

CENTRO PORTUÁRIO INDUSTRIAL NAVAL OFFSHORE DE SANTOS

COMPLEXO BAGRES

Estudo de Impacto Ambiental

Volume 3



SUMÁRIO

VOLUME 1

CAPÍTULOS

1.	APRESENTAÇÃO	1
1.1	IDENTIFICAÇÃO DO EMPREENDEDOR E DOS RESPONSÁVEIS PELO ESTUDO DE IMPACTO AMBIENTAL .	3
1.1.1	Identificação do empreendedor	3
1.1.2	Empresa responsável pela elaboração do EIA/RIMA	3
1.1.3	Equipe responsável pela elaboração do EIA	4
1.1.4	Declaração de Participação	8
1.1.5	Anotação de Responsabilidade Técnica	9
2.	OBJETO DO LICENCIAMENTO AMBIENTAL	1
3.	HISTÓRICO DO EMPREENDIMENTO	1
3.1	HISTÓRICO DA OCUPAÇÃO DA ÁREA DE INTERESSE	1
3.2	PASSIVO AMBIENTAL	1
4.	JUSTIFICATIVA DO EMPREENDIMENTO	1
4.1	INTRODUÇÃO	1
4.2	JUSTIFICATIVA PARA AS DIVERSAS ÁREAS DO EMPREENDIMENTO	3
4.2.1	Infraestrutura de reparos navais no Brasil e em Santos	3
4.2.2	Módulos para plataformas	4
4.2.3	Cluster de apoio ao estaleiro e a base offshore	4
4.2.4	Infraestrutura para recepção e tratamento de lastro de navios, limpeza de tanques, armazenamento e movimentação de granéis líquidos	5
4.2.5	Base de apoio às atividades offshore e movimentação de carga geral	6
4.2.6	Áreas para armazenamento e movimentação de granéis sólidos	7
5.	ALTERNATIVAS LOCACIONAIS E TECNOLÓGICAS	1
5.1	ALTERNATIVAS LOCACIONAIS	1
5.1.1	Definição Locacional no Contexto Regional	2
5.1.2	Seleção de Alternativas na área portuária de Santos	5
5.1.3	Alternativas de Ocupação do Local Selecionado - Ilha dos Bagres	15
5.1.4	Alternativas de Acesso Viário	17
5.2	ALTERNATIVAS TECNOLÓGICAS	21
5.2.1	Alternativa Adotada para Construção do Aterro	21
5.2.2	Tecnologia Adotada para as Fundações	22
5.2.3	Tecnologia Adotada para Dragagem	22
5.2.4	Tecnologia para Construção de Píeres e Diques	23
5.3	ALTERNATIVA DE NÃO REALIZAÇÃO DO EMPREENDIMENTO	25
6.	CARACTERIZAÇÃO DO EMPREENDIMENTO	1
6.1	INFORMAÇÕES GERAIS	1
6.1.1	Localização Geográfica e Acessos	4
6.1.2	Descrição Geral do Empreendimento	6

6.2	FASE DE IMPLANTAÇÃO	36
6.2.1	Descrição Geral das Atividades de Construção	36
6.2.2	Balanço de Materiais	53
6.2.3	Utilização de Equipamentos e Veículos para a Obra	54
6.2.4	Estimativa de Tráfego	54
6.2.5	Mão de Obra Prevista	54
6.2.6	Normas e Procedimentos para a Saúde e Segurança do Trabalho	55
6.2.7	Cuidados Ambientais Específicos Durante a Obra	55
6.2.8	Cronograma de Implantação	59
6.2.9	Investimentos Previstos e Origem dos Recursos	61
6.3	FASE DE OPERAÇÃO	61
6.3.1	Descrição da Etapa de Operação do Empreendimento	61
6.3.2	Movimentação de Embarcações	83
6.3.3	Transporte Terrestre Rodoviário ao Complexo Bagres	83
6.3.4	Mão de obra Prevista para a Operação	84
6.3.5	Sistemas de Infraestrutura para a Operação do Complexo Bagres	85
6.3.6	Infraestrutura de Segurança Operacional	86
6.3.7	Ações Para Desativação	86
7.	LEGISLAÇÃO AMBIENTAL APLICÁVEL	1
7.1	QUESTÃO AMBIENTAL	1
7.2	LICENCIAMENTO AMBIENTAL	2
7.3	LEGISLAÇÃO ESPECÍFICA	4
7.4	RECURSOS HÍDRICOS	5
7.5	DRAGAGEM	9
7.6	EMISSÕES ATMOSFÉRICAS E QUALIDADE DO AR	10
7.7	POLUIÇÃO SONORA	12
7.8	RESÍDUOS SÓLIDOS	13
7.9	MANUSEIO E TRANSPORTE DE PRODUTOS QUÍMICOS E PERIGOSOS	14
7.10	FLORA	18
7.11	FAUNA	20
7.12	PESCA	21
7.13	PATRIMÔNIO HISTÓRICO, ARTÍSTICO, ESPELEOLÓGICO E PAISAGÍSTICO	21
7.14	USO E OCUPAÇÃO DO SOLO	24
8.	PLANOS E PROJETOS COLOCALIZADOS	1
8.1	INTRODUÇÃO	1
8.2	ATIVIDADES PORTUÁRIAS	1
8.2.1	Administração Portuária	1
8.2.2	Aprofundamento do canal de navegação e bacias de evolução do Porto Organizado de Santos	4
8.2.3	Terminal Portuário Embraport	5
8.2.4	Complexo Portuário Barnabé-Bagres	5
8.2.5	Terminal Marítimo do Guarujá (Termag) e Terminal de Granéis do Guarujá (TGG)	6
8.2.6	Terminal de contêineres - Conceiçãozinha e Prainha	6
8.2.7	Terminais NST e Itamaraty 12A	6
8.2.8	Ampliação do Tecondi	7
8.2.9	Brasil Terminal Portuário - BTP	7
8.2.10	Brites	7

8.3	SISTEMA VIÁRIO E INFRAESTRUTURA DE TRANSPORTES	8
8.3.1	Ferroanel	10
8.3.2	Rodoanel	12
8.3.3	Aeroporto Civil Metropolitano	13
8.3.4	Avenida Perimetral Portuária	14
8.3.5	Recuperação das vias férreas das margens esquerda e direita	16
8.3.6	Sistema Integrado Metropolitano da Baixada Santista	16
8.3.7	Nova Ligação Santos-Guarujá	18
8.3.8	Aumento do transporte de cabotagem	19
8.4	POLÍTICAS DE PROTEÇÃO AMBIENTAL	19
8.4.1	Zoneamento ecológico-econômico da Baixada Santista	19
8.4.2	Planejamento Ambiental Estratégico das Atividades Portuárias, Industriais, Navais e Offshore no Litoral Paulista - PINO	20
8.5	OUTROS PROJETOS	21
8.5.1	Projeto Marina Porto de Santos	21
8.5.2	Carbochloro S.A. Indústria Química	21
8.5.3	Ampliação da Cosipa (atual Usiminas)	22
8.5.4	Otimização do transporte de carga entre o planalto e a Baixada Santista	22
8.5.5	Dragagem do canal de Piaçaguera	22
8.5.6	Operação com contêineres da América Latina Logística	22
8.5.7	Terminal Multimodal Teval	22
8.5.8	Aeroporto de carga em Praia Grande	23
8.5.9	EcoPátio	24
8.5.10	Pólo Tecnológico Portuário e Industrial da Região Metropolitana da Baixada Santista ..	27
8.6	O EMPREENDIMENTO NO CONTEXTO DOS PLANOS E PROJETOS	27

VOLUME 2

CAPÍTULOS

9.	DIAGNÓSTICO AMBIENTAL	1
9.1	INTRODUÇÃO	1
9.2	DEFINIÇÃO DAS ÁREAS DE ESTUDO E DE INFLUÊNCIA	1
9.2.1	Critérios Gerais	1
9.2.2	Definição das Áreas de Estudo	2
9.2.3	Identificação das Áreas de Influência	3
9.3	DIAGNÓSTICO AMBIENTAL DO MEIO FÍSICO	7
9.3.1	Clima	7
9.3.2	Qualidade do ar	16
9.3.3	Ruído e Vibração	35
9.3.4	Geologia	50
9.3.5	Geomorfologia	92
9.3.6	Pedologia	124
9.3.7	Geotecnia	132

VOLUME 3**CAPÍTULOS**

9.3.8	Recursos Hídricos	181
9.3.9	Qualidade dos sedimentos e dragagem	279
9.3.10	Modelagem Numérica da Hidrodinâmica e do Transporte de Sedimentos	356
9.3.11	Modelagem do descarte de efluentes	364

VOLUME 4**CAPÍTULOS**

9.4	DIAGNÓSTICO AMBIENTAL DO MEIO BIÓTICO	366
9.4.1	Meio biótico terrestre	366
9.4.2	Biota Aquática e de Transição	444
9.4.3	Áreas Protegidas	546
9.4.4	Bioindicadores	555

VOLUME 5**CAPÍTULOS**

9.5	DIAGNÓSTICO DO MEIO SOCIOECONÔMICO	560
9.5.1	Área de Influência Difusa	560
9.5.2	Área de Influência Regional - AIR	566
9.5.3	Área de Influência Indireta - All	598
9.5.4	Área de Influência Direta - AID	661
9.5.5	Uso e Ocupação do Solo na ADA e Entorno	695
9.5.6	Síntese do Meio socioeconômico	702
9.6	PATRIMÔNIO ARQUEOLÓGICO HISTÓRICO E CULTURAL	711
9.6.1	Vestígios Arqueológicos Identificados	712
9.7	ESTUDO DE ANÁLISE DE RISCO - EAR	714

VOLUME 6**CAPÍTULOS**

10.	ANÁLISE AMBIENTAL INTEGRADA	1
10.1	INTRODUÇÃO	1
10.2	ABORDAGEM METODOLÓGICA E PROCEDIMENTOS	1
10.3	CARACTERIZAÇÃO DAS UNIDADES DE PAISAGEM	2
10.3.1	Unidades de Paisagem Identificadas em Ambiente Terrestre	4
10.3.2	Unidades de Paisagem Identificadas em Ambiente Aquático	5
10.4	CONCLUSÕES	6
11.	IDENTIFICAÇÃO E AVALIAÇÃO DE IMPACTOS AMBIENTAIS E PROPOSIÇÃO DE MEDIDAS MITIGADORAS	1
11.1	INTRODUÇÃO	1

11.2	ABORDAGEM METODOLÓGICA	1
11.2.1	Encaminhamentos para a Identificação e Avaliação de Impactos	2
11.2.2	Ações Geradoras de Impactos Ambientais	3
11.2.3	Critérios de Importância e Conceitos Empregados	5
11.2.4	Caracterização e Avaliação dos Impactos Ambientais	7
11.3	CARACTERIZAÇÃO E AVALIAÇÃO DOS IMPACTOS AMBIENTAIS	17
11.3.1	Impactos Relacionados à Fase de Planejamento do Empreendimento	17
11.3.2	Impactos Relacionados à fase de Implantação do Empreendimento	23
11.3.3	Impactos Relacionados à Fase de Operação do Empreendimento	76
11.4	SÍNTESE E CONCLUSÕES DOS IMPACTOS	118
12.	PROGRAMAS AMBIENTAIS	1
12.1	PLANO DE GESTÃO AMBIENTAL	2
12.1.1	Apresentação e Justificativa	2
12.1.2	Objetivos	2
12.1.3	Metas	2
12.1.4	Metodologia e Descrição do Programa	3
12.1.5	Aspectos Ambientais	4
12.1.6	Público-Alvo	5
12.1.7	Recursos Materiais e Humanos	6
12.1.8	Atendimento a Requisitos Legais e Institucionais	6
12.1.9	Inter-Relação com Outros Programas	6
12.1.10	Etapa do Empreendimento	6
12.1.11	Cronograma de Execução	6
12.1.12	Responsável pela Implementação do Programa	8
12.1.13	Sistemas de Registro	8
12.2	PROGRAMA DE AUDITORIA AMBIENTAL	8
12.2.1	Apresentação e Justificativa	8
12.2.2	Objetivos	8
12.2.3	Metas	8
12.2.4	Metodologia, Procedimentos e Descrição do Programa	9
12.2.5	Público-Alvo	11
12.2.6	Recursos Materiais e Humanos	11
12.2.7	Atendimento a Requisitos Legais e Institucionais	12
12.2.8	Interação com Outros Planos e Programas Ambientais	12
12.2.9	Etapa do Empreendimento	12
12.2.10	Cronograma de Implantação	12
12.2.11	Sistema de Registro	12
12.3	PROGRAMA DE COMUNICAÇÃO SOCIAL	13
12.3.1	Apresentação e Justificativa	13
12.3.2	Objetivos	13
12.3.3	Metas	13
12.3.4	Diretrizes	13
12.3.5	Procedimentos Metodológicos	13
12.3.6	Recursos Materiais e Humanos	14
12.3.7	Etapa do Empreendimento	14
12.3.8	Cronograma de Execução	14
12.3.9	Responsável pela Implementação do Programa	14
12.3.10	Público-Alvo	14

12.4	PLANO DE CONTROLE AMBIENTAL DA CONSTRUÇÃO - PCA-C	15
12.4.1	Apresentação e Justificativa	15
12.4.2	Objetivos	15
12.4.3	Metas	15
12.4.4	Metodologia, Procedimentos e Descrição do Plano Ambiental.....	16
12.4.5	Aspectos Ambientais.....	21
12.4.6	Público-Alvo	22
12.4.7	Recursos Materiais e Humanos.....	23
12.4.8	Atendimento a Requisitos Legais e Institucionais	23
12.4.9	Inter-Relação com Outros Programas.....	23
12.4.10	Etapa do Empreendimento	23
12.4.11	Cronograma de Execução	23
12.4.12	Responsável pela Implantação do Programa	23
12.4.13	Sistema de Registro.....	24
12.5	PROGRAMA DE GERENCIAMENTO DE RESÍDUOS SÓLIDOS - PGRS	24
12.5.1	Apresentação e Justificativa	24
12.5.2	Objetivos	24
12.5.3	Metas	25
12.5.4	Metodologia, Procedimentos e Descrição do Programa	25
12.5.5	Público-Alvo	26
12.5.6	Recursos Materiais e Humanos.....	26
12.5.7	Responsável pela Implementação do Programa	26
12.5.8	Interação com outros Programas Ambientais	26
12.5.9	Atendimento a Requisitos Legais e Institucionais	26
12.5.10	Etapa do Empreendimento e Cronograma	28
12.5.11	Sistema de Registro.....	28
12.6	PROGRAMA DE EDUCAÇÃO AMBIENTAL PARA AS COMUNIDADES.....	28
12.6.1	Apresentação e Justificativa	28
12.6.2	Objetivos	29
12.6.3	Metas	29
12.6.4	Diretrizes	29
12.6.5	Procedimentos Metodológicos	29
12.6.6	Recursos materiais e humanos.....	30
12.6.7	Etapa do empreendimento	30
12.6.8	Cronograma de execução.....	30
12.6.9	Público-alvo	30
12.6.10	Responsável pela implementação do programa	30
12.7	PROGRAMA DE EDUCAÇÃO AMBIENTAL, SAÚDE E SEGURANÇA DOS TRABALHADORES.....	30
12.7.1	Apresentação e Justificativa	30
12.7.2	Objetivos	31
12.7.3	Metas	31
12.7.4	Metodologia, Procedimentos e Descrição do Programa	31
12.7.5	Público-Alvo.....	32
12.7.6	Recursos materiais e humanos.....	32
12.7.7	Responsável pela implementação do Programa	32
12.7.8	Interação com outros programas ambientais.....	32
12.7.9	Atendimento a requisitos legais e institucionais	32
12.7.10	Etapa do empreendimento e cronograma	34

12.8	PROGRAMA DE CONTRATAÇÃO E CAPACITAÇÃO DE MÃO DE OBRA	34
12.8.1	Apresentação e Justificativa	34
12.8.2	Objetivos	34
12.8.3	Metas	35
12.8.4	Diretrizes	35
12.8.5	Procedimentos Metodológicos	35
12.8.6	Recursos Materiais e Humanos	36
12.8.7	Etapa do Empreendimento	36
12.8.8	Cronograma de Execução	36
12.8.9	Público-Alvo	36
12.8.10	Responsável pela Implementação do Programa	36
12.9	PROGRAMA DE APOIO AO DESENVOLVIMENTO HABITACIONAL	36
12.9.1	Apresentação e Justificativa	36
12.9.2	Objetivos	37
12.9.3	Metas	37
12.9.4	Diretrizes	37
12.9.5	Procedimentos Metodológicos	37
12.9.6	Recursos materiais e humanos	37
12.9.7	Etapa do empreendimento	38
12.9.8	Cronograma de execução	38
12.9.9	Público-alvo	38
12.9.10	Responsável pela implementação do Programa	38
12.10	PROGRAMA DE GERENCIAMENTO DAS CONDIÇÕES DE TRÁFEGO	38
12.10.1	Apresentação e Justificativa	38
12.10.2	Objetivos	38
12.10.3	Metas	39
12.10.4	Diretrizes	39
12.10.5	PROCEDIMENTOS METODOLOGICOS	39
12.10.6	Recursos Materiais e Humanos	40
12.10.7	Etapa do Empreendimento	41
12.10.8	Cronograma de Execução	41
12.10.9	Responsável pela Implementação do Programa	41
12.10.10	Público-Alvo	41
12.11	PROGRAMA DE ACOMPANHAMENTO DA SUPRESSÃO DA COBERTURA VEGETAL	41
12.11.1	Apresentação e Justificativa	41
12.11.2	Objetivos	42
12.11.3	Subprograma de Preparo e Acompanhamento da Supressão da Cobertura Vegetal	42
12.11.4	Subprograma de Destinação da Biomassa	43
12.11.5	Público-Alvo	43
12.11.6	Recursos Materiais e Humanos	43
12.11.7	Responsável pela Implementação do Programa	43
12.11.8	Interação com outros Programas Ambientais	43
12.11.9	Atendimento a Requisitos Legais e Institucionais	43
12.11.10	Etapa do Empreendimento e Cronograma	44
12.11.11	Sistema de Registro	44

12.12 PROGRAMA DE MONITORAMENTO DOS MANGUEZAIS	44
12.12.1 Apresentação e justificativa	44
12.12.2 Objetivos	44
12.12.3 Metodologia, procedimentos e descrição do programa	44
12.12.4 Público-Alvo	45
12.12.5 Recursos materiais e humanos	45
12.12.6 Responsável pela implementação do programa	45
12.12.7 Interação com outros programas ambientais	46
12.12.8 Atendimento a requisitos legais e institucionais	46
12.12.9 Etapa do empreendimento e cronograma	46
12.12.10 Sistema de registro	46
12.13 PROGRAMA DE MONITORAMENTO DE FAUNA TERRESTRE.....	46
12.13.1 Apresentação e justificativa	46
12.13.2 Objetivos	47
12.13.3 Subprograma de Monitoramento dos Efeitos de Fragmentação e Afugentamento de Fauna Terrestre (Avifauna, Herpetofauna e Mastofauna)	47
12.13.4 Subprograma de Monitoramento dos Eventos de Atropelamento de Animais Silvestres	49
12.13.5 Público-Alvo	51
12.13.6 Responsável pela implementação do programa	51
12.13.7 Interação com outros programas ambientais	51
12.13.8 Atendimento a requisitos legais e institucionais	51
12.13.9 Etapa do empreendimento e cronograma	52
12.13.10 Sistema de registro	52
12.14 PROGRAMA DE MONITORAMENTO DA BIOTA AQUÁTICA.....	52
12.14.1 Apresentação e justificativa	52
12.14.2 Objetivos	53
12.14.3 Subprograma de Monitoramento de Organismos Planctônicos (fito e zoo)	53
12.14.4 Subprograma de Monitoramento de Organismos Bentônicos	54
12.14.5 Subprograma de Monitoramento da Ictiofauna	56
12.14.6 Subprograma de Monitoramento de Quelônios	56
12.14.7 Recursos materiais e humanos	57
12.14.8 Responsável pela implementação do programa	57
12.14.9 Interação com outros programas ambientais	57
12.14.10 Atendimento a requisitos legais e institucionais.....	57
12.14.11 Etapa do empreendimento e cronograma.....	57
12.14.12 Sistema de registro	57
12.15 PROGRAMA DE RECUPERAÇÃO DE ÁREAS DEGRADADAS.....	58
12.15.1 Apresentação e justificativa	58
12.15.2 Objetivos	58
12.15.3 Subprograma de Revegetação de Áreas Degradadas	59
12.15.4 Subprograma de Implantação de Cortina Vegetal	59
12.15.5 Público-Alvo	60
12.15.6 Recursos materiais e humanos	60
12.15.7 Responsável pela implementação do programa	60
12.15.8 Interação com outros programas ambientais	61
12.15.9 Atendimento a requisitos legais e institucionais	61
12.15.10 Etapa do empreendimento e cronograma.....	61
12.15.11 Sistema de registro	61

12.16 PROGRAMA DE GESTÃO DE RECURSOS HÍDRICOS.....	61
12.16.1 Apresentação e Justificativa.....	61
12.16.2 Objetivos e Metas.....	62
12.16.3 Aspectos Metodológicos.....	63
12.16.4 Atendimento a Requisitos Legais e Institucionais.....	65
12.16.5 Recursos Materiais e Humanos.....	66
12.16.6 Inter-Relação com Outros Programas.....	66
12.16.7 Cronograma de Execução.....	66
12.16.8 Sistemas de Registro.....	66
12.17 PROGRAMA DE ACOMPANHAMENTO DA DRAGAGEM.....	67
12.17.1 Apresentação e Justificativa.....	67
12.17.2 Objetivos.....	67
12.17.3 Metas.....	67
12.17.4 Metodologia, procedimentos e descrição do programa.....	67
12.17.5 Público-Alvo.....	68
12.17.6 Recursos materiais e humanos.....	68
12.17.7 Inter-Relação com Outros Programas.....	69
12.17.8 Etapa do Empreendimento.....	69
12.17.9 Cronograma de Implantação.....	69
12.17.10 Responsável pela Implantação do Programa.....	69
12.17.11 Sistema de registro.....	69
12.18 PROGRAMA DE GESTÃO DO PATRIMÔNIO ARQUEOLÓGICO, HISTÓRICO E CULTURAL.....	69
12.18.1 Apresentação e Justificativa.....	69
12.18.2 Objetivos.....	70
12.18.3 Metas.....	70
12.18.4 Descrição das Atividades do Programa.....	71
12.18.5 Indicadores Ambientais.....	73
12.18.6 Público-Alvo.....	73
12.18.7 Recursos Materiais e Humanos.....	74
12.18.8 Atendimento a Requisitos Legais.....	74
12.18.9 Inter-Relação com Outros Programas.....	74
12.18.10 Etapa do Empreendimento.....	74
12.18.11 Cronograma de Execução.....	75
12.18.12 Responsável pela Implementação do Programa.....	75
12.18.13 Sistema de Acompanhamento e Avaliação.....	76
12.18.14 Referências Bibliográficas.....	76
12.19 PROGRAMA DE VERIFICAÇÃO DO GERENCIAMENTO DA ÁGUA DE LASTRO DOS NAVIOS.....	76
12.19.1 Apresentação e Justificativa.....	76
12.19.2 Objetivos.....	77
12.19.3 Metas.....	77
12.19.4 Metodologia, Procedimentos e Descrição do Programa.....	77
12.19.5 Aspectos Ambientais.....	78
12.19.6 Público-Alvo.....	78
12.19.7 Recursos Materiais e Humanos.....	78
12.19.8 Atendimento a Requisitos Legais e Institucionais.....	78
12.19.9 Etapa do Empreendimento.....	78
12.19.10 Cronograma.....	78
12.19.11 Sistema de Registro.....	78

12.20 PROGRAMA DE GERENCIAMENTO DE RISCOS - PGR	79
12.20.1 Apresentação e Justificativa.....	79
12.20.2 Objetivo	79
12.20.3 Metas.....	79
12.20.4 Público-Alvo	79
12.20.5 Descrição do Programa	79
12.20.6 Inter-Relação com Outros Programas e Planos	88
12.20.7 Etapa do Empreendimento	88
12.20.8 Cronograma de Execução.....	88
12.20.9 Responsável pela Implementação do Programa	88
12.20.10 Sistema de Registros.....	88
12.20.11 Bibliografia Consultada.....	88
12.21 PLANO DE AÇÃO DE EMERGÊNCIA - PAE (FASE DE IMPLANTAÇÃO DO EMPREENDIMENTO)	88
12.21.1 Apresentação e justificativa	88
12.21.2 Objetivo	89
12.21.3 Metas.....	89
12.21.4 Público-Alvo	89
12.21.5 Metodologia e descrição do Plano	89
12.21.6 Inter-Relação com Outros Programas e planos	95
12.21.7 Fase do Empreendimento	96
12.21.8 Cronograma de Execução.....	96
12.21.9 Responsável pela Implementação do Plano	96
12.21.10 Sistema de Registros.....	96
12.21.11 Bibliografia consultada	96
12.22 PLANO DE EMERGÊNCIA INDIVIDUAL - PEI	96
12.22.1 Apresentação e Justificativa.....	96
12.22.2 Objetivo	96
12.22.3 Metas.....	97
12.22.4 Público-Alvo	97
12.22.5 Metodologia e Descrição do Plano	97
12.22.6 Inter-Relação com outros Programas e Planos.....	106
12.22.7 Etapa do empreendimento	106
12.22.8 Cronograma de execução.....	106
12.22.9 Responsável pela Implementação do Plano	106
12.22.10 Sistema de registros	107
12.22.11 Bibliografia consultada	107
12.23 PROGRAMA PARA PROCEDIMENTOS INTERNOS DE GERENCIAMENTO DOS RISCOS DE POLUIÇÃO .	107
12.23.1 Apresentação e Justificativa.....	107
12.23.2 Objetivos	107
12.23.3 Metas.....	107
12.23.4 Metodologia, Procedimentos e Descrição do Programa	107
12.23.5 Público-Alvo	109
12.23.6 Recursos Materiais e Humanos	109
12.23.7 Atendimento a Requisitos Legais e Institucionais	109
12.23.8 Interação com Outros Planos e Programas Ambientais	109
12.23.9 Etapa do Empreendimento	109
12.23.10 Cronograma de Implantação	109
12.23.11 Sistema de Registro	109

12.24 PROGRAMA DE CONTROLE AMBIENTAL DA OPERAÇÃO - PCA-O.....	110
12.24.1 Apresentação e Justificativa.....	110
12.24.2 Objetivos	110
12.24.3 Metas.....	110
12.24.4 Metodologia, Procedimentos e Descrição do Programa Ambiental	110
12.24.5 Aspectos Ambientais	112
12.24.6 Público-Alvo	112
12.24.7 Recursos Materiais e Humanos	112
12.24.8 Atendimento a Requisitos Legais e Institucionais.....	113
12.24.9 Inter-Relação Com Outros Programas	113
12.24.10 Etapa do Empreendimento	113
12.24.11 Cronograma de Execução	113
12.24.12 Responsável pela Implantação do Programa	113
12.24.13 Sistema de Registro	113
12.25 PROGRAMA DE COMPENSAÇÃO FLORESTAL	113
12.25.1 Apresentação e Justificativa.....	113
12.25.2 Objetivos	114
12.25.3 Metodologia, Procedimentos e Descrição do Programa.....	114
12.25.4 Público-Alvo	114
12.25.5 Recursos Materiais e Humanos	114
12.25.6 Responsável pela Implementação do Programa	114
12.25.7 Interação com Outros Programas Ambientais.....	115
12.25.8 Atendimento a Requisitos Legais e Institucionais.....	115
12.25.9 Etapa do Empreendimento e Cronograma.....	115
12.25.10 Sistema de Registro	115
12.26 PROGRAMA DE COMPENSAÇÃO AMBIENTAL	115
12.26.1 Introdução.....	115
12.26.2 Principais Unidades de Conservação	116
12.26.3 Valor da Compensação Ambiental	120
12.26.4 Critérios Adotados na Elaboração das Propostas de Alocação de Recursos de Compensação Ambiental.....	125
13. CONCLUSÃO	1
14. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	1
15. GLOSSÁRIO.....	1

VOLUME 7

ANEXOS

Anexo 1.1 - Termo de Referência

Anexo 1.2 - Certidão Negativa de Débitos Ambientais e Cadastro Federal do Ibama do empreendedor

Anexo 1.3 - Certidão Negativa de Débitos Ambientais e Cadastro Federal do Ibama da empresa consultora

Anexo 2.1 - Licença da Codesp para a Área de Disposição Oceânica

Anexo 6.1 - Planta Planialtimétrica Cadastral

Anexo 6.2 - Consulta CPFL

Anexo 6.3 - Autorização Capitania dos Portos

Anexo 6.4 - Dados Batimétricos
Anexo 6.5 - Protocolo Sabesp
Anexo 7.1 - Registro de Imóveis
Anexo 9.1 - Certificado de calibração n° 1152008
Anexo 9.2 - Certificado de calibração n° 1162008
Anexo 9.3 - Perfis de Sondagem
Anexo 9.4 - Relatórios das Análises Físico-Química e Microbiológicas

VOLUME 8

ANEXOS

Anexo 9.5 - Modelagem Hidrodinâmica e do Transporte de Sedimentos
Anexo 9.6 - Locais de amostragem e registro fotográfico do levantamento fitossociológico de manguezal
Anexo 9.7 - Autorizações de Coleta e Transporte para o Levantamento de Fauna - Ibama
Anexo 9.8 - Logística e Transporte - Avaliação do Nível de Serviço - Metodologia do Highway Capacity Manual 2000
Anexo 9.9 - Portaria Iphan n° 05 de 15/03/10 e Protocolo n° 01506.0244/2010-31
Anexo 9.10- Programa de Gestão do Patrimônio Arqueológico, Histórico e Cultural - Etapa Diagnóstico

VOLUME 9

ANEXOS

Anexo 9.11 - Levantamento da atividade pesqueira e comunidades tradicionais de pescadores e catadores de caranguejo
Anexo 9.12 - Modelagem do Descarte de Efluentes
Anexo 9.13 - Estudo de Estimativa de Emissões Atmosféricas

VOLUME 10

ANEXOS

Anexo 9.14 - Estudo de Análise de Risco

ILUSTRAÇÕES**VOLUME 3****DESENHOS**

9.3.8.2-1: Pontos de Amostragem de Águas Superficiais, Sedimentos e Biota Aquática na AID/ADA	187
9.3.8.4-1: UGRHI 07 - Baixada Santista - Divisão das Sub-bacias Hidrográficas	201
9.3.8.4-2: Recursos Hídricos nas Áreas de Influência do Empreendimento	203
9.3.8.4-3: Pontos de Monitoramento de Águas Doces da Cetesb na AII	214
9.3.8.4-4: Pontos de Monitoramento de Águas Litorâneas da Cetesb - Canal do Porto de Santos, Canal de Bertiooga e Emissário Submarino	219
9.3.8.4-5: Pontos de Monitoramento de Balneabilidade da Cetesb - Praias de Santos e São Vicente	221
9.3.8.4-6: Pontos de Amostragem de Qualidade das Águas Selecionados de Outros Estudos Recentes	224
9.3.8.4-7: Pontos de Amostragem de Águas Superficiais na AID/ADA	229
9.3.8.4-8: Testes de toxicidade crônica com ouriço-do-mar - Água - Campanha de verão.	266
9.3.8.4-9: Testes de toxicidade crônica com ouriço-do-mar - Água - Campanha de inverno.	267
9.3.8.4-10: Pontos de captação - Bacia do Rio Jurubatuba	276
9.3.9.2-1: Pontos de Amostragem de Sedimentos na AID e ADA	282
9.3.9.4-1: Quadros indicativos de granulometria e de parâmetros químicos em concentração superior ao nível 1 da Resolução Conama nº 344/04 - Verão	313
9.3.9.4-2: Quadros indicativos de granulometria e parâmetros químicos em concentração superior ao nível 1 da Resolução Conama nº 344/04 - Inverno	314
9.3.9.4-3: Testes de toxicidade aguda - Sedimentos AID/ADA - Campanha de verão	316
9.3.9.4-4: Testes de toxicidade aguda - Sedimentos AID/ADA - Campanha de inverno	317
9.3.9.5-1: Testes de toxicidade aguda - Sedimentos ADA.	354

FIGURAS

9.3.8.3-1: Principais Unidades Aquíferas do Estado de São Paulo	191
9.3.8.3-2: Perfis Hidrogeológicos Esquemáticos do Estado de São Paulo	192
9.3.8.4-1: Modelo de Circulação de Estuários com Mistura da Cunha Salina/Água Fluvial	207
9.3.8.4-2: Sistema Estuarino Santos - São Vicente	208
9.3.9.2-1: Escopo da avaliação de material de dragagem (traduzido de IMO, 2002 - "Specific Guidelines for Assessment of Dredged Material")	293
9.3.9.4-1: Caracterização textural e circulação na Baía de Santos	298
9.3.10.2-1: Alto Estuário de Santos (SP)	357
9.3.10.2-2: Histograma direcional de corrente para dados coletados no Canal de Piaçaguera, de 23 de junho a 11 de julho de 2001. Os círculos concêntricos expressam a intensidade da corrente, em m/s. A barra lateral de cores apresenta percentual de ocorrência em relação ao número total de observações. Painel superior: superfície; Painel inferior: fundo.	358
9.3.10.2-3: Resultado do modelo hidrodinâmico que ilustra o campo de correntes superficial em um instante de maré enchente nas regiões Canal de Piaçaguera e Largo do Caneú. Os vetores indicam a magnitude da corrente na superfície (m/s).	359
9.3.10.2-4: Resultado do modelo hidrodinâmico que ilustra o campo de correntes superficial em um instante de maré vazante nas regiões Canal de Piaçaguera e Largo do Caneú. Os vetores indicam a magnitude da corrente na superfície (m/s)	359
9.3.10.2-5: Histograma direcional de corrente para o Canal do Porto, para o período de verão, como resultado do modelo hidrodinâmico. Os círculos concêntricos expressam a intensidade da corrente, em m/s. A barra lateral de cores apresenta percentual de ocorrência em relação ao número total de observações. Painel superior: superfície; Painel inferior: fundo.	360

9.3.10.2-6: Resultado do modelo hidrodinâmico que ilustra o campo de correntes superficial em um instante de maré enchente na região do Canal do Porto. Os vetores indicam a magnitude da corrente na superfície (m/s).....	361
9.3.10.2-7: Resultado do modelo hidrodinâmico que ilustra o campo de correntes superficial em um instante de maré vazante na região do Canal do Porto. Os vetores indicam a magnitude da corrente na superfície (m/s).....	361
9.3.10.2-8: Resultado do modelo hidrodinâmico que ilustra o campo de correntes superficial em um instante de maré enchente nas regiões Largo de Santa Rita e Rio Jurubatuba. Os vetores indicam a magnitude da corrente na superfície (m/s).....	362
9.3.10.2-9: Resultado do modelo hidrodinâmico que ilustra o campo de correntes superficial em um instante de maré vazante nas regiões Largo de Santa Rita e Rio Jurubatuba. Os vetores indicam a magnitude da corrente na superfície (m/s).	363
9.3.10.3-10: Variação batimétrica anual (em metros), como resultado da simulação numérica, para a região do Largo de Santa Rita para a configuração (situação) atual.	364

FOTOS

9.3.8.4-1 e 9.3.8.4-2: Vista do ponto de amostragem P01 - Rio Casqueiro, nas campanhas de verão e inverno, respectivamente.	232
9.3.8.4-3 e 9.3.8.4-4: Vista do ponto de amostragem P02 - Foz do Canal da Usiminas (antiga Cosipa) com o Largo do Caneú, nas campanhas de verão e inverno, respectivamente.	233
9.3.8.4-5 e 9.3.8.4-6: Vista do ponto de amostragem P03 - Largo do Caneú, nas campanhas de verão e inverno, respectivamente.	233
9.3.8.4-7 e 9.3.8.4-8: Vista do ponto de amostragem P04 - Largo de Santa Rita, nas imediações do morro das Neves, nas campanhas de verão e inverno, respectivamente.	234
9.3.8.4-9 e 9.3.8.4-10: Vista do ponto de amostragem P05 - canal sem denominação entre os largos do Caneú e Santa Rita, nas campanhas de verão e inverno, respectivamente. Nota-se grande quantidade de folhagens proveniente do manguezal na coleta de verão em função da ocorrência de chuvas.	234
9.3.8.4-11 e 9.3.8.4-12: Vista do ponto de amostragem P06 - Córrego das Neves, nas campanhas de verão e inverno, respectivamente.	235
9.3.8.4-13 e 9.3.8.4-14: Vista do ponto de amostragem P07 - Rio Jurubatuba, nas campanhas de verão e inverno, respectivamente.	235
9.3.8.4-15 e 9.3.8.4-16: Vista do ponto de amostragem P08 - Rio Sandi, nas campanhas de verão e inverno, respectivamente.	236
9.3.8.4-17 e 9.3.8.4-18: Vista do ponto de amostragem P09 - Canal de Piaçaguera, nas campanhas de verão e inverno, respectivamente.	237
9.3.8.4-19 e 9.3.8.4-20: Vista do ponto de amostragem P10 - Largo de Santa Rita, nas campanhas de verão e inverno, respectivamente.	237
9.3.8.4-21 e 9.3.8.4-22: Vista do ponto de amostragem P11- Porção Sudoeste da Ilha dos Bagres, nas campanhas de verão e inverno, respectivamente.	238
9.3.9.2-1: Amostrador tipo Van Veen	284
9.3.9.2-2: Caixa plástica para disposição e homogeneização dos sedimentos após coleta	284
9.3.9.2-3: Acondicionamento das amostras de sedimento para análise granulométrica	285
9.3.9.2-4: Acondicionamento das amostras de sedimento para análise de orgânicos.....	285
9.3.9.2-5: Acondicionamento das amostras de sedimento para análise ecotoxicológica	285
9.3.9.2-6: Flutuante utilizado na coleta das amostras de subsuperfície executadas pela equipe da Túzzolo Engenharia, com supervisão da ASA South America	286
9.3.9.2-7: Cravação de revestimento e operação de lavagem de amostras de subsuperfície	286
9.3.9.2-8: Amostrador utilizado para as coletas de subsuperfície	287
9.3.9.2-9: Retirada e identificação das amostras de subsuperfície pela equipe da Túzzolo Engenharia ...	287

GRÁFICOS

9.3.8.4-1: Variação Anual do IQA, IET, IAP e IVA no Ponto CFUG 02900 Valores Médios Cetesb (2005 a 2009)	216
9.3.8.4-2: Variação Anual do IQA, IET, IAP e IVA no Ponto CUBA 02700 Valores Médios Cetesb (2005 a 2009)	216
9.3.8.4-3: Variação Anual do IQA, IET, IAP e IVA no Ponto CUBA 03900 Valores Médios Cetesb (2005 a 2009)	216
9.3.8.4-4: Variação Anual do IQA, IET, IAP e IVA no Ponto MOJI 02800 Valores Médios Cetesb (2005 a 2009)	216
9.3.8.4-5: Variação Anual do IQA, IET, IAP e IVA no Ponto PERE 02900 Valores Médios Cetesb (2005 a 2009)	217
9.3.8.4-6: Variação Anual do IQA, IET, IAP e IVA no Ponto PIAC 02700 Valores Médios Cetesb (2005 a 2009)	217
9.3.8.4-7: Temperatura da Água	246
9.3.8.4-8: Profundidade e Transparência	247
9.3.8.4-9: Cor Aparente das Águas	247
9.3.8.4-10: Turbidez das Águas	248
9.3.8.4-11: pH das Águas	249
9.3.8.4-12: Salinidade das Águas	250
9.3.8.4-13: Condutividade das Águas	250
9.3.8.4-14: Fluoreto das Águas	251
9.3.8.4-15: Sólidos Sedimentáveis	252
9.3.8.4-16: Oxigênio Dissolvido das Águas	252
9.3.8.4-17: Carbono Orgânico Total das Águas	253
9.3.8.4-18: Nitrogênio Amoniacal Total das Águas	254
9.3.8.4-19: Fósforo Total das Águas	255
9.3.8.4-20: Polifosfatos das Águas	255
9.3.8.4-21: Ferro Dissolvido das Águas	256
9.3.8.4-22: Coliformes Termotolerantes das Águas	257
9.3.8.4-23: Alumínio Dissolvido das Águas	258
9.3.8.4-24: Boro Total das Águas	258
9.3.8.4-25: Manganês Total das Águas	260
9.3.9.4-1: Níveis de metais e As em amostras de sedimentos marinhos superficiais da AID para as campanhas de verão e inverno. A linha vermelha indica o Nível 1 previsto na Resolução Conama nº 344/04	303
9.3.9.4-2: Níveis HPAs totais em amostras de sedimentos marinhos superficiais da AID para as campanhas de verão e inverno	308
9.3.9.4-3: Níveis de COT, N e P em amostras de sedimentos marinhos superficiais da AID, para as campanhas de verão e inverno	310
9.3.9.4-4: Valores de mortalidade em porcentagem, de <i>Leptocheirus plumulosus</i> para cada réplica após 10 dias de exposição às amostras de sedimento controle e às amostras coletadas na AID no teste de toxicidade aguda para as campanhas de verão (a) e inverno (b). A linha horizontal indica a mortalidade média de todas as amostras e réplicas, excluindo controle	311
9.3.9.4-5: Valores médios e desvios padrão de mortalidade de <i>Leptocheirus plumulosus</i> após 10 dias de exposição às amostras de sedimento controle e às amostras coletadas na AID no teste de toxicidade aguda, para as campanhas de verão (a) e inverno (b)	312
9.3.9.5-1: Teores de metais e As contidos nas amostras de sedimentos marinhos da ADA	327
9.3.9.5-2: Níveis de COT, N e P em amostras de sedimentos marinhos superficiais da ADA	345

9.3.9.5-3: Valores de mortalidade, em porcentagem, de <i>Leptocheirus plumulosus</i> para cada réplica após 10 dias de exposição às amostras de sedimento controle e às amostras superficiais coletadas na ADA no teste de toxicidade aguda. A linha horizontal indica a média para todas as réplicas (24%), excluindo controle	346
9.3.9.5-4: Valores médios e desvios padrão de mortalidade de <i>Leptocheirus plumulosus</i> após 10 dias de exposição às amostras de sedimento controle e às amostras superficiais coletadas na ADA no teste de toxicidade aguda. * indica estatisticamente diferente do controle. Controle 1 foi usado para amostras PD01, PD02, PD03, PD04, PD05, PD06, PD07, PD09, PD13, PD14, PD15, PD16 e PD17. Controle 2 foi usado para amostras PD08 e PD09. Controle 3 foi usado para amostra PD17A.	347
9.3.9.5-5: Composição granulométrica das amostras de sedimentos coletadas na ADA e respectivos valores médios de sobrevivência de <i>Leptocheirus plumulosus</i>	348
9.3.9.5-6: Concentração de nitrogênio Kjeldahl nas amostras sedimentos coletadas na ADA e respectivos valores médios de sobrevivência de <i>Leptocheirus plumulosus</i>	348
9.3.9.5-7: Concentração de carbono orgânico total (COT) nas amostras sedimentos coletadas na ADA e respectivos valores médios de sobrevivência de <i>Leptocheirus plumulosus</i>	349
9.3.9.5-8: Concentração de fósforo total nas amostras sedimentos coletadas na ADA e respectivos valores médios de sobrevivência de <i>Leptocheirus plumulosus</i>	349
9.3.9.5-9: Concentração de arsênio nas amostras sedimentos coletadas na ADA e respectivos valores médios de sobrevivência de <i>Leptocheirus plumulosus</i>	350
9.3.9.5-10: Quociente médio de metais para Nível 1 nas amostras sedimentos coletadas na ADA e respectivos valores médios de sobrevivência de <i>Leptocheirus plumulosus</i>	350
9.3.9.5-11: Concentração somatória de hidrocarbonetos policíclicos aromáticos (HPAs) nas amostras sedimentos coletadas na ADA e respectivos valores médios de sobrevivência de <i>Leptocheirus plumulosus</i> . nd = não detectado na amostra.	350
9.3.9.5-12: Correlação entre o quociente médio para ERM nas amostras sedimentos coletadas na ADA e amostras do estudo de Greenstein et al. (2008) e respectivos valores médios de sobrevivência de <i>Leptocheirus plumulosus</i>	351
9.3.9.5-13: Pontos de coleta da ADA e respectivos parâmetros presentes em concentração superior ao Nível 1 da Resolução Conama nº 344/04. Para granulometria, S Ar corresponde à Silte Argiloso, S à Silte, S A Ar à Silte Arenoso Argiloso, S A à Silte Arenoso e A S à Areia Siltosa. Para Metais+Nutrientes, As corresponde à Arsênio, Pb à Chumbo e P à Fósforo Total. Os HPAs e PCBs acima do Nível 1 encontram-se no quadro branco ao lado da amostra correspondente	352

QUADROS

9.3.8.2-1: Enquadramento dos Corpos d'Água da AII de Acordo com o Decreto Estadual nº 10.755/77	183
9.3.8.2-2: Localização dos Pontos de Amostragem na AID/ADA	186
9.3.8.2-3: Variáveis Analisadas e Metodologia Analítica Empregada	188
9.3.8.2-4: Faixa de recuperação obtida após fortificação de amostras para as Variáveis Analisadas	190
9.3.8.4-1: Sub-UGRHs, Sub-bacias e Municípios Pertencentes à UGRHI 07 - Baixada Santista	202
9.3.8.4-2: Variação da Precipitação Média Anual na Baixada Santista	209
9.3.8.4-3: Vazões Médias (QLP) e Mínimas (Q 7,10) de Longo Período da Área de Influência Indireta - AII ..	210
9.3.8.4-4: Relação entre Demanda e Disponibilidade de Água para as Sub-Bacias na AII	211
9.3.8.4-5: Vazões de Água Captada e Produzida na Baixada Santista com Projeções até 2020	211
9.3.8.4-6: Carga Orgânica Poluidora de Origem Doméstica na AII	212
9.3.8.4-7: Pontos de Monitoramento de Águas Doces da Cetesb na AII	213
9.3.8.4-8: Resultados do Monitoramento Realizado pela Cetesb - Valores Médios (2005 a 2009)	215
9.3.8.4-9: Síntese dos Resultados Obtidos - Embraport (2003)	225
9.3.8.4-10: Síntese dos Resultados Obtidos - BTP (dez/2007)	225
9.3.8.4-11: Síntese dos Resultados Obtidos - Codesp (jan/08)	227
9.3.8.4-12: Registros de Campo - Pontos de Amostragem (fevereiro e agosto/2010)	231

9.3.8.4-13: Resultados dos Parâmetros Físicos, Químicos e Bacteriológicos (fevereiro e agosto/2010)	239
9.3.8.4-14: Resultados das Medições Locais - (fevereiro e agosto/2010).....	245
9.3.8.4-15: Resultados de toxicidade e análises físico-químicas (iniciais e finais) obtidas no teste de toxicidade crônica com ouriço-do-mar <i>Lytechinus variegatus</i> , após o período de exposição - Campanhas de verão (V) e de inverno (I)	263
9.3.8.4-16: Concentração de poluentes e nutrientes com valores que excederam o Valor Máximo Permitido - VMP estabelecido pela Resolução Conama nº 357/05 para águas salobras (classe 1) em pelo menos uma das campanhas, para as amostras avaliadas no teste de toxicidade crônica com <i>L. variegatus</i> . Valores destacados em amarelo indicam concentrações acima do VMP.....	268
9.3.8.4-17: Relação entre Demanda e Disponibilidade de Água para as Sub-Bacias na Baixada Santista...	274
9.3.8.4-18: Projeção do Consumo, produção e captação médios de água nos sistemas de abastecimento público da Baixada Santista	275
9.3.8.4-19: Usos cadastrados no DAEE nos municípios de Santos e Guarujá	278
9.3.9.2-1: Coordenadas dos Pontos de Amostragem de Sedimentos na ADA	283
9.3.9.2-2: Relação entre a identificação das amostras de sedimentos e a profundidade de coleta referida ao nível zero da DHN	288
9.3.9.2-3: Níveis de metais e As em material de referência (RTC, CRM008-050, LOT NR J408)	290
9.3.9.4-1: Valores em porcentagem das classes granulométricas (grânulos, areias, silte, argila e lama) e a correspondente classificação textural (Shepard, 1954) dos sedimentos coletados da AID	299
9.3.9.4-2: Concentrações de metais pesados em mg.kg-1 em sedimentos depositados nos canais fluviais de rios do deságuam no estuário santista	300
9.3.9.4-3: Níveis de metais e As em amostras de sedimentos marinhos superficiais da AID para as campanhas de verão e inverno	302
9.3.9.4-4: Níveis de HPAs ($\mu\text{g}/\text{kg}$) em amostras de sedimentos marinhos superficiais da AID, para as campanhas de verão e inverno	306
9.3.9.4-5: Níveis de Pesticidas Organoclorados e PCBs ($\mu\text{g}/\text{kg}$) em amostras de sedimentos marinhos superficiais da AID, para as campanhas de verão e inverno.....	307
9.3.9.4-6: Níveis de COT, N e P em amostras de sedimentos marinhos superficiais da AID, para as campanhas de verão e inverno	309
9.3.9.4-7: Efeito tóxico (% de mortalidade) observado nos testes de toxicidade com <i>Leptocheirus plumulosus</i> após 10 dias de exposição às amostras de sedimento controle e às amostras coletadas na AID, para as campanhas de verão e inverno	311
9.3.9.5-1: Classificação granulométrica dos pontos amostrados por sondagem da ADA, segundo Shepard (1954)	319
9.3.9.5-2: Compilação dos dados de taxas de sedimentação do alto estuário (mm/ano), correspondente à região da ADA do atual empreendimento	321
9.3.9.5-3: Níveis de metais e As em amostras de sedimentos marinhos da ADA (PD01)	322
9.3.9.5-4: Níveis de metais e As em amostras de sedimentos marinhos da ADA (PD02)	322
9.3.9.5-5: Níveis de metais e As em amostras de sedimentos marinhos da ADA (PD03)	322
9.3.9.5-6: Níveis de metais e As em amostras de sedimentos marinhos da ADA (PD04)	323
9.3.9.5-7: Níveis de metais e As em amostras de sedimentos marinhos da ADA (PD05)	323
9.3.9.5-8: Níveis de metais e As em amostras de sedimentos marinhos da ADA (PD06)	323
9.3.9.5-9: Níveis de metais e As em amostras de sedimentos marinhos da ADA (PD07)	324
9.3.9.5-10: Níveis de metais e As em amostras de sedimentos marinhos da ADA (PD08).....	324
9.3.9.5-11: Níveis de metais e As em amostras de sedimentos marinhos da ADA (PD09).....	324
9.3.9.5-12: Níveis de metais e As em amostras de sedimentos marinhos da ADA (PD13).....	325
9.3.9.5-13: Níveis de metais e As em amostras de sedimentos marinhos da ADA (PD14).....	325
9.3.9.5-14: Níveis de metais e As em amostras de sedimentos marinhos da ADA (PD15).....	325
9.3.9.5-15: Níveis de metais e As em amostras de sedimentos marinhos da ADA (PD16).....	326
9.3.9.5-16: Níveis de metais e As em amostras de sedimentos marinhos da ADA (PD17).....	326

9.3.9.5-17: Níveis de metais e As em amostras de sedimentos marinhos da ADA (PD17A)	326
9.3.9.5-18: Níveis de pesticidas organoclorados e PCBs (em µg/Kg) em amostras de sedimentos marinhos da ADA (PD01)	328
9.3.9.5-19: Níveis de pesticidas organoclorados e PCBs (em µg/Kg) em amostras de sedimentos marinhos da ADA (PD02)	328
9.3.9.5-20: Níveis de pesticidas organoclorados e PCBs (em µg/Kg) em amostras de sedimentos marinhos da ADA (PD03)	329
9.3.9.5-21: Níveis de pesticidas organoclorados e PCBs (em µg/Kg) em amostras de sedimentos marinhos da ADA (PD04)	329
9.3.9.5-22: Níveis de pesticidas organoclorados e PCBs (em µg/Kg) em amostras de sedimentos marinhos da ADA (PD05)	329
9.3.9.5-23: Níveis de pesticidas organoclorados e PCBs (em µg/Kg) em amostras de sedimentos marinhos da ADA (PD06)	330
9.3.9.5-24: Níveis de pesticidas organoclorados e PCBs (em µg/Kg) em amostras de sedimentos marinhos da ADA (PD07)	330
9.3.9.5-25: Níveis de pesticidas organoclorados e PCBs (em µg/Kg) em amostras de sedimentos marinhos da ADA (PD08)	331
9.3.9.5-26: Níveis de pesticidas organoclorados e PCBs (em µg/Kg) em amostras de sedimentos marinhos da ADA (PD09)	331
9.3.9.5-27: Níveis de pesticidas organoclorados e PCBs (em µg/Kg) em amostras de sedimentos marinhos da ADA (PD13)	332
9.3.9.5-28: Níveis de pesticidas organoclorados e PCBs (em µg/Kg) em amostras de sedimentos marinhos da ADA (PD14)	332
9.3.9.5-29: Níveis de pesticidas organoclorados e PCBs (em µg/Kg) em amostras de sedimentos marinhos da ADA (PD15)	332
9.3.9.5-30: Níveis de pesticidas organoclorados e PCBs (em µg/Kg) em amostras de sedimentos marinhos da ADA (PD16)	333
9.3.9.5-31: Níveis de pesticidas organoclorados e PCBs (em µg/Kg) em amostras de sedimentos marinhos da ADA (PD17)	333
9.3.9.5-32: Níveis de pesticidas organoclorados e PCBs (em µg/Kg) em amostras de sedimentos marinhos da ADA (PD17A).....	334
9.3.9.5-33: Níveis de HPAs (em µg/Kg) em amostras de sedimentos marinhos da ADA (PD01)	334
9.3.9.5-34: Níveis de HPAs (em µg/Kg) em amostras de sedimentos marinhos da ADA (PD02)	335
9.3.9.5-35: Níveis de HPAs (em µg/Kg) em amostras de sedimentos marinhos da ADA (PD03)	335
9.3.9.5-36: Níveis de HPAs (em µg/Kg) em amostras de sedimentos marinhos da ADA (PD04)	336
9.3.9.5-37: Níveis de HPAs (em µg/Kg) em amostras de sedimentos marinhos da ADA (PD05)	336
9.3.9.5-38: Níveis de HPAs (em µg/Kg) em amostras de sedimentos marinhos da ADA (PD06)	337
9.3.9.5-39: Níveis de HPAs (em µg/Kg) em amostras de sedimentos marinhos da ADA (PD07)	337
9.3.9.5-40: Níveis de HPAs (em µg/Kg) em amostras de sedimentos marinhos da ADA (PD08)	338
9.3.9.5-41: Níveis de HPAs (em µg/Kg) em amostras de sedimentos marinhos da ADA (PD09)	338
9.3.9.5-42: Níveis de HPAs (em µg/Kg) em amostras de sedimentos marinhos da ADA (PD13)	339
9.3.9.5-43: Níveis de HPAs (em µg/Kg) em amostras de sedimentos marinhos da ADA (PD14)	339
9.3.9.5-44: Níveis de HPAs (em µg/Kg) em amostras de sedimentos marinhos da ADA (PD15)	340
9.3.9.5-45: Níveis de HPAs (em µg/Kg) em amostras de sedimentos marinhos da ADA (PD16)	340
9.3.9.5-46: Níveis de HPAs (em µg/Kg) em amostras de sedimentos marinhos da ADA (PD17)	341
9.3.9.5-47: Níveis de HPAs (em µg/Kg) em amostras de sedimentos marinhos da ADA (PD17A)	341
9.3.9.5-48: Níveis de COT, N e P em amostras de sedimentos marinhos superficiais da ADA (PD01)	342
9.3.9.5-49: Níveis de COT, N e P em amostras de sedimentos marinhos superficiais da ADA (PD02)	342
9.3.9.5-50: Níveis de COT, N e P em amostras de sedimentos marinhos superficiais da ADA (PD03)	342
9.3.9.5-51: Níveis de COT, N e P em amostras de sedimentos marinhos superficiais da ADA (PD04)	343

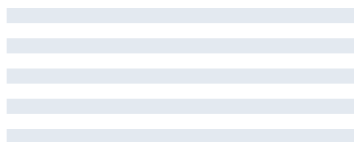
9.3.9.5-52: Níveis de COT, N e P em amostras de sedimentos marinhos superficiais da ADA (PD05)	343
9.3.9.5-53: Níveis de COT, N e P em amostras de sedimentos marinhos superficiais da ADA (PD06)	343
9.3.9.5-54: Níveis de COT, N e P em amostras de sedimentos marinhos superficiais da ADA (PD07)	343
9.3.9.5-55: Níveis de COT, N e P em amostras de sedimentos marinhos superficiais da ADA (PD08)	343
9.3.9.5-56: Níveis de COT, N e P em amostras de sedimentos marinhos superficiais da ADA (PD09)	344
9.3.9.5-57: Níveis de COT, N e P em amostras de sedimentos marinhos superficiais da ADA (PD13)	344
9.3.9.5-58: Níveis de COT, N e P em amostras de sedimentos marinhos superficiais da ADA (PD14)	344
9.3.9.5-59: Níveis de COT, N e P em amostras de sedimentos marinhos superficiais da ADA (PD15)	344
9.3.9.5-60: Níveis de COT, N e P em amostras de sedimentos marinhos superficiais da ADA (PD16)	344
9.3.9.5-61: Níveis de COT, N e P em amostras de sedimentos marinhos superficiais da ADA (PD17)	345
9.3.9.5-62: Níveis de COT, N e P em amostras de sedimentos marinhos superficiais da ADA (PD17A).....	345
9.3.9.5-63: Efeito tóxico (% de mortalidade) observado nos testes de toxicidade com <i>Leptocheirus plumulosus</i> após 10 dias de exposição às amostras de sedimento controle e às amostras superficiais coletadas na ADA.....	346
9.3.9.5-64: Concentração letal mediana (CL50; 96h) do sulfato de zinco heptaidratado e carta-controle de sensibilidade dos testes de toxicidade com <i>Leptocheirus plumulosus</i>	347

Estudo de Impacto Ambiental

COMPLEXO BAGRES

9

DIAGNÓSTICO AMBIENTAL MEIO FÍSICO - PARTE II



9.3.8 RECURSOS HÍDRICOS

9.3.8.1 INTRODUÇÃO

A avaliação da qualidade das águas, por meio de indicadores tradicionais, fornece uma visão geral das condições ambientais predominantes em uma determinada região.

Em função de sua dinâmica, os corpos hídricos atuam como coletores naturais das paisagens, refletindo o uso e ocupação do solo nas suas respectivas bacias de drenagem. A qualidade dos recursos hídricos é também reflexo dos usos das águas, as quais podem ser destinadas a práticas conservacionistas e/ou atendimento de atividades antrópicas.

Nessa perspectiva, é apresentada neste item a contextualização hidrográfica das áreas de influência do empreendimento, com base na coleta de dados e informações de fontes primárias e secundárias, conforme metodologia e procedimentos descritos na sequência.

A caracterização do sistema hídrico no nível local e regional visa estabelecer um quadro de referência das condições atuais das águas superficiais e subterrâneas na área de inserção do empreendimento, servindo como instrumento para acompanhar a evolução do comportamento da qualidade desses mananciais nas etapas de implantação e de operação.

9.3.8.2 ABORDAGEM METODOLÓGICA E PROCEDIMENTOS

9.3.8.2.1 Legislação Específica

Águas Subterrâneas

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, por meio do 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 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 institua 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 estabeleceu 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 ficou dividido em 22 Unidades de Gerenciamento de Recursos Hídricos (UGRHI), classificando-se as bacias hidrográficas nas categorias industrial, em industrialização, agropecuária e de conservação. Também foi 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 estabelece, ainda, 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, estabeleceu as outorgas de direito de uso das águas superficiais e subterrâneas, classificando-as como de Autorização, Licença de Execução e Concessão.

A Lei Federal nº 9.433, de 8 de janeiro de 1997, definiu a outorga de direito de uso de recursos hídricos, 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.

Em 14 de fevereiro de 2000, foi 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. Passou 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.

A Lei Federal nº 9.984, de 17 de julho de 2000, criou a Agência Nacional de Águas - ANA, a qual passou a ser a autoridade outorgante e implementou a 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 através da Resolução nº 15, publicada em 12 de janeiro de 2001, que estabelece diretrizes para a gestão integrada das águas.

Por meio da Portaria MS nº 518/2004, o Ministério da Saúde trata do controle e vigilância da qualidade da água para o consumo humano, estabelecendo padrões de potabilidade, e a Resolução nº 22, de 24 de maio de 2002, do CNRH, estabelece que os Planos de Recursos Hídricos devam contemplar os aspectos de uso múltiplo das águas subterrâneas, função do aquífero, qualidade e quantidade, para o desenvolvimento social e ambiental sustentável.

Em 3 de abril de 2008, o Conama instituiu a Resolução nº 396, que dispõe sobre a classificação e diretrizes ambientais para o enquadramento, prevenção e controle da poluição das águas subterrâneas.

As normas técnicas diretamente aplicáveis às águas subterrâneas são de responsabilidade da ABNT - Associação Brasileira de Normas Técnicas, com a NBR 13.895, "Construção de Poços de Monitoramento e Amostragem" (1997); Associação Brasileira de Geologia de Engenharia - ABGE, São Paulo, SP, com os "Ensaio de Permeabilidade em Solos - Orientações para sua Execução no Campo" (1996) e "Boletim nº 04" (1996), e Companhia Ambiental do Estado de São Paulo - Cetesb, com o "Guia de Coleta e Preservação de Amostras de Água" (1987) e a Norma Cetesb 06.010, "Anexo A - Orientação para Coleta de Amostras" (1999).

Águas Superficiais

O enquadramento constitui um importante instrumento de gestão ambiental que visa assegurar legalmente a qualidade das águas segundo o uso preponderante a que se destinam. No presente estudo, os corpos hídricos superficiais foram avaliados à luz da legislação vigente, sendo observado o enquadramento dos corpos d'água.

Dentre os diplomas legais que tratam do referido enquadramento, destaca-se no âmbito federal a Resolução Conama nº 357, de 17 de março de 2005, cujo Capítulo I - artigo 2º estabelece a classificação dos corpos d'água de acordo com a salinidade: as águas doces apresentam salinidade igual ou inferior a 0,5‰, as águas salobras salinidade superior a 0,5‰ e inferior a 30‰, e as águas salinas igual ou superior a 30‰.

Ainda nessa Resolução, os corpos d'água doces, salobras ou salinas também são classificados de acordo com a qualidade requerida para seus usos preponderantes. Os classificados como classe especial são destinados ao abastecimento humano, com prévia desinfecção; à preservação do equilíbrio natural das comunidades aquáticas e à preservação dos ambientes aquáticos em unidades de conservação de proteção integral.

As águas classificadas como classe 1 são destinadas ao abastecimento para consumo humano após tratamento simplificado, à proteção das comunidades aquáticas e à recreação de contato primário. Por sua vez, águas classe 2 são destinadas ao abastecimento humano, após tratamento convencional, à proteção das comunidades aquáticas; à recreação de contato primário; à irrigação, aquicultura e à atividade de pesca. As águas classe 3 são destinadas ao abastecimento humano após tratamento convencional ou avançado; à irrigação, pesca, dessedentação animal e recreação de contato secundário.

No Estado de São Paulo, o instrumento de gestão das águas interiores é apresentado por meio do Decreto nº 10.755/77, onde os corpos hídricos receptores bem como suas respectivas bacias e sub-bacias recebem o enquadramento em classes 1, 2, 3 e 4, de acordo com o disposto no Decreto nº 8.468/76.

ENQUADRAMENTO DOS CORPOS D'ÁGUA SUPERFICIAIS

O Decreto Estadual nº 10.755/77 estabelece como classe 1 na Baixada Santista (UGRHI 07) vários trechos de rios, sendo de interesse para o presente estudo a definição que inclui nessa categoria “todos os cursos d’água do litoral desde a divisa dos municípios de Santos (atualmente Bertioga) com São Sebastião até a divisa de Mongaguá e Itanhaém até a cota 50”. Os cursos de água não mencionados e abaixo das cotas citadas estão compreendidos na classe 2.

Conforme estabelecido pela Resolução Conama nº 357, de 17 de março de 2005 - Capítulo VI - artigo 42 - “*Enquanto não aprovados os respectivos enquadramentos, as águas doces serão consideradas classe 2, as salinas e salobras classe 1, exceto se as condições de qualidade atual forem melhores, o que determinará a aplicação da classe mais rigorosa correspondente*”.

O Canal do Estuário de Santos e as águas costeiras do Município de Guarujá, até o momento, não foram submetidas ao enquadramento, de forma que essa região compreende “águas salobras e salinas - classe 1”, como é o caso dos corpos hídricos presentes nas áreas de influência do empreendimento.

A seguir, é apresentado o enquadramento dos cursos d’água presentes na Área de Influência Indireta do empreendimento.

Quadro 9.3.8.2-1: Enquadramento dos Corpos d’Água da All de Acordo com o Decreto Estadual nº 10.755/77

Corpo d’Água	Classe 1	Classe 2	Classe 3
Rio Cubatão e todos os seus afluentes até a confluência com o Rio Pilões, no Município de Cubatão.	X		
Rio Mogi e todos os seus afluentes até a confluência com o Córrego do Bugre, no Município de Cubatão.	X		
Rio Pilões e todos os seus afluentes até a confluência com o Rio Cubatão, no Município de Cubatão	X		
Rio Quilombo e todos os seus afluentes até a cota 20 m, no Município de Santos.	X		
Todos os cursos d’água do litoral, desde a divisa dos municípios de Santos (hoje Bertioga) com São Sebastião até a divisa dos municípios de Mongaguá e Itanhaém, até a cota 50.	X		
Todos os corpos d’água da UGRHI 07, exceto os incluídos nas Classes 1, acima e 3, a seguir.		X	
Rio Cubatão, desde o ponto de captação de água para abastecimento até a foz, no Município de Cubatão.			X

Fonte: Decreto Estadual nº 10.755/77.

9.3.8.2.2 Metodologia e Procedimentos para a Caracterização da Área de Influência Indireta (All)

A identificação e caracterização das unidades aquíferas presentes na Área de Influência Indireta - All do empreendimento foram obtidas a partir dos dados disponíveis na bibliografia, em especial aqueles publicados pelo Departamento de Águas e Energia Elétrica do Estado de São Paulo - DAEE em 1974, 1981, 1982 e, principalmente, no Mapa de Águas Subterrâneas do Estado de São Paulo, na escala 1:1.000.000, publicado pelo DAEE/IG/IPT/CPRM em 2005.

A avaliação da qualidade das águas superficiais da All foi pautada em dados secundários disponíveis nos órgãos públicos, na bibliografia especializada, dentre outras fontes de consulta. Nesse contexto, merece destaque o Relatório de Qualidade das Águas Interiores do Estado de São Paulo relativo aos dados mais recentes obtidos no ano de 2009 (Cetesb, 2010), a partir dos quais foram abordados os seguintes temas:

- **Aspectos hidrográficos:** inclui informações gerais sobre a rede hídrica, compreendendo as principais sub-bacias em relação à inserção do empreendimento;
- **Disponibilidade hídrica e usos das águas:** são mencionadas as vazões e os usos consuntivos e não consuntivos mais relevantes na respectiva unidade de gerenciamento, destacando-se os pontos de captação destinados ao abastecimento público;
- **Classificação das águas:** aponta a classificação dos corpos d'água à luz do Decreto Estadual nº 10.755/77 (referente ao enquadramento no Estado de São Paulo), cujos padrões de qualidade são determinados pela Resolução Conama nº 357/05;
- **Fontes de poluição:** refere-se à avaliação das cargas poluidoras geradas na unidade hidrográfica que podem comprometer a qualidade dos corpos d'água;
- **Qualidade da água:** tem como base a rede de monitoramento da Companhia Ambiental do Estado de São Paulo - Cetesb inserida na All. Para tanto, utilizaram-se os dados de monitoramentos disponíveis nos últimos cinco anos, cujos resultados são expressos por meio dos seguintes indicadores:
 - **Índice de Qualidade da Água (IQA):** é determinado pelo produtório ponderado dos parâmetros temperatura da amostra, pH, oxigênio dissolvido, Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO5 dias, 20°C), coliformes termotolerantes, nitrogênio total, fósforo total, sólidos totais e turbidez. O índice de qualidade da água bruta é classificado nas categorias Ótimo, Bom, Regular, Ruim e Péssimo.
 - **Índice de Abastecimento Público (IAP):** é composto pela ponderação dos resultados do Índice de Qualidade de Água (IQA) sendo também avaliadas as substâncias tóxicas e as variáveis que afetam a qualidade organoléptica da água, que são advindas, principalmente, de fontes difusas. O IAP também é expresso através dos padrões Ótimo, Bom, Regular, Ruim e Péssimo.
 - **Índice de Estado Trófico (IET):** tem por finalidade classificar os corpos d'água em diferentes graus de trofia, considerando as concentrações de fósforo e de clorofila-a, de acordo com os seguintes padrões: Ultraoligotrófico, Oligotrófico, Mesotrófico, Eutrófico, Supereutrófico e Hipereutrófico.
 - **Índice de Qualidade da Água para Proteção da Vida Aquática (IVA):** tem o objetivo de avaliar a qualidade das águas para fins de proteção da fauna e flora em geral, sendo diferenciado, portanto, dos índices para avaliação da água para o consumo humano e recreação de contato primário. O IVA leva em consideração a presença e a concentração de contaminantes químicos tóxicos, seu efeito sobre os organismos aquáticos (toxicidade) e duas das variáveis consideradas essenciais para a biota (pH e oxigênio dissolvido). Essas variáveis são agrupadas no Índice de Variáveis Mínimas para a Preservação da Vida Aquática - IPMCA, bem como o IET. Desta forma, o IVA fornece informações em termos ecotoxicológicos e sobre o grau de trofia do sistema aquático, sendo os resultados classificados em Ótimo, Bom, Regular, Ruim e Péssimo.

- **Balneabilidade:** nas praias de água doce (reservatórios) e do mar, o índice de balneabilidade resulta das análises de coliformes termotolerantes efetuadas em cinco semanas consecutivas, configurando um ambiente Próprio ou Impróprio para recreação de contato primário. De acordo com a média anual, as praias são qualificadas segundo os padrões Ótimo, Bom, Regular, Ruim e Péssimo.

9.3.8.2.3 Metodologia e Procedimentos para a Caracterização da Área de Influência Direta (AID) e Área Diretamente Afetada (ADA)

Para a Área de Influência Direta e para a Área Diretamente Afetada foram utilizadas as seguintes fontes de dados e informações:

- **Dados secundários disponíveis na bibliografia especializada**, com destaque para os Estudos de Impacto Ambiental conduzidos pela Empresa Brasileira de Terminais Portuários - Embraport (2003), Brasil Terminal Portuário - BTP (2008), Companhia Docas do Estado de São Paulo - Codesp (2008) e pelo Brasil Intermodal Terminal Santos - Brites (2010). Para a caracterização hidrogeológica, também foi utilizado o mapa do DAEE/IG/IPT/CPRM (2005) e consulta ao cadastro de poços outorgados pelo DAEE, acessível através do *link* <http://www.aplicacoes.dae.sp.gov.br/usuarios/daeepocos.asp>, para pesquisa de informações diretas sobre as unidades aquíferas, principalmente quanto ao seu potencial de exploração;
- **Dados primários obtidos por meio de amostragem da qualidade da água superficial**, sendo realizadas duas coletas: a primeira em 25 de fevereiro (campanha de verão) e a segunda em 19 de agosto de 2010 (campanha de inverno).

Rede de Amostragem - Águas superficiais

A rede de amostragem para a avaliação da qualidade física, química, bacteriológica e ecotoxicológica das águas superficiais foi concebida de modo a contemplar eventuais fontes potenciais de poluição e as principais estruturas e atividades operacionais previstas para o empreendimento, constituindo-se em onze localidades distintas. Esta mesma rede de amostragem foi utilizada para a avaliação da qualidade dos sedimentos (item 9.3.9) e para a caracterização da biota aquática (fitoplâncton, zooplâncton e infauna - bentos) (item 9.4.2).

No total, foram estabelecidos onze pontos de amostragem, denominados P01 a P11.

A AID/ADA foi subdividida em oito grandes regiões (**Desenho 9.3.8.2-1**), correspondendo aos pontos P03 a P08, P10 e P11, e a seleção desses locais foi aleatória-estratificada, pois as áreas nas quais seriam efetuados os sorteios foram definidas com base em características relacionadas ao fluxo de água, bacia de drenagem, configuração geográfica do local e profundidade. Cada ponto sorteado teve o seu posicionamento geográfico determinado com auxílio do programa “Google Earth” e tabela de números aleatórios gerada pelo programa “Excel”, seguindo metodologia descrita por Schmiegelow (2009).

A amostragem aleatória torna as amostras probabilísticas, já que dá a elas uma probabilidade conhecida e diferente de zero; isso significa que elas podem ser analisadas sob a óptica da estatística (Green, 1979). Segundo Underwood (1997), amostras aleatórias são, na média, representativas e, além disso, independentes. Assim, não são enviesadas, ou seja, o valor médio esperado dos estimadores das amostras é exatamente o parâmetro a ser estimado. O uso de amostragens que não são aleatórias implica na possibilidade de se obter uma imagem distorcida da população que se pretende caracterizar (Snedecor & Cochran, 1980).

Por outro lado, os pontos P01, P02 e P09 tiveram suas posições determinadas de forma a cobrir áreas consideradas estratégicas, por serem locais onde se pretende realizar operações de dragagem quando da implantação do empreendimento.

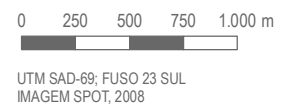
O posicionamento desses pontos é apresentado no **Quadro 9.3.8.2-2** e no **Desenho 9.3.8.2-1**. Todos os pontos tiveram suas coordenadas confirmadas com GPS no momento da coleta.


Quadro 9.3.8.2-2: Localização dos Pontos de Amostragem na AID/ADA

Ponto	Localização	Coordenadas (UTM SAD-69)	
		X	Y
P01	Rio Casqueiro	358.747	7.354.154
P02	Foz do Canal da Cosipa (atual Usiminas) com Largo do Caneú	360.328	7.355.427
P03	Largo do Caneú	361.466	7.355.647
P04	Largo de Santa Rita	362.989	7.355.660
P05	Canal sem denominação que separa o Largo do Caneú do Largo de Santa Rita	362.302	7.355.407
P06	Córrego das Neves	364.265	7.356.399
P07	Rio Jurubatuba	365.780	7.357.702
P08	Rio Sandi	366.053	7.355.249
P09	Canal de Piaçaguera	364.423	7.353.437
P10	Largo de Santa Rita - Face leste da Ilha dos Bagres	363.825	7.354.932
P11	Canal Piaçaguera - Porção sudoeste da Ilha dos Bagres	361.739	7.354.347



- Área de Influência Direta (AID)
- Área Diretamente Afetada (ADA)
- Trecho em Rodovia (ADA)
- Trecho em Ponte (ADA)
- Limite Municipal
- Pontos de Amostragem
- Área de Amostragem






Estudo de Impacto Ambiental

CENTRO PORTUÁRIO INDUSTRIAL NAVAL OFFSHORE DE SANTOS

PONTOS DE AMOSTRAGEM DE ÁGUAS SUPERFICIAIS, SEDIMENTOS E BIOTA AQUÁTICA NA AID/ADA

ESCALA 1:35.000



SÃO PAULO EMPREENDIMENTOS PORTUÁRIOS

DATA JUNHO/2011

DESENHO 9.3.8.2-1

Metodologia e Procedimentos de Coleta e Análise

Em campo, a coleta de água foi realizada sob a coordenação da empresa *ASA South America*, com o uso de duas embarcações. Uma, estrategicamente posicionada, serviu de apoio aos trabalhos enquanto a outra realizava os deslocamentos necessários até os pontos de amostragem. Em todos os locais foi coletada a água em superfície e apenas no ponto P09, com profundidade superior a 5 m, realizou-se também a amostragem de fundo.

As alíquotas coletadas foram transferidas para frascos específicos, sendo devidamente acondicionadas e preservadas conforme padrões estabelecidos pelo “*Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater*”, 21ª edição. Em seguida, os frascos foram acondicionados em caixas isotérmicas com gelo e mantidos sob refrigeração para o transporte até o laboratório, onde deram entrada após verificação da integridade das embalagens e das condições de armazenamento.

ANÁLISES FÍSICAS, QUÍMICAS E BACTERIOLÓGICAS

Com o objetivo de caracterizar a qualidade das águas nas áreas de influência do empreendimento, foi selecionado um conjunto de variáveis tradicionalmente empregadas em estudos dessa natureza, com base na listagem de parâmetros definida pela Resolução Conama nº 357/05.

Durante o levantamento de campo, foram realizadas medições locais nos distintos pontos de amostragem com auxílio de sonda multiparâmetro da marca Horiba, modelo U52, para as seguintes variáveis: temperatura da água (°C), pH, condutividade (mS/cm), potencial redox (mV), total de sólidos dissolvidos - TDS (mg/L), salinidade (‰) e oxigênio dissolvido (mg/L). Utilizou-se o disco de Secchi para mensurar a transparência (cm) dos corpos d’água.

No **Quadro 9.3.8.2-3**, é apresentada a listagem de variáveis físicas, químicas e bacteriológicas selecionadas, incluindo metais pesados, nutrientes, compostos orgânicos, herbicidas, organoclorados, fosforados, carbamatos e outros. As análises foram realizadas pelo Laboratório Ecolabor e os respectivos laudos analíticos constam no **Anexo 9.4**.

Quadro 9.3.8.2-3: Variáveis Analisadas e Metodologia Analítica Empregada

Variáveis	Unidade	Metodologia Analítica
Alumínio Dissolvido	mg Al/L	SMEWW 21ª Ed. - 3030B, 3030F e 3120B
Arsênio Total	mg As/L	SMEWW 21ª Ed. - 3114B
Berílio Total	µg Be/L	SMEWW 21ª Ed. - 3030F e 3120B
Boro Total	mg B/L	SMEWW 21ª Ed. - 3030F e 3120B
Cádmio Total	mg Cd/L	SMEWW 21ª Ed. - 3030F e 3120B
Chumbo Total	mg Pb/L	SMEWW 21ª Ed. - 3030F e 3120B
Cobre Dissolvido	mg Cu/L	SMEWW 21ª Ed. - 3030B, 3030F e 3120B
Cromo Total	mg Cr/L	SMEWW 21ª Ed. - 3030F e 3120B
Ferro Dissolvido	mg Fe/L	SMEWW 21ª Ed. - 3030B, 3030F e 3120B
Fluoretos	mg F/L	SMEWW 21ª Ed. - 4500 F-C
Fósforo Total	mg P/L	SMEWW 21ª Ed. - 4500P E
Manganês Total	mg Mn/L	SMEWW 21ª Ed. - 3030F e 3120B
Mercurio Total	mg Hg/L	SMEWW 21ª Ed. - 3112 B
Níquel Total	mg Ni/L	SMEWW 21ª Ed. - 3030F e 3120B
Nitratos *	mg N/L	USEPA - Method 300.1 September/97 Rev 1.0 HACH - Método 8192
Nitritos *	mg N/L	USEPA - Method 300.1 September/97 Rev 1.0 SMEWW 21ª Ed. - 4500-NO2 B
Nitrogênio Amoniacal Total	mg N/L	SMEWW 21ª Ed. - 4500.NH3- B e F
Nitrogênio Kjeldahl Total	mg/L	SMEWW 21ª Ed. - 4500Norg. B e 4500NH3 C e G

Quadro 9.3.8.2-3: Variáveis Analisadas e Metodologia Analítica Empregada

Variáveis	Unidade	Metodologia Analítica
Polifosfato	mg P/L	SMEWW 21ª Ed. - 4500P B e E
Prata Total	mg Ag/L	SMEWW 21ª Ed. - 3030F e 3120B
Selênio Total	mg Se/L	SMEWW 21ª Ed. - 3114B
Sulfeto de Hidrogênio	mg S/L	SMEWW 21ª Ed. - 4500S2- C e D
Zinco Total	mg Zn/L	SMEWW 21ª Ed. - 3030F e 3120B
Aldrin + Dieldrin	µg/L	USEPA - 3510C, 1996 / USEPA - 8081B, 2007
Benzeno	µg/L	USEPA - 5021A, 2003 / USEPA - 8260C, 2006
Carbaril	µg/L	EPA 3510-8270-D
Clordano (cis + trans)	µg/L	USEPA - 3510C, 1996 / USEPA - 8081B, 2007
2,4-D	µg/L	USEPA - 3510C, 1996 / USEPA - 515.1 Rev. 4.1 , 1995.
DDT (p,p'-DDT+ p,p'-DDE + p,p'-DDD)	µg/L	USEPA - 3510C, 1996 / USEPA - 8081B, 2007
Demeton (Demeton-O + Demeton-S)	µg/L	USEPA - 3510C, 1996 / USEPA - 8141B, 2007
Dodecacrlo pentaciclodecano	µg/L	USEPA - 3510C, 1996 / USEPA - 8081B, 2007
Endossulfan (a + b + Sulfato)	µg/L	USEPA - 3510C, 1996 / USEPA - 8081B, 2007
Endrin	µg/L	USEPA - 3510C, 1996 / USEPA - 8081B, 2007
Etilbenzeno	µg/L	USEPA - 5021A, 2003 / USEPA - 8260C, 2006
Fenóis Totais	mg C ₆ H ₅ OH/L	SMEWW 21ª Ed. - 5530 C e D
Gution	µg/L	USEPA - 3510C, 1996 / USEPA - 8141B, 2007
Heptacloro e Heptacloro epóxido	µg/L	USEPA - 3510C, 1996 / USEPA - 8081B, 2007
Lindano (gama-BHC)	µg/L	USEPA - 3510C, 1996 / USEPA - 8081B, 2007
Malation	µg/L	USEPA - 3510C, 1996 / USEPA - 8141B, 2007
Metoxicloro	µg/L	USEPA - 3510C, 1996 / USEPA - 8081B, 2007
Monoclorobenzeno	µg/L	USEPA - 5021A, 2003 / USEPA - 8260C, 2006
Paration	µg/L	USEPA - 3510C, 1996 / USEPA - 8141B, 2007
Pentaclorofenol	µg/L	USEPA - 3510C, 1996 ; USEPA - 8041A, 2007
PCB's	µg/L	USEPA - 3510C, 1996 / USEPA - 8082A, 2007
Surfactantes Aniônicos	mg LAS/L	SMEWW 21ª Ed. - 5540 C
2,4,5-T	µg/L	USEPA - 3510C, 1996 / USEPA - 515.1 Rev. 4.1 , 1995.
Tolueno	µg/L	USEPA - 5021A, 2003 / USEPA - 8260C, 2006
Toxafeno	µg/L	USEPA - 3510C, 1996 / USEPA - 8081B, 2007
2,4,5-TP	µg/L	USEPA - 3510C, 1996 / USEPA - 515.1 Rev. 4.1 , 1995.
Tributilestanho	µg/L	NIOSH 5504 Fourth Edition
Triclorobenzeno (1,2,3-TCB + 1,2,4-TCB)	µg/L	USEPA SW 846 - 5021A e 8260B
Carbono Orgânico Total (COT)	mg/L	SMEWW 21ª Ed. - 5310 B
Óleos e Graxas	mg/L	SMEWW 21ª Ed. - 5520 B
Cor Aparente	mg Pt/L	HACH - Método 8025 / SMEWW 21ª Ed. - 2120 B
Odor	-	SMEWW 21ª Ed. - 2150 B
Turbidez	NUT	SMEWW 21ª Ed. - 2130 B
Resíduos (Materiais) Sedimentáveis	ml/L	SMEWW 21ª Ed. - 2540F
Sólidos Suspensos Totais	mg/L	SMEWW 21ª Ed. - 2540 D
Coliformes Termotolerantes	NMP/100mL	SMEWW 21ª Ed. - 56

* Foram utilizadas metodologias diferentes em cada campanha. A 1ª linha refere-se à metodologia utilizada na campanha de verão e a 2ª linha à de inverno.

