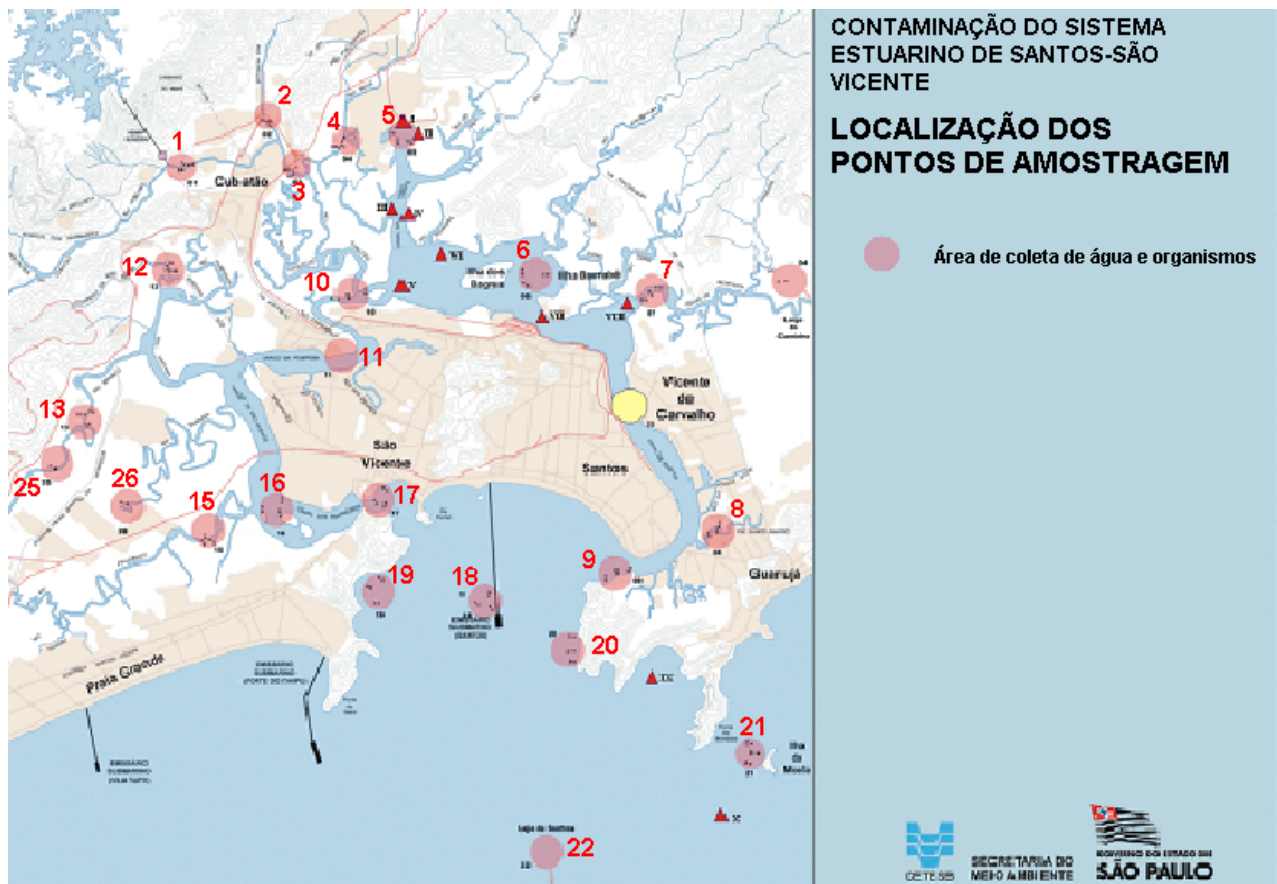
ESTUDO CETESB 2.000

No período 1999-2000 a Cetesb realizou um extenso levantamento da qualidade das águas do estuário, incluindo os compartimentos água, sedimentos e organismos aquáticos. Esse levantamento consta do relatório "Sistema Estuarino de Santos e São Vicente (2001)", já referido anteriormente aqui.

A avaliação se baseou em estudos anteriores realizados pela Cetesb e, principalmente, em um programa de amostragem específico para esta avaliação, realizado no ano de 1999. Os estudos anteriores são os seguintes:

- Estudos realizados em 1974, 1976 e 1979 pela Cetesb avaliando os impactos da poluição sobre as águas, sedimentos e organismos aquáticos no estuário e baía de Santos.
- Estudo realizado em 1984 sobre a contaminação e toxicidade da água dos rios Perequê, Cubatão, Mogi, Perdido e Piaçaguera, em Cubatão.
- Levantamento realizado em 1988 sobre a contaminação dos rios Cubatão, Perequê, Piaçaguera e Casqueiro.

O levantamento realizado em 1999 consistiu de uma amostragem em 26 pontos, abrangendo rios, estuário e mar em toda a área de influência das cargas poluentes. Na **Figura 9.3-13** são mostrados os pontos de amostragem selecionados.



Fonte: Relatório Sistema Estuarino de Santos e São Vicente – Cetesb, 2.001.

Figura 9.3-13 Localização dos pontos de amostragem do estudo realizado pela Cetesb em 1.999

A amostragem consistiu de:

- 22 amostras de água.
- 63 amostras de sedimentos.
- 161 amostras de peixes, crustáceos e moluscos.

As análises dessas amostras incluíram 120 parâmetros, abrangendo os seguintes grupos:

- Metais pesados e arsênio.
- Pesticidas organoclorados.
- Organoclorados aromáticos.
- Organofosforados.
- Herbicidas e outros pesticidas.
- Compostos fenólicos.

- Hidrocarbonetos poliaromáticos (PAHs).
- Solventes aromáticos e halogenados.
- Bifenilas policloradas (PCBs).
- Dioxinas e furanos.

Para efeito da avaliação feita sobre a qualidade das águas, foram delimitadas 5 zonas de influência:

- **Zona I – Rios de Cubatão:** representando os cursos d'água que contribuem diretamente para o Estuário de Santos (rios Cubatão, Perequê, Mogi e Piaçaguera) e constituem os corpos receptores dos efluentes industriais do município e das águas contaminadas do Sistema Alto Tietê (Região Metropolitana de São Paulo), via canal de fuga da Usina Hidrelétrica Henry Borden. São corpos de água doce com pequena ou nenhuma influência da cunha salina, enquadrados nas Classes 2 (pontos 1, 2 e 4) e 3 (ponto 3) descritas na Resolução Conama (1986).
- **Zona II – Estuário de Santos:** englobando todos os canais estuarinos e trechos de rios sob influência direta do regime de marés e que recebem a drenagem dos municípios de Cubatão, Santos e Guarujá. Esta zona engloba integralmente os canais portuários da Cosipa e do Porto de Santos e o trecho ocidental do canal de Bertioga (pontos 23 e 24), cujas águas drenam para o canal de Santos. Estas águas sendo salobras, são enquadradas na Classe 1 da Resolução nº 357 do Conama. Esta zona recebe a influência direta dos efluentes das indústrias Cosipa, Ultrafertil e Dow Química, dos terminais portuários (pontos 5, 6, 7 e 8), além dos esgotos domésticos e do chorume do Lixão da Alemoa (ponto 10).
- **Zona III – Estuário de São Vicente:** incluindo os canais estuarinos e rios sob influência direta do regime de marés e que recebem a drenagem dos municípios de São Vicente e Praia Grande, com destaque para os rios Branco, Mariana e Piaçabuçu (pontos 12, 13, 14, 15, 16, 25 e 26). As águas são salobras, sendo enquadradas na Classe 1 – Águas Salobras. O estuário recebe contribuições de poluentes oriundos de áreas contaminadas por resíduos com organoclorados e metais pesados, bem como é receptor de esgotos in natura e do chorume do Lixão de Sambaiatuba (ponto 11).
- **Zona IV – Baía de Santos:** ambiente marinho delimitado pelas pontas de Itaipú, em São Vicente, e da Monduba, no Guarujá (ponto 9, 25, 26, 27 e 28). Este compartimento, relativamente abrigado, recebe as contribuições dos canais de Santos e São Vicente, constituindo-se numa zona de mistura da água do mar com as águas salobras provenientes dos estuários. As águas são salinas, enquadrando-se na Classe 1 – Águas Salinas, da Resolução Conama (1986). As principais fontes de poluição direta nesta zona são os esgotos lançados pelo emissário submarino de Santos e dos canais de drenagem urbana e os sedimentos dragados do canal portuário, os quais foram, no passado, lançados indevidamente dentro da baía.
- **Zona V – Zona Marinha Adjacente:** região costeira adjacente, situada em mar aberto, com profundidades superiores a 15 metros, sob influência direta das correntes marinhas. Suas águas são salinas, enquadradas na Classe 1 – Águas Salinas. Como fontes de poluição direta destacam-se a disposição de sedimentos contaminados dragados dos canais portuários de Santos e da Cosipa e o lançamento de esgotos pelos emissários de Guarujá e Praia Grande.

No **Quadro 9.3-52** é mostrada uma síntese dos resultados encontrados na amostragem efetuada.

Quadro 9.3-52 Síntese dos resultados do levantamento de qualidade das águas no estuário – Cetesb (2001)

Parâmetros	Nº Pontos Amostrados	Nº Dados (*)	% Detectada	% Acima do Limite
Metais pesados (8 parâmetros)	22	176	19	1,2
Solventes aromáticos (5 parâmetros)	22	44	2,5	2,5
Solventes halogenados (5 p.)	22	110	0	0
Organoclorados aromáticos (9 p.)	22	198	0	0
Bifenilas policloradas – PCBs (18 p.)	22	396	0	-
Pesticidas organoclorados (21 p.)	22	462	0,1	0,1
Compostos fenólicos (17 p.)	22	374	0,5	0,5
Hidrocarbonetos policíclicos aromáticos (PAHs) (17 p.)	22	22	0	0

Fonte: Relatório Sistema Estuarino de Santos e São Vicente – Cetesb, 2.001.

(*) O nº de dados corresponde ao produto do nº de pontos amostrados pelo nº de parâmetros analisados em cada grupo de parâmetros.

No **Quadro 9.3-53** são apresentados dados de metais pesados encontrados na amostragem efetuada. Esses dados se referem também a uma amostra coletada em cada ponto.

Quadro 9.3-53 Dados de metais pesados encontrados em amostras de água coletadas no estuário

Zona	Ponto	Cd	Pb	Cu	Cr	Hg	Ni	Zn
Bacia de Cubatão	1	<0,001	<0,002	0,006	< 0,05	< 0,0001	< 0,01	0,01
	2	<0,001	<0,002	<0,003	< 0,05	< 0,0001	< 0,01	0,08
	3	<0,001	<0,002	0,003	< 0,05	< 0,0001	< 0,01	< 0,01
	4	<0,001	<0,002	<0,003	< 0,05	< 0,0001	< 0,01	< 0,01
Estuário de Santos	5	<0,001	<0,002	<0,003	< 0,05	< 0,0001	0,05	< 0,01
	6	<0,001	<0,002	<0,003	< 0,05	< 0,0001	0,05	0,05
	7	<0,001	<0,002	<0,003	< 0,05	< 0,0001	0,28	< 0,01
	8	<0,001	<0,002	<0,003	< 0,05	< 0,0001	0,08	< 0,01
	9	<0,001	0,008	<0,003	< 0,05	< 0,0001	0,10	< 0,01
	10	<0,001	<0,002	<0,003	< 0,05	< 0,0001	0,06	< 0,01
Estuário de São Vicente	11	<0,001	<0,002	<0,003	< 0,05	< 0,0001	0,06	0,02
	12	<0,001	<0,002	0,03	< 0,05	< 0,0001	< 0,01	< 0,01
	13	<0,001	<0,002	<0,003	< 0,05	< 0,0001	< 0,01	< 0,01
Estuário de São Vicente	14	<0,001	<0,002	<0,003	< 0,05	< 0,0001	0,05	< 0,01
	15	<0,001	<0,002	<0,003	< 0,05	< 0,0001	0,07	< 0,01
	16	<0,001	<0,002	<0,003	< 0,05	< 0,0001	0,09	< 0,01
Baía de Santos	17	0,002	<0,002	<0,003	< 0,05	< 0,0001	0,09	< 0,01
	18	<0,001	0,020	<0,003	< 0,05	< 0,0001	0,07	< 0,03
	19	0,002	0,008	<0,003	< 0,05	< 0,0001	0,08	< 0,03
	20	<0,005	0,008	<0,003	< 0,05	< 0,0001	0,08	< 0,03
Zona Marinha Adjacente	21	0,007	0,010	<0,003	< 0,05	< 0,0001	0,07	< 0,01
	22	0,005	0,020	<0,003	< 0,05	< 0,0001	0,05	< 0,01

Fonte: Relatório Sistema Estuarino de Santos e São Vicente – Cetesb, 2.001

Pode-se concluir, pelos dados dos **Quadros 9.3-52 e 9.3-53**, que na ocasião do levantamento as águas do estuário não apresentavam, de uma forma geral, níveis significativos de contaminação por substâncias potencialmente tóxicas. Com relação, especificamente, a metais pesados, essa condição é constatada também, inclusive na zona de influência da Cosipa (pontos 3, 4 e 5).

Já o uso das águas como receptoras de esgotos é clandestino, na medida em que os canais de drenagem que cortam a cidade de Santos, recebem ligações de esgotos não cadastradas pela Sabesp.

Com relação à Cosipa, e de acordo com o zoneamento adotado, as zonas de interesse para a análise feita aqui são as Zonas I e II

Pela localização dos pontos de amostragem, pode-se concluir que o ponto mais diretamente impactado pela Cosipa é o ponto 5, representativo da Bacia de Evolução. As conclusões do Relatório em tela, quanto às condições dos três compartimentos analisados (águas, sedimentos e organismos aquáticos), apontam o seguinte:

- Água – não foram detectados níveis significativos de contaminação das águas, em nenhuma das zonas, inclusive no ponto 5, com exceção do cádmio e chumbo, para os quais 9% das amostras apresentaram valores superiores ao limite da Resolução nº 357 do Conama.
- Sedimentos – foram detectados níveis altos de contaminação dos sedimentos, atingindo, em muitos casos, valores muitas vezes superiores ao limite considerado tóxico para organismos aquáticos. As áreas mais contaminadas são as mais próximas às fontes de poluição.
- Organismos aquáticos – em relação a esse item, o relatório aponta que os níveis de contaminação observados se reduziram em relação à situação relatada em estudos anteriores, embora substâncias não incluídas nesses estudos, como dioxinas e furanos, apresentaram bioacumulação em várias espécies. As zonas maiores responsáveis pelos níveis altos de bioacumulação são a bacia do Rio Cubatão e o Estuário de Santos.

O relatório aponta que "a área mais crítica da Baixada Santista quanto a contaminação dos sedimentos é a região da bacia de evolução da Cosipa (ponto 5) onde foram encontradas as maiores concentrações de Bifenilas Policloradas (PCBs), Hidrocarbonetos Policíclicos Aromáticos (PAHs), como por exemplo o benzo(a)pireno (em níveis de extremamente elevados). Ressalta-se também, neste local, a presença de outras substâncias como metais pesados (cádmio, chumbo, cobre, cromo, mercúrio, níquel e zinco) e compostos fenólicos em concentrações que podem causar efeitos tóxicos aos organismos aquáticos segundo critérios da agência ambiental canadense".

Com relação à disposição marinha do material retirado em operações anteriores de dragagem dos sedimentos, o relatório indica que "sedimentos da região marinha adjacente à baía de Santos já apresentam concentrações que podem causar efeitos tóxicos à biota residente que são provavelmente provenientes da disposição de material dragado do canal do Porto de Santos e da região da Cosipa".

D) CONCLUSÕES

Os dados e informações apresentados levam às seguintes conclusões:

- A região da Baixada Santista, especialmente na zona central, que engloba os municípios de Santos, São Vicente, Cubatão, Guarujá e Praia Grande, se encontram em uma situação crítica em termos de disponibilidade de água, frente à demanda atual e, principalmente, à demanda futura.

- As águas dos rios que afluem para o Estuário de Santos-São Vicente apresentam boa qualidade no seu trecho de serra, como consequência do estado de preservação nas bacias correspondentes a esses trechos. Nos trechos de planície, em virtude do processo de expansão urbana que se verifica na região, em muitos casos com ocupação irregular, observa-se uma tendência de agravamento na qualidade das águas, por despejos de esgotos.
- As águas do Estuário de Santos-São Vicente apresentam, em alguns pontos específicos, altos níveis de poluição, como é o caso do Rio Piaçaguera em relação ao fósforo. Os níveis de contaminação por substâncias tóxicas, entretanto, diminuíram bastante em relação ao que se observava em épocas passadas, mais exatamente até meados da década de 1980. Essa melhora é atribuída às medidas de controle implementadas a partir de 1984, especialmente pelas indústrias, voltadas para a redução das cargas poluentes lançadas.
- O acúmulo de contaminantes tóxicos nos sedimentos dos canais estuarinos, que ocorreu principalmente no período anterior ao Programa de Recuperação da Qualidade Ambiental de Cubatão, iniciado em 1984, representa um passivo ambiental importante, que obriga a cuidados especiais nas operações periódicas de dragagem dos canais estuarinos, necessárias para manutenção de condições de navegabilidade nesses canais.
- Assim como os sedimentos, as áreas contaminadas abandonadas constituem também um importante passivo ambiental, pelo seu potencial de contaminação das águas superficiais. Esse é o caso, de especial interesse no caso do empreendimento abordado aqui, do Lixão da Alemoa.

9.3.9.2 Qualidade da água e sedimentos na AID

A Área de Influência Direta – AID – corresponde à parte da bacia do Rio Cubatão (Sub-UGRHI 7.2, que inclui as sub-bacias 8 a 16 – vide **Desenho 9.2-1**), e que se encontra sob influência do regime de marés, incluindo os canais formadores do estuário (Piaçaguera, da Cosipa, do Porto e parte do canal de Bertioga) e os trechos finais dos rios afluentes ao Estuário de Santos, sujeitos à influência de marés. Além desses, é incluída também a Baía de Santos, tanto pela possibilidade de dispersão de eventuais poluentes para a baía, através do canal do Porto, como pelo aumento do tráfego de navios.

Ao lado do terreno onde será instalado o Terminal se localiza o Córrego Saboó, um curso d'água de pequeno porte, "parcialmente canalizado e encoberto, que nasce no morro do São Bento, passa pelo terreno do conjunto habitacional existente ao lado do cemitério da Filosofia (Rua Flaminio Levy), atravessa a Avenida Pres. Getúlio Dorneles Vargas e a área da ferrovia em direção ao estuário, aonde chega depois de se juntar com um braço do Rio São Jorge (logo após atravessarem ambos a Avenida Engenheiro Augusto Barata), recebendo ainda águas de pequeno afluente que nasce no próprio terreno da ferrovia", conforme descrição encontrada no jornal eletrônico Novo Milênio (www.novomilenio.inf.br).

A qualidade das águas nesses corpos superficiais foi já mostrada no item referente à AII, por meio dos dados disponíveis para alguns pontos de monitoramento da Cetesb. No **Quadro 9.3-35**, apresentado naquele item, pode-se identificar os pontos com salinidade elevada, e que correspondem, portanto, a águas submetidas à influência de marés. Esses pontos são: CUBA 03900 e PIAC 02700.

Os dados de qualidade da água obtidos pela Cetesb nesses pontos mostram que, embora tendo melhorado nos últimos anos, os níveis de poluição são ainda altos, especialmente os indicados pelos dados do ponto PIAC 02700, com relação ao Fósforo.

Além desses, os únicos dados disponíveis sobre a qualidade das águas no estuário são os do estudo feito pela Cetesb em 2.000, já apresentado também aqui no item sobre a AII. Os pontos incluídos nesse estudo e que são os mais próximos da área onde será instalado o Terminal, são os pontos 6 e 10, conforme se vê no mapa de localização dos pontos de amostragem (vide **Figura 9.3-9**).

A área abrangida pelo estudo foi dividida em 5 zonas. Pela delimitação dessas zonas, pode-se ver que a área do Terminal fica incluída na Zona II, correspondente ao Estuário de Santos. As conclusões desse estudo indicam que os níveis de contaminação das águas no estuário por substâncias tóxicas, naquela ocasião, não eram significativos. Já com relação aos sedimentos, os dados mostraram altos níveis de contaminação por alguns compostos, especialmente PAHs (Hidrocarbonetos Poli-Aromáticos).

O estudo sugere também que as principais fontes de contaminação das águas do estuário são os efluentes industriais, que sofreram redução drástica nos anos mais recentes, como resultado dos programas de redução da poluição na região. Os sedimentos, porém, ainda retém grande parte dos contaminantes lançados em épocas passadas, o que representa um problema sério no caso de operações de dragagem dos canais estuarinos.

Para efeito de caracterização mais detalhada especificamente das águas mais próximas à área do futuro Terminal, foi empreendida uma campanha de amostragens em pontos localizados no entorno da área do canal Piaçaguera.

Na **Figura 9.3-14** são mostrados os pontos definidos para a campanha de amostragens da qualidade da água e sedimentos nas proximidades da AID.



Fonte: Adaptado de Waterloo – Consultoria Ambiental – incluir data

Figura 9.3-14 Pontos de amostragem da qualidade da água

Os dados dessa campanha são mostrados no **Quadro 9.3-54**.

Quadro 9.3-54 Qualidade das águas superficiais próximas à área do empreendimento

Parâmetros	Unidade	PA-AR-01	PA-AR-02	PA-AR-03	PA-AR-04	PA-AR-05	PA-AR-06	PA-AR-07	PA-AR-08	PA-AR-09	PA-AR-10	Conama 357
												Águas Salobras
Metais e semi-metais												
Alumínio dissolvido	mg/L	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	0,1
Arsênio	mg/L	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	0,01
Berílio	mg/L	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	0,0053
Boro	mg/L	2,604	2,417	2,766	3,234	2,715	2,378	2,102	2,439	2,275	1,91	0,5
Cádmio	mg/L	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	0,005
Chumbo	mg/L	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	0,01
Cobre dissolvido	mg/L	0,021	0,019	0,0184	0,0194	0,0195	0,0192	0,0224	0,0175	0,019	0,018	0,005
Cromo	mg/L	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	0,05
Ferro dissolvido	mg/L	<0,3	<0,3	<0,3	<0,3	<0,3	<0,3	<0,3	<0,3	<0,3	<0,3	0,3
Fósforo	mg/L	0,437	0,505	0,354	<0,1	0,324	0,362	0,518	0,465	0,478	0,545	0,124
Fósforo dissolvido	mg/L	0,401	0,355	0,236	<0,1	0,244	0,286	0,393	0,454	0,413	<0,3	-
Manganês	mg/L	0,082	0,079	0,062	<0,010	0,0661	0,066	0,101	0,117	0,105	0,14	0,1
Mercúrio	mg/L	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	0,0003	0,0002
Níquel	mg/L	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	0,025
Prata	mg/L	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	0,005
Selênio	mg/L	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	0,01
Zinco	mg/L	<0,09	<0,09	<0,09	<0,09	<0,09	<0,09	<0,09	<0,09	<0,09	<0,09	0,09
Pesticidas Organoclorados												
Aldrin (1)	µg/L	<0,0025	<0,0025	<0,0025	<0,0025	<0,0025	<0,0025	<0,0025	<0,0025	<0,0025	<0,0025	0,0019
α-BHC	µg/L	<0,0025	<0,0025	<0,0025	<0,0025	<0,0025	<0,0025	<0,0025	<0,0025	<0,0025	<0,0025	
β-BHC	µg/L	<0,0025	<0,0025	<0,0025	<0,0025	<0,0025	<0,0025	<0,0025	<0,0025	<0,0025	<0,0025	
γ-BHC (Lindano)	µg/L	<0,0025	<0,0025	<0,0025	<0,0025	<0,0025	<0,0025	<0,0025	<0,0025	<0,0025	<0,0025	0,004
δ-BHC	µg/L	<0,0025	<0,0025	<0,0025	<0,0025	<0,0025	<0,0025	<0,0025	<0,0025	<0,0025	<0,0025	
α-Clordano	µg/L	<0,0025	<0,0025	<0,0025	<0,0025	<0,0025	<0,0025	<0,0025	<0,0025	<0,0025	<0,0025	
γ-Clordano	µg/L	<0,0025	<0,0025	<0,0025	<0,0025	<0,0025	<0,0025	<0,0025	<0,0025	<0,0025	<0,0025	
4,4-DDD (2)	µg/L	<0,0025	<0,0025	<0,0025	<0,0025	<0,0025	<0,0025	<0,0025	<0,0025	<0,0025	<0,0025	0,001
4,4-DDE (2)	µg/L	<0,0025	<0,0025	<0,0025	<0,0025	<0,0025	<0,0025	<0,0025	<0,0025	<0,0025	<0,0025	0,001
4,4-DDT (2)	µg/L	<0,0025	<0,0025	<0,0025	<0,0025	<0,0025	<0,0025	<0,0025	<0,0025	<0,0025	<0,0025	0,001
Dieldrin (1)	µg/L	<0,0025	<0,0025	<0,0025	<0,0025	<0,0025	<0,0025	<0,0025	<0,0025	<0,0025	<0,0025	0,0019
Endosulfan I	µg/L	<0,0025	<0,0025	<0,0025	<0,0025	<0,0025	<0,0025	<0,0025	<0,0025	<0,0025	<0,0025	0,01
Endosulfan II	µg/L	<0,0025	<0,0025	<0,0025	<0,0025	<0,0025	<0,0025	<0,0025	<0,0025	<0,0025	<0,0025	0,01
Endosulfan sulfato	µg/L	<0,0025	<0,0025	<0,0025	<0,0025	<0,0025	<0,0025	<0,0025	<0,0025	<0,0025	<0,0025	0,01
Endrin	µg/L	<0,0025	<0,0025	<0,0025	<0,0025	<0,0025	<0,0025	<0,0025	<0,0025	<0,0025	<0,0025	0,004
Endrin aldeído	µg/L	<0,0025	<0,0025	<0,0025	<0,0025	<0,0025	<0,0025	<0,0025	<0,0025	<0,0025	<0,0025	
Endrin cetona	µg/L	<0,0025	<0,0025	<0,0025	<0,0025	<0,0025	<0,0025	<0,0025	<0,0025	<0,0025	<0,0025	
Heptacloro (3)	µg/L	<0,0025	<0,0025	<0,0025	<0,0025	<0,0025	<0,0025	<0,0025	<0,0025	<0,0025	<0,0025	0,001
Heptacloro epóxido (3)	µg/L	<0,0025	<0,0025	<0,0025	<0,0025	<0,0025	<0,0025	<0,0025	<0,0025	<0,0025	<0,0025	0,001

Parâmetros	Unidade	PA-AR-01	PA-AR-02	PA-AR-03	PA-AR-04	PA-AR-05	PA-AR-06	PA-AR-07	PA-AR-08	PA-AR-09	PA-AR-10	Conama 357
												Águas Salobras
Pesticidas Organoclorados												
Hexaclorobenzeno	µg/L	<0,0025	<0,0025	<0,0025	<0,0025	<0,0025	<0,0025	<0,0025	<0,0025	<0,0025	<0,0025	
Metoxicloro	µg/L	<0,025	<0,025	<0,025	<0,025	<0,025	<0,025	<0,025	<0,025	<0,025	<0,025	0,03
Toxafeno	µg/L	<0,25	<0,25	<0,25	<0,25	<0,25	<0,25	<0,25	<0,25	<0,25	<0,25	0,0002
Voláteis												
1,1-dicloroetano	µg/L	<3	<3	<3	<3	<3	<3	<3	<3	<3	<3	-
1,1,1,2-tetracloroetano	µg/L	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	-
1,1,1-tricloroetano	µg/L	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	-
1,1,2,2-tetracloroetano	µg/L	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	-
1,1,2-tricloroetano	µg/L	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	-
1,1-dicloroetano	µg/L	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	-
1,1-dicloropropeno	µg/L	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	-
1,2,3,4-tetraclorobenzeno	µg/L	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	-
1,2,3,5-tetraclorobenzeno	µg/L	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	-
1,2-dibromoetano	µg/L	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	-
1,2-diclorobenzeno	µg/L	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	-
1,2-dicloroetano	µg/L	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	-
1,2-dicloropropano	µg/L	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	-
1,3,5-triclorobezeno	µg/L	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	-
1,3-diclorobenzeno	µg/L	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	-
1,4-diclorobenzeno	µg/L	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	-
Benzeno	µg/L	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	700
Bromoclorometano	µg/L	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	-
Bromodiclorometano	µg/L	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	-
Bromoformio	µg/L	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	-
Bromometano	µg/L	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	-
cis-1,2-dicloroetano	µg/L	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	-
cis-1,3-dicloropropeno	µg/L	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	-
Cloreto de Vinila	µg/L	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	-
Clorobenzeno	µg/L	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	-
Clorofórmio	µg/L	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	-
Clorometano	µg/L	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	-
Dibromoclorometano	µg/L	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	-
Dibromometano	µg/L	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	-
Diclorometano	µg/L	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	-
Estireno	µg/L	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	-
Etilbenzeno	µg/L	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	25
Metil-t-butil-eter	µg/L	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	-
Tetracloroeto de carbono	µg/L	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	-
Tetracloroetano	µg/L	<3	<3	<3	<3	<3	<3	<3	<3	<3	<3	-
Tolueno	µg/L	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	215

Parâmetros	Unidade	PA-AR-01	PA-AR-02	PA-AR-03	PA-AR-04	PA-AR-05	PA-AR-06	PA-AR-07	PA-AR-08	PA-AR-09	PA-AR-10	Conama 357
												Águas Salobras
Voláteis												
trans-1,2-dicloroeteno	µg/L	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	-
trans-1,3-dicloropropeno	µg/L	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	-
Triclorobenzeno (1,2,3-TCB + 1,2,4-TCB)	µg/L	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	80
Tricloroeteno	µg/L	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	-
Triclorofluormetano	µg/L	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	-
Xilenos	µg/L	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	-
Semivoláteis												
1,2,4-triclorobenzeno	µg/L	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	-
1,2-diclorobenzeno	µg/L	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	-
1,3-diclorobenzeno	µg/L	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	-
1,4-diclorobenzeno	µg/L	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	-
2,4,5-triclorofenol	µg/L	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	-
2,4,6-triclorofenol	µg/L	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	-
2,4-diclorofenol	µg/L	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	-
2,4-dimetilfenol	µg/L	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	-
2,4-dinitrofenol	µg/L	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	-
2,4-dinitrotolueno	µg/L	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	-
2,6-dinitrotolueno	µg/L	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	-
2-clorofenol	µg/L	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	-
2 – Cloronaftaleno	µg/L	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	-
2-metilfenol	µg/L	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	-
3-metilfenol	µg/L	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	-
4-metilfenol	µg/L	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	-
2-metilnaftaleno	µg/L	<0,015	<0,015	<0,015	<0,015	<0,015	<0,015	<0,015	<0,015	<0,015	<0,015	-
2-nitroanilina	µg/L	<0,0005	<0,0005	<0,0005	<0,0005	<0,0005	<0,0005	<0,0005	<0,0005	<0,0005	<0,0005	-
2-nitrofenol	µg/L	<0,0005	<0,0005	<0,0005	<0,0005	<0,0005	<0,0005	<0,0005	<0,0005	<0,0005	<0,0005	-
3,3-diclorobenzidina	µg/L	<0,125	<0,125	<0,125	<0,125	<0,125	<0,125	<0,125	<0,125	<0,125	<0,125	-
3-nitroanilina	µg/L	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	-
4,6-dinitro-2-metilfenol	µg/L	<2,5	<2,5	<2,5	<2,5	<2,5	<2,5	<2,5	<2,5	<2,5	<2,5	-
4-bromofenil fenil éter	µg/L	<2,5	<2,5	<2,5	<2,5	<2,5	<2,5	<2,5	<2,5	<2,5	<2,5	-
4-cloro-3-metilfenol	µg/L	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	-
4-cloroanilina	µg/L	<2,5	<2,5	<2,5	<2,5	<2,5	<2,5	<2,5	<2,5	<2,5	<2,5	-
4-clorofenil fenil éter	µg/L	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	-
4-nitroanilina	µg/L	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	-
4-nitrofenol	µg/L	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	-
Acenaftileno	µg/L	<0,015	<0,015	<0,015	<0,015	<0,015	<0,015	<0,015	<0,015	<0,015	<0,015	-
Acenafteno	µg/L	<0,015	<0,015	<0,015	<0,015	<0,015	<0,015	<0,015	<0,015	<0,015	<0,015	-
Antraceno	µg/L	<0,015	<0,015	<0,015	<0,015	<0,015	<0,015	<0,015	<0,015	<0,015	<0,015	-
Benz(a)antraceno	µg/L	<0,015	<0,015	<0,015	<0,015	<0,015	<0,015	<0,015	<0,015	<0,015	<0,015	-
Benzo(a)pireno	µg/L	<0,015	<0,015	<0,015	<0,015	<0,015	<0,015	<0,015	<0,015	<0,015	<0,015	-

Parâmetros	Unidade	PA-AR-01	PA-AR-02	PA-AR-03	PA-AR-04	PA-AR-05	PA-AR-06	PA-AR-07	PA-AR-08	PA-AR-09	PA-AR-10	Conama 357
												Águas Salobras
Semivoláteis												
Benzo(b)fluoranteno	µg/L	<0,015	<0,015	<0,015	<0,015	<0,015	<0,015	<0,015	<0,015	<0,015	<0,015	-
Benzo(g,h,i)perileno	µg/L	<0,015	<0,015	<0,015	<0,015	<0,015	<0,015	<0,015	<0,015	<0,015	<0,015	-
Benzo(k)fluoranteno	µg/L	<0,015	<0,015	<0,015	<0,015	<0,015	<0,015	<0,015	<0,015	<0,015	<0,015	-
Bis(2-cloroetoxy)metano	µg/L	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	-
Bis-(2-cloroetil)éter	µg/L	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	-
2,2-Oxibis(1-cloropropano)	µg/L	<2,5	<2,5	<2,5	<2,5	<2,5	<2,5	<2,5	<2,5	<2,5	<2,5	-
Bis(2-etilhexil)ftalato	µg/L	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	-
Butilbenzilftalato	µg/L	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	-
Carbazole	µg/L	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	-
Criseno	µg/L	<0,015	<0,015	<0,015	<0,015	<0,015	<0,015	<0,015	<0,015	<0,015	<0,015	-
Dibenzo(a,h)antraceno	µg/L	<0,015	<0,015	<0,015	<0,015	<0,015	<0,015	<0,015	<0,015	<0,015	<0,015	-
Dibenzofurano	µg/L	<2,5	<2,5	<2,5	<2,5	<2,5	<2,5	<2,5	<2,5	<2,5	<2,5	-
Dietilftalato	µg/L	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	-
Dimetil ftalato	µg/L	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	-
Di-n-octilftalato	µg/L	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	-
Di-n-butilftalato	µg/L	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	-
Fenol	µg/L	<2,5	<2,5	<2,5	<2,5	<2,5	<2,5	<2,5	<2,5	<2,5	<2,5	-
Fluoranteno	µg/L	<0,015	<0,015	<0,015	<0,015	<0,015	<0,015	<0,015	<0,015	<0,015	<0,015	-
Fluoreno	µg/L	<0,015	<0,015	<0,015	<0,015	<0,015	<0,015	<0,015	<0,015	<0,015	<0,015	-
Hexaclorobutadieno	µg/L	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	-
Hexaclorociclopentadieno	µg/L	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	-
Hexacloroetano	µg/L	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	-
Indeno(1,2,3-cd)pireno	µg/L	<0,015	<0,015	<0,015	<0,015	<0,015	<0,015	<0,015	<0,015	<0,015	<0,015	-
Isoforona	µg/L	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	-
Naftaleno	µg/L	<0,015	<0,015	<0,015	<0,015	<0,015	<0,015	<0,015	<0,015	<0,015	<0,015	-
Nitrobenzeno	µg/L	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	-
n-nitrosodifenilamina	µg/L	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	-
n-nitroso-di-n-propilamina	µg/L	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	-
Fenantreno	µg/L	<0,015	<0,015	<0,015	<0,015	<0,015	<0,015	<0,015	<0,015	<0,015	<0,015	-
Pentaclorofenol	µg/L	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	7,9
Pireno	µg/L	<0,015	<0,015	<0,015	<0,015	<0,015	<0,015	<0,015	<0,015	<0,015	<0,015	-
3,4-diclorofenol	µg/L	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	-
2,3,4,5-tetraclorofenol	µg/L	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	-
2,3,4,6-tetraclorofenol	µg/L	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	-

Fonte: Waterloo – Consultoria Ambiental, 2.008.

Os dados desse quadro mostram que, dos 148 parâmetros analisados, nos 10 pontos amostrados, apenas 3 – Boro, Cobre dissolvido e Fósforo total – apresentaram concentrações acima do limite da Resolução nº 357 do Conama para águas salobras de Classe 1 (na qual estão enquadrados os corpos d'água analisados). Pode-se concluir, portanto, que os níveis de contaminação no local estavam relativamente baixos, por ocasião da amostragem feita.

Para alguns parâmetros, especificamente Aldrin, DDT e isômeros, Dieldrin, Heptacloro, Heptacloro epóxido e Toxafeno, não foi possível atestar a conformidade com os padrões, devido à discrepância entre os limites de detecção e os respectivos padrões. Isso, entretanto, não invalida a conclusão enunciada acima.

Além da água superficial, a campanha de amostragem incluiu também uma coleta dos sedimentos, nos mesmos pontos amostrados para água. Os resultados das análises dessas amostras, codificadas como PS-AR-01 a PS-AR-10, são apresentados no **Quadro 9.3-55**.

Os sedimentos da área do estuário apresentam grau de contaminação mais elevado que a água, como se pode constatar pelos dados acima. Levando-se em conta a melhora significativa ocorrida na qualidade da água, que resultou do programa de controle da poluição industrial em vigor desde a década de 1980, pode-se concluir que os níveis ainda altos de contaminação dos sedimentos se devem, provavelmente, ao acúmulo de contaminantes ocorrido em épocas passadas.

Para efeito de comparação entre os valores atuais, encontrados na amostragem feita para este estudo, e os dados obtidos nas campanhas de amostragens realizadas pela Cetesb em 2.000, já mencionados aqui, são apresentados no **Quadro 9.3-56** as faixas de valores observadas nessas duas campanhas de amostragem. São incluídos também nesse quadro os limites definidos pela *Environment Canada*, a agência ambiental canadense, para sedimentos em águas salobras e salinas. Esses limites são denominados TEL – *Threshold Effect Limit* – concentração abaixo da qual não são esperados efeitos adversos sobre organismos aquáticos, e PEL – *Probable Effect Level* – definido como a concentração acima da qual são esperados efeitos adversos sobre organismos aquáticos. Valores situados no intervalo entre o TEL e o PEL indicam condição em que podem eventualmente ocorrer efeitos adversos.

Quadro 9.3-55 Análises das amostras de sedimentos

Parâmetros	Unidade	PS-AR-01	PS-AR-02	PS-AR-03	PS-AR-04	PS-AR-05	PS-AR-06	PS-AR-07	PS-AR-08	PS-AR-09	PS-AR-10	Cetesb
												Intervenção Industrial
Metais e semi-metais												
Arsênio	mg/Kg	13,6	<3,00	9,88	12,9	<3,57	10,4	6,25	<4,41	<6,00	<5,00	150
Cádmio	mg/Kg	<0,71	<0,50	<0,61	<0,69	<0,60	<0,50	<0,48	<0,74	<1,00	<0,83	20
Chumbo	mg/Kg	22,3	14,8	20,4	32,5	20,6	12,1	13,9	30,3	55,2	51,5	900
Cobre	mg/Kg	16,0	12,0	19,8	28,5	17,5	12,5	11,4	28,2	53,0	51,8	600
Cromo	mg/Kg	36,1	17,4	30,5	39,3	23,0	17,4	16,7	24,9	36,6	35,7	400
Fósforo	mg/Kg	744	645	826	1133	824	628	576	1069	1443	1204	-
Mercúrio	mg/Kg	0,30	0,22	<0,24	0,67	<0,24	0,21	0,38	0,83	0,94	0,46	70
Níquel	mg/Kg	13,1	6,20	11,1	15,0	8,21	7,00	6,06	9,85	14,2	14,8	130
Zinco	mg/Kg	90,7	73,5	67,1	119	92,4	64,6	72,0	170	266	251	2000
Pesticidas Organoclorados												
Aldrin	µg / Kg	<0,33	<0,33	<0,33	<0,33	<0,33	<0,33	<0,33	<0,33	<0,33	<0,33	0,03
α-BHC	µg / Kg	<0,33	<0,33	<0,33	<0,33	<0,33	<0,33	<0,33	<0,33	<0,33	<0,33	-
β-BHC	µg / Kg	<0,33	<0,33	<0,33	<0,33	<0,33	<0,33	<0,33	<0,33	<0,33	<0,33	-
γ-BHC (Lindano)	µg / Kg	<0,33	<0,33	<0,33	<0,33	<0,33	<0,33	<0,33	<0,33	<0,33	<0,33	-
δ-BHC	µg / Kg	<0,33	<0,33	<0,33	<0,33	<0,33	<0,33	<0,33	<0,33	<0,33	<0,33	-
α-Clordano	µg / Kg	<0,33	<0,33	<0,33	<0,33	<0,33	<0,33	<0,33	<0,33	<0,33	<0,33	-
γ-Clordano	µg / Kg	<0,33	<0,33	<0,33	<0,33	<0,33	<0,33	<0,33	<0,33	<0,33	<0,33	-
4,4-DDD	µg / Kg	<0,33	<0,33	<0,33	<0,33	<0,33	<0,33	<0,33	<0,33	<0,33	<0,33	-
4,4-DDE	µg / Kg	<0,33	<0,33	<0,33	<0,33	<0,33	<0,33	<0,33	<0,33	<0,33	<0,33	-
4,4-DDT	µg / Kg	<0,33	<0,33	<0,33	<0,33	<0,33	<0,33	<0,33	<0,33	<0,33	<0,33	-
Dieldrin	µg / Kg	<0,33	<0,33	<0,33	<0,33	<0,33	<0,33	<0,33	<0,33	<0,33	<0,33	1,3
Endrin	µg / Kg	<0,33	<0,33	<0,33	<0,33	<0,33	<0,33	<0,33	<0,33	<0,33	<0,33	2,5
Heptacloro	µg / Kg	<0,33	<0,33	<0,33	<0,33	<0,33	<0,33	<0,33	<0,33	<0,33	<0,33	-
Compostos Orgânicos Voláteis												
1,1,1,2-tetracloroetano	µg / Kg	<14	<10	<12	<14	<12	<10	<10	<15	<20	<17	-
1,1,1-tricloroetano	µg / Kg	<14	<10	<12	<14	<12	<10	<10	<15	<20	<17	25
1,1,2,2-tetracloroetano	µg / Kg	<14	<10	<12	<14	<12	<10	<10	<15	<20	<17	-
1,1,2-tricloroetano	µg / Kg	<14	<10	<12	<14	<12	<10	<10	<15	<20	<17	-
1,1-dicloroetano	µg / Kg	<14	<10	<12	<14	<12	<10	<10	<15	<20	<17	25
1,1-dicloroetano	µg / Kg	<14	<10	<12	<14	<12	<10	<10	<15	<20	<17	8
1,1-dicloropropeno	µg / Kg	<14	<10	<12	<14	<12	<10	<10	<15	<20	<17	-
1,2,3-triclorobenzeno	µg / Kg	<14	<10	<12	<14	<12	<10	<10	<15	<20	<17	35
1,2,4-triclorobenzeno	µg / Kg	<14	<10	<12	<14	<12	<10	<10	<15	<20	<17	40
1,3,5-triclorobezeno	µg / Kg	<14	<10	<12	<14	<12	<10	<10	<15	<20	<17	-
1,2,3,4-tetraclorobenzeno	µg / Kg	<14	<10	<12	<14	<12	<10	<10	<15	<20	<17	-
1,2,3,5-tetraclorobenzeno	µg / Kg	<14	<10	<12	<14	<12	<10	<10	<15	<20	<17	-
1,2-dibromoetano	µg / Kg	<14	<10	<12	<14	<12	<10	<10	<15	<20	<17	-
1,2-diclorobenzeno	µg / Kg	<14	<10	<12	<14	<12	<10	<10	<15	<20	<17	400
1,2-dicloroetano	µg / Kg	<14	<10	<12	<14	<12	<10	<10	<15	<20	<17	0,5

Parâmetros	Unidade	PS-AR-01	PS-AR-02	PS-AR-03	PS-AR-04	PS-AR-05	PS-AR-06	PS-AR-07	PS-AR-08	PS-AR-09	PS-AR-10	Cetesb
												Intervenção Industrial
pCompostos Orgânicos Voláteis												
1,2-dicloropropano	µg / Kg	<14	<10	<12	<14	<12	<10	<10	<15	<20	<17	-
1,3-diclorobenzeno	µg / Kg	<14	<10	<12	<14	<12	<10	<10	<15	<20	<17	-
1,4-diclorobenzeno	µg / Kg	<14	<10	<12	<14	<12	<10	<10	<15	<20	<17	150
Benzeno	µg / Kg	<14	<10	<12	<14	<12	<10	<10	<15	<20	<17	0,15
Bromoclorometano	µg / Kg	<14	<10	<12	<14	<12	<10	<10	<15	<20	<17	-
Bromodichlorometano	µg / Kg	<14	<10	<12	<14	<12	<10	<10	<15	<20	<17	-
Bromoformio	µg / Kg	<14	<10	<12	<14	<12	<10	<10	<15	<20	<17	-
Bromometano	µg / Kg	<14	<10	<12	<14	<12	<10	<10	<15	<20	<17	-
cis-1,2-dicloroeteno	µg / Kg	<14	<10	<12	<14	<12	<10	<10	<15	<20	<17	4
cis-1,3-dicloropropeno	µg / Kg	<14	<10	<12	<14	<12	<10	<10	<15	<20	<17	-
Cloreto de Vinila	µg / Kg	<3	<3	<3	<3	<3	<3	<3	<3	<3	<3	0,008
Clorobenzeno	µg / Kg	<14	<10	<12	<14	<12	<10	<10	<15	<20	<17	120
Clorofórmio	µg / Kg	<14	<10	<12	<14	<12	<10	<10	<15	<20	<17	8,5
Clorometano	µg / Kg	<14	<10	<12	<14	<12	<10	<10	<15	<20	<17	-
Dibromoclorometano	µg / Kg	<14	<10	<12	<14	<12	<10	<10	<15	<20	<17	-
Dibromometano	µg / Kg	<14	<10	<12	<14	<12	<10	<10	<15	<20	<17	-
Diclorometano	µg / Kg	<57	<40	<49	<56	<48	<40	<38	<59	<80	<67	-
Estireno	µg / Kg	<14	<10	<12	<14	<12	<10	<10	<15	<20	<17	80
Etilbenzeno	µg / Kg	<14	<10	<12	<14	<12	<10	<10	<15	<20	<17	95
Metil-t-butil-eter	µg / Kg	<14	<10	<12	<14	<12	<10	<10	<15	<20	<17	-
Tetracloroeto de carbono	µg / Kg	<14	<10	<12	<14	<12	<10	<10	<15	<20	<17	1,3
Tetracloroeteno	µg / Kg	<14	<10	<12	<14	<12	<10	<10	<15	<20	<17	13
Tolueno	µg / Kg	<14	<10	<15	<14	<12	<10	<10	<15	<20	<17	75
trans-1,2-dicloroeteno	µg / Kg	<14	<10	<12	<14	<12	<10	<10	<15	<20	<17	11
trans-1,3-dicloropropeno	µg / Kg	<14	<10	<12	<14	<12	<10	<10	<15	<20	<17	-
Tricloroeteno	µg / Kg	<14	<10	<12	<14	<12	<10	<10	<15	<20	<17	22
Triclorofluormetano	µg / Kg	<14	<10	<12	<14	<12	<10	<10	<15	<20	<17	-
(m+p) xileno	µg / Kg	<14	<10	<12	<14	<12	<10	<10	<15	<20	<17	-
o-xileno	µg / Kg	<14	<10	<12	<14	<12	<10	<10	<15	<20	<17	-
Compostos Orgânicos Semi-voláteis												
1,2,4-triclorobenzeno	µg / Kg	<51	<50	<50	<50	<50	<51	<50	<51	<51	<51	40
1,2-diclorobenzeno	µg / Kg	<51	<50	<50	<50	<50	<51	<50	<51	<51	<51	400
1,3-diclorobenzeno	µg / Kg	<51	<50	<50	<50	<50	<51	<50	<51	<51	<51	-
1,4-diclorobenzeno	µg / Kg	<51	<50	<50	<50	<50	<51	<50	<51	<51	<51	150
2,4,5-triclorofenol	µg / Kg	<51	<50	<50	<50	<50	<51	<50	<51	<51	<51	-
2,4,6-triclorofenol	µg / Kg	<51	<50	<50	<50	<50	<51	<50	<51	<51	<51	20
2,4-diclorofenol	µg / Kg	<51	<50	<50	<50	<50	<51	<50	<51	<51	<51	6
2,4-dimetilfenol	µg / Kg	<51	<50	<50	<50	<50	<51	<50	<51	<51	<51	-
2,4-dinitrofenol	µg / Kg	<51	<50	<50	<50	<50	<51	<50	<51	<51	<51	-
2,4-dinitrotolueno	µg / Kg	<51	<50	<50	<50	<50	<51	<50	<51	<51	<51	-
2,6-dinitrotolueno	µg / Kg	<51	<50	<50	<50	<50	<51	<50	<51	<51	<51	-

Parâmetros	Unidade	PS-AR-01	PS-AR-02	PS-AR-03	PS-AR-04	PS-AR-05	PS-AR-06	PS-AR-07	PS-AR-08	PS-AR-09	PS-AR-10	Cetesb
												Intervenção Industrial
Compostos Orgânicos Semi-voláteis												
2-clorofenol	µg / Kg	<51	<50	<50	<50	<50	<51	<50	<51	<51	<51	-
2 - Cloronaftaleno	µg / Kg	<51	<50	<50	<50	<50	<51	<50	<51	<51	<51	-
2-metilfenol	µg / Kg	<51	<50	<50	<50	<50	<51	<50	<51	<51	<51	-
3-metilfenol	µg / Kg	<51	<50	<50	<50	<50	<51	<50	<51	<51	<51	-
4-metilfenol	µg / Kg	<51	<50	<50	<50	<50	<51	<50	<51	<51	<51	-
2-metilnaftaleno	µg / Kg	<50,7	<50,6	<50,5	<50,6	<50,6	<50,7	<50,6	<50,7	<50,7	<50,7	-
2-nitroanilina	µg / Kg	<51	<50	<50	<50	<50	<51	<50	<51	<51	<51	-
2-nitrofenol	µg / Kg	<51	<50	<50	<50	<50	<51	<50	<51	<51	<51	-
3,3-diclorobenzidina	µg / Kg	<85	<83	<82	<84	<83	<85	<84	<85	<85	<86	-
3-nitroanilina	µg / Kg	<85	<83	<82	<84	<83	<85	<84	<85	<85	<86	-
4,6-dinitro-2-metilfenol	µg / Kg	<51	<50	<50	<50	<50	<51	<50	<51	<51	<51	-
4-bromofenil fenil éter	µg / Kg	<51	<50	<50	<50	<50	<51	<50	<51	<51	<51	-
4-cloro-3-metilfenol	µg / Kg	<51	<50	<50	<50	<50	<51	<50	<51	<51	<51	-
4-cloroanilina	µg / Kg	<85	<83	<82	<84	<83	<85	<84	<85	<85	<86	-
4-clorofenil fenil éter	µg / Kg	<85	<83	<82	<84	<83	<85	<84	<85	<85	<86	-
4-nitroanilina	µg / Kg	<85	<83	<82	<84	<83	<85	<84	<85	<85	<86	-
4-nitrofenol	µg / Kg	<51	<50	<50	<50	<50	<51	<50	<51	<51	<51	-
Acenaftileno	µg / Kg	21,6	15,6	6,0	12,3	22,2	17,0	147,0	73,5	23,8	17,0	-
Acenafteno	µg / Kg	<5,7	<5,6	<5,5	<5,6	<5,6	<5,7	<5,6	<5,7	<5,7	<5,7	-
Antraceno	µg / Kg	26,0	19,0	8,7	11,0	18,3	19,0	68,0	40,7	19,2	24,0	-
Benzo(a)antraceno	µg / Kg	<5,7	<5,6	<5,5	<5,6	<5,6	<5,7	212,0	107,0	<5,7	<5,7	65
Benzo(a)pireno	µg / Kg	<5,7	<5,6	<5,5	<5,6	27,2	<5,7	420,0	113,0	<5,7	<5,7	3,5
Benzo(b)fluoranteno	µg / Kg	<50,7	<5,6	<50,5	<5,6	31,0	37,5	897,0	200,0	39,6	53,7	-
Benzo(g,h,i)perileno	µg / Kg	<50,7	<5,6	<50,5	<5,6	<5,6	<50,7	<5,6	<50,7	<50,7	<50,7	-
Benzo(k)fluoranteno	µg / Kg	<50,7	<5,6	<50,5	<5,6	22,2	18,2	322,0	69,0	17,0	17,0	-
Bis(2-cloroetoxy)metano	µg / Kg	<51	<50	<50	<50	<50	<51	<50	<51	<51	<51	-
Bis-(2-cloroetil)éter	µg / Kg	<51	<50	<50	<50	<50	<51	<50	<51	<51	<51	-
2,2-Oxibis(1-cloropropano)	µg / Kg	<51	<50	<50	<50	<50	<51	<50	<51	<51	<51	-
Bis(2-etilhexil)ftalato	µg / Kg	<77	<75	<74	<75	<75	<77	<75	<76	<76	<77	-
Butilbenzilftalato	µg / Kg	<85	<83	<82	<84	<83	<85	<84	<85	<85	<86	-
Carbazole	µg / Kg	<51	<50	<50	<50	<50	<51	<50	<51	<51	<51	-
Criseno	µg / Kg	<5,7	<5,6	<5,5	<5,6	<5,6	<5,7	233,0	120,0	<5,7	<5,7	-
Dibenzo(a,h)antraceno	µg / Kg	<5,7	<5,6	<5,5	<5,6	<5,6	<5,7	176,0	<5,7	<5,7	<5,7	-
Dibenzofurano	µg / Kg	<51	<50	<50	<50	<50	<51	<50	<51	<51	<51	-
Dietilftalato	µg / Kg	<77	<75	<74	<75	<75	<77	<75	<76	<76	<77	-
Dimetil ftalato	µg / Kg	<77	<75	<74	<75	<75	<77	<75	<76	<76	<77	3
Di-n-octilftalato	µg / Kg	<77	<75	<74	<75	<75	<77	<75	<76	<76	<77	-
Di-n-butilftalato	µg / Kg	<77	<75	<74	<75	<75	<77	<75	<76	<76	<77	-
Fenol	µg / Kg	332,4	<125	<123	<126	<125	<128	<125	<127	<127	<129	15
Fluoranteno	µg / Kg	62,5	34,5	12,0	19,0	115,5	70,4	401,0	152,0	76,0	95,0	-
Fluoreno	µg / Kg	<5,7	<5,6	<5,5	<5,6	<5,6	<5,7	22,0	13,6	<5,7	<5,7	-

Parâmetros	Unidade	PS-AR-01	PS-AR-02	PS-AR-03	PS-AR-04	PS-AR-05	PS-AR-06	PS-AR-07	PS-AR-08	PS-AR-09	PS-AR-10	Cetesb
												Intervenção Industrial
Compostos Orgânicos Semi-voláteis												
Hexaclorobenzeno	µg / Kg	<51	<50	<50	<50	<50	<51	<50	<51	<51	<51	-
Hexaclorobutadieno	µg / Kg	<51	<50	<50	<50	<50	<51	<50	<51	<51	<51	-
Hexaclorociclopentadieno	µg / Kg	<51	<50	<50	<50	<50	<51	<50	<51	<51	<51	-
Hexacloroetano	µg / Kg	<51	<50	<50	<50	<50	<51	<50	<51	<51	<51	-
Indeno(1,2,3-cd)pireno	µg / Kg	<50,7	<5,6	<5,5	<5,6	<5,6	<50,7	87,0	<50,7	<50,7	<50,7	130
Isoforona	µg / Kg	<51	<50	<50	<50	<50	<51	<50	<51	<51	<51	-
Naftaleno	µg / Kg	<5,7	<5,6	<5,5	<5,6	<5,6	<5,7	<5,6	<5,7	<5,7	<5,7	90
Nitrobenzeno	µg / Kg	<51	<50	<50	<50	<50	<51	<50	<51	<51	<51	-
n-nitrosodifenilamina	µg / Kg	<51	<50	<50	<50	<50	<51	<50	<51	<51	<51	-
n-nitroso-di-n-propilamina	µg / Kg	<51	<50	<50	<50	<50	<51	<50	<51	<51	<51	-
Fenantreno	µg / Kg	29,5	19,0	8,7	11,0	24,0	20,0	34,5	46,4	29,4	33,0	95
Pentaclorofenol	µg / Kg	<51	<50	<50	<50	<50	<51	<50	<51	<51	<51	3
Pireno	µg / Kg	55,7	30,0	9,8	21,8	73,3	53,4	498,0	145,0	54,4	60,6	-
3,4-diclorofenol	µg / Kg	<51	<50	<50	<50	<50	<51	<50	<51	<51	<51	-
2,3,4,5-tetraclorofenol	µg / Kg	<51	<50	<50	<50	<50	<51	<50	<51	<51	<51	50
2,3,4,6-tetraclorofenol	µg / Kg	<51	<50	<50	<50	<50	<51	<50	<51	<51	<51	7,5

Quadro 9.3-56 Quadro comparativo de qualidade dos sedimentos

Parâmetros	Dados Atuais (1)		Estudo Cetesb (2)	Águas Salobras	
	Média	Máxima		Tel (3)	Pel (3)
Metais e Semi-Metais – Valores em mg / kg					
Arsênio	5,30	13,57	9,5 a 18	7,24	41,6
Cádmio	<0,83	<0,83	< 0,05 a 1,7	0,7	4,21
Chumbo	27,36	55,20	26 a 295	30,2	112,0
Cobre	25,07	53,00	0,41 a 100	18,7	108,0
Cromo	27,76	39,31	6,2 a 70	52,3	160,0
Fósforo	909,06	1443,20			
Merúrio	0,40	0,94	0,021 a 0,85	0,1	0,7
Níquel	10,56	15,00	0,97 a 34	15,9	42,8
Zinco	126,72	266,00	15,5 a 957	124,0	271,0
Pesticidas Organoclorados – Valores em µg / kg					
Aldrin	<0,33	<0,33			
α-BHC	<0,33	<0,33	<1	0,32	0,99
β-BHC	<0,33	<0,33	<1	0,32	0,99
γ-BHC (Lindano)	<0,33	<0,33	<1	0,32	0,99
δ-BHC	<0,33	<0,33	<1	0,32	0,99
α-Clordano	<0,33	<0,33		2,26	4,79
γ-Clordano	<0,33	<0,33		2,26	4,79
4,4-DDD	<0,33	<0,33	<1	1,2	7,81
4,4-DDE	<0,33	<0,33	<1	2,1	374
4,4-DDT	<0,33	<0,33	<1	1,2	4,77
Dieldrin	<0,33	<0,33	<1	0,7	4,30
Endrin	<0,33	<0,33	<1	2,7	62,4
Heptacloro	<0,33	<0,33	<1	0,6	2,74
Compostos Orgânicos Voláteis – Valores em µg / kg					
1,1,1,2-tetracloroetano	<17	<17			
1,1,1-tricloroetano	<17	<17			
1,1,2,2-tetracloroetano	<17	<17			
1,1,2-tricloroetano	<17	<17			
1,1-dicloroetano	<17	<17			
1,1-dicloroetano	<17	<17			
1,1-dicloropropeno	<17	<17			
1,2,3-triclorobenzeno	<17	<17			
1,2,4-triclorobenzeno	<17	<17			
1,3,5-triclorobezeno	<17	<17			
1,2,3,4-tetraclorobenzeno	<17	<17			
1,2,3,5-tetraclorobenzeno	<17	<17			
1,2-dibromoetano	<17	<17			
1,2-diclorobenzeno	<17	<17			
1,2-dicloroetano	<17	<17			
1,2-dicloropropano	<17	<17			
1,3-diclorobenzeno	<17	<17			
1,4-diclorobenzeno	<17	<17			
Benzeno	<17	<17	<1		
Bromoclorometano	<17	<17			
Bromodiclorometano	<17	<17			
Bromoformio	<17	<17			
Bromometano	<17	<17			
cis-1,2-dicloroetano	<17	<17			
cis-1,3-dicloropropeno	<17	<17			
Compostos Orgânicos Voláteis – Valores em µg / kg					
1,2,4-triclorobenzeno	<51	<51			
1,2-diclorobenzeno	<51	<51	<1		
1,3-diclorobenzeno	<51	<51	<1		
1,4-diclorobenzeno	<51	<51	<1		
2,4,5-triclorofenol	<51	<51			
2,4,6-triclorofenol	<51	<51			
2,4-diclorofenol	<51	<51			
2,4-dimetilfenol	<51	<51	<1		
2,4-dinitrofenol	<51	<51			
2,4-dinitrotolueno	<51	<51			
2,6-dinitrotolueno	<51	<51			
2-clorofenol	<51	<51	<1		
2 – Cloronaftaleno	<51	<51			
2-metilfenol	<51	<51	<1 a 1,4		
3-metilfenol	<51	<51	1,4 a 12		
4-metilfenol	<51	<51	3 a 22		
2-metilnaftaleno	<50,7	<50,7			
2-nitroanilina	<51	<51			
2-nitrofenol	<51	<51			
3,3-diclorobenzidina	<86	<86			
3-nitroanilina	<86	<86			
4,6-dinitro-2-metilfenol	<51	<51			
4-bromofenil fenil eter	<51	<51			
4-cloro-3-metilfenol	<51	<51			
4-cloroanilina	<86	<86			
4-clorofenil fenil eter	<86	<86			
4-nitroanilina	<86	<86			
4-nitrofenol	<51	<51			
Acenaftileno	35,6	147,0	12 a 26	5,87	128

Parâmetros	Dados Atuais (1)		Estudo Cetesb (2)	Águas Salobras	
	Média	Máxima		Tel (3)	Pel (3)
Compostos Orgânicos Semi-Voláteis – Valores em µg / kg					
Acenafteno	<5,7	<5,7	2 a 11	6,71	88,9
Antraceno	25,4	68,0	12 a 78	46,9	245
Benzo(a)antraceno	31,9	212,0	13 a 130	74,8	693
Benzo(a)pireno	56,0	420,0	35 a 180	88,8	763
Benzo(b)fluoranteno	125,9	897,0			
Benzo(g,h,i)perileno	<50,7	<50,7			
Benzo(k)fluoranteno	46,5	322,0			
Bis(2-cloroetoxy)metano	<51	<51			
Bis-(2-cloroetil)eter	<51	<51			
2,2-Oxibis(1-cloropropano)	<51	<51			
Bis(2-etilhexil)ftalato	<77	<77			
Butilbenzilftalato	<86	<86			
Carbazole	<51	<51			
Criseno	35,3	233,0	15 a 140	108	846
Dibenzo(a,h)antraceno	17,6	176,0	14 a 48		
Dibenzofurano	<51	<51			
Dietilftalato	<77	<77			
Dimetil ftalato	<77	<77			
Di-n-octilftalato	<77	<77			

Parâmetros	Dados Atuais (1)		Estudo Cetesb (2)	Águas Salobras	
	Média	Máxima		Tel (3)	Pel (3)
Di-n-butilftalato	<77	<77			
Fenol	33,2	332,4	38 a 180		
Fluoranteno	103,8	401,0	31 a 300	113	1494
Fluoreno	3,6	22,0	5,1 a 34	21,2	144
Hexaclorobenzeno	<51	<51	<1		
Hexaclorobutadieno	<51	<51			
Hexaclorociclopentadieno	<51	<51			
Hexacloroetano	<51	<51			
Indeno(1,2,3-cd)pireno	8,7	87,0			
Isoforona	<51	<51			
Naftaleno	<5,7	<5,7	<1 a 28	34,6	391
Nitrobenzeno	<51	<51			
n-nitrosodifenilamina	<51	<51			
n-nitroso-di-n-propilamina	<51	<51			
Fenantreno	25,6	46,4			
Pentaclorofenol	<51	<51			
Pireno	100,2	498,0	24 a 230	153	1398
3,4-diclorofenol	<51	<51			
2,3,4,5-tetraclorofenol	<51	<51			
2,3,4,6-tetraclorofenol	<51	<51			

Observações:

(1) Dados da campanha de amostragem realizada pela Waterloo – Consultoria Ambiental – data.

