

CENTRO PORTUÁRIO INDUSTRIAL NAVAL OFFSHORE DE SANTOS

COMPLEXO BAGRES

Estudo de Impacto Ambiental

Volume 2



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	Balanco 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 2

DESENHOS

9.2.3-1: Áreas de Influência - Meios Físico e Biótico	5
9.2.3-2: Áreas de Influência - Meio Socioeconômico	6
9.3.4.2-1: Mapa Geológico da Área de Influência Indireta do Empreendimento	51
9.3.4.5-1: Mapa Geológico da Área de Influência Direta - AID	68
9.3.4.5-2: Evolução multitemporal da Região de Estudo	82
9.3.4.5-3: Poligonais e limites da AID e ADA.....	89
9.3.5.2-1: Mapa Geomorfológico da Área de Influência Indireta - All	95
9.3.5.3-1: Mapa Geomorfológico da Área de Influência Direta - AID	111
9.3.6.1-1: Mapa pedológico da Área de Influência Indireta - All	125
9.3.7.2-1: Mapa Geotécnico da Área de Influência Indireta - All	135
9.3.7.3-1: Mapa geotécnico da AID/ADA)	177
9.3.7.3-2: Localização dos pontos de sondagem e seções geológico-geotécnicas	178
9.3.7.3-3: Seções geológico-geotécnicas A, B e C)	179

FIGURAS

9.3.1.2-1: Localização das estações meteorológicas consideradas no presente estudo	8
9.3.2.2-1: Localização das estações de monitoramento da qualidade do ar consideradas no presente estudo.....	20
9.3.2.2-2: Localização dos Pontos de Monitoramento do Ar - BTP e Terminal Brites	21
9.3.3.3-1: Localização dos pontos de medição de ruído e vibração	39
9.3.3.3-2: Localização dos pontos de medição de ruído e vibração extraídos do Estudo de Impacto Ambiental do "Brasil Intermodal Terminal Santos - Brites"	48
9.3.4.5-1: Gravura da cartografia do Estuário de Santos e Serra do Mar. A imagem ilustra a situação no período do Descobrimento, na primeira metade do século XVI, datada de 1532	80
9.3.4.5-2: Gravura da cartografia do Estuário de Santos e Serra do Mar, que ilustra a situação no período da expansão do Porto de Santos, na primeira década do século XX, datada de 1904	80

FOTOS

9.3.4.2-1: Visada para sul-sudeste da Serra do Mar a partir da Rodovia dos Imigrantes. Ao fundo, exposição da encosta que conforma a margem direita do vale do Rio Cubatão. Nas porções intermediária e superior da encosta ocorrem exposições de rochas gnáissicas e migmatíticas do Complexo Costeiro. Região de São Vicente e Cubatão.	53
9.3.4.2-2: Visada para nordeste da Serra do Morrão a partir da Rodovia Cônego Domênico Rangoni. À direita, encosta da serra que constitui a margem esquerda do vale do Rio Mogi. Na porção inferior da encosta ocorrem exposições de migmatitos e granito-gnaisses porfiroclástico do Complexo Costeiro. Município de Cubatão.	53
9.3.4.2-3: Vista da Serra do Mar obtida a partir da Rodovia SP-055. Visada para norte-noroeste. Região da Serra onde ocorrem exposições de migmatitos e granito-gnaisses porfiroclásticos do Complexo Costeiro. Porção continental dos municípios de Santos e Bertoga.	53
9.3.4.2-4 : Vista da encosta meridional da Serra do Morrão e do vale do Rio Quilombo, obtida a partir da Rodovia Cônego Domênico Rangoni (Serra do Quilombo). Nesta vertente - da base até próximo à sua porção superior - ocorrem granitos e granodioritos equigranulares que constituem o Maciço Granitóide Morrão (Domínio Costeiro). Município de Cubatão.	54

- 9.3.4.2-5: Vista da Serra de Cubatão a partir da Rodovia Cônego Domênico Rangoni. Visada para noroeste. Região da Serra onde ocorrem exposições de xistos diversos e ocorrência subordinada de gnaisses de composição granítica a granodiorítica, localmente migmatizados, e milonitos afetados pela Zona de Cisalhamento de Cubatão. Municípios de Cubatão, São Vicente e São Bernardo do Campo..... 56
- 9.3.4.2-6: Vista do vale do Rio Cubatão com visada para montante a partir da ponte da nova Rodovia dos Imigrantes. Visada para sudoeste. Região onde se encontra instalada a Zona de Cisalhamento de Cubatão, que reorienta e transpõe as estruturas geológicas - foliação, xistosidade - presentes nas rochas dos complexos Costeiro (gnaisses miloníticos) e Embu (mica-xistos e quartzitos milonitizados). Municípios de Cubatão e São Vicente..... 56
- 9.3.4.2-7: Vista geral da Planície Costeira a partir da escarpa da Serra de Cubatão. Na Planície Costeira destacam-se os morros sustentados por rochas cristalinas pré-cambrianas - Complexo Costeiro e Suítes Graníticas Pós-tectônicas - em grande parte circundadas por depósitos quaternários que conformam os terrenos planos. 58
- 9.3.4.2-8: Vista geral da Planície Costeira instalada no vale do Rio Quilombo. Ao fundo, vertente sudeste da Serra do Morrão. No vale predominam os depósitos holocênicos, sendo representados na região por sedimentos flúvio-lagunares e de baías, instalados preferencialmente a montante da Rodovia Piaçaguera-Guarujá. 59
- 9.3.4.2-9: Região dos depósitos das areias marinhas litorâneas da Planície Costeira, antes identificados na Cidade de Santos. Vista geral a partir do Morro do Itararé. Ao fundo, Ponta da Praia (Santos), Canal do Estuário, e, à direita, morro isolado na Ilha de Santo Amaro (Guarujá). 60
- 9.3.4.2-10: Vista geral do Canal do Estuário de Santos, obtida a partir do Monte Serrat. Ao fundo, escarpas da Serra do Mar. Em primeiro plano, Cidade de Santos instalada na margem direita do Canal, onde ocorrem depósitos holocênicos. Na região central - da esquerda para a direita, porção continental do Município de Santos - predominam os depósitos de mangue e de pântano, que ocupam parte da Ilha dos Bagres, às margens do Largo de Santa Rita/Foz do Rio Jurubatuba, circundam os morros isolados da Ilha de Barnabé e se estendem pela planície dos rios Diana e Sandi e pela margem direita do Canal de Bertiooga. 60
- 9.3.4.2-11: Vista da Planície Costeira a partir da Serra do Mar. Visada para leste-sudeste, sendo observados parte do Canal de Piaçaguera, o Largo do Caneú, a Ilha dos Bagres e o Canal do Estuário de Santos. Em primeiro plano, observa-se a ocupação da planície sobre os depósitos flúvio-lagunares. Na porção central da foto, vegetação preservada instalada sobre os depósitos de mangue e de pântano recortados por diversos canais de maré e pelos rios Cubatão, Maria Ribeiro, Cascalho e Casqueiro. Municípios de Cubatão, São Vicente e Santos..... 61
- 9.3.4.2-12: Vista da Serra de Cubatão a partir dos arredores da Usiminas (antiga Cosipa), na margem direita do vale do Rio Mogi. Visada para norte-noroeste. Região da Serra do Mar onde são identificados diversas manchas irregulares de depósitos de tálus e de coluviões que recobrem parcialmente as rochas metamórficas do Complexo Embú. De modo geral, esses ocupam as porções intermediária e inferior da Serra. Município de Cubatão. 62
- 9.3.4.2-13: Vista da vertente norte da Serra do Quilombo, obtida a partir da ponte sobre o Rio Quilombo. Nesta encosta da Serra são identificadas algumas manchas irregulares de depósitos de tálus e de coluviões que recobrem parcialmente as rochas metamórficas do Complexo Costeiro. Porção continental do Município de Santos..... 62
- 9.3.4.2-14: Vista do vale do Rio Cubatão imediatamente a montante do Rodovia dos Imigrantes - Visada para sudoeste. O vale ocorre encaixado entre as encostas da Serra do Mar afetada pela Zona de Cisalhamento de Cubatão. No fundo do vale e as áreas planas marginais são reconhecidos depósitos aluviais. Município de Cubatão. 63
- 9.3.4.2-15: Vale do Rio Mogi na região da Raiz da Serra, obtida a partir da Estrada de Ferro Cremalheira Paranapiacaba-Cubatão (Antiga Fepasa eletrificada). Visada para nordeste. Terrenos planos de várzea onde ocorrem depósitos aluviais quaternários da unidade Aluviões Recentes e Atuais. Município de Cubatão. 63
- 9.3.4.3-1: Fotos aéreas recentes. Da esquerda para a direita, região do Canal de Piaçaguera, Largo do Caneú, Ilha dos Bagres, Largo de Santa Rita/Foz do Rio Jurubatuba, e extremidade da Ilha de Barnabé. Deposição de sedimentos finos recentes na região dos largos do Caneú e de Santa Rita, propiciando o assoreamento deste locais e permitindo a integração de porções de terras isoladas com o continente. Porção continental do Município de Santos. 66

- 9.3.4.3-2: Foz do Rio Jurubatuba no Largo de Santa Rita. À direita, ao fundo, encosta do Morro das Neves. Visada para sudeste, obtida a partir do Ramal Ferroviário Conceiçãozinha. Na porção central da foto ocorrem os depósitos atuais de baixios conformando bancos de sedimentos finos emersos no período de maré baixa, e onde progressivamente se instala a vegetação de mangue, propiciando a retenção ainda maior de sedimentos e o desenvolvimento futuro da Planície de Maré. Município de Santos. 66
- 9.3.4.5-1: Vista do Morro do Cabrão, morro isolado instalado na margem direita do Canal de Bertiooga, imediatamente a montante do cruzamento com a Rodovia Cônego Domênico Rangoni. Visada para norte-nordeste. O morro e a continuidade da Serra do Mar na região são sustentados pela unidade granito-gnáissica migmatítica (NPccgm) do Complexo Costeiro. Porção continental do Município de Santos. 69
- 9.3.4.5-2: Vista do Morro do Gurapá, identificado na margem esquerda do Rio Jurubatuba, a montante do Ramal Ferroviário Conceiçãozinha. Visada para noroeste. No morro, com a Intervalles Minérios em atividade, ocorre a unidade granito-gnáissica migmatítica (NPccgm) do Complexo Costeiro. Porção continental do Município de Santos. 70
- 9.3.4.5-3: Serra do Quilombo e sua extremidade - à esquerda - representada pelo Morro das Neves. Visada para norte-noroeste, a partir da ponte do Ramal Ferroviário Conceiçãozinha sobre o Rio Jurubatuba. Na Serra do Quilombo e no Morro das Neves ocorre a unidade ortognáissica (NPccog) representada por rochas gnáissicas migmatizadas e orientados segundo a Zona de Cisalhamento Freires - São Lourenço. Porção continental do Município de Santos. 70
- 9.3.4.5-4: Encosta norte da Serra do Quilombo, onde ocorrem exposições da unidade ortognáissica (NPccog) constituída por ortognaisses migmatíticos. Porção continental do Município de Santos. 70
- 9.3.4.5-5: Exposição de gnaiss migmatítico da unidade ortognáissica (NPccog). Antiga frente de lavra de pedra desativada instalada na vertente norte da Serra do Quilombo, próximo ao túnel da Rodovia Cônego Domênico Rangoni. Porção continental do Município de Santos. 71
- 9.3.4.5-6: Exposição da unidade ortognáissica (NPccog). Corte recente efetuado no início da estrada de acesso ao Sítio Santa Rita, em área do Aterro Terrestre Ambiental. O gnaiss apresenta-se fortemente orientado com foliação gnáissica regional NE-SW e mergulho ao redor de 70° SE, indicando estruturação segundo a Zona de Cisalhamento Freires - São Lourenço. Também ocorrem fraturas ortogonais associadas. Porção continental do Município de Santos. 71
- 9.3.4.5-7: Vista da extremidade sul-sudeste da Serra do Morrão, a partir da Rodovia Cônego Domênico Rangoni. Visada para norte. Na porção intermediária da encosta, observa-se pedra desativada. Exposição do afloramento rochoso constituído por granito a granodiorito róseo equigranular, denominado Maciço Granitóide Morrão (Єay4Smo). 72
- 9.3.4.5-8: Vista dos morros isolados que constituem parte da Ilha Barnabé, instalada na margem esquerda do Canal do Estuário de Santos. Visada para nordeste. Os morros são conformados sobre biotita granitos da fácies Guarujá-Santos (Єay4gs) pertencente à unidade da Rochas Ígneas do Domínio Costeiro. Porção continental do Município de Santos. 72
- 9.3.4.5-9: Exposição da unidade ortognáissica (NPccog) em corte do maciço rochoso na Rodovia Piaçaguera-Guarujá, no topo da Serra do Quilombo. Foliação gnáissica com mergulho para sudeste (para o lado direito da foto). Porções milonitizadas com desenvolvimento foliação de transposição Sm paralela à foliação gnáissica indica que a unidade é afetada pela Zona de Cisalhamento Freires-São Lourenço. Porção continental do Município de Santos. 73
- 9.3.4.5-10: Vista do vale do Rio Quilombo, obtida a partir da Rodovia Cônego Domênico Rangoni/Serra do Quilombo. Nesta porção do vale ocorrem os sedimentos flúvio-lagunares e de baías associados aos depósitos holocênicos da Transgressão Santos. Visada para nordeste. Porção continental do Município de Santos. 74
- 9.3.4.5-11: Vista da Planície Costeira na região dos vales dos rios Jurubatuba (em primeiro plano e à direita) e Diana (ao fundo, à esquerda), na região de transição dos sedimentos flúvio-lagunares e de baías - associados à Transgressão Santos - instalados nos terrenos planos mais altos para os sedimentos de mangue e pântano presentes junto aos cursos d'água em cotas mais baixas. Visada para sudeste. 74
- 9.3.4.5-12: Vista da foz do Rio Jurubatuba, obtida a partir da ponte do Ramal Ferroviário Conceiçãozinha. Visada para norte. Nesta região, mais próximos às margens do rio, ocorrem os sedimentos de mangue e pântano de baías identificados na Planície Costeira. Porção continental do Município de Santos. 75

- 9.3.4.5-13: Vista dos terrenos drenados pelo Rio Quilombo, imediatamente a jusante da Rodovia Cônego Domênico Rangoni. Visada para sudoeste. Região onde ocorrem os sedimentos de mangue e pântano depositados junto aos cursos d'água em terrenos planos e em cotas mais baixas. Porção continental do Município de Santos. 75
- 9.3.4.5-14: Vista da margem direita do Rio Jurubatuba, próximo ao Morro do Guarapá. Nesta região - próxima à ADA - são reconhecidos os sedimentos de mangue e pântano atuais depositados junto às margens dos cursos d'água da Planície Costeira, em cotas mais baixas e sob influência das correntes de maré. Visada para leste-sudeste. Porção continental do Município de Santos. 75
- 9.3.4.5-15: Detalhe da exposição dos sedimentos atuais de mangue e pântano depositados junto às margens dos cursos d'água da Planície Costeira. As raízes da vegetação de mangue propiciam a retenção de sedimentos finos, permitindo a ampliação de áreas emersas e conformando amplos terrenos planos. Visada para leste. 76
- 9.3.4.5-16: Exposição dos sedimentos atuais de mangue e pântano (e de baixios) depositados na atual margem sul da Ilha dos Bagres, e anteriormente considerados como depósitos flúvio-lagunares. Cartografia do ano de 1532 da Baixada Santista indica a ausência da ilha, sendo a mesma reconhecida apenas em desenhos cartográficos de 1904 (Calixto, in Massad 2009). Visada para leste-nordeste. 76
- 9.3.4.5-17: Detalhe de corpo de tálus identificado na base da encosta sul da Serra do Quilombo, na localidade denominada "Sítio do Neco". Presença de blocos de rocha gnáissica de dimensões centimétrica a métrica, com formas em geral angulosas e retangulares derivadas da presença de estruturas geológicas regionais - foliação gnáissica e/ou foliação milonítica, e juntas/fraturas e falhas secundárias ortogonais. Os corpos de tálus também são frequentes na encosta sul da Serra do Quilombo. 77
- 9.3.4.5-18: Detalhe de escorregamento recente registrado na estrada de acesso ao Sítio Santa Rita, implantada na encosta sul da Serra do Quilombo. Nota-se o tombamento de árvores e o deslocamento de blocos de rocha e de volume considerável de solo, reflexo da movimentação atual mais intensa com escorregamentos associados de alguns dos corpos de tálus identificados na Serra do Quilombo. Visada para oeste-sudoeste. 77
- 9.3.4.5-19: Detalhe de drenagem secundária com várzea associada conformando depósitos argilo-arenosos da unidade Aluviões Recentes e Atuais. O afluente - da margem direita do Rio Quilombo - encontra-se instalado próximo à encosta da Serra do Morrão, nas redondezas da extremidade montante da AID. 78
- 9.3.4.5-20: Detalhe de um afluente da margem direita do Rio Jurubatuba, na porção montante da AID. O talvegue é relativamente encaixado com curso d'água encachoeirado, e ocorrem blocos de rocha, cascalho e areia grossa. Tais sedimentos mais grossos em geral são retidos nos afluentes ou nos cursos médio e superior do Rio Jurubatuba. Nas porções inferiores da planície fluvial - instalada a nordeste da Rodovia Cônego Domênico Rangoni - em geral são reconhecidos depósitos arenosos mais finos da unidade Aluviões Recentes e Atuais. 79
- 9.3.5.2-1: Vista geral da Unidade de Padrões e Formas Semelhantes Dc15 identificada no Planalto Paulistano/Alto Tietê na região das rodovias do Imigrantes e Anchieta, à sul da Represa Billings. A Unidade é constituída nesta região por morros médios de topos convexos conformados preferencialmente sobre xistos diversos do Complexo Embu. Visada para sul-sudoeste. Municípios de Santo André e São Bernardo do Campo. 96
- 9.3.5.2-2: Vista geral da Unidade de Padrões e Formas Semelhantes Dc24 identificada no Planalto Paulistano/Alto Tietê na região da Vila de Paranapiacaba e para leste-sudeste. A Unidade apresenta morros médios e altos de topos convexos onde são verificados processos erosivos com movimentos de massa subordinados. Visada para sul-sudeste. Arredores da Vila de Paranapiacaba, Município de Santo André. 97
- 9.3.5.2-3: Vista geral da Unidade de Padrões e Formas Semelhantes Da32 identificada na AII associada aos Morros Litorâneos. A Unidade apresenta preferencialmente morros médios de topos aguçados, por vezes convexos, como os denominados Monte Serrat, Morro do Marapé, Morro Votaruá e Morro do Itararé, dentre outros instalados na Cidade de Santos e com intensa atividade antrópica. Nestes locais são reportadas ocorrências de processos erosivos e, principalmente, de movimentos de massa. 98

- 9.3.5.2-4: Vista geral da Unidade de Padrões e Formas Semelhantes Da33 identificada na All na extremidade sudoeste da Ilha de Santo Amaro, na Cidade de Guarujá, e associada aos Morros Litorâneos. A Unidade apresenta preferencialmente morros médios e baixos de topos aguçados, como o Morro da Barra e o Morro da Manduba, caracterizados como áreas sujeitas a forte atividade erosiva. Município de Guarujá. 99
- 9.3.5.2-5: Vista geral da Unidade de Padrões e Formas Semelhantes Da51 associada à Escarpa/Serra do Mar e identificada na porção oeste-sudoeste da All, na região das cidades de Cubatão, São Vicente e Praia Grande. Nas suas encostas encontra-se instalada a Ferrovia Santos-Mairinque. A Unidade apresenta escarpas e cristas de topos aguçados e formas de dissecação muito intensas, estando sujeita a processos erosivos agressivos inclusive com movimentos de massa associados. Municípios de Cubatão, São Vicente e Praia Grande. 100
- 9.3.5.2-6: Vista geral da Unidade de Padrões e Formas Semelhantes Da52 associada à Escarpa/Serra do Mar e identificada na porção norte-noroeste da All, na região da divisa dos municípios de São Bernardo do Campo, Cubatão e São Vicente. Ao fundo e à direita, vista da Unidade Da51. A Unidade Da52 apresenta escarpas e cristas de topos aguçados e formas de dissecação muito intensas, sujeita aos processos erosivos agressivos inclusive com movimentos de massa associados. 101
- 9.3.5.2-7: Vista geral da Unidade de Padrões e Formas Semelhantes Da52 associada à Escarpa/Serra do Mar. Vertente da Serra de Cubatão na região do vale do Rio Mogi. A Unidade apresenta escarpas e cristas com topos aguçados e formas de dissecação muito intensas, sujeita aos processos erosivos agressivos inclusive com movimentos de massa associados. Município de Cubatão e de Santo André. 101
- 9.3.5.2-8: Vista geral da Unidade de Padrões e Formas Semelhantes Da52 associada à Escarpa/Serra do Mar. Vertente meridional da Serra do Morrão no vale do Rio Quilombo. A Unidade apresenta escarpas e cristas com topos aguçados e formas de dissecação muito intensas, sujeita aos processos erosivos agressivos inclusive com movimentos de massa associados. Porção continental do Município de Santos. 101
- 9.3.5.2-9: Vista geral da Unidade de Padrões e Formas Semelhantes Da53 identificada na All por grandes extensões na Ilha de Santo Amaro, entre as cidades do Guarujá e Bertioga e associada aos Morros Litorâneos, como o Morro do Botelho. A Unidade apresenta preferencialmente morros escarpados de topos aguçados, caracterizados como áreas sujeitas a processos erosivos com movimentos de massa associado. Municípios de Guarujá e Bertioga. 102
- 9.3.5.2-10: Vista da vertente norte da Serra do Quilombo, onde são reconhecidos corpos de tálus por grandes extensões. Obras de contenção implantada na encosta visando conter movimentos de rastejo associados com escorregamentos. Porção continental do Município de Santos. 103
- 9.3.5.2-11: Vista de um dos diversos cones de dejeção encontrados nos talwegues e drenagens encaixadas associados aos fundos de vales no sopé da Serra do Mar. Arredores da Refinaria Presidente Bernardes. Município de Cubatão. 103
- 9.3.5.2-12: Vista geral da Unidade Morfológica Planície Litorânea Santista, onde são reconhecidas as unidades Planícies Marinhas (Apm), Planícies Intertidais (Api) e Baixios (B). Região que apresenta terrenos aplanados e baixos e que são drenados pelos rios Mogi, Perequê, da Onça, Quilombo, Jurubatuba, Diana, Sandi, Cubatão, Maria Ribeiro, Cascalho e Casqueiro, dentre outros. Municípios de Cubatão, São Vicente e Santos. 104
- 9.3.5.2-13: Vista da porção meridional da Cidade de Santos. Terrenos identificados como pertencentes às Planícies Marinhas Apm - constituindo antigos depósitos de areias marinhas litorâneas - atualmente recobertos pelo desenvolvimento da cidade. Visada para sul, obtida do topo do Monte Serrat. 105
- 9.3.5.2-14: Vista da porção intermediária do vale do Rio Quilombo, onde ocorre a conformação de extenso anfiteatro delimitado a norte pela Serra do Morrão e ao sul pela Serra do Quilombo. Terrenos planos do amplo vale constituem os depósitos holocênicos da Transgressão Santos e conformam o relevo Planícies Marinhas (Apm). Visada para nordeste. Porção continental do Município de Santos. 105

- 9.3.5.2-15: Vista da Planície Costeira na região onde predominam os depósitos recentes e que conformam os terrenos associados ao relevo das Planícies Intertidais Api. Visada para leste. Observa-se parte do Canal de Piaçaguera, o Largo do Caneú, a Ilha dos Bagres e o Canal do Estuário de Santos. Vegetação mais densa, de mangue, instalada sobre a Planície Intertidal sendo drenada por diversos canais de maré e pelos rios Cubatão, Maria Ribeiro, Cascalho e Casqueiro, dentre outros. Municípios de Cubatão, São Vicente e Santos. 106
- 9.3.5.2-16: Terrenos planos na região da foz do Rio Jurubatuba junto ao Largo de Santa Rita. Visada para sudoeste. Local onde atualmente deposições submersas de sedimentos finos areno-argilosos e caracterização de porções emersas com desenvolvimento de vegetação de mangue e maior retenção de sedimentos. 106
- 9.3.5.2-17: Vista geral dos terrenos aplanados associados aos processos de agradação e que conformam a várzea atual do curso inferior do Rio Cubatão, constituindo a unidade Planícies Fluviais (Apf). Visada para oeste-sudoeste, obtida a partir da Rodovia dos Imigrantes. Município de Cubatão.. 107
- 9.3.5.3-1: Ao fundo, vista geral do relevo da Unidade de Padrões e Formas Semelhantes Da52 pertencente à Unidade Morfológica Escarpa/Serra do Mar, e que delimita em grande parte a porção norte-nordeste da AID, constituindo áreas contribuintes das sub-bacias do Rio Jurubatuba (em primeiro plano) e do sistema Diana/Sandi. Porção continental do Município de Santos. 113
- 9.3.5.3-2: Vista da Unidade de Padrões e Formas Semelhantes Da52 associada à Escarpa/Serra do Mar. A unidade é identificada na Serra do Morrão e seu divisor de águas demarca a porção noroeste da AID. A Unidade apresenta escarpas e cristas de topos aguçados e formas de dissecação muito intensas, sujeita aos processos erosivos agressivos com movimentos de massa associados. Porção continental do Município de Santos. 113
- 9.3.5.3-3: Unidade de Padrões e Formas Semelhantes Da52 associada à Escarpa/Serra do Mar conformando a Serra do Quilombo, nas proximidades da ADA, onde se encontra instalado o aterro sanitário Terrestre Ambiental. A Unidade apresenta escarpas e cristas de topos aguçados e formas de dissecação muito intensas, sujeita aos processos erosivos agressivos com movimentos de massa associados, como aquele verificado ao fundo, à esquerda. 113
- 9.3.5.3-4: Vista da Unidade de Padrões e Formas Semelhantes Da52 conformando o Morro das Neves/Serra do Quilombo nos limites da ADA, obtida a partir do Largo de Santa Rita. Visada para norte. Região onde deverá ser implantada a ponte de acesso do continente à Ilha dos Bagres, caracterizada como relevo de topos aguçados e formas de dissecação muito intensas, sujeita aos processos erosivos agressivos com movimentos de massa associados. Porção continental do Município de Santos, à esquerda. 114
- 9.3.5.3-5: Vista da Unidade de Padrões e Formas Semelhantes Da32/33 pertencente à Unidade Morros Isolados. No local conforma o Morro do Cabrão instalado na margem direita do Canal de Bertiooga, próximo ao cruzamento com a Rodovia Cônego Domênico Rangoni. O relevo, com morros médios de topos aguçados, apresenta parâmetro de fragilidade médio e alto, com probabilidade de ocorrência de movimentos de massa e erosão com voçorocas. 114
- 9.3.5.3-6: Vista da face sudoeste do Morro do Guarapá, que constitui a Unidade de Padrões e Formas Semelhantes Da32/33 da Unidade Morfológica Morros Isolados, e onde se encontra instalada a frente de lavra da cava principal da pedreira em atividade. Visada para nordeste, a partir da ponte do Ramal Ferroviário Conceiçãozinha. 115
- 9.3.5.3-7: Vista da vertente sudeste da Serra do Quilombo e da face leste do Morro das Neves, onde são reconhecidos diversos corpos de tálus nas porções intermediária e inferior de suas encostas, em local onde deverá ser implantada a estrada de acesso à Ilha dos Bagres. Porção continental do Município de Santos. 115
- 9.3.5.3-8: Detalhe de um escorregamento recente na estrada de acesso ao Sítio Santa Rita, onde ocorre movimentos de massa, com deslocamento de blocos e solo, nos limites da ADA. Ocorrência caracterizada na vertente sudeste da Serra do Quilombo, onde ocorrem corpos de tálus nas porções intermediária e inferior da encosta. Porção continental do Município de Santos. 116
- 9.3.5.3-9: Vista da porção intermediária do vale do Rio Quilombo onde é identificada a morfologia Planícies Marinhas (Apm). Seus terrenos aplanados – instalados em cotas relativamente mais altas que os depósitos intertidais – são formados por sedimentos flúvio-lagunares e de baías que constituem os depósitos holocênicos da Transgressão Santos. Visada para nordeste. Porção continental do Município de Santos. 117