SMEWW: Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater.

Fonte: Ecolabor e Tecam Laboratórios.

Os laudos analíticos do laboratório apresentam os resultados referentes à fortificação de amostras. A faixa de recuperação para os compostos analisados está apresentada no **Quadro 9.3.8.2-4**.

Quadro 9.3.8.2-4: Faixa de recuperação obtida após fortificação de amostras para as Variáveis Analisadas

Parâmetro	Faixa de recuperação	
	Campanha de verão	Campanha de inverno
Metais e As	85 - 104 %	100 - 133 %
Inorgânicos	97 - 104 %	80 - 106 %
Herbicidas	101 - 118 %	108 - 118 %
Organoclorados	92 - 116 %	92 - 106 %
Solventes voláteis	52 - 110 %	96 - 105 %
Fosforados/Carbamatos	97 - 110 %	88 - 110 %
Outros compostos orgânicos	100 - 104 %	90 - 113 %

As faixas de recuperação obtidas são adequadas para a validação dos resultados.

ENSAIOS ECOTOXICOLÓGICOS

Nos mesmos pontos de coleta amostrados para análises físico-químicas foram coletadas amostras de água para avaliação da toxicidade crônica para invertebrados planctônicos usando testes com embriões de *Lytechinus variegatus* seguindo procedimentos descritos em NBR 15.350 (ABNT, 2006).

Os testes de toxicidade foram realizados pelo TECAM Laboratórios e os laudos analíticos estão apresentados no **Anexo 9.4.1**. Foram utilizadas quatro réplicas de cada amostra de água mais o controle (água marinha sintética). Ouriços-do-mar adultos foram coletados no litoral de Ilhabela, SP. Trezentos ovos, utilizados até 30 minutos após a fecundação, foram usados em cada réplica. O objetivo do teste foi determinar a toxicidade crônica da amostras para embriões de *L. variegatus*, com base no grau de desenvolvimento embrio-larval e/ou anomalias em ovos e larvas. Após o período de 24 a 28 horas, quando os ovos recém-fecundados devem se desenvolver até o estágio de larva pluteus, a menos que a substância-teste exerça efeitos tóxicos durante este período de exposição.

Machos e fêmeas adultos de ouriço do mar foram estimulados para a liberação de gametas por meio de choque elétrico. Os gametas foram coletados separadamente e os óvulos, caracterizados pela coloração amarela alaranjada, foram coletados em água marinha sintética. Os espermatozoides foram coletados diretamente dos gonóporos, utilizando uma micropipeta e depois mantidos refrigerados até o momento da fertilização. Para a fecundação, a solução de espermas foi acrescentada ao recipiente contendo os óvulos. Um volume de solução com número estimado em 300 ovos foi acrescentado aos recipientes-teste. Os ensaios foram conduzidos em tubos de ensaio de 15 ml. As amostras apresentaram salinidade inicial abaixo do limite estabelecido pela norma de referência (32 a 36). Foi realizado ajuste de salinidade com a adição de salmoura (salinidade 100). A concentração final das amostras de água após adição de salmoura variou de 69,11 a 77,71%.

Os experimentos foram mantidos em câmara incubadora sob temperatura constante (média de $25,7 \pm 0,6$ °C na campanha de verão e de $25,9 \pm 0,2$ °C na de inverno) e fotoperíodo de 16 horas de luz e 8 horas de escuro. Após 24 a 28 h, os experimentos foram finalizados e os embriões fixados em formaldeído tamponado. Após a fixação, procedeu-se à leitura do estágio de desenvolvimento dos 100 primeiros organismos de cada réplica, onde foi avaliado o desenvolvimento normal das larvas até o estágio pluteus. Foi anotado o número de larvas normais bem como o número de larvas mal formadas ou com desenvolvimento anômalo.

Os resultados dos testes foram submetidos aos métodos estatísticos de análises de variância (Teste-F) e Teste-t para comparações pareadas independentes dos pontos em relação ao controle.

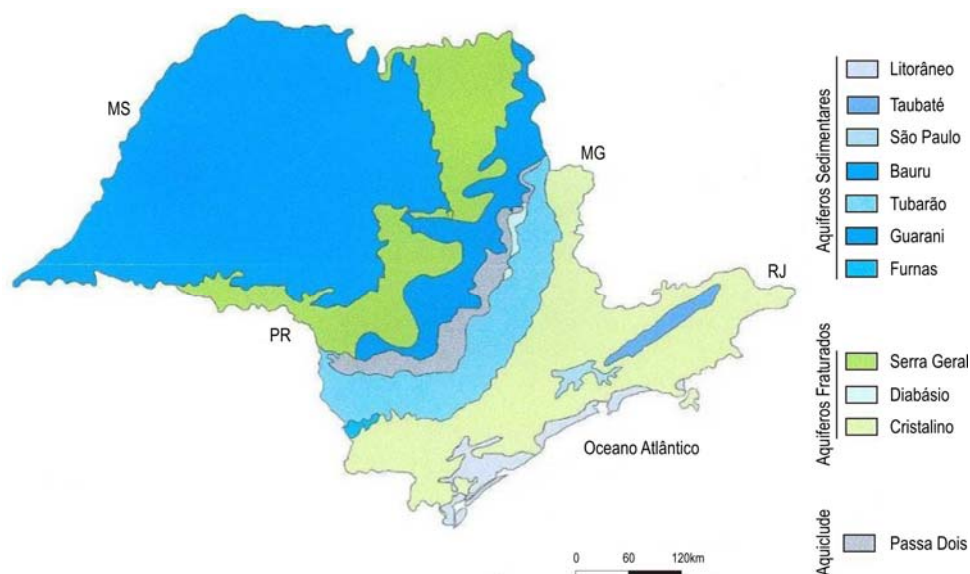
Simultaneamente aos testes com as amostras, foi realizado um teste com a substância de referência sulfato de zinco heptaidratado. A concentração letal mediana obtida está dentro da faixa definida de avaliação do sistema-teste, conforme carta-controlé apresentada no laudo do laboratório. O resultado da sensibilidade obtida no período do teste foi de 0,141 mg Zn/L, na campanha de verão e de 0,132 mg Zn/L na campanha de inverno, ambos dentro, portanto, da faixa da carta-controlé de sensibilidade do laboratório (respectivamente 0,064 a 0,155 mg Zn/L e 0,071 a 0,153 mg Zn/L).

9.3.8.3 HIDROGEOLOGIA

9.3.8.3.1 Área de Influência Indireta (All)

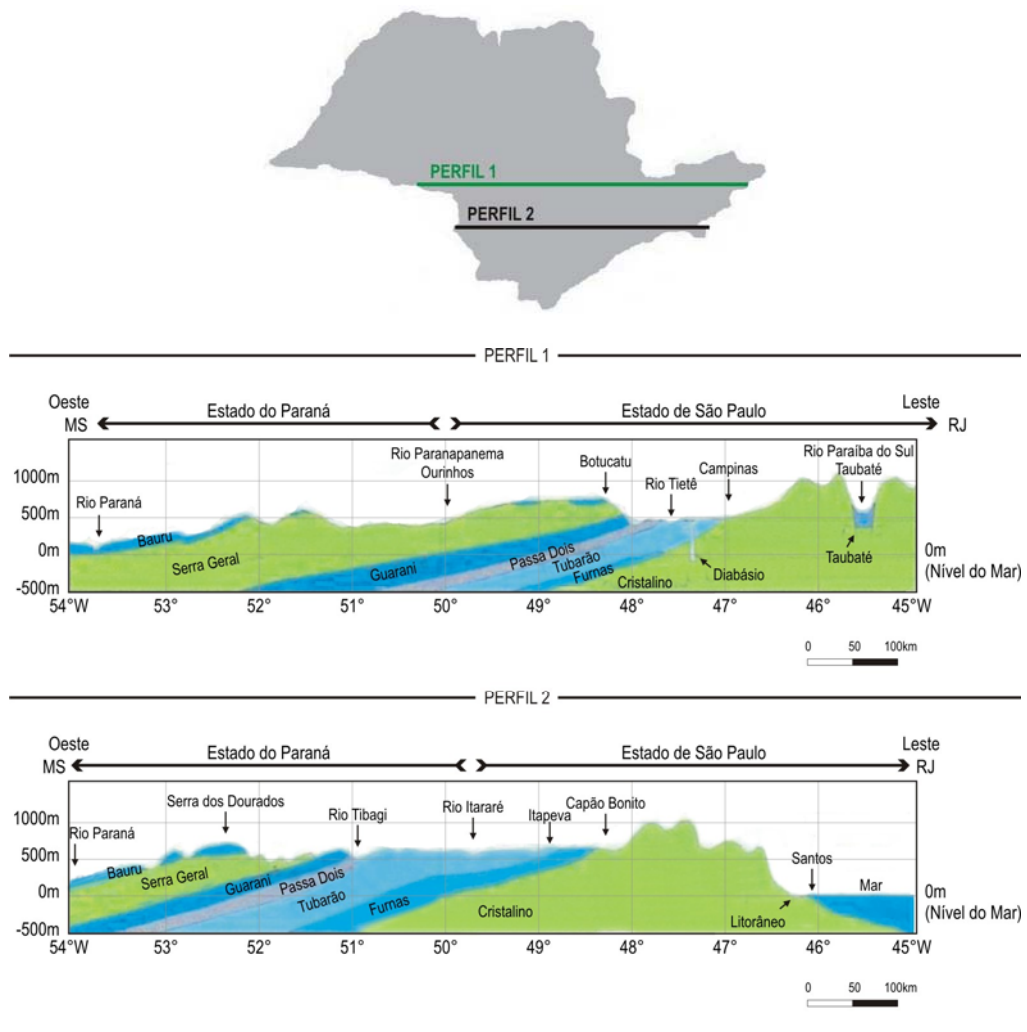
Na Área de Influência Indireta - All do empreendimento, encontram-se instalados aquíferos de meio poroso nos sedimentos litorâneos, coluviões, aluviões quaternários e solos residuais, e aquíferos de meio fraturado representados pelas rochas cristalinas do Pré-Cambriano (DAEE/IG/IPT/CPRM, 2005).

As Figuras 9.3.8.3-1 e 9.3.8.3-2 a seguir, apresentam a distribuição em área das unidades aquíferas, bem como seções hidrogeológicas esquemáticas pelo Estado de São Paulo.



Fonte: (IGG, 1974 *apud* Iritani & Ezaki, 2008)

Figura 9.3.8.3-1: Principais Unidades Aquíferas do Estado de São Paulo



Fonte: (ODA, 2008 apud Iritani & Ezaki, 2008)

Figura 9.3.8.3-2: Perfis Hidrogeológicos Esquemáticos do Estado de São Paulo

Os aquíferos instalados nos coluviões e aluviões quaternários, nos solos residuais próximos à superfície do terreno e no topo dos sedimentos litorâneos são ditos superficiais. Os aquíferos instalados nas camadas mais profundas dos sedimentos litorâneos e solos residuais, e nas rochas do Pré-Cambriano, em geral são ditos profundos.

Aquífero Litorâneo

Esse aquífero se desenvolve ao longo de toda a costa litorânea do Estado de São Paulo, entrecortado pelo maciço cristalino, podendo se apresentar na forma de bolsões isolados ou faixas com extensão de até 70 km, como na foz do Rio Ribeira de Iguape. Encontra-se abrigado nos sedimentos da Planície Litorânea representados pelos depósitos quaternários, com espessuras que podem ultrapassar 167 m (Suguo & Martin, 1987).

Trata-se de unidade aquífera de porosidade granular, livre, extensão limitada e transmissividade média a elevada, e segundo o DAEE/IG/IPT/CPRM (2005), sua base se encontra entre 50 m e 200 m abaixo do nível do mar, com a superfície potenciométrica variando entre 0 m e 20 m. A recarga se dá nas vertentes da serra, e a descarga ocorre na área costeira, com fluxo subterrâneo regional ascendente no sentido do mar.

Estudos realizados pela Emraport em 2003, para o licenciamento ambiental de seu futuro terminal portuário, e pela Cosipa (atual Usiminas) em 2004, para a dragagem do Canal de Piaçaguera, permitiram a caracterização de um aquífero profundo instalado na base do pacote de sedimentos flúvio-lagunares, flúvio-marinhos e fluviais. Apresenta-se semi-confinado a confinado, instalado a partir de 30 m de profundidade, até o limite com o embasamento cristalino.

O fluxo das águas subterrâneas, determinado por meio de piezômetros mais profundos, apresentou-se regional e ascendente, com semi-artesianismo determinado pelas altas cargas hidráulicas relacionadas à recarga proveniente da Serra do Mar, Serra do Quilombo e morros isolados.

A produtividade desse aquífero é relativamente baixa, com vazões explotáveis inferiores a 10 m³/h e de 10 m³/h a 20 m³/h, como ocorre em áreas restritas entre as cidades de Peruíbe e São Vicente. As águas são do tipo bicarbonatas sódicas ou cloretadas cálcicas, podendo apresentar elevados teores de ferro e cloreto, por influência da cunha salina (DAEE/IG/IPT/CPRM, 2005).

Com o escoamento das águas subterrâneas no sentido do mar, forma-se uma interface entre a água doce e a água salgada, por equilíbrio hidrodinâmico, denominada cunha salina. A influência dessa cunha na qualidade da água varia com a forma e a distância da linha da costa, sendo menor nas costas continentais e maior nas costas insulares, como ocorre na Ilha de Santo Amaro, onde o abastecimento de água por poços profundos na Cidade do Guarujá é limitado pela distância da linha de costa, escassez de poços e baixas vazões explotáveis.

Aquíferos Superficiais

Os aquíferos superficiais ou freáticos são os de maior interesse para o empreendimento, devido à pequena profundidade de sua superfície piezométrica, e constituem uma unidade hidrogeológica com extensão limitada, permeável por porosidade granular, livre e descontínua. Como esse sistema não possui caráter regional, suas características se associam às formas de ocorrência e natureza locais dos sedimentos ou solos residuais que a compõem.

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 do relevo. 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 carga hidráulica em qualquer ponto dos aquíferos 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.

A presença de aterros e camadas de solo menos permeável - como argilas nos aluviões e intercalações de faixas xistosas nos solos residuais - sobre camadas mais permeáveis, pode imprimir regime artesianos aos aquíferos, "levantando" sua superfície, e também criar aquíferos secundários ditos "suspensos" ou "empoleirados".

A recarga desses aquíferos é feita, predominantemente, por infiltração vertical nos altos topográficos. A água atravessa a zona de aeração e se acumula na zona de saturação, ambas governadas pelas características locais dos solos e condições do relevo, que também controla o escoamento subterrâneo. Sua descarga se dá nas nascentes perenes ou intermitentes, córregos e rios.

Na Baixada Santista, os aquíferos superficiais são sub-aflorantes a aflorantes e se encontram instalados nos sedimentos de mangue, sedimentos flúvio-lagunares e sedimentos marinhos. Desenvolvem-se até cerca de 25 m a 30 m de profundidade e são caracterizados por águas de elevada condutividade elétrica, por conter sais dissolvidos e ser de natureza salobra.

Pela Resolução 396 do Conama, que dispõe sobre a classificação e diretrizes ambientais para o enquadramento, prevenção e controle da poluição das águas subterrâneas, o aquíferos superficiais da AID/ADA do empreendimento enquadram-se na Classe 2. Sua qualidade não é alterada por atividades

antrópicas, mas a má qualidade das águas exigiria tratamento adequado para uso, uma vez que o VRQ dos sais dissolvidos se apresenta superior ao seu VMPr+ dos usos preponderantes.

Apresentam baixa capacidade de exploração, evidenciada por baixos valores de vazão, de condutividade hidráulica e de transmissividade, característicos de materiais argilosos. Com uma porosidade efetiva (ne) 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.

O regime de fluxo se dá localmente, pela infiltração das águas das chuvas e das marés de cheias sobre a planície, e a recarga desses aquíferos 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. Em função das variações de nível das marés, a superfície dos aquíferos apresenta oscilações na vertical, sendo maior essa influência quanto mais próximo das águas dos braços de mar e mais permeável o material do depósito aluvial.

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 superior, possuindo caráter mais regional.

Durante as marés de enchente e passagens de frentes frias, as águas oceânicas penetram no Estuário Santista em direção às cabeceiras, gerando estratificação pelas diferenças de densidade e criando uma circulação longitudinal (Umah, 2000). 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.

A descarga do aquífero ocorre no trecho baixo dos rios Jurubatuba, Quilombo, Cubatão e Diana, e seus tributários, e em toda a faixa litorânea. As oscilações da superfície freática tendem a acompanhar as variações das marés, e pode haver recarga quando o regime é influente, ou descarga quando é efluente.

Nas encostas e regiões mais elevadas do Planalto Atlântico, com ocorrência de coluviões e solos residuais, os aquíferos superficiais podem ser interceptados por poços domésticos ou cacimbas a profundidades inferiores a 2 m a até mais de 15 m. Nos corpos aluviais maiores, presentes nos fundos dos vales, esses aquíferos são sub-aflorantes a aflorantes, o mesmo podendo ocorrer nos pontos mais baixos das encostas, onde formam nascentes intermitentes. Nos pontos elevados pode estar ausente ou se instalar de forma transitória nos períodos chuvosos.

No entorno das represas Billings, Rio das Pedras e Salto Grande, os aquíferos superficiais instalados nos coluviões, sedimentos quaternários e solos residuais sofrem influência direta desses corpos d'água. As oscilações da superfície freática tendem a acompanhar as flutuações dos seus níveis d'água, e pode haver recarga quando o regime é influente, ou descarga quando é efluente.

Na região da Serra do Mar, os aquíferos superficiais ocupam os solos residuais e, eventualmente, pequenos corpos aluviais de natureza granular. Como as espessuras de solo são reduzidas e a topografia é muito íngreme, esses aquíferos têm sua capacidade de armazenamento limitada pelo topo do maciço rochoso e pelos elevados gradientes hidráulicos.

A direção de fluxo das águas subterrâneas acompanha a topografia local - com o contato solo-rocha atuando como caminho preferencial de percolação - até seu afloramento em nascentes formadas por estruturas permeáveis ou em locais de pequena espessura de solo. Sua capacidade de exploração é baixa, sendo mais ou menos reduzida em função da extensão e declividade das áreas de recarga.

Tanto no planalto como nas escarpas da Serra do Mar, a descarga do aquífero se dá nas nascentes perenes ou intermitentes, córregos, ribeirões e em seus afluentes.

Aquífero de Meio Fraturado

O aquífero de meio fraturado se encontra instalado nas rochas pré-cambrianas, abrigado pelo arcabouço de rochas do cristalino. Em geral esses aquíferos são profundos, repousando na base dos demais aquíferos, e o armazenamento da água se dá nas estruturas geológicas presentes no maciço rochoso, representadas, principalmente, pelas fraturas e juntas. Também pode ocorrer armazenamento nos solos residuais que recobrem o maciço, em meio poroso, em especial na região do Planalto Atlântico com grandes espessuras do manto de alteração, e na Baixada Santista, entre o limite inferior dos aquíferos superficiais e o cristalino, contribuindo para a recarga do aquífero de meio fraturado.

No meio fraturado, as fraturas do tipo compressional e de cisalhamento se apresentam fechadas, possuindo pouca ou nenhuma capacidade de condução e armazenamento de água. As fraturas do tipo distensional são formadas por alívio de tensões e esforços tectônicos de tração, sendo abertas e, portanto, as formadoras do sistema aquífero.

As fraturas distensionais de alívio de tensões se desenvolvem paralelamente ao topo do maciço rochoso, sendo sua origem associada aos processos de intemperismo, que transformam as rochas em solo, reduzindo sua densidade, e à erosão, pela remoção de massa do manto de alteração, reduzindo as cargas aplicadas sobre o maciço. Sua ocorrência, frequência e abertura são maiores na superfície do maciço rochoso e tendem a diminuir com a profundidade até se extinguir por completo nos níveis onde as tensões atuantes se mantêm preservadas.

Fraturas distensionais de origem tectônica são formadas por esforços de tração associados a falhamentos e dobramentos, sendo sua ocorrência, frequência e abertura condicionadas pela distribuição das tensões no maciço rochoso e sua distância em relação às maiores concentrações de esforços. Ocorrem desde a superfície do terreno até as regiões mais profundas do maciço.

No Planalto Atlântico, a recarga desses aquíferos é feita pelas bacias dos rios que também alimentam a região da escarpa da Serra do Mar, juntamente com as bacias dos rios Jurubatuba, Mogi e Quilombo. Sua descarga se dá nas escarpas das serras, em situações de exutório governadas pelos elevados gradientes hidráulicos, com nascentes formadas pela chegada de estruturas ou zonas muito fraturadas do maciço, e na faixa litorânea que margeia o Oceano Atlântico, onde suas águas apresentam fluxo regional ascendente.

Sua superfície se encontra a profundidades superiores a 100 m, sendo interceptado somente por poços tubulares profundos, mas também pode se apresentar aflorante, formando exutórios. Em geral se apresenta semi-confinado a confinado, eventualmente com regime artesianos, em função dos elevados gradientes hidráulicos formados pelos desníveis da serra e da ocorrência de intercalações de camadas de solo e rocha menos permeáveis no maciço, mas pode ser do tipo livre.

Na região da Baixada Santista, a Serra do Mar e os morros isolados subjacentes constituem a área de recarga do aquífero instalado no maciço cristalino, 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.

Quanto à potencialidade desses aquíferos, poços instalados em rochas metamórficas e granitos podem produzir entre 1 m³/h e 23 m³/h de água de boa qualidade, sendo mais produtivos os poços em gnaisses e menos produtivos os poços em granitos. A espessura do manto de alteração não exerce influência significativa sobre a produção dos poços (DAEE/IG/IPT/CPRM, 2005).

Conclusões sobre a Hidrogeologia da AII

Pela pequena profundidade da superfície piezométrica, os aquíferos superficiais ou freáticos são os de maior interesse para o empreendimento. Apresentam extensão limitada, estando suas características relacionadas às formas de ocorrência e natureza locais dos sedimentos ou solos residuais. Em geral, a superfície freática depende da topografia do terreno e acompanha a conformação do relevo. Como não é estática, e sua descarga se dá nas nascentes e corpos d'água, os riscos de migração de contaminantes para esses corpos receptores, nos eventuais casos de vazamentos, são maiores.

Nas áreas de menor profundidade da superfície do Aquífero Litorâneo, ou onde ocorrer sua elevação - de forma que a camada superior do mesmo avance sobre o freático local ou o representante - haveria possibilidade, também, de migração de eventuais contaminantes para níveis mais profundos. Entretanto, a ocorrência de camadas menos permeáveis e outros condicionantes de caráter regional ou local associados - como o fluxo ascendente das águas subterrâneas na Baixada Santista - restringe essa migração.

9.3.8.3.2 Área de Influência Direta (AID)

O estudo da Hidrogeologia da AID do empreendimento foi desenvolvido a partir das informações disponíveis na bibliografia e consulta ao banco de dados sobre os poços tubulares profundos outorgados pelo DAEE.

A AID do empreendimento abriga aquíferos freáticos superficiais instalados nos corpos de tálus, aluviões e solos residuais, e o aquífero cristalino, nas fraturas do maciço rochoso pré-cambriano.

Devido à pequena profundidade de sua superfície livre, os aquíferos freáticos são explorados, via-de-regra, por meio de poços e cacimbas, utilizando-se balde com ou sem carretilha ou bombas de recalque. Eventualmente, em função da profundidade do nível d'água estático e das vazões de exploração, são utilizadas bombas submersas em poços tubulares profundos.

O aquífero cristalino é explorado por meio de poços tubulares profundos e raramente por poços superficiais. O aquífero litorâneo, dado sua baixa produtividade e os elevados teores de ferro e cloreto, é pouco explorado (DAEE/IG/IPT/CPRM, 2005).

Aquífero Litorâneo

Desenvolve-se na Planície Litorânea, abrigado nos sedimentos e entrecortado pelo maciço cristalino, podendo se apresentar na forma de bolsões isolados, e suas espessuras podem ultrapassar 167 m (Sugio & Martin, 1987). Apresenta extensão limitada, superfície potenciométrica aflorante ou a até 20 m de profundidade, e base entre 50 m e 200 m abaixo do nível do mar (DAEE/IG/IPT/CPRM, 2005).

Devido ao seu confinamento pelos sedimentos marinhos, encontra-se sob regime semi-artesiano ou artesiano, determinado pelas altas cargas hidráulicas relacionadas à recarga proveniente da Serra do Mar, Serra do Quilombo e morros isolados. Quanto à exploração, a produtividade desse aquífero é relativamente baixa, e suas águas podem apresentar elevados teores de ferro e cloreto, por influência da cunha salina (DAEE/IG/IPT/CPRM, 2005).

O cadastro de poços do DAEE indica a ocorrência de apenas duas outorgas concedidas no litoral, fora da AID, sendo uma no Município de Cubatão e outra no de Guarujá, ambas com registro de pequena profundidade e vazão não fornecida, devendo tratar-se de poços construídos no âmbito do aquífero freático e com água de má qualidade, característica típica da região da Baixada Santista, onde a exploração das águas subterrâneas é limitada pela proximidade do mar. Deve ser considerado no contexto do aquífero freático nas áreas onde se apresenta sub-aflorante ou próximo à superfície do terreno.

Aquíferos Freáticos

Os aquíferos freáticos se apresentam livres e com sua superfície piezométrica a pequenas profundidades, podendo ser interceptados nas regiões mais baixas do relevo como fundos de vales, planícies aluviais, várzeas e planície litorânea. Nas regiões mais elevadas, essa interceptação pode ocorrer de forma sazonal, por oscilações do nível d'água, em função da permeabilidade do aquífero, topografia, pluviosidade e fluxo local das águas subterrâneas, pois não possui caráter regional.

Quando esses aquíferos se encontram em regime artesiano devido à presença de aterros ou camadas de argila, a realização de escavações irá provocar a ascensão da superfície freática até sua estabilização com o alívio das pressões piezométricas. As flutuações dos níveis d'água dos rios e das marés na faixa litorânea influenciam fortemente esse regime onde o mesmo se encontra instalado, elevando as pressões.

As superfícies livres desses aquíferos se encontram, em geral, sub-aflorantes a até mais de 15 m de profundidade, e podem aflorar nos corpos aluviais presentes nos fundos dos vales, nos pontos mais baixos das encostas, onde formam nascentes perenes ou intermitentes, e na planície litorânea. Conforme o cadastro de poços do DAEE, não existem outorgas para sua exploração na AID.

Aquífero Pré-Cambriano

O aquífero Pré-Cambriano, também chamado aquífero cristalino, encontra-se instalado no maciço rochoso, com o armazenamento e a circulação da água subterrânea ocorrendo, preferencialmente, nas estruturas geológicas. Pode ocorrer nos solos residuais que recobrem o maciço entre o limite inferior dos aquíferos superficiais e o cristalino, confundindo-se com o aquífero freático, que contribui para a recarga do aquífero de meio fraturado.

As principais estruturas que abrigam esse aquífero são as fraturas do tipo distensional, formadas por alívio de tensões e esforços tectônicos de tração, que se desenvolvem paralelamente ao topo do maciço rochoso, com ocorrência, frequência e abertura maiores na superfície do maciço rochoso, tendendo a diminuir com a profundidade. As fraturas de origem tectônica são formadas por esforços de tração associados a falhamentos e dobramentos, e ocorrem desde a superfície do terreno até as regiões mais profundas do maciço.

É um aquífero semi-confinado a confinado, eventualmente com regime artesianos, e pode apresentar boa potencialidade, desde que o poço tubular intercepte uma ou mais fraturas armazenadoras e condutoras, conhecidas como “riachos-fenda”. Na faixa litorânea é descarregado com fluxo regional ascendente, e a água, em geral, é de boa qualidade (DAEE/IG/IPT/CPRM, 2005).

Na Baixada Santista, de modo geral, a captação de água por meio de poços para consumo humano encontra restrições na legislação face à influência do mar sobre a qualidade dos recursos hídricos subterrâneos, não existindo outorgas do DAEE para sua exploração na AID.

Poderá ser interceptado, eventualmente, apenas nas áreas onde sua superfície livre se encontrar aflorante ou muito próxima à superfície do terreno, confundindo-se com o aquífero freático local. Nesses casos estará sujeito às condições de regime locais, e não regionais, devendo ser considerado no contexto do aquífero superficial.

Conclusões sobre a Hidrogeologia da AID

Os aquíferos superficiais e profundos presentes na AID não apresentam potencial para exploração, face às baixas vazões de exploração esperadas e às restrições quanto à qualidade da água. Sua interferência com o empreendimento se dará nas áreas sujeitas a flutuações da superfície freática no subsolo ou de ocorrência de inundações, nas escavações e, no caso do aquífero profundo, nas fundações por estacas, além do risco, embora baixo, de contaminações por eventuais vazamentos.

9.3.8.3.3 Área Diretamente Afetada (ADA)

Aspectos Hidrogeológicos Locais

De acordo com o DAEE/IG/IPT/CPRM (2005), a ADA se insere na região do Aquífero Litorâneo, que compreende o aquífero superior, constituído pelos depósitos sedimentares da Planície Litorânea, 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.

O aquífero superior é abrigado pelo pacote de sedimentos flúvio-lagunares e fluviais que ocupam as bacias dos rios Cubatão, Mogi, Quilombo, Jurubatuba e Diana. Suas águas escoam, permanentemente, em direção ao oceano, juntamente com as do aquífero profundo que aflui pelas cabeceiras. O equilíbrio hidrodinâmico entre a água doce e a água salgada se dá por uma interface denominada “cunha salina”.

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

Segundo Fetter (1994), a porosidade efetiva (n_e) média estimada é de 20%, obtida experimentalmente para sedimentos silto-argilosos, estimando-se uma velocidade de fluxo em torno de 12 m/ano para as águas subterrâneas desse aquífero. Possui baixa capacidade de exploração, pelos baixos valores de vazão, de condutividade hidráulica e de transmissividade.

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 nas áreas mais próximas.

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 o 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).

Modelo Hidrogeológico da ADA

As investigações realizadas na área do Terminal Portuário da Embraport (2003) e para seu detalhamento em 2005 - entre a Ilha Barnabé e o Canal de Bertioga - compreenderam 87 sondagens à percussão e 87 sondagens mistas realizadas em terra e no mar. Foram identificadas e caracterizadas as diferentes unidades hidrogeológicas, determinando-se as espessuras e cotas do seu topo e base, e elaborados mapas potenciométricos, mapas de isopacas e mapas de contorno estrutural das camadas.

A potencimetria indicou que o topo da superfície freática situa-se entre as cotas 0 m e +2,0 m, com as equipotenciais indicando padrão de fluxo radial para as águas subterrâneas, do centro das áreas emersas para as margens dos canais, rios e o Estuário Santista.

Os mapas de isoespessura e contorno estrutural mostraram que os sedimentos de mangue se tornam menos espessos no sentido do Estuário Santista para o Sul, tendendo a desaparecer. As argilas flúvio-lagunares ocorrem em toda a área avaliada, formando uma única camada atingindo até 40 m de espessura, com o topo entre as cotas +1,5 m e -9,0 m. O topo das unidades arenosas basais é relativamente regular, desenvolvendo-se entre as cotas -18,0 m e -26,0 m, e essas camadas apresentam espessuras entre 2 m e 16 m.

Na área do futuro Brasil Intermodal Terminal Santos - Brites (2010) - na margem do Largo de Santa Rita - foram construídos 30 poços de monitoramento com profundidades entre 0,5 m e 3 m, na área emersa a montante do Largo de Santa Rita e nas margens dos rios das Neves e Jurubatuba. Também foram realizados ensaios de permeabilidade *in situ* do tipo *slug test* em oito poços. Os dados obtidos permitiram a obtenção do modelo hidrogeológico local e de um mapa potenciométrico com indicação dos sentidos de fluxo das águas subterrâneas.

O modelo hidrogeológico obtido - também representativo para a área do empreendimento - compreende as duas unidades já citadas: um aquífero superior ou freático e outro inferior ou profundo. Com as oscilações das marés, as águas de naturezas químicas diversas imprimem caráter salobro às águas do Córrego das Neves e do Rio Jurubatuba na sua foz, e ao compartimento superior das águas subterrâneas.

O aquífero superior interceptado pelos poços é do tipo livre, de meio poroso, anisotrópico e não homogêneo, e deve se desenvolver até mais de 30 m de profundidade. Encontra-se instalado, preferencialmente, nos aterros e sedimentos quaternários. O aquífero profundo tem seu topo abaixo de 30 m.

As unidades hidrogeológicas presentes na área compreendem, do topo para a base do perfil de solo:

- Aterros diversos;
- Sedimentos de mangue e pântanos constituídos por areias finas pouco argilosas a areias finas argilosas, de coloração cinza-escura, ou argilosa, representados por argilas orgânicas siltosas muito moles, de coloração preta, com detritos vegetais;
- Sedimentos flúvio-lagunares Argilosos 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, com restos de vegetais e conchas;
- Areias transicionais holocênicas flúvio-marinhas ou litorâneas finas a médias e médias a grossas, pouco argilosas, medianamente compactas, de coloração cinza-escura a cinza-clara;
- Areias de depósitos fluviais basais nos aluviões, de coloração cinza-clara, com pedregulhos finos a grossos e eventuais intercalações de areias médias a grossas, pouco argilosas;
- Solos residuais arenosos e silto-arenosos, micáceos, compactos a muito compactos, de coloração cinza variegada.

O nível d'água foi interceptado, em média, a 0,50 m de profundidade, e nas camadas mais superficiais de solo foram obtidas condutividades hidráulicas entre $1,09 \times 10^{-4}$ cm/s e $4,5 \times 10^{-6}$ cm/s, com média de $5,36 \times 10^{-5}$ cm/s, chegando-se a velocidades de percolação entre 0,18 m/ano e 0,68 m/ano para as águas subterrâneas.

Na porção superior do aquífero, o fluxo das águas subterrâneas apresenta direções preferenciais das áreas mais elevadas e encostas do Morro das Neves para o Córrego das Neves e o Rio Jurubatuba, e para o Estuário Santista. Nas porções mais profundas o aquífero deve apresentar padrão semelhante, tendendo a difuso.

A recarga se dá de forma principalmente difusa, por infiltração das águas das chuvas e das marés de cheias sobre as margens do estuário e do Córrego das Neves e Rio Jurubatuba, e sua descarga é feita nos canais do estuário e desses rios. O fluxo subterrâneo nas camadas inferiores do aquífero superior apresenta uma componente vertical ascendente nas zonas de descarga, conforme o modelo hidrogeológico regional.

Conclusões sobre a Hidrogeologia da ADA

Os estudos realizados nas margens do estuário, abrangendo o Largo de Santa Rita e as margens do Córrego das Neves e do Rio Jurubatuba indicaram a superfície do aquífero freático sub-aflorante a aflorante, com fluxo das águas subterrâneas das cotas mais elevadas para o Córrego das Neves e o Rio Jurubatuba, e para o Estuário Santista. A proximidade do lençol e a presença desses corpos d'água são fatores que irão favorecer a contaminação dos recursos hídricos locais no caso de eventuais vazamentos.

Outrossim, as baixas permeabilidades dos sedimentos da ADA e o fluxo ascendente das águas subterrâneas na faixa litorânea promovem o barramento das eventuais plumas de contaminantes, retardando significativamente o caminhamento destas e impedindo que atinjam níveis mais profundos. Na camada superior do aquífero, mais vulnerável, a natureza salobra das águas restringe sua exploração, impedindo a utilização do mesmo como recurso hídrico subterrâneo.

9.3.8.4 HIDROLOGIA E QUALIDADE DAS ÁGUAS SUPERFICIAIS

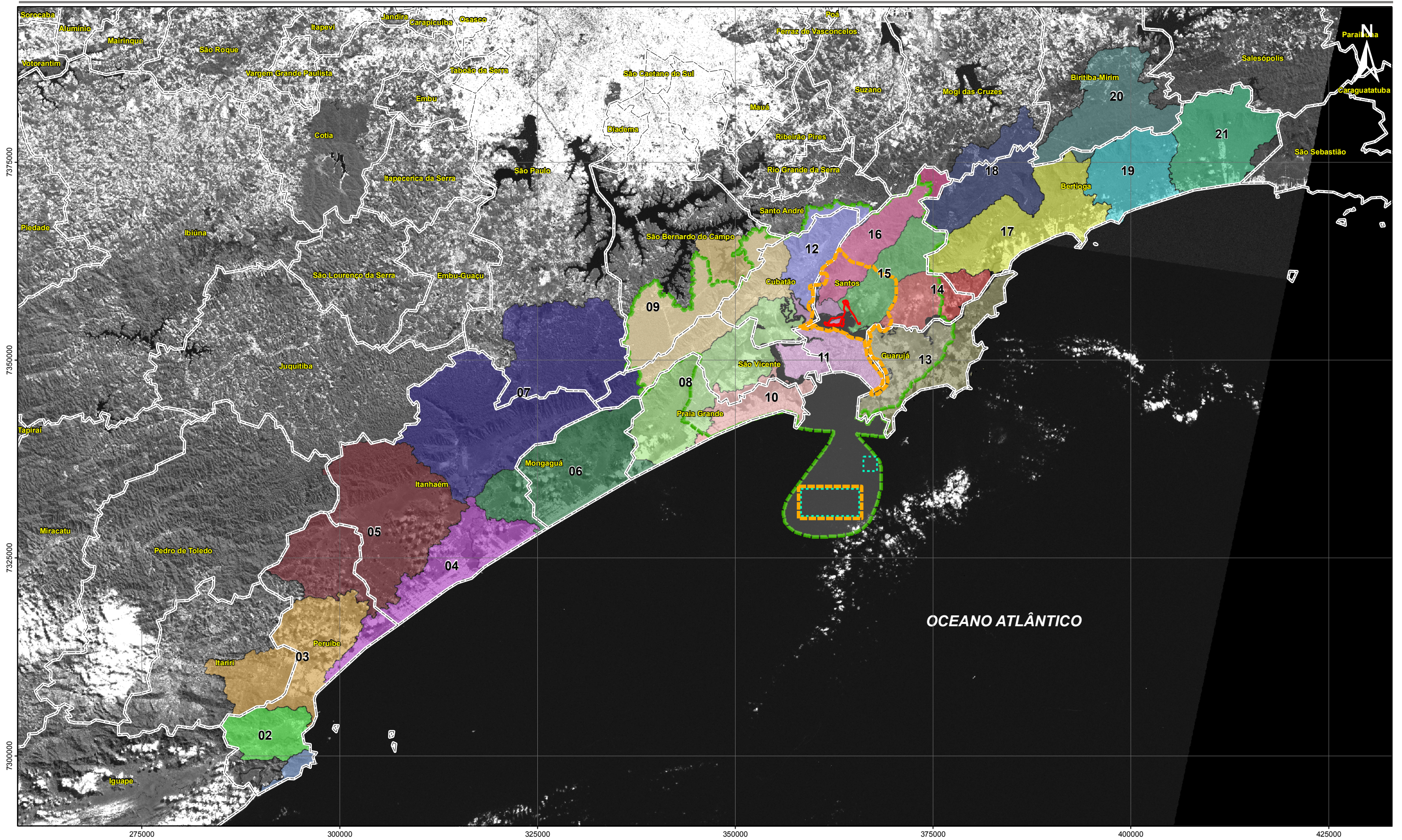
Neste item é apresentada a caracterização dos corpos d'água existentes nas áreas de influência do empreendimento, incluindo a avaliação da qualidade das águas e a discussão dos principais resultados obtidos, tanto para os dados primários como para os dados secundários.






9.3.8.4.1 Área de Influência Indireta (All)

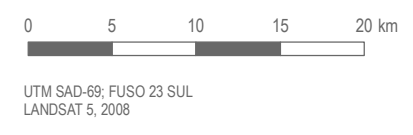
Conforme subdivisão do território brasileiro estabelecida pela Resolução do Conselho Nacional de Recursos Hídricos - CNRH n° 32/2003, a área prevista para a implantação do empreendimento enquadra-se no grupo de mananciais pertencentes à Região Hidrográfica Atlântico Sudeste. A All integra a Unidade de Gerenciamento de Recursos Hídricos 07 - Baixada Santista (UGRHI 07), definida pela Lei Estadual n° 9.034/94, que dispõe sobre o Plano Estadual de Recursos Hídricos em São Paulo.



A UGHRI 07, com cerca de 2.800 km², abrange a porção sudeste do Estado de São Paulo, estendendo-se especialmente ao longo da faixa litorânea, abarcando a totalidade dos municípios de Peruíbe, Itanhaém, Mongaguá, Praia Grande, São Vicente, Guarujá, Santos, Cubatão e Bertioga que compõem a Região Metropolitana da Baixada Santista - RMBS, criada pela Lei Complementar n° 815/96. Essa UGHRI compreende também parte dos municípios de Biritiba-Mirim, Mogi das Cruzes, Salesópolis, São Bernardo do Campo e São Paulo, pertencentes à Região Metropolitana da Grande São Paulo - RMSP, e uma porção do Município de Itariri, situado no Vale do Ribeira.

Do ponto de vista hidrográfico, a UGHRI 07 é definida por vários cursos d'água que nascem em diferentes altitudes da Serra do Mar ou na própria planície costeira, formando 21 sub-bacias, como mostra o **Desenho 9.3.8.4-1** (CBHs, 2007). De acordo com o Comitê Coordenador do Plano Estadual de Recursos Hídricos - CORHI, a UGHRI 07 é composta ainda por três unidades de planejamento principais - Sub-UGRHs 7.1, 7.2 e 7.3, que comportam distintas sub-bacias e territórios municipais, segundo a configuração apresentada no **Quadro 9.3.8.4-1**.



	Área de Influência Indireta (AI)	01	Praia do Una	08	Rio Boturoca	15	Rio Jurubatuba
	Área de Influência Direta (AID)	02	Rio Perequê	09	Rio Cubatão	16	Rio Quilombo
	Área Diretamente Afetada (ADA)	03	Rio Preto Sul	10	Rio Piaçatiçu	17	Itapanhau
	Polígono de Disposição Oceânica	04	Rio Itanhaém	11	Ilha de São Vicente	18	Rio Itatinga
	Limite Municipal	05	Rio Preto	12	Rio Mogi	19	Rio das Alhas
		06	Rio Aguapéú	13	Ilha de Santo Amaro	20	Rib. Sertãozinho
		07	Rio Branco	14	Rio Cabuçú	21	Guaratuba



MKR  

Estudo de Impacto Ambiental SÃO PAULO EMPREENDIMENTOS PORTUÁRIOS

CENTRO PORTUÁRIO INDUSTRIAL NAVAL OFFSHORE DE SANTOS

ASSUNTO
UGRHI 07 – BAIXADA SANTISTA – DIVISÃO DAS SUB-BACIAS HIDROGRÁFICAS

ESCALA **1:450.000** DATA **JUNHO/2011** DESENHO **9.3.8.4-1**

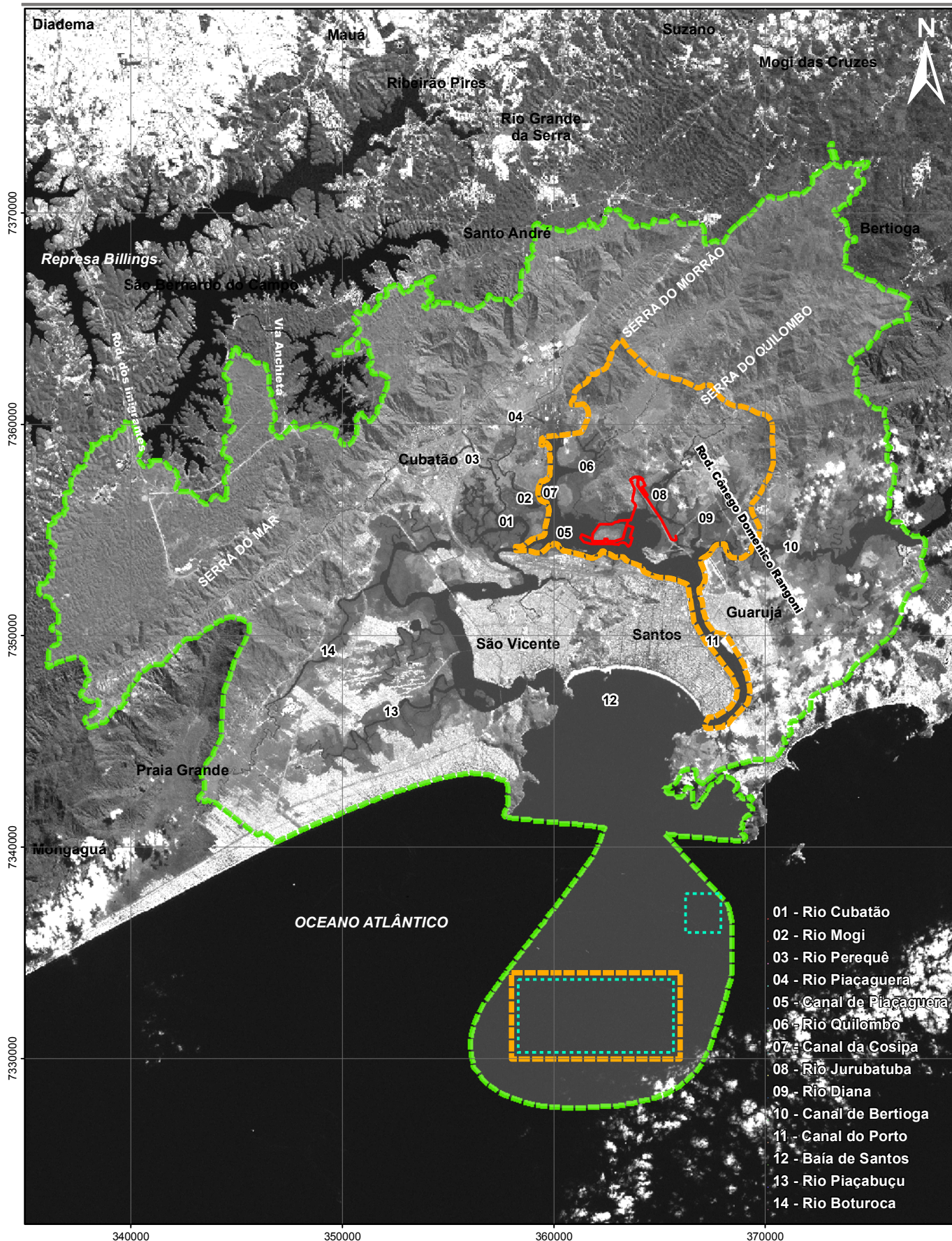
Quadro 9.3.8.4-1: Sub-UGRHIs, Sub-bacias e Municípios Pertencentes à UGRHI 07 - Baixada Santista





Sub-UGRHI	Sub-bacias	Municípios
7.1 Rio Branco / Rio Preto	1- Praia do Una, 2- Rio Perequê, 3- Rio Preto do Sul, 4- Rio Itanhaém, 6- Rio Aguapeú e 7 - Rio Branco	Itanhaém, Itariri, Mongaguá, Peruíbe, Praia Grande, São Paulo e São Vicente
7.2 Rio Cubatão	8- Boturoca, 9- Rio Cubatão, 10- Rio Piaçabuçu, 11- Ilha de São Vicente, 12- Rio Mogi, 13- Ilha de Santo Amaro, 14- Rio Cabuçu, 15- Rio Jurubatuba e 16- Rio Quilombo	Bertioga, Cubatão, Guarujá, Praia Grande, Santo André, Santos, São Vicente e São Bernardo do Campo
7.3 Rio Itapanhaú	17- Rio Itapanhaú, 18- Rio Itatinga, 19- Rio dos Alhas, 20- Rib. Sertãozinho e 21- Rio Guaratuba	Bertioga, Biritiba-Mirim, Mogi das Cruzes e Salesópolis

Fonte: CBHs (2007).

A All abrange parcialmente a Sub-UGRHI 7.2, compreendendo parte da planície costeira, o Sistema Estuarino de Santos, seus canais e toda rede hídrica afluyente do sistema estuarino citado (sub-bacias 08 - Rio Boturoca, 09 - Rio Cubatão, 10 - Rio Piaçabuçu, 11 - Ilha de São Vicente, 12 - Rio Mogi, 13 - Ilha de Santo Amaro, 14 - Rio Cabuçu, 15 - Rio Jurubatuba e 16 - Rio Quilombo). No caso específico do Canal de Bertioga, adotou-se como limite o tombo de marés.

Incluem-se na All as duas áreas de descarte de material dragado conforme apresentado no **Desenho 9.3.8.4-2**, que não serão detalhadas por já estarem devidamente licenciadas. Neste espaço concentram-se as principais atividades antrópicas que demandam usos dos recursos naturais, e que poderão ser afetadas pela implantação e operação do empreendimento alvo do presente estudo.



-  Área de Influência Indireta (AII)
-  Área de Influência Direta (AID)
-  Área Diretamente Afetada (ADA)
-  Polígono de Disposição Oceânica



UTM SAD-69; FUSO 23 SUL
LANDSAT 5, 2008



Estudo de Impacto Ambiental SÃO PAULO EMPREENDIMENTOS PORTUÁRIOS
CENTRO PORTUÁRIO INDUSTRIAL NAVAL OFFSHORE DE SANTOS

ASSUNTO
RECURSOS HÍDRICOS NAS ÁREAS DE INFLUÊNCIA DO EMPREENDIMENTO

ESCALA	1:250.000	DATA	JUNHO/2011	DESENHO	9.3.8.4-2
--------	-----------	------	------------	---------	-----------

Caracterização das Unidades Hidrográficas

O sistema aquático na All compreende três ambientes distintos: as sub-bacias hidrográficas que fornecem água doce e que totalizam 949,78 km², a zona estuarina (Canal de Santos, Canal de São Vicente, Baía de Santos) e a região costeira que supre esse sistema com águas oceânicas.

Nesse recorte espacial, a All comporta dois grupos básicos de rios: os que nascem na Serra do Mar e aqueles originados na própria planície litorânea. A vertente marítima da Serra do Mar abriga as nascentes dos principais cursos d'água e, nessa faixa de relevo de alta declividade, os rios encontram-se sob forte influência das precipitações, apresentando regime hidráulico tipicamente torrencial, com sucessivas corredeiras e cachoeiras. Tal característica proporciona uma elevada capacidade de transporte de sólidos, sobretudo durante a época de cheia.

Após vencer desníveis de até 1.100 m, esses cursos d'água atingem a planície marítima, de reduzida declividade, onde passam a ter regime hidráulico fluvial. A mudança imposta pela topografia plana acarreta uma redução abrupta na capacidade de transporte de sólidos pela correnteza, favorecendo a deposição de sedimentos. As calhas fluviais passam a ter um alto índice de meandramento, com dinâmica hidráulica influenciada pelo regime das marés, sobretudo nos trechos próximos aos estuários.

Nesse cenário, as ilhas de São Vicente e de Santo Amaro atuam como um verdadeiro anteparo ao fluxo das águas continentais. Ao escoarem em direção ao oceano, as águas passam por dois canais preferenciais, o Canal dos Barreiros e o Canal de Piaçaguera que formam, respectivamente, os Estuários de São Vicente e de Santos, desaguando a seguir na Baía de Santos.

Na sequência, são apresentadas as nove sub-bacias pertencentes à Sub-UGRHI 7-2 - Cubatão e a Baía de Santos, integrantes da All.

SUB-BACIA 8 - RIO BOTUROCA

Abrange uma área de drenagem de 182,82 km², tendo como tributário pela margem direita o Rio Preto. No seu baixo curso, o Rio Boturoca drena a porção insular da Ilha de São Vicente.

SUB-BACIA 9 - RIO CUBATÃO

Ocupa uma área de drenagem de 175,55 km², englobando os rios Cubatão, Cubatão de Cima, Pilões, Passareúva e Perequê. Essa sub-bacia situa-se predominantemente no Município de Cubatão, na Baixada Santista. O Rio Cubatão recebe em sua margem esquerda o Rio Pilões que, por sua vez, tem como tributário o Rio Passareúva.

Essa sub-bacia no seu curso inferior drena a planície costeira, e na escarpa, esses rios apresentam cachoeiras e poços, com a presença de inúmeros alvéolos, onde soleiras litológicas provocam a acumulação de matações, blocos, seixos e areias que são transportados pelas torrentes serranas.

O uso da água destina-se aos abastecimentos público e industrial, à recepção de efluentes domésticos e industriais e à recepção de descargas dos canais de fuga da Usina Henry Borden, cujas águas procedem do Sistema Alto Tietê, através do Reservatório Billings.

SUB-BACIA 10 - RIO PIAÇABUÇU

Os rios pertencentes à sub-bacia 10 têm suas nascentes na própria planície litorânea, na área continental de São Vicente e na Estância Balneária de Praia Grande, compondo uma bacia de drenagem de 58,6 km². O Rio Piaçabuçu, que dá nome à sub-bacia, tem suas cabeceiras nas proximidades da Rodovia Padre Manoel da Nóbrega. Em seu trajeto, recebe pela margem direita os rios Acaraú, da Cruz e Guamar, seu principal afluente, e desemboca a seguir no Canal dos Barreiros, a montante do Mar Pequeno, sofrendo significativa influência das marés.

SUB-BACIA 11 - ILHA DE SÃO VICENTE

A Sub-bacia Ilha de São Vicente, com 85,81 km², engloba os rios que nascem nos morros do maciço de São Vicente e escoam em direção ao Estuário e Baía de Santos. Dentre esses cursos d'água destacam-se o Ribeirão São Bento, riachos do Itororó, de São Jerônimo, rios Saboó e dos Soldados que, ao percorrerem a área urbana, são geralmente canalizados.

Também fazem parte dessa sub-bacia o Sistema Estuarino Santos - São Vicente formado pelos seguintes corpos de água: Canal do Porto de Santos, Canal de Bertioga, largos de Santa Rita e do Caneú, Canal da Cosipa, Rio Casqueiro, Largo da Pompeba, Largo de São Vicente, Canal dos Barreiros, Mar Pequeno, Baía de São Vicente.

O Canal de Santos, com entrada entre as ilhas de Santo Amaro e São Vicente, tem cerca de 14 km de extensão, com profundidade média de 12 a 14 metros (Cetesb, 2006), interligando a parte interna do Estuário de Santos - São Vicente à Baía de Santos.

Destaca-se, no recorte espacial definido pela sub-bacia 11, a Ilha dos Bagres, na qual estão previstas as instalações das principais estruturas do Complexo Bagres, alvo do presente estudo.

SUB-BACIA 12 - RIO MOGI

A sub-bacia do Rio Mogi compreende uma área de 68,39 km². Esse curso d'água tem padrão retilíneo e bem encaixado na planície fluvial, desaguando no complexo estuarino com a formação de pequeno delta constituído pela deposição de sedimentos finos. Destaca-se o Rio Piaçaguera como tributário.

SUB-BACIA 13 - ILHA DE SANTO AMARO

Os rios que drenam a sub-bacia 13 têm suas nascentes nos pontos mais elevados da Ilha de Santo Amaro e fluem em direção aos canais de Bertioga, do Porto de Santos ou diretamente para o mar. Nessa sub-bacia estão inseridos os rios Icanhema, do Meio, Santo Amaro e Pouca Saúde como tributários do Canal do Porto de Santos.

O sistema hidrográfico dessa sub-bacia é resultado de inúmeras intervenções físicas, destacando-se retificação e dragagem do leito, alteração de pequenos córregos afluentes, aterro de manguezais, assentamentos irregulares em Área de Preservação Permanente, construções de palafitas, além da ocorrência de depósitos de lixo e de entulho nas margens dos rios.

SUB-BACIA 14 - RIO CABUÇU

O Rio Cabuçú nasce entre as cotas de 900 e 400 m no Parque Estadual da Serra do Mar e deságua no Canal de Bertioga, conformando uma bacia de drenagem de 69,65 km².

O Canal de Bertioga, situado na divisa das sub-bacias 13 e 14, separa a Ilha de Santo Amaro do continente, possui cerca de 24 km de extensão e largura variável entre 50 a 900 metros. Recebe o aporte de água doce do Rio Itapanhaú (próximo à barra de Bertioga) e do Rio Trindade oriundos da porção continental e dos rios Caipira, Crumaú e Agari que fluem pela Ilha de Santo Amaro.

Apresenta padrão de circulação complexo, basicamente dominado pela ação das correntes de maré, considerada mais importante que a ação fluvial. Tais correntes são mais atuantes na extremidade norte do canal do que na extremidade sul, junto ao Canal do Porto. Em consequência, no trecho central do Canal de Bertioga, onde ocorre o encontro das duas correntes divergentes, trecho em que se verifica uma alta sedimentação da carga em suspensão, material fino (argila e matéria orgânica), principalmente na área do Largo do Candinho.

SUB-BACIA 15 - RIO JURUBATUBA

O Rio Jurubatuba drena uma área de 79,36 km², com nascentes entre as cotas de 1200 e 800 m, no Parque Estadual da Serra do Mar. No médio curso, esse rio corta depósitos de tálus onde diminui sua energia de transporte até a sua foz no estuário. Junto à foz, praticamente frontal à Ilha dos Bagres, é identificada deposição de sedimentos argilosos ricos em matéria orgânica intercalados a areias de granulação fina. Também fazem parte dessa sub-bacia os rios Sandi e Diana, que drenam a área continental de Santos.

As águas do Rio Jurubatuba constituem a única fonte de abastecimento público para o Município de Guarujá.

SUB-BACIA 16 - RIO QUILOMBO

O Rio Quilombo conforma uma bacia de drenagem de 86,88 km². Suas nascentes estão localizadas entre as cotas 1200 e 900 m, no Parque Estadual da Serra do Mar. Corre encaixado paralelamente à Zona de Cizalhamento de Cubatão, com vale profundo a montante constituído por pequenos depósitos alveolares. Da mesma forma que o Jurubatuba, seu médio curso corta depósitos de tálus até sua foz no Canal da Usiminas (antiga Cosipa), onde há deposição de sedimentos argilosos ricos em matéria orgânica e areias de granulação fina.

As águas do Rio Quilombo são utilizadas para abastecimento industrial, em particular para a Usiminas, cuja captação é feita em uma barragem de nível em concreto instalada na cota 60 metros.

BAÍA DE SANTOS

Ambiente marinho delimitado pelas pontas de Itaipu, a oeste, e da Monduba, no Guarujá, a leste. Trata-se de um verdadeiro golfo com cerca de 7 km de largura na parte central e 11 km na parte final, quase fechado pelas ilhas de Santo Amaro e a de São Vicente, que são estreitamente ligadas ao continente.

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. A Baía de Santos abriga um conjunto de praias, que se estendem da Ilha Porchat à entrada do Canal do Porto, assim denominadas: Itararé, José Menino, Gonzaga, Boqueirão, Embaré, Aparecida e Ponta da Praia.

Dinâmica de Circulação das Águas

A maioria dos rios que drena a All, tais como Moji, Quilombo, Jurubatuba, Diana, Onça e Cubatão deságuam no alto Estuário Santista, sofrendo em seus trechos inferiores influência das marés. Na Baixada Santista, são registradas marés semidiurnas, duas preamares e duas baixa-mares por dia, com amplitude média de 0,926 m.

Cabe destacar que a zona estuarina não é submetida ao processo de interceptação do fluxo das águas dos rios pela elevação do nível do mar. A intrusão das águas do mar ocorre por meio de uma cunha salina, de maior densidade, que penetra pelas camadas inferiores dos rios em direção às suas nascentes. Na baixa-mar, há uma inversão do fluxo de corrente e as águas continentais tendem a chegar ao mar pela superfície.

Na maré baixa, o escoamento no sentido do mar resulta em fenômenos físicos de transporte comuns, sendo que a carga poluente tende a alcançar com maior velocidade a zona costeira. Durante a maré alta, a redução na velocidade de escoamento dos cursos d'água reduz o potencial de autodepuração das águas, de forma que os poluentes passam a se concentrar no trecho inferior dos rios.

A menor densidade da água doce, quando comparada à água do mar, produz uma estratificação que tende a resistir à mistura vertical. As correntes das marés, que escoam sobre o fundo relativamente raso do estuário, provocam a mistura turbulenta dos deflúvios dos rios com as águas salgadas provenientes da baía. Na maior parte do tempo, pode subsistir uma camada de transição, denominada haloclina, que separa a porção superior da inferior, de diferentes salinidades.

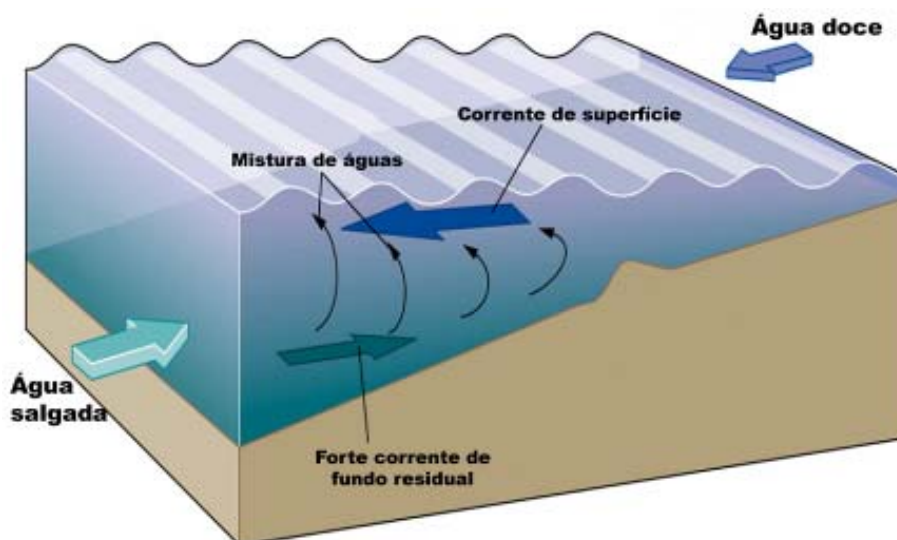
Os canais do Estuário de Santos e de São Vicente são considerados parcialmente misturados (Cetesb, 1981). A fração da água doce que chega ao Canal de Santos diminui das cabeceiras (63%) para a foz do canal (21%). De modo geral, a vazão média efluente que escoar pela boca do Canal do Estuário de Santos é de $650 \text{ m}^3/\text{s}$, estimando-se $140 \text{ m}^3/\text{s}$ de água doce e $510 \text{ m}^3/\text{s}$ de água salgada proveniente do oceano. O tempo médio de renovação das águas varia entre cinco dias na foz do canal e dois dias na região de cabeceiras, sendo necessários dez ciclos de marés de sizígia para compor essa quantidade de água.

Devido às características de circulação das águas na zona estuarina, que propiciam a retenção de nutrientes e de microrganismos, essa região é biologicamente mais produtiva quando comparada a dos rios e oceanos adjacentes (Martins, 2005).

A mistura da água doce e salina possibilita também o desenvolvimento de uma extensa zona de manguezais que recobria, originalmente, cerca de 20% de toda a Baixada Santista. Esta faixa de vegetação está hoje concentrada ao longo do Canal de Bertiooga, nos Estuários de Santos e de São Vicente, contendo ainda porções remanescentes às margens dos rios Quilombo, Jurubatuba, Diana, da Onça, Pedreira e Córrego das Neves.

O ambiente de sedimentação é de baixa energia e, em geral, apresenta equilíbrio entre sedimentação e erosão. O Estuário Santista não se enquadra num único tipo de padrão de circulação. No Canal de São Vicente e largos próximos, o gradiente de salinidade é quase horizontal, o que confere a esta região uma circulação estuarina do tipo verticalmente homogêneo. O Canal do Porto, por sua vez, é do tipo estratificado com mistura vertical, ou seja, apresenta gradiente vertical de salinidade, em que aumenta gradativamente do topo para o fundo (Ponçano & Fulfaro, 1976).

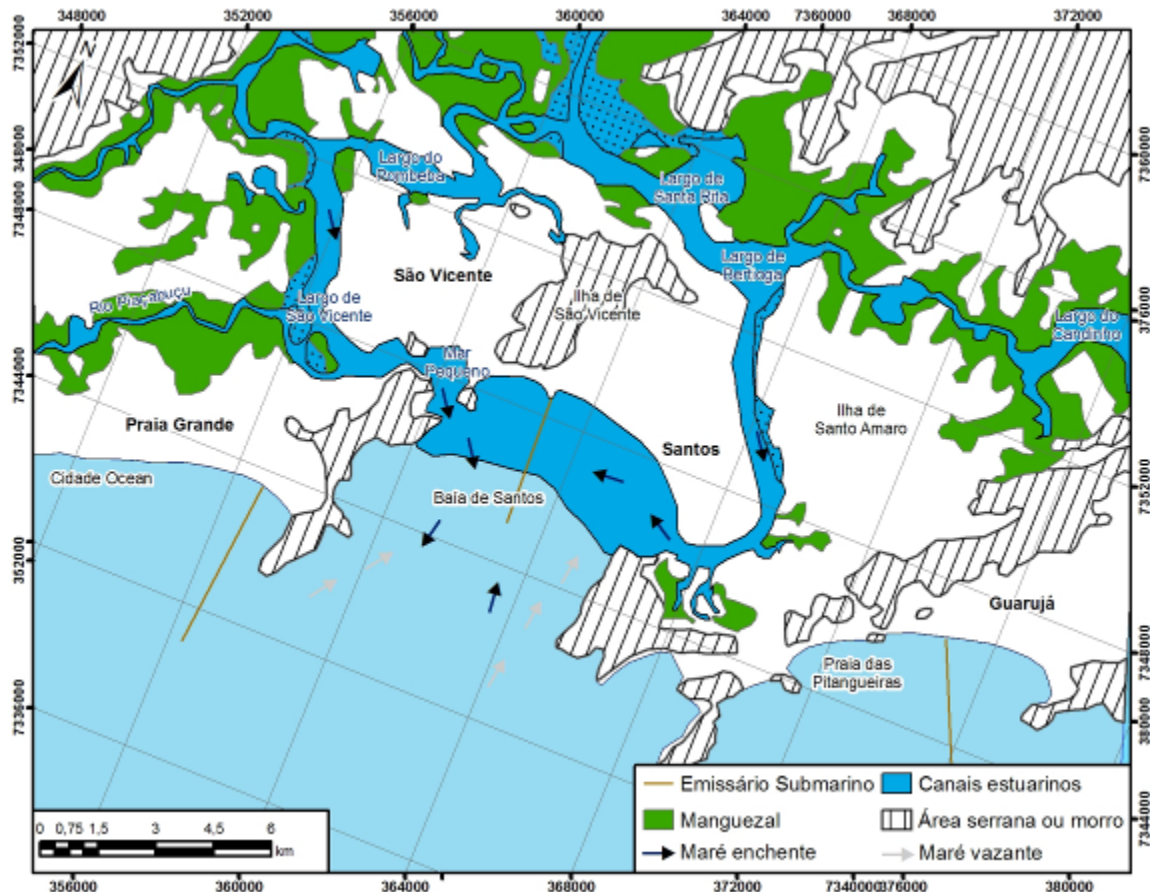
Estudos no Canal de Piaçaguera, localizado 17 km ao norte da desembocadura do estuário, permitem classificá-lo, de acordo com o diagrama de Hansen e Rattray (1966), no tipo parcialmente misturado razoavelmente estratificado, no entorno da maré de quadratura, e no tipo parcialmente misturado e fracamente estratificado, na maré de sizígia (Olle, 2006), conforme **Figura 9.3.8.4-1**.



Fonte: Olle, 2006.

Figura 9.3.8.4-1: Modelo de Circulação de Estuários com Mistura da Cunha Salina/Água Fluvial

O Sistema Estuarino de Santos renova periodicamente suas águas sob a influência da maré e das águas doces dos rios que drenam a Serra do Mar em direção ao oceano, comunicando-se naturalmente com as regiões costeiras (**Figura 9.3.8.4-2**). A forma e extensão do Estuário de Santos estão sendo constantemente alteradas por processos erosivos e deposicionais de sedimentos oriundos da Serra do Mar, além dos efeitos relacionados ao transporte de sedimentos das marés (Afonso, 2006).



Fonte: Afonso, 2006.

Figura 9.3.8.4-2: Sistema Estuarino Santos - São Vicente

Hidrologia

PLUVIOMETRIA

Tendo em vista a forte variação dos índices pluviométricos na região, para a caracterização pluviométrica regional, foram considerados os dados de diversas estações de medição operadas pelo Departamento de Águas e Energia Elétrica do Estado de São Paulo - DAEE, extraídos do Relatório de Situação dos Recursos Hídricos da Bacia Hidrográfica da Baixada Santista (CBHs, 2007).

A precipitação média anual varia 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 de uma região com elevada pluviosidade, que resulta em vazões específicas de escoamento superficial entre 46 e 56 m³/seg/km², consideradas altas. A alta pluviosidade verificada na região deve-se principalmente à localização da UGHRI 7, no limite da zona tropical, que resulta em características climáticas influenciadas, alternadamente, por sistemas tropicais e polares. Além disso, a proximidade da Serra do Mar influencia diretamente a precipitação neste local, visto a orografia abrupta ali existente.

O **Quadro 9.3.8.4-2**, apresentado a seguir, demonstra a variação da precipitação média anual em algumas estações pluviométricas existentes na região da Baixada Santista.

Quadro 9.3.8.4-2: Variação da Precipitação Média Anual na Baixada Santista

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: CBHs (2007).

De acordo com o Relatório de Situação dos Recursos Hídricos da Baixada Santista, também denominado Relatório Zero (2000), existem dois períodos de pluviosidade distintos na Baixada Santista: um chuvoso (entre novembro e março), com máximas registradas em dezembro e outro menos chuvoso (entre abril e outubro), com mínimas registradas em julho e agosto.

FLUVIOMETRIA

Foram obtidos por meio do Relatório de Situação dos Recursos Hídricos da Bacia Hidrográfica da Baixada Santista (CBHs, 2007 - Relatório I, V.2), dados de vazões médias (Q_{LP}) e mínimas ($Q_{7,10}$) das sub-bacias 08 a 16. Os dados levantados são apresentados no **Quadro 9.3.8.4-3**, a seguir.

Quadro 9.3.8.4-3: Vazões Médias (QLP) e Mínimas ($Q_{7,10}$) de Longo Período da Área de Influência Indireta - All

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

Fonte: CBHs (2007).

A essa vazão natural acrescenta-se um aporte proveniente do sistema Alto Tietê. Essa transferência de vazão da UGRHI 06 para a UGRHI 07 ocorre através do Canal de Fuga da Usina Hidrelétrica de Henry Borden, localizada na base da Serra do Mar, em Cubatão. A água é revertida a partir do Reservatório Billings que, por sua vez, recebe água do Rio Pinheiros, por meio da estação elevatória de Pedreira.

Devido aos problemas gerados pelo fluxo de carga poluidora à Represa Billings, determinou-se pela Resolução Conjunta SMA/SES 03/92, de 04/10/92, atualizada pela Resolução SEE-SMA-SRHSO-I, de 13/03/96, que o bombeamento das águas do Rio Pinheiros para esse reservatório é permitido apenas para o controle de cheias. A Resolução Conjunta SEE - SMA - SRHSO, nº 1, de 31/01/01, estabelece que as águas do Canal do Rio Pinheiros, após tratamento adequado, poderão ser bombeadas ao Reservatório Billings, para fins de geração de energia elétrica adicional na Usina Henry Borden, excetuando-se os casos previstos na Resolução Conjunta SEE-SMA-SRHSO I/96.

Atualmente, o sistema de reversão opera com vazão mínima de 6 m³/s, necessária para garantir o nível d'água da captação da Companhia de Saneamento Básico do Estado de São Paulo - Sabesp no Rio Cubatão, verificando-se aumentos significativos durante o controle de cheias. Desde agosto de 2007, passaram também a ocorrer bombeamentos esporádicos de 10 m³/s, em função da melhoria das águas do Rio Pinheiros promovida pela aplicação de testes do sistema de flotação e de remoção de flutuantes nesse canal.

Cabe destacar que os rios Capivari e Monos, formadores do Rio Branco, que deságua no oceano na Cidade de Itanhaém, têm suas cabeceiras no Planalto Paulista e compõem a Represa de Capivari-Monos na UGRHI 07. As águas dessa represa são revertidas ao Reservatório Guarapiranga (UGRHI 06).

DISPONIBILIDADE E DEMANDAS

As águas superficiais dos corpos hídricos inseridos na All são destinadas a uma ampla gama de usos, como abastecimento público, recepção de esgotos de origem doméstica e industrial, pesca de subsistência e recreação, esportes náuticos, geração de energia elétrica, extração de areia, implantação de marinas e zona portuária, entre outros.

Na All, as demandas consuntivas são voltadas essencialmente ao abastecimento doméstico e também industrial, que está concentrado no Município de Cubatão. Segundo informações da Cetesb (2007), as vazões totais na UGRHI 07 destinadas ao suprimento urbano (10,83 m³/s) e industrial (12,46 m³/s) somam 23,29 m³/s, valor que representa um comprometimento de aproximadamente 61% do total das vazões mínimas ($Q_{7,10}$).

De modo geral, há uma situação relativamente satisfatória quanto ao suprimento da população urbana com água tratada em toda a região da Baixada Santista, atingindo índices de 97%. O maior problema nessa região refere-se às elevadas demandas resultantes do atendimento à população flutuante durante a temporada.

Por sua vez, o Relatório de Situação dos Recursos Hídricos da Baixada Santista de 2007, citado anteriormente, apresenta uma relação entre demanda e disponibilidade para quatro sub-bacias da All, revelando uma situação mais crítica apontando para o risco de desabastecimento em períodos de seca. O Quadro 9.3.8.4-4 exemplifica esta situação.

Quadro 9.3.8.4-4: Relação entre Demanda e Disponibilidade de Água para as Sub-Bacias na All

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

Fonte: CBHs (2007).

Pode-se constatar pelos dados acima apontados que a demanda para a All está ligeiramente abaixo de 50% da disponibilidade média de longo prazo (Q_{LP}), mas já atinge 192% da disponibilidade mínima de longo prazo. Em relação à variabilidade nas demandas, o que se verifica é um aumento significativo de vazões necessárias para atender ao uso doméstico durante os períodos de afluxo de turistas, pois a população chega a dobrar em épocas de férias escolares e feriados prolongados, com consequente aumento no consumo de água tratada.

No Município de Santos, o abastecimento de água, a cargo da Sabesp, é realizado por meio dos rios Cubatão, Pilões e Passareúva, enquanto no Guarujá o abastecimento é feito por meio do sistema produtor Jurubatuba, composto pelos rios Jurubatuba e Jurubatuba Mirim. A captação desse sistema situa-se na parte continental do Município de Santos, a montante da área do empreendimento.

A seguir, são apresentadas as vazões de água captada e produzida na Baixada Santista com projeções até 2020 (Quadro 9.3.8.4-5). São dados que revelam o aumento da demanda durante o verão, representando, em média, 37% da demanda no restante do ano.

Quadro 9.3.8.4-5: Vazões de Água Captada e Produzida na Baixada Santista com Projeções até 2020

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: CBHs (2007).

Pode-se considerar que os dados de vazões disponíveis de água doce e de demandas atuais e previstas revelam uma situação crítica em relação à All do empreendimento. As fontes utilizadas até o momento encontram-se no limite, levando a uma dependência cada vez maior das vazões revertidas da Região Metropolitana de São Paulo - RMSP, via Usina Henry Borden. Quanto ao abastecimento industrial, especificamente aquelas que compõem o pólo industrial de Cubatão, a vazão utilizada atualmente ultrapassa as vazões mínimas de longo prazo (Q_{7,10}) das fontes.

Estado de Poluição dos Corpos D'Água

A instalação de diversas indústrias de base em Cubatão, entre as quais a siderúrgica, petroquímica e fábricas de fertilizantes, resultou em inúmeras alterações físicas nos habitats promovidas por aterros de mangues, retificações de canais, entre outras intervenções no sistema de drenagem.

A operação dessas indústrias, de alto potencial poluidor, fez dos estuários de Santos e de São Vicente os principais corpos hídricos receptores de resíduos de natureza diversa. A partir de 1984, o processo de degradação dos ecossistemas costeiros da Baixada Santista começou a ser revertido, com a implantação de um sistema de controle da poluição do ar, das águas e do solo no contexto do “Programa de Recuperação da Qualidade Ambiental de Cubatão” (Cetesb, 2001).

Em decorrência, obteve-se acentuada redução da carga poluidora, muitas vezes em níveis superiores a 90%, observando-se, concomitantemente, um aumento na diversidade de aves e de organismos aquáticos nos manguezais, além da intensificação da pesca no estuário.

O pólo industrial de Cubatão representa ainda a principal fonte de contaminação do estuário, comportando dezenas de indústrias de diferentes ramos de atividade, responsáveis pelo lançamento de vários compostos como metais e derivados de petróleo (Martins, 2005). Somam-se ao aporte de despejos industriais as cargas orgânicas de origem doméstica que, na All, são em parte lançadas *in natura* nas áreas urbanizadas.

Com exceção de Santos, onde o atendimento por redes de esgoto corresponde a 97% da zona urbana, o índice de coleta de esgotos na região ainda é relativamente baixo, embora as pequenas parcelas coletadas sejam, em sua maioria, tratadas ou afastadas por meio de emissários submarinos.

Dados disponibilizados pela Cetesb (2009), apontam para a presença, na All, de uma carga poluidora potencial, expressa em termos de Demanda Bioquímica de Oxigênio - DBO, da ordem de 88,83 t/dia. Considerando o índice de coleta e tratamento de esgotos, a carga orgânica remanescente em 2008 foi calculada em 82,38 t/dia, conforme exposto no **Quadro 9.3.8.4-6**.

Quadro 9.3.8.4-6: Carga Orgânica Poluidora de Origem Doméstica na All

Município	Concessão	População IBGE 2008		Atendimento		Carga Poluidora (kg DBO/dia)		Corpo Receptor
		Total	Urbana	Coleta	Tratamento	Potencial	Remanesc.	
Bertioga	Sabesp	42.945	41.714	34%	100%	2.253	1.632	R. Itapanhaú
Cubatão	Sabesp	127.702	126.938	36%	100%	6.855	5.127	R. Cubatão
Guarujá	Sabesp	304.274	304.183	51%	0%	16.426	16.426	Ens. Estuár. Santos
Itanhaém	Sabesp	85.977	84.966	7%	75%	4.588	4.357	Rios Poço, Itanhaém, Curitiba
Mongaguá	Sabesp	43.284	43.092	19%	100%	2.327	1.938	Mar
Peruíbe	Sabesp	57.151	55.950	21%	100%	3.021	2.520	R. Preto
Praia Grande	Sabesp	244.533	244.533	49%	0%	13.205	13.205	Mar
Santos	Sabesp	417.518	415.284	97%	0%	22.425	22.425	Baía de Santos / Canal S. Jorge
São Vicente	Sabesp	328.522	328.373	64%	30%	17.732	14.753	Rios Mariana, Branco e Estuário de Santos
09 Municípios	09 Concessões	1.651.906	1.645.033	59%	9%	88.832	82.384	

Fonte: Cetesb, 2009.

Qualidade das Águas Superficiais

A avaliação da qualidade das águas superficiais na Área de Influência Indireta foi realizada com base nos dados disponibilizados pela Cetesb, cuja rede de monitoramento abrange águas interiores (doces), litorâneas (doces e salobras) e a balneabilidade das praias (águas salinas).