(2) Dados do estudo da Cetesb – *Sistema Estuarino de Santos e São Vicente*, 2.001.

As faixas de valores se referem aos vários pontos amostrados para sedimentos no estuário. Nos casos de valores únicos, eles se referem, via de regra, ao ponto de amostragem mais próximo da área do futuro terminal (Ponto 6).

(3) TEL = *Threshold Effect Limit*; PEL = *Probable Effect Limit*.

Os dados do **Quadro 9.3-56** mostram que os resultados obtidos na amostragem feita para este estudo estão consistentes com as principais constatações feitas pela Cetesb por ocasião do estudo mencionado, de 2.000, ou seja, de que os sedimentos no estuário, especialmente nas áreas mais próximas do pólo industrial de Cubatão, apresentam níveis altos de contaminação, especialmente por compostos orgânicos do grupo dos hidrocarbonetos poli aromáticos (PAHs), que incluem: Acenaftileno, Acenafteno, Antraceno, Benzo(a)antraceno, Benzo(a)pireno, Criseno, Fluoranteno, Fluoreno e Pireno.

Quanto a metais pesados, os resultados mostram que os teores se encontram, de uma forma geral, dentro da faixa entre TEL e PEL, ou seja, que podem acarretar algum efeito sobre a biota aquática. No caso específico do mercúrio, foram detectados dois valores acima do PEL, nos pontos PS-AR-08 e OS-AR-09, localizados na desembocadura do Rio Saboó, o que pode ser resultado de possível influência do antigo lixão já desativado, localizado dentro da área do empreendimento, e que será objeto de um programa de remediação.

9.3.9.3 Conclusões

Os dados disponíveis sobre a qualidade da água e dos sedimentos na AID confirmam a avaliação feita em 2.000 pela Cetesb, no estudo denominado Sistema Estuarino de Santos e São Vicente. Essa avaliação, de forma resumida, apontou que os níveis de contaminação das águas desse sistema estavam, na ocasião, inferiores aos encontrados em estudos e levantamentos anteriores, e refletiam as medidas tomadas no âmbito do Programa de Recuperação da Qualidade Ambiental de Cubatão, envolvendo principalmente as indústrias localizadas no pólo industrial de Cubatão.

Algumas das conclusões desse estudo são transcritas a seguir:

- As substâncias químicas entram no sistema estuarino de Santos e São Vicente e na zona marinha adjacente por seis formas principais:
 - ⇒ Através da água de escoamento superficial.
 - ⇒ Pelo lançamento de efluentes líquidos industriais, portuários e domésticos.
 - ⇒ Por vazamentos e acidentes ambientais.
 - ⇒ Por deposição atmosférica de poluentes.
 - ⇒ Pela disposição inadequada de resíduos sólidos domésticos e industriais em diversos locais das bacias de contribuição, contaminando as águas superficiais e subterrâneas.
 - ⇒ Através do lançamento de sedimentos contaminados resultante da atividade de dragagem nos canais portuários.
- O pólo industrial de Cubatão representa a principal fonte de poluentes químicos para os rios de Cubatão, sistema estuarino, baía de Santos e para o ambiente marinho adjacente, pela diversidade e quantidade de substâncias emitidas atualmente e pela contaminação pretérita (passivo ambiental).
- A redução da emissão de alguns dos poluentes industriais (metais pesados e carga orgânica) para o ambiente aquático na Baixada Santista, a partir de meados da década de oitenta, foi resultante principalmente de:
 - ⇒ Implantação de Sistemas de controle da poluição exigidos pela Cetesb.
 - ⇒ Desativação de plantas industriais por obsolescência, questões de natureza econômica ou por problemas de poluição.
 - ⇒ Modernização tecnológica.
 - ⇒ Aumento do nível de recirculação da água utilizada no processo produtivo.

Os dados levantados para o presente estudo, pela empresa Waterloo Brasil, confirmam, de modo geral, essa avaliação da Cetesb na época, conforme mostrado nos itens anteriores. Pode-se constatar que os níveis de contaminação dos sedimentos nos pontos amostrados, próximos à área do empreendimento, apresentam ainda resíduos dos mesmos contaminantes detectados pela Cetesb, e em concentrações dentro das faixas encontradas naquela ocasião.

Esse fato aponta para dois aspectos principais que devem ser considerados na implantação do empreendimento, ou seja:

- Operações de dragagem no canal, onde deverá ser instalado o Terminal, devem empregar tecnologia que evite, ou pelo menos minimize, a ressuspensão de sedimentos para a coluna d'água.
- Os sedimentos removidos deverão ser confinados em locais onde não possam acarretar a contaminação das águas e/ou do solo próximos. No caso de disposição marinha, o local de disposição deverá garantir uma dispersão e diluição suficientes para que não ocorra a contaminação das praias e manguezais da região.

9.3.10 QUALIDADE SEDIMENTOS E DRAGAGEM

9.3.10.1 Introdução

A) ÁREAS DE INFLUÊNCIA DA ATIVIDADE DE DRAGAGEM

- **Área de Influência Indireta (AII):** será considerada a parte da Unidade de Gerenciamento de Recursos Hídricos da Baixada Santista – UGRHI-7, definida pela Lei Estadual nº 7663, de dezembro de 1991, localizada nos municípios de Santos, Cubatão, Guarujá e Bertioga, devendo-se tomar como referência a planície costeira abrangida pelos municípios que possuem fronteira com o estuário santista, porém, tendo como limites os tombos de maré situados no canal de Bertioga e no Rio Casqueiro. Para o seu diagnóstico, somente serão compilados e interpretados dados bibliográficos, com destaque para outros estudos ambientais desenvolvidos na região.
- **Área de Influência Direta (AID):** será considerada a sub-bacia do Rio Saboó (ou Lenheiros), a região do canal do Porto de Santos e as zonas alagáveis no alto estuário e a Baía de Santos. Dessa área, serão utilizados dados bibliográficos e, somente se julgado necessário, ocorrerão observações e levantamentos locais.
- **Área Diretamente Afetada (ADA):** considera-se, para este caso, a área do empreendimento denominada Lixão da Almoa, localizada na margem direita do Estuário de Santos. Considera-se também, a parte do canal de Santos onde haverá dragagem para a instalação e operação (manutenção) do berço de atracação.

Serão consideradas, ainda, as áreas diretamente afetadas pelo empreendimento, mas que não estão contidas na área do empreendimento, tais como, áreas de apoio (bota-foras, área de lançamento de material dragado, áreas de empréstimo, pedreiras, entre as principais). Nessas áreas, serão utilizados dados bibliográficos e ocorrerão observações e levantamentos locais.

B) ASPECTOS LEGAIS REFERENTES À DRAGAGEM

O enquadramento legal das atividades de dragagem tem um papel fundamental como norteador do processo de avaliação do material dragado e da seleção de alternativas de disposição, uma vez que auxiliam no gerenciamento desta atividade.

A questão da dragagem e disposição de material dragado, em ambientes marinhos e estuarinos, é abordada na legislação brasileira pela NORMAM 11/DPC (norma da Marinha do Brasil) que dispõe sobre "Procedimentos para solicitação de parecer para realização de obras sob, sobre e às margens das águas jurisdicionais brasileiras". Esta norma foi aprovada pela Portaria nº 109/DPC, de 16 de dezembro de 2003 (que cancela a Portaria nº 52/DPC, de 04 de setembro de 2001), e pelo Decreto nº 87.566, de 16 de setembro de 1982, que promulga o texto da Convenção sobre Prevenção da Poluição Marinha por Alijamento de Resíduos e Outras Matérias, concluída em Londres, a 29 de dezembro de 1972 (London Convention 1972 – LC 72), da qual o Brasil é signatário desde sua adesão em 1982. A disposição de dejetos no mar está regulamentada no mundo inteiro pela Convenção de Londres de 1972 cujos objetivos são prevenir, reduzir e onde cabível, eliminar a poluição causada pela disposição de dejetos no mar. A LC 72 também se aplica em algumas nações que não ratificaram nem aceitaram a convenção.

Segundo a NORMAM 11, é de competência do Diretor de Portos e Costas (DPC), como Representante da Autoridade Marítima para a Segurança do Tráfego Aquaviário, "determinar a elaboração das normas da Autoridade Marítima relativas à execução de obras, dragagens, (...) sob, sobre e às margens das águas sob jurisdição nacional, no que concerne ao ordenamento do espaço aquaviário e à segurança da navegação."

O Capítulo 2 desta Norma estabelece "normas e procedimentos para padronizar a autorização para as atividades de dragagem e de emissão de parecer atinente a aterros, em águas jurisdicionais brasileiras (AJB)", e esclarece que a autorização para a dragagem está vinculada a "obtenção, pelo interessado, do respectivo licenciamento ambiental junto ao órgão ambiental competente."

Nos Anexos do Decreto 87.566 que promulga a Convenção de Londres de 1972, estão listadas as substâncias não permitidas para alijamento e as condições para este alijamento. O material de dragagem é apenas mencionado no Item 9 do Anexo I do Decreto que determina que: "O presente Anexo não se aplicará a resíduos ou outras substâncias, por exemplo à lama de águas residuais e entulhos de dragagens que contenham as substâncias (...), como vestígios de contaminantes. Tais resíduos estarão sujeitos às disposições do Anexo 2 ou 3."

O Anexo 2 trata de substâncias que requerem especial atenção quando encontradas em concentrações consideráveis e, o Anexo 3, trata dos fatores que deverão ser examinados ao estabelecer critérios que regulem a concessão de permissões para o alijamento de substâncias no mar. Portanto, atualmente no Brasil, não existem restrições para a disposição de material dragado no mar baseadas apenas nos tipos de contaminantes presentes neste material ("quais"). Embora o Decreto seja muito vago, o critério para definir alguma restrição ao alijamento de material de dragagem baseia-se nas concentrações destes contaminantes ("quanto"). A LC 72 não traz nenhuma definição específica, quantitativa, para os termos "quantidades consideráveis" de contaminantes ou para o termo "vestígios de contaminantes", ambos utilizados no Decreto 87.566.

Por volta de 1996, o conhecimento dos efeitos da poluição marinha e a eficácia das opções de controle tinham melhorado suficientemente, garantindo e atualizando algumas previsões realizadas pela Convenção de Londres de 1972 (IMO, 2001).

A Convenção de Londres (LC 72) tem como emenda o Protocolo de 1996 que consiste em uma revisão e atualização da LC 72 sob a forma de uma série de Resoluções complementares com a substituição de alguns artigos e definições (IMO, 2002).

O Protocolo foi incorporado por todas as partes contratantes da Convenção e já está em vigor, pois:

- Pelo menos 26 Estados aderiram ao Protocolo por alguma das vias indicadas no artigo 24 (assinatura, ratificação, aceitação, aprovação ou ascensão).
- Pelo menos 15 destes 26 Estados já são signatários da Convenção de Londres de 1972.

O Protocolo já foi ratificado pelo Brasil.

O Anexo 1 do Protocolo de 1996 trata de resíduos e outros materiais que podem ser considerados para disposição marinha, sendo o material de dragagem o primeiro item desta lista.

Na 18ª Reunião Consultiva entre as partes contratantes da Convenção de Londres de 1972 (4 – 8 dezembro de 1995) foi adotada o "escopo para avaliação de material de dragagem" (Dredged Material Assessment Framework) através da Resolução LC 52 (18). Esta Resolução foi revista em 1997 e em 2000 foram adotadas as "Diretrizes para a avaliação de material de dragagem", durante a 22ª Reunião Consultiva entre as partes contratantes da Convenção de Londres de 1972, que substituiu o "Escopo" proposto em 1995.

Diretrizes específicas para tratar a questão da dragagem no contexto da LC 72 já estavam sendo delineadas desde 1986 ("Guidelines for the Application of the Annexes to the Disposal of Dredged Material" – adotadas em 1986 durante a 10ª Reunião Consultiva – Resolução LDC.23 (10)).

O esquema da **Figura 9.3-15** a seguir compõe a diretriz de 2000 e estabelece os passos para avaliação e tomada de decisão quanto à disposição do material de dragagem. Destaca-se a etapa que se refere à necessidade de determinar os impactos potenciais da disposição e estabelecer "hipóteses de impacto" que deverão ser avaliadas.

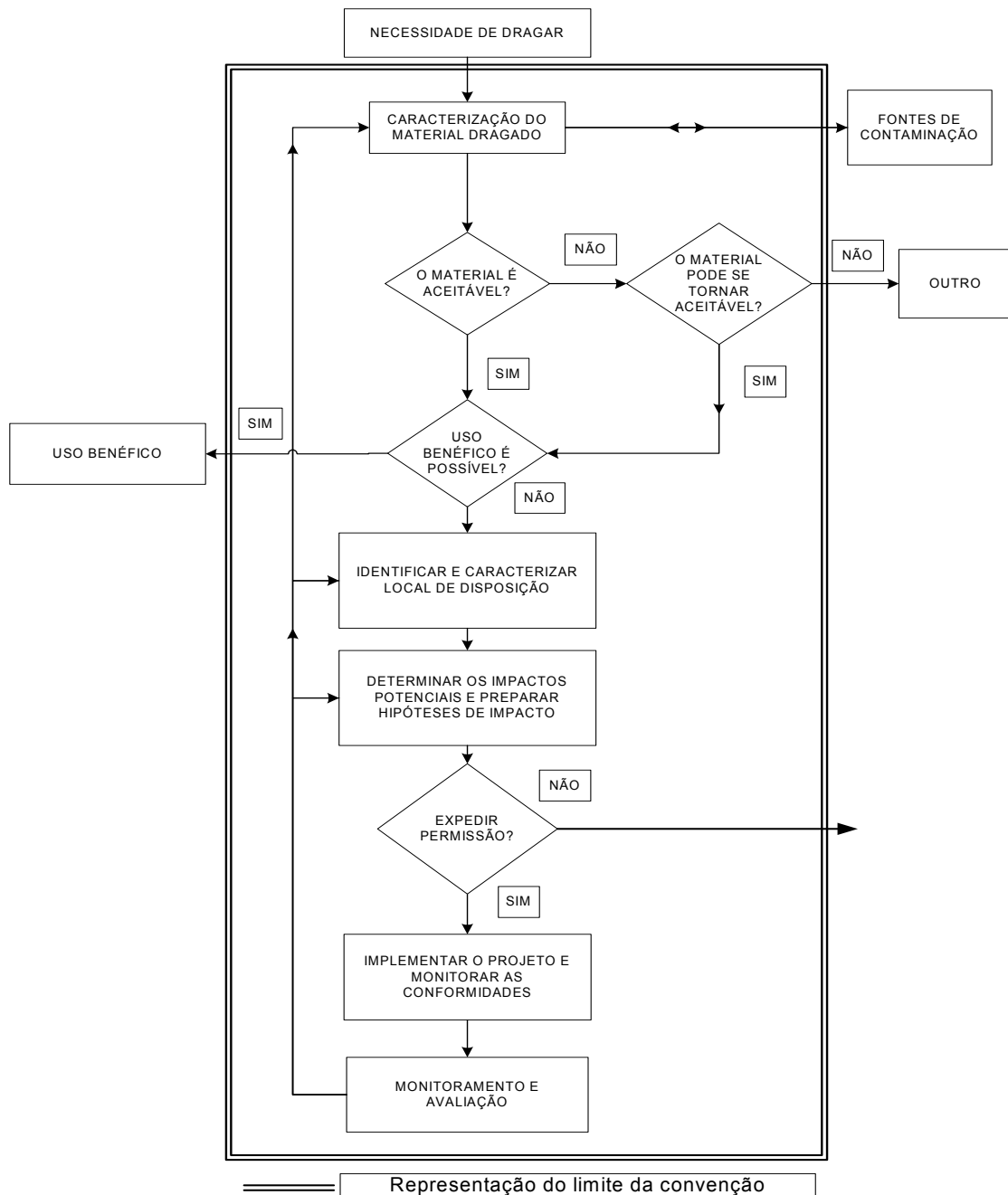


Figura 9.3-15 Escopo da avaliação de material de dragagem (traduzido de IMO, 2002 – Specific Guidelines for Assessment of Dredged Material)

No Brasil foi aprovada a Resolução Conama 344/04 que dispõe sobre diretrizes gerais para a avaliação do material a ser dragado em águas jurisdicionais brasileiras, visando o gerenciamento de sua disposição que segue todos os preceitos da LC 72 e suas emendas.

Esta Resolução constitui um importante instrumento para orientar a avaliação dos sedimentos a serem dragados e subsidiar a tomada de decisão quanto à autorização ou não da disposição destes em águas jurisdicionais brasileiras uma vez que tem como objetivo “Estabelecer as diretrizes gerais e procedimentos mínimos para a avaliação do material a ser dragado visando ao gerenciamento de sua disposição em águas jurisdicionais brasileiras.”

A “hipótese de impacto” a partir da legislação brasileira:

Para a realização deste trabalho partiu-se da premissa de que era necessária a criação de uma “hipótese de impacto”, como definido no item 1.1, que satisfatoriamente respondesse ao que está destacado no Art. 13 da Resolução Conama 344 transcrito a seguir:

“Art. 13 – A caracterização ecotoxicológica prevista no inciso III do art. 7, desta Resolução poderá, sem prejuízo das outras exigências e condições previstas nesta Resolução e nas demais normas aplicáveis, ser dispensada pelos órgãos ambientais competentes, por período improrrogável de até dois anos, contados a partir da publicação desta Resolução, permitindo-se a disposição deste material em águas jurisdicionais brasileiras, desde que cumpridas as seguintes condições:

I – o local de disposição seja monitorado de forma a verificar a existência de danos à biota advindos de poluentes presentes no material disposto, segundo procedimentos estabelecidos pelo órgão ambiental competente, com apresentação de relatórios periódicos;

II – o local de disposição tenha recebido, nos últimos três anos, volume igual ou superior de material dragado de mesma origem e com características físicas e químicas equivalentes, resultante de dragagens periódicas, e que a disposição do material dragado não tenha produzido evidências de impactos significativos por poluentes ao meio ambiente no local de disposição.”

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

O artigo 225 da Constituição Federal dispõe:

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

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

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

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

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

Outro termo largamente utilizado no bojo das leis ambientais brasileiras e, da mesma forma subjetivo, é o "impacto ambiental significativo". É necessário salientar que a Resolução nº 1 do Conama, de 23 de janeiro de 1986 define impacto ambiental como "qualquer alteração das propriedades físicas, químicas e biológicas do meio ambiente, causada por qualquer forma de material ou energia resultante das atividades humanas que, direta ou indiretamente, afete a saúde, a segurança e o bem-estar da população, as atividades sociais e econômicas, a biota, as condições estéticas e sanitárias do meio ambiente e a qualidade dos recursos ambientais". No entanto, o peso da subjetividade está na quantificação de um impacto "significativo".

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

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

Pimm (1984) propôs formas bem objetivas para medir tanto o equilíbrio quanto a complexidade das comunidades. Estas formas estão sumarizadas no **Quadro 9.3-57** a seguir:

Quadro 9.3-57 Principais formas de mensuração da complexidade e da estabilidade em comunidades naturais

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

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

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

C) ÁREA DE INFLUÊNCIA INDIRETA (AII)

O sistema estuarino de Santos abriga, além do maior porto da América Latina (Porto de Santos), um vasto pólo industrial, situado em Cubatão. Isto acarreta em um histórico de contaminação que tem sido estudado e documentado desde os anos 50, quando as primeiras indústrias ali se instalaram.

A última compilação oficial de dados levantados para a avaliação do sistema estuarino foi realizada pela Companhia de Tecnologia e Saneamento Ambiental (Cetesb) em 1999 cujos resultados foram publicados em 2001 através do relatório "Sistema Estuarino de Santos e São Vicente".

Desde então, outros trabalhos foram desenvolvidos nesta região com intuito de um melhor entendimento tanto da atual situação do estuário, assim como uma avaliação do comportamento histórico dos contaminantes presentes nos sedimentos deste estuário.

A preocupação dos órgãos de controle ambiental com os impactos decorrentes de materiais dragados contaminados teve início em 1997, a partir da constatação da existência de poluentes presentes nos sedimentos do Porto de Santos. O ocorrido resultou na suspensão temporária da dragagem, até que fossem realizados os estudos necessários para garantir que a atividade não traria impactos significativos em termos de poluição do mar.

Nesta última década, foram realizados uma série de estudos pela Companhia Docas do Estado de São Paulo – Codesp, sobre a contaminação de sedimentos in situ, e algumas investigações preliminares no quadrilátero atual de lançamento de material dragado, visando incrementar o conhecimento sobre a dinâmica da contaminação dos sedimentos e subsidiar o órgão ambiental do estado de São Paulo, a Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental – Cetesb, com informações necessárias à tomada de decisão quanto a disposição do material de dragagem do Porto de Santos.

A legislação ambiental prevê restrições a esta atividade somente em caso de se observar efeitos adversos à comunidade biológica do local de lançamento, mesmo assim, dentro de uma óptica de avaliação da significância deste impacto potencial.

Para o desenvolvimento do presente estudo, foi realizado um levantamento de dados históricos de contaminação dos sedimentos na região do Porto de Santos provenientes de coletas realizadas nos períodos de 1998 a 2008. Os trabalhos utilizados para a compilação destes dados foram:

- Abessa (2002), com coletas realizadas em 1998.
- Cetesb (2001), com coletas realizadas em 1999.
- Codesp-DTA (Tecon II) (2004a), com coletas realizadas em 2004.
- Codesp-DTA (Tecon I) (2004b), com coletas realizadas em 2004.

- Codesp-DTA (Alamoia / 6-ME) (2005a), com coletas realizadas em 2005.
- Codesp-DTA (Canal Acesso) (2005b), com coletas realizadas em 2005.
- Emraport-CPEA (2005), com coletas realizadas em 2005.
- Codesp-DTA (Barra) (2006), com coletas realizadas 2006.
- Cosipa-CPEA (2006), com coletas realizadas em 2006.

Assim como anteriormente explicado, cabe ressaltar que os trabalhos consultados que foram realizados até 2004, ou seja, Abessa (2002) e Cetesb (2001) tiveram seus resultados comparados aos critérios de classificação de acordo com a abordagem canadense de critério de qualidade de sedimentos que define dois valores: Nível Limiar de Efeito (Threshold Effect Level – TEL) e Nível de Efeito Provável (Probable Effects Level – PEL). Efeitos adversos são raramente ocasionados abaixo do TEL e frequentemente encontrados acima do PEL. Valores entre TEL e PEL representam o intervalo de concentração que poderia potencialmente estar associado a efeitos biológicos adversos (CCME, 1995).

A partir de março de 2004 foi instituída a Resolução Conama nº 344/04 que estabelece as diretrizes gerais e os procedimentos mínimos para a avaliação do material a ser dragado em águas jurisdicionais brasileiras, e dá outras providências. A partir desta Resolução, para efeito de classificação do material a ser dragado, são definidos critérios de qualidade, a partir de dois níveis:

- **Nível 1:** limiar abaixo do qual prevê-se baixa probabilidade de efeitos adversos à biota.
- **Nível 2:** limiar acima do qual prevê-se um provável efeito adverso à biota.

O primeiro trabalho realizado com vistas à caracterização dos sedimentos do Estuário de Santos foi feito por Abessa (2002), cujas coletas foram realizadas em março de 1998. Nesta coleta foram analisados somente a fração superficial do sedimento (2 cm), sendo que para cada ponto amostral o material utilizado para as análises sedimentológicas, químicas e ecotoxicológicas foi composto por cerca de 10 pegadas, utilizando-se de um pegador de fundo do tipo “Petersen”, construído em aço inoxidável.

Neste trabalho foi realizada a caracterização de 28 pontos amostrais, compreendendo todo o sistema estuarino de Santos e São Vicente, assim como a baía de Santos. No entanto, para a confecção deste relatório, foram abordados somente seis pontos amostrais utilizados do trabalho citado, pelo fato dos mesmos estarem situados desde a Barra até a região do aterro da Alemoa, ou seja, compreendendo quase toda a extensão do porto.

O trabalho conclui que a possível origem dos contaminantes encontrados pelo estudo, principalmente na porção mediana do canal, está relacionada às atividades industriais e portuárias, e em menor grau, das descargas de resíduos domésticos.

A última avaliação oficial das condições ambientais do Estuário de Santos tiveram as coletas de sedimento realizadas em 1998 e publicada em 2001, pela Cetesb (Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental) de São Paulo (Cetesb, 2001)

Este projeto de avaliação abrangeu 26 pontos de amostragem, incluindo rios, o estuário e o mar em toda a região de influência da poluição hídrica. Foram determinados cerca de 120 parâmetros envolvendo, também para este caso, análises sedimentológicas, química e ecotoxicológicas. Para cada ponto de coleta de sedimento foram analisadas três réplicas. Em função do grande volume de sedimento necessário para a determinação de todos os parâmetros, para cada réplica foram efetuadas várias tomadas de sedimento, com um pegador do tipo “Van Veen”.

Foram selecionados quatro pontos de coleta de sedimentos para a elaboração deste relatório, sendo que os mesmos estão localizados entre as regiões do futuro terminal da Embraport e a região do antigo aterro da Alemoa.

Como conclusão, o relatório da Cetesb apresenta que o sedimento foi o compartimento que apresentou a maior variedade de contaminantes, bem como a maior frequência de detecção, em relação à água e aos organismos. Por este fato, estes contaminantes podem ser disponibilizados para a coluna d'água mediante condições drásticas de alterações ambientais.

Outro estudo realizado no porto de Santos foi desenvolvido pela Codesp (Companhia Docas do Estado de São Paulo) na região do terminal de containers II (Tecon II). As coletas foram realizadas em março de 2004 em três pontos amostrais: o primeiro localizado próximo ao final do píer, o segundo próximo ao dolfin central do píer e o terceiro afastado aproximadamente 100 m do costado do píer. O sedimento coletado corresponde à fração superficial do mesmo, sendo coletado com auxílio de uma draga do tipo "Ekman", construída em aço inoxidável.

Foram encontradas concentrações entre os níveis 1 e 2 para mercúrio, dibenzo(a,h)antraceno e para a bifenilas policloradas totais e, sendo assim, o trabalho destaca que, em vista da presença deste elemento, principalmente os dois primeiros, os sedimentos dos três pontos amostrais foram submetidos a testes complementares de toxicidade crônica com embriões de ouriço do mar (*Lytechinus variegatus*) (Codesp – DTA Consultoria, 2004a).

A Codesp realizou também outro trabalho junto ao terminal de containers I (Tecon I), situado ao lado do Tecon II. Neste trabalho foram amostrados três pontos de sedimento localizados na margem esquerda da seção 5 do canal, sendo que a campanha para coleta de sedimento foi realizada em abril de 2004. Foram coletadas amostras em três profundidades em cada ponto: superficial, com auxílio de uma draga do tipo "Van Veen", a 0,50 cm abaixo da superfície de deposição recente, com a utilização de tubos de PVC e tampas para vedação quando do mergulho e submersão, preservando o material coletado e entre 1 e 2 m de profundidade, com a utilização do amostrador de coluna DTA, o qual recolhe uma coluna indeformada de sedimento consolidado, com a preservação da água intersticial e sem contaminação pela vasa marinha sobrejacente.

Assim com o ocorrido no estudo anterior, nas amostras de sedimento também foram realizadas análises físicas, químicas, granulometria, metais e compostos orgânicos.

Em janeiro de 2005, novamente a Codesp realizou um projeto para caracterização física, química e ecotoxicológica, em atendimento às exigências apresentadas pelo Termo de Referência e utilizando padrões e/ou procedimentos aceitos pela Cetesb, dos sedimentos das seções Alemoa e 06 – ME (margem esquerda) do canal de navegação do Porto de Santos.

As coletas foram realizadas em 14 pontos amostrais ao longo desta região, sendo que em cada ponto foi coletado sedimento superficial de vasa marinha, com a utilização de uma draga do tipo "Van Veen" convencional, denominado de sub-ponto S, sedimento do nível intermediário da coluna, com a utilização do amostrador "DTA", denominado sub-ponto I, e sedimento na cota de projeto, também com a utilização do amostrador de coluna "DTA" (Codesp – DTA Consultoria, 2005a).

Novamente em janeiro de 2005, a Codesp realizou uma campanha para coleta de sedimentos nas seções 1, 2 e 3 do canal de acesso do porto de Santos, cujos resultados serviram para subsidiar o monitoramento ambiental das atividades de dragagem desta seção do canal. Foram coletadas amostras de sedimento em 12 pontos, sendo que em cada ponto foram realizadas amostragens na camada superficial, com a utilização de uma draga do tipo "Van Veen" convencional, na superfície do projeto (-14 m DHN), com um amostrador de coluna do tipo "DTA", o qual recolhe uma coluna indeformada de sedimento consolidado e 1 m abaixo da superfície do projeto, também utilizando um amostrado do tipo "DTA".

Os dados obtidos por este estudo demonstraram baixos níveis de contaminação, sendo que todos os resultados enquadraram-se abaixo do Nível 1 da Resolução Conama nº 344/04.

Assim sendo, este trabalho ressalta a condição existente antes do início das operações de dragagem, permitindo seu emprego como base de partida para avaliação temporal dos impactos da dragagem sobre a área e, por este motivo, os sedimentos de dragagem das seções 1, 2 e 3 podem ser dispostos em mar (Codesp – DTA Consultoria, 2005b).

A Embraport (Empresa Brasileira de Terminais Portuários) realizou um estudo na área estuarina de Santos com a finalidade de caracterizar e avaliar o sedimento a ser dragado para subsidiar o processo de tomada de decisão quanto à disposição do material a ser dragado.

A definição dos pontos amostrais foi determinada em função do volume previsto para a dragagem e de informações pré-existentes das unidades geológicas identificadas através de sondagens marinhas em profundidade. Como o perfil geológico já era conhecido através das sondagens, priorizou-se a escolha dos pontos amostrais de coleta de sedimento que coincidiram com os pontos da sondagem.

Foram realizadas coletas em um total de 12 pontos amostrais, divididos em quatro campanhas para amostragem compreendidas entre setembro e outubro de 2005. Para coleta de sedimento superficial foi utilizada uma draga do tipo "Van Veen", sendo que para as amostras de sedimento em profundidade foram utilizados amostradores de alumínio (testemunhos) extraídos com as técnicas de "vibracore", "vibracore" com bate-estaca e finalmente por percussão, de acordo com a profundidade pretendida.

Pelo fato de terem sido encontradas concentrações de alguns contaminantes prioritários acima do Nível 1, foram feitos testes adicionais de toxicidade e, assim sendo, o estudo conclui que a qualidade dos sedimentos a serem dragados na área da Embraport mostra que uma parte destes sedimentos apresenta características físico-químicas e ecotoxicológicas que podem estar relacionadas a efeitos adversos a biota aquática e, portanto deverão ser isolados ou confinados não sendo recomendada a disposição destes em área marinha. No entanto, a realização da dragagem em etapas permitiria que o sedimento em profundidade pudesse ser avaliado quanto a sua toxicidade após um período de estabilização físico-química e, desta forma, os volumes a serem confinados ou lançados em área marinha poderão ser calculados com mais precisão (Embraport – CPEA, 2005).

Em dezembro de 2006, a Codesp realizou uma nova caracterização física, química e ecotoxicológica dos sedimentos a serem dragados no trecho das seções 1 e 2, com objetivo de após avaliação dos resultados obtidos, solicitar ao órgão ambiental competente, autorização para dragagem deste trecho, denominado Barra, sempre que necessário e sem limite de volume. Essas duas seções citadas correspondem aos segmentos do porto de Santos, sendo que a seção 1 é denominada barra, abrangendo o início do canal de acesso ao porto até a ponta da fortaleza localizada na baía de Santos e a seção 2 corresponde à porção de estreitamento do canal de acesso no ponto de curva.

Foram coletadas amostras de sedimento superficial (vasa marinha recente) através de um amostrador do tipo "Van Veen" e amostras de sedimento na cota de dragagem (14 m DH) utilizando um amostrador do tipo "sediment corer", que consiste de um tubo de alumínio o qual é levado ao fundo com auxílio de mergulhadores e introduzido no sedimento.

Como conclusão, os sedimentos destas seções do canal demonstraram uma contaminação baixa. Considerando-se ainda os pressupostos presentes na Resolução Conama nº 344/04 a caracterização do sedimento nestas seções indicam que a probabilidade da disposição dos sedimentos da Barra causar impacto à biota na área de descarte e adjacências é baixa, restrita e temporária (Codesp – DTA , 2006).

Outro estudo realizado no canal de Santos foi desenvolvido pela Cosipa (Companhia Siderúrgica Paulista) em agosto de 2006, cujo objetivo foi avaliar a qualidade do canal de Piaçaguera, considerando os compartimentos água, sedimentos e biota antes do início de qualquer atividade de dragagem, de forma que os resultados desta campanha sejam utilizados como "linha de base" na tomada de decisões durante as operações de dragagem no canal.

O sedimento foi coletado com uma draga do tipo "Van Veen", sendo que em cada ponto amostral foi realizada a coleta de amostras compostas, ou seja, cada amostra de sedimento superficial foi constituída de três sub-amostras coletadas nos vértices de um triângulo imaginário, com uma distância aproximada de 50 m entre si. Foram coletadas amostras em um total de dez pontos amostrais, desde a bacia de evolução até próximo a Ilha Barnabé, no entanto, para efeito de comparação com os estudos aqui citados, foram considerados somente os pontos compreendidos entre a região da Alemoa e do futuro terminal da Embraport, ou seja, sete pontos.

Como conclusão da caracterização dos sedimentos, os pontos que apresentaram maiores concentrações foram aqueles localizados próximos a saída do canal de Piaçaguera (região da Alemoa) e próximo a Embraport. O estudo destaca ainda, que nestes pontos há predominância de sedimentos de textura argilo-siltosa, o que corrobora os resultados obtidos. (Cosipa – CPEA, 2006).

Após este levantamento histórico de monitoramento dos sedimentos no porto de Santos, para uma melhor comparação, a seguir são apresentados os dados secundários existentes divididos em três microrregiões, priorizando as áreas mais contaminadas de outras menos contaminadas, com intuito de poder ter um melhor detalhamento de toda a região do porto. No **Anexo 13** são mostrados os locais de coletas dos vários trabalhos aqui citados, assim como a divisão nas três micro regiões.

Cabe ressaltar que alguns trabalhos foram desenvolvidos ao longo de todo o canal do porto e, assim sendo, os mesmos acabam sendo enquadrados dentro das várias microrregiões, a saber:

- ✚ MICRORREGIÃO DA BARRA ATÉ A FORTALEZA (COTA DE PROJETO ATUAL DO CANAL DE NAVEGAÇÃO DA CODESP DE -14M): OS PONTOS AMOSTRAIS REFERENTES A ESTA REGIÃO FORAM ESTUDADO POR ABESSA (2002), CODESP – DTA CONSULTORIA (2005B) E CODESP – DTA CONSULTORIA (2006)

Analisando-se os resultados obtidos para metais, as coletas realizadas em 2004 pela Codesp – DTA Consultoria (2005b) revelaram que não houve a presença de metal cuja concentração estivesse acima dos valores orientadores da Resolução Conama nº 344/04/04, o mesmo ocorrendo pelos estudos realizados por Abessa (2002) no ponto amostral referente a esta região. No entanto, para as coletas de 2006, realizadas pela Codesp – DTA Consultoria (2006) foram encontradas concentrações de arsênio acima, porém muito próximas, do Nível 1.

Para o caso dos hidrocarbonetos policíclicos aromáticos, em nenhum dos três trabalhos desenvolvidos nesta região quantificou algum composto que excedesse os limites orientadores da Resolução Conama 344/04.

Embora nesta micro região praticamente não foi detectada a presença de nenhum contaminante, com exceção do arsênio em um campanha de amostragem, cabe ressaltar que nesta região está presente o fundeadouro número 2 da Capitania dos Portos, o que pode explicar o possível aparecimento de contaminantes nos sedimentos, seja orgânico ou inorgânico, devido a vazamentos pequenos, porém intermitentes, dos navios que ficam fundeados nesta região aguardando autorização para atracar no porto de Santos.

✚ MICRORREGIÃO COMPREENDIDA ENTRE A FORTALEZA ATÉ TORRE GRANDE (COTA DE PROJETO ATUAL DO CANAL DE NAVEGAÇÃO DA CODESP DE -13M): OS TRABALHOS CUJOS PONTOS AMOSTRAIS ESTÃO DENTRO DESTA REGIÃO SÃO ABESSA (2002), CODESP – DTA CONSULTORIA (2004A), CODESP – DTA CONSULTORIA (2004B), CODESP – DTA CONSULTORIA (2005A), CODESP – DTA CONSULTORIA (2005B) E CODESP – DTA CONSULTORIA (2006)

Com relação aos resultados obtidos para metais, as coletas realizadas em 1998 revelaram a presença somente de mercúrio acima do Nível 1. Nas coletas realizadas em março de 2004, foram encontradas concentrações de mercúrio para os três pontos amostrais entre os níveis 1 e 2, sendo então estes sedimentos submetidos a testes adicionais de toxicidade. Analisando-se os dados das coletas de abril de 2004, foi encontrado níquel na profundidade de 1 e 2 m, no entanto, este trabalho ressalta que segundo a Resolução Conama nº 344/04, o fato deste metal estar presente nos sedimentos não impossibilita a disposição do material dragado em águas jurisdicionais brasileiras. Nas coletas de 2005 feitas tanto pela Codesp – DTA Consultoria (2005a) quanto pela Codesp – DTA Consultoria (2005b) também não foram encontradas concentrações acima dos valores orientadores da Resolução Conama nº 344/04 e, finalmente, nos estudos desenvolvidos pela Codesp – DTA Consultoria (2006), somente arsênio foi quantificado acima do Nível 1, porém com um valor de 8,63 mg/kg muito próximo do valor orientador de 8,2 mg/kg.

Para o caso dos compostos orgânicos, foram encontradas concentrações de pireno acima do Nível 1 e antraceno e criseno acima do Nível 2 nas coletas realizadas por Abessa (2002). Somente Dibenzo(a,h) antraceno foi quantificado acima do Nível 1 nos três pontos amostrais nas coletas de março de 2004, o mesmo acontecendo com as coletas de abril de 2004. Como ocorrido para o caso dos metais, os dois estudos desenvolvidos pela Codesp – DTA Consultoria (2005a) e pela Codesp – DTA Consultoria (2005b) também não revelaram a presença de compostos orgânicos, sendo que também não foi quantificado algum composto pelos estudos da Codesp – DTA Consultoria (2005a) e da Codesp – DTA Consultoria (2005b). Quanto às coletas realizadas em 2006, pela Codesp – DTA Consultoria (2006) foram encontradas concentrações acima do Nível 1 para benzo(a)antraceno, benzo(a)pireno, criseno, dibenzo(a,h)antraceno, acenafteno e fluoranteno somente acima do Nível 1.

Pelos resultados obtidos, nota-se que esta micro região já apresenta um histórico de contaminação, devendo-se salientar que esta micro região já apresenta uma intensa atividade portuária, com a presença de vários terminais e, conseqüentemente, um maior trânsito de navios que, por pequenos vazamentos ou procedimentos de limpeza de seus porões pode ocasionar um aporte destes contaminantes. Ressalta-se também que esta região já pode estar sentindo também, os efeitos do aporte de esgotos domésticos e industriais oriundos do alto Estuário de Santos.

- MICRORREGIÃO ENTRE A TORRE GRANDE ATÉ O ATERRO SANITÁRIO DA ALEMOA (COTA DE PROJETO ATUAL DO CANAL DE NAVEGAÇÃO DA CODESP DE -12M): REFEREM-SE A ESTA MICRO REGIÃO OS TRABALHOS DESENVOLVIDOS POR, ABESSA (2002), CETESB (2001), CODESP – DTA CONSULTORIA (2005A) E EMBRAPORT – CPEA (2005), COSIPA – CPEA (2006)

As coletas realizadas em 1998 por Abessa (2002) com relação ao sedimento superficial revelaram a presença de zinco, níquel, chumbo e mercúrio acima do Nível 1, sendo que somente mercúrio foi também encontrado acima do Nível 2.

A Cetesb (2001), através das coletas realizadas em 1998, revelou a presença de cobre, chumbo, mercúrio e zinco acima do Nível 1, no entanto, não foram encontradas concentrações de metais que ultrapassassem os valores orientadores do Nível 2.

Nos estudos realizados pela Embraport – CPEA (2005) referentes às coletas de outubro e novembro de 2005, acima do Nível 1 foram obtidas concentrações de cobre, cromo e níquel para os sedimentos superficiais sendo que para os sedimentos em profundidade, foram encontrados valores para arsênio, chumbo, cromo e mercúrio. Acima do Nível 2, mercúrio e zinco foram os únicos quantificados em sedimentos em profundidade.

Pelos estudos desenvolvidos pela Codesp – DTA Consultoria (2005a), com relação à região da seção 6 (margem esquerda), os resultados das análises de metais indicaram baixos níveis de concentração, todas enquadradas no Nível 1 do Conama nº 344, dispensando assim, a execução de ensaios de toxicidade.

Para a região da Alamoia, em um único ponto situado entre os berços do píer da Alamoia, embora tenha apresentado cobre com teor compatível com as demais amostras analisadas na região, este metal foi o único que excedeu em cerca de 2 mg/kg o limite do Nível 1. No entanto, o estudo destaca que considerando-se a concentração e o metal em questão, não se deve esperar efeitos deletérios sobre a biota marinha.

Dentre os metais analisados no sedimento pelo trabalho desenvolvido pela Cosipa (2006), arsênio apresentou concentrações acima do Nível 1 em cinco amostras, níquel em uma amostra e mercúrio em cinco amostras, ao passo que em duas amostras, mercúrio apresentou valores de concentração superiores ao limite estabelecido para o Nível 2. Especificamente com relação ao mercúrio, as amostras que apresentaram concentrações acima do Nível 2 também foram aqueles cuja distribuição granulométrica encontra-se predominantemente nas frações argila e silte, frações estas que também foram determinadas pelo mesmo estudo.

Com relação aos compostos orgânicos, nos estudos realizados por Abessa (2002) foram encontradas concentrações acima do Nível 1 para acenafteno, antraceno, criseno, fluoranteno, fluoreno, fenantreno e pireno, enquanto que acima do Nível 2, foram quantificados acenaftileno, antraceno, criseno, fluoranteno, fluoreno e pireno. A Cetesb (2001) encontrou somente benzo(a)pireno, tanto acima do Nível 1 para um pontos quanto acima do Nível 2 para outro ponto amostral.

Foram encontradas concentrações de benzo(a)pireno, dibenzo(a,h)antraceno e acenafteno na região da Alamoia pelos trabalhos desenvolvidos pela Codesp – DTA Consultoria (2005a). Na Embraport-CPEA (2005), acima do Nível 1, o principal composto encontrado foi o dibenzo(a,h)antraceno, praticamente em todas as profundidades para vários pontos amostrais seja no sedimento superficial quanto a 3,5 m de profundidade, embora também tenha sido encontrado em duas profundidades concentrações acima do Nível 2. Outros compostos também foram encontrados, porém somente para alguns pontos e em determinadas profundidades acima do Nível 1, tais como o benzo(a)antraceno, benzo(a)pireno, criseno, acenaftileno, antraceno, fenantreno, fluoranteno, fluoreno e pireno. Finalmente, pelos estudos realizados pela Cosipa-CPEA (2006) para o monitoramento do canal de Piaçaguera não foram obtidos valores de concentrações para os HPA que ultrapassassem os limites orientadores.

Avaliando-se os resultados obtidos para esta micro região, observa-se claramente que conforme as coletas são realizadas em pontos amostrais próximos a saída do canal de Piaçaguera um aumento na quantidade de contaminantes encontrados, sejam os metais quanto os orgânicos, que extrapolam os limites dos valores orientadores que o que leva a conclusão que nesta região já são sentidos os efeitos de contaminações oriundas tanto da área onde há uma presença de um maior número de indústrias, assim como devido ao aporte de rios que carregam uma quantidade considerável de esgotos domésticos, como é o caso dos rios Casqueiro e Cubatão.

Através da análise dos dados pretéritos dos contaminantes acima citados, observa-se que o sedimento do Estuário de Santos já apresenta problemas de contaminação há pelo menos uma década. Em estudos anteriores realizados pela Cetesb (2001) no sistema estuarino de Santos e São Vicente, além de também encontrar no sedimento níveis de concentrações elevados para vários contaminantes, aponta alguns fatores que podem contribuir para o aporte destes contaminantes:

- escoamento da água superficial.
- Lançamento de efluentes líquidos industriais, portuários e domésticos.
- Vazamentos e acidentes ambientais.
- Deposição atmosférica.
- Disposição inadequada de resíduos sólidos domésticos e industriais.

Embora já estejam sendo realizadas medidas compensatórias com intuito de diminuir o aporte de contaminantes no sistema estuarino, o sedimento ainda permanece impactado em função justamente deste aporte desenfreado em décadas passadas, sendo que as principais fontes de poluição direta são os esgotos lançados pelo emissário submarino de Santos e dos canais de drenagem urbana, e os sedimentos dragados do canal portuário, os quais foram, no passado, lançados indevidamente dentro da baía (Cetesb, 2001).

Segundo o Programa Primário de Controle de Poluentes implementado pela Cetesb, 90% das fontes de poluição foram autuadas e devidamente controladas até o final do período, em 1990. Ao longo deste Programa foram levantadas 44 fontes, das quais 39 foram devidamente controladas, atingindo-se um nível de 88% de controle das fontes de poluição. As fontes levantadas eram responsáveis pela emissão de 62 t/dia de carga orgânica, 4,0 t/dia de metais pesados, 3,0 t/dia de fluoretos, 73,0 t/dia de fenóis e 591 m³ de resíduos sedimentáveis. Como resultado do Programa Primário de Controle de Poluentes foram reduzidos em 93% para carga orgânica, 97% metais pesados, 92% para fluoretos, 79% para fenóis e 90% para resíduos sedimentáveis. Quanto ao esgoto urbano foram construídas duas lagoas de tratamento e, em andamento estão sendo realizadas, através da concessionária desse serviço em conjunto com a municipalidade, a interligação das residências às redes coletoras implantadas. As indústrias desenvolveram planos de controle analisados e aprovados pela Cetesb quanto à tecnologia adotada e ao prazo de implantação, abrangendo todas as fontes identificadas (Cetesb, 1990).

A seguir, somente para uma melhor visualização, são apresentados os **Gráficos 9.3-32 a 9.3-34** com intuito de fazer uma comparação da evolução da concentração de alguns metais ao longo dos anos onde houveram coletas para caracterização dos sedimentos superficiais.

É possível verificar que a contaminação não possui um padrão de comportamento ao longo destes anos de amostragem. Por exemplo, em alguns casos amostras coletadas no mesmo ano apresentam concentrações e contaminantes diferentes para uma mesma micro-região, como é o caso da micro região 3, onde coletas realizadas no mesmo ano de 2005 pela Codesp – DTA Consultoria (2005a) e pela Embraport – CPEA (2005), encontraram valores de concentrações diferentes.