9.3.5.3-10: Vista da região entre a margem direita do Rio Jurubatuba e a vertente meridional da Serra do Quilombo, onde ocorre a morfologia Planícies Marinhas (Apm), caracterizada por terrenos aplanados constituídos por sedimentos flúvio-lagunares e de baías. Visada para sul-sudeste. Porção centro-leste da AID. Município de Santos.	117
9.3.5.3-11: Vista dos terrenos aplanados das Planícies Marinhas (Apm), distribuídos entre o sopé da Serra do Quilombo e a margem direita do Rio Jurubatuba, em transição para os depósitos intertidais (sedimentos de mangue) reconhecidos mais próximos à margem do rio. Visada para nordeste. Porção continental da ADA nos limites do Sítio Santa Rita. Município de Santos.	118
9.3.5.3-12: Vista geral da morfologia das Planícies Intertidais (Api) reconhecida nas margens do Rio Diana, na porção nordeste da AID. Nesta região predominam os sedimentos finos recentes depositados em terrenos aplanados sob influência de maré, onde se desenvolve densa vegetação de mangue. Visada para norte-nordeste. Porção continental do Município de Santos.	119
9.3.5.3-13: Vista da margem direita do Rio Jurubatuba e de parte de uma ilha a montante do Ramal Ferroviário Conceiçãozinha. Terrenos planos distribuídos em cotas baixas onde predominam os depósitos recentes de mangue e que conformam o relevo Planícies Intertidais (Api). Visada para sul. Porção central da AID, nas proximidades da ADA. Ao fundo, à direita, encosta do Morro das Neves. Porção continental do Município de Santos.	119
9.3.5.3-14: Vista da porção norte da Ilha dos Bagres, nos limites da ADA, formada e sustentada por sedimentos de mangue depositados sob influência de maré, a partir da retenção dos sedimentos mais finos no Largo de Santa Rita. Conformação de terrenos planos constituídos por sedimentos inconsolidados. Morfologia Planícies Intertidais (Api). Visada para norte. Ao fundo, à esquerda, face sul do Morro das Neves	119
9.3.5.3-15: Ocorrência da Unidade de Baixios (B) na região da ADA, associados à foz do Rio Jurubatuba na margem do Largo de Santa Rita próximo à encosta do Morro das Neves. Visada para oeste-sudoeste. Local onde atualmente ocorrem deposições submersas de sedimentos finos areno-argilosos expostos na maré baixa e, ao fundo, porções emersas dos baixios com fixação e desenvolvimento de vegetação de mangue, propiciando maior retenção de sedimentos e expansão das planícies intertidais.	120
9.3.5.3-16: Detalhe de um afluente da margem direita do Rio Jurubatuba, na porção montante da AID e que constitui depósitos da borda da morfologia Planícies Fluviais (Apf). São identificados na transição para o sopé da Serra do Quilombo e apresentam blocos de rocha, cascalho e areia grossa. O curso d'água apresenta desnível e nota-se a ausência de sedimentos mais finos com matéria orgânica - restos de conchas e restos de vegetação de mangue - o que implicaria em depósitos retrabalhados por influência da maré.	121
9.3.5.3-17: Vista para jusante do Córrego das Neves na região do Sítio Santa Rita. O curso d'água se desenvolve retrabalhando os terrenos laterais onde ocorrem sedimentos flúvio-lagunares e de baías em transição para os depósitos de mangue atuais. Região com intervenção antrópica com implantação de canais de drenagem para o direcionamento das águas utilizadas nas plantações. Nesta região, o Córrego das Neves sofreu retificação, o mesmo sendo observado a jusante, devido à implantação do Ramal Ferroviário Conceiçãozinha.	121
9.3.6.2-1: Aspecto gerais dos ESPODOSSOLOS verificados na Ilha de Santo Amaro. Município de Guarujá.	127
9.3.6.2-2: Aspectos gerais da Ordem GLEISSOLOS identificados na ADA, na Ilha dos Bagres. Porção continental do Município de Santos.....	128
9.3.6.2-3: Detalhe da Ordem GLEISSOLOS identificados na ADA, na Ilha dos Bagres.....	129
9.3.6.2-4: Detalhe da Ordem GLEISSOLOS identificados na ADA, na Ilha dos Bagres.....	129
9.3.6.2-5: Detalhe da Ordem GLEISSOLOS identificados na ADA, na Ilha dos Bagres.....	129
9.3.6.2-6: Detalhe da Ordem GLEISSOLOS identificados na ADA, na Ilha dos Bagres.....	129
9.3.6.2-7: Aspectos gerais das ordens CAMBISSOLOS e NEOSSOLOS, identificados na AII em escarpa da Serra do Mar, próximo à Rodovia Rio-Santos. Porção continental do Município de Santos.	130
9.3.6.2-8: Aspectos gerais das ordens CAMBISSOLOS e NEOSSOLOS, identificados na AII no topo da escarpa da Serra do Mar, próximo à Rodovia Rio-Santos. Porção continental do Município de Santos. .	131
9.3.6.2-9: Aspectos gerais da Ordem NEOSSOLOS, identificados na AID associados a um dos afluentes da margem direita do Rio Quilombo, próximo à Rodovia Cônego Domênico Rangoni. Porção continental do Município de Santos.....	131

9.3.7.2-1: Vista geral da Unidade Geotécnica 11, associada aos depósitos de mangue e pântano identificados junto e próximos aos canais atuais da Baixada Santista. Nesta Unidade ocorre muito alta suscetibilidade a recalques por adensamento dos solos moles. Vista do curso inferior do Rio Quilombo. Visada para oeste. Região dos municípios de Santos (porção continental) e Cubatão.	137
9.3.7.2-2: Vista da Unidade Geotécnica 12, associada aos depósitos flúvio-lagunares da Baixada Santista, dispostos entre os sedimentos de mangue e a planície fluvial e/ou sopé da Serra do Mar. Na Unidade são caracterizados terrenos com alta suscetibilidade a recalques por adensamento dos solos moles e inundações pluviais. Vale amplo do curso inferior do Rio Mogi, próximo à Usiminas. Visada para noroeste. Município de Cubatão.	138
9.3.7.2-3: Vista da Unidade Geotécnica 13, associada aos depósitos quaternários arenosos de praias atuais ou de cordões litorâneos da Baixada Santista, como verificado no perímetro urbano de Santos - porção sul da Ilha de São Vicente. Na Unidade são caracterizados terrenos com baixa suscetibilidade a recalques e inundações, o que propicia a intensa ocupação antrópica de suas áreas. Visada para sudeste. Município de Santos.	139
9.3.7.2-4: Aspecto geral da Unidade Geotécnica 14, associada aos depósitos quaternários continentais indiferenciados - coluviões e corpos de tálus - identificados nas porções inferiores das escarpas da Serra do Mar, nos trechos de quebra de relevo na transição do relevo serrano para aqueles da Baixada Santista. Nesta Unidade ocorrem terrenos com média suscetibilidade a recalques diferenciais e a impactos por escorregamentos. Vista da margem direita vale do Rio Mogi, com visada para nordeste. Município de Cubatão.	140
9.3.7.2-5: Aspecto geral da Unidade Geotécnica 15, associada aos depósitos quaternários aluviais identificados junto aos rios e ribeirões maiores que drenam os terrenos da Baixada Santista na transição para os relevos acidentados da Serra do Mar. Nesta Unidade ocorrem terrenos com alta suscetibilidade a inundações, recalques, assoreamento e erosão fluvial. Vista do Rio Cubatão a partir da Rodovia dos Imigrantes. Município de Cubatão.	141
9.3.7.2-6: Aspecto geral da Unidade Geotécnica 4/3, associada às escarpas da Serra do Mar. Nesta Unidade ocorrem terrenos com muito alta suscetibilidade a movimentos de massa (naturais e induzidos) com ocorrência secundária de erosão por ravinas e boçorocas. Vista da Serra de Cubatão a partir do Caminho do Mar, com visada para nordeste. Municípios de Cubatão e São Bernardo do Campo.	143
9.3.7.2-7: Aspecto geral da Unidade Geotécnica 4/3, associada às escarpas da Serra do Mar, onde são reconhecidos terrenos com muito alta suscetibilidade a movimentos de massa (naturais e induzidos) com ocorrência secundária de erosão por ravinas e boçorocas. Vista da Serra de Cubatão a partir da Rodovia Cônego Domênico Rangoni no cruzamento com o Rio Mogi. Visada para norte. Municípios de Cubatão e São Bernardo do Campo.	143
9.3.7.2-8: Aspecto geral da Unidade Geotécnica 5a/3, associada às encostas dos Morros Litorâneos reconhecidos nas ilhas de Santo Amaro (Guarujá e Bertioga) e de São Vicente (Santos e São Vicente), identificada nas porções centro-sul e leste da AII. Seus terrenos apresentam alta suscetibilidade a movimentos de massa (naturais e induzidos) com ocorrência secundária de erosão por ravinas e boçorocas. Vista da face sudeste do Morro do Itararé. À esquerda, em segundo plano, Ilha Porchat. Municípios de Santos e São Vicente.	145
9.3.7.2-9: Aspecto geral da Unidade Geotécnica 3/6a, associada aos morros baixos do Planalto na porção setentrional da AII, onde ocorrem as cabeceiras das drenagens que se desenvolvem no sentido da Serra do Mar. Seus terrenos apresentam alta suscetibilidade à erosão no Horizonte C (solo de alteração) com ocorrência secundária de movimentos de massa induzidos. Rodovia de Interligação Anchieta - Imigrantes. Visada para oeste-sudoeste. Município de São Bernardo do Campo.	147
9.3.7.2-10: Aspecto geral da Unidade Geotécnica 5a/3, associada às escarpas da Serra do Mar em transição para encostas dos morros do Planalto na região das cabeceiras do Rio Jurubatuba - porção nordeste da AII. Seus terrenos apresentam alta suscetibilidade a movimentos de massa (naturais e induzidos) com ocorrência secundária de erosão por ravinas e boçorocas. Vista dos arredores da Vila de Paranapiacaba, Município de Santo André.	149

9.3.7.3-1: Vista de um escorregamento de pequenas dimensões associado à instabilidade da porção de um corpo de tálus identificado na vertente noroeste da Serra do Quilombo, lateralmente à Rodovia Cônego Domênico Rangoni. Tombamento e queda de árvores, e ocorrência de diversos blocos rolados. Porção continental do Município de Santos, na AID. 158

9.3.7.3-2: Aspecto geral da ocorrência de um escorregamento sobre solos residuais associados com corpos de tálus na vertente sudeste da Serra do Quilombo, na região do Aterro Terrestre Ambiental. Na porção inferior, cicatrizes de escorregamentos, indicando recorrência de processos de instabilidade do corpo de tálus presente na parte inferior da escarpa. Porção continental do Município de Santos, na AID. 159

9.3.7.3-3: Aspecto geral do desemboque do túnel do Ramal Ferroviário Conceiçãozinha na região do Sítio Santa Rita. Por cerca de 50 m de extensão o trecho do túnel é revestido com concreto pré-moldado em arco, e tem sua continuidade escavada diretamente no maciço rochoso. Tais situações, aliada às feições de quebra de relevo verificadas na porção inferior da escarpa da Serra do Quilombo, onde a estrutura encontra-se instalada, sugere a presença de um corpo de tálus. Porção continental do Município de Santos, nas proximidades da ADA. 159

9.3.7.3-4: Aspecto geral da pedreira instalada na porção sudoeste do Morro do Guarapá, com remoção da cobertura vegetal e exposição de solos residuais no horizonte superior. Na porção central, escorregamento localizado com exposição de solo residual maduro vermelho. À esquerda, no topo, movimentação de terra e corte da encosta com exposição de solo residual jovem cinza. Porção continental do Município de Santos, imediatamente a nordeste da ADA. 160

9.3.7.3-5: Movimentação de terra e corte de morrote na propriedade do Aterro Terrestre Ambiental, com exposição de solos residuais derivados de rochas gnáissicas, que sustentam a Serra do Quilombo e também ocorrem nos limites da ADA. Porção continental do Município de Santos. 161

9.3.7.3-6: Exposição do maciço rochoso da Serra do Quilombo, no local de uma pedreira desativada, às margens da Rodovia Cônego Domênico Rangoni, na AID. Próximo ao topo do maciço, o grau de fraturamento é mais intenso, devido às fraturas de alívio do maciço exposto na abertura da frente de escavação e conjugadas com a estruturação gnáissica e, possivelmente, pela proximidade com a Zona de Cisalhamento Freires-São Lourenço. Porção continental do Município de Santos. 162

9.3.7.3-7: Maciço rochoso exposto em corte lateral de estrada de ligação entre o Aterro Terrestre Ambiental e o Sítio Santa Rita, onde será instalado o acesso viário, para obras, à porção continental do empreendimento. Exposição de rocha sã intercalada com rocha alterada dura, ambas com grau fraturamento elevado, marcado pelas fraturas de alívio do maciço conjugada com a estruturação gnáissica e/ou foliação milonítica de transposição (Zona de Cisalhamento Freires-São Lourenço). Porção continental do Município de Santos. 162

GRÁFICOS

9.3.1.3-1: Variação da pressão média mensal para os anos de 2000 a 2006 na Estação Cubatão - Centro (Cetesb)..... 10

9.3.1.3-2: Variação mensal da umidade relativa média na Estação Santos no período 2000-2006 10

9.3.1.3-3: Variação da média mensal da umidade relativa na Estação Cubatão - Centro no período 2000-2006 11

9.3.1.3-4: Variação média horária da umidade relativa na Estação Cubatão - Centro no período 2000-2006 11

9.3.1.3-5: Variação mensal da precipitação média na estação climatológica do INMET em Santos no período 1961-1990 12

9.3.1.3-6: Variação mensal da insolação média medida em Santos no período 1961-1990 12

9.3.1.3-7: Variação mensal da nebulosidade média observada em Santos entre os anos de 1961 e 1990... 12

9.3.1.3-8: Variação da média mensal das temperaturas máximas, médias e mínimas das temperaturas medidas em Santos entre os anos de 1961 e 1990 13

9.3.1.3-9: Variação média mensal da temperatura observada na Estação Cubatão - Centro no período 2000-2006 13

9.3.1.3-10: Variação média horária da temperatura observada na Estação Cubatão - Centro no período 2000-2006 14

9.3.1.3-11: Distribuição de frequência por classe de velocidade de vento para a Estação de Cubatão - Vila Parisi no período 2000-2006.....	14
9.3.1.3-12: Rosa dos ventos para a Estação de Cubatão - Vila Parisi no período 2000-2006.....	15
9.3.2.3-1: Evolução das concentrações de Fumaça (FMC) na Estação Santos, no período 1999 - 2008	25
9.3.2.3-2: Evolução dos resultados médios anuais de amostragem de Fumaça (FMC) na Estação Santos entre 1999 e 2008.....	25
9.3.2.3-3: Evolução das concentrações máximas diárias de Material Particulado (MP10) na Estação Cubatão - Centro, entre os anos de 1999 e 2008.....	26
9.3.2.3-4: Evolução da distribuição percentual da qualidade do ar na Estação Cubatão - Centro, no período 1999 - 2008.....	26
9.3.2.3-5: Evolução do número de ultrapassagens do padrão e do nível de atenção na Estação Cubatão - Centro, no período 1999 - 2008	27
9.3.2.3-6: Evolução das concentrações horárias máximas na Estação Cubatão - Centro, no período 1999 - 2008	27
9.3.2.3-7: Evolução da distribuição percentual do índice de qualidade do ar na Estação Cubatão Centro, no período 1999 - 2008	28
9.3.2.3-8: Evolução das concentrações diárias máximas de Partículas Inaláveis (MP10) na Estação Cubatão - Vila Parisi, no período 1999 - 2008	28
9.3.2.3-9: Evolução da distribuição percentual do índice de qualidade do ar para MP10 na Estação - Vila Parisi, no período 1999 - 2008.....	29
9.3.2.3-10: Evolução das concentrações de Material Particulado Total em Suspensão (PTS) na Estação Cubatão - Vila Parisi, no período 1999 - 2008	29
9.3.2.3-11: Evolução da distribuição percentual da qualidade do ar na Estação Cubatão - Vila Parisi, no período 1999 - 2008	30
9.3.2.3-12: Evolução das concentrações médias geométricas anuais para Partículas Totais em Suspensão na Estação Cubatão Centro e Vila Parisi, no período 1999 - 2008	30
9.3.2.3-13: Evolução das concentrações médias anuais para Dióxido de Enxofre (SO ₂) nas estações localizadas na UGRHI 7 entre 1999 e 2008	31

QUADROS

9.3.1.2-1: Relação das estações meteorológicas e seus respectivos parâmetros utilizados na caracterização climática da área de estudo	7
9.3.2.2-1: Padrões nacionais de qualidade do ar conforme a Resolução Conama nº 03/90.....	17
9.3.2.2-2: Critérios para episódios agudos de poluição do ar conforme a Resolução Conama nº 03/90	18
9.3.2.3-1: Estimativas de emissão de poluentes atmosféricos gerados por processos industriais e queima de combustível em fontes estacionárias no Município de Cubatão	22
9.3.2.3-2: Resultados do monitoramento da qualidade do ar em Santos no ano de 2008	23
9.3.2.3-3: Resultados do monitoramento da qualidade do ar em Cubatão no ano de 2008 para os parâmetros Partículas Totais em Suspensão (PTS) e Partículas Inaláveis (PI)	24
9.3.2.3-4: Resultados do monitoramento da qualidade do ar em Cubatão no ano de 2008 para os parâmetros Dióxido de Enxofre (SO ₂), Ozônio (O ₃) e Dióxido de Nitrogênio (NO ₂)	24
9.3.2.3-5: Classificação dos municípios da Baixada Santista quanto ao grau de saturação da qualidade do ar	32
9.3.2.3-6: Concentrações de PTS em campanha de medição realizada para o "Brasil Terminal Portuário" no Município de Santos/SP	33
9.3.2.3-7: Concentrações de PTS em campanha de medição realizada para o "Brasil Intermodal Terminal Santos - Brites" no Município de Santos/SP	34
9.3.3.2-1: Limites de Ruído conforme a NBR 10.151	36
9.3.3.2-2: Níveis Recomendáveis de Vibrações	37
9.3.3.2-3: Limites de Velocidade de Vibração - Pico (mm/s) Conforme Cetesb, DA nº 215/2007/E	37

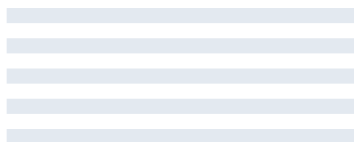
9.3.3.3-1: Resultados obtidos para os pontos de monitoramento de ruído e vibração - Estudo de Impacto Ambiental do "Brasil Intermodal Terminal Santos - Brites"	49
9.3.4.5-1: Autorizações e Concessões Minerárias do DNPM na área de estudo	90
9.3.5.2-1: Síntese das características das unidades geomorfológicas presentes na All	108
9.3.5.3-1: Síntese das características das unidades geomorfológicas presentes na AID	122
9.3.7.3-1: Ensaios de caracterização, compressibilidade, deformabilidade e resistência	167
9.3.7.3-2: Parâmetros de resistência	168

Estudo de Impacto Ambiental

9

DIAGNÓSTICO AMBIENTAL

COMPLEXO BAGRES



9. DIAGNÓSTICO AMBIENTAL

9.1 INTRODUÇÃO

O presente capítulo apresenta o Diagnóstico Ambiental, voltado à caracterização das áreas de influência do empreendimento previamente à implantação do mesmo, considerando-se os meios Físico, Biótico e Socioeconômico. Os estudos referentes aos dois primeiros meios (Físico e Biótico) estão contidos no presente volume, sendo que sua apresentação está precedida pela definição das áreas de estudo e de influência como base para a elaboração do Diagnóstico Ambiental. Os estudos alusivos ao diagnóstico do Meio Socioeconômico encontram-se consolidados no Volume 3.

O Diagnóstico Ambiental das áreas de influência de um empreendimento referem-se, conforme Sánchez (2006), aos “Levantamentos acerca de alguns componentes e processos selecionados do meio ambiente que podem ser afetados pela proposta (projeto) em análise”. Nesses levantamentos procede-se à coleta e organização de informações, considerando a compilação daquelas existentes e produção de novas informações, necessárias para o desenvolvimento dos denominados “Estudos de Base”, ou seja, o Diagnóstico Ambiental.

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

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

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

No presente EIA esses levantamentos foram desenvolvidos nas denominadas “Áreas de Estudo” definidas para o empreendimento, e que combinado com a avaliação de impactos apresentada no Capítulo 11, permitiu a identificação das “Áreas de Influência do Empreendimento”.

9.2 DEFINIÇÃO DAS ÁREAS DE ESTUDO E DE INFLUÊNCIA

9.2.1 CRITÉRIOS GERAIS

A definição das “Áreas de Estudo”, tanto local quanto municipal e regional, e que subsidiou a demarcação das áreas de influência do empreendimento “Complexo Bagres” - o que somente foi validado após a avaliação dos impactos -, foi desenvolvida tendo-se como pressupostos:

- **Natureza do Empreendimento:** trata-se de um projeto a ser implantado em um contexto de expansão da zona portuária da Baixada Santista, com a ocupação da Ilha dos Bagres e de áreas situadas na porção continental do Município de Santos. O projeto também prevê a implantação de um sistema viário de forma a permitir o acesso à Ilha (ver Capítulo 6 - Caracterização do Empreendimento);

- **Características do Empreendimento:** a implantação do Complexo Bagres em área geotecnicamente frágil e ambientalmente sensível obedecerá a critérios construtivos e procedimentos operacionais que se utilizem da melhor tecnologia disponível no mercado nacional e internacional e atendendo procedimentos e normas técnicas brasileiras (ABNT, outras);
- **Identificação Preliminar dos Impactos:** a implantação e operação do empreendimento foi considerada, previamente, em seus aspectos potencialmente causadores de impactos diretos e indiretos sobre os componentes ambientais dos meios físico, biótico e socioeconômico, em seu entorno próximo e na região de inserção, conforme as diferentes áreas de estudo;
- **Interveniência com Aspectos Legais ou com Planos e Projetos Colocalizados:** o conhecimento prévio desses aspectos também condicionou a abrangência da área de estudo tendo-se em conta a existência de possíveis interações ou incompatibilidades, e possíveis alterações de projeto em função disso;
- **Pertinência das abordagens:** somente foram abordados e/ou aprofundados os aspectos considerados pertinentes e relevantes ao empreendimento e região ou local afetados, evitando-se levantamentos extensos e desnecessários aos objetivos do EIA.

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

9.2.2 DEFINIÇÃO DAS ÁREAS DE ESTUDO

As “Áreas de Estudo” correspondem aos diferentes espaços territoriais a serem caracterizados no desenvolvimento de diagnósticos regionais e locais. As áreas de interesse que serviram como ponto de partida para os estudos são:

- **Meios Físico e Biótico:** Regionalmente, foi considerada parcialmente as Unidades Hidrográficas de Gerenciamento de Recursos Hídricos - UGRHI 6 e 7 (Alto Tietê e Baixada Santista, respectivamente), enfocando-se parte da planície costeira e o sistema estuarino de Santos, seus canais e sub-bacias hidrográficas, tendo como limite os tombos de maré situados no Canal de Bertiooga e no Rio Casqueiro, incluindo, todo o canal do Porto de Santos e o Polígono de Disposição Oceânica operado pela Codesp. Também foram considerados os ecossistemas terrestres e aquáticos existentes na região, com ênfase nos manguezais, áreas protegidas (APPs e Unidades de Conservação) e áreas ambientalmente sensíveis.
- **Meio Socioeconômico:** A inserção do empreendimento no contexto internacional passa não só pelo entendimento das relações comerciais entre países, mas também pelas projeções de crescimento econômico mundial. Neste sentido, para o meio socioeconômico foram consideradas, além das relações comerciais gerais do Brasil no âmbito internacional, a importância do Porto de Santos e a participação dos principais estados brasileiros inseridos em sua hinterlândia: São Paulo, Minas Gerais, Goiás, Mato Grosso do Sul e Mato Grosso.

Para o recorte regional, foram considerados os municípios da conurbação Santos, São Vicente, Cubatão e Guarujá, com base nas singularidades que apresentam entre si e suas interrelações em função das atividades portuárias, industriais e terciárias. Localmente, de forma a aprofundar os estudos relativos aos componentes do Meio Socioeconômico, foi considerado o Município de Santos e seu entorno imediato, com ênfase na área do Porto Organizado para alguns casos específicos. Vale ressaltar que, para todos os componentes considerados, foi dada atenção para as especificidades e interrelações de cada território quanto ao zoneamento urbano e plano diretor, áreas protegidas, patrimônio arqueológico e bens tombados, mão de obra, vias públicas, dinâmica demográfica, estrutura produtiva, condições de vida, entre outros.

9.2.3 IDENTIFICAÇÃO DAS ÁREAS DE INFLUÊNCIA

Como etapa preliminar para a delimitação das áreas de influência do empreendimento, foram definidos alguns conceitos e critérios específicos para cada área considerada, a saber:

- **Área Diretamente Afetada - ADA:** Corresponde às áreas ocupadas pelo empreendimento e que deverão sofrer intervenções diretas em função das atividades relacionadas à sua implantação e operação, considerando-se as alterações físicas, biológicas e socioeconômicas, assim como as particularidades de cada atividade executada.
- **Área de Influência Direta - AID:** Corresponde à porção territorial existente no entorno imediato da ADA, passível de abrigar os impactos ambientais adversos, diretos ou indiretos, inclusive, os de natureza positiva, relacionados aos aspectos ambientais gerados pelo empreendimento. Sua delimitação se dá em função das características socioambientais existentes e das particularidades do projeto em estudo. É nesta área que deverão estar contempladas as ações de controle e de mitigação, de forma a prevenir, eliminar ou minimizar os impactos socioambientais negativos identificados.
- **Área de Influência Indireta - All:** Corresponde à área passível de ser afetada por impactos indiretos, sejam eles positivos ou adversos, decorrentes dos aspectos socioambientais gerados pelo empreendimento em suas diversas etapas. Considera-se esta área sem potencial para abrigar impactos ambientais significativos adversos. No entanto, é na All que se manifesta a maioria dos impactos socioambientais significativos positivos.

De acordo com os parâmetros socioambientais analisados, referentes às características e natureza do empreendimento, e considerando os impactos associados a cada etapa do projeto, identificaram-se diferentes áreas de influência para os meios físico, biótico e socioeconômico. As áreas de influência consideradas e suas respectivas abrangências territoriais foram as seguintes:

- **Área de Influência Indireta - All:** Para os Meios Físico e Biótico, manteve-se a Área de Estudo preliminarmente delineada, a qual abrange parte das UGRHs 6 e 7 (Alto Tietê e Baixada Santista, respectivamente), enfocando-se a planície costeira e o sistema estuarino de Santos, seus canais e sub-bacias hidrográficas, tendo como limite os tombos de maré situados no Canal de Bertioga e no Rio Casqueiro. Também considerou-se como All toda a Baía de Santos e o Polígono de Disposição Oceânica operado pela Codesp, onde deverão ser dispostos os sedimentos provenientes das atividades de dragagem do entorno imediato da Ilha dos Bagres (faces sul e leste). Já para o Meio Socioeconômico, considerou-se como All a área representada hipoteticamente pelo território dos municípios de Santos, Guarujá, São Vicente e Cubatão, onde poderão ocorrer impactos indiretos decorrentes de atividades relacionadas à implantação e operação do empreendimento.
- **Área de Influência Direta - AID:** Para os Meios Físico e Biótico, a AID ficou restrita à região do estuário de Santos desde a Usiminas, antiga Cosipa (excluída) até seu desemboque na baía de Santos, incluída toda a extensão da sua margem esquerda e imediações. Seus limites norte e leste são definidos pelo divisor de águas da Serra do Morrão até o Canal de Bertioga, próximo à sua intersecção com a Rodovia Cônego Domênico Rangoni. Também considerou-se como AID o Polígono de Disposição Oceânica operado pela Codesp, onde deverão ser dispostos os materiais provenientes das atividades de dragagem.