RESULTADOS DOS MONITORAMENTOS DE ÁGUAS DOCES E SALOBRAS (CETESB) NA AII

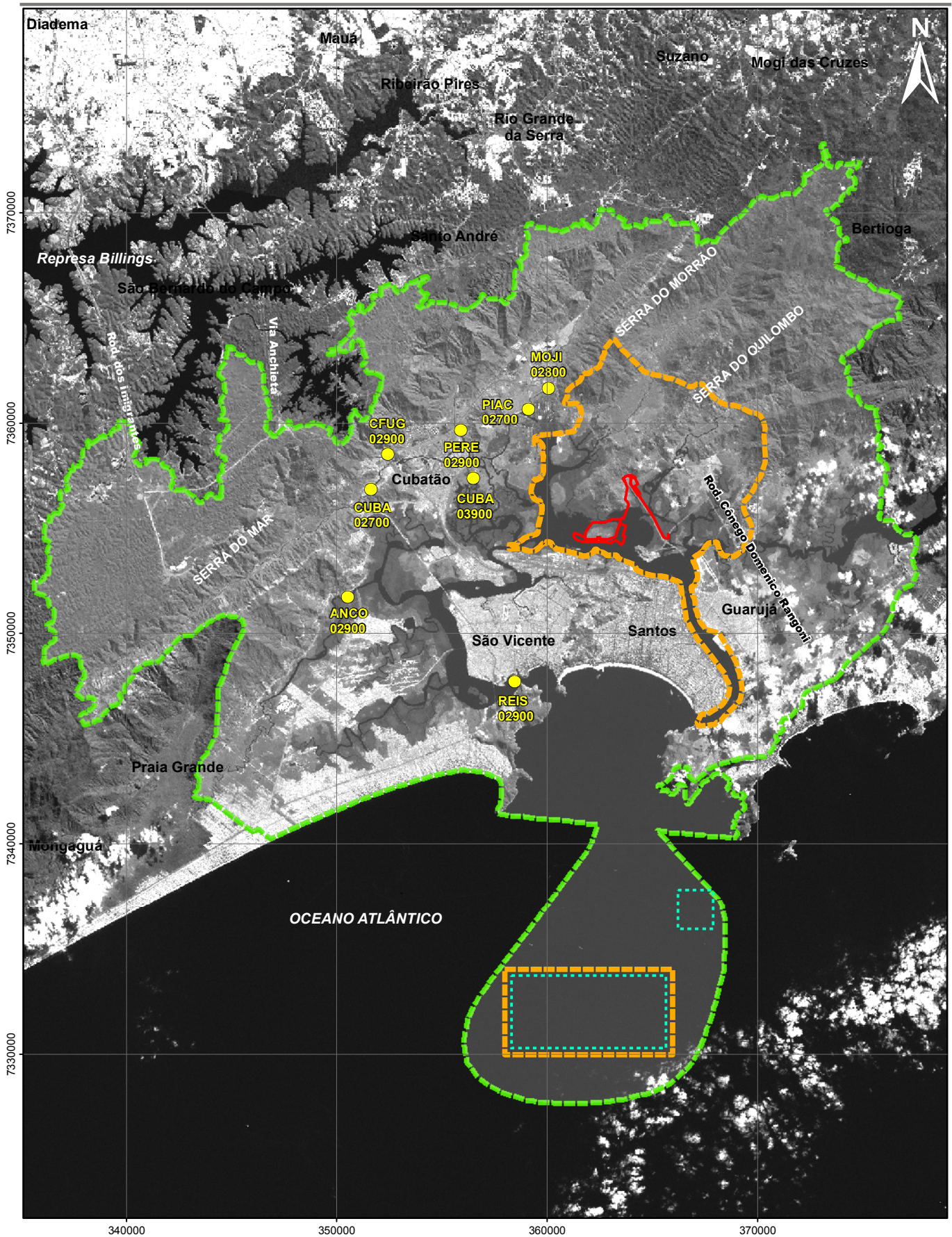
Na faixa da AII, a Rede Básica de Monitoramento (RB) inclui oito pontos de amostragem, todos concentrados nos municípios de Cubatão e São Vicente, conforme **Quadro 9.3.8.4-7** e **Desenho 9.3.8.4-3**.

Quadro 9.3.8.4-7: Pontos de Monitoramento de Águas Doces da Cetesb na AII

Cód. Cetesb	Latitude	Longitude	Corpo hídrico	Programa	Local	Município
ANCO 02900	23°56'05"	46°27'52"	Rio Branco	RB	Na ponte da Rodovia Pedro Taques (SP-055), antes do pedágio.	São Vicente
CFUG 02900	23°52'36"	46°27'09"	Canal de Fuga	RB	Canal de fuga II da Usina Hidrelétrica Henry Borden na saída da turbina da Usina Externa.	Cubatão
CUBA 02700	23°53'18"	46°27'19"	Rio Cubatão	RB	Na Ponte Preta, em frente à antiga Estação de Tratamento de Água do Rio Cubatão.	Cubatão
CUBA 03900	23°52'58"	46°24'49"	Rio Cubatão	RB	Ponte da Estrada de Ferro Santos-Jundiaí cerca de 1,5 km a jusante da confluência com o Perequê.	Cubatão
MOJI 02800	23°51'11"	46°22'51"	Rio Moji	RB	Ponte na Rodovia Piaçaguera-Guarujá, que liga Cubatão a Guarujá.	Cubatão
PERE 02900	23°52'06"	46°25'04"	Rio Perequê	RB	No Rio Perequê, junto à captação da Carbocloro.	Cubatão
PIAC 02700	23°51'27"	46°23'33"	Rio Piaçaguera	RB	Ponte localizada na Cosipa, continuação da antiga Rua 3, Vila Parisi, 300 m a jusante da Adubos Trevo.	Cubatão
REIS 2900	23°58'29"	46°23'19"	Canal Barreiros	RB	Na Ponte Pênsil	São Vicente

Fonte: Cetesb - 2008.

Legenda: RB = Rede Básica; SED=Rede de Sedimento. * Fuso 23 S - datum horizontal SAD 69



--- AII ● Pontos de Monitoramento
--- AID
--- ADA
--- Polígono de Disposição Oceânica

0 2,5 5 7,5 10 km

UTM SAD-69; FUSO 23 SUL
 LANDSAT 5, 2008
 FONTE:
 CETESB, 2008



Estudo de Impacto Ambiental SÃO PAULO EMPREENDIMENTOS PORTUÁRIOS

CENTRO PORTUÁRIO INDUSTRIAL NAVAL OFFSHORE DE SANTOS

ASSUNTO
PONTOS DE MONITORAMENTO DE ÁGUAS DOCES DA CETESB NA AII

ESCALA	1:250.000	DATA	JUNHO/2011	DESENHO	9.3.8.4-3
--------	-----------	------	------------	---------	-----------

No Quadro 9.3.8.4-8 e nos Gráficos 9.3.8.4-1 ao 9.3.8.4-6 constam um comparativo entre os resultados médios dos índices de monitoramento da Cetesb de 2005 até 2009 (Cetesb, 2006, 2007, 2008, 2009, 2010), considerando os pontos inseridos na All do empreendimento.

Quadro 9.3.8.4-8: Resultados do Monitoramento Realizado pela Cetesb - Valores Médios (2005 a 2009)

Cód. Cetesb	Corpo hídrico	Ano	IQA		IAP		IET		IVA	
			Média	Classificação	Média	Classificação	Média	Classificação	Média	Classificação
ANCO 02900	Rio Branco	2009	53	Bom	-	-	54,28	Mesotrófico	-	-
		2008	48	Regular	-	-	52,10	Mesotrófico	5,1	Ruim
		2007	39	Regular	-	-	54,16	Mesotrófico	5,6	Ruim
CFUG 02900	Canal de Fuga	2009	78	Bom	28	Ruim	61,70	Eutrófico	8,2	Péssima
		2008	73	Bom	42	Regular	57,40	Mesotrófico	6,1	Ruim
		2007	70	Bom	29	Ruim	64,96	Supereutrófico	5,6	Ruim
		2006	77	Bom	45	Regular	65	Supereutrófico	6,7	Ruim
		2005	68	Bom	60	Bom	67	Hipereutrófico	6,7	Ruim
CUBA 02700	Rio Cubatão	2009	63	Bom	63	Bom	56,80	Mesotrófico	5,0	Ruim
		2008	65	Bom	52	Bom	49,60	Oligotrófico	2,6	Boa
		2007	62	Bom	43	Regular	52,80	Mesotrófico	3,1	Boa
		2006	65	Bom	39	Regular	50	Oligotrófico	3,0	Boa
		2005	62	Bom	57	Bom	50	Oligotrófico	4,4	Regular
CUBA 03900	Rio Cubatão	2009	58	Bom	-	-	54,90	Mesotrófico	-	-
		2008	56	Bom	-	-	54,60	Mesotrófico	-	-
		2007	59	Bom	59	Bom	54,04	Mesotrófico	-	-
		2006	56	Bom	54	Bom	55	Mesotrófico	-	-
		2005	55	Bom	54	Bom	62	Eutrófico	-	-
MOJI 02800	Rio Moji	2009	55	Bom	-	-	65,50	Supereutrófico	6,4	Ruim
		2008	47	Regular	-	-	71,20	Hipereutrófico	7,3	Péssima
		2007	44	Regular	40	Regular	70,02	Hipereutrófico	7,0	Péssima
		2006	55	Bom	49	Regular	66	Supereutrófico	6,4	Ruim
		2005	46	Regular	34	Ruim	72	Hipereutrófico	7,3	Péssima
PERE 02900	Rio Perequê	2009	69	Bom	-	-	54,26	Mesotrófico	-	-
		2008	62	Bom	-	-	49,19	Oligotrófico	3,3	Boa
		2007	65	Bom	67	Bom	52,14	Oligotrófico	3,1	Boa
		2006	67	Bom	55	Bom	52	Oligotrófico	3,8	Regular
		2005	67	Bom	65	Bom	56	Mesotrófico	4,6	Ruim
PIAC 02700	Rio Piaçaguera	2009	45	Regular	-	-	65,05	Supereutrófico	6,8	Péssima
		2008	43	Regular	-	-	64,08	Supereutrófico	6,0	Ruim
		2007	34	Ruim	7	Péssimo	75,47	Hipereutrófico	7,0	Péssima
		2006	35	Ruim	29	Ruim	76	Hipereutrófico	7,2	Péssima
		2005	43	Regular	33	Ruim	78	Hipereutrófico	6,9	Péssima
REIS 02900	Canal Barreiros	2009	56	Bom	-	-	57,20	Mesotrófico	-	-
		2008	57	Bom	-	-	49,89	Oligotrófico	-	-
		2007	49	Regular	-	-	-	-	-	-

Legenda: IQA = Índice de Qualidade da Água; IAP = Índice de Abastecimento Público; IET = Índice do Estado Trófico; IVA = Índice de Vida Aquática

Fonte: Cetesb - 2006, 2007, 2008, 2009, 2010.

Gráfico 9.3.8.4-1: Variação Anual do IQA, IET, IAP e IVA no Ponto CFUG 02900
Valores Médios Cetesb (2005 a 2009)

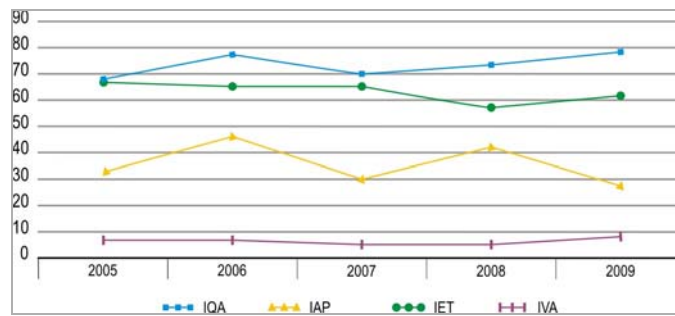


Gráfico 9.3.8.4-2: Variação Anual do IQA, IET, IAP e IVA no Ponto CUBA 02700
Valores Médios Cetesb (2005 a 2009)

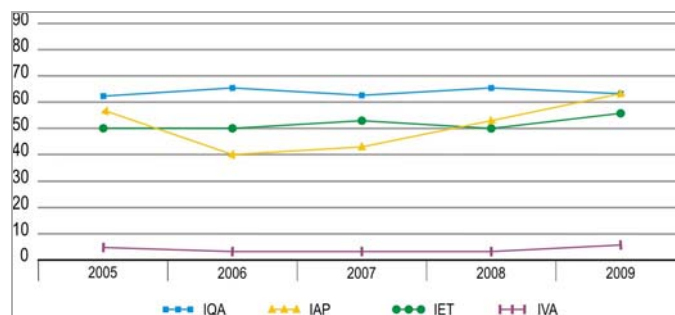


Gráfico 9.3.8.4-3: Variação Anual do IQA, IET, IAP e IVA no Ponto CUBA 03900
Valores Médios Cetesb (2005 a 2009)

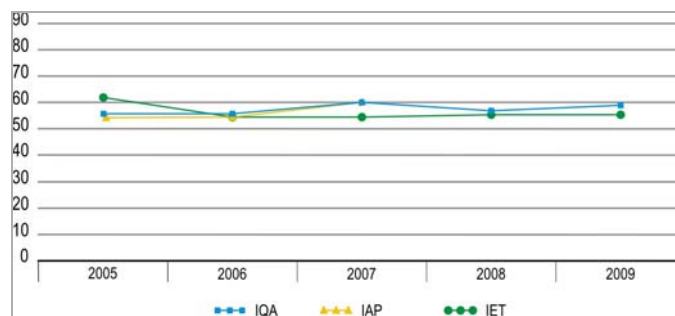


Gráfico 9.3.8.4-4: Variação Anual do IQA, IET, IAP e IVA no Ponto MOJI 02800
Valores Médios Cetesb (2005 a 2009)

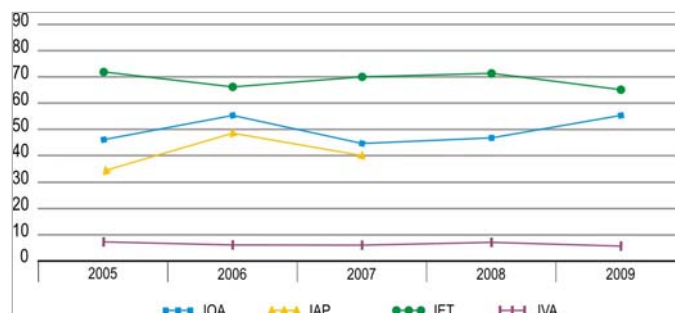


Gráfico 9.3.8.4-5: Variação Anual do IQA, IET, IAP e IVA no Ponto PERE 02900
Valores Médios Cetesb (2005 a 2009)

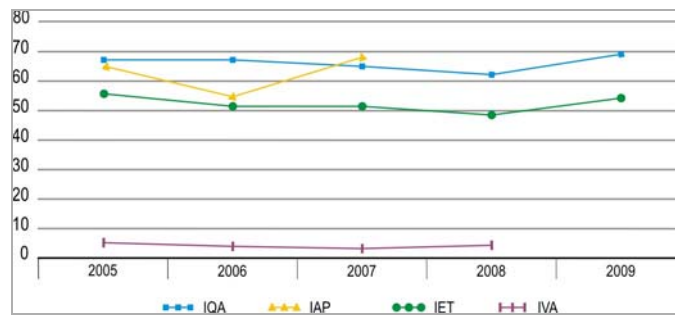
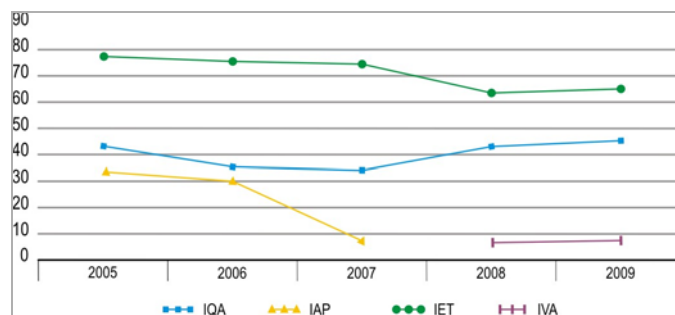


Gráfico 9.3.8.4-6: Variação Anual do IQA, IET, IAP e IVA no Ponto PIAC 02700
Valores Médios Cetesb (2005 a 2009)



Os resultados médios obtidos na avaliação da qualidade das águas, entre os anos de 2005 a 2009, indicam IQA considerado Bom em grande parte dos pontos avaliados, obtendo-se apenas duas condições classificadas como Ruim no Rio Piaçaguera, em 2006 e 2007 (Ponto PIAC 02700). As demais avaliações de IQA oscilaram entre Bom e Regular, notando-se uma tendência de melhoria nos últimos anos.

O Índice de Abastecimento Público - IAP aponta que os mananciais avaliados, em geral, apresentam qualidade satisfatória, variando entre Bom, em algumas localidades, a Péssimo no Rio Piaçaguera em 2007 (Ponto PIAC 02700). Observa-se em 2009 uma tendência de queda na qualidade aferida por esse indicador no Canal de Fuga (CFUG 02900), que passou da condição Regular para Ruim neste último ano.

O nível de eutrofização na rede de amostragem em geral é elevado, chegando à condição Hipereutrófica em 2008 nos pontos representativos dos rios Moji e Piaçaguera, conforme Índice do Estado Trófico - IET. Esses mesmos locais obtiveram uma ligeira melhoria em 2009, passando à classe Supereutrófica, ao mesmo tempo em que se observou uma queda nos padrões do Canal de Fuga (CFUG 02900), no Rio Cubatão (CUBA 02700) e no Rio Perequê (PERE 2900).

Entre os principais parâmetros que extrapolam os limites da Resolução Conama nº 357 de 2005, estão aqueles associados ao aporte de esgotos domésticos, como coliformes termotolerantes, fósforo total, nitrogênio amoniacal, DBO, fenóis totais, além de metais pesados e compostos orgânicos potencialmente tóxicos lançados por atividades industriais.

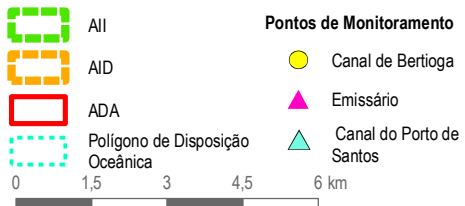
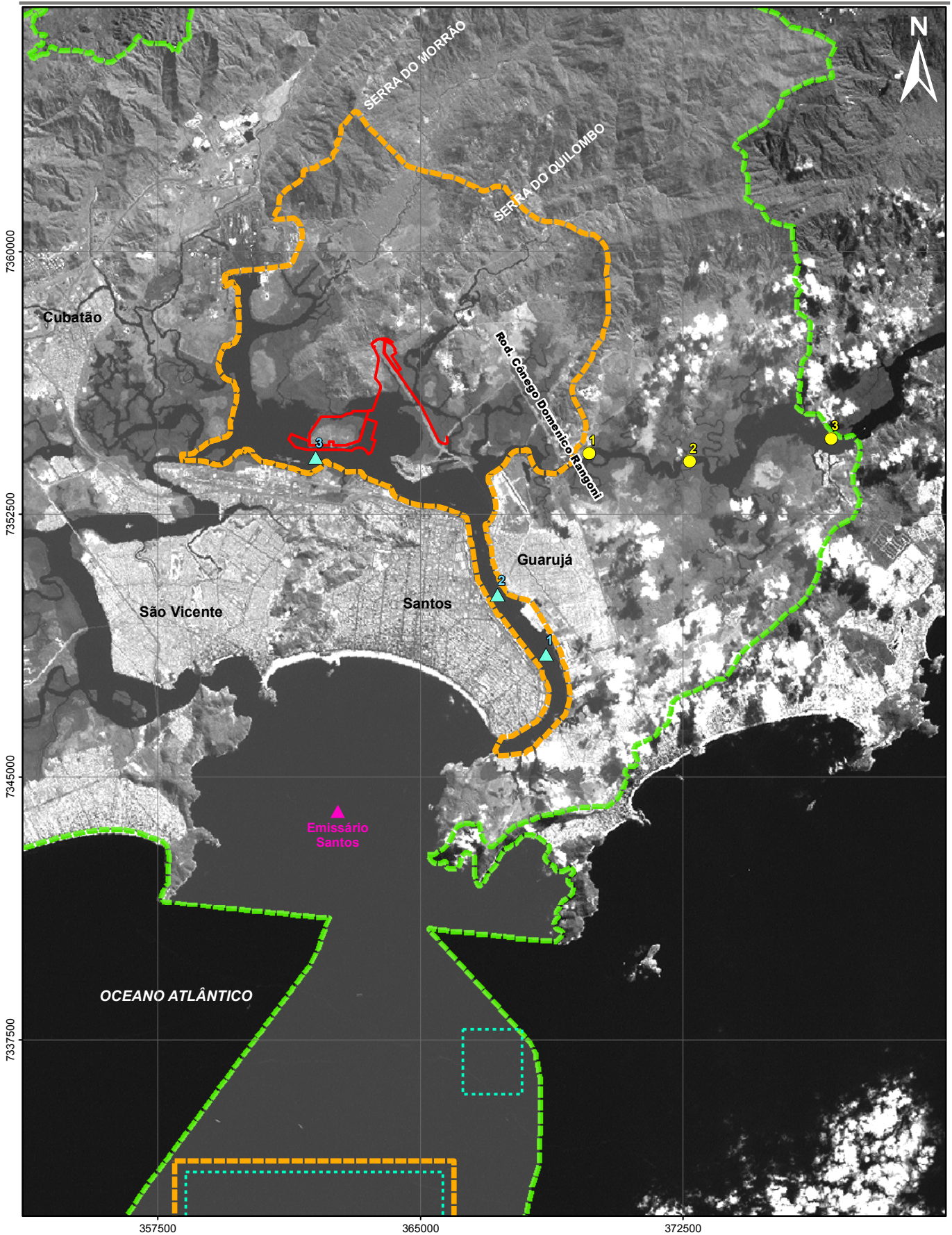
A avaliação da qualidade da água para proteção da vida aquática, representada pelos valores médios anuais do IVA, indica que a condição ambiental na maioria dos locais selecionados da AII do empreendimento é Ruim, chegando à categoria Péssima em 2009 no Canal de Fuga CFUG 02900 e no Rio Piaçaguera (Ponto PIAC 02700). É relevante notar que não há sinal de melhora nas condições destes locais ao longo dos últimos 5 anos, e que, dentre as UGRHIs, a da Baixada Santista apresentou a porcentagem mais elevada de corpos d'água enquadrados na categoria Ruim e Péssima (80%) do IVA.

RESULTADOS DO MONITORAMENTO DAS ÁGUAS LITORÂNEAS (CETESB) NA AII

O monitoramento das águas litorâneas desenvolvido pela Cetesb dentro da AII inclui três pontos de amostragem no Canal de Bertioga, por se tratar de área de manguezal que sofre forte influência da região portuária de Santos, cuja localização consta no **Desenho 9.3.8.4-4**.

Na análise dos resultados constataram-se déficits de oxigênio dissolvido, elevadas concentrações de ferro dissolvido, fósforo total, nitrogênio amoniacal total, nitrito e bactérias termotolerantes indicadoras de poluição. Os valores de clorofila-a indicam ambiente oligotrófico.

Não foi constatada toxicidade aguda nas amostras analisadas pelo sistema Microtox (Cetesb, 2009a, 2010).



Estudo de Impacto Ambiental SÃO PAULO EMPREENDIMENTOS PORTUÁRIOS
 CENTRO PORTUÁRIO INDUSTRIAL NAVAL OFFSHORE DE SANTOS

PONTOS DE MONITORAMENTO DE ÁGUAS LITORÂNEAS DA CETESB - CANAL DO PORTO DE SANTOS, CANAL DE BERTIOGA E EMISSÁRIO SUBMARINO

ESCALA	1:150.000	DATA	JUNHO/2011	DESENHO	9.3.8.4-4
--------	-----------	------	------------	---------	-----------

UTM SAD-69; FUSO 23 SUL
 LANDSAT 5, 2008
 FONTE:
 CETESB, 2007 E 2008

RESULTADOS DO MONITORAMENTO DE BALNEABILIDADE (CETESB) NA AII

No Município de Santos, a Cetesb adota uma rede de monitoramento da balneabilidade em sete localidades, situadas respectivamente na Ponta da Praia, Aparecida, Embaré, Boqueirão, Gonzaga e dois pontos na praia de José Menino.

Os resultados apontam para o ano de 2008 (Cetesb, 2009a) uma qualificação média Ruim para todas as praias de Santos, não atendendo aos requisitos estabelecidos para atividades de contato primário. Comparando-se os resultados de 2007 com o ano anterior, verifica-se a sensível queda na qualidade das águas dos pontos localizados na Ponta da Praia e no José Menino, onde a qualificação anual foi considerada Péssima. As demais praias ficaram em média 48% do tempo com condição imprópria.

Em São Vicente, são monitoradas sistematicamente cinco praias: Divisa, Itararé, Ilha Porchat, Milionários e Gonzaguinha. Este município, em 2007, também apresentou uma queda no quesito balneabilidade em relação ao ano anterior nas praias da Divisa, Itararé e Ilha Porchat, que passaram da qualificação anual Regular para Ruim. As praias dos Milionários e Gonzaguinha não mudaram sua classificação anual permanecendo Péssima. Em 2008, as praias da Divisa, Itararé, obtiveram classificação Ruim e as praias dos Milionários, Gonzaguinha e Ilha Porchat foram classificadas como Péssimas.

A localização dos pontos de monitoramento relativos à balneabilidade é apresentada no **Desenho 9.3.8.4-5**.



- AII
- AID
- ADA
- ◆ Pontos de Monitoramento



UTM SAD-69; FUSO 23 SUL
 BASE; AGEM-SCM-BS - AEFOTOGRAFIAS 2008
 FONTE:
 CETESB, 2009



Estudo de Impacto Ambiental SÃO PAULO EMPREENDIMENTOS PORTUÁRIOS
 CENTRO PORTUÁRIO INDUSTRIAL NAVAL OFFSHORE DE SANTOS

PONTOS DE MONITORAMENTO DE BALNEABILIDADE DA CETESB - PRAIAS DE SANTOS E SÃO VICENTE

ESCALA	DATA	DESENHO
1:75.000	JUNHO/2011	9.3.8.4-5

9.3.8.4.2 Área de Influência Direta e Área Diretamente Afetada (AID e ADA)

A Área de Influência Direta (AID) relativa ao tema Qualidade das Águas Superficiais abrange o trecho final das sub-bacias 16 (Rio Quilombo), 15 (Rio Jurubatuba), incluindo os baixos cursos dos rios Onça, Diana, Sandi, Córrego das Neves, o Rio Pedreira e parcialmente os canais do Estuário de Santos, destacando-se o de Piaçaguera, do Porto, de Bertioiga e a desembocadura norte do Rio Casqueiro.

A Área Diretamente Afetada (ADA) corresponde ao local de intervenção física do projeto, englobando a Ilha dos Bagres, parte dos largos de Santa Rita e do Caneú, o Canal de Piaçaguera, o Córrego das Neves e o Rio Jurubatuba, nas proximidades de sua foz, especialmente nos espaços em que haverá dragagem para instalação e operação (manutenção) dos berços de atracação.

Em função da dinâmica dos recursos hídricos, as duas áreas de influência serão tratadas de forma integrada.

Na sequência, é apresentada a avaliação da qualidade das águas nas áreas de Influência Direta e Diretamente Afetada pelo empreendimento, conforme metodologia e procedimentos descritos anteriormente, e que subsidiaram a análise das condições dos recursos hídricos existentes no local.

Avaliação da Qualidade das Águas - Dados Secundários

Sob o aspecto natural, os rios Jurubatuba, Quilombo e Diana apresentam, na porção das nascentes, leitos constituídos de material grosseiro, o que resulta em águas mais claras. Ao atingirem a zona de planície, assumem coloração marrom escura em função de produtos orgânicos provenientes dos manguezais, acentuando-se na presença de compostos de ferro.

Partindo do Canal do Estuário em direção às nascentes, nota-se que a influência das marés estende-se praticamente por toda a faixa de planície dos rios Casqueiro, Sandi, Jurubatuba, Pedreira, Diana e dos largos de Santa Rita e do Caneú, dando suporte ao desenvolvimento do manguezal. As águas, nesse trecho, são predominantemente salobras e ligeiramente alcalinas devido à presença de carbonatos e bicarbonatos provenientes do mar.

Os mangues atuam como amortizadores da ação das marés e servem de anteparo aos sedimentos mais finos carregados pelos rios, como silte e argilas, restringindo seu alcance à zona costeira. De um modo geral, baías e estuários constituem eficientes barreiras geoquímicas naturais para fluxos provenientes do continente, principalmente quando essas feições geográficas associam áreas de mangues (Torres, 2000; Silva, 2002).

O encontro das águas doces e salinas e a redução da velocidade de correnteza das águas favorecem a sedimentação de partículas orgânicas e inorgânicas, formando uma espessa camada de lodo nos mangues, de alto potencial reductor. Predominam, então, na região mais profunda, as atividades biológicas anaeróbias, resultando em subprodutos gasosos, como os sulfetos, que favorecem a precipitação de metais.

Essa condição é potencializada pelas fontes de poluição dos sistemas hídricos relacionadas ao aporte de esgotos domésticos e efluentes industriais provenientes, sobretudo, do pólo industrial de Cubatão, tendo como corpo receptor o Rio Cubatão e o Canal da Usiminas (antiga Cosipa). As instalações portuárias existentes no entorno do Canal de Piaçaguera geram um fluxo adicional de poluentes resultantes de despejos irregulares ou acidentais nas suas águas, lançados pelos terminais ou por navios em trânsito.

Na sequência, são apresentados aspectos da qualidade da água na AID e ADA, no âmbito do monitoramento de águas litorâneas realizado pela Cetesb e de estudos ambientais conduzidos para outros terminais portuários previstos para a região, considerando os dados obtidos de pontos amostrais inseridos na AID e ADA do empreendimento (vide **Desenhos 9.3.8.4-4 e 9.3.8.4-6**).

RESULTADOS DO MONITORAMENTO DAS ÁGUAS LITORÂNEAS NA AID (CETESB)

O monitoramento das águas litorâneas desenvolvido pela Cetesb dentro da AID inclui o Canal do Porto de Santos, compreendendo análises semestrais de água, em três pontos de amostragem (pontos 1, 2 e 3), e o emissário submarino de Santos, conforme ilustrado no **Desenho 9.3.8.4-4**.

De modo geral, os relatórios Cetesb (2007a, 2008a, 2009a, 2010) apontam que o Canal de Santos apresenta alterações significativas na qualidade das águas e dos sedimentos. Este corpo d'água apresenta sinais de eutrofização com nutrientes em concentrações elevadas, além da presença de metais que vem se acumulando nesse compartimento.

Em relação ao emissário submarino de Santos, o monitoramento da qualidade das águas, realizado no mês de junho de 2007, indica concentrações de oxigênio dissolvido variando de 5,5 a 7,1 mg/L. O fósforo ultrapassou os limites definidos pela legislação, o que sugere o enriquecimento por nutrientes.

Os resultados dos testes de toxicidade pelo sistema Microtox indicam não haver toxicidade aguda em amostras coletadas no entorno da saída do emissário (Cetesb, 2007a, 2008a).

EMPRESA BRASILEIRA DE TERMINAIS PORTUÁRIOS - EMBRAPORT (2003)

A Embraport desenvolveu, em outubro de 2002, estudos da qualidade das águas em quatro pontos situados na margem esquerda do Estuário de Santos, nas proximidades dos rios Sandi, Diana e Ilha Barnabé (**Desenho 9.3.8.4-6**). Nesses locais foram analisados metais pesados e compostos semivoláteis (fenólicos e HPAs) e PCBs, mas não foram realizados ensaios ecotoxicológicos.


Os resultados indicam teores de metais pesados nas águas de fundo, o que reflete a contaminação nos sedimentos do Estuário, especialmente em relação ao níquel e cromo, que extrapolaram os limites estabelecidos pela Resolução Conama nº 357/05, devido provavelmente à contribuição de efluentes industriais. Os demais compostos avaliados foram encontrados em baixa concentração (**Quadro 9.3.8.4-9**).




- Área de Influência Direta (AID)
- Área Diretamente Afetada (ADA)
- Trecho em Rodovia (ADA)
- Trecho em Ponte (ADA)
- Limite Municipal
- Pontos de Amostragem - EIA/RIMA EMBRAPORT, 2003
- ◆ Pontos de Amostragem - EIA/RIMA BTP, 2008
- Pontos de Amostragem - EIA/RIMA CODESP, 2008
- ▲ Pontos de Amostragem - EIA/RIMA BRITES, 2010

0 300 600 900 1200 m

UTM SAD-69; FUSO 23 SUL
IMAGEM SPOT, 2008



Estudo de Impacto Ambiental



SÃO PAULO EMPREENDIMENTOS PORTUÁRIOS

CENTRO PORTUÁRIO INDUSTRIAL NAVAL OFFSHORE DE SANTOS

PONTOS DE AMOSTRAGEM DE QUALIDADE DAS ÁGUAS SELECIONADOS DE OUTROS ESTUDOS RECENTES

ESCALA	1:35.000	DATA	JUNHO/2011
DESENHO	9.3.8.4-6		

Quadro 9.3.8.4-9: Síntese dos Resultados Obtidos - Embraport (2003)

Metais						
Parâmetros	Unidade	V.M.P ⁽¹⁾	Ponto 01	Ponto 03	Ponto 08	Ponto 09
Cádmio Total	mg Cd/L	0,005	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.
Chumbo Total	mg Pb/L	0,01	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.
Cobre Solúvel	mg Cu/L	0,005	0,013	N.D.	N.D.	N.D.
Cromo Total	mg Cr/L	0,05	0,29	0,258	0,273	0,276
Manganês Total	mg Mn/L	0,1	0,04	0,021	0,024	0,029
Mercúrio Total	mg Hg/L	0,0002	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.
Níquel Total	mg Ni/L	0,025	0,141	0,124	0,128	0,138
Zinco Total	mg Zn/L	0,09	0,01	N.D.	N.D.	N.D.

Legenda: N. D = não detectado; (1) V.M.P: Valor Máximo Permitido pela Resolução Conama N.º 357/05, para águas salobras classe 01.

Fonte: Embraport (2003)

BRASIL TERMINAL PORTUÁRIO - BTP (2008)

A Brasil Terminal Portuário - BTP (2008) também desenvolveu, em dezembro de 2007, avaliação em oito pontos inseridos na AID, localizados no Canal de Piaçaguera (vide **Desenho 9.3.8.4-6**). Nesse período foi empreendida uma campanha de amostragem, sendo realizadas análises de metais pesados, pesticidas organoclorados, compostos voláteis e semivoláteis, não incluindo nesse levantamento ensaios ecotoxicológicos.

A avaliação dos resultados mostra elevada concentração dos metais boro, cobre dissolvido e manganês, acima dos valores máximos permitidos pela Resolução Conama nº 357 de 2005 para águas salobras classe 01, decorrente de aporte de contaminantes industriais.

Verificou-se ainda, na maioria dos pontos amostrados, elevado teor de fósforo total, que pode ser proveniente de esgotos domésticos e também de fábricas de fertilizantes. A análise dos pesticidas organoclorados, compostos voláteis e semivoláteis resultaram em concentrações abaixo do limite de quantificação do método analítico.

No **Quadro 9.3.8.4-10**, apresentado a seguir, constam os resultados dos parâmetros que ultrapassaram a Resolução Conama nº 357 de 2005.

Quadro 9.3.8.4-10: Síntese dos Resultados Obtidos - BTP (dez/2007)

Metais										
Parâmetros	Unidade	V.M.P	PA-AR-01	PA-AR-02	PA-AR-03	PA-AR-04	PA-AR-05	PA-AR-06	PA-AR-07	PA-AR-08
Boro	mg/L	0,5	2,604	2,417	2,766	3,234	2,715	2,378	2,102	2,439
Cobre dissolvido	mg/L	0,005	0,021	0,019	0,0184	0,0194	0,0195	0,0192	0,0224	0,0175
Manganês Total	mg/L	0,1	0,082	0,079	0,062	<0,010	0,0661	0,066	0,101	0,117
Fósforo Total	mg/L	0,124	0,437	0,505	0,354	<0,1	0,324	0,362	0,518	0,465

Legenda: V.M.P = Valor Máximo Permitido pela Resolução Conama 357/05 para águas salobras classe 01.

Nota: No **Desenho 9.3.8.4-6**, as siglas PA-AR foram retiradas dos pontos para melhor visualização dos mesmos.

Fonte: BTP (2008).

COMPANHIA DOCAS DO ESTADO DE SÃO PAULO - CODESP (2008)

O Estudo de Impacto Ambiental relacionado à Dragagem de Aprofundamento do Canal de Navegação e Bacias de Evolução do Porto Organizado de Santos/SP, de responsabilidade da Companhia Docas do Estado de São Paulo - Codesp (2008), dispõe de duas campanhas de amostragem das águas no Estuário de Santos, ambas realizadas em época chuvosa.

A primeira, ocorrida entre os dias 05 a 07/03/2007, contemplou medições do perfil vertical da coluna d'água, compreendendo os parâmetros temperatura da água, oxigênio dissolvido, salinidade, potencial redox e condutividade. Posteriormente, em 17/01/2008, foi realizada a segunda coleta na mesma rede amostral, sendo analisadas em laboratório amostras de metais pesados, pesticidas organoclorados, hidrocarbonetos poliaromáticos (PAHs), condutividade, oxigênio dissolvido, DBO, carbono orgânico total, sólidos, compostos nitrogenados, cianetos, fenóis totais, fosfato e fósforo total. Em nenhuma das campanhas foram realizados ensaios ecotoxicológicos em água.

A rede amostral de interesse para o presente estudo abrange nove pontos situados no Canal de Piaçaguera (C01, C02, C03 e C04), no Canal da Usiminas (antiga Cosipa) (B01 e B02), no Largo de Santa Rita (B03), no Rio Sandi (B04), além de um ponto na desembocadura do Canal de Bertiooga com o Estuário de Santos (B05), conforme **Desenho 9.3.8.4-6**.

No **Quadro 9.3.8.4-11** constam os resultados obtidos em janeiro de 2008, que representam os dados mais recentes.

Março de 2007

Obteve-se na maioria dos pontos amostrados pH alcalino, especialmente no fundo, não sendo observadas oscilações significativas de temperatura ao longo da coluna d'água. Os resultados de transparência para os pontos localizados no Canal de Piaçaguera (C01 a C04) variaram entre 0,90 m a 1,20 m, indicando condições favoráveis para a penetração de luz. Em contraste, os pontos situados em tributários registraram menores valores de transparência, oscilando entre 0,10 m (Ponto B04) a 0,80 m (Ponto B05).

A condutividade foi mais elevada nas medições de fundo, especialmente nos Pontos C01, C02, C03 e B01, devido, provavelmente, ao aporte de sólidos dissolvidos que tendem a sedimentar nesse compartimento.

As medições ao longo da coluna d'água do Estuário de Santos apontaram tendências à homogeneidade no que diz respeito ao oxigênio dissolvido, sendo verificado, em todos os pontos, níveis de oxigênio que indicam hipoxia, desde a superfície até a camada mais profunda. Essa situação é decorrente do aporte de águas contaminadas, principalmente por matéria orgânica.

Janeiro de 2008

Os resultados obtidos na amostragem de janeiro de 2008 indicam pH alcalino, com tendência à acidez no Ponto C03, situado no Canal de Piaçaguera.

De maneira similar à campanha anterior, foram constatados déficits de oxigênio dissolvido em todas as amostras (<5 mg/L), devido às elevadas concentrações de matéria orgânica presentes no ambiente aquático, especialmente nos Pontos C02 (Canal de Piaçaguera) e B03 (Largo de Santa Rita, conforme indicam também os dados mais elevados de DBO (10 e 8 mg/L, respectivamente). As concentrações de fósforo total oscilaram entre 0,17 mg/L (Ponto C04) e 0,67 mg/L (Ponto B01), ultrapassando os padrões legais, sendo também observados índices elevados de nitrogênio nas formas orgânica e inorgânica, fenóis totais, cianeto e carbono orgânico total, conforme dados do **Quadro 9.3.8.4-11**.

Os resultados de bifenilas policloradas - PCBs, organoclorados e metais pesados estiveram abaixo do limite de quantificação da metodologia analítica. Os HPAs também se mantiveram, na maioria da rede amostral, em níveis abaixo do limite de quantificação, exceto nos Pontos C03, C04, B04 e B05, que apresentaram baixas concentrações desses componentes.

Quadro 9.3.8.4-11: Síntese dos Resultados Obtidos - Codesp (jan/08)

Parâmetros	Unidade	V.M.P ⁽¹⁾	C01	C02	C03	C04	B01	B02	B03	B04	B05
pH	UpH	6,5 a 8,5	7,42	7,57	6,74	7,04	7,15	7,4	7,52	7,02	7,05
Temperatura da Amostra	°C	-	29,1	29	28,9	29,1	28,4	29	32	30,5	28,8
Condutividade	µS/cm	-	32,48	35,88	39,9	40,24	23,8	31,21	37,29	26,85	41,7
Oxigênio Dissolvido	O2 mg/L	≥5	3,88	4,28	3,61	2,7	3,85	3,26	4,47	3	4
DBO	mg/L-O2	-	6	10	<1	5	6	6	8	4	6
Carbono Orgânico Total	mg/L	3	4,9	7,5	0,1	4,5	4,5	4,5	6,1	3,2	4,5
Sólidos Suspensos Totais	mg/L	-	70	82	86	94	82	42	226	46	36
Sólidos Totais	mg/L	-	22.828	30.130	61.630	56.078	18.868	39.376	30.416	20.340	52.930
Nitrogênio Amoniacal	mg/L	0,4	0,67	0,47	0,72	1,39	0,63	0,77	0,42	0,58	1,11
Nitrogênio Kjeldahl Total	mg/L	-	0,19	0,19	< 0,01	< 0,01	0,39	0,39	0,58	0,78	< 0,01
Nitrato (NO3 - N)	mg/L	0,4	1,33	1,37	0,69	1,09	1,07	0,49	0,49	1,31	0,19
Nitrito (NO2-N)	mg/L	0,07	0,056	0,076	0,067	0,04	0,013	0,005	0,042	0,022	0,04
Cianetos	mg/L	0,001	0,006	0,005	< 0,001	< 0,001	0,009	0,005	0,003	0,004	0,001
Fenóis Totais	mg/L	0,003	0,022	0,017	0,024	0,03	0,03	0,062	0,04	0,031	0,001
Fósforo (P)	mg/L	0,124	0,334	0,476	0,327	0,17	0,679	0,365	0,47	0,47	0,184

Legenda: V.M.P= Valor Máximo Permitido pela Resolução Conama 357/05 para águas salobras classe 01.

Fonte: Codesp (2008).

BRASIL INTERMODAL TERMINAL SANTOS - BRITES (2010)

A Brasil Intermodal Terminal Santos - Brites (2010) realizou avaliação no Estuário de Santos em 16 pontos na AID e adjacências do presente estudo (vide Desenho 9.3.8.4-6). As amostragens foram realizadas nas profundidades de superfície, meio e fundo para os pontos localizados no Canal do Porto de Santos, e de superfície nos pontos situados nos demais corpos hídricos, e nas condições de vazante (maré baixa) e enchente (maré alta) para as marés de sizígia e quadratura.

Os resultados mais relevantes indicam que a concentração de oxigênio dissolvido esteve abaixo do valor mínimo recomendado pelo Artigo 21 da Resolução Conama 357/05 (5,00 mg/L) na maioria dos pontos, enquanto carbono orgânico dissolvido e fósforo total apresentaram-se acima do padrão de qualidade em praticamente todas as amostras analisadas.

O carbono orgânico dissolvido foi quantificado em quase todos os pontos na maré de quadratura, entre 2,22 mg/L (Ponto PA-13) e 6,82 mg/L (Ponto PA-09), porém não foi detectado em nenhuma amostra na maré de sizígia. O fósforo total foi quantificado em todos os pontos amostrados na maré de sizígia, e em 15 dos 16 pontos na maré de quadratura, na faixa de 0,073 mg/L (Ponto PA-05) a 0,368 mg/L (Ponto PA-09).

Para metais e semi-metais, foram quantificadas concentrações acima dos padrões de qualidade estabelecidos pela Resolução Conama 357/05 para arsênio total, chumbo total, cobre dissolvido, zinco total e mercúrio total. As demais variáveis apresentaram valores abaixo do limite de quantificação do método. As variáveis que excederam os padrões foram:

- Arsênio total: em um ponto (PA-08), na maré de sizígia;
- Chumbo total: em dois pontos (PA-02 e PA-03), na maré de quadratura, e em dois pontos na maré de sizígia (PA-03 e PA-06);
- Cobre dissolvido: em seis pontos na maré de quadratura (PA-02, PA-07, PA-08, PA-09, PA-10 e PA-13) e em três pontos na maré de sizígia (PA-02, PA-06 e PA-13);

- Zinco total: em três pontos na maré de quadratura (PA-02, PA-03 e PA-13) e em seis pontos na maré de sizígia (PA-01, PA-03, PA-04, PA-05, PA-06 e PA-13); e
- Mercúrio total: apenas na maré de quadratura, em quatro pontos (PA-03, PA-04, PA-05 e PA-06), em diferentes profundidades.

Os pontos onde chumbo e mercúrio foram quantificados estão localizados dentro do Canal do Porto de Santos, enquanto os demais elementos foram quantificados tanto em pontos de coleta no canal, como dentro do Largo de Santa Rita e adjacências.

Em relação aos compostos orgânicos, todo o conjunto de semi voláteis, hidrocarbonetos poliaromáticos, PCBs e pesticidas organoclorados avaliados esteve abaixo do limite de quantificação, durante as amostragens realizadas nas marés de sizígia e de quadratura.

As análises microbiológicas (coliformes termotolerantes), realizadas em amostras coletadas no meio de coluna d'água de cada ponto, em amostragem única, indicaram valores inferiores ao padrão da Resolução Conama 357/05 para os pontos PA-02, PA-03, PA-04, PA-09 e PA-10. As maiores concentrações foram quantificadas nos pontos PA-15 e PA-16, localizados no Rio Jurubatuba.

Não foram realizados ensaios ecotoxicológicos em água nesse estudo.

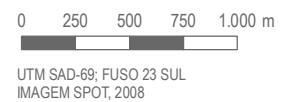
Complementando as informações secundárias disponíveis nos estudos acima citados, realizou-se na Área Diretamente Afetada (ADA) e na Área de Influência Direta (AID) do empreendimento Centro Portuário Industrial Naval *Offshore* de Santos, duas campanhas de amostragem para a avaliação da qualidade da água, desenvolvidas em 25 de fevereiro de 2010 e 19 de agosto de 2010, denominadas campanhas de verão e de inverno, respectivamente. Os resultados obtidos nas referidas campanhas são apresentados a seguir.


Avaliação da Qualidade das Águas - Dados Primários


Conforme descrito no item 9.3.8.2, para a avaliação da qualidade das águas foram definidos onze pontos de amostragem apresentados na **Desenho 9.3.8.4-7**, a seguir, cujas coordenadas foram anteriormente apresentadas no **Quadro 9.3.8.2-2**.



- Área de Influência Direta (AID)
- Área Diretamente Afetada (ADA)
- Trecho em Rodovia (ADA)
- Trecho em Ponte (ADA)
- Limite Municipal
- Pontos de Amostragem de Água Superficial







Estudo de Impacto Ambiental SÃO PAULO EMPREENDIMENTOS PORTUÁRIOS
 CENTRO PORTUÁRIO INDUSTRIAL NAVAL OFFSHORE DE SANTOS

ASSUNTO
 PONTOS DE AMOSTRAGEM DE ÁGUAS SUPERFICIAIS NA AID/ADA

ESCALA	1:35.000	DATA	JUNHO/2011	DESENHO	9.3.8.4-7
--------	----------	------	------------	---------	-----------

CARACTERIZAÇÃO DOS PONTOS DE AMOSTRAGEM

Durante o levantamento de campo, para cada ponto de amostragem foram registradas as seguintes informações: hora de coleta, condição do tempo, profundidade, ocorrência de chuva nas últimas 24 horas e condições de maré. Constataram-se também as condições do entorno, complementadas com registro fotográfico, tendo em vista subsidiar a interpretação dos resultados analíticos. No **Quadro 9.3.8.4-12** são apresentados os dados de campo e, na sequência, é apresentada a caracterização dos pontos de amostragem com as respectivas fotos registradas nas campanhas de verão e de inverno, respectivamente.

Quadro 9.3.8.4-12: Registros de Campo - Pontos de Amostragem (fevereiro e agosto/2010)

Ponto	Localização	Hora		Condições Climáticas		Tábua de Marés (m)		Ciclo de Marés	
		V	I	V	I	V	I	V	I
P01	Rio Casqueiro	13:25	08:45	chuva	seca	0.5-1.3	0.4-1.0	Preamar	Preamar
P02	Foz do Canal da Cosipa com Largo do Caneú	12:30	09:15	chuva	seca	0.5-1.3	0.4-1.0	Preamar	Preamar
P03	Largo do Caneú	11:20	16:10	chuva	seca	0.5-1.3	0.6-1.0	Preamar	Baixamar
P04	Largo de Santa Rita	09:47	14:40	chuva	seca	0.5-1.3	0.6-1.0	Preamar	Baixamar
P05	Canal Sem Denominação entre os Largos do Caneú e Santa Rita	10:40	15:15	chuva	seca	0.5-1.3	0.6-1.0	Preamar	Baixamar
P06	Córrego das Neves	08:45	13:35	chuva	seca	0.5-1.3	0.6-1.0	Preamar	Baixamar
P07	Rio Jurubatuba	16:40	12:00	chuva	seca	0.2-1.6	0.4-1.0	Baixamar	Preamar
P08	Rio Sandi	17:20	12:47	chuva	seca	0.2-1.6	0.4-1.0	Baixamar	Preamar
P09	Canal de Piaçaguera	18:45	10:02	chuva	seca	0.2-1.6	0.4-1.0	Baixamar	Preamar
P10	Largo de Santa Rita - Face leste da Ilha dos Bagres	15:55	11:10	chuva	seca	0.2-1.6	0.4-1.0	Baixamar	Preamar
P11	Canal de Piaçaguera - Porção sudoeste da Ilha dos Bagres	14:30	08:00	chuva	seca	0.2-1.6	0.4-1.0	Baixamar	Preamar

Legenda:

V: Campanha de Verão (25/02/2010)

I: Campanha de Inverno (19/08/2010)

Ponto P01 - Rio Casqueiro

Trata-se de ponto de amostragem localizado na porção central do Rio Casqueiro, no limite entre os municípios de Santos e Cubatão, entre a foz do Rio Cubatão e a face oeste da Ilha Duas Barras.

O Rio Casqueiro separa a Ilha de São Vicente da porção insular do Município de Cubatão (ilhas da Candinda e Piaçaguera). É um canal de comunicação entre a área portuária e o Largo da Pompeba que, por sua vez, interliga-se com o Largo ou Canal de São Vicente, recebendo influência direta das marés. Na margem direita deste rio está implantada a estação de transbordo (antigo lixão da Alemoa, hoje considerado aterro controlado), a Vila dos Criadores e a zona industrial da Alemoa do Município de Santos.

O Rio Cubatão drena no município homônimo área urbanizada denominada Jardim Casqueiro e um complexo de ilhas, parcialmente aterradas e interligadas pelo sistema rodoferroviário regional. Neste complexo, a Ilha Candinda, na margem direita do Rio Cubatão e a Ilha de Piaçaguera, na margem esquerda, abrigam área de manguezal.

As águas, nesse ponto, são receptoras de efluentes domésticos e industriais relacionados, sobretudo, ao pólo industrial de Cubatão. O projeto em análise não prevê intervenção direta neste local (Fotos 9.3.8.4-1 e 9.3.8.4-2).



Fotos 9.3.8.4-1 e 9.3.8.4-2: Vista do ponto de amostragem P01 - Rio Casqueiro, nas campanhas de verão e inverno, respectivamente.

Ponto P02 - Foz do Canal da Usiminas (antiga Cosipa) com Largo do Caneú

Este ponto está localizado nas proximidades da ponta do Bagrinho, na confluência do denominado Canal da Usiminas (antiga Cosipa) com o Largo do Caneú, dentro dos limites do Município de Santos e nas cercanias do complexo insular de Cubatão. No entorno do Largo do Caneú constata-se a presença de manguezais.

O Canal da Cosipa separa a Ilha de Piaçaguera (Município de Cubatão) da porção continental de Santos. Trata-se de um canal de comunicação retificado entre a área portuária santista e o pólo químico-siderúrgico-portuário de Cubatão.

Esse trecho recebe influência direta das marés e mostra sinais de intenso assoreamento. O ponto amostrado situa-se a jusante do Porto da Cosipa, hoje controlado pela Usiminas. Assim, as águas nesse trecho são receptoras de efluentes industriais e das atividades portuárias de Cubatão. A área representada por esse ponto não sofrerá intervenção direta do projeto (Fotos 9.3.8.4-3 e 9.3.8.4-4).



Fotos 9.3.8.4-3 e 9.3.8.4-4: Vista do ponto de amostragem P02 - Foz do Canal da Usiminas (antiga Cosipa) com o Largo do Caneú, nas campanhas de verão e inverno, respectivamente.

Ponto P03 - Largo do Caneú

Este ponto está situado no Largo do Caneú, nas proximidades da foz do Rio Pedreira, a noroeste da Ilha dos Bagres.

O Largo do Caneú separa a porção continental de Santos, em especial o Morro das Neves do Canal de Piaçaguera, área dragada para o fluxo do porto. Na margem oposta desse canal, encontra-se a zona portuária de Santos. Recebe influência direta das marés e apresenta sinais de assoreamento.

No entorno deste ponto, constata-se em Santos (continente) a presença do denominado Sítio das Neves que abriga área de manguezal e alguns moradores, além da própria Ilha dos Bagres (face noroeste) onde serão desenvolvidas as atividades do projeto em estudo. Esse local encontra-se a montante do dique flutuante previsto em projeto (Fotos 9.3.8.4-5 e 9.3.8.4-6).



Fotos 9.3.8.4-5 e 9.3.8.4-6: Vista do ponto de amostragem P03 - Largo do Caneú, nas campanhas de verão e inverno, respectivamente.

Ponto P04 - Largo de Santa Rita

Esse ponto está localizado no Largo de Santa Rita (Fotos 9.3.8.4-7 e 9.3.8.4-8), a jusante do Morro das Neves, no Município de Santos (continente). As águas nesse local recebem influência direta das marés e dos rios que drenam as vertentes do Morro das Neves, além de serem receptoras de efluentes domésticos, industriais e das atividades portuárias. No local, são observados sinais de intenso assoreamento e áreas de manguezais.



Fotos 9.3.8.4-7 e 9.3.8.4-8: Vista do ponto de amostragem P04 - Largo de Santa Rita, nas imediações do morro das Neves, nas campanhas de verão e inverno, respectivamente.

Ponto P05 - Canal Sem Denominação entre os Largos do Caneú e de Santa Rita

Este ponto está localizado ao norte da Ilha dos Bagres no canal de comunicação entre os largos do Caneú e de Santa Rita, no Município de Santos (continente).

Trata-se de área que apresenta intenso assoreamento recebendo influência direta das marés. No entorno, na planície da porção continental de Santos e na margem da Ilha dos Bagres predomina a presença de manguezais (Fotos 9.3.8.4-9 e 9.3.8.4-10).

O empreendimento prevê a construção de uma ponte próxima a esse ponto de amostragem.

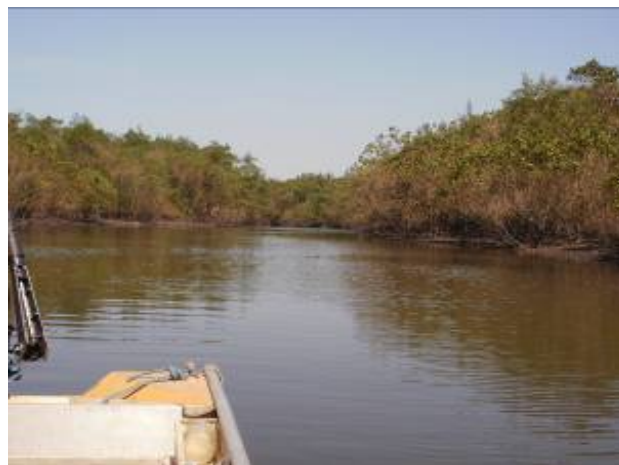


Fotos 9.3.8.4-9 e 9.3.8.4-10: Vista do ponto de amostragem P05 - canal sem denominação entre os largos do Caneú e Santa Rita, nas campanhas de verão e inverno, respectivamente. Nota-se grande quantidade de folhagens proveniente do manguezal na coleta de verão em função da ocorrência de chuvas.

Ponto P06 - Córrego das Neves

Está localizado no Córrego das Neves que drena as vertentes da Serra do Quilombo e o Morro das Neves, desaguando no Largo de Santa Rita, junto à foz dos rios Jurubatuba e Sandi, no Município de Santos (continente) (Fotos 9.3.8.4-11 e 9.3.8.4-12). Este córrego recebe influência direta das marés apresentando sinais de intenso assoreamento.

O local amostrado é receptor de cargas difusas geradas na respectiva bacia de drenagem, com destaque para um sítio presente nas imediações desse córrego, onde há criação de suínos.



Fotos 9.3.8.4-11 e 9.3.8.4-12: Vista do ponto de amostragem P06 - Córrego das Neves, nas campanhas de verão e inverno, respectivamente.

Ponto P07 - Rio Jurubatuba

Ponto de amostragem localizado no baixo curso do Rio Jurubatuba, a jusante da ponte da Rodovia Cônego Domênico Rangoni, entre as pedreiras Geomix e Intervalles, e a jusante do porto de areia, no Município de Santos (continente).

Este rio, com vale encaixado entre a Serra do Quilombo e a Serra do Jurubatuba, recebe influência das marés na planície fluvial, possibilitando o desenvolvimento de extensa faixa de manguezal (Fotos 9.3.8.4-13 e 9.3.8.4-14).

O local amostrado apresenta sinais de intenso assoreamento, sendo receptor dos efluentes tratados provenientes do aterro sanitário Terrestre Ambiental, lançados nas proximidades da Rodovia Cônego Domenico Rangoni. A montante dos limites da AID, as águas do Jurubatuba são captadas para abastecimento público para o Município do Guarujá.

Ressalta-se que o projeto não prevê intervenção direta neste ponto.



Fotos 9.3.8.4-13 e 9.3.8.4-14: Vista do ponto de amostragem P07 - Rio Jurubatuba, nas campanhas de verão e inverno, respectivamente.

Ponto P08 - Rio Sandi

Este ponto de amostragem encontra-se na porção mediana do Rio Sandi. Este canal apresenta duas desembocaduras, estando a primeira localizada junto à foz do Rio Jurubatuba, na porção noroeste da Ilha Barnabé, e a segunda localizada junto à foz do Rio Diana, próximo ao Canal de Bertiooga, ainda na porção continental do Município de Santos (Fotos 9.3.8.4-15 e 9.3.8.4-16).

Este rio, com margem sul na Ilha Barnabé e margem norte na porção continental de Santos, apresenta, no ponto de amostragem, sinais de intenso assoreamento, além de receber influência direta das marés, com a predominância de manguezais em seu entorno. A montante do ponto amostrado estão as pedreiras Intervalas Minérios, Geomix e um porto de areia junto ao Rio Jurubatuba. Na margem sul, encontra-se o complexo portuário da Ilha Barnabé e o Terminal Portuário Embraport.

Como elemento de ligação entre as margens norte e sul do Rio Sandi, destaca-se o acesso rodoviário para a Ilha Barnabé. A jusante do ponto analisado, na foz do Rio Sandi com a foz do Rio Diana, encontra-se a comunidade da Ilha Diana.

Conforme fotos apresentadas a seguir, no momento da coleta foram observados detritos orgânicos em grande quantidade nas águas. É importante ressaltar que o projeto não prevê intervenção direta neste ponto.



Fotos 9.3.8.4-15 e 9.3.8.4-16: Vista do ponto de amostragem P08 - Rio Sandi, nas campanhas de verão e inverno, respectivamente.

Ponto P09 - Canal de Piaçaguera

Este ponto está situado na porção central do Canal de Piaçaguera, apresentando em sua margem norte a Ilha Barnabé, com seu complexo portuário e, na margem sul, a Ilha de São Vicente, com o Terminal Tecondi e o cais do Valongo, no Município de Santos (Fotos 9.3.8.4-17 e 9.3.8.4-18).

Este canal, com mais de 500 m de largura, compõe o sistema estuarino de Santos, e sofreu retificação ao longo de sua história para entrada e saída de embarcações, apresentando forte influência das marés no ponto de amostragem. Destacam-se em seu entorno o complexo portuário da Ilha Barnabé e o Terminal Portuário Embraport (margem norte). Por sua vez, a margem sul, constituída pela Ilha de São Vicente, apresenta a zona portuária e a área urbanizada do Valongo. O projeto não prevê intervenção direta neste ponto.



Fotos 9.3.8.4-17 e 9.3.8.4-18: Vista do ponto de amostragem P09 - Canal de Piaçaguera, nas campanhas de verão e inverno, respectivamente.

Ponto P10 - Largo de Santa Rita - Face leste da Ilha dos Bagres

Ponto de amostragem localizado no Largo de Santa Rita, posicionado entre a face leste da Ilha dos Bagres e a porção noroeste da Ilha Barnabé, no Município de Santos (continente) (Fotos 9.3.8.4-19 e 9.3.8.4-20).

No entorno, na planície da porção continental de Santos, nas ilhas dos Bagres e Barnabé, constata-se a presença de manguezais. Este largo apresenta sinais de intenso assoreamento e recebe influência direta das marés e das águas do Rio Jurubatuba, além do Rio Sandi e da drenagem das vertentes da Serra do Quilombo e do Morro das Neves. As águas, neste ponto, são receptoras de efluentes domésticos, industriais e das atividades minerárias e portuárias.

O projeto prevê construção de dique flutuante na face leste da Ilha dos Bagres, próximo a este ponto de amostragem.



Fotos 9.3.8.4-19 e 9.3.8.4-20: Vista do ponto de amostragem P10 - Largo de Santa Rita, nas campanhas de verão e inverno, respectivamente.

Ponto P11 - Canal de Piaçaguera - Porção Sudoeste da Ilha dos Bagres

Trata-se de ponto de amostragem localizado no Canal de Piaçaguera nas proximidades da face sudoeste da Ilha dos Bagres e do Largo do Caneú, no Município de Santos (continente).

O projeto prevê intervenção direta neste ponto, com dragagem e construção de píer de atracação de embarcações (Fotos 9.3.8.4-21 e 9.3.8.4-22).



Fotos 9.3.8.4-21 e 9.3.8.4-22: Vista do ponto de amostragem P11- Porção Sudoeste da Ilha dos Bagres, nas campanhas de verão e inverno, respectivamente.

Resultados das Análises Físicas, Químicas e Bacteriológicas

Para fins de avaliação da qualidade de água, os resultados obtidos na Área de Influência Direta e Área Diretamente Afetada foram comparados aos Valores Máximos Permitidos (V.M.P.) pela Resolução Conama nº 357, de 17 de março de 2005, para águas salobras (classe 01).

No **Quadro 9.3.8.4-13**, a seguir, constam os resultados das análises realizadas em ambas as campanhas (verão e inverno), sendo que os dados destacados em amarelo referem-se às concentrações que ultrapassaram os limites estabelecidos pela legislação vigente. Na sequência, são descritos no **Quadro 9.3.8.4-14** os resultados de parâmetros mensurados em campo. Os valores obtidos em todos os pontos de amostragem nas duas campanhas são comparados por meio de representação gráfica.

Na interpretação dos resultados, foram também levadas em consideração as variações decorrentes do regime de marés. Conforme já mencionado (**Quadro 9.3.8.4-12**), durante a coleta de verão, os pontos P01, P02, P03, P04, P05 e P06 estavam sob influência de maré enchente (preamar), enquanto que os pontos P07, P08, P09, P10 e P11 se encontravam sob regime de maré vazante (baixamar) e de quadratura, caracterizada pela pequena amplitude.

Na campanha de inverno, a coleta nos pontos P01, P02, P07, P08, P09, P10 e P11 foi realizada durante a maré enchente (preamar), ao passo que a amostragem nos pontos P03, P04, P05 e P06 ocorreu na maré vazante (baixamar) e de quadratura.

Quadro 9.3.8.4-13: Resultados dos Parâmetros Físicos, Químicos e Bacteriológicos (fevereiro e agosto/2010)

Parâmetros	Unidade	LD ⁽¹⁾	VMP ⁽²⁾	P01		P02		P03		P04		P05		P06	
				V	I	V	I	V	I	V	I	V	I	V	I
Alumínio Dissolvido	mg Al/L	0,010	0,1	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	0,011	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	0,028	<0,010
Arsênio Total	mg As/L	0,002	0,01	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002
Berílio Total	µg Be/L	0,2	5,3	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	0,2	<0,2
Boro Total	mg B/L	0,07	0,5	0,570	1,360	0,220	1,500	0,840	<0,07	0,552	1,560	0,620	1,490	0,120	1,230
Cádmio Total	mg Cd/L	0,0002	0,005	<0,0002	0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002
Chumbo Total	mg Pb/L	0,0004	0,01	<0,0004	<0,0004	<0,0004	<0,0004	<0,0004	<0,0004	<0,0004	<0,0004	<0,0004	<0,0004	<0,0004	<0,0004
Cobre Dissolvido	mg Cu/L	0,0005	0,005	0,0006	<0,0005	0,0014	<0,0005	0,0005	<0,0005	0,0010	<0,0005	<0,0005	<0,0005	0,0017	<0,0005
Cromo Total	mg Cr/L	0,0002	0,05	0,0006	<0,0002	0,0038	<0,0002	0,0005	<0,0002	0,0008	<0,0002	0,0008	<0,0002	0,0073	<0,0002
Ferro Dissolvido	mg Fe/L	0,006	0,3	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006
Fluoretos	mg F/L	0,004	1,4	0,32	0,27	0,54	0,26	0,57	0,20	0,27	0,30	0,34	0,29	0,20	0,24
Fósforo Total	mg P/L	0,005	0,124	0,060	0,060	0,421	0,031	0,602	0,036	0,168	0,027	0,198	0,020	0,305	0,023
Manganês Total	mg Mn/L	0,0002	0,1	0,0937	0,0579	0,2130	0,0633	0,107	0,0566	0,0580	0,0397	0,0622	0,0673	0,0799	0,0478
Mercúrio Total	mg Hg/L	0,0002 0,0001 ⁽³⁾	0,0002	<0,0002	<0,0001	<0,0002	<0,0001	<0,0002	<0,0001	<0,0002	<0,0001	<0,0002	<0,0001	<0,0002	<0,0001
Níquel Total	mg Ni/L	0,0002	0,025	0,0006	<0,0002	0,0018	<0,0002	0,0006	<0,0002	0,0003	<0,0002	0,0004	<0,0002	0,0019	<0,0002
Nitrato	mg N/L	0,003 0,1 ⁽³⁾	0,4	<0,003	0,30	<0,003	0,40	<0,003	0,30	<0,003	0,30	<0,003	0,10	<0,003	0,10
Nitrito	mg N/L	0,001 0,002 ⁽³⁾	0,07	<0,001	0,030	<0,001	0,075	<0,001	0,043	<0,001	0,042	<0,001	0,035	<0,001	0,022
N Amoniacal Total	mg N/L	0,007	0,4	NA	0,349	NA	0,499	NA	0,259	NA	0,282	NA	0,131	NA	0,047
N Kjeldahl Total	mg/L	0,03	-	1,04	0,46	2,49	0,58	1,67	0,61	0,85	0,65	0,63	0,42	0,15	0,07
Polifosfatos	mg P/L	0,002	0,062	0,098	0,008	0,036	0,005	0,121	0,013	0,111	0,040	0,111	0,095	0,200	0,053
Prata Total	mg Ag/L	0,0002	0,005	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002
Selênio Total	mg Se/L	0,002	0,01	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002
Sulfeto de Hidrogênio	mg S/L	0,002	0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002
Zinco Total	mg Zn/L	0,002	0,09	0,036	0,005	0,048	0,005	0,041	<0,002	0,039	0,002	0,039	<0,002	0,049	0,004

Quadro 9.3.8.4-13: Resultados dos Parâmetros Físicos, Químicos e Bacteriológicos (fevereiro e agosto/2010)

Parâmetros	Unidade	LD ⁽¹⁾	VMP ⁽²⁾	P01		P02		P03		P04		P05		P06	
				V	I	V	I	V	I	V	I	V	I	V	I
Alumínio Dissolvido	mg Al/L	0,010	0,1	0,113	0,105	0,025	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010
Arsênio Total	mg As/L	0,002	0,01	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002
Berílio Total	µg Be/L	0,2	5,3	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2
Boro Total	mg B/L	0,07	0,5	<0,07	0,730	0,220	1,270	0,650	1,430	1,260	1,610	0,740	1,160	0,260	0,970
Cádmio Total	mg Cd/L	0,0002	0,005	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002
Chumbo Total	mg Pb/L	0,0004	0,01	<0,0004	<0,0004	<0,0004	<0,0004	<0,0004	<0,0004	0,0355	<0,0004	<0,0004	<0,0004	<0,0004	<0,0004
Cobre Dissolvido	mg Cu/L	0,0005	0,005	0,0019	<0,0005	<0,0005	<0,0005	<0,0005	<0,0005	0,0005	<0,0005	0,0008	<0,0005	0,0009	<0,0005
Cromo Total	mg Cr/L	0,0002	0,05	0,0021	<0,0002	0,0015	<0,0002	0,0011	<0,0002	<0,0002	<0,0002	0,0009	<0,0002	0,0031	<0,0002
Ferro Dissolvido	mg Fe/L	0,006	0,3	<0,006	0,162	0,033	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006
Fluoretos	mg F/L	0,004	1,4	0,12	0,26	0,20	0,26	0,40	0,25	0,62	0,29	0,40	0,22	0,50	0,24
Fósforo Total	mg P/L	0,005	0,124	0,109	0,031	0,174	0,053	0,237	0,057	0,015	0,053	0,153	0,029	0,783	0,021
Manganês Total	mg Mn/L	0,0002	0,1	0,0236	0,0201	0,0563	0,0410	0,0566	0,0198	0,0588	0,0191	0,0479	0,0303	0,1830	0,0333
Mercúrio Total	mg Hg/L	0,0002 0,0001 ⁽³⁾	0,0002	<0,0002	<0,0001	<0,0002	<0,0001	<0,0002	<0,0001	<0,0002	<0,0001	<0,0002	<0,0001	<0,0002	<0,0001
Níquel Total	mg Ni/L	0,0002	0,025	0,0005	<0,0002	0,0004	<0,0002	0,0004	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	0,0015	<0,0002
Nitrato	mg N/L	0,003 0,1 ⁽³⁾	0,4	<0,003	0,20	<0,003	0,20	<0,003	0,30	<0,003	0,10	<0,003	0,40	<0,003	0,40
Nitrito	mg N/L	0,001 0,002 ⁽³⁾	0,07	<0,001	0,012	<0,001	0,026	<0,001	0,046	<0,001	0,021	<0,001	0,050	<0,001	0,046
N Amoniacal Total	mg N/L	0,007	0,4	NA	0,314	NA	0,432	NA	0,223	NA	0,155	NA	0,511	NA	0,401
N Kjeldahl Total	mg/L	0,03	-	1,15	0,35	0,74	0,61	1,13	0,31	0,32	0,18	0,86	0,64	1,08	0,44
Polifosfatos	mg P/L	0,002	0,062	0,036	0,017	0,102	0,023	0,085	0,080	0,089	0,037	0,065	0,030	0,190	0,212
Prata Total	mg Ag/L	0,0002	0,005	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002
Selênio Total	mg Se/L	0,002	0,01	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002
Sulfeto de Hidrogênio	mg S/L	0,002	0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002
Zinco Total	mg Zn/L	0,002	0,09	0,037	0,013	0,037	0,020	0,031	<0,002	0,028	<0,002	0,032	0,005	0,042	0,009

Quadro 9.3.8.4-13: Resultados dos Parâmetros Físicos, Químicos e Bacteriológicos (fevereiro e agosto/2010)

Parâmetros	Unidade	LD ⁽¹⁾	VMP ⁽²⁾	P01		P02		P03		P04		P05		P06	
				V	I	V	I	V	I	V	I	V	I	V	I
Aldrin + Dieldrin	µg/L	0,001 0,0005 ⁽³⁾	0,0019	<0,001	<0,0005	<0,001	<0,0005	<0,001	<0,0005	<0,001	<0,0005	<0,001	<0,0005	<0,001	<0,0005
Benzeno	µg/L	0,1	700	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
Carbaril	µg/L	0,01	0,32	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
Clordano (cis + trans)	µg/L	0,002	0,004	<0,002	<0,001	<0,002	<0,001	<0,002	<0,001	<0,002	<0,001	<0,002	<0,001	<0,002	<0,001
2,4 -D	µg/L	0,002	10	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002
DDT (p,p'-DDT+ p,p'-DDE + p,p'-DDD)	µg/L	0,0005	0,001	<0,0005	<0,0005	<0,0005	<0,0005	<0,0005	<0,0005	<0,0005	<0,0005	<0,0005	<0,0005	<0,0005	<0,0005
Demeton (Demeton-O + Demeton-S)	µg/L	0,05	0,1	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05
Dodecacloro pentaciclodecano	µg/L	0,0003	0,001	<0,0003	<0,0003	<0,0003	<0,0003	<0,0003	<0,0003	<0,0003	<0,0003	<0,0003	<0,0003	<0,0003	<0,0003
Endrin	µg/L	0,001	0,004	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001
Endossulfan (a + b + Sulfato)	µg/L	-	0,01	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002
Etilbenzeno	µg/L	0,4	25	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4
Fenóis Totais	mg C ₆ H ₅ OH/L	0,002 0,001 ⁽³⁾	0,003	<0,002	<0,001	<0,002	<0,001	<0,002	<0,001	<0,002	<0,001	<0,002	<0,001	<0,002	<0,001
Gution	µg/L	0,006	0,01	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006
Heptacloro e Heptacloro epóxido	µg/L	0,001	0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001
Lindano (gama-BHC)	µg/L	0,0002	0,004	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002
Malation	µg/L	0,004	0,1	<0,004	<0,004	<0,004	<0,004	<0,004	<0,004	<0,004	<0,004	<0,004	<0,004	<0,004	<0,004
Metoxicloro	µg/L	0,002	0,03	<0,002	NA	<0,002	NA	<0,002	NA	<0,002	NA	<0,002	NA	<0,002	NA
Monoclorobenzeno	µg/L	0,1	25	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
Paration	µg/L	0,005	0,04	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
Pentaclorofenol	µg/L	0,004	7,9	<0,004	<0,004	<0,004	<0,004	<0,004	<0,004	<0,004	<0,004	<0,004	<0,004	<0,004	<0,004

Quadro 9.3.8.4-13: Resultados dos Parâmetros Físicos, Químicos e Bacteriológicos (fevereiro e agosto/2010)

Parâmetros	Unidade	LD ⁽¹⁾	VMP ⁽²⁾	P01		P02		P03		P04		P05		P06	
				V	I	V	I	V	I	V	I	V	I		
Aldrin + Dieldrin	µg/L	0,001 0,0005 ⁽³⁾	0,0019	<0,001	<0,0005	<0,001	<0,0005	<0,001	<0,0005	<0,001	<0,0005	<0,001	<0,0005	<0,001	<0,0005
Benzeno	µg/L	0,1	700	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
Carbaril	µg/L	0,01	0,32	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
Clordano (cis + trans)	µg/L	0,002	0,004	<0,002	<0,001	<0,002	<0,001	<0,002	<0,001	<0,002	<0,001	<0,002	<0,001	<0,002	<0,001
2,4 -D	µg/L	0,002	10	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002
DDT (p,p'-DDT+ p,p'-DDE + p,p'-DDD)	µg/L	0,0005	0,001	<0,0005	<0,0005	<0,0005	<0,0005	<0,0005	<0,0005	<0,0005	<0,0005	<0,0005	<0,0005	<0,0005	<0,0005
Demeton (Demeton-O + Demeton-S)	µg/L	0,05	0,1	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05
Dodecacloro pentaciclodecano	µg/L	0,0003	0,001	<0,0003	<0,0003	<0,0003	<0,0003	<0,0003	<0,0003	<0,0003	<0,0003	<0,0003	<0,0003	<0,0003	<0,0003
Endrin	µg/L	0,001	0,004	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001
Endossulfan (a + b + Sulfato)	µg/L	-	0,01	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002
Etilbenzeno	µg/L	0,4	25	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4
Fenóis Totais	mg C ₆ H ₅ OH/L	0,002 0,001 ⁽³⁾	0,003	<0,002	<0,001	<0,002	<0,001	<0,002	<0,001	<0,002	<0,001	<0,002	<0,001	<0,002	<0,001
Gution	µg/L	0,006	0,01	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006
Heptacloro e Heptacloro epóxido	µg/L	0,001	0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001
Lindano (gama-BHC)	µg/L	0,0002	0,004	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002
Malation	µg/L	0,004	0,1	<0,004	<0,004	<0,004	<0,004	<0,004	<0,004	<0,004	<0,004	<0,004	<0,004	<0,004	<0,004
Metoxicloro	µg/L	0,002	0,03	<0,002	NA	<0,002	NA	<0,002	NA	<0,002	NA	<0,002	NA	<0,002	NA
Monoclorobenzeno	µg/L	0,1	25	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
Paration	µg/L	0,005	0,04	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
Pentaclorofenol	µg/L	0,004	7,9	<0,004	<0,004	<0,004	<0,004	<0,004	<0,004	<0,004	<0,004	<0,004	<0,004	<0,004	<0,004

Quadro 9.3.8.4-13: Resultados dos Parâmetros Físicos, Químicos e Bacteriológicos (fevereiro e agosto/2010)

Parâmetros	Unidade	LD ⁽¹⁾	VMP ⁽²⁾	P01		P02		P03		P04		P05		P06	
				V	I	V	I	V	I	V	I	V	I	V	I
PCB's	µg/L	0,03	0,03	<0,03	<0,03	<0,03	<0,03	<0,03	<0,03	<0,03	<0,03	<0,03	<0,03	<0,03	<0,03
Surfactantes Aniônicos	mg LAS/L	0,003	0,2	<0,003	0,086	<0,003	<0,003	<0,003	<0,003	<0,003	<0,003	<0,003	<0,003	<0,003	<0,003
2,4,5-T	µg/L	0,004	10	<0,004	<0,004	<0,004	<0,004	<0,004	<0,004	<0,004	<0,004	<0,004	<0,004	<0,004	<0,004
Tolueno	µg/L	0,4	215	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4
Toxafeno	µg/L	0,06	0,0002	<0,06	<0,06	<0,06	<0,06	<0,06	<0,06	<0,06	<0,06	<0,06	<0,06	<0,06	<0,06
2,4,5-TP	µg/L	0,002	10	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002
Tributilestanho	µg/L	0,007	0,01	<0,007	<0,007	PI	<0,007	<0,007	<0,007	<0,007	<0,007	<0,007	0,008	<0,007	<0,007
Triclorobenzeno (1,2,3-TCB + 1,2,4-TCB)	µg/L	0,4	80	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4
Carbono Orgânico Total	mg/L	0,5	3	3,7	2,4	3,9	2,5	3,8	3,0	3,8	2,5	3,5	3,3	5,9	2,8
Óleos e Graxas	mg/L	3	VA	<3	<3	<3	<3	<3	<3	<3	<3	<3	<3	<3	<3
Cor Aparente	mg Pt/L	1	VA	132	24	346	20	95	198	148	86	154	290	850	37
Odor	---	VA	VA	VA	VA	VA	VA	VA	VA	VA	VA	VA	VA	VA	VA
Turbidez	NUT	0,2	VA	25,0	1,6	66,0	3,2	14,0	40,0	22,0	15,0	18,0	49,0	150,0	3,2
Resíduos Sedimentáveis	ml/L	0,1	---	0,1	<0,1	0,2	<0,1	0,1	0,4	0,1	0,3	0,3	1,1	0,6	0,3
Coliformes Termotolerantes	NMP/100mL	-	200	17.000	3.600	130.000	0	17.000	0	17.000	0	24.000	0	13.000	0
PCB's	µg/L	0,03	0,03	<0,03	<0,03	<0,03	<0,03	<0,03	<0,03	<0,03	<0,03	<0,03	<0,03	<0,03	<0,03
Surfactantes Aniônicos	mg LAS/L	0,003	0,2	<0,003	<0,003	<0,003	<0,003	<0,003	<0,003	<0,003	<0,003	<0,003	0,009	<0,003	0,018
2,4,5-T	µg/L	0,004	10	<0,004	<0,004	<0,004	<0,004	<0,004	<0,004	<0,004	<0,004	<0,004	<0,004	<0,004	<0,004
Tolueno	µg/L	0,4	215	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4
Toxafeno	µg/L	0,06	0,0002	<0,06	<0,06	<0,06	<0,06	<0,06	<0,06	<0,06	<0,06	<0,06	<0,06	<0,06	<0,06
2,4,5-TP	µg/L	0,002	10	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002

Quadro 9.3.8.4-13: Resultados dos Parâmetros Físicos, Químicos e Bacteriológicos (fevereiro e agosto/2010)

Parâmetros	Unidade	LD ⁽¹⁾	VMP ⁽²⁾	P01		P02		P03		P04		P05		P06	
				V	I	V	I	V	I	V	I	V	I	V	I
Tributilestanho	µg/L	0,007	0,01	<0,007	<0,007	<0,007	<0,007	<0,007	0,008	<0,007	0,013	<0,007	<0,007	<0,007	0,011
Triclorobenzeno (1,2,3-TCB + 1,2,4-TCB)	µg/L	0,4	80	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4
Carbono Orgânico Total	mg/L	0,5	3	5,0	1,4	4,3	2,1	4,0	2,0	3,1	1,5	3,9	2,6	4,2	2,2
Óleos e Graxas	mg/L	3	VA	<3	<3	<3	<3	<3	<3	<3	<3	<3	<3	<3	<3
Cor Aparente	mg Pt/L	1	VA	178	13	337	18	155	12	126	15	102	12	293	27
Odor	---	---	VA	VA	VA	VA	VA	VA	VA	VA	VA	VA	VA	VA	VA
Turbidez	UNT	0,2	VA	22,0	1,8	57,0	3,8	21,0	1,3	22,0	1,7	15,0	2,4	63,0	2,1
Resíduos Sedimentáveis	ml/L	0,1	---	0,1	<0,1	0,3	<0,1	<0,1	<0,1	0,2	<0,1	0,1	<0,1	0,2	<0,1
Coliformes Termotolerantes	NMP/100mL	-	200	4.900	0	70.000	0	22.000	360	33.000	380	17.000	360	28.000	2.800

Legenda:

Valor em desacordo com VMP da Resolução Conama

(1) LD: Limite de detecção do método.