Gráfico 9.3-32 Evolução da concentração de cromo durante o período de amostragem considerado de sedimento superficial

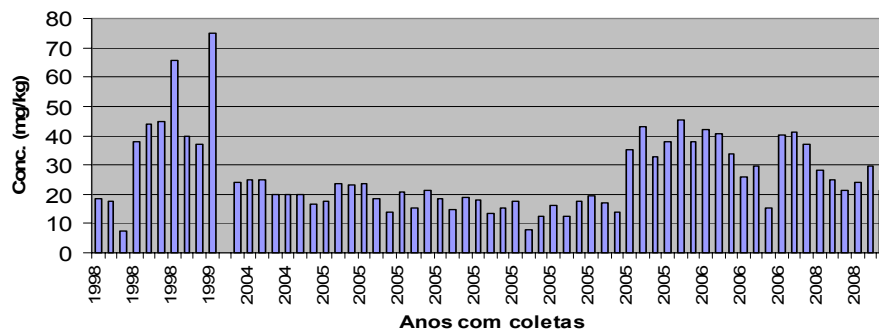


Gráfico 9.3-33 Evolução da concentração de cobre durante o período de amostragem considerado de sedimento superficial

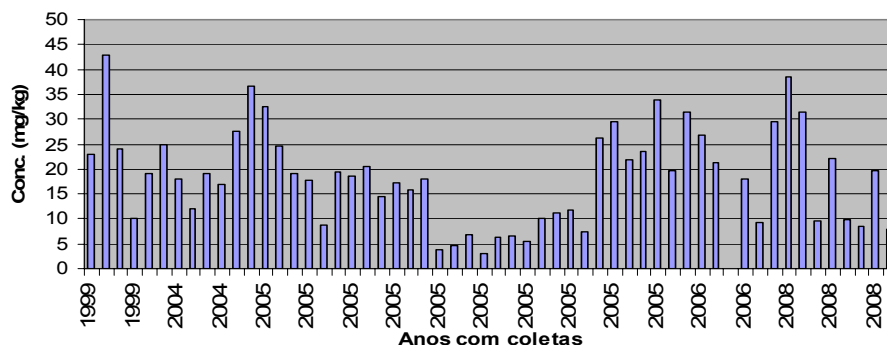
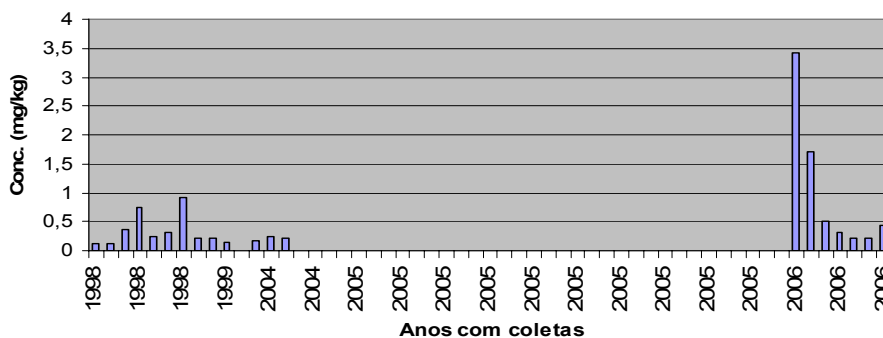


Gráfico 9.3-34 Evolução da concentração de mercúrio durante o período de amostragem considerado de sedimento superficial



Este padrão de variação se deve ao fato do sedimento superficial do fundo do estuário, devido a sua baixa densidade e granulometria muito fina, corresponder a um substrato muito móvel e instável, facilmente ressuspenso e transportado na coluna d'água. A contaminação que este sedimento carrega não deve ser, portanto, estática e dificilmente serão encontrados padrões bem definidos na distribuição da contaminação em uma escala de poucas centenas de metros, a não ser que ainda existam fontes permanentes de contaminação no estuário. No entanto, a Cetesb através do Programa Primário de Controle de Poluentes implementado por ela, reduziu em 90% as fontes de poluição no sistema estuarino de Santos e São Vicente até o ano de 1990 (Cetesb, 1990) e a tendência de implantação de sistemas de controle e prevenção de geração de efluentes e resíduos sólidos pelas indústrias parece estar consolidada. Portanto, a contaminação dos sedimentos do estuário confere um passivo ambiental adquirido antes das primeiras ações de controle efetivas.

Outra evidência levantada pelo estudo das microrregiões é o fato que os locais cujas concentrações de metais foram encontrados em maior quantidade são aqueles localizados próximos a saída do canal de Piaçaguera, justamente onde ocorre o aporte de rios, como por exemplo o Casqueiro e o Cubatão, que carregam esgotos, tanto doméstico quanto industrial, provenientes de áreas industriais e com alta densidade populacional.

Nota-se que para o caso do mercúrio, no período compreendido entre 2004 e 2005 não foi observada a presença do mesmo nos sedimentos superficiais, sendo que em 2006 ele foi quantificado.

Cabe ressaltar que nesta análise de evolução histórica foram consideradas as concentrações obtidas em todo canal, não fazendo assim uma distinção entre as microrregiões. Isto se deve ao fato de estar somente interessado em tentar avaliar se há ou não uma tendência em diminuir ou aumentar os valores de concentrações dos metais ao longo dos anos.

Como conclusões dos dados levantados aqui nesta compilação de resultados históricos, deve-se salientar que o canal do porto de Santos vem sendo, há algum tempo, constantemente monitorado no que diz respeito à qualidade dos sedimentos, o que pode servir como base para estudos atuais onde estes dados secundários podem ser levados em consideração para o levantamento de um diagnóstico mais preciso, quando se leva em consideração somente um determinado trecho do canal.

9.3.10.2 AID e ADA

A) ASPECTOS METODOLÓGICOS

O presente Diagnóstico tem como objetivo a caracterização dos sedimentos presentes na área do empreendimento a ser dragada para implantação de um terminal portuário.

A caracterização foi realizada de forma a atender a Resolução Conama 344/04 para um volume estimado a ser dragado de 3.800.000 metros cúbicos. Foram realizadas coletas tanto de sedimento superficial, quanto em profundidade (representativas da cota de dragagem) em 8 pontos amostrais, sendo que nas amostras de sedimento superficial também foram realizados ensaios ecotoxicológicos.

Na Figura 1 do **Anexo 14** é mostrado o dossiê fotográfico dos procedimentos adotados para todas as coletas de sedimento.

As amostras de sedimento foram coletadas entre os dias 19 e 20 de dezembro de 2007. No total, foram coletadas amostras de sedimento em 8 pontos amostrais na área a ser dragada no trecho do futuro terminal da BTP, sendo que foram coletadas amostras tanto de sedimento superficial como em profundidade, podendo chegar até a 5 m de profundidade, de acordo com o ponto amostral. No **Quadro 9.3-58** a seguir, é apresentada a nomenclatura dos pontos coletados, assim como a profundidade e horário das coletas de sedimento.

Quadro 9.3-58 Identificação das amostras de sedimento, profundidade e horário da coleta

Ponto Amostral	Identificação	Prof. Coleta (m)	Data	Horário da Coleta
PS-01	PS-01-S	superfície	19/12/2007	09:30
	PS-01-1	1	19/12/2007	09:12
	PS-01-2	2	19/12/2007	09:23
PS-02	PS-02-S	superfície	19/12/2007	11:01
	PS-02-1	1	19/12/2007	10:53
	PS-02-2	2	19/12/2007	10:59
PS-03	PS-03-S	superfície	19/12/2007	12:00
	PS-03-1	1	19/12/2007	12:08
	PS-03-2	2	19/12/2007	12:12
	PS-03-3	3	19/12/2007	12:23
	PS-03-4	4	19/12/2007	12:42
PS-04	PS-04-S	superfície	19/12/2007	13:45
	PS-04-1	1	19/12/2007	14:03
	PS-04-2	2	19/12/2007	14:08
	PS-04-3	3	19/12/2007	14:24
PS-05	PS-05-S	superfície	20/12/2007	10:04
	PS-05-1	1	20/12/2007	10:15
	PS-05-2	2	20/12/2007	10:20
	PS-05-3	3	20/12/2007	10:27
	PS-05-4	4	20/12/2007	10:32
PS-06	PS-06-S	superfície	20/12/2007	11:03
	PS-06-1	1	20/12/2007	11:11
	PS-06-2	2	20/12/2007	11:20
	PS-06-3	3	20/12/2007	11:33
	PS-06-4	4	20/12/2007	11:42
	PS-06-5	5	20/12/2007	11:55
PS-07	PS-07-S	superfície	20/12/2007	13:50
	PS-07-1	1	20/12/2007	14:03
	PS-07-2	2	20/12/2007	13:54
	PS-07-3	3	20/12/2007	14:28
	PS-07-4	4	20/12/2007	14:33

Ponto Amostral	Identificação	Prof. Coleta (m)	Data	Horário da Coleta
PS-08	PS-08-S	superfície	20/12/2007	12:17
	PS-08-1	1	20/12/2007	12:19
	PS-08-2	2	20/12/2007	12:47
	PS-08-3	3	20/12/2007	12:34
	PS-08-4	4	20/12/2007	13:25
	PS-08-5	5	20/12/2007	13:32

No **Quadro 9.3-59** a seguir, são mostradas as coordenadas em UTM dos pontos amostrais.

Quadro 9.3-59 Coordenadas em UTM dos pontos amostrais (Datum horizontal: SAD 69)

Ponto Amostral	Zona	Coordenadas (UTM)	
		Easting (mE)	Northings (Mn)
PS -1	23K	361.706	7.354.092
PS -2	23K	361.905	7.354.064
PS -3	23K	362.104	7.354.043
PS -4	23K	362.311	7.354.067
PS -5	23K	361.504	7.354.009
PS -6	23K	362.705	7.353.997
PS -7	23K	362.825	7.354.101
PS -8	23K	362.989	7.353.986

No **Anexo 15** são mostrados os pontos amostrais para a coleta de sedimentos.

PROCEDIMENTOS ADOTADOS PARA AMOSTRAGEM DE SEDIMENTO

Para cada ponto amostral foram coletadas amostras de sedimento superficial e em profundidade. Após a coleta, as amostras de sedimento foram colocadas em uma bandeja de material plástico branco inerte, onde foram homogeneizadas, com auxílio de uma pá, para posteriormente serem acondicionadas em frascos de vidro ou plástico, previamente limpos, conforme o parâmetro a ser determinado. Os frascos foram mantidos em caixas térmicas com gelo, de forma a manter a temperatura entre $4 \pm 2^{\circ}\text{C}$, desde o momento da coleta até o envio ao laboratório.

Para o caso das coletas de sedimento superficial, os mesmos foram coletados com auxílio de um amostrador de fundo tipo "Van Veen" construído em aço inoxidável o que corresponde à aproximadamente 20 cm de profundidade.

Com relação à coleta dos sedimentos em profundidade, a amostragem foi realizada por meio de um sistema montado em cima de duas embarcações sendo que o processo utilizado foi por meio de colunas indeformadas, utilizando para isto um coletor do tipo "testemunhador", através da inserção de tubos de alumínio utilizando um sistema de "bate-estaca" na extremidade superior.

A seguir, nas **Figuras 9.3-16 a 9.3-19** são mostrados, esquematicamente, os procedimentos adotados para a coleta em cada ponto amostral, tanto para os sedimentos superficiais quanto para os em profundidade, salientando o número de amostras por ponto amostral e a profundidade relativa a cada amostra.

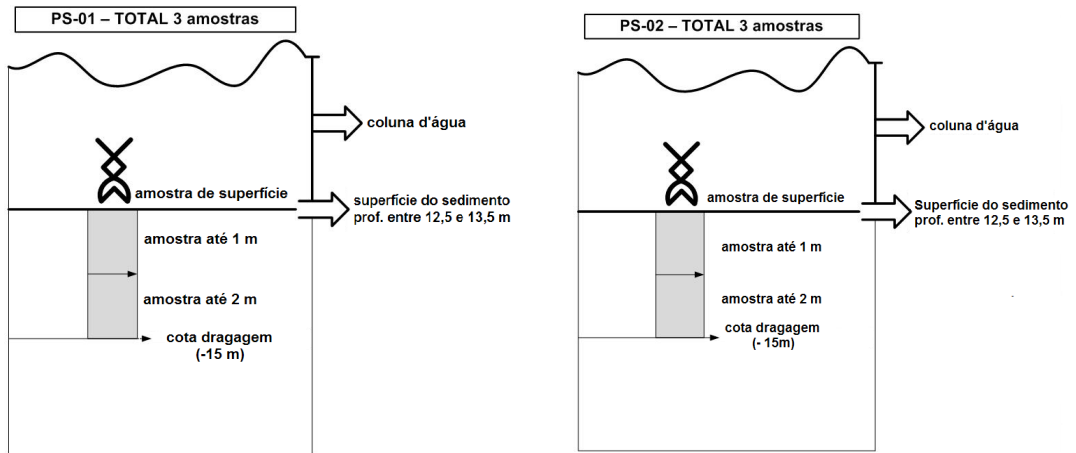


Figura 9.3-16 Representação esquemática dos pontos amostrais 01 e 02

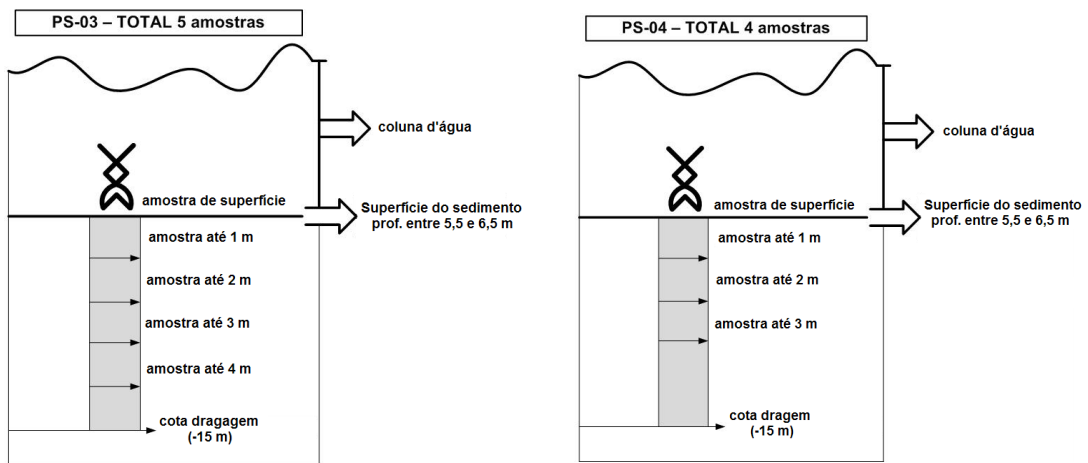


Figura 9.3-17 Representação esquemática dos pontos amostrais 03 e 04

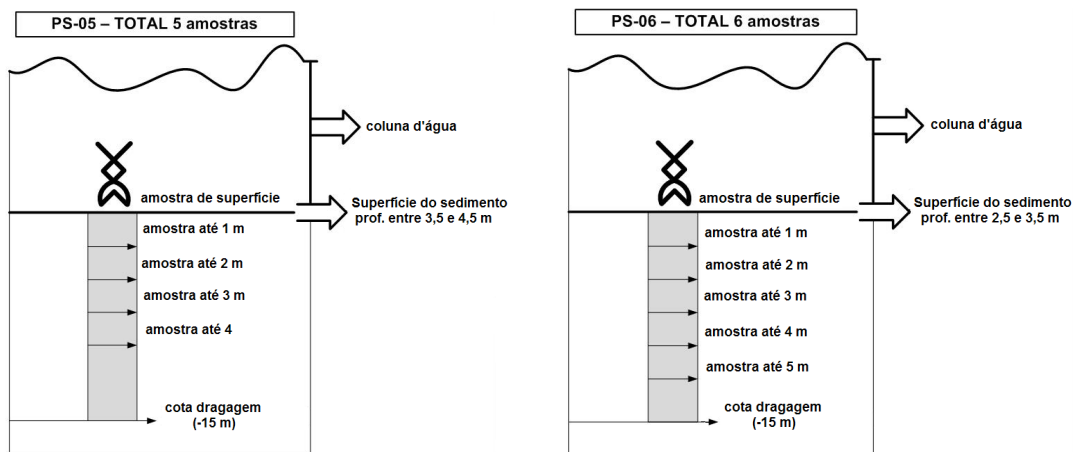


Figura 9.3-18 Representação esquemática dos pontos amostrais 05 e 06

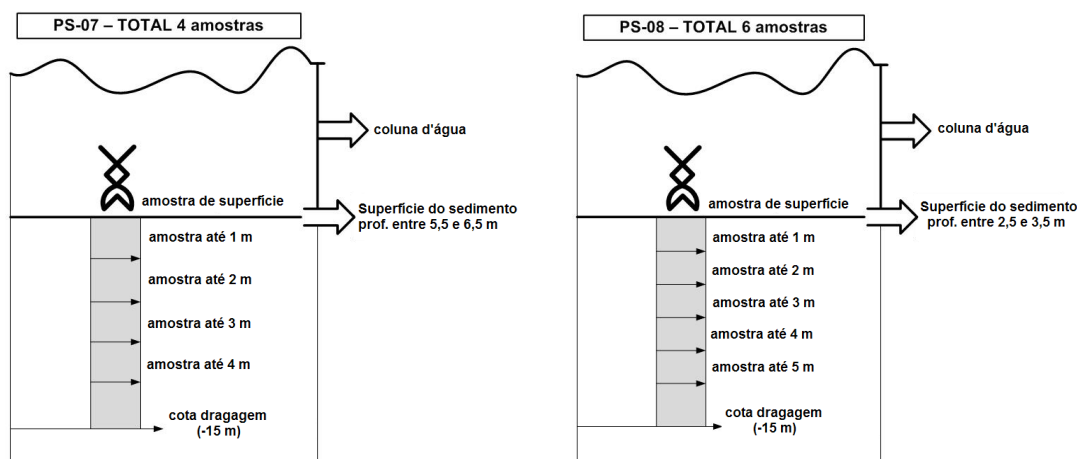


Figura 9.3-19 Representação esquemática dos pontos amostrais 07 e 08

MEDIDAS *IN SITU*

Como acima citado, as medidas físico químicas foram realizadas *in situ* na própria embarcação durante a coleta de sedimento, sendo que foram realizadas medidas de pH e potencial redox (E_H), com os seguintes equipamentos:

- Potencial Hidrogeniônico (pH): Instrutemp – Mod. ITPH-2500.
- Potencial Redox (E_H): DIGIMED – Mod. DM-2.

ANÁLISES QUÍMICAS

Após a homogeneização do sedimento coletado, as amostras foram acondicionadas em frascaria própria, fornecida pelo laboratório responsável pelas análises e devidamente etiquetados. O protocolo de preservação e armazenamento das amostras consta na **Quadro 1 do Anexo 16**.

Os parâmetros analisados seguiram o Conama 344/04 como mostrado a seguir:

- Metais e semi-metais (arsênio, cádmio, chumbo, cobre, cromo, mercúrio, níquel e zinco).
- HPA (benzo(a)antraceno, benzo(a)pireno, criseno, dibenzo(a,h)antraceno, acenafteno, acenaftileno, antraceno, fenantreno, fluoranteno, fluoreno, 2-metilnaftaleno, naftaleno, pireno).
- PCB totais (somatória das sete bifenilas).
- POC (Pesticidas Organoclorados).
- Carbono orgânico total.
- Nitrogênio Kjeldhal total.
- Fósforo total.
- Granulometria.

✚ ENSAIOS DE TOXICIDADE

Além das análises físicas e químicas, os sedimentos superficiais foram submetidos aos ensaios de toxicidade aguda com o organismo *Leptocheirus plumulosus*.

B) SEDIMENTOS E DRAGAGEM NA AII E NA ADA

Os laudos analíticos de todas as análises físico químicas estão apresentados no **Anexo 17**.

✚ PARÂMETROS FÍSICO QUÍMICOS

No **Quadro 9.3-60** a seguir, são apresentados os resultados de pH e de E_H tanto para o sedimento superficial quanto para o sedimento coletado em profundidade.

Quadro 9.3-60 Parâmetros físico químicos das amostras de sedimento

Ponto de Coleta	Identificação	pH	E_H (mV)
PS-01	PS-01-S	6,2	-158
	PS-01-1	6,2	-203
	PS-01-2	6,3	-308
PS-02	PS-02-S	6,0	-176
	PS-02-1	6,3	-236
	PS-02-2	6,2	-324
PS-03	PS-03-S	6,3	-184
	PS-03-1	6,2	-126
	PS-03-2	6,2	-263
	PS-03-3	6,1	-286
	PS-03-4	6,0	-322
PS-04	PS-04-S	6,1	-178
	PS-04-1	6,1	-206
	PS-04-2	6,2	-293
	PS-04-3	6,1	-302
PS-05	PS-05-S	6,0	-166
	PS-05-1	6,0	-118
	PS-05-2	6,0	-197
	PS-05-3	6,1	-305
	PS-05-4	6,1	-364
PS-06	PS-06-S	6,1	-205
	PS-06-1	6,2	-313
	PS-06-2	6,2	-294
	PS-06-3	6,2	-306
	PS-06-4	6,1	-268
	PS-06-5	6,2	-324
PS-07	PS-07-S	6,2	-288
	PS-07-1	5,6	-255
	PS-07-2	5,4	-198
	PS-07-3	5,2	-308
	PS-07-4	6,0	-364

Ponto de Coleta	Identificação	pH	E _H (mV)
PS-08	PS-08-S	6,1	-198
	PS-08-1	6,2	-202
	PS-08-2	6,2	-365
	PS-08-3	6,2	-329
	PS-08-4	6,1	-266
	PS-08-5	6,0	-298

De um modo geral os resultados de pH estiveram dentro de uma faixa ácida, variando desde 5,2 até 6,3. Valores muito ácidos de pH, próximos de 3, podem acarretar em uma maior disponibilização de metais e outros contaminantes para a coluna d'água, além de poder apresentar toxicidade para diversos componentes da biota aquática. No entanto, embora alguns pontos tenham apresentado valores próximos de 5, este valor não chega a causar problemas de remobilização de contaminantes.

O pH é um importante parâmetro a ser determinado pelo fato do mesmo ser controlador tanto para especiação como para o equilíbrio para muitas espécies químicas, tais como sulfetos, amônia, cianetos, metais e todas aquelas que se ionizam sob influência deste parâmetro. Como exemplo, a amônia, um importante parâmetro para estabelecimento de critérios de qualidade, é dependente do pH, ou seja, em pH superior a 8 pode haver a ocorrência e, conseqüentemente, a liberação deste contaminante para a coluna d'água. No entanto, especificamente para este parâmetro, para que ocorra esta liberação, outros fatores devem estar atrelados ao pH, como por exemplo a quantidade de oxigênio dissolvido no sedimento, ou seja, quanto mais anóxico, maior a produção dos elementos reduzidos da série nitrogenada, facilitando a ocorrência com conseqüente liberação de amônia à coluna d'água.

Sendo assim, pelos valores encontrados de pH, provavelmente os sedimentos analisados não tem características para ocasionar a remobilização de contaminantes para a coluna d'água.

Nota-se pelos dados obtidos de E_H que os sedimentos se apresentam com características de anoxia, sendo que em alguns pontos este parâmetro pode alcançar valores na ordem de -365 mV. Uma das características de ambientes reduzidos, como é o caso destes sedimentos, é a possibilidade de liberação de alguns tipos de contaminantes que podem causar impacto na coluna d'água, como é o caso da amônia, no entanto, como já anteriormente citado, esta remobilização só acontece quando vários fatores atuam de uma maneira conjunta, ou seja, por si só o fato do ambiente ser reduzido não significa que ele vai ocasionar a liberação dos contaminantes à coluna d'água.

GRANULOMETRIA

No **Quadro 9.3-61**, a seguir, são apresentados os resultados obtidos na avaliação da granulometria dos sedimentos coletados nas seções do canal. Para a formulação deste quadro foram somadas, para cada ponto amostral, as seguintes frações granulométricas.

- Argila + Silte = somatória da % de argila (< 0,004 mm) mais a % de silte (0,062 – 0,004 mm).
- Areia = somatória das % de areia total (2,00 – 0,062 mm), muito grossa (2,00 – 1,00 mm), grossa (1,00 – 0,50 mm), média (0,50 – 0,250 mm), fina (0,250 – 0,125 mm) e muito fina (0,125 – 0,062 mm).

Quadro 9.3-61 Composição granulométrica de cada ponto amostral para as várias profundidades

Ponto Amostral	Silte + Argila	Areia Total	Classificação	Ponto Amostral	Silte + Argila	Areia Total	Classificação
PS-01-S	94,8	5,2	argila	PS-06-S	56,7	43,3	Franco argilosa
PS-01-1	94	6	argila	PS-06-1	57,7	42,3	Franco argilosa
PS-01-2	94,8	5,2	argila	PS-06-2	32,9	67	Franco arenosa
PS-02-S	87,8	12,2	argila	PS-06-3	48,1	51,9	Franco argilo arenosa
PS-02-1	90,9	9,1	argila	PS-06-4	48,9	51	Franco argilo arenosa
PS-02-2	72,9	27,1	argila	PS-06-5	30,3	69,7	Franco arenosa
PS-03-S	75,3	24,7	argila	PS-07-S	55,9	44,1	Fanco argilosa
PS-03-1	77,4	22,6	argila	PS-07-1	59,8	40,2	Fanco argilosa
PS-03-2	68,9	31,1	franco argilosa	PS-07-2	64,1	35,9	Fanco argilosa
PS-03-3	72,8	27,2	argila	PS-07-3	41,6	58,4	Franco argilo arenosa
PS-03-4	75,9	24,1	argila	PS-07-4	68,5	31,5	argila
PS-04-S	62,2	37,8	franco argilosa	PS-08-S	48,5	51,5	Franco argilo arenosa
PS-04-1	76,8	23,2	argila	PS-08-1	62,9	37,1	Franco argilosa
PS-04-2	67,5	32,5	franco argilosa	PS-08-2	46,6	53,4	Franco argilo arenosa
PS-04-3	59,5	40,5	franco argilosa	PS-08-3	35,1	64,9	Franco argilosa
PS-05-S	37,3	62,7	franco argilosa	PS-08-4	49,2	50,8	Franco argilo arenosa
PS-05-1	46	54	Franco argilo arenosa	PS-08-5	43,8	56,2	Franco argilo arenosa
PS-05-2	36,1	63,9	Franco arenosa				
PS-05-3	42,9	57,1	Franco argilo arenosa				
PS-05-4	94,8	55,7	Franco argilo arenosa				

De uma forma geral, a área amostrada apresenta característica argilosa na maioria dos pontos amostrados. Segundo Förstner E Salomons (1980) os poluentes associam-se preferencialmente às frações finas dos sedimentos (silte e argila) e, portanto, em termos de granulometria, os pontos amostrados possuem, teoricamente, capacidades de agregar contaminantes através de processos como adsorção e complexação ocasionado pela fração fina presente.

Embora exista a possibilidade de remobilização dos contaminantes agregados a fração fina do sedimento para a coluna d'água, somente eventos drásticos como, por exemplo, a diminuição do pH para valores abaixo de 3, como anteriormente explicado, poderiam promover esta remobilização.


 NUTRIENTES

No **Quadro 9.3-62** a seguir, são apresentados os resultados das análises de carbono orgânico, nitrogênio Kjeldahl total e fósforo total.

Quadro 9.3-62 resultados obtidos para as análises do sedimento para carbono orgânico (%), nitrogênio Kjeldahl total (mg/kg) e fósforo total (mg/kg).

	Carbono Orgânico	Nitrogênio Kjeldahl Total	Fósforo Total		Carbono Orgânico	Nitrogênio Kjeldahl total	Fósforo Total
Nível 1	10	4800	2000	-	10	4800	2000
Nível 2			-	-			
PS-01-S	5,33	1376	1777	PS-06-S	3,47	803	537
PS-01-1	5,40	1555	1800	PS-06-1	6,14	774	615
PS-01-2	5,21	1917	1737	PS-06-2	2,76	457	519
PS-02-S	4,79	1714	1377	PS-06-3	3,77	648	560
PS-02-1	5,27	1855	1460	PS-06-4	3,21	466	572
PS-02-2	1,93	1072	773	PS-06-5	3,80	712	1287
PS-03-S	2,55	821	632	PS-07-S	3,92	398	623
PS-03-1	2,68	1087	599	PS-07-1	5,62	267	792
PS-03-2	1,39	1031	642	PS-07-2	4,87	222	864
PS-03-3	2,85	1153	607	PS-07-3	3,35	291	491
PS-03-4	3,91	538	874	PS-07-4	0,56	523	546
PS-04-S	2,94	894	1003	PS-08-S	2,35	124	654
PS-04-1	2,52	491	529	PS-08-1	6,16	548	750
PS-04-2	2,47	862	569	PS-08-2	3,08	384	544
PS-04-3	2,75	685	594	PS-08-3	1,25	259	483
PS-05-S	4,19	1164	555	PS-08-4	2,96	532	570
PS-05-1	4,49	743	515	PS-08-5	3,32	418	1009
PS-05-2	2,57	489	424				
PS-05-3	3,34	673	454				
PS-05-4	3,10	573	489				

Estes analitos encontrados são um indicativo de contaminação oriunda, principalmente de esgoto doméstico, embora algumas indústrias podem descartar estes nutrientes pelos seus efluentes, no entanto, contaminação proveniente destas fontes já é bem retratada por diversos estudos já feitos neste trecho do canal, como por exemplo, o realizado pela Cetesb (2001), no entanto, pelos resultados obtidos por este atual estudo, observa-se que não foram quantificados valores de concentrações para os nutrientes que ultrapassem os valores orientadores da Resolução Conama 344/04.


 METAIS E SEMI-METAIS

Os resultados obtidos pelas análises dos metais e semi metais são apresentados no **Quadro 9.3-63**, a seguir.

Quadro 9.3-63 Resultados obtidos para as análises do sedimento para metais e semi metais (mg/kg)

	Arsênio	Cádmio	Chumbo	Cobre	Cromo	Níquel	Zinco	Mercúrio
Nível 1	8,2	1,2	46,7	34	81	20,9	150	0,15
Nível 2	70	9,6	218	270	370	51,6	410	0,71
PS-01-S	< 5,17	<0,86	29,8	38,6	41,4	16,4	122	0,44
PS-01-1	< 5,36	<0,89	30,9	38,4	45,7	18,6	128	0,63
PS-01-2	< 5,00	<0,83	32,5	37,3	45,8	17,7	119	0,55

	Arsênio	Cádmio	Chumbo	Cobre	Cromo	Níquel	Zinco	Mercúrio
PS-02-S	< 5,36	<0,89	26,1	31,4	36,8	14,5	94,5	0,42
PS-02-1	< 4,84	<0,81	27,6	29,2	41,6	16,6	99,4	0,40
PS-02-2	< 3,41	<0,57	14,3	12,3	28,2	10,0	43,6	<0,23
PS-03-S	5,67	<0,48	12,9	9,62	28,0	10,5	38,5	<0,19
PS-03-1	5,10	<0,48	13,7	10,1	31,3	11,5	45,4	<0,19
PS-03-2	< 3,06	<0,51	13,1	9,59	27,9	10,1	35,6	<0,20
PS-03-3	5,54	<0,51	12,8	10,0	28,7	10,8	35,9	<0,20
PS-03-4	3,75	<0,63	14,4	16,0	27,0	10,4	48,5	0,27
PS-04-S	3,41	<0,57	17,8	22,2	25,0	9,77	60,2	<0,23
PS-04-1	7,55	<0,46	14,2	10,5	29,4	11,0	37,2	<0,19
PS-04-2	5,69	<0,49	12,8	10,3	28,9	10,7	37,8	<0,20
PS-04-3	<2,88	<0,48	12,8	9,71	27,7	10,6	34,5	<0,19
PS-05-S	<2,88	<0,48	10,5	9,90	21,3	8,08	38,6	<0,19
PS-05-1	6,38	<0,53	120	8,83	27,1	9,36	43,4	<0,21
PS-05-2	<2,63	<0,44	8,25	6,75	21,1	7,37	34,9	<0,18
PS-05-3	<2,73	<0,45	8,45	6,45	21,3	7,18	37,0	<0,18
PS-05-4	5,27	<0,45	10,4	7,68	22,0	7,77	30,6	<0,18
PS-06-S	6,64	<0,47	10,4	8,49	23,9	8,87	33,8	<0,19
PS-06-1	<3,26	<0,54	10,9	11,7	30,0	11,2	40,2	<0,22
PS-06-2	6,21	<0,43	10,5	8,19	26,0	8,71	35,9	<0,17
PS-06-3	6,61	<0,45	10,9	8,30	25,7	9,46	34,7	<0,18
PS-06-4	4,81	<0,46	10,4	8,43	22,0	8,43	30,7	<0,19
PS-06-5	4,62	<0,48	11,3	12,3	18,0	7,50	53,5	0,26
PS-07-S	5,65	<0,54	18,4	19,7	29,5	12,3	62,4	1,34
PS-07-1	8,84	<0,58	21,2	28,4	38,1	16,4	83,0	<0,23
PS-07-2	8,43	<0,49	19,7	21,3	31,8	13,2	56,0	<0,20
PS-07-3	5,87	<0,40	8,6	11,0	19,1	8,02	26,9	<0,16
PS-07-4	<2,73	<0,45	11,1	9,09	22,3	8,64	29,1	<0,18
PS-08-S	5,85	<0,45	9,64	8,00	21,2	7,55	26,8	<0,18
PS-08-1	7,64	<0,60	19,0	19,0	28,6	11,2	70,4	<0,24
PS-08-2	4,90	<0,48	11,3	9,52	25,3	9,04	38,4	<0,19
PS-08-3	3,31	<0,37	6,84	6,03	16,0	5,59	23,5	<0,15
PS-08-4	9,07	<0,46	10,6	8,24	25,8	8,98	33,4	<0,19
PS-08-5	<3,57	<0,60	20,1	21,3	23,6	9,76	93,1	0,57

Os metais Arsênio, Cádmio, Chumbo e Mercúrio são considerados prioritários pela Resolução Conama 344/01 e, quando encontrados acima do Nível 1, conseqüentemente há necessidade de estudos complementares para a avaliação do comportamento destes metais nos sedimentos, principalmente no que diz respeito a sua disponibilidade. No entanto, ressalta-se que encontrando-se concentrações acima do Nível 2 para outros metais diferentes destes acima citados, estudos complementares também podem ser necessários. Cabe ressaltar que a concentração estabelecida para arsênio para Nível 1 é inferior às concentrações consideradas background por Turekian e Wedepohl (1961) para o folhelho médio e para argila marinha profunda (13 mg/kg), e muito próxima ao valor de background (Bowen, 1979) para o sedimento médio (7,7 mg/kg). Em relação às concentrações background de mercúrio, para o sedimento médio, Bowen (1979) apresenta o valor de 0,19 mg/kg, que é superior ao valor estabelecido para o Nível 1. Assim, como já preconizado na Resolução Conama 344/04, estudos complementares devem ser realizados para confirmar a biodisponibilidade e a toxicidade destes elementos, ao menos nos sedimentos que apresentam concentrações destes contaminantes entre os níveis 1 e 2.

Com relação especificamente ao mercúrio, a presença do mesmo nos sedimentos do Estuário de Santos é bem relatada desde 1979. Diversos trabalhos apontam para a presença deste elemento em concentrações superiores ao Nível 1 e também ao Nível 2 da Resolução Conama 344, como por exemplo Tommasi (1979), Cetesb (2001), Luiz-Silva *et al.* (2002) e Siqueira *et al.* (2005).

Luiz-Silva *et al.* (2006) também realizou um trabalho em alguns rios e tributários ao longo do Estuário de Santos com a finalidade de identificar valores de background para vários metais. Entre os elementos estudados, o valor estimado de *background* para arsênio esteve entre 12 e 14 mg/kg, para cádmio entre 0,11 e 0,12 mg/kg, para chumbo entre 14 e 15 mg/kg e para mercúrio entre 0,08 e 0,17 mg/kg. Ressalta-se que para alguns metais, estes valores de background são superiores aos apresentados como nível 01, como por exemplo o arsênio e o mercúrio. Levando-se esta premissa em consideração, observa-se que os valores encontrados para arsênio encontram-se abaixo dos valores de *background* regional.

Com relação ao cobre, embora tenham sido encontradas concentrações acima do Nível 1, a Resolução Conama 344 preconiza que, pelo fato deste metal não fazer parte da lista dos contaminantes prioritários, a probabilidade do mesmo ocasionar efeito adverso a biota é baixo.

Fazendo uma análise com relação às profundidades onde foram encontradas concentrações acima dos valores orientadores, nota-se que não existe um padrão, ou seja, foram obtidas quantidades de metais em praticamente todas as profundidades, revelando que o sedimento, pelo fato de ser composto principalmente por material fino, tende a ressuspender, seja por eventos naturais ou artificiais, como por exemplo, atividades de dragagem, ocasionando um processo de ressuspensão e, conseqüentemente, uma mistura das camadas de sedimento

BIFENILAS POLICLORADAS (PCB)

No **Quadro 9.3-64** a seguir, são apresentados os resultados obtidos para as bifenilas policloradas nas amostras de sedimento, tanto superficial quanto em profundidade.

Quadro 9.3-64 Concentrações de bifenilas policloradas para as amostras de sedimento (µg/kg)

Ponto Amostral	2,4,4 Tricloro-Bifenil	2,2,5,5 Tetracloro-Bifenil	2,2,4,5,5 Pentacloro-Bifenil	2,3,4,4,5 Pentacloro-Bifenil	2,2,3,4,4,5 Hexacloro-bifenil	2,2,4,4,5,5-Hexacloro-Bifenil	2,2,3,4,4,5,5-Heptacloro-Bifenil	PCBs Totais
Nível 1								22,7
Nível 2								180
PS-01-S	< 2,7	< 2,7	< 2,7	< 2,7	< 2,7	< 2,7	< 2,7	< 2,7
PS-01-1	< 2,7	< 2,7	< 2,7	< 2,7	< 2,7	< 2,7	< 2,7	< 2,7
PS-01-2	< 2,7	< 2,7	< 2,7	< 2,7	< 2,7	< 2,7	< 2,7	< 2,7
PS-02-S	< 2,7	< 2,7	< 2,7	< 2,7	< 2,7	< 2,7	< 2,7	< 2,7
PS-02-1	< 2,7	< 2,7	< 2,7	< 2,7	< 2,7	< 2,7	< 2,7	< 2,7
PS-02-2	< 2,7	< 2,7	< 2,7	< 2,7	< 2,7	< 2,7	< 2,7	< 2,7
PS-03-S	< 2,7	< 2,7	< 2,7	< 2,7	< 2,7	< 2,7	< 2,7	< 2,7
PS-03-1	< 2,7	< 2,7	< 2,7	< 2,7	< 2,7	< 2,7	< 2,7	< 2,7
PS-03-2	< 2,7	< 2,7	< 2,7	< 2,7	< 2,7	< 2,7	< 2,7	< 2,7
PS-03-3	< 2,7	< 2,7	< 2,7	< 2,7	< 2,7	< 2,7	7,9	7,9
PS-03-4	< 2,7	< 2,7	< 2,7	< 2,7	< 2,7	< 2,7	< 2,7	< 2,7
PS-04-S	< 2,7	< 2,7	< 2,7	< 2,7	< 2,7	< 2,7	< 2,7	< 2,7
PS-04-1	< 2,7	< 2,7	< 2,7	< 2,7	< 2,7	< 2,7	< 2,7	< 2,7
PS-04-2	< 2,7	< 2,7	< 2,7	< 2,7	< 2,7	< 2,7	< 2,7	< 2,7
PS-04-3	< 2,7	< 2,7	< 2,7	< 2,7	< 2,7	< 2,7	< 2,7	< 2,7
PS-05-S	< 2,7	< 2,7	< 2,7	< 2,7	< 2,7	< 2,7	< 2,7	< 2,7
PS-05-1	< 2,7	< 2,7	< 2,7	< 2,7	< 2,7	< 2,7	< 2,7	< 2,7
PS-05-2	< 2,7	< 2,7	< 2,7	< 2,7	< 2,7	< 2,7	< 2,7	< 2,7
PS-05-3	< 2,7	< 2,7	< 2,7	< 2,7	< 2,7	< 2,7	< 2,7	< 2,7
PS-05-4	< 2,7	< 2,7	< 2,7	< 2,7	< 2,7	< 2,7	< 2,7	< 2,7
PS-06-S	< 2,7	< 2,7	< 2,7	< 2,7	< 2,7	< 2,7	< 2,7	< 2,7
PS-06-1	< 2,7	< 2,7	< 2,7	< 2,7	< 2,7	< 2,7	< 2,7	< 2,7
PS-06-2	< 2,7	< 2,7	< 2,7	< 2,7	< 2,7	< 2,7	< 2,7	< 2,7

Ponto Amostral	2,4,4 Tricloro-Bifenil	2,2,5,5 Tetracloro-Bifenil	2,24,5,5 Pentacloro-Bifenil	2,3,4,4,5 Pentacloro-Bifenil	2,2,3,4,4,5 Hexacloro-bifenil	2,2,4,4,5,5-Hexacloro-Bifenil	2,2,3,4,4,5,5-Heptacloro-Bifenil	PCBs Totais
PS-06-3	< 2,7	< 2,7	< 2,7	< 2,7	< 2,7	< 2,7	< 2,7	< 2,7
PS-06-4	< 2,7	< 2,7	< 2,7	< 2,7	< 2,7	< 2,7	< 2,7	< 2,7
PS-06-5	< 2,7	< 2,7	< 2,7	< 2,7	< 2,7	< 2,7	< 2,7	< 2,7
PS-07-S	< 2,7	< 2,7	< 2,7	< 2,7	< 2,7	< 2,7	< 2,7	< 2,7
PS-07-1	< 2,7	< 2,7	< 2,7	< 2,7	< 2,7	< 2,7	< 2,7	< 2,7
PS-07-2	< 2,7	< 2,7	< 2,7	< 2,7	< 2,7	< 2,7	< 2,7	< 2,7
PS-07-3	< 2,7	< 2,7	< 2,7	< 2,7	< 2,7	< 2,7	< 2,7	< 2,7
PS-07-4	< 2,7	< 2,7	< 2,7	< 2,7	< 2,7	< 2,7	< 2,7	< 2,7
PS-08-S	< 2,7	< 2,7	< 2,7	< 2,7	< 2,7	< 2,7	< 2,7	< 2,7
PS-08-1	< 2,7	< 2,7	< 2,7	< 2,7	< 2,7	< 2,7	< 2,7	< 2,7
PS-08-2	< 2,7	< 2,7	< 2,7	< 2,7	< 2,7	< 2,7	< 2,7	< 2,7
PS-08-3	< 2,7	< 2,7	< 2,7	< 2,7	< 2,7	< 2,7	< 2,7	< 2,7
PS-08-4	< 2,7	< 2,7	< 2,7	< 2,7	< 2,7	< 2,7	< 2,7	< 2,7
PS-08-5	< 2,7	< 2,7	< 2,7	< 2,7	< 2,7	< 2,7	< 2,7	< 2,7

Nenhuma das sete bifenilas analisadas foi quantificada acima dos respectivos limites de quantificação nas amostras de sedimento coletadas e, conseqüentemente, não foram encontrados PCB totais nas amostras coletadas nas seções do canal acima do Nível 1.

⚠️ HIDROCARBONETOS POLICÍCLICOS AROMÁTICOS – HPA

Os HPA, segundo a Resolução Conama 344/04, são divididos em dois grupos de compostos. Os compostos do grupo A são considerados prioritários e despertam maior preocupação que os demais compostos do grupo B, mesmo quando os elementos deste grupo são encontrados acima do Nível 1. Havendo a intenção de disposição marinha dos sedimentos dragados, assim como ocorre para o caso dos metais, se houver a detecção dos HPA nesta matriz ambiental (grupo A acima do Nível 1 ou grupo B acima do Nível 2), é necessária a realização de estudos complementares para a observação de uma possível disponibilidade destes compostos à biota aquática.

A seguir, no **Quadro 9.3-65** são apresentados os resultados de HPA obtidos nas análises do sedimento

Quadro 9.3-65 Resultados de HPA para as amostras de sedimento (µg/kg)

Ponto Amostral Composto	Nível 1	Nível 2	PS-01-S	PS-01-1	PS-01-2	PS-02-S	PS-02-1	PS-02-2
Benzo(a)antraceno	74,8	693	< 5,8	< 5,7	< 6,7	< 5,6	< 5,6	< 5,6
Benzo(a)pireno	88,8	763	< 5,8	< 5,7	< 6,7	< 5,6	< 5,6	< 5,6
Criseno	108	846	< 5,8	< 5,7	< 6,7	< 5,6	< 5,6	< 5,6
Dibenzo(a,h)antraceno	6,22	135	< 5,8	< 5,7	< 6,7	< 5,6	< 5,6	< 5,6
Acenaftileno	44	640	8,3	8,8	15,6	6,2	10,4	5,9
Acenafteno	16	500	< 5,8	< 5,7	< 6,7	< 5,6	< 5,6	< 5,6
Antraceno	85,3	1100	12,6	8,0	11,4	7,6	9,5	7,3
Fluoranteno	600	5100	23,3	22	47,7	18	26,4	15,7
Fluoreno	19	540	< 5,8	< 5,7	< 6,7	< 5,6	< 5,6	< 5,6
Naftaleno	160	2100	< 5,8	< 5,7	< 6,7	< 5,6	< 5,6	< 5,6
Fenantreno	240	1500	15,5	11	13,6	11,8	13,5	9,2
Pireno	665	2600	22,1	20,5	32	17,7	30	17,1
2-metilnaftaleno	70	670	< 5,8	< 5,7	< 6,7	< 5,6	< 5,6	< 5,6
Soma de PAHs	3000		60,9	53,5	93,3	47,5	69,9	42

Ponto Amostral Composto	Nível 1	Nível 2	PS-03-S	PS-03-1	PS-03-2	PS-03-3	PS-03-4	PS-04-S
Benzo(a)antraceno	74,8	693	< 5,6	< 5,5	< 5,6	< 5,6	14,3	30,6
Benzo(a)pireno	88,8	763	< 5,6	< 5,5	< 5,6	< 5,6	13,1	18,7
Criseno	108	846	< 5,6	< 5,5	< 5,6	< 5,6	13,1	36,8
Dibenzo(a,h)antraceno	6,22	135	< 5,6	< 5,5	< 5,6	< 5,6	< 5,6	< 5,7
Acenaftileno	44	640	< 5,6	< 5,5	< 5,6	< 5,6	5,9	< 5,7
Acenafteno	16	500	< 5,6	< 5,5	< 5,6	< 5,6	< 5,6	< 5,7
Antraceno	85,3	1100	< 5,6	< 5,5	< 5,6	< 5,6	6,4	14,2
Fluoranteno	600	5100	< 5,6	< 5,5	< 5,6	< 5,6	16,0	63,0
Fluoreno	19	540	< 5,6	< 5,5	< 5,6	< 5,6	< 5,6	< 5,7
Naftaleno	160	2100	< 5,6	< 5,5	< 5,6	< 5,6	< 5,6	< 5,7
Fenantreno	240	1500	< 5,6	< 5,5	< 5,6	< 5,6	9,5	13,6
Pireno	665	2600	< 5,6	< 5,5	< 5,6	< 5,6	16,5	56
2-metilnaftaleno	70	670	< 5,6	< 5,5	< 5,6	< 5,6	< 5,6	< 5,7
Soma de PAHs	3000		nq	nq	nq	nq	42	132,6
Ponto Amostral Composto	Nível 1	Nível 2	PS-04-1	PS-04-2	PS-04-3	PS-05-S	PS-05-1	PS-05-2
Benzo(a)antraceno	74,8	693	< 5,7	< 5,7	< 5,5	< 5,6	< 5,6	< 5,5
Benzo(a)pireno	88,8	763	< 5,7	< 5,7	< 5,5	< 5,6	< 5,6	< 5,5
Criseno	108	846	< 5,7	< 5,7	< 5,5	< 5,6	< 5,6	< 5,5
Dibenzo(a,h)antraceno	6,22	135	< 5,7	< 5,7	< 5,5	< 5,6	< 5,6	< 5,5
Acenaftileno	44	640	< 5,7	< 5,7	< 5,5	< 5,6	< 5,6	< 5,5
Acenafteno	16	500	< 5,7	< 5,7	< 5,5	< 5,6	< 5,6	< 5,5
Antraceno	85,3	1100	< 5,7	< 5,7	< 5,5	< 5,6	< 5,6	< 5,5
Fluoranteno	600	5100	< 5,7	< 5,7	< 5,5	< 5,6	< 5,6	< 5,5
Fluoreno	19	540	< 5,7	< 5,7	< 5,5	< 5,6	< 5,6	< 5,5
Naftaleno	160	2100	< 5,7	< 5,7	< 5,5	< 5,6	< 5,6	< 5,5
Fenantreno	240	1500	< 5,7	< 5,7	< 5,5	< 5,6	< 5,6	< 5,5
Pireno	665	2600	< 5,7	< 5,7	< 5,5	< 5,6	< 5,6	< 5,5
2-metilnaftaleno	70	670	< 5,7	< 5,7	< 5,5	< 5,6	< 5,6	< 5,5
Soma de PAHs	3000		nq	nq	nq	nq	nq	nq
Ponto Amostral Composto	Nível 1	Nível 2	PS-05-3	PS-05-4	PS-06-S	PS-06-1	PS-06-2	PS-06-3
Benzo(a)antraceno	74,8	693	< 5,7	< 5,8	< 5,7	16,5	< 5,7	< 5,7
Benzo(a)pireno	88,8	763	< 5,7	< 5,8	< 5,7	35,4	< 5,7	< 5,7
Criseno	108	846	< 5,7	< 5,8	< 5,7	15,4	< 5,7	< 5,7
Dibenzo(a,h)antraceno	6,22	135	< 5,7	< 5,8	< 5,7	< 5,7	< 5,7	< 5,7
Acenaftileno	44	640	< 5,7	< 5,8	< 5,7	< 5,7	< 5,7	< 5,7
Acenafteno	16	500	< 5,7	< 5,8	< 5,7	< 5,7	< 5,7	< 5,7
Antraceno	85,3	1100	< 5,7	< 5,8	< 5,7	10,8	< 5,7	< 5,7
Fluoranteno	600	5100	< 5,7	< 5,8	< 5,7	23,0	< 5,7	< 5,7
Fluoreno	19	540	< 5,7	< 5,8	< 5,7	< 5,7	< 5,7	< 5,7
Naftaleno	160	2100	< 5,7	< 5,8	< 5,7	< 5,7	< 5,7	< 5,7
Fenantreno	240	1500	< 5,7	< 5,8	< 5,7	6,3	< 5,7	< 5,7
Pireno	665	2600	< 5,7	< 5,8	< 5,7	22,2	< 5,7	< 5,7
2-metilnaftaleno	70	670	< 5,7	< 5,8	< 5,7	< 5,7	< 5,7	< 5,7
Soma de PAHs	3000		nq	nq	nq	51,5	nq	nq
Ponto Amostral Composto	Nível 1	Nível 2	PS-06-4	PS-06-5	PS-07-S	PS-07-1	PS-07-2	PS-07-3
Benzo(a)antraceno	74,8	693	< 5,5	39,5	22,6	38	26	46
Benzo(a)pireno	88,8	763	< 5,5	46,0	17,4	45,0	19,5	25,7
Criseno	108	846	< 5,5	43,2	18,6	44,5	30,4	< 5,6
Dibenzo(a,h)antraceno	6,22	135	< 5,5	< 5,6	< 5,7	< 5,6	< 5,8	< 5,6
Acenaftileno	44	640	< 5,5	24,8	10,6	25,0	14,0	15,2
Acenafteno	16	500	< 5,5	< 5,6	< 5,7	< 5,6	< 5,8	< 5,6
Antraceno	85,3	1100	< 5,5	14,8	8,8	18,0	9,7	< 5,6
Fluoranteno	600	5100	< 5,5	58,5	32,6	68,6	50,2	48

Ponto Amostral Composto	Nível 1	Nível 2	PS-06-4	PS-06-5	PS-07-S	PS-07-1	PS-07-2	PS-07-3
Fluoreno	19	540	< 5,5	< 5,6	< 5,7	< 5,6	< 5,8	< 5,6
Naftaleno	160	2100	< 5,5	< 5,6	< 5,7	< 5,6	< 5,8	< 5,6
Fenantreno	240	1500	< 5,5	15,9	9,0	29,0	14,0	9,4
Pireno	665	2600	< 5,5	60,7	33,5	6,0	< 5,8	< 5,6
2-metilnaftaleno	70	670	< 5,5	< 5,6	< 5,7	< 5,6	< 5,8	< 5,6
Soma de PAHs	3000		nq	135,1	75,1	103,6	64,2	57,4
Ponto Amostral Composto	Nível 1	Nível 2	PS-07-4	PS-08-S	PS-08-1	PS-08-2	PS-08-3	PS-08-4
Benzo(a)antraceno	74,8	693	< 5,9	< 5,6	36,7	< 5,6	< 5,7	8,0
Benzo(a)pireno	88,8	763	< 5,9	< 5,6	56,2	9,5	< 5,7	9,3
Criseno	108	846	< 5,9	< 5,6	33,6	< 5,6	< 5,7	7,7
Dibenzo(a,h)antraceno	6,22	135	< 5,9	< 5,6	< 5,7	< 5,6	< 5,7	< 5,5
Acenaftileno	44	640	< 5,9	< 5,6	26	< 5,6	< 5,7	< 5,5
Acenafteno	16	500	< 5,9	< 5,6	< 5,7	< 5,6	< 5,7	< 5,5
Antraceno	85,3	1100	< 5,9	< 5,6	11,3	< 5,6	< 5,7	< 5,5
Fluoranteno	600	5100	< 5,9	< 5,6	28,5	5,9	< 5,7	6,6
Fluoreno	19	540	< 5,9	< 5,6	< 5,7	< 5,6	< 5,7	< 5,5
Naftaleno	160	2100	< 5,9	< 5,6	< 5,7	< 5,6	< 5,7	< 5,5
Fenantreno	240	1500	< 5,9	< 5,6	11,3	< 5,6	< 5,7	< 5,5
Pireno	665	2600	6,1	< 5,6	60,2	12	< 5,7	10,2
2-metilnaftaleno	70	670	< 5,9	< 5,6	< 5,7	< 5,6	< 5,7	< 5,5
Soma de PAHs	3000		6,1	nq	100	17,9	nq	16,8
Ponto Amostral Composto	Nível 1	Nível 2	PS-08-5					
Benzo(a)antraceno	74,8	693	82,4					
Benzo(a)pireno	88,8	763	261					
Criseno	108	846	73,2					
Dibenzo(a,h)antraceno	6,22	135	97,8					
Ponto Amostral Composto	Nível 1	Nível 2	PS-08-5					
Acenaftileno	44	640	149					
Acenafteno	16	500	< 5,6					
Antraceno	85,3	1100	< 5,6					
Fluoranteno	600	5100	59,4					
Fluoreno	19	540	12,3					
Naftaleno	160	2100	< 5,6					
Fenantreno	240	1500	< 5,6					
Pireno	665	2600	21,8					
2-metilnaftaleno	70	670	< 5,6					
Soma de PAHs	3000		756,9					

Segundo Cetesb (2001), as principais fontes dos hidrocarbonetos policíclicos aromáticos para o ambiente são a atividade microbiana, descarte de resíduos originados da incineração do lixo, produção de asfalto e óleo cresoto, queima de combustíveis fósseis e o aporte de esgotos domésticos e efluentes industriais. É bem conhecido que o canal do porto de Santos recebe, há décadas, a maioria dos esgotos oriundos da cidade de Cubatão, assim como o efluente do pólo industrial e petroquímico instalado no entorno do canal. Esta premissa corrobora o fato de ter sido encontrado concentrações de alguns HPA no ponto amostral PS-08-5.

Cabe ressaltar que, com relação ao canal de Santos, os dados pretéritos revelaram a presença de um gradiente nas concentrações dos HPA, com aumento acentuado na direção interna do canal de Santos, sendo que este mesmo padrão já foi observado por outros estudos realizados no mesmo local (Abessa, 2002; Medeiros, 2000).