Cabe a ressalva de que, no Meio Físico, exclusivamente para o tema “Qualidade do Ar”, os limites da AID foram considerados como sendo o território compreendido pelo Município de Santos, atendendo assim ao enquadramento presente na Resolução SMA 061/2009, conforme o disposto no Decreto Estadual nº 52.469/07.

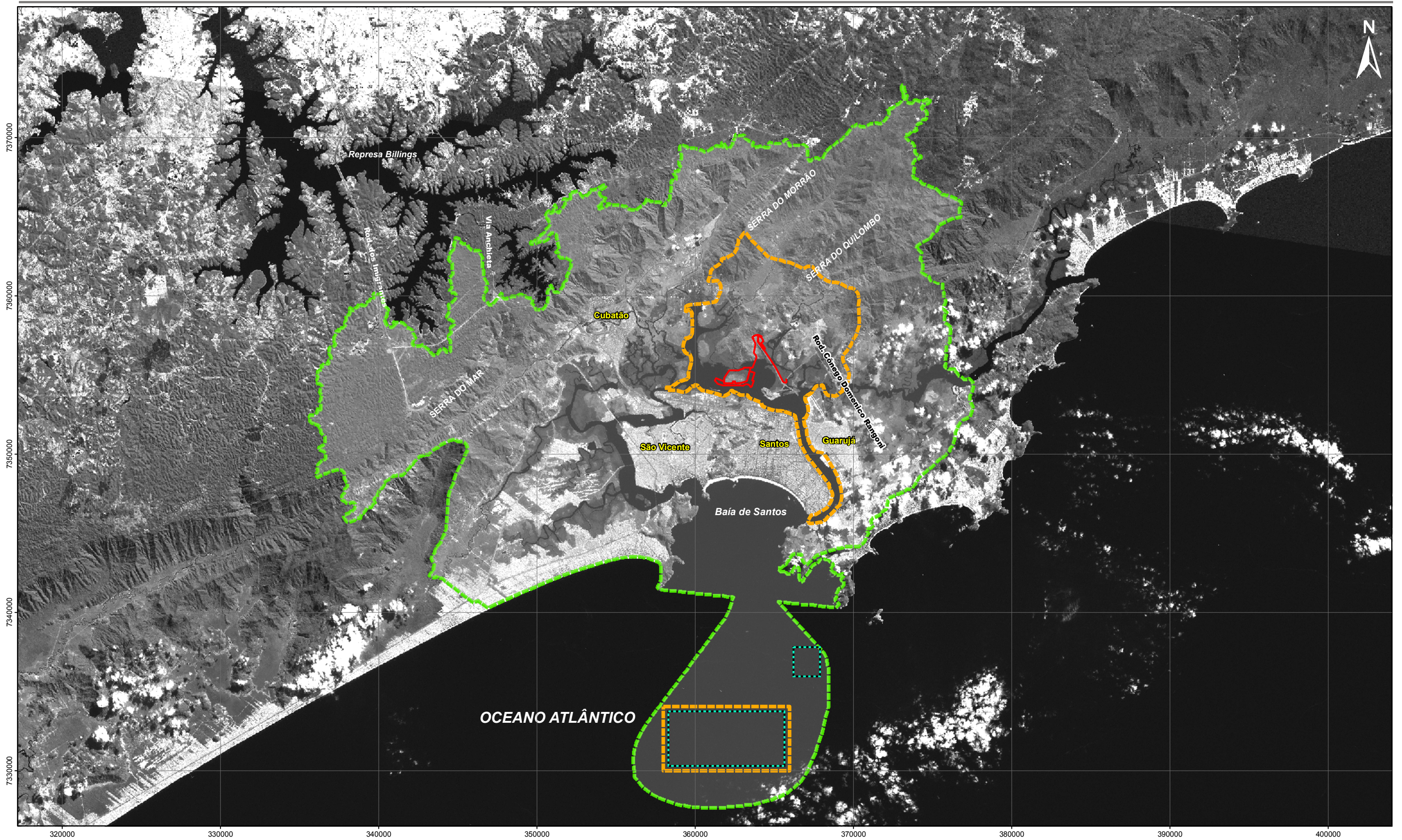
A definição da Área de Influência Direta para o Meio Socioeconômico apresenta algumas particularidades, visto que a mesma pode variar em função dos temas considerados. De forma geral, para a maior parte dos temas relativos ao Meio Socioeconômico, considerou-se o Município de Santos como a área a ser diretamente afetada pelos impactos decorrentes do empreendimento, em suas etapas de implantação e operação. Em alguns casos foram considerados apenas territórios específicos do Município ou de seu entorno imediato, sendo as justificativas apresentadas em cada tema abordado.

- **Área Diretamente Afetada - ADA:** Correspondem às porções territoriais que deverão sofrer intervenções diretas ocasionadas por atividades relacionadas à implantação e operação do empreendimento. Sendo assim, para os Meios Físico, Biótico e Socioeconômico, considerou-se como ADA todo o complexo de instalações previstas nas diferentes etapas do empreendimento, incluindo as intervenções na Ilha dos Bagres, o sistema viário de acesso (pontes e estrada), e a área de dragagem necessária para a operação do mesmo.

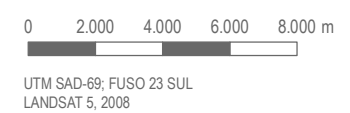
Para o Meio Socioeconômico verificou-se, ainda, o envolvimento de fatores presentes em outras áreas de influência, mais abrangentes do que as anteriores. Tratam-se de áreas que, por meio de suas respectivas caracterizações, contribuem para o entendimento dos temas tratados. É o caso, por exemplo, da avaliação das tendências de evolução do comércio marítimo internacional e de atuais e futuras demandas para o Porto de Santos, auxiliando na identificação de possíveis gargalos ou possibilidades de expansão. Sendo assim, foram definidas duas áreas complementares de influência, sendo elas:


- **Área de Influência Difusa - AI Difusa:** área relacionada à circulação de embarcações nacionais e oriundas de outros continentes, tendo em vista as relações de comércio internacional.
- **Área de Influência Regional - AIR:** área representada hipoteticamente pelos Estados de São Paulo, Minas Gerais, Goiás, Mato Grosso do Sul e Mato Grosso, que compõem a hinterlândia primária do Porto de Santos, segundo o Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada - Ipea, constituindo ainda o conjunto de meso e microrregiões definidas pela Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - IBGE.


Os Desenhos 9.2.3-1 e 9.2.3-2, a seguir, apresentam as áreas de influência passíveis de cartografiação.



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



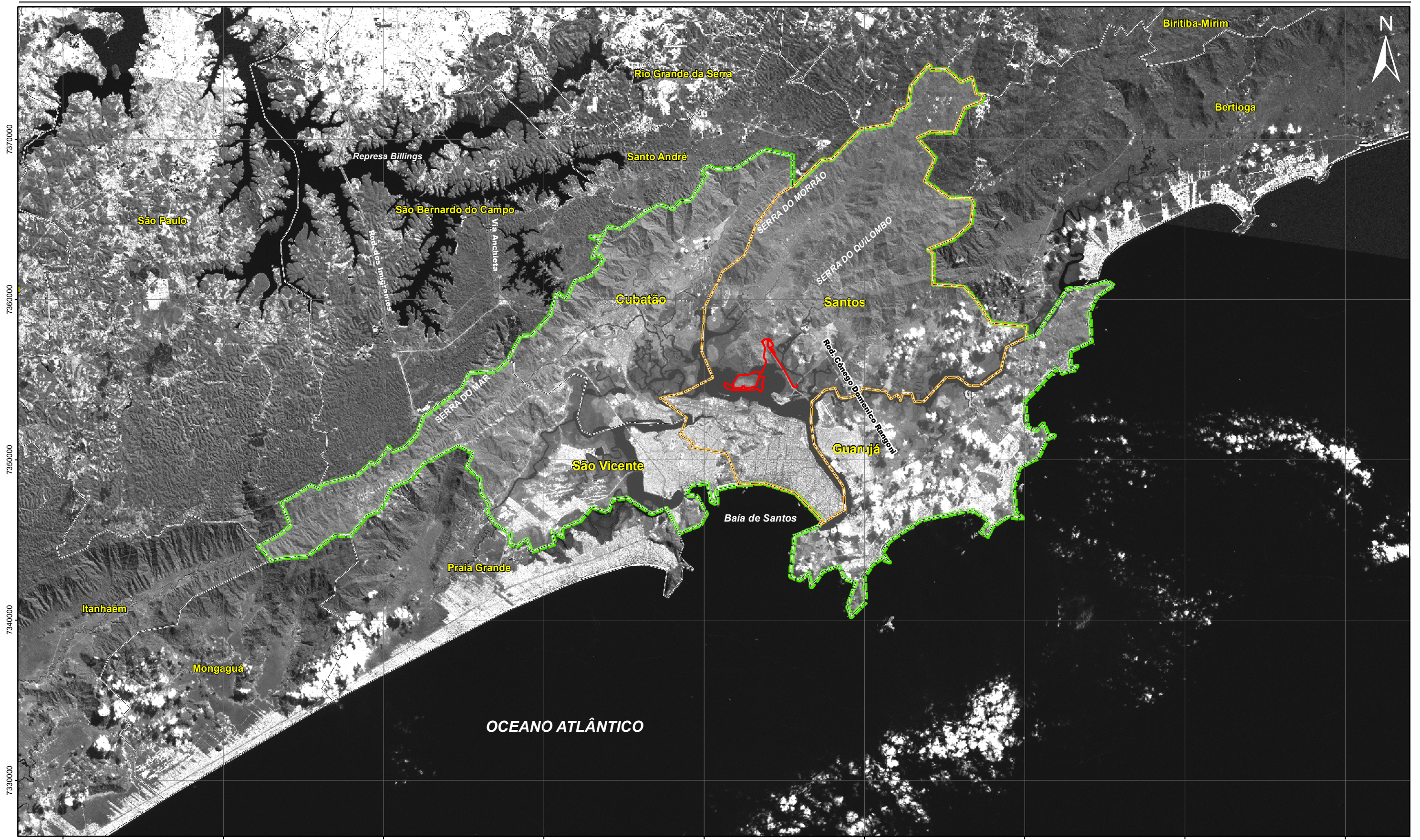






Estudo de Impacto Ambiental SÃO PAULO EMPREENDIMENTOS PORTUÁRIOS
 CENTRO PORTUÁRIO INDUSTRIAL NAVAL OFFSHORE DE SANTOS

ASSUNTO
ÁREAS DE INFLUÊNCIA – MEIOS FÍSICO E BIÓTICO

ESCALA 1:225.000	DATA JUNHO/2011	DESENHO 9.2.3-1
-------------------------	------------------------	------------------------



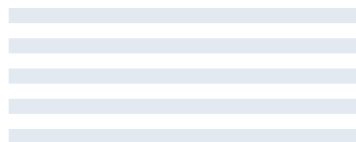
<ul style="list-style-type: none"> Área de Influência Indireta (AII) Área de Influência Direta (AID) Área Diretamente Afetada (ADA) Limite Municipal 	<p>0 2.000 4.000 6.000 8.000 m</p> <p>UTM SAD-69; FUSO 23 SUL LANDSAT 5, 2008</p>	<div style="display: flex; justify-content: space-between; align-items: center;">   </div> <p>Estudo de Impacto Ambiental SÃO PAULO EMPREENDIMENTOS PORTUÁRIOS</p> <p>CENTRO PORTUÁRIO INDUSTRIAL NAVAL OFFSHORE DE SANTOS</p> <p>ASSUNTO ÁREAS DE INFLUÊNCIA – MEIO SOCIOECONÔMICO</p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 33%;">ESCALA</td> <td style="width: 33%;">1:225.000</td> <td style="width: 33%;">DATA</td> <td style="width: 33%;">JUNHO/2011</td> <td style="width: 33%;">DESENHO</td> <td style="width: 33%;">9.2.3-2</td> </tr> </table>	ESCALA	1:225.000	DATA	JUNHO/2011	DESENHO	9.2.3-2
ESCALA	1:225.000	DATA	JUNHO/2011	DESENHO	9.2.3-2			

Estudo de Impacto Ambiental

COMPLEXO BAGRES

9

DIAGNÓSTICO AMBIENTAL MEIO FÍSICO - PARTE I



9.3 DIAGNÓSTICO AMBIENTAL DO MEIO FÍSICO

9.3.1 CLIMA

9.3.1.1 INTRODUÇÃO

No presente item será apresentada a caracterização climática regional, de forma a facilitar o entendimento dos processos atmosféricos atuantes na área de estudo e permitir a compreensão de outros componentes ambientais diretamente associados, como a disponibilidade hídrica, sua dinâmica de circulação, processos de movimentação de massa, entre outros. Para tanto, será apresentada na sequência os principais conceitos utilizados, as fontes de dados existentes e os principais procedimentos realizados para a análise dos dados obtidos junto às estações meteorológicas instaladas nas proximidades da área de estudo.

9.3.1.2 ABORDAGEM METODOLÓGICA E PROCEDIMENTOS

Para a caracterização climatológica da área de estudo foram levantados os dados disponíveis nas principais estações meteorológicas instaladas nas proximidades da Área de Influência Direta - AID do empreendimento. No Quadro 9.3.1.2-1 estão indicadas as estações utilizadas, bem como os parâmetros considerados. A escolha das fontes de dados foi baseada primeiramente na proximidade com a área em estudo, seguido então da maior disponibilidade de dados existentes.

Quadro 9.3.1.2-1: Relação das estações meteorológicas e seus respectivos parâmetros utilizados na caracterização climática da área de estudo

Estação	Localização	Altitude	Parâmetros	Período	Frequência
Estação do INMET de Santos - SP (83782) ¹	Lat: 25°56'S Lon: 45°20'W	14 m	Temperatura Precipitação	1961-1990	Mensal
Estação do DAEE de Cubatão - SP (E3-038) ²	Lat: 23°52'S Lon: 46°23'	5 m	Precipitação	1961-1990	Mensal
Estação de Monitoramento da Qualidade do ar da Cetesb em Cubatão - Centro ³	Lat: 23°52'S Lon: 46°25'	7 m	Vento (direção e velocidade, temperatura, umidade relativa, pressão)	2000-2006	Horária
Estação de Monitoramento da Qualidade do ar da Cetesb em Cubatão - Vila Parisi ³	Lat: 23°50' Lon: 46°23'	10 m	Vento (direção e velocidade)	2000-2006	Horária

1. Normais Climatológicas (1961-1990), Ministério da Agricultura e Reforma Agrária, Secretaria Nacional de Irrigação, Departamento Nacional de Meteorologia, Brasília, 1992.

2. Banco de dados pluviométricos do Estado de São Paulo (www.dae.sp.gov)

3. Banco de dados das Estações de Monitoramento da Cetesb, Companhia de Tecnologia em Saneamento Ambiental.

A Figura 9.3.1.2-1 apresenta a localização das estações meteorológicas consideradas para o presente estudo.



Figura 9.3.1.2-1: Localização das estações meteorológicas consideradas no presente estudo

Para o presente estudo foi elaborada uma seleção de dados considerados como representativos para cada localidade. As análises foram desenvolvidas para cada mês do ano (e quando possível, para o ciclo diurno médio), considerando-se os seguintes parâmetros:

- Pressão Atmosférica Reduzida ao Nível Médio do Mar;
- Temperatura do Ar;
- Umidade Relativa do Ar;
- Insolação e Nebulosidade;
- Precipitação; e
- Direção e Velocidade do Vento.

Na sequência são apresentados os principais resultados obtidos e a análise para cada parâmetro considerado.

9.3.1.3 CARACTERIZAÇÃO ATUAL DA ÁREA DE ESTUDO

9.3.1.3.1 Caracterização climática regional

Estudos climatológicos da região costeira do Estado de São Paulo vêm sendo desenvolvidos desde a década de 1950 (Silveira, 1951) para caracterizar a tipologia dos elementos meteorológicos e de classificações climáticas. Particularmente nas últimas décadas, estudos referentes à identificação e análise de eventos extremos permitiram compreender melhor a variabilidade espacial e temporal dos mesmos (Nunes, 1996; Sant'Anna Neto, 1990).

O clima da Baixada Santista, onde se inserem os municípios de Cubatão e Santos, pode ser classificado como subtropical úmido, com inverno moderadamente seco e verão quente e úmido, ou seja, Cwa de acordo com a classificação de Köppen (Trewartha e Horn, 1980). Valores da Normal Climatológica do DNMET (1992) da estação meteorológica de Santos indicam que as temperaturas variam entre 13°C no mês mais frio e 31°C no mês mais quente. A temperatura média anual é de 19°C e a precipitação pode atingir totais anuais de até 2000 mm. A pressão atmosférica média anual é de 968,6 hPa.

O regime de vento local é influenciado pelas brisas marítima e terrestre, que levam as plumas das indústrias para a região da Serra do Mar durante o dia (Ccoyllo, *et al.*, 2002), causando um impacto na sua vegetação e, durante a noite, ventos fracos sopram de NW da serra para o mar (Machado e Silva Dias, 1997), quando as plumas das indústrias são levadas para os núcleos habitacionais da baixada. Em condições de inversão térmica e calmaria ocorrem picos de concentração de poluentes que podem ultrapassar os padrões de qualidade do ar (Andrade, *et al.*, 2000).

Os sistemas de precipitação de origem orográfica representam mais da metade da precipitação dessa região. Há gradientes intensos de precipitação na direção do continente, onde a média anual está em torno de 1400 mm, e faixa litorânea. Outros sistemas precipitantes são associados à convecção no período de verão e frentes ao longo do ano. As circulações de brisa marítima e terrestre fazem com que o ar se desloque do litoral para o continente durante o dia e no sentido contrário à noite (Pereira Filho, *et al.*, 2000). Desta forma, nuvens baixas se formam ao longo da serra durante o dia. Neste caso, o fluxo de umidade do oceano Atlântico provoca chuva muito leve e contínua.

O Departamento de Águas e Energia Elétrica - DAEE possui uma rede de pluviômetros na região (Barros *et al.*, 1987), além de um radar meteorológico instalado junto à barragem de Ponte Nova (Pereira Filho *et al.*, 2000), Biritiba-Mirim. Os sistemas de precipitação de origem orográfica, por serem bastante rasos, não são adequadamente monitorados pelo radar de São Paulo. Por outro lado, a rede de pluviômetros não é suficientemente densa para permitir uma avaliação da variabilidade da chuva da vertente oceânica.

9.3.1.3.2 Parâmetros considerados e resultados obtidos

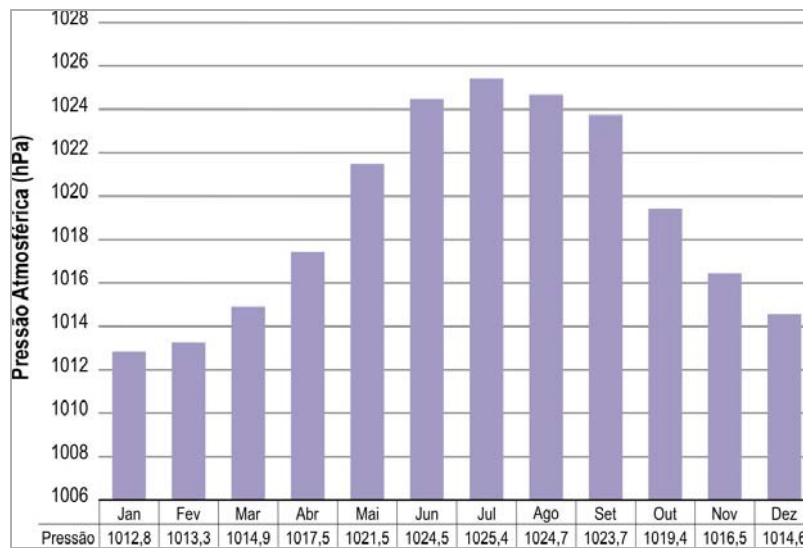
A seguir, é apresentada a análise dos parâmetros considerados para a região de Santos e Cubatão.

Pressão Atmosférica

O Gráfico 9.3.1.3-1 apresenta as pressões médias mensais obtidas na Estação Cubatão - Centro, mantida pela Cesteb. Os dados de pressão para a Estação de Santos do Instituto Nacional de Meteorologia - INMET apresentaram inconsistências e dessa forma somente serão apresentados os dados fornecidos pela estação localizada em Cubatão.

O valor médio da P_{atm} é de 1019 hPa, valor este, próximo do valor teórico médio para o nível do mar. Como pode ser observado, os valores médios mais elevados de P_{atm} ocorrem no período de inverno, devido à relação termodinâmica entre a temperatura e a densidade do ar. Durante os meses com temperaturas mais reduzidas, a densidade do ar se encontra mais elevada, o que ocasiona uma coluna de ar mais densa sobre a região.

Gráfico 9.3.1.3-1: Variação da pressão média mensal para os anos de 2000 a 2006 na Estação Cubatão - Centro (Cetesb)



Umidade Relativa do Ar

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

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

Durante a estação seca, a água disponível no solo e na atmosfera se encontra mais reduzida, causando os valores mínimos de umidade relativa no final do inverno. A passagem das frentes frias durante essa época pode causar chuvas e queda de temperaturas, deixando a atmosfera mais úmida, embora por poucos dias. A variação anual da umidade relativa média mensal medida em Santos é mostrada no Gráfico 9.3.1.3-2. Já os Gráficos 9.3.1.3-3 e 9.3.1.3-4 são apresentados os dados para a estação de Cubatão-Centro da Cetesb, com o perfil médio horário para os seis anos de dados.

Gráfico 9.3.1.3-2: Variação mensal da umidade relativa média na Estação Santos no período 2000-2006

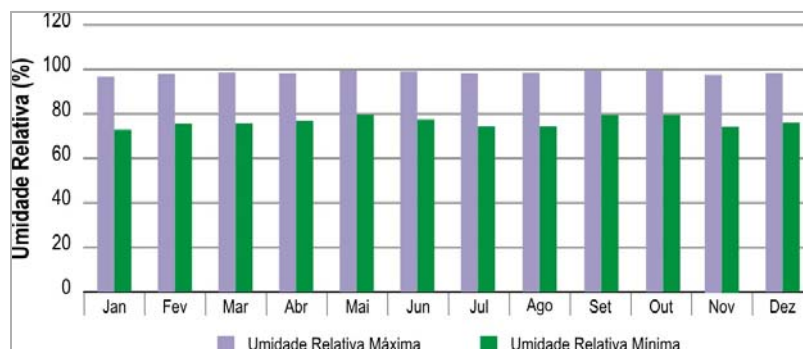


Gráfico 9.3.1.3-3: Variação da média mensal da umidade relativa na Estação Cubatão - Centro no período 2000-2006

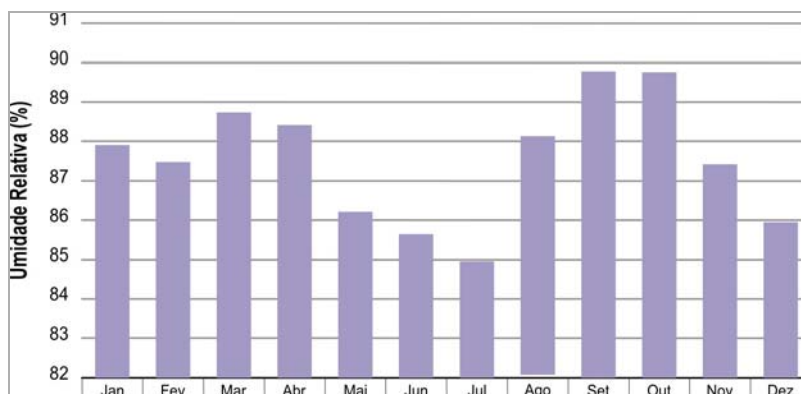
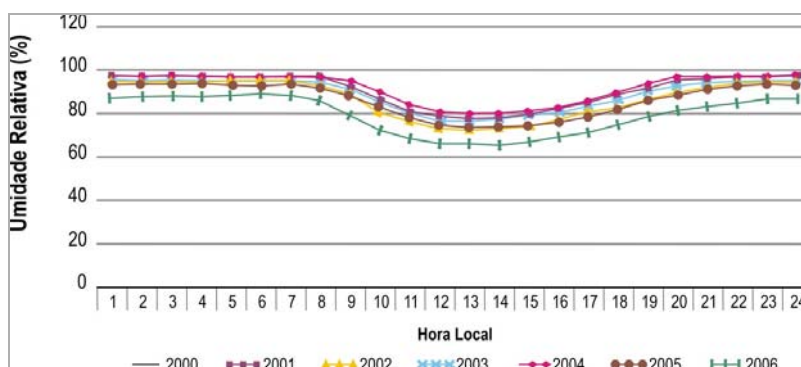


Gráfico 9.3.1.3-4: Variação média horária da umidade relativa na Estação Cubatão - Centro no período 2000-2006

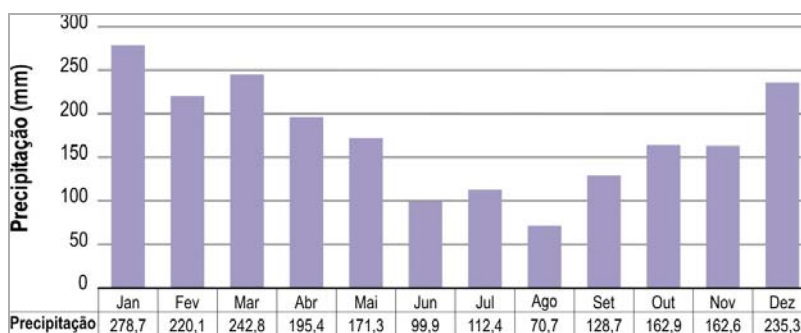


Precipitação

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

Em Santos, a média total anual da precipitação é de 2081 mm. Com relação à distribuição pluviométrica anual (Gráfico 9.3.1.3-5), a região de Santos possui duas estações bem definidas: uma seca e uma chuvosa. Durante a estação chuvosa, que vai de outubro a março, a maior parte da precipitação está associada à passagem de sistemas frontais e à atuação da Zona de Convergência do Atlântico Sul - ZCAS. Em Santos, a precipitação durante este período responde por 68% da precipitação total anual. Durante o período seco, que vai de abril a setembro, os episódios de precipitação são bastante esporádicos e estão também associados à passagem de frentes frias. No inverno são frequentes as ocorrências de longos períodos de estiagem. Conforme observado, os meses mais secos são junho, julho e agosto, e o mês mais chuvoso é janeiro, com 279 mm.

Gráfico 9.3.1.3-5: Variação mensal da precipitação média na estação climatológica do INMET em Santos no período 1961-1990



Insolação e Nebulosidade

A insolação é um parâmetro meteorológico que mede quanto tempo a superfície recebe luz direta do sol. A nebulosidade tem influência direta na determinação da insolação de uma determinada região bem como o comprimento do dia. Nos Gráficos 9.3.1.3-6 e 9.3.1.3-7 são apresentados os dados para insolação e nebulosidade, respectivamente, para a Estação Santos. Conforme pode ser observado, Santos apresenta uma insolação média anual total de 1494 horas e a nebulosidade média anual de 6,3 décimos (em uma escala de 0 a 10).