(2) V.M.P.: Valor máximo permitido pela Resolução Conama N°357/05, Artigo 21, para Águas Salobras (Classe 1)

(3) Modificação ou melhoria na metodologia de análise, alterando limite de detecção. A 1ª linha refere-se à metodologia utilizada na campanha de verão e a 2ª linha à de inverno

V: Campanha de verão (25/02/2010)

I: Campanha de inverno (19/08/2010)

VA: Virtualmente ausente

NA: Não analisado

PI: Análise não realizada devido à presença de interferentes na amostra.

P09-S - Resultados do Ponto P09 para águas de superfície; P09-F - Resultados do Ponto P09 para águas de fundo

Quadro 9.3.8.4-14: Resultados das Medições Locais - (fevereiro e agosto/2010)

Parâmetros	Unidade	VMP ⁽¹⁾	P01		P02		P03		P04		P05		P06	
			V	I	V	I	V	I	V	I	V	I	V	I
Condutividade	mS/cm	-	8,180	16,700	3,860	28,500	13,300	20,400	8,750	23,000	10,100	23,100	1,560	21,300
Oxigênio Dissolvido - OD	mg/L	≥5	7,65	8,30	7,08	7,73	6,56	8,60	6,90	7,05	6,90	7,74	6,75	8,89
pH	-	6,5-8,5	7,58	7,94	7,71	8,00	8,90	7,80	7,95	7,60	8,76	7,40	5,30	7,90
Potencial Redox-ORP	mV	-	229	166	208	143	153	126	200	128	150	107	326	122
Profundidade	m	-	4,0	3,0	2,2	1,6	0,9	0,4	0,9	0,5	0,9	0,2	1,0	1,0
Salinidade	‰	-	4,6	9,8	1,9	17,6	7,7	12,2	5,0	14,0	5,7	13,9	0,8	12,7
Temperatura da água	°C	-	26,90	22,20	25,97	20,00	27,10	25,00	26,70	23,10	26,80	24,00	25,38	23,20
Total de Sólidos Dissolvidos - TDS	mg/L	-	5.200	10.400	2.400	17.800	8.270	12.600	5.510	14.300	6.280	14.300	981	13.500
Transparência	m	-	0,40	2,15	0,15	1,20	0,50	0,20	0,40	0,35	0,30	0,10	0,15	0,60
Condutividade	mS/cm	-	0,065	16,600	4,110	22,900	12,900	28,900	20,200	33,200	13,100	26,000	6,230	22,900
Oxigênio Dissolvido - OD	mg/L	≥5	8,18	7,42	6,39	6,50	6,62	8,75	5,60	7,27	7,47	6,57	7,80	8,30
pH	-	6,5-8,5	6,95	7,72	6,34	6,39	6,28	7,80	7,30	7,90	7,43	7,73	7,62	8,03
Potencial Redox-ORP	mV	-	284	156	254	58	286	135	211	119	229	121	231	141
Profundidade	m	-	1,6	2,0	1,2	1,0	11,1	13,2	11,1*	13,2	3,3	2,0	4,7	3,0
Salinidade	‰	-	0	9,7	2,1	12,4	7,4	17,7	14,5	20,7	7,4	16,1	3,4	14,0
Temperatura da água	°C	-	23,68	21,00	25,46	22,10	26,45	21,70	27,02	21,80	27,10	21,00	26,25	20,10
Total de Sólidos Dissolvidos - TDS	mg/L	-	44	10.300	2.580	12.800	8.010	17.000	14.300	20.300	7.970	16.300	3.920	14.300
Transparência	m	-	0,40	1,50	0,25	1,00	0,80	1,40	0,80	1,40	0,50	1,25	0,30	1,45

Legenda:

Valor em desacordo com VMP da Resolução Conama

(1) V.M.P.: Valor máximo permitido pela Resolução Conama N°357/05, Artigo 21, para Águas Salobras (Classe 1)

V: Campanha de verão (25/02/2010)

I: Campanha de inverno (19/08/2010)

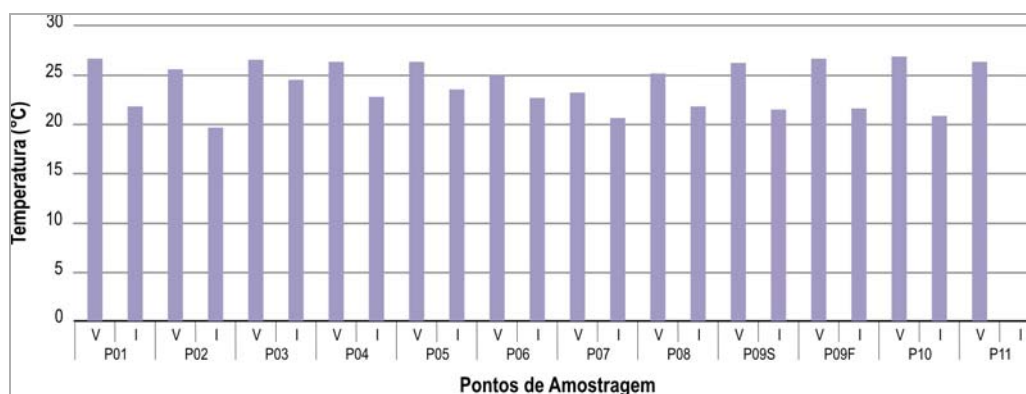
P09-S - Resultados do Ponto P09 para superfície; P09-F* - Resultados do Ponto P09 para águas de fundo, sendo a coleta realizada a 5,5 m de profundidade.

A seguir é apresentada uma síntese para cada uma das variáveis físicas, químicas e bacteriológicas consideradas. Na representação gráfica constam os Valores Máximos Permissíveis (V.M.P.) definidos pela Resolução Conama nº 357/05, representados por linha vermelha (águas salobras, classe 1).

Temperatura da Água

A temperatura do corpo d'água está associada às velocidades das reações químicas e à dissolução dos gases na água, sendo influenciada por fatores diversos tais como localização geográfica, estação do ano e profundidade do local amostrado. Na primeira coleta, a temperatura manteve-se praticamente constante, em torno de 26 °C, exceto no Rio Jurubatuba (ponto P07) que mostrou menor valor (23°C). Na campanha de inverno, obteve-se uma redução na temperatura da água em todos os pontos com mínimo de 20 °C, no ponto P02, na foz do Canal da Usiminas (antigo Canal da Cosipa) (Gráfico 9.3.8.4-7).

Gráfico 9.3.8.4-7: Temperatura da Água



Legenda:

V: Campanha Verão (25/02/2010)

I: Campanha Inverno (19/08/2010)

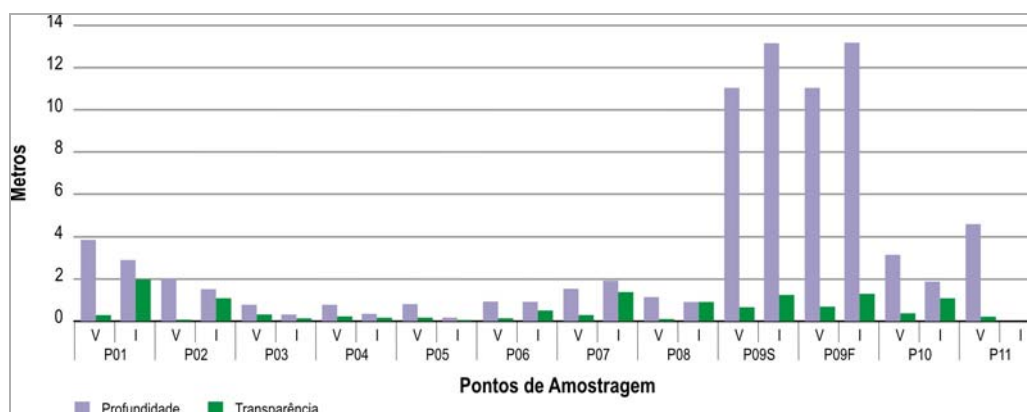
Profundidade e Transparência

A rede de amostragem selecionada apresenta variações pronunciadas de profundidade, em função da configuração do sistema hidrográfico e da influência do ciclo de marés. A maior profundidade registrada na campanha de verão foi verificada no Canal de Piaçaguera (P09), que atingiu 11,1 m na maré baixa-mar. Os pontos situados em largos e rios apresentaram pequena profundidade, com máximo de 4 m, no ponto P01 (Rio Casqueiro). Na coleta de inverno, a maior profundidade foi também verificada no ponto P09 (Canal de Piaçaguera) com 13,2 m e a menor no ponto P05 (canal entre os largos do Caneú e de Santa Rita) com 0,2 m.

A transparência da água, medida com Disco de Secchi, registra a atenuação da radiação solar através da coluna d'água, que varia conforme a presença de material particulado em suspensão. As radiações luminosas proporcionam a chamada “zona fótica”, que compreende a região da massa d'água iluminada com até 1% da luz solar, condicionando processos biológicos, especialmente a fotossíntese. Em geral, 99% da radiação solar que atinge a água são absorvidas nos dez primeiros metros de profundidade.

Na campanha de verão, os pontos P02 (Largo do Caneú) e P06 (Córrego das Neves) apresentaram transparência reduzida, com máximo de 0,15 m, basicamente em função de partículas suspensas provenientes da área de manguezal e do aporte de sólidos das bacias de drenagem, favorecido pelas chuvas que prevaleceram durante a coleta. Em contraste, os maiores valores de transparência foram verificados no Canal de Piaçaguera (P09), com 0,80 m. Na campanha de inverno, obteve-se maior nível de transparência, que oscilou entre 0,10 m no ponto P05 (canal entre os largos do Caneú e de Santa Rita) a 2,15 m no Rio Casqueiro (ponto P01), conforme Gráfico 9.3.8.4-8.

Gráfico 9.3.8.4-8: Profundidade e Transparência



Legenda:

V: Campanha Verão (25/02/2010)

I: Campanha Inverno (19/08/2010)

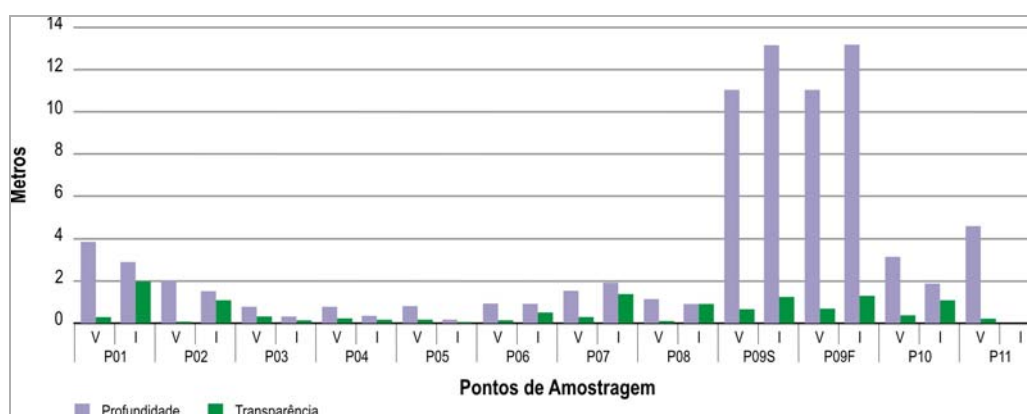
Cor Aparente

A cor aparente da água deve-se à presença de substâncias dissolvidas e em suspensão. A cor é um parâmetro estético, de especial interesse para mananciais destinados ao abastecimento público. A introdução de despejos domésticos ou industriais e os mecanismos que promovem a ressuspensão dos sedimentos podem afetar as propriedades óticas do corpo d'água através do aumento da cor e da turbidez.

A Resolução Conama nº 357/05 determina para águas salobras, classe 1, que a cor deve ser virtualmente ausente.

Conforme Gráfico 9.3.8.4-9, todos os pontos apresentaram valores de cor acima do limite preconizado pela legislação, oscilando entre 12 mg Pt/L no ponto P09 (Canal de Piaçaguera) na campanha de inverno, e 850 mg Pt/L no ponto P06 (Córrego das Neves) na campanha de verão. Cabe destacar que as águas estuarinas apresentam coloração natural, principalmente pelo aporte de compostos húmicos provenientes dos manguezais.

Gráfico 9.3.8.4-9: Cor Aparente das Águas



Legenda:

Linha vermelha: Valor máximo permitido pela Resolução Conama 357/05 para águas salobras de classe 1

V: Campanha Verão (25/02/2010)

I: Campanha Inverno (19/08/2010)

Turbidez

A turbidez da água é a medida da sua capacidade em dispersar luz em função das partículas em suspensão (silte, argila, microrganismos). Valores elevados de turbidez geralmente indicam contribuição de sólidos a partir da área de drenagem e podem interferir na atividade fotossintética de um corpo d'água. Quando sedimentadas, as partículas formam bancos de lodos que propiciam a digestão anaeróbica, levando à formação de gases.

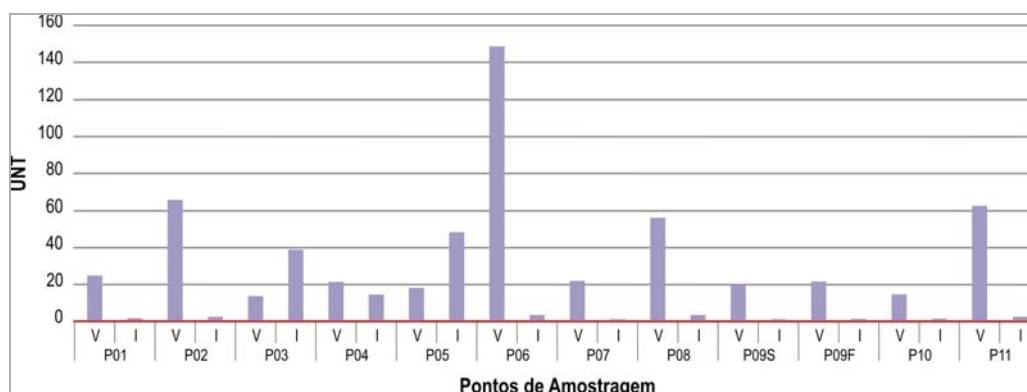
De forma geral, na campanha de verão, os valores obtidos de turbidez nos corpos hídricos da AID e ADA situaram-se entre 14 UNT (ponto P03 - Largo do Caneú) a 150 UNT (ponto P06 - Córrego das Neves). No período de inverno, ocorreu uma redução expressiva, com valores entre 1,3 UNT (ponto P09 - Canal de Piaçaguera) a 49 UNT (ponto P05 - canal entre largos do Caneú e de Santa Rita).

Os maiores níveis de turbidez na campanha de verão, especialmente nos pontos P02, P06 e P08, devem-se provavelmente à contribuição dos detritos vegetais advindos das áreas de manguezais, característicos dessas regiões, podendo também ter ocorrido suspensão dos sedimentos no momento da coleta, devido à chuva constante.

Conforme salientado para os índices de cor, a Resolução Conama 357/05 prevê para águas salobras classe 1 ausência de compostos que conferem turbidez aos corpos d'água, de forma que todos os valores obtidos em ambas as campanhas estão em desconformidade com o padrão legal vigente (Gráfico 9.3.8.4-10).

Comparando-se os resultados obtidos com os índices estabelecidos para águas doces classe 2 (100 UNT), verificou-se apenas uma ultrapassagem desse limite na campanha de verão no Ponto P06. Os demais pontos permaneceram abaixo desse patamar.

Gráfico 9.3.8.4-10: Turbidez das Águas



Legenda:

Linha vermelha: Valor máximo permitido pela Resolução Conama 357/05 para águas salobras de classe 1

V: Campanha Verão (25/02/2010)

I: Campanha Inverno (19/08/2010)

Potencial Hidrogeniônico (pH)

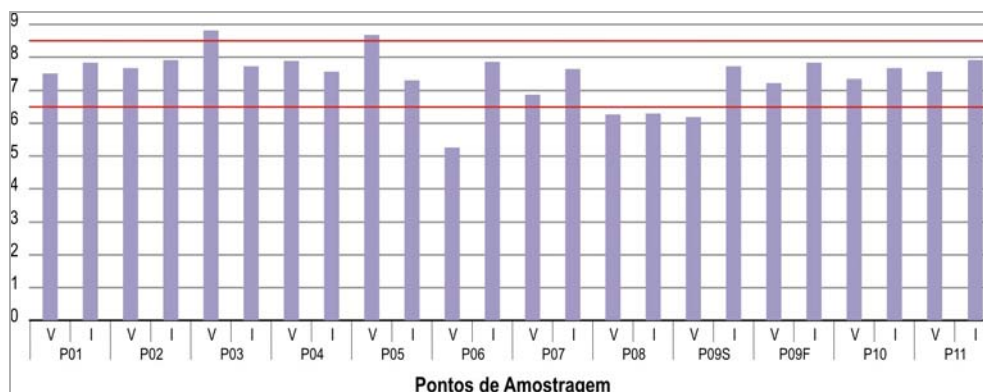
O pH define o caráter ácido, básico ou neutro de uma amostra. Sua influência nos ecossistemas aquáticos naturais ocorre diretamente sobre os aspectos fisiológicos dos organismos ou, indiretamente, contribuindo para a precipitação dos elementos químicos e na toxicidade de compostos diversos.

As águas naturais geralmente possuem pH entre 4 e 9, sendo que o ambiente marinho apresenta pH mais alcalino devido à presença de carbonatos e bicarbonatos, além de metais alcalinos e alcalinos terrosos. Em meio ácido, os metais pesados tendem a ter maior biodisponibilidade, aumentando seu nível de toxicidade.

O Gráfico 9.3.8.4-11 indica que na época de verão as águas superficiais da AID e ADA apresentaram pH ácido apenas nos pontos P06, P07, P08 e P09(S), e alcalino nos demais. A ausência de chuvas na campanha de inverno propiciou uma tendência de aumento do pH, que permaneceu acima de 7,0 na maioria dos pontos amostrados, exceto no ponto P08 (Rio Sandi) que manteve pH ácido (6,39).

De acordo com os padrões estabelecidos pela Resolução Conama nº 357/05 para águas salobras classe 1 (entre 6,5-8,5), houve ultrapassagem dos limites de pH em alguns pontos na campanha de verão (P03, P05, P06, P08 e P09S) e apenas no Rio Sandi (P08) na campanha de inverno.

Gráfico 9.3.8.4-11: pH das Águas



Legenda:

Linha vermelha: Valor máximo permitido pela Resolução Conama 357/05 para águas salobras de classe 1

V: Campanha Verão (25/02/2010)

I: Campanha Inverno (19/08/2010)

Salinidade

A salinidade é a medida da concentração de sais dissolvidos na água, principalmente dos cátions sódio, cálcio, magnésio e potássio e os ânions cloretos, sulfatos e bicarbonatos. Os íons de magnésio, sódio, potássio e cloreto são relativamente conservativos, tanto em relação à reatividade química quanto à pequena demanda biológica, de forma que sua distribuição espacial e temporal praticamente independe da dinâmica biológica do ambiente. Ao contrário, a concentração de cálcio, carbono inorgânico e sulfato é fortemente influenciada pelo metabolismo de microrganismos.

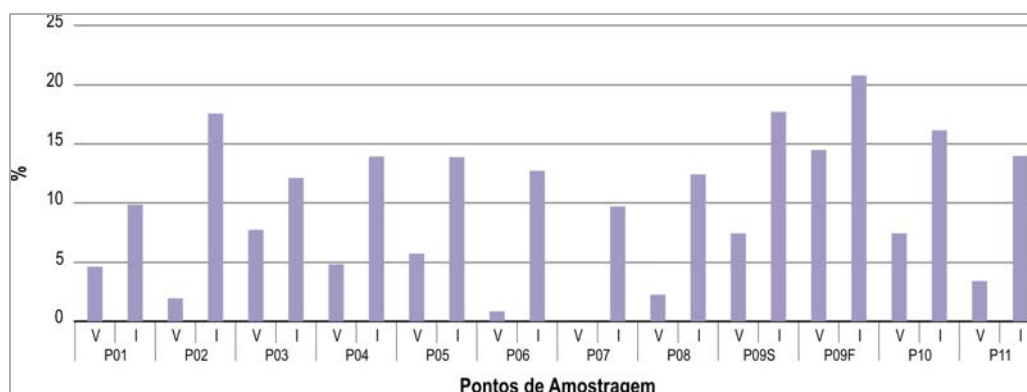
A elevação no teor de salinidade tende a aumentar a taxa de transferência de matéria orgânica dissolvida da água para o sedimento que, na forma particulada, pode adsorver compostos químicos hidrofóbicos.

Conforme citado anteriormente, a Resolução Conama nº 357/05 determina uma faixa de salinidade para cada tipo de ambiente: águas doces: salinidade igual ou inferior a 0,5 ‰; águas salobras: salinidade entre 0,5 e 30‰; águas salinas: salinidade igual ou superior a 30‰.

Conforme Gráfico 9.3.8.4-12, a salinidade das águas superficiais na rede de amostragem no período de verão variou entre 0,0‰ (ponto P07 - Rio Jurubatuba), e 14,5‰ (ponto P09F - Canal de Piaçaguera, nas medições de fundo), típico de águas salobras. Na campanha de inverno, o Rio Jurubatuba manteve a mais baixa salinidade da rede de amostragem, atingindo a 9,7 ‰. O máximo valor obtido nesse período foi 21,8‰ (ponto P09F - Canal de Piaçaguera).

Ressalta-se que os corpos hídricos que compõem a rede amostral estão sob influência das marés, possuindo águas predominantemente salobras. Contudo, em função da coleta das águas superficiais ter sido realizada sob influência de alta pluviosidade na campanha de verão, os índices de salinidade registrados foram, em geral, reduzidos. Os resultados mais elevados correspondem aos trechos situados nas imediações do Canal de Piaçaguera e nos pontos sob influência da maré enchente no momento da coleta. O baixo valor detectado no Rio Jurubatuba, especialmente na campanha de verão, deve-se também ao posicionamento desse ponto, em trecho mais distante da zona de influência das marés e, em decorrência, da penetração da cunha salina.

Gráfico 9.3.8.4-12: Salinidade das Águas



Legenda:

V: Campanha Verão (25/02/2010)

I: Campanha Inverno (19/08/2010)

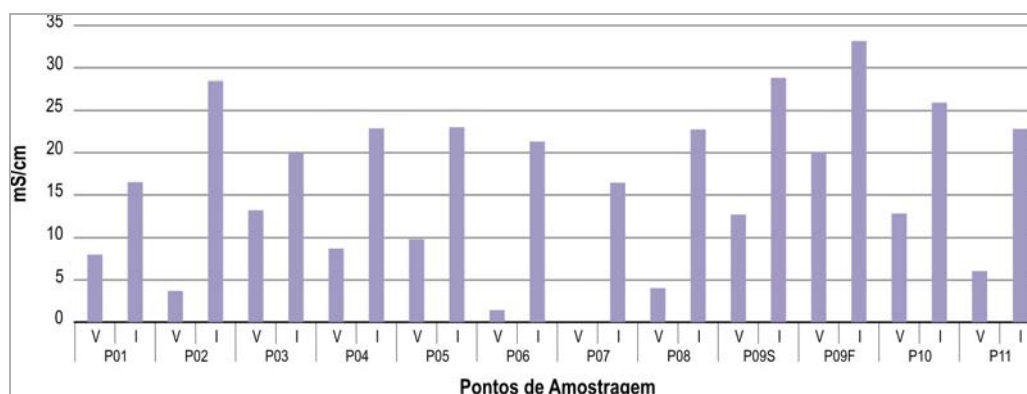
Condutividade

A condutividade é uma expressão numérica da capacidade do meio aquático em conduzir corrente elétrica em função da concentração dos íons presentes, como cloretos, sendo influenciada pela temperatura e pH.

Segundo o Gráfico 9.3.8.4-13, os níveis de condutividade foram elevados, devido à influência dos íons presentes da águas salobras, oscilando entre 0,065 mS/cm (ponto P07 - Rio Jurubatuba) e 20,2 mS/cm (ponto P09 - Canal de Piaçaguera) na campanha de verão. Na coleta seguinte, os dados oscilaram entre 16,60 mS/cm (ponto P07 - Rio Jurubatuba) e 33,20 mS/cm (ponto P09F - Canal de Piaçaguera), estando condizentes com os resultados de salinidade.

Nota-se que a introdução da cunha salina influenciou os resultados obtidos no Canal de Piaçaguera, que apresentou valor ligeiramente superior no compartimento de fundo em relação à superfície em ambas as campanhas.

Gráfico 9.3.8.4-13: Condutividade das Águas

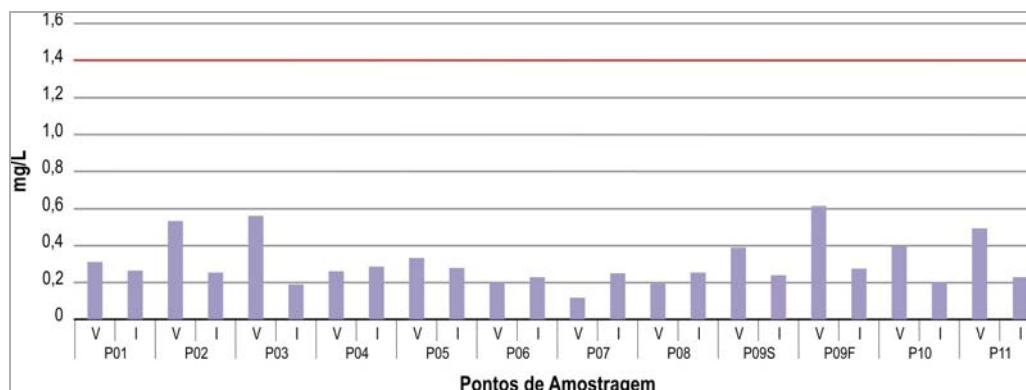


Fluoreto

Traços de fluoreto são normalmente encontrados em águas naturais. A maioria dos fluoretos é pouco solúvel e concentrações elevadas geralmente estão associadas a fontes subterrâneas, depósitos geológicos de origem marinha, ou efluentes industriais, resultantes, por exemplo, da fabricação de fios condutores de eletricidade.

De acordo com o Gráfico 9.3.8.4-14, os teores de fluoreto encontrados nos pontos de amostragem em ambas as coletas estão condizentes com o padrão estabelecido pela Resolução Conama 357/05 (1,4 mg/L para salobras). Na campanha de verão obteve-se o máximo de 0,62 mg/L no ponto P09F (Canal de Piaçaguera, fundo), enquanto que na campanha seguinte o maior valor foi obtido no ponto P04 (Largo de Santa Rita), chegando 0,30 mg/L.

Gráfico 9.3.8.4-14: Fluoreto das Águas



Legenda:

Linha vermelha: Valor máximo permitido pela Resolução Conama 357/05 para águas salobras de classe 1

V: Campanha Verão (25/02/2010)

I: Campanha Inverno (19/08/2010)

Série de Sólidos (resíduos)

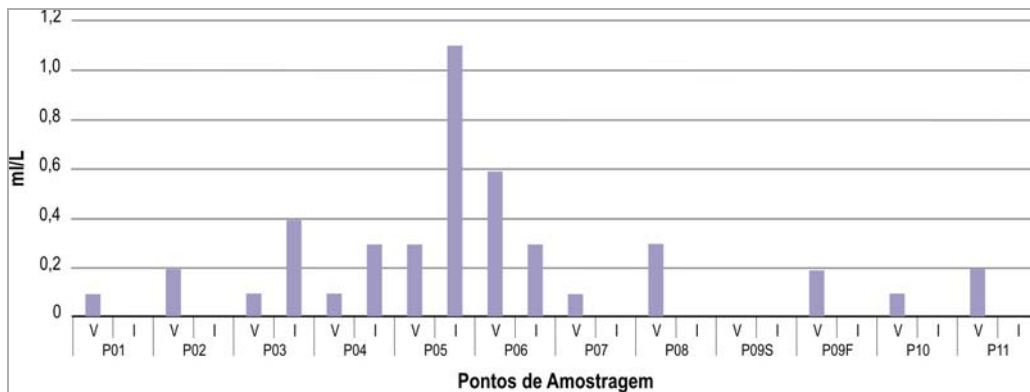
Sólidos nas águas correspondem a toda matéria que permanece como resíduo, após evaporação, secagem ou calcinação da amostra a uma temperatura pré-estabelecida durante um tempo fixado. Em linhas gerais, as operações de secagem, calcinação e filtração são as que definem as diversas frações de sólidos presentes na água (sólidos totais, em suspensão, dissolvidos, fixos e voláteis). Os métodos empregados para a determinação de sólidos são gravimétricos (utilizando-se balança analítica ou de precisão).

Sólidos sedimentáveis representam a porção em suspensão que se sedimentam sob a ação da gravidade durante o período de uma hora, mantida a amostra em repouso. A Resolução Conama nº 357/05 não estabelece limites para os sólidos sedimentáveis em águas salobras.

As medições diretas de sólidos totais dissolvidos (STD) em campo expressam apenas os teores de cloreto de sódio (NaCl). Os valores de sólidos totais oscilaram de 44 mg/L (Ponto P07, na campanha de verão) a 20.300 mg/L (ponto P09F na campanha de inverno), estando condizentes com os resultados obtidos para salinidade.

De acordo com o Gráfico 9.3.8.4-15, os teores de sólidos sedimentáveis foram considerados baixos em ambas as campanhas, obtendo-se o máximo de 1,1 ml/L no ponto P05 (inverno).

Gráfico 9.3.8.4-15: Sólidos Sedimentáveis



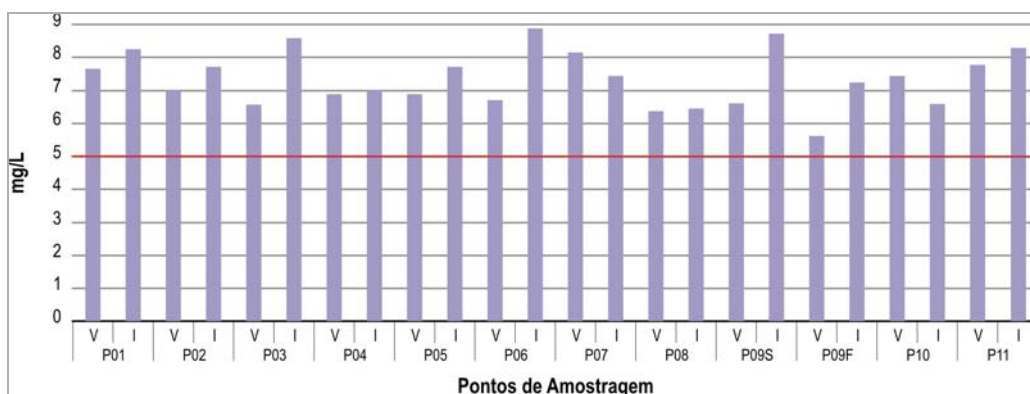
Oxigênio Dissolvido (OD)

O oxigênio dissolvido é de extrema importância no corpo d'água, pois dele depende a sobrevivência de seres aeróbios. Sua ausência ou restrição leva à redução da diversidade biológica.

Em águas doces e estuários é recomendado que o nível de OD seja, no mínimo, igual a 5 mg/L, conforme preconizado pela Resolução Conama 357/05, concentração considerada adequada para a sobrevivência e desenvolvimento dos organismos aquáticos. Caso o oxigênio seja totalmente consumido, passam a prevalecer as condições anaeróbicas e a formação de ambiente redutor, tornando os metais pesados e os compostos de fósforo mais solúveis e biodisponíveis no ambiente.

Em toda a rede de amostragem na campanha de verão (Gráfico 9.3.8.4-16), as medições diretas em campo revelaram concentrações de oxigênio satisfatórias para a manutenção dos ecossistemas aquáticos, com máximo valor obtido no Rio Jurubatuba (ponto P07), com 8,18 mg/L, condição associada à maior turbulência das águas e à capacidade de autodepuração desse corpo hídrico. Na campanha seguinte, os resultados revelaram em toda a rede de amostragem concentrações de OD superiores ao limite legal.

Gráfico 9.3.8.4-16: Oxigênio Dissolvido das Águas



Legenda:

Linha vermelha: Valor mínimo permitido pela Resolução Conama 357/05 para águas salobras de classe 1

V: Campanha Verão (25/02/2010)

I: Campanha Inverno (19/08/2010)

Carbono Orgânico Total (COT)

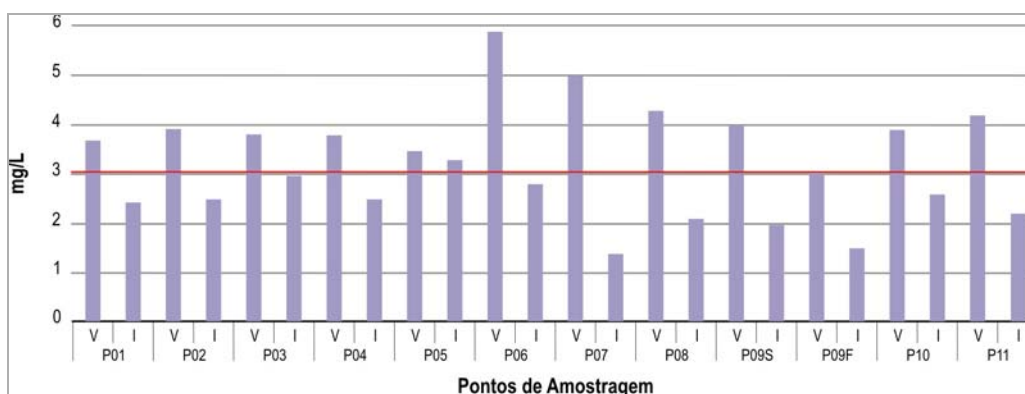
O COT mantém uma relação direta com o teor de matéria orgânica disponível no ambiente aquático. Em locais de maior salinidade, como ocorre nos sistemas hídricos na AID e ADA, os materiais orgânicos tendem a se depositar nos sedimentos, atuando como suporte de muitos contaminantes, o que determina sua biodisponibilidade ao formar complexos insolúveis mais estáveis e refratários (Travassos *et al.*, 2007).

Os resultados obtidos na campanha de verão estiveram entre 3,1 mg/L (ponto P09F) e 5,9 mg/L (ponto P06), o que representa ultrapassagem do limite máximo permitido pela Resolução Conama 357/05 para águas salobras (até 3 mg/L).

As elevadas concentrações detectadas indicam que grande parte da matéria orgânica no ambiente aquático está dissolvida e em suspensão nas águas. Tal resultado pode ter sido influenciado pelas chuvas registradas durante a coleta de verão, que carregam material de origem terrestre para a água e promovem a ressuspensão da matéria orgânica do sedimento, além da contribuição de efluentes sanitários e industriais a esses cursos d'água.

Na campanha de inverno, a redução no fluxo de compostos orgânicos a partir da bacia de drenagem promoveu uma queda geral nos valores de COT em relação à campanha anterior, compreendendo valores entre 1,4 mg/L (ponto P07) e 3,3 mg/L (ponto P05) sendo este último ponto o único a ultrapassar o limite preconizado pela legislação supracitada (Gráfico 9.3.8.4-17).

Gráfico 9.3.8.4-17: Carbono Orgânico Total das Águas



Legenda:

Linha vermelha: Valor máximo permitido pela Resolução Conama 357/05 para águas salobras de classe 1

V: Campanha Verão (25/02/2010)

I: Campanha Inverno (19/08/2010)

Série de Nitrogênio

O nitrogênio participa da formação de proteínas no metabolismo dos seres vivos, podendo ser encontrado no meio aquático na forma orgânica (microrganismos, detritos orgânicos) e na forma inorgânica, especialmente amônia, nitrito e nitrato. Os processos de decomposição biológica levam à amonificação do nitrogênio presente nos compostos orgânicos.

Em ambientes bem oxigenados, os produtos amoniacais são rapidamente convertidos a nitritos, que são extremamente instáveis no ambiente e, em seguida a nitratos, elementos conservativos, facilmente assimilados pelos organismos autótrofos (algas e vegetais em geral).

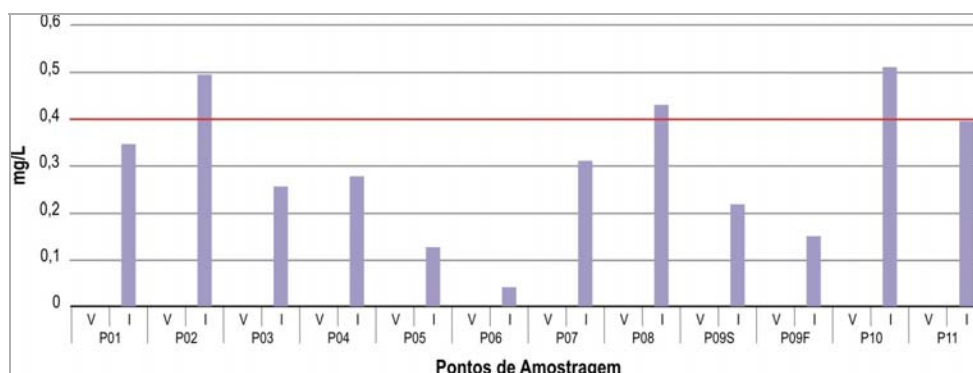
Para nitrito, a legislação determina o máximo de 0,07 mg/L para águas salobras classe 1. Para nitrato, o valor máximo permissível é de 0,40 mg/L (águas salobras). Na rede amostral na campanha de verão, ambas as formas de nitrogênio estiveram abaixo do limite de detecção do método analítico.

Na campanha de inverno, os resultados de nitrito oscilaram entre 0,012 g/L (ponto P07) e 0,075 mg/L (ponto P02), sendo que a foz do Canal da Usiminas (antigo Canal da Cosipa) (ponto P02) foi o único ponto de amostragem a ultrapassar o limite máximo instituído pela legislação para esse composto. Os valores de nitrato variaram entre 0,10 mg/L a 0,40 mg/L, não ultrapassando o limite máximo preconizado pela legislação.

Segundo o **Gráfico 9.3.8.4-18**, na maioria dos pontos analisados na campanha de inverno, as concentrações de nitrogênio amoniacal total foram inferiores aos limites instituídos pela legislação, exceto nos pontos P02 (Largo do Caneú), P08 (Rio Sandi), P10 (Largo de Santa Rita) e P11 (Canal de Piaçaguera) que extrapolaram o limite preconizado pela Resolução Conama 357/05. Por problemas técnicos, esta análise não foi realizada na campanha de verão.

Para o nitrogênio Kjeldahl Total, correspondente ao teor conjunto de nitrogênio amoniacal e orgânico, os resultados da campanha de verão oscilaram entre 0,15 mg/L (Ponto P06) e 2,49 mg/L (Ponto P02). Na campanha de inverno, os valores variaram entre 0,07 mg/L a 0,69 mg/L. A legislação vigente não contempla valor máximo permissível para esta variável.

Gráfico 9.3.8.4-18: Nitrogênio Amoniacal Total das Águas



Legenda:

Linha vermelha: Valor máximo permitido pela Resolução Conama 357/05 para águas salobras de classe 1

V: Campanha Verão (25/02/2010)

I: Campanha Inverno (19/08/2010)

Fósforo Total e Polifosfatos

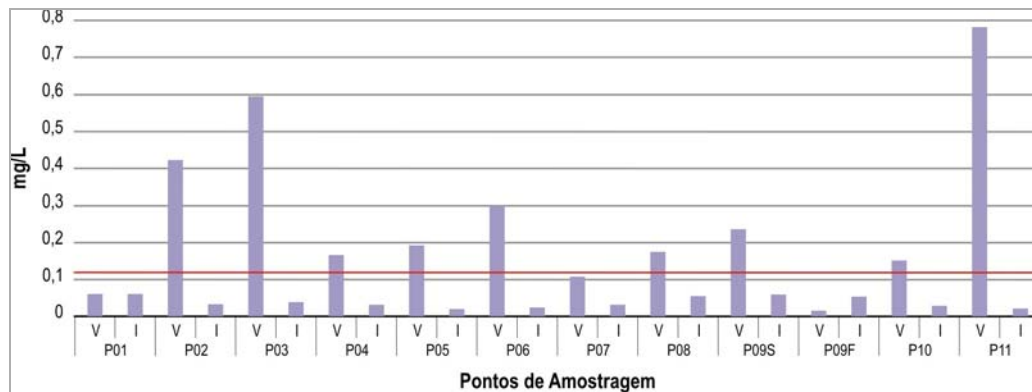
O fósforo na água é encontrado principalmente nas formas de fosfatos orgânicos, ortofosfatos e polifosfatos. Os ortofosfatos são biodisponíveis e, uma vez assimilados, são convertidos em fosfato orgânico e em fosfatos condensados. Polifosfatos são determinados pela diferença entre fósforo ácido hidrolisável total e fósforo reativo total. Assim como o nitrogênio, o fósforo constitui-se em um dos principais nutrientes para os processos biológicos.

De acordo com o **Gráfico 9.3.8.4-19**, na maioria dos pontos analisados na campanha de verão, os teores de fósforo total foram superiores aos limites estabelecidos pela legislação para águas salobras (0,124 mg/L). Constituem exceções os pontos P01 (Rio Casqueiro), P07 (Rio Jurubatuba) e P09F (Canal de Piaçaguera). Nesse mesmo canal, nas imediações do Largo de Santa Rita (ponto P11), os níveis de fósforo total atingiram 0,78 mg/L.

As concentrações mais elevadas de fósforo no verão indicam o aporte de cargas difusas geradas na bacia de drenagem. Na campanha de inverno, toda a rede de amostragem apresentou valores abaixo do limite instituído pela Resolução Conama 357/05 para águas salobras classe 1.

Os resultados de polifosfatos na campanha de verão oscilaram de 0,036 mg/L (pontos P02 e P07) a 0,200 mg/L (ponto P06), sendo constatadas extrapolações do limite estabelecido pela Resolução Conama 357/05 para águas salobras (0,062 mg/L) na maioria dos pontos analisados, exceto nos pontos P02 e P07. Na coleta de inverno, os resultados variaram entre 0,005 mg/L (ponto P02) a 0,212 mg/L (ponto P11), sendo que os pontos P05, P09S e P11 mostraram valores não condizentes com o limite preconizado pela legislação supracitada (**Gráfico 9.3.8.4-20**).

Gráfico 9.3.8.4-19: Fósforo Total das Águas



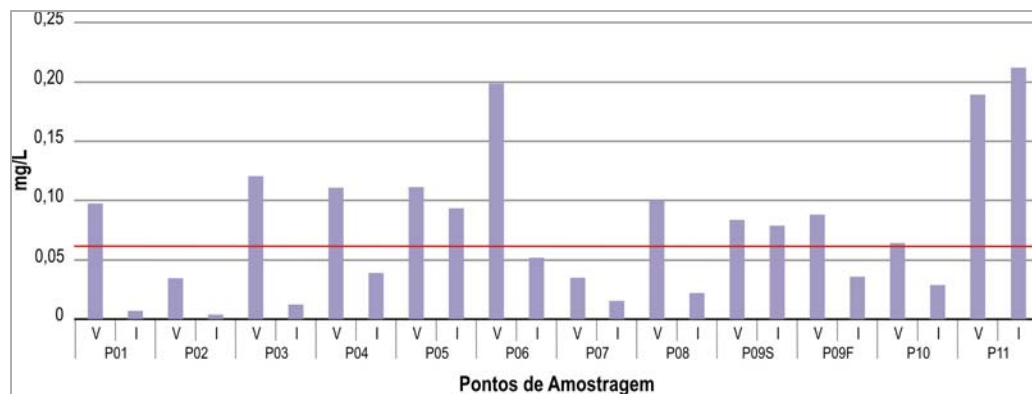
Legenda:

Linha vermelha: Valor máximo permitido pela Resolução Conama 357/05 para águas salobras de classe 1

V: Campanha Verão (25/02/2010)

I: Campanha Inverno (19/08/2010)

Gráfico 9.3.8.4-20: Polifosfatos das Águas



Legenda:

Linha vermelha: Valor máximo permitido pela Resolução Conama 357/05 para águas salobras de classe 1

V: Campanha Verão (25/02/2010)

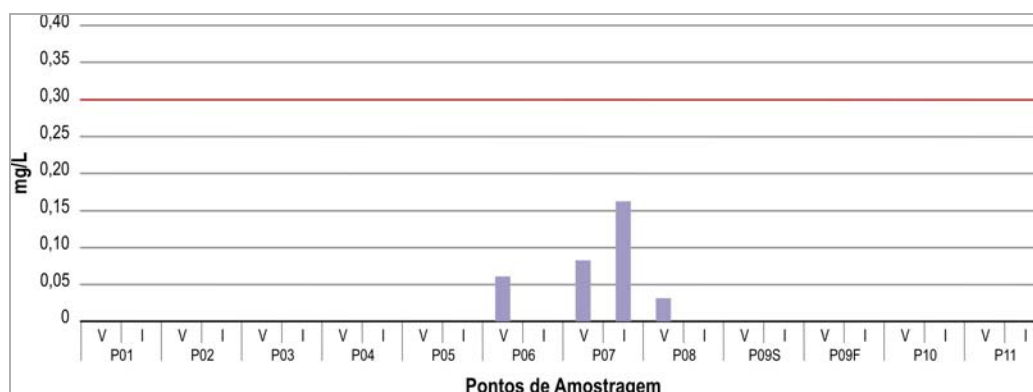
I: Campanha Inverno (19/08/2010)

Ferro Dissolvido

Nas águas superficiais, a presença de ferro é geralmente resultante do aporte de solos nas estações chuvosas e da ressuspensão de sedimentos. Em virtude de afinidades geoquímicas, quase sempre é acompanhado pelo manganês. As indústrias metalúrgicas consistem nas principais fontes de contaminação do sistema aquático por compostos de ferro. Apesar de não ser um elemento tóxico, pode provocar o desenvolvimento de bactérias ferruginosas.

O ferro encontra-se dissolvido na água na forma de bicarbonato (solúvel). Mediante a introdução do oxigênio, há formação de hidróxido férrico (insolúvel), que se precipita nos sedimentos, fenômeno que ocorre com maior velocidade em pH alcalino, como é o caso da maioria dos corpos d'água analisados. Na rede de amostragem em ambas as campanhas, foram detectados baixos teores de ferro dissolvido, com máximo de 0,162 mg/L (inverno), condizentes com o limite estabelecido pela Resolução Conama nº 357/05 (0,3 mg/L) para águas salobras (**Gráfico 9.3.8.4-21**).

Gráfico 9.3.8.4-21: Ferro Dissolvido das Águas



Legenda:

Linha vermelha: Valor máximo permitido pela Resolução Conama 357/05 para águas salobras de classe 1

V: Campanha Verão (25/02/2010)

I: Campanha Inverno (19/08/2010)

Sulfeto de Hidrogênio

O sulfeto de hidrogênio é um composto biologicamente ativo, que se forma a partir da decomposição de matéria orgânica e do sulfato na ausência de oxigênio, através da ação de bactérias. Sendo agentes fortemente redutores, a maior parte dos sulfetos é também responsável por uma demanda imediata de oxigênio, reduzindo sua disponibilidade no corpo d'água. Em águas bem aeradas, o sulfeto de hidrogênio é oxidado a sulfato ou biologicamente oxidado a enxofre elementar, minimizando os efeitos ao ambiente.

Todos os resultados obtidos em ambas as campanhas estiveram abaixo do limite de detecção do método analítico (0,002 mg/L), que coincide com o limite estabelecido pela legislação para águas salobras.

Fenóis Totais

Os compostos fenólicos compreendem uma variedade de substâncias orgânicas, em função do número de grupos hidroxila ligados ao anel aromático. São produzidos em diversos processos industriais, como refinarias e indústrias químicas, no processamento de madeira e de carvão. Em geral, aparecem nas águas naturais através das descargas de efluentes domésticos e industriais.

Os resultados obtidos nas amostras analisadas das campanhas de verão e inverno foram inferiores ao limite de detecção do método analítico adotado, respectivamente 0,002 e 0,001 mg/L. A legislação determina o valor máximo de 0,003 mg/L para águas salobras.

Óleos e Graxas

Óleos e graxas são substâncias orgânicas de origem mineral, vegetal ou animal, representados principalmente por hidrocarbonetos, gorduras e ésteres. Raramente são encontrados em águas naturais. Sua presença nos corpos hídricos está associada à introdução de despejos e resíduos industriais, de esgotos domésticos, de efluentes de oficinas mecânicas e de postos de gasolina, de águas pluviais que drenam estradas e vias públicas, além do trânsito de embarcações.

A camada de óleos e graxas que se forma na superfície das águas pode provocar aderência nos organismos aquáticos. O pequeno grau de solubilidade desses compostos reduz a área de contato entre a superfície da água e o ar atmosférico, restringindo a transferência do oxigênio no meio aquático.

A legislação estabelece que óleos e graxas sejam virtualmente ausentes nas águas doces e salobras. Os valores obtidos em todas as amostras analisadas na rede de amostragem estiveram abaixo do limite de detecção do método analítico em ambas as campanhas (3 mg/L). Apesar deste resultado, é provável a ocorrência eventual de óleo no Canal do Estuário, onde é intenso o movimento de embarcações.

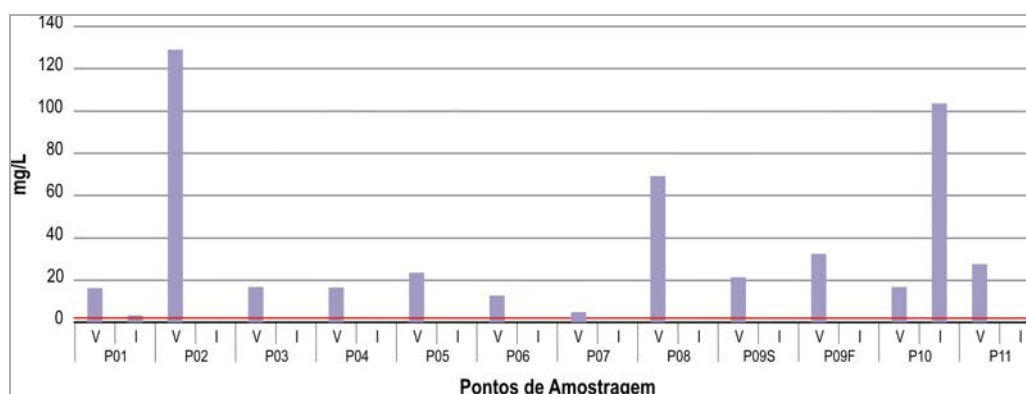
Coliformes Termotolerantes

Coliformes termotolerantes (ou fecais) são bactérias presentes nas fezes humanas e de animais homeotérmicos, constituindo importante indicador da existência de microorganismos patogênicos, responsáveis pela transmissão de doenças de veiculação hídrica, tais como febre tifóide, febre paratífóide, desintéria bacilar e cólera.

Nos corpos d'água analisados verificou-se a presença de coliformes termotolerantes em índices elevados, superiores ao limite da legislação (200 NMP/100 mL) provavelmente decorrentes do lançamento de esgoto doméstico "in natura", principalmente na campanha de verão.

A situação mais crítica na campanha de verão foi observada no ponto P02 (130.000 NMP/100 mL) e, na campanha de inverno, no ponto P01 (3.600 NMP/100 mL), conforme Gráfico 9.3.8.4-22.

Gráfico 9.3.8.4-22: Coliformes Termotolerantes das Águas



Legenda:

Linha vermelha: Valor máximo permitido pela Resolução Conama 357/05 para águas salobras de classe 1

V: Campanha Verão (25/02/2010)

I: Campanha Inverno (19/08/2010)

Metais Pesados

No ambiente aquático natural, os metais normalmente são encontrados em níveis traços e subtraços, podendo ocorrer nas formas dissolvidas, coloidal e particulada (não solúveis).

No caso de metais pesados, a toxicidade é alta quando ocorrem dissolvidos na água. Em condições anóxicas, frequentes no leito de rios e estuários ricos em matéria orgânica, alguns metais como ferro e manganês são mobilizados dos sedimentos e permanecem dissolvidos na coluna d'água, enquanto que outros metais, como cádmio, cobre, zinco e cromo, podem ser removidos da coluna d'água por precipitação na forma de sulfetos ou por outro tipo de redução, tornando-se insolúveis (Chapman & Wang, 2001 apud Embraport, 2003).

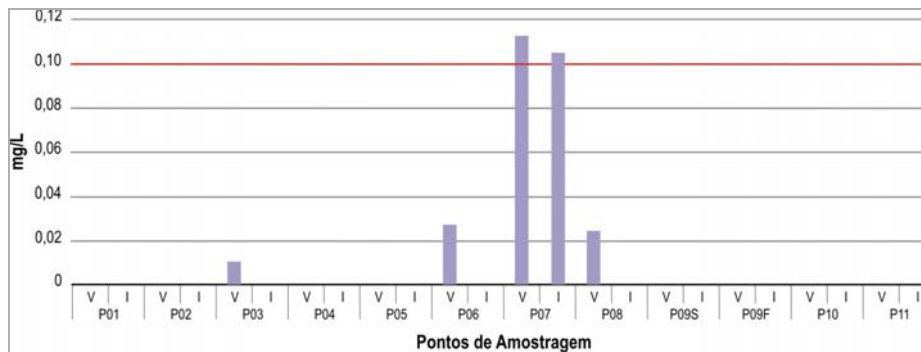
A seguir, descrevem-se aspectos gerais sobre alguns dos metais analisados na rede de amostragem e os respectivos resultados.

– Alumínio Dissolvido

Na água, o alumínio forma complexos com outros elementos como o fósforo, sendo influenciado por fatores como pH, temperatura, presença de sulfatos, de matéria orgânica e de outros ligantes. É utilizado como floculante nos sistemas de tratamento de água, servindo para precipitar compostos poluentes, como o fósforo.

A Resolução Conama 357/05 indica o limite de 0,1 mg/L, para águas salobras (classe 1). Na maioria dos pontos de amostragem, em ambas as campanhas, as concentrações obtidas foram inferiores ao limite de detecção do método ou ao limite estabelecido pela legislação. Valores superiores a este limite legal foram registrados somente no ponto P07, nas duas campanhas.

Gráfico 9.3.8.4-23: Alumínio Dissolvido das Águas



Legenda:

Linha vermelha: Valor máximo permitido pela Resolução Conama 357/05 para águas salobras de classe 1

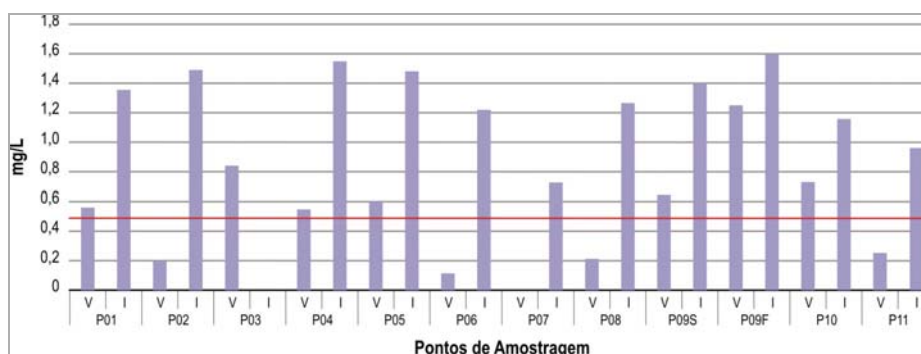
V: Campanha Verão (25/02/2010)

I: Campanha Inverno (19/08/2010)

– Boro Total

O boro ocorre normalmente em baixas concentrações nas águas superficiais continentais, mas o ânion borato é um componente natural de águas marinhas, sendo encontrado aproximadamente na concentração de 4,5 mg/L. Na maioria dos pontos analisados na coleta de verão, verificou-se elevados níveis desse elemento, ultrapassando nos pontos P01, P03, P04, P05, P09 e P10 os limites estabelecidos pela Resolução Conama nº 357/05, que determina máximo de 0,5 mg/L, para as águas salobras classe 1. Na campanha de inverno, todos os pontos de amostragem ultrapassaram o limite máximo preconizado pela legislação em vigor, exceto o ponto P03 (Largo do Caneú). Esses resultados podem ser atribuídos ao aporte de efluentes industriais e esgotos domésticos, mas principalmente à intrusão de água marinha no estuário (Gráfico 9.3.8.4-24).

Gráfico 9.3.8.4-24: Boro Total das Águas



Legenda:

Linha vermelha: Valor máximo permitido pela Resolução Conama 357/05 para águas salobras de classe 1

V: Campanha Verão (25/02/2010)

I: Campanha Inverno (19/08/2010)

– Chumbo Total

Em águas naturais, o chumbo é encontrado apenas como elemento traço. Sua presença em concentração mais elevada está associada às atividades de jazidas minerais ou ao lançamento de efluentes. Tem efeito tóxico e cumulativo especialmente na forma iônica.

O padrão legal para águas salobras (classe 1) é de 0,01 mg/L. Na maioria dos pontos amostrados na área de estudo no período de verão, foram obtidos resultados abaixo do limite de detecção do método analítico (0,004 mg/L), exceto no Canal de Piaçaguera (ponto P09F), onde a concentração de chumbo atingiu 0,0355 mg/L, estando em desacordo com a legislação. Na campanha de inverno, toda a rede de amostragem apresentou valores abaixo do limite de detecção, condizentes com a Resolução Conama nº 357/05.

– Cobre Dissolvido

Os resultados obtidos em todos os pontos amostrados na campanha de verão para água superficial estiveram condizentes com o padrão estabelecido pela legislação (0,005 mg/L, em águas salobras), com concentração máxima de 0,0019 mg/L, no ponto P07 (Rio Jurubatuba). Na campanha de inverno, em todas as amostras, as concentrações de cobre dissolvido se mantiveram abaixo do limite de detecção do método analítico.

As fontes de cobre para os ambientes amostrados podem estar associadas à introdução de compostos industriais.

– Cromo Total

Os valores encontrados nas análises da água da campanha de verão estiveram em consonância com o padrão estabelecido pela Resolução Conama nº 357/05 (0,05 mg/L em águas salobras), obtendo-se valores entre 0,0005 mg/L e 0,0073 mg/L. No inverno, os teores de cromo total estiveram abaixo do limite de detecção do método analítico.

As fontes de cromo para os ambientes aquáticos amostrados podem estar relacionadas à introdução de efluentes industriais, provenientes em especial das indústrias de fertilizantes implantadas no entorno da área de influência do empreendimento portuário em estudo.

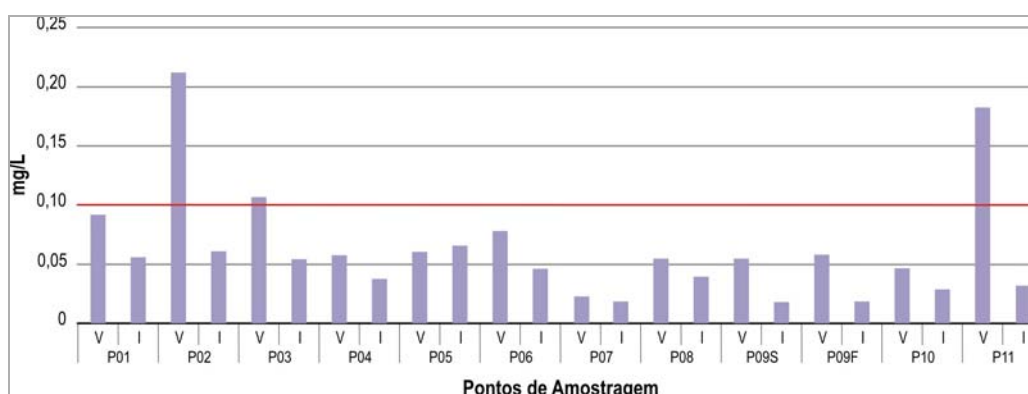
– Manganês Total

O manganês é um elemento encontrado na maioria das rochas ígneas, estando associado frequentemente ao ferro, com o qual possui alto grau de semelhança no comportamento químico no ambiente. Concentrações elevadas desses elementos conferem gosto e sabor às águas. O limite estabelecido pela Resolução Conama nº 357/05 (classe 1) é de 0,1 mg/L.

De acordo com o **Gráfico 9.3.8.4-25**, nos pontos P02 (Largo do Caneú, nas proximidades do Canal da Usiminas), P03 (Largo do Caneú) e P11 (Canal de Piaçaguera) no verão, obtiveram-se concentrações de manganês acima do limite estabelecido pela Resolução Conama nº 357/05 para águas classe 1 (0,1 mg/L para águas salobras). Nas demais amostras constataram-se níveis condizentes com a legislação.

Na coleta de inverno, em toda a rede de amostragem, os valores de manganês foram inferiores em relação aos resultados obtidos no verão, devido possivelmente à ausência de chuva. Nessa coleta, obteve-se a concentração máxima de 0,0673mg/L no ponto P05 (canal entre largos do Caneú e de Santa Rita), não ultrapassando o limite estabelecido pela referida resolução.

Gráfico 9.3.8.4-25: Manganês Total das Águas



Legenda:

Linha vermelha: Valor máximo permitido pela Resolução Conama 357/05 para águas salobras de classe 1

V: Campanha Verão (25/02/2010)

I: Campanha Inverno (19/08/2010)

– Níquel Total

Na coleta de verão, todos os pontos da rede amostral apresentaram resultados condizentes com a Resolução Conama nº 357/05 (0,025 mg/L em águas salobras), com concentração máxima de 0,0019 mg/L no ponto P06 (Córrego das Neves). Na campanha de inverno, todas as amostras apresentaram valores abaixo do limite de detecção do método analítico.

– Zinco Total

Para este parâmetro, a Resolução Conama nº 357/05 define o limite de 0,09 mg/L para águas salobras. As análises da campanha de verão indicaram presença desse metal em todos os pontos, em níveis condizentes com a legislação, com valores oscilando entre 0,028 mg/L (ponto P09F) e 0,049 mg/L (ponto P06). Na coleta de inverno, todos os valores se mantiveram abaixo do limite preconizado pela legislação, oscilando entre 0,002 mg/L (ponto P04 - Largo Santa Rita) e 0,020 (ponto P08 - Rio Sandi).

– Compostos Orgânicos

Os compostos orgânicos liberados no meio ambiente compreendem espécies de uma ampla faixa de tamanhos de moléculas e de grupos funcionais. A natureza dos grupos funcionais é especialmente importante, pois determina a reatividade e a aplicabilidade destes compostos.

Dentre estes, destaca-se o conjunto de Substâncias Tóxicas Poluentes (STP) que compreende, entre outras, as bifenilas policloradas - PCBs, os hidrocarbonetos policíclicos aromáticos - PAHs, e também compostos orgânicos contendo metais. Apresentam como características: alta hidrofobicidade, baixa reatividade no meio ambiente e grande tendência para se acumular, ou bioconcentrar, nos tecidos dos organismos vivos (Schwarzenbach, 1995).

Os PCBs fazem parte do grupo dos poluentes orgânicos persistentes (POPs), frequentemente detectados em áreas costeiras. Causam preocupação no manejo de sedimentos oriundos das dragagens de manutenção e aprofundamento dos canais de navegação de regiões portuárias. (Fillman *et al*, 2007), pois são transportados por longas distâncias pelo ar, por correntes oceânicas e pelos rios, alcançando regiões muitas vezes afastadas de suas fontes.

Os compostos orgânicos também podem ser classificados em termos de volatilidade, compondo dois grupos principais - os Compostos Orgânicos Voláteis (VOCs) que incluem os solventes aromáticos (BETX), e os Compostos Orgânicos Semi-Voláteis (SVOCs), compreendendo os PAHs e os fenóis. Os PCBs entram na categoria dos não voláteis.

– Solventes Voláteis

Os solventes aromáticos são hidrocarbonetos voláteis, representados principalmente pelo benzeno, etilbenzeno e tolueno, que consistem nos produtos de maior manipulação pelo setor industrial. O benzeno, além de atuar como solvente é um composto intermediário na síntese de detergentes e pesticidas, entre outros compostos.

Os solventes aromáticos podem ser encontrados nos efluentes de terminais de granéis líquidos e de indústrias petroquímicas. Há, também, uma contribuição difusa destes solventes a partir de pequenas fontes que estocam e consomem combustíveis em geral, incluindo postos de gasolina, pátios de lavagem de máquinas e caminhões, marinas, entre outras.

Na AID e na ADA em ambas as campanhas, todos os resultados das análises de solventes voláteis foram inferiores ao limite de detecção do método analítico, não ultrapassando assim os limites estabelecidos pela legislação vigente.

– Compostos Organoclorados

Organoclorados são compostos orgânicos contendo ao menos um átomo de cloro ligado covalentemente, tendo como principais representantes toxafeno, hexaclorocicloexano, dodecacloro, clordecona, bifenilas policloradas (PCBs), DDT e análogos, e ciclodienos.

A Resolução Conama nº 357/05 estabelece limites para alguns grupos de organoclorados. Contudo, nas amostras analisadas em ambas as campanhas, todos os resultados obtidos estiveram abaixo do limite de detecção do método analítico. De modo geral, para a maioria dos parâmetros avaliados que integra o grupo dos organoclorados, o limite de detecção do método analítico é inferior ou igual ao limite estabelecido pela Resolução mencionada para águas salobras classe 1.

– Tributilestanho

Em linhas gerais, tributilestanho não foi detectado nas águas da AID e ADA, com exceção dos pontos P05, P09F e P11 na campanha de inverno, em teores abaixo ou próximos ao limite estabelecido pela Resolução Conama nº 357/05 (0,01 µg/L).

Esse composto é um biocida (fungicida, bactericida e inseticida) amplamente utilizado como agente antiincrustante em tintas náuticas para revestimento de cascos de navios e estruturas submersas em geral. Pode causar alterações hormonais em diversos organismos, inclusive efeitos de mudança de sexo em algumas espécies de animais (intersexualidade).

– Outros Compostos Orgânicos

Para os demais compostos orgânicos analisados, como herbicidas, pesticidas organofosforados e compostos fenólicos, os resultados obtidos estiveram abaixo do limite de detecção do método em todos os pontos de amostragem, nas duas campanhas.

RESULTADOS DOS ENSAIOS ECOTOXICOLÓGICOS

Ambientes costeiros de sedimentação, em especial as planícies costeiras e os estuários, apresentam-se sempre como uma resposta à conjugação de processos encadeados em distintas escalas de tempo e espaço.

A presença de poluentes no meio aquático pode ser detectada, diretamente, através de análises químicas, ou, indiretamente, através de testes de toxicidade que fornecem indícios sobre efeitos adversos que misturas complexas de poluentes podem causar nos organismos presentes no corpo d'água. Portanto, testes de toxicidade são um componente importante na avaliação do impacto causado por contaminação antrópica do ambiente aquático.

Um dos testes mais utilizados, aplicados a avaliações de efeitos crônicos de poluentes no ambiente aquático, é o teste embriolarval com ouriço do mar (Beiras *et al.*, 2003; Nilin *et al.*, 2008), devido à facilidade de obtenção de organismos adultos, facilidade para a obtenção de gametas para fertilização *in vitro*, sucesso no desenvolvimento embrionário em condições padronizadas para obtenção de

resultados em curto período de tempo e sensibilidade a compostos orgânicos e inorgânicos (Prosperi & Araujo, 2002; Bellas *et al.*, 2005). No Brasil, a abundante espécie *Lytechinus variegatus* é amplamente utilizada em testes de toxicidade com amostras de água usando métodos padronizados (Cetesb, 1999; Prosperi & Araujo, 2002; ABNT 2006).

Os resultados dos testes de toxicidade realizados nas amostras de água coletadas em pontos da AID e da ADA do empreendimento tiveram a finalidade de detectar efeitos tóxicos, baseando-se no grau de desenvolvimento embriolarval e/ou anomalias em ovos e larvas, após um período de 24 a 28 horas.

Em função da salinidade das amostras ser inferior à salinidade mínima exigida pela espécie *L. variegatus* para um desenvolvimento embriolarval adequado, foi necessário realizar um ajuste com salmoura para condução dos testes de toxicidade (ABNT, 2006). Apesar da faixa de diluição das amostras ter sido relativamente baixa (de 68,00% a 77,71% no verão e 70,10 a 79,07% no inverno), a concentração dos contaminantes e nutrientes presentes nas amostras submetidas aos testes foi inferior ao valor original analisado.

Os resultados dos testes de toxicidade realizados com as amostras de água coletadas nas duas campanhas estão apresentados no **Quadro 9.3.8.4-15**. Durante os testes, foram realizadas análises físico-químicas nas amostras de água e os resultados (**Quadro 9.3.8.4-15**) indicaram que os valores iniciais e finais de pH, salinidade, oxigênio dissolvido, nitrogênio amoniacal e amônia não-ionizada estiveram dentro da faixa do limiar da espécie (Prosperi, 2002; ABNT, 2006). A exceção foi a concentração de amônia não ionizada da amostra P02 no início do teste da campanha de verão, que foi superior ao limite de 0,05 mg/L estabelecido para essa espécie.

Os valores obtidos apresentaram-se dentro dos critérios aceitos para a validação do teste. Na campanha de verão, o percentual de larvas normais foi de 11% para o controle e de 7 a 13% para as amostras de água, enquanto na campanha de inverno foram de, respectivamente, 16% e 12 a 53%.

Quadro 9.3.8.4-15: Resultados de toxicidade e análises físico-químicas (iniciais e finais) obtidas no teste de toxicidade crônica com ouriço-do-mar *Lytechinus variegatus*, após o período de exposição - Campanhas de verão (V) e de inverno (I)

Amostra	Camp.	Efeito (%)	Resultado	pH		Salinidade		Oxigênio dissolvido (mg/L)		Nitrogênio amoniacal (mg/L)		Amônia não ionizada (mg/L)	
				Inicial	Final	Inicial	Final	Inicial	Final	Inicial	Final	Inicial	Final
Controle	Verão	11	-	8,15	7,74	33,4	35,4	6,49	5,03	0,04	0,03	0,003	0,001
	Inverno	16	-	8,32	7,87	34,0	32,0	6,67	5,08	0,12	0,10	0,011	0,004
P01	Verão	7	Não tóxico	8,10	7,73	34,2	34,7	6,03	4,96	< 0,01	< 0,01	<0,001	<0,001
	Inverno	13	Não tóxico	8,24	7,91	34,0	34,0	6,35	5,05	0,19	0,10	0,015	0,004
P02	Verão	8	Não tóxico	8,10	7,74	34,2	34,9	6,08	5,23	1,00	0,75	0,059	0,019
	Inverno	12	Não tóxico	8,31	7,90	33,0	33,0	6,74	5,16	0,22	0,08	0,021	0,003
P03	Verão	9	Não tóxico	8,04	7,75	34,3	34,8	4,81	4,79	0,30	<0,01	0,016	<0,001
	Inverno	17	Não tóxico	8,32	7,90	33,0	33,0	6,73	5,41	0,13	0,13	0,013	0,005
P04	Verão	13	Não tóxico	8,11	7,74	34,2	34,6	5,93	5,19	< 0,01	0,01	<0,001	<0,001
	Inverno	17	Não tóxico	8,32	7,91	33,0	33,0	6,41	5,23	0,16	0,10	0,015	0,004
P05	Verão	11	Não tóxico	8,12	7,76	34,6	36,0	6,05	5,28	<0,01	0,06	<0,001	0,002
	Inverno	16	Não tóxico	8,35	7,90	34,0	34,0	6,64	5,04	0,15	0,10	0,015	0,004
P06	Verão	8	Não tóxico	8,15	7,77	32,5	33,6	6,51	5,06	0,06	0,14	0,004	0,004
	Inverno	14	Não tóxico	8,33	7,92	33,0	32,0	6,42	5,05	0,09	0,08	0,009	0,003
P07	Verão	9	Não tóxico	8,18	7,78	33,8	34,7	6,53	5,22	0,05	0,22	0,004	0,006
	Inverno	17	Não tóxico	8,26	7,86	32,0	32,0	6,53	5,04	0,12	0,13	0,010	0,005
P08	Verão	8	Não tóxico	8,17	7,79	34,7	35,7	6,48	5,19	0,01	0,15	0,001	0,004
	Inverno	13	Não tóxico	8,29	7,93	34,0	33,0	6,28	5,44	0,23	<0,01	0,020	<0,001
P09-S	Verão	10	Não tóxico	8,09	7,71	34,4	35,1	6,12	4,75	< 0,01	0,17	<0,001	0,004
	Inverno	17	Não tóxico	8,31	7,84	33,0	32,0	6,53	5,15	0,23	0,10	0,022	0,003
P09-F	Verão	11	Não tóxico	8,01	7,69	33,5	34,3	5,24	4,74	< 0,01	< 0,01	<0,001	<0,001
	Inverno	53	Tóxico	8,31	7,84	35,0	36,0	5,58	4,13	0,16	0,18	0,015	0,006

Quadro 9.3.8.4-15: Resultados de toxicidade e análises físico-químicas (iniciais e finais) obtidas no teste de toxicidade crônica com ouriço-do-mar *Lytechinus variegatus*, após o período de exposição - Campanhas de verão (V) e de inverno (I)

Amostra	Camp.	Efeito (%)	Resultado	pH		Salinidade		Oxigênio dissolvido (mg/L)		Nitrogênio amoniacal (mg/L)		Amônia não ionizada (mg/L)	
				Inicial	Final	Inicial	Final	Inicial	Final	Inicial	Final	Inicial	Final
P10	Verão	7	Não tóxico	8,10	7,75	32,3	34,6	6,28	4,96	< 0,01	0,06	<0,001	0,002
	Inverno	14	Não tóxico	8,34	7,88	33,0	34,0	6,27	4,98	0,24	0,08	0,024	0,003
P11	Verão	8	Não tóxico	8,14	7,79	33,4	33,9	6,18	5,04	0,75	0,50	0,049	0,014
	Inverno	15	Não tóxico	8,27	7,78	34,0	34,0	6,24	4,79	0,13	0,05	0,011	0,001

Obs.:

P09-S - Resultados do Ponto 09 para águas de superfície

P09-F - Resultados do Ponto 09 para águas de fundo

A aplicação das análises estatísticas permitiu verificar que, na campanha de verão, nenhuma amostra apresentou toxicidade crônica para *L. variegatus*, em comparação com o controle. Por outro lado, na campanha de inverno, foi verificado que a amostra de água do ponto P09-F apresentou toxicidade, enquanto as demais não apresentaram.

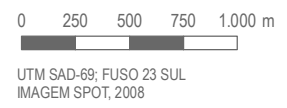
Considerando as duas campanhas de coleta, a única amostra que apresentou toxicidade crônica para ouriço-do-mar foi a água de fundo do ponto P09 na campanha de inverno, com 53% de efeito tóxico. Este ponto está localizado no Canal de Piaçaguera, mais precisamente no Canal do Porto de Santos, e é o ponto de maior profundidade dentre os pontos da rede amostral.

Os **Desenhos 9.3.8.4-8 e 9.3.8.4-9** apresentam o efeito tóxico observado em cada ponto de amostragem nas campanhas de verão e inverno, respectivamente.

Conforme descrito anteriormente, alguns parâmetros químicos excederam os limites estabelecidos pela Resolução Conama nº 357/05 para águas salobras (classe 1). Para as amostras analisadas quanto à toxicidade, os poluentes e nutrientes que excederam os Valores Máximos Permitidos - VMP pela Resolução supracitada em pelo menos uma das campanhas estão indicados no **Quadro 9.3.8.4-16**.



- Área de Influência Direta (AID)
- Área Diretamente Afetada (ADA)
- Trecho em Rodovia (ADA)
- Trecho em Ponte (ADA)
- Limite Municipal
- Pontos de Amostragem Não Tóxico
- Pontos de Amostragem Tóxico
- % Porcentagem de Efeito Tóxico



MKR

SPE

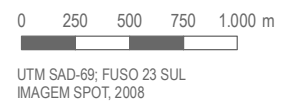
Estudo de Impacto Ambiental SÃO PAULO EMPREENDIMENTOS PORTUÁRIOS
CENTRO PORTUÁRIO INDUSTRIAL NAVAL OFFSHORE DE SANTOS


ASSUNTO
TESTES DE TOXICIDADE CRÔNICA COM OURIÇO-DO-MAR - ÁGUA - CAMPANHA DE VERÃO


ESCALA	1:35.000	DATA	JUNHO/2011	DESENHO	9.3.8.4-8
--------	----------	------	------------	---------	-----------



- Área de Influência Direta (AID)
- Área Diretamente Afetada (ADA)
- Trecho em Rodovia (ADA)
- Trecho em Ponte (ADA)
- Limite Municipal
- Pontos de Amostragem Não Tóxico
- Pontos de Amostragem Tóxico
- % Porcentagem de Efeito Tóxico







Estudo de Impacto Ambiental SÃO PAULO EMPREENDIMENTOS PORTUÁRIOS

CENTRO PORTUÁRIO INDUSTRIAL NAVAL OFFSHORE DE SANTOS

ASSUNTO

TESTES DE TOXICIDADE CRÔNICA COM OURIÇO-DO-MAR - ÁGUA - CAMPANHA DE INVERNO

ESCALA	DATA	DESENHO
1:35.000	JUNHO/2011	9.3.8.4-9

Quadro 9.3.8.4-16: Concentração de poluentes e nutrientes com valores que excederam o Valor Máximo Permitido - VMP estabelecido pela Resolução Conama nº 357/05 para águas salobras (classe 1) em pelo menos uma das campanhas, para as amostras avaliadas no teste de toxicidade crônica com *L. variegatus*. Valores destacados em amarelo indicam concentrações acima do VMP.

Ponto	Camp.	Efeito (%)	Parâmetros									
			Alumínio Dissolvido (mg/L)	Boro Total (mg/L)	Chumbo Total (mg/L)	Manganês Total (mg/L)	Tributilestanho (µg/L)	Nitrito (mg/L)	Nitrogênio Amoniacal (mg/L)	Fósforo Total (mg/L)	Polifosfatos (mg/L)	COT (mg/L)
P01	V	7	<0,010	0,570	<0,0004	0,0937	<0,007	<0,001	<0,007	0,060	0,098	3,7
	I	13	<0,010	1,360	<0,0004	0,0579	<0,007	0,030	0,349	0,060	0,008	2,4
P02	V	8	<0,010	0,220	<0,0004	0,2130	P.I	<0,001	NA	0,421	0,036	3,9
	I	12	<0,010	1,500	<0,0004	0,0633	<0,007	0,075	0,499	0,031	0,005	2,5
P03	V	9	0,011	0,840	<0,0004	0,107	<0,007	<0,001	NA	0,602	0,121	3,8
	I	17	<0,010	<0,07	<0,0004	0,0566	<0,007	0,043	0,259	0,036	0,013	3,0
P04	V	13	<0,010	0,552	<0,0004	0,0580	<0,007	<0,001	NA	0,168	0,111	3,8
	I	17	<0,010	1,560	<0,0004	0,0397	<0,007	0,042	0,282	0,027	0,040	2,5
P05	V	11	<0,010	0,620	<0,0004	0,0622	<0,007	<0,001	NA	0,198	0,111	3,5
	I	16	<0,010	1,490	<0,0004	0,0673	0,008	0,035	0,131	0,020	0,095	3,3
P06	V	8	0,028	0,120	<0,0004	0,0799	<0,007	<0,001	NA	0,305	0,200	5,9
	I	14	<0,010	1,230	<0,0004	0,0478	<0,007	0,022	0,047	0,023	0,053	2,8
P07	V	9	0,113	<0,07	<0,0004	0,0236	<0,007	<0,001	NA	0,109	0,036	5,0
	I	17	0,105	0,730	<0,0004	0,0201	<0,007	0,012	0,314	0,031	0,017	1,4
P08	V	8	0,025	0,220	<0,0004	0,0563	<0,007	<0,001	NA	0,174	0,102	4,3
	I	13	<0,010	1,270	<0,0004	0,0410	<0,007	0,026	0,432	0,053	0,023	2,1
P09-S	V	10	<0,010	0,650	<0,0004	0,0566	<0,007	<0,001	NA	0,237	0,085	4,0
	I	17	<0,010	1,430	<0,0004	0,0198	0,008	0,046	0,223	0,057	0,080	2,0
P09-F	V	11	<0,010	1,260	0,0355	0,0588	<0,007	<0,001	NA	0,015	0,089	3,1
	I	53 *	<0,010	1,610	<0,0004	0,0191	0,013	0,021	0,155	0,053	0,037	1,5

Quadro 9.3.8.4-16: Concentração de poluentes e nutrientes com valores que excederam o Valor Máximo Permitido - VMP estabelecido pela Resolução Conama nº 357/05 para águas salobras (classe 1) em pelo menos uma das campanhas, para as amostras avaliadas no teste de toxicidade crônica com *L. variegatus*. Valores destacados em amarelo indicam concentrações acima do VMP.

Ponto	Camp.	Efeito (%)	Parâmetros									
			Alumínio Dissolvido (mg/L)	Boro Total (mg/L)	Chumbo Total (mg/L)	Manganês Total (mg/L)	Tributilestanho (µg/L)	Nitrito (mg/L)	Nitrogênio Amoniacal (mg/L)	Fósforo Total (mg/L)	Polifosfatos (mg/L)	COT (mg/L)
P10	V	7	<0,010	0,740	<0,0004	0,0479	<0,007	<0,001	NA	0,153	0,065	3,9
	I	14	<0,010	1,160	<0,0004	0,0303	<0,007	0,050	0,511	0,029	0,030	2,6
P11	V	8	<0,010	0,260	<0,0004	0,1830	<0,007	<0,001	NA	0,783	0,190	4,2
	I	15	<0,010	0,970	<0,0004	0,0333	0,011	0,046	0,401	0,021	0,212	2,2
Limites Resolução Conama 357/05												
Águas Salobras (Classe 1)			0,1	0,5	0,01	0,1	0,01	0,07	0,4	0,124	0,062	3

Legenda:

Camp.: Campanha

V: Verão

I: Inverno

NA: Não analisado

* Amostra tóxica.