PESTICIDAS ORGANOCORADOS – POC

No **Quadro 9.3-66** abaixo, são mostrados os resultados de POC encontrados nas análises dos sedimentos superficiais e em profundidade

Quadro 9.3-66 Resultados de POC para os sedimentos (µg/kg)

Ponto Amostral Composto	Nível 1	Nível 2	PS-01-S	PS-01-1	PS-01-2	PS-02-S	PS-02-1	PS-02-2
Aldrin			< 0,33	< 0,33	< 0,33	< 0,33	< 0,33	< 0,33
α-BHC	0,32	0,99	< 0,33	< 0,33	< 0,33	< 0,33	< 0,33	< 0,33
β-BHC	0,32	0,99	< 0,33	< 0,33	< 0,33	< 0,33	< 0,33	< 0,33
γ-BHC (Lindano)	0,32	0,99	< 0,33	< 0,33	< 0,33	< 0,33	< 0,33	< 0,33
δ-BHC	0,32	0,99	< 0,33	< 0,33	< 0,33	< 0,33	< 0,33	< 0,33
α-Clordano	2,26	4,79	< 0,33	< 0,33	< 0,33	< 0,33	< 0,33	< 0,33
γ-Clordano	2,26	4,79	< 0,33	< 0,33	< 0,33	< 0,33	< 0,33	< 0,33
4,4-DDD	1,22	7,81	< 0,33	< 0,33	< 0,33	< 0,33	< 0,33	< 0,33
4,4-DDE	2,07	374	< 0,33	< 0,33	< 0,33	< 0,33	< 0,33	< 0,33
4,4-DDT	1,19	4,77	< 0,33	< 0,33	< 0,33	< 0,33	< 0,33	< 0,33
Dieldrin	0,71	4,3	< 0,33	< 0,33	< 0,33	< 0,33	< 0,33	< 0,33
Endrin	2,67	62,4	< 0,33	< 0,33	< 0,33	< 0,33	< 0,33	< 0,33
Heptacloro			< 0,33	< 0,33	< 0,33	< 0,33	< 0,33	< 0,33
Ponto Amostral Composto	Nível 1	Nível 2	PS-03-S	PS-03-1	PS-03-2	PS-03-3	PS-03-4	PS-04-S
Aldrin			< 0,33	< 0,33	< 0,33	< 0,33	< 0,33	< 0,33
α-BHC	0,32	0,99	< 0,33	< 0,33	< 0,33	< 0,33	< 0,33	< 0,33
β-BHC	0,32	0,99	< 0,33	< 0,33	< 0,33	< 0,33	< 0,33	< 0,33
γ-BHC (Lindano)	0,32	0,99	< 0,33	< 0,33	< 0,33	< 0,33	< 0,33	< 0,33
δ-BHC	0,32	0,99	< 0,33	< 0,33	< 0,33	< 0,33	< 0,33	< 0,33
α-Clordano	2,26	4,79	< 0,33	< 0,33	< 0,33	< 0,33	< 0,33	< 0,33
γ-Clordano	2,26	4,79	< 0,33	< 0,33	< 0,33	< 0,33	< 0,33	< 0,33
4,4-DDD	1,22	7,81	< 0,33	< 0,33	< 0,33	< 0,33	< 0,33	< 0,33
4,4-DDE	2,07	374	< 0,33	< 0,33	< 0,33	< 0,33	< 0,33	< 0,33
4,4-DDT	1,19	4,77	< 0,33	< 0,33	< 0,33	< 0,33	< 0,33	< 0,33
Dieldrin	0,71	4,3	< 0,33	< 0,33	< 0,33	< 0,33	< 0,33	< 0,33
Endrin	2,67	62,4	< 0,33	< 0,33	< 0,33	< 0,33	< 0,33	< 0,33
Heptacloro			< 0,33	< 0,33	< 0,33	< 0,33	< 0,33	< 0,33
Ponto Amostral Composto	Nível 1	Nível 2	PS-04-1	PS-04-2	PS-04-3	PS-05-S	PS-05-1	PS-05-2
Aldrin			< 0,33	< 0,33	< 0,33	< 0,33	< 0,33	< 0,33
α-BHC	0,32	0,99	< 0,33	< 0,33	< 0,33	< 0,33	< 0,33	< 0,33
β-BHC	0,32	0,99	< 0,33	< 0,33	< 0,33	< 0,33	< 0,33	< 0,33
γ-BHC (Lindano)	0,32	0,99	< 0,33	< 0,33	< 0,33	< 0,33	< 0,33	< 0,33
δ-BHC	0,32	0,99	< 0,33	< 0,33	< 0,33	< 0,33	< 0,33	< 0,33
α-Clordano	2,26	4,79	< 0,33	< 0,33	< 0,33	< 0,33	< 0,33	< 0,33
γ-Clordano	2,26	4,79	< 0,33	< 0,33	< 0,33	< 0,33	< 0,33	< 0,33
4,4-DDD	1,22	7,81	< 0,33	< 0,33	< 0,33	< 0,33	< 0,33	< 0,33
4,4-DDE	2,07	374	< 0,33	< 0,33	< 0,33	< 0,33	< 0,33	< 0,33
4,4-DDT	1,19	4,77	< 0,33	< 0,33	< 0,33	< 0,33	< 0,33	< 0,33
Dieldrin	0,71	4,3	< 0,33	< 0,33	< 0,33	< 0,33	< 0,33	< 0,33
Endrin	2,67	62,4	< 0,33	< 0,33	< 0,33	< 0,33	< 0,33	< 0,33
Heptacloro			< 0,33	< 0,33	< 0,33	< 0,33	< 0,33	< 0,33
Ponto Amostral Composto	Nível 1	Nível 2	PS-05-3	PS-05-4	PS-06-S	PS-06-1	PS-06-2	PS-06-3
Aldrin			< 0,33	< 0,33	< 0,33	< 0,33	< 0,33	< 0,33
α-BHC	0,32	0,99	< 0,33	< 0,33	< 0,33	< 0,33	< 0,33	< 0,33

Ponto Amostral Composto	Nível 1	Nível 2	PS-05-3	PS-05-4	PS-06-S	PS-06-1	PS-06-2	PS-06-3
β-BHC	0,32	0,99	< 0,33	< 0,33	< 0,33	< 0,33	< 0,33	< 0,33
γ-BHC (Lindano)	0,32	0,99	< 0,33	< 0,33	< 0,33	< 0,33	< 0,33	< 0,33
δ-BHC	0,32	0,99	< 0,33	< 0,33	< 0,33	< 0,33	< 0,33	< 0,33
α-Clordano	2,26	4,79	< 0,33	< 0,33	< 0,33	< 0,33	< 0,33	< 0,33
γ-Clordano	2,26	4,79	< 0,33	< 0,33	< 0,33	< 0,33	< 0,33	< 0,33
4,4-DDD	1,22	7,81	< 0,33	< 0,33	< 0,33	< 0,33	< 0,33	< 0,33
4,4-DDE	2,07	374	< 0,33	< 0,33	< 0,33	< 0,33	< 0,33	< 0,33
4,4-DDT	1,19	4,77	< 0,33	< 0,33	< 0,33	< 0,33	< 0,33	< 0,33
Dieldrin	0,71	4,3	< 0,33	< 0,33	< 0,33	< 0,33	< 0,33	< 0,33
Endrin	2,67	62,4	< 0,33	< 0,33	< 0,33	< 0,33	< 0,33	< 0,33
Heptacloro			< 0,33	< 0,33	< 0,33	< 0,33	< 0,33	< 0,33
Ponto Amostral Composto	Nível 1	Nível 2	PS-06-4	PS-06-5	PS-07-S	PS-07-1	PS-07-2	PS-07-3
Aldrin			< 0,33	< 0,33	< 0,33	< 0,33	< 0,33	< 0,33
α-BHC	0,32	0,99	< 0,33	< 0,33	< 0,33	< 0,33	< 0,33	< 0,33
β-BHC	0,32	0,99	< 0,33	< 0,33	< 0,33	< 0,33	< 0,33	< 0,33
γ-BHC (Lindano)	0,32	0,99	< 0,33	< 0,33	< 0,33	< 0,33	< 0,33	< 0,33
δ-BHC	0,32	0,99	< 0,33	< 0,33	< 0,33	< 0,33	< 0,33	< 0,33
α-Clordano	2,26	4,79	< 0,33	< 0,33	< 0,33	< 0,33	< 0,33	< 0,33
γ-Clordano	2,26	4,79	< 0,33	< 0,33	< 0,33	< 0,33	< 0,33	< 0,33
4,4-DDD	1,22	7,81	< 0,33	< 0,33	< 0,33	< 0,33	< 0,33	< 0,33
4,4-DDE	2,07	374	< 0,33	< 0,33	< 0,33	< 0,33	< 0,33	< 0,33
4,4-DDT	1,19	4,77	< 0,33	< 0,33	< 0,33	< 0,33	< 0,33	< 0,33
Ponto Amostral Composto	Nível 1	Nível 2	PS-06-4	PS-06-5	PS-07-S	PS-07-1	PS-07-2	PS-07-3
Dieldrin	0,71	4,3	< 0,33	< 0,33	< 0,33	< 0,33	< 0,33	< 0,33
Endrin	2,67	62,4	< 0,33	< 0,33	< 0,33	< 0,33	< 0,33	< 0,33
Heptacloro			< 0,33	< 0,33	< 0,33	< 0,33	< 0,33	< 0,33
Ponto Amostral Composto	Nível 1	Nível 2	PS-07-4	PS-08-S	PS-08-1	PS-08-2	PS-08-3	PS-08-4
Aldrin			< 0,33	< 0,33	< 0,33	< 0,33	< 0,33	< 0,33
α-BHC	0,32	0,99	< 0,33	< 0,33	< 0,33	< 0,33	< 0,33	< 0,33
β-BHC	0,32	0,99	< 0,33	< 0,33	< 0,33	< 0,33	< 0,33	< 0,33
γ-BHC (Lindano)	0,32	0,99	< 0,33	< 0,33	< 0,33	< 0,33	< 0,33	< 0,33
δ-BHC	0,32	0,99	< 0,33	< 0,33	< 0,33	< 0,33	< 0,33	< 0,33
α-Clordano	2,26	4,79	< 0,33	< 0,33	< 0,33	< 0,33	< 0,33	< 0,33
γ-Clordano	2,26	4,79	< 0,33	< 0,33	< 0,33	< 0,33	< 0,33	< 0,33
4,4-DDD	1,22	7,81	< 0,33	< 0,33	< 0,33	< 0,33	< 0,33	< 0,33
4,4-DDE	2,07	374	< 0,33	< 0,33	< 0,33	< 0,33	< 0,33	< 0,33
4,4-DDT	1,19	4,77	< 0,33	< 0,33	< 0,33	< 0,33	< 0,33	< 0,33
Dieldrin	0,71	4,3	< 0,33	< 0,33	< 0,33	< 0,33	< 0,33	< 0,33
Endrin	2,67	62,4	< 0,33	< 0,33	< 0,33	< 0,33	< 0,33	< 0,33
Heptacloro			< 0,33	< 0,33	< 0,33	< 0,33	< 0,33	< 0,33
Ponto Amostral Composto	Nível 1	Nível 2	PS-08-5					
Aldrin			< 0,33					
α-BHC	0,32	0,99	< 0,33					
β-BHC	0,32	0,99	< 0,33					
γ-BHC (Lindano)	0,32	0,99	< 0,33					
δ-BHC	0,32	0,99	< 0,33					
α-Clordano	2,26	4,79	< 0,33					
γ-Clordano	2,26	4,79	< 0,33					
4,4-DDD	1,22	7,81	< 0,33					
4,4-DDE	2,07	374	< 0,33					

Ponto amostral Composto	Nível 1	Nível 2	PS-08-5				
4,4-DDT	1,19	4,77	< 0,33				
Dieldrin	0,71	4,3	< 0,33				
Endrin	2,67	62,4	< 0,33				
Heptacloro			< 0,33				

Nenhuma dos pesticidas organoclorados quantificado acima dos respectivos limites de quantificação nas amostras de sedimento coletadas.

Resultados Ecotoxicológicos no Sedimento

Os laudos contendo os resultados do teste de toxicidade aguda com o organismo *Leptocheirus plumulosus* estão apresentados no **Anexo 18**.

O **Quadro 9.3-67** a seguir, mostra os resultados dos testes de toxicidade para todos os pontos amostrais. Cabe ressaltar que os testes foram realizados somente para os sedimentos superficiais.

Quadro 9.3-67 Resultados dos testes de toxicidade para os sedimentos superficiais

Ponto Amostral	PS-01-S	PS-02-S	PS-03-S	PS-04-S
Tóxico	-	-	-	-
Não tóxico	Não tóxico	Não tóxico	Não tóxico	Não tóxico
Ponto amostral	PS-05-S	PS-06-S	PS-07-S	PS-08-S
Tóxico	-	-	-	Tóxico
Não tóxico	Não tóxico	Não tóxico	Não tóxico	-

De todas as amostras analisadas, somente o ponto amostral PS-08-S apresentou toxicidade para os organismos utilizados para o teste.

De acordo com a Resolução Conama 344, testes de toxicidade devem ser realizados em pontos amostrais onde são encontrados os contaminantes prioritários. Para o presente caso, independente de ter encontrado ou não estes contaminantes, os testes de toxicidade foram realizados para todos os sedimentos superficiais em todos os pontos amostrais.

O único ponto onde foi encontrada toxicidade, PS-08-S, encontra-se na foz do Rio Saboó e nesta amostra, não foram encontradas concentrações de contaminantes prioritários acima dos níveis orientadores.

Cabe ressaltar que pelo fato destes sedimentos serem caracterizados como reduzidos, devido aos valores de E_H obtidos, uma das conseqüências pode ser a produção de amônia e, segundo a ABNT (2006) altos valores deste analito, por si só, pode causar efeito tóxico sobre os organismos utilizados para os testes de toxicidade. Além disto, a granulometria fina característica destes sedimentos também pode interferir, ocasionando resultados falsos positivos.

A amostra de superfície PS-01-S apresentou cobre e mercúrio acima de Nível 1, a amostra PS-02-S apresentou apenas mercúrio acima de Nível 1 e a amostra PS-07-S apresentou mercúrio acima de Nível 2, no entanto, todas estas amostras não apresentaram toxicidade. Estes resultados indicam que, embora, pela presença de contaminantes, estes sedimentos apresentem um potencial tóxico, os contaminantes apresentam-se em baixa disponibilidade e portanto, representam baixa probabilidade de causar efeitos adversos à biota durante e após a disposição deste material em área oceânica.

C) LEVANTAMENTOS REALIZADOS EM ÁREA DE DISPOSIÇÃO DE MATERIAIS DRAGADOS NA REGIÃO DE SANTOS

O local atual de disposição atual de material dragado esteve menos no foco de estudos aprofundados do que o próprio estuário. A partir de 2001 verificou-se a necessidade de analisar da qualidade da área de descarte e adjacências frente aos anos de lançamento de material dragado que a região esteve submetida.

Em junho de 2001, foi realizado um estudo no local de disposição sob a responsabilidade do Porto de Santos e a Universidade Santa Cecília. Foram estipulados nove pontos de coleta de amostras de sedimento superficial no quadrilátero de lançamento e com estas amostras foram realizadas análises químicas dos metais chumbo, cromo e mercúrio, e do hidrocarboneto poliaromático benzo(a)pireno, testes de toxicidade aguda com o sistema Microtox® e teste crônico de curta duração, utilizando larvas de *L. variegatus*. As análises de toxicidade aguda e crônica foram realizadas com os solubilizados obtidos a partir do sedimento bruto coletado, segundo ABNT10006 (Unisant, 2001).

Para as análises ecotoxicológicas realizadas neste estudo, as amostras não apresentaram toxicidade aguda, entretanto, todas as amostras apresentaram efeitos significativos para o teste crônico de curta duração. No ano seguinte foi realizado apenas o teste crônico de curta duração, sendo que de todos os pontos amostrados, 2 apresentaram toxicidade e os demais pontos apresentaram resultados inconclusivos devido ao alto teor de amônia não ionizável, interferente natural e altamente tóxico para a biota aquática.

Entre abril e maio de 2002, a Codesp (2002) realizou novas coletas no local de disposição do material dragado. Para o levantamento do presente EIA-RIMA os dados foram comparados com pontos próximos aos pontos de coleta provenientes de trabalhos realizados na mesma época por Cetesb (1998 e 2001), Abessa (2002) e Prósperi (2002). Os resultados encontrados por todos os autores estão representados no **Quadro 9.3-68** a seguir. Os parâmetros, à época, forma comparados às Diretrizes de Qualidade de Sedimentos do Canadá (CCME, 1995), pois, estes estudos são anteriores a Resolução Conama nº 344/04. A nomenclatura dos pontos de coleta foi relatada conforme figura nos relatórios consultados.

Quadro 9.3-68 Comparação dos resultados encontrados no local de disposição e adjacências (dados Unisant (2001), Codesp (2002), Abessa (2002) e Cetesb (2001)).

Autor	Localização do Ponto	Metais	Orgânicos	Teste Ecotoxicológico	Comunidade Bentônica
Unisant 2001	Ponto 1 (Quadrilátero)	-	-	Não tóxico para Microtox® Tóxico para ouriço	
Unisant 2001	Ponto 2 (Quadrilátero)	-	Benzo(a)pireno > PEL	Não tóxico para Microtox® Tóxico para ouriço	
Unisant 2001	Ponto 3 (Quadrilátero)	-	Benzo(a)pireno > TEL	Não tóxico para Microtox® Tóxico para ouriço	
Unisant 2001	Ponto 4 (Quadrilátero)	-	Benzo(a)pireno > TEL	Não tóxico para Microtox® Tóxico para ouriço	
Unisant 2001	Ponto 5 (Quadrilátero)	-	Benzo(a)pireno > TEL	Não tóxico para Microtox® Tóxico para ouriço	
Unisant 2001	Ponto 6 (quadrilátero)	-	Benzo(a)pireno > TEL	Não tóxico para Microtox® Tóxico para ouriço	

Autor	Localização do Ponto	Metais	Orgânicos	Teste Ecotoxicológico	Comunidade Bentônica
Unisanta 2001	Ponto 7 (Quadrilátero)	-	Benzo(a)pireno> TEL	Não tóxico para Microtox® Tóxico para ouriço	
Unisanta 2001	Ponto 8 (Quadrilátero)	-	Benzo(a)pireno> TEL	Não tóxico para Microtox® Tóxico para ouriço	
Unisanta 2001	Ponto 9 (Quadrilátero)	-	Benzo(a)pireno> TEL	Não tóxico para Microtox® Tóxico para ouriço	
Codesp 2002	Ponto 1 (Quadrilátero)	-	-	Tóxico para ouriço	
Codesp 2002	Ponto 2 (Quadrilátero)	Cu> TEL	Acenaftileno> TEL	Tóxico para ouriço	
Codesp 2002	Ponto 3 (Quadrilátero)	Cu> TEL	-	Inconclusivo devido amônia	
Codesp 2002	Ponto 4 (Quadrilátero)	Cu> TEL	-	Inconclusivo devido amônia	
Codesp 2002	Ponto 5 (Quadrilátero)	Cu> TEL	-	Inconclusivo devido amônia	
Codesp 2002	Ponto 6 (quadrilátero)	Cu> TEL	-	Inconclusivo devido amônia	
Codesp 2002	Ponto 7 (Quadrilátero)	-	-	Inconclusivo devido amônia	
Codesp 2002	Ponto 8 (Quadrilátero)	-	-	Inconclusivo devido amônia	
Codesp 2002	Ponto 9 (Quadrilátero)	Cu> TEL	-	Inconclusivo devido amônia	
Abessa 2002 – Coleta 1998	Ponto 14 Ilha Porchat	-	-	Não tóxico para anfípoda Tóxico para ouriço	3 indivíduos, dois poliquetas e um antozoário
Abessa 2002 – Coleta 1998	Ponto 15 Emissário Submarino	-	-	Não tóxico para anfípoda e ouriço	poucos indivíduos, sendo 3 espécies de poliquetas e 1 bivalve
Abessa 2002 – Coleta 1998	Ponto 16 – Baía de Santos	-	-	Não tóxico para anfípoda Tóxico para ouriço	37 espécies, pertencentes a 11 grupos morfofuncionais, sendo que os poliquetas foram os mais abundantes
Abessa 2002 – Coleta 1998	Ponto 17 Baía de Santos	-	-	Tóxico para anfípoda e ouriço	4 indivíduos, sendo 1 bivalve, 1 misidáceo e 2 antozoários
Abessa 2002 – Coleta 1998	Ponto 18 Boca do Emissário	Hg>TEL	Acenafteno>TEL Benzo(a)antraceno>TEL Benzo(a)pireno> TEL	Tóxico para anfípoda e ouriço	Grande predomínio de poliquetas
Abessa 2002 – Coleta 1998	Ponto 19 Ilha das Palmas	-	-	Não tóxico para anfípoda Tóxico para ouriço	14 espécies dentro de 4 grupos
Abessa 2002 – Coleta 1998	Ponto 20 – Baía de Santos	-	-	Não tóxico para anfípoda	2 organismos, 1 poliqueta e 1 bivalve
Abessa 2002 – Coleta 1998	Ponto 21 Baía de Santos	-	-	Não tóxico para anfípoda Tóxico para ouriço	9 espécies, sendo que 7 poliquetas, 1 gastrópoda e 1 bivalve
Abessa 2002 – Coleta 1998	Ponto 22 Baía de Santos	Ni> TEL	-	Não tóxico para anfípoda Tóxico para ouriço	18 espécies, das quais os poliquetas foram os mais abundantes
Abessa 2002 – Coleta 1998	Ponto 23 Ponta do Munduba	-	-	Não tóxico para anfípoda Tóxico para ouriço	18 espécies, das quais os poliquetas foram os mais abundantes
Cetesb, 2001- Coleta 1997	Pt X Local de Disposição	-	-	Não realizado	Não realizado

Autor	Localização do Ponto	Metais	Orgânicos	Teste Ecotoxicológico	Comunidade Bentônica
Cetesb, 2001- Coleta 1997	Pt IX Praia do Guaiúba	-	-	Não realizado	Não realizado
Cetesb, 2001 – Coleta 1999	Pt 20 B Ponta Grossa	-	Dibenzo(a,h)antraceno> TEL	Tóxico para ouriço (Prósperi, 2002)	Não realizado
Cetesb, 2001 – Coleta 1999	Pt 21 A Ilha da Moela	Cd> TEL Ni> TEL	Acenaftileno> TEL Antraceno> TEL Benzo(a)antraceno> TEL Benzo(a)pireno> TEL Criseno> TEL Dibenzo(a,h)antraceno> TEL Fenantreno> TEL Fluoranteno> TEL Fluoreno> TEL Naftaleno> TEL Pireno> TEL	Tóxico para ouriço (Prósperi, 2002)	Não realizado
	Pt 21 B Ilha da Moela	Cd> TEL Pb> TEL Hg> TEL Ni> TEL	-		
	Pt 21 C Ilha da Moela	Cd> TEL	-		

Em 2003, como requisito para a Licença de Operação das atividades de dragagem de manutenção do canal do Porto de Santos, a Codesp juntamente com a Consultoria Paulista de Estudos Ambientais realizou um amplo levantamento da área de disposição de material dragado e áreas adjacentes que incluiu: modelagem do transporte, dispersão e deposição de sedimentos, levantamento fisionômico de comunidades bentônicas de substrato consolidado da Ilha da Moela, monitoramento da qualidade ambiental da região adjacente ao despejo de lodo dragado do canal de navegação do porto de Santos: composição faunística demersal-bentônica, avaliação química dos sedimentos presentes no atual local de disposição de material dragado, avaliação química dos tecidos de organismos aquáticos, avaliação da toxicidade de sedimentos.

Com esse estudo concluiu-se pela viabilidade do lançamento do material que seria dragado por conta da manutenção do Porto uma vez que havia sido demonstrado que impactos significativos não haviam sido observados na área mesmo após os anos de lançamento de material dragado de qualidade inferior a que se pretendia dragar na manutenção.

O estudo também propôs a condição de monitoramento da área e um Plano de Monitoramento foi acordado com a Cetesb. Este monitoramento na área ocorre desde então.

Recentemente a Codesp solicitou a prorrogação da Licença de Operação da dragagem de manutenção do canal do Porto de Santos, com base na análise por parte da SMA-SP, dos dados do monitoramento da área de descarte e adjacências. O parecer que concede a prorrogação da Licença (PT CPRN/DAIA/034/08 referente ao processo SMA nº 13.740/04) estabelece que os estudos e informações disponíveis até aquele momento permitem concluir que os impactos ambientais atribuíveis à dragagem de manutenção do canal de acesso, bacias de evolução e berços de atracação do Porto de Santos, e o descarte do material dragado em bota-fora oceânico, são temporários, localizados, reversíveis, de pequena magnitude e de baixa significância.

No anseio de se avaliar a possibilidade de lançamento de material dragado em outras áreas além do atual local de disposição foi feito um estudo abrangente, no final de 2007 e início de 2008, sob a responsabilidade da Consultoria Paulista de Estudos Ambientais. Este estudo integrou o Estudo de Impacto Ambiental do aprofundamento do canal de navegação, bacias de evolução e berços de

atracação do Porto de Santos. Na região estudada também foi incluído o atual quadrilátero de disposição de material dragado (**Figura 9.3-20**). Este estudo que abrangeu levantamentos de dados primários dos compartimentos físico (sonografia e varredura de fundo e modelagem de dispersão de sedimentos), químico (qualidade de sedimentos e tecido de organismos) e biológico (ensaios ecotoxicológicos e comunidade bentônica e demersal-bentônica) faz uma proposição de áreas alternativas para o descarte de material dragado que também são viáveis para os sedimentos avaliados no presente EIA-Rima.

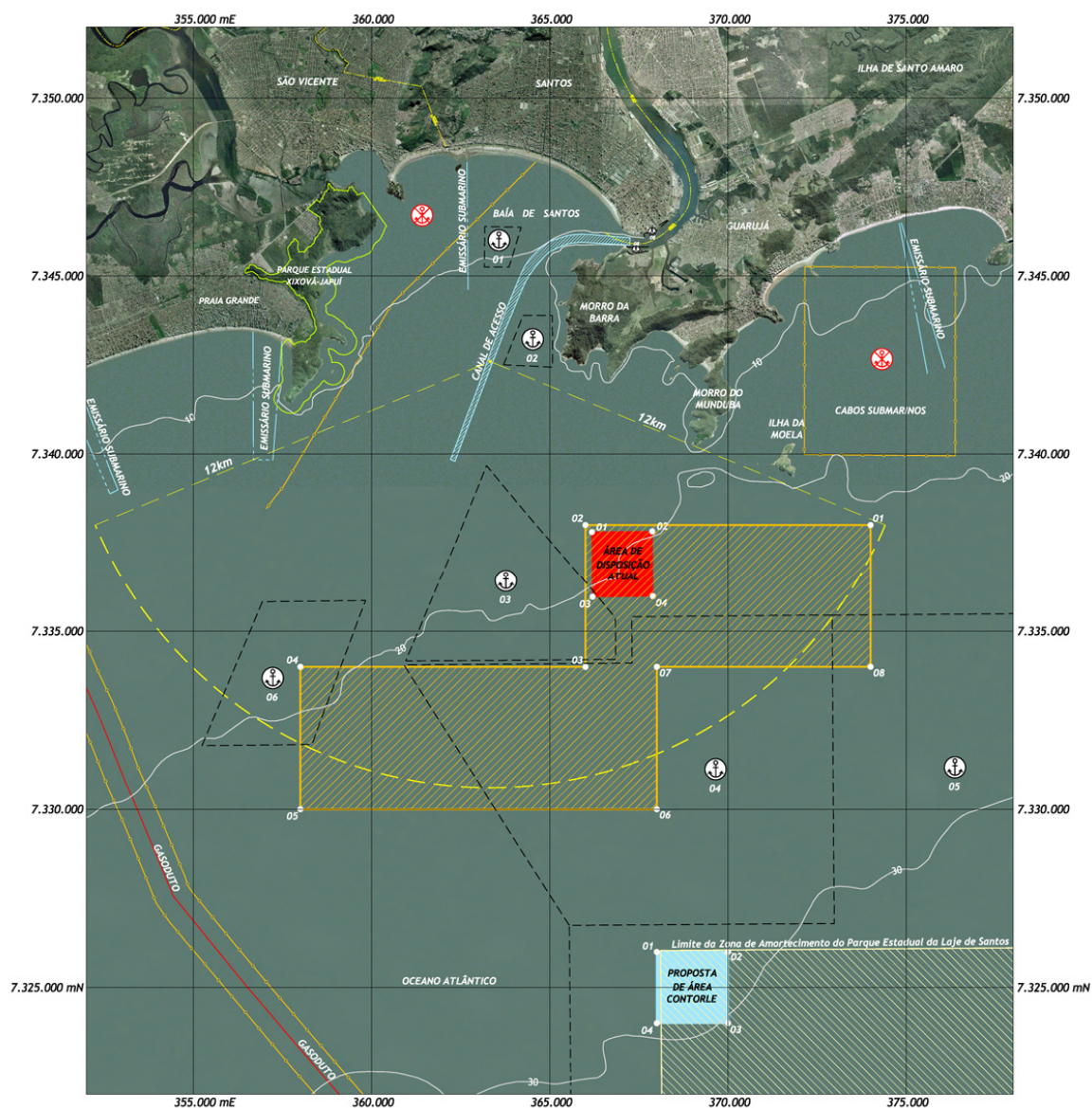


Figura 9.3-20 Quadrilátero atual de disposição de material dragado (em vermelho) e região avaliada no Estudo de Áreas Alternativas para a disposição oceânica de material dragado na região do Porto de Santos (CPEA, 2008) (área hachurada)

D) CONCLUSÕES

Com base nos resultados da caracterização dos sedimentos provenientes da região do futuro terminal da BTP, pode-se concluir que, com relação à granulometria, os sedimentos apresentam grande predominância de silte e argila.

Foram encontradas concentrações de arsênio, mercúrio e cobre, no entanto, as características físicas e químicas (pH e granulometria) demonstraram que existe baixa probabilidade de remobilização destes metais para a coluna d'água. Os estudos pretéritos existentes na região demonstram que a contaminação dos sedimentos por metais já foi verificada anteriormente em níveis similares ou mais elevados do que o encontrado no presente levantamento.

Alguns hidrocarbonetos policíclicos aromáticos foram encontrados acima do Nível 1 da Resolução Conama 344/04, na amostra mais profunda do PS-08 que localiza-se na foz do Rio Saboó. Esta contaminação não era esperada uma vez que trata-se de uma amostra coletada a 5 m de profundidade. Nesta região pode ter ocorrido inversão das camadas depositadas de sedimento em função de escarregamento do talude do canal de navegação da Codesp ou por obras próximas ao local.

Os testes de toxicidade não demonstraram correlação com os contaminantes observados, visto que no único ponto amostral (superfície) onde foi encontrada toxicidade, não foram encontrados contaminantes acima dos padrões de qualidade da Resolução Conama 344/04.

Visto que os sedimentos que correspondem ao material a ser dragado na área de implantação do terminal portuário da BTP apresentam qualidade similar ou superior ao material que já foi lançado no atual quadrilátero de descarte de Santos, não são esperados impactos significativos pelo lançamento dos sedimentos que serão dragados pela BTP. Este material também poderia ser lançado nas áreas alternativas estudadas pela Codesp, seguindo-se um Plano de Disposição e Monitoramento deste descarte.

Quanto às modelagens de dragagem, do transporte de sedimentos e hidrodinâmica, estas compõem o **Anexo 19**.

9.4 MEIO BIÓTICO

9.4.1 ECOSISTEMAS TERRESTRES

9.4.1.1 Flora

Aspectos metodológicos

Para a contextualização da flora regional, foram utilizados dados secundários constantes de estudos publicados sobre o tema, realizados no Município de Santos e arredores, abordando aspectos florísticos, fitogeográficos, estruturais, conservacionistas e sobre dinâmica florestal.

A descrição dos ecossistemas considerou aqueles com maior área de abrangência e os situados nas proximidades da área do empreendimento, tais como Floresta Ombrófila Densa (Montana, Submontana e Terras Baixas), ocupando as cristas, encostas e base da Serra do Mar; as Matas de Restinga, se estendendo pelas planícies arenosas; e os manguezais, que ocupam as planícies flúvio-marinhas dos estuários (Silva *et al.* 1993).

Para a Área de influência Direta foi elaborada carta denominada "Uso do Solo e Cobertura Vegetal da Área de Influência Direta" (**Desenho 9.4-1**). Para tanto, foi realizada fotointerpretação, utilizando-se como base aerofotos verticais coloridas datadas de 2002. Na ocasião, foram delimitadas as composições vegetais que apresentaram homogeneidade do padrão de cor, densidade e textura, permitindo o reconhecimento e quantificação da área recoberta com as principais fisionomias conforme descrito neste relatório.

No âmbito da ADA, as vistorias de campo foram realizadas nos dias 12 e 13 de março de 2008. Inicialmente, foi percorrida toda a extensão da área. Nesta ocasião, foram identificadas e fotografadas as fitofisionomias existentes.

As descrições das fitofisionomias são apresentadas com base nos parâmetros definidos na Resolução Conama Nº 01, de 31 de janeiro de 1994, Resolução Conjunta Ibama/SMA Nº 02 de 12 de maio de 1994 e Resolução Conama Nº 07, de 23 de julho de 1996.

Para a classificação das fitofisionomias, além da composição florística de cada tipologia vegetal identificada, foram também observadas características como o grupo ecológico das espécies emergentes, existência de estratificação, presença de espécies epífitas, lianas, características da serrapilheira e do sub-bosque.

Foram levantadas informações florísticas e fitossociológicas do manguezal através do método de parcelas (Durigan, 2003). Foram distribuídas 12 parcelas com dimensão de 10 x 10m ao longo do manguezal que recobre todo o entorno do terreno nas margens do canal de Piaçaguera e também na área adjacente, ou seja, a margem esquerda da foz do Rio Saboó (AID) (**Desenho 9.4-3**). Em cada parcela foram registrados os indivíduos com perímetro do caule à altura do peito (1,30 m do solo), PAP, igual ou superior a 5 cm. Os perímetros do tronco foram medidos com fita métrica e as alturas estimadas usando como referência uma vara de 2 m. Registraram-se fustes extras de indivíduos ramificados quando estes atendiam ao critério de inclusão adotado.

Para descrição da estrutura e composição da comunidade vegetal a partir dos dados de campo foram calculados, para cada espécie, parâmetros fitossociológicos como: valores absolutos e relativos de densidade, dominância e frequência, além do índice de importância (IVI). As definições destes parâmetros e as fórmulas para os cálculos estão descritas no **Anexo 20**, conforme Durigan (2003).

A listagem de espécies vegetais encontradas em campo foi comparada com as listas de espécies consideradas ameaçadas por legislação estadual (Resolução SMA 48/04) e federal (Portaria Ibama 37-N/92).

A) ABORDAGEM REGIONAL

A região onde está inserido o empreendimento, conhecida como Baixada Santista, localiza-se na faixa costeira que se estabelece na interface entre o oceano e o continente, onde predomina o sistema de relevo denominado Planície Costeira (Ponçano *et al.*, 1981). A Baixada Santista é uma área sob forte pressão antrópica representada pela acelerada expansão urbana, portuária e industrial, a partir da década de 1940. Na primeira metade do Século XX, a Região sofreu intensos impactos ambientais associados a prática de agricultura e extrativismo. Apesar disso, a planície, ou baixada litorânea, da região ainda apresenta ecossistemas em bom Estado de conservação e altamente significativos do ponto de vista da conservação da biodiversidade, de serviços ambientais e de processos ecológicos, como é o caso dos manguezais.

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 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 uma fisionomia vegetal diferenciada em alguns locais da Baixada Santista, de porte predominantemente arbustivo.

A feição topográfica do maciço da Serra do Mar exerce forte influência sobre o clima, hidrografia, vegetação e fauna da região. O compartimento ambiental representado pela Serra do Mar é revestido, em sua maior parte, por Floresta Ombrófila Densa Sub-Montana em variados graus de regeneração. Parte integrante do bioma Mata Atlântica, estas florestas apresentam grande diversidade biológica. Já nas áreas de baixada, os ecossistemas predominantes são os manguezais e remanescentes de florestas de planície litorânea ou matas de restinga.

As florestas de planície litorânea ou de restinga desenvolvem-se sobre cordões arenosos ou áreas levemente mais elevadas que os manguezais. Segundo Cerqueira (2000), nas florestas de restinga é possível observar a ocorrência de elementos florísticos próprios e habitats particulares, como as florestas com solo sazonalmente recoberto por lâminas d'água e dominadas por algumas poucas espécies arbóreas como a *Tabebuia cassinoides* (caixeta) e *Calophyllum brasiliensis* (guanandi).

B) CARACTERIZAÇÃO DA VEGETAÇÃO NA ÁREA DE INFLUÊNCIA INDIRETA (AII) E DIRETA (AID)

A Área de Influência Indireta (AII) do empreendimento envolve toda a região estuarina localizada nos Municípios de Cubatão, Santos, São Vicente, Praia Grande e parte de Guarujá até a crista da Serra do Mar (divisor de águas). A AII abrange um complexo mosaico de unidades de paisagens, sendo algumas delas de extrema importância sob o ponto de vista ecológico e ambiental. Neste item, a descrição dos ecossistemas considerou aqueles com maior área de abrangência e os situados nas proximidades da área do empreendimento, tais como Floresta Ombrófila Densa (Montana, Submontana e Terras Baixas), ocupando as cristas, encostas e base da Serra do Mar; as Matas de Restinga, se estendendo pelas planícies arenosas; e os manguezais, que ocupam as planícies flúvio-marinhas dos estuários (Silva *et al.* 1993).

A Área de Influência Direta (AID) do empreendimento abrange o complexo estuarino de Santos e sua baía bem como a área da foz do Rio Saboó. A cobertura vegetal predominante na AID é o manguezal, o qual domina as planícies flúvio-marinhas do estuário. Em menor grau, também ocorrem trechos recobertos por matas de restinga e vegetação de transição restinga – manguezal sobre a planície arenosa, floresta ombrófila densa e vegetação secundária em estágio inicial, sobre áreas que sofreram perturbações antrópicas (**Desenho 9.4-1** Cobertura Vegetal e Uso do Solo na AID).

A seguir são descritas as fisionomias vegetais que recobrem a AII e AID do empreendimento.

FLORESTA OMBRÓFILA DENSA

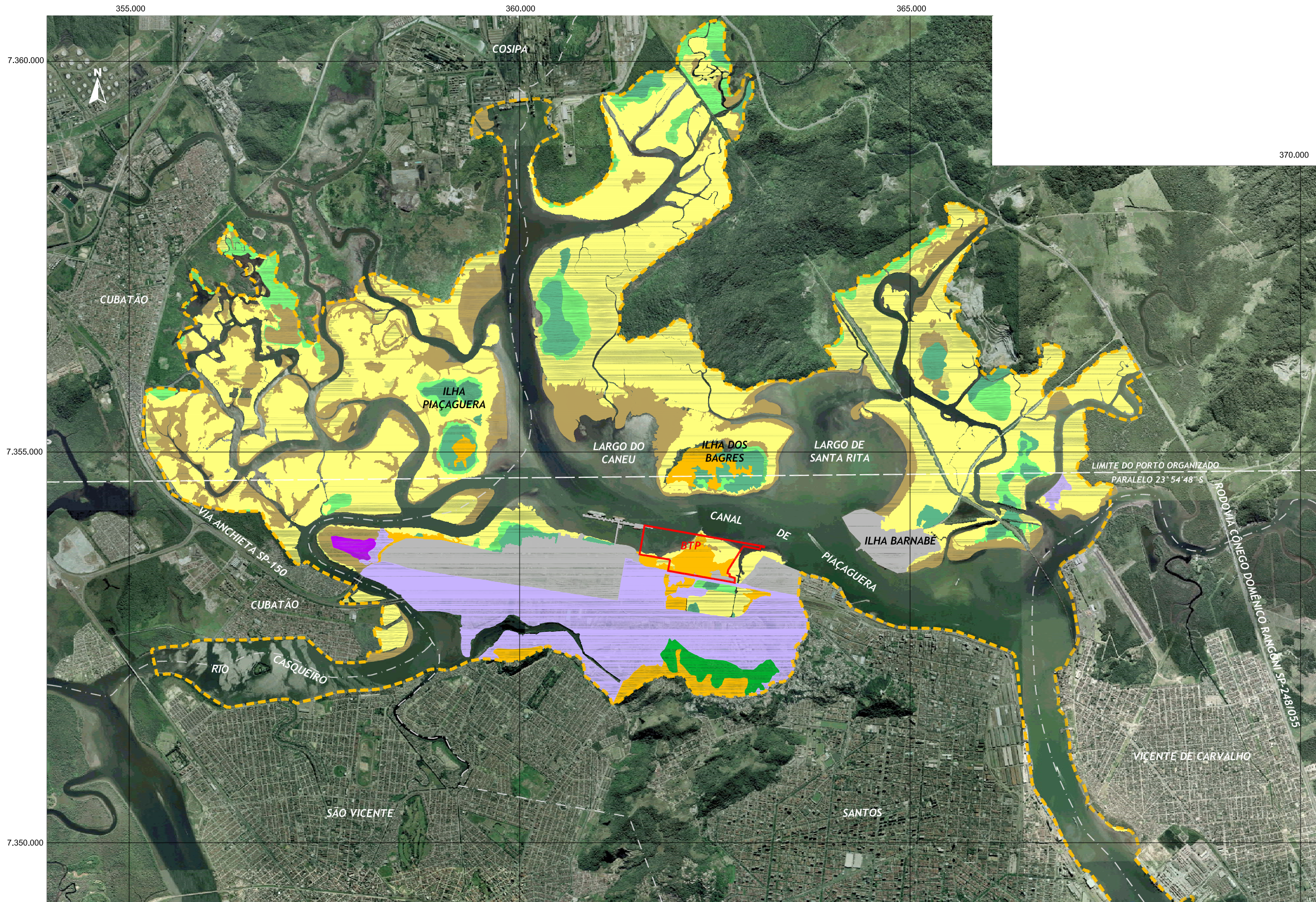
A Floresta Ombrófila Densa Montana/Submontana é uma dos ecossistemas de maior diversidade biológica da Mata Atlântica. Na área abordada no presente estudo, esta fitofisionomia é observada na encosta da Serra do Mar e nos morros e serrinhas isolados, que surgem na planície litorânea. Dentro dos limites da AID, esta formação vegetal resume-se ao topo do divisor de interflúvio da microbacia hidrográfica do Saboó.

Compreende florestas perenes e estão sujeitas a pluviosidade e umidade relativa do ar mais elevadas do que aos índices relativos às florestas sempre verdes do Planalto Atlântico. Os solos são geralmente argilosos, com origem relacionada aos processos erosivos incidentes nas rochas do complexo cristalino, variando de rasos a muito profundos. Essa condição ambiental permite o desenvolvimento de uma floresta alta, com dossel variando entre 25 e 30 m. No entanto, em função da topografia acidentada, as copas não se tocam, permitindo assim, boa penetração da luz. A alta umidade relativa do ar e a boa penetração de luz permitem o desenvolvimento de uma flora rica em epífitas, não superada por nenhuma outra formação vegetal brasileira.

Apesar de ser um dos mais diversificados ecossistemas florestais do Brasil, a Mata Atlântica ainda é pouco conhecida floristicamente, existindo muita divergência quanto à conceituação do que é efetivamente Mata Atlântica e quais são os seus limites (Leitão Filho, 1993). De acordo com Mantovani (1993), a Mata Atlântica de encosta no Estado de São Paulo (Floresta Ombrófila Densa) apresenta elevada riqueza e diversidade de espécies arbóreo-arbustivas, e alto nível de endemismo, representando uma formação alta, com árvores de até 35 metros de altura, sendo que, devido à topografia acidentada, as copas não formam um dossel contínuo, o que permite boa penetração de luz.

Além da topografia acidentada, os altos índices pluviométricos registrados na área de domínio da Mata Atlântica de encosta contribuem para a manutenção de um solo raso, e arenoso. Estas características elevam a fragilidade deste tipo de ecossistema, extremamente susceptível à erosão laminar (Fundação SOS Mata Atlântica, 1991).

Na Baixada Santista, região onde se localiza o empreendimento, os morros e escarpas da Serra do Mar estão em maior ou menor escala desprovidos da vegetação primitiva, sendo também raros os pontos que exibem características de mata secundária, onde se encontram em abundância espécies pioneiras dos gêneros: *Cecropia*, *Miconia*, *Heliconia*, *Tibouchina* e outras (Andrade & Lamberti, citado por Brasterra, 2005).



- | | |
|------------------------------|--|
| Manguezal | Zona Portuária / Retroportuária |
| Transição Manguezal Restinga | Área Urbana (serviços/ comercial/ residencial) |
| Mata Restinga | Aterro Sanitário |
| Floresta Ombrófila Densa | Área do Empreendimento - BTP |
| Vegetação Secundária | Área de Influência Direta - AID |
| Sedimento Exposto | Divisa Municipal |

0 1000 2000 m

Projeção - UTM / Datum Horizontal: SAD-69
 BASE/AEROCARTA/ENGEFOTO; AGEM-SCM-BS-
 Aerofotografias coloridas, 1:25.000, 2008
 IBGE- Folhas Santos e Riacho Grande, 1:50.000, 1984
 IGG- Folha Bertoga, 1:50.000, 1971



BRASIL TERMINAL PORTUÁRIO
 ESTUDO DE IMPACTO AMBIENTAL - EIA

ASSUNTO
COBERTURA VEGETAL E USO DO SOLO NA AID

ESCALA	DATA	DESENHO
1:50.000	JULHO/2008	9.4-1



Nos levantamentos florísticos e fitossociológicos realizados na região, as famílias com maior riqueza de espécies foram: Myrtaceae, Fabaceae, Melastomataceae, Rubiaceae, Lauraceae, Annonaceae, Piperaceae, Arecaceae, Moraceae, Monimiaceae, Sapindaceae e Euphorbiaceae (Brasterra, 2005). E as espécies arbustivo-arbóreas com os valores de importância mais elevados foram: *Tibouchina mutabilis*, *Syagrus pseudococos*, *Tibouchina pulchra*, *Miconia cinnamomifolia*, *Zigia cauliflora*, *Cupania oblongifolia*, *Leandra dasytricha*, *Piper arboreum*, *Guapira opposita*, *Eriotheca pentaphylla*, *Pera glabrata*, *Mabea brasiliensis*, *Miconia cabucu*, *Faramea tetragona*, *Cecropia glaziouii*, *Trichipteris atrovirens* (Gaeta *et al.* 1989; Mendonça *et al.* 1992; Leitão Filho *et al.* 1993; Guedes *et al.* 2001). O estrato herbáceo é denso e constituído por várias espécies invasoras e outras da região, em particular os gêneros *Piper*, *Costus*, *Hedychium*, *Leandra*, *Bactris*, *Catthea* (Marino, 1990). Entre as epífitas, destacam-se os vegetais inferiores (criptógamas), Araceae (*Phyllodendrum*, *Monstera*), as Bromeliaceae (*Vriesea*, *Aechmaea*, *Nidularium*, *Tillandsia*), as Gesneriaceae (*Codonanthe*, *nematanthus*) e Orchidaceae (*Cattleya*, *Laelia*, *Oncidium*, *Brassavola*) (Fundação SOS Mata Atlântica, 1991).

MATA DE RESTINGA

Dentro do Bioma Mata Atlântica, que se distribui ao longo de toda costa oriental brasileira, as formações de restinga desenvolvem-se sobre a planície costeira, em solos arenosos de origem marinha (Suguió & Tessler, 1984). Constitui-se de um mosaico vegetacional representado por formações herbáceas, arbustivas e florestais determinadas basicamente em função da proximidade do mar e das características do substrato (Araújo, 1992).

Nas regiões mais interiores da planície litorânea, podem ser encontradas as matas de restinga, vegetação que apresenta-se com porte mais elevado, ocorrendo deste arbustos a árvores que chegam a alcançar 12 metros de altura. Nestes locais, tendem a ocorrer o acúmulo de matéria orgânica no solo e menor incidência de luz no interior da mata, pelo sombreamento das copas das árvores (Sampaio *et al.*, 2005). Apesar da dominância do estrato arbustivo-arbóreo, o estrato herbáceo é muito rico, apresentando diversas espécies de samambaias, orquídeas terrestres e densos aglomerados de bromeliáceas, com predominância do gênero *Nidularium* sp., que abriga em suas rosetas uma variada fauna de anfíbios. Apresenta também grande quantidade de epífitas como aráceas, bromeliáceas e orquidáceas (Cetesb, 1991).

No estrato arbustivo-arbóreo Myrtaceae é a família que melhor caracteriza a flora das restingas do Brasil (Carvalhoes, 1997; Sugiyama, 1998; Assis *et al.*, 2004). Além desta, Lauraceae e Rubiaceae também são famílias importantes. Verifica-se grande afinidade entre a composição florística das Matas de restinga e a Mata Atlântica de encosta, embora a primeira apresente menor diversidade (Cetesb, 1991). Segundo Rizzini (1979) a origem da flora das planícies costeiras da região sudeste é recente e considerada como sendo derivada da vegetação atlântica de encostas. Como consequência, há um número relativamente pequeno de espécies endêmicas e menor diversidade.

Na Baixada Santista, a vegetação de restinga é representada por uma faixa que vai da parte posterior das dunas até, praticamente, o sopé da Serra do Mar. Originalmente esta vegetação apresentava ampla ocorrência. No entanto, em função das condições propícias à ocupação e da fragilidade e suscetibilidade às perturbações antrópicas, esse ecossistema foi o que mais perdeu espaço para o assentamento de infra-estrutura urbana (Araújo & Lacerda, 1987). Segundo Silva *et al.* (1993), do total da mata de restinga originalmente existente na Baixada Santista, restam menos de 22% (90 km²) de matas de restinga com estrutura fisionômica e composição florística original preservada.

Com base em literatura especializada (Girardi 2001; Guedes 2004) pode-se considerar que as principais espécies arbustivas-arbóreas encontradas nas florestas de restingas da região são: *Abarema brachystachya*, *Alchornea triplinervia*; *Amaioua guianensis*; *Astrocaryum aculeatissimum*; *Bactris setosa*; *Balizia pedicellaris*; *Cabralea canjeran*, *Calopyllum brasiliensis*; *Cecropia glazioui*; *Didymopanax angustissimum*; *Endlicheria paniculata*; *Eriotheca pentaphylla*; *Eugenia neolanceolata*; *Eugenia rostrata*; *Eugenia stigmatica*; *Eugenia sulcata*; *Garcinia gardneriana*, *Gomidesia schaueriana*; *Guapira opposita*; *Guatteria hilariana*; *Ilex theezans*; *Inga edulis*; *Jacaranda puberula*; *Manilkara subsericea*; *Matayba guianensis*; *Miconia laticrenata*; *Myrcia fallax*; *Myrcia grandiflora*; *Nectandra oppositifolia*; *Ocotea aciphylla*; *Ocotea pulchella*; *Pera glabrata*; *Rapanea ferruginea*; *Sloanea guianensis*; *Syagrus pseudococos*; *Tabebuia cassinoides*; *Tabebuia obtusifolia*, *Tapirira guianensis* e *Tibouchina pulchra*.

MANGUEZAL

Esta fisionomia vegetal recobre a maior parte da AID do empreendimento. Trata-se de um ecossistema costeiro, de transição entre os ambientes terrestre e marinho, sujeito ao regime de marés. Os manguezais são constituídos por espécies vegetais lenhosas típicas caracterizadas por colonizarem sedimentos predominantemente lodosos, com baixos teores de oxigênio, além de micro e macroalgas adaptadas à flutuação de salinidade. Ocorrem nas regiões tropicais e subtropicais, em trechos costeiros abrigados 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 (Schaeffer-Novelli, 1995).

Os manguezais são considerados ambientes altamente produtivos, que contribuem significativamente para a fertilidade das águas costeiras devido à produção de grande quantidade de matéria orgânica e transformação do material foliar em partículas de detrito que servem como alimento para um grande número de organismos consumidores (Odum & Heald, 1975).

Os manguezais são extremamente importantes na manutenção da dinâmica física e biológica do estuário, estabilizando as drenagens e sustentando uma rica cadeia trófica (Cetesb, 1991). Sob o ponto de vista econômico, sua conservação é importante na manutenção das atividades portuárias devido à contenção do assoreamento dos canais, além de assegurar a reprodução e crescimento de inúmeros organismos fundamentais à manutenção dos recursos pesqueiros.

A alta salinidade do ambiente e o solo lodoso e pouco oxigenado tornam este ecossistema muito particular. As espécies vegetais típicas de manguezal desenvolveram adaptações morfológicas que permitiram seu desenvolvimento neste ambiente tão adverso. Entre tais adaptações então os caule-escoras de *Rhizophora* spp., que são extensões do caule principal que alcançam o solo lodoso e instável, formando arcos que aumentam a sustentação da árvore; os pneumatóforos de *Avicennia* spp. e *Laguncularia* spp. que são raízes aéreas que contribuem para aumentar a respiração prejudicada pelo solo encharcado e pobre em oxigênio e também glândulas de sal de *Avicennia* spp. que são estruturas localizadas nas folhas que excretam o excesso de certos íons principalmente Na⁺ e Cl⁻ (Tomlinson, 1986).

Ao contrário de outras florestas, os manguezais são ambientes tipicamente com baixa diversidade arbórea. Embora na região da Malásia e Indonésia sejam encontradas até quarenta espécies, nas Américas não há mais do que oito espécies (Tomlinson, 1986). Na Baixada Santista, os manguezais são constituídos principalmente por três espécies lenhosas: *Avicennia schaueriana* (Avicenniaceae), *Rhizophora mangle* (Rhizophoraceae) e *Laguncularia racemosa* (Combretaceae). Estudos realizados pela Cetesb (1988) indicam que entre os indivíduos adultos *Avicennia schaueriana* é a espécie mais comum nos manguezais da Baixada Santista, resultado corroborado pelo levantamento fitossociológico realizado na Área Diretamente Afetada do empreendimento.

Apesar de sua importância, os manguezais constituem sistemas frágeis, deteriorando-se em consequência de crescentes alterações ambientais provocadas pelo homem. Em geral, os mangues instalados na região da Baixada Santista sofrem impacto direto do funcionamento das indústrias ali instaladas, apresentando diversos indicadores de degradação. Sob este enfoque Cetesb (1988) realizou um estudo relacionando a estrutura dos bosques com os níveis de contaminação por metais pesados na água, sedimento e folhas de mangues da Baixada Santista. Nesse estudo, as características estruturais do bosque, consideradas indicadoras do grau de desenvolvimento do manguezal, indicaram que os manguezais da Baixada Santista seguem uma ordem progressiva, entre o mais degradado e o mais preservado, do Estuário de Santos ao de São Vicente e Bertioga. Este resultado pode estar diretamente relacionado aos tensores induzidos pelo homem nas distintas áreas, entre eles a poluição das águas.

Dos 1.329 km² de extensão da Baixada Santista, 10% (cerca de 131 km²) eram planícies de marés recobertas originalmente por manguezais (Cetesb, 1991). Segundo Lamparelli & Moura (1998), estes manguezais foram reduzidos a apenas 88 km² remanescentes, uma redução significativa de 33% que afeta a viabilidade ecológica do sistema como um todo e a produtividade de outros sistemas marinhos.

TRANSIÇÃO MANGUEZAL – RESTINGA

Nas zonas de contato entre o manguezal e restinga é encontrada uma fisionomia predominantemente arbustiva com dossel aberto e altura variando entre 3 e 6 metros. Nestes ambientes o solo é mais firme do que o solo extremamente lodoso do manguezal, a camada de serapilheira não é muito densa e a diversidade de plantas é baixa. São comuns indivíduos de *Hibiscus pernabuscensis* (Malvaceae), *Dalbergia ecastophylla* (Fabaceae), *Acrostichum aureum* (Pteridaceae), *Spartina* sp. (Poaceae), *Rapanea parviflora* (Myrsinaceae) e *Annona glabra* (Annonaceae).

VEGETAÇÃO SECUNDÁRIA

De forma geral, a fisionomia e composição da vegetação secundária que recobre pequenos trechos da AII e AID indicam um estágio inicial de sucessão iniciado a partir de perturbações intensas de origens diversas. Sendo assim, embora um processo de sucessão esteja em processo, a vegetação presente nestes trechos em geral não caracteriza um estágio de sucessão da vegetação original, e sim um processo de sucessão típico de áreas que sofreram alto nível de degradação.

Nestes trechos, a vegetação é predominantemente herbácea, composta por espécies ruderais como *Asclepias curassavica* (Asclepiadaceae), *Amaranthus* sp. (Amaranthaceae), *Melampodium paniculatum* (Asteraceae), *Ipomoea cairica* (Convolvulaceae), *Ludwigia* sp. (Onagraceae) e *Starchytarpheta cayemensis* (Verbenaceae). Espécies como estas apresentam ampla distribuição, são características de áreas extremamente perturbadas como terrenos baldios e beira de estradas. Além disso, são muitas vezes consideradas daninhas por invadirem pastagens, pomares e lavouras (Lorenzi, 2000). Apesar de o estrato herbáceo ser dominante, podem ser encontrados alguns indivíduos arbustivos e outros arbóreos, destacando-se na paisagem como indivíduos isolados ou formando pequenos aglomerados em meio a vegetação herbácea. Entre os arbustos são comuns indivíduos de *Ricinus communis* (Euphorbiaceae), *Piper aduncum* (Piperaceae) e *Vassobia breviflora* (Solanaceae), espécies que também são amplamente distribuídas e características de ambientes perturbados. Também podem ser encontradas espécies arbóreas como *Schinus terebinthifolius* (Anacardiaceae), *Cecropia* sp. (Cecropiaceae), *Alchornea glandulosa* (Euphorbiaceae), *Croton* sp. (Euphorbiaceae), todas espécies pioneiras de rápido crescimento e de ampla distribuição. Além dessas, também são geralmente encontradas espécies invasoras como *Leucaena leucocephala* (Mimosaceae), *Terminalia catappa* (Combretaceae) e *Psidium guajava* (Myrtaceae).

O **Quadro 9.4-1** a seguir apresenta a quantificação do uso do solo e cobertura vegetal existente na AID.

Quadro 9.4-1 Uso do solo e cobertura vegetal na AID

Uso do Solo e Cobertura Vegetal	Área (ha)	%
Manguezal	1730,56	23,20
Transição manguezal restinga	206,26	2,76
Restinga	163,05	2,19
Floresta ombrófila densa	39,13	0,52
Vegetação secundária	113,16	1,51
Sedimento exposto	506,64	6,79
Zona portuária/retroportuária	243,64	3,27
Área urbana	442,21	5,92
Aterro sanitário	10,64	0,15
Total do uso do solo e cobertura vegetal	3455,30	46,23
Hidrografia (rios e canais)	4011,74	53,77
Total AID	7460,70	100,00

C) CARACTERIZAÇÃO DA VEGETAÇÃO NA ÁREA DIRETAMENTE AFETADA (ADA)

A Área Diretamente Afetada pelo Terminal Portuário BTP é compreendida pela área onde será implantado o empreendimento e os trechos dos canais estuarinos do entorno, onde ocorrerão as dragagens e aterros e os impactos diretos para as comunidades aquáticas. A porção emersa do terreno encontra-se delimitada pelos limites da implantação da obra próximo à foz do Rio Saboó, canal de Piaçaguera e Avenida Augusto Barata, no Município de Santos - SP.