Gráfico 9.3.1.3-6: Variação mensal da insolação média medida em Santos no período 1961-1990

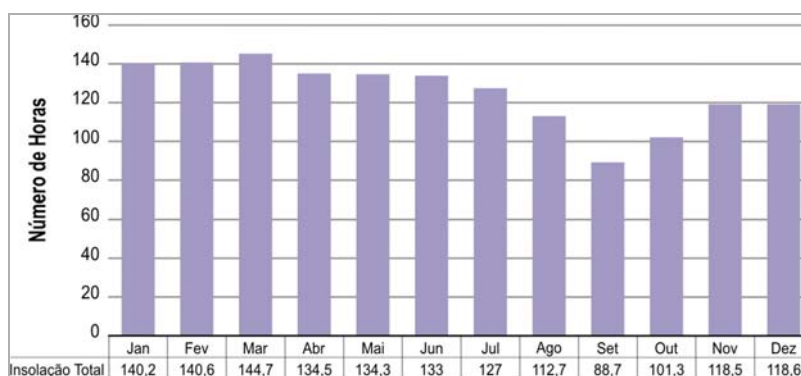
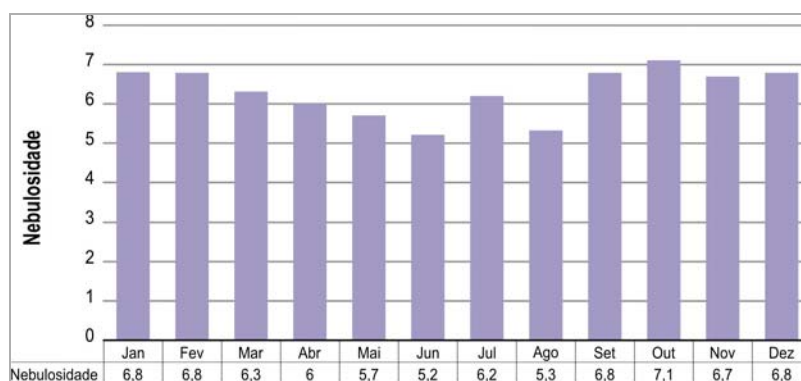


Gráfico 9.3.1.3-7: Variação mensal da nebulosidade média observada em Santos entre os anos de 1961 e 1990



Durante o verão, o comprimento do dia é maior, assim, se não houvesse qualquer tipo de cobertura de nuvens, a insolação durante o verão deveria ser maior do que no inverno. Entretanto, como demonstra o Gráfico 9.3.1.3-6, os maiores valores de insolação (110 horas) são atingidos em março em Santos. Tal fato pode ser compreendido ao se observar a variação mensal da nebulosidade (Gráfico 9.3.1.3-7), pois, em Santos, a menor cobertura de nuvens ocorre em junho (5,2 décimos). A interação entre a cobertura de nuvens e o comprimento do dia resultam então nos valores de insolação observados. Nota-se que nos meses de verão, quando os dias são mais longos, a insolação não varia muito devido à grande cobertura de nuvens, geradas por atividades convectivas típicas da estação.

Temperatura

Para a análise da variação anual média das temperaturas máximas, médias e mínimas medidas em Santos foram utilizados dados da estação operada pelo INMET. Já para a análise destes mesmos parâmetros em Cubatão foram utilizados dados da Estação Cubatão - Centro, operada pela Cetesb, conforme apresentado na sequência. O Gráfico 9.3.1.3-8 demonstra que a temperatura média anual no período considerado para a Estação Santos foi de 21,3 °C, com as temperaturas mais quentes observadas no mês de março (28,4 °C) e as mais frias no mês de julho (13,6 °C). A amplitude anual de temperatura fica por volta de 10 °C.

No Gráfico 9.3.1.3-9 são apresentados os dados correspondentes para a estação de Cubatão - Centro da Cetesb. É possível observar que a temperatura média no período considerado encontra-se em torno dos 23,8 °C, onde as temperaturas médias mais quentes são observadas no mês de fevereiro (26,7 °C) e as mais frias no mês de julho (20,8 °C).

Já o Gráfico 9.3.1.3-10 apresenta a variação média horária da temperatura observada na Estação Cubatão - Centro, no período de 2000 a 2006. Foi observado que as temperaturas mais altas encontram-se no período de maior insolação (entre as 13:00 e 14:00 h), e as mais baixas nas primeiras horas da manhã (entre as 05:00 e as 07:00 h).

Gráfico 9.3.1.3-8: Variação da média mensal das temperaturas máximas, médias e mínimas das temperaturas medidas em Santos entre os anos de 1961 e 1990

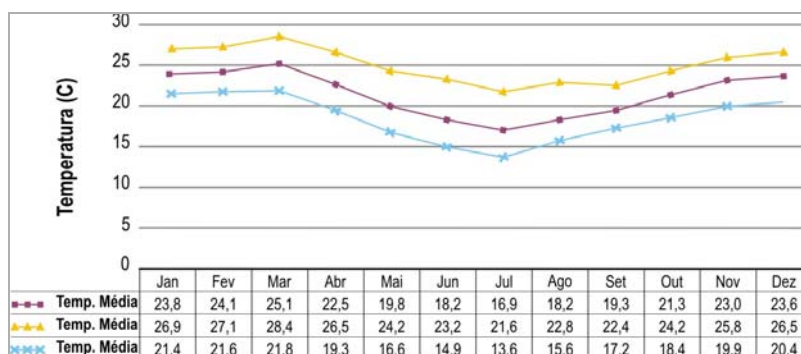


Gráfico 9.3.1.3-9: Variação média mensal da temperatura observada na Estação Cubatão - Centro no período 2000-2006

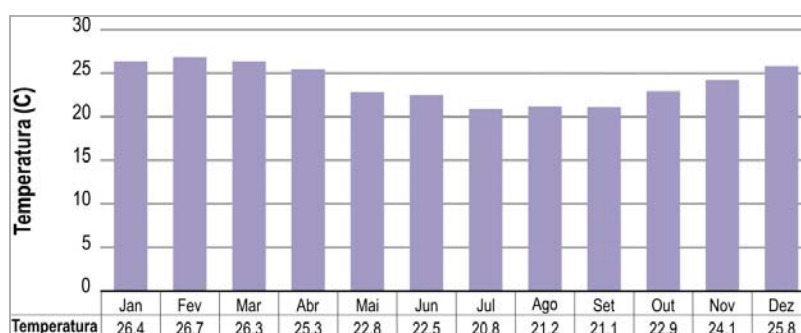
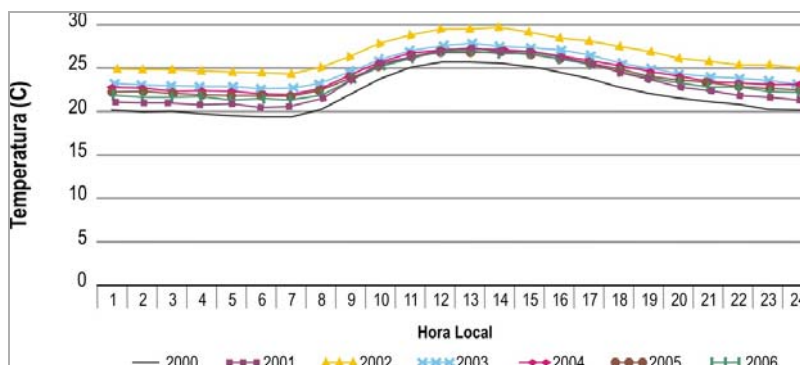


Gráfico 9.3.1.3-10: Variação média horária da temperatura observada na Estação Cubatão - Centro no período 2000-2006



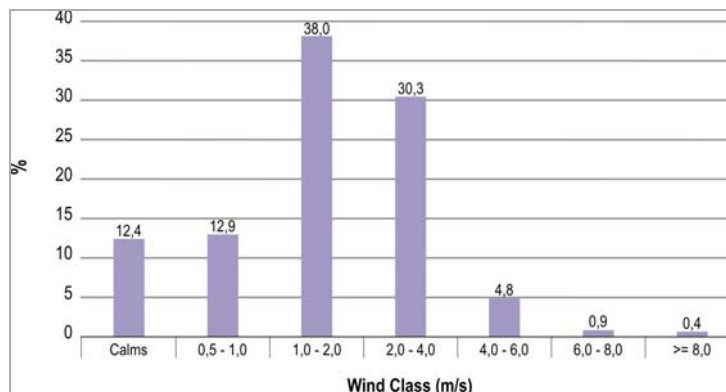
Vento

A direção e velocidade do vento estão associadas às condições dinâmicas da atmosfera, fruto da interação entre diversas escalas de circulação e apresentam significativa variabilidade espacial e temporal. A direção do vento associado à Alta Subtropical do Atlântico Sul, sistema de pressão semi-permanente que caracteriza a região de interesse, varia entre NE e E, dependendo da época do ano. Superposto a este escoamento, há que se considerar as circulações do tipo brisa marítima-terrestre forçadas termicamente pelo contraste terra-oceano durante o ciclo diurno de aquecimento e resfriamento.

A topografia exerce um papel determinante na definição do escoamento de superfície, criando vales propícios para canalizações e/ou regiões menos ventiladas. Na região de interesse, o alinhamento da Serra do Mar ocorre de SW para NE e, sendo assim, a célula de brisa se estabelece na direção perpendicular, NW-SE.

Os dados de vento para Cubatão foram extraídos da base de dados da Cetesb em Cubatão - Vila Parisi. Tais dados foram tratados por apresentarem séries históricas mais consistentes quando comparadas com a estação operada pelo INMET, em Santos. Entre os anos de 2000 a 2006, verificou-se que a maior frequência de velocidade média do vento está entre 1,0 e 2,0 m/s (em 38% dos eventos) e entre 2,0 e 4,0 m/s (em 30% dos eventos), conforme pode ser observado no Gráfico 9.3.1.3-11. Períodos de calmaria e com ventos inferiores a 1,0 m/s superam 25% dos registros.

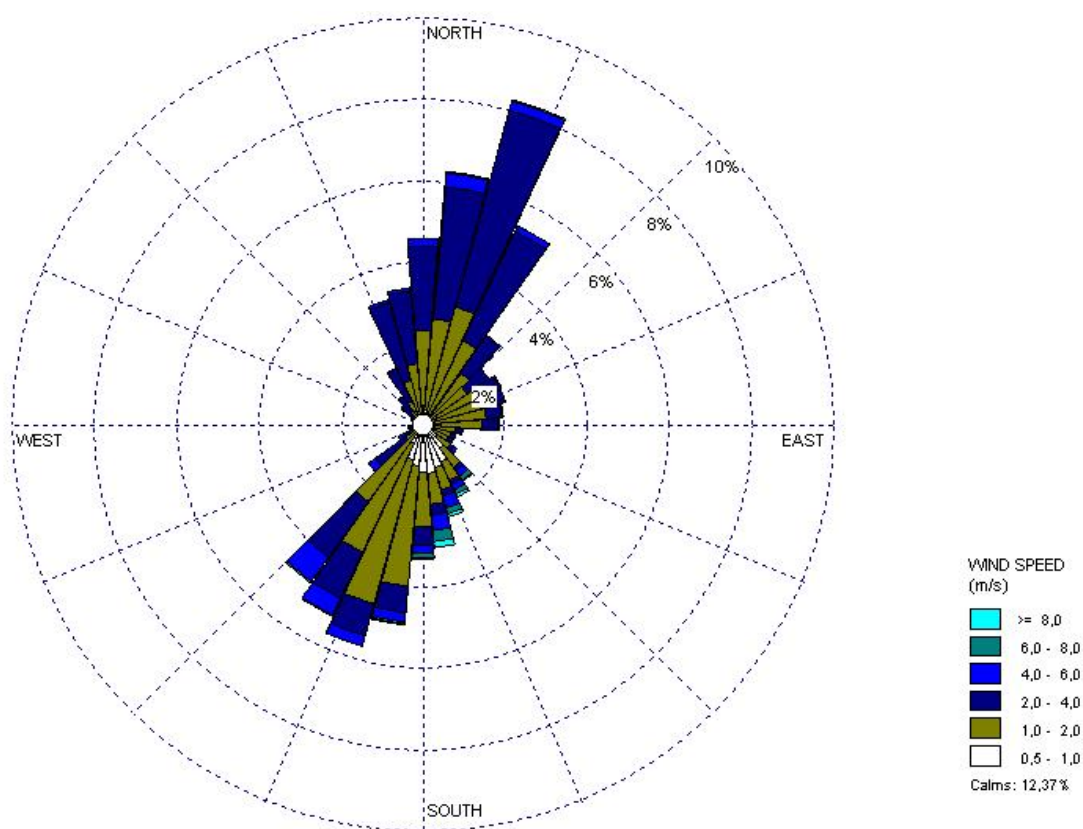
Gráfico 9.3.1.3-11: Distribuição de frequência por classe de velocidade de vento para a Estação de Cubatão - Vila Parisi no período 2000-2006



As observações do vento são fornecidas em termos de velocidade média e direção predominante para cada período determinado. No presente documento, os resultados da análise da velocidade dos ventos descrevem as frequências de cada classe de velocidade associada às diferentes direções do vento. Entretanto, como o vento é uma grandeza vetorial e como as direções das quais o vento sopra variam consideravelmente, deve ser feita a média vetorial para fornecer a direção média do vento (direção do vento resultante). “A média vetorial é realizada apenas sobre os valores medidos de velocidade que forem diferentes de zero. Assim, diferente do vento predominante, que indica qual direção este soprou a maior parte do tempo, o vento resultante caracteriza a sobreposição de ventos de direção que podem ser distintas entre si, mas que caracteriza um deslocamento horizontal efetivo das massas de ar” (Cetesb, 2003).

O Gráfico 9.3.1.3-12 mostra a rosa dos ventos para Cubatão - Vila Parisi. Os círculos pontilhados representam as frequências de cada direção observada, sendo que as cores representam as diferentes classes de velocidade do vento. A direção predominante do vento observada é de SW-NE para a Estação de Cubatão - Vila Parisi, dado o efeito da canalização exercido pelo Vale do Mogi.

Gráfico 9.3.1.3-12: Rosa dos ventos para a Estação de Cubatão - Vila Parisi no período 2000-2006



9.3.1.3.3 Síntese das variáveis climáticas e meteorológicas

A região da Ilha dos Bagres, Baixada Santista do Estado de São Paulo, representada por dados coletados nas cidades de Santos e Cubatão, apresenta as seguintes características:

- Temperatura média do ar: 21,3°C;
- Umidade relativa média: 80%;
- Insolação média: 1494 horas por ano;
- Nebulosidade média: 6,3 décimos;

- Precipitação média: 2081 mm por ano;
- Período seco: abril a setembro, 32% da precipitação total anual;
- Mês mais seco: entre junho e agosto (60 mm);
- Período chuvoso: outubro a março, 68% da precipitação total anual;
- Os dados de vento coletados na estação de Qualidade do ar da Cetesb em Cubatão - Vila Parisi apresentam as seguintes características: Velocidade média anual do vento: 1,69 m.s-1 com a ocorrência de 12,4% de eventos de calmaria.

Portanto, de acordo com a classificação de Köppen, o clima da região pode ser considerado como Cwa:

- C: mesotérmico, clima chuvoso de latitudes médias com verões amenos; (temperatura média do mês mais frio menor que 18°C, mas acima de -3°C);
- w: estação seca no inverno (70% da precipitação média anual é observada nos 6 meses mais quentes);
- a: verão quente, com temperatura média do mês mais quente acima de 22°C.

9.3.2 QUALIDADE DO AR

9.3.2.1 INTRODUÇÃO

O estudo da qualidade do ar é de fundamental importância para o conhecimento da qualidade ambiental de uma determinada região, contribuindo inclusive para o entendimento das atividades e processos econômicos ali desenvolvidos. Devido às variações climatológicas e a outros elementos específicos - como a topografia e o microclima - que dispersam e influenciam os poluentes, a qualidade do ar pode ser considerada um fenômeno dinâmico e complexo, envolvendo a geração, emissão e dispersão de poluentes, os quais apresentam grande variação no espaço e no tempo.

Outro fator que contribui para a variação dos poluentes são as alterações de sua taxa de emissão - provindas de fontes naturais e antropogênicas - e suas inúmeras transformações, que podem ser provocadas tanto pela reação com outros elementos físico-químicos assim como pela umidade ambiente, sedimentação e por sua própria deposição.

Tais transformações permitem definir o grau de alteração dos padrões aceitos como seguros para a saúde pública, além de evidenciar a concentração de algumas substâncias no ar e, conseqüentemente, o grau de exposição que os materiais e as formas de vida em geral estão sujeitos. Entretanto, vale ressaltar que a absorção de tais substâncias pode ocorrer tanto de maneira direta (exposição a uma concentração conhecida em um determinado tempo) como indireta (ingestão de alimentos e de água contaminada), o que dificulta o estabelecimento de padrões de qualidade suportáveis para os seres vivos.

De forma geral, as fontes de emissão atmosférica podem ser classificadas como fontes móveis, as quais podem ser subdivididas em fontes rodoviárias (como veículos de passeio, caminhões e ônibus) e fontes não rodoviárias (como equipamentos de construção, guindastes, locomotivas, navios, entre outros), fontes estacionárias (como as chaminés de uma indústria) e fontes difusas (como é o caso das áreas agricultáveis).

Para a análise da qualidade do ar nas áreas de influência do empreendimento foram consideradas todas as variáveis e elementos supracitados, de forma a permitir a avaliação sistemática do grau de alteração causado por tais fontes de emissão. Para tanto, foram consideradas metodologias de análise e procedimentos de avaliação específicos, conforme apresentado na sequência.

9.3.2.2 ABORDAGEM METODOLÓGICA E PROCEDIMENTOS

9.3.2.2.1 Padrões de qualidade do ar nos âmbitos Federal e Estadual

No âmbito federal, a Resolução Conama nº 03/90 estabeleceu os Padrões de Qualidade do Ar para proteção da saúde pública, bem estar e meio ambiente, atendendo assim ao estabelecido na Resolução Conama nº 05/89, que criou o Programa Nacional de Controle de Qualidade do Ar – Pronar – com o intuito de promover a orientação e controle da poluição atmosférica no país, envolvendo estratégias de cunho normativo. Neste contexto, foram estabelecidos dois tipos de padrões de qualidade do ar - primários e secundários - cujos valores são apresentados no Quadro 9.3.2.2-1.

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

Quadro 9.3.2.2-1: Padrões nacionais de qualidade do ar conforme a Resolução Conama nº 03/90

Poluente	Tempo de Amostragem	Padrão Primário (µg/m ³)	Padrão Secundário (µg/m ³)	Método de Amostragem
Partículas totais em suspensão (PTS)	24 horas ¹	240	150	Amostrador de Grandes Volumes
	MGA ²	80	60	
Partículas inaláveis (PI)	24 horas ¹	150	150	Separação Inercial/Filtração
	MAA ³	50	50	
Fumaça	24 horas ¹	150	100	Refletância
	MAA ³	60	40	
Dióxido de enxofre (SO ₂)	24 horas ¹	365	100	Pararonsilina
	MAA ³	80	40	
Dióxido de nitrogênio (NO ₂)	1 hora	320	190	Quimioluminescência
	MAA ³	100	100	
Monóxido de carbono (CO)	1 hora ¹	40.000	40.000	Infra-vermelho não Dispersivo
		(35 ppm)	(35 ppm)	
	8 horas ¹	10.000	10.000	
		(9 ppm)	(9 ppm)	
Ozônio (O ₃)	1 hora ¹	160	160	Quimioluminescência

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

(2) MGA - Média geométrica anual.

(3) MAA - Média aritmética anual.

Fonte: Conama (1990)

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

A Resolução Conama nº 03/90 também estabelece os critérios para episódios agudos de poluição do ar, conforme apresentado no Quadro 9.3.2.2-2 a seguir. A decretação dos estados de Atenção, Alerta e Emergência requer, além dos níveis de concentração atingidos, a previsão de condições meteorológicas desfavoráveis à dispersão dos poluentes.

Quadro 9.3.2.2-2: Critérios para episódios agudos de poluição do ar conforme a Resolução Conama nº 03/90

Parâmetro	Nível		
	Atenção ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Alerta ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Emergência ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)
Partículas totais em suspensão (PTS) - 24 horas	375	625	875
Partículas inaláveis (PI) 24 horas	250	420	500
Fumaça 24 horas	250	420	500
Dióxido de enxofre (SO_2) 24 horas	800	1.600	2.100
$\text{SO}_2 \times \text{PTS}$ 24 horas	65.000 ($\mu\text{g}/\text{m}^3 \times \mu\text{g}/\text{m}^3$)	261.000 ($\mu\text{g}/\text{m}^3 \times \mu\text{g}/\text{m}^3$)	393.000 ($\mu\text{g}/\text{m}^3 \times \mu\text{g}/\text{m}^3$)
Dióxido de nitrogênio (NO_2) 1 hora	1.130	2.260	3.000
Monóxido de carbono (CO) 8 horas	15 ppm	30 ppm	40 ppm
Ozônio (O_3) 1 hora	400 (200)*	800	1.000 (1200)*

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

Fonte: Conama (1990)

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

9.3.2.2.2 Índice de qualidade do ar

No processo de gestão da qualidade do ar é usual a utilização de um índice de qualidade do ar para facilitar o processo de divulgação e informação à comunidade. Segundo metodologia adotada pela Cetesb, as condições de qualidade do ar podem ser classificadas como boa (índices de 0 a 50), regular (índices de 51 a 100), inadequada (índices de 101 a 200 - quando ocorre a ultrapassagem do padrão de qualidade do ar primário), má (índices de 201 a 300 - indica faixa do nível de Atenção), péssima (índices de 301 a 400 - indica faixa do nível de Alerta) e crítica (índices de 401 a 500 - indica região do nível de Emergência).

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

9.3.2.2.3 Rede de monitoramento da qualidade do ar

Visto que a caracterização da qualidade do ar depende da análise de uma série histórica de dados em amostragem contínua, e que englobe as sazonalidades que afetam os seus níveis de qualidade, avaliou-se que a melhor opção técnica para o presente estudo seria a utilização dos dados da rede de monitoramento da qualidade do ar mantido pela Cetesb.

O Governo do Estado de São Paulo, por meio da Cetesb, mantém, desde a década de 1970, redes de monitoramento da qualidade do ar, que têm permitido a avaliação da qualidade do ar nas escalas local e regional. No Município de Santos, a Cetesb mantém e opera rotineiramente uma estação manual, integrante da Rede do Interior do Estado, com as seguintes características:

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

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

- Estação Cubatão - Centro: instalada no Centro Social Urbano de Cubatão à Rua Salgado Filho, 121 - Centro, medindo os seguintes parâmetros: Partículas Totais em Suspensão (PTS) (até 2002), Partículas Inaláveis (PI), Dióxido de Enxofre (SO₂), Dióxido de Nitrogênio (NO₂), Ozônio (O₃) e parâmetros meteorológicos (Velocidade e Direção dos Ventos, Umidade Relativa, Temperatura e Pressão Atmosférica);
- Estação Cubatão - Vila Parisi: instalada na Rua Prefeito Armando Cunha, 70 - V. Parisi, medindo os seguintes parâmetros: Partículas Totais em Suspensão (PTS), Partículas Inaláveis (PI), Dióxido de Enxofre (SO₂) e parâmetros meteorológicos (Velocidade e Direção dos Ventos);
- Estação Cubatão Vale do Mogi: instalada na Estrada Plínio de Queiroz, s/n no Vale do Rio Mogi, medindo os seguintes parâmetros: Partículas Inaláveis (PI), Ozônio (O₃) e parâmetros meteorológicos (Velocidade e Direção dos Ventos). Esta estação iniciou suas operações em 05/04/2006 com amostragens até setembro daquele ano, retomando suas operações somente em 25/04/2007.

A localização das estações de monitoramento utilizadas para os estudos relativos à qualidade do ar nas áreas de influência do empreendimento encontra-se disposta na Figura 9.3.2.2-1, apresentada na sequência. Em destaque, pode-se visualizar a Área Diretamente Afetada - ADA pelo empreendimento.

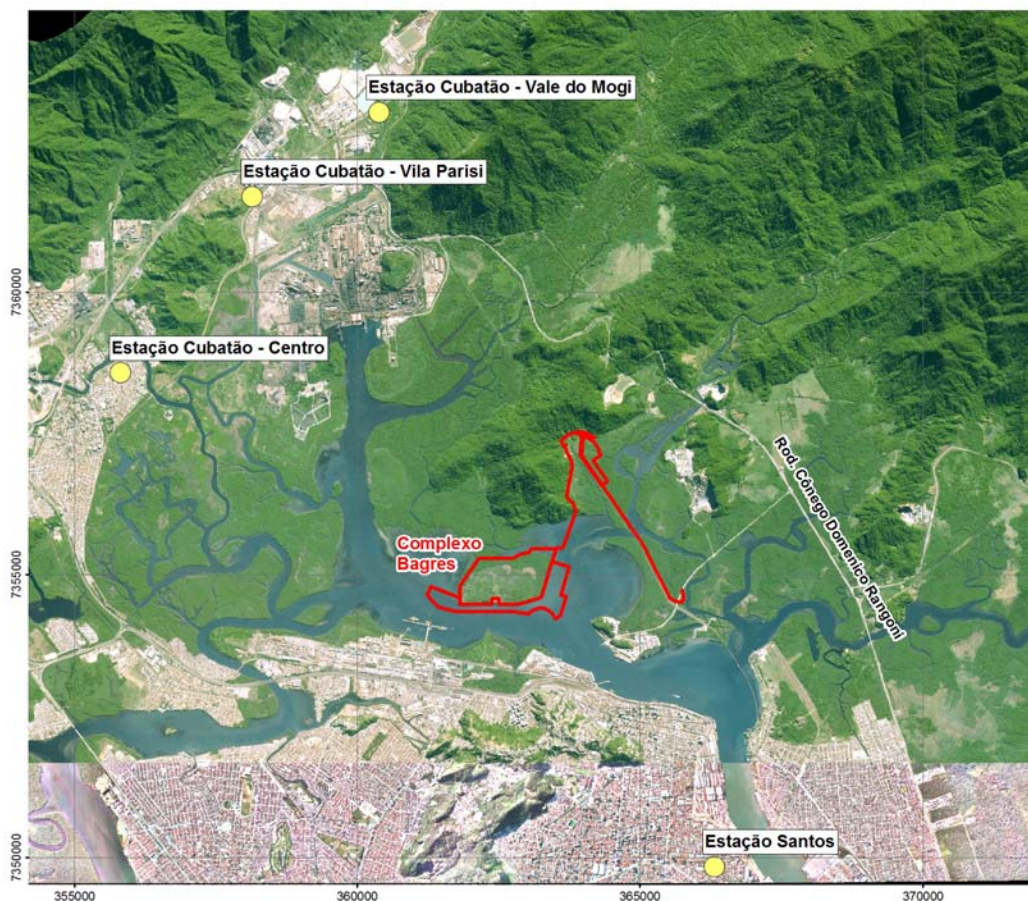


Figura 9.3.2.2-1: Localização das estações de monitoramento da qualidade do ar consideradas no presente estudo

9.3.2.2.4 Estudos Ambientais nas proximidades do Empreendimento

De forma a complementar e melhor caracterizar as condições de qualidade do ar na região, foram levantados dados e informações contidos em estudos ambientais de outros projetos existentes nas proximidades do empreendimento. Dentre eles, pode-se destacar o Estudo de Impacto Ambiental desenvolvido pelo Grupo MKR para o empreendimento “Brasil Terminal Portuário”, protocolado no Ibama em janeiro de 2009, e o Estudo de Impacto Ambiental desenvolvido pela Companhia Paulista de Estudos Ambientais para o “Brasil Intermodal Terminal Santos - Brites”, protocolado no Ibama em novembro de 2009.

Os documentos supracitados, que tratam de projetos semelhantes na região, apresentam avaliações das condições de concentração de Partículas Totais em Suspensão (PTS), servindo como referência para a caracterização das condições de qualidade do ar nas proximidades da área objeto do presente estudo.



Figura 9.3.2.2-2: Localização dos Pontos de Monitoramento do Ar - BTP e Terminal Brites

9.3.2.3 QUALIDADE DO AR NA REGIÃO METROPOLITANA DA BAIXADA SANTISTA

A seguir, será apresentado o diagnóstico atual da qualidade do ar na área de estudo, com base na análise das informações contidas nos últimos relatórios de qualidade do ar no Estado de São Paulo, publicados anualmente pela Cetesb.