Como pode ser observado, as concentrações dos poluentes e nutrientes são de uma magnitude relativamente baixa e são variáveis entre os pontos de coleta, nas duas campanhas.

Embora a composição química geral da água dos pontos amostrados seja relativamente similar, merece destaque a ocorrência de tributilestano na amostra do ponto P09-F, detectado somente na campanha de inverno, em concentração (0,013 µg/L) ligeiramente superior ao limite estabelecido pela Resolução Conama nº 357/05 (0,01 µg/L). No entanto, a presença desse composto isoladamente não explica a toxicidade observada neste ponto, uma vez que também foi detectado nas amostras dos pontos P05 e P11, na mesma campanha, mas que não foram consideradas tóxicas, com porcentagem de efeito de 16% e 15%, respectivamente.

É importante ressaltar que a ocorrência de efeito tóxico, mesmo que não significativo, geralmente não está associada a um ou outro composto isolado, mas à condição geral da qualidade da água no momento da amostragem. Neste sentido, destaca-se que o ponto P09-F foi o local com maior influência de águas oceânicas trazidas pela maré enchente, na campanha de inverno, verificado pela salinidade obtida (20,7 ‰). Além disso, as margens próximas deste ponto do canal são ocupadas por atividades portuárias, como o terminal da Ilha Barnabé, na margem norte, e o Terminal Tecondi e o cais do Valongo, na margem sul. Portanto, as águas dessa região recebem os contaminantes oriundos dessas instalações e embarcações associadas.

Destaca-se que, nos estudos anteriores realizados na região do alto Estuário Santista, não foram realizados ensaios ecotoxicológicos em água (Emraport, 2003; BTP, 2008; Codesp, 2008; Brites, 2010).

Uma vez que as amostras não apresentaram toxicidade significativa, com exceção do ponto P09-F na campanha de inverno, pode-se considerar que a qualidade da água no alto Estuário de Santos não deve causar efeitos tóxicos aos organismos planctônicos ali presentes.

9.3.8.4.3 Síntese da Qualidade das Águas na AID e ADA

As fontes potenciais de poluição dos sistemas hídricos inseridos na faixa da AID e ADA estão relacionadas historicamente ao aporte de efluentes industriais gerados no pólo industrial de Cubatão, além dos esgotos domésticos urbanos lançados no ambiente sem o adequado tratamento. Essa região também é receptora de cargas poluidoras de origem difusa, resultante de resíduos sólidos descartados nas áreas urbanas, das atividades portuárias e de mineração, ocorrendo ainda contribuição localizada em pequenas propriedades rurais onde há plantio de subsistência e criação de animais.

Como aspectos favoráveis à conservação da qualidade ambiental dessa região destacam-se as manchas remanescentes de manguezais, que atuam na retenção de sedimentos e contribuem para a manutenção da biodiversidade de organismos aquáticos.

De acordo com os dados obtidos na campanha de verão (fevereiro/2010), verifica-se o aporte acentuado de sólidos transportados pelas chuvas ocorridas nesse período. Em decorrência, foram detectados níveis pronunciados de cor e de turbidez nas águas, além de matéria orgânica e de fósforo na maioria dos pontos de amostragem, ocorrendo ainda o comprometimento sanitário revelado pelos altos índices de coliformes termotolerantes. As concentrações de oxigênio dissolvido foram consideradas satisfatórias em toda a rede de amostragem.

Na campanha de inverno (agosto/2010), ocorreu uma sensível melhoria no padrão geral da qualidade da água, porém verificando-se uma elevação generalizada dos teores de boro quando comparados à primeira coleta, o que denota a influência de despejos industriais e de águas marinhas.

O Canal da Usiminas (antigo Canal da Cosipa), representado pelo ponto P02, constitui uma fonte importante de introdução de poluentes na AID e ADA, atuando no transporte de matéria orgânica, de compostos nitrogenados e de nutrientes minerais, especialmente fósforo, que são lançados por indústrias do ramo de fertilizantes químicos, somada à contribuição de esgotos domésticos.

O ponto P01, posicionado no Rio Casqueiro a jusante do Rio Cubatão, nas proximidades da Ilha Duas Barras, é receptor de efluentes doméstico e industrial gerados principalmente no Município de Cubatão.

Em geral, apresenta águas de melhor qualidade em relação ao ponto P02, porém, com conteúdo mais elevado de boro nas águas e acúmulo de arsênio nos sedimentos.

O padrão de qualidade da água no Largo do Caneú (ponto P03) é muito semelhante ao dos pontos P01 e P02. A baixa velocidade de correnteza nesse local permite uma maior sedimentação de sólidos, condição que se estende na faixa ao norte da Ilha dos Bagres, a montante do estreito onde se localiza o ponto P05. A concentração de nutrientes nas águas possibilita o intenso crescimento de cianobactérias, conforme observado na campanha de verão nos pontos P01, P02 e P03.

Ao sul da Ilha dos Bagres (ponto P11) e no Canal de Piaçaguera (ponto P09), nota-se, além de elevados teores de boro, a presença de metais pesados, como manganês e chumbo detectados na campanha de verão, e compostos tributilestanhos identificados apenas na campanha de inverno.

Na campanha de verão, identificou-se no ponto P06 (Córrego das Neves) níveis mais pronunciados de turbidez e cor, o que denota alguma movimentação de sólidos nessa área. Nessa mesma coleta, constatou-se provável introdução de despejos orgânicos na área que contribui para o ponto P04 (Largo de Santa Rita), conforme indica a alta concentração de nitrogênio obtida nos sedimentos.

O Rio Jurubatuba, representado pelo ponto P07, exerce importante função no sistema aquático da AID e ADA, fornecendo águas de boa qualidade originada na zona serrana. Entretanto, no período chuvoso, esse curso d'água contribui com aporte de sólidos devido aos focos erosivos existentes na bacia de drenagem, intensificando os níveis de cor e turbidez das águas. No seu baixo curso, este rio recebe os efluentes lançados pelo sistema de tratamento implantado no aterro sanitário Sítio das Neves, além de sólidos resultantes da atividade de mineração (pedreira).

As águas do Jurubatuba influenciam diretamente a qualidade dos pontos P05 (canal entre largos do Caneú e de Santa Rita) e P08 (Rio Sandi). Este último ponto é também suscetível às atividades desenvolvidas pela pedreira Intervalles Minérios, observando-se localmente uma maior tendência ao acúmulo de arsênio e metais diversos nas águas, conforme detectado no período chuvoso (campanha de verão).

Esse panorama mostra que o sistema aquático na AID e ADA encontra-se alterado pela ação antrópica. Contudo, os dados obtidos indicam que esse ambiente não está severamente comprometido, como atestam também os testes de toxicidade aguda e crônica que deram resultados negativos em praticamente todas as amostras analisadas.

A seguir, é apresentado um resumo das condições predominantes da qualidade das águas superficiais nas duas campanhas, de acordo com os pontos de amostragem selecionados na AID e na ADA.

Ponto P01 - Rio Casqueiro

As águas neste rio são salobras e apresentam pH alcalino. Durante a coleta de verão, realizada sob intensa precipitação, registrou-se profundidade de 4,0 m, transparência reduzida (0,4 m) e velocidade de correnteza muito reduzida. Constataram-se elevados teores de carbono orgânico total, cor aparente, turbidez, coliformes termotolerantes, polifosfatos e boro acima dos limites estabelecidos pela Resolução Conama 357/05 (classe 1).

Na campanha de inverno (estiagem), observou-se neste ponto menor profundidade em relação à coleta anterior (3,0 m), maior transparência (2,15 m), águas de coloração marrom e velocidade de corrente reduzida. Houve nesta coleta uma nítida melhoria nos padrões de qualidade da água, ocorrendo apenas ultrapassagem dos limites legais para as variáveis cor aparente, turbidez, boro e coliformes termotolerantes, o que reflete a introdução de efluentes domésticos e industriais.

Ponto P02 - Foz do Canal da Cosipa com Largo do Caneú

As águas neste ponto são salobras e apresentam pH alcalino. Na campanha de verão, registrou-se profundidade de 2,2 m, baixa transparência (0,15 m) e velocidade de correnteza reduzida. Foram obtidas concentrações elevadas de fósforo, de coliformes termotolerantes, de carbono orgânico total, bem como de manganês, cor aparente e turbidez acima dos limites estabelecidos pela Resolução Conama nº 357/05.

Na campanha de inverno, observou-se profundidade de 1,6 m e velocidade de correnteza reduzida, transparência de 1,20 m, e águas de coloração marrom escura. Constatou-se, também, que os parâmetros boro, nitrogênio amoniacal total, nitrito, cor aparente e turbidez mostraram-se acima do padrão definido pela legislação em vigor.

Ponto P03 - Largo do Caneú

Neste ponto as águas possuem características salobras e pH alcalino. Na campanha de verão constatou-se 0,9 m de profundidade e baixa velocidade de correnteza. As águas apresentavam coloração marrom e transparência de 0,50 m. Os processos erosivos na região, associados às chuvas que prevaleceram no dia da coleta de verão, contribuíram para o aumento de cor e de turbidez das águas. Os metais boro e manganês extrapolaram os padrões legais, juntamente com o fósforo, polifosfatos, carbono orgânico e os coliformes termotolerantes.

Na campanha de inverno observou-se, no local, profundidade de 0,4 m, transparência reduzida (0,20 m), águas com coloração marrom, além de correnteza fraca. Os resultados das análises indicaram que a maioria dos parâmetros avaliados atende aos padrões instituídos pela Resolução Conama nº 357/05, exceto para os níveis de cor e turbidez.

Ponto 04 - Largo de Santa Rita

Neste ponto as águas possuem características salobras e pH alcalino. No período de verão foram registrados 0,9 m de profundidade, transparência de 0,40 m e velocidade de corrente reduzida. Obteve-se também valores de polifosfatos, cor aparente, turbidez, coliformes termotolerantes, fósforo total e carbono orgânico e boro acima do permitido pela legislação, o que sugere o aporte de efluentes domésticos e industriais.

Na campanha inverno observou-se profundidade de 0,5 m, transparência de 0,35 m, e velocidade de corrente reduzida. Os resultados analíticos sugerem uma melhor qualidade das águas em relação à campanha anterior, com extrapolação dos padrões definidos pela Resolução Conama nº 357/05 apenas para os parâmetros boro, cor aparente e turbidez.

Ponto P05 - Canal Sem Denominação entre os Largos do Caneú e Santa Rita

As águas neste ponto são salobras e apresentam pH alcalino. Na campanha de verão verificou-se profundidade de 0,9 m, e 0,30 m de transparência. Os resultados analíticos indicam teores de boro, polifosfatos, fósforo total, carbono orgânico e coliformes termotolerantes acima do permitido pela legislação vigente, além dos parâmetros organolépticos cor e turbidez.

Na campanha de inverno, este canal possuía a menor profundidade (0,2 m) da rede amostral e transparência de 0,1 m. Semelhante à campanha anterior, obteve-se neste canal acentuados níveis de boro, polifosfatos, carbono orgânico total, cor aparente e turbidez extrapolando os padrões da legislação.

Ponto P06 - Córrego das Neves

As águas neste ponto são salobras e apresentam pH variando de ácido a alcalino. Na campanha de verão verificou-se a profundidade de 1,0 m e transparência reduzida (0,15 m). Foram obtidas elevadas concentrações de compostos de fósforo, coliformes termotolerantes e carbono orgânico, acima dos limites estabelecidos pela Resolução Conama nº 357/05.

Na campanha invernal, observou-se profundidade de 1,0 m e transparência de 0,60 m. Os resultados analíticos sugerem uma melhoria na qualidade das águas, em relação à campanha anterior, estando a maioria dos parâmetros em consonância com os limites legais vigentes, exceto boro, cor e turbidez.

Ponto P07 - Rio Jurubatuba

Neste ponto, no momento da coleta de verão, verificou-se a profundidade de 1,6 m e velocidade de correnteza moderada. As águas possuíam coloração marrom, transparência em torno de 0,40 m e pH ácido (6,95). A salinidade mensurada neste ponto foi 0 ‰ devido à condição de baixamar e maior fluxo de água doce no momento da coleta. Comparando com os demais pontos analisados, constatou-se uma menor concentração de fósforo e coliformes termotolerantes, embora este último tenha extrapolado o padrão legal. Foram verificados também níveis elevados de alumínio dissolvido, carbono orgânico, cor e turbidez.

Durante a campanha de inverno, observou-se profundidade de 2,0 m e transparência de 1,50 m. As águas salobras apresentaram coloração marrom e pH alcalino (7,72). Os resultados analíticos indicam teores de boro e alumínio dissolvido, bem como níveis de cor e turbidez, acima do limite instituído pela legislação vigente.

Ponto P08 - Rio Sandi

As águas neste ponto são salobras e apresentam pH ácido. Durante a campanha de verão a profundidade era de 1,2 m. As águas possuíam coloração marrom e transparência de 0,25 m, sendo constatada a presença de grande quantidade de detritos orgânicos em suspensão. Os processos erosivos na região, associados às chuvas e à extração de minério desenvolvida no entorno, além do aporte de efluentes, contribuíram para o aumento de cor e de turbidez das águas nessa campanha.

Concentrações de fósforo, polifosfatos e carbono orgânico total acima do limite estabelecido pela Resolução Conama nº 357/05 foram detectadas nas águas deste corpo d'água. Os teores de coliformes termotolerantes ressaltam a influência dos despejos domésticos.

Na campanha de inverno verificou-se, durante a coleta, profundidade de 1,0 m e transparência de 1,0 m. Os parâmetros avaliados apresentaram valores condizentes com o padrão legal vigente, com exceção do boro, nitrogênio amoniacal total, cor aparente e turbidez.

Ponto P09 - Canal de Piaçaguera

As águas neste ponto são salobras e apresentam pH variando de ácido a alcalino. Este local corresponde ao trecho de maior profundidade da rede amostral, sendo o único com amostragem em duas profundidades. Durante a campanha de verão verificou-se profundidade de 11,1 m e transparência reduzida (0,80 m). Foram constatados, nas duas profundidades, teores de boro, polifosfatos, carbono orgânico total e coliformes termotolerantes, além de cor e turbidez, extrapolando os padrões da Resolução Conama nº 357/05. Além destes parâmetros, fósforo total extrapolou o padrão legal na amostra de água de superfície, e chumbo na de água de fundo.

Na campanha de inverno, foi registrada profundidade de 13,2 m, transparência de 1,4 m, teores de boro, cor aparente, turbidez e coliformes termotolerantes acima dos limites da legislação, em ambas as profundidades. Na amostra de água de superfície os polifosfatos também foram detectados acima do padrão, e na água de fundo, o composto orgânico tributilestanho. As demais variáveis mostraram-se condizentes com os padrões legais vigentes.

Ponto P10 - Largo de Santa Rita - Face leste da Ilha dos Bagres

As águas neste ponto são salobras e apresentam pH alcalino. Na campanha de verão registrou-se profundidade de 3,3 m, velocidade de correnteza reduzida, transparência reduzida (0,50 m). Os resultados analíticos indicam teores de fósforo total, polifosfatos, carbono orgânico total, coliformes termotolerantes, cor aparente, turbidez e boro acima dos limites estabelecidos pela legislação.

Na campanha de inverno neste largo observou-se profundidade de 2,0 m, transparência de 1,25 m, além de teores de boro, nitrogênio amoniacal total, cor aparente, turbidez e coliformes termotolerantes acima dos limites estipulados pela Resolução Conama nº 357/05 para águas classe 1.

Porém, esses parâmetros, com exceção do boro, mostraram tendência decrescente em relação à campanha de verão.

Ponto P11 - Canal de Piaçaguera / Porção Sudoeste da Ilha dos Bagres

As águas neste ponto possuem características salobras e apresentam pH alcalino. Na coleta desenvolvida no verão registrou-se profundidade de 4,7 m e transparência reduzida (0,30 m). Os resultados analíticos indicam concentrações elevadas de fósforo, polifosfatos, coliformes termotolerantes, carbono orgânico total e manganês, além de índices de cor e turbidez, acima dos limites estabelecidos pela Resolução Conama nº 357/05.

Na campanha de inverno, foi registrada profundidade de 3,0 m e transparência de 1,45 m. Houve nesta coleta uma melhoria nos padrões de qualidade da água, ocorrendo apenas ultrapassagem dos limites legais para as variáveis boro, nitrogênio amoniacal total, polifosfatos, tributilestanho, cor aparente, turbidez e coliformes termotolerantes.

9.3.8.4.4 Principais Usos das Águas Superficiais e Subterrâneas na AID

As águas superficiais dos corpos hídricos na AID são destinadas a uma ampla gama de usos, onde destaca-se: abastecimento público, recepção de esgotos de origem doméstica e industrial, pesca de subsistência, mineração e atividades portuárias.

As demandas consuntivas atuais na AID se inserem no contexto da Baixada Santista, onde se destacam quatro sub-bacias principais que contribuem para a área de influência direta do empreendimento: Cubatão, Mogi, Jurubatuba e Quilombo.

Segundo o Relatório de Situação dos Recursos Hídricos da Bacia Hidrográfica da Baixada Santista (2007), a disponibilidade hídrica dessas quatro sub-bacias está estimada em 20,13 m³/s em termos de vazão média (Q_{LP}), e 4,91 m³/s para os períodos críticos de estiagem (Q_{7,10}). As demandas consuntivas atuais somam 9,41 m³/s.

No **Quadro 9.3.8.4-17**, a seguir, são confrontados os dados de oferta e demanda hídrica para cada uma dessas sub-bacias, sendo que o uso total representa 47% em relação à vazão média (Q_{LP}), extrapolando para 192% quando observada a vazão de estiagem (Q_{7,10}).

Quadro 9.3.8.4-17: Relação entre Demanda e Disponibilidade de Água para as Sub-Bacias na Baixada Santista

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

Fonte: CBHs (2007).

Na bacia do Rio Jurubatuba existem apenas três captações superficiais outorgadas pelo DAEE. Elas se concentram no alto Rio Jurubatuba e são da Companhia de Saneamento Básico do Estado de São Paulo - Sabesp. Duas para o Município de Santos (1,55 e 0,45 m³/s) e uma para o Município de Guarujá (0,935 m³/s).

O empreendimento necessitará para suas atividades operacionais uma vazão total avaliada em 2.000 m³/dia ou 0,023 m³/s. Essa demanda será suprida pela Sabesp. De acordo com a Carta de Diretrizes 13/2011, emitida por esse órgão em janeiro de 2011 para o Centro Portuário Naval e Offshore (**Anexo 6.5**), o sistema de abastecimento de água possui vazão suficiente para atendimento das demandas do empreendimento em até 2.000 m³/dia.

O empreendimento contará também com sistema para aproveitamento de água de chuva (200 m³/dia) e o reuso das águas (200 m³/dia).

No Relatório de Situação dos Recursos Hídricos da Bacia Hidrográfica da Baixada Santista é citado também o estudo da Hidroplan (1995) que elaborou cenários para as demandas urbanas atendidas por sistemas públicos para o horizonte até 2020, apresentados a seguir no **Quadro 9.3.8.4-18**. Esse estudo indica para o ano de 2010 uma disponibilidade de 8,6 m³/s (produção) frente à demanda de 9,1 m³/s (captação).

Quadro 9.3.8.4-18: Projeção do Consumo, produção e captação médios de água nos sistemas de abastecimento público da Baixada Santista

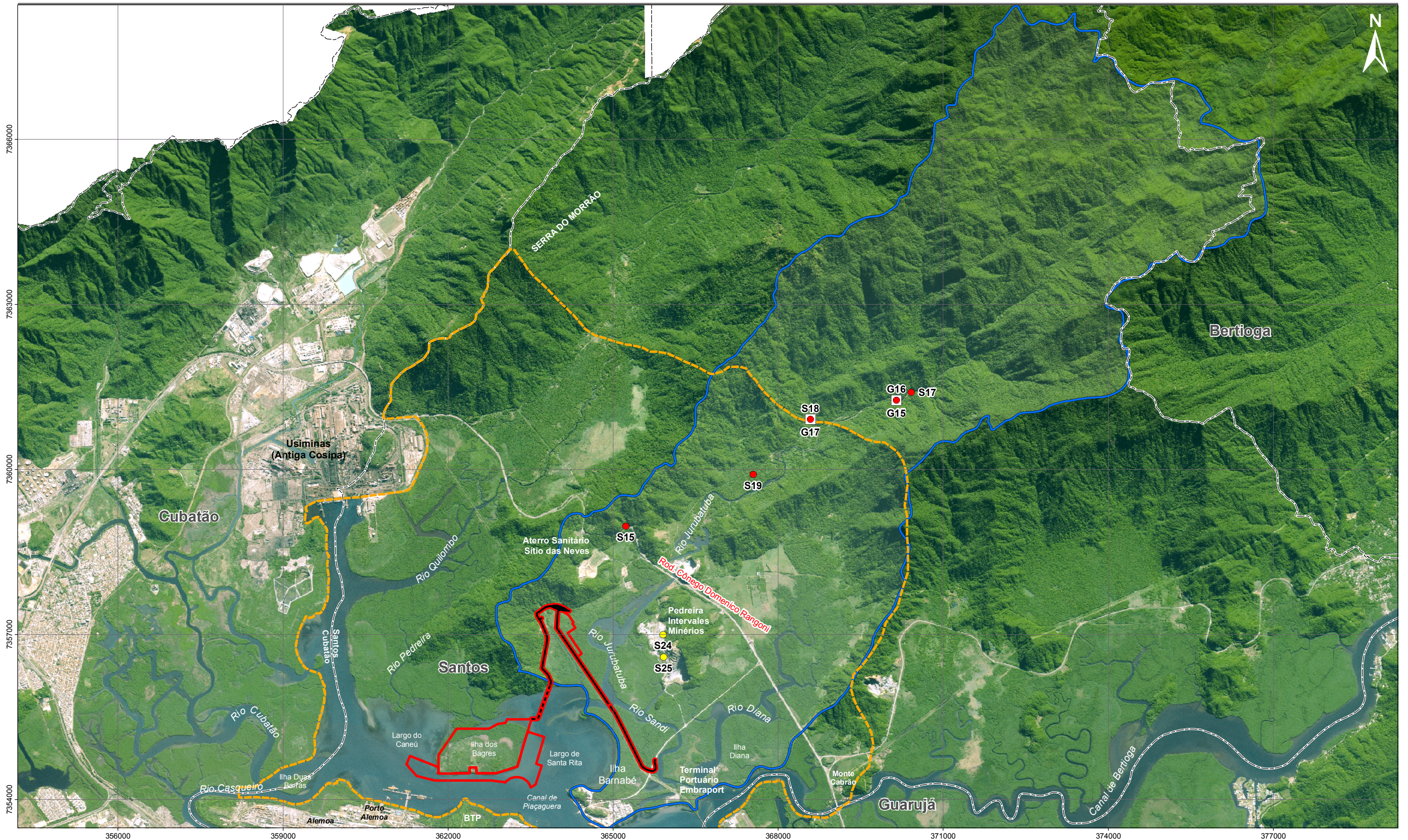
Ano	Consumo m ³ /s		Produção m ³ /s	Captação m ³ /s
	Medido	Efetivo		
1995	2,9	3,5	5,3	5,6
2000	3,3	4	6,2	6,6
2005	4	4,9	7,6	8,1
2010	4,5	5,6	8,6	9,1
2015	5,1	6,2	9,6	10,2
2020	5,4	6,6	10,3	10,9

Em termos qualitativos, o diagnóstico constante no EIA indica que as águas superficiais na AID sofrem influência das fontes poluidoras existentes nas imediações, principalmente do pólo industrial de Cubatão e também de esgotos domésticos gerados nas áreas urbanas, lançados no ambiente sem o adequado tratamento.

Contudo, a maior parte das variáveis físicas, químicas e biológicas analisadas atende ao disposto pela Resolução Conama n^o 357/05 para águas salobras classe 1, indicando que o sistema aquático está alterado, porém, não se encontra severamente comprometido.

Os impactos associados à qualidade das águas nas fases de implantação e operação do empreendimento encontram-se detalhados no **Capítulo 11** deste EIA. Destaca-se que, entre as medidas mitigadoras propostas para evitar alterações qualitativas nas águas superficiais, está o tratamento da totalidade dos efluentes gerados, em consonância com as recomendações da Sabesp expressas na Carta de Diretrizes 13/2011 (**Anexo 6.5**).

O **Desenho 9.3.8.4-10** apresenta a localização dos usos na bacia do Rio Jurubatuba.



- Área de Influência Direta (AID)
- Área Diretamente Afetada (ADA)
- Trecho em Rodovia (ADA)
- Trecho em Ponte (ADA)
- Limite Municipal
- Barramento
- Captação Subterrânea
- Captação Superficial
- Bacia do Rio Jurubatuba

0 500 1.000 1.500 2.000 m

UTM SAD-69; FUSO 23 SUL
 IMAGEM SPOT, 2008

MKR

SPE

Estudo de Impacto Ambiental SÃO PAULO EMPREENDIMENTOS PORTUÁRIOS

CENTRO PORTUÁRIO INDUSTRIAL NAVAL OFFSHORE DE SANTOS

ASSUNTO
PONTOS DE CAPTAÇÃO - BACIA DO RIO JURUBATUBA

ESCALA
1:65.000

DATA
JUNHO/2011

DESENHO
9.3.8.4-10

O **Quadro 9.3.8.4-19** apresenta os usos cadastrados no DAEE que dispõem de coordenadas geográficas. O cadastro apresenta ainda outros usos (poços, lançamentos e captações) sem coordenadas, com baixa vazão ou vazão não informada.

Quadro 9.3.8.4-19: Usos cadastrados no DAEE nos municípios de Santos e Guarujá

Ponto	Município	Nome do Rio/Aquífero	Código Rio/Poço	Distância Foz (km)	Autos	Usuário	Finalidade / Uso	Uso	Seq	Sit. Admin	Vazão(M3/H)	Hora/Dia	Dia/Mês	Mês/Ano	N	E	UTM-MC
G15	Guarujá	Jurubatuba,R	12	11,80	9902644	Público	ELEVNIV	Barramento	1	Cadastrado Dae	0,00	0	0	0	7361250	370150	45
G16	Guarujá	Jurubatuba,R	12	12,00	9902644	Público	**	Captação Superficial	1	**	3366,00	24	0	0	7361250	370150	45
G17	Guarujá	SNA1 Jurubatuba,R	1201	0,30	9902644	Público	ELEVNIV	Barramento	2	Cadastrado Dae	0,00	0	0	0	7360900	368590	45
S15	Santos	**	SNA2	0,65	9903109	Concession	SANITAR	Captação Superficial	1	Portaria	0,75	10	30	12	7358960	365230	45
S17	Santos	Jurubatuba,R	12	12,10	9902992	Público	AB.PUBL	Captação Superficial	2	Portaria	5580,00	24	30	0	7361390	370420	45
S18	Santos	SNA1 Jurubatuba,R	1201	0,30	9902992	Público	AB.PUBL	Captação Superficial	3	Portaria	1620,00	24	30	0	7360900	368590	45
S19	Santos	SNA1 Jurubatuba,R	1203	0,30	9905940	Industrial	SAN/IND	Captação Superficial	1	Impl. Autorizada	50,40	24	30	0	7359900	367550	45
S24	Santos	Cristalino	3630213	0,00	9901949	Minerador	SA1/IND	Captação Subterrânea	1	Portaria	0,45	12	30	0	7356990	365910	45
S25	Santos	Freático	3630215	0,00	9901949	Minerador	SA1/IND	Captação Subterrânea	3	Portaria	2,00	20	30	0	7356580	365920	45

Em relação às águas subterrâneas, a AID do empreendimento abriga aquíferos freáticos superficiais instalados nos corpos de tálus, aluviões e solos residuais, e o aquífero cristalino, nas fraturas do maciço rochoso pré-cambriano.

A exploração desses aquíferos é relativamente baixa, e suas águas podem apresentar elevados teores de ferro e cloreto, por influência da cunha salina (DAEE/IG/IPT/CPRM, 2005). O cadastro de poços do DAEE indica a ocorrência de apenas duas outorgas concedidas no litoral, fora da AID, sendo uma no Município de Cubatão e outra no de Guarujá, ambas com registro de pequena profundidade e vazão não fornecida, devendo tratar-se de poços construídos no âmbito do aquífero freático e com água de má qualidade, característica típica da região da Baixada Santista, onde a exploração das águas subterrâneas é limitada pela proximidade do mar. Deve ser considerado no contexto do aquífero freático nas áreas onde se apresenta sub-aflorante ou próximo à superfície do terreno.

Na Baixada Santista, de modo geral, a captação de água por meio de poços para consumo humano encontra restrições na legislação face à influência do mar sobre a qualidade dos recursos hídricos subterrâneos, não existindo outorgas do DAEE para sua exploração na AID.

Os aquíferos superficiais e profundos presentes na AID não apresentam potencial para exploração, face às baixas vazões de exploração esperadas e às restrições quanto à qualidade da água. Sua interferência com o empreendimento se dará nas áreas sujeitas a flutuações da superfície freática no subsolo ou de ocorrência de inundações, nas escavações e, no caso do aquífero profundo, nas fundações por estacas, além do risco, embora baixo, de contaminações por eventuais vazamentos.

9.3.9 QUALIDADE DOS SEDIMENTOS E DRAGAGEM

Este capítulo apresenta a caracterização físico-química e ecotoxicológica dos sedimentos a partir de revisão bibliográfica, dados pretéritos e dados primários coletados em pontos da Área de Influência Direta (AID) e da Área Diretamente Afetada (ADA) do empreendimento. O objetivo é subsidiar a Avaliação dos Impactos Ambientais associados às atividades do empreendimento que será implantado no Sistema Estuarino de Santos-São Vicente.

Para a caracterização físico-química dos sedimentos foram coletadas, no total, 79 amostras de sedimento de superfície de fundo e subsuperfície na AID e ADA. Para a avaliação ecotoxicológica foram coletadas 37 amostras de sedimentos de superfície de fundo na AID e ADA, sendo realizados testes de toxicidade com o sedimento total utilizando o anfípode *Leptocheirus plumulosus*, com a finalidade de detectar os efeitos tóxicos advindos das características e/ou qualidade do sedimento analisado, baseando-se na mortalidade dos organismos após 10 dias de exposição.

A seguir, apresenta-se uma introdução relacionada à qualidade dos sedimentos, abordagem metodológica e procedimentos de trabalho incluindo a legislação pertinente, caracterização dos sedimentos da Área de Influência Indireta (AII) e, por fim, a análise e discussão dos resultados dos estudos de qualidade dos sedimentos da AID e ADA.

9.3.9.1 INTRODUÇÃO

Uma das mais estratégicas regiões do país, a Baixada Santista, compreende estruturas portuárias de grande importância nacional e um pólo petroquímico que contribuem com a entrada de elementos metálicos nas áreas estuarinas e marinha contígua, especialmente associada à deposição de sedimentos finos e orgânicos. A esta origem antropogênica se incorporam metais provenientes do aporte natural de rochas lixiviadas, situadas no complexo serrano à retaguarda do sistema costeiro.

As imposições do intenso processo de modernização da infraestrutura do país, a partir de meados da década de 1960, levaram a uma ocupação predatória da Baixada Santista e de seus limites serranos, mas também trouxeram novos estudos que, em boa medida, refletiam justamente a necessidade de adquirir novos conhecimentos sobre as características e a dinâmica de seus aspectos ligados aos meios físico e biótico.

Dentre estas e outras razões, a Escola Politécnica da Universidade de São Paulo (Epusp) elaborou, em 1966, um estudo acerca do assoreamento da região portuária, enquanto o Instituto de Pesquisas Tecnológicas de São Paulo (IPT/SP), atendendo a solicitação da Empresa Brasileira de Portos (Portobrás), realizou uma série de levantamentos no Estuário e Baía de Santos, parcialmente publicado por Fúlfaro & Ponçano (1976).

Outra tentativa de síntese do meio físico e de suas relações com a ocupação resultou na elaboração da Carta do Meio Ambiente da Baixada Santista e Sua Dinâmica (Cetesb, 1976 *apud* Cetesb, 1981).

Porém, o primeiro levantamento diretamente voltado à caracterização geoquímica dos sedimentos que recobrem os fundos da Baía de Santos e os estuários de Santos e São Vicente, objetivando identificar os níveis de metais pesados contidos nestes sedimentos, foi executado no ano de 1979 pela Companhia Ambiental do Estado de São Paulo (Cetesb, 1981).

Na avaliação das características texturais e composicionais dos sedimentos das áreas vinculadas ao empreendimento futuro foram compilados aos dados secundários (dados históricos). Este conjunto de informações compreende os estudos executados pela Cetesb (2001), Abessa (2002), Codesp (2002), Embraport (2003), Cosipa (2004), BTP (2008) e de trabalhos científicos publicados ainda nos anos 1970/1980 por equipes do IPT/SP, e ao longo da última década, desenvolvidos predominantemente por pesquisadores do Instituto Oceanográfico da Universidade de São Paulo (IOUSP).

Os conjuntos de dados secundários forneceram os valores indicativos da variabilidade espacial e temporal dos teores de metais, ao longo do alto estuário, dos canais de Santos e São Vicente e de alguns pontos da Baía de Santos.

As análises granulométricas e geoquímicas das amostras de sedimento do Estuário Santista revelam-se parâmetros sensíveis à caracterização ambiental relacionada ao período de ocupação antrópica deste ambiente costeiro.

Além destas análises, testes de toxicidade foram realizados, já que são um componente importante na avaliação do impacto causado por contaminação antrópica do ambiente aquático, indicando os efeitos tóxicos de misturas complexas de compostos químicos. Testes de toxicidade usando sedimento total são comumente utilizados em vários países do mundo em avaliação de sedimentos a serem dragados.

Comparado com testes em água intersticial, testes em sedimento total utilizam organismos-teste que vivem no sedimento, oferecendo, substancialmente, menos modificações das características locais após a sua remoção, quando coletado.

Anfípodes são crustáceos ecologicamente importantes dentre a fauna bentônica, já que servem de alimento para a macrofauna, peixes e mesmo aves em vários ambientes marinhos e costeiros. Anfípodes marinhos e estuarinos são usados extensivamente em testes de toxicidade para avaliação de sedimentos contaminados no mundo todo. No Brasil, testes em sedimento total com a espécie nativa *Tiburonella viscana* foram desenvolvidos para uso local em avaliações ecotoxicológicas (Melo & Nipper, 2007).

O anfípode *Leptocheirus plumulosus* é encontrado na costa leste dos Estados Unidos, desde “Cape Cod” até o norte da Flórida, sendo particularmente abundante na região estuarina da Baía de Chesapeake (Usepa, 2001). Esta espécie é encontrada em sedimentos com ampla gama granulométrica, desde areia fina até lama silte-argilosa, onde vive intimamente associado ao sedimento, cavando tubos semi-permanentes e se alimentando facultativamente de sedimento, detritos orgânicos e algas bentônicas, assim como partículas em suspensão na coluna d’água (Usepa, 2001). Este anfípode é facilmente criado em laboratório, produzindo prole várias vezes durante o ano e apresentando ciclo de vida relativamente curto. Esta espécie é sensível a contaminantes associados ao sedimento e, ao mesmo tempo, tolera uma ampla gama de características granulométricas e salinidade. Testes de toxicidade em sedimento total usando *L. plumulosus* seguem metodologia padronizada (Usepa, 1994; Usepa, 2001; ASTM, 2008).

9.3.9.2 ABORDAGEM METODOLÓGICA E PROCEDIMENTOS

9.3.9.2.1 Procedimentos de trabalho e materiais utilizados

A amostragem dos sedimentos constituintes dos pacotes sedimentares presentes na área do empreendimento (ADA), e que podem corresponder a futuros materiais passíveis de remoção e deposição em áreas de lançamento de material dragado, bem como os sedimentos depositados na AID, foi realizada em duas campanhas sazonais, uma de verão e uma de inverno. A campanha de verão foi realizada ao longo dos dias 24 e 25 de fevereiro de 2010 (AID e ADA) e de 07 a 24 de abril de 2010 (ADA), correspondendo a coletas de sedimentos de superfície de fundo e subsuperfície de áreas do alto estuário santista. A campanha de inverno foi realizada na AID no dia 9 de agosto de 2010, correspondendo a coletas de sedimentos de superfície de fundo.

Além destas campanhas de verão e inverno, foi realizada a amostragem de sedimento de superfície de fundo no ponto PD17A, visando a verificação dos resultados obtidos no ponto PD17. Esta amostra extra foi coletada no dia 17 de julho de 2010 e sua localização é a mesma do ponto PD17 (**Quadro 9.3.9.2-1**).

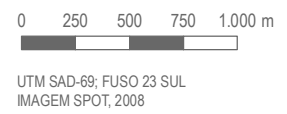
As coletas de sedimento de superfície de fundo, de ambas as campanhas, foram realizadas pela equipe da ASA South America, enquanto as coletas de sedimento de subsuperfície (sondagem), feitas para a campanha de verão na ADA, foram executadas pela equipe da Túzzolo Engenharia, sob supervisão da equipe da ASA South America.


Estas coletas foram executadas objetivando a obtenção de sedimentos através da utilização de dois procedimentos amostrais (dragagem de fundo e sondagem para coleta de amostras ambientais). As amostras coletadas, e devidamente rotuladas e refrigeradas, foram enviadas para análise nos laboratórios Ecolabor e Tecam, ambos localizados no Município de São Paulo, a fim de determinar as características texturais (granulometria), composicionais (porcentagem de metais e compostos orgânicos e inorgânicos) dos sedimentos amostrados e de ensaios ecotoxicológicos, de acordo com o estabelecido na Resolução Conama nº 344/04.

O **Desenho 9.3.9.2-1** apresenta o posicionamento dos pontos de coleta utilizados para obtenção dos sedimentos de superfície na AID (11 pontos - P01 a P10, verão e inverno), e dos sedimentos de superfície e subsuperfície (sondagem) na ADA (14 pontos - PD01 a PD09 e PD13 a PD17, além do ponto PD17A). Os pontos de coletas das amostras da AID foram estabelecidos com base na dimensão da área de estudo, conforme descrito no **Capítulo 9.3.8 - Recursos Hídricos**.



- Área de Influência Direta (AID)
- Área Diretamente Afetada (ADA)
- Trecho em Rodovia (ADA)
- Trecho em Ponte (ADA)
- Limite Municipal
- Pontos de Amostragem de Sedimento






Estudo de Impacto Ambiental

CENTRO PORTUÁRIO INDUSTRIAL NAVAL OFFSHORE DE SANTOS

ASSUNTO

PONTOS DE AMOSTRAGEM DE SEDIMENTOS NA AID/ADA



SÃO PAULO EMPREENDIMENTOS PORTUÁRIOS

CENTRO PORTUÁRIO INDUSTRIAL NAVAL OFFSHORE DE SANTOS

ASSUNTO

PONTOS DE AMOSTRAGEM DE SEDIMENTOS NA AID/ADA

ESCALA	1:35.000	DATA	JUNHO/2011	DESENHO	9.3.9.2-1
--------	----------	------	------------	---------	-----------

Salienta-se que a amostragem na ADA foi definida com base no volume previsto a ser dragado (cerca de 4.600.000 m³) e nas exigências da Resolução Conama nº 344/04 (ver Tabela I desta Resolução). Esta relação do volume dragado *versus* o número de amostras resultou no estabelecimento de 56 amostras para a caracterização dos sedimentos de todo o pacote sedimentar passível de ser removido para o estabelecimento do empreendimento.

No **Quadro 9.3.9.2-1** estão apresentadas as coordenadas projetadas (UTM SAD69) dos pontos de coleta da ADA. As coordenadas dos pontos de coleta da AID foram previamente apresentadas no **Quadro 9.3.8.2-2** (vide item 9.3.8.2 - Abordagem Metodológica e Procedimentos).

Quadro 9.3.9.2-1: Coordenadas dos Pontos de Amostragem de Sedimentos na ADA

Ponto	Coordenadas (UTM_SAD-69)	
	X	Y
PD01	361462.531	7354524.809
PD02	361904.171	7354404.082
PD03	362200.623	7354404.082
PD04	362497.257	7354404.082
PD05	362801.175	7354404.082
PD06	363113.648	7354404.082
PD07	363411.833	7354404.082
PD08	363497.045	7354702.268
PD09	363582.852	7355039.92
PD10	363797.734	7355405.665
PD11	364131.302	7355607.827
PD12	364459.093	7355805.657
PD13	361249.285	7354649.393
PD14	361662.184	7354373.386
PD15	362372.568	7354329.536
PD16	362957.904	7354316.115
PD17	363557.624	7354245.094
PD17A	363557.624	7354245.094

As amostras de superfície de fundo foram coletadas com um pegador de fundo do tipo *Van Veen*, confeccionado em aço inox, de aproximadamente 2,5 litros de capacidade (**Foto 9.3.9.2-1**). Em todos os pontos de coleta foram realizados lançamentos sucessivos do equipamento, até a obtenção de volume suficiente de material para execução de todos os ensaios.

Os sedimentos coletados pelo *Van Veen* foram dispostos em uma caixa plástica de borda alta (campanha de verão) ou em uma caixa de aço inox 316L (campanha de inverno), homogêneos com uma pá de teflon, por um técnico usando luvas cirúrgicas (**Foto 9.3.9.2-2**).



Foto 9.3.9.2-1: Amostrador tipo *Van Veen*



Foto 9.3.9.2-2: Caixa plástica para disposição e homogeneização dos sedimentos após coleta

Para os ensaios granulométricos, foram separados, em cada ponto de amostragem, cerca de 700 g dos sedimentos coletados. Estes sedimentos foram imediatamente acondicionados em potes plásticos grandes fornecidos pelo laboratório de análise, previamente rotulados com os números dos pontos de coleta e com os números de análise do laboratório Ecolabor. Depois, foram armazenados em recipiente (caixas de isopor) refrigerado a cerca de 4°C (\pm 2°C), e transportados ao laboratório em São Paulo, para posterior análise (Foto 9.3.9.2-3).

No laboratório as amostras coletadas foram processadas de acordo com a metodologia estabelecida, consistindo basicamente nos tradicionais métodos de peneiramento das frações arenosas e pipetagem dos sedimentos lamosos (silte e argila).

As amostras coletadas para as análises dos compostos orgânicos adsorvidos nos sedimentos de fundo corresponderam à primeira fração retirada do primeiro lançamento do pegador *Van Veen* (aço inox).



Foto 9.3.9.2-3: Acondicionamento das amostras de sedimento para análise granulométrica

Aproximadamente 70 g de material foram coletados com uma colher de aço inox, para evitar possível contaminação da amostra pelo coletor de teflon (Foto 9.3.9.2-4). Como a amostra foi disposta em uma caixa plástica, a amostra coletada correspondeu à porção superficial do sedimento, garantindo que o mesmo não tivesse contato com o plástico da caixa. A amostra foi armazenada em um frasco de vidro, fornecido e pré-rotulado pelo laboratório de análise, sendo em seguida refrigerada em caixas de isopor especialmente preparadas para a conservação das características composicionais dos sedimentos, durante seu transporte ao laboratório.

Para as análises dos teores de elementos metálicos contidos nos sedimentos de fundo, foram coletados cerca de 70 g de material, cujas amostras foram acondicionadas em um pote plástico pequeno, igualmente fornecido e pré-rotulado pelo laboratório. Essas amostras também foram armazenadas em recipientes refrigerados para o transporte entre o campo e o laboratório.

Os resultados das análises laboratoriais com relação às características texturais (granulometria) e composicionais dos sedimentos (metais, compostos orgânicos e inorgânicos), que são os dados primários, foram comparados aos limites estabelecidos na Resolução Conama nº 344/04 (níveis 1 e 2), bem como com os teores médios dos compostos orgânicos e inorgânicos descritos na literatura científica e apresentados em relatórios de análise ambiental (EIA/Rimas) de empreendimentos projetados, ou em execução, no alto estuário santista.

Para as análises ecotoxicológicas, aproximadamente, 4 kg de sedimentos foram acondicionados em sacos plásticos, rotulados com o número dos pontos de coleta, refrigerados a cerca de 4°C (\pm 2°C) e enviados para análise no Tecam Laboratórios, em São Paulo (Foto 9.3.9.2-5).



Foto 9.3.9.2-4: Acondicionamento das amostras de sedimento para análise de orgânicos



Foto 9.3.9.2-5: Acondicionamento das amostras de sedimento para análise ecotoxicológica

Para caracterizar o pacote de sedimentos passíveis de dragagem, sob os aspectos texturais e geoquímicos, foram executadas 14 sondagens durante a campanha de verão, seguindo uma metodologia de amostragem que permite preservar de maneira indeformada as amostras consolidadas coletadas a diferentes profundidades. As sondagens foram realizadas pela equipe da Túzzolo Engenharia, com supervisão da ASA South America.

As amostras de subsuperfície foram coletadas em amostragens especiais, executadas para análises ambientais, com o emprego da metodologia utilizada para sondagens geotécnicas (sondagem a percussão), executadas sobre um flutuante posicionado com GPS, nos mesmos pontos onde foram obtidas as amostras de superfície de fundo, e devidamente ancorado para impedir seu deslocamento pelas correntes superficiais geradas pelos mecanismos de marés enchente e vazante (Foto 9.3.9.2-6).

Estas amostragens consistem na preparação do furo por cravação de revestimento e lavagem até a profundidade que se deseja amostrar, para, em seguida, ser cravado um amostrador com ponteira cortante, no exato diâmetro de um tubo de plástico especial, inerte, colocado na parte interna do amostrador (Foto 9.3.9.2-7).



Foto 9.3.9.2-6: Flutuante utilizado na coleta das amostras de subsuperfície executadas pela equipe da Túzzolo Engenharia, com supervisão da ASA South America



Foto 9.3.9.2-7: Cravação de revestimento e operação de lavagem de amostras de subsuperfície

Após a cravação do amostrador na profundidade desejada, o tubo interno de plástico, de comprimento de um metro, foi retirado da parte interna do amostrador, fechado em suas porções superior (topo - tampa vermelha) e inferior (base - tampa preta), rotulado e transferido para o ponto de apoio em terra (Foto 9.3.9.2-8). Posteriormente, em Santos, a equipe da ASA South America retirou as amostras dos tubos, e estas foram homogeneizadas e re-amostradas segundo os mesmos procedimentos utilizados para as amostras obtidas da superfície de fundo, refrigeradas a cerca de 4°C ($\pm 2^\circ\text{C}$) em caixas de isopor, sendo em seguida transferidas para o laboratório de análise em São Paulo.

As amostragens foram executadas em profundidades pré-estabelecidas, quando a compacidade do material sedimentar permitia a preservação do material no interior do tubo amostrador, correspondendo, cada sequência amostrada, a intervalos de 1 (um) metro de coluna sedimentar, que corresponde ao comprimento do tubo amostrador.

A partir da cota da superfície do fundo relacionada ao nível zero (DHN), as três primeiras amostras de subsuperfície foram obtidas nos intervalos correspondentes, aproximadamente, aos quatro primeiros metros da sequência sedimentar amostrada (Foto 9.3.9.2-9). Este procedimento foi baseado em informações compiladas em trabalhos acadêmicos, além de análises de teores de metais e contaminantes orgânicos contidos em sequências sedimentares do alto estuário santista, apresentadas em relatórios de impacto ambiental de empreendimentos do alto estuário. Estes resultados indicam a presença de teores mais elevados de metais e contaminantes orgânicos associados, predominantemente, aos primeiros metros das colunas sedimentares, correspondendo aos períodos mais recentes dos processos deposicionais, vinculadas às fases de mais intensa atividade antrópica. Considerando as taxas de sedimentação médias determinadas para as sequências do alto estuário, não é de se esperar que teores mais elevados de metais e contaminantes orgânicos possam estar contidos abaixo de cerca de três metros da coluna sedimentar medida a partir da superfície do fundo atual.



Foto 9.3.9.2-8: Amostrador utilizado para as coletas de subsuperfície



Foto 9.3.9.2-9: Retirada e identificação das amostras de subsuperfície pela equipe da Túzzolo Engenharia

A quarta amostra foi obtida, na maioria dos casos, entre as profundidades de -14 m e -15 m relativas ao nível zero DHN, que corresponde à profundidade limite estabelecida como cota máxima de dragagem para o empreendimento. A quarta amostra PD09 foi obtida entre as profundidades de -9 m e -10 m, enquanto a quarta amostra PD13 foi obtida entre as profundidades de -19 m e -20 m.

A amostra de superfície de fundo coletada com o pegador *Van Veen* corresponde à sequência sedimentar de topo (0-1m), representada também pela letra “S” (p. ex.: PD01-S). As outras amostras da sequência foram coletadas em profundidades já referidas ao zero (DHN) da área. O Quadro 9.3.9.2-2 a seguir apresenta a identificação das amostras e a profundidade de coleta ao referencial zero (DHN).

Quadro 9.3.9.2-2: Relação entre a identificação das amostras de sedimentos e a profundidade de coleta referida ao nível zero da DHN

Ponto	Identificação da amostra	Profundidade de coleta referida ao nível zero da DHN
PD01	PD01-S	-2,21 a -3,21m
	PD01-1	-8 a -9m
	PD01-2	-9 a -10m
	PD01-3	-14 a -15m
PD02	PD02-S	-0,10 a -1,10m
	PD02-1	-8 a -9m
	PD02-2	-9 a -10m
	PD02-3	-14 a -15m
PD03	PD03-S	-0,46 a -1,46m
	PD03-1	-3,8 a -4,8m
	PD03-2	-4,8 a -5,8m
	PD03-3	-14 a -15m
PD04	PD04-S	-0,20 a -1,20m
	PD04-1	-2,1 a -3,1m
	PD04-2	-3,1 a -4,1m
	PD04-3	-14 a -15m
PD05	PD05-S	-1,98 a -2,98m
	PD05-1	-3,9 a -4,9m
	PD05-2	-4,9 a -5,9m
	PD05-3	-14 a -15m
PD06	PD06-S	-1,63 a -2,63m
	PD06-1	-4 a -5m
	PD06-2	-5 a -6m
	PD06-3	-14 a -15m
PD07	PD07-S	-1,73 a -2,73m
	PD07-1	-4,5 a -5,5m
	PD07-2	-5,5 a -6,5m
	PD07-3	-14 a -15m
PD08	PD08-S	-0,37 a -1,37m
	PD08-1	-2 a -3m
	PD08-2	-3 a -4m
	PD08-3	-14 a -15m

Quadro 9.3.9.2-2: Relação entre a identificação das amostras de sedimentos e a profundidade de coleta referida ao nível zero da DHN

Ponto	Identificação da amostra	Profundidade de coleta referida ao nível zero da DHN
PD09	PD09-S	-0,34 a -1,34m
	PD09-1	-3,5 a -4,5m
	PD09-2	-4,5 a -5,5m
	PD09-3	-9 a -10m
PD13	PD13-S	-6,19 a -7,19m
	PD13-1	-17 a -18 m
	PD13-2	-18 a -19m
	PD13-3	-19 a -20m
PD14	PD14-S	-4,11 a -5,11m
	PD14-1	-12 a -13m
	PD14-2	-13 a -14m
	PD14-3	-14 a -15m
PD15	PD15-S	-1,38 a -2,38m
	PD15-1	-3 a -4m
	PD15-2	-4 a -5m
	PD15-3	-14 a -15m
PD16	PD16-S	-7,26 a -8,26m
	PD16-1	-10,6 a -11,6m
	PD16-2	-11,6 a -12,6m
	PD16-3	-14 a -15m
PD17	PD17-S	-4,37 a -5,37m
	PD17-1	-10 a -11m
	PD17-2	-11 a -12m
	PD17-3	-14 a -15m

9.3.9.2.2 Metodologias de análise

Neste item apresentam-se as metodologias de análises adotadas pelos laboratórios Ecolabor (caracterização físico-química dos sedimentos) e Tecam (caracterização ecotoxicológica). Os respectivos laudos analíticos constam no Anexo 9.4.

Caracterização granulométrica

Os procedimentos analíticos referentes às análises granulométricas foram baseadas na Norma Técnica da Cetesb L6 160, de novembro de 1995 (Cetesb, 1995).

Determinação de metais e semi-metais

A determinação de metais e arsênio (As) pelo Laboratório Ecolabor seguiu o procedimento de digestão ácida em forno de microondas, de acordo com o método SW 846 US EPA 3050B para metais e 3051A para As (Usepa, 1986, 1996a, 2007a). Procedeu-se, então, à análise por espectrometria de emissão óptica com plasma indutivamente acoplado (ICP-OES), conforme metodologia SW 846 US EPA 6010C (Usepa, 2007b). Os resultados obtidos para análise do material de referência (RTC, CRM008-050, LOT NR J408) estão dentro dos valores certificados e estão apresentados no Quadro 9.3.9.2-3, a seguir.

Quadro 9.3.9.2-3: Níveis de metais e As em material de referência (RTC, CRM008-050, LOT NR J408)

Elemento	Valor Certificado (mg/kg)	Valor Encontrado (mg/kg)
Arsênio	14,1 ± 1,7	12,2
Cádmio	0,82	0,8
Cromo	48,1 ± 4,8	55,6
Chumbo	95,3 ± 5,7	83,8
Níquel	26,0 ± 2,2	24,3
Zinco	133,5 ± 8,0	133,5
Cobre	36,4 ± 1,5	30,7
Manganês	260,8 ± 10,4	236,0
Mercúrio	0,72 ± 0,03	0,7

Fonte: Ecolabor

Os laudos analíticos do laboratório apresentam, também, os resultados referentes à fortificação de amostras, indicando uma faixa de recuperação para os metais e arsênio entre 84% e 108% no período correspondente à campanha de verão, e entre 93% e 109% à de inverno. Estas faixas de recuperação são adequadas para a validação dos resultados.

Determinação de COT (Carbono Orgânico Total), Nitrogênio (N) e Fósforo (P)

A determinação de COT, N_{total} e P_{total} pelo Laboratório Ecolabor seguiu os seguintes procedimentos constantes no “Standard Methods of Water and Wastewater” (AWWA-APHA-WPCI, 2005a, 2005b):

- N_{total}: SMEWW 21st Methods 4500Norg. B e 4500NH3 C e G;
- P_{total}: SMEWW 21st Methods 4500P E;
- COT: oxidação com dicromato de potássio - IAC.

Os laudos analíticos do laboratório apresentam a recuperação de amostras fortificadas, respectivamente no período correspondente às campanhas de verão e inverno, de 114% e 97% para análise de nitrogênio Kjeldahl total, de 97% e 98% para fósforo total, e de 99% 101% e para COT. Estas faixas são adequadas para a validação dos resultados.

Determinação de compostos orgânicos

A determinação de HPAs pelo Laboratório Ecolabor seguiu o procedimento US EPA SW 846: method 8310, 3550C e 3630C (Usepa, 1986, 1996b, 2007c). Para os compostos organoclorados, a determinação foi feita pelo método SW 846: method 8081B. (Usepa, 2007d).

Os laudos analíticos do laboratório apresentam recuperação entre 86% e 119% para amostras fortificadas para análises de compostos orgânicos semi-voláteis no período correspondente à campanha de verão, e entre 86% e 101% à de campanha de inverno, faixa estas adequadas para a validação dos resultados.

Metodologia dos ensaios ecotoxicológicos

Amostras de sedimentos marinhos superficiais foram avaliadas quanto à toxicidade aguda para invertebrados bentônicos, utilizando testes de toxicidade aguda em sedimento total com *Leptocheirus plumulosus*, seguindo procedimentos descritos em Usepa (1994). De acordo com a Resolução Conama nº 344/04, os testes de toxicidade devem ser realizados em pontos amostrais onde são quantificados contaminantes prioritários entre os níveis 1 e 2 ou se a somatória das concentrações de todos os HPAs estiver acima do valor nível 1 para a soma de HPAs. Para o presente estudo, os testes de toxicidade foram realizados para todas as amostras de superfície de fundo da ADA e AID, para ambas as campanhas (verão e inverno), independente da obrigatoriedade acima descrita.

Os testes de toxicidade foram realizados em datas distintas, sendo utilizado um sedimento controle em cada teste, proveniente de São Sebastião (SP). No total, foram conduzidos cinco testes, sendo dois com as amostras da AID (um para cada campanha) e três com as amostras da ADA.

Foram utilizadas cinco réplicas por amostra de sedimento. Cada réplica continha dez anfípodes jovens com tamanho entre 0,5 e 1,0 mm, cerca de 175 mL de sedimento, 400 mL de água de diluição (com salinidade 20 ‰) e aeração suave. Foram realizadas análises de pH, salinidade e teor de oxigênio dissolvido da água de interface de uma das réplicas nos dias 0, 4, 7 e 10. Foi preparada uma réplica adicional do controle e de cada amostra, sem adição de animais, para realização de análises de pH, salinidade, teor de oxigênio dissolvido da água intersticial do sedimento no início e no final dos testes, além de nitrogênio amoniacal e amônia não ionizada, no início do teste. A obtenção da água intersticial foi feita através da centrifugação do sedimento por 30 minutos a 3.500 rpm.

Também foram realizadas análises de nitrogênio amoniacal no início e no final do teste com a água de interface e intersticial. Os valores de amônia não ionizada foram obtidos por cálculo a partir dos valores de nitrogênio amoniacal, pH, salinidade e temperatura de cada amostra, conforme descrito por Bower & Bidwell (1978).

Após 10 dias de exposição, a mortalidade dos organismos das amostras foi comparada ao controle, utilizando-se as seguintes análises estatísticas:

- Teste de normalidade do Chi-Quadrado (Zar, 1999);
- Teste-F para homogeneidade de variância (Zar, 1999); e
- Teste de hipóteses por bioequivalência (Erickson & McDonald, 1995), com aplicação da constante de proporcionalidade ("r") de 0,80, calculada para a espécie *L. plumulosus* (Prósperi *et al.*, 2008).

9.3.9.2.3 Legislação

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 sobre as margens das águas jurisdicionais brasileiras", aprovada pela 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 29 de setembro de 1972, em Londres (*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 prever, 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, (...) sobre as 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 à "*obtenção, pelo interessado, do respectivo licenciamento ambiental junto ao órgão ambiental competente*".

Nos Anexos do Decreto Federal nº 87.566/82, 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, enquanto 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. 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 nº 87.566/82.

Por volta de 1996, o conhecimento dos efeitos da poluição marinha e a eficácia das opções de controle havia 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 de 1996, não ratificado ainda pelo Brasil, entrou em vigor em 2006 após terem sido atingidos os seguintes critérios:

- Adesão de, pelo menos, 26 Estados quaisquer ao Protocolo por alguma das vias indicadas no artigo 24 (assinatura, ratificação, aceitação, aprovação ou ascensão) e;
- Que, pelo menos, 15 desses 26 Estados já fossem signatários da Convenção de Londres de 1972.

O Anexo 01 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 (04 a 08 de dezembro de 1995) foi adotado o “*Escopo para avaliação de material de dragagem*” (*Dredged Material Assessment Framework*) por meio da Resolução LC52 (18). Esta Resolução foi revista em 1997 e em 2000 foram adotadas “*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.

Desde 1986, diretrizes específicas para tratar a questão da dragagem no contexto da LC 72 já estavam sendo delineadas (“*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 9.3.9.2-1**, 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.

No Brasil, vigora atualmente a Resolução Conama nº 344, de 25 de março de 2004, a qual estabelece diretrizes gerais para a avaliação do material a ser dragado em águas jurisdicionais brasileiras, visando o gerenciamento de sua disposição, seguindo todos os preceitos da LC 72 e suas emendas. Esta resolução encontra-se hoje em revisão no Conama, tratando-se do principal instrumento para orientar a avaliação de qualidade (físico-química e ecotoxicológica) dos sedimentos a serem dragados e subsidiar a tomada de decisão quanto à autorização ou não da disposição destes em águas jurisdicionais brasileiras.

No artigo 3º da referida Resolução são definidos critérios de qualidade, a partir de dois níveis, a saber:

- **Nível 1:** limiar abaixo do qual se prevê baixa probabilidade de efeitos adversos à biota;
- **Nível 2:** limiar acima do qual se prevê um provável efeito adverso à biota.

Os critérios de qualidade fundamentam-se na comparação dos resultados da caracterização química do material a ser dragado, com os Níveis 1 e 2 da Resolução Conama nº 344/04, a fim de orientar o gerenciamento da disposição do material dragado no procedimento de licenciamento ambiental.

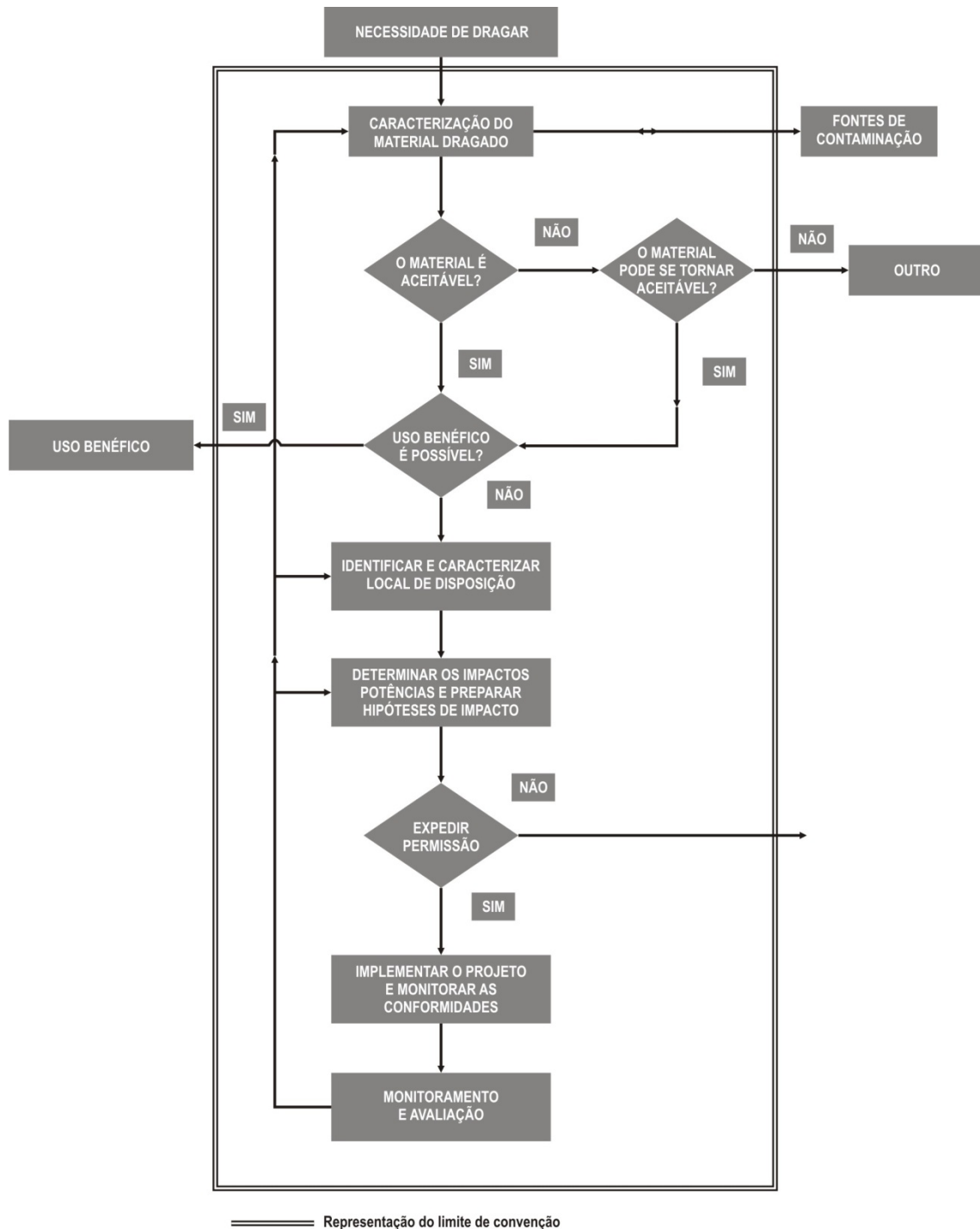


Figura 9.3.9.2-1: Escopo da avaliação de material de dragagem (traduzido de IMO, 2002 - “Specific Guidelines for Assessment of Dredged Material”)

Em seu artigo 7º é definido que o material a ser dragado poderá ser disposto em águas jurisdicionais brasileiras, de acordo com os seguintes critérios:

- Não necessitará de estudos complementares para sua caracterização:
 - Material composto por areia grossa, cascalho ou seixo em fração igual ou superior a 50%, ou
 - Material cuja concentração de poluentes for menor ou igual ao nível 1, ou
 - Material cuja concentração de materiais, exceto mercúrio, cádmio, chumbo ou arsênio, estiver entre os níveis 1 e 2, ou

- Material cuja concentração de Hidrocarbonetos Aromáticos Policíclicos (HPA) do Grupo B estiver entre os níveis 1 e 2 e a somatória das concentrações de todos os HPA estiver abaixo do valor correspondente à soma de HPA.

O material cuja concentração de qualquer dos poluentes exceda o nível 2 somente poderá ser disposto mediante prévia comprovação técnico-científica e monitoramento do processo e da área de disposição, de modo que a biota desta área não sofra efeitos adversos superiores àqueles esperados para o nível 1, não sendo aceitas técnicas que considerem, como princípio de disposição, a diluição ou a difusão dos sedimentos do material dragado.

Além disso, o material cuja concentração de mercúrio, cádmio, chumbo ou arsênio, ou de HPAs do Grupo A estiver entre os Níveis 1 e 2, ou se a somatória das concentrações de todos os HPAs estiver acima do valor correspondente à soma de HPA, deverá ser submetido a ensaios ecotoxicológicos, entre outros testes que venham a ser exigidos pelo órgão ambiental competente ou propostos pelo empreendedor.

9.3.9.3 CARACTERIZAÇÃO DOS SEDIMENTOS DA All

Ambientes costeiros de sedimentação, em especial as planícies costeiras e os estuários, apresentam-se sempre como uma resposta à conjugação de processos encadeados em distintas escalas de tempo e espaço.

As planícies costeiras da Baixada Santista, correspondente à All do futuro empreendimento, os estuários, canais de marés, rios, manguezais e, conseqüentemente, todas as sequências sedimentares que preenchem estes espaços costeiros, têm sua história evolutiva vinculada à herança geológica da origem e evolução da Serra do Mar. Esta origem e evolução, por sua vez, foram responsáveis pela delimitação do espaço físico sobre o qual se estabeleceram estes ambientes deposicionais (em escala geológica de milhões de anos), e ao modelado quaternário associado às variações relativas do nível marinho que induziram o preenchimento sedimentar quaternário dessas planícies (em escala geológica de milhares de anos). A partir deste arcabouço inicial, ganham destaque os processos de dinâmica sedimentar atual, condicionados pelos componentes atmosféricos e oceanográficos (frentes frias, ondas e marés), indutores das alterações na configuração física destes ambientes na escala de tempo humana.

A influência antrópica sobre todo este arcabouço sedimentar, correspondente à quarta vertente de condicionamento do relevo e do padrão dinâmico da área, tem significativa relevância nos sistemas costeiros da Baixada Santista, ao longo do século XX, com especial destaque ao período inicial de ampliação da área portuária do estuário. A esta etapa de desenvolvimento se associou a fase de expansão industrial do complexo hidroelétrico, siderúrgico e petroquímico de Cubatão, de forma acelerada a partir dos anos 1950.

A porção das planícies costeiras de Santos abrangidas pela All do empreendimento está representada por depósitos pleistocênicos e holocênicos formados durante a Transgressão Cananéia (120.000 anos A.P.) e Santos (5.100 anos A.P.), e por depósitos mistos atuais representados por areias e argilas de mangue e pântano e, mais raro, por depósitos de baixios. Depósitos continentais de aluviões, corpos de tálus e coluviões são observados localmente. Tais sedimentos ocorrem até o sopé da Serra do Mar ou, ainda, podem estar depositados no entorno de morros e morrotes isolados, pertencentes às unidades pré-cambrianas.

Suguio & Martin (1978), para as áreas estuarinas da Baixada Santista compreendida nos limites correspondentes à All do empreendimento, individualizaram depósitos holocênicos marinhos e lagunares constituídos por areias e argilas relacionados aos sedimentos flúvio-lagunares e de baías.

De acordo com Suguio & Martin (*op.cit.*), a gênese destas planícies está diretamente vinculada aos mecanismos de variação do nível marinho ocorrido ao longo do Quaternário superior quando, nos máximos transgressivos do Pleistoceno superior (Transgressão Cananéia - 120.000 anos A.P.), e do Holoceno (Transgressão Santos - 5.100 anos A.P.), a área foi recoberta pelas águas marinhas que atingiram, respectivamente, cotas entre 8 e 10 metros acima do nível atual, no evento Cananéia e, entre 4 e 5 metros, no evento Santos. Na planície costeira Itanhaém-Santos, por ocasião da Transgressão Cananéia, o mar atingiu o sopé da Serra do Mar (Suguio & Martin, *op.cit.*).

No intervalo entre esses máximos transgressivos, com o recuo pronunciado do nível marinho durante o Último Máximo Glacial (~110 metros), que expôs totalmente as atuais planícies costeiras e quase toda a plataforma continental paulista foram depositados cordões arenosos sobre o conjunto de sedimentos argilo-arenosos transicionais e de areias litorâneas transgressivas.

Na planície costeira de Santos é possível que as areias regressivas dos cordões litorâneos tenham recoberto apenas parte da planície atual (Suguio & Martin, op.cit.).

Neste evento regressivo que teve seu máximo há cerca de 17.000 anos, os sedimentos expostos sofreram erosão, originando os vales que, durante o evento transgressivo subsequente, foram afogados formando-se extensas lagunas onde se depositaram sedimentos argilo-arenosos, ricos em matéria orgânica. Suguio & Martin (op.cit.) indicam, a partir de numerosas sondagens que, em certas partes da planície costeira de Santos, esses depósitos lagunares podem atingir até cerca de 50 metros de espessura.

Ainda ao longo deste evento também ocorreu a erosão das partes mais elevadas dos cordões arenosos pleistocênicos, possibilitando a re-sedimentação holocênica desses materiais erodidos.

A partir do máximo transgressivo holocênico, quando a linha de costa recuou para seu nível atual, originou-se um segundo conjunto de cordões arenosos. Nas planícies costeiras de Santos, à medida que o nível do mar assumia sua posição atual, foi formada, por trás desses depósitos arenosos, uma vasta laguna que foi parcialmente colmatada e colonizada pela vegetação de mangue, e um conjunto de sedimentos finos onde predominam os sedimentos lamosos, com maior frequência de frações tamanho silte.

A obtenção das características texturais e geotécnicas das seqüências sedimentares que preenchem o compartimento costeiro da Baixada Santista está apresentada de forma mais ampla nos estudos desenvolvidos por Suguio & Martin (1978) e Massad (1986, 1999).

Suguio & Martin (op.cit.) estudaram as argilas marinhas muito moles a moles do subsolo da Rodovia Cônego Domenico Rangoni, pertencentes aos sedimentos flúvio-lagunares que se depositaram no Holoceno, a partir de 7.000 anos A.P., e que constituem as argilas transicionais que recobriram as depressões formadas a partir da erosão dos sedimentos mais antigos, e depositadas no sistema a partir do recuo ao nível marinho no pleistoceno superior. As principais características referentes aos sedimentos argilosos que compõem significativa parte da coluna sedimentar que preenche os canais estuarinos referem-se à sua alta compressibilidade e baixa resistência.

As investigações de subsuperfície descritas em Massad (1986) indicaram que em profundidades maiores foi verificado o amplo predomínio de depósitos argilosos com até algumas dezenas de metros de espessura, representantes dos sedimentos flúvio-lagunares “holocênicos” (idades presumidas). Antes da base do depósito e recobertas por sedimentos argilosos foram atingidas areias que, possivelmente, formam camadas arenosas distribuídas na base dos sedimentos flúvio-lagunares.

9.3.9.4 CARACTERIZAÇÃO DOS SEDIMENTOS DA AID

O Sistema Estuarino de Santos representa um dos mais importantes exemplos brasileiros de degradação ambiental (Lamparelli *et al*, 2001). A Baixada Santista tem mais de 1,6 milhões de habitantes, número que pode dobrar durante o verão (PPA, 2010). Além disso, a região comporta o complexo industrial mais importante do país, o Complexo de Cubatão, que, em 1998, tinha cerca de 1.100 indústrias incluindo petroquímicas, siderúrgicas e de fertilizantes, descarregando no estuário cerca de 100.000 kg/mês de vários poluentes, tais como metais e produtos petroquímicos (Cetesb, 2001).

Todos os levantamentos acerca da composição textural e dos teores de metais contidos nos sedimentos da atual superfície de fundo e das camadas de topo do pacote sedimentar quaternário, que preenchem os canais lagunares do Estuário Santista, afirmam que as concentrações anômalas de metais pesados, potencialmente tóxicos, e dos compostos orgânicos a eles associados podem ser potencialmente creditadas a três áreas fontes distintas:

- Os sedimentos provenientes da erosão das rochas da Serra do Mar;
- Os efluentes gerados pela indústria da região e/ou os efluentes domésticos; e
- Os sedimentos marinhos carregados a partir da plataforma interna próxima.

Os estudos disponíveis sobre os mecanismos de dinâmica sedimentar do estuário possibilitam afirmar que os níveis de contaminação dos sedimentos de fundo existentes no alto estuário não podem ter origem nos materiais atualmente dispostos na Baía de Santos e na plataforma continental contígua, visto que a dinâmica do sistema não possibilita a importação destes sedimentos para a região do alto estuário.

O fluxo residual no sistema estuarino santista contempla uma resultante para fora do estuário, e não fluxos que possibilitem o transporte no sentido oposto.

As águas dos rios provenientes da Serra do Mar adentram o estuário, em especial na região do Canal do Porto, originando um predomínio de fluxo unidirecional que se propaga em direção à baía.

As rochas do embasamento da Serra do Mar apresentam baixos níveis dos metais analisados, não sendo conhecida na literatura nenhuma anomalia metálica, a qual pudesse ser atribuída uma área fonte potencial para os níveis metálicos encontrados nos sedimentos do alto estuário. As rochas presentes na Serra do Mar contêm metálicos em sua estrutura, como elementos formadores das rochas.

Ainda assim, as concentrações dos elementos metálicos nos sedimentos provenientes do complexo serrano são menores que as existentes nas rochas, visto que, como produtos de lixiviação, são liberados para o meio, mas em proporções irregulares.

Os metais se associam às argilas e matéria orgânica, se depositando em zonas de baixa energia do alto estuário, ou sendo exportados a partir destas áreas para além dos limites do Canal da Bertioega e da Baía de Santos.

Desta forma, todos os estudos são unânimes em afirmar que os altos níveis de concentração de elementos metálicos, contidos nos sedimentos de superfície de fundo dos canais, derivam substancialmente do incremento da atividade antrópica decorrente da ocupação e da industrialização no entorno do estuário, a partir do início dos anos 1950.

Para o diagnóstico das características texturais e composicionais dos sedimentos que recobrem as planícies e preenchem os canais estuarinos da AID, somente foram compilados e interpretados dados bibliográficos, com especial destaque para estudos ambientais que foram desenvolvidos na região da baía e do estuário santista.

Diversos foram os levantamentos geoquímicos realizados objetivando identificar os valores das concentrações de macro e micro elementos contidos nos sedimentos do fundo atual dos canais do estuário santista. Estes levantamentos possibilitaram não apenas o conhecimento dos teores dos elementos metálicos contidos nos sedimentos dos canais lagunares, mas também serviram de índices para identificar o conjunto de sedimentos “contaminados”, ou não, para fins de licenciamento ambiental. Desta forma, são limitados os conjuntos de dados disponibilizados em artigos da literatura científica, sendo que os EIA/RIMA e os relatórios Cetesb se constituem na fonte mais sistematizada de dados disponíveis.

As análises estatísticas que possibilitam a obtenção dos valores médios dos teores de metais contidos nos sedimentos do estuário são muito limitadas em relação à confiabilidade de resultados. Esta limitação está associada à impossibilidade de recuperação da metodologia de análise empregada na obtenção das concentrações, na falta de indicação da existência, ou não, de análise de amostras de referências certificadas que conferem confiabilidade aos resultados e, principalmente, a disposição espacial das redes de amostragem que não seguem a um padrão de recobrimento geral da área. As amostragens no estuário normalmente apresentam um padrão de coleta associado a questões relacionadas a estudos ambientais, vinculadas a empreendimentos diversos (*e.g.* Embraport, Cosipa), ou a simples caracterização de níveis de concentração em diferentes segmentos dos canais estuarinos como os apresentados em Cetesb (1994, 1995, 1998 e 1999), consolidados em Cetesb (2001)

Neste levantamento de dados secundários, dados históricos foram compilados os estudos executados em Cetesb (2001), Abessa (2002), Codesp (2002), Embraport (2003), Cosipa (2004), BTP (2008), Brites (2010) e de trabalhos científicos publicados ainda nos anos 1970/1980 por equipes do IPT/SP, e ao longo da última década, desenvolvidos predominantemente por pesquisadores do IOUSP.

9.3.9.4.1 Caracterização Granulométrica

A distribuição sedimentar da atual superfície de fundo do alto estuário santista é composta, predominantemente, de sedimentos finos (lamas), ricos em matéria orgânica e com alto teor de água incorporado às lamas superficiais. Secundariamente, são identificados depósitos de sedimentos areno-argilosos contíguos às ilhas arenosas presentes no alto estuário, normalmente envolvidos por manguezais ou nas desembocaduras dos canais fluviais que adentram o sistema estuarino.

Ao longo do Canal do Porto e no Canal de Bertioga até o Largo do Candinho, o mapeamento sedimentar realizado por Fúlfaro & Ponçano (1976) e Hurtado (2003), respectivamente, indicam a predominância de sedimentação lamosa.

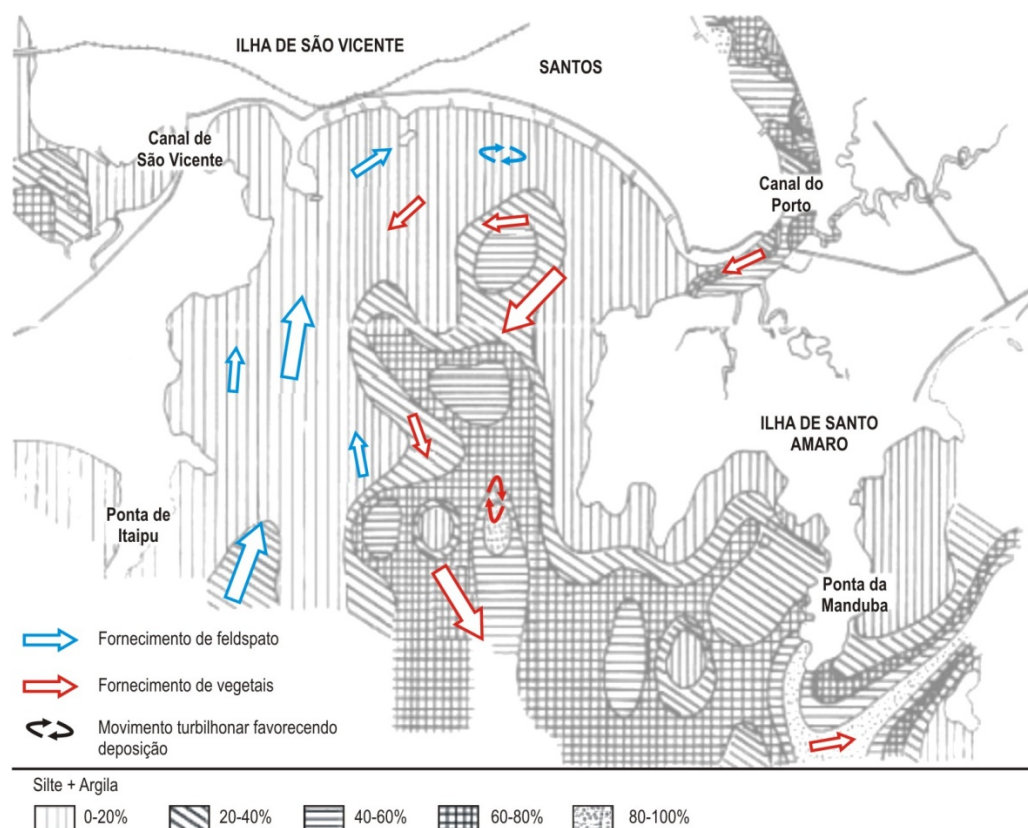
Ao longo destes canais, os sedimentos que recobrem a atual superfície de fundo são, predominantemente, constituídos de sedimentos finos de carga em suspensão (lamas) e, de modo subordinado, depósitos arenosos finos associados à carga de tração junto ao fundo. Estes segmentos do estuário santista apresentam 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 sedimentação. Particularmente no Canal de Bertioga, esta dinâmica sedimentar de baixa energia, responsável pela deposição de termos lamosos, associada aos processos hidrodinâmicos fortemente condicionados às correntes de maré, são importantes condicionantes ao estabelecimento e manutenção dos manguezais distribuídos ao longo de todo o canal.

Na Baía de Santos, de acordo com Fúlfaro & Ponçano (1976), a sedimentação atual é comandada basicamente pela movimentação das correntes, resultado da interferência das águas oceânicas com as águas provenientes do estuário sendo, portanto, o mecanismo hidrodinâmico determinante na sua compartimentação sedimentar.