Atualmente o terreno apresenta basicamente dois tipos de formação vegetal. No entorno do terreno, adjacente ao Rio Saboó e ao canal de Piaçaguera predomina a vegetação de manguezal em bom Estado de conservação (**Fotos 9.4-1 e 9.4-2**). Na porção central do terreno, usada em períodos anteriores como depósito de lixo, é encontrado um mosaico de vegetação secundária predominantemente em estágio inicial de sucessão (**Fotos 9.4-3 a 9.4-6**). A distribuição das formações vegetais sobre a ADA está representada no **Desenho 9.4-2** Cobertura Vegetal e APPs na ADA.

361.500

362.000

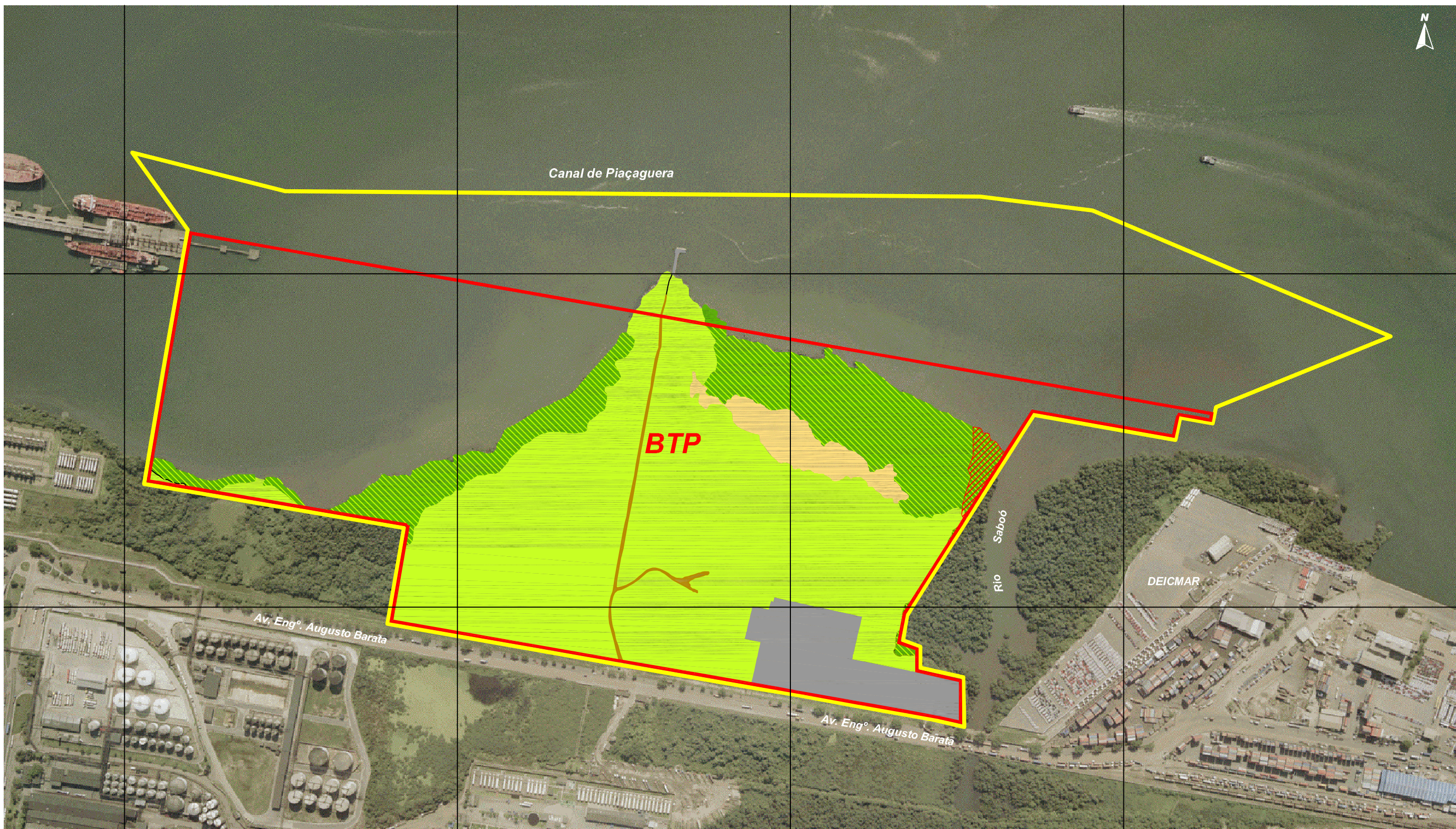
362.500

363.000

363.500

7.354.000

7.353.500



- Área Diretamente Afetada - ADA
- Área do Empreendimento
- Área de Preservação Permanente (APP) Referente ao Manguezal
- Área de Preservação Permanente (APP) Referente ao Rio Saboó

Cobertura Vegetal e Uso do Solo

- Manguezal
- Vegetação Secundária
- Sedimento Exposto
- Pátio de Caminhões
- Acesso



Projeção - UTM / Datum Horizontal: SAD-69

BASE S.A.- Aerofotografia digital, jun/2006
 IGC/SP- Folha Santos, 1:10.000, 1988
 LPC- Brasil Terminal Portuário S/A, Arranjo Geral- Fases 1 e 2, 1:2.500, 2008
 CONAMA- Resolução 303/2002- Parâmetros, definições e limites APPs



BRASIL TERMINAL PORTUÁRIO
 ESTUDO DE IMPACTO AMBIENTAL - EIA

ASSUNTO
COBERTURA VEGETAL E APPs NA ÁREA DIRETAMENTE AFETADA

ESCALA	1:6.000	DATA	JULHO/2008	DESENHO	9.4-2
--------	---------	------	------------	---------	-------





Foto 9.4-1 Aspecto geral do manguezal localizado no entorno da ADA do empreendimento, Santos-SP.



Foto 9.4-2 Aspecto geral do manguezal localizado no entorno da ADA do empreendimento, Santos-SP.



Foto 9.4-3 Aspecto geral da vegetação secundária em estágio inicial de sucessão, localizada na porção central da ADA do empreendimento, Santos - SP.



Foto 9.4-4 Aspecto geral da vegetação secundária em estágio inicial de sucessão, localizada na porção central da ADA do empreendimento, Santos - SP.



Foto 9.4-5 Aspecto geral da vegetação secundária em estágio inicial de sucessão, localizada na porção central da ADA do empreendimento, Santos - SP.





Foto 9.4-6 Aspecto geral da vegetação secundária em estágio inicial de sucessão, localizada na porção central da ADA do empreendimento, Santos - SP.

MANGUEZAL

O manguezal presente na área apresenta dossel com altura variando entre 8 e 11 m. Entre as espécies arbóreas foram registradas apenas as três espécies mais comuns nos manguezais da Baixada Santista: *Avicennia schaueriana* (Avicenniaceae), *Rhizophora mangle* (Rhizophoraceae) e *Laguncularia racemosa* (Combretaceae). 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. Nas zonas de contato entre o manguezal e a vegetação secundária adjacente são encontrados indivíduos de *Hibiscus pernabuscensis* (Malvaceae), *Dalbergia ecastophylla* (Fabaceae) e *Acrostichum aureum* (Pteridaceae), espécies típicas de terrenos mais firmes do que o solo extremamente lodoso do manguezal. Vale ressaltar que, apesar do bom Estado geral de conservação do manguezal presente no terreno, em alguns trechos foi observada a presença de lixo trazido pela ação das marés, o que confere um aspecto de degradação visual ao ecossistema.

Nas 12 parcelas alocadas ao longo do manguezal (vide localização das parcelas no **Desenho 9.4-3**) foram registrados 296 indivíduos arbóreos. A distribuição diamétrica apresenta padrão decrescente, com 75% dos indivíduos amostrados apresentando diâmetros igual ou inferior à 11,0 cm (**Gráfico 9.4-1**). Apesar de menos pronunciado, este padrão também é observado na distribuição dos indivíduos por classes de altura (**Gráfico 9.4-2**). Esse padrão decrescente, comum em florestas tropicais, reflete a mortalidade distinta nos diferentes estágios de desenvolvimento dos indivíduos, pois quanto menor o indivíduo maior sua chance de ser excluído seja por predação, competição ou restrições fisiológicas ao meio abiótico.



-  Área do Empreendimento
-  Posição Aproximada da Parcela
Dimensões da Parcela: 10 x 10 metros
- P2** Número da Parcela



Projeção - UTM / Datum Horizontal: SAD-69
 BASE S.A.- Aerofotografia digital, jun/2006
 IGC/SP- Folha Santos, 1:10.000, 1988
 Posicionamento das parcelas realizado em campo com auxílio de receptor GPS



BRASIL TERMINAL PORTUÁRIO
 ESTUDO DE IMPACTO AMBIENTAL - EIA

ASSUNTO

PARCELAS COM LEVANTAMENTO DA COBERTURA VEGETAL NA ÁREA DO EMPREENDIMENTO

ESCALA

1:6.000

DATA

JULHO/2008

DESENHO

9.4-3



Gráfico 9.4-1 Porcentagem de indivíduos por classe de diâmetro presente nas parcelas alocadas no manguezal, Santos - SP.

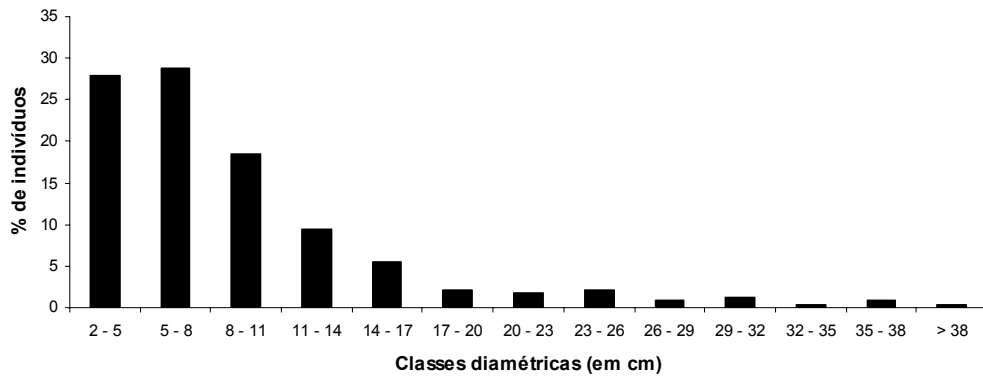
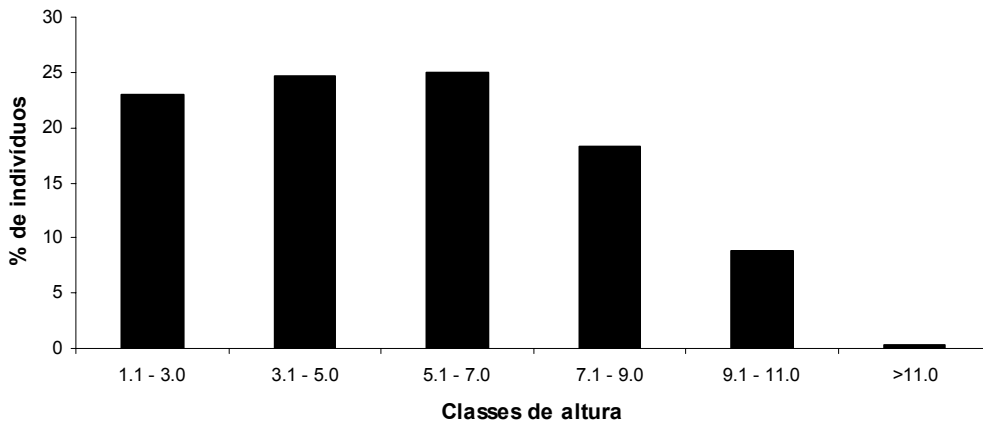


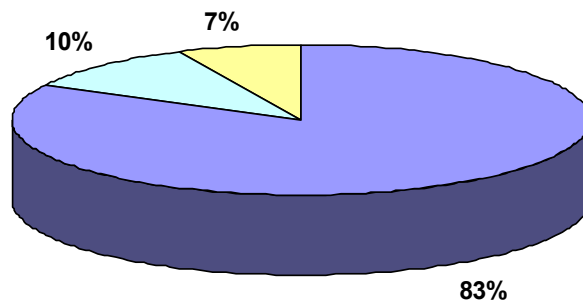
Gráfico 9.4-2 Porcentagem de indivíduos por classe de altura presente nas parcelas alocadas no manguezal, Santos - SP.



Dos 296 indivíduos registrados no manguezal, *Avicennia schaueriana* foi a espécie predominante, representando 83% dos indivíduos amostrados. As outras duas espécies apresentam densidade muito menos expressiva, sendo *Laguncularia racemosa* representada por 10% e *Rhizophora mangle* por apenas 7% dos indivíduos amostrados (**Gráfico 9.4-3**). Estes dados corroboram estudos anteriores que indicam que entre os indivíduos adultos *Avicennia schaueriana* é a espécie mais comum nos manguezais da Baixada Santista (Cetesb, 1988).

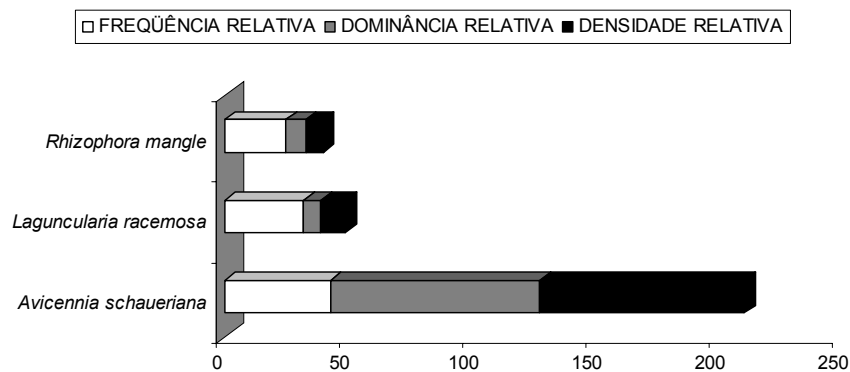
Gráfico 9.4-3 Densidade relativa das espécies arbóreas presentes nas parcelas de manguezal, Santos - SP.

■ *Avicennia schaueriana* □ *Laguncularia racemosa* ■ *Rhizophora mangle*



Além de apresentar a maior densidade relativa, *A. schaueriana* se destaca pela alta freqüência e dominância, e como consequência apresenta um Índice de Valor de Importância (IVI) muito superior em relação às outras duas espécies (**Gráfico 9.4-4**). Quanto à freqüência, enquanto *A. schaueriana* foi encontrada nas 12 parcelas amostradas, *L. racemosa* foi encontrada em nove e *R. mangle* em apenas sete. Isso significa que além de ser a espécie mais densa *A. schaueriana* é também aquela que apresenta distribuição mais ampla, sendo encontrada por todo o trecho de manguezal presente na área. Adicionalmente *A. schaueriana* é a espécie com maior dominância, ou seja, aquela com maior representação em termos de área basal. Embora a relação não seja linear, área basal e biomassa apresentam correlação positiva. Dessa forma, pode-se afirmar que além de ser a espécie mais densa e mais amplamente distribuída, *A. schaueriana* também é a espécie de manguezal que apresenta maior biomassa no trecho de manguezal estudado. Esses altos valores de densidade, freqüência e dominância contribuem para alto IVI observado no **Gráfico 9.4-4**.

Gráfico 9.4-4 Índice de Valor de Importância (IVI) das espécies encontradas no levantamento fitossociológico do manguezal, Santos - SP.



VEGETAÇÃO SECUNDÁRIA (ESTÁGIO INICIAL DE SUCESSÃO)

Enquanto a vegetação de manguezal recobre todo o entorno do terreno que recebe influência das marés, o restante da propriedade é recoberto por um mosaico de vegetação secundária. A análise histórica de fotografias aéreas indica que por volta da década de 60 esta área era coberta por vegetação de manguezal. No entanto, o uso do terreno como depósito de lixo proveniente de cargas perecíveis do porto representou uma perturbação tão intensa que hoje a vegetação encontra-se essencialmente descaracterizada em relação ao seu tipo original. A deposição de lixo levou a um processo de aterramento de forma que, atualmente, esta porção central do terreno não recebe influência direta das marés, característica essencial para o estabelecimento de uma vegetação de manguezal. Atualmente a maior parte deste mosaico de vegetação secundária, representado pela parte central do terreno, encontra-se em estágio inicial de sucessão. Neste trecho, a vegetação é predominantemente herbácea, composta por espécies ruderais como *Asclepias curassavica* (Asclepiadaceae), *Amaranthus* sp. (Amaranthaceae), *Melampodium paniculatum* (Asteraceae), *Ipomoea cairica* (Convolvulaceae), *Ludwigia* sp. (Onagraceae) e *Starchytarpheta cayennensis* (Verbenaceae). Espécies como estas apresentam ampla distribuição, são características de áreas extremamente perturbadas como terrenos baldios e beira de estradas. Além disso, são muitas vezes consideradas daninhas por invadirem pastagens, pomares e lavouras. Apesar de o estrato herbáceo ser predominante, também são encontrados alguns indivíduos arbustivos e outros arbóreos. Entre os arbustos destaca-se a presença de *Ricinus communis* (Euphorbiaceae), *Piper aduncum* (Piperaceae) e *Vassobia breviflora* (Solanaceae), espécies que também são amplamente distribuídas e características de ambientes perturbados.

Embora presentes em baixa densidade, também são encontradas espécies arbóreas como *Schinus terebinthifolius* (Anacardiaceae), *Cecropia* sp. (Cecropiaceae), *Alchornea glandulosa* (Euphorbiaceae), *Croton* sp. (Euphorbiaceae) e *Guarea* sp. (Meliaceae), todas espécies pioneiras de rápido crescimento e de ampla distribuição. Além dessas, também são encontradas espécies invasoras como *Leucaena leucocephala* (Mimosaceae), *Terminalia catappa* (Combretaceae) e *Psidium guajava* (Myrtaceae). Nos ambientes mais úmidos são encontradas espécies típicas como *Hedychium coronarium* (Zingiberaceae) e *Heteranthera reniformis* (Pontederiaceae). Embora a maior parte da vegetação secundária seja predominantemente herbácea, um trecho bastante reduzido localizado na porção oeste do terreno apresenta porte florestal. Neste trecho há forte predomínio da espécie lenhosa *Guarea* sp. (Meliaceae). Este predomínio reflete-se até mesmo na serapilheira acumulada sobre o solo que é composta basicamente por folhas dessa espécie. Neste trecho o estrato herbáceo é ralo devido à redução na entrada de luz. No entanto, como o trecho é extremamente reduzido, em suas bordas também são encontradas espécies ruderais como *Cestrum intermedium* (Solanaceae) e indivíduos das espécies anteriormente citadas. A lista completa das espécies encontradas na vegetação secundária que recobre a maior parte da área é apresentada no **Anexo 21** (Lista de espécies) e imagens de algumas das espécies listadas são apresentadas no **Anexo 22**. Cabe aqui mencionar que nenhuma das espécies encontradas na propriedade encontra-se citada na listagem das espécies da flora ameaçadas de extinção (Resolução SMA, nº48, de 21 de setembro de 2004).

De forma geral, a fisionomia e composição da vegetação secundária que recobre a maior parte do terreno indicam um estágio inicial de sucessão iniciado a partir de uma intensa perturbação. A deposição de lixo nesta área alterou a vegetação original não apenas por meio da eliminação das espécies de manguezal anteriormente presentes, mas também por meio da alteração da dinâmica de influência de marés causada pelo aterramento da área. Sendo assim, embora um processo de sucessão esteja em processo, a vegetação atualmente presente não caracteriza um estágio de sucessão da vegetação original, e sim um processo de sucessão típico de áreas que sofreram alto nível de degradação.

D) SÍNTESE DA COBERTURA VEGETAL E USO DO SOLO SOBRE A PROPRIEDADE

A avaliação da distribuição das fisionomias vegetais e usos do solo da propriedade possibilitou a elaboração do **Quadro 9.4-2** abaixo que apresenta a síntese da situação atual sobre a gleba.

Quadro 9.4-2 Quantificação das Áreas

Classes	Em APP (Ha)	Fora de APP (Ha)	Total (Ha)	%
Pátio de Caminhões	0,00	3,02	3,02	2,20
Vegetação Secundária	0,00	24,77	24,77	18,08
Sedimento Exposto	0,00	1,46	1,46	1,06
Manguezal	8,03	0,00	8,03	5,86
Acesso existente	0,00	0,21	0,21	0,15
Pier existente	0,00	0,02	0,02	0,01
Espelho d'água	0,00	99,53	99,53	72,63
Total	8,03	129,01	137,04	100,00

9.4.1.2 Fauna

Aspectos metodológicos

O presente capítulo, aborda o status de conservação da fauna na região da baixada santista tendo como base levantamentos de dados secundários em bibliografia específica, coleções de museu e também na coleta de dados primários nas áreas de influência da implantação do Terminal Portuário da BTP (**Desenho 9.2-1** Áreas de Influência para os Meios Físico e Biótico).

As informações provenientes de levantamentos de dados secundários se referem à bibliografia disponível, coleções de museu e dos resultados de pesquisas feitas pelos técnicos responsáveis, que atuam na região da AID desde 1993 (Olmos, 1989; Silva e Silva & Olmos, 1997, 2002; Olmos & Silva e Silva, 2001, 2003; Silva e Silva & Olmos no prelo).

Os dados primários referentes à comunidade de aves aquáticas, foram obtidos com a realização de censos mensais entre julho de 2007 e março de 2008 em dois conjuntos de bancos de sedimentos: Largo de Santa Rita e Largo do Caneú, localizados na margem continental do Estuário de Santos.

O Largo de Santa Rita (23°54'28"S, 46°20'08"W) é uma das maiores áreas de águas rasas em todo o sistema estuarino de Santos-Cubatão, com vários bancos de sedimentos com características distintas, incluindo áreas de lodo exposto, recobertas por mexilhões e com prados de macroalgas. Recebe a descarga do Rio Jurubatuba.

O Largo do Caneú (23°54'30"S, 46°21'51"W) é o maior banco de sedimentos expostos em todo o sistema estuarino e uma das principais áreas de alimentação para as aves aquáticas da região (Olmos & Silva e Silva, 2001, 2003). É limitado por bosques de mangue da Ilha dos Bagres e da margem continental do canal de Piaçaguera. Há trechos de sedimentos arenosos consolidados, mas a maior parte é de sedimentos finos, bastante movediços. Estes pontos são de especial interesse por serem sítios de alimentação de aves que nidificam na área do Rio Saboó.

A metodologia utilizada no estudo de aves aquáticas é uma adaptação da utilizada na mesma região por Olmos, Silva e Silva (2001). As variações temporais no número e composição dos agrupamentos de aves utilizando os bancos de sedimentos em pontos pré-determinados são mensuradas por meio de censos realizados mensalmente, preferencialmente durante os períodos de maior amplitude de maré (luas cheia ou nova), a fim de tirar vantagem da maior exposição dos bancos durante os períodos de maré baixa.

Os censos são conduzidos com auxílio de luneta e binóculos, registrando-se o número total de indivíduos de cada espécie presente, bem como observações gerais sobre a presença de aves imaturas, dieta, interações interespecíficas e perturbações antrópicas.

Os levantamentos de dados primários sobre as aves aquáticas foram feitos na ADA utilizando-se da mesma metodologia de observação embarcada durante o período de agosto de 2007 a fevereiro de 2008, com o objetivo de avaliar o uso e a importância do Rio Saboó como área de reprodução de aves aquáticas (ninhal) na baixada (CPEA, 2008).

Os levantamentos faunísticos complementares (mamíferos, aves terrestres e herpetofauna) foram feitos na ADA ao longo de seis visitas à área em janeiro e março de 2008. Os inventários da fauna local se basearam em observações diretas feitas com auxílio de binóculos, registro de pegadas, fezes e outros vestígios (mamíferos) e busca ativa de espécimes nos micro-habitats adequados (herpetofauna). Não foram coletados espécimes de nenhum dos grupos avaliados, porém foi feita a

documentação fotográfica dos registros mais importantes, tendo sido dada ênfase ao levantamento das aves terrestres, o grupo mais diversificado na área.

A maioria das aves é diurna, ao contrário dos mamíferos da América do Sul (predominância de roedores, marsupiais e quirópteros) que são, em sua maioria, noturnos. Este fato contribui para a sua localização e identificação em campo. Além disso, as aves, mesmo as noturnas, emitem com frequência vozes e outros sons que chamam a atenção e são característicos de cada espécie.

O método visual/auditivo, ao fazer com que os observadores fiquem muito mais atentos às manifestações das aves, conduz ao aprimoramento da técnica de observação e a um crescente acúmulo de experiências de campo específicas que podem ser intercambiadas entre eles. O inventário, a partir de observação direta com auxílio da bioacústica, mostra-se mais rápido e completo do que outros métodos de levantamento de aves (Parker, 1991). Essa metodologia viabiliza, nos dias de hoje, a pesquisa mesmo em áreas pequenas, remanescentes de ambientes ameaçados, e que seriam vulneráveis à coleta seletiva, e acaba por compatibilizar o trabalho do ornitólogo e o do conservacionista.

Por outro lado, um ensaio na região do rio Saboó para testar a efetividade de armadilhas tipo gaiola, com um esforço de captura de apenas 51 armadilhas-noite, resultou em 17 capturas de *D. aurita*, 1 de *Rattus rattus* (espécie sinântropa introduzida) e 10 de teiús (*Tupinambis merianae*) jovens (OLMOS, SILVA e SILVA, dados não publicados).

Sendo assim, frente a estes resultados e considerando o tamanho dos remanescentes e as características dos ambientes a serem avaliados, os inventários da fauna local na ADA basearam-se em observações diretas com auxílio de binóculos, registro de pegadas, fezes e outros vestígios (principalmente mamíferos) e busca ativa de espécimes nos micro-habitats adequados (principalmente herpetofauna) ao longo de seis visitas à área entre janeiro e março de 2008, não tendo sido coletados espécimes.

As aves provavelmente constituem o grupo biológico mais bem conhecido, em que pesem as novas espécies descobertas a cada ano e o grande número de extensões de distribuição. Esse bom nível de conhecimento também faz com que a avifauna seja um dos grupos mais utilizados para definir áreas prioritárias para a conservação (veja Capobianco *et al.*, 2001, Eken *et al.* 2004) além de serem importantes indicadores de contaminação ambiental (Burger & Gochfeld, 2002).

Aves é o grupo animal que oferece uma das melhores relações entre esforço realizado e parcela da comunidade amostrada por inventários rápidos. A possibilidade de realizar levantamentos rápidos de aves de forma que seja viável comparar diferentes áreas, habitats e/ou períodos torna o grupo um dos mais atraentes para a realização de diagnósticos e inventários rápidos. Além disso, a disponibilidade relativa de informações biológicas e ecológicas sobre aves (Willis, 1996), quando comparadas a outros grupos, completa esse papel de indicador ambiental. Por exemplo, sabe-se que a abundância de grandes pica-paus florestais serve para demonstrar a riqueza ambiental de uma mata por serem dependentes de grandes árvores para se alimentar ou aninhar.

Além desta facilidade, as aves podem ser utilizadas, com as devidas cautelas, como indicadores da diversidade e endemismo de outros grupos biológicos (Furness & Greenwood, 1993; Bibby 1999, Eken *et al.* 2004).

O fato de constituírem um conjunto de espécies extremamente diversificado, de fácil detecção, requisitos ecológicos definidos e bem conhecido taxonomicamente, permite que em pouco tempo sejam obtidas informações para caracterização do Estado de conservação da biota local e do impacto humano sobre a mesma.

A) CARACTERIZAÇÃO REGIONAL DA FAUNA

A Baixada Santista é uma área sob forte pressão humana e que, já antes da primeira metade do século XX, experimentou impactos significativos oriundos da agricultura e extrativismo. Com a rápida expansão urbana, portuária e industrial após a década de 1940 estes impactos foram multiplicados e a região pode ser considerada como uma das mais ocupadas no Estado de São Paulo. Apesar disso, a planície (ou baixada) litorânea da região 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.

A fauna regional de vertebrados é conhecida em variados graus de detalhe, tanto com relação aos grupos como ambientes. Enquanto pouco se sabe sobre a fauna de mamíferos e a herpetofauna da Serra do Mar em Santos e Cubatão, por exemplo, a fauna de aves do manguezal adjacente, por outro lado, é bem conhecida.

O maciço da Serra do Mar é um dos principais determinantes ambientais da região, influenciando fortemente seu clima, hidrografia, vegetação e fauna. De fato, a interação entre o paredão da Serra do Mar e a área ocupada pelo complexo estuarino de Santos - São Vicente - Cubatão, que variou com as oscilações no nível do mar nos últimos 10 mil anos, parece ter resultado em um divisor biogeográfico para espécies associadas às matas e restingas das planícies litorâneas, com espécies encontradas apenas ao norte ou ao sul da área geral de Cubatão.

O compartimento ambiental representado pela serra do Mar é revestido, em sua maior parte, por florestas ombrófilas densas de encosta em variados graus de regeneração, como mencionado no **Item 9.4.1.1 – Flora**. Parte do bioma Mata Atlântica, estas florestas apresentam grande diversidade florística e, como seria de se esperar, faunística.

As florestas de encosta de áreas estudadas anteriormente, têm se mostrado extremamente diversas. Por exemplo, o Parque Estadual Intervales, na serra de Paranapiacaba, abriga pelo menos 84 espécies de mamíferos, 362 espécies de aves, 19 de serpentes, cinco de lagartos e 48 de anuros (Leonel, 1994; Aleixo & Galetti, 1997). Nas florestas de encosta do Núcleo Cubatão do Parque Estadual da Serra do Mar, bastante impactadas pelo histórico de construção de estradas e pela poluição gerada no pólo industrial situado em área próxima, foram registradas 168 espécies de aves, incluindo 19 consideradas ameaçadas no nível estadual ou federal (Agnello, 2007). O alto nível de endemismo animal destas florestas e a grande redução em extensão sofrida pela Mata Atlântica em geral tornam este bioma uma das grandes prioridades para a conservação (MMA, 2002).

Os ecossistemas naturais das áreas de baixada correspondem, principalmente, a grandes áreas de manguezais e remanescentes de florestas de planície litorânea ou matas de restinga.

As florestas de planície litorânea ou de restinga desenvolvem-se sobre cordões arenosos ou áreas levemente mais elevadas que os manguezais. A vegetação destas florestas apresenta nítida influência das florestas de encosta vizinhas, notadamente da vegetação dos topos de morro. No entanto, há vários elementos florísticos próprios e habitats particulares, como as florestas com solo sazonalmente recoberto por uma lâmina d'água, e dominadas por algumas poucas espécies arbóreas (caxetais e guanandizais).

Transgressões marinhas regulares têm afetado consideravelmente a extensão destes ambientes na Baixada Santista nos últimos milhares de anos, além de terem sido um importante fator inibindo a

evolução de espécies de vertebrados endêmicos destes habitats, notoriamente pobres em endemismos animais (Cerqueira, 2000).

Existem poucos estudos sobre a mastofauna das restingas, especialmente em São Paulo. Florestas baixo-montanas adjacentes e fisionomicamente às florestas de planície litorânea apresentam comparativamente poucas espécies de pequenos mamíferos (8 na Estação Ecológica Juréia-Itatins, Bergallo, 1994) e este parece ser o padrão para as planícies litorâneas (Cerqueira, 2000).

Cerqueira (2000) mostra que a fauna de mamíferos das restingas é caracteristicamente de Mata Atlântica, com exceção do roedor *Trinomys eliasi*, endêmico de restingas do norte do Rio de Janeiro. Da mesma forma, a avifauna das restingas é um subconjunto da avifauna da Mata Atlântica, havendo apenas uma espécie de ave endêmica das restingas litorâneas, o thamnophilídeo *Formicivora littoralis*, também do Rio de Janeiro (Reis & Gonzaga, 2000).

Da mesma forma que ocorre com os mamíferos, várias espécies de aves utilizam tanto as florestas de planície litorânea como as matas nos sopés das serras, não ocorrendo ou sendo muito mais raras nas florestas montanas mais acima. Em comparação ao Rio de Janeiro (p. ex. Alves *et al.*, 2004), há poucas informações detalhadas sobre a avifauna das restingas em São Paulo (mas veja Avanzo & Sanfilipo 2000, Lima no prelo).

Alguns gêneros de répteis apresentam relativa separação na ocorrência de pares de espécies taxonomicamente próximas entre aquelas ocorrentes nas planícies litorâneas e aquelas da floresta de encosta. Por exemplo, *Bothrops jararacussu* parece ser largamente restrita às baixadas litorâneas no sudeste do Brasil, enquanto *B. jararaca* ocorre nas encostas e áreas antropizadas. Nas áreas ao nível do mar onde ambas co-ocorrem, *B. jararaca* existe em baixas densidades.

Pelo menos 52 espécies de anfíbios ocorrem nas restingas entre a Bahia e Santa Catarina, mas o conhecimento sobre o grupo é ainda bastante imperfeito (Silva *et al.*, 2000). A anurofauna das restingas inclui espécies com grande valência ecológica e distribuição (*Leptodactylus ocellatus*, *Chaunus crucifer*, *Hypsiboas faber*, etc), espécies que também ocorrem nas florestas de encosta (*Thoropa miliaris*, *Physalaemus signifer*, *Eleutherodactylus binotatus*, *Hypsiboas albomarginatus*, etc) e um pequeno contingente de 5-6 espécies endêmicas (*Xenohyla truncata*, *Chaunus pygmaeus*, *Leptodactylus marambaiae*, *Scinax agilis* e *Scinax littoralis*).

A palavra "mangue" tem dois significados básicos. Este nome é utilizado para as espécies de árvores e arbustos que crescem em terrenos salinos periodicamente inundados pela maré, o que representa um conjunto de 12 famílias e mais de 50 espécies de plantas em todo o mundo. O mesmo termo é utilizado para designar o ambiente costeiro onde estas plantas ocorrem e o conjunto de seres vivos que nele vive (o ecossistema). Aqui preferimos chamar o ecossistema de "manguezal" e as árvores que dele fazem parte de "mangues".

Manguezais são definidos como ecossistemas de transição entre o meio marinho e o meio terrestre que se estabelecem em áreas sob ação das marés. Por serem dominados por espécies de plantas que atingem porte de arbustos ou árvores, os manguezais são por vezes chamados de florestas de beira-mar, enquanto que em algumas regiões do país são chamados de mangais. No litoral brasileiro encontramos os manguezais desde o Amapá até a região de Laguna, em Santa Catarina, coincidindo com a área do litoral menos influenciada pelas águas frias da Corrente das Malvinas, que correm no sentido sul-norte ao longo da costa da América do Sul. De maneira geral, todas as espécies de mangues apresentam adaptações para sobreviver em terrenos inundados e de solos lamacentos com pouco oxigênio. Todas também apresentam adaptações para sobreviver às águas salgadas.

Os mangues desenvolvem-se satisfatoriamente em áreas com temperaturas médias acima de 20°C, e sem ocorrência de geadas. Em algumas regiões mais frias, como no norte do Golfo do México e na Nova Zelândia, espécies de mangue que atingem porte de árvore em outras regiões crescem como arbustos devido às baixas temperaturas e à ocorrência de geadas. O mesmo ocorre com os manguezais do sul de Santa Catarina, os mais meridionais do Brasil. O Brasil é o país com a segunda maior extensão de manguezais no planeta (13.400 Km²), após a Indonésia (42.550 km²).

Os manguezais devem ser considerados como um mosaico de habitats que seguem um gradiente sucessional. A existência deste mosaico e do gradiente tem importantes consequências para a fauna local, de forma que algum detalhamento se faz necessário.

O primeiro passo para o estabelecimento de um manguezal é a deposição de sedimentos (de preferência finos, como o lodo) em uma área abrigada de correntes. Esses bancos de lodo geralmente se formam próximos aos pontos onde 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, que ficam expostas durante a maré baixa, como observado no Largo do Caneú, em Santos. Os bancos de lodo constituem o primeiro habitat na seqüência sucessional do manguezal.

Os bancos de lodo podem ser colonizados por macrófitas (como *Spartina alterniflora*) e propágulos de árvores de mangue, de forma que, eventualmente, uma floresta de mangues se estabelece. Além disso, os bancos geralmente 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.

Graças a seu caráter de área de transição, os manguezais constituem-se em ponto de encontro entre faunas distintas. Por outro lado, 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.

Nos manguezais ocorre grande diversidade de animais. Um levantamento da fauna dos manguezais do Brasil, realizado por Aveline em 1980, registrou a existência de 59 espécies de crustáceos (caranguejos, camarões, etc), 33 de moluscos (mariscos, caramujos, etc), 185 de peixes e 86 de aves. Olmos & Silva e Silva (2001, 2003) encontraram mais de 200 espécies de aves apenas na área centrada no Largo do Caneú, nos manguezais de Santos e Cubatão, total que hoje chega a 247 espécies.

Como mencionado, as aves constituem, de longe, o grupo mais bem estudado na região, com estudos iniciados no início do século XX e informações bastante recentes (Uchôa *et al.*, 1988; Fialho *et al.*, 1989; Olmos & Silva e Silva, 2001a; Olmos & Silva e Silva, 2003).

A riqueza de espécies de aves neste ambiente é bastante significativa, e os manguezais da Baixada Santista estão entre aqueles com maior número das espécies deste grupo já identificadas no Brasil (Olmos & Silva e Silva, 2003).

Por outro lado, as características estruturais e salinidade fazem com que os manguezais do sudeste brasileiro sejam um ambiente que pode ser utilizado por poucas espécies de mamíferos (em geral espécies aquáticas ou semi-aquáticas), anfíbios e répteis. Em geral trata-se das mesmas

formas encontradas em habitats adjacentes, como matas de baixada e brejos, que utilizam os manguezais de forma oportunista.

O único mamífero terrestre que utiliza os manguezais da Baixada Santista de forma habitual é o mão-pelada *Procyon cancrivorus*, notoriamente associado a áreas úmidas. Já o restante da mastofauna terrestre dessa região permanece pouco conhecida, embora estejam disponibilizados alguns inventários preliminares. Por exemplo, Uchôa *et al.* (1988) registram apenas seis espécies de mamíferos para uma área de brejos adjacentes ao manguezal do Rio Cubatão: o gambá *Didelphis aurita*, mão-pelada *Procyon cancrivorus*, preá *Cavia fulgida*, capivara *Hydrochoeris hydrochaeris*, rato-do-banhado *Myocastor coypus* e o rato d'água *Holochilus brasiliensis*.

Já 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 têm sido observados, como o cachorro-do-mato *Cerdocyon thous*, o furão *Galictis* sp. e o tatu-galinha *Dasyus novencinctus*. Enquanto que nos depósitos de lixo presentes na região ou mesmo nas proximidades de áreas urbanizadas, é freqüente o registro de pequenos roedores exóticos tais como a ratazana *Rattus* sp. e o camundongo *Mus musculus* (CPEA, 2004). A lontra *Lontra longicaudis* por sua vez, espécie considerada "Vulnerável" no Estado de São Paulo – (Decreto Estadual nº 42.838/98), teve sua ocorrência citada para as cercanias nos rios Quilombo, Cubatão, Jurubatuba, Diana e Morrão segundo Olmos & Silva e Silva (2006).

Nas áreas de Mata de Encosta na Serra do Mar foram identificadas pelo menos 17 espécies de mamíferos (CPEA, 2001). Mas a maioria destas espécies tem ampla distribuição e tolerância à alteração de habitat induzida pela ação humana. O preá *Cavia fulgida*, por exemplo, é uma espécie que ocorre pela faixa costeira entre a Bahia e Santa Catarina (Ximenez, 1980), sendo originalmente restrita à planície litorânea em São Paulo e que provavelmente tem se beneficiado do desmatamento e abertura de novas áreas para uso urbano e industrial, aumentando sua população no Estado, embora seja bastante perseguida como item alimentar por migrantes nordestinos e seus descendentes.

Vale lembrar ainda que muitas destas espécies estão associadas aos maciços florestados próximos à encosta da Serra do Mar e da planície litorânea ainda não ocupada, não adentrando os manguezais ou seus ecótonos.

B) CARACTERIZAÇÃO DA FAUNA NA AII

A Área de Influência Indireta (AII) do empreendimento abrange parte da planície litorânea da Baixada Santista, nominalmente as bacias de contribuição do Sistema Estuarino de Santos. Os cursos d'água contribuintes deste sistema se originam de nascentes na escarpa da Serra do Mar, cruzando áreas de floresta de encosta antes de atingirem a planície litorânea, onde atravessam áreas de floresta de planície litorânea ou restingas e, finalmente, manguezais. Desta forma, do ponto de vista faunístico, a AII abrange três grandes habitats: florestas de encosta, florestas e restingas da planície litorânea e os manguezais, com predominância dos últimos. Os manguezais, por constituírem o habitat dominante das áreas de influência direta (AID) e área diretamente afetada (ADA) - **Desenho 9.2 -1 – Áreas de Influência do Meio Biótico** -, serão discutidos com maior ênfase em cada uma destas.

Os mamíferos, aves e herpetofauna das florestas de encosta da Baixada Santista ainda são imperfeitamente conhecidos. As informações disponíveis são oriundas principalmente dos trabalhos feitos pelo Museu de Zoologia da Universidade de São Paulo na Estação Biológica de Boracéia e Varjão de Guaratuba, Alto da Serra (Paranapiacaba) e ao longo das linhas férreas que ligam o

Porto de Santos ao Planalto, além de pesquisas mais recentes (p. ex. Agnello 2007). Estas localidades podem ser consideradas representativas da fauna encontrada nas florestas de encosta adjacentes à AII.

Carvalho (1966) apresentou uma listagem dos mamíferos de Boracéia baseada principalmente em coletas feitas pelo Museu de Zoologia. Em trabalho mais recente, Fracasso & Santi (2000) encontraram 63 espécies de mamíferos na área, incluindo três espécies de primatas, sete de carnívoros, 21 de morcegos e 23 de roedores. Esta listagem não é considerada completa, devendo receber mais adendas. É bastante significativa a ocorrência, na região, de espécies como a suçuarana *Puma concolor*, miquiqui *Brachyteles arachnoides*, anta *Tapirus terrestris*, veado-bororó *Mazama bororo* e outras consideradas ameaçadas em nível local ou global.

Várias espécies de mamíferos utilizam tanto as florestas de planície litorânea (ou matas de restinga) mais altas como as florestas de encosta adjacentes e, em locais mais bem conservados como em Bertioga (especialmente na bacia do Rio Itapanhaú e áreas adjacentes entre a rodovia Mogi-Bertioga e o Varjão de Guaratuba), ao norte da AII, é possível observar macacos-prego *Cebus nigritus*, antas *Tapirus terrestris*, maracajás *Leopardus wiedii*, e queixadas *Pecari tajacu* nas matas de restinga em áreas bem conservadas, como as fazendas Acaraú e Família Pinto.

No entanto, há tendência que as florestas de planície litorânea e as matas de restinga apresentem menor riqueza de espécies de pequenos mamíferos (que constituem a maior parte da diversidade do grupo). Por exemplo, enquanto as matas de Boracéia, no alto da Serra, apresentam 23 espécies de roedores e seis de marsupiais, as florestas da Estação Ecológica Juréia-Itatins, praticamente no nível do mar, apresentam apenas três espécies de marsupiais e cinco de roedores (Bergallo, 1994).

O acervo do Museu de Zoologia da USP e as observações realizadas pelos autores do presente estudo durante outros trabalhos nos últimos anos na região, apontam para a existência de pelo menos 30 espécies de mamíferos não-voadores nas florestas de planície litorânea e manguezais da AII (**Anexo 23 - Tabelas 1**). Este número deve ser encarado como uma subestimativa, já que grupos importantes, como os roedores, ainda não foram exaustivamente estudados.

Willis & Oniki (1981) encontraram 132 espécies de aves na Estação Biológica de Boracéia em apenas oito dias de campo. Höfling & Lencioni (1992) encontraram 188 espécies nas florestas entre 1.200 e 500 m de altitude da região de Salesópolis, próximas a Boracéia. A listagem consolidada das aves de Boracéia, incluindo espécimes de museu, chega a 264 espécies (CEO, 2002). Agnello (2007) registrou 168 espécies de aves, incluindo 19 consideradas ameaçadas no nível estadual ou federal, nas florestas de encosta do Núcleo Cubatão do Parque Estadual da Serra do Mar.

Trabalhos feitos mais ao norte (Pico do Corcovado) e mais ao sul (Saibadela, Parque Estadual Intervales) encontraram 254 e 234 espécies de aves, respectivamente (Goerk, 1999; Aleixo & Galetti, 1997), de forma que é esperável que a riqueza de espécies de aves das florestas de encosta mais intactas da Baixada Santista (como as de Bertioga, região continental de Santos e São Vicente, Praia Grande e Mongaguá) esteja ao redor de 250 espécies.

Há poucos inventários disponíveis sobre a avifauna das florestas de planície litorânea da Baixada Santista. Buzzetti (1996) encontrou 226 espécies de aves no Loteamento Bopiranga, Itanhaém, entre 1987 e 1995. Estas incluem espécies ameaçadas (sensu Decreto Estadual nº 42.838/98) como jáó *Crypturellus noctivagus*, gavião-pombo *Leucopternis lacernulata*, papagaio-de-cara-roxa *Amazona brasiliensis*, sabiá-cica *Tricharia malachitacea* e sabiá-pimenta *Carpornis melanocephalus*,

além de outras pouco conhecidas no litoral paulista, como andorinhão *Panyptila cayennensis*, macuru *Bucco swainsoni*, vissia *Rhytipterna simplex* e bentivizinho *Pitangus lictor*. Esta mesma área, próxima ao Rio Preto, foi novamente inventariada por Lima (no prelo), que encontrou 194 espécies.

Silveira (2008a) fornece uma lista de 192 espécies registradas ao longo de vários anos na praia da Juréia, São Sebastião, que é representativa das florestas de baixada de Bertioga e região continental de Santos. É interessante notar a presença de espécies incomuns no litoral paulista, como o papagaio *Amazona amazonica*, que se reproduz ali.

Nas florestas de planície litorânea de Guaratuba, em Bertioga, Lima (no prelo), registrou 193 espécies de aves. No mesmo Município, nas florestas associadas ao Rio Jaguareava, Silveira (2008b) encontrou 142 espécies de aves. As listagens de ambos os trabalhos incluem várias espécies consideradas ameaçadas globalmente ou no Estado de São Paulo, como macuco *Tinamus solitarius*, jaó *Crypturellus noctivagus*, gavião-pombo *Leucopternis lacernulatus*, araponga *Procnias nudicollis* e pavão-do-mato *Pyroderus scutatus*. Considerando espécies encontradas pouco mais ao norte, em São Sebastião, e aquelas já identificadas na AID, o complemento de espécies de aves presentes nas florestas e restingas na planície litorânea e vales como o do Rio Quilombo, facilmente supera 250 espécies (**Anexo 23 - Tabelas 2 e 3**).

As restingas de Bertioga constituem um dos maiores remanescentes deste habitat no Estado de São Paulo. É interessante notar que a disjunção da planície associada ao sistema estuarino de Santos-São Vicente-Cubatão parece representar um limite biogeográfico para algumas espécies. Por exemplo, papagaio-moleiro *Amazona farinosa* e papa-moscas-estrela *Hemitriccus furcatus* têm seu limite sul de distribuição em Bertioga – sul de São Sebastião, enquanto que ao sul da baía de Santos surgem espécies como papagaio-de-cara-roxa *Amazona brasiliensis* e maria-da-restinga *Phylloscartes kronei*. O limite norte da distribuição da gralha-azul *Cyanocorax caeruleus* (Bertioga) também parece associado à disjunção de habitats que ocorre nesta região.

Apesar da carência de informações, traduzida pela ausência de inventários recentes publicados que sejam representativos da avifauna das restingas da Baixada Santista (**Anexo 23 - Tabela 2**), pelo menos 15 espécies de aves consideradas globalmente ameaçadas já foram registradas nas florestas de encosta e de planície litorânea da região onde a AII está inserida, o que torna as matas de encosta do Parque Estadual da Serra do Mar e as florestas de planície litorânea como globalmente importantes para a conservação da avifauna endêmica da Mata Atlântica (Bencke *et al*, 2006).

Especificamente na AII, Bencke *et al.* (2006) citam as seguintes espécies de aves de interesse para a conservação que ocorrem nas matas de planície litorânea de Santos e Bertioga: gavião-pombo *Leucopternis lacernulatus*, apuim-de-cara-amarela *Touit surdus*, sabiá-cica *Trichloria malachitacea*, choquinha *Myrmotherula minor*, choquinha-cinzenta *M. unicolor*, sabiá-pimenta *Carpornis melanocephalus*, papa-moscas-estrela *Hemitriccus furcatus*, colera-do-brejo *Sporophila frontalis* e saíra-sapucaia *Tangara peruviana*. Destas, *L. lacernulatus*, *S. frontalis* e *T. peruviana* foram registrados recentemente na AID (**Anexo 23 - Tabela 3**).

Pelo menos no Estado de São Paulo, algumas aves parecem ser restritas, ou pelo menos muito mais comuns, às florestas situadas a baixas altitudes (< 300 m) e florestas de planície litorânea, como jaó *Crypturellus noctivagus*, papagaio-de-cara-roxa *Amazona brasiliensis*, beija-flor-rajado *Ramphodon naevius*, vira-folha-de-peito-vermelho *Sclerurus mexicanus*, choquinha-cinzenta *Myrmotherula unicolor*, choquinha *M. minor*, pintadinho *Drymophila squamata*, sabiá-pimenta *Carpornis melanocephalus*, maria-da-restinga *Phylloscartes kronei*, saíra-sapucaia *Tangara*

peruviana, gralha-azul *Cyanocorax caeruleus*, etc. Não por acaso, boa parte destas encontra-se global ou localmente ameaçadas de extinção devido à destruição de seu habitat (Decreto Estadual nº 42.838/98).

É interessante notar que a muitas destas espécies passam a ocorrer em florestas montanas em setores mais setentrionais da Mata Atlântica, a gralha-azul *Cyanocorax caeruleus* por exemplo, uma espécie típica da planície litorânea em São Paulo (onde ocorre até Bertioga, com registros históricos em Santos), que ocorre frequentemente nas matas de araucária do sul do Brasil.

Na região de Cubatão a floresta de encosta sofreu sérias alterações devido à poluição produzida pelo pólo industrial situado na região. Olmos (1989) constatou que a avifauna encontra-se bastante depauperada nestes remanescentes, com dominância de espécies ruderais e oportunistas e praticamente nenhuma espécie estritamente florestal. A vegetação nestes trechos é formada por pteridófitas e arvoretas (especialmente *Tibouchina* spp.), pouco lembrando o habitat original ali encontrado. Os resultados de Agnello (2007) sugerem que houve alguma recuperação, embora sua amostragem tenha se concentrado em áreas menos impactadas pela poluição.

Em relação à anurofauna, ainda há necessidade de ser realizada uma revisão desse grupo das restingas paulistas em comparação com as encostas, especialmente na Baixada Santista, uma vez que não há trabalhos de síntese sobre o assunto. O mesmo vale para a fauna local de répteis. A área de florestas de planície melhor amostrada é a Estação Ecológica Juréia-Itatins (Pombal & Gordo 2004, Marques & Sazima 2004).

Apenas 18 espécies de lagartos foram registradas para as restingas brasileiras (Rocha & Sluys, 2007), e destas apenas cinco já foram observadas na Baixada Santista (**Anexo 23 - Tabela 4**). O camaleão *Enyalius iheringi* também pode ser encontrado nas matas de restinga mais bem estruturadas próximas às encostas e, tanto esta espécie, como a largatixa *Gymnodactylus darwini* ocorrem nos remanescentes de floresta dos morros de Santos e São Vicente (como a área da antiga captação de água de São Vicente).

A largatixa-doméstica *Hemidactylus mabouia*, espécie africana introduzida, ocorre amplamente em toda a região em associação a construções humanas. Uma espécie endêmica das restingas de São Paulo, o lagarto *Mabuya caissara*, é restrita ao litoral ao norte de Bertioga, sendo substituída ao sul pelo calango *M. macrorhyncha* (Rocha, 2000). Já o lagarto *Tropidurus torquatus* é um colonizador recente da região, onde foi observado no vale do Rio Quilombo e na área da Companhia Siderúrgica Paulista – Cosipa (Dique do Furadinho). Esta espécie, no litoral brasileiro, tinha seu limite sul no Rio de Janeiro, e é provável que sua ocorrência recente na Baixada Santista se deva à introdução de indivíduos transportados por via marítima ou ferroviária.

A diversidade de serpentes com ocorrência registrada em localidades representativas da AII é considerável (**Anexo 23 - Tabela 5**), mas deve-se levar em conta que nem todas as espécies listadas ocorrem com regularidade nas planícies litorâneas e algumas podem nem mais ocorrer na região, se é que não houve algum erro de registro (p. ex. a jibóia *Boa constrictor*). De qualquer forma, pelo menos 14 espécies de serpentes são esperadas na planície litorânea, este número podendo subir bastante conforme novos estudos sejam realizados.

Além de anfisbenas (duas espécies confirmadas para a AII), lagartos e serpentes, na AII ocorre ainda uma espécie de jacaré *Caiman latirostris*, com distribuição ampla nos manguezais com menor salinidade, brejos associados, e no curso inferior de rios como Quilombo, Cubatão e Itapanhaú (Olmos & Silva e Silva, 2003). Nos cursos d'água das baixadas também ocorre pelo

menos uma espécie de cágado (a *Hydromedusa tectifera*), com ampla distribuição na mata atlântica. Esta espécie é substituída por *H. maximiliani* nos riachos correntosos da encosta.

Nos manguezais de toda a AII é freqüente observar tartarugas-verdes *Chelonia mydas* alimentando-se em prados de algas que crescem sobre bancos de sedimentos. Áreas de alimentação deste tipo já foram identificadas no Largo de Santa Rita e Estuário de Santos, enquanto tartarugas são reportadas no curso médio dos rios Cubatão e Itapanhaú. É possível que busquem áreas de baixa salinidade para livrar-se de parasitas.

A fauna de anfíbios da floresta de encosta da Serra do Mar é extremamente diversificada, com 65 espécies de anuros registradas em Boracéia, incluindo 13 endêmicas da região (Heyer *et al.*, 1990). A anurofauna da Serra do Mar adjacente ao Complexo Estuarino de Santos (Cubatão, Caminho do Mar e Paranapiacaba) parece ser algo menos diversa, com 26 espécies características de florestas (contra 37 em Boracéia) e 16 espécies de áreas abertas (contra 23 em Boracéia; Heyer *et al.* 1990), embora isto possa ser um artefato do menor esforço de coleta realizado na região de Santos-Cubatão. De fato, não há trabalhos recentes sobre a anurofauna daquela área. Um ponto interessante é o fato da região do Caminho do Mar ser localidade-tipo de várias espécies, algumas das quais não têm sido encontradas recentemente, como o anfíbio endêmico *Hylodes mertensi* (Bokerman, 1956), talvez devido aos efeitos da poluição sofrida pela área.

Uma compilação dos espécimes em coleções científicas provenientes de áreas no entorno do complexo estuarino, e que podem ser consideradas representativas da AII, concorda com o resultado anterior, sugerindo que entre 25 e 30 espécies ocorrem ali. Algumas espécies registradas na área da Estação Ecológica Juréia-Itatins também podem ocorrer na parte sul da AII, chegando à região entre os Municípios de Praia Grande e Cubatão (**Anexo 23 - Tabela 6**). Como para as aves, há grande carência de estudos direcionados, e a informação existente não se encontra disponível.

C) CARACTERIZAÇÃO DA FAUNA NA ÁREA DE INFLUÊNCIA DIRETA (AID)

A AID abrange a bacia do Rio Saboó ou Lenheiros, inclusive sua foz, na região insular de Santos, e o complexo estuarino de Santos e sua baía.

A herpetofauna e a mastofauna dessa região permanecem pouco conhecidos, embora estejam disponibilizados alguns inventários preliminares (Luederwaldt, 1919; Uchôa *et al.*, 1988, Fialho *et al.*, 1989). No entanto, as próprias características dos habitats existentes implicam em limitações para a diversidade destes grupos, sendo esperada a ocorrência de um número limitado de espécies.