9.3.2.3.1 Características gerais da região e fontes de poluição do ar

A Região Metropolitana da Baixada Santista - RMBS, criada pela Lei Complementar nº 815, de 30/07/1996, é composta por nove municípios: Bertioga, Cubatão, Guarujá, Itanhaém, Mongaguá, Peruíbe, Praia Grande, Santos e São Vicente. Ocupa uma área total aproximada de 2.372 km² com população de cerca de 1,6 milhões de habitantes. Tem como um dos destaques o Município de Santos, onde se encontra instalado o maior porto marítimo do país, com população estimada de 433.500 habitantes e área de 271 km². Segundo dados da Cetesb, no que se refere às fontes geradoras de emissões de poluentes atmosféricos, notadamente nas proximidades da estação de monitoramento instalada na Praça Fernando Prestes, não existem fontes estacionárias significativas. Entretanto, cabe destacar que o município, além das atividades portuárias, possui uma frota aproximada de 145.000 veículos leves, 10.000 veículos pesados e 58.000 motocicletas.

Em termos ambientais merece destaque o Município de Cubatão, com população aproximada de 124.000 habitantes, ocupando uma área de 142 km². Com um parque industrial muito importante na economia do Estado e do País, localizado no sopé da Serra do Mar, com topografia acidentada e condições meteorológicas desfavoráveis à dispersão dos poluentes na atmosfera, o município foi sempre considerado uma região problemática em termos de poluição do ar. Segundo dados constantes do Relatório de Qualidade do Ar no Estado de São Paulo - 2008 (Cetesb, 2009), este parque industrial é composto por um conjunto de 260 fontes de emissões consideradas prioritárias, cujas emissões atmosféricas residuais estão apresentadas no Quadro 9.3.2.3-1.

Quadro 9.3.2.3-1: Estimativas de emissão de poluentes atmosféricos gerados por processos industriais e queima de combustível em fontes estacionárias no Município de Cubatão

Empresa	Emissões de Poluentes (t/ano)								
	CO	HC	NOx	SOx	MP	NH3	F	Cloro	HCl
Bunge Fertilizantes AS - Planta 1	0,22	0,05	22,33	177,66	65,01	1,94	10,35	-	-
Bunge Fertilizantes AS - Planta 2	0,45	0,09	8,57	36,93	40,67	0,54	2,92	-	-
Carbocloro Indústrias Químicas	-	-	58,74	1,15	3,35	-	-	0,04	0,35
Columbian Chemical do Brasil Ltda.	230,25	32,13	274,16	69,17	23,50	-	-	-	-
Companhia Brasileira de Estireno - CBE	33,79	4,42	40,22	0,24	3,06	-	-	-	-
Companhia Siderúrgica Paulista - COSIPA	2.226,80	567,66	1.761,00	5.720,42	4.159,16	-	-	-	-
Copebrás Ltda.	6,46	0,92	16,59	1.213,53	78,33	0,93	7,55	-	-
Indústrias de Fertilizantes Cubatão - IFC	-	-	-	-	1,27	-	-	-	-
MD Papéis Cubatão S/A (Água Fria Ind.Papéis S/A)	16,45	2,15	19,69	0,46	1,49	-	-	-	-
Mosaic Fertilizantes do Brasil AS	1,89	0,39	20,79	121,96	37,52	1,20	3,26	-	-
Petrobras Distribuidora SA - TECUB	-	231,12	-	-	-	-	-	-	-
Petrobras SA - RPBC	940,47	980,04	2.946,84	7.189,40	303,31	0,52	-	-	-
Petrobras Transporte S/A - Transpetro	-	54,44	-	-	-	-	-	-	-
Petrocoque S.A - Indústria e Comércio	1,00	0,21	175,58	911,77	59,12	-	-	-	-
Polietilenos União (Antiga Dow)	34,54	4,52	41,12	0,25	3,13	-	-	-	-
Ultrafertil Complexo Cubatão - CCB	4,66	0,61	470,45	0,03	2,94	2,31	-	-	-
Ultrafertil Complexo Piaçaguera - CPG	124,32	16,27	472,23	1.008,38	356,77	1,04	4,18	-	-
Ultrafertil Terminal Marítimo - TM	-	-	-	-	0,80	-	-	-	-
Votorantin Cimentos Brasil Ltda.	4,88	0,64	5,80	1,01	25,42	-	-	-	-
Total (1000 t/ano)	3,67	1,90	6,33	16,45	5,16	0,01	0,03	0,00	0,00

Ano de consolidação do inventário: 2008

Fonte: Cetesb, 2009

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

9.3.2.3.2 Qualidade do ar na Área de Estudo

Segundo dados constantes do Relatório de Qualidade do Ar no Estado de São Paulo - 2008 (Cetesb, 2009), a Estação Santos apresentou os resultados descritos abaixo, que também podem ser visualizados no Quadro 9.3.2.3-2:

- Fumaça (FMC): concentrações máximas de 24 horas de 89 e 75 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, como primeira e segunda máximas, onde se verifica que o padrão de curto prazo (150 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ - média de 24 horas) voltou a ser respeitado em 2008, com as máximas se mantendo em níveis intermediários na série. Em termos das médias anuais, observou-se que as mesmas se mantêm dentro da faixa de variação de anos anteriores, abaixo do padrão anual (60 $\mu\text{g}/\text{m}^3$).
- Dióxido de Enxofre (SO_2): os resultados verificados pelos amostradores passivos com 30 dias de exposição apresentaram, assim como em 2007, média anual de 10 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, valor este bem abaixo do padrão anual de 80 $\mu\text{g}/\text{m}^3$.

Quadro 9.3.2.3-2: Resultados do monitoramento da qualidade do ar em Santos no ano de 2008

Estação	Poluente									
	Fumaça (FMC) ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)					Dióxido de Enxofre (SO_2) ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)				
	Máximas 24 h		Média Anual	Padrão Primário (Secundário) Qualidade Ar		Máximas Mensais		Média Anual	Padrão Primário (Secundário) Qualidade Ar	
	1 ^a	2 ^a	MAA	24 h ¹	MAA ²	1 ^a	2 ^a	MAA	24 h ¹	MAA ²
Santos ³	89	75	26	150 (100)	60 (40)	14	12	10	365 (100)	80 (80)

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

2 - MAA - Média Aritmética Anual.

3 - Estação Santos: Praça Coronel Fernando Prestes.

Fonte: Cetesb, 2009.

Na sequência são apresentados alguns comentários quanto aos resultados obtidos por meio das 3 estações de monitoramento existentes no Município de Cubatão, a saber:

- **Partículas Totais em Suspensão (PTS)** - Estação Cubatão - Vila Parisi: tanto os resultados das concentrações máximas de 24 h (primeira máxima de 487 e segunda de 458 $\mu\text{g}/\text{m}^3$) como média anual (217 $\mu\text{g}/\text{m}^3$) encontram-se bem acima dos limites fixados como padrões primários para 24 h (240 $\mu\text{g}/\text{m}^3$) e média anual (80 $\mu\text{g}/\text{m}^3$).
- **Partículas Inaláveis (PI)**: A Estação Cubatão - Centro apresentou valores de concentrações máximas de 24 h (123 e 84 $\mu\text{g}/\text{m}^3$) e média anual (33 $\mu\text{g}/\text{m}^3$) abaixo dos limites estabelecidos. Em 2008, os valores observados voltaram a respeitar o padrão primário e secundário de 150 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ para 24 h. Na Estação Cubatão - Vila Parisi, as concentrações máximas diárias (350 e 267 $\mu\text{g}/\text{m}^3$) e a média anual (99 $\mu\text{g}/\text{m}^3$) superaram os respectivos padrões primários. Também na Estação Cubatão - Vale do Mogi foram registrados valores máximos de 24 h de 168 e 155 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ e média anual de 54 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, concentrações acima dos padrões fixados. Ressalte-se que a Resolução Conama nº 03/90 estabelece que o valor do padrão de 24 h não deve ser excedido mais que uma vez ao ano.
- **Dióxido de Enxofre (SO_2)**: Este poluente não pode ser considerado atualmente como um problema nas duas áreas monitoradas. Na Estação Cubatão - Centro, os resultados obtidos em 2008 demonstram que as concentrações máximas de 24 h (52 e 50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$) e média anual (13 $\mu\text{g}/\text{m}^3$) encontram-se abaixo dos limites estabelecidos. A Estação Vila Parisi, apesar de apresentar valores maiores quando comparados com a estação central (125 e 75 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ como máximas de 24 h e 19 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ como média anual), também apresentou valores abaixo dos padrões fixados como primários (365 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ para 24 h. e 80 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ como média anual) para este poluente.
- **Ozônio (O_3)**: Este poluente secundário, resultante das reações fotoquímicas na atmosfera e monitorado rotineiramente na Estação Cubatão - Centro, apresenta resultados de concentrações máximas de 1 hora (220 e 203 $\mu\text{g}/\text{m}^3$) acima do valor fixado como padrão primário e secundário de 160 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ para tempo de exposição de 1 hora. Já na Estação Cubatão - Vale do Mogi foram registradas concentrações máximas de 1 hora de 149 e 145 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, valores abaixo do padrão horário.
- **Dióxido de Nitrogênio (NO_2)**: Este poluente, monitorado na Estação Cubatão - Centro, apresenta resultados de concentrações máximas horárias (145 e 142 $\mu\text{g}/\text{m}^3$) e média anual (30 $\mu\text{g}/\text{m}^3$) abaixo dos respectivos padrões primários de 1 hora (320 $\mu\text{g}/\text{m}^3$) e média anual (100 $\mu\text{g}/\text{m}^3$), estando inclusive abaixo dos padrões secundários (190 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ para 1 hora e 100 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ como média anual). Já na Estação Cubatão - Vale do Mogi, foram verificadas concentrações máximas horárias de 162 e 143 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ e média anual de 27 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, também abaixo dos respectivos valores correspondentes aos padrões primários e secundários para este poluente.

Os Quadros 9.3.2.3-3 e 9.3.2.3-4, apresentados na sequência, demonstram os resultados do monitoramento da qualidade do ar em Cubatão para o ano de 2008.

Quadro 9.3.2.3-3: Resultados do monitoramento da qualidade do ar em Cubatão no ano de 2008 para os parâmetros Partículas Totais em Suspensão (PTS) e Partículas Inaláveis (PI)

Estação	Poluente									
	Partículas Totais em Suspensão (PTS) ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)					Partículas Inaláveis (PI) ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)				
	Máximas 24 h		Média Anual	Padrão Primário (Secundário) Qualidade Ar		Máximas 24 h		Média Anual	Padrão Primário (Secundário) Qualidade Ar	
	1 ^a	2 ^a	MGA ²	24 h ¹	MGA ²	1 ^a	2 ^a	MAA	24 h ¹	MAA ³
Cubatão-Centro	-	-	-	240 (150)	80 (60)	123	84	33	150 (150)	50 (50)
Cubatão-V.Parisi	487	458	217			350	267	99		
Cubatão-V.do Mogi	-	-	-			168	155	54		

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

2 - MGA - Média Geométrica Anual.

3 - MAA - Média Aritmética Anual.

Em destaque, concentrações que ultrapassaram o Padrão Primário.

Fonte: Cetesb, 2009.

Quadro 9.3.2.3-4: Resultados do monitoramento da qualidade do ar em Cubatão no ano de 2008 para os parâmetros Dióxido de Enxofre (SO₂), Ozônio (O₃) e Dióxido de Nitrogênio (NO₂)

Estação	Poluente													
	Dióxido de Enxofre (SO ₂) ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)					Ozônio (O ₃) ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)				Dióxido de Nitrogênio (NO ₂) ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)				
	Máximas 24 h		Média Anual	Padrão Primário (Secundário) Qualidade Ar		Máximas 1 h		Padrão Primário (Secundário) Qualidade Ar	Máximas 1 h		Média Anual	Padrão Primário (Secundário) Qualidade Ar		
	1 ^a	2 ^a	MAA ³	24 h ¹	MAA ³	1 ^a	2 ^a	1 h ¹	1 ^a	2 ^a	MAA ³	1 h	MAA ³	
Cubatão-Centro	52	50	13	365 (100)	80 (40)	220	203	160 (160)	145	142	30	320 (190)	100 (100)	
Cubatão-V.Parisi	125	75	19			-	-		-	-	-			
Cubatão-V.do Mogi	-	-	-			149	145		162	143	27			

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

2 - MGA - Média Geométrica Anual.

3 - MAA - Média Aritmética Anual.

Em destaque, concentrações que ultrapassaram o Padrão Primário.

Fonte: Cetesb, 2009.

9.3.2.3.3 Evolução da qualidade do ar na Área de Estudo

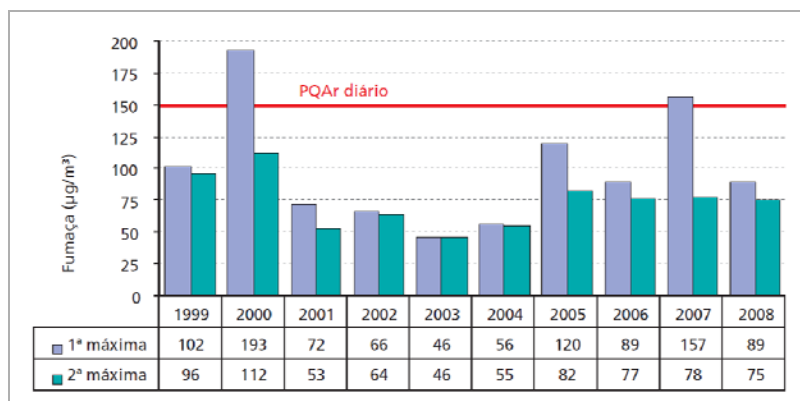
As evoluções das concentrações verificadas para os diferentes poluentes monitorados em Santos e Cubatão ao longo do período de 1999 a 2008 são apresentadas através das descrições realizadas e pelos gráficos representativos a seguir, nas quais foram considerados os dados de concentrações máximas (primeira e segunda) de curto prazo (horárias ou diárias) e de médias anuais obtidos nas estações medidoras da rede de monitoramento da Cetesb e divulgados anualmente nos Relatórios de Qualidade do Ar no Estado de São Paulo.

Estação Santos

O Gráfico 9.3.2.3-1 mostra os resultados verificados na Estação Santos, onde se realiza rotineiramente o monitoramento de Fumaça (FMC). Todos os resultados de curto prazo (24 h) e de longo prazo (média anual), exceto uma concentração máxima de 24 horas em 2000 e outra em 2007, estão enquadrados nos limites fixados como padrões primários para este poluente.

Nota-se que o padrão de curto prazo ($150 \mu\text{g}/\text{m}^3$ - média de 24 horas) voltou a ser respeitado em 2008, com as máximas se mantendo em níveis intermediários na série.

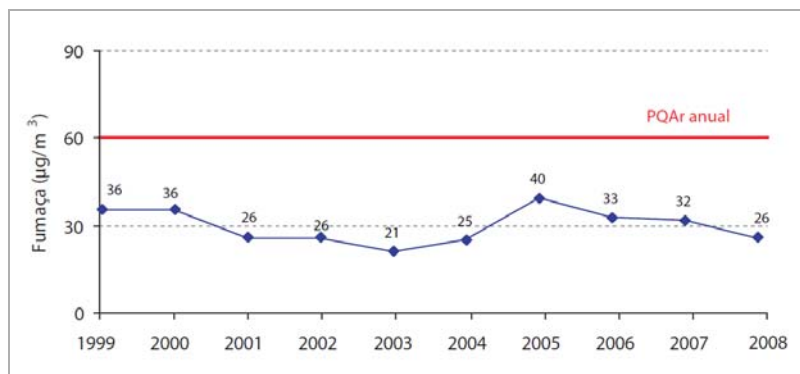
Gráfico 9.3.2.3-1: Evolução das concentrações de Fumaça (FMC) na Estação Santos, no período 1999 - 2008



Fonte: Cetesb, 2009.

Já o Gráfico 9.3.2.3-2 apresenta a evolução dos resultados das médias anuais de amostragem de Fumaça (FMC) na Estação Santos, onde foi observado pequenas oscilações em torno dos $30 \mu\text{g}/\text{m}^3$, mantendo, entretanto, valores abaixo do padrão anual de $60 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

Gráfico 9.3.2.3-2: Evolução dos resultados médios anuais de amostragem de Fumaça (FMC) na Estação Santos entre 1999 e 2008



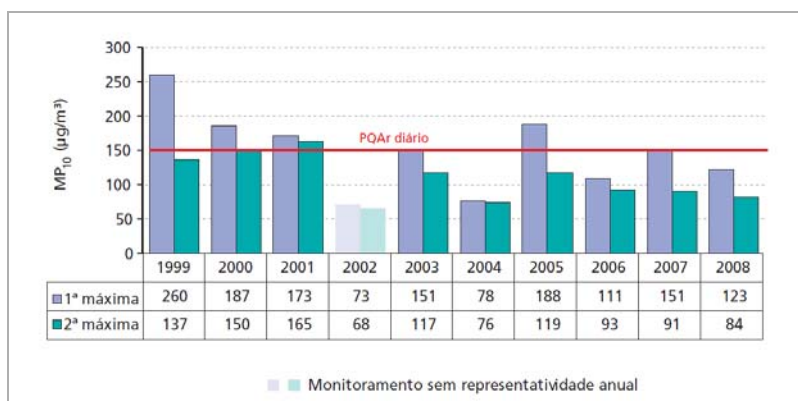
Fonte: Cetesb, 2009.

Estação Cubatão - Centro

Os Gráficos 9.3.2.3-3 a 9.3.2.3-7 apresentam dados históricos de qualidade do ar para a Estação Cubatão - Centro entre os anos de 1999 a 2008, elaborados com base nos dados divulgados anualmente pela Cetesb nos Relatórios de Qualidade do Ar no Estado de São Paulo.

O Gráfico 9.3.2.3-3 se refere à evolução das maiores concentrações de Material Particulado (MP_{10}) registradas na Estação Cubatão - Centro, onde as concentrações máximas têm se mantido bem próximas do padrão diário de qualidade do ar ($150 \mu\text{g}/\text{m}^3$) e em níveis inferiores àqueles registrados no começo da década.

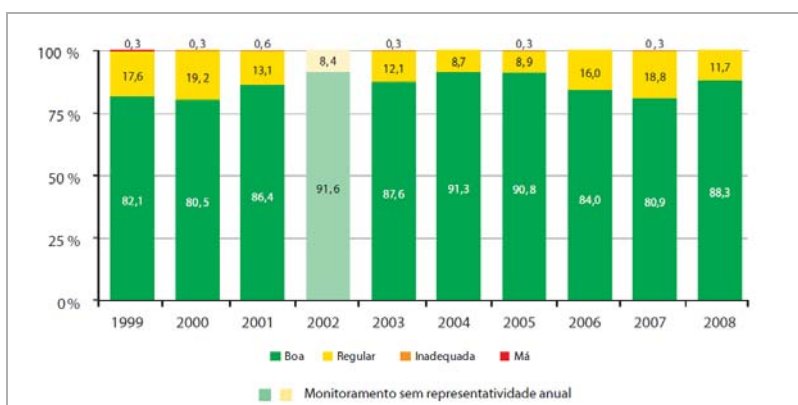
Gráfico 9.3.2.3-3: Evolução das concentrações máximas diárias de Material Particulado (MP10) na Estação Cubatão - Centro, entre os anos de 1999 e 2008



Fonte: Cetesb, 2009.

O Gráfico 9.3.2.3-4, apresentado a seguir, demonstra a evolução da distribuição percentual do índice de qualidade do ar para o mesmo parâmetro, onde se observa uma variação pouco significativa ao longo da série histórica. Para o ano de 2008, em 88,3% dos dias em que a estação operou (359 dias) a qualidade do ar foi considerada como boa.

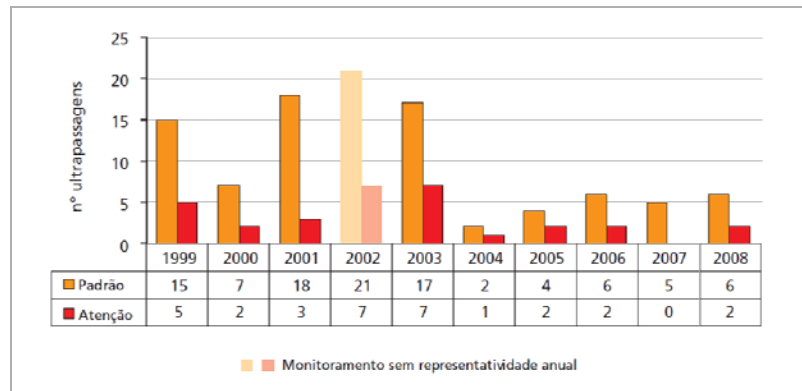
Gráfico 9.3.2.3-4: Evolução da distribuição percentual da qualidade do ar na Estação Cubatão - Centro, no período 1999 - 2008



Fonte: Cetesb, 2009.

Das três estações instaladas em Cubatão, apenas a Estação Cubatão - Centro e a Estação Vale do Mogi monitoram ozônio atualmente. Em Cubatão - Centro, a série histórica é maior e representativa em quase todo o período, conforme pode ser visualizado no Gráfico 9.3.2.3-5, que apresenta a evolução do número de ultrapassagens do padrão ($160 \mu\text{g}/\text{m}^3$ - média de 1 hora) e do nível de atenção ($200 \mu\text{g}/\text{m}^3$). Verifica-se que o número de ultrapassagens nos últimos anos é inferior ao observado antes de 2003.

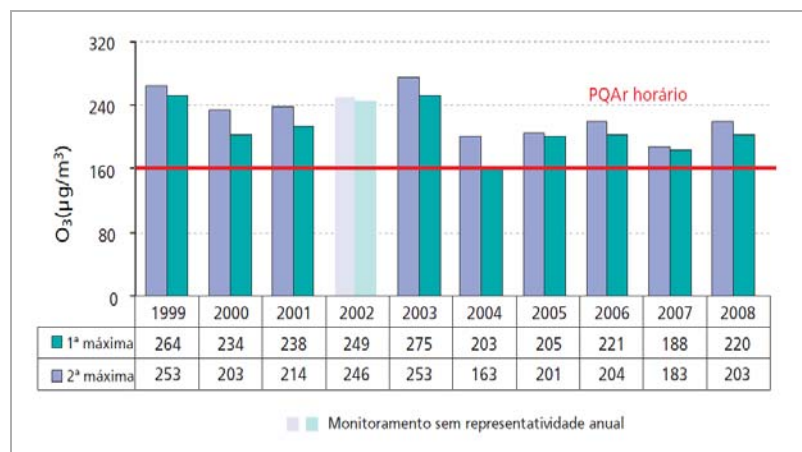
Gráfico 9.3.2.3-5: Evolução do número de ultrapassagens do padrão e do nível de atenção na Estação Cubatão - Centro, no período 1999 - 2008



Fonte: Cetesb, 2009.

Conforme apresentado no Gráfico 9.3.2.3-6, as concentrações horárias máximas de ozônio na Estação Cubatão - Centro também são menores que aquelas registradas até 2003. Entretanto, ainda ocorrem ultrapassagens do padrão de qualidade do ar e do nível de atenção. Em 2008, as concentrações máximas voltaram a aumentar, porém dentro da faixa de variação dos últimos anos.

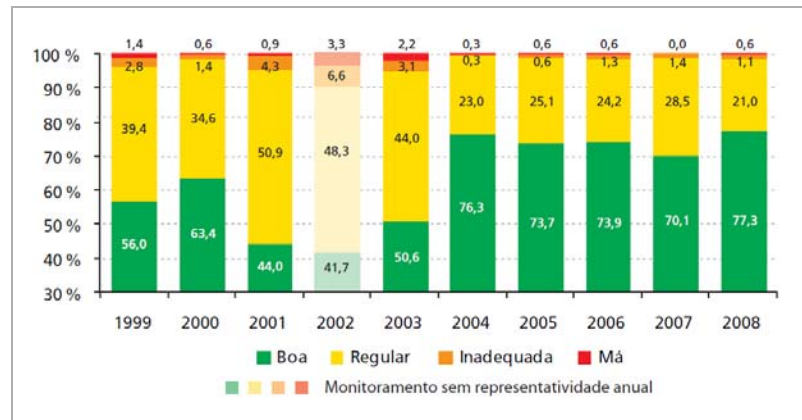
Gráfico 9.3.2.3-6: Evolução das concentrações horárias máximas na Estação Cubatão - Centro, no período 1999 - 2008



Fonte: Cetesb, 2009.

O Gráfico 9.3.2.3-7 demonstra a melhora da qualidade do ar por ozônio, a partir de 2004, em Cubatão - Centro. Embora se observe uma pequena diminuição do percentual de qualidade Boa entre 2004 e 2007, este voltou a aumentar em 2008, fluando em patamar pouco acima de 70% dos dias do ano.

Gráfico 9.3.2.3-7: Evolução da distribuição percentual do índice de qualidade do ar na Estação Cubatão Centro, no período 1999 - 2008



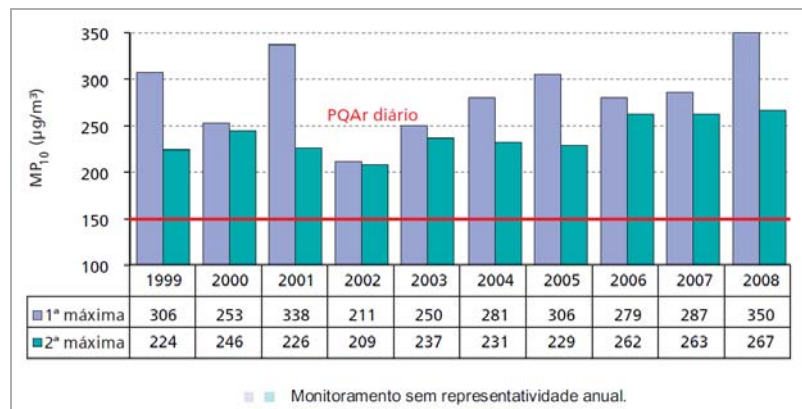
Fonte: Cetesb, 2009.

Estação Cubatão - Vila Parisi

Também com base no monitoramento realizado pela Cetesb, por meio da Estação Cubatão - Vila Parisi, são apresentados nos Gráficos 9.3.2.3-8 a 9.3.2.3-10 os dados históricos de qualidade do ar relativos ao período 1999 - 2008.

No que se refere às Partículas Inaláveis (MP₁₀), o Gráfico 9.3.2.3-8 demonstra que as máximas diárias ultrapassaram o nível de atenção (250 µg/m³) para este poluente em todo o período, com exceção apenas para o ano de 2002. Nota-se a tendência de aumento das concentrações máximas desde 2002, com a maior concentração do período sendo registrada em 2008.

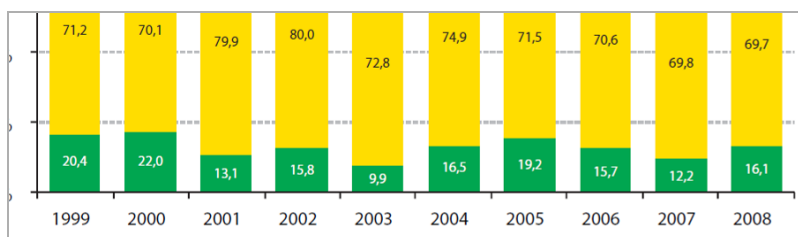
Gráfico 9.3.2.3-8: Evolução das concentrações diárias máximas de Partículas Inaláveis (MP₁₀) na Estação Cubatão - Vila Parisi, no período 1999 - 2008



Fonte: Cetesb, 2009.

O Gráfico 9.3.2.3-9 ilustra a evolução da distribuição da qualidade do ar desde 1999. Nota-se que o percentual de dias com qualidade Inadequada e Má em Vila Parisi mantém-se elevado durante toda a série histórica, com valores de 69,7% e 13,1%, respectivamente, no ano de 2008.