O mapeamento sedimentar realizado por estes autores indica que na área localizada a oeste da baía, ao largo da Ponta de Itaipu, são encontrados sedimentos predominantemente arenosos, dispostos em faixas aproximadamente paralelas ao sentido predominante das correntes costeiras que os transportam e depositam ao longo das praias de São Vicente e Santos.

Nas porções central e leste da baía ocorre o predomínio de sedimentos siltosos e argilosos, transportados em suspensão pelos fluxos, provenientes do estuário, sendo que o fluxo que os transporta barra e se associa às correntes provenientes da porção mais a oeste, ocasionando a deposição de parte desta carga de sedimentos finos. Este fluxo ainda é direcionado para a Ponta da Munduba, onde é defletido para a Ilha da Moela, afastando-se então da linha de costa.

Estudos posteriores executados por Fukumoto (2003) utilizando o conteúdo de matéria orgânica contida nos sedimentos de superfície de fundo do Estuário e Baía de Santos, após a construção e operação do Emissário Submarino José Menino, identificaram na área da Baía de Santos três centros principais de sedimentação, com maior deposição de sedimentos finos e de matéria orgânica sedimentar, a saber: (1) desembocadura do Canal do Porto; (2) oeste da Ponta da Manduba; e (3) Centro-oeste da Baía de Santos (**Figura 9.3.9.4-1**).



Fonte: Fukumoto, 2003

Figura 9.3.9.4-1: Caracterização textural e circulação na Baía de Santos

Na desembocadura do Canal do Porto, a sedimentação está possivelmente relacionada à quebra da energia do fluxo no encontro das águas do canal com as da baía. Embora seja grande o aporte continental, há uma contribuição significativa de sedimentos marinhos nesta porção, com os teores de CaCO_3 mais elevados da área. Porém, é importante notar que o maior aporte terrígeno dá-se a NW da Ilha de Santo Amaro, e não exatamente em frente à desembocadura, o que pode ser atribuído à hidrodinâmica da baía.

Na Ponta da Manduba, a sedimentação está relacionada diretamente a fatores hidrodinâmicos e provavelmente em décadas anteriores, a influência do descarte do sedimento de dragagem do Canal do Porto.

A sedimentação no centro-oeste da Baía de Santos pode ser explicada de duas formas: (a) pelo controle sedimentar exercido pela hidrodinâmica da área, resultando em aporte de sedimentos marinhos vindos de sudoeste (essa porção da área apresenta significativa contribuição marinha, com altos teores de CaCO_3 e baixas razões C/N); e (b) pela influência do Emissário Submarino do José Menino, construído ao longo da década de 1970, para conduzir os resíduos de esgoto provenientes da Estação de Tratamento de Água da Sabesp. O emissário submarino pode ser responsável pela presença de um núcleo de alta razão C/S no centro da área (maior oxidação), ao contrário do que seria esperado em uma porção onde há significativa sedimentação de materiais pelíticos. O fluxo do emissário submarino pode ter agido como barreira hidráulica, alterando a circulação nessa porção da área, criando um ambiente propício ao desenvolvimento de organismos marinhos, o que justificaria os altos teores de CaCO_3 e as baixas razões de C/N.

Os sedimentos de fundo coletados na malha de AID apresentam uma maior heterogeneidade de termos granulométricos, com predomínio de sedimentos finos, com mistura de siltes como o termo granulométrico mais abundante e, secundariamente, areias finas a muito finas e argilas. Estes tipos de sedimentos muito finos, associados a elevados teores de matéria orgânica e água correspondem ao tipo sedimentar mais frequente na superfície de fundo, na maioria das áreas do alto estuário (Quadro 9.3.9.4-1).

Quadro 9.3.9.4-1: Valores em porcentagem das classes granulométricas (grânulos, areias, silte, argila e lama) e a correspondente classificação textural (Shepard, 1954) dos sedimentos coletados da AID

Ponto Amostral	Campanha	% seixas e grânulos	% areia	% silte	% argila	% lama	Classificação Textural Shepard (1954)
P01	Verão	0,35	33,27	61,36	10,35	71,71	silte argiloso
	Inverno	0,00	19,56	44,01	36,41	80,42	silte argiloso
P02	Verão	0,00	16,85	82,46	5,84	88,30	silte
	Inverno	0,16	13,96	54,74	35,12	89,86	silte argiloso
P03	Verão	1,05	17,39	63,83	17,74	81,57	silte areno argiloso
	Inverno	1,15	36,95	62,89	3,53	66,42	silte arenoso
P04	Verão	11,82	19,88	67,18	5,73	72,91	silte arenoso
	Inverno	0,59	10,40	60,04	30,92	90,96	silte argiloso
P05	Verão	1,74	43,38	41,06	11,07	52,13	areia siltosa
	Inverno	0,03	43,07	43,39	19,96	63,35	areia siltosa
P06	Verão	0,32	10,95	81,91	7,15	89,06	silte
	Inverno	1,14	19,58	48,69	35,40	84,09	silte argiloso
P07	Verão	0,01	33,54	51,13	12,55	63,68	silte arenoso
	Inverno	0,17	35,54	44,97	21,94	66,91	silte arenoso
P08	Verão	10,04	50,63	29,69	12,94	42,63	areia siltosa
	Inverno	4,92	43,10	35,01	21,70	56,71	areia siltosa
P09	Verão	0,13	17,62	68,00	16,03	84,03	silte areno argiloso
	Inverno	0,03	6,31	43,71	52,51	96,22	argila siltosa
P10	Verão	0,44	45,99	40,53	12,62	53,15	areia siltosa
	Inverno	0,08	56,10	24,59	23,88	48,47	areia lamosa
P11	Verão	0,15	63,81	29,66	7,50	37,16	areia siltosa
	Inverno	0,00	69,87	20,41	13,17	33,58	areia lamosa

Desta forma, pode-se considerar os sedimentos coletados nos pontos amostrais da malha da AID como representativos do predomínio de sedimentos siltosos e arenosos muito finos que preenchem os canais do alto estuário santista. As variabilidades texturais entre as amostras coletadas nos pontos amostrais têm relação com as variabilidades de intensidades das correntes que se propagam em áreas mais abrigadas, junto às margens ou nos setores mais expostos dos canais estuarinos.

9.3.9.4.2 Caracterização Composicional - Metais e Semi-metais

Com o objetivo de caracterizar a contaminação dos sedimentos da região do Estuário de Santos e compará-los com os dados analíticos obtidos dos sedimentos coletados na AID, foram compilados e interpretados os dados dos relatórios e textos de trabalhos científicos e relatórios técnicos e EIAs, compreendendo preferencialmente os resultados de amostragens realizadas a partir da última década do século XX, sendo tomados como referência das análises os dois níveis estabelecidos para água salina-salobra estabelecidos pela Resolução Conama nº 344/04.

Com relação aos valores de metais contidos nos sedimentos do Estuário de Santos, a mais abrangente e sistemática compilação de dados obtidos para a avaliação das características ambientais dos sedimentos do estuário santista foi realizada pela Cetesb, ao longo de 1997 e 1999, com os resultados consolidados em 2001 através do relatório “Sistema Estuarino de Santos e São Vicente” (Cetesb, 2001).

Posteriormente, ao longo da primeira década do século XXI, um conjunto de estudos patrocinados pela Companhia Docas do Estado de São Paulo - Codesp teve como escopo principal a caracterização do grau de contaminação dos sedimentos dos fundos dos canais do porto e do alto estuário.

Entre os trabalhos científicos sobre o conteúdo das concentrações médias de metais contidos nos sedimentos do alto estuário santista, o de maior confiabilidade são apresentados por Luiz-Silva *et al.* (2006), que encontraram maiores concentrações de Co, Cu, Fe, Hg, Mn, Ni, Zn, Pb e V em rios que deságuam no estuário santista, tendo servido de base de comparação com os resultados obtidos neste trabalho.

O **Quadro 9.3.9.4-2** apresenta os valores médios de concentração de metais contidos nos sedimentos do alto estuário santista apresentados por Luiz-Silva *et al.* (2006).

Quadro 9.3.9.4-2: Concentrações de metais pesados em mg.kg^{-1} em sedimentos depositados nos canais fluviais de rios do deságua no estuário santista

Elementos	Alto estuário
As	8,50
Ba	81,00
Co	9,60
Cu	40,30
Fe	5,10
Hg	0,80
Mn	932,10
Ni	22,40
Pb	34,10
V	41,70
Zn	145,00

Fonte: Luiz-Silva *et al.*, 2006.

O levantamento, executado pela Cetesb ao longo dos anos de 1997, 1998 e 1999, consolidado no relatório Cetesb (2001), envolveu a coleta de 68 amostras de sedimentos compreendendo a bacia do Rio Cubatão (12 amostras), o Estuário de Santos (27 amostras), Estuário de São Vicente (17 amostras) e a Baía de Santos (12 amostras). Dentre os pontos amostrais realizados, os designados como I, II, III, IV, V, VII e VIII, amostrados em 1997, e os pontos 5, 7, 10 e 24, coletados em 1999, e inseridos no relatório como parte do compartimento estuário de Santos, estão localizados na ADA, sendo utilizados como valores inseridos dentro da AID deste estudo.

Os resultados das coletas de 1998 na região do alto estuário santista indicaram a presença de cobre, chumbo, mercúrio e zinco acima do nível 1 da Resolução Conama nº 344/04. Porém, todos os resultados indicavam teores correspondentes a valores inferiores ao nível 2 desta resolução.

Como conclusão geral, o relatório Cetesb (2001) indica que a matriz sedimento apresentou a maior variabilidade de contaminantes, bem como a maior frequência de detecção comparativamente a matriz água e aos organismos. Desta forma, também indica que estes contaminantes podem, em determinadas condições do meio, ser re-disponibilizados para a coluna d'água.

Abessa (2002) realizou amostragem de 25 pontos de sedimentos superficiais do fundo com um pegador do tipo "Petersen", de aço inox, compondo a amostra de cada ponto a partir da somatória de cerca de 10 lançamentos bem sucedidos do pegador. Neste estudo, os pontos 1 a 4 (Canal do Porto de Santos), 5 a 8 (Canal de Piaçaguera), 9 (Rio Casqueiro), 16,18, 20 e 21 (Baía de Santos) e 24 (Canal de Bertioga), foram considerados como referências comparativas para as análises apresentadas neste estudo.

O trabalho de Abessa (2002) conclui que a possível origem dos contaminantes encontrados está relacionada às atividades industriais e portuárias e, em menor grau, às descargas de resíduos domésticos.

As séries de estudos patrocinados pela Codesp (Cosipa, 2004; Codesp, 2002), realizaram coletas de sedimentos de fundo na região dos terminais de contêiner (Tecon I e Tecon II). As coletas foram realizadas em março de 2004 (Tecon II), em três pontos amostrais distintos: o primeiro localizado

junto ao final do píer, o segundo junto ao *dolfin* central do píer e o terceiro afastado cerca de 100 m do costado do píer. Os sedimentos foram coletados com uma draga “*Ekman*” construída em aço inox, e que penetra cerca de 10 cm na camada do fundo.

Neste levantamento, foram detectadas concentrações entre os níveis 1 e 2 (Conama nº 344/04), para mercúrio, dibenzo(a,h)antraceno e para bifenilas policloradas totais.

Em abril de 2004, os levantamentos foram executados no terminal de contêineres I (Tecon I), situado ao lado do Tecon II. Neste levantamento, também foram amostrados três pontos. Porém, diferentemente da amostragem anterior, foram coletadas amostras em três profundidades em cada ponto amostral. Em superfície, as coletas foram realizadas com um amostrador do tipo *Van Veen*, a 0,50 cm de profundidade com a cravação de um tubo de PVC, fechado, com tampas para vedação e preservação do material e entre 1 e 2 metros de profundidade com o auxílio de um amostrador desenvolvido pela DTA Engenharia, que recolhe uma coluna indeformada de sedimento rico em água sem contaminação com o meio externo.

Em 2005, novamente a DTA Engenharia realizou coleta e análise de sedimento para a Codesp, objetivando atender às solicitações constantes do Termo de Referência onde estavam detalhados os padrões e/ou procedimentos aceitos pela Cetesb.

As coletas foram executadas em 14 pontos amostrais onde as amostras de fundo foram coletadas com um amostrador tipo *Van Veen* de aço inox. As amostras de subsuperfície foram obtidas com o emprego do amostrador DTA. Ainda em janeiro de 2005, a DTA executou para a Codesp uma campanha para coleta de sedimentos nas secções 1, 2 e 3 do canal de acesso do Porto de Santos para subsidiar o monitoramento das atividades de dragagem destes segmentos do canal.

Os dados obtidos para este levantamento indicaram baixos níveis de contaminação sendo que todos os resultados analíticos situaram-se abaixo do nível 1 da Resolução Conama nº 344/04.

Em 2005, a Empresa Brasileira de Terminais Portuários - Embraport realizou um estudo da área estuarina com a finalidade de caracterizar ambientalmente o pacote de sedimentos a ser dragado.

Neste levantamento, foram coletados sedimentos em 12 pontos entre setembro e outubro de 2005, sendo utilizada uma draga do tipo *Van Veen* para coleta dos sedimentos superficiais. Para os sedimentos coletados em subsuperfície, foram utilizadas as técnicas de penetração de um tubo de alumínio por vibração (*vibrocorer*), ou de sondagem a percussão dependendo da profundidade pretendida.

As análises destes materiais indicaram a presença de alguns contaminantes, como metais e orgânicos acima do nível 1, indicando a possibilidade de que o material a ser dragado apresentava características que poderiam ser adversas à biota aquática.

O trabalho realizado pela Brasil Terminais Portuários - BTP em 2008 teve como objetivo a caracterização dos sedimentos a serem dragados na área de implantação de um terminal portuário. Amostras de sedimentos para análises correspondentes às exigências da Resolução Conama nº 344/04 foram coletadas em 8 (oito) pontos amostrais em superfície e também em profundidade.

A posição geográfica do Terminal BTP frontal à Ilha dos Bagres, no alto estuário santista, determinou a utilização de todos os resultados de caracterização textural e geoquímica dos sedimentos na análise das características dos sedimentos da ADA do empreendimento.

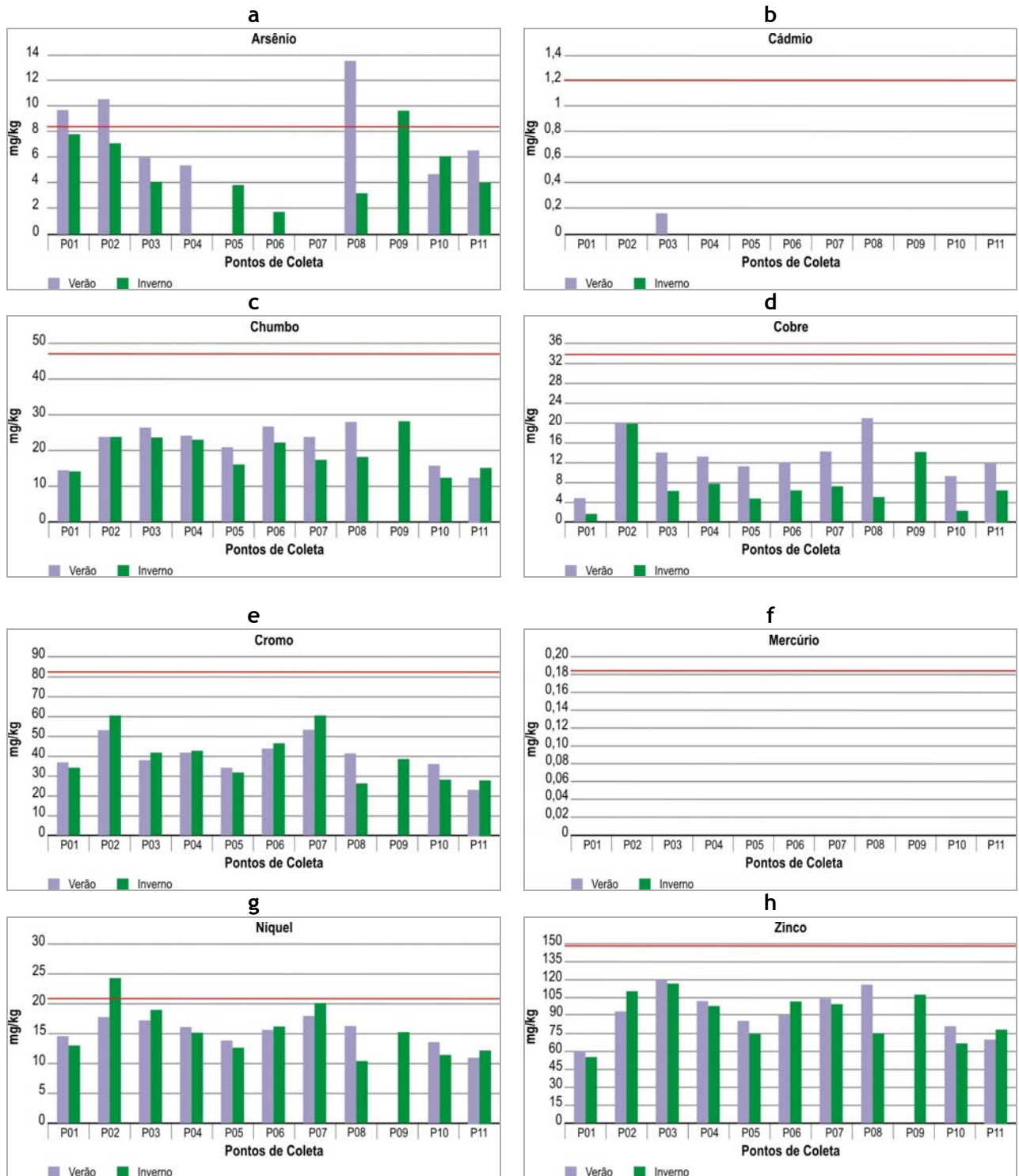
Os resultados obtidos para os níveis de metais na AID da região de estudo, nas campanhas de verão e inverno, estão apresentados no **Quadro 9.3.9.4-3**. O **Gráfico 9.3.9.4-1** apresenta os comparativos de distribuição dos metais nos pontos de coleta, em relação aos níveis (1 e 2) estabelecidos pela Resolução Conama nº 344/04.

Quadro 9.3.9.4-3: Níveis de metais e As em amostras de sedimentos marinhos superficiais da AID para as campanhas de verão e inverno

Parâmetros	Unidades	Nível 1	Nível 2	Campanha	P01	P02	P03	P04	P05	P06	P07	P08	P09	P10	P11
Arsênio	mg As/kg	8,2	70	Verão	9,84	10,6	6,06	5,44	<1,5	<1,5	<1,5	13,6	<1,5	4,56	6,57
				Inverno	7,84	7,09	4,18	<1,5	3,73	1,88	<1,5	3,36	9,62	6,06	3,94
Cádmio	mg Cd/kg	1,2	9,6	Verão	<0,11	<0,11	0,16	<0,11	<0,11	<0,11	<0,11	<0,11	<0,11	<0,11	<0,11
				Inverno	<0,11	<0,11	<0,11	<0,11	<0,11	<0,11	<0,11	<0,11	<0,11	<0,11	<0,11
Chumbo	mg Pb/kg	46,7	218	Verão	14,1	23,9	26	24,1	20,6	26,7	23,1	27	<0,77	15,9	12,4
				Inverno	13,8	24	23,5	23,2	16,2	22,2	17,6	18,1	28,2	12,2	14,8
Cobre	mg Cu/kg	34	270	Verão	4,49	19,8	14,2	13	11	11,7	14,1	21,1	<0,35	9,04	11,5
				Inverno	1,21	19,8	6,19	8,08	4,37	5,98	6,89	4,64	14,2	2,12	6,14
Cromo	mg Cr/kg	81	370	Verão	36,7	52,9	37,4	41,6	34,1	43,6	52,8	40,6	<0,54	36,5	23
				Inverno	33,4	59,9	40,6	41,9	31,4	46,3	60	25,6	38,5	28,4	27,6
Mercúrio	mg Hg/kg	0,15	0,71	Verão	<0,012	<0,012	<0,012	<0,012	<0,012	<0,012	<0,012	<0,012	<0,012	<0,012	<0,012
				Inverno	<0,012	<0,012	<0,012	<0,012	<0,012	<0,012	<0,012	<0,012	<0,012	<0,012	<0,012
Níquel	mg Ni/kg	20,9	51,6	Verão	14,4	17,5	17,2	15,8	13,9	15,4	17,8	16,3	<0,31	13,5	10,8
				Inverno	12,8	24,1	18,9	15,1	12,7	16,1	19,7	10,3	15	11,4	12
Zinco	mg Zn/kg	150	410	Verão	60	92	119	101	85	90	102	115	<0,5	80	69
				Inverno	55	110	116	98,3	73,3	101	98,5	74	107	66	77

Valor acima do Nível 1 da Resolução do Conama 344/04.

Gráfico 9.3.9.4-1: Níveis de metais e As em amostras de sedimentos marinhos superficiais da AID para as campanhas de verão e inverno. A linha vermelha indica o Nível 1 previsto na Resolução Conama nº 344/04



A partir dos resultados observados, nota-se que os metais não apresentaram valores acima do nível 1 da Resolução Conama nº 344/04 para as regiões analisadas e estão abaixo de valores obtidos anteriormente na região que compreende o alto estuário santista para ambas as campanhas, com exceção do níquel no ponto P02, durante a campanha de inverno.

O arsênio apresentou teores na AID acima do nível 1 da Resolução Conama nº 344/04 para ambas campanhas.

De maneira geral, a análise dos valores deste elemento encontrados nos sedimentos do estuário santista, em particular nos segmentos compreendidos entre o Largo do Candinho (Município de Bertiooga), o Canal do Casqueiro (Santos/São Vicente) e o alto Canal do Porto de Santos (Santos), indica que o As está presente em sedimentos do sistema estuarino e marinho, originário de fontes difusas, em níveis ligeiramente superiores, ou pouco abaixo do nível 1 da Resolução Conama nº 344/04, coerente com o valor médio apresentado por Luiz-Silva *et al.* (2006), ligeiramente inferior ao nível 1 (8,2 mg/kg).

Quináglia (2006), estabeleceu como valor basal para a região teor de arsênio de 9,84 mg/kg, a partir da análise de amostras de sedimentos coletadas em diversas regiões do estuário. Ressalta-se que este valor é superior ao nível 1 estabelecido pela Resolução Conama nº 344/04.

Na região da Alemoa, no alto estuário, na margem do canal oposta à Ilha dos Bagres, os levantamentos executados pela BTP indicaram, em duas amostras, concentrações de arsênio superiores ao nível 1, com um valor máximo de 9,07 mg/kg.

No Largo de Santa Rita, a caracterização realizada para implantação do Terminal Brites (Brites, 2010), mostrou que metais e arsênio foram quantificados em diversas amostras, porém apenas arsênio, níquel, zinco e mercúrio foram quantificados em valores superiores ao nível 1 da Resolução Conama nº 344/04, sendo que mercúrio foi detectado em algumas amostras acima do nível 2. O arsênio foi quantificado em todas as amostras analisadas (175 amostras), estando acima do nível 1 em 76% dos casos.

9.3.9.4.3 Caracterização Composicional - Contaminantes Orgânicos

Os hidrocarbonetos configuram uma classe de compostos orgânicos presentes tanto na constituição da matéria orgânica de origem vegetal e animal como na composição do petróleo, e como produto da queima incompleta de combustíveis fósseis (NRC, 1985), o que lhes confere um grande potencial como indicadores dos níveis e a proveniência do material de origem natural e antrópica no ambiente. Dentre esses compostos, estão os hidrocarbonetos policíclicos aromáticos (HPAs) que tem origem predominante antrópica. Fontes significativas destes compostos incluem efluentes industriais e esgotos domésticos, incineração de lixo, derramamentos de petróleo e queima de combustíveis fósseis.

Na Baixada Santista não existem dados históricos de contaminação por HPAs nas águas, sedimentos ou organismos aquáticos, o que impede uma análise em escala temporal desses poluentes. Alguns trabalhos mais recentes sobre contaminação por HPAs foram desenvolvidos na região de estudo. Lamparelli *et al.* (2001) realizaram um estudo para avaliar a contaminação da água, dos sedimentos e dos organismos aquáticos do Sistema Estuarino de Santos e São Vicente e a Baía de Santos, relacionando-a com as fontes potenciais de poluentes existentes na região; com o intuito de fornecer subsídios técnicos às ações de prevenção da contaminação, de controle da poluição e de recuperação ambiental na Baixada Santista, além de apoiar o gerenciamento costeiro subsidiando o zoneamento ecológico-econômico da Região Metropolitana da Baixada Santista e suas revisões. Os valores obtidos de concentração HPAs em totais sedimentos indicaram que a região próxima ao Canal de Piaçaguera apresentou elevadas concentrações (109200 a 733700 µg/kg peso seco), bem acima do nível 2 da Resolução Conama nº 344 de 3000 µg/kg. Concentrações relativamente altas de HPAs também foram observadas ao longo do Rio Cubatão (5028 µg/kg peso seco) e em outros pontos do alto estuário (246 a 5855 µg/kg).

Outros trabalhos realizados ao longo do estuário (Nishigima *et al.*, 2002; Medeiros & Bicego, 2004; Bicego *et al.*, 2006) também observaram valores de concentração de HPAs muito elevados nas proximidades da Cosipa (atual Usiminas) e na maioria das amostras, que apresentou concentrações similares às encontradas em regiões poluídas (Maher & Aislabie, 1992; Burns *et al.*, 1990; Ehrhardt & Burns, 1993), ou em locais onde ocorreram grandes derrames de óleo, como no Golfo Pérsico, durante a guerra de 1991 (Ehrhardt & Burns, 1993). De uma forma geral, os índices obtidos nesses trabalhos indicaram uma maior contribuição de HPAs como sendo provenientes da queima de combustíveis, mas também que essa área está contaminada por hidrocarbonetos do petróleo.

Martins (2005) realizou análises de hidrocarbonetos em quatro testemunhos que foram coletados em áreas de mangue e próximas a fontes pontuais de poluição, como o lixão do Alemoa, o Terminal Petrolífero da Alemoa e próximo ao acesso do Pólo Industrial de Cubatão. A identificação e quantificação dos hidrocarbonetos foram feitas e foi observado que houve um importante aporte de hidrocarbonetos associados a fontes petrogênicas relacionadas ao histórico de desenvolvimento do Pólo Industrial de Cubatão e do Porto de Santos, com a deposição de resíduos sólidos no Morro da Alemoa. Segundo esse trabalho, a adoção de medidas de controle da poluição por parte das indústrias da região em 1985 (Lamparelli *et al.*, 2001) contribuiu para a diminuição dos valores de concentração de hidrocarbonetos do petróleo nas camadas mais recentes dos testemunhos. Valores de concentração de HPAs totais nas amostras dos testemunhos estiveram acima do nível 2 da Resolução Conama nº 344 até os 20 cm de um dos testemunhos próximos ao lixão e acima do nível 2 até os 40 cm. No Largo de Santa Rita, próximo ao Terminal da Alemoa os valores estiveram acima do nível 2 até os 40 cm e acima do nível 1 até os 80 cm.

A presença de poluentes orgânicos persistentes (POPs), como as bifenilas policloradas (PCBs) e pesticidas organoclorados, tem sido detectada em diversos compartimentos do ecossistema global, podendo induzir efeitos adversos em organismos (Brink *et al.*, 2000). Esses organoclorados (OCs) são compostos orgânicos sintéticos, que atendem certos critérios como alta produção, distribuição e modelos de uso que favorecem a dispersão ambiental, persistência no meio ambiente, bioacumulação e toxicidade, podendo causar vários efeitos danosos ao ambiente (Atlas & Giam, 1986). Dentre os OCs, que na sua maioria não ocorre naturalmente (Clark, 1992), incluem-se os pesticidas organoclorados e as bifenilas policloradas (PCBs), que não são facilmente degradados por oxidação química ou ação bacteriológica.

Existem poucos dados de OCs na área de Santos. O primeiro estudo foi realizado por Tommasi (1985) que detectou alguns pesticidas em água e sedimento. Recentemente, Matos (2002) e Bicego *et al.* (2006) analisaram PCBs e pesticidas organoclorados em amostras de sedimento do estuário e da Baía de Santos. Os maiores valores de concentração também foram observados nas proximidades da Cosipa, entretanto foram abaixo dos limites da Resolução Conama nº 344.

Os resultados obtidos para os níveis de contaminantes orgânicos na malha da AID da região de estudo estão apresentados nos Quadros 9.3.9.4-4 e 9.3.9.4-5. O Gráfico 9.3.9.4-2 apresenta a distribuição de HPAs nos pontos de coleta. Para os compostos organoclorados (pesticidas e PCBs) não estão apresentados os gráficos, pois as concentrações obtidas estiveram todas abaixo do limite de detecção do método.

Apenas o ponto P02, para a campanha de inverno, apresentou a somatória de HPAs com valor acima do nível 1 da Resolução Conama nº344/04.

Quadro 9.3.9.4-4: Níveis de HPAs (µg/kg) em amostras de sedimentos marinhos superficiais da AID, para as campanhas de verão e inverno

Parâmetros	Unidades	Conama 344/04		Campanha	P01	P02	P03	P04	P05	P06	P07	P08	P09	P10	P11
		Nível 1	Nível 2												
Acenafteno	µg/kg	16	500	Verão	<11,0	18	<11,0	<11,0	<11,0	<11,0	<11,0	<11,0	<11,0	<11,0	<11,0
				Inverno	<11,0	19	<11,0	<11,0	<11,0	<11,0	<11,0	<11,0	<11,0	<11,0	<11,0
Acenaftileno	µg/kg	44	640	Verão	<10,00	<10,00	<10,00	<10,00	<10,00	<10,00	<10,00	<10,00	<10,00	<10,00	<10,00
				Inverno	<10,00	<10,00	<10,00	<10,00	<10,00	<10,00	<10,00	<10,00	<10,00	<10,00	<10,00
Antraceno	µg/kg	85.3	1100	Verão	<0,98	14,6	<0,98	<0,98	12,2	<0,98	<0,98	<0,98	<0,98	<0,98	<0,98
				Inverno	<0,98	24,4	7,12	3,98	2,8	1,07	1,4	3,43	6,32	2,08	29,6
Benzo (a) antraceno	µg/kg	74.8	693	Verão	<3,26	28,5	14,6	6,22	25,5	<3,26	<3,26	<3,26	2,53	<3,26	28,1
				Inverno	<3,26	125	16	4,29	8,92	1,14	<3,26	<3,26	5,98	<3,26	32
Benzo (a) pireno	µg/kg	31.9	782	Verão	<0,68	32,6	33,3	24,1	27,3	<0,68	<0,68	8,92	9,84	13,2	31,8
				Inverno	<0,68	32,9	12,6	5,15	8,73	2,5	1,81	6,03	6,92	8,53	33
Criseno	µg/kg	108	846	Verão	<1,25	29	18,3	5,59	25	<1,25	<1,25	3,92	<1,25	<1,25	25,8
				Inverno	<1,25	432	18,9	4,86	13,7	4,55	2,55	1,87	10,2	<1,25	32
Dibenzo (a.h) antraceno	µg/kg	6.22	135	Verão	<3,26	<3,26	<3,26	<3,26	14,4	<3,26	<3,26	<3,26	<3,26	<3,26	<3,26
				Inverno	<3,26	6,34	3,76	<3,26	<3,26	<3,26	<3,26	<3,26	<3,26	<3,26	<3,26
Fenantreno	µg/kg	240	1500	Verão	<1,19	7,41	12,3	3,42	31,4	<1,19	<1,19	3,89	2,16	3,24	19,4
				Inverno	<1,19	41	11,3	3,68	9,67	1,33	1,86	4,24	7,34	2,37	32,8
Fluoranteno	µg/kg	600	5100	Verão	<5,4	121	22,6	12,9	31,3	<5,4	<5,4	8,79	9,5	7,99	29,8
				Inverno	<5,4	140	30	10	28	<5,4	6,5	15	12	5,1	50
Fluoreno	µg/kg	19	540	Verão	<7,00	<7,00	<7,00	<7,00	<7,00	<7,00	<7,00	<7,00	<7,00	<7,00	3,8
				Inverno	<7,00	5,78	2,2	<7,00	2,5	<7,00	<7,00	<7,00	<7,00	<7,00	<7,00
2-metilnaftaleno	µg/kg	70	670	Verão	<10,00	<10,00	<10,00	<10,00	<10,00	<10,00	<10,00	<10,00	<10,00	<10,00	<10,00
				Inverno	<10,00	<10,00	<10,00	<10,00	<10,00	<10,00	<10,00	<10,00	<10,00	<10,00	<10,00
Naftaleno	µg/kg	160	2100	Verão	<15,00	<15,00	<15,00	<15,00	<15,00	<15,00	<15,00	<15,00	<15,00	<15,00	<15,00
				Inverno	<15,00	<15,00	<15,00	<15,00	<15,00	<15,00	<15,00	<15,00	<15,00	<15,00	<15,00
Pireno	µg/kg	665	2600	Verão	<1,84	30,2	28,2	14,5	32,5	<1,84	<1,84	11	11,7	8,95	32,2
				Inverno	<1,84	524	43,5	11,6	30,2	5,64	7,94	19,6	20,1	6,67	144
Somatória de todos HPAs da amostra	µg/kg	1000		Verão	n.d.	375,6	219,6	112,9	316	n.d.	n.d.	67,6	70,3	63,15	261,7
				Inverno	n.d.	1350,4	145,4	43,6	104,5	16,2	22,1	50,2	67,7	24,8	377,9

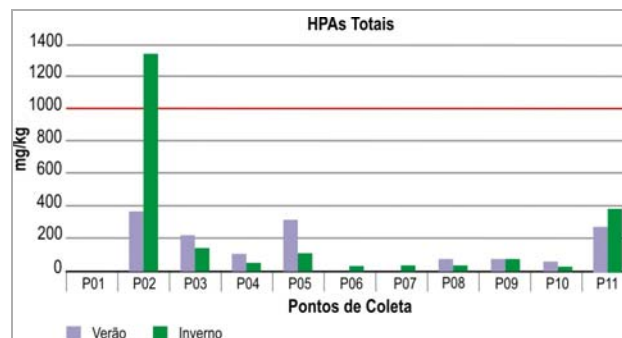
Valor acima do nível 1 da Resolução do Conama 344/04.

n.d.: Não detectado

Quadro 9.3.9.4-5: Níveis de Pesticidas Organoclorados e PCBs (µg/kg) em amostras de sedimentos marinhos superficiais da AID, para as campanhas de verão e inverno

Parâmetros	Unidades	Conama 344/04		Campanha	P01	P02	P03	P04	P05	P06	P07	P08	P09	P10	P11
		Nível 1	Nível 1												
4,4'-DDD	µg/kg	1,22	7,81	Verão	<1,00	<1,00	<1,00	<1,00	<1,00	<1,00	<1,00	<1,00	<1,00	<1,00	<1,00
				Inverno	<1,00	<1,00	<1,00	<1,00	<1,00	<1,00	<1,00	<1,00	<1,00	<1,00	<1,00
4,4'-DDE	µg/kg	2,07	374	Verão	<1,00	<1,00	<1,00	<1,00	<1,00	<1,00	<1,00	<1,00	<1,00	<1,00	<1,00
				Inverno	<1,00	<1,00	<1,00	<1,00	<1,00	<1,00	<1,00	<1,00	<1,00	<1,00	<1,00
4,4'-DDT	µg/kg	1,19	4,77	Verão	<1,00	<1,00	<1,00	<1,00	<1,00	<1,00	<1,00	<1,00	<1,00	<1,00	<1,00
				Inverno	<1,00	<1,00	<1,00	<1,00	<1,00	<1,00	<1,00	<1,00	<1,00	<1,00	<1,00
alfa-BHC	µg/kg	0,32	0,99	Verão	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
				Inverno	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
alfa-Clordano	µg/kg	2,26	4,79	Verão	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02
				Inverno	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02
beta-BHC	µg/kg	0,32	0,99	Verão	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
				Inverno	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
delta-BHC	µg/kg	0,32	0,99	Verão	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2
				Inverno	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2
Dieldrin	µg/kg	0,71	4,3	Verão	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05
				Inverno	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05
Endrin	µg/kg	2,67	62,4	Verão	<1,00	<1,00	<1,00	<1,00	<1,00	<1,00	<1,00	<1,00	<1,00	<1,00	<1,00
				Inverno	<1,00	<1,00	<1,00	<1,00	<1,00	<1,00	<1,00	<1,00	<1,00	<1,00	<1,00
gama-BHC (lindano)	µg/kg	0,32	0,99	Verão	<0,3	<0,3	<0,3	<0,3	<0,3	<0,3	<0,3	<0,3	<0,3	<0,3	<0,3
				Inverno	<0,3	<0,3	<0,3	<0,3	<0,3	<0,3	<0,3	<0,3	<0,3	<0,3	<0,3
gama Clordano	µg/kg	2,26	4,79	Verão	<0,04	<0,04	<0,04	<0,04	<0,04	<0,04	<0,04	<0,04	<0,04	<0,04	<0,04
				Inverno	<0,04	<0,04	<0,04	<0,04	<0,04	<0,04	<0,04	<0,04	<0,04	<0,04	<0,04
PCBs	µg/kg	22,7	180	Verão	<1,8	<1,8	<1,8	<1,8	<1,8	<1,8	<1,8	<1,8	<1,8	<1,8	<1,8
				Inverno	<1,8	<1,8	<1,8	<1,8	<1,8	<1,8	<1,8	<1,8	<1,8	<1,8	<1,8

Gráfico 9.3.9.4-2: Níveis HPAs totais em amostras de sedimentos marinhos superficiais da AID para as campanhas de verão e inverno



9.3.9.4.4 COT (Carbono Orgânico Total), Nitrogênio (N) e Fósforo (P)

Os resultados obtidos para as concentrações de carbono orgânico total (COT), Nitrogênio Kjeldahl (N) e Fósforo Total (P) na AID estão apresentados no **Quadro 9.3.9.4-6**. O **Gráfico 9.3.9.4-3** apresenta a distribuição desses parâmetros nos pontos de coleta.

Para a campanha de verão na AID, as concentrações de fósforo total variaram entre 27 mg/kg no ponto P08 e 6571 mg/kg no ponto P07, sendo este último resultado o único acima do valor de alerta da Resolução Conama nº 344/04, que é de 2000 mg/kg. Para o Nitrogênio Kjeldahl o máximo valor obtido foi de 4917 mg/kg no ponto P04, sendo este o único ponto com valor acima do valor de alerta da Resolução Conama, de 4800 mg/kg. Para COT, todos os resultados estiveram abaixo do valor de alerta da Resolução Conama nº 344/04, entre 2,0 e 9,6%.

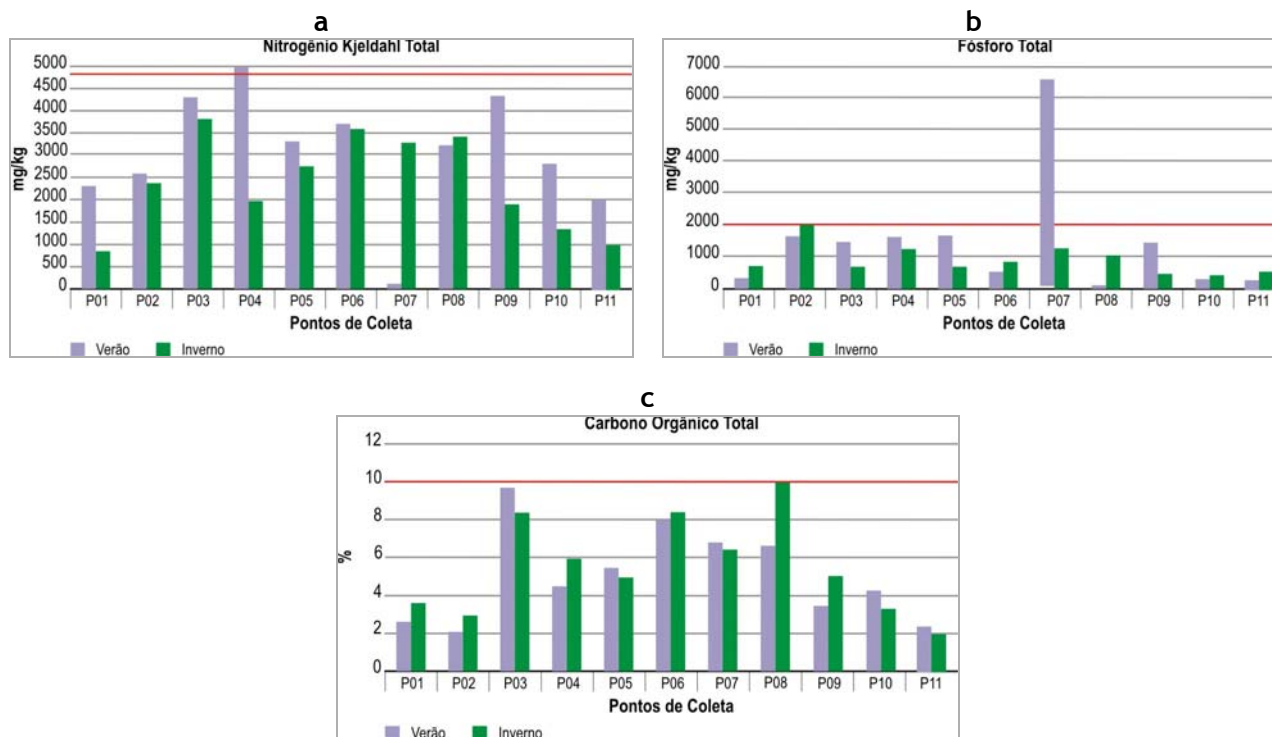
Para a campanha de inverno, as concentrações de fósforo total variaram entre 421 mg/kg no ponto P10 e 2062 mg/kg no ponto P02, sendo este último resultado o único acima do valor de alerta da Resolução Conama nº 344/04. Para o Nitrogênio Kjeldahl o máximo valor obtido foi de 3804 mg/kg no ponto P03, o mínimo foi de 925 mg/kg no ponto P11, e todos estiveram abaixo do valor de alerta da Resolução Conama. Para COT, os resultados estiveram entre 1,9% e 10%, todos abaixo do valor de alerta Conama, sendo que apenas o P08 apresentou valor igual ao da referida Resolução, de 10%.

Quadro 9.3.9.4-6: Níveis de COT, N e P em amostras de sedimentos marinhos superficiais da AID, para as campanhas de verão e inverno

Parâmetros	Unidades	Alerta Conama	Campanha	P01	P02	P03	P04	P05	P06	P07	P08	P09	P10	P11
Nitrogênio Kjeldahl Total	mg/kg	4800	Verão	2237	2521	4271	4917	3259	3665	67	3178	4311	2768	1932
			Inverno	796	2306	3804	1897	2712	3542	3226	3357	1845	1310	925
Fósforo Total	mg/Kg	2000	Verão	292	1637	1480	1648	1637	534	6571	27	1392	237	230
			Inverno	705	2062	705	1278	659	848	1276	1035	458	421	522
COT	%	10	Verão	2,5	2,0	9,6	4,4	5,3	7,9	6,6	6,5	3,4	4,2	2,3
			Inverno	3,5	2,8	8,2	5,9	4,9	8,3	6,3	10	4,8	3,2	1,9

Acima do valor alerta da Resolução do Conama 344/04.

Gráfico 9.3.9.4-3: Níveis de COT, N e P em amostras de sedimentos marinhos superficiais da AID, para as campanhas de verão e inverno



9.3.9.4.5 Caracterização Ecotoxicológica

Os resultados dos testes de toxicidade aguda com *L. plumulosus* com os sedimentos da AID são apresentados no Quadro 9.3.9.4-7 e nos Gráficos 9.3.9.4-4 e 9.3.9.4-5.

Para a maior parte das amostras, a variabilidade entre as réplicas foi inferior a 20%, em ambas as campanhas. A porcentagem média de mortalidade nas amostras, excluindo o controle, foi de 14% em cada campanha (desvio padrão = 11% na campanha de verão e 7% na de inverno).

Quadro 9.3.9.4-7: Efeito tóxico (% de mortalidade) observado nos testes de toxicidade com *Leptocheirus plumulosus* após 10 dias de exposição às amostras de sedimento controle e às amostras coletadas na AID, para as campanhas de verão e inverno

Amostra	Campanha	Mortalidade (%)		Resultado
		Média	Desvio Padrão	
Controle	Verão	8	8	-
	Inverno	10	12	-
P01	Verão	0	0	Não tóxico
	Inverno	20	19	Não tóxico
P02	Verão	38	25	Não tóxico
	Inverno	20	10	Não tóxico
P03	Verão	20	19	Não tóxico
	Inverno	6	9	Não tóxico
P04	Verão	10	12	Não tóxico
	Inverno	16	17	Não tóxico
P05	Verão	4	5	Não tóxico
	Inverno	14	19	Não tóxico
P06	Verão	14	5	Não tóxico
	Inverno	18	22	Não tóxico
P07	Verão	14	19	Não tóxico
	Inverno	0	0	Não tóxico
P08	Verão	12	13	Não tóxico
	Inverno	8	11	Não tóxico
P09	Verão	16	18	Não tóxico
	Inverno	8	8	Não tóxico
P10	Verão	22	8	Não tóxico
	Inverno	24	13	Não tóxico
P11	Verão	2	4	Não tóxico
	Inverno	16	26	Não tóxico

Gráfico 9.3.9.4-4: Valores de mortalidade em porcentagem, de *Leptocheirus plumulosus* para cada réplica após 10 dias de exposição às amostras de sedimento controle e às amostras coletadas na AID no teste de toxicidade aguda para as campanhas de verão (a) e inverno (b). A linha horizontal indica a mortalidade média de todas as amostras e réplicas, excluindo controle

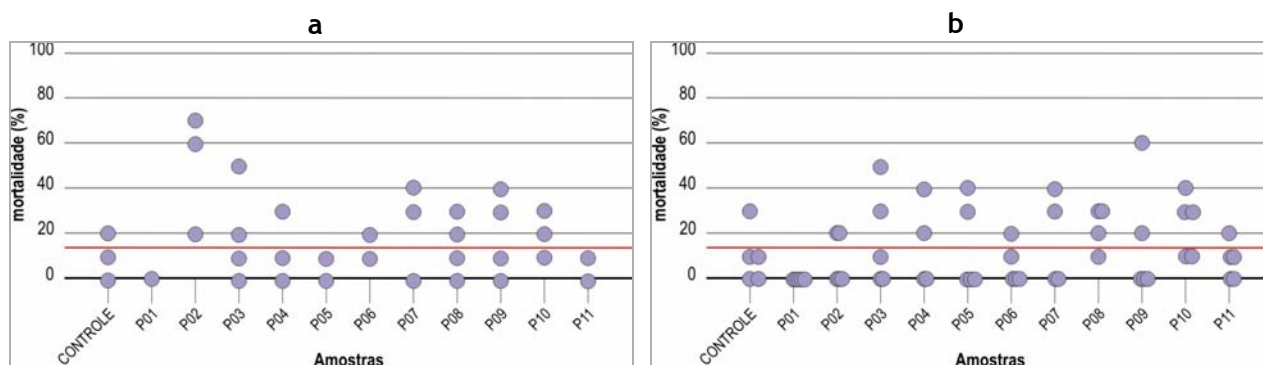
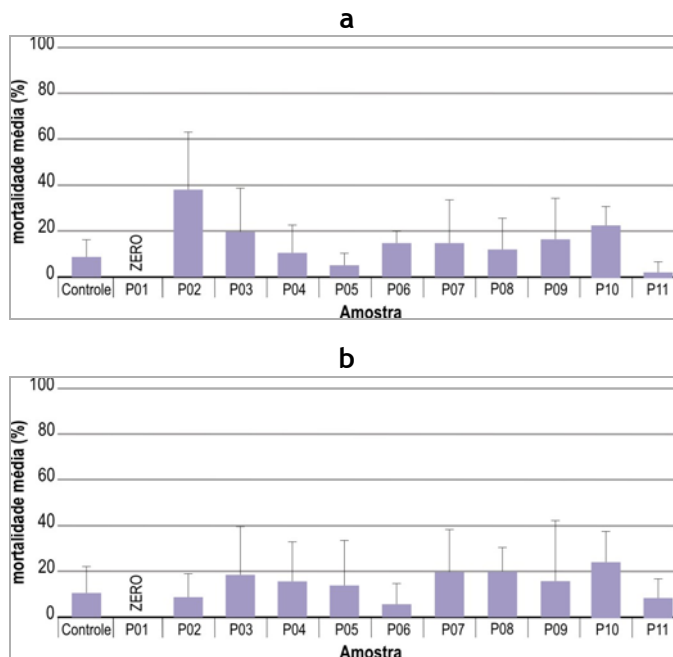


Gráfico 9.3.9.4-5: Valores médios e desvios padrão de mortalidade de *Leptocheirus plumulosus* após 10 dias de exposição às amostras de sedimento controle e às amostras coletadas na AID no teste de toxicidade aguda, para as campanhas de verão (a) e inverno (b)



A validação dos testes com *L. plumulosus* é feita considerando-se a sobrevivência dos organismos no sedimento controle, bem como o resultado dos testes com a substância de referência, sulfato de zinco heptaidratado. A sobrevivência nos controles dos testes com *L. plumulosus* resultou na média de 92% e 90% de organismos vivos após dez dias de exposição, respectivamente para a campanha de verão e de inverno. Estes valores estão acima do valor mínimo de 90% de sobrevivência recomendando pela Usepa (1994).

Simultaneamente aos testes com sedimento, foram realizados testes com a substância de referência sulfato de zinco heptaidratado. Na campanha de verão, a concentração letal mediana (CL50; 96h) obtida foi de 0,62 mg Zn/L e a carta-controle de sensibilidade desse sistema-teste, utilizando dados acumulados de vários testes até a data do teste com as amostras, indica uma CL50; 96h média de 1,00 mg Zn/L, com limites de controle (média \pm 2 desvio padrão) de 0,44 a 1,37 mg Zn/L. Na campanha de inverno, a CL50; 96h foi de 0,52 mg Zn/L, e a carta-controle indica uma CL50; 96h média de 0,88 mg Zn/L, com limites de controle de 0,29 a 1,47 mg Zn/L. Portanto, para ambas as campanhas, o valor obtido está dentro da faixa definida de avaliação do sistema-teste, conforme carta-controle apresentada no relatório de ensaio do laboratório.

Durante a realização dos testes, acompanhou-se a variação do pH, da salinidade, do oxigênio dissolvido, do nitrogênio amoniacal e da amônia não ionizada, na água de interface e na água intersticial. Os resultados obtidos indicaram uma qualidade aceitável na água de interface e na água intersticial durante o período de realização dos testes.

Após a análise estatística aplicada aos dados brutos dos testes de toxicidade com amostras da AID, para ambas as campanhas, foi verificado que nenhuma amostra causou toxicidade significativa aos anfípodes (Quadro 9.3.9.4-7).

9.3.9.4.6 Síntese - AID

Os Desenhos 9.3.9.4-1 e 9.3.9.4-2 a seguir são uma ilustração da região da AID, com os seus respectivos pontos de coleta e os parâmetros a eles associados, como granulometria, metais e nutrientes, HPAs e PCBs, respectivamente para as campanhas de verão e inverno.



<p> Área de Influência Direta (AID)</p> <p> Área Diretamente Afetada (ADA)</p> <p> Trecho em Rodovia (ADA)</p> <p> Trecho em Ponte (ADA)</p> <p>----- Limite Municipal</p>	<p>● Pontos de Coleta</p>	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="width: 50%;">Granulometria</th> <th style="width: 50%;">Metais + nutrientes</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td style="text-align: center;">HPAs</td> <td style="text-align: center;">PCBs</td> </tr> </tbody> </table> <p>Granulometria: SAr - Silte Argiloso SA - Silte Arenoso AS - Areia Siltosa ArS - Argila Siltosa AL - Areia Lamosa.</p> <p>HPAs: 1 - Acenafeno 2 - Benzo(a)antraceno 3 - Benzo(a)pireno 4 - Criseno 5 - Dibenzo(a,h)antraceno 6 - Somatório de HPAs</p> <p>Metais+Nutrientes: As - Arsênio Ni - Níquel P - Fósforo Total</p>	Granulometria	Metais + nutrientes	HPAs	PCBs	<p style="text-align: center;">0 250 500 750 1.000 m</p> <p style="font-size: small; text-align: center;">UTM SAD-69; FUSO 23 SUL IMAGEM SPOT, 2008</p>	<p style="text-align: center;">MKR</p> <p style="text-align: right;">SPE</p> <p>Estudo de Impacto Ambiental SÃO PAULO EMPREENDIMENTOS PORTUÁRIOS</p> <p style="text-align: center;">CENTRO PORTUÁRIO INDUSTRIAL NAVAL OFFSHORE DE SANTOS</p> <p style="text-align: center;">QUADROS INDICATIVOS DE GRANULOMETRIA E DE PARÂMETROS QUÍMICOS COM CONCENTRAÇÃO SUPERIOR AO NÍVEL 1 DA RESOLUÇÃO CONAMA 344/04 - CAMPANHA DE VERÃO</p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 33%;">ESCALA</td> <td style="width: 33%;">DATA</td> <td style="width: 33%;">DESENHO</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">1:35.000</td> <td style="text-align: center;">JUNHO/2011</td> <td style="text-align: center;">9.3.9.4-1</td> </tr> </table>	ESCALA	DATA	DESENHO	1:35.000	JUNHO/2011	9.3.9.4-1
Granulometria	Metais + nutrientes													
HPAs	PCBs													
ESCALA	DATA	DESENHO												
1:35.000	JUNHO/2011	9.3.9.4-1												



<p> Área de Influência Direta (AID)</p> <p> Área Diretamente Afetada (ADA)</p> <p> Trecho em Rodovia (ADA)</p> <p> Trecho em Ponte (ADA)</p> <p>----- Limite Municipal</p>	<p>● Pontos de Coleta</p>	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse; text-align: center;"> <tr> <th style="padding: 5px;">Granulometria</th> <th style="padding: 5px;">Metals + nutrientes</th> </tr> <tr> <td style="padding: 5px;">HPAs</td> <td style="padding: 5px;">PCBs</td> </tr> </table> <p>Granulometria: SAr - Silte Argiloso SA - Silte Arenoso AS - Areia Siltosa ArS - Argila Siltosa AL - Areia Lamosa.</p> <p>HPAs: 1 - Acenafeno 2 - Benzo(a)antraceno 3 - Benzo(a)pireno 4 - Criseno 5 - Dibenzo(a,h)antraceno 6 - Somatório de HPAs</p> <p>Metals+Nutrientes: As - Arsênio Ni - Níquel P - Fósforo Total</p>	Granulometria	Metals + nutrientes	HPAs	PCBs	<p>0 250 500 750 1.000 m</p> <p>UTM SAD-69; FUSO 23 SUL IMAGE SPOT, 2008</p>	<p style="text-align: center;">GENÉRICO MKR</p> <p style="text-align: right;">SPE</p> <p>Estudo de Impacto Ambiental SÃO PAULO EMPREENDIMENTOS PORTUÁRIOS</p> <p>CENTRO PORTUÁRIO INDUSTRIAL NAVAL OFFSHORE DE SANTOS</p> <p>QUADROS INDICATIVOS DE GRANULOMETRIA E DE PARÂMETROS QUÍMICOS COM CONCENTRAÇÃO SUPERIOR AO NÍVEL 1 DA RESOLUÇÃO CONAMA 344/04 - CAMPANHA DE INVERNO</p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 33%;">ESCALA</td> <td style="width: 33%;">DATA</td> <td style="width: 33%;">DESENHO</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">1:35.000</td> <td style="text-align: center;">JUNHO/2011</td> <td style="text-align: center;">9.3.9.4-2</td> </tr> </table>	ESCALA	DATA	DESENHO	1:35.000	JUNHO/2011	9.3.9.4-2
Granulometria	Metals + nutrientes													
HPAs	PCBs													
ESCALA	DATA	DESENHO												
1:35.000	JUNHO/2011	9.3.9.4-2												

Como pode ser visto nesses desenhos, há o predomínio de termos muito finos quanto à característica física (granulometria) dos sedimentos em toda a AID. Predominam nas áreas próximas ao Canal da Cosipa sedimentos de fundo siltosos, acompanhados de pequena contribuição argilosa (pontos P01, P02 e P03).

Nas áreas de entorno da Ilha dos Bagres, Largo de Santa Rita e nos canais internos (pontos P04, P05, P06, P07, P08, P10 e P11) dominam os sedimentos de misturas variadas entre areias muito finas e siltes.

Localmente (P03), a este padrão de mistura sedimentar são incorporados sedimentos mais finos (argilas), provavelmente resultante de processos de dinâmica sedimentar de baixa energia, ocorridos durante o verão.

O ponto P09, situado no atual canal de navegação, apresenta também sedimentos correspondentes à mistura entre termos arenosos muito finos e lama.

Nota-se que, em alguns casos, a classificação granulométrica de Shepard (1984) entre amostras correspondentes das campanhas de verão e inverno é diferente. Isto pode ser explicado pela variabilidade inerente ao método de análise, além do fato de que, mesmo utilizando a mesma coordenada geográfica, cada amostra é única, ou seja, não é possível coletar duas amostras idênticas. Portanto, a ocorrência de variações nos resultados é provável e aceitável, como é o caso destas amostras.

Os resultados obtidos nas duas campanhas de amostragem indicam um grau de contaminação dos sedimentos da AID relativamente baixo, embora alguns compostos em locais específicos tenham apresentado teores acima do nível 1 da Resolução Conama nº 344/04 (**Desenhos 9.3.9.4-1 e 9.3.9.4-2**).

O caso mais relevante é o ponto P02, localizado na foz do Canal da Cosipa com Largo do Caneú, no qual foram encontrados teores acima do nível 1 de arsênio e HPAs (acenafteno e benzo(a)pireno) na campanha de verão, e de níquel e HPAs (acenafteno, benzo(a)antraceno, benzo(a)pireno, criseno, dibenzo(a,h)antraceno e somatória de HPAs) na campanha de inverno.

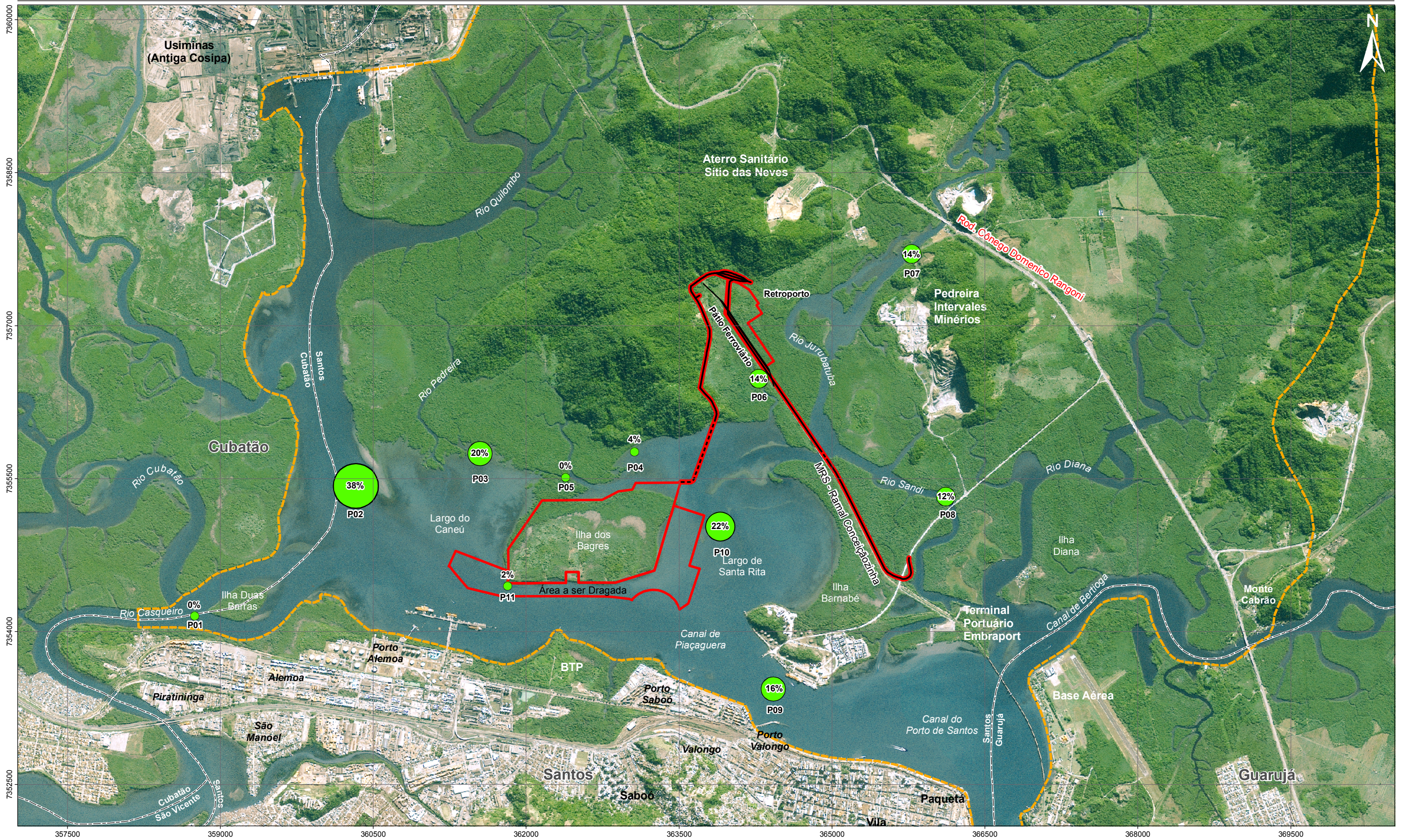
O ponto P01, no Canal de Piaçaguera, também apresentou arsênio e HPAs (benzo(a)pireno) acima do nível 1, mas somente na campanha de verão, enquanto P08 (rio Sandi) apresentou arsênio acima do nível 1 na campanha de verão e P09 (Canal de Piaçaguera - Canal do Porto de Santos) na de inverno.

Ressalta-se que em nenhuma amostra foram detectados pesticidas organoclorados e PCBs.

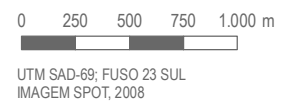
Por sua vez, os resultados dos ensaios ecotoxicológicos (**Desenhos 9.3.9.4-3 e 9.3.9.4-4**), indicaram a não toxicidade das amostras nas duas campanhas. Além disso, nenhuma das amostras apresentou mortalidade superior a 50%, sendo o maior efeito registrado no ponto P02 (38%) para a campanha de verão e no P10 (24%) para a campanha de inverno.


Mesmo o efeito tóxico observado em cada amostra não guarda relação direta com o grau de contaminação ou a concentração mais elevada de alguns compostos potencialmente tóxicos.


Considerando o conjunto de dados gerados, os resultados encontrados não se configuram em indicativos determinantes de um padrão de contaminação para os sedimentos que recobrem os fundos da AID.



- Área de Influência Direta (AID)
- Área Diretamente Afetada (ADA)
- Trecho em Rodovia (ADA)
- Trecho em Ponte (ADA)
- Limite Municipal
- Pontos de Amostragem Não Tóxico
- Pontos de Amostragem Tóxico
- % Porcentagem de Efeito Tóxico







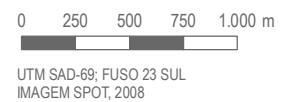
Estudo de Impacto Ambiental SÃO PAULO EMPREENDIMENTOS PORTUÁRIOS
 CENTRO PORTUÁRIO INDUSTRIAL NAVAL OFFSHORE DE SANTOS

ASSUNTO
TESTES DE TOXICIDADE AGUDA - SEDIMENTOS AID/ADA - CAMPANHA DE VERÃO

ESCALA	1:35.000	DATA	JUNHO/2011
DESENHO	9.3.9.4-3		



- Área de Influência Direta (AID)
- Área Diretamente Afetada (ADA)
- Trecho em Rodovia (ADA)
- Trecho em Ponte (ADA)
- Limite Municipal
- Pontos de Amostragem Não Tóxico
- Pontos de Amostragem Tóxico
- %** Porcentagem de Efeito Tóxico



MKR

SPE

Estudo de Impacto Ambiental **SÃO PAULO EMPREENDIMENTOS PORTUÁRIOS**
 CENTRO PORTUÁRIO INDUSTRIAL NAVAL OFFSHORE DE SANTOS

ASSUNTO
TESTES DE TOXICIDADE AGUDA - SEDIMENTOS AID/ADA - CAMPANHA DE INVERNO

ESCALA	1:35.000	DATA	JUNHO/2011	DESENHO	9.3.9.4-4
--------	----------	------	------------	---------	-----------

9.3.9.5 CARACTERIZAÇÃO DOS SEDIMENTOS DA ADA

9.3.9.5.1 Caracterização Granulométrica

De acordo com Suguio & Martin (1978), na região da ADA predominam em superfície os sedimentos argilosos e arenosos flúvio-lagunares que ocupam a posição interior do continente, aproximando-se do sopé da Serra do Mar, como visto na região de Cubatão e no Largo do Caneú, e no Largo de Santa Rita.

A dinâmica do transporte sedimentar do alto estuário santista condiciona a deposição da carga de tração (areias) proveniente do complexo serrano, nas desembocaduras dos canais fluviais que drenam a serra, ou na retaguarda dos manguezais que se distribuem ao longo de todo o alto estuário. Podem, ainda, estar depositados atrás de morros e morrotes isolados no Sistema Costeiro, pertencentes às unidades pré-cambrianas. Nas áreas topograficamente mais próximas do atual nível médio do mar, essas formações argilo-arenosas de origem flúvio-lagunar constituem a maior parte dos depósitos quaternários.

Todos os estudos sobre caracterização composicional e textural dos sedimentos depositados em subsuperfície, no alto estuário santista, têm indicado que em profundidades variáveis ao longo do entorno da área de levantamento, com mergulho no sentido do eixo do canal do estuário, está disposta uma sequência de sedimentos, com características de reflexividade ao sinal sísmico e compacidade variável indicativa de uma sequência sedimentar composta de termos finos (argilas e silte-argilosos), moles a moderadamente compactados, com teor variável de água contido no sedimento. Esta sequência deve representar as sequências transgressivas holocênicas, argilas moles, e pleistocênica, composta das argilas transgressivas pré-adensadas, identificadas em subsuperfície de quase toda a Ilha de Santo Amaro.

A Ilha dos Bagres, ponto central da área de atuação do empreendimento, está localizada no alto estuário santista, no centro do litoral do Estado de São Paulo. Esta área está inserida na dinâmica fortemente influenciada pelos processos climáticos e geológicos/geotécnicos, que afetam o embasamento cristalino que envolve o estuário e, portanto, condicionam os processos de evolução do relevo, como intemperismo, transporte, deposição, exercendo um importante papel na configuração da principal fonte dos sedimentos que recobrem os atuais fundos dos canais estuarinos. Esta área é também diretamente influenciada pela dinâmica marinha vinculada aos processos de enchente, vazante e misturas entre as águas continentais e oceânicas.

Suas áreas limítrofes, largos do Caneú e de Santa Rita, apresentam-se com batimetrias limitadas a poucos metros de profundidade, e a bancos expostos em ciclos de maré baixa de sizígia. Estas áreas são bastante assoreadas por sedimentos lamosos (silte fino a argila) muito ricos em matéria orgânica e em água adsorvida.

A região da Ilha dos Bagres caracteriza-se pela presença de um substrato sedimentar arenoso cimentado por carbonato de cálcio, com alto conteúdo em fósseis marinhos, típicos de uma rocha denominada *beach rock*, que representa antigos depósitos de praia posteriormente cimentados por carbonato proveniente da dissolução das próprias conchas. Segundo Fúlfaro & Ponçano (1976), esse material se encontra no fundo, servindo como substrato e contaminante para a sedimentação atual, o que conferiria aos sedimentos da ilha propriedades de energia e fluidez típicas do ambiente sedimentar pretérito, diferentes das atuais.

Na ADA, na superfície do fundo estuarino, devido à proximidade da área emersa da Ilha dos Bagres, arenosa, afetada pelas oscilações da maré, os sedimentos de superfície de fundo se apresentam como misturas entre termos siltosos e arenosos, em proporções variadas (**Quadro 9.3.9.5-1**). Estes tipos sedimentares representam os baixos níveis de dinâmica sedimentar que condicionam a sedimentação do alto estuário santista, termos siltosos e argilosos, associados a termos arenosos finos a muito finos, provenientes de sedimentos que estruturaram o processo de formação da Ilha dos Bagres em fases do nível relativo do mar mais elevados do que o atual.

Em profundidade, a sequência sedimentar ao longo de toda a ADA, também se caracteriza por apresentar termos de mistura entre sedimentos siltosos e arenosos. A análise da distribuição granulométrica das amostras analisadas, em superfície e em profundidade (sondagens), indica que mesmo o predomínio de termos arenosos corresponde a areias muito finas, bem próximas do tamanho silte.

Esta caracterização como material muito fino, areias muito finas e siltes, aliada a baixa compactidade e alto teor de água contida, como demonstrado pela sondagem a percussão na posição PD02, implicam na ocorrência de um grau elevado de mobilidade aos materiais depositados na ADA, o que pode explicar localmente o predomínio de um ou outro termo sedimentar, em função da ocorrência de um maior ou menor regime hidrodinâmico, ao longo do tempo.

Quadro 9.3.9.5-1: Classificação granulométrica dos pontos amostrados por sondagem da ADA, segundo Shepard (1954)

Ponto Amostral	Profundidade	% seixas e grânulos	% areia	% silte	% argila	% lama	Classificação Textural Shepard (1954)	
PD01	PD01-S	0 a 1 m	0,05	31,98	62,13	2,21	64,34	Silte arenoso
	PD01-1	8 a 9 m	0,01	61,11	30,25	6,35	36,6	Areia siltosa
	PD01-2	9 a 10 m	0,00	15,65	79,95	8,93	88,88	Silte
	PD01-3	14 a 15 m	0,23	26,95	67,27	4,45	71,72	Silte arenoso
PD02	PD02-S	0 a 1 m	0,07	73,19	24,71	4,45	29,16	Areia Siltosa
	PD02-1	8 a 9 m	0,00	33,58	57,27	8,16	65,43	Silte arenoso
	PD02-2	9 a 10 m	0,39	15,22	71,44	8,05	79,49	Silte arenoso
	PD02-3	14 a 15 m	0,00	21,54	70,58	7,59	78,17	Silte arenoso
PD03	PD03-S	0 a 1 m	5,36	56,07	30,36	6,74	37,10	Areia Siltosa
	PD03-1	3,8 a 4,8 m	0,14	17,54	67,52	9,98	77,5	Silte arenoso
	PD03-2	4,8 a 5,8 m	0,05	8,38	50,26	38,46	88,72	Silte arenoso
	PD03-3	14 a 15 m	0,19	13,64	76,3	8,06	84,36	Silte
PD04	PD04-S	0 a 1 m	0,20	29,94	61,1	10,66	71,76	Silte arenoso
	PD04-1	2,1 a 3,1 m	0,00	9,72	81,37	9,33	90,7	Silte
	PD04-2	3,1 a 4,1 m	0,00	12,49	80,48	12,79	93,27	Silte
	PD04-3	14 a 15 m	0,00	30,08	65,75	9,13	74,88	Silte arenoso
PD05	PD05-S	0 a 1 m	0,06	28,08	60,1	12,54	72,64	Silte arenoso
	PD05-1	3,9 a 4,9 m	0,05	18,9	65,92	10,79	76,71	Silte areno argiloso
	PD05-2	4,9 a 5,9 m	0,00	17,54	72,98	10,88	83,86	Silte areno argiloso
	PD05-3	14 a 15 m	0,03	8,24	65,49	27,34	92,83	Silte arenoso
PD06	PD06-S	0 a 1 m	0,59	5,52	88,88	6,04	94,92	Silte
	PD06-1	4 a 5 m	0,00	19,9	67,54	12,14	79,68	Silte areno argiloso
	PD06-2	5 a 6 m	0,00	39,19	55,59	10,18	65,77	Silte arenoso
	PD06-3	14 a 15 m	0,27	42,8	49,64	8,33	57,97	Silte arenoso
PD07	PD07-S	0 a 1 m	0,00	72,27	18,88	5,76	24,64	Areia Siltosa
	PD07-1	4,5 a 5,5 m	0,02	61,61	28,62	7,13	35,75	Areia Siltosa
	PD07-2	5,5 a 6,5 m	0,00	37,37	57,78	6,96	64,74	Silte arenoso
	PD07-3	14 a 15 m	0,04	21,57	66,31	8,48	74,79	Silte arenoso
PD08	PD08-S	0 a 1 m	0,01	65,45	27,4	6,00	33,40	Areia Siltosa
	PD08-1	2 a 3 m	0,00	72,07	22,7	6,6	29,3	Areia Siltosa
	PD08-2	3 a 4 m	0,02	41,61	49,59	4,83	54,42	Silte arenoso
	PD08-3	14 a 15 m	0,00	7,48	79,28	9,41	88,69	Silte
PD09	PD09-S	0 a 1 m	0,00	7,11	83,88	4,42	88,30	Silte
	PD09-1	3,5 a 4,5 m	0,03	72,60	22,12	8,84	30,96	Areia Siltosa
	PD09-2	4,5 a 5,5 m	0,22	71,54	26,01	7,18	33,19	Areia Siltosa
	PD09-3	9 a 10 m	0,02	8,95	85,46	8,86	94,32	Silte

Quadro 9.3.9.5-1: Classificação granulométrica dos pontos amostrados por sondagem da ADA, segundo Shepard (1954)

Ponto Amostral	Profundidade	% seixas e grânulos	% areia	% silte	% argila	% lama	Classificação Textural Shepard (1954)	
PD13	PD13-S	0 a 1 m	0,24	13,77	71,27	13,91	85,18	Silte arenoso
	PD13-1	17 a 18 m	0,00	26,9	61,05	8,29	69,34	Silte arenoso
	PD13-2	18 a 19 m	0,00	15,83	72,89	6,33	79,22	Silte arenoso
	PD13-3	19 a 20 m	0,00	30,21	68,37	6,29	74,66	Silte arenoso
PD14	PD14-S	0 a 1 m	0,10	22,57	63,77	12,03	75,80	Silte arenoso
	PD14-1	12 a 13 m	0,64	41,03	42,24	13,23	55,47	Silte arenoso
	PD14-2	13 a 14 m	0,91	28,28	49,84	16,3	66,14	Silte arenoso
	PD14-3	14 a 15 m	0,10	31,73	61,88	7,92	69,80	Silte arenoso
PD15	PD15-S	0 a 1 m	2,09	33,90	54,19	13,5	67,69	Silte arenoso
	PD15-1	3 a 4 m	0,00	13,69	75,2	10,23	85,43	Silte
	PD15-2	4 a 5 m	0,00	21,80	65,48	10,6	76,08	Silte arenoso
	PD15-3	14 a 15 m	0,00	72,44	23,68	5,02	28,70	Areia Siltosa
PD16	PD16-S	0 a 1 m	0,59	36,87	54,78	3,82	58,60	Silte arenoso
	PD16-1	10,6 a 11,6	0,00	37,71	58,53	8,7	67,23	Silte arenoso
	PD16-2	11,6 a 12,6	0,00	22,80	66,43	10,74	77,17	Silte areno argiloso
	PD16-3	14 a 15 m	0,06	34,29	60,57	9,25	69,82	Silte arenoso
PD17	PD17-S	0 a 1 m	1,02	53,66	41,68	4,54	46,22	Areia Siltosa
	PD17-1	10 a 11 m	0,00	26,02	62,26	12,61	74,87	Silte areno argiloso
	PD17-2	11 a 12 m	0,00	33,13	50,69	14,58	65,27	Silte areno argiloso
	PD17-3	14 a 15 m	0,00	51,56	46,79	5,05	51,84	Silte arenoso
PD17A	0 a 1 m	0,28	56,43	34,8	9	43,8	Areia Siltosa	

A partir dos dados existentes de taxas de sedimentação obtidas através da análise de radionuclídeos, é possível identificar o segmento do alto estuário santista como a área que apresenta os mais altos valores da taxa de sedimentação para todo o sistema estuarino. O alto estuário santista tem, ao longo das últimas décadas, funcionado como um filtro sedimentar ao conjunto de sedimentos em suspensão (lamas), tração (areias) e matéria orgânica, aportados para o estuário pela drenagem continental e que fluem a partir da vertente marinha da Serra do Mar, e dos efluentes humanos e industriais das áreas que envolvem o sistema.

Dentre todas as colunas sedimentares amostradas no alto estuário, e que apresentam valores de taxas de sedimentação obtidas por análises de radionuclídeos, as obtidas no Largo do Caneú e no Largo de Santa Rita são as mais diretamente relacionadas à área do empreendimento.

Antes de outras considerações acerca das taxas médias de sedimentação atual da área do alto estuário, é necessário destacar que os elevados valores de ^{210}Pb e ^{137}Cs obtidos para uma coluna sedimentar amostrada no Largo do Caneú, da ordem de 40 mm/ano (± 20 mm/ano) para o ^{210}Pb , e de 15,3 mm/ano ($\pm 0,28$ mm/ano) para o ^{137}Cs , compilados a partir de publicações do início desta década (Figueira *et al.*, 2004 e Tessler *et al.*, 2006), não podem ser considerados como valores absolutos, já que a coluna sedimentar analisada apresentou, ao longo de todo o testemunho coletado, um elevado grau de incerteza devido principalmente a presença de um elevado percentual de areia em sua composição.

Muito embora o valor obtido para o ^{137}Cs na mesma coluna sedimentar amostrada no Largo do Caneú apresente-se anormalmente alto, o resultado obtido apresenta as mesmas deficiências e incertezas relacionadas aos valores de ^{210}Pb . Porém, entre os resultados obtidos para a análise destes dois radionuclídeos, a ordem de grandeza do erro obtido não é da mesma escala do valor calculado.

Este fato indica que mesmo em não se considerando o valor absoluto, é possível afirmar existir, para a última metade do século XX, na área do empreendimento, um intenso processo de deposição, superior em ordem de grandeza a todos os demais segmentos do estuário santista.

Muito importante como elemento elucidador acerca da pouca confiabilidade das elevadas taxas obtidas nesta coluna sedimentar foi obtida junto aos arquivos da Secretaria de Obras da Prefeitura de Santos e da antiga Companhia de Docas do Porto de Santos. A análise destes documentos sugere que, em algum momento da segunda metade do século passado, a região do Largo do Caneú foi afetada pelos trabalhos de dragagem e/ou deposição do material dragado, do Canal do Porto. Neste caso, a atividade antrópica teria funcionado como o agente acelerador do intenso processo deposicional recente detectado nesta região.

Os resultados de taxas de sedimentação, relativos a um segundo testemunho diretamente relacionado à ADA, foram obtidos no Largo de Santa Rita.

O Largo de Santa Rita, de acordo com os estudos de Fúlfaro & Ponçano (1976), corresponde a um local de intensa sedimentação lamosa do alto estuário santista, reflexo da sua característica fisiográfica (reentrância da margem) e do abrigo a uma dinâmica mais intensa ocorrente ao longo do eixo do Canal do Porto.

As considerações acerca da pouca confiabilidade dos valores obtidos para a coluna sedimentar do Largo do Caneú também devem ser observadas para a coluna sedimentar obtida no Largo de Santa Rita (^{137}Cs - 1,58 cm/ano \pm 0,15 cm/ano); muito embora, diferentemente da coluna do Largo do Caneú, o testemunho do Largo de Santa Rita apresentou uma homogeneidade textural com sedimentos constituídos de lamas (siltes muito finos a argilas).

Figueira *et al.* (2004), empregando uma outra técnica de obtenção de taxa de sedimentação baseada no teor de carbonato de cálcio, presente ao longo da mesma coluna sedimentar obtida para o Largo de Santa Rita, determinaram valores deposicionais da ordem de 1,51 cm/ano \pm 0,129 cm/ano, bastante similares aos obtidos pela análise do ^{137}Cs .

A ordem de grandeza dos valores obtidos para o ^{210}Pb e o ^{137}Cs indicam a ocorrência de um processo deposicional contínuo, de termos essencialmente finos (lamas), mas de pequena expressão em termos de volume por área. Desta forma, embora o volume total de sedimentos depositados seja expressivo, a grande área exposta a este processo contínuo implica em uma acreção vertical de significativa expressão, ao longo da segunda metade dos anos 1900, comparativamente a áreas deposicionais marginais a área do empreendimento.

Desta forma, a partir de todos os dados compilados, é possível indicar que a taxa de sedimentação média para as últimas décadas, em setores correspondentes a ADA, apresentam, com certeza, valores superiores a taxas de sedimentação da ordem de 4 a 5 mm/ano (Figueira *et al.*, 2004; Tessler *et al.*, 2006), como mostra o **Quadro 9.3.9.5-2**, a seguir.

Quadro 9.3.9.5-2: Compilação dos dados de taxas de sedimentação do alto estuário (mm/ano), correspondente à região da ADA do atual empreendimento

Testemunho	CaCO ₃ (mm/ano)	^{137}Cs (mm/ano)
Largo do Caneú	2,72 \pm 0,08	1,34 \pm 0,13
Largo de Santa Rita	1,51 \pm 0,129	1,58 \pm 0,15

Fontes: Figueira *et al.* (2004); Tessler *et al.* (2006)

9.3.9.5.2 Caracterização Composicional - Metais e Semi-Metais

Para os metais contidos nos sedimentos da ADA, os **Quadros 9.3.9.5-3 a 9.3.9.5-17** apresentam os resultados obtidos.