Por exemplo, Uchôa *et al.* (1988) registram apenas seis espécies de mamíferos para o Dique do Furadinho, uma área de brejos adjacentes ao manguezal do Rio Cubatão, são elas: o gambá *Didelphis aurita*, o mão-pelada *Procyon cancrivorus*, o preá *Cavia fulgida*, a capivara *Hydrochoeris hydrochaeris*, o rato-do-banhado *Myocastor coypus* e o rato-d'água *Holochilus brasiliensis*. 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 tem sido observados, como o cachorro-do-mato *Cerdocyon thous*, o furão *Galictis vittata* e o tatu-galinha *Dasypus novencinctus*. A ratazana-doméstica *Rattus norvegicus* é abundante nas áreas próximas a instalações humanas e lixões (Olmos & Silva e Silva 2003).

Todas estas espécies tem ampla distribuição e tolerância à alteração de habitat induzida pela ação humana. *Cavia fulgida* é uma espécie distribuída pela faixa costeira entre a Bahia e Santa Catarina (Ximenez, 1980), sendo restrita à planície litorânea em São Paulo. Provavelmente tem se beneficiado

do desmatamento e abertura de novas áreas, embora seja bastante perseguido como item alimentar por migrantes nordestinos e seus descendentes.

Procyon cancrivorus, considerado ameaçado de extinção em São Paulo, é relativamente comum nos manguezais da região, onde se alimenta de caranguejos, e matas adjacentes. Suas pegadas são facilmente encontradas nestes ambientes, incluindo também áreas próximas a atividades humanas, como na região insular de Santos (Rio Saboó), instalações industriais (Cosipa, Ultrafertil) e portuárias (Ilha Barnabé).

Cotias *Dayprocta leporina* e tatus *Dasybus novemcinctus* podem ocorrer em associação a ilhas de restinga em meio ao manguezal, estabelecendo territórios permanentes. Em locais onde a presença humana é controlada, como no Dique do Furadinho (área na Cosipa), também já foram registrados ratos-de-espinho *Proechimys iheringi*, veados *Mazama guazoupira*, jaguatiricas *Leopardus pardalis*, gatos-do-mato *Leopardus tigrinus* e indícios de possível ocorrência de suçuaranas *Puma concolor* em áreas de capoeiras e morros revestidos de Mata Atlântica adjacentes ao manguezal. No entanto, o mamífero nativo mais abundante nas capoeiras e matas associadas ao sistema estuarino é, de longe, o ubíquo gambá *Didelphis aurita*.

Mamíferos marinhos são muito mais regulares nas baías de Santos e São Vicente do que na região estuarina. Nas baías há registros regulares de botos *Sotalia guianensis* e toninhas *Pontoporia blainvillei*, inclusive se reproduzindo (Martuscelli *et al.* 1996), além de golfinhos *Tursiops truncatus* e *Stenella frontalis*, que preferem águas mais abertas. Lobos-marinhos errantes (principalmente *Arctocephalus tropicalis*, mas também *A. australis*) são registrados todos os anos na região, durante o inverno e início da primavera.

Apenas *Sotalia guianensis* adentra o estuário e os manguezais, no passado recente foram observados em pequenos grupos (3-4 indivíduos) no canal de Bertioga, Rio Diana e proximidades (Farias-Junior & Alonso, 2004). Porém, esta espécie não é avistada na área estuarina desde os primeiros meses de 2007 (Marques, R. M., comun. pess.). Segundo informações levantadas com pescadores e moradores da região, em janeiro de 2007 um indivíduo foi encontrado morto por tiros próximo à Base Aérea de Santos e anteriormente a esta data outro indivíduo foi encontrado com sinais de possível atropelamento por embarcação, tendo sido as autoridades informadas (Ibama) e os espécimens devidamente coletados por esta instituição. Também segundo estas informações existem relatos dos últimos avistamentos de indivíduo desta espécie em áreas do estuário, mas que diferem na data do registro, tendo alguns pescadores citado o último mês de ocorrência como sendo fevereiro e outros, como maio de 2007. Considerando que esta espécie é muito sociável é possível que o(s) indivíduo(s) restante(s) tenha(m) migrado da área em busca de novo grupo para se associar (CPEA, dados não publicados).

Olmos & Silva e Silva (2003) encontraram apenas três espécies de serpentes, as cobras d'água *Liophis miliaris* e *Helicops carinicaudus*, ambas aquáticas, e a jararaca *Bothrops jararacussu*, esta nas ilhas de restinga). Além de uma de lagarto, o teiú *Tupinambis merianae*, e um jacaré-de-papo-amarelo *Caiman latirostris* utilizando regularmente os manguezais de Santos-Cubatão, ilhas de restinga e brejos associados. Nos morros de Santos e São Vicente há registros recentes dos lagartos *Enyalius iheringii* e *Gymnodactylus darwini*, e da serpente coral-verdadeira *Micrurus corallinus*.

As populações de jacarés são significativas na área abrangida pelos rios Cubatão, Morrão, Quilombo e Pedreira, com registro de reprodução na bacia do Rio Morrão, onde já foram

observados seis exemplares simultaneamente (Olmos & Silva & Silva, 2003). A predominância de indivíduos jovens (CT < 1 m) deve-se provavelmente à pressão de caça.

Um cágado *Hydromedusa tectifera* também ocorreu acidentalmente nos manguezais, talvez trazido por enxurradas dos rios que deságuam no estuário, enquanto que tartarugas-verdes *Chelonia mydas* vindas da Baía de Santos e São Vicente adentram regularmente o estuário e os manguezais para pastar em prados de algas que crescem em alguns bancos de lodo e de mexilhões, como aqueles existentes na foz do Rio Diana.

O sistema das baías de Santos e São Vicente é uma conhecida área de alimentação para exemplares jovens desta espécie de tartaruga (D. Paludo – Centro Tamar, com. pess.), que pode ser facilmente observada em locais onde crescem prados de algas, como costões rochosos (ilhas Porchat, Urubuqueçaba, etc; F. Olmos, obs. pess.). Sua presença nos manguezais e região do estuário era conhecida através da captura eventual de alguns exemplares nas redes de espera dos pescadores locais (p. ex., no Rio Casqueiro), sendo que a cerca de um ano passaram a ser melhor acompanhadas por um programa ambiental de monitoramento em andamento na região de implantação do Terminal Embraport (CPEA, dados não publicados).

A partir de resultados obtidos pelo programa de monitoramento atualmente realizado pela Embraport, é possível afirmar que os prados de algas do Estuário de Santos constituem uma importante área de alimentação para tartarugas-verdes jovens, com dezenas de indivíduos podendo ser detectados na mesma área simultaneamente. Prados de algas utilizados regularmente por tartarugas marinhas situam-se no Largo de Santa Rita, junto à Ilha Barnabé e entre esta e o braço morto do Rio Sandi (Bruno Kamada com. pess.). O uso de áreas de manguezal e estuário por esta espécie, com tal frequência, ainda não havia sido reportada pela literatura.

Tartarugas-verdes isoladas ocorrem com regularidade junto ao banco de lodo existente entre a foz do Rio Saboó e o pátio da empresa Deicmar, nas proximidades da área do empreendimento (AID), onde existe um prado de algas (*Ulva* e *Enteromorpha*) associado a um banco de sedimentos. Ao que parece, este prado serve de local de alimentação para essas tartarugas que se são principalmente herbívoras. Áreas de alimentação similares existem na margem oposto do Estuário de Santos, no Largo de Santa Rita.

Já quanto aos anfíbios, surpreendentemente, não há estudos sobre as espécies presentes na região insular de Santos e São Vicente, e mesmo as coleções do Museu de Zoologia da USP e do departamento de Zoologia da Unesp-Rio Claro listam apenas *Dendropsophus minutus* como procedente de Santos, enquanto que em São Vicente incluem as seguintes espécies: *Bokermanohyla hylax*, *Dendropsophus berthalutzae*, *D. microps*, *Hypsiboas albomarginatus*, *H. faber* e *Leptodactylus marmoratus* (**Anexo 23 - Tabela 6**).

Observações feitas em remanescentes de áreas brejosas junto aos morros de Santos e São Vicente, bem como em áreas de restinga alterada no Saboó, mostram a presença adicional de *Chaunus ornatus*, *Leptodactylus* gr. *ocellatus*, *Hypsiboas albomarginatus* e *Dendropsophus* cf. *elegans*. Estas espécies são resilientes a alterações ambientais, um fator favorável para sua sobrevivência, sendo que a causa de seu declínio local tem sido a perda de habitats de reprodução (áreas de brejos de água doce).

Dendropsophus limai (Bokermann, 1962) é uma espécie semelhante a *D.* (antes *Hyla*) *minutus*, porém conhecida apenas sua série-tipo coletada em 1956 em São Vicente, aparentemente na

região insular do Município. Até o início da década de 1980 exemplares de uma pequena perereca uniformemente alaranjada que poderiam ser desta espécie ocorriam junto com outra espécie (*D. elegans*) em brejos dominados por lírios-do-brejo *Hedychium coronarium* na área do atual Catiapoã, em São Vicente, sendo que este local foi urbanizado e desde então não se teve mais registro das mesmas (F. Olmos obs. pess.). A espécie, se válida, pode estar extinta, mas ainda há a possibilidade de ocorrer em brejos na área dos morros de Santos e São Vicente e na faixa brejosa entre o Rio Saboó e o antigo lixão da Alemoa.

As aves constituem, de longe, o grupo mais bem estudado na região, com estudos iniciados no início do século XX (Luederwaldt, 1919) e informações bastante recentes (Uchôa *et al.*, 1988; Fialho *et al.*, 1989; Olmos & Silva e Silva, 2001a; Olmos & Silva e Silva, 2003; Silva e Silva & Olmos no prelo). Atualmente há registro de 247 espécies de aves nos manguezais de Santos-Cubatão, ilhas de restinga, brejos e áreas antrópicas associadas (**Anexo 23 - Tabela 3**), das quais cerca de 150 utilizam regularmente a área. Várias espécies de aves podem sobrevoar os manguezais vindos da Serra do Mar e morros florestados próximos (incluindo gaviões como *Spizaetus melanoleucus* – já observado sobrevoando o Saboó – e psitacídeos como *Pionus maximiliani* e *Touit surdus* – este registrado sobre o baixo Rio Quilombo), mas não podem ser consideradas como utilizando este habitat.

Como comparação, e evidenciando a importância desta região para a avifauna, apenas 34 espécies de aves foram registradas no manguezal da Ilha do Governador, Rio de Janeiro, incluindo 18 espécies de aves aquáticas (Alves *et al.*, 1997) e 67 na Baía de Guanabara (Araújo & Maciel, 1977). Já Cassler & Esté (1996) encontraram 72 espécies de aves (26 aquáticas ou dependentes de manguezais) em uma área da Venezuela, enquanto Haverschmidt (1965) listou 97 espécies de aves para os manguezais do Suriname e French (1966) 94 espécies para os de Trinidad.

Como é esperável, há uma dominância de aves aquáticas ou dependentes de habitats aquáticos na comunidade de aves da AID, com 100 espécies nesta categoria, das quais 60 podem ser consideradas regulares na área, 18 como visitantes vindos de outros habitats na Baixada Santista (como as praias e brejos de água doce mais bem conservados em Mongaguá e Bertioiga, por exemplo) e 23 como acidentais, representadas por menos de cinco registros de indivíduos (**Anexo 23 - Tabela 2**).

Apesar da grande riqueza de aves aquáticas, a comunidade é dominada por poucas espécies. Olmos & Silva e Silva (2001a), 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%). O estudo continuado da avifauna local mostra que este padrão tem se mantido, apesar de variações inter-anuais na abundância de espécies migratórias (especialmente *Phalacrocorax brasilianus* e *Rynchops niger*).

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 *Platalea 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, Biguá *Phalacrocorax brasilianus* correspondeu a 29% biomassa existente, seguido por Garça-azul *Egretta caerulea* (17,4%), Guará *Eudocimus ruber* (15%), Marreca-toicinho *Anas bahamensis* (7%), Talha-mar *Rynchops niger* (3,6%) e Colhereiro

Platalea 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.

As densidades lineares das populações de aves aquáticas dos manguezais da região são bastante altas, com até 96 indivíduos/km de transecto e até 2.745 indivíduos registrados em um censo de 19 km, e superiores às de outras áreas consideradas importantes para a conservação de aves aquáticas (Olmos & Silva e Silva, 2001a).

O manguezal é pontilhado por algumas ilhas de restinga 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 60 espécies de aves vindas das florestas que cercam o manguezal, como *Thryothorus longirostris*, *Manacus manacus*, *Thamnophilus caerulescens*, *Picumnus temmincki*, *Piculus flavigula* e *Veniliornis spilogaster*. É interessante notar que as ilhas de restinga e as áreas de contato entre o manguezal e a Mata Atlântica de encosta são utilizadas por espécies consideradas ameaçadas ou, pelo menos, regionalmente raras, como *Leptodon cayanensis*, *Leucopternis lacernulatus*, *Chondrohierax uncinatus*, *Tangara peruviana* e *Sporophila frontalis* (Silva e Silva & Olmos, no prelo).

A maioria das espécies não aquáticas que utiliza os manguezais 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 muitos generalistas capazes de utilizar uma ampla gama de habitats. Entre estas podem ser citadas *Tyrannus melancholicus*, *Pitangus sulphuratus*, *Turdus rufiventris*, etc (**Anexo 23 - Tabela 3**).

Censos de aves aquáticas conduzidos nos bancos de sedimentos do Largo do Caneú e Largo de Santa Rita (**Anexo 23 - Tabelas 7 e 8**) entre Agosto de 2007 e Março de 2008 mostram que ambas as áreas são utilizadas por centenas de exemplares de um mínimo de 20 espécies, sendo as mais numerosas a garça-azul *Egretta caerulea*, o biguá *Phalacrocorax brasilianus* e o guará *Eudocimus ruber*. Ambas as áreas podem ser consideradas importantes sítios de alimentação para as espécies de aves aquáticas do complexo estuarino de Santos-Cubatão (Olmos & Silva e Silva, 2001, 2003), considerado uma área prioritária para conservação da zona costeira brasileira (MMA, 2002).

Eudocimus ruber, considerada ameaçada de extinção em São Paulo, mostra grandes variações sazonais no número de indivíduos devido ao deslocamento da maior parte da população para a atual área de reprodução, localizada na Ilha Comprida, litoral sul de São Paulo, para onde se dirigem em setembro-outubro, retornando em fevereiro-março (Silva e Silva, 2007). Outras espécies também mostram grandes variações devido a deslocamentos sazonais. Por exemplo, *Phalacrocorax brasilianus* ocorre em maior número no inverno, enquanto *Platalea ajaja* o faz no verão (Olmos & Silva e Silva, 2001, 2003).

As populações de aves do complexo estuarino são consideradas regionalmente importantes não apenas devido à riqueza e tamanho populacional das espécies registradas, mas também devido à existência de populações reprodutivas ou visitantes de espécies ameaçadas, presença de colônias reprodutivas (ninhais) de Ciconiiformes, e concentrações de aves migratórias.

Os manguezais da AID tem grande importância por serem área de descanso e alimentação de pelo menos 17 espécies de batuínas e maçaricos migratórios, a maioria proveniente do hemisfério norte, constituindo uma das maiores concentrações destas aves no litoral paulista. Algumas espécies ocasionalmente registradas nos manguezais de Santos-Cubatão, como *Limosa haemastica*, *Charadrius modestus*, *Phalaropus tricolor* e *Catoptrophorus semipalmatus* são raras no Estado de São Paulo, com poucos registros recentes.

Dentre estas espécies migratórias, as mais comuns são *Tringa flavipes*, *T. melanoleuca*, *Actitis macularia* e *Charadrius semipalmatus*, com concentrações significativas de centenas de indivíduos presentes sazonalmente em áreas de sedimentos expostos, como na área do Rio Piaçaguera e o Largo de Santa Rita. Em geral estas concentrações são mais evidentes em agosto-outubro, coincidindo com a chegada de aves em migração pós-reprodutiva. Indivíduos de alguns migrantes (*T. flavipes*, *C. semipalmatus*) podem ser observados na área durante todo o ano, representando aves que não migraram por não serem maduras sexualmente ou não terem acumulado reservas de gordura adequadas (Olmos & Silva e Silva, 2001a, 2003).

Para os manguezais dos Municípios de Santos, São Vicente, Guarujá e Cubatão já foram identificados 11 ninhais de aves aquáticas, sendo o maior deles aquele localizado no Rio Saboó (Olmos & Silva e Silva, 2001a; Olmos & Silva e Silva, 2003).

O ninhal do Rio Saboó foi descoberto em 1995, durante observações sobre a avifauna desta região, e estudos sobre a biologia do Gavião-asa-de-telha *Parabuteo unicinctus* (Silva e Silva & Olmos, 1997). Não é possível precisar desde quando este ninhal estaria se formando no local, mas devido ao seu grande tamanho e número de aves é provável que o mesmo estaria em atividade durante diversos anos consecutivos.

O ninhal situava-se nas áreas de mangue mais próximas à Avenida Engenheiro Augusto Barata, ocupando ambas as margens do Rio Saboó, e convivía com o intenso tráfego de veículos. As espécies de aves que já foram registradas reproduzindo neste ninhal são: Garça-azul *Egretta caerulea*, Garça-branca-pequena *Egretta thula*, Garça-branca-grande *Ardea alba*, Socó-caranguejeiro *Nyctanassa violacea* e Socó-dorminhoco *Nycticorax nycticorax*.

Na temporada reprodutiva de 1998-1999 o número total de ninhos no ninhal do Rio Saboó foi 615, sendo 470 de *Egretta caerulea*, 80 de *Nyctanassa violacea*, 35 de *Ardea alba*, 22 de *Egretta thula* e 8 de *Nycticorax nycticorax*. Estes números são inferiores aos encontrados na temporada anterior (1997-1998), pois nesta temporada ocorreu uma grande ventania na região no mês de outubro, causando a destruição da maioria dos ninhos de *Egretta caerulea* na margem direita do Rio Saboó (Olmos & Silva e Silva, 2002).

A partir de 2000 e 2001 foi verificado que a maioria das aves abandonou este ninhal, em especial a Garça-azul, que estabeleceu nova colônia reprodutiva na lagoa do Saboó, em frente ao local do empreendimento, às margens da Avenida Engenheiro Augusto Barata, entre as empresas Hipercom e Ultragáz (Olmos & Silva e Silva, 2002).

De fato, a instalação deste estacionamento de caminhões pela Codesp, bem ao lado dos ninhos, coincidiu com o abandono do ninhal por aquela espécie. A partir daí, este passou a ser composto por apenas duas espécies: Garça-branca-grande *Ardea alba* e Socó-caranguejeiro *Nyctanassa violacea*.

O período de atividades deste ninhal era iniciado no final de agosto ou início de setembro, e prolongava-se até o final de março. Portanto, a grande maioria das aves que se reproduziam neste local somente é observada durante estes sete meses; após este período as mesmas utilizam outras áreas dos manguezais da Baixada Santista e regiões adjacentes.

Na temporada 2004-2005 foram registrados apenas 73 ninhos, sendo 32 de garça-branca-grande *Ardea alba* e 41 de socó-caranguejeiro *Nyctanassa violacea*, sendo que nas duas temporadas seguintes, 2005-2006 e 2006-2007, ainda foram registradas a reprodução destas duas espécies no ninhal, ocupando as mesmas áreas (CPEA, 2008).

Já na última temporada reprodutiva (2007-2008) não houve sucesso reprodutivo na área do ninhal do Rio Saboó. Mesmo com a presença de vários exemplares adultos de Garça-branca-grande e do Socó-caranguejeiro no início do período reprodutivo não houve a produção de filhotes sendo que esta última espécie chegou a construir cerca de 8 ninhos no local tradicional do ninhal nos manguezais do Rio Saboó, mas todos foram abandonados (CPEA, 2008).

Foi observado ainda que as Garças-brancas-grandes que utilizavam-se desta área mudaram-se para o ninhal que fica na lagoa do Saboó, nas proximidades da Hipercom e Ultragáz, assim como aconteceu com outras espécies a partir de 2000 e 2001 (CPEA, 2008).

A lagoa do Saboó, localizada nas proximidades imediatas da área do empreendimento, é extremamente interessante não apenas por abrigar hoje um dos maiores ninhais de aves aquáticas da região, além de populações reprodutivas de diversas aves aquáticas (**Anexo 23 - Tabela 9**).

Na região, um dos habitats que tem sofrido maior redução devido à expansão urbana é constituído por lagoas e brejos de água doce nas proximidades dos manguezais. Frequentemente formados por atividades humanas, como a retirada de areia ou aterros de estradas e avenidas, estas lagoas e brejos constituem um habitat bastante particular para a fauna, abrigando tanto espécies próprias como algumas oriundas dos manguezais próximos.

Com a destruição das restingas inundáveis e pântanos marginais dos rios que desaguam no complexo estuarino das baías de Santos e São Vicente, as lagoas e brejos remanescentes constituem as únicas opções para as espécies que dependem de ambientes paludosos de baixa salinidade. No entanto, estas áreas estão sob constante pressão humana, uma vez que ocupam áreas valorizadas para a expansão industrial e urbana.

Um dos complexos lagoa-brejos que resta é a chamada lagoa do Saboó (também conhecida como lagoa da Hipercon), localizada na região insular de Santos (c. 23°55'S, 46°20'W). De fato, a lagoa do Saboó é o último remanescente destes habitats na Ilha de São Vicente. Esta lagoa é artificial, tendo sido formada pelo isolamento de uma área de manguezal pelo aterro da Avenida Engenheiro Augusto Barata. Este aterro represou águas pluviais e de escoamento sub-superficial, formando um pântano de água doce em antiga área de manguezal, como atestam algumas árvores de mangue-vermelho *Rhizophora mangle* remanescentes.

Um ponto interessante é a proximidade desta lagoa em relação ao Rio Saboó, que ao longo de seu baixo curso (entre o leito da ferrovia servindo o Porto de Santos e a Avenida Engenheiro Augusto Barata) alimenta um manguezal dominado por árvores de mangue-preto *Avicennia schaueriana* de grande porte, talvez as maiores da região.

Um total de 64 espécies de aves foi registrado na lagoa do Saboó e entorno imediato. Espécies adicionais ocorrem nos manguezais do Rio Saboó, nas proximidades, e poderão vir a ser registradas na lagoa. Uma boa parte das aves que ocorrem nos manguezais é migratória ou nômade, utilizando a área como local de alimentação e descanso. Várias espécies das áreas abertas, matas e restingas próximas também utilizam os manguezais, inclusive para a reprodução.

O grupo de aves mais conspícuo na área é composto pelas espécies aquáticas e palustres que ocupam a lagoas e os brejos com vegetação densa anexos. Estas incluem 22 espécies tipicamente associadas a esses habitats, como várias garças, socós, saracuras e alguns passeriformes (**Anexo 23 - Tabela 9**).

As espécies mais comuns na lagoa são o frango-d'água *Gallinula chloropus*, frequentemente com 80-100 indivíduos presentes no espelho d'água, e a garça-vaqueira *Bubulcus ibis* com várias

dezenas. Enquanto os frangos-d'água permanecem na lagoa durante todo o dia, alimentando-se de macrófitas aquáticas, as garças-vaqueiras a utilizam como local de descanso durante parte do dia, formando grupos multi-específicos com as outras espécies de garças presentes. Estas garças (*Ardea alba* e *Egretta thula*) alimentam-se dos pequenos peixes presentes na lagoa, que constitui área de alimentação para as aves que nidificam ali e no Rio Saboó.

Além dessas espécies, consideradas abundantes, outras tem populações algo menores, mas são igualmente conspicuas, como a marreca-ananai *Amazonetta brasiliensis*, o socózinho *Butorides striatus*, a jaçanã *Jacana jacana* e os mergulhões *Tachybaptus dominicus*. Os últimos já foram observados nidificando na lagoa, onde constroem ninhos flutuantes.

Muitas aves aquáticas são migratórias, ocorrendo sazonalmente na lagoa. Por exemplo, bandos com dezenas de marrecas-irerê *Dendrocygna viduata* são registradas regularmente nos meses de inverno, quando as garças-vaqueiras também são muito mais comuns. Por outro lado, frangos d'água são comuns durante todo o ano.

Os bancos de sedimentos localizados na AID associados à franja de manguezais da foz do Rio Saboó, assim como os demais do Estuário de Santos, são áreas de alimentação das aves aquáticas presentes na região, com números bastante variáveis ao longo do ciclo sazonal e também com as condições de maré. É interessante notar que estes habitats são utilizados pelas aves juvenis (especialmente *Egretta caerulea*) que deixam o ninhal da lagoa do Saboó, antes de dispersarem.

D) FAUNA DA ÁREA DIRETAMENTE AFETADA (ADA)

A ADA abrange a área do empreendimento propriamente dito, delimitada grosso modo pelos limites da implantação da obra próximo à foz do Rio Saboó, pela Avenida Eng. Augusto Barata e pelo canal de Piaçaguera.

Poucos mamíferos nativos ocorrem na área, embora ratazanas *Rattus norvegicus* e *Rattus rattus* sejam comuns devido ao lançamento de lixo e restos de refeições pelos caminhoneiros que estacionam seus veículos nas proximidades. No entanto, o mamífero mais comum na área parece ser o gambá *Didelphis aurita*. Um ensaio para testar a efetividade de armadilhas tipo gaiola, com um esforço de captura de apenas 51 armadilhas-noite resultou em 17 capturas de *D. aurita*, 1 de *Rattus rattus* (espécie sinântropa introduzida) e 10 de teiús *Tupinambis merianae* jovens.

Didelphis aurita é bastante comum em toda sua área de ocorrência. Distribui-se na faixa leste do Brasil entre Alagoas e Santa Catarina, ocorrendo a oeste até Mato Grosso do Sul. É um onívoro extremamente generalista, consumindo frutos, sementes invertebrados (incluindo caranguejos) e pequenos vertebrados. Em geral é noturno e solitário. Em áreas fragmentadas ou degradadas onde seus predadores não mais ocorrem, *D. aurita* tende a se tornar o mamífero de pequeno-médio porte dominante e a afetar as populações de espécies menores, reduzindo a diversidade local (Reis *et al.*, 2006).

Os capinzais vizinhos e as bordas das capoeiras, incluindo as áreas regularmente roçadas, são habitat da preá *Cavia fulgida*, espécie que tem sua distribuição no litoral leste do Brasil entre Minas Gerais e Santa Catarina, chegando a oeste até Mato Grosso do Sul (Reis *et al.*, 2006). Sendo assim, apesar de não ter sido registrada durante os trabalhos de campo, é possível que esta espécie também ocorra na área. Relativamente comum apesar de ser alvo de crianças e cães que as caçam, constitui uma das presas preferenciais do ameaçado Gavião-asa-de-telha *Parabuteo unicinctus* (veja adiante). É possível ainda que outros roedores adaptados aos ambientes que

existem na área, como o rato-d'água *Holochilus brasiliensis* também venham a ocorrer, mesmo que de maneira eventual.

O ratão do banhado *Myocastor coypus* ocorria originalmente, no Brasil, apenas no Rio Grande do Sul, mas foi introduzido em outras partes do país, incluindo o Estado de São Paulo. Ratoões ocorrem na lagoa do Saboó e brejos associados. Esta espécie também pode ser observada na periferia dos manguezais do sistema estuarino, especialmente onde há capinzais associados a água doce. Pegadas desta espécie foram encontradas nos manguezais na ADA e AID.

Capivaras *Hydrochaerus hydrochaeris* ocorrem na lagoa do Saboó, e pegadas de exemplares adultos e de filhotes foram encontradas na ADA. Os vigilantes da propriedade informam que pelo menos um grupo familiar de capivaras é observado regularmente pastando à noite nas proximidades das guaritas. Embora freqüente em toda a Baixada Santista, incluindo as ilhas de restinga em meio aos manguezais, é algo surpreendente encontrá-las na região insular de Santos, já que é uma espécie geralmente vítima da pressão de caça, embora possa se tornar comum onde há proteção efetiva (p. ex. área da refinaria Presidente Bernardes, em Cubatão).

Nos manguezais do sistema do Rio Saboó ainda ocorre o mão-pelada *Procyon cancrivorus*, como comprovado pelas pegadas frequentemente encontradas no manguezal do Rio Saboó e eventualmente nas trilhas que cruzam a ADA. É uma espécie com ampla distribuição, ocorrendo em todos os biomas brasileiros, mas permanece como um dos carnívoros neotropicais menos estudados (Reis *et al.*, 2006). Considerada como ameaçada no Estado de São Paulo, é relativamente comum no sistema estuarino de Santos-Cubatão. É provável que alguns indivíduos ocasionalmente utilizem os brejos adjacentes à lagoa o Saboó, atravessando a avenida.

Um total de 63 espécies de aves foi observado durante as excursões feitas em janeiro e março, as quais se concentraram nas áreas de capoeira da ADA. Destas, cinco são aves aquáticas (biguás e garças) observadas sobrevoando a área, mas todas utilizam a franja de manguezais do Rio Saboó e do Estuário de Santos dentro da ADA. Outras espécies de aves foram observadas durante censos feitos a partir de embarcações ao longo da orla da ADA (**Anexo 23 - Tabela 10**), somando um total de pelo menos 71 espécies. As espécies mais comuns, suas abundâncias relativas estão listadas na **Figura 1**.

Os inventários não incluíram amostragens representativas do inverno, quando a população de espécies de interesse para conservação, como *Sterna hirundinacea*, *Thalasseus maximus* e *Anas bahamensis*, atingem seu pico na região. Comentários sobre as mesmas (veja Espécies Raras e Ameaçadas) se referem a observações feitas em anos anteriores.

Na área de vegetação secundária, que domina a ADA, ocorrem espécies que colonizam facilmente ambientes alterados, como o anu-preto *Crotophaga ani*, bico-de-lacre *Estrilda astrild*, coleiro *Sporophila caerulea*, chopim *Molothrus bonariensis*, pia-cobra *Geothlypis aequinoctialis* e pardais *Passer domesticus*. Algumas, como os chopins, pardais, rolas *Columbina talpacoti* e pombas *Patagioenas picazuro* são atraídas pelos grãos derramados pelos caminhões que se dirigem ao Porto de Santos, o que permite que se tornem muito comuns (**Figura 1** do **Anexo 23 – Tabela 10**). O grande número de chopins presentes na área é provavelmente resultado da disponibilidade deste alimento, com consequências negativas para outras espécies de aves que são parasitadas por aquela.

Algumas espécies originalmente ocorriam nas restingas mais abertas e bordas de mata, adaptando-se ao novo ambiente criado pelo homem. Exemplos destas são o pica-pau *Celeus flavescens*, o tié-sangue *Ramphocelus bresilius*, os beija-flores *Amazilia fimbriata* e *Eupetomena macroura*, e o canário-sapê *Tlypopsis sordida*.

As áreas de capoeira e abertas junto a faixa de servidão da Codesp, às margens da Avenida Eng. Augusto Barata e caminhos internos são utilizados pela única espécie de ave ameaçada de extinção que se utiliza da ADA, o gavião-asa-de-telha *Parabuteo unicinctus*. Esta ave foi considerada extinta no Estado de São Paulo até sua redescoberta na área de Santos-Cubatão, onde está a única população reprodutiva identificada no Estado. A pelo menos 10 anos a área pertencente à Codesp fronteira à lagoa do Saboó é um dos pontos de ocorrência regular da espécie (Silva e Silva & Olmos, 1997).

Além de preás e outros roedores encontrados nas áreas abertas próximas, este gavião preda frangos d'água e filhotes de socós (Silva e Silva & Olmos, 1997), de forma que a lagoa do Saboó oferece uma diversidade de recursos exploráveis por esta rara ave de rapina.

As serpentes aquáticas *Liophis miliaris* e *Helicops carinicaudus* ocorrem em brejos e canais em toda a Ilha de São Vicente, mas sua área de ocupação tem decrescido drasticamente com a urbanização e o revestimento dos canais e consequente eliminação de áreas brejosas. Além disso, sofrem com a perseguição humana, já que são mortas assim que avistadas, apesar de inofensivas. Atualmente ambas são muito mais raras do que 20 anos atrás e na região insular de Santos são encontradas somente em bolsões isolados, associados a canais de drenagem e terrenos baldios.

Ambas as espécies alimentam-se de peixes, *L. miliaris* também predando anfíbios, e já foram detectadas nos brejos da Alemoa e Saboó. Durante os inventários na ADA, dois exemplares de *Liophis miliaris* foram observados, ambos fêmeas adultas com mais de 1 m.

O lagarto teiú *Tupinambis merianae* também teve sua área de ocupação bastante diminuída na Ilha de São Vicente, sendo hoje encontrado apenas em parte dos morros e nas áreas de capoeira da Alemoa. Intensamente caçada por pessoas que apreciam sua carne, esta espécie é bastante comum na AID, onde exemplares jovens eram facilmente observados, evidenciando a reprodução na área tendo sido registrados na ADA tanto por observação direta como, já citado anteriormente, por captura com uso de armadilhas tipo gaiola.

Os únicos anfíbios identificados na ADA foram o sapo *Chaunus ornatus*, do qual foram observados girinos em uma das áreas brejosas associadas às linhas de drenagem, e a rã *Leptodactylus* gr. *ocellatus*, espécie com distribuição ampla e elevada capacidade de adaptação aos mais diferentes ambientes, chegando a adentrar as bordas dos manguezais para capturar pequenos caranguejos. Além de girinos terem sido observados nos brejos e valetas presentes na ADA, um exemplar adulto foi encontrado pelos funcionários no momento em que uma *Liophis miliaris* tentava subjuga-lo. Girinos de grande porte de uma espécie adicional de anuro foram observados, mas não foi possível sua identificação.

Brejos próximos podem abrigar ainda outras espécies de pererecas já observadas em outras partes da Ilha de São Vicente, como *Dendropsophus minutus* e, eventualmente até mesmo a misteriosa *D. limai*, conhecida apenas da série tipo, coletada em São Vicente em 1956, e nunca mais localizada.

ESPÉCIES RARAS E AMEAÇADAS

Neste item serão discutidas as espécies listadas no Decreto Estadual nº 42.839 de fevereiro de 1998, que determina a lista da fauna ameaçada de extinção no Estado de São Paulo, registradas ou com possível ocorrência nas áreas de influência do empreendimento. Esta lista inclui também as espécies listadas na Instrução Normativa MMA nº 03/2003, mas vale lembrar que devido às

especificidades regionais, a lista estadual constitui um parâmetro mais adequado para a identificação das espécies de interesse para conservação existentes na AID e ADA.

Tartaruga-verde *Chelonia mydas* – (AID): O sistema das baías de Santos e São Vicente é uma conhecida área de alimentação para exemplares jovens desta espécie (D. Paludo – Centro Tamar, com. pess.), que pode ser observada em locais onde crescem prados de algas, como costões rochosos (ilhas Porchat, Urubuqueçaba, etc; F. Olmos, obs. pess.).

A partir de resultados obtidos pelo programa de monitoramento realizado pela Embraport (CPEA, dados não publicados), é possível afirmar que os prados de algas do Estuário de Santos constituem uma importante área de alimentação para tartarugas-verdes jovens, com dezenas de indivíduos podendo ser detectados numa mesma área simultaneamente (Bruno Kamada com. pess.). O uso de áreas de manguezal e estuário por esta espécie, com tal intensidade, ainda não havia sido reportada pela literatura sendo que sua presença nos manguezais e região do estuário era conhecida por meio da captura eventual de alguns exemplares por pescadores locais (p. ex., no Rio Casqueiro).

Tartarugas-verdes isoladas ocorrem com regularidade junto ao banco de lodo existente entre a foz do Rio Saboó e a Deicmar localizado na AID, onde existe um prado de algas (*Ulva* e *Enteromorpha*) associado a um banco de mexilhões. Este prado serve de local de alimentação para essas tartarugas. Áreas de alimentação similares existem na margem oposta do Estuário de Santos, no Largo de Santa Rita.

Mão-pelada *Procyon cancrivorus* – (ADA e AID): É encontrado na Argentina, Bolívia, Brasil, Colômbia, Costa Rica, Guiana, Panamá, Peru, Suriname, Trinidad e Tobago e Venezuela. No Brasil ocorre em todos os biomas: Floresta Amazônica, Caatinga, Cerrado, Pantanal, Floresta Atlântica e Campos Sulinos (Fonseca *et al.*, 1996; Emmons & Feer, 1999; Câmara & Murta, 2003). No Brasil há registros em praticamente todos os Estados. Considerado muito adaptável, é capaz de subsistir em áreas muito alteradas (p.e., semi-árido nordestino), sendo o seu principal requisito ecológico a disponibilidade de água, local de obtenção de seu alimento (Emmons & Feer, 1999; Eisenberg & Redford, 1999). No sudeste brasileiro ocorrem de forma ampla na zona costeira, sendo comumente encontrados em áreas de manguezal, nos remanescentes de Mata Atlântica e nos mosaicos de plantações, pastagens, fragmentos florestais e áreas úmidas do interior, sempre próximo à água.

Bisbal (1986) verificou os itens alimentares contidos em sua dieta (que incluiu mamíferos, aves, anfíbios, répteis, peixes, artrópodes, moluscos, frutos e folhas). Dois estudos realizados no litoral paulista foram os de Novaes (2002), que verificou a dieta e o uso do hábitat nos manguezais da Baixada Santista (SP), e Rodrigues (2005), que avaliou a distribuição e uso do hábitat na região de Cananéia (SP). Estudos recentes, como De Fátima *et. al.* (1999), Birgit & Meyer (1999) e Gatti *et al.* (2006), abordaram os hábitos alimentares da espécie no sul do Brasil, a marcação de cheiro e uma comparação entre as dietas de *P.cancrivorus* e *Cerdocyon thous* no Espírito Santo, respectivamente.

Esta espécie é um dos maiores mamíferos que podem ser encontrados com regularidade nos manguezais da região, onde não é incomum e pode ser visualizado sem grandes dificuldades em censos noturnos. Pegadas desta espécie foram observadas com frequência ao longo dos manguezais da foz do Rio Saboó e na franja de manguezal que se estende dali até o antigo lixão da Alemoa. Durante os inventários na ADA, pegadas também foram observadas na via ligando o antigo lixão da Codesp com o cais da propriedade.

Marreca-toicinho *Anas bahamensis* – (AID): Uma das espécies de aves aquáticas mais numerosas no complexo de manguezais de Santos-Cubatão apresenta picos populacionais no inverno, diminuindo bastante seu efetivo depois desta época. Ocorre com regularidade nos bancos de sedimento próximos da franja de manguezais e da foz do Rio Saboó. Também observada na lagoa do Saboó, do outro lado da Avenida Engenheiro Augusto Barata (**Anexo 23 – Tabela 11**).

A marreca-toicinho nidifica raramente na região (um único registro em novembro de 1996) e a maior parte das aves observada na região parecem ser migrantes meridionais que invernam principalmente nos manguezais. Pelo menos parte destas aves faz a muda (desasagem) ali em abril e julho (Olmos & Silva e Silva, 2001a). A notável discrepância de tamanho entre as aves observadas, superior ao conhecido dimorfismo sexual, também apóia a idéia de que aves da população meridional de maior porte (*Anas bahamensis rubrirostris*) se encontram com indivíduos da população setentrional menor (*Anas bahamensis bahamensis*) na região.

Alimentam-se diretamente nos bancos de lama durante a maré baixa, sendo assim dependentes diretos deste habitat. Na região do Largo do Caneú, juntamente com o canal de Piaçagüera, encontramos a segunda maior área de alimentação e concentração da espécie em toda a área de manguezais de Santos e Cubatão, sendo a principal área de alimentação presente na região dos rios Cascalho e Cubatão.

Alguns exemplares visitam a área do Rio Saboó, principalmente nos meses de inverno, nos horários de maré baixa, quando se alimentam nos bancos de lama. A espécie é considerada Vulnerável no Estado de São Paulo.

Trinta-réis real *Thalasseus maximus* – (AID): No Brasil seus sítios de reprodução ocorrem em apenas algumas ilhas e ilhotas no litoral do Estado de São Paulo, como as Lages de Santos e da Conceição.

Ocorre nos manguezais de Santos e Cubatão em números significativos, principalmente na área do Largo do Caneú, onde encontram locais de descanso nos extensos bancos de lama e também alimento, basicamente peixes, nos canais e rios da região. Normalmente são observados em grupos, associados à outras espécies de trinta-réis, como *Thalasseus sandvicensis eurygnathus* e outros.

Obtém seu alimento mergulhando nas águas rasas ao longo dos bancos de lama e capturando peixes. Utilizam a área no período pré e pós-reprodutivo, possibilitando assim a observação de seus rituais de acasalamento, no início do período de reprodução, e o cuidado com seus filhotes, ao final do ciclo reprodutivo.

O Estuário de Santos é de fundamental importância para a espécie, pois possui características próprias que atraem números significativos da espécie, principalmente no período de reprodução.

Podem ser vistos alimentando-se nas proximidades da foz do Rio Saboó e no Largo de Santa Rita. É considerada ameaçada de extinção no Brasil, e no Estado de São Paulo.

Guará-vermelho *Eudocimus ruber* – (AID): Nos manguezais de Santos e Cubatão encontra-se a única população conhecida para as regiões sul e sudeste do Brasil, que antes se distribuía do sul do Espírito Santo a Santa Catarina.

Alimenta-se de pequenos crustáceos que habitam os bancos de lodo (Olmos & Silva e Silva, 2001b). A população encontra-se em crescimento e atualmente cerca de 1000 guarás vivem na região.

Nos últimos quatro anos as aves têm realizado movimentos regulares da Baixada Santista para os manguezais de Ilha Comprida, no litoral sul de São Paulo. As aves migram para aquela região somente

no período de reprodução, entre outubro e fevereiro, retornando aos manguezais de Santos e Cubatão em seguida (Silva e Silva, 2007).

O reaparecimento desta população na Baixada Santista foi notado somente a partir de 1984, e o fato parece estar diretamente relacionado ao aumento significativo das extensões dos bancos de lodo, provocados pelo processo de dragagem do canal de Piaçagüera, para o acesso dos navios aos terminais portuários da Cosipa e Fosfertil.

Observamos constantemente pequenos grupos compostos entre 3 e 22 indivíduos no Rio Saboó, que utilizam a área como ponto de alimentação na maré baixa, mas que também são vistos descansando sobre a vegetação do manguezal durante a maré alta. Esta espécie ainda não foi registrada reproduzindo-se no ninhal do Rio Saboó, mas pode vir a se estabelecer neste local, que possui condições ideais para tal. Devido à vulnerabilidade de suas colônias de reprodução e ao baixo efetivo populacional é considerada Criticamente em Perigo (CP) no Estado de São Paulo (**Anexo 23 - Tabela 12**).

Gavião-asa-de-telha *Parabuteo unicinctus* – (AID e ADA): A região sob influência do empreendimento é notável por abrigar a única população reprodutiva do gavião-asa-de-telha *Parabuteo unicinctus* conhecida no Estado de São Paulo. Considerada localmente extinta, esta espécie criticamente ameaçada a nível estadual foi redescoberta em Santos-Cubatão em 1989 (Develey & Argel de Oliveira, 1996). Estas aves nidificam tanto no manguezal como em áreas de transição com a floresta litorânea, caçando aves aquáticas (inclusive filhotes de socós e guarás nos ninhais) e roedores em áreas abertas como terrenos vagos, margens de ferrovias, etc.

Territórios utilizados por grupos familiares dessa espécie foram identificados na região insular de Santos (lixão da Alemoa, Rio Saboó), Cubatão (área da Cosipa, Rio Cubatão, Ilha Caraguatá) e região continental de Santos (Rio Morrão) (Silva e Silva & Olmos, 1997), incluindo a área da Ilha Barnabé e rios Sandi e Diana. A população total é considerada bastante reduzida, com não mais de três grupos familiares identificados.

Um grupo familiar utiliza a área do empreendimento com regularidade para caçar roedores, principalmente nas áreas abertas associadas à faixa de servidão da Codesp. Durante os inventários um macho foi observado em uma árvore no alto do antigo lixão, e outro ouvido vocalizando próximo ao limite oeste da propriedade. O pequeno efetivo populacional e a destruição de seu habitat fazem com que a espécie seja considerada Criticamente em Perigo em São Paulo.

Águia-pescadora *Pandion haliaetus* – (AID): Como a AID é uma área de internada regular para águias-pescadoras provenientes do nordeste dos Estados Unidos. Espécie migratória que ocorre no Brasil sobretudo durante o período do inverno boreal. Entre os meses de setembro e março são registrados em diversos biomas na América do Sul, sendo que no Brasil sua maior incidência é percebida na região Amazônica. Por se tratar de espécie que se alimenta exclusivamente de peixes, a mesma sempre está associada aos ambientes aquáticos, como rios, lagos, represas, barragens, manguezais, etc.

Nos manguezais de Santos e Cubatão alimentam-se principalmente de paratis e tainhas (*Mugil spp.*) e caratingas (*Diapterus rhombeus*) capturados nos largos e no estuário, e rios mais largos.

O Largo do Caneú e o canal de Piaçagüera são áreas de alimentação utilizadas pela espécie (Silva e Silva & Olmos, 2002). São registradas com regularidade ao longo dos manguezais do Rio Saboó, em especial ao longo de sua foz, quando podem ser vistas descansando ou se alimentando pousadas nas árvores. Considerada Provavelmente Ameaçada (PA) no Estado de São Paulo.

Perereca de São Vicente *Dendropsophus limai*: Dada a quase total perda de habitats em sua distribuição conhecida, a espécie pode estar extinta regionalmente sendo considerada Data Deficiente pela IUCN e pela lista brasileira de espécies ameaçadas (Machado *et al.*, 2005). Apesar de não ter sido registrada durante os levantamentos de campo e nem mesmo ao longo dos anos desde o primeiro registro da série tipo em 1956, em São Vicente, esta espécie poderia ainda vir a ocorrer em brejos de água doce da região, devendo, portanto ser dada atenção especial à mesma.

9.4.2 ECOSISTEMAS AQUÁTICOS

Para efeito dos estudos dos ecossistemas aquáticos, a Área de Influência Indireta (AII) foi considerada uma parte da planície costeira abrangida pelos Municípios que possuem fronteira com o estuário santista, tendo como limite os tombos de maré situados no canal de Bertiooga e no Rio Casqueiro. A Área de Influência Direta (AID) foi considerada a sub-bacia do Rio Saboó (ou Lenheiros), bem como a área envoltória no Município de Santos.

No tocante à Área Diretamente Afetada (ADA), a mesma correspondente à área do empreendimento e áreas de apoio (bota-foras, áreas de empréstimo, pedreiras e acessos rodoviários a serem construídos).

As áreas oceânicas mais afetadas historicamente pela pressão das atividades antrópicas compreendem os estuários e águas costeiras. A proteção natural contra ação de ventos e de ondas na maior parte destas áreas transformou-as em locais ideais para a instalação de complexos portuários e industriais, assim como de grandes concentrações humanas atraídas pelo seu desenvolvimento (SO 1978).

Os manguezais são ecossistemas de grande importância ao longo das costas tropicais do mundo, possuindo múltiplos usos. São fontes naturais renováveis de nutrientes que têm um importante papel na ecologia da região costeira, incluindo a proteção e estabilização da linha costeira, habitat para uma ampla variedade de espécies animais, e viveiros para uma variedade de peixes economicamente explorados. São fontes de produtos tais como madeira, carvão vegetal, mel, óleo, tanino, proteína animal, entre outros, os quais são explorados pelas populações ribeirinhas que vivem em seu entorno numa escala local no Brasil (Diegues, 1977).

Esse habitat serve como criadouro para muitas espécies de peixes, crustáceos e moluscos, onde o seu intrincado sistema radicular oferece alimento e abrigo para as primeiras fases de vida dos organismos. Ostras e caranguejos comestíveis permanecem no manguezal durante todo o seu ciclo vital, enquanto que várias espécies de camarões e espécies de peixes comerciais e esportivos que são capturados em mar aberto passam à parte inicial de suas vidas nesses locais, para garantir o crescimento e a sobrevivência contra predadores (Aveline 1980, Panitz 1997).

Quanto à pesca, os problemas enfrentados pelo setor não são distintos aos de outros países, como: a construção de grandes complexos industriais, o avanço da indústria do turismo e da expansão imobiliária na costa, causando a poluição das águas, o aterro de mangues e a destruição de muitos locais de berçários a espécies de importância econômica, além da pesca predatória. Como consequência, tanto os pescadores artesanais (ou de pequena escala) que atuam nas regiões litorâneas e estuarinas, como os pescadores industriais, são prejudicados.

A atividade pesqueira artesanal ocorre nos estuários ou em regiões marinhas próximas à costa, sendo normalmente praticada sem vínculo empregatício com empresa de pesca, em embarcações de pequeno porte, canoas a remo e algumas vezes sem embarcação. De acordo com Gefe *et al.*, (2003) foi estimado mais de dez (10) mil o número de pessoas que vivem diretamente ou indiretamente da pesca artesanal na Baixada Santista, a partir de um cadastro de dois mil,

setecentos trinta e um (2.731) pescadores distribuídos em dezessete (17) comunidades. A atividade de pesca artesanal, por não necessitar de alta capacidade técnica, utiliza métodos e instrumentos rudimentares atraindo várias pessoas que não tem na pesca a sua atividade principal, mas a utilizam como meio de subsistência ou como fonte de renda adicional em períodos de desemprego.

Nessa região a pesca desenvolve-se de forma artesanal, sendo realizada por embarcações de pequeno porte atuando com gerival na pesca de camarão-branco *Litopenaeus schmitti*, com emalhe nos corpos d'água de maior profundidade (predominantemente no canal do estuário), com tarrafa, ambas destinadas à captura de peixes diversos, em virtude da safra destes, espinhéis de puçás para a captura de siris, extração de mariscos (*Mytella* spp) nos baixios de maré, entre outras.

As comunidades bentônicas de fundos inconsolidados têm sido amplamente utilizadas nos programas de monitoramento.

A estrutura e da composição dessas comunidades, especialmente a macrofauna, tem sido análise com a finalidade de detectar impactos ambientais. A maioria dos organismos é sésil ou sedentária, r-estrategistas, ou seja, apresentam capacidade de crescer rapidamente, atingir um tamanho populacional grande, amadurecer precocemente e índice de mortalidade elevado (Pianka, 1970). Podem indicar grau de poluição por variações espaciais e/ou temporais na riqueza e abundância relativa de espécies, exibindo diferentes tolerâncias ao estresse poluidor (Warwick 1986, Bilyard 1987, AHN *et al.* 1995), o que torna possível o estudo de alterações ambientais resultantes de atividade antrópica (Gage 2001).

Diversidade, abundância e dominância de espécies estão diretamente associadas às condições ambientais, tais como salinidade, temperatura, oxigênio dissolvido, variações de marés, ação de ondas, topografia, granulometria, entre outros (Snelgrove e Butman 1994, 1996). A interação desses fatores é responsável pela estabilidade do sistema. Porém, alterações provocadas direta ou indiretamente pela ação do homem, podem desequilibrar o sistema num dado momento, levando um tempo muito maior para se restabelecer (Pearson e Rosenberg, 1978). Caso as alterações sejam frequentes, o desequilíbrio poderá ser bastante danoso para espécies sensíveis, mas benéfico para as oportunistas, e conseqüentemente, provocará modificações nos níveis tróficos superiores da comunidade faunística (Bilyard, 1987). Assim, o delineamento amostral para avaliação de impacto ambiental deve ser capaz de distinguir os efeitos antropogênicos dos processos ecológicos que influenciam os padrões de abundância e distribuição das populações e comunidades (Benedetti-Cecchi, *et al.* 2004).

9.4.2.1 Caracterização dos organismos aquáticos

O levantamento faunístico constitui uma etapa inicial para o desenvolvimento de estudos biológicos mais aprofundados de qualquer ambiente, visando estimar sua potencialidade, tanto para fins científicos como para fins de produção. Através da determinação de alterações na composição e na estrutura das comunidades animais, observáveis a partir de levantamentos de campo, é possível avaliar os impactos que uma determinada ação antrópica exerce sobre o ambiente e detectar, por meio de um monitoramento periódico se um ambiente vem sendo modificado em função dos impactos produzidos por um empreendimento.

A Baixada Santista, onde se situa o empreendimento objeto do presente EIA, é uma área sob forte pressão humana e que tem experimentado 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. Apesar disso, a planície (ou baixada) litorânea 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.

O maciço da Serra do Mar é um dos principais determinantes ambientais da região, influenciando fortemente seu clima, hidrografia, flora e fauna. O compartimento ambiental representado pela Serra do Mar é revestido, em sua maior parte, por florestas ombrófilas densas de encosta em variados graus de regeneração. Parte do bioma Mata Atlântica, estas florestas apresentam grande diversidade florística e, como seria de se esperar, faunística (MMA, 2002).

Os ecossistemas naturais das áreas de baixada, por outro lado, correspondem, principalmente, a grandes áreas de manguezais e remanescentes de florestas de planície litorânea ou matas de restinga. As florestas de planície litorânea ou de restinga desenvolvem-se sobre cordões arenosos ou áreas levemente mais elevadas que os manguezais. A vegetação destas florestas apresenta nítida influência das florestas de encosta vizinhas, notavelmente da vegetação dos topos de morro. A fauna das florestas de restinga é grandemente influenciada pela área contígua da Mata Atlântica de encosta.

As transgressões marinhas ocorridas nos últimos cem mil anos (Pleistoceno) afetaram consideravelmente a distribuição desses ecossistemas na planície litorânea da Baixada Santista, e constituíram um importante fator inibindo a evolução de espécies de vertebrados endêmicos destes habitats, notoriamente pobres em endemismos animais (Cerqueira, 2000).

Os manguezais, em especial, ocorrem num ambiente de grande dinamismo, onde processos de deposição e erosão são contínuos e condicionam a existência de um mosaico de habitats que seguem uma intensa dinâmica sucessional. A existência deste mosaico e dinâmica sucessional tem importantes conseqüências para a fauna local, de forma que algum detalhamento se faz necessário.

O primeiro passo para o estabelecimento de um manguezal é a deposição de sedimentos (de preferência finos, como o lodo) em uma área abrigada de correntes. Esses 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, aqui denominados de bancos de lodo, podem atingir extensões bastante grandes, que ficam expostas durante a maré baixa, como observado no Largo do Caneú, em Santos. Os bancos de lodo constituem o primeiro habitat na seqüência 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.

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 como 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). Contudo a fauna regional de vertebrados e invertebrados é conhecida em variados graus de detalhamento, tanto com relação aos grupos como ambientes, ou seja, enquanto 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, por exemplo, a fauna de aves do manguezal adjacente é bem conhecida tendo sido registradas por Olmos & Silva e Silva (2001a) mais de 200 espécies de aves.

O ambiente estuarino em si, em sua parte aquática, 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 e 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 (da 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 nos estuários, pois os estuários são conhecidamente locais de congregação de espécies para reprodução e principalmente para alimentação, refúgio e 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.

A) ICTIOFAUNA ESTUARINA

A habilidade natatória dos peixes epipelágicos faz com que eles sejam independentes das correntes oceânicas, sendo capazes de migrar em busca de condições favoráveis à alimentação ou à reprodução. Enquanto algumas espécies podem realizar grandes migrações de milhares de quilômetros de uma área de alimentação para uma área de desova, outras podem se deslocar entre o mar e a água doce (diádromos). Os peixes anádromos desovam na água doce, migram para o mar, onde passam a maior parte de sua vida adulta. Os peixes que realizam deslocamentos no sentido contrário, ou seja, desovam no mar e vivem na água doce, são conhecidos como catádromos. Nas regiões costeiras e estuarinas, localizadas em baixas latitudes, como a região Santos-Cubatão, existe mais espécies anádromas do que catádromas.

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 importante

ecológica como os cangoás (gêneros *Stellifer* e *Ctenosciaena*) e a maria-luiza (*Paralonchurus 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, espécie não registrada nas amostragens, mas que segundo os pescadores tem safra definida. 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. Paiva Filho & Toscano (1987) avaliaram a composição da comunidade de peixes, a partir do uso de arrastos de praia, em São Vicente e Guarujá, de modo a comparar a estrutura da ictiofauna de praias costeiras com diferentes graus de exposição. Ribeiro Neto (1989) registrou a captura de noventa e duas (92) espécies de peixes de trinta e cinco (35) famílias. Giannini & Paiva Filho (1992) estudaram aspectos bioecológicos da betara (*Menticirrhus americanus*), uma das mais importantes espécies pesqueiras presentes na região.

B) ORGANISMOS NECTÔNICOS

O nécton inclui todos os organismos providos de órgãos de locomoção eficientes o bastante para permitir deslocamentos consideráveis no meio aquático como, por exemplo, lulas, mamíferos marinhos e peixes.