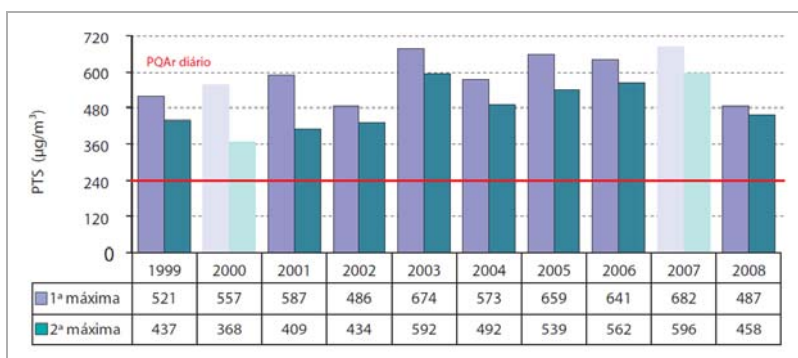
Gráfico 9.3.2.3-9: Evolução da distribuição percentual do índice de qualidade do ar para MP₁₀ na Estação - Vila Parisi, no período 1999 - 2008



Fonte: Cetesb, 2009.

No Gráfico 9.3.2.3-10 pode-se verificar que o Material Particulado Total em Suspensão (PTS) apresenta resultados acima do padrão diário de 240 µg/m³, seguindo acima do nível de atenção (375 µg/m³) ao longo do período considerado. Também pode-se observar que nos anos de 2003, 2005 e 2006, as máximas concentrações diárias alcançaram o nível de Alerta (625 µg/m³). No último ano analisado, houve uma redução dos valores obtidos para teste parâmetro, mantendo-se, no entanto, acima dos padrões diários e do nível de atenção.

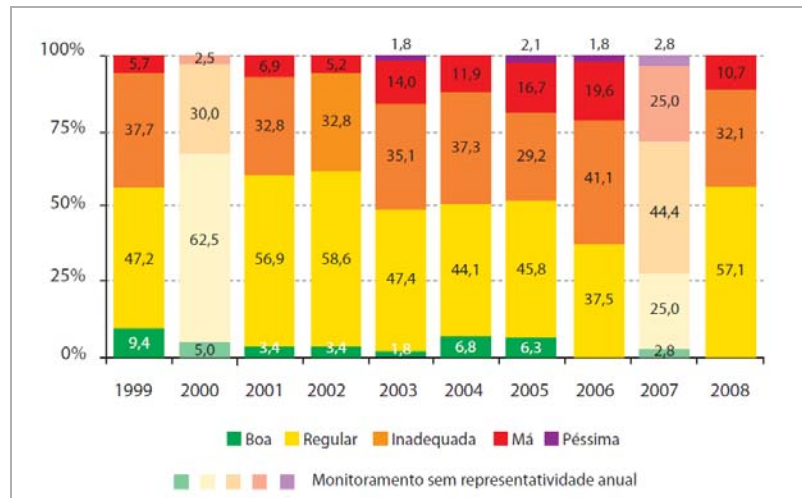
Gráfico 9.3.2.3-10: Evolução das concentrações de Material Particulado Total em Suspensão (PTS) na Estação Cubatão - Vila Parisi, no período 1999 - 2008



Fonte: Cetesb, 2009.

O Gráfico 9.3.2.3-11 demonstra que os percentuais de dias de qualidade Má e Péssima aumentaram consideravelmente entre 2003 e 2006. Em 2008, não foi registrada qualidade Péssima, sendo que o percentual de qualidade Má foi menor que nos últimos seis anos. Ainda assim, a qualidade não pode ser classificada como Boa em nenhum dos dias em que o monitoramento foi realizado. Conforme o Relatório de Qualidade do Ar publicado pela Cetesb, deve-se considerar que durante 2008 houve pavimentação e alteração do acesso para o estacionamento de caminhões localizado próximo à estação, o que pode alterar significativamente os dados obtidos.

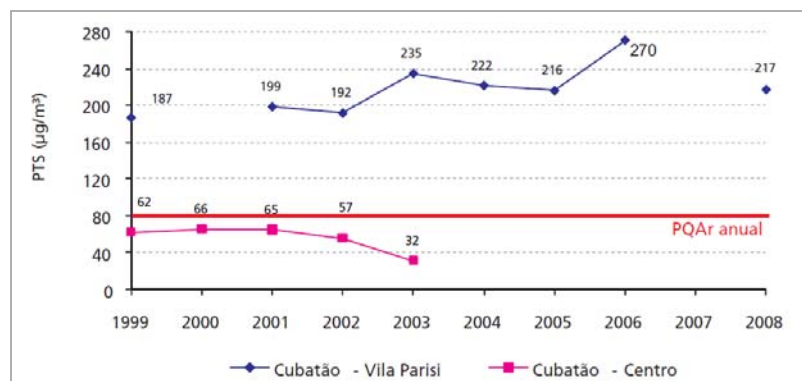
Gráfico 9.3.2.3-11: Evolução da distribuição percentual da qualidade do ar na Estação Cubatão - Vila Parisi, no período 1999 - 2008



Fonte: Cetesb, 2009.

A análise para este parâmetro é complementada com a avaliação das médias anuais apresentada no Gráfico 9.3.2.3-12, as quais se mantêm bem acima do padrão anual (média geométrica de 80 µg/m³), alcançando 217 µg/m³. Vale mencionar que o monitoramento realizado para este parâmetro na estação Cubatão - Centro foi encerrado em 2003.

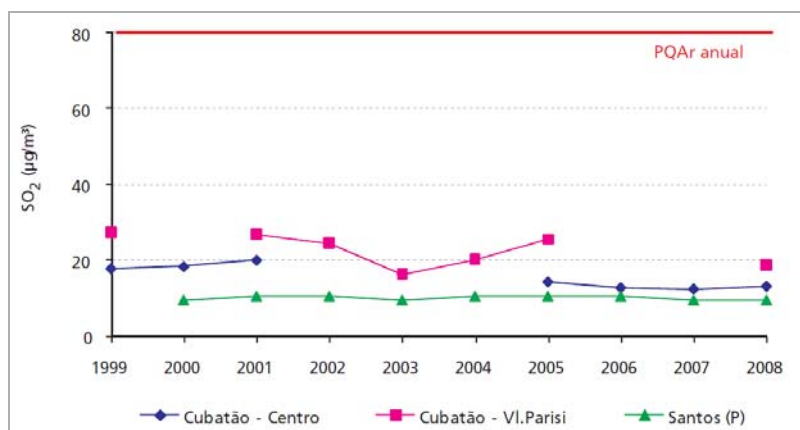
Gráfico 9.3.2.3-12: Evolução das concentrações médias geométricas anuais para Partículas Totais em Suspensão na Estação Cubatão Centro e Vila Parisi, no período 1999 - 2008



Fonte: Cetesb, 2009.

No Gráfico 9.3.2.3-13 pode-se constatar que o Dióxido de Enxofre (SO₂), também nesta área, não constitui um problema, já que os resultados, tanto de 24 horas como média anual, encontram-se abaixo de seus respectivos padrões de qualidade do ar. Em Cubatão, as concentrações diárias máximas atingiram 52 µg/m³ e 50 µg/m³ na Estação Centro, 125 µg/m³ e 75 µg/m³ na Estação de Vila Parisi e, portanto, não ultrapassaram o padrão de qualidade (365 µg/m³, média 24 horas).

Gráfico 9.3.2.3-13: Evolução das concentrações médias anuais para Dióxido de Enxofre (SO₂) nas estações localizadas na UGRHI 7 entre 1999 e 2008



Fonte: Cetesb, 2009

Estação Cubatão - Vale do Mogi

Haja vista que a Estação Cubatão - Vale do Mogi iniciou suas atividades em um período relativamente recente (05/04/2006), não foi considerada no presente estudo a evolução histórica dos resultados medidos nesta estação de monitoramento.

9.3.2.3.4 Saturação da Qualidade do Ar na Baixada Santista

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

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

- Para o poluente Ozônio, a abrangência da sub-região é o território compreendido pelos municípios que, no todo ou em parte, estejam situados à distância de até 30 km da estação medidora;
- Para os demais poluentes primários monitorados (partículas totais em suspensão, partículas inaláveis, SO₂, CO, NO₂ e hidrocarbonetos), a abrangência é o próprio território do município onde está sendo realizado o monitoramento, podendo a Cetesb ainda, em função da conurbação da região e mediante justificativa técnica, estender a abrangência para municípios vizinhos.

O Decreto Estadual nº 52.469/07 também estabelece os critérios de cada poluente para o enquadramento das áreas saturadas nos três níveis de severidade: Moderado, Sério e Severo, de acordo com os valores dos resultados obtidos nas amostragens de longo e curto prazo pelas estações de monitoramento de qualidade do ar.

No Quadro 9.3.2.3-5 é apresentada a classificação dos municípios da Baixada Santista quanto ao grau de saturação da Qualidade do Ar segundo dados de monitoramento, de acordo com o enquadramento constante da Resolução SMA 061/2009 em atendimento ao disposto no Decreto Estadual nº 52.469/07. Como pode ser visualizado, todos os municípios da Baixada Santista, exceto Peruíbe, são classificados como Saturado-Sério em termos do poluente secundário Ozônio (O₃), de acordo com os resultados das medições realizadas na Estação Cubatão - Centro. Além disso, os municípios de Santos e Cubatão são também classificados como Saturados Severos pelo poluente Material Particulado (MP).

O Município de Santos é classificado como “Saturado Severo” devido ao monitoramento de Partículas Totais em Suspensão (PTS) realizado no Porto de Santos. Neste local, foi verificado que a segunda concentração máxima de 24 h medidas a partir de 2006 foi superior a 375 µg/m³.

Já Cubatão, que também encontra-se enquadrado como “Saturado Severo”, obteve tal classificação devido aos resultados da Estação Cubatão - Vila Parisi para o monitoramento de Partículas Totais em Suspensão (PTS), que alcançou uma segunda concentração máxima de 24 h nos últimos três anos superior a 375 µg/m³, e para o monitoramento de Partículas Inaláveis (MP₁₀), com o resultado da segunda concentração máximas de 24 h nos últimos três anos superior a 250 µg/m³ e pela concentração média máxima anual no mesmo período superior a 70 µg/m³.

Quanto ao parâmetro Dióxido de Enxofre (SO₂), os resultados obtidos indicam a não-saturação dos municípios de Cubatão e Santos para este parâmetro.

Quadro 9.3.2.3-5: Classificação dos municípios da Baixada Santista quanto ao grau de saturação da qualidade do ar

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

MP - material particulado O₃ - Ozônio

SO₂ - dióxido de enxofre SAT-MOD - área saturada moderado

CO - monóxido de carbono SAT-SER - área saturada sério

NO₂ - dióxido de nitrogênio SAT-SEV - área saturada severo

NS - área não saturada

Fonte: Resolução SMA 061/2009.

Embora alguns municípios da Baixada Santista encontram-se enquadrados como “saturados”, conforme a resolução SMA nº 061/2009, é importante ressaltar que as condições de circulação atmosférica na região influenciam diretamente a qualidade do ar na referida localidade. Devido à direção preferencial dos ventos, que sopram majoritariamente no sentido SO-NE, a área prevista para a instalação do empreendimento acaba por ser influenciada, em sua maior parte do tempo, pelos ventos provindos tanto da cidade de Santos como da área continental do município, com Cubatão exercendo menor influência no local.

Ressalta-se que o parâmetro de saturação no Município de Santos deve-se a Material Particulado, componente de abrangência bem localizada, permitindo considerar que o empreendimento, por estar do outro lado do canal, não está sujeito a receber parcela significativa do Material Particulado emitido em Santos. O mesmo raciocínio é válido para as partículas emitidas em Cubatão que, certamente, atingem a área do empreendimento em concentrações bem mais atenuadas, devido à distância existente.

Finalmente, deve-se considerar a alta concentração de ozônio em Cubatão, que acaba por ser o responsável pela determinação de “saturação” em praticamente toda a Baixada Santista, sendo que a maior parcela de seus precursores é oriunda da RMBS.

9.3.2.3.5 Avaliações especiais de material particulado nas Áreas de Influência do Empreendimento

Visando subsidiar o diagnóstico ambiental do presente estudo, foram levantadas informações referentes às campanhas de amostragem de qualidade do ar em projetos localizados nas proximidades da área prevista para a implantação do empreendimento. Conforme mencionado anteriormente, foram selecionados os Estudos de Impacto Ambiental realizado pela empresa MKR para o projeto “Brasil Terminal Portuário”, localizado na área imediatamente à sul da Ilha dos Bagres, assim como o Estudo de Impacto Ambiental realizado pela Consultoria Paulista de Estudos Ambientais para o projeto “Brasil Intermodal Terminal Santos - Brites”, localizado no Sítio Santa Rita, à leste da área objeto do presente estudo (vide Figura 9.3.2.2-2: Localização dos Pontos de Monitoramento do Ar - BTP e Terminal Brites).

Avaliação de Partículas Totais em Suspensão (PTS) - “Brasil Terminal Portuário”

A avaliação das condições de concentração de Partículas Totais em Suspensão (PTS) para o “Brasil Terminal Portuário” foi realizada no período de 06 a 13 de maio de 2008, por meio de um amostrador de grandes volumes (Hi-Vol) instalado no portão de acesso ao terreno localizado na Av. Engenheiro Augusto Barata s/n no Bairro de Alemoa - Santos/SP. No Quadro 9.3.2.3-6 são apresentados os resultados das concentrações de Partículas Totais em Suspensão (PTS) obtidos na campanha.

Quadro 9.3.2.3-6: Concentrações de PTS em campanha de medição realizada para o “Brasil Terminal Portuário” no Município de Santos/SP

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

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

Fonte: MKR, 2009

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

Avaliação de Partículas Totais em Suspensão (PTS) - “Brasil Intermodal Terminal Santos - Brites”

A avaliação das condições de concentração de Partículas Totais em Suspensão (PTS) para o “Brasil Intermodal Terminal Santos - Brites” foi realizada no período compreendido entre 30 de setembro e 7 de outubro de 2009, também por meio de um amostrador de grandes volumes (Hi-Vol) instalado em um sítio próximo onde deverá ser implantado o Terminal Brites, no Bairro Morro das Neves - Santos/SP. No Quadro 9.3.2.3-7 são apresentados os resultados das concentrações de Partículas Totais em Suspensão (PTS) obtidos na campanha.

Quadro 9.3.2.3-7: Concentrações de PTS em campanha de medição realizada para o “Brasil Intermodal Terminal Santos - Brites” no Município de Santos/SP

Data	PTS ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Condições Meteorológicas (*)			
		Tempo	Temperatura ($^{\circ}\text{C}$)		Chuvas (mm)
			Mínima	Máxima	
30/09 a 01/10/09	21	Nublado	16	22	2,0
01-02/10/2009	51	Bom	15	28	0,0
02-03/10/2009	57	Bom	21	29	0,0
03-04/10/2009	30	Nublado	20	24	1,0
04-05/10/2009	26	Bom	22	29	0,0
05-06/10/2009	55	Bom	20	29	0,0
07-08/10/2009	56	Nublado	21	27	4,0

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

Fonte: CPEA, 2010

Conforme observado no Quadro 9.3.2.3-7, os resultados obtidos para as concentrações médias de PTS também atendem ao padrão primário estabelecido na Resolução Conama nº 03/90 ($240 \mu\text{g}/\text{m}^3$), aplicável às áreas industriais e portuárias.

Estes resultados confirmam o afirmado no item anterior, ao se tratar da condição de saturação da qualidade do ar na Baixada Santista, demonstrando que, na área próxima ao empreendimento (vizinha ao Terminal Brites), as concentrações de material particulado são significativamente menores que aquelas observadas do outro lado do canal, em Alemoa.

9.3.2.4 IDENTIFICAÇÃO E MAPEAMENTO DAS FONTES DE EMISSÃO PARA ATMOSFERA

O estudo de emissões atmosféricas do Complexo Bagres foi realizado pela empresa AirServices Estudos e Avaliações Ambientais e teve por objetivo estimar as quantidades dos poluentes: Material Particulado (MP), Monóxido de Carbono (CO), Óxidos de Nitrogênio (NOx), Óxidos de Enxofre (SOx) e Compostos Orgânicos Voláteis menos Metano (COVs) mencionados no Anexo 11 do Decreto Estadual nº 52.469/07, emitidos pelas principais atividades que serão exercidas nas unidades do Complexo Bagres, a saber: Estaleiro, Cluster, Base *Offshore*, Utilidades, Tratamento e Movimentação de Granéis Líquidos e Armazenamento e Movimentação de Granéis Sólidos.

As fontes de emissão dos poluentes consideradas no estudo estão apresentadas a seguir:

Material Particulado: operações de solda e corte nos reparos de embarcações, tráfego de veículos na unidade, atividades de limpeza e preparação dos navios no estaleiro, emissões fugitivas e ressuspensão dos granéis sólidos movimentados no Complexo;

Compostos Orgânicos Voláteis: armazenamento de líquidos, carregamento de navios; abastecimento da frota interna, tráfego de veículos na unidade, emissões fugitivas em dispositivos e acessórios de tubulação e separadores de água e óleo;

Óxidos de Nitrogênio: tráfego de veículos na unidade;

Monóxido de Carbono: tráfego de veículos na unidade.

O poluente Óxidos de Enxofre (SOx) não foi considerado na totalização das emissões devido às emissões da fonte geradora desse parâmetro, movimentação de veículos no interior do complexo, não serem significativas em virtude do teor de enxofre no combustível e da movimentação empregada.

As emissões dos poluentes: Material Particulado, Óxidos de Nitrogênio, Monóxido de Carbono e Compostos Orgânicos Voláteis pelo Complexo Bagres estão abaixo dos limites estimados pelo Anexo 11 do Decreto Estadual nº 52.469/07.

Pode-se observar que as emissões de NOx e CO provenientes das operações realizadas no empreendimento serão baixas, da ordem de 7 e 12 toneladas por ano, respectivamente, o que representa 17% e 12% do limite estabelecido pelo Decreto Estadual n° 52.469/07 . Isso ocorre em virtude do baixo consumo de combustíveis nos processos de transporte de carga empregando motores a diesel.

O poluente material particulado apresentará uma liberação para a atmosfera de aproximadamente 30 toneladas por ano, quantidade que representa 30% do limite permitido pelo referido decreto e igual a 100 toneladas. Essas emissões são geradas principalmente na movimentação de granéis sólidos. As emanações de COVs serão de 39 toneladas por ano, mais significativas quando comparada com o limite de 40 toneladas por ano. A maior contribuição para estas emissões são as perdas em dispositivos e válvulas (aproximadamente 39% do total). Cabe ressaltar, que os fatores empregados para este item da estimativa, conforme recomendação da Cetesb, são para o setor de refinaria, atividade muito mais complexa que a aqui avaliada e que os valores determinados são elevados frente ao comumente encontrado em monitoramentos realizados em bases de armazenamento de combustíveis.

Ressalta-se que as emissões foram estimadas em uma fase de projeto, que na etapa em que se encontra, não existe um nível de detalhamento de modo a precisar todas as informações empregadas no estudo. Desta forma, é importante a atualização do estudo em uma etapa mais adiantada do processo de implantação do empreendimento ou quando este estiver operando.

É importante mencionar que serão adotadas medidas consideradas como a melhor tecnologia disponível para controle das emissões como emprego de unidades de recuperação de vapor conectadas aos tanques e sistemas de carregamento, selo flutuante nos tanques de armazenamento de etanol, tinta sem solventes, duplo selo em bombas, equipamento para preparo dos cascos com sistema de captação das emissões, programa de monitoramento das emissões fugitivas e manutenção dos dispositivos associados a tais emanações LDAR (Leak Detection and Repair), medidas estas compatíveis com o modelo ambiental portuário - Porto Verde.

Ressalta-se que o “Estudo de Estimativa de Emissões Atmosféricas” encontra-se na sua íntegra no Anexo 9.13 deste EIA.

9.3.3 RUÍDO E VIBRAÇÃO

9.3.3.1 INTRODUÇÃO

O estudo dos níveis de ruído e vibração é de fundamental importância para a caracterização das condições acústicas existentes nas proximidades da área prevista para um determinado empreendimento, servindo de parâmetro referencial para aferição das resultantes de sua implantação e operação.

No presente item, serão avaliadas as condições existentes quanto ao ruído e vibração em alguns pontos específicos da Área de Influência Direta - AID do empreendimento, sendo apresentada na sequência a abordagem metodológica utilizada, incluindo as principais normas aplicáveis ao tema, e os resultados obtidos durante as medições de campo realizadas. Posteriormente, serão apresentados e discutidos os principais resultados alcançados assim como os elementos de maior relevância para o presente estudo.

9.3.3.2 ABORDAGEM METODOLÓGICA E PROCEDIMENTOS

9.3.3.2.1 Legislação específica e parâmetros de referência

Ruído

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

Em conformidade com a NBR 10.151, os Níveis Critério de Avaliação - NCA devem ser definidos de acordo com a característica da ocupação do local, no período diurno (entre 7:00 e 21:59 horas) e no período noturno (entre 22:00 e 6:59 horas). Caso o ruído de fundo (ou ruído ambiente) seja superior aos valores indicados no Quadro 9.3.3.2-1, a seguir, o Nível Critério de Avaliação passa a ser o valor do ruído de fundo (ou ruído ambiente).

Quadro 9.3.3.2-1: Limites de Ruído conforme a NBR 10.151

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

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

Fonte: NBR 10.151

A reação pública a uma fonte de ruído normalmente só ocorre se for ultrapassado o limite normalizado, e é tanto mais intenso quanto maior o valor desta ultrapassagem. Segundo a NBR 10.151, revisão de 1987 (item 3.4.2): “Diferenças de 5 dB(A) são insignificantes; queixas devem ser certamente esperadas se a diferença ultrapassar 10 dB(A).” Embora este critério não possua efeito legal, é útil para a qualificação da magnitude de eventuais impactos negativos de ruído, e servir de base para a priorização da implantação de medidas corretivas.

Vale ressaltar que tais padrões legais referem-se ao ruído ambiental, ou seja, aquele que ocorre fora dos limites do empreendimento. Neste sentido, as medições de ruído realizadas para o presente estudo buscaram apontar os níveis de ruído existentes nos possíveis pontos receptores identificados, e que encontram-se localizados próximo ao empreendimento.

Conforme requerido pela norma NBR 10.151, a classificação do tipo de uso e ocupação do solo nos pontos receptores avaliados deve ser realizada por observação local imediata durante as medições de campo. Desta forma, a classificação de uso e ocupação nos pontos receptores não representa, necessariamente, o zoneamento oficial do município, pois frequentemente a ocupação real não corresponde ao mesmo. Por outro lado, os padrões de ruído são estabelecidos em função da sensibilidade dos agentes receptores, que estão intrinsecamente relacionados com o tipo de ocupação existente.

Vibração

No Brasil (nível federal), não são encontradas legislações específicas para avaliação de vibração. Entretanto, existem diversos estudos internacionais que visam determinar o grau de incômodo de vibrações sobre o ser humano e em construções. Dentre estes, adotou-se no presente documento o critério de avaliação das possíveis interferências a serem causadas no meio ambiente pelos eventos de vibração, conforme apresentado no Quadro 9.3.3.2-2, a seguir.

Quadro 9.3.3.2-2: Níveis Recomendáveis de Vibrações

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

Observações:

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

Fonte: Whiffin A. C. and D.R. Leonard - 1971

Para o Estado de São Paulo, aplicam-se os padrões estabelecidos pela Decisão de Diretoria da Cetesb nº 215/2007/E, que dispõe sobre a sistemática para a avaliação de incômodo causado por vibrações geradas em atividades poluidoras. Os limites de velocidade de vibração de partículas (pico), considerando os tipos de áreas e período do dia, descritos no Quadro 9.3.3.2-3 a seguir, apresentam apenas os valores máximos, considerando o limiar de percepção às vibrações, mas sem considerar a análise de diferentes efeitos na população e nas edificações em função da sua intensidade.

Quadro 9.3.3.2-3: Limites de Velocidade de Vibração - Pico (mm/s) Conforme Cetesb, DA nº 215/2007/E

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

Fonte: Decisão de Diretoria da Cetesb n.º 215/2007/E

9.3.3.2.2 Medições de campo realizadas nas Áreas de Influência do empreendimento

No dia 4 de janeiro de 2010 foram realizadas avaliações de ruído e vibração, no período diurno, em 7 pontos localizados na AID. Para tanto, foram identificadas as áreas de maior sensibilidade ambiental, de forma a avaliar as condições de ruído e vibração atualmente existentes e o atendimento aos padrões legais definidos pela legislação federal e estadual. As medições de vibração foram feitas nos mesmos pontos e instantes das medições de ruído. Em cada ponto selecionado foram feitas medições de nível sonoro, com um período de amostragem mínimo de 10 minutos, desde que o valor do L_{eq} estivesse estabilizado.

As medições de ruído foram feitas com análise estatística dos dados, sendo anotado, entre outros parâmetros, o L_{eq} (nível equivalente contínuo), que é o índice de referência legal para o caso em análise, o L_{90} (ruído de fundo), e o L_{10} . O L_{eq} representa o nível de ruído que, emitido de forma constante, apresenta a mesma energia da fonte medida na prática. Pode, portanto, ser considerado como o “ruído médio”.

Já o L_{90} é o nível de ruído que é ultrapassado 90 % do tempo, sendo denominado “ruído de fundo”. Finalmente, o L_{10} , é o ruído que é ultrapassado em 10 % do tempo sendo, portanto, o nível sonoro máximo, se forem desconsiderados os picos isolados.

A avaliação de vibrações foi feita em amostragens de 5 minutos em cada ponto, tendo sido anotados, entre outros parâmetros, a aceleração RMS (0,8 Hz a 20 kHz), velocidade RMS (0,8 Hz a 20 kHz), pico máximo de velocidade (3,15 Hz a 20 kHz).

A avaliação de velocidade de partícula em vibração indica o movimento vibratório, de forma linear, de mais simples compreensão sendo um indicador bastante abrangente para médias frequências (de 10 a 1000 Hz, RMS). Dá, portanto, uma boa indicação da severidade, motivo pelo qual é utilizada a velocidade como parâmetro de avaliação em padrões ambientais e legais. A aceleração (calculada como a velocidade multiplicada pela frequência) é indicada por destacar melhor os fenômenos vibratórios em alta frequência, sendo eventualmente de interesse na avaliação de fenômenos transitórios.

O resultado em RMS representa a energia média do fenômeno vibratório, considerando o histórico do movimento de vibração, sendo o parâmetro mais representativo do potencial efeito danoso. A medição do pico vibratório indica o máximo movimento, a maior amplitude do fenômeno vibratório e, por não considerar o histórico da vibração, indica apenas os choques de curta duração. Em uma análise completa devem ser considerados os dois parâmetros conjuntamente.

As avaliações de aceleração e velocidade RMS, foram realizadas considerando todo o espectro de frequência, de 0,8 Hz a 20 kHz. Já a avaliação de velocidade-pico foi realizada considerando apenas a faixa de 3,15 Hz a 20 kHz, de modo a se obter valores comparáveis com os padrões ambientais e procedimentos usuais dos órgãos fiscalizadores que, em geral, consideram como parâmetro o pico de velocidade, porém descartando as frequências abaixo de 3 Hz, que em geral referem-se a movimentos oscilatórios naturais do solo e não constituem fonte de incômodo.

Para a realização dos trabalhos de campo, foram utilizados os seguintes equipamentos:

- Medidor de Nível Sonoro: Marca Bruel & Kjaer, modelo 2236, com análise estatística de dados. Com certificado de calibração nº 1152008 (cópia apresentada no Anexo 9.1), emitido em 28/03/2008, pelo laboratório da Lacel B&K (pertencente à RBC - Rede Brasileira de Calibração, conforme credenciamento nº 305, emitido pelo Cgre/Inmetro);
- Calibrador Acústico: Marca SVAN SV30A, devidamente aferido pelo fabricante. Com certificado de calibração nº 1162008 (cópia apresentada no Anexo 9.2), emitido em 28/03/2008, pelo laboratório da Lacel B&K (pertencente à RBC - Rede Brasileira de Calibração, conforme credenciamento nº 305, emitido pelo Cgre/Inmetro);
- Analisador de vibrações: Marca Svantek, modelo Svan 946, com análise de frequências em 1/3 de oitavas. Com certificado de calibração nº 0807-044, emitido em 9/7/2008, pelo laboratório Tecmetro (reconhecido pelo Remesp);
- Software dB2XL Type 7692, B&K, para conexão com computador e análise de resultados;
- Software SvanPC, para conexão do analisador de vibrações com o computador e análise dos resultados;
- Microcomputador: NEC Versa FC160, conectado ao medidor de nível sonoro;
- GPS: Marca Garmim, modelo GPSmap CSx60, com altímetro barométrico.