Quadro 9.3.9.5-3: Níveis de metais e As em amostras de sedimentos marinhos da ADA (PD01)

Parâmetros	Unidades	Nível 1	Nível 2	PD01			
				PD01-S	PD01-1	PD01-2	PD01-3
				0 a 1 m	8 a 9 m	9 a 10 m	14 a 15 m
Arsênio	mg As/kg	8,2	70	9,92	14,9	11,1	13,6
Cádmio	mg Cd/kg	1,2	9,6	<0,11	0,298	<0,11	<0,11
Chumbo	mg Pb/kg	46,7	218	15,4	11,5	11,8	10,6
Cobre	mg Cu/kg	34	270	11,0	3,48	3,78	3,09
Cromo	mg Cr/kg	81	370	35,9	18,9	37,3	24,7
Mercúrio	mg Hg/kg	0,15	0,71	<0,012	<0,012	<0,012	<0,012
Níquel	mg Ni/kg	20,9	51,6	15,0	7,96	14,1	9,85
Zinco	mg Zn/kg	150	410	68,5	27,7	52,6	40,4

Valor acima do nível 1 da Resolução Conama 344/04.

Quadro 9.3.9.5-4: Níveis de metais e As em amostras de sedimentos marinhos da ADA (PD02)

Parâmetros	Unidades	Nível 1	Nível 2	PD02			
				PD02-S	PD02-1	PD02-2	PD02-3
				0 a 1 m	8 a 9 m	9 a 10 m	14 a 15 m
Arsênio	mg As/kg	8,2	70	10,3	11,5	15,4	11
Cádmio	mg Cd/kg	1,2	9,6	<0,11	<0,11	<0,11	<0,11
Chumbo	mg Pb/kg	46,7	218	13,6	11,6	12,1	10,8
Cobre	mg Cu/kg	34	270	8,08	0,599	1,28	2,88
Cromo	mg Cr/kg	81	370	23,8	34,1	39,2	31,7
Mercúrio	mg Hg/kg	0,15	0,71	<0,012	<0,012	<0,012	<0,012
Níquel	mg Ni/kg	20,9	51,6	10,1	13	14,9	12,5
Zinco	mg Zn/kg	150	410	64,4	47,2	52,8	45,1

Valor acima do nível 1 da Resolução Conama 344/04.

Quadro 9.3.9.5-5: Níveis de metais e As em amostras de sedimentos marinhos da ADA (PD03)

Parâmetros	Unidades	Nível 1	Nível 2	PD03			
				PD03-S	PD-03-1	PD-03-2	PD-03-3
				0 a 1 m	3,8 a 4,8 m	4,8 a 5,8 m	14 a 15 m
Arsênio	mg As/kg	8,2	70	2,92	12,7	10,8	16,1
Cádmio	mg Cd/kg	1,2	9,6	<0,11	<0,11	<0,11	<0,11
Chumbo	mg Pb/kg	46,7	218	14,2	14,9	12	11,7
Cobre	mg Cu/kg	34	270	8,29	3,39	2,18	0,469
Cromo	mg Cr/kg	81	370	25,4	42	38,1	34,9
Mercúrio	mg Hg/kg	0,15	0,71	<0,012	<0,012	<0,012	<0,012
Níquel	mg Ni/kg	20,9	51,6	10,0	16,5	15,1	13,1
Zinco	mg Zn/kg	150	410	71,7	64	52,9	50,3

Valor acima do nível 1 da Resolução Conama 344/04.

Quadro 9.3.9.5-6: Níveis de metais e As em amostras de sedimentos marinhos da ADA (PD04)

Parâmetros	Unidades	Nível 1	Nível 2	PD04			
				PD04-S	PD04-1	PD04-2	PD04-3
				0 a 1 m	2,1 a 3,1 m	3,1 a 4,1 m	14 a 15 m
Arsênio	mg As/kg	8,2	70	7,78	9,24	10,3	14,9
Cádmio	mg Cd/kg	1,2	9,6	<0,11	<0,11	<0,11	<0,11
Chumbo	mg Pb/kg	46,7	218	15,0	17,1	16,8	12,3
Cobre	mg Cu/kg	34	270	7,27	5,06	4,84	3,52
Cromo	mg Cr/kg	81	370	33,0	47,2	46,9	33,6
Mercúrio	mg Hg/kg	0,15	0,71	<0,012	<0,012	<0,012	<0,012
Níquel	mg Ni/kg	20,9	51,6	13,5	17,7	17,8	12,4
Zinco	mg Zn/kg	150	410	65,4	63,9	63,0	47,6

Valor acima do nível 1 da Resolução Conama 344/04.

Quadro 9.3.9.5-7: Níveis de metais e As em amostras de sedimentos marinhos da ADA (PD05)

Parâmetros	Unidades	Nível 1	Nível 2	PD05			
				PD05-S	PD05-1	PD05-2	PD05-3
				0 a 1 m	3,9 a 4,9 m	4,9 a 5,9 m	14 a 15 m
Arsênio	mg As/kg	8,2	70	10,7	29,7	19,8	15,2
Cádmio	mg Cd/kg	1,2	9,6	<0,11	<0,11	<0,11	<0,11
Chumbo	mg Pb/kg	46,7	218	15,7	12,7	9,47	13,9
Cobre	mg Cu/kg	34	270	4,98	4,07	1,68	2,25
Cromo	mg Cr/kg	81	370	39,8	39,3	31,3	36,5
Mercúrio	mg Hg/kg	0,15	0,71	<0,012	<0,012	<0,012	<0,012
Níquel	mg Ni/kg	20,9	51,6	14,3	14,8	10,6	12,8
Zinco	mg Zn/kg	150	410	67,5	55,1	44,5	51,4

Valor acima do nível 1 da Resolução Conama 344/04.

Quadro 9.3.9.5-8: Níveis de metais e As em amostras de sedimentos marinhos da ADA (PD06)

Parâmetros	Unidades	Nível 1	Nível 2	PD06			
				PD06-S	PD06-1	PD06-2	PD06-3
				0 a 1 m	4 a 5 m	5 a 6 m	14 a 15 m
Arsênio	mg As/kg	8,2	70	14,6	16,2	11,2	17,8
Cádmio	mg Cd/kg	1,2	9,6	<0,11	<0,11	<0,11	<0,11
Chumbo	mg Pb/kg	46,7	218	6,65	13,4	9,66	10,9
Cobre	mg Cu/kg	34	270	0,85	2,09	0,93	1,77
Cromo	mg Cr/kg	81	370	15,0	33,5	26,8	33,1
Mercúrio	mg Hg/kg	0,15	0,71	<0,012	<0,012	<0,012	<0,012
Níquel	mg Ni/kg	20,9	51,6	4,98	11,9	9,25	11,9
Zinco	mg Zn/kg	150	410	32,3	48,9	38,7	45,9

Valor acima do nível 1 da Resolução Conama 344/04.

Quadro 9.3.9.5-9: Níveis de metais e As em amostras de sedimentos marinhos da ADA (PD07)

Parâmetros	Unidades	Nível 1	Nível 2	PD07			
				PD07-S	PD07-1	PD07-2	PD07-3
				0 a 1 m	4,5 a 5,5 m	5,5 a 6,5 m	14 a 15 m
Arsênio	mg As/kg	8,2	70	6,03	19,8	13,2	14,2
Cádmio	mg Cd/kg	1,2	9,6	<0,11	<0,11	<0,11	<0,11
Chumbo	mg Pb/kg	46,7	218	11,2	5,56	10,8	11,1
Cobre	mg Cu/kg	34	270	1,77	0,95	0,813	1,82
Cromo	mg Cr/kg	81	370	18,3	17,6	29,0	25,6
Mercúrio	mg Hg/kg	0,15	0,71	<0,012	<0,012	<0,012	<0,012
Níquel	mg Ni/kg	20,9	51,6	7,24	6,33	10,1	9,75
Zinco	mg Zn/kg	150	410	99,6	32,3	40,5	38,8

Valor acima do nível 1 da Resolução Conama 344/04.

Quadro 9.3.9.5-10: Níveis de metais e As em amostras de sedimentos marinhos da ADA (PD08)

Parâmetros	Unidades	Nível 1	Nível 2	PD08			
				PD08-S	PD08-1	PD08-2	PD08-3
				0 a 1 m	2 a 3 m	3 a 4 m	14 a 15 m
Arsênio	mg As/kg	8,2	70	4,38	12,1	6,54	10,7
Cádmio	mg Cd/kg	1,2	9,6	<0,11	<0,11	<0,11	<0,11
Chumbo	mg Pb/kg	46,7	218	12,5	6,65	10,2	10,8
Cobre	mg Cu/kg	34	270	1,59	<0,35	<0,35	0,563
Cromo	mg Cr/kg	81	370	26,2	22,5	27,8	38,5
Mercúrio	mg Hg/kg	0,15	0,71	<0,012	<0,012	<0,012	<0,012
Níquel	mg Ni/kg	20,9	51,6	10,8	7,51	10,6	14,2
Zinco	mg Zn/kg	150	410	104	35,5	70,6	52,1

Valor acima do nível 1 da Resolução Conama 344/04.

Quadro 9.3.9.5-11: Níveis de metais e As em amostras de sedimentos marinhos da ADA (PD09)

Parâmetros	Unidades	Nível 1	Nível 2	PD09			
				PD09-S	PD09-1	PD09-2	PD09-3
				0 a 1 m	3,5 a 4,5 m	4,5 a 5,5 m	9 a 10 m
Arsênio	mg As/kg	8,2	70	4,66	1,80	2,25	1,42
Cádmio	mg Cd/kg	1,2	9,6	<0,11	<0,11	<0,11	<0,11
Chumbo	mg Pb/kg	46,7	218	5,19	2,9	3,36	12,5
Cobre	mg Cu/kg	34	270	<0,35	<0,35	<0,35	0,665
Cromo	mg Cr/kg	81	370	14,0	8,48	11,9	44,2
Mercúrio	mg Hg/kg	0,15	0,71	<0,012	<0,012	<0,012	<0,012
Níquel	mg Ni/kg	20,9	51,6	5,49	2,56	3,84	15,7
Zinco	mg Zn/kg	150	410	48	12,1	17,3	58,4

Quadro 9.3.9.5-12: Níveis de metais e As em amostras de sedimentos marinhos da ADA (PD13)

Parâmetros	Unidades	Nível 1	Nível 2	PD13			
				PD13-S	PD13-1	PD13-2	PD13-3
				0 a 1 m	17 a 18 m	18 a 19 m	19 a 20 m
Arsênio	mg As/kg	8,2	70	10,1	9,27	9,20	8,87
Cádmio	mg Cd/kg	1,2	9,6	<0,11	<0,11	<0,11	<0,11
Chumbo	mg Pb/kg	46,7	218	23,4	11,2	8,52	8,69
Cobre	mg Cu/kg	34	270	19,1	0,925	0,96	<0,35
Cromo	mg Cr/kg	81	370	40,6	31	28,2	27,4
Mercurio	mg Hg/kg	0,15	0,71	<0,012	<0,012	<0,012	<0,012
Níquel	mg Ni/kg	20,9	51,6	16,2	11	9,73	9,57
Zinco	mg Zn/kg	150	410	111	45,1	38,7	37,0

Valor acima do nível 1 da Resolução Conama 344/04.

Quadro 9.3.9.5-13: Níveis de metais e As em amostras de sedimentos marinhos da ADA (PD14)

Parâmetros	Unidades	Nível 1	Nível 2	PD14			
				PD14-S	PD14-1	PD14-2	PD14-3
				0 a 1 m	12 a 13 m	13 a 14 m	14 a 15 m
Arsênio	mg As/kg	8,2	70	15,6	12,7	17,9	3,53
Cádmio	mg Cd/kg	1,2	9,6	<0,11	<0,11	<0,11	<0,11
Chumbo	mg Pb/kg	46,7	218	17,9	95,0	20,6	8,70
Cobre	mg Cu/kg	34	270	17,0	19,6	8,50	<0,35
Cromo	mg Cr/kg	81	370	39,4	36,1	34,3	33,5
Mercurio	mg Hg/kg	0,15	0,71	<0,012	<0,012	<0,012	<0,012
Níquel	mg Ni/kg	20,9	51,6	17,0	15,2	13,1	11,8
Zinco	mg Zn/kg	150	410	80,1	81,7	56,7	44,2

Valor acima do nível 1 da Resolução Conama 344/04.

Quadro 9.3.9.5-14: Níveis de metais e As em amostras de sedimentos marinhos da ADA (PD15)

Parâmetros	Unidades	Nível 1	Nível 2	PD15			
				PD15-S	PD15-1	PD15-2	PD15-3
				0 a 1 m	3 a 4 m	4 a 5 m	14 a 15 m
Arsênio	mg As/kg	8,2	70	12,0	19,1	12,7	16,1
Cádmio	mg Cd/kg	1,2	9,6	<0,11	<0,11	<0,11	<0,11
Chumbo	mg Pb/kg	46,7	218	22,8	10,6	11,9	12,8
Cobre	mg Cu/kg	34	270	19,1	1,27	0,6	1,23
Cromo	mg Cr/kg	81	370	34,6	34,2	39,1	40,9
Mercurio	mg Hg/kg	0,15	0,71	<0,012	<0,012	<0,012	<0,012
Níquel	mg Ni/kg	20,9	51,6	13,1	12,8	15	15,7
Zinco	mg Zn/kg	150	410	92,3	45,7	54,8	56,4

Valor acima do nível 1 da Resolução Conama 344/04.

Quadro 9.3.9.5-15: Níveis de metais e As em amostras de sedimentos marinhos da ADA (PD16)

Parâmetros	Unidades	Nível 1	Nível 2	PD16			
				PD16-S	PD16-1	PD16-2	PD16-3
				0 a 1 m	10,6 a 11,6 m	11,6 a 12,6 m	14 a 15 m
Arsênio	mg As/kg	8,2	70	15,2	5,74	5,20	5,16
Cádmio	mg Cd/kg	1,2	9,6	<0,11	<0,11	<0,11	<0,11
Chumbo	mg Pb/kg	46,7	218	11,8	9,48	7,58	9,25
Cobre	mg Cu/kg	34	270	4,80	<0,35	<0,35	<0,35
Cromo	mg Cr/kg	81	370	28,2	29	23,7	36,6
Mercúrio	mg Hg/kg	0,15	0,71	<0,012	<0,012	<0,012	<0,012
Níquel	mg Ni/kg	20,9	51,6	11,1	10,9	8,62	13,6
Zinco	mg Zn/kg	150	410	51,7	37	31,3	48,6

Valor acima do nível 1 da Resolução Conama 344/04.

Quadro 9.3.9.5-16: Níveis de metais e As em amostras de sedimentos marinhos da ADA (PD17)

Parâmetros	Unidades	Nível 1	Nível 2	PD17			
				PD17-S	PD17-1	PD17-2	PD17-3
				0 a 1 m	10 a 11 m	11 a 12 m	14 a 15 m
Arsênio	mg As/kg	8,2	70	12,3	8,09	7,19	4,09
Cádmio	mg Cd/kg	1,2	9,6	<0,11	<0,11	<0,11	<0,11
Chumbo	mg Pb/kg	46,7	218	17,0	12,8	11,2	7,69
Cobre	mg Cu/kg	34	270	8,36	3,16	3,64	<0,35
Cromo	mg Cr/kg	81	370	25,4	39,9	40,6	21,9
Mercúrio	mg Hg/kg	0,15	0,71	<0,012	<0,012	<0,012	<0,012
Níquel	mg Ni/kg	20,9	51,6	10,3	15,9	16,6	7,96
Zinco	mg Zn/kg	150	410	102	66	55,3	33,9

Valor acima do nível 1 da Resolução Conama 344/04.

Quadro 9.3.9.5-17: Níveis de metais e As em amostras de sedimentos marinhos da ADA (PD17A)

Parâmetros	Unidades	Nível 1	Nível 2	PD17A
				0 a 1 m
Arsênio	mg As/kg	8,2	70	11,0
Cádmio	mg Cd/kg	1,2	9,6	<0,11
Chumbo	mg Pb/kg	46,7	218	15,0
Cobre	mg Cu/kg	34	270	8,01
Cromo	mg Cr/kg	81	370	32,4
Mercúrio	mg Hg/kg	0,15	0,71	<0,012
Níquel	mg Ni/kg	20,9	51,6	11,7
Zinco	mg Zn/kg	150	410	91,5

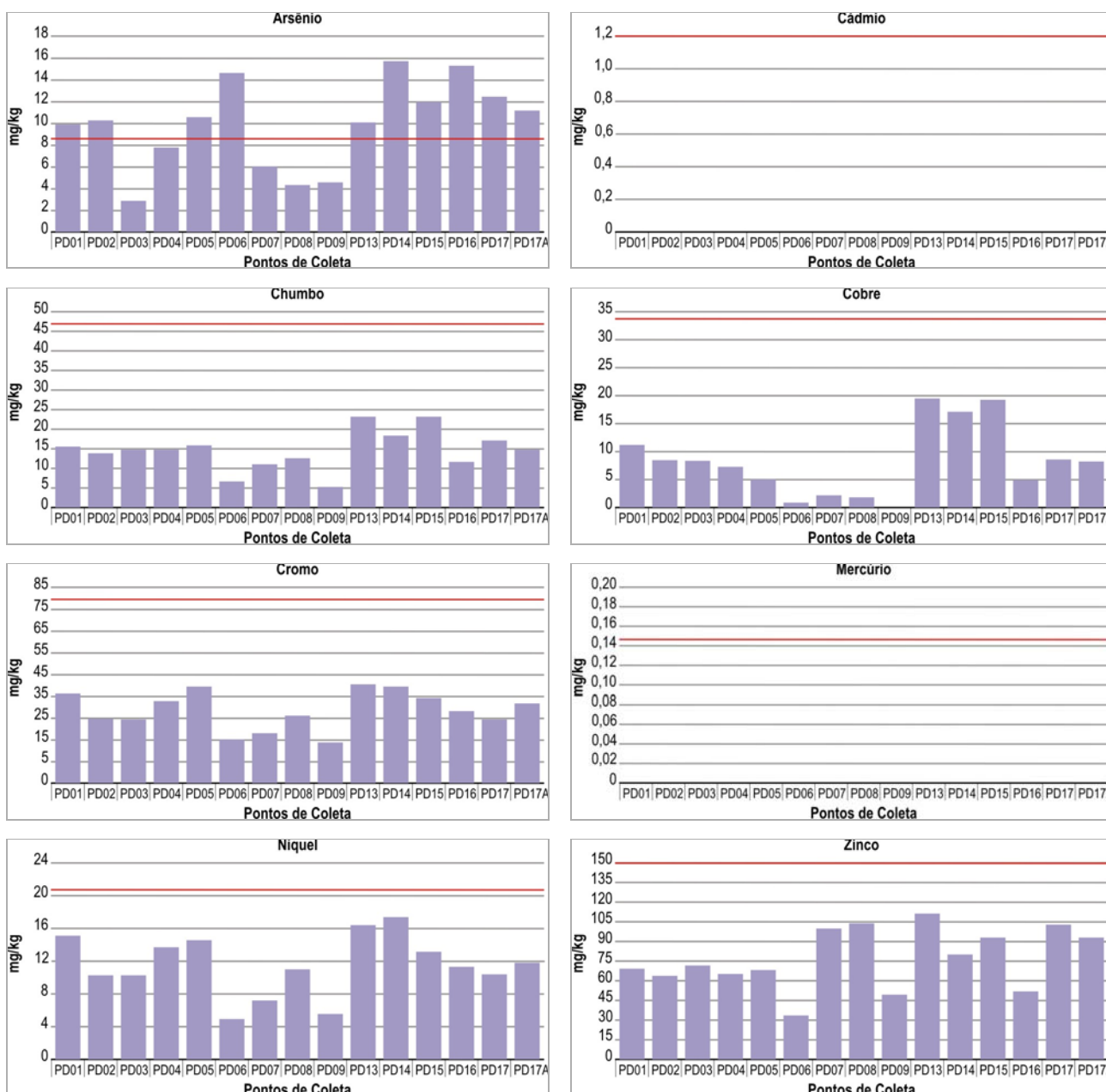
Valor acima do nível 1 da Resolução Conama 344/04.

A partir dos resultados observa-se que os metais não apresentaram valores acima do nível 1 da Resolução Conama nº 344/04 para a área de abrangência da ADA, exceto chumbo na amostra PD14 12-13m, e estão também abaixo de valores obtidos anteriormente na região que compreende o alto estuário santista. No entanto, o As apresentou teores acima do nível 1 da Resolução Conama nº 344, tanto nos sedimentos de superfície quanto em quase todos os sedimentos coletados em subsuperfície.

A presença de arsênio nas amostras implica na necessidade de realização de estudos complementares com relação à sua disponibilidade. Porém, vale ressaltar que os valores obtidos não ultrapassam o nível 2 estabelecido na Resolução, e que as concentrações obtidas ficaram próximas ao valor estabelecido pela Resolução para o nível 1. Da mesma forma que para a avaliação da AID, se compararmos o teor médio de arsênio encontrado nos sedimentos da ADA com o indicado na literatura para folhelho médio e argilas marinhas profundas (13 mg/kg), verifica-se que o valor é similar ao encontrado na área (ver discussão sobre concentração de arsênio no item 9.3.9.4.2).

O Gráfico 9.3.9.5-1 apresenta os comparativos de distribuição dos metais nos pontos de coleta na ADA, em relação aos níveis (1 e 2) estabelecidos pela Resolução Conama nº 344/04.

Gráfico 9.3.9.5-1: Teores de metais e As contidos nas amostras de sedimentos marinhos da ADA



A amostra PD09 não apresentou teor de metais e As, tanto na amostra de superfície de fundo quanto nas amostras de sondagem. Além disso, nenhuma amostra apresentou teor de mercúrio acima do limite de detecção do método.

Comparativamente aos dados secundários compilados de diversos trabalhos acadêmicos realizados no estuário santista, e das informações obtidos de Estudos e Relatórios de Impacto Ambiental (EIA/Rimas) de empreendimentos localizados no alto estuário santista, os níveis de metais contidos nos sedimentos da ADA do empreendimento apresentam níveis correspondentes a valores inferiores às médias observadas nas áreas mais contaminadas, como o região contígua ao Canal de Piaçaguera e o Canal da Bertioiga, na porção compreendida entre a entrada do Canal do Porto e o Largo do Candinho.

9.3.9.5.3 Caracterização Composicional - Contaminantes Orgânicos

Para os contaminantes orgânicos (níveis de pesticidas organoclorados e PCBs) os resultados das amostras de superfície e subsuperfície estão apresentados nos Quadros 9.3.9.5-18 a 9.3.9.5-32 abaixo.

Quadro 9.3.9.5-18: Níveis de pesticidas organoclorados e PCBs (em µg/Kg) em amostras de sedimentos marinhos da ADA (PD01)

Parâmetros	Unidades	Nível 1	Nível 2	PD01			
				PD01-S	PD01-1	PD01-2	PD01-3
				0 a 1 m	8 a 9 m	9 a 10 m	14 a 15 m
4,4'-DDD	µg/Kg	1,22	7,81	<1,00	<1,00	<1,00	<1,00
4,4'-DDE	µg/Kg	2,07	374	<1,00	<1,00	<1,00	<1,00
4,4'-DDT	µg/Kg	1,19	4,77	<1,00	<1,00	<1,00	<1,00
alfa-BHC	µg/Kg	0,32	0,99	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
alfa-Clordano	µg/Kg	2,26	4,79	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02
beta-BHC	µg/Kg	0,32	0,99	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
delta-BHC	µg/Kg	0,32	0,99	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2
Dieldrin	µg/Kg	0,71	4,3	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05
Endrin	µg/Kg	2,67	62,4	<1,00	<1,00	<1,00	<1,00
gama-BHC (lindano)	µg/Kg	0,32	0,99	<0,3	<0,3	<0,3	<0,3
gama Clordano	µg/Kg	2,26	4,79	<0,04	<0,04	<0,04	<0,04
PCBs	µg/Kg	22,7	180	<1,8	<1,8	<1,8	<1,8

Quadro 9.3.9.5-19: Níveis de pesticidas organoclorados e PCBs (em µg/Kg) em amostras de sedimentos marinhos da ADA (PD02)

Parâmetros	Unidades	Nível 1	Nível 2	PD02			
				PD02-S	PD02-1	PD02-2	PD02-3
				0 a 1 m	8 a 9 m	9 a 10 m	14 a 15 m
4,4'-DDD	µg/Kg	1,22	7,81	<1,00	<1,00	<1,00	<1,00
4,4'-DDE	µg/Kg	2,07	374	<1,00	<1,00	<1,00	<1,00
4,4'-DDT	µg/Kg	1,19	4,77	<1,00	<1,00	<1,00	<1,00
alfa-BHC	µg/Kg	0,32	0,99	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
alfa-Clordano	µg/Kg	2,26	4,79	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02
beta-BHC	µg/Kg	0,32	0,99	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
delta-BHC	µg/Kg	0,32	0,99	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2
Dieldrin	µg/Kg	0,71	4,3	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05
Endrin	µg/Kg	2,67	62,4	<1,00	<1,00	<1,00	<1,00
gama-BHC (lindano)	µg/Kg	0,32	0,99	<0,3	<0,3	<0,3	<0,3
gama Clordano	µg/Kg	2,26	4,79	<0,04	<0,04	<0,04	<0,04
PCBs	µg/Kg	22,7	180	<1,8	<1,8	<1,8	<1,8

Quadro 9.3.9.5-20: Níveis de pesticidas organoclorados e PCBs (em µg/Kg) em amostras de sedimentos marinhos da ADA (PD03)

Parâmetros	Unidades	Nível 1	Nível 2	PD03			
				PD03-S	PD03-1	PD03-2	PD03-3
				0 a 1 m	3,8 a 4,8 m	4,8 a 5,8 m	14 a 15 m
4,4'-DDD	µg/Kg	1,22	7,81	<1,00	<1,00	<1,00	<1,00
4,4'-DDE	µg/Kg	2,07	374	<1,00	<1,00	<1,00	<1,00
4,4'-DDT	µg/Kg	1,19	4,77	<1,00	<1,00	<1,00	<1,00
alfa-BHC	µg/Kg	0,32	0,99	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
alfa-Clordano	µg/Kg	2,26	4,79	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02
beta-BHC	µg/Kg	0,32	0,99	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
delta-BHC	µg/Kg	0,32	0,99	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2
Dieldrin	µg/Kg	0,71	4,3	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05
Endrin	µg/Kg	2,67	62,4	<1,00	<1,00	<1,00	<1,00
gama-BHC (lindano)	µg/Kg	0,32	0,99	<0,3	<0,3	<0,3	<0,3
gama Clordano	µg/Kg	2,26	4,79	<0,04	<0,04	<0,04	<0,04
PCBs	µg/Kg	22,7	180	<1,8	<1,8	<1,8	<1,8

Quadro 9.3.9.5-21: Níveis de pesticidas organoclorados e PCBs (em µg/Kg) em amostras de sedimentos marinhos da ADA (PD04)

Parâmetros	Unidades	Nível 1	Nível 2	PD04			
				PD04-S	PD04-1	PD04-2	PD04-3
				0 a 1 m	2,1 a 3,1 m	3,1 a 4,1 m	14 a 15 m
4,4'-DDD	µg/Kg	1,22	7,81	<1,00	<1,00	<1,00	<1,00
4,4'-DDE	µg/Kg	2,07	374	<1,00	<1,00	<1,00	<1,00
4,4'-DDT	µg/Kg	1,19	4,77	<1,00	<1,00	<1,00	<1,00
alfa-BHC	µg/Kg	0,32	0,99	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
alfa-Clordano	µg/Kg	2,26	4,79	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02
beta-BHC	µg/Kg	0,32	0,99	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
delta-BHC	µg/Kg	0,32	0,99	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2
Dieldrin	µg/Kg	0,71	4,3	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05
Endrin	µg/Kg	2,67	62,4	<1,00	<1,00	<1,00	<1,00
gama-BHC (lindano)	µg/Kg	0,32	0,99	<0,3	<0,3	<0,3	<0,3
gama Clordano	µg/Kg	2,26	4,79	<0,04	<0,04	<0,04	<0,04
PCBs	µg/Kg	22,7	180	<1,8	<1,8	<1,8	<1,8

Quadro 9.3.9.5-22: Níveis de pesticidas organoclorados e PCBs (em µg/Kg) em amostras de sedimentos marinhos da ADA (PD05)

Parâmetros	Unidades	Nível 1	Nível 2	PD05			
				PD05-S	PD05-1	PD05-2	PD05-3
				0 a 1 m	3,9 a 4,9 m	4,9 a 5,9 m	14 a 15 m
4,4'-DDD	µg/Kg	1,22	7,81	<1,00	<1,00	<1,00	<1,00
4,4'-DDE	µg/Kg	2,07	374	<1,00	<1,00	<1,00	<1,00
4,4'-DDT	µg/Kg	1,19	4,77	<1,00	<1,00	<1,00	<1,00
alfa-BHC	µg/Kg	0,32	0,99	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1

Quadro 9.3.9.5-22: Níveis de pesticidas organoclorados e PCBs (em µg/Kg) em amostras de sedimentos marinhos da ADA (PD05)

Parâmetros	Unidades	Nível 1	Nível 2	PD05			
				PD05-S	PD05-1	PD05-2	PD05-3
				0 a 1 m	3,9 a 4,9 m	4,9 a 5,9 m	14 a 15 m
alfa-Clordano	µg/Kg	2,26	4,79	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02
beta-BHC	µg/Kg	0,32	0,99	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
delta-BHC	µg/Kg	0,32	0,99	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2
Dieldrin	µg/Kg	0,71	4,3	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05
Endrin	µg/Kg	2,67	62,4	<1,00	<1,00	<1,00	<1,00
gama-BHC (lindano)	µg/Kg	0,32	0,99	<0,3	<0,3	<0,3	<0,3
gama Clordano	µg/Kg	2,26	4,79	<0,04	<0,04	<0,04	<0,04
PCBs	µg/Kg	22,7	180	<1,8	<1,8	<1,8	<1,8

Quadro 9.3.9.5-23: Níveis de pesticidas organoclorados e PCBs (em µg/Kg) em amostras de sedimentos marinhos da ADA (PD06)

Parâmetros	Unidades	Nível 1	Nível 2	PD06			
				PD06-S	PD06-1	PD06-2	PD06-3
				0 a 1 m	4 a 5 m	5 a 6 m	14 a 15 m
4,4'-DDD	µg/Kg	1,22	7,81	<1,00	<1,00	<1,00	<1,00
4,4'-DDE	µg/Kg	2,07	374	<1,00	<1,00	<1,00	<1,00
4,4'-DDT	µg/Kg	1,19	4,77	<1,00	<1,00	<1,00	<1,00
alfa-BHC	µg/Kg	0,32	0,99	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
alfa-Clordano	µg/Kg	2,26	4,79	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02
beta-BHC	µg/Kg	0,32	0,99	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
delta-BHC	µg/Kg	0,32	0,99	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2
Dieldrin	µg/Kg	0,71	4,3	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05
Endrin	µg/Kg	2,67	62,4	<1,00	<1,00	<1,00	<1,00
gama-BHC (lindano)	µg/Kg	0,32	0,99	<0,3	<0,3	<0,3	<0,3
gama Clordano	µg/Kg	2,26	4,79	<0,04	<0,04	<0,04	<0,04
PCBs	µg/Kg	22,7	180	<1,8	<1,8	<1,8	<1,8

Quadro 9.3.9.5-24: Níveis de pesticidas organoclorados e PCBs (em µg/Kg) em amostras de sedimentos marinhos da ADA (PD07)

Parâmetros	Unidades	Nível 1	Nível 2	PD07			
				PD07-S	PD07-1	PD07-2	PD07-3
				0 a 1 m	4,5 a 5,5 m	5,5 a 6,5 m	14 a 15 m
4,4'-DDD	µg/Kg	1,22	7,81	<1,00	<1,00	<1,00	<1,00
4,4'-DDE	µg/Kg	2,07	374	<1,00	<1,00	<1,00	<1,00
4,4'-DDT	µg/Kg	1,19	4,77	<1,00	<1,00	<1,00	<1,00
alfa-BHC	µg/Kg	0,32	0,99	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
alfa-Clordano	µg/Kg	2,26	4,79	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02
beta-BHC	µg/Kg	0,32	0,99	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
delta-BHC	µg/Kg	0,32	0,99	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2
Dieldrin	µg/Kg	0,71	4,3	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05
Endrin	µg/Kg	2,67	62,4	<1,00	<1,00	<1,00	<1,00

Quadro 9.3.9.5-24: Níveis de pesticidas organoclorados e PCBs (em µg/Kg) em amostras de sedimentos marinhos da ADA (PD07)

Parâmetros	Unidades	Nível 1	Nível 2	PD07			
				PD07-S	PD07-1	PD07-2	PD07-3
				0 a 1 m	4,5 a 5,5 m	5,5 a 6,5 m	14 a 15 m
gama-BHC (lindano)	µg/Kg	0,32	0,99	<0,3	<0,3	<0,3	<0,3
gama Clordano	µg/Kg	2,26	4,79	<0,04	<0,04	<0,04	<0,04
PCBs	µg/Kg	22,7	180	<1,8	<1,8	<1,8	<1,8

Quadro 9.3.9.5-25: Níveis de pesticidas organoclorados e PCBs (em µg/Kg) em amostras de sedimentos marinhos da ADA (PD08)

Parâmetros	Unidades	Nível 1	Nível 2	PD08			
				PD08-S	PD08-1	PD08-2	PD08-3
				0 a 1 m	2 a 3 m	3 a 4 m	14 a 15 m
4,4'-DDD	µg/Kg	1,22	7,81	<1,00	<1,00	<1,00	<1,00
4,4'-DDE	µg/Kg	2,07	374	<1,00	<1,00	<1,00	<1,00
4,4'-DDT	µg/Kg	1,19	4,77	<1,00	<1,00	<1,00	<1,00
alfa-BHC	µg/Kg	0,32	0,99	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
alfa-Clordano	µg/Kg	2,26	4,79	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02
beta-BHC	µg/Kg	0,32	0,99	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
delta-BHC	µg/Kg	0,32	0,99	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2
Dieldrin	µg/Kg	0,71	4,3	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05
Endrin	µg/Kg	2,67	62,4	<1,00	<1,00	<1,00	<1,00
gama-BHC (lindano)	µg/Kg	0,32	0,99	<0,3	<0,3	<0,3	<0,3
gama Clordano	µg/Kg	2,26	4,79	<0,04	<0,04	<0,04	<0,04
PCBs	µg/Kg	22,7	180	<1,8	<1,8	<1,8	<1,8

Quadro 9.3.9.5-26: Níveis de pesticidas organoclorados e PCBs (em µg/Kg) em amostras de sedimentos marinhos da ADA (PD09)

Parâmetros	Unidades	Nível 1	Nível 2	PD09			
				PD09-S	PD09-1	PD09-2	PD09-3
				0 a 1 m	3,5 a 4,5 m	4,5 a 5,5 m	9 a 10 m
4,4'-DDD	µg/Kg	1,22	7,81	<1,00	<1,00	<1,00	<1,00
4,4'-DDE	µg/Kg	2,07	374	<1,00	<1,00	<1,00	<1,00
4,4'-DDT	µg/Kg	1,19	4,77	<1,00	<1,00	<1,00	<1,00
alfa-BHC	µg/Kg	0,32	0,99	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
alfa-Clordano	µg/Kg	2,26	4,79	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02
beta-BHC	µg/Kg	0,32	0,99	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
delta-BHC	µg/Kg	0,32	0,99	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2
Dieldrin	µg/Kg	0,71	4,3	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05
Endrin	µg/Kg	2,67	62,4	<1,00	<1,00	<1,00	<1,00
gama-BHC (lindano)	µg/Kg	0,32	0,99	<0,3	<0,3	<0,3	<0,3
gama Clordano	µg/Kg	2,26	4,79	<0,04	<0,04	<0,04	<0,04
PCBs	µg/Kg	22,7	180	<1,8	<1,8	<1,8	<1,8

Quadro 9.3.9.5-27: Níveis de pesticidas organoclorados e PCBs (em µg/Kg) em amostras de sedimentos marinhos da ADA (PD13)

Parâmetros	Unidades	Nível 1	Nível 2	PD13			
				PD13-S	PD13-1	PD13-2	PD13-3
				0 a 1 m	17 a 18 m	18 a 19 m	19 a 20 m
4,4'-DDD	µg/Kg	1,22	7,81	<1,00	<1,00	<1,00	<1,00
4,4'-DDE	µg/Kg	2,07	374	<1,00	<1,00	<1,00	<1,00
4,4'-DDT	µg/Kg	1,19	4,77	<1,00	<1,00	<1,00	<1,00
alfa-BHC	µg/Kg	0,32	0,99	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
alfa-Clordano	µg/Kg	2,26	4,79	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02
beta-BHC	µg/Kg	0,32	0,99	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
delta-BHC	µg/Kg	0,32	0,99	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2
Dieldrin	µg/Kg	0,71	4,3	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05
Endrin	µg/Kg	2,67	62,4	<1,00	<1,00	<1,00	<1,00
gama-BHC (lindano)	µg/Kg	0,32	0,99	<0,3	<0,3	<0,3	<0,3
gama Clordano	µg/Kg	2,26	4,79	<0,04	<0,04	<0,04	<0,04
PCBs	µg/Kg	22,7	180	<1,8	<1,8	<1,8	<1,8

Quadro 9.3.9.5-28: Níveis de pesticidas organoclorados e PCBs (em µg/Kg) em amostras de sedimentos marinhos da ADA (PD14)

Parâmetros	Unidades	Nível 1	Nível 2	PD14			
				PD14-S	PD14-1	PD14-2	PD14-3
				0 a 1 m	12 a 13 m	13 a 14 m	14 a 15 m
4,4'-DDD	µg/Kg	1,22	7,81	<1,00	<1,00	<1,00	<1,00
4,4'-DDE	µg/Kg	2,07	374	<1,00	<1,00	<1,00	<1,00
4,4'-DDT	µg/Kg	1,19	4,77	<1,00	<1,00	<1,00	<1,00
alfa-BHC	µg/Kg	0,32	0,99	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
alfa-Clordano	µg/Kg	2,26	4,79	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02
beta-BHC	µg/Kg	0,32	0,99	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
delta-BHC	µg/Kg	0,32	0,99	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2
Dieldrin	µg/Kg	0,71	4,3	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05
Endrin	µg/Kg	2,67	62,4	<1,00	<1,00	<1,00	<1,00
gama-BHC (lindano)	µg/Kg	0,32	0,99	<0,3	<0,3	<0,3	<0,3
gama Clordano	µg/Kg	2,26	4,79	<0,04	<0,04	<0,04	<0,04
PCBs	µg/Kg	22,7	180	<1,8	<1,8	<1,8	<1,8

Quadro 9.3.9.5-29: Níveis de pesticidas organoclorados e PCBs (em µg/Kg) em amostras de sedimentos marinhos da ADA (PD15)

Parâmetros	Unidades	Nível 1	Nível 2	PD15			
				PD15-S	PD15-1	PD15-2	PD15-3
				0 a 1 m	3 a 4 m	4 a 5 m	14 a 15 m
4,4'-DDD	µg/Kg	1,22	7,81	<1,00	<1,00	<1,00	<1,00
4,4'-DDE	µg/Kg	2,07	374	<1,00	<1,00	<1,00	<1,00
4,4'-DDT	µg/Kg	1,19	4,77	<1,00	<1,00	<1,00	<1,00
alfa-BHC	µg/Kg	0,32	0,99	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
alfa-Clordano	µg/Kg	2,26	4,79	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02
beta-BHC	µg/Kg	0,32	0,99	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1

Quadro 9.3.9.5-29: Níveis de pesticidas organoclorados e PCBs (em µg/Kg) em amostras de sedimentos marinhos da ADA (PD15)

Parâmetros	Unidades	Nível 1	Nível 2	PD15			
				PD15-S	PD15-1	PD15-2	PD15-3
				0 a 1 m	3 a 4 m	4 a 5 m	14 a 15 m
delta-BHC	µg/Kg	0,32	0,99	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2
Dieldrin	µg/Kg	0,71	4,3	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05
Endrin	µg/Kg	2,67	62,4	<1,00	<1,00	<1,00	<1,00
gama-BHC (lindano)	µg/Kg	0,32	0,99	<0,3	<0,3	<0,3	<0,3
gama Clordano	µg/Kg	2,26	4,79	<0,04	<0,04	<0,04	<0,04
PCBs	µg/Kg	22,7	180	<1,8	<1,8	<1,8	<1,8

Quadro 9.3.9.5-30: Níveis de pesticidas organoclorados e PCBs (em µg/Kg) em amostras de sedimentos marinhos da ADA (PD16)

Parâmetros	Unidades	Nível 1	Nível 2	PD16			
				PD16-S	PD16-1	PD16-2	PD16-3
				0 a 1 m	10,6 a 11,6 m	11,6 a 12,6 m	14 a 15 m
4,4'-DDD	µg/Kg	1,22	7,81	<1,00	<1,00	<1,00	<1,00
4,4'-DDE	µg/Kg	2,07	374	<1,00	<1,00	<1,00	<1,00
4,4'-DDT	µg/Kg	1,19	4,77	<1,00	<1,00	<1,00	<1,00
alfa-BHC	µg/Kg	0,32	0,99	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
alfa-Clordano	µg/Kg	2,26	4,79	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02
beta-BHC	µg/Kg	0,32	0,99	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
delta-BHC	µg/Kg	0,32	0,99	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2
Dieldrin	µg/Kg	0,71	4,3	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05
Endrin	µg/Kg	2,67	62,4	<1,00	<1,00	<1,00	<1,00
gama-BHC (lindano)	µg/Kg	0,32	0,99	<0,3	<0,3	<0,3	<0,3
gama Clordano	µg/Kg	2,26	4,79	<0,04	<0,04	<0,04	<0,04
PCBs	µg/Kg	22,7	180	<1,8	<1,8	<1,8	<1,8

Quadro 9.3.9.5-31: Níveis de pesticidas organoclorados e PCBs (em µg/Kg) em amostras de sedimentos marinhos da ADA (PD17)

Parâmetros	Unidades	Nível 1	Nível 2	PD17			
				PD17-S	PD17-1	PD17-2	PD17-3
				0 a 1 m	10 a 11 m	11 a 12 m	14 a 15 m
4,4'-DDD	µg/Kg	1,22	7,81	<1,00	<1,00	<1,00	<1,00
4,4'-DDE	µg/Kg	2,07	374	<1,00	<1,00	<1,00	<1,00
4,4'-DDT	µg/Kg	1,19	4,77	<1,00	<1,00	<1,00	<1,00
alfa-BHC	µg/Kg	0,32	0,99	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
alfa-Clordano	µg/Kg	2,26	4,79	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02
beta-BHC	µg/Kg	0,32	0,99	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
delta-BHC	µg/Kg	0,32	0,99	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2
Dieldrin	µg/Kg	0,71	4,3	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05
Endrin	µg/Kg	2,67	62,4	<1,00	<1,00	<1,00	<1,00
gama-BHC (lindano)	µg/Kg	0,32	0,99	<0,3	<0,3	<0,3	<0,3
gama Clordano	µg/Kg	2,26	4,79	<0,04	<0,04	<0,04	<0,04
PCBs	µg/Kg	22,7	180	<1,8	<1,8	<1,8	<1,8

Quadro 9.3.9.5-32: Níveis de pesticidas organoclorados e PCBs (em µg/Kg) em amostras de sedimentos marinhos da ADA (PD17A)

Parâmetros	Unidades	Nível 1	Nível 2	PD17A
				0 a 1 m
4,4'-DDD	µg/Kg	1,22	7,81	<1,00
4,4'-DDE	µg/Kg	2,07	374	<1,00
4,4'-DDT	µg/Kg	1,19	4,77	<1,00
alfa-BHC	µg/Kg	0,32	0,99	<0,1
alfa-Clordano	µg/Kg	2,26	4,79	<0,02
beta-BHC	µg/Kg	0,32	0,99	<0,1
delta-BHC	µg/Kg	0,32	0,99	<0,2
Dieldrin	µg/Kg	0,71	4,3	<0,05
Endrin	µg/Kg	2,67	62,4	<1,00
gama-BHC (lindano)	µg/Kg	0,32	0,99	<0,3
gama Clordano	µg/Kg	2,26	4,79	<0,04
PCBs	µg/Kg	22,7	180	<1,8

Os resultados obtidos indicam que as concentrações para pesticidas organoclorados e PCBs estiveram todas abaixo do limite de detecção do método.

Para os HPAs, os resultados das amostras de superfície e subsuperfície estão apresentados nos Quadros 9.3.9.5-33 a 9.3.9.5-47 a seguir.

Quadro 9.3.9.5-33: Níveis de HPAs (em µg/Kg) em amostras de sedimentos marinhos da ADA (PD01)

Parâmetros	Unidades	Nível 1	Nível 2	PD01			
				PD01-S	PD01-1	PD01-2	PD01-3
				0 a 1 m	8 a 9 m	9 a 10 m	14 a 15 m
Acenafteno	µg/kg	16	500	<11,0	<11,0	<11,0	<11,0
Acenaftileno	µg/kg	44	640	<10,00	<10,00	<10,00	<10,00
Antraceno	µg/kg	85,3	1100	1,28	<0,98	<0,98	<0,98
Benzo (a) antraceno	µg/kg	74,8	693	10,60	<3,26	<3,26	<3,26
Benzo (a) pireno	µg/kg	31,9	782	6,98	<0,68	<0,68	<0,68
Criseno	µg/kg	108	846	5,65	<1,25	<1,25	<1,25
Dibenzo (a,h) antraceno	µg/kg	6,22	135	<3,26	<3,26	<3,26	<3,26
Fenantreno	µg/kg	240	1500	3,82	<1,19	<1,19	<1,19
Fluoranteno	µg/kg	600	5100	14,7	<5,4	<5,4	<5,4
Fluoreno	µg/kg	19	540	<7,00	<7,00	<7,00	<7,00
2-metilnaftaleno	µg/kg	70	670	<10,00	<10,00	<10,00	<10,00
Naftaleno	µg/kg	160	2100	<15,00	<15,00	<15,00	<15,00
Pireno	µg/kg	665	2600	14,31	<1,84	<1,84	<1,84
Somatória de HPAs	µg/kg	1000	-	57,32	n.d.	n.d.	n.d.

n.d.: Não detectado

Quadro 9.3.9.5-34: Níveis de HPAs (em µg/Kg) em amostras de sedimentos marinhos da ADA (PD02)

Parâmetros	Unidades	Nível 1	Nível 2	PD02			
				PD02-S	PD02-1	PD02-2	PD02-3
				0 a 1 m	8 a 9 m	9 a 10 m	14 a 15 m
Acenafteno	µg/kg	16	500	<11,0	<11,0	<11,0	<11,0
Acenaftileno	µg/kg	44	640	<10,00	<10,00	<10,00	<10,00
Antraceno	µg/kg	85,3	1100	5,88	<0,98	<0,98	<0,98
Benzo (a) antraceno	µg/kg	74,8	693	20,82	<3,26	<3,26	<3,26
Benzo (a) pireno	µg/kg	31,9	782	20,79	<0,68	<0,68	<0,68
Criseno	µg/kg	108	846	17,57	<1,25	<1,25	<1,25
Dibenzo (a,h) antraceno	µg/kg	6,22	135	<3,26	<3,26	<3,26	<3,26
Fenantreno	µg/kg	240	1500	8,94	<1,19	<1,19	<1,19
Fluoranteno	µg/kg	600	5100	37,6	<5,4	<5,4	<5,4
Fluoreno	µg/kg	19	540	<7,00	<7,00	<7,00	<7,00
2-metilnaftaleno	µg/kg	70	670	<10,00	<10,00	<10,00	<10,00
Naftaleno	µg/kg	160	2100	<15,00	<15,00	<15,00	<15,00
Pireno	µg/kg	665	2600	32,1	1,94	<1,84	<1,84
Somatória de HPAs	µg/kg	1000	-	143,73	3,89	n.d.	n.d.

n.d.: Não detectado

Quadro 9.3.9.5-35: Níveis de HPAs (em µg/Kg) em amostras de sedimentos marinhos da ADA (PD03)

Parâmetros	Unidades	Nível 1	Nível 2	PD03			
				PD03-S	PD03-1	PD03-2	PD03-3
				0 a 1 m	3,8 a 4,8 m	4,8 a 5,8 m	14 a 15 m
Acenafteno	µg/kg	16	500	<11,0	<11,0	<11,0	<11,0
Acenaftileno	µg/kg	44	640	9,10	<10,00	<10,00	<10,00
Antraceno	µg/kg	85,3	1100	6,87	<0,98	<0,98	<0,98
Benzo (a) antraceno	µg/kg	74,8	693	20,37	<3,26	<3,26	<3,26
Benzo (a) pireno	µg/kg	31,9	782	25,40	<0,68	<0,68	<0,68
Criseno	µg/kg	108	846	20,22	<1,25	<1,25	<1,25
Dibenzo (a,h) antraceno	µg/kg	6,22	135	6,01	<3,26	<3,26	<3,26
Fenantreno	µg/kg	240	1500	7,33	<1,19	<1,19	<1,19
Fluoranteno	µg/kg	600	5100	44,8	<5,4	<5,4	<5,4
Fluoreno	µg/kg	19	540	<7,00	<7,00	<7,00	<7,00
2-metilnaftaleno	µg/kg	70	670	<10,00	<10,00	<10,00	7,44
Naftaleno	µg/kg	160	2100	<15,00	<15,00	<15,00	<15,00
Pireno	µg/kg	665	2600	40,40	<1,84	<1,84	<1,84
Somatória de HPAs	µg/kg	1000	-	180,45	n.d.	n.d.	n.d.

n.d.: Não detectado

Quadro 9.3.9.5-36: Níveis de HPAs (em µg/Kg) em amostras de sedimentos marinhos da ADA (PD04)

Parâmetros	Unidades	Nível 1	Nível 2	PD04			
				PD04-S	PD04-1	PD04-2	PD04-3
				0 a 1 m	2,1 a 3,1 m	3,1 a 4,1 m	14 a 15 m
Acenafteno	µg/kg	16	500	<11,0	<11,0	<11,0	<11,0
Acenaftileno	µg/kg	44	640	<10,00	<10,00	<10,00	<10,00
Antraceno	µg/kg	85,3	1100	1,02	<0,98	<0,98	<0,98
Benzo (a) antraceno	µg/kg	74,8	693	4,16	<3,26	<3,26	<3,26
Benzo (a) pireno	µg/kg	31,9	782	5,94	<0,68	<0,68	<0,68
Criseno	µg/kg	108	846	2,19	<1,25	<1,25	<1,25
Dibenzo (a,h) antraceno	µg/kg	6,22	135	<3,26	<3,26	<3,26	<3,26
Fenantreno	µg/kg	240	1500	2,12	<1,19	<1,19	<1,19
Fluoranteno	µg/kg	600	5100	5,7	<5,4	<5,4	<5,4
Fluoreno	µg/kg	19	540	<7,00	<7,00	<7,00	<7,00
2-metilnaftaleno	µg/kg	70	670	<10,00	<10,00	<10,00	<10,00
Naftaleno	µg/kg	160	2100	<15,00	<15,00	<15,00	<15,00
Pireno	µg/kg	665	2600	4,75	<1,84	<1,84	<1,84
Somatória de HPAs	µg/kg	1000	-	25,88	n.d.	n.d.	n.d.

n.d.: Não detectado

Quadro 9.3.9.5-37: Níveis de HPAs (em µg/Kg) em amostras de sedimentos marinhos da ADA (PD05)

Parâmetros	Unidades	Nível 1	Nível 2	PD05			
				PD05-S	PD05-1	PD05-2	PD05-3
				0 a 1 m	3,9 a 4,9 m	4,9 a 5,9 m	14 a 15 m
Acenafteno	µg/kg	16	500	<11,0	<11,0	<11,0	<11,0
Acenaftileno	µg/kg	44	640	<10,00	<10,00	<10,00	<10,00
Antraceno	µg/kg	85,3	1100	<0,98	<0,98	<0,98	<0,98
Benzo (a) antraceno	µg/kg	74,8	693	<3,26	<3,26	<3,26	<3,26
Benzo (a) pireno	µg/kg	31,9	782	2,91	<0,68	<0,68	<0,68
Criseno	µg/kg	108	846	<1,25	<1,25	<1,25	<1,25
Dibenzo (a,h) antraceno	µg/kg	6,22	135	<3,26	<3,26	<3,26	<3,26
Fenantreno	µg/kg	240	1500	1,78	<1,19	<1,19	<1,19
Fluoranteno	µg/kg	600	5100	<5,4	<5,4	<5,4	<5,4
Fluoreno	µg/kg	19	540	<7,00	<7,00	<7,00	<7,00
2-metilnaftaleno	µg/kg	70	670	<10,00	<10,00	<10,00	<10,00
Naftaleno	µg/kg	160	2100	<15,00	<15,00	<15,00	<15,00
Pireno	µg/kg	665	2600	2,52	<1,84	<1,84	<1,84
Somatória de HPAs	µg/kg	1000	-	7,21	n.d.	n.d.	n.d.

n.d.: Não detectado

Quadro 9.3.9.5-38: Níveis de HPAs (em µg/Kg) em amostras de sedimentos marinhos da ADA (PD06)

Parâmetros	Unidades	Nível 1	Nível 2	PD06			
				PD06-S	PD06-1	PD06-2	PD06-3
				0 a 1 m	4 a 5 m	5 a 6 m	14 a 15 m
Acenafteno	µg/kg	16	500	<11,0	<11,0	<11,0	<11,0
Acenaftileno	µg/kg	44	640	<10,00	<10,00	<10,00	<10,00
Antraceno	µg/kg	85,3	1100	<0,98	<0,98	<0,98	<0,98
Benzo (a) antraceno	µg/kg	74,8	693	17,31	<3,26	<3,26	<3,26
Benzo (a) pireno	µg/kg	31,9	782	33,26	<0,68	<0,68	<0,68
Criseno	µg/kg	108	846	23,12	<1,25	<1,25	<1,25
Dibenzo (a,h) antraceno	µg/kg	6,22	135	3,68	<3,26	<3,26	<3,26
Fenantreno	µg/kg	240	1500	3,19	<1,19	<1,19	<1,19
Fluoranteno	µg/kg	600	5100	13,1	<5,4	<5,4	<5,4
Fluoreno	µg/kg	19	540	<7,00	<7,00	<7,00	<7,00
2-metilnaftaleno	µg/kg	70	670	<10,00	<10,00	<10,00	<10,00
Naftaleno	µg/kg	160	2100	<15,00	<15,00	<15,00	<15,00
Pireno	µg/kg	665	2600	16,52	<1,84	<1,84	<1,84
Somatória de HPAs	µg/kg	1000	-	110,13	n.d.	n.d.	n.d.

n.d.: Não detectado

Valor acima do nível 1 da Resolução Conama nº 344/04.

Quadro 9.3.9.5-39: Níveis de HPAs (em µg/Kg) em amostras de sedimentos marinhos da ADA (PD07)

Parâmetros	Unidades	Nível 1	Nível 2	PD07			
				PD07-S	PD07-1	PD07-2	PD-07-3
				0 a 1 m	4,5 a 5,5 m	5,5 a 6,5 m	14 a 15 m
Acenafteno	µg/kg	16	500	<11,0	<11,0	<11,0	<11,0
Acenaftileno	µg/kg	44	640	4,33	<10,00	<10,00	<10,00
Antraceno	µg/kg	85,3	1100	1,99	<0,98	<0,98	<0,98
Benzo (a) antraceno	µg/kg	74,8	693	7,23	<3,26	<3,26	<3,26
Benzo (a) pireno	µg/kg	31,9	782	12,56	<0,68	<0,68	<0,68
Criseno	µg/kg	108	846	4,96	<1,25	<1,25	<1,25
Dibenzo (a,h) antraceno	µg/kg	6,22	135	<3,26	<3,26	<3,26	<3,26
Fenantreno	µg/kg	240	1500	2,73	<1,19	<1,19	<1,19
Fluoranteno	µg/kg	600	5100	11,9	<5,4	<5,4	<5,4
Fluoreno	µg/kg	19	540	<7,00	<7,00	<7,00	<7,00
2-metilnaftaleno	µg/kg	70	670	<10,00	<10,00	<10,00	<10,00
Naftaleno	µg/kg	160	2100	<15,00	<15,00	<15,00	<15,00
Pireno	µg/kg	665	2600	11,41	<1,84	<1,84	<1,84
Somatória de HPAs	µg/kg	1000	-	57,13	n.d.	n.d.	n.d.

n.d.: Não detectado

Quadro 9.3.9.5-40: Níveis de HPAs (em µg/Kg) em amostras de sedimentos marinhos da ADA (PD08)

Parâmetros	Unidades	Nível 1	Nível 2	PD08			
				PD08-S	PD08-1	PD08-2	PD-08-3
				0 a 1 m	2 a 3 m	3 a 4 m	14 a 15 m
Acenafteno	µg/kg	16	500	<11,0	<11,0	<11,0	<11,0
Acenaftileno	µg/kg	44	640	<10,00	<10,00	<10,00	<10,00
Antraceno	µg/kg	85,3	1100	<0,98	<0,98	<0,98	<0,98
Benzo (a) antraceno	µg/kg	74,8	693	<3,26	<3,26	<3,26	<3,26
Benzo (a) pireno	µg/kg	31,9	782	<0,68	<0,68	<0,68	<0,68
Criseno	µg/kg	108	846	<1,25	<1,25	<1,25	<1,25
Dibenzo (a,h) antraceno	µg/kg	6,22	135	<3,26	<3,26	<3,26	<3,26
Fenantreno	µg/kg	240	1500	<1,19	<1,19	<1,19	<1,19
Fluoranteno	µg/kg	600	5100	<5,4	<5,4	<5,4	<5,4
Fluoreno	µg/kg	19	540	<7,00	<7,00	<7,00	<7,00
2-metilnaftaleno	µg/kg	70	670	<10,00	<10,00	<10,00	<10,00
Naftaleno	µg/kg	160	2100	<15,00	<15,00	<15,00	<15,00
Pireno	µg/kg	665	2600	<1,84	<1,84	<1,84	<1,84
Somatória de HPAs	µg/kg	1000	-	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.

n.d.: Não detectado

Quadro 9.3.9.5-41: Níveis de HPAs (em µg/Kg) em amostras de sedimentos marinhos da ADA (PD09)

Parâmetros	Unidades	Nível 1	Nível 2	PD09			
				PD09-S	PD09-1	PD09-2	PD09-3
				0 a 1 m	3,5 a 4,5 m	4,5 a 5,5 m	9 a 10 m
Acenafteno	µg/kg	16	500	<11,0	<11,0	<11,0	<11,0
Acenaftileno	µg/kg	44	640	<10,00	<10,00	<10,00	<10,00
Antraceno	µg/kg	85,3	1100	<0,98	<0,98	<0,98	<0,98
Benzo (a) antraceno	µg/kg	74,8	693	4,32	<3,26	<3,26	<3,26
Benzo (a) pireno	µg/kg	31,9	782	18,9	<0,68	<0,68	<0,68
Criseno	µg/kg	108	846	3,20	<1,25	<1,25	<1,25
Dibenzo (a,h) antraceno	µg/kg	6,22	135	5,56	<3,26	<3,26	<3,26
Fenantreno	µg/kg	240	1500	<1,19	<1,19	<1,19	<1,19
Fluoranteno	µg/kg	600	5100	<5,4	<5,4	<5,4	<5,4
Fluoreno	µg/kg	19	540	<7,00	<7,00	<7,00	<7,00
2-metilnaftaleno	µg/kg	70	670	<10,00	<10,00	<10,00	<10,00
Naftaleno	µg/kg	160	2100	<15,00	<15,00	<15,00	<15,00
Pireno	µg/kg	665	2600	4,15	<1,84	<1,84	<1,84
Somatória de HPAs	µg/kg	1000	-	79,74	n.d.	n.d.	n.d.

n.d.: Não detectado

Quadro 9.3.9.5-42: Níveis de HPAs (em µg/Kg) em amostras de sedimentos marinhos da ADA (PD13)

Parâmetros	Unidades	Nível 1	Nível 2	PD13			
				PD13-S	PD13-1	PD13-2	PD13-3
				0 a 1 m	17 a 18 m	18 a 19 m	19 a 20 m
Acenafteno	µg/kg	16	500	<11,0	<11,0	<11,0	<11,0
Acenaftileno	µg/kg	44	640	<10,00	<10,00	<10,00	<10,00
Antraceno	µg/kg	85,3	1100	1,50	1,72	<0,98	<0,98
Benzo (a) antraceno	µg/kg	74,8	693	4,55	6,00	<3,26	<3,26
Benzo (a) pireno	µg/kg	31,9	782	4,42	16,5	<0,68	<0,68
Criseno	µg/kg	108	846	3,20	<1,25	<1,25	<1,25
Dibenzo (a,h) antraceno	µg/kg	6,22	135	<3,26	<3,26	<3,26	<3,26
Fenantreno	µg/kg	240	1500	2,77	2,16	<1,19	<1,19
Fluoranteno	µg/kg	600	5100	7,9	9,3	<5,4	<5,4
Fluoreno	µg/kg	19	540	<7,00	<7,00	<7,00	<7,00
2-metilnaftaleno	µg/kg	70	670	<10,00	<10,00	<10,00	<10,00
Naftaleno	µg/kg	160	2100	<15,00	<15,00	<15,00	<15,00
Pireno	µg/kg	665	2600	8,56	31,3	<1,84	<1,84
Somatória de HPAs	µg/kg	1000	-	32,94	66,9	n.d.	n.d.

n.d.: Não detectado

Quadro 9.3.9.5-43: Níveis de HPAs (em µg/Kg) em amostras de sedimentos marinhos da ADA (PD14)

Parâmetros	Unidades	Nível 1	Nível 2	PD14			
				PD14-S	PD14-1	PD14-2	PD14-3
				0 a 1 m	12 a 13 m	13 a 14 m	14 a 15 m
Acenafteno	µg/kg	16	500	<11,0	<11,0	<11,0	<11,0
Acenaftileno	µg/kg	44	640	<10,00	<10,00	<10,00	<10,00
Antraceno	µg/kg	85,3	1100	1,81	8,64	1,08	<0,98
Benzo (a) antraceno	µg/kg	74,8	693	9,82	28,6	16,6	<3,26
Benzo (a) pireno	µg/kg	31,9	782	8,63	33,1	<0,68	<0,68
Criseno	µg/kg	108	846	6,45	25,8	20,00	<1,25
Dibenzo (a,h) antraceno	µg/kg	6,22	135	<3,26	11,3	<3,26	<3,26
Fenantreno	µg/kg	240	1500	4,60	26,3	2,90	<1,19
Fluoranteno	µg/kg	600	5100	16,6	31,0	28,6	<5,4
Fluoreno	µg/kg	19	540	<7,00	4,4	<7,00	<7,00
2-metilnaftaleno	µg/kg	70	670	<10,00	<10,00	<10,00	<10,00
Naftaleno	µg/kg	160	2100	<15,00	<15,00	<15,00	<15,00
Pireno	µg/kg	665	2600	16,54	<1,84	32,4	<1,84
Somatória de HPAs	µg/kg	1000	-	64,42	169,00	102,00	n.d.

n.d.: Não detectado

Valor acima do nível 1 da Resolução Conama nº 344/04.

Quadro 9.3.9.5-44: Níveis de HPAs (em µg/Kg) em amostras de sedimentos marinhos da ADA (PD15)

Parâmetros	Unidades	Nível 1	Nível 2	PD15			
				PD15-S	PD15-1	PD15-2	PD15-3
				0 a 1 m	3 a 4 m	4 a 5 m	14 a 15 m
Acenafteno	µg/kg	16	500	<11,0	<11,0	<11,0	<11,0
Acenaftileno	µg/kg	44	640	<10,00	<10,00	<10,00	<10,00
Antraceno	µg/kg	85,3	1100	2,11	<0,98	<0,98	<0,98
Benzo (a) antraceno	µg/kg	74,8	693	7,67	<3,26	<3,26	<3,26
Benzo (a) pireno	µg/kg	31,9	782	8,11	<0,68	<0,68	<0,68
Criseno	µg/kg	108	846	5,95	<1,25	<1,25	<1,25
Dibenzo (a,h) antraceno	µg/kg	6,22	135	<3,26	<3,26	<3,26	<3,26
Fenantreno	µg/kg	240	1500	4,77	<1,19	<1,19	<1,19
Fluoranteno	µg/kg	600	5100	14,1	<5,4	<5,4	<5,4
Fluoreno	µg/kg	19	540	<7,00	<7,00	<7,00	<7,00
2-metilnaftaleno	µg/kg	70	670	<10,00	<10,00	<10,00	0,22
Naftaleno	µg/kg	160	2100	<15,00	<15,00	<15,00	<15,00
Pireno	µg/kg	665	2600	12,36	<1,84	<1,84	<1,84
Somatória de HPAs	µg/kg	1000	-	55,11	n.d.	n.d.	n.d.

n.d.: Não detectado

Quadro 9.3.9.5-45: Níveis de HPAs (em µg/Kg) em amostras de sedimentos marinhos da ADA (PD16)

Parâmetros	Unidades	Nível 1	Nível 2	PD16			
				PD16-S	PD16-1	PD16-2	PD16-3
				0 a 1 m	10,6 a 11,6 m	11,6 a 12,6 m	14 a 15 m
Acenafteno	µg/kg	16	500	<11,0	<11,0	<11,0	<11,0
Acenaftileno	µg/kg	44	640	<10,00	<10,00	<10,00	<10,00
Antraceno	µg/kg	85,3	1100	<0,98	<0,98	<0,98	<0,98
Benzo (a) antraceno	µg/kg	74,8	693	<3,26	<3,26	<3,26	<3,26
Benzo (a) pireno	µg/kg	31,9	782	2,62	<0,68	<0,68	<0,68
Criseno	µg/kg	108	846	1,49	<1,25	<1,25	<1,25
Dibenzo (a,h) antraceno	µg/kg	6,22	135	<3,26	<3,26	<3,26	<3,26
Fenantreno	µg/kg	240	1500	2,79	<1,19	<1,19	<1,19
Fluoranteno	µg/kg	600	5100	3,1	<5,4	<5,4	<5,4
Fluoreno	µg/kg	19	540	<7,00	<7,00	<7,00	<7,00
2-metilnaftaleno	µg/kg	70	670	<10,00	<10,00	<10,00	<10,00
Naftaleno	µg/kg	160	2100	<15,00	<15,00	<15,00	<15,00
Pireno	µg/kg	665	2600	3,23	<1,84	<1,84	<1,84
Somatória de HPAs	µg/kg	1000	-	13,24	n.d.	n.d.	n.d.

n.d.: Não detectado

Quadro 9.3.9.5-46: Níveis de HPAs (em µg/Kg) em amostras de sedimentos marinhos da ADA (PD17)

Parâmetros	Unidades	Nível 1	Nível 2	PD17			
				PD17-S	PD17-1	PD17-2	PD17-3
				0 a 1 m	10 a 11 m	11 a 12 m	14 a 15 m
Acenafteno	µg/kg	16	500	<11,0	<11,0	<11,0	<11,0
Acenaftileno	µg/kg	44	640	<10,00	<10,00	<10,00	<10,00
Antraceno	µg/kg	85,3	1100	1,20	<0,98	<0,98	<0,98
Benzo (a) antraceno	µg/kg	74,8	693	4,28	<3,26	<3,26	<3,26
Benzo (a) pireno	µg/kg	31,9	782	4,77	<0,68	<0,68	<0,68
Criseno	µg/kg	108	846	2,19	<1,25	<1,25	<1,25
Dibenzo (a,h) antraceno	µg/kg	6,22	135	<3,26	<3,26	<3,26	<3,26
Fenantreno	µg/kg	240	1500	2,65	<1,19	<1,19	<1,19
Fluoranteno	µg/kg	600	5100	6,5	<5,4	<5,4	<5,4
Fluoreno	µg/kg	19	540	<7,00	<7,00	<7,00	<7,00
2-metilnaftaleno	µg/kg	70	670	<10,00	<10,00	<10,00	<10,00
Naftaleno	µg/kg	160	2100	<15,00	<15,00	<15,00	<15,00
Pireno	µg/kg	665	2600	6,4	12,00	<1,84	<1,84
Somatória de HPAs	µg/kg	1000	-	28,01	12,00	n.d.	n.d.

n.d.: Não detectado

Quadro 9.3.9.5-47: Níveis de HPAs (em µg/Kg) em amostras de sedimentos marinhos da ADA (PD17A)

Parâmetros	Unidades	Nível 1	Nível 2	PD17A
				0 a 1 m
Acenafteno	µg/kg	16	500	2,52
Acenaftileno	µg/kg	44	640	0,68
Antraceno	µg/kg	85,3	1100	1,55
Benzo (a) antraceno	µg/kg	74,8	693	2,86
Benzo (a) pireno	µg/kg	31,9	782	18,5
Criseno	µg/kg	108	846	5,4
Dibenzo (a,h) antraceno	µg/kg	6,22	135	2,78
Fenantreno	µg/kg	240	1500	6,83
Fluoranteno	µg/kg	600	5100	22,6
Fluoreno	µg/kg	19	540	1,13
2-metilnaftaleno	µg/kg	70	670	<10,00
Naftaleno	µg/kg	160	2100	<15,00
Pireno	µg/kg	665	2600	1,94
Somatória de HPAs	µg/kg	1000	-	66,79

As concentrações de Hidrocarbonetos Policíclicos Aromáticos (HPAs) totais nos sedimentos de superfície da ADA variaram de 7,21 µg/kg no ponto PD05 a 180,45 µg/Kg no ponto PD03, todos inferiores ao nível 1 da Resolução Conama nº 344/04. Já para os HPAs individuais nestas amostras, somente o ponto PD06 apresentou benzo(a)pireno superior ao nível 1 da Resolução.

Para as amostras de subsuperfície, os resultados indicaram valores similares ou inferiores aos encontrados nos sedimentos de superfície, com exceção do ponto PD14, cuja amostra coletada entre -12 m e -13 m de coluna sedimentar amostrada apresentou valores de benzo (a) pireno (33,1 µg/kg) e de dibenzo (a,h) antraceno (11,3 µg/kg) superiores ao nível 1 da Resolução Conama nº 344/04.

Ambientes muito poluídos podem apresentar concentrações de até 33000 µg/Kg de HPA total em regiões portuárias na China (Hong *et al.*, 1995) ou 90444 µg/Kg na Baía de Montevideo (Muniz *et al.*, 2004). Os valores observados estão dentro dos limites normalmente encontrados para amostras de sedimento de ambientes considerados relativamente não poluídos.

É bem conhecido que o Estuário de Santos recebe, há décadas, a maioria dos esgotos da Cidade de Cubatão, assim como os efluentes do pólo industrial e petroquímico instalado no entorno da área.

Dados pretéritos como os apresentados por Abessa (2002) e Cetesb (2001) indicaram a presença de HPAs, com tendência de um aumento significativo de teores na direção do Canal do Porto de Santos, o que indica estarem os sedimentos analisados da ADA abaixo dos valores normalmente encontrados na literatura da região.

9.3.9.5.4 COT (Carbono Orgânico Total), Nitrogênio (N) e Fósforo (P)

Os resultados obtidos para as concentrações de carbono orgânico total (COT), Nitrogênio Kjeldahl e Fósforo Total na ADA estão apresentados nos Quadros 9.3.9.5-48 a 9.3.9.5-62. O Gráfico 9.3.9.5-2 apresenta a disposição espacial da distribuição desses parâmetros nos pontos de coleta.

Quadro 9.3.9.5-48: Níveis de COT, N e P em amostras de sedimentos marinhos superficiais da ADA (PD01)

Parâmetros	Unidades	Alerta Conama 344/04	PD01			
			PD01-S	PD01-1	PD01-2	PD01-3
			0 a 1 m	8 a 9 m	9 a 10 m	14 a 15 m
Nitrogênio Kjeldahl Total	mg/kg	4800	2172	536,4	804,7	985,5
Fósforo Total	mg/kg	2000	1230	554	778,6	1011,6
COT	%	10	4,4	2,1	1,8	1,8

Quadro 9.3.9.5-49: Níveis de COT, N e P em amostras de sedimentos marinhos superficiais da ADA (PD02)

Parâmetros	Unidades	Alerta Conama 344/04	PD02			
			PD02-S	PD02-1	PD02-2	PD02-3
			0 a 1 m	8 a 9 m	9 a 10 m	14 a 15 m
Nitrogênio Kjeldahl Total	mg/kg	4800	1569	808,1	1521,7	199
Fósforo Total	mg/kg	2000	976	66,9	749,5	134,6
COT	%	10	2,5	2,5	3,0	2,0

Quadro 9.3.9.5-50: Níveis de COT, N e P em amostras de sedimentos marinhos superficiais da ADA (PD03)

Parâmetros	Unidades	Alerta Conama 344/04	PD03			
			PD03-S	PD03-1	PD03-2	PD03-3
			0 a 1 m	3,8 a 4,8 m	4,8 a 5,8 m	14 a 15 m
Nitrogênio Kjeldahl Total	mg/kg	4800	1135	1374,4	1178,5	724,3
Fósforo Total	mg/kg	2000	402	1393,1	153,6	631,7
COT	%	10	2,9	3,6	3,3	1,3

Quadro 9.3.9.5-51: Níveis de COT, N e P em amostras de sedimentos marinhos superficiais da ADA (PD04)

Parâmetros	Unidades	Alerta Conama 344/04	PD04			
			PD04-S	PD04-1	PD04-2	PD04-3
			0 a 1 m	2,1 a 3,1 m	3,1 a 4,1 m	14 a 15 m
Nitrogênio Kjeddahl Total	mg/kg	4800	2343	364,0	969,3	1332
Fósforo Total	mg/kg	2000	1063	344,7	748,4	906,3
COT	%	10	3,7	4,7	4,7	3,00

Quadro 9.3.9.5-52: Níveis de COT, N e P em amostras de sedimentos marinhos superficiais da ADA (PD05)

Parâmetros	Unidades	Alerta Conama 344/04	PD05			
			PD05-S	PD05-1	PD05-2	PD05-3
			0 a 1 m	3,9 a 4,9 m	4,9 a 5,9 m	14 a 15 m
Nitrogênio Kjeddahl Total	mg/kg	4800	2004	1720,8	986,8	895,4
Fósforo Total	mg/kg	2000	1525	709,8	856,4	786,3
COT	%	10	3,3	3,8	2,8	2,7

Quadro 9.3.9.5-53: Níveis de COT, N e P em amostras de sedimentos marinhos superficiais da ADA (PD06)

Parâmetros	Unidades	Alerta Conama 344/04	PD06			
			PD06-S	PD06-1	PD06-2	PD06-3
			0 a 1 m	4 a 5 m	5 a 6 m	14 a 15 m
Nitrogênio Kjeddahl Total	mg/kg	4800	1535	1197,5	582,9	435,2
Fósforo Total	mg/kg	2000	1599	954,7	375,1	480
COT	%	10	2,8	3,5	2,3	2,3

Quadro 9.3.9.5-54: Níveis de COT, N e P em amostras de sedimentos marinhos superficiais da ADA (PD07)

Parâmetros	Unidades	Alerta Conama 344/04	PD07			
			PD07-S	PD07-1	PD07-2	PD07-3
			0 a 1 m	4,5 a 5,5 m	5,5 a 6,5 m	14 a 15 m
Nitrogênio Kjeddahl Total	mg/kg	4800	1855	345,2	866,1	472,4
Fósforo Total	mg/kg	2000	1094	341,3	258,1	649,9
COT	mg/kg	10	1,61	1,36	2,33	2,03

Quadro 9.3.9.5-55: Níveis de COT, N e P em amostras de sedimentos marinhos superficiais da ADA (PD08)

Parâmetros	Unidades	Alerta Conama 344/04	PD08			
			PD08-S	PD08-1	PD08-2	PD08-3
			0 a 1 m	2 a 3 m	3 a 4 m	14 a 15 m
Nitrogênio Kjeddahl Total	mg/kg	4800	552	1050	715	632
Fósforo Total	mg/kg	2000	533	384	591	470
COT	%	10	1,5	2,8	1,6	2,4

Quadro 9.3.9.5-56: Níveis de COT, N e P em amostras de sedimentos marinhos superficiais da ADA (PD09)

Parâmetros	Unidades	Alerta Conama 344/04	PD09			
			PD09-S	PD09-1	PD09-2	PD09-3
			0 a 1 m	3,5 a 4,5 m	4,5 a 5,5 m	9 a 10 m
Nitrogênio Kjeddahl Total	mg/kg	4800	291	853	756	649
Fósforo Total	mg/kg	2000	42,3	648	538	380
COT	%	10	0,7	2,2	2,1	2,0

Quadro 9.3.9.5-57: Níveis de COT, N e P em amostras de sedimentos marinhos superficiais da ADA (PD13)

Parâmetros	Unidades	Alerta Conama 344/04	PD13			
			PD13-S	PD13-1	PD13-2	PD13-3
			0 a 1 m	17 a 18 m	18 a 19 m	19 a 20 m
Nitrogênio Kjeddahl Total	mg/kg	4800	2517	874	917	904
Fósforo Total	mg/kg	2000	1448	626	733	437
COT	%	10	2,4	1,7	1,5	1,8

Quadro 9.3.9.5-58: Níveis de COT, N e P em amostras de sedimentos marinhos superficiais da ADA (PD14)

Parâmetros	Unidades	Alerta Conama 344/04	PD14			
			PD14-S	PD14-1	PD14-2	PD14-3
			0 a 1 m	12 a 13 m	13 a 14 m	14 a 15 m
Nitrogênio Kjeddahl Total	mg/kg	4800	3596	1007	1132	761
Fósforo Total	mg/kg	2000	2338	840	995	601
COT	%	10	4,5	4,9	6,4	2,2

Valor acima do Nível 1 da Resolução do Conama 344/04.

Quadro 9.3.9.5-59: Níveis de COT, N e P em amostras de sedimentos marinhos superficiais da ADA (PD15)

Parâmetros	Unidades	Alerta Conama 344/04	PD15			
			PD15-S	PD15-1	PD15-2	PD15-3
			0 a 1 m	3 a 4 m	4 a 5 m	14 a 15 m
Nitrogênio Kjeddahl Total	mg/kg	4800	3221	195,7	182,7	308
Fósforo Total	mg/kg	2000	1606	143,4	179,4	193,1
COT	%	10	3,9	2,8	2,1	1,5

Quadro 9.3.9.5-60: Níveis de COT, N e P em amostras de sedimentos marinhos superficiais da ADA (PD16)

Parâmetros	Unidades	Alerta Conama 344/04	PD16			
			PD16-S	PD16-1	PD16-2	PD16-3
			0 a 1 m	10,6 a 11,6 m	11,6 a 12,6 m	14 a 15 m
Nitrogênio Kjeddahl Total	mg/kg	4800	2151	891	739	1065
Fósforo Total	mg/kg	2000	720	713	489	1022
COT	%	10	2,5	2,3	2,0	2,1

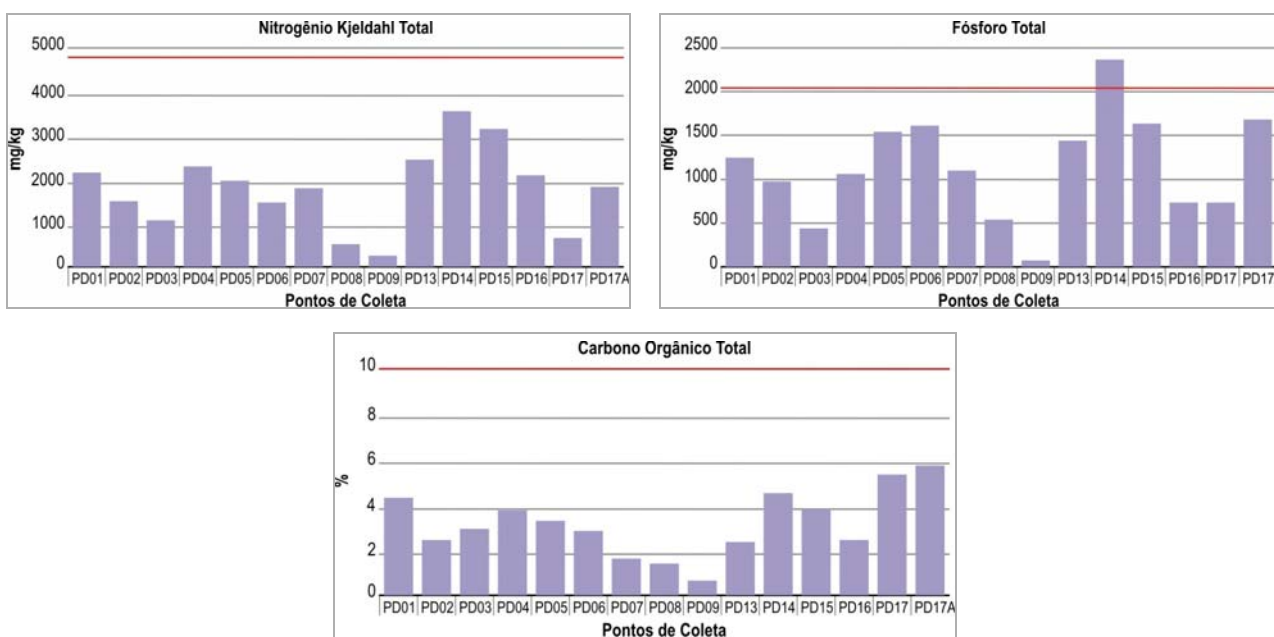
Quadro 9.3.9.5-61: Níveis de COT, N e P em amostras de sedimentos marinhos superficiais da ADA (PD17)

Parâmetros	Unidades	Alerta Conama 344/04	PD17			
			PD17-S	PD17-1	PD17-2	PD17-3
			0 a 1 m	10 a 11 m	11 a 12 m	14 a 15 m
Nitrogênio Kjeldahl Total	mg/kg	4800	680	751	948	726
Fósforo Total	mg/kg	2000	1465	737	693	572
COT	%	10	2,9	5,3	4,5	4,0

Quadro 9.3.9.5-62: Níveis de COT, N e P em amostras de sedimentos marinhos superficiais da ADA (PD17A)

Parâmetros	Unidades	Alerta Conama 344/04	PD17A
			0 a 1 m
Nitrogênio Kjeldahl Total	mg/kg	4800	1908
Fósforo Total	mg/kg	2000	1711
COT	%	10	5,8

Gráfico 9.3.9.5-2: Níveis de COT, N e P em amostras de sedimentos marinhos superficiais da ADA



As concentrações de COT nas amostras da ADA oscilaram em superfície entre 0,7 a 5,8 % nos pontos PD09 e PD17A respectivamente. Em subsuperfície a oscilação esteve compreendida entre 1,3 % (sondagem PD03 entre 14 e 15m - DHN) e 6,4 % na amostra PD14 entre as profundidades de 13 a 14 metros da coluna sedimentar analisada. Em nenhum ponto a concentração foi superior ao valor de alerta da Resolução Conama nº 344/04.