A ictiofauna, dentre os componentes do nécton, são os mais abundantes em espécies e biomassa, e constituem importantes receptores de nutrientes e poluentes, ocupando diversos níveis da cadeia trófica. Além disto, representam o recurso natural de maior expressão econômica. Por estas razões, o conhecimento da ictiofauna pode trazer subsídios fundamentais para a avaliação de impactos de todas as atividades que afetam o ambiente aquático.

C) ORGANISMOS BENTÔNICOS

Bentos é o termo utilizado para designar a comunidade de organismos sésseis ou com baixa mobilidade que habita os sedimentos marinhos, estuarinos e de águas doces. A natureza do substrato representa a força seletiva fundamental para determinar o hábito de vida, a forma e as adaptações dos organismos bentônicos. A composição da comunidade bentônica varia em função de diversos fatores abióticos entre os quais se destacam o tipo de substrato (se consolidado ou inconsolidado) a granulometria e composição mineral do sedimento, a quantidade e composição de nutrientes (e eventuais poluentes), teor de matéria orgânica e características da água intersticial dos substratos inconsolidados.

A macrofauna bentônica é constituída por organismos que vivem associados ao sedimento e possuem tamanho maior que 0,5 mm. Os animais podem ser classificados de acordo com sua posição no fundo, como sendo parte da Epifauna, aqueles que vivem sobre a superfície da rocha ou do sedimento, podendo ser fixos (sésseis) ou capazes de se locomover (váveis), da Infauna, quando vivem dentro do sedimento, enterrados, dentro de tubos ou galerias, ou ainda Intersticiais, vivendo na película da água presente nos interstícios dos grãos.

As espécies estabilizadoras do sedimento incluem várias algas e invertebrados construtores de tubos. As espécies desestabilizadoras ou bioperturbadoras incluem organismos móveis e sedentários, que remobilizam os sedimentos, reintroduzindo os contaminantes para a coluna d'água.

Diversidade, abundância e dominância de espécies estão diretamente associadas às condições ambientais, tais como salinidade, temperatura, oxigênio dissolvido, variações de marés, ação de ondas, topografia, granulometria, entre outros (Snelgrove & Butman, 1994). A interação desses fatores é responsável pela estabilidade do sistema. Porém, alterações provocadas direta ou indiretamente pela ação do homem, podem desequilibrar o sistema num dado momento, demandando um tempo muito maior para se restabelecer (Pearson & Rosenberg, 1978). Caso as alterações sejam freqüentes, o desequilíbrio poderá ser bastante danoso para espécies sensíveis, mas benéfico para as oportunistas, e conseqüentemente, provocará modificações nos níveis tróficos superiores da comunidade faunística (Bilyard, 1987).

As espécies oportunistas têm recebido grande destaque em estudos de áreas enriquecidas organicamente, pois podem caracterizar o grau de impacto ao qual um determinado local está sujeito (Grassle & Grassle, 1974; Pearson & Rosenberg, 1978). As características dessas espécies começam com resposta às condições de perturbações, capacidade de crescer rapidamente, atingir um tamanho populacional grande, amadurecerem precocemente e finalmente, à ocorrência de altos índices de mortalidade (Grassle & Grassle, 1974).

Os poliquetas capitélídeos, principalmente representantes do complexo *Capitella capitata*, são classificados como espécies r-estrategista, capazes de colonizar rapidamente novos habitats (Tsutsumi, 1990). São organismos adaptados para explorar habitats ou condições temporárias e estão sujeitos a grandes flutuações. São usualmente organismos de pequeno porte e ciclo de vida curto. Em condições normais, fora de estresse, tais espécies r-estrategista vão sendo gradualmente substituídas por espécies k-estrategista (Pianka, 1970; Gray, 1981) que, com raras exceções, dominam numericamente na comunidade.

Anelídeos poliquetas, representantes importantes da macrofauna bentônica, têm sido amplamente utilizados em programas de monitoramento ambiental, pois a diversidade e abundância relacionadas com os padrões de distribuição podem revelar se um determinado ambiente encontra-se ou não impactado (Pearson & Rosenberg, 1978; Choi & Koh, 1984; Pocklington & Wells, 1992; Rizzo & Amaral, 2000; 2001a, b). Dependendo dos fatores hidrodinâmicos e da heterogeneidade do substrato, os poliquetas podem dominar tanto em riqueza quanto em número de indivíduos, sendo representados por mais gêneros do que qualquer outro grupo animal (Brown & Mclachlan, 1990; Amaral *et al.*, 1995). Os mesmos desempenham importante papel na cadeia trófica marinha, servindo como base alimentar para inúmeros organismos. Para algumas espécies de peixes e crustáceos, os poliquetas representam uma proporção superior a 80% do alimento ingerido (Amaral & Migotto, 1980).

O único levantamento da fauna bentônica que se tem conhecimento na região foi realizado no interior do Estuário de Santos pela Fundespa em 2002, constando de 3 relatórios técnicos daquela instituição (Fundespa, 2002a; 2002c e 2002d). Nestes estudos foram encontrados 13 taxa, sendo que o grupo dos Polychaeta foi o que apresentou maior número (8 espécies), seguido do grupo Bivalvia (4 espécies).

D) ORGANISMOS PLANCTÔNICOS

A caracterização dos organismos planctônicos (fitoplâncton e zooplâncton) com base em levantamento de dados secundários encontra-se na íntegra no **Anexo 26**.

E) ICTIOFAUNA DE ÁGUA-DOCE

Segundo Menezes (1994), a fauna de peixes de riachos e de outros corpos de água da Mata Atlântica de maneira geral é pouco conhecida. Vale lembrar ainda que as bacias hidrográficas que compõem este bioma na região caracterizam-se por terem pequenas dimensões e baixa complexidade de seu sistema fluvial, sendo que devem apresentar um forte grau de endemismo de suas espécies, já que estão diretamente relacionadas com a floresta no seu entorno, que lhes propicia graus de proteção e alimento específicos, e pelo caráter geomorfológico, por estarem muitas vezes isoladas de outras bacias.

A fauna dos peixes de águas-doces que ocorrem em córregos Brasileiros inclui 34 famílias de peixes teleósteos (Buckup, 1999), sendo que as linhagens filogeneticamente dominantes são as ordens Characiformes e Siluriformes (Castro, 1999).

Mazzoni E Lobón-Cerviá (2000) coletaram somente 18 espécies em um rio da Serra do Mar. Os córregos de montanha são ambientes geralmente frágeis e suportam populações pequenas em termos de números de espécies e da abundância de indivíduos (Braga e Andrade, 2005). As áreas em inclinações mais íngremes e mais próximas às cabeceiras suportam baixos índices de diversidade e de riqueza de espécies, mas com elevados níveis de dominância e endemismo (Buckup, 1999; Uieda e Barreto, 1999).

F) SIRIS, CARANGUEJOS E CAMARÕES

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.

Os crustáceos foram os organismos mais abundantes (55%), seguidos dos peixes (44%). Em termos de massa, peixes e crustáceos apresentaram a mesma proporção (42%), seguido dos moluscos (16%).

9.4.2.2 Identificação do Estado Trófico do Estuário de Santos

As vias de aporte e principais nutrientes são fundamentais na caracterização trófica de um ecossistema. Estudos de avaliação trófica em sistemas aquáticos têm como relevância a detecção e predição dos seus processos de eutrofização e busca de propostas de soluções que viabilizem o aumento da vida útil desses ecossistemas (Tundisi, 1999). Entre as diversas influências, a eutrofização dita cultural é atualmente um dos principais problemas relacionados à qualidade da água e com a disponibilidade de recursos hídricos. Pode ser definida como o impacto de atividades humanas estabelecidas ao longo nas bacias de drenagens de um corpo d'água que incrementam as descargas de nutrientes no estuário gerando, como consequência mais importante, sérias modificações nas características tróficas destes ecossistemas. Das inúmeras fontes identificadas como causas primárias deste enriquecimento, as descargas domésticas e industriais, além das águas residuais urbanas, restringem drasticamente o tempo de vida útil destes ecossistemas.

No Brasil, tem-se verificado uma crescente preocupação com o rápido processo de degradação dos ambientes aquáticos, em virtude, principalmente, do intenso desenvolvimento urbano e industrial registrado nos últimos anos, que tem acelerado e comprometido os processos tróficos naturais nesses sistemas, mais notadamente em corpos de água doce, onde a água tem múltiplos usos.

A ausência de estudos anteriores sobre a caracterização trófica de um ecossistema estuarino contribui para a sua contínua desestrutura, visto que, em geral, são desvinculados de estudos mais básicos que contribuam, de forma mais integrada, para consubstanciar as variáveis

endógenas desse sistema com as variáveis ambientais que influenciam a qualidade d'água, e consequentemente, a composição e distribuição faunística da área.

Assim, o conhecimento das relações entre diversos elos da rede alimentar dos ecossistemas aquáticos fornece subsídios para estudos mais aprofundados em energética, ainda são pouco difundidos no país devido à escassez de conhecimentos básicos sobre a biologia de grande parte da ictiofauna. A análise de dietas alimentares da ictiofauna tem constituído um importante acervo para o incremento do conhecimento dos processos que regulam os ecossistemas aquáticos tropicais, refletindo, não apenas a oferta do alimento disponível no ambiente, mas também a escolha do alimento mais apropriado às necessidades nutricionais dos peixes (Zavala-Camin, 1996).

Padrões alimentares e relações tróficas entre as espécies vêm sendo estudados nas duas últimas décadas, numa abordagem eficiente para o melhor entendimento da estrutura de comunidades (Polis; Winemiller, 1996). Assim, a partir do conhecimento da dieta dos peixes de uma comunidade e da abundância específica, podem-se identificar as diferentes categorias tróficas, inferir acerca da estrutura, avaliar o grau de importância dos distintos níveis tróficos e entender as inter-relações entre os componentes da referida comunidade (Yanez-Arancibia & Day, 1982). Podem também gerar subsídios para um melhor entendimento das relações dos componentes da ictiofauna e os demais organismos da comunidade aquática. O conhecimento das fontes alimentares utilizadas pelos peixes pode fornecer dados sobre habitat, disponibilidade de alimento no ambiente e mesmo sobre alguns aspectos do comportamento.

As categorias tróficas dominantes em um estuário variam sazonalmente, tanto em relação à densidade como à biomassa. Nas regiões tropicais, apesar de existirem espécies especializadas em determinados tipos de alimento, a maioria das espécies exibe grande plasticidade em suas dietas (Lowe-McConnell, 1999), dificultando o delineamento de padrões tróficos, constituindo uma interação entre a qualidade/quantidade do alimento disponível no ambiente e o grau das restrições morfológicas e comportamentais exibidas pelas espécies, também passível de variações ontogenéticas.

Os resultados do presente estudo revelam a elevada complexidade da caracterização trófica do local. Ressalta-se, entretanto, que um crescente aumento na participação de organismos detritívoros, o que pode implicar em seu sucesso em ambientes com intenso impacto antrópico – como para alguns táxons de poliquetas. Algumas espécies de peixes residentes como a carapeba *Diapterus rhombeus* teve sua dominância associada a zonas de vegetação submersa (Vargas-Maldonado *et al.*, 1981).

Na área externa, i.e., e nas adjacências do local de deposição do sedimento dragado, o grau de impacto sazonal pode provocar desestruturação das comunidades demersais-bentônicas ainda que associado às constantes entradas de frontais oceânicos no inverno. Um dos prováveis resultados pode ser a periódica explosão demográfica de algumas espécies, mais favorecidas pela maior exposição a nutrientes associados ao elevado grau de eutrofização do ambiente, tanto os provenientes de origem estuarina exportados pela dragagem, ou da combinação destes com a maior ação hidrodinâmica, promovendo o revolvimento da fauna sésil, como no caso do briozoário *Catenicella uberrima*, e o aumento de dinoflagelados relacionado à ressuspensão de cistos pela operação de dragagem - sendo que alguns destes táxons seriam potencialmente nocivos (ex.: *Prorocentrum minimum*).

Na área interna, espécies como os mexilhões-estuarinos *Mytella falcata* e *M. guyanensis* parecem ter sua ocupação majorada pelas ações antrópicas, com o incremento da supressão de manguezais acelerando o processo de assoreamento e a conseqüente redução da profundidade das áreas mais internas do estuário. A provável ação do aprofundamento do canal associada ao resultado direto da modificação dos divisores de água, poderia afetar diretamente essa ocupação, reduzindo-a em alguns ambientes e a ampliando em outras, pelas razões expostas,

consubstanciadas pela modelagem matemática, ou seja, pela modificação do tempo de retenção e da instabilidade hidrodinâmica de alguns dos pontos avaliados.

Os resultados apontaram gradientes quanto à equitatividade nos pontos mais influenciados pela água marinha (mais elevados) e os do interior do estuário (valores menores). Alguns dos pontos amostrados, de caráter intermediário, podem ser mais afetados pela modificação da penetração da língua salina.

A interação entre a fauna íctica e as comunidades bentônicas e planctônicas está intrinsecamente ligada pela teia trófica, sendo diretamente a primeira afetada por modificações nas últimas. Dentre as principais espécies de peixes registradas, com ocupação bem definida, sendo as oligotróficas as potencialmente mais afetadas, considerando que seus locais de alimentação poderiam ser modificados.

A composição das comunidades planctônicas será, em princípio mais afetada diretamente pelo empreendimento, conseqüentemente tendo reflexos nas comunidades bentônicas e posteriormente, por cadeia trófica, nas comunidades demersais e pelágicos.

A) MATERIAL E MÉTODOS

LOCAIS DE AMOSTRAGEM

O delineamento amostral para avaliação de impacto ambiental deve ser capaz de distinguir os efeitos antropogênicos dos processos ecológicos que influenciam os padrões de abundância e distribuição das populações e comunidades (Benedetti-Cecchi *et al.* 2004).

Definiram-se três pontos amostrais, dispostos de modo a abranger tanto a Área Diretamente Afetada (ADA), quanto à Área de Influência Direta (AID), sendo que a determinação foi estabelecida segundo avaliação prévia com base em condições favoráveis às operações de coleta, sendo:

- **Ponto AL01:** situado pouco após o Largo de Santa Rita, importante criadouro no estuário.
- **Ponto AL02:** localizado pouco após a entrada do canal de Piaçaguera.
- **Ponto AL03:** na entrada do Largo do Caneú, a montante do empreendimento.

A fauna de amostragem foi composta por registro das posições, profundidades e hora do início e fim da operação de pesca (**Quadro 9.4-3**).

Quadro 9.4-3 Localização dos pontos de coleta (vide observação geral no início deste relatório)

Ponto de Coleta	Data	Lançamento			Recolhimento			Profundidade (m)	Dados Ambientais	
		Hora	Latitude	Longitude	Hora	Latitude	Longitude		Temperatura da Água (°C)	Salinidade
AL01	12/dez/07	09:29	023° 55.206' S	046° 20.722' W	09:39	023° 55.134' S	046° 20.722' W	4,5	25,7	22,4
AL02*	12/dez/07	11:50	023° 54.060' S	046° 22.475' W	11:53	023° 54.091' S	046° 19.928' W	4,5	25,8	20,0
	12/dez/07	12:01	023° 54.066' S	046° 22.484' W	12:05	023° 55.486' S	046° 22.461' W	4,5	25,8	20,0
AL03	12/dez/07	13:02	023° 54.861' S	046° 22.619' W	13:12	023° 54.778' S	046° 22.394' W	5,5	25,5	20,0

* O Ponto AL02 foi realizado em duas (02) etapas totalizando sete (07) minutos, devido às condições geográficas do local.

MÉTODOS DE COLETA

As coletas, realizadas em um (01) único dia, utilizando a embarcação "DORIS I" (**Foto 9.4-7**), embarcação de casco de madeira, licenciada para operar na pesca de arrasto de camarão sete-barbas, equipada com rede do tipo semi-balão com cerca de seis (06) metros de abertura de boca. O embarque ocorreu às 07h45min na Ponte Edgard Perdigão/Ponta da Praia/Santos/SP (Ponte dos Práticos), e o desembarque no Terminal Pesqueiro Público de Santos (TPPS) às 14h30min.



Foto 9.4-7 Embarcação "DORIS I".

A fauna de bordo foi iniciada com a localização georreferenciada dos pontos amostrais em um aparelho de GPS (*Global Position System*) portátil (**Figura 9.4-1**). A cada ponto foi verificada a profundidade (com o uso de uma ecossonda), e coletados dados de temperatura (com termômetro digital graduado em °C) e de salinidade (utilizando refratômetro ótico) da água superficial, registradas ao início de cada operação. Todos os registros das coletas, coordenadas, horas de início e de fim de cada operação de pesca, temperatura e salinidade, bem como observações cabíveis, foram registradas, constando do **Quadro 9.4-3**.

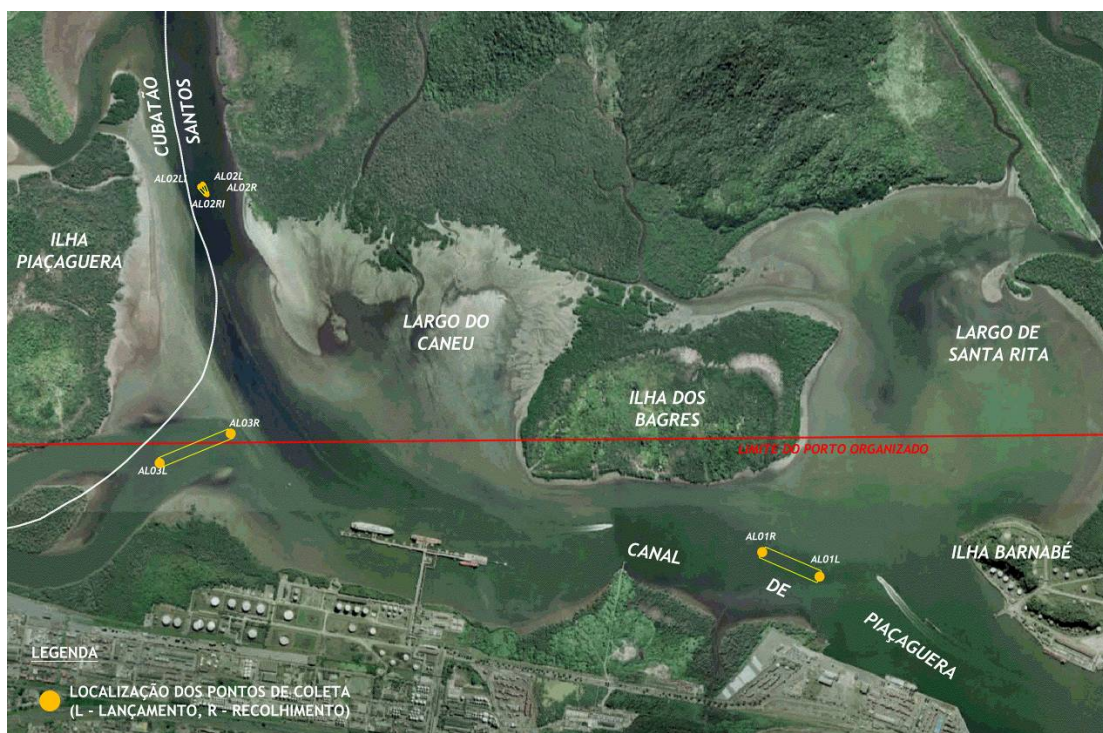


Figura 9.4-1 Mapa com os pontos de localização da área de coleta.

Para a coleta de amostra da fauna demersal-bentônica foi realizado arrasto de fundo, e na coleta de sedimento para avaliação da macro-fauna bentônica foi empregado utilizando um amostrador tipo *Petit Ponan*.

Os arrastos foram realizados em linha reta nos três (03) locais estabelecidos segundo condições favoráveis à operação, avaliadas segundo sondagem prévia, dentro da área informada.

As condições de mar se mostraram relativamente favoráveis a toda a operação, com predominância de chuvas durante todo o período de coleta.

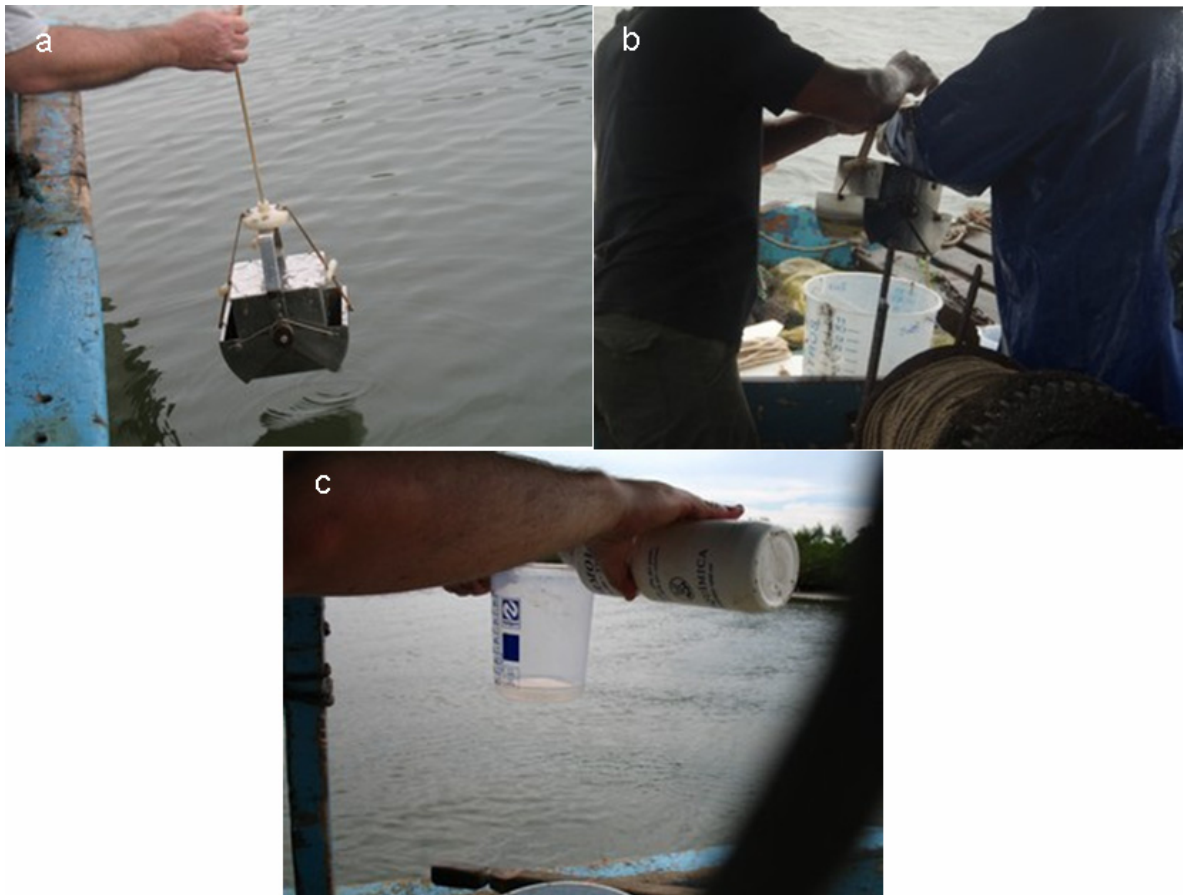
Cada operação de arrasto teve duração de dez (10) minutos, com exceção do Ponto AL02 que, devido às condições geográficas locais, caracterizadas pela maior quantidade de lama no canal e a "engates" em áreas mais rasas, associada à virada de maré que dificultaram a operação, nessa área foi necessário a realização do arrasto em duas (02) etapas com o tempo total de sete (07) minutos.

Após o fim de cada arrasto, o conteúdo da rede foi transferido para sacos de rafia identificados com etiquetas (interna e externa) utilizando código alfanumérico por ponto (**Foto 9.4-8**).



Fotos 9.4-8 a) Recolhimento de arrasto, b) composição da captura de arrasto, c) fechamento dos sacos de rafia com a amostragem de um dos pontos de coleta.

Nas mesmas áreas de arrasto, salvo por desvios de maré, foi realizada na seqüência a coleta de sedimento para a análise da macro-fauna bentônica, amostrada em tréplica (**Foto 9.4-9-a**). O amostrador foi lançado ao fundo por gravidade, e ao verificar que o atingira o fundo, liberava-se um "mensageiro" (peso de metal) para fechamento. O sedimento coletado foi transferido para um (01) balde plástico graduado (**Foto 9.4-9-b**), de modo a verificar seu volume, sendo realizadas de dois (02) a três (03) lançamentos até completar um volume mínimo de 1,5 litro de sedimento, que posteriormente foi fixado em formalina (**Foto 9.4-9-c**). Posteriormente, este material era acondicionado em saco plástico virgem etiquetado com o código alfanumérico de cada ponto, e, a fim de evitar perda de material, foi ensacado em outro saco, também identificado por etiqueta.



Fotos 9.4-9 a) Lançamento do amostrador de sedimento *Petit Ponan*, b) Transferência de sedimento para balde plástico graduado, c) Transferência de formalina para fixar material coleta de sedimento.

✚ MÉTODO DE TRIAGEM DAS AMOSTRAS DA ICTIOFAUNA

O material coletado em cada operação foi previamente triado a bordo, armazenado em sacos de rafia e identificados com etiquetas internas e externas quanto ao ponto amostrado (Pontos AL01, AL02, AL03), devidamente acondicionado até o momento do desembarque. Em terra, o material foi transportado às dependências do Instituto de Pesca, e armazenado em câmara frigorífica em temperatura de -14°C até o momento da triagem (**Foto 9.4-10-a**).

No laboratório, no período de 13/12 a 14/12/2007, a rotina de trabalho da equipe de triagem de ictiofauna, iniciava-se com o descongelamento natural do material e triagem de cada saco de material por ponto. A seguir, a separação do material biológico em grandes grupos taxonômicos (**Fotos 9.4-10-b e 9.4-10-c**).



Fotos 9.4-10 a) Laboratório do Instituto de Pesca - Triagem da coleta da ictiofauna em grupos de táxon por ponto de coleta, b)– grupo Crustáceo – siri-azul *Callinectes danae* e *C. ornatus*. c) – Equipe de análise da ictiofauna – biometria de peixes.

A identificação taxonômica baseou-se em Figueiredo (1977), Figueiredo & Menezes (1978; 1980), Menezes & Figueiredo (1980; 1985), Murakami & Amaoka (1992) e Randall (1983), para peixes, e crustáceos. Os organismos foram submetidos à contagem e pesagem individuais já separados por táxon. A ictiofauna foi mensurada em seu comprimento total e em peso utilizando (**Foto 9.4-10**), respectivamente, ictiômetro graduado em mm e balança de precisão de um (01) g.

✚ MÉTODO DE TRIAGEM DAS AMOSTRAS DA MACROFAUNA BENTÔNICA

A cada ponto foram realizadas três (03) coletas (trélicas), subdivididas e identificadas (AL01.1, AL1.2 e AL01.3; AL02.1, AL02.2e AL02.3; AL03.1, AL03.2 e AL03.3), com volume coletado variando entre 1 e 1,8 litros com área de duzentos e vinte cinco (225) cm².

Em laboratório a triagem foi realizada inicialmente com a lavagem em conjunto de peneiras de aço com aberturas de malha de 1 e 0,5 mm (**Fotos 9.4-11-a a f**), armazenadas em recipientes plásticos com formalina para posterior identificação a nível estereoscópico.



Fotos 9.4-11 a, b, c, d, e, f – Etapa da Triagem de Macrofauna Bentônica.

B) ANÁLISES NUMÉRICAS

DEMERSAIS-BENTÔNICOS

Em relação aos atributos das populações calculou-se a abundância relativa e a proporção em número e peso.

Em relação aos cálculos dos atributos das comunidades utilizaram-se o Índice de Riqueza de Margalef (Ludwig e Reynolds, 1988) e o Índice de Diversidade de Shannon, com seu respectivo Índice de Equitabilidade (Magurran, 1988). Tais índices consideram a riqueza em espécies e a proporção das populações nos ecossistemas e são amplamente utilizados em estudos de comunidades marinhas. Sendo:

Índice de Shannon:

$$H' = -\sum p_i \ln p_i$$

onde:

p_i = número de indivíduos (n_i) de uma determinada espécie / número total de indivíduos de todas as espécies (N).

Equitabilidade (E):

$$E = H' / \ln S$$

onde:

S = número de espécies

Riqueza (R1):

$$R_1 = (S - 1) / \ln N$$

Para averiguar a similaridade da fauna entre pontos de coleta, realizou-se análise de agrupamento, em modo Q (grupos de pontos amostrais) utilizou-se o Método pela Variância Mínima ou "Método de Ward" (Romesburg, 1984), que é altamente eficiente na formação dos grupos. A Distância de Manhattan foi empregada como coeficiente de distância, cuja formulação é parecida com a de Bray & Curtis (1987), que não considera as duplas ausências e é fortemente influenciado pelas espécies dominantes. Visando reduzir a importância das espécies mais abundantes na delimitação dos grupos, anteriormente à análise de classificação, os dados foram transformados em $\log(x + 1)$.

Foram utilizados todos os táxons, usando como objetos do agrupamento a captura por unidade de esforço (CPUE). Por unidade de captura se definiu o número de indivíduos capturados, enquanto que para unidade de esforço se utilizou o tempo de pesca.

RESULTADO E DISCUSSÃO

As informações de operação de coleta estão sumarizadas no **Quadro 9.4-4**, com registro das posições, profundidades e hora do início e fim da operação de pesca e no **Quadro 9.4-5** com as informações das coletas de organismos bentônicos e os dados ambientais de profundidade, temperatura da água e salinidade.

Quadro 9.4-4 Localização dos pontos de coleta.

Ponto de Coleta	Data	Lançamento			Recolhimento		
		Hora	Latitude	Longitude	Hora	Latitude	Longitude
AL01	12/dez/07	09:29	023° 55.206' S	046° 20.722' W	09:39	023° 55.134' S	046° 20.722' W
AL02*	12/dez/07	11:50	023° 54.060' S	046° 22.475' W	11:53	023° 54.091' S	046° 19.928' W
	12/dez/07	12:01	023° 54.066' S	046° 22.484' W	12:05	023° 55.486' S	046° 22.461' W
AL03	12/dez/07	13:02	023° 54.861' S	046° 22.619' W	13:12	023° 54.778' S	046° 22.394' W

* O Ponto AL02 foi realizado em duas (02) etapas totalizando sete (07) minutos, devido as condições geográficas do local.

Quadro 9.4-5 Informações das coletas de organismos bentônicos e os dados ambientais de profundidade, temperatura da água e salinidade

Ponto de coleta	Amostra	Hora de início	Hora de término	Volume amostrado (l)	Número de lançamentos	Profundidade (m)	Temperatura da água	Salinidade
	1.1	09:58	10:03	1,8	2	2,2		
AL1	1.2	10:06	10:09	1,8	2	2,2	22,7	22,5
	1.3	10:10	10:18	1,5	1	2,7		
	2.1	11:53	11:56	1,8	2	4,5		
AL2	2.2	11:58	12:02	1,8	3	3,5	25,8	20,2
	2.3	12:15	12:23	1,8	2	2,7		
	3.1	13:12	13:15	1,7	2	5,5		
AL3	3.2	13:17	13:19	1,5	2	5,5	25,5	20
	3.3	13:22	13:25	1,8	2	5,5		

FAUNA DEMERSAL E NECTÔNICA

Considerando as capturas dos pontos do entorno da Alemoa (pontos AL01, AL02 e AL03) um total de vinte e dois (22) táxons foi registrado nos três (03) pontos de coleta, totalizando duzentos e quatorze (214) exemplares coletados, com biomassa de 9.712 g (vide **Quadro 9.4-6**, a seguir). Levando em conta que para o grupo de "outros táxons" foi possível apenas a coleta do valor do peso (g).

Quadro 9.4-6 Composição das capturas, número de indivíduos e biomassa (g), por ponto de coleta

	Nome Científico	Família	Nome Vulgar	AL01		AL02		AL03		Total	
				Número Amostral	Peso Total	Número Amostral	Peso Total	Número Amostral	Peso Total	Número Amostral	Peso Total
Peixe	Achirus declivis	Achiridae	linguado	1	93					1	93
	Achirus lineatus	Achiridae	linguado					1	26	1	26
	Cathrops spixii	Ariidae	bagre-amarelo	9	427	1	52	51	1401	61	1880
	Chaetodipterus faber	Epiphiidae	paru (enxada)	3	165			2	153	2	153
	Diapterus rhombeus	Gerreidae	carapicu			1	20	28	599	21	619
	Etropus crossotus	Paralichthyidae	linguado	5	61	1	5	1	9	7	75
	Eucinostomus melanopterus	Gerreidae	carapicu	3	84			3	84	6	168
	Isopisthus parvipinnis	Sciaenidae	tortinha	1	4	2	11			3	15
	Menticirrhus littoralis	Sciaenidae	betara					2	1005	2	1005
	Micropogonias furnieri	Sciaenidae	corvina	9	395	15	342	22	1456	46	2193
	Mugil curema	Mugilidae	Parati			1	263			1	263
	Opisthonema oglinum	Clupeidae	sardinha-cascuda	1	49						
	Opsanus brasiliensis	Batrachoididae						1	70	1	70
	Pellona harroweri	Pristigasteridae	sardinha-mole	7	46					7	46
	Prionotus punctatus	Triglidae	cabrinha	14	305	2	36			16	341
	Spheroides testudineus	Tetradontidae	Baiacu	7	78	1	20	2	194	10	282
	sub-total			60	1707	24	749	113	4997	185	7229

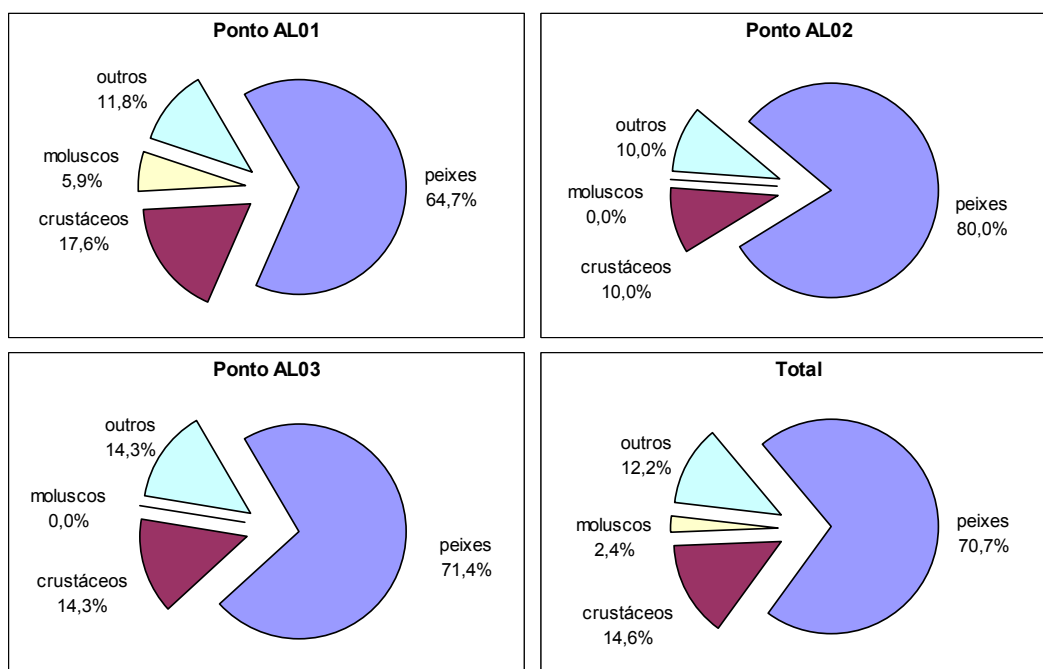
	Nome	Família	Nome	AL01		AL02		AL03		Total	
Crustáceo	Callinectes danae	Portunidae	siri-azul	4	353	2	66	10	492	16	911
	Callinectes ornatus	Portunidae	siri-azul	1	3			5	97	6	100
	Hepatus pudibundus	Calappidae	siri-baú	3	4					3	4
	sub-total			8	360	2	66	15	589	25	1015
Molusco	Loliguncula brevis	Loliginidae	lula	4	11					4	11
	sub-total			4	11					4	11
Outros	Ascídea				28				26		54
	Renilla sp	Anthomedusae	esponja-tapete		1197		113		93		1403
	sub-total				1225		113		119		1457
Total Geral				72	3303	26	928	128	5705	214	9712

Comparando os valores obtidos na campanha, foi observado para todos os pontos uma maior quantidade de espécies no grupo "peixes", sendo o grupo "crustáceos" o segundo, seguido pelo grupo "outros grupos" e por último pelo grupo "moluscos" (**Quadro 9.4-7** e **Gráfico 9.4-5**).

Quadro 9.4-7 Composição, em número de espécies, por grupo taxonômico e ponto de coleta

Ponto	Grupo Taxonômico	Frequência Absoluta	Frequência Relativa do Ponto	Frequência Relativa do Total
AL01	peixes	11	64,71%	26,83%
	crustáceos	3	17,65%	7,32%
	moluscos	1	5,88%	2,44%
	outros	2	11,76%	4,88%
	Total	17	100,00%	41,46%
AL02	peixes	8	80,00%	19,51%
	crustáceos	1	10,00%	2,44%
	moluscos	0	0,00%	0,00%
	outros	1	10,00%	2,44%
	Total	10	100,00%	24,39%
AL03	peixes	10	71,43%	24,39%
	crustáceos	2	14,29%	4,88%
	moluscos	0	0,00%	0,00%
	outros	2	14,29%	4,88%
	Total	14	100,00%	34,15%
Total	peixes	29	70,73%	
	crustáceos	6	14,63%	
	moluscos	1	2,44%	
	outros	5	12,20%	
	Total	41	100,00%	

Gráfico 9.4-5 Proporção do número de espécies por grupos taxonômicos e ponto de coleta

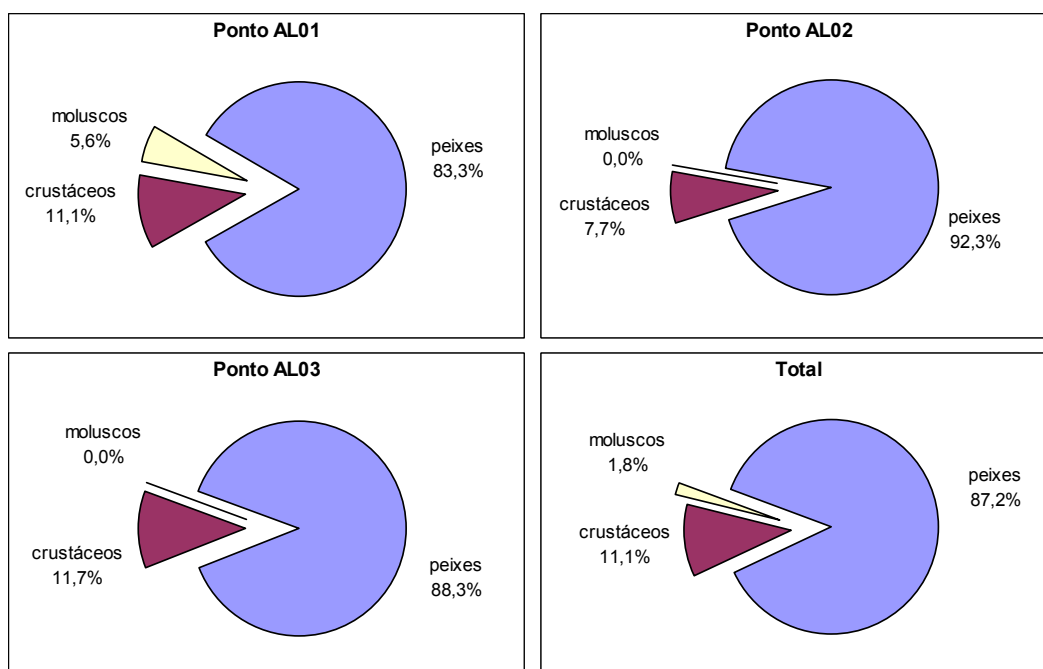


Numericamente, os peixes dominaram as capturas com 87,2%, seguido por crustáceos 11,1% e moluscos 1,8% (**Quadro 9.4-8 e Gráfico 9.4-6**). Esta expressiva dominância de peixes deve-se ao maior número de *Cathrops spixii* (bagre-amarelo) com 33,0% e da corvina *Micropogonias furnieri* com 24,9% no ponto AL03 (**Quadro 9.4-6**). Os crustáceos, com o siri-azul *Callinectes danae*, apresentaram maior número de indivíduos nesse mesmo ponto de coleta. Somente houve ocorrência de molusco no ponto AL01 com 1,8% da espécie *Loliguncula brevis*.

Quadro 9.4-8 Composição, em número de indivíduos, por grupo taxonômico por pontos de coleta

Ponto	Grupo Taxonômico	Freqüência Absoluta	Freqüência Relativa do Ponto	Freqüência Relativa do Total
AL01	peixes	60	83,33%	26,55%
	crustáceos	8	11,11%	3,54%
	moluscos	4	5,56%	1,77%
	Total	72	100,00%	31,86%
AL02	peixes	24	92,31%	10,62%
	crustáceos	2	7,69%	0,88%
	moluscos	0	0,00%	0,00%
	Total	26	100,00%	11,50%
AL03	peixes	113	88,28%	50,00%
	crustáceos	15	11,72%	6,64%
	moluscos	0	0,00%	0,00%
	Total	128	100,00%	56,64%
TOTAL	peixes	197	87,17%	
	crustáceos	25	11,06%	
	moluscos	4	1,77%	
	Total	226	100,00%	

Gráfico 9.4-6 Proporção do número de indivíduos por grupos taxonômicos e ponto de coleta



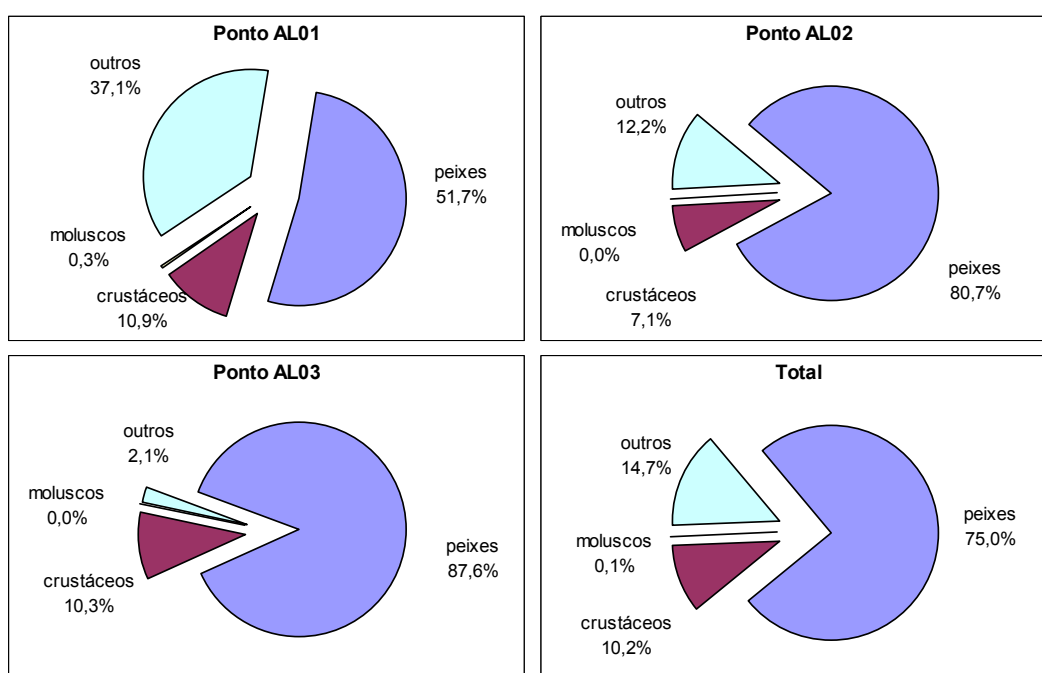
Com relação à biomassa capturada (**Quadro 9.4-9** e **Gráfico 9.4-7**), para o total das capturas dos pontos da área e seu entorno, houve dominância de peixes (75,0%), seguido por crustáceos (10,2%), e outros grupos taxonômicos (14,7%) e moluscos (0,1%). Na comparação entre os pontos, observou-se dominância dos peixes em todos os pontos. No ponto AL03 *C. spixii* e *M. furnieri* foram os principais responsáveis por essa dominância. Também foi observado acentuado aumento da participação de crustáceos principalmente o siri-azul, *C. danae*.

Quadro 9.4-9 Composição, em biomassa (em gramas), por grupo taxonômico por ponto de coleta

Ponto	Grupo Taxonômico	Frequência Absoluta	Frequência Relativa do Ponto	Frequência Relativa do Total
AL01	peixes	1707	51,68%	17,18%
	crustáceos	360	10,90%	3,62%
	moluscos	11	0,33%	0,11%
	outros	1225	37,09%	12,33%
	Total	3303	100,00%	33,24%
AL02	peixes	749	80,71%	7,54%
	crustáceos	66	7,11%	0,66%
	moluscos	0	0,00%	0,00%
	outros	113	12,18%	1,14%
	Total	928	100,00%	9,34%
AL03	peixes	4997	87,59%	50,29%
	crustáceos	589	10,32%	5,93%
	moluscos	0	0,00%	0,00%
	outros	119	2,09%	1,20%
	Total	5705	100,00%	57,42%

Ponto	Grupo Taxonômico	Frequência Absoluta	Frequência Relativa do Ponto	Frequência Relativa do Total
TOTAL	peixes	7453	75,01%	
	crustáceos	1015	10,22%	
	moluscos	11	0,11%	
	outros	1457	14,66%	
	Total	9936	100,00%	

Gráfico 9.4-7 Proporção da biomassa por grupo taxonômico e ponto de coleta.



Nas análises dos índices ecológicos (**Quadro 9.4-10**), foi observado que o ponto AL01 apresentou o maior valor de diversidade, equitabilidade e riqueza. Entre os pontos AL02 e AL03 ocorreu similaridade entre esses índices. Isso pode ser devido ao fato de que o ponto AL01 se encontra a "jusante" dos demais pontos, sofrendo uma menor influência do aporte hídrico ao sistema, observado pelas salinidades registradas, além de menor temperatura da água (**Quadro 9.4-5**), influenciando positivamente nos índices apresentados.

Quadro 9.4-10 Valores dos Índices de Diversidade (*H'*), Equitabilidade (*E*) e Riqueza (*R1*) por ponto de coleta

	H'	E	R1
AL01	2,433	0,898	3,274
AL02	1,536	0,699	2,455
AL03	1,724	0,694	2,267

Por outro lado, através das análises de agrupamento, foi observado os pontos AL01 e AL02 mais próximos entre si, tanto na comparação do número de indivíduos capturados, quanto da biomassa (**Gráfico 9.4-8 e Gráfico 9.4-9**).

Se numa primeira análise tais resultados se mostram contraditórios, em relação às estimativas ecológicas, por outro, demonstram que a composição da fauna megabentônica, demersal e nectônica do ponto AL03 se diferencia dos demais quanto às espécies ocorrentes.

Gráfico 9.4-8 Resultado da análise de agrupamento, pelo número de indivíduos capturados

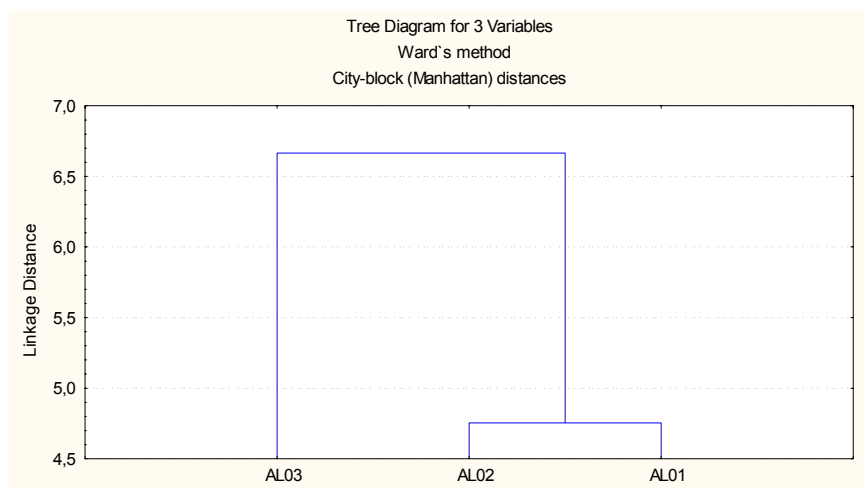
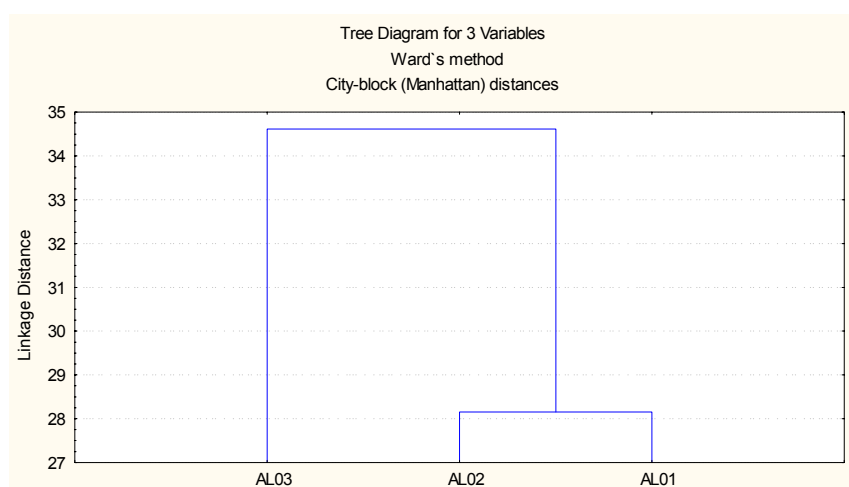


Gráfico 9.4-9 Resultado da análise de agrupamento, por biomassa



FAUNA BENTÔNICA

A densidade, ou o tamanho de uma população de um determinado táxon em uma área específica, pode ser estimada em valores absolutos ou relativos. Absoluto quando o valor é expresso em número de indivíduos pelo volume original coletado em cada ponto. Relativo quando o número de indivíduos é extrapolado e padronizado, geralmente, para a maior área ou volume amostrados; este último usualmente um número fracionado.

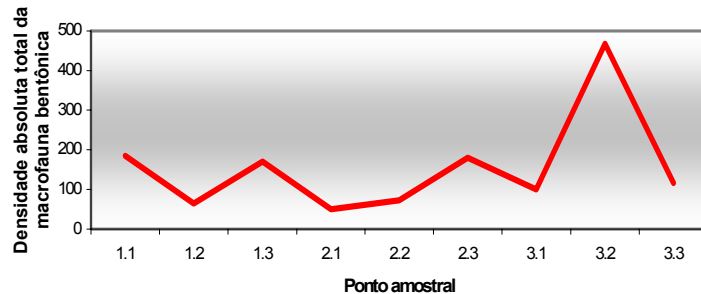
No **Quadro 9.4-11** são apresentados os resultados obtidos na densidade absoluta de organismos, para cada táxon da macrofauna bentônica coletada, cujas áreas e volumes variaram de 337,5 a 405 cm² e de 1,5 a 1,8 litros. A análise total dos resultados revela que dos 1409 indivíduos coletados, os anelídeos poliquetas, seguido pelos nemátodos, moluscos e crustáceos são a maioria, correspondendo a 91,3% da macrofauna total.

Quadro 9.4-11 Densidade absoluta de organismos de cada táxon da macrofauna bentônica em cada uma das réplicas dos pontos de coleta 1 a 3

	1.1	1.2	1.3	2.1	2.2	2.3	3.1	3.2	3.3	Total
Anthozoa					1					1
Anthozoa/ <i>Renilla</i> sp.		3	4			8	6		7	28
Anthozoa/Octocorallia		1					1			2
Hydrozoa			3	9	2	4	3		1	22
Nemertea			1							1
Bivalvia			1			3		2	2	8
Bivalvia/Veneridae/ <i>Anomalocardia</i> sp.	1		2		1					4
Bivalvia/Tellinidae		1	1					6		8
Bivalvia/Psamobiidae/ <i>Tagelus divisus</i>	8	1	5	2				18		34
Gastropoda								1		1
Gastropoda/Bullidae/ <i>Bulla</i> sp.	22		20		2	3	3	32	1	83
Ampharetidae	2									2
Ampharetidae/ <i>Isolda</i> sp.		1				1		1		3
Capitellidae/ <i>Mediomastus</i> sp.	4		3	2	1	2	6	9	10	37
Cirratulidae/ <i>Timarete</i> sp.							2			2
Cossuridae/ <i>Cossura</i> sp.		1								1
Dorvilleidae/ <i>Protodorvillea</i> sp.						1				1
Goniadidae/ <i>Glycinde multidentis</i>	3		4	1	1	5	2	12	2	30
Hesionidae/ <i>Podarkeopsis</i> sp.								1	2	3
Lumbrineridae/ <i>Ninoe brasiliensis</i>			2							2
Magelonidae/ <i>Magelona</i> sp.			1		7	27	27	6	42	110
Maldanidae		1	1							2
Onuphidae/ <i>Kinbergonuphis orensanzi</i>	2			1	1				2	6
Orbiniidae/ <i>Scoloplos (Leodamas)</i> sp.								1		1
Oweniidae/ <i>Owenia</i> sp.			2		2	9	4			17
Paraonidae/ <i>Aricidea</i> sp.	54	12	75	25	10	23	8	214	2	423
Pilargidae/ <i>Sigambra tentaculata</i>	2									2
Poecilochaetidae/ <i>Poecilochaetus</i> sp.						1				1
Sabellidae			6		7	9	3	69		94
Sigalionidae/ <i>Sthenelais</i> sp.		1	1		4	4	1	2	4	17
Spionidae/ <i>Prionospio</i> sp.							1		1	2
Spionidae/ <i>Pseudopolydora achaeta</i>	4	2	5	2		3				16
Spionidae/ <i>Streblospio</i> sp.	4		6	7	11	37	2	58	3	128
Sternaspidae/ <i>Sternaspis</i> sp.		4	2					1		7
Syllidae							1			1
Polychaeta					1					1
Clitellata/Hirudinomorpha	1									1
Clitellata/Oligochaeta	2	8	14		5	3	7	6	1	46
Sipuncula	1		2		1	2		9	3	18
Pycnogonida						1				1
Amphipoda						2			6	8
Caprellidea	17	11	9			5	2		3	47
Cirripedia									17	17
Decapoda		1	1		1			1		4
Decapoda/Anomura/Paguroidea					1					1
Ostracoda	2									2
Crustacea							1			1
Nematoda	56	17		1	14	27	19	19	7	160
Echinodermata/Holothuroidea							1			1
Total	185	65	171	50	73	180	100	468	117	1409
Média	10,88	4,333	7,125	5,56	3,842	8,182	5	23,4	6,105	28,73
Desvio Padrão	17,6	5,164	15,16	7,84	4,059	10,34	6,649	48,72	9,562	67,56

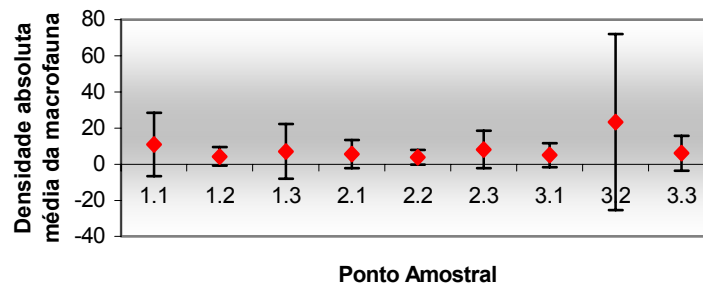
A densidade absoluta mais elevada, acima de 400 inds, foi registrada na amostra 3.2, em função da dominância dos poliquetas: *Aricidea* sp. (Paraonidae), Sabellidae e *Streblospio* sp. (Spionidae) (**Gráfico 9.4-10**).

Gráfico 9.4-10 Densidades absolutas da macrofauna bentônica total por pontos amostrais



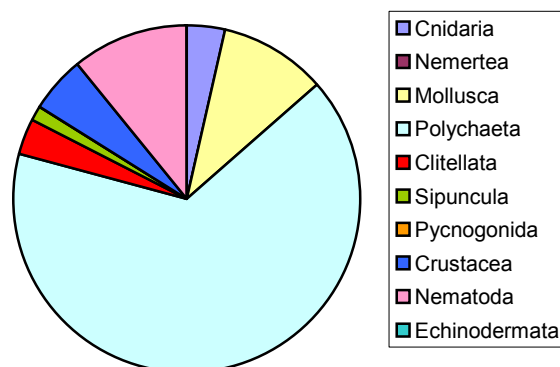
Houve uma variação considerável na densidade absoluta média da macrofauna bentônica (28,7), variando de 4 (amostra 2.2) a 23 (amostra 3.2) (**Gráfico 9.4-11**).