As medições de ruído foram executadas de acordo com as determinações da NBR 10.151, sendo que os aparelhos utilizados atendem aos requisitos da IEC 60651 e 60804, sendo classificados como de Tipo 1 (de precisão).

9.3.3.2.3 Estudos Ambientais nas proximidades do empreendimento

Assim como para a caracterização da qualidade do ar, foram levantados dados e informações contidas em estudos ambientais nas proximidades do empreendimento, de forma a complementar os estudos de ruído e vibração realizados na região. O Estudo de Impacto Ambiental do “Brasil Intermodal Terminal Santos - Brites”, elaborado pela Companhia Paulista de Estudos Ambientais e protocolado junto ao Ibama em novembro de 2009, apresenta medições em pontos de interesse para o presente trabalho.

9.3.3.3 CARACTERIZAÇÃO ATUAL DA ÁREA DE ESTUDO

Os pontos de medição escolhidos para a realização das campanhas foram baseados na localização prevista para a implantação do empreendimento, levando-se em conta a existência de locais mais representativos para os receptores da área de influência. Foram, portanto, avaliados 4 pontos nas áreas lindeiras localizadas ao norte da Ilha dos Bagres (próximos ao Parque Estadual da Serra do Mar e na Rodovia Cônego Domênico Rangoni (SP-055) e 3 pontos nas áreas residenciais mais próximas, ao sul do empreendimento em questão, na margem direita do estuário. Estes pontos, embora relativamente distantes do empreendimento, representam os pontos receptores mais próximos, sendo por isso considerados no diagnóstico.

A localização dos pontos de medição considerados é apresentada na Figura 9.3.3.3-1, a seguir.

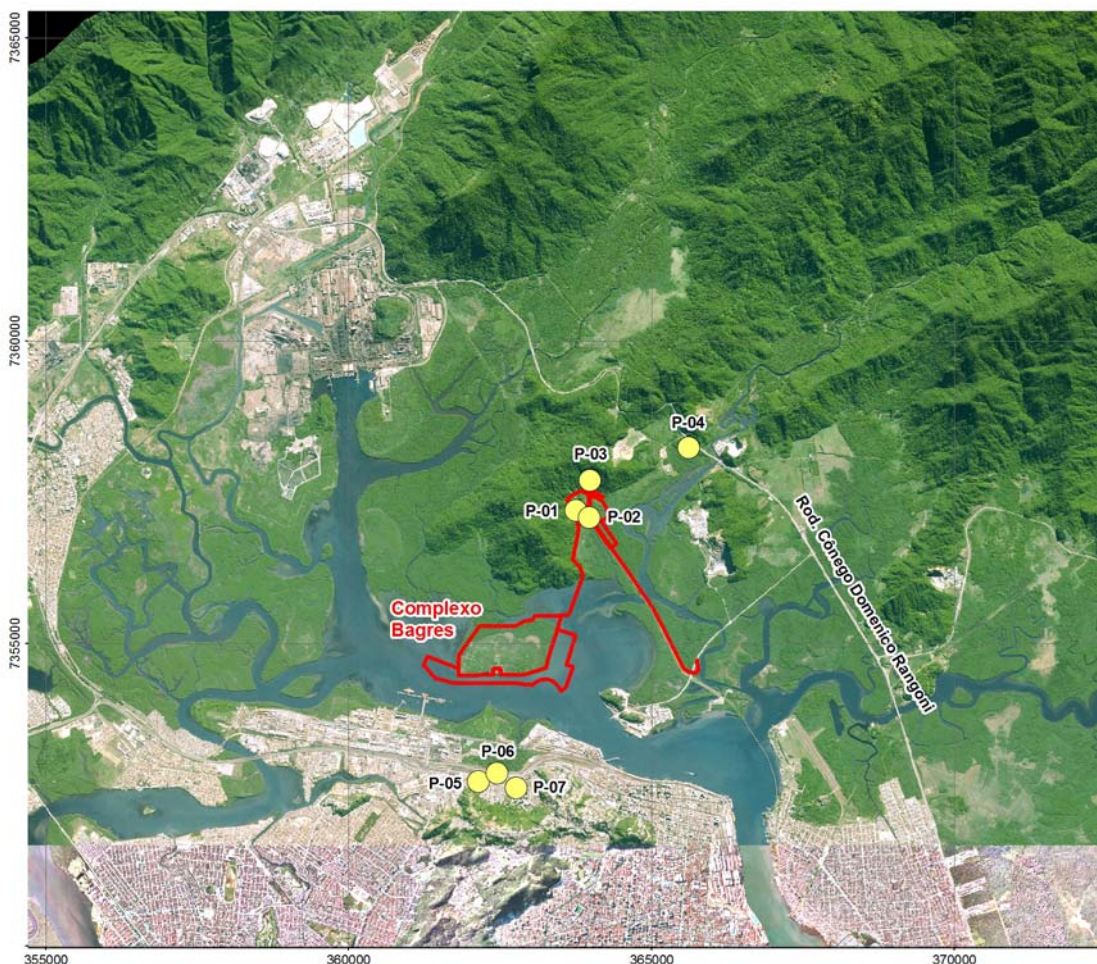






Figura 9.3.3.3-1: Localização dos pontos de medição de ruído e vibração

Na sequência são apresentados os principais resultados obtidos em campo, assim como a descrição das áreas avaliadas e as respectivas fotos tomadas durante as medições de campo.

9.3.3.3.1 Pontos de medição - Resultados Obtidos

Ponto 1																					
<i>Localização:</i> Sítio Santa Rita (vizinho à área do empreendimento).																					
Zona	Easting	Northing	Altitude																		
23K	363755	7357179	5																		
																					
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr style="background-color: #cccccc;"> <th colspan="3">Nível de ruído (dB(A))</th> </tr> <tr> <th style="text-align: center;">L_{eq}</th> <th style="text-align: center;">L₁₀</th> <th style="text-align: center;">L₉₀</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td style="text-align: center;">39,8</td> <td style="text-align: center;">41,5</td> <td style="text-align: center;">37,5</td> </tr> </tbody> </table>			Nível de ruído (dB(A))			L _{eq}	L ₁₀	L ₉₀	39,8	41,5	37,5	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr style="background-color: #cccccc;"> <th colspan="3">Vibração</th> </tr> <tr> <th style="text-align: center;">Acel. RMS</th> <th style="text-align: center;">Vel. RMS</th> <th style="text-align: center;">Vel. Pico</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td style="text-align: center;">6,71 mm/s²</td> <td style="text-align: center;">0,139 mm/s</td> <td style="text-align: center;">0,105 mm/s</td> </tr> </tbody> </table>	Vibração			Acel. RMS	Vel. RMS	Vel. Pico	6,71 mm/s ²	0,139 mm/s	0,105 mm/s
Nível de ruído (dB(A))																					
L _{eq}	L ₁₀	L ₉₀																			
39,8	41,5	37,5																			
Vibração																					
Acel. RMS	Vel. RMS	Vel. Pico																			
6,71 mm/s ²	0,139 mm/s	0,105 mm/s																			
<ul style="list-style-type: none"> - Área de sítios e fazendas: padrão de ruído diurno de 40 dB(A). - Atendimento ao padrão legal. - A fonte sonora predominante era o ruído da fauna e um riacho próximo. - Nível de vibração abaixo do limiar de percepção. 																					

Ponto 2					
<i>Localização:</i> Estrada de ferro.					
Zona	Easting	Northing	Altitude		
23K	363978	7357063	6		
					
Nível de ruído (dB(A))			Vibração		
L_{eq}	L_{10}	L_{90}	Acel. RMS	Vel. RMS	Vel. Pico
38,3	40,0	33,5	11,5 mm/s ²	0,350 mm/s	0,525 mm/s
<ul style="list-style-type: none"> - Área de sítios e fazendas: padrão de ruído diurno de 40 dB(A). - Atendimento ao padrão legal. - A fonte sonora predominante era ruído da fauna. - Nível de vibração acima do limiar de percepção. 					

Ponto 3																					
<i>Localização:</i> Estrada de acesso ao Sítio Santa Rita.																					
Zona	Easting	Northing	Altitude																		
23K	363995	7357682	32																		
																					
<table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="3">Nível de ruído (dB(A))</th> </tr> <tr> <th>L_{eq}</th> <th>L₁₀</th> <th>L₉₀</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td style="text-align: center;">40,1</td> <td style="text-align: center;">42,9</td> <td style="text-align: center;">35,5</td> </tr> </tbody> </table>			Nível de ruído (dB(A))			L _{eq}	L ₁₀	L ₉₀	40,1	42,9	35,5	<table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="3">Vibração</th> </tr> <tr> <th>Acel. RMS</th> <th>Vel. RMS</th> <th>Vel. Pico</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td style="text-align: center;">6,68 mm/s²</td> <td style="text-align: center;">0,153 mm/s</td> <td style="text-align: center;">0,100 mm/s</td> </tr> </tbody> </table>	Vibração			Acel. RMS	Vel. RMS	Vel. Pico	6,68 mm/s ²	0,153 mm/s	0,100 mm/s
Nível de ruído (dB(A))																					
L _{eq}	L ₁₀	L ₉₀																			
40,1	42,9	35,5																			
Vibração																					
Acel. RMS	Vel. RMS	Vel. Pico																			
6,68 mm/s ²	0,153 mm/s	0,100 mm/s																			
<ul style="list-style-type: none"> - Área de sítios e fazendas: padrão de ruído diurno de 40 dB(A). - Nível de ruído no limite do padrão legal. - A fonte sonora predominante era o ruído da fauna. - Nível de vibração abaixo do limiar de percepção. 																					

Ponto 4																					
<i>Localização:</i>																					
Rodovia Cônego Domênico Rangoni, acesso ao Centro de Gerenciamento de Resíduos																					
Zona	Easting	Northing	Altitude																		
23K	365628	7358316	18																		
																					
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr style="background-color: #cccccc;"> <th colspan="3">Nível de ruído (dB(A))</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td style="text-align: center;">L_{eq}</td> <td style="text-align: center;">L₁₀</td> <td style="text-align: center;">L₉₀</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">71,0</td> <td style="text-align: center;">74,0</td> <td style="text-align: center;">64,0</td> </tr> </tbody> </table>			Nível de ruído (dB(A))			L _{eq}	L ₁₀	L ₉₀	71,0	74,0	64,0	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr style="background-color: #cccccc;"> <th colspan="3">Vibração</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td style="text-align: center;">Acel. RMS</td> <td style="text-align: center;">Vel. RMS</td> <td style="text-align: center;">Vel. Pico</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">7,10 mm/s²</td> <td style="text-align: center;">0,141 mm/s</td> <td style="text-align: center;">0,347 mm/s</td> </tr> </tbody> </table>	Vibração			Acel. RMS	Vel. RMS	Vel. Pico	7,10 mm/s ²	0,141 mm/s	0,347 mm/s
Nível de ruído (dB(A))																					
L _{eq}	L ₁₀	L ₉₀																			
71,0	74,0	64,0																			
Vibração																					
Acel. RMS	Vel. RMS	Vel. Pico																			
7,10 mm/s ²	0,141 mm/s	0,347 mm/s																			
<ul style="list-style-type: none"> – Área predominantemente industrial: padrão de ruído diurno de 70 dB(A). – Não atendimento ao padrão legal. – A fonte sonora predominante era o tráfego de veículos na Rodovia Cônego Domênico Rangoni. – Nível de vibração acima do limiar de percepção. 																					

Ponto 5

Localização:
Rua Guarujá X Rua Cananéia - Santos.



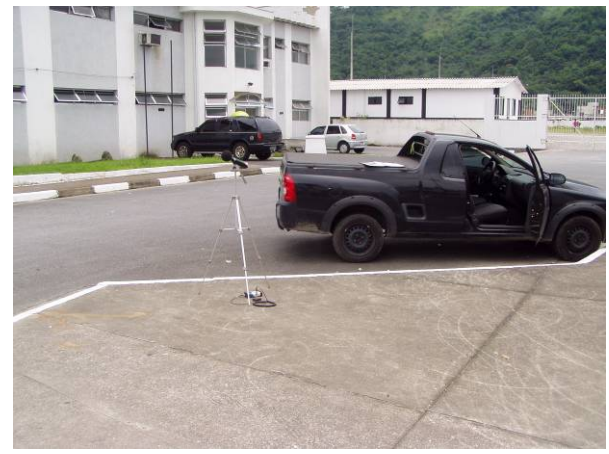
Nível de ruído (dB(A))		
L _{eq}	L ₁₀	L ₉₀
65,3	62,0	47,5

Vibração		
Acel. RMS	Vel. RMS	Vel. Pico
9,46 mm/s ²	0,249 mm/s	0,376 mm/s

- Área mista, predominantemente residencial: padrão de ruído diurno de 55 dB(A).
- Não atendimento ao padrão legal.
- A fonte sonora predominante era o tráfego de veículos nas ruas, vozes e cachorros distantes.
- Nível de vibração acima do limiar de percepção.

Ponto 6

Localização:
Rodovia Anchieta (pista lateral), em frente ao Instituto Médico Legal - Santos.



Nível de ruído (dB(A))		
L _{eq}	L ₁₀	L ₉₀
74,6	78,5	65,5

Vibração		
Acel. RMS	Vel. RMS	Vel. Pico
10,8 mm/s ²	0,308 mm/s	1,380 mm/s

- Área mista com vocação comercial: padrão de ruído diurno de 60 dB(A).
- Não atendimento ao padrão legal.
- A fonte sonora predominante era o tráfego de veículos na Rodovia Anchieta.
- Nível de vibração acima do limiar de percepção.

Ponto 7

Localização:

Rua Flaminio Levy X Rua Vivaldo de Almeida Nery - Santos.
Em frente a Escola Municipal Vinte e Oito de Fevereiro.



Nível de ruído (dB(A))		
L _{eq}	L ₁₀	L ₉₀
64,3	67,0	51,5

Vibração		
Acel. RMS	Vel. RMS	Vel. Pico
8,04 mm/s ²	0,594 mm/s	3,550 mm/s

- Área mista, predominantemente residencial: padrão de ruído diurno de 55 dB(A).
- Não atendimento ao padrão legal.
- A fonte sonora predominante era o tráfego de veículos nas ruas.
- Nível de vibração acima do limiar de percepção.

9.3.3.3.2 Análise dos Resultados

Dos 7 pontos onde foram avaliados os níveis de ruído, para os pontos 1, 2 e 3 o padrão utilizado foi o de sítios e fazendas, conforme a NBR 10.151, enquanto que no ponto 4 é aplicável o padrão para área industrial, pois é o único tipo de ocupação no local, com a presença da Central de Gerenciamento de Resíduos da Construção Civil e do Aterro Sanitário. Já os pontos 5 e 7 localizam-se em área mista com predominância residencial, e o ponto 6 em área mista com vocação comercial. A seguir são apresentadas as análises específicas de cada local avaliado.

- Ponto 01: Localizado no Sítio Santa Rita, vizinho ao empreendimento. Foi medido um nível de ruído de 39,8 dB(A), atendendo ao padrão para área rural de 40 dB(A). A fonte sonora predominante na medição diurna foi o ruído da fauna e um riacho próximo.
- Ponto 02: Localizado na estrada de ferro, próximo à área prevista para o empreendimento. O nível de ruído medido foi de 38,3 dB(A) atendendo ao padrão recomendado para área rural. O ruído da fauna era a fonte sonora predominante.
- Ponto 03: Localizado na estrada de acesso ao Sítio Santa Rita, em local próximo à área de proteção ambiental. Foi medido um nível sonoro diurno de 40,1 dB(A), praticamente atendendo ao padrão de 40 dB(A) recomendado para área rural. O ruído da fauna era a fonte sonora predominante.
- Ponto 04: Localizado no acesso ao Centro de Gerenciamento de Resíduos, na Rodovia Cônego Domênico Rangoni. Trata-se de uma área industrial, onde foi medido um nível de ruído de 71,0 dB(A), portanto resultando ultrapassagem do padrão de 70 dB(A), tendo como fonte sonora predominante o tráfego de veículos na rodovia.
- Ponto 05: Localizado na área urbana de Santos, no cruzamento da Rua Guarujá com a Rua Cananéia, onde foi medido 65,3 dB(A), não atendendo ao padrão de 55 dB(A) recomendado para área mista, predominantemente residencial, tendo o tráfego de veículos e pessoas nas ruas como fonte sonora predominante.
- Ponto 06: Localizado na área urbana de Santos, na Rodovia Anchieta (pista lateral), em frente ao Instituto Médico Legal. O nível de ruído medido foi de 74,6 dB(A), mostrando uma ultrapassagem do padrão legal de 60 dB(A) para área mista com vocação comercial. A fonte sonora predominante era o tráfego de veículos.
- Ponto 07: Localizado na área urbana de Santos, na esquina da Rua Flaminio Levy com a Rua Vivaldo de Almeida Nery, em frente à Escola Municipal Vinte e Oito de Fevereiro. Foi medido um nível de ruído de 64,3 dB(A), não atendendo ao padrão recomendado de 55 dB(A), para área mista predominantemente residencial.

Também foi avaliada a vibração nos 7 pontos supracitados, sendo que nos pontos 1 e 3 foram verificados níveis abaixo do limiar de percepção, enquanto que os pontos 2, 4 e 5 apresentaram níveis acima do limiar. Entretanto, em nenhum destes pontos foi verificada intensidade de vibração que atingisse potenciais de risco às condições de vida ou às edificações. No ponto 6, por exemplo, foi medido 1,38 mm/s, o que indica picos de vibração perceptíveis sem atingir intensidade com potenciais de risco de danos às construções ou à saúde. No ponto 7, foi medido um pico de vibração de 3,55 mm/s, com potencial de gerar incômodo à população se este pico de vibração for frequente.

9.3.3.3.3 Pontos de medição complementares considerados

Conforme apresentado anteriormente, para a complementação do presente documento foram utilizados dados e informações contidas em estudos ambientais realizados nas proximidades do empreendimento em questão, com destaque para o Estudo de Impacto Ambiental do “Brasil Intermodal Terminal Santos - Brites”, elaborado pela Companhia Paulista de Estudos Ambientais e protocolado no Ibama em novembro de 2009.

As medições de ruído e vibrações para o período diurno, contidas no referido Estudo de Impacto Ambiental, foram realizadas nos dias 5 e 6 de junho de 2009, em 6 pontos localizados nas imediações do referido empreendimento. Já as medições noturnas foram realizadas no dia 2 de outubro de 2009, nos mesmos pontos anteriormente avaliados. A localização dos pontos de medição de ruído e vibração utilizados é apresentada na Figura 9.3.3.3-2, a seguir.



Figura 9.3.3.3-2: Localização dos pontos de medição de ruído e vibração extraídos do Estudo de Impacto Ambiental do “Brasil Intermodal Terminal Santos - Brites”

Dos 6 pontos onde foram avaliados os níveis de ruído, para os pontos 1, 2, 3 e 6 o padrão utilizado foi o de sítios e fazendas, conforme a NBR 10.151, enquanto que no ponto 4 é aplicável o padrão para área industrial, visto que representa o único tipo de ocupação no local, com a presença da Central de Gerenciamento de Resíduos da Construção Civil e do Aterro Sanitário. O Quadro 9.3.3.3-1 apresenta um resumo dos resultados obtidos no local.

Quadro 9.3.3.3-1: Resultados obtidos para os pontos de monitoramento de ruído e vibração - Estudo de Impacto Ambiental do “Brasil Intermodal Terminal Santos - Brites”

Ponto de Medição	Tipo de Área	Resultados Obtidos				
		Nível de Ruído Equivalente (L_{eq})		Vibração		
		Diurno	Noturno	Acel. RMS	Vel. RMS	Vel. Pico
1	Sítios e fazendas	49,4 dB (A)	44,2 dB (A)	6,86 mm/s ²	0,215 mm/s	0,355 mm/s
2	Sítios e fazendas	42,5 dB (A)	40,5 dB (A)	11,9 mm/s ²	0,137 mm/s	0,684 mm/s
3	Sítios e fazendas	38,0 dB (A)	43,9 dB (A)	6,74 mm/s ²	0,139 mm/s	0,077 mm/s
4	Área predominantemente industrial	52,4 dB (A)	47,5 dB (A)	6,70 mm/s ²	0,142 mm/s	0,087 mm/s
5	Sítios e fazendas	-	-	7,26 mm/s ²	0,175 mm/s	0,785 mm/s
6	Sítios e fazendas	45,8 dB (A)	51,2 dB (A)	6,86 mm/s ²	0,134 mm/s	0,432 mm/s

Fonte: CPEA, 2010

Conforme pode ser observado no Quadro 9.3.3.3-1, os pontos de medição 1, 2 e 6 apresentaram valores superiores ao padrão recomendado para tal tipologia de área, que corresponde a 40,0 dB(A) no período diurno e 35,0 dB(A) para o período noturno. O ponto 3 atendeu ao padrão para o período diurno, mas apresentou valores superiores àquele recomendado pela NBR 10.151 para o período noturno. O ponto 4 atendeu ao padrão recomendado, tanto para o período diurno quanto para o período noturno. Com relação ao ponto 5, não foi possível realizar medições de níveis de ruído no local, devido à degradação acústica da área, o que ocasionou na geração de picos diferentes a todo instante, incompatibilizando assim o fechamento dos dados de forma coerente.

Com relação à avaliação de vibração, nota-se que nos pontos 3 e 4 foram verificados níveis abaixo de limiar de percepção. Já nos pontos 1, 2, 5 e 6 verificou-se que o limiar tomado como base na avaliação foi ultrapassado, porém nenhum destes atingindo intensidades com potenciais de risco de danos à saúde humana.

9.3.3.3.4 Considerações finais e discussão dos resultados

A AID do empreendimento é constituída por poucas unidades habitacionais rurais, além da área de proteção ambiental (Parque Estadual da Serra do Mar). Além das fontes sonoras naturais, há a Central de Gerenciamento de Resíduos, a ferrovia e a Ilha Barnabé, sendo que a via de acesso a esta última encontra-se frequentemente tomada por intensa fila de espera de caminhões. Apenas para contextualizar as condições de ruído e vibração nas residências mais próximas ao empreendimento, também foi avaliada a área urbana de Santos - na outra margem do canal e fora da AID - a qual é influenciada pelo tráfego constante na Rodovia Anchieta.

A caracterização dos níveis de ruídos e vibrações da AID foi realizada com dados primários gerados na campanha realizada no mês de janeiro de 2010 e com dados secundários, obtidos no âmbito do Estudo de Impacto Ambiental do “Brasil Intermodal Terminal Santos - Brites”, que realizou campanhas nas proximidades do empreendimento em questão, durante junho e outubro de 2009, complementando minimamente a caracterização da sazonalidade de ruídos e vibrações existentes na AID ao longo do ano.

Conforme verificado, embora sensível à presença de novas fontes sonoras, a AID do empreendimento já apresenta algumas fontes de ruído significativas. No tocante às vibrações, estas se mostraram reduzidas nas áreas rurais e sensíveis na área urbana de Santos, apresentando potencial de incômodo, provavelmente por influência do tráfego rodoviário.

Ressalta-se que a vizinhança imediata ao empreendimento apresenta valores bem abaixo do ponto de saturação, não apresentando níveis de ruído e vibração que possam acarretar em danos à saúde humana ou à edificações.

9.3.4 GEOLOGIA

9.3.4.1 ABORDAGEM METODOLÓGICA E PROCEDIMENTOS

A caracterização do substrato rochoso, bem como dos diferentes tipos litológicos presentes nas Áreas de Influência do empreendimento, tem por objetivo fornecer subsídios para a avaliação das potencialidades e fragilidades dos terrenos, possibilitando a identificação e avaliação dos potenciais impactos associados às etapas de implantação e operação do Complexo Bagres.

Os dados e informações secundárias existentes sobre a geologia local são relativamente bem documentadas, sendo possível identificar uma série de estudos sobre as características geológicas existentes assim como o mapeamento realizado por diversas instituições e organismos públicos e privados.

A caracterização das áreas de influência envolveu a compilação das cartas geológicas São Paulo e Santos (CPRM, 1999), na escala 1:250.000, para as unidades pré-cambrianas, e do mapa geológico da Baixada Santista (Suguió & Martin, 1978b), na escala 1:100.000, para as unidades quaternárias. A delimitação das principais unidades litoestratigráficas também contou com a análise e interpretação de fotografias aéreas históricas e atuais.

A descrição das unidades litoestratigráficas presentes nas Áreas de Influência baseou-se nas notas explicativas das cartas da CPRM (Morais, 1999; Sachs, 1999), na breve descrição dessas mesmas unidades apresentada no mapa geológico do Estado de São Paulo (CPRM, 2006), na escala 1:750.000, e no trabalho de Suguió & Martin (1978a). A codificação das unidades segue o esquema adotado no mapa da CPRM (2006).

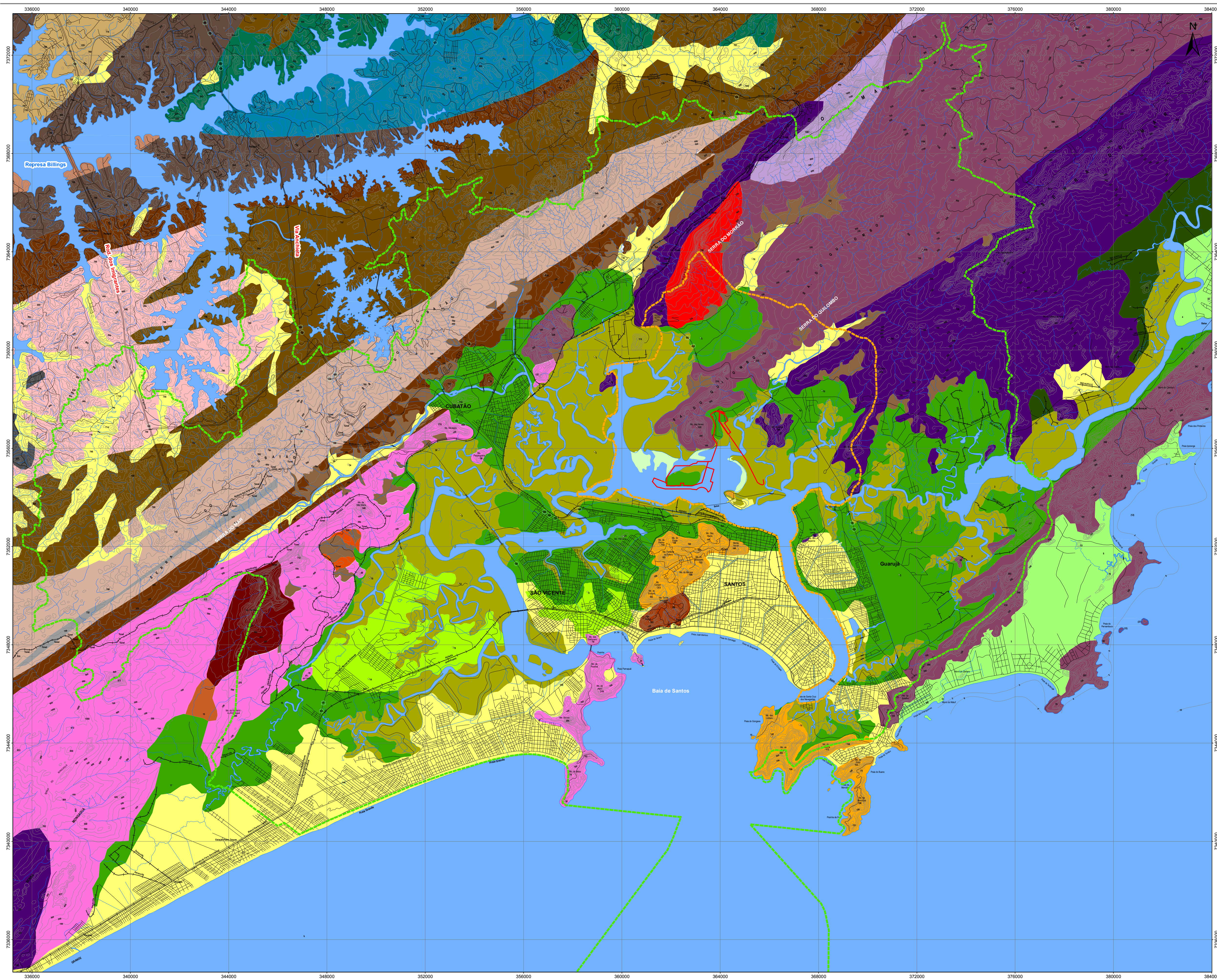
A conjugação dessas informações permitiu a apresentação do mapa geológico da Área de Influência Indireta - All na escala 1:75.000 (**Desenho 9.3.4.2-1**) e, em maior detalhe, o mapa geológico da Área de Influência Direta - AID, já na escala 1:25.000 (**Desenho 9.3.4.5-1**).