Para o fósforo total os valores das amostras de superfície estiveram entre 42,3 mg/kg no ponto PD09 e 2338 mg/kg no PD14, sendo este último o único acima do valor de alerta da resolução Conama 344/04. Em subsuperfície as concentrações encontradas foram inferiores, sendo o maior valor relativo à amostra entre 3,8 a 4,8m da coluna amostrada do ponto PD03 (1393 mg/kg).

Os valores de Nitrogênio Kjeldahl das amostras de superfície estiveram entre 291 mg/kg (ponto PD09) e 3596 mg/kg (ponto PD14). Nos sedimentos de subsuperfície os valores encontrados foram inferiores ao valor de alerta da Resolução Conama nº 344/04 (2000 mg/kg).

Portanto, de um modo geral, os resultados obtidos para estes analitos indicaram valores de nutrientes que não ultrapassam os valores orientadores da Resolução Conama nº 344/04.

9.3.9.5.5 Caracterização Ecotoxicológica

Os resultados dos testes de toxicidade aguda com *L. plumulosus* com os sedimentos superficiais da ADA são apresentados no Quadro 9.3.9.5-63 e nos Gráficos 9.3.9.5-3 e 9.3.9.5-4.

Para a maior parte das amostras, a variabilidade entre as réplicas foi inferior a 20%. A porcentagem média de mortalidade para todas as amostras, excluindo os controles, foi de 24% (desvio padrão = 17%).

Quadro 9.3.9.5-63: Efeito tóxico (% de mortalidade) observado nos testes de toxicidade com *Leptocheirus plumulosus* após 10 dias de exposição às amostras de sedimento controle e às amostras superficiais coletadas na ADA

Amostra	Mortalidade (%)		Resultado
	Média	Desvio Padrão	
Controle 1*	10	10	-
Controle 2**	2	4	-
Controle 3***	4	9	-
PD01	44	11	Tóxico
PD02	40	7	Tóxico
PD03	44	28	Não tóxico
PD04	22	16	Não tóxico
PD05	28	19	Não tóxico
PD06	20	10	Não tóxico
PD07	26	25	Não tóxico
PD08	4	5	Não tóxico
PD09	0	0	Não tóxico
PD13	0	0	Não tóxico
PD14	20	14	Não tóxico
PD15	30	31	Não tóxico
PD16	26	15	Não tóxico
PD17	58	38	Tóxico
PD17A	4	5	Não tóxico

* Controle para amostras PD01, PD02, PD03, PD04, PD05, PD06, PD07, PD09, PD13, PD14, PD15, PD16 e PD17.

** Controle para amostras PD08 e PD09.

*** Controle para amostra PD17A.

Gráfico 9.3.9.5-3: Valores de mortalidade, em porcentagem, de *Leptocheirus plumulosus* para cada réplica após 10 dias de exposição às amostras de sedimento controle e às amostras superficiais coletadas na ADA no teste de toxicidade aguda. A linha horizontal indica a média para todas as réplicas (24%), excluindo controle

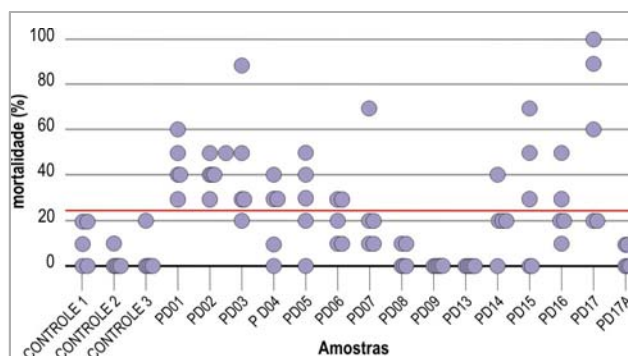
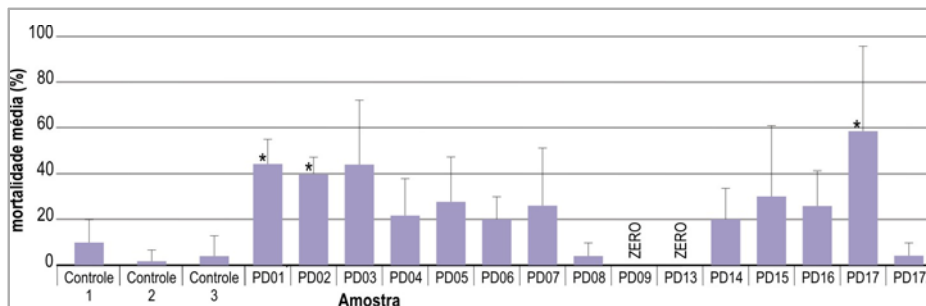


Gráfico 9.3.9.5-4: Valores médios e desvios padrão de mortalidade de *Leptocheirus plumulosus* após 10 dias de exposição às amostras de sedimento controle e às amostras superficiais coletadas na ADA no teste de toxicidade aguda. * indica estatisticamente diferente do controle. Controle 1 foi usado para amostras PD01, PD02, PD03, PD04, PD05, PD06, PD07, PD09, PD13, PD14, PD15, PD16 e PD17. Controle 2 foi usado para amostras PD08 e PD09. Controle 3 foi usado para amostra PD17A.



A validação dos testes com *L. plumulosus* é feita considerando-se a sobrevivência dos organismos no sedimento controle, bem como o resultado dos testes com a substância de referência, sulfato de zinco heptaidratado. A sobrevivência nos controles dos testes com *L. plumulosus* resultou em médias entre 90 e 98% de organismos vivos após dez dias de exposição, portando igual ou acima do valor de 90% de sobrevivência recomendando pela Usepa (1994).

Simultaneamente aos testes com sedimento, foram realizados testes com a substância de referência sulfato de zinco heptaidratado. O Quadro 9.3.9.5-64 apresenta os valores de concentração letal mediana (CL50; 96h) obtido para cada conjunto de testes conduzido em data diferente, com correspondente carta-controle de sensibilidade do sistema-teste, utilizando dados acumulados de vários testes até a data do teste com as amostras.

Quadro 9.3.9.5-64: Concentração letal mediana (CL50; 96h) do sulfato de zinco heptaidratado e carta-controle de sensibilidade dos testes de toxicidade com *Leptocheirus plumulosus*

Data do teste	CL50; 96h	Carta-controle	
	(intervalo de confiança)	CL50; 96h - Média	Limites de controle *
	mg Zn/L	mg Zn/L	mg Zn/L
19/03/2010	0,90 (0,64 a 1,27)	1,00	0,44 a 1,37
23/04/2010	0,48 (0,40 a 0,58)	1,00	0,44 a 1,37
30/07/2010	0,58 (0,47 a 0,72)	0,88	0,29 a 1,47

* Limites de controle = média ± 2.desvio padrão

Portanto, os valores obtidos de CL50; 96h da substância de referência estão dentro da respectiva faixa definida de avaliação do sistema-teste, conforme carta-controle apresentada no relatório de ensaio do laboratório.

Durante a realização dos testes, acompanhou-se a variação do pH, da salinidade, do oxigênio dissolvido, do nitrogênio amoniacal e da amônia não ionizada, na água de interface e na água intersticial. Os resultados obtidos indicaram uma qualidade aceitável na água de interface e na água intersticial durante o período de realização dos testes.

A análise estatística aplicada aos dados brutos dos testes de toxicidade das amostras da ADA mostrou que as amostras PD01, PD02 e PD17 causaram toxicidade significativa aos anfípodes (Quadro 9.3.9.5-63 e Gráfico 9.3.9.5-4). A amostra PD03 apresentou valor médio de mortalidade igual a PD01, mas não diferiu significativamente do controle.

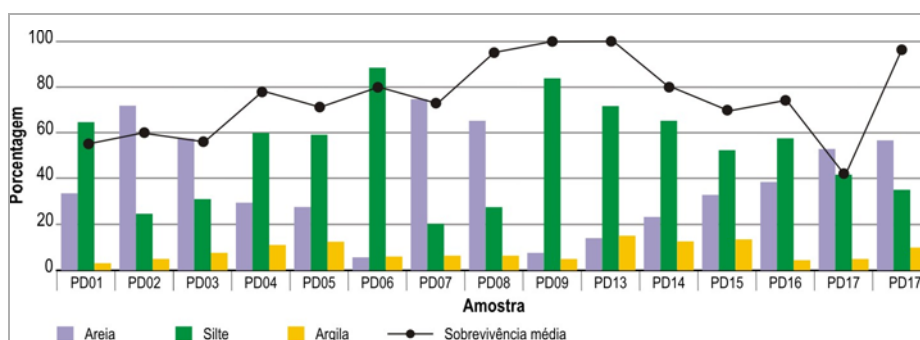
Para verificação dos resultados de toxicidade obtidos, foi decidido repetir a amostragem do ponto PD17, que apresentou o maior valor de mortalidade (58%) dentre todos os pontos amostrados da ADA.

Nesta nova amostra (identificada como PD17A) foram realizadas as mesmas análises granulométricas, químicas e ecotoxicológicas definidas na Resolução Conama nº 344/04. Os resultados das análises químicas mostraram grande similaridade com os do ponto PD17, porém não foi constatada toxicidade significativa na nova amostra.

Na discussão a seguir são comparados os resultados de toxicidade com as análises granulométricas e químicas das amostras da ADA, assim como com as condições verificadas durante os testes de toxicidade.

Leptocheirus plumulosus habita preferencialmente sedimento rico em silte e argila (McGee *et al.*, 1993). Corroborando os dados de campo sobre a tolerância de *L. plumulosus*, estudos de laboratório mostraram que esta espécie apresenta alta sobrevivência e reprodução dentro de uma ampla faixa de teor de silte e argila, incluindo sedimentos predominantemente arenosos (Emery *et al.*, 1997). Portanto, as características granulométricas dos sedimentos da ADA não são consideradas agentes interferentes na sobrevivência de *L. plumulosus* nos testes agudos. O Gráfico 9.3.9.5-5 ilustra a falta de correlação entre a composição granulométrica do sedimento e a sobrevivência média de *L. plumulosus* em amostras da ADA. A relação entre a porcentagem de lama (silte e argila) e a sobrevivência dos anfípodes nas amostras foi fraca e não significativa (coeficiente de correlação de Pearson: $r = 0,45$, $p=0,107$).

Gráfico 9.3.9.5-5: Composição granulométrica das amostras de sedimentos coletadas na ADA e respectivos valores médios de sobrevivência de *Leptocheirus plumulosus*.



Os Gráficos 9.3.9.5-6, 9.3.9.5-7 e 9.3.9.5-8 ilustram a falta de correlação entre concentração de nitrogênio Kjeldahl, carbono orgânico total e fósforo total e a sobrevivência de *L. plumulosus* em amostras da ADA (coeficiente de correlação de Pearson: $r = 0,007$, $p=0,981$ para nitrogênio Kjeldahl; $r = -0,476$, $p=0,085$ para carbono orgânico total, e $r = -0,177$, $p=0,544$ para fósforo total).

Gráfico 9.3.9.5-6: Concentração de nitrogênio Kjeldahl nas amostras sedimentos coletadas na ADA e respectivos valores médios de sobrevivência de *Leptocheirus plumulosus*.

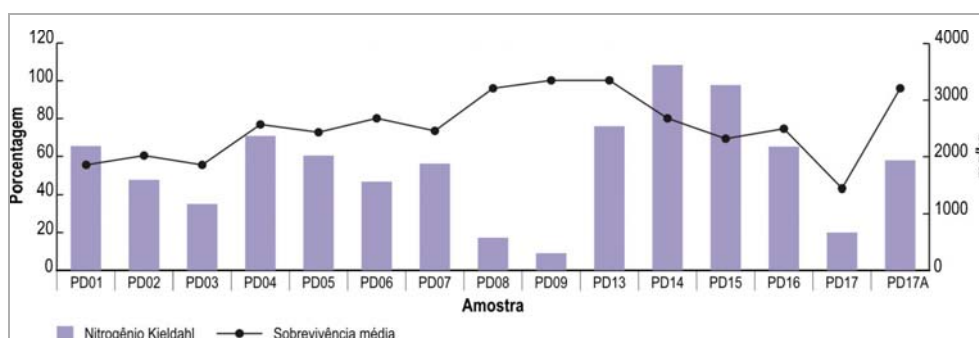


Gráfico 9.3.9.5-7: Concentração de carbono orgânico total (COT) nas amostras sedimentos coletadas na ADA e respectivos valores médios de sobrevivência de *Leptocheirus plumulosus*

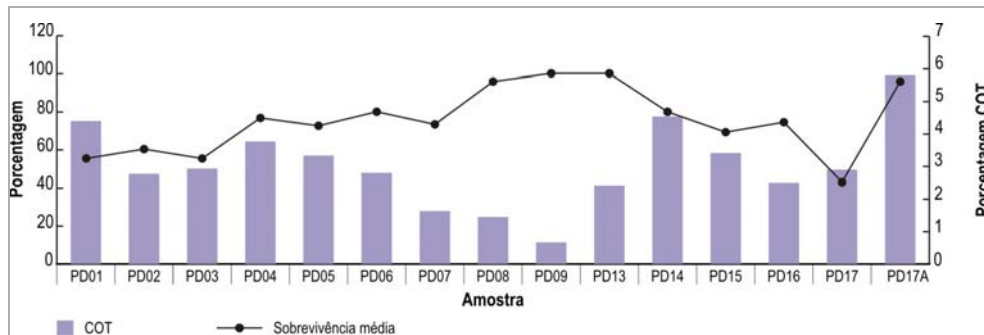
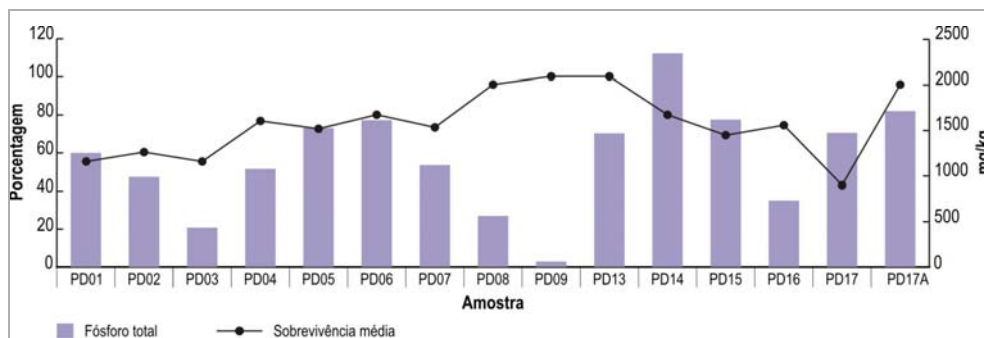


Gráfico 9.3.9.5-8: Concentração de fósforo total nas amostras sedimentos coletadas na ADA e respectivos valores médios de sobrevivência de *Leptocheirus plumulosus*



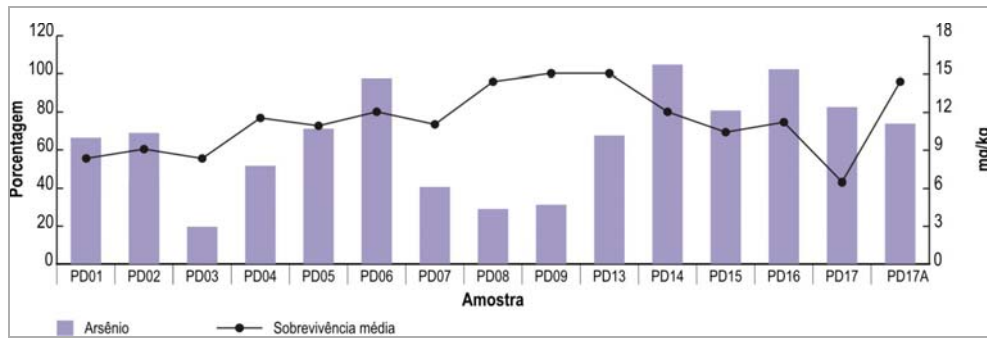
A concentração de amônia total (nitrogênio amoniacal) na água intersticial e na zona de interface água/sedimento no início e no final do teste de 10 dias variou de <0,01 a 20 mg/L, valores abaixo do nível considerado como potencialmente causador de efeitos deletérios em *L. plumulosus* (Usepa, 1994). A concentração de amônia não-ionizada nas amostras de água no início e final dos testes de toxicidade aguda variou entre 0,01 e 0,027 mg/L, igualmente abaixo do valor de 0,8 mg/L, abaixo do qual efeitos deletérios não são observados (Usepa, 1994).

Crítérios (ou guias) de qualidade dos sedimentos foram adotados pelo “National Oceanic and Atmospheric Administration” (NOAA) dos Estados Unidos para servir como ferramenta de “screening” para avaliar efeitos adversos a invertebrados bentônicos (Buchman, 2008). Os critérios propostos por Long *et al.* (1995), ERL (do inglês: ‘effects range low’) e ERM (do inglês: ‘effects range medium’) foram adotados para avaliação de disposição de material dragado no ambiente marinho pela Resolução Conama nº 344/04, onde os valores de ERL são designados “nível 1” e os valores ERM são designados “nível 2”. Long *et al.* (1995) estabeleceram que concentrações abaixo do ERL (= nível 1) representam uma faixa de efeitos-mínimos em que efeitos seriam raramente observados. Concentrações iguais ou superiores ao ERM (= nível 2) representam uma faixa de efeitos prováveis.

De acordo com a Resolução Conama nº 344/04, testes de toxicidade devem ser realizados em pontos amostrais onde são encontrados os contaminantes prioritários. Para o presente estudo, independente de terem sido encontrados ou não estes contaminantes, os testes de toxicidade foram realizados com todas as amostras de sedimentos superficiais da ADA. Nas amostras que apresentaram mortalidade de anfípodes significativamente maior do que no controle (PD01, PD02 e PD17), ou seja, aquelas que foram classificadas como “tóxicas”, apenas a concentração de arsênio excedeu o valor de nível 1 da Resolução Conama.

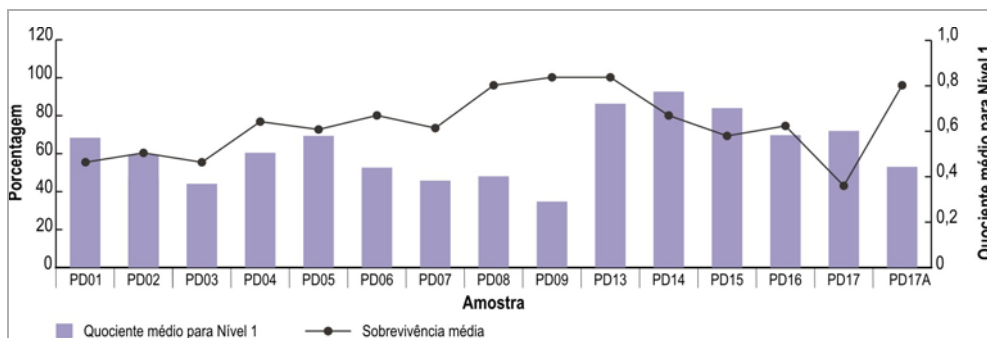
A concentração de arsênio excedeu valores de nível 1 nas amostras classificadas como “tóxicas” e também na maioria das amostras classificadas como “não tóxicas”, especificamente PD05, PD06, PD13, PD14, PD15 e PD16. O Gráfico 9.3.9.5-9 ilustra a ausência de correlação causal entre a concentração de arsênio e a sobrevivência média de *L. plumulosus* (coeficiente de correlação de Pearson: $r = -0,181$, $p=0,536$).

Gráfico 9.3.9.5-9: Concentração de arsênio nas amostras sedimentos coletadas na ADA e respectivos valores médios de sobrevivência de *Leptocheirus plumulosus*.



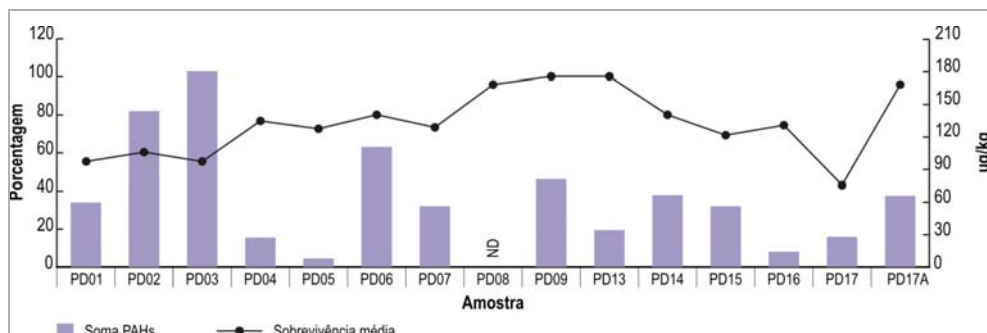
Para avaliação conjunta dos metais para os quais valores de nível 1 e nível 2 constam na Resolução Conama nº 344/04, os valores de sua concentração nas amostras da ADA foram divididos pelo correspondente valor do nível 1. Os quocientes estabelecidos para cada metal foram usados no cálculo de um quociente médio para metais. Este quociente médio foi máximo (0,77) para a amostra não tóxica PD14. O Gráfico 9.3.9.5-10 ilustra a ausência de relação causal entre o quociente médio de metais para nível 1 e a sobrevivência média de *L. plumulosus* (coeficiente de correlação de Pearson: $r = -0,181$, $p=0,536$).

Gráfico 9.3.9.5-10: Quociente médio de metais para Nível 1 nas amostras sedimentos coletadas na ADA e respectivos valores médios de sobrevivência de *Leptocheirus plumulosus*.



As concentrações de hidrocarbonetos policíclicos aromáticos (HPAs) individuais obtidas estiveram abaixo do nível 1 em todas as amostras de sedimentos superficiais (tóxicas ou não), com exceção de benzo(a)pireno para a amostra PD06 (Quadro 9.3.9.5-38), que, no entanto, não apresentou toxicidade. As somatórias dos HPAs estiveram abaixo do nível 1 da Resolução Conama nº 344/04 em todas as amostras. O quociente máximo da somatória e o valor de 1 mg/kg estabelecido para o nível 1 foi de 0,18 para a amostra PD03. O Gráfico 9.3.9.5-11 ilustra a ausência de relação causal entre a somatória dos HPAs e a sobrevivência média de *L. plumulosus* (coeficiente de correlação de Pearson: $r = -0,286$, $p=0,304$).

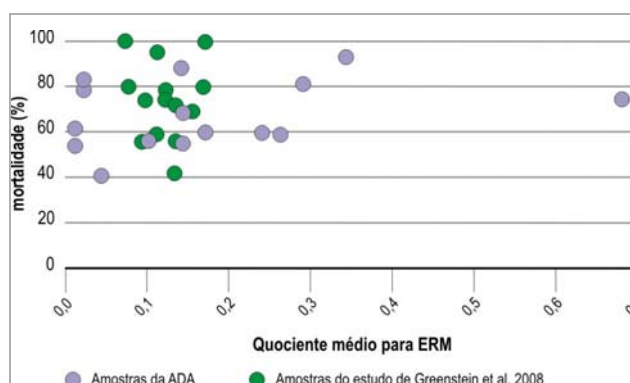
Gráfico 9.3.9.5-11: Concentração somatória de hidrocarbonetos policíclicos aromáticos (HPAs) nas amostras sedimentos coletadas na ADA e respectivos valores médios de sobrevivência de *Leptocheirus plumulosus*. nd = não detectado na amostra



Nas amostras PD01, PD02 e PD17, classificadas como tóxicas (Quadro 9.3.9.5-63), assim como nas demais amostras da ADA, as concentrações de pesticidas organoclorados e PCBs estiveram abaixo do limite de detecção do método, e também, das concentrações estabelecidas como Nível 1 para estes compostos, como pode ser visto nos Quadros 9.3.9.5-18, 9.3.9.5-19 e 9.3.9.5-31.

O Gráfico 9.3.9.5-12 ilustra a falta de correlação entre a concentração de contaminantes constantes na Resolução Conama 344/04, e a sobrevivência de *L. plumulosus* em testes de toxicidade com amostras da ADA. As concentrações obtidas nas amostras da ADA foram divididas pelo correspondente valor ERM (ou seja, valor do nível 2 da Resolução Conama nº 344/04) e os valores obtidos foram utilizados para obter um quociente médio. O mesmo gráfico ilustra a falta de correlação entre os mesmos parâmetros obtidos com dados do estudo de Greenstein *et al.* (2008) com amostras coletadas na costa da Califórnia. O mesmo estudo relata e discute amplas diferenças entre resultados obtidos com diferentes testes de toxicidade aplicados a 15 amostras de sedimento. Grandes discrepâncias na resposta obtidas com diferentes testes, assim como baixa correlação entre a resposta e o teor de contaminação, indicam que o uso de vários testes de toxicidade e um amplo conhecimento sobre a tolerância das espécies utilizadas a parâmetros físico-químicos são necessários para uma avaliação robusta da qualidade de sedimentos.

Gráfico 9.3.9.5-12: Correlação entre o quociente médio para ERM nas amostras sedimentos coletadas na ADA e amostras do estudo de Greenstein *et al.* (2008) e respectivos valores médios de sobrevivência de *Leptocheirus plumulosus*.



O uso do anfípode norte-americano *L. plumulosus* em testes de toxicidade no Brasil é relativamente recente (Prósperi & Bertolotti, 2004) e ainda não resultou em estudos publicados em literatura científica. O teste de sedimento total com *L. plumulosus* já foi utilizado em várias avaliações ecotoxicológicas com amostras coletadas na região de Santos.

No estudo de monitoramento ambiental da área de disposição oceânica de material dragado (e adjacências) proveniente do Porto Organizado de Santos e Canal de Piaçaguera (Fundespa, 2007), dentre as nove amostras de campo avaliadas, somente uma (Ponto SF06) causou toxicidade significativa. Nesta amostra, as concentrações detectadas dos compostos descritos na Resolução Conama nº 344/04 estavam abaixo do nível 1.

O teste de toxicidade com *L. plumulosus* também foi utilizado no estudo de impacto ambiental referente ao Terminal Portuário BTP (BTP, 2008). Dentre as oito amostras avaliadas, apenas uma (sondagem PD08, foz do Rio Saboó) foi classificada como tóxica. Nesta amostra, as concentrações detectadas dos compostos descritos na Resolução Conama nº 344/04 estavam abaixo do nível 1.

Para caracterização da ADA e AID relacionadas ao Terminal Brites no Largo de Santa Rita, no Estuário de Santos, 36 pontos amostrais foram avaliados utilizando o teste de toxicidade com *L. plumulosus* (Brites, 2010). Todas apresentaram pelo menos um composto prioritário em concentração acima do nível 1 segundo a Resolução Conama nº 344/04, sendo que 11 amostras apresentaram mercúrio acima do nível 2. No entanto, todas as amostras foram avaliadas como “não tóxicas”.

Conforme Usepa (1994), fatores outros do que contaminantes podem interferir negativamente na sobrevivência de anfípodes em testes de laboratório, causando toxicidade quando o sedimento não é contaminado ou a contaminação é considerada insuficiente para causar os efeitos observados.

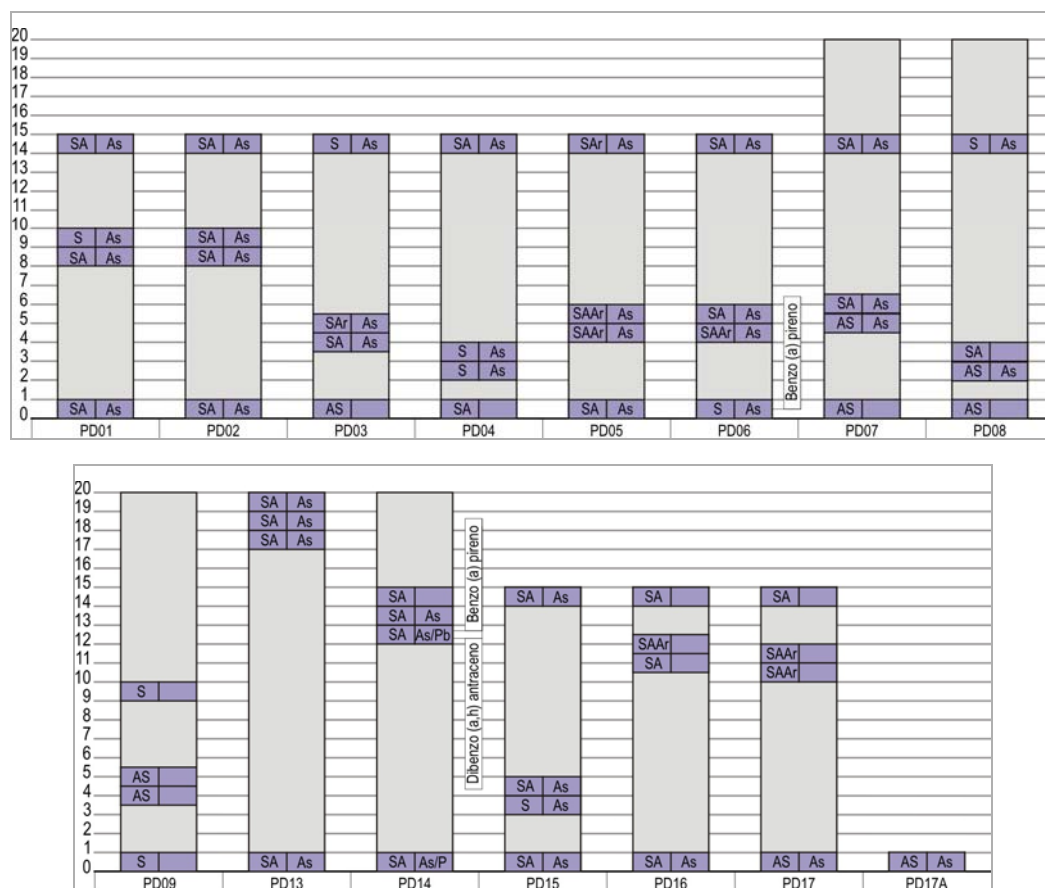
Nos testes conduzidos para o presente estudo, tais fatores (perfil granulométrico, salinidade da água intersticial, amônia na água intersticial) enquadraram-se dentro da faixa de tolerância para a espécie e, portanto, provavelmente não foram os principais agentes causadores de toxicidade.

Os sedimentos superficiais apresentaram relativa uniformidade quanto à presença e concentração de contaminantes, com o arsênio pouco acima do nível 1 da Resolução Conama nº 344/04 e demais parâmetros abaixo do nível 1, e apenas três dentre 15 pontos amostrais causaram mortalidade significativa ao organismo teste. Como sedimento pouco contaminado pode causar mortalidade a *L. plumulosus* sem razão evidente, conclui-se que o sedimento da ADA apresenta baixo potencial para causar toxicidade aos invertebrados bentônicos.

9.3.9.5.6 Síntese - ADA

O Gráfico 9.3.9.5-13 abaixo indica os pontos de coleta da ADA e os respectivos parâmetros presentes em cada amostra que estão acima do nível 1 da Resolução Conama nº 344/04. Nota-se que o gráfico mostra as amostras superficiais e de subsuperfície.

Gráfico 9.3.9.5-13: Pontos de coleta da ADA e respectivos parâmetros presentes em concentração superior ao Nível 1 da Resolução Conama nº 344/04. Para granulometria, S Ar corresponde à Silte Argiloso, S à Silte, S A Ar à Silte Arenoso Argiloso, S A à Silte Arenoso e A S à Areia Siltosa. Para Metais+Nutrientes, As corresponde à Arsênio, Pb à Chumbo e P à Fósforo Total. Os HPAs e PCBs acima do Nível 1 encontram-se no quadro branco ao lado da amostra correspondente



Como pode ser visto no Gráfico 9.3.9.5-13, há o predomínio de termos muito finos quanto à característica física (granulometria) dos sedimentos em toda a ADA. Em todas as amostras é possível verificar a mistura entre termos de granulometria fina, entre areias muito finas e siltes, inclusive em amostras subsuperficiais.

Em toda região da ADA, o padrão sedimentar (sedimentos mais finos, principalmente argilas) indica processos de dinâmica sedimentar de baixa energia.

Em algumas amostras de subsuperfície (PD05 3,9 a 4,9 m, PD05 4,9 a 5,9 m, PD06 4 a 5 m, PD16 11,6 a 12,6 m, PD17 10 a 11 m e PD17 11 a 12 m) há predominância de sedimentos de composição silto-areno-argilosa, indicando, também a baixa dinâmica sedimentar local.

Em sua grande maioria, com exceção do ponto PD09 (todas as profundidades), todos os pontos de coleta apresentam pelo menos uma amostra (superficial ou de subsuperfície) com teor de arsênio acima do nível 1 estabelecido pela Resolução Conama nº 344/04. A amostra PD14 0 a 1 m apresentou teor de fósforo total acima do Nível de Alerta e a amostra PD14 12 a 13 m, teor de chumbo acima do nível 1 da referida Resolução.

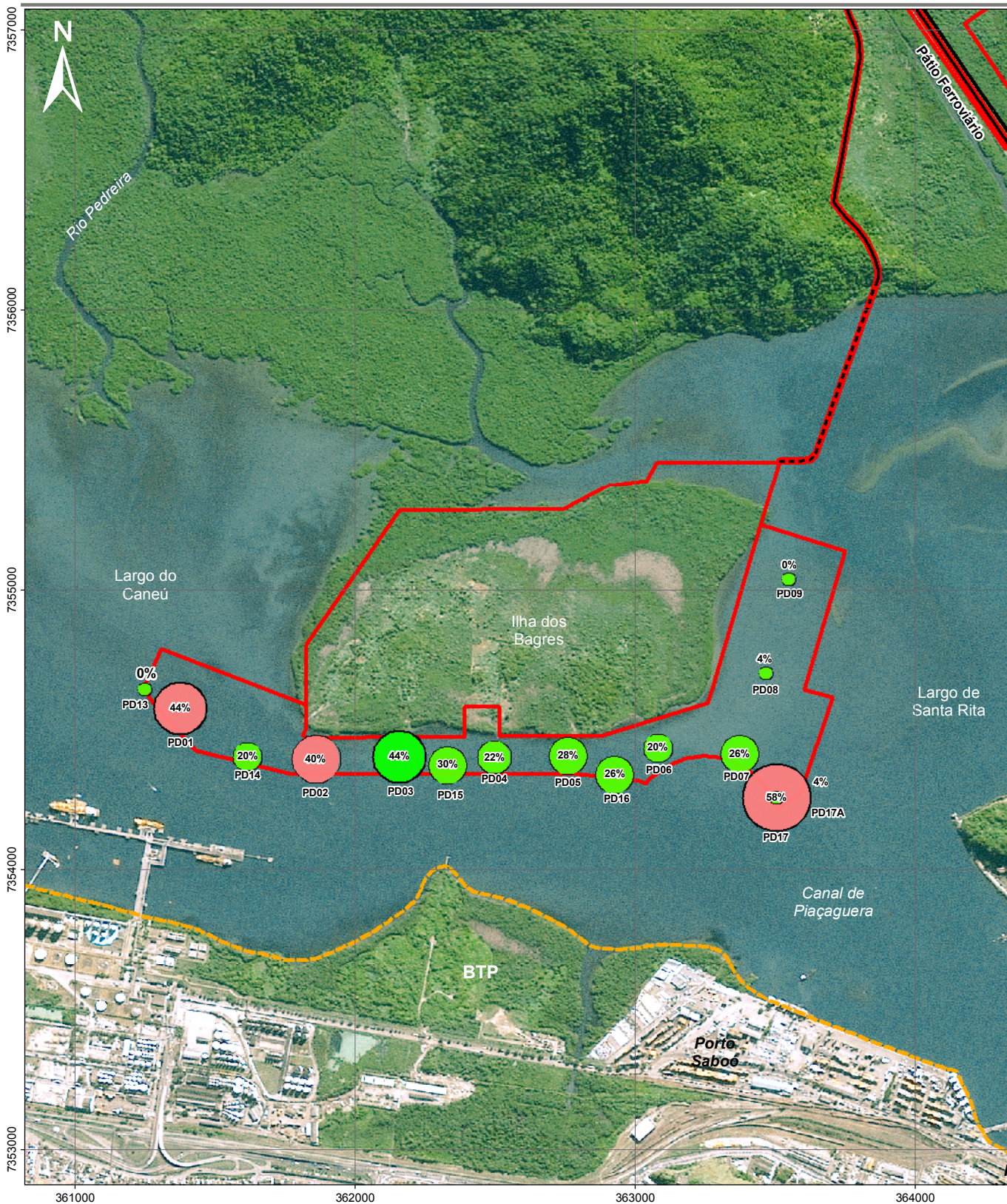
Com relação à concentração de HPAs individuais, as amostras PD06 0 a 1 m (benzo(a)pireno) e PD14 12 a 13 m (benzo(a)pireno e dibenzo(a,h)antraceno) apresentaram valores superiores ao nível 1 da Resolução Conama nº 344/04. Nenhuma amostra apresentou somatória de HPAs superior ao nível 1.

Não foram detectados pesticidas organoclorados e PCBs em todas as amostras.

Os resultados dos ensaios ecotoxicológicos realizados nas amostras superficiais, vistos na **Desenho 9.3.9.5-1**, indicaram que a maioria das amostras não apresentou toxicidade, excetuando-se as amostras PD01, PD02 e PD17.

A segunda amostragem e análises realizadas no sedimento superficial do ponto PD17, aliadas aos resultados obtidos neste e em outros estudos conduzidos na região, confirmam o baixo grau de contaminação e a variabilidade existente na composição dos sedimentos do alto estuário de Santos. Esta segunda caracterização (ponto PD17A) mostrou composição granulométrica e química similares à da amostragem anterior, assim como à dos demais pontos da ADA, mas com a importante diferença de não ter apresentado toxicidade.

Considerando o conjunto de resultados obtidos, notadamente a ausência de correlação entre toxicidade e concentração de contaminantes, conclui-se que os sedimentos da ADA apresentam baixo grau de contaminação e baixo potencial para causar efeitos adversos aos invertebrados bentônicos.



- Área de Influência Direta (AID)
- Área Diretamente Afetada (ADA)
- Trecho em Rodovia (ADA)
- Trecho em Ponte (ADA)

- Pontos de Amostragem Não Tóxico
- Pontos de Amostragem Tóxico
- %** Porcentagem de Efeito Tóxico

--- Limite Municipal



UTM SAD-69; FUSO 23 SUL
IMAGEM SPOT, 2008

GRUPO **MKR**

SPE

Estudo de Impacto Ambiental

SÃO PAULO EMPREENDIMENTOS PORTUÁRIOS

CENTRO PORTUÁRIO INDUSTRIAL NAVAL OFFSHORE DE SANTOS

ASSUNTO

TESTES DE TOXICIDADE AGUDA - SEDIMENTOS ADA

ESCALA

1:20.000

DATA

JUNHO/2011

DESENHO

9.3.9.5-1

9.3.9.6 DISPOSIÇÃO OCEÂNICA DOS SEDIMENTOS A SEREM DRAGADOS

Os critérios para a disposição de material dragado em águas jurisdicionais brasileiras, estabelecidos na Resolução Conama nº 344/04, foram atendidos pela maioria das amostras de sedimentos superficiais e subsuperficiais da área a ser dragada para implantação do Complexo Bagres, caracterizadas no presente estudo.

Dentre os contaminantes prioritários, arsênio, chumbo e dois HPAs - benzo(a)pireno e dibenzo(a,h)antraceno - foram encontrados em concentrações entre os níveis de classificação 1 e 2 da Resolução, e nenhum contaminante foi encontrado em concentração superior ao nível 2.

Com relação ao arsênio, sua presença em concentrações superiores ao nível 1 (8,2 mg/kg) no alto estuário de Santos é bastante conhecida. Vários trabalhos reportam esta situação e Quináglia (2006) estabeleceu como valor basal para a região o teor de 9,84 mg/kg, valor este superior, portanto, ao nível 1 da Resolução. Esse elemento foi detectado ligeiramente acima do nível 1 em diversas amostras da área a ser dragada, porém foi considerado que sua ocorrência seja de origem natural.

Quanto aos demais contaminantes, foram detectados eventualmente em concentração acima do nível 1 (chumbo e dibenzo(a,h)antraceno em uma amostra e benzo(a)pireno em duas amostras, de um total de 56 amostras). Para esses casos, o inciso III do artigo 7º da Resolução Conama nº 344/04 estabelece a realização de estudos complementares, como ensaios ecotoxicológicos, para verificar a possibilidade de disposição oceânica. A comparação dos resultados dos testes de toxicidade com as concentrações de contaminantes encontradas nas amostras mostrou não haver correlação entre ambos.

Portanto, com base na Resolução Conama nº 344/04 e em função dos resultados das análises químicas e ecotoxicológicas, não há impedimentos para o descarte em região oceânica do material a ser dragado na ADA do empreendimento.

Atualmente, existem duas áreas licenciadas para o descarte de materiais dragados na região do Porto de Santos, ambas gerenciadas pela Companhia Docas de São Paulo (Codesp). Uma é o quadrilátero atual, situado em mar aberto ao largo da Baía de Santos, porém com limitação de lançamento de 400.000 m³ por mês. A segunda área é o chamado Polígono de Disposição Oceânica (PDO), com área de 40 km², localizado mais ao sul do quadrilátero atual, em isóbata superior a 20 m de profundidade.

Em função do volume previsto de material a ser dragado para implantação do empreendimento, provavelmente o descarte será realizado no PDO, sob condições a serem definidas junto à Codesp.

Salienta-se que foi realizada consulta à Codesp acerca da possibilidade de disposição de material oriundo da dragagem na Área de Disposição Oceânica já licenciada, obtendo-se parecer favorável, conforme apresentado no **Anexo 2.1**.

9.3.9.7 CONCLUSÕES

De maneira geral, podemos considerar que, comparativamente aos dados secundários compilados de diversos trabalhos acadêmicos realizados no estuário santista, e das informações obtidas de Estudos e Relatórios de Impacto Ambiental (EIA/Rimas) de empreendimentos localizados no alto estuário santista, os níveis de metais contidos nos sedimentos da AID do empreendimento apresentam níveis correspondentes a valores inferiores às médias observadas nas áreas mais contaminadas, como a região contígua ao Canal da Cosipa (Usiminas) e o Canal de Bertiooga, na porção compreendida entre a entrada do Canal do Porto e o Largo do Candinho.

A partir dos resultados obtidos, nota-se que os Hidrocarbonetos Policíclicos Aromáticos (HPAs) totais não apresentaram valores acima do nível 1 da Resolução Conama nº 344/04 para as regiões analisadas, e em raros casos alguns HPAs individuais superaram este nível.

As concentrações de HPAs totais observadas na AID estiveram abaixo do limite de detecção do método. O mesmo ocorreu com pesticidas organoclorados e PCBs.

Os dados levantados para o presente estudo apresentam um quadro mais favorável em termos de contaminação por metais, semi-metais e compostos orgânicos do que os valores obtidos pela Cetesb (2001); Abessa (2002); Emraport (2005) e todos os demais trabalhos considerados como comparativos com os dados analíticos obtidos.

Este fato aponta que as medidas tomadas no âmbito do Programa de Recuperação da Qualidade Ambiental de Cubatão, envolvendo principalmente as indústrias localizadas no pólo industrial de Cubatão, e medidas pontuais de prevenção e recuperação desenvolvidas no estuário de Santos têm resultado em gradual melhoria da qualidade ambiental dos sedimentos que recobrem os atuais fundos estuarinos.

Por fim, com base na caracterização química e ecotoxicológica dos sedimentos e nos critérios da Resolução Conama nº 344/04, não há impedimentos para a disposição oceânica do material a ser dragado na ADA do empreendimento.

9.3.10 MODELAGEM NUMÉRICA DA HIDRODINÂMICA E DO TRANSPORTE DE SEDIMENTOS

9.3.10.1 INTRODUÇÃO

O estudo referente à modelagem numérica da hidrodinâmica e do transporte de sedimentos foi elaborado pela ASA South América com o objetivo de avaliar as interferências decorrentes da implantação do empreendimento na Ilha dos Bagres. O relatório completo da modelagem está apresentado no **Anexo 9.5**.

As informações apresentadas neste relatório são provenientes da análise de dados coletados na região, levantamento bibliográfico e resultados de modelagem numérica. A modelagem numérica foi realizada utilizando o sistema de modelos Delft3D (Deltares, 2009): a caracterização dos padrões de circulação na região estuarina foi obtida a partir do módulo Delft3D-FLOW enquanto que o transporte de sedimentos foi conduzido através do módulo Delft3D-SED.

A seguir, é apresentada uma breve descrição das condições atuais da hidrodinâmica e da dinâmica sedimentar (transporte de sedimentos) do alto Estuário de Santos, extraída do relatório completo da modelagem numérica.

9.3.10.2 CONDIÇÕES ATUAIS DA HIDRODINÂMICA

De acordo com Tommasi (1979), a água do Estuário Santista é mista, com volumes variáveis de água marinha e continental, controlados principalmente pela vazão dos rios e ação das marés.

Os dados coletados em Alemoa, nas coordenadas 23°55,20' S e 46°22,60' W, entre 21 de junho e 31 de julho de 1997, indicam que a maré na região estuarina de Santos é predominantemente semi-diurna, ou seja, com períodos de oscilação a cada 12 horas (2 ciclos por dia). Durante as marés de enchente e passagens de frentes frias, as águas oceânicas penetram no Estuário Santista em direção às cabeceiras, gerando estratificação pelas diferenças de densidade (Umah, 2000). A cunha salina avança para o interior da planície costeira até a base da Serra de Piaçaguera, junto ao cais da Usiminas (antiga Cosipa).

A fração de água doce que chega ao Canal do Porto de Santos é de 63% na base da serra e 21% na saída para o mar. O tempo médio de renovação de 99% das águas varia de dois a cinco dias, ou em até dez ciclos de maré (Cetesb, 1985).

Apresenta-se, a seguir, a caracterização hidrodinâmica para as seguintes regiões do Estuário de Santos, que abrangem a Área de Influência Direta - AID do empreendimento: Canal de Piaçaguera, Largo de Santa Rita, Largo do Caneú, Canal do Porto e Rio Jurubatuba. O posicionamento destas regiões relativo ao alto Estuário de Santos é apresentado na **Figura 9.3.10.2-1**.



Figura 9.3.10.2-1: Alto Estuário de Santos (SP)

No Canal de Piaçaguera o fluxo é bidirecional devido à influência das marés. Dados coletados durante o período de inverno de 2001 mostraram que o fluxo é preferencial vazante na superfície e enchente junto ao fundo. A **Figura 9.3.10.2-2** apresenta os dados de corrente medidos na superfície (painel superior) e junto ao fundo (painel inferior) no Canal de Piaçaguera.

O Largo do Caneú e o Largo de Santa Rita são regiões de baixios, áreas onde o assoreamento é intenso, constituídas preferencialmente por depósitos de areais finas. Depósitos de baixios são reflexos da movimentação de correntes bidirecionais associadas às marés, que colocam a argila em suspensão e, com o movimento bidirecional, acabam por removê-la, provocando consequente concentração de areia.

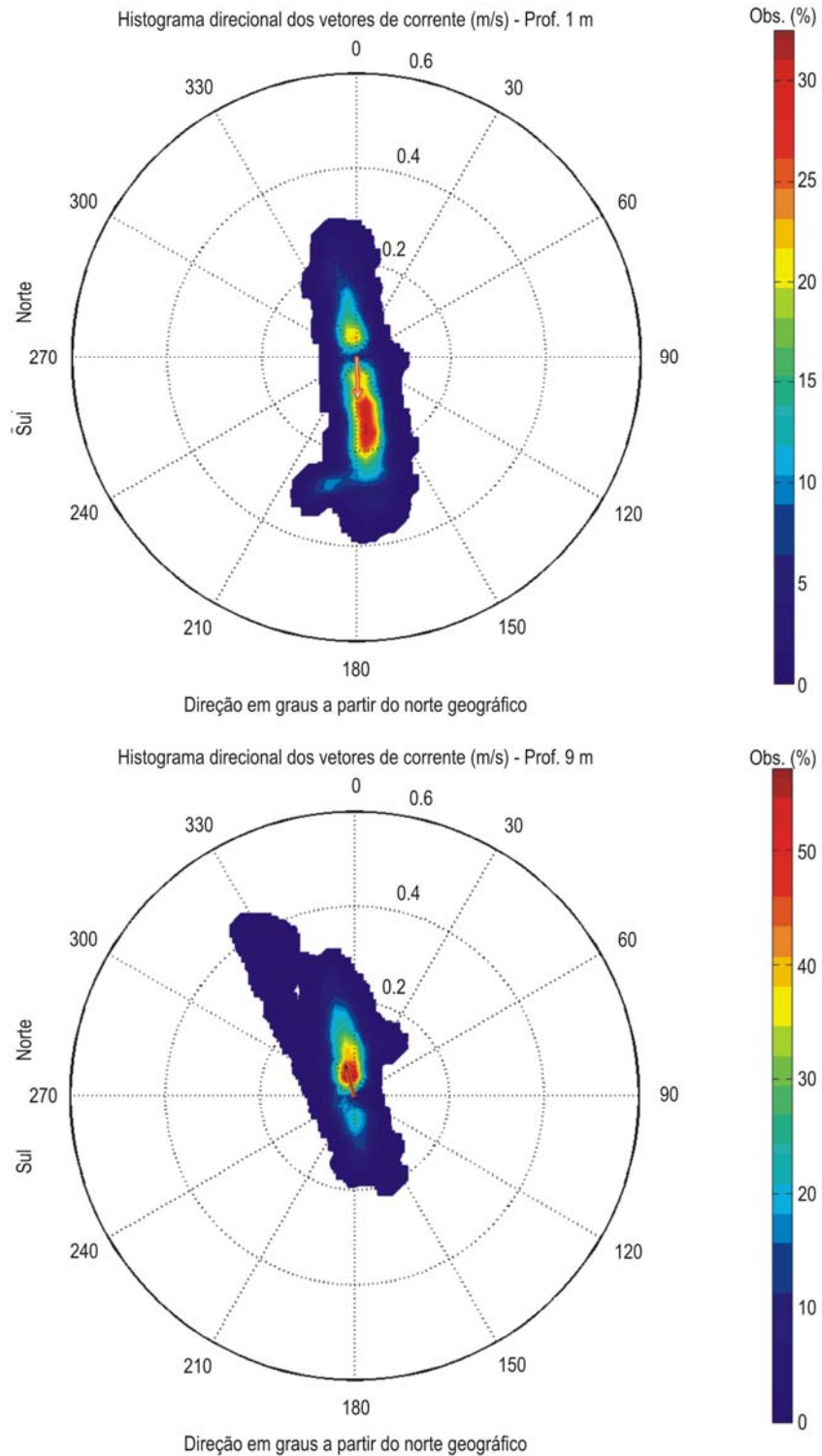
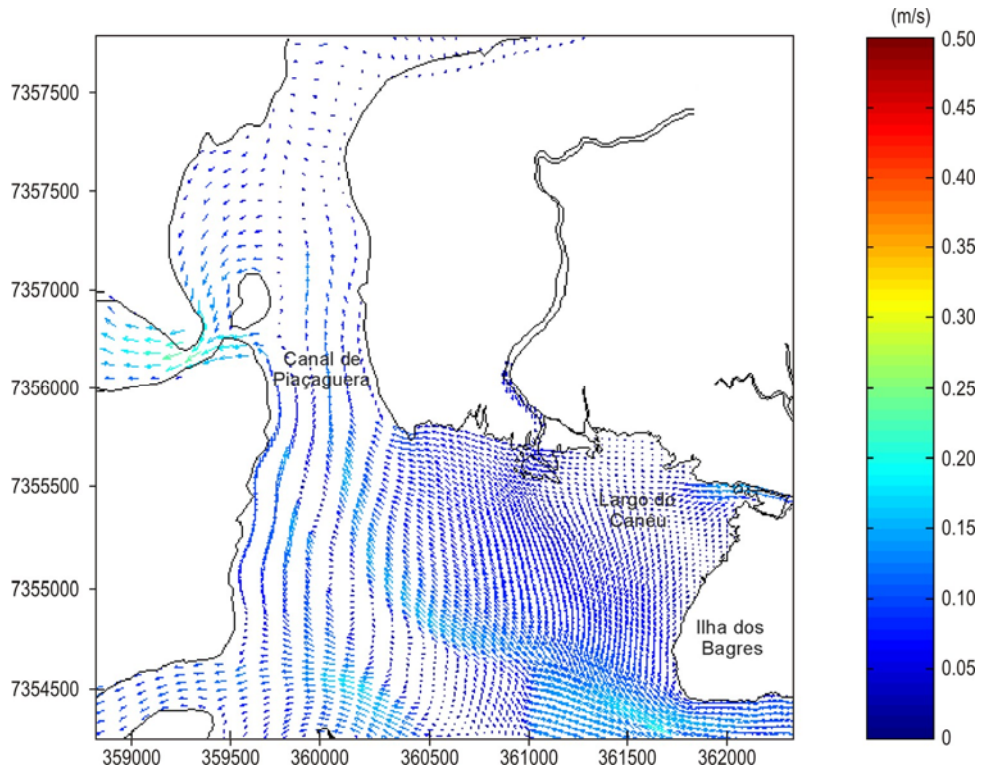


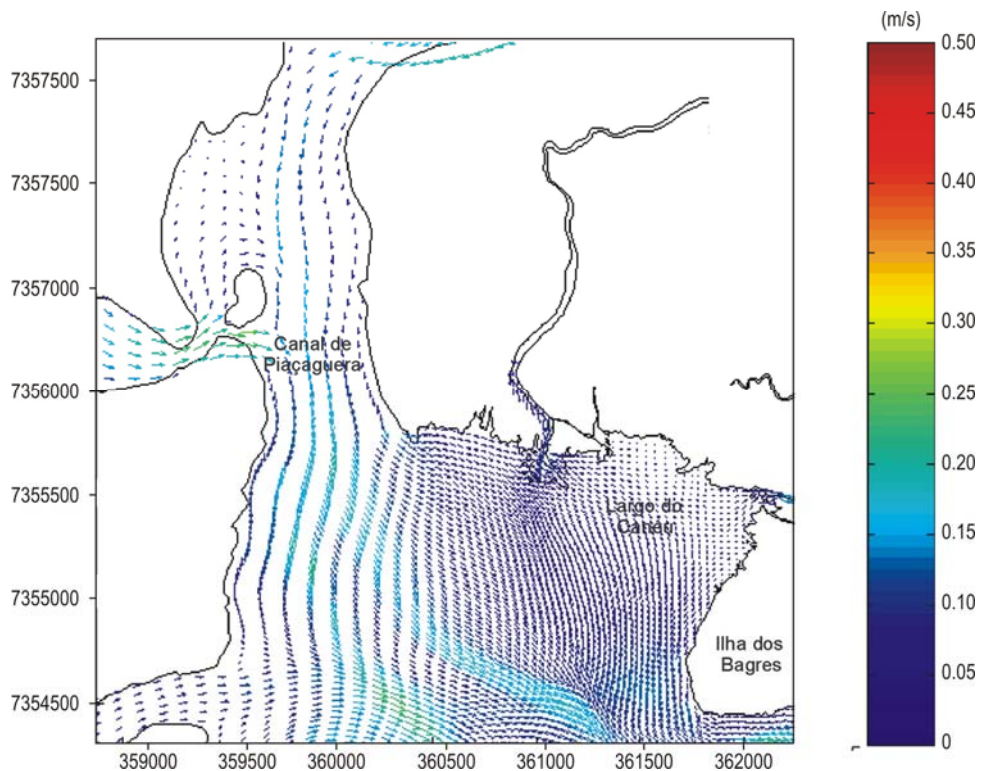
Figura 9.3.10.2-2: Histograma direcional de corrente para dados coletados no Canal de Piaçaguera, de 23 de junho a 11 de julho de 2001. Os círculos concêntricos expressam a intensidade da corrente, em m/s. A barra lateral de cores apresenta percentual de ocorrência em relação ao número total de observações. Painel superior: superfície; Painel inferior: fundo.

A Figura 9.3.10.2-3 e Figura 9.3.10.2-4 mostram o campo de correntes superficiais para instantes de maré enchente e vazante, respectivamente, para as regiões do Largo do Caneú e Canal de Piaçaguera.



Fonte: ASA South America.

Figura 9.3.10.2-3: Resultado do modelo hidrodinâmico que ilustra o campo de correntes superficial em um instante de maré enchente nas regiões Canal de Piaçaguera e Largo do Caneú. Os vetores indicam a magnitude da corrente na superfície (m/s).



Fonte: ASA South America.

Figura 9.3.10.2-4: Resultado do modelo hidrodinâmico que ilustra o campo de correntes superficial em um instante de maré vazante nas regiões Canal de Piaçaguera e Largo do Caneú. Os vetores indicam a magnitude da corrente na superfície (m/s)

No Canal do Porto, o comportamento é semelhante ao descrito para o Canal de Piaçaguera: fluxo bidirecional, preferencialmente vazante na superfície e enchente junto ao fundo. Este comportamento foi representado pelo modelo hidrodinâmico e pode ser observado na **Figura 9.3.10.2-5**.

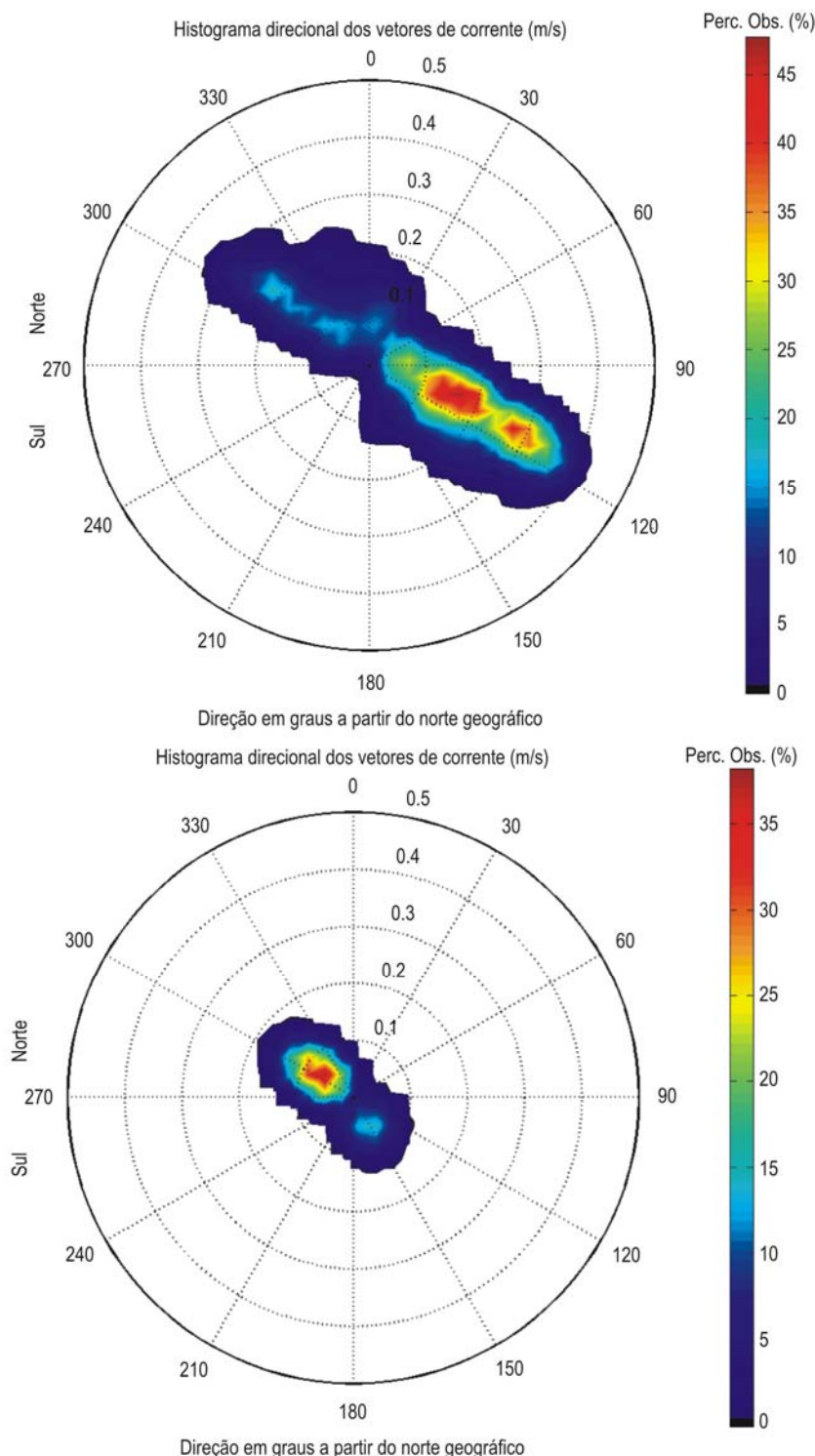
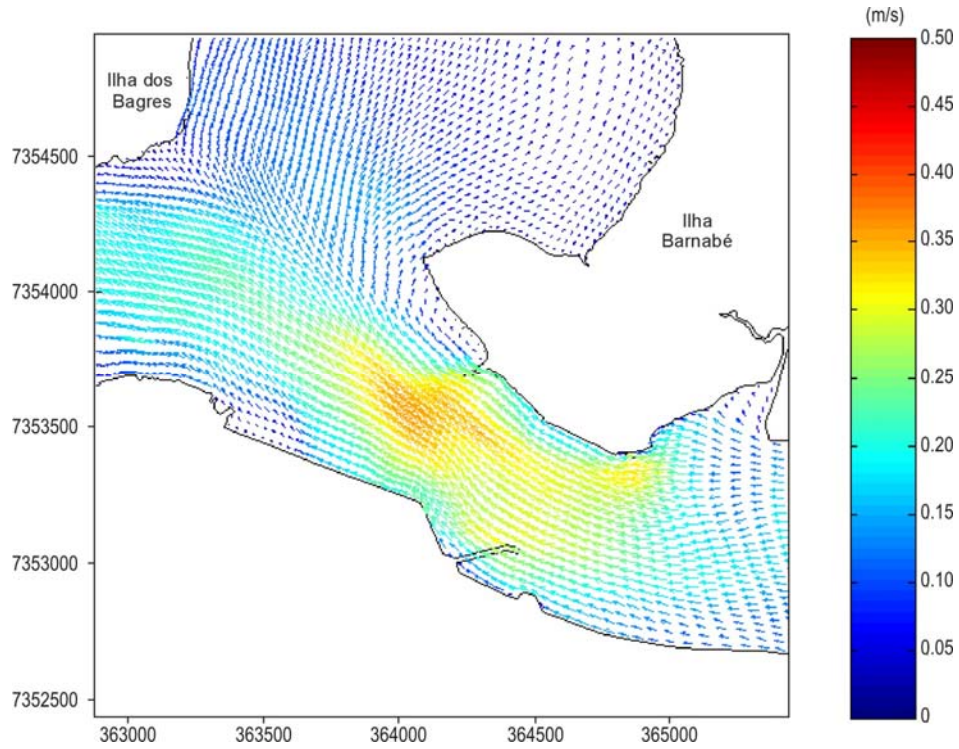


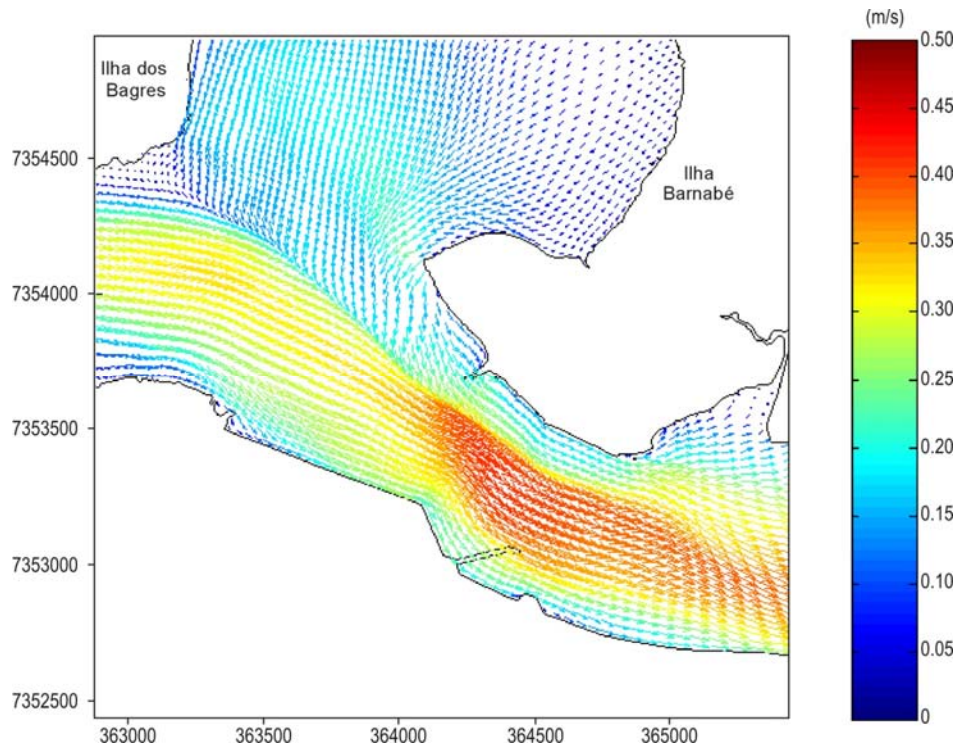
Figura 9.3.10.2-5: Histograma direcional de corrente para o Canal do Porto, para o período de verão, como resultado do modelo hidrodinâmico. Os círculos concêntricos expressam a intensidade da corrente, em m/s. A barra lateral de cores apresenta percentual de ocorrência em relação ao número total de observações. Painel superior: superfície; Painel inferior: fundo.

Mostram-se, ainda, campos superficiais de corrente referentes a instantes de maré enchente (**Figura 9.3.10.2-6**) e maré vazante (**Figura 9.3.10.2-7**) na região do Canal do Porto.



Fonte: ASA South America.

Figura 9.3.10.2-6: Resultado do modelo hidrodinâmico que ilustra o campo de correntes superficial em um instante de maré enchente na região do Canal do Porto. Os vetores indicam a magnitude da corrente na superfície (m/s).

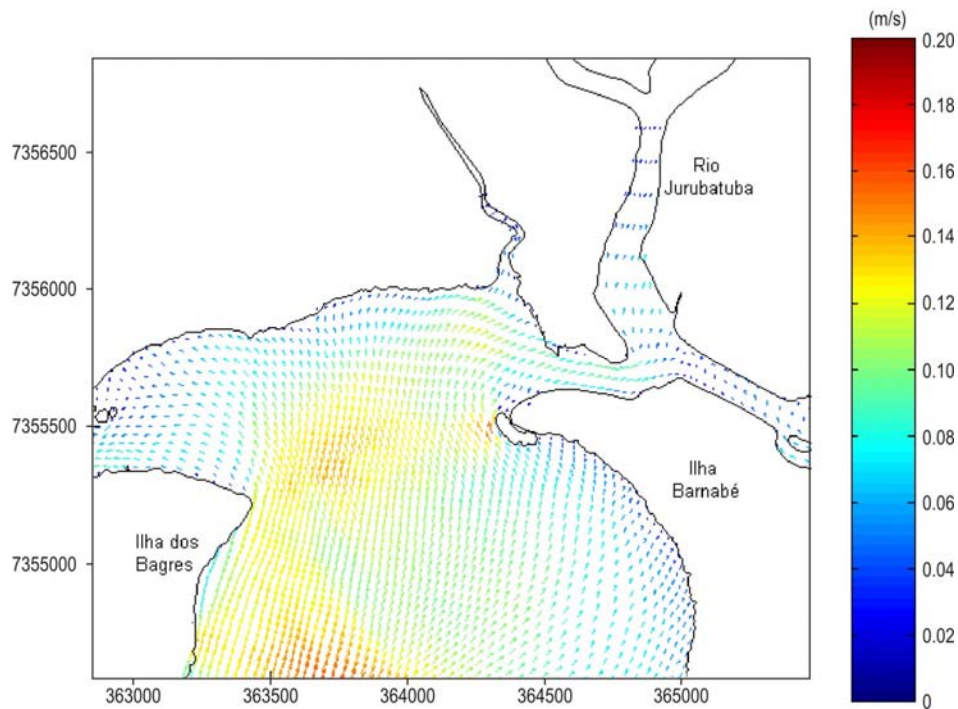


Fonte: ASA South America.

Figura 9.3.10.2-7: Resultado do modelo hidrodinâmico que ilustra o campo de correntes superficial em um instante de maré vazante na região do Canal do Porto. Os vetores indicam a magnitude da corrente na superfície (m/s).

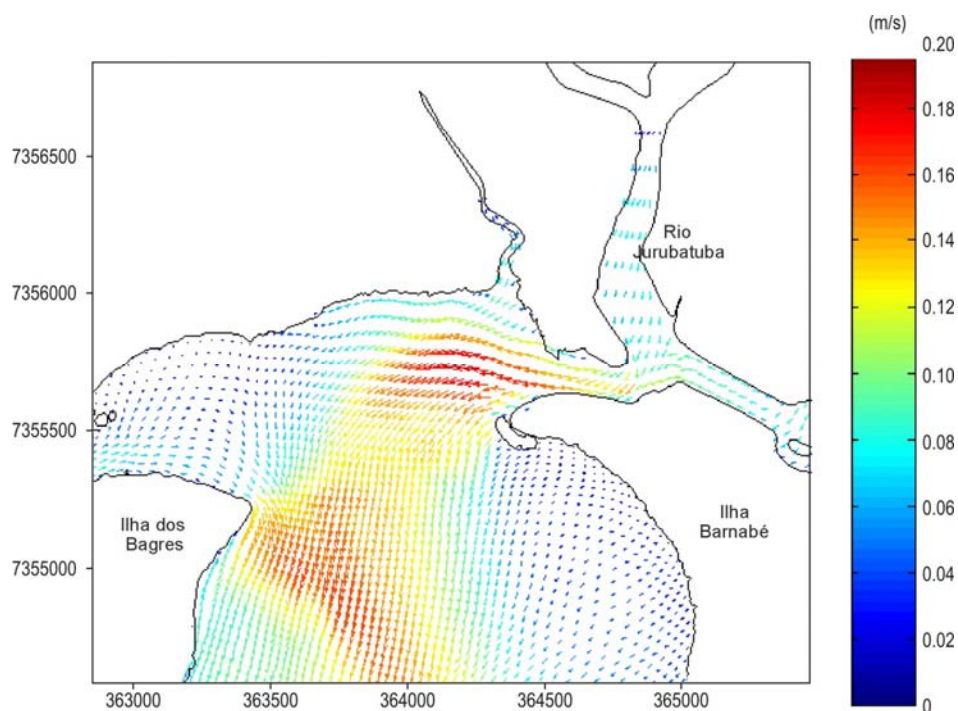
No canal que liga o Largo de Santa Rita ao Rio Jurubatuba, ocorrem inversões no sentido da corrente de acordo com a maré, enchente ou vazante. Ainda com relação a este canal de ligação, observa-se ao longo da coluna de água uma diminuição da velocidade de corrente em direção ao fundo, sendo as maiores velocidades encontradas na superfície.

As figuras a seguir mostram dois instantes da modelagem hidrodinâmica, um de maré enchente (Figura 9.3.10.2-8) e um de maré vazante (Figura 9.3.10.2-9) para o Largo de Santa Rita e Rio Jurubatuba, mostrando a movimentação da corrente na superfície, influenciada pela ação das marés.



Fonte: ASA South America.

Figura 9.3.10.2-8: Resultado do modelo hidrodinâmico que ilustra o campo de correntes superficial em um instante de maré enchente nas regiões Largo de Santa Rita e Rio Jurubatuba. Os vetores indicam a magnitude da corrente na superfície (m/s).



Fonte: ASA South America.

Figura 9.3.10.2-9: Resultado do modelo hidrodinâmico que ilustra o campo de correntes superficial em um instante de maré vazante nas regiões Largo de Santa Rita e Rio Jurubatuba. Os vetores indicam a magnitude da corrente na superfície (m/s).

9.3.10.3 CONDIÇÕES ATUAIS DO TRANSPORTE DE SEDIMENTOS

De acordo com Codesp (2008), os sedimentos mais comuns no Estuário Santista são os siltes, variando até depósitos de areias muito finas, indicando que a sedimentação do Estuário de Santos é caracterizada por baixa energia.

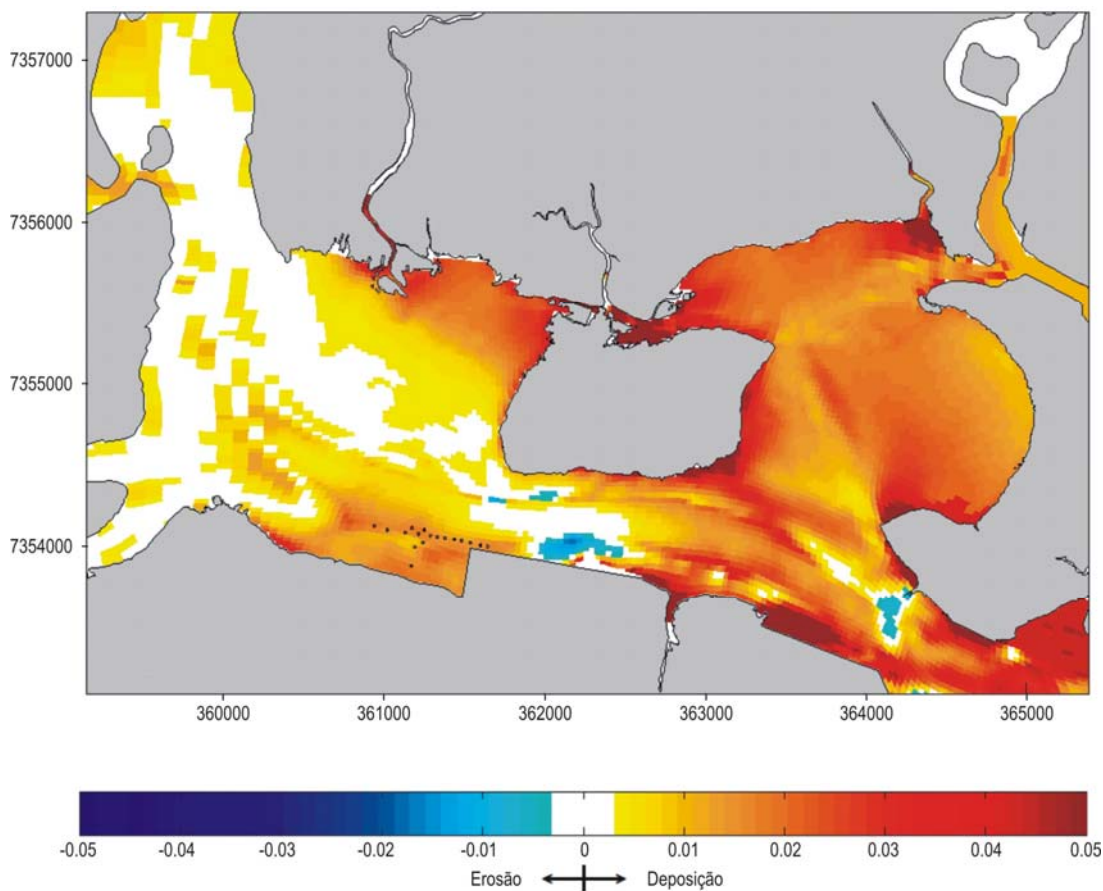
O Sistema Estuarino Santista, mesmo que em aparente equilíbrio, reflete, no tempo geológico, um processo de assoreamento. Áreas identificadas como baixios há algumas décadas (como a porção norte/nordeste da Ilha dos Bagres), atualmente encontram-se cobertas por manguezais e mostram claramente a expansão dos depósitos de planície de maré.

Na região do alto estuário, o mangue detém grande parte da carga transportada por tração, liberando apenas a carga transportada por suspensão para os largos e canais do médio estuário. 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.

De acordo com Cosipa (2004), 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 no Largo do Caneú, no Largo de Santa Rita e na margem esquerda do Canal de Piaçaguera.

O sistema de modelos numéricos adotado para as simulações realizadas neste estudo considera as características do fundo, assim como a concentração de sedimentos em suspensão. Além disso, este modelo numérico permite uma completa realimentação das mudanças morfológicas de fundo durante o cálculo hidrodinâmico, ou seja, o modelo numérico tem a capacidade de simular a deposição e a remobilização de sedimentos em decorrência das características do fluxo hidrodinâmico.

A Figura 9.3.10.3-10 apresenta a variação batimétrica anual, como resultado das simulações numéricas, para a configuração atual da região do alto Estuário de Santos. Valores positivos indicam a tendência à deposição e valores negativos, tendência à erosão.



Fonte: ASA South America.

Figura 9.3.10.3-10: Variação batimétrica anual (em metros), como resultado da simulação numérica, para a região do Largo de Santa Rita para a configuração (situação) atual.

9.3.11 MODELAGEM DO DESCARTE DE EFLUENTES

Com o objetivo de verificar os padrões de dispersão dos principais constituintes do efluente a ser descartado pelo empreendimento, bem como a condição de autodepuração do corpo receptor foi realizada o estudo “Modelagem do Descarte do Efluente no Estuário de Santos”. No presente capítulo são apresentados os principais resultados do estudo realizado. Ressalta-se que a “Modelagem do Descarte do Efluente” em sua íntegra é apresentada no Anexo 9.12 deste EIA.

A caracterização dos padrões de circulação e transporte na região do Estuário de Santos foi obtida a partir da análise dos dados ambientais disponíveis e de simulações numéricas, tendo sido considerado também os resultados do diagnóstico realizado e os parâmetros estabelecidos pela Resolução Conama nº 357/05.

A ferramenta escolhida para estas simulações foi o sistema de modelos numéricos Delft3D, desenvolvido por WL | Delft Hydraulics, adaptado e implementado pela *ASA South America* (apresentado em ASA, 2010a).

Para as simulações do efluente foi utilizado o sistema de modelos CORMIX, desenvolvido pela *Cornell University*, para a simulação do fator de diluição no campo próximo, e o CHEMMAP, desenvolvido pela *Applied Science Associates (ASA), Inc.*, para a simulação da diluição e dispersão do efluente no campo afastado. Nestas simulações foram consideradas as variações sazonais das forçantes meteorológicas e oceanográficas na determinação da área de influência do lançamento.

As simulações para a determinação desta área de influência foram conduzidas para os períodos de verão e inverno. Foram realizadas simulações considerando um descarte contínuo ao longo de 24 horas, utilizando a vazão de 41,6 m³/h (0,01155 m³/s). O lançamento será feito a 10 m de profundidade, num local com profundidade aproximada de 15 m.

Nas simulações de diluição da pluma de efluentes foram consideradas as condições e padrões de lançamento de efluentes da Resolução Conama n° 357/05 (Artigo 34). Dessa forma, foi considerado o pior cenário para o lançamento de efluentes uma vez que, após a implantação do empreendimento, alguns destes parâmetros não farão parte da composição do efluente que será efetivamente lançado, ou terão concentrações inferiores às permitidas pela legislação.

Como critério ambiental foram utilizadas as concentrações máximas das condições e padrões de qualidade de água estabelecidos para as Águas Salobras de Classe 1, Artigo 21 desta mesma resolução. Foi ainda considerado o diagnóstico de qualidade de água apresentado no **Volume 3** do presente Estudo.

Na avaliação dos efeitos do descarte de efluentes, ressalta-se que ainda no campo próximo, o efluente atinge uma diluição suficiente para o enquadramento da maioria dos parâmetros simulados no critério ambiental estabelecido pela Resolução Conama n° 357/05, em distâncias máximas variando de 53 a 63 m a partir do ponto de lançamento.


Os parâmetros que necessitam de uma diluição maior do que a calculada no campo próximo, para enquadramento, são: dicloroetano, fenóis, cianeto, cobre e sulfetos, que atingem uma diluição suficiente para enquadramento a uma distância máxima de 700 m do ponto de lançamento.


Ressalta-se que a distância na qual esta área de influência ocorre se dá ao longo do empreendimento, e não em direção ao Canal do Porto. No caso dos parâmetros nitrogênio amoniacal total, boro e manganês, que apresentam concentrações ambiente (concentração de *background*) maiores que os padrões de enquadramento, as concentrações do efluente e do ambiente são iguais ainda no campo próximo.


Dessa forma, os resultados apresentados acima indicam que alterações significativas na qualidade da água (zona de mistura relativa à legislação ambiental) ocorrerão em regiões inferiores a 700 m, distância necessária para o enquadramento de todos os parâmetros no critério ambiental considerado. Exceto para os parâmetros citados acima, cujos valores de *background* estão acima dos valores da legislação.

MKR Tecnologia, Serviços, Indústria e Comércio Ltda.

 Alameda Franca, 267 - 2º andar
CEP 01422-000 - São Paulo - SP

 Tel.: (11) 3145-4400

 Fax: (11) 3283-4651

 Home Page: www.mkr.com.br

 E-mail: mkr@mkr.com.br

MKR Tecnologia, Serviços, Indústria e Comércio Ltda

Alameda Franca 267, 2º andar - São Paulo, SP

São Paulo Empreendimentos Portuários

Av Brigadeiro Faria Lima 1912, 5º andar, conj. 5B - São Paulo, SP