Gráfico 9.4-11 Densidades absolutas médias e desvios-padrão da macrofauna bentônica por pontos amostrais



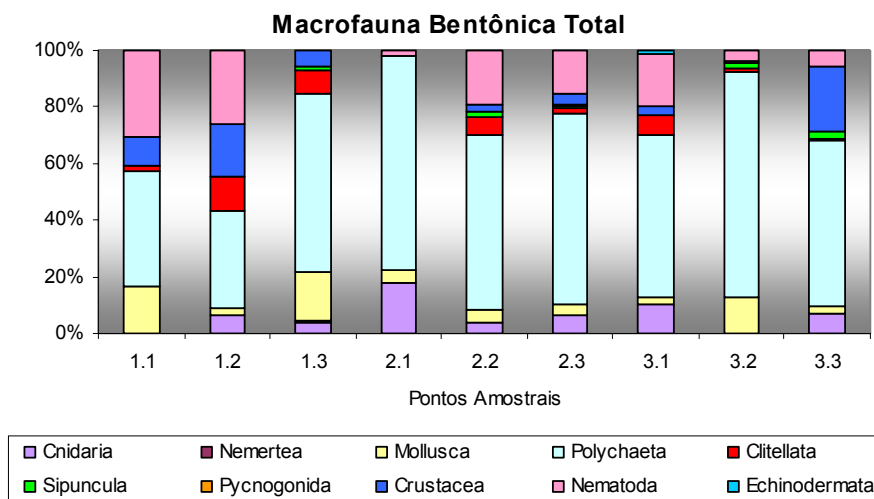
Foram encontrados 8 filos animais: cnidários, nemertíneos, moluscos (bivalves e gastrópodos), anelídeos (poliquetas e clitelados), sipúnculos, artrópodes (crustáceos e picnogonídeos), nemátodas e equinodermatas. No **Gráfico 9.4-12** pode-se observar que a macrofauna bentônica foi composta principalmente pelos anelídeos poliquetas (64,5% do total de animais coletados), seguido pelos nemátodas (11,4%), moluscos (9,8%) e crustáceos (5,7%). Os demais grupos taxonômicos representaram menos de 9,0% da comunidade macrofaunística.

Gráfico 9.4-12 Contribuição total de indivíduos por táxon superior



Quando se analisa a frequência de ocorrência por táxon superior, os poliquetas juntamente com os moluscos foram os grupos mais frequentes, ocorrendo em todos os pontos amostrados. No entanto, os poliquetas dominaram tanto em número de indivíduos, quanto no de táxons (**Gráfico 9.4-13**). Nemátodos e crustáceos também foram frequentes, embora não os mais abundantes. Os nemátodos só não foram registrados na amostra 1.3 e os crustáceos na amostra 2.1.

Gráfico 9.4-13 Frequências dos principais grupos taxonômicos por amostra



Os táxons mais abundantes foram os poliquetas: paraonídeo *Aricidea* sp. com 481 indivíduos, seguido pelo espionídeo *Streblospio* sp. (141), magelonídeo *Magelona* sp. (113), sabelídeos (109), além dos nemátodos (165). Somente esses 5 táxons contribuíram com 65,4% de toda a macrofauna bentônica.

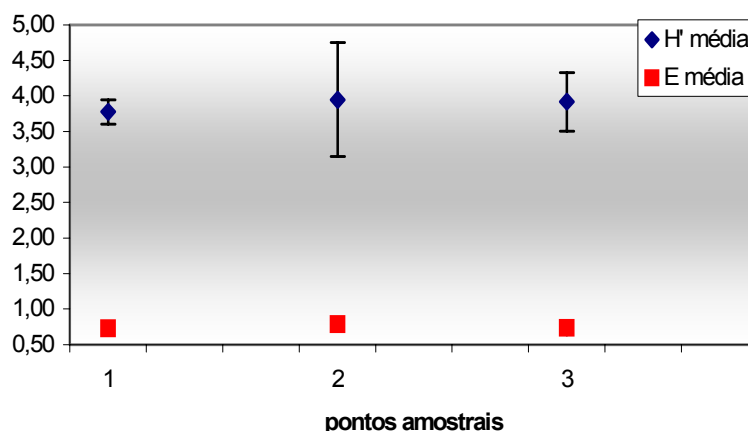
Foi coletado um total de 49 táxons, sendo que a maior riqueza foi encontrada na amostra 1.3 (24 táxons), seguida da amostra 2.3 (22 táxons) (**Quadro 9.4-12**). Apenas 9 táxons foram coletados na amostra 2.1, o valor mais baixo. Em relação à diversidade, nenhum ponto teve valor superior a 4, sendo no total encontrado um índice de 3,779 e equitabilidade de 0,673. A diversidade mais elevada foi encontrada na amostra 2.3 (3,651), seguida pela amostra 2.2 (3,594). Os menores, nas amostras 2.1 (2,238) e 3.2 (2,719). A baixa diversidade verificada na amostra 2.1 foi devida primeiramente ao número de táxons observado, sendo relativamente bem inferior ao das demais amostras e, segundo, pela elevada dominância do poliqueta *Aricidea* sp., correspondendo a 50% de todos os organismos coletados neste ponto.

Quadro 9.4-12 Riqueza, diversidade e equitabilidade por ponto amostral

Pontos	1.1	1.2	1.3	2.1	2.2	2.3	3.1	3.2	3.3	total
riqueza	17	15	24	9	19	23	20	21	20	49
H'	2,849	3,110	3,177	2,238	3,594	3,651	3,504	2,719	3,329	3,779
E	0,697	0,796	0,693	0,706	0,846	0,807	0,811	0,619	0,770	0,673

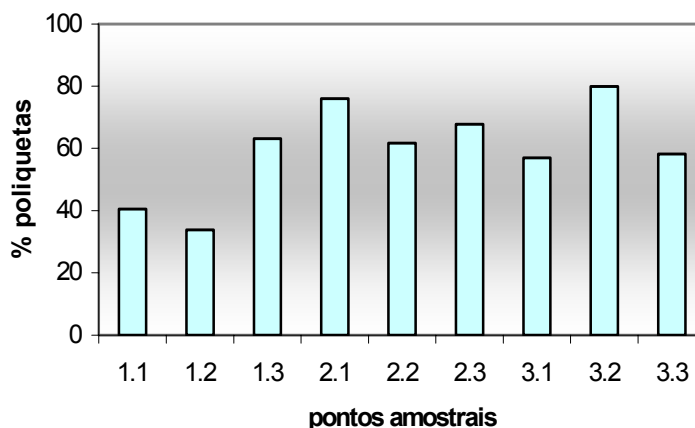
As médias dos descritores de diversidade apresentaram valores pouco discrepantes entre os pontos amostrais, variando de $3,045 \pm 0,173$ no ponto AL01 a $3,184 \pm 0,412$ no ponto AL03 (**Gráfico 9.4-14**).

Gráfico 9.4-14 Diversidade e equitabilidade médias e desvios-padrão da macrofauna bentônica por ponto amostral



O grupo dos anelídeos poliquetas foi predominante em todas as amostras, conforme evidenciado no **Gráfico 9.4-15**. Dessa forma, este grupo foi tratado de forma diferenciada, classificados em níveis de gênero e espécie, quando possível. Essa estratégia possibilitou avaliar de forma mais acurada a representatividade deste grupo perante macrofauna como indicadores da qualidade ambiental na área em questão.

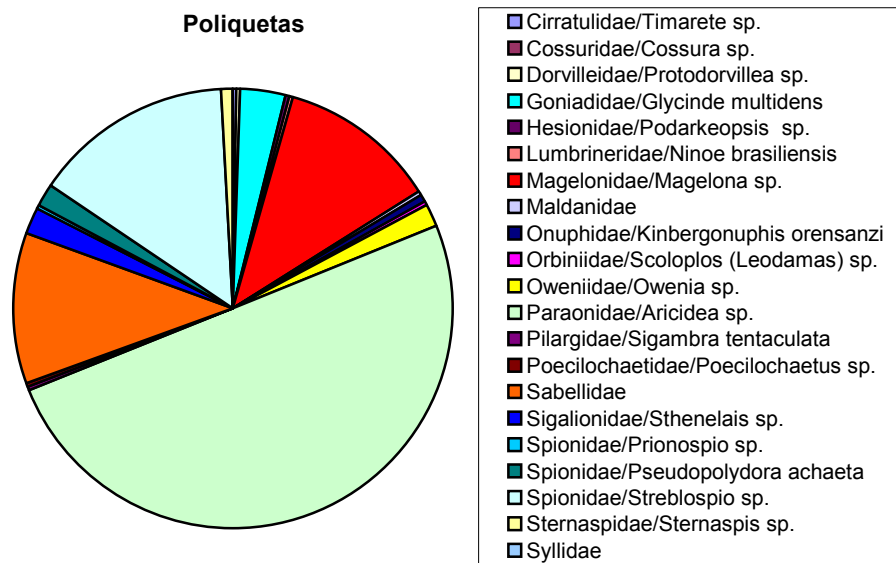
Gráfico 9.4-15 Porcentagem de poliquetas por ponto amostral



Na densidade relativa, poliquetas constituíram 65,4% da macrofauna total, distribuídos em 25 táxons e 22 famílias, ocorreram em todos os pontos amostrados e foram encontrados em porcentagens que variaram de 33,9% (amostra 1.2) até 79,9% (amostra 3.2), com uma média de $59,78 \pm 15,00\%$ de frequência.

Dentre os táxons de poliquetas mais abundantes, destaca-se a espécie *Aricidea* sp. (Paraonidae) nas amostras 3.2, 1.3 e 1.1 que totalizaram quase 48% do total de poliquetas coletados (**Gráfico 9.4-16**). A segunda espécie de poliqueta com maior contribuição no número de indivíduos foi o espionídeo *Streblospio* sp., com 14% do total (amostras 3.2 e 2.3).

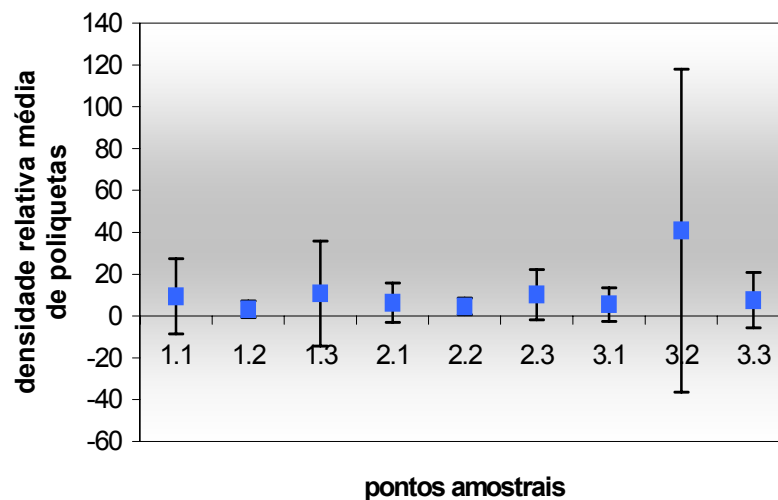
Gráfico 9.4-16 Abundância dos táxons de anelídeos poliquetas



A terceira espécie de poliqueta dominante foi o magelonídeo *Magelona* sp., nas amostras 3.3, 3.1, e 2.3, com cerca de 11% do total. Outro táxon que teve uma abundância considerável foi Sabellidae, que com 10,8% do total, esta família de poliquetas foi registrada principalmente na amostra 3.2. Os demais táxons foram responsáveis por pouco mais de 16% do total de poliquetas.

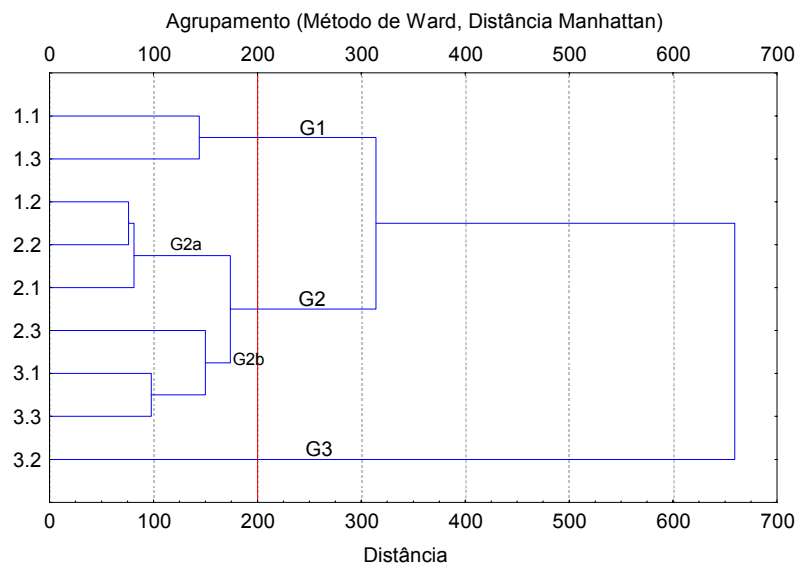
A maior densidade média foi encontrada na amostra 3.2, com 40,8 indivíduos/225 cm² ($\pm 77,28$), sendo influenciada pelo moderado número de espécies e elevada densidade de *Aricidea* sp., Sabellidae, e *Streblospio* sp., e a menor no ponto 1.2, com apenas 3 ind/225 cm² (**Gráfico 9.4-17**). Os desvios-padrão acompanharam o modelo verificado para as densidades médias.

Gráfico 9.4-17 Densidades médias e desvios-padrão de anelídeos poliquetas por ponto amostral



O dendrograma resultante da análise de agrupamento da matriz de distâncias, entre as 9 amostras (modo Q), utilizando a densidade absoluta da macrofauna bentônica, distinguiu três grupos principais (G1, G2 e G3; **Gráfico 9.4-18**). De um modo geral, o G1 apresentou composição específica bastante similar entre as amostras (1.1 e 1.3) agrupadas. Enquanto o G2 mostrou contribuições moderadas e pôde ser separado em dois subgrupos.

Gráfico 9.4-18 Dendrograma resultante da análise de agrupamento entre os pontos amostrais (modo Q), utilizando-se a densidade absoluta da macrofauna



O grupo G2 sendo formado pela quase totalidade dos pontos (6 amostras) mostrou contribuições moderadas e pôde ser subdividido em dois subgrupos: G2a e G2b. O G2a reuniu as amostras 1.2, 2.2 e 2.1. As amostras 1.2 e 2.2 foram reunidas, provavelmente, por apresentar riqueza relativamente baixa, enquanto a amostra 2.1 foi a que apresentou a menor riqueza e o menor índice de diversidade. O G2b agrupou as 3 amostras restantes (2.3, 3.1 e 3.3); este agrupamento foi formado pelas amostras com contribuição mais homogênea entre número de indivíduos e de espécies, o que pode ser verificado pelos altos valores de equitabilidade e, conseqüentemente, pela elevada riqueza e diversidade. O G3 foi formado pela amostra 3.2 que se manteve isolado devido a um elevado número de indivíduos do poliqueta *Aricidea* sp, o que contribuiu para a baixa diversidade e equitabilidade, embora a riqueza nesta amostra tenha sido um das mais altas.

9.4.2.3 Considerações gerais

Os dados apresentados refletem um momento que pode estar relacionado às condições ambientais reinantes no local na data de coleta. Ainda que possa não ser numericamente um retrato das condições mais comuns à área, a composição faunística deste ambiente retrata espécies que têm parte de seu ciclo vital dentro de áreas estuarinas. A escassez de trabalhos anteriores impede a uma avaliação mais conservadora de eventuais condições de desagregação das comunidades.

De um modo geral, dentre os representantes da comunidade macrofaunística bentônica, foi verificado neste estudo um padrão de dominância dos anélideos poliquetas, em todos os pontos amostrais, apresentando um retrospecto de indicação de ambientes enriquecidos organicamente de pelo menos uma ou mais espécies.

Uma espécie é considerada indicadora, com base em sua abundância e persistência em áreas impactadas. Sendo assim, muitos poliquetas têm sido comumente utilizados como indicadores de enriquecimento orgânico em programas de monitoramento ambiental. Mesmo com base num estudo pontual, não sazonal, como este, é possível inferir a presença de espécies indicadoras.

Revisões sobre o tema apontam espécies ou agrupamento de espécies macrobentônicas mais persistentes em ambientes impactados por enriquecimento orgânico (Pearson e Rosenberg, 1978). Algumas espécies de poliquetas cotadas por estes autores como dominantes em áreas poluídas foram encontradas neste estudo, um indicativo de perturbação do ambiente em questão.

O poliqueta paraonídeo *Aricidea* sp. foi a espécie mais abundante em toda a área estudada, seguido pelos nemátodos, outros poliquetas (*Streblospio* sp., *Magelona* sp., e Sabellidae) e o molusco gastrópoda *Bulla* sp. Outros táxons superiores, como cnidários, anelídeos clitelados (oligoquetas) e crustáceos foram bastante representativos, embora tenham ocorrido geralmente em baixas densidades. A maioria das espécies ocorreu em número inferior a 10 indivíduos. Os índices de diversidade, equitabilidade e riqueza da macrofauna bentônica, de um modo geral, foram moderados na área analisada: $H' = 3,779$; $E = 0,673$; 49 spp, considerando a diversidade máxima: $H'_{máx} = 5,615$ estimada pelo aplicativo Krebs. Embora a riqueza seja ligeiramente inferior no ponto AL02, a diversidade média mais baixa foi encontrada no ponto AL01. Mas, a maior riqueza, diversidade e equitabilidade proporcionalmente mais elevadas foram encontradas no ponto AL03.

Os resultados indicam que a área em questão é bastante impactada por enriquecimento orgânico, sendo que o sedimento arenoso encontra-se composto por mistura de detritos vegetais e conchíferos. O hidrodinamismo, determinado pela quantidade, intensidade e força das ondas e correntes, influencia diretamente na deposição da fração granulométrica e indiretamente na composição da comunidade macrofaunística. Um substrato heterogêneo propicia um maior número de micro-habitats, uma extensão de recursos alimentares e, conseqüentemente, a acomodação de um número maior de espécies.

Poliquetas tubícolas, como os representantes das famílias Sabellidae, foram observados principalmente no ponto AL03, indicando que o hidrodinamismo é relativamente baixo neste local. Sedimento arenoso é utilizado por esses diminutos animais na construção de seus delicados tubos membranosos. A coesão do material é realizada por uma secreção mucosa do próprio animal.

Os crustáceos, embora não tenham apresentado grandes valores de densidade, foram relativamente bem representados por indivíduos da subordem Caprellidea, com um total de 47 exemplares capturados na área estudada. Estes crustáceos foram mais abundantes nas amostras 1.1 e 1.2, de modo que se pode inferir que estas estações possam ser mais complexas em termos de micro-habitats, uma vez que esses animais são plenamente adaptados a um estilo de vida agregado a substratos complexos, como algas, briozoários, etc.

Das espécies de peixes que apresentaram maior importância nas capturas, o bagre *C. spixii* tem seu ciclo vital desenvolvido ao longo da região costeira, porém reproduz-se e recruta-se dentro dos estuários (Gurgel *et al.* 2000), da mesma forma do gerreídeo *Diapterus rhombeus*, como comentado por Oliveira (2001) e por Vendel e Chaves (2007). São espécies de baixo interesse comercial, ao contrário da corvina (*M. furnieri*), segunda espécie em desembarques no Estado de São Paulo e uma das cinco mais importantes no Sudeste-Sul, sendo capturada por diversas artes de pesca (emalhe, arrasto de portas, arrasto de parelha, espinhel de fundo, cerco e outras artes de pesca de aplicação mais artesanal) na região costeira. Apresenta boa aceitação no mercado devido ao preço acessível. Alimenta-se de presas bentônicas e recruta-se no estuário onde passa boa parte de sua vida (Isaac-Nahum 1989, Vazzoler 1991).

Segundo Dauer e Conner (1980), a elevada densidade de uma ou mais espécies pode estar relacionada ao aumento do recrutamento e da fecundidade e/ou uma diminuição na mortalidade, sendo que a disponibilidade alimentar pode afetar todos esses fatores. Do mesmo modo que a estabilidade das condições hidrodinâmicas pode prolongar o estabelecimento das espécies numa região, interferências antrópicas (lançamento de esgoto, derramamento de óleo e resíduos químicos) e naturais (sazonalidade, seca, chuvas) podem aumentar ou diminuir o número de espécies e indivíduos numa dada região. O despejo contínuo de material orgânico no sedimento pode levar a um Estado onde a fauna bentônica não sobrevive, nem mesmo as mais tolerantes - as oportunistas (Pearson e Rosenberg 1978).

A comparação entre os resultados aqui encontrados e aqueles referidos na literatura foi realizada com cautela, considerando a incompatibilidade de unidades utilizadas, heterogeneidade de técnicas e escalas de amostragem e diversidade das comunidades estudadas (Chardy e Clavier 1988). Em relação ao canal do Porto de Santos, pouco se conhece sobre a macrofauna bentônica de fundos inconsolidados, assim como a dinâmica populacional da fauna íctica que passa todo ou parte de seu ciclo vital dentro do estuário.

A maioria dos estudos macrofaunísticos realizados na Baixada Santista não é encontrada na literatura, já que, geralmente são restritos a relatórios técnicos voltados para uma finalidade específica, como a de atender às exigências de órgãos ambientais. Estudos certamente realizados na área estão confinados em relatórios diversos, nem sempre disponibilizados para consulta e comparação. Como exemplo, os únicos trabalhos publicados sobre a macrofauna bentônica foram realizados por Tommasi (1967) e Corbisier (1991). O foco do trabalho de Corbisier (*op. cit.*) foi o macrobentos de praias arenosas do sistema estuarino de Santos. Como praias arenosas e estuários são sistemas distintos, abrigando fauna peculiar, os resultados não podem ser equiparados. Já os resultados de Tommasi (1967) contribuem para o conhecimento faunístico e a distribuição das espécies na área referida. Foram identificadas 149 espécies, sendo 52 poliquetas (representando 46,9% da macrofauna total), 26 bivalves, 20 equinodermatas, 17 crustáceos, 14 gastrópodes, 4 cnidários e 16 entre nemátodas, nemertíneos, pantópodos, briozoários, enteropneustas e peixes. Estes autores encontraram o maior número de espécies de poliquetas (15 spp) na margem esquerda da entrada do canal, nas proximidades do Rio Icanhema, onde também verificou a maior riqueza (35 spp) e diversidade ($H' = 4.179$) quando comparado aos resultados deste estudo.

Apesar das análises da macrofauna bentônica levar ao indicativo de que a área estudada apresenta sensível impacto antrópico, o simples relato da presença de um determinado táxon de peixes não pode refletir as eventuais alterações ambientais que afetam as áreas estuarinas.

Com isso, os resultados das análises da fauna demersal e nectônica são apenas indicativos da presença de tais espécies no ambiente, devendo, no entanto, serem interpretados como provenientes de uma análise pontual – uma fotografia instantânea dos locais amostrados – não sendo representativos da diversidade íctica existente na região ao longo de um ciclo. Certamente outras espécies, não capturadas nestas amostragens se fazem presentes no ambiente em outras épocas do ano.

9.4.3 ÁREAS PROTEGIDAS NA REGIÃO DO EMPREENDIMENTO

A área de influência do empreendimento é reconhecida pela representatividade dos ecossistemas naturais e fragilidade dos solos principalmente na encosta da Serra do Mar. Também possui recursos hídricos de alta importância para o abastecimento da região metropolitana da Baixada Santista. Neste contexto, Estado e Municípios definiram um grande número de áreas protegidas que têm como finalidade a conservação dos recursos naturais, dos recursos hídricos para abastecimento público, e ainda, para proteger o patrimônio ambiental e paisagístico.

As Unidades de Conservação da região foram delimitadas e classificadas por legislação de proteção, que define as atividades e graus de uso para cada área protegida, ocorrendo com frequência sobreposição de instrumentos legais de proteção ambiental sobre uma mesma área.

Também são classificadas como áreas protegidas as chamadas áreas de preservação permanente (APP), definidas pela Lei Federal nº 4771/65 (Código Florestal) e Resolução Conama nº 303/02. As APPs são áreas especialmente protegidas pela legislação ambiental visando à conservação do solo, das águas, da paisagem, da fauna e da flora. Consistem faixas de preservação de vegetação estabelecidas ao longo dos cursos d'água, nascentes, reservatórios e em topos e encostas de morros, lembrando ainda que os manguezais também são considerados nesta categoria.

A seguir são apresentadas estas áreas de proteção para cada uma das esferas públicas; federal, estadual e municipal, cujas localizações são apresentadas no **Desenho 9.4-4 Unidades de Conservação e outros Espaços Protegidos**.

9.4.3.1 Territórios protegidos por Legislação Federal

A) RESERVAS DA BIOSFERA DA MATA ATLÂNTICA E DO CINTURÃO VERDE DA CIDADE DE SÃO PAULO

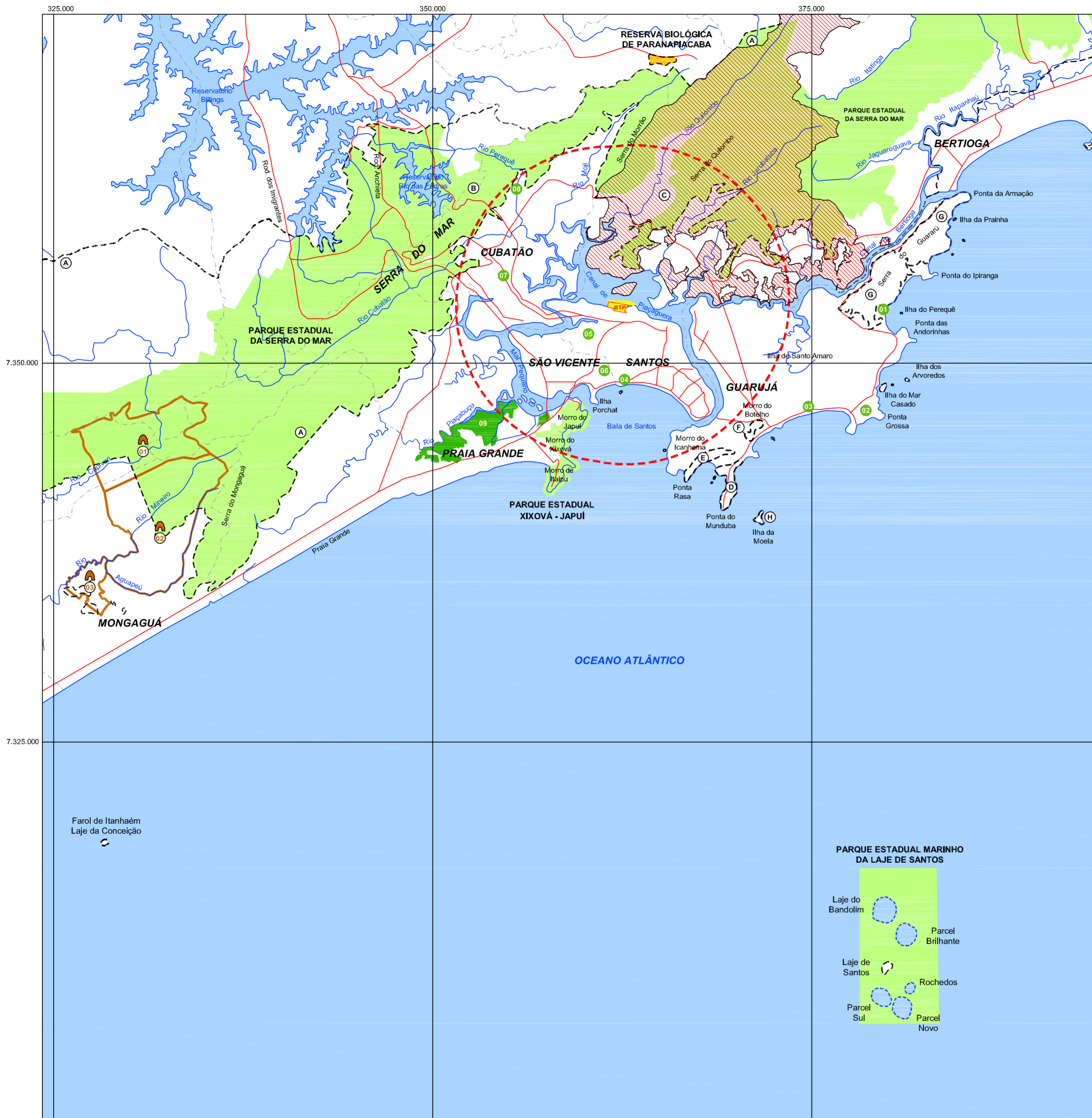
Entre 1991 e 1993, o programa internacional "Homem e Biosfera" da Unesco, atendendo solicitação do Governo Brasileiro, declarou e reconheceu a Mata Atlântica como Reserva da Biosfera, endossando sua situação de floresta tropical mais ameaçada do mundo. Envolve parte de 14 Estados brasileiros, compreendendo cerca de 5 dos 8 mil quilômetros de litoral, e estende-se por um número de aproximadamente 1.000 Municípios, abrangendo cerca de 290.000 km² do território nacional. Abriga os principais remanescentes de Mata Atlântica e ecossistemas associados, incluindo-se as ilhas oceânicas, que vão desde o Estado do Ceará até o Rio Grande do Sul.

No Estado de São Paulo, a RBMA possui a maior área contínua de Mata Atlântica e ecossistemas associados, tais como o manguezal, a vegetação de restinga, das ilhas costeiras, além de campos de altitude e outras formações vegetais de transição. Inclui também o Vale do Paraíba, Serra da Mantiqueira, Região Metropolitana de São Paulo, Serra do Mar e de Paranapiacaba além de todo o litoral do Estado, incluindo o Vale do Ribeira de Iguape (SMA, 2000).

A Reserva da Biosfera do Cinturão Verde da Cidade de São Paulo está também integrada à Reserva da Biosfera da Mata Atlântica e, portanto, é reconhecida pela Unesco, tendo nascido de um processo independente (SMA, 2000).

B) ÁREAS COSTEIRAS

Os ecossistemas costeiros, devido à sua fragilidade e necessidade de conservação, estão resguardados pela Constituição Brasileira (art. 225, parágrafo 4º), que se refere à Zona Costeira, entre outros ambientes, como patrimônio nacional. Uma das primeiras legislações a proteger os ecossistemas costeiros, como a vegetação de restinga associada a manguezais e dunas, classificadas como áreas de preservação permanente, foi o Código Florestal Brasileiro (Lei nº 4.771/65).



UNIDADES DE CONSERVAÇÃO AMBIENTAL

- Parque Estadual
- Reserva Biológica de Paranapiacaba
- APA de Santos (continental)
- Áreas Naturais Tombadas

Áreas Municipais

- A - Serras do Mar e de Paranapiacaba
- B - Caminho do Mar
- C - Vale do Quilombo
- D - Morro do Munduba e Morro do Pinto
- E - Morro do Icanhema
- F - Morro do Botelho
- G - Serra do Guarani
- H - Ilha da Moela

Áreas Municipais

- 01 - Parque Ecológico Chico Mendes - Guanujá
- 02 - Reserva Ecológica do Morro do Sorocoluba - Guanujá
- 03 - Parque Portal - Guanujá
- 04 - Orquidário de Santos
- 05 - Jardim Botânico de Santos
- 06 - Parque Ecológico do Voturua - São Vicente
- 07 - Parque Municipal Colômbia-Pará - Cubatão
- 08 - Parque Ecológico do Rio Perequê - Cubatão
- 09 - Parque Municipal Piaçabuçu - Praia Grande

TERRAS INDÍGENAS

- 01 - Rio Branco
- 02 - Guarani do Aguapeú
- 03 - Itaóca

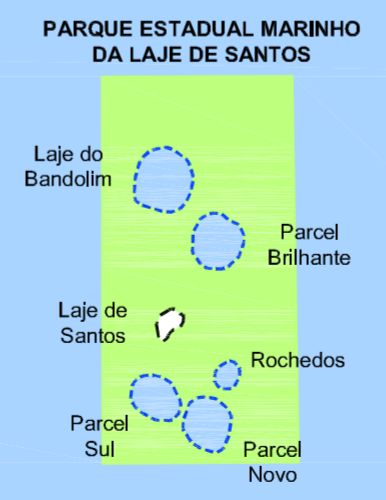
Legend:

- Buffer de 10 km medido a partir do limite da Área Diretamente Afetada - ADA
- Divisa Municipal
- Área Diretamente Afetada - ADA

Scale: 0 2 4 6 8 10 km

Projection: UTM
Datum Horizontal: SAD-69

References:
 SMA/SP - Atlas das Unidades de Conservação do Est. de S. Paulo, 2000
 IGC/SP - Folhas Cubatão, Iha dos Bagres, S. Vicente II e Santos, 1:10.000, 1988
 IBGE - Folhas Santos e Riacho Grande, 1:50.000, 1984
 IGG - Folha Bertiooga, 1:50.000, 1971
 Pref. Mun. Santos - Mapeamento Área Insular, 1:1.000, 2003
 DNIT - Mapa de Transportes do Est. S. Paulo, Regional DR-6, 1:250.000, 2003
 DNH - Carta Náutica 1711, Proximidade do Porto de Santos, 1:80.000, 1998



A Lei do Plano de Gerenciamento Costeiro (Lei nº 7.661/88) estabeleceu pela primeira vez a definição de praia, classificada como bem de uso comum do povo, com grandes restrições à ocupação com edificações de caráter permanente. Estabelece também um conjunto de diretrizes nacionais para a conservação e uso sustentável dos recursos naturais e ecossistemas costeiros. As Resoluções do Conselho Nacional do Meio Ambiente (Conama); Portarias do Ibama e Resoluções da Comissão Interministerial para os Recursos do Mar (CIRM), regulamentam as leis acima citadas de forma a assegurar a proteção e uso sustentável dos recursos naturais e as áreas em questão.

A Zona Costeira é o ambiente onde se encontra a maioria das formas de vida marinha e onde existem os manguezais, ecossistema de grande importância na cadeia alimentar e na produção de vida com relação direta ao consumo humano de pescado. É o local onde o mar sofre diretamente as consequências da poluição urbana e industrial. Além disso, a Zona Costeira é considerada "patrimônio nacional", devendo, portanto, ser utilizada visando à preservação do meio ambiente.

A Lei nº 7.661, de 16 de maio de 1988, instituiu o Plano Nacional de Gerenciamento Costeiro (PNGC), que definiu em seu art. 2º, parágrafo único, a Zona Costeira como "o espaço geográfico de interação do ar, do mar e da terra, incluindo seus recursos renováveis ou não, abrangendo uma faixa marítima e outra terrestre, que serão definidas pelo Plano". O art. 3º, inciso I, da referida lei dá prioridade à conservação e proteção, em caso de zoneamento, entre outros, aos manguezais, prevendo inclusive sanções como interdição, embargos e demolição (art. 6º), além das penalidades do art. 14, da Lei nº 6.938/81, que instituiu a Política Nacional do Meio Ambiente. O Plano de Gerenciamento Costeiro foi aprovado pela Resolução nº 1, de 21 de novembro de 1990, da CIRM e pelo Conama.

Segundo o relatório do BDT – Banco de Dados Tropicais (BDT, 2000) "Áreas Prioritárias para a Conservação da Biodiversidade da Zona Costeira e Marinha", o perfil de entorno dos estuários, baías e lagoas costeiras do Sudeste constituem-se de formações intrinsecamente frágeis. Devido ao seu complexo dinamismo e às suas conformações e dimensões, esses ambientes, quando alterados por distúrbios naturais ou antropogênicos, podem acarretar em danos irreversíveis para o sistema, comprometendo as importantes funções que realizam.

A região Sudeste é a de maior densidade demográfica e constitui o maior pólo econômico e industrial do país. Destaca-se o eixo Rio de Janeiro-São Paulo, que por sua localização próxima à zona costeira, exerce uma influência direta nos ecossistemas aquáticos, como pressão desestabilizadora. Associado a isso, destaca-se a urbanização descontrolada, os portos (fontes reais e potenciais de poluição química), os terminais petrolíferos, as atividades de cultivo aquático (inclusive com a introdução de espécies exóticas) e o aporte de águas fluviais contendo fertilizantes e defensivos agrícolas. Três locais podem ser considerados como extremamente perturbados: baías de Santos, Guanabara e Vitória, além de outros que se encontram em nível crescente de impacto (BDT, 2000).

A Baixada Santista, principalmente as praias de São Vicente a Santos (São Paulo) são áreas consideradas de extrema importância biológica e por isso, prioritárias para conservação da biodiversidade dos estuários, manguezais e lagoas costeiras (BDT, 2000).

Segundo o Ministério do Meio Ambiente (MMA, 2002 e BDT, 2000) a Baía de Santos é considerada prioritária para a conservação de teleosteos demersais e pequenos pelágicos (região contida entre Ponta do Itaipu e a Ilha da Moela, até 10m de profundidade). Toda a região de plataforma continental adjacente é considerada de alta importância biológica na conservação de elasmobrânquios. A região do Município do Guarujá até o Município de São Vicente, englobando a região de Santos, é considerada de grande importância biológica em virtude da diversidade de ambientes, entre os quais estuários, praias e costões rochosos e também por ser local de criadouro e de desova de organismos marinhos.

Segundo a Lei do Sistema de Unidades de Conservação (Lei no 9.985/00), as ilhas oceânicas e costeiras destinam-se prioritariamente à proteção da natureza e sua distinção para fins diversos deve ser precedida de autorização do órgão ambiental competente.

C) ÁREAS DE PRESERVAÇÃO PERMANENTE

Na região do empreendimento observam-se as seguintes APPs: faixa marginal de 50 metros ao longo do Rio Sabó (AID) no trecho próximo à desembocadura no canal de Piaçaguera e uma estreita faixa de manguezal junto ao canal de Piaçaguera (ADA).

9.4.3.2 Territórios protegidos por Legislação Estadual

As áreas protegidas pelo Estado de São Paulo na região são: Parque Estadual da Serra do Mar (PESM), Parque Estadual do Xixová-Japuí, Parque Estadual Marinho da Laje de Santos, Reserva Biológica do Alto da Serra de Paranapiacaba, Área Natural Tombada da Serra do Mar e Paranapiacaba e Área Natural Tombada do Vale do Quilombo.

A) PARQUE ESTADUAL DA SERRA DO MAR

O Parque Estadual da Serra do Mar foi criado pelo Decreto Estadual nº 10.251, de 30 de agosto de 1977, incorporando uma série de reservas já existentes. Estende-se do litoral norte do Estado, a partir da divisa com o Rio de Janeiro até Peruíbe e Pedro de Toledo, no litoral sul, envolvendo os Municípios litorâneos: de Ubatuba, Caraguatatuba, São Sebastião, São Vicente, Bertioga, Santos, Cubatão, Praia Grande, Mongaguá, Itanhaém e Peruíbe, além dos vários outros situados no Planalto Atlântico (Juquitiba, Pedro de Toledo, São Paulo, São Bernardo do Campo, Santo André, Embu Guaçu, Rio Grande da Serra, Mogi das Cruzes, Suzano, Biritiba-Mirim, Salesópolis, Paraibuna, Natividade da Serra, São Luís do Paraitinga e Cunha).

Com área total de 315.390 ha, engloba as escarpas e alguns promontórios da Serra do Mar, porções do Planalto Atlântico e segmentos restritos de planícies costeiras. O Parque Estadual da Serra do Mar é o mais extenso parque paulista e, também, é a Unidade de Conservação com maior área de Mata Atlântica. Possui 8 núcleos de desenvolvimento: Pilões-Cubatão, Curucutu, Pedro de Toledo, Pinguaba, Cunha, Santa Virgínia, Caraguatatuba e o núcleo de São Sebastião.

Sendo uma Unidade de Conservação regida por Decreto Estadual específico, constitui área especialmente protegida não sendo permitida qualquer atividade ou ocupação que não seja determinada em seu Plano de Manejo, visando à preservação da Mata Atlântica.

B) PARQUE ESTADUAL DO XIXOVÁ-JAPUÍ

O Parque Estadual Xixová-Japuí, criado pelo Decreto Estadual nº 37.536, de 27 de setembro de 1993, é uma Unidade de Conservação administrada pelo Instituto Florestal, com 901 ha, distribuídos nos Municípios de São Vicente (347 ha) e Praia Grande (554 ha), sendo 600 ha em terra e o restante em faixa marítima, em uma faixa de 250 metros além da linha de costa, contornando todo o costão rochoso que circunda o parque (São Paulo, 1997a). Possui um maciço rochoso isolado coberto por florestas de Mata Atlântica que recebe quatro denominações para cada um de seus topos: Prainha, Japuí, Xixová e Itaipu.

Essa Unidade de Conservação possui características únicas do ponto de vista natural, paisagístico e histórico-cultural, abrigando um dos mais conservados fragmentos de Mata Atlântica na Baixada Santista. Ele encontra-se destacado da Serra do Mar e localizado à beira-mar, sendo responsável pela proteção da biodiversidade remanescente, em uma região bastante atingida pelos impactos ambientais resultantes da ocupação urbana, industrialização e atividades portuárias (Oliva, 2003).

O gradiente altitudinal do Parque varia da cota altimétrica 0m (nível do mar) até 293 m (Morro do Xixová). Os Morros do Japuí e do Itaipu apresentam respectivamente, 226 m e 172 m de altitude (São Paulo, 1997a).

Segundo a classificação de Köppen, o Parque está inserido numa região de transição entre os climas Tropical e Subtropical Umido, com temperatura média de 22°C e índice de pluviosidade média anual de 2.350 mm. Encontra-se recoberto, predominantemente pela Floresta Ombrófila Densa Atlântica Sub-Montana e de Terras Baixas, vegetação de praia e restinga e vegetação associada aos costões rochosos (Oliva, 2003).

No que se refere à fauna, a Praia de Paranapuã do PEXJ é considerada área de pouso, reprodução e alimentação de aves migratórias como o trinta-réis-real, o trinta-réis-de-bico-vermelho, o trinta-réis-de-bico-amarelo, o trinta-réis-de-coroa-branca, o gavião e a batuíra-de-coleira.

C) PARQUE ESTADUAL MARINHO DA LAJE DE SANTOS

O Parque Marinho da Laje de Santos está localizado a 45 km da costa (45°19' S e 46°10' W), e é considerado um dos melhores pontos de mergulho do litoral brasileiro, com profundidade variando de 18 a 40 metros e visibilidade que pode chegar a 40 metros. A área total do Parque é de 5.000 ha.

É formado por um aglomerado rochoso que tem ligação com a serra do Mar, um dos últimos espigões em alto mar. A rocha é granítica e possui aproximadamente 60 milhões de anos. O parque inclui rochedos, parcéis (rochas submersas) e a laje (definição para rochedo marinho sem vegetação) que tem formato semelhante ao de uma baleia. Possui 55 m de comprimento, 33 m de altura e 185 m de largura, e abriga milhares de aves, entre as quais o atobá, e um farol de sinalização da Marinha. Há, ainda, no parque um parcel de âncoras e um conjunto dessas peças que ficou preso nos corais em volta da rocha; a Ilha de Calhaus, a um quilômetro da laje, com grutas que formam labirintos submersos; e pesqueiros naufragados.

A laje passou a ser protegida a partir de 1993, por dois biólogos santistas e o governador Fleury aprovou o Decreto nº 37.537, em 27 de setembro de 1993. A pesca é rigorosamente proibida. Toda a área registra incidência de baleias franca e bryde. O local tem grande importância como zona de pouso, alimentação e reprodução de um total de 12 espécies de aves marinhas, tanto migratórias como residentes. Dentre estas, destacam-se quase mil pares de atobás marrons, conhecidos como alcatrazes ou mergulhões. Quando se sentem ameaçados, os pais abandonam os ninhos com os filhotes à ação do sol e predadores, motivo pelo qual a aproximação humana deve ser evitada. Ainda se reproduzem no parque aves migratórias como o grupo trinta-réis, que aparece de julho a outubro. Aves pelágicas ou de mar aberto, classificadas como visitantes de além-mar, não procriam no Brasil, mas visitam a laje nos meses de inverno. Possuem grande porte, como o albatroz-de-sobrancelha e o albatroz-de-nariz-amarelo.

D) ESTAÇÃO BIOLÓGICA DO ALTO DA SERRA DE PARANAPIACABA

Administrada pelo Instituto de Botânica do Estado de São Paulo, localiza-se no complexo da Serra do Mar em um trecho do Planalto Atlântico, no Município de Santo André, com área de 336 ha e relevo tipicamente montanhoso, constituído por rochas cristalinas, com declividade ao redor de 65% e altitudes de 750 a 850 m. É coberta pela Floresta Atlântica de encosta, a qual é parte integrante do ecossistema de Mata Atlântica (SMA, 2000).

A Reserva foi criada em 1909 por Hermann Von Ihering, como reserva particular, para preservar florestas e campos nativos; em 1913, foi adquirida pelo governo estadual. Conhecida na época como Parque Cajuru e Estação Biológica, seus limites estendiam-se entre as estações ferroviárias de Campo Grande e Alto da Serra, esta junto à Vila de Paranapiacaba. Posteriormente, a área original foi ampliada pela doação de uma gleba junto à antiga entrada, feita pela São Paulo Railway Company e aquisição de uma outra pertencente ao Sr. Manuel Augusto Alfaya. Na década de 1970, a Reserva perdeu quase 25 ha com a construção da Rodovia SP-122 e, em 1982, com seus 336 ha, passou a ser chamada de Reserva Biológica do Alto da Serra de Paranapiacaba.

Hoehne descreveu a fisionomia da vegetação, coletou e estudou inúmeras espécies vegetais, especialmente as orquídeas, várias delas novas para a ciência. A coleção de Paranapiacaba inclui 42 tipos nomenclaturais, dos quais 24 são de espécies de orquídeas. Outros estudiosos, como Brade, Edwall, Gehrt, Handro, Luederwaldt, Mattos, Usteri, também contribuíram para o registro da flora local no herbário de Instituto de Botânica. A maioria desses botânicos utilizou a ferrovia para descer nas estações de Campo Grande e Alto da Serra, e efetuar suas coletas nas áreas de florestas e campos das redondezas que iriam constituir, em 1909, o Parque Cajuru.

A vegetação da Reserva de Paranapiacaba vem sofrendo as conseqüências das atividades antrópicas praticadas desde a época anterior à colonização, através da retirada de madeira, musgos, samambaias e plantas decorativas. Mesmo depois de ter sido declarada uma Reserva, o extrativismo nunca deixou de existir, especialmente após a abertura da Rodovia SP-122, na década de 1970, e o avanço da urbanização. Todavia, a implantação do complexo siderúrgico e petroquímico em Cubatão, na década de 1950, foi o principal responsável pelo violento processo de degradação da cobertura vegetal da Serra do Mar, em Cubatão e na Reserva de Paranapiacaba. Atualmente, o melhor controle das emissões dos poluentes tem possibilitado a recuperação da Mata Atlântica.

E) ÁREA NATURAL TOMBADA DA SERRA DO MAR E DE PARANAPIACABA

O tombamento da Serra do Mar foi instituído pela Resolução SC 40/1985, com o objetivo prioritário de articular e consolidar as múltiplas iniciativas do poder público, que criou inúmeros espaços protegidos ao longo dessa região. Esse conjunto regional foi tombado por apresentar grande valor geológico, geomorfológico, hidrológico e paisagístico, e por oferecer condições de formar um banco genético de natureza tropical, dotado de ecossistemas representativos em termos faunísticos e florísticos. Administrada pela Secretaria da Cultura, com uma área de superfície aproximada de 1,3 milhão ha, abrangendo os Municípios de Bertioga, Cubatão, Itanhaém, Mongaguá, Peruíbe, Praia Grande, Santos e São Vicente, é também uma região capaz de funcionar como espaço serrano regulador para manutenção da qualidade ambiental e dos recursos hídricos da região litorânea.

F) ÁREA NATURAL TOMBADA VALE DO QUILOMBO

Situada no Município de Santos, a Área Natural Tombada Vale do Quilombo foi estabelecida pela Resolução da Secretaria do Estado da Cultura 60/1988. Esta área encontra-se em microbacia situada na AID do empreendimento, possuindo 1.323 ha de área.

9.4.3.3 TERRITÓRIOS PROTEGIDOS POR LEGISLAÇÃO MUNICIPAL

A) MUNICÍPIO DE SANTOS

JARDIM BOTÂNICO MUNICIPAL DE SANTOS "CHICO MENDES"

O Jardim Botânico de Santos passou a denominar-se Chico Mendes em 1989, sendo anteriormente reconhecido como Horto Municipal. Em 1994 foi intitulado "Jardim Botânico Municipal de Santos". Possui 9 ha, abrigando canteiros de mudas, estufas, sementeiras, mantendo mais de 300 espécies cultivadas no local, algumas em extinção, como pau-brasil, cedro e mogno.

PARQUE ZOOBOTÂNICO ORQUIDÁRIO MUNICIPAL DE SANTOS

Inaugurado em 1945, é um parque zoobotânico com 2,22 ha que mistura características de belos jardins e aspectos de matas naturais. Dispõe de uma floresta urbana e exuberante, cuidadosamente plantada e cultivada, em particular com espécies da Mata Atlântica, além de estufa com uma coleção de centenas de orquídeas. Toda essa vegetação atrai inúmeros pássaros como tucanos, gaviões, araras e pavões. Na área central há um lago de 1.180 m² que recebe aves aquáticas e migratórias. O Orquidário também possui animais silvestres, grande parte dos quais vive solta pelo parque. Entre as espécies da fauna, há algumas raras e ameaçadas de extinção, como macacos-aranha, macucos, guarás, jacuguaçus, micos-leões-dourados e saúns.

ÁREA DE PROTEÇÃO AMBIENTAL DA ÁREA CONTINENTAL DE SANTOS

A APA da Área Continental de Santos é uma APA municipal estabelecida pela Lei Complementar 359, de 23 de novembro de 1999, que visa a preservação, conservação e proteção do meio ambiente, bem como a preservação de sua qualidade para o uso racional dos recursos ambientais, garantindo assim o desenvolvimento sustentável da região. Envolve uma área relativamente grande, abrangendo as Ilhas Duas Barras, dos Bagres e Barnabé. Dividida em 4 Zonas (de Uso Especial; de Preservação; de Conservação; e de Uso Agropecuário), é bastante diversa quanto ao uso do solo, indo desde a preservação integral dos recursos naturais, até o uso racional e sustentável dos mesmos (Lei Complementar 359/99). A APA da Área Continental de Santos não possui um Conselho Gestor nem um Plano de Manejo, estando a unidade sob a responsabilidade da Prefeitura de Santos.

B) MUNICÍPIO DE SÃO VICENTE

PARQUE ECOLÓGICO VOTURUÁ

Constitui o antigo Horto Municipal de São Vicente, sendo transformado em Parque Ecológico em 1991, através do artigo 275 da Lei Orgânica do Município. Com entrada pela Rua Catalão nº 620, abrange uma área de 85 ha, abrigando diversas aves e animais exóticos, além de contar com uma das últimas reservas de Mata Atlântica na região.

C) MUNICÍPIO DE CUBATÃO

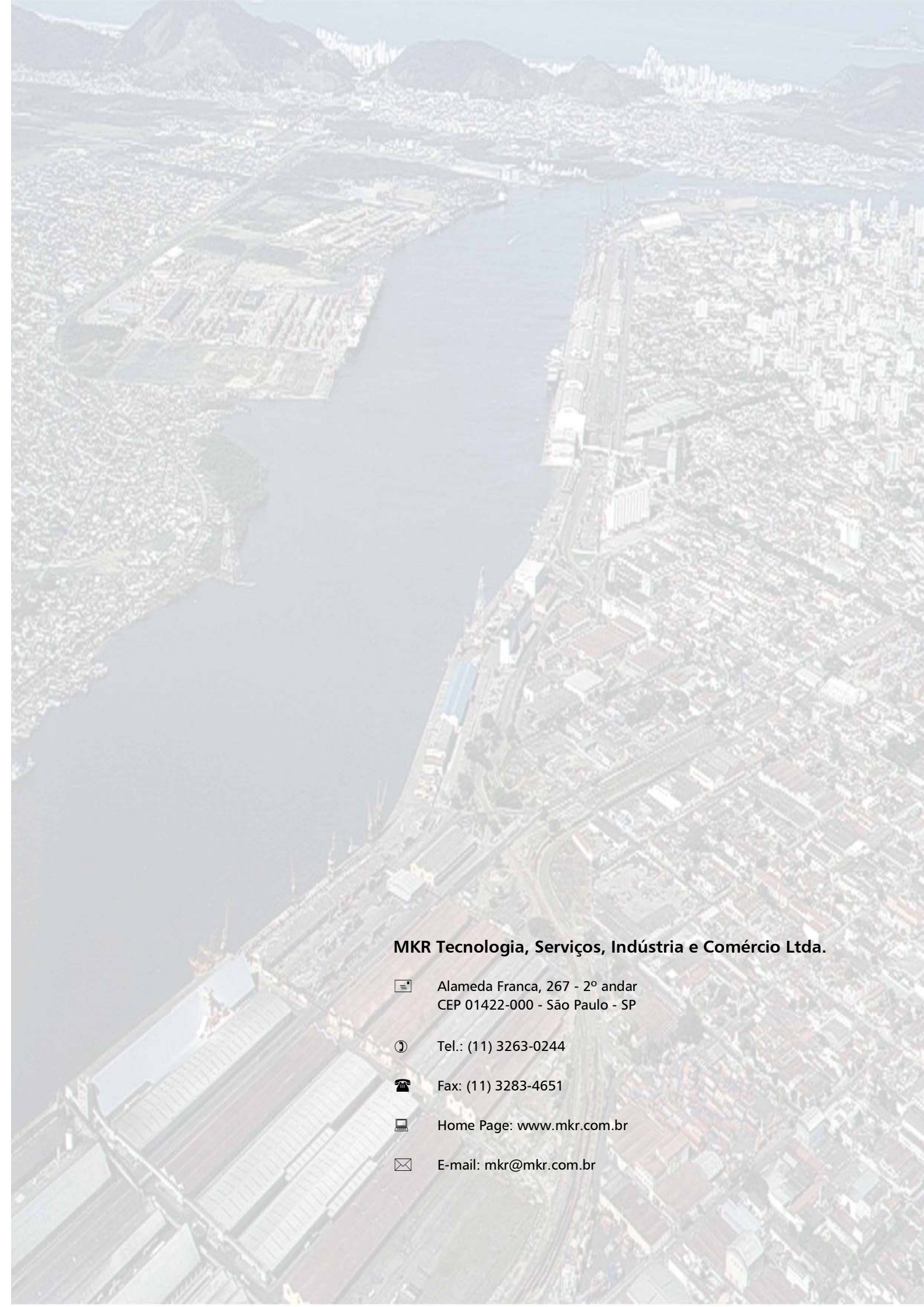
PARQUE MUNICIPAL COTIA-PARÁ

Com 84 ha e próximo ao centro da cidade, situado às margens da via Anchieta entre os quilômetros 55 e 56, é destinado à recreação, educação ambiental e pesquisa científica. Criado pela Lei Municipal 1.317 de 26 de abril de 1982 e regulamentado pelo Decreto Municipal 4.962 de 04 de abril de 1987. Possui um zoológico e viveiros de pássaros e plantas, dentre eles alguns ameaçados de extinção, além de áreas de lazer para a população e um Núcleo de Educação Ambiental (Programa Guará-Vermelho, 2006).

D) GUARUJÁ

PARQUE ECOLÓGICO DO RIO PEREQUÊ

Em área de 2,3 ha na beira do Rio Perequê, próximo ao centro da cidade, está dividido entre uma área de preservação do ambiente natural, com características de Mata Atlântica, em que são permitidas apenas atividades de pesquisa e educação ambiental, e outra destinada à recreação da população local. Nesta parte, foram implantadas estruturas de lazer como playground, cantina, sanitários, quiosques, duchas naturais, churrasqueiras, mesas, quadras, trilhas, etc. Este Parque está localizado no sopé da Serra do Mar, sendo o acesso feito pela estrada Piaçaguera-Guarujá, próximo às indústrias.



MKR Tecnologia, Serviços, Indústria e Comércio Ltda.

☰ Alameda Franca, 267 - 2º andar
CEP 01422-000 - São Paulo - SP

📞 Tel.: (11) 3263-0244

☎ Fax: (11) 3283-4651

🌐 Home Page: www.mkr.com.br

✉ E-mail: mkr@mkr.com.br

GRUPO MKR - Consultoria, Serviços e Tecnologia

Alameda Franca, 267 - conj. 22/23/24 - Jardim Paulista
São Paulo - SP CEP 01422-000
Fone (11) 3263 0244

BRASIL TERMINAL PORTUÁRIO

Rua Brás Cubas, 37 - conj. 101/102/103 - Centro
Santos - SP CEP 11013-161
Fone (13) 3222 4554