9.3.4.2 CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE INFLUÊNCIA INDIRETA

9.3.4.2.1 Introdução

A Área de Influência Indireta - All do empreendimento está, em sua maior parte, inserida na Unidade Hidrográfica de Gerenciamento de Recursos Hídricos 7 - Baixada Santista, porém abrange uma pequena porção da UGRHI 6 - Alto Tietê. Estende-se pelos municípios de São Vicente, Cubatão e Santos, além de parte de São Bernardo do Campo e Santo André (ambos no Planalto), e parte dos municípios de Praia Grande, Guarujá e Bertioga.

Do ponto de vista geológico, a All abrange o embasamento cristalino pré-cambriano, constituído por rochas metamórficas de baixo a alto grau metamórfico e rochas ígneas intrusivas associadas dos domínios Costeiro e Embu, bem como coberturas sedimentares cenozóicas, representadas pelos sedimentos da planície costeira e por depósitos aluviais. O **Desenho 9.3.4.2-1** apresenta o mapeamento geológico da All.



- COBERTURAS SEDIMENTARES QUATERNARIAS**
- Depósitos Continentais**
- aluvões (areias grossas e cascalhos).
 - corpos de bloco e colúvies (fragmentos rochosos imersos em matriz areno-silto-argilosa) e cones de dejeção.
 - depósitos fluviais de encostas (colúvies).
 - depósitos areno-silto-argilosos indiferenciados.
 - conglomerados, arenitos, argilitos, limtos, coratiocênives à Fm. Resende indiferenciada.
- Holoceno Marinho e Lagunar**
- sedimentos de baixos (areias finas, siltes e argilas).
 - sedimentos de mangue e de pântano (areias e argilas).
 - sedimentos fluvio-lagunares e de balsas (areias e argilas).
 - areias marinhas litorâneas frequentemente rebaixadas em superfície pelo vento.
 - formação Cananéia.
- DOMÍNIO COSTEIRO**
- Rochas Graníticas (Neoproterozóico-Paleozóico)**
- (muscovita)-biotita-granito róseo, maciço e equigranular (Maciço Granítico Mãe Maria).
 - (muscovita)-biotita-granito róseo, maciço e equigranular (Maciço Granítico Santos-Itararé).
 - antibió-biotita-granitos a granulitos equigranulares e com granada (Maciço Granítico Morro).
 - muscovita-biotita-granito cinza, inequigranular, por vezes porfírico (Maciço Granítico Taipapeba).
 - biotita-granito cinza-rosado, porfírico (Maciços Graníticos Santos e Guarujá).
 - biotita-quartzo-muscovita-xistos e (sillimanita)-granada-biotita-xistos.
 - biotita-quartzo-muscovita-xistos e granada-biotita-xistos (com ou sem sillimanita) com diferentes estágios de migmatização. Quartzos localmente milonizados.
 - biotita-quartzo-muscovita-xistos e granada-biotita-xistos (com ou sem sillimanita) com diferentes estágios de migmatização. Predominam intercalações de calcossilicáticas.
 - biotita-quartzo-muscovita-xistos e granada-biotita-xistos (com ou sem sillimanita) com diferentes estágios de migmatização. Predominam intercalações de rochas metabásicas.
 - biotita-quartzo-muscovita-xistos e granada-biotita-xistos (com ou sem sillimanita) com diferentes estágios de migmatização. Predominam intercalações de calcossilicáticas e anfíbolas.
 - biotita granitóide e muscovita-biotita granitoides com turmalina, cinza-claro, equigranular (Três Lagos).
 - (granada)-turmalina-muscovita-granito cataclástico, cinza-claro, fino (Pai Matias).
 - (granada)-sillimanita-micaxisto, por vezes felspático e/ou migmatizado, com boudins de calcossilicáticas e metabásicas, localmente intercalações de biotita gnaisses.
 - (granada)-muscovita-biotita-granito cinza equigranular (Rio Grande da Serra).
 - (granada-sillimanita)-biotita gnaisses, localmente migmatizados, com boudins de calcossilicáticas, quartzos e anfíbolas; áreas de xistos e mármores resitos. Associações de biotita-muscovita-gnaisses porfíroclásticos e corpos subordinados de
- Complexo Costeiro (Neoproterozóico)**
- migmatitos com estruturas diversas, notadamente nebulosa, schlieren e estromatolítica.
 - (hornblenda)-biotita-migmatito e/ou granito-gnaisses porfíroclástico.
 - biotita-gnaisses gradando para migmatitos estromatolíticos.
- DOMÍNIO EMBU**
- Complexo Embu (Mesoproterozóico)**
- quartzo-micaxistos e quartzos, por vezes associados a melabastos. Milonizados.
 - biotita-gnaisses de composição granítica a granulítica, por vezes porfíroclásticos e/ou migmatizados.
- Área de Influência Indireta (AII)
- Área de Influência Direta (AID)
- Área Diretamente Afetada (ADA)



UTM SAD-69; FUSO: 23 SUL
 FONTE:
 BASE CARTOGRÁFICA 1:50.000 - IBGE

9.3.4.2.2 Unidades Litoestratigráficas

Domínio Costeiro

O Domínio Costeiro abrange os terrenos do embasamento cristalino que afloram entre a Zona de Cisalhamento de Cubatão e o litoral, e corresponde às litologias integrantes do Complexo Costeiro, bem como as rochas ígneas nele intrusivas.

O Complexo Costeiro inclui terrenos metamórficos de médio a alto grau com migmatização e granitização em graus variáveis, representados por ortognaisses migmatíticos com intercalações subordinadas de rochas parametamórficas e granulíticas (Chiodi Filho *et al.*, 1983; Fernandes, 1991, dentre outros).

COMPLEXO COSTEIRO

O Complexo Costeiro (Hasui *et al.*, 1981) corresponde a terrenos metamórficos fortemente deformados e paralelizados. O *trend* estrutural, de direção preferencialmente NE, é atribuído ao ciclo Brasileiro.

O Complexo Costeiro constitui uma unidade bastante heterogênea, que engloba principalmente ortognaisses-migmatíticos, migmatitos fortemente evoluídos, marcados por estruturas schlieren e nebulítica, migmatitos oftálmicos, migmatitos estromáticos e gnaisses bandados. Os migmatitos apresentam melanossomas anfibolíticos, hornblenda-biotita gnáissicos ou xistosos, e bandas leucossomáticas de composição granodiorítica. Ocorrem ainda intercalações subordinadas de rochas básicas, de rochas parametamórficas (ectinitos síltico-argilosos, quartzitos, metarcóseos, sillimanita-muscovita quartzitos, rochas calciossilicáticas, paragnaisses e gnaisses porfiroblásticos) e de rochas granulíticas (charnockitos, enderbitos, kinzigitos e leptinitos).

A área de exposição das rochas pertencentes ao Complexo Costeiro na All inclui partes dos municípios de Praia Grande, São Vicente, Cubatão, Santos, Guarujá e Bertioga. Nessa região, o complexo está representado pelas unidades ortognáissica (**NPccog**), granito-gnáissica migmatítica (**NPccgm**) e de gnaisses bandados (**NPccgb**).

A primeira constitui a maior parte do embasamento pré-cambriano na Ilha de Santo Amaro, mas ocupa também parte de Santos Continental, onde sustenta a Serra do Quilombo, no interflúvio dos rios Quilombo e Jurubatuba. Apresenta contato tectônico com as rochas do Complexo Embu por meio da Zona de Cisalhamento de Cubatão, e compreende predominantemente ortognaisses migmatíticos com estruturas diversas, principalmente nebulítica, schlieren e estromática.

A unidade granito-gnáissica migmatítica (**NPccgm**) constitui, na All, a área de exposição do embasamento cristalino a sudeste do Rio Jurubatuba e noroeste do Canal de Bertioga, bem como na vertente noroeste da Serra do Morrão, onde predominam rochas descritas como hornblenda-biotita gnaisses granitóides porfiróides por Janasi & Ulbrich (1992). Localmente, ocorrem intercalações de anfibolitos e núcleos dioríticos (Maffra, 2000; Dias Neto, 2001), fazendo contato com a unidade ortognáissica por meio da Zona de Cisalhamento Freires - São Lourenço.

A unidade de gnaisses bandados (**NPccgb**) é identificada em São Vicente e Praia Grande. Na região de Mongaguá, essa unidade é representada por rochas gnáissico-migmatíticas de composição monzogranítica, cuja estrutura gnáissica subhorizontal é dada pela presença de bandas irregulares félsicas, quartzo-feldspáticas, intercaladas com bandas máficas (Passarelli, 2001).

A seguir são apresentadas as **Fotos 9.3.4.2-1 a 9.3.4.2-3**, referentes a regiões da All onde ocorrem exposições de gnaisses e migmatitos pertencentes ao Complexo Costeiro.

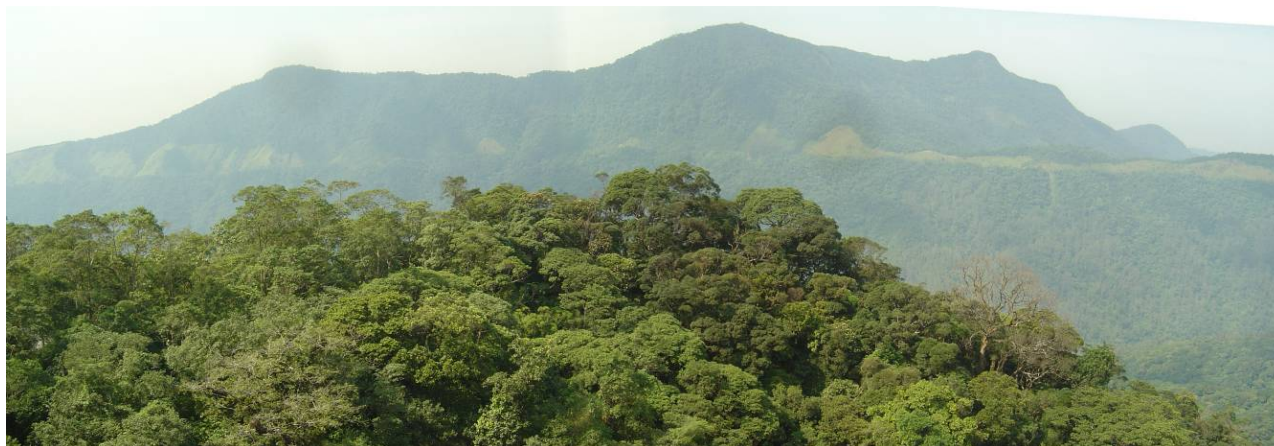


Foto 9.3.4.2-1: Visada para sul-sudeste da Serra do Mar a partir da Rodovia dos Imigrantes. Ao fundo, exposição da encosta que conforma a margem direita do vale do Rio Cubatão. Nas porções intermediária e superior da encosta ocorrem exposições de rochas gnáissicas e migmatíticas do Complexo Costeiro. Região de São Vicente e Cubatão.

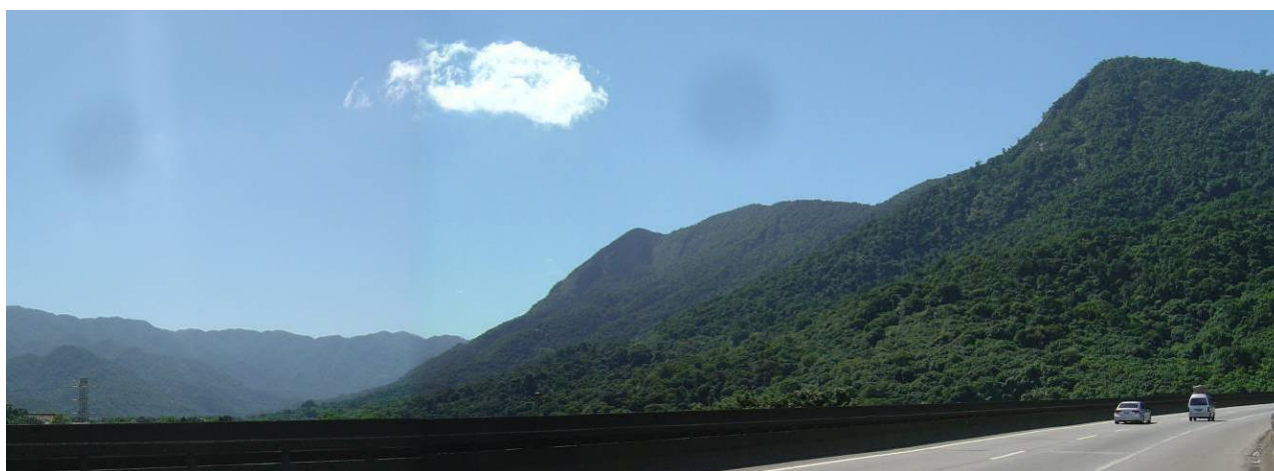


Foto 9.3.4.2-2: Visada para nordeste da Serra do Morrão a partir da Rodovia Cônego Domênico Rangoni. À direita, encosta da serra que constitui a margem esquerda do vale do Rio Mogi. Na porção inferior da encosta ocorrem exposições de migmatitos e granito-gnaisse porfiroclástico do Complexo Costeiro. Município de Cubatão.



Foto 9.3.4.2-3: Vista da Serra do Mar obtida a partir da Rodovia SP-055. Visada para norte-noroeste. Região da Serra onde ocorrem exposições de migmatitos e granito-gnaisses porfiroclásticos do Complexo Costeiro. Porção continental dos municípios de Santos e Bertioga.

ROCHAS ÍGNEAS

As rochas granitóides inseridas do Domínio Costeiro são representadas por maciços pouco foliados pós-cinemáticos ou pós a tardicinemáticos, e por granitos foliados pré-cinemáticos ou pré a sincinemáticos. Destacam-se dentre os primeiros as rochas charnoquíticas, os (hornblenda)-biotita granitos rosados, os muscovita-biotita granitos e os (hornblenda)-biotita granitos porfiríticos. Os granitos foliados pré-cinemáticos ou pré a sincinemáticos compreendem muscovita-biotita granitos, (hornblenda)-biotita granitos porfiríticos e granitos leucocráticos com granada, destacando-se ainda a presença de rochas metabásicas.

Na All estão representados unicamente os granitos pouco foliados pós-cinemáticos ou pós a tardicinemáticos, caracterizados por formas alongadas em planta, comumente envolvidos por zonas de cisalhamento transcorrentes e apresentando foliação milonítica no seu contato com o Complexo Costeiro. Entretanto, também são observados contatos intrusivos com o referido complexo.

Em São Vicente, aflora o Granito Pai Matias (**€ay4Spm**), representado por um corpo semi-arredondado, de provável idade eocambriana, pós a tarditectônico, composto por (granada)-turmalina-muscovita granito, cinza-claro, de granulação fina, cataclasado nas bordas.

Ainda em São Vicente, ocorre o Granito Mãe Maria (**€ay4Smm**), composto por (muscovita)-biotita granito rosa de textura equigranular, maciço. A mesma litologia está presente na porção insular de Santos, nos morros do Itararé e Santa Terezinha, onde recebe a denominação de Granito Santos Itararé, e representa uma fácies tardia dos biotita granitos cinza-rosados, foliados, porfiríticos, de granulação média-grossa e com frequentes enclaves quartzo dioríticos do corpo Guarujá-Santos (**€ay4gs**) reconhecidos mais a norte do Morro Santa Terezinha, conformando os morros do Embaré, Cutupê e do Marape, bem como no extremo sudoeste da Ilha de Santo Amaro.

Sustentando a Serra do Morrão, localizada no limite dos municípios de Santos e Cubatão, no interflúvio dos rios Mogi e Quilombo, ocorre um anfibólio-biotita granito a granodiorito róseo, com granada, equigranular, denominado Morrão (**€ay4Smo**).

A sul de Paranapiacaba está cartografado um muscovita-biotita granito cinza, inequigranular, por vezes porfirítico, denominado Taiaçupeba (**€ay4Sta**).

A seguir é apresentada a **Foto 9.3.4.2-4**, que contempla uma região da All onde ocorrem exposições de rochas granitóides pertencentes à unidade das Rochas Ígneas do Domínio Costeiro.



Foto 9.3.4.2-4 : Vista da encosta meridional da Serra do Morrão e do vale do Rio Quilombo, obtida a partir da Rodovia Cônego Domênico Rangoni (Serra do Quilombo). Nesta vertente - da base até próximo à sua porção superior - ocorrem granitos e granodioritos equigranulares que constituem o Maciço Granitóide Morrão (Domínio Costeiro). Município de Cubatão.

Domínio Embu

O Domínio Embu consiste de uma extensa faixa disposta segundo NE-SW, que tem seu limite sudeste representado, na All, pela zona de cisalhamento de Cubatão, localizada no extremo noroeste do município homônimo e de São Vicente.

Corresponde a um conjunto de rochas anteriormente enfeixadas pelo Grupo Açungui, que foi desmembrado por Hasui (1975) nos complexos Embu e Pilar. Posteriormente, os litotipos dos dois complexos foram reagrupados como Complexo Embu (Hasui, 1983).

O Domínio Embu inclui, ainda, as rochas ígneas intrusivas no Complexo Embu, que não estão presentes na All do futuro empreendimento.

A conceituação do Domínio Embu em termos de bloco tectônico, adotada no presente diagnóstico, foi apresentada primeiramente por Janasi e Ulbrich (1985) em contraposição ao Complexo Embu de Hasui (1975), de conotação estritamente litológica.

COMPLEXO EMBU

O termo Complexo Embu foi criado por Hasui (1975a) para designar as rochas migmatíticas então atribuídas ao Grupo Açungui, cujas exposições mais expressivas seriam as da região do Embu-Guaçu-Juquitiba. Posteriormente, Campos Neto (1983) e Campos Neto & Basei (1983) desmembraram o Complexo Embu do Grupo Açungui, passando a considerá-los como unidades independentes.

É constituído predominantemente por rochas paraderivadas, em parte de afinidade vulcanossedimentar, metamorfizadas predominantemente no grau médio a alto (zona da sillimanita), muitas vezes atingindo fusão parcial *in situ*. Apresenta evidências de retrometamorfismo até fácies xisto verde baixa quando seus litotipos estão encaixados em zonas de cisalhamento.

Na All, o conjunto de rochas do Complexo Embu tem sua maior expressão na porção noroeste dos municípios de São Vicente e Cubatão e a sul de São Bernardo do Campo e Santo André. Está representado predominantemente pela denominada unidade de xistos localmente migmatíticos (**Npexm**), composta, na área, por biotita-quartzo-muscovita xistos e granada-biotita xistos, localmente feldspatizados e injetados por migmatitos, com ou sem intercalações de calciossilicáticas e anfibolitos; pela unidade ortognáissica (**Npeog**), constituída por hornblenda e/ou biotita gnaisses bandados e facoidais de composição granítica a granodiorítica, localmente monzonítica, migmatizados; e pela unidade milonítica (**Npem**), que tem sua ocorrência restrita às proximidades de zonas de falhas, e que caracteriza-se pela alternância de biotita quartzitos finos, biotita xistos com porfiroblastos de muscovita, biotita xistos com granada e, subordinadamente, sericita filitos, metarcóseos finos e pegmatitos a muscovita e turmalina.

A seguir é apresentada a **Foto 9.3.4.2-5**, referente à encosta da Serra do Mar na All onde ocorrem as rochas metamórficas pertencentes ao Complexo Embu (Domínio Embu).



Foto 9.3.4.2-5: Vista da Serra de Cubatão a partir da Rodovia Cônego Domênico Rangoni. Visada para noroeste. Região da Serra onde ocorrem exposições de xistos diversos e ocorrência subordinada de gnaisses de composição granítica a granodiorítica, localmente migmatizados, e milonitos afetados pela Zona de Cisalhamento de Cubatão. Municípios de Cubatão, São Vicente e São Bernardo do Campo.

Zonas de Cisalhamento

Na área objeto do presente diagnóstico são identificadas duas zonas de cisalhamento de expressão regional: a Zona de Cisalhamento de Cubatão, que separa as rochas do Domínio Embu daquelas do Domínio Costeiro, e a Zona de Cisalhamento Freires - São Lourenço, ou Jurubatuba, que separa as unidades ortognáissica (NPccog) e granito-gnáissica migmatítica (NPccgm) do Complexo Costeiro.

A Zona de Cisalhamento de Cubatão integra o Sistema de Megafalhas Cubatão - Além Paraíba (Sadowski, 1991) ou o Sistema de Cisalhamento do Sudeste (Endo & Machado, 1993).

A seguir é apresentada a **Foto 9.3.4.2-6**, referente às Zonas de Cisalhamento reconhecidas na All e que afetam os domínios Costeiro e Embu e constituem rochas intensamente deformadas.



Foto 9.3.4.2-6: Vista do vale do Rio Cubatão com visada para montante a partir da ponte da nova Rodovia dos Imigrantes. Visada para sudoeste. Região onde se encontra instalada a Zona de Cisalhamento de Cubatão, que reorienta e transpõe as estruturas geológicas - foliação, xistosidade - presentes nas rochas dos complexos Costeiro (gnaisses miloníticos) e Embu (mica-xistos e quartzitos milonitizados). Municípios de Cubatão e São Vicente.

Coberturas Sedimentares Cenozóicas

PLANÍCIE COSTEIRA

A planície costeira, na região de Santos, apresenta cerca de 40 km de extensão por 15 km de largura máxima, entre a enseada do Itaipu e Cubatão, sendo limitada, nas suas extremidades, pela Serra de Mongaguá, a oeste, e pela parte rochosa da Ilha de Santo Amaro, a leste.

Nas porções central e nordeste, é drenada por uma rede de lagunas e canais de maré que delimitam as ilhas de São Vicente e Santo Amaro. Aí desembocam diversos rios, como o Mogi, o Quilombo, o Jurubatuba, entre outros, que acompanham a direção das zonas de cisalhamento NE-SW que cortam as rochas do embasamento pré-cambriano.

Na planície de Santos predominam os depósitos holocênicos formados durante a Transgressão Santos, e os depósitos mistos atuais representados por areias e argilas de mangue e areias marinhas litorâneas, por vezes retrabalhadas pelo vento. Localmente, são observados depósitos marinhos arenosos pleistocênicos da Formação Cananéia e depósitos continentais representados por aluviões, corpos de tálus e coluviões. Tais sedimentos ocorrem até o sopé da Serra do Mar, como visto na região de Cubatão. Podem, ainda, estar depositados no entorno de morros e morrotes isolados, pertencentes às unidades pré-cambrianas.

Para o modelo evolutivo dos depósitos sedimentares dessa planície, é necessário o entendimento das variações relativas do nível do mar durante o Quaternário, amplamente estudadas por Suguio & Martin (1978a). Segundo os autores, no período entre 120.000 e 100.000 anos A.P. teria ocorrido uma elevação do nível do mar cerca de 7 m acima do nível de maré cheia atual na região de Santos, evento conhecido como Transgressão Cananéia, e que possibilitou a deposição de areias marinhas litorâneas frequentemente retrabalhadas em superfície pelo vento, denominadas Formação Cananéia.

A Transgressão Cananéia foi seguida de uma regressão que teve seu máximo entre 17.500 e 17.000 anos A.P., e que provocou o rebaixamento do nível do mar a -110 m relativamente ao nível atual. O recuo da linha de costa e o grande desnível topográfico ocasionado por esse rebaixamento provocaram intenso processo de dissecação do relevo, com instalação de rede hidrográfica e desenvolvimento de vales profundos, que levou à erosão de grande parte da Formação Cananéia, e talvez até mesmo do embasamento cristalino, até aproximadamente a cota -50 m.

Uma nova transgressão, denominada Santos, elevou novamente o nível do mar entre 4,5 m e 4,7 m acima do nível de maré cheia atual, tendo atingido seu pico há cerca de 5.100 anos. Nesse evento o mar penetrou inicialmente nas zonas baixas ao mesmo tempo em que as partes altas remanescentes da Formação Cananéia foram erodidas pelo mar em transgressão, produzindo o material necessário para os depósitos marinhos holocênicos e dando origem à ilhas-barreira na época do máximo transgressivo. Tais ilhas isolaram zonas lagunares e de baías onde se depositaram sedimentos argilosos ricos em matéria orgânica, com restos de conchas e fragmentos vegetais, que podem atingir até 50 m de espessura na região de Santos.

Depois desse evento, o nível do mar sofreu progressivo rebaixamento até a posição atual, com uma flutuação verificada há 3.800 anos, quando o nível do mar passou por um mínimo relativo de 1,5 m a 2,0 m abaixo do nível atual (Massad, 1996), e outra em torno de 3.500 anos A.P., em que o nível relativo do mar esteve 3,5 m a 4,0 m acima do nível atual. Suguio (1999) identificou, ainda, outro pequeno rebaixamento situado no período de cerca de 2.800 anos A.P..

Nos períodos regressivos, teria ocorrido acreção de cordões litorâneos às ilhas-barreira, formando faixas de vários quilômetros.

Há uma correspondência bastante fiel entre as ocorrências dos sedimentos de mangues e pântanos da cartografia de Suguio & Martin (1978b) e aqueles denominados depósitos lacustres paludais das cartas geológicas Santos e São Paulo (CPRM, 1999). Porém, além de diferenças na cartografia da Formação Cananéia, os sedimentos flúvio-lagunares e de baías de Suguio & Martin (1978b) são classificados ora como depósitos aluvionares, ora como depósitos areno-siltico-argilosos indiferenciados, ora como depósitos arenosos marinhos nas cartas da CPRM (1999), numa aparente simplificação da classificação e do detalhe do mapeamento de Suguio & Martin (1978b), que leva em consideração critérios petrogenéticos, razão pela qual optou-se pelo mapa dos últimos como base para a representação dos sedimentos da planície costeira nos mapas do presente diagnóstico.

A seguir é apresentada a **Foto 9.3.4.2-7**, a qual exhibe aspectos gerais das unidades geológicas presentes na Planície Costeira na região da All.



Foto 9.3.4.2-7: Vista geral da Planície Costeira a partir da escarpa da Serra de Cubatão. Na Planície Costeira destacam-se os morros sustentados por rochas cristalinas pré-cambrianas - Complexo Costeiro e Suítes Graníticas Pós-tectônicas - em grande parte circundadas por depósitos quaternários que conformam os terrenos planos.

Depósitos pleistocênicos

– Formação Cananéia (Q1cn)

De acordo com Suguio & Martin (1978), a Formação Cananéia (Suguio & Petri, 1973) ocupa a região de São Vicente, limitada em grande parte pelos rios Piaçabuçu e Branco ao sul e ao norte, respectivamente. Cartografias mais recentes (CPRM, 1999 e 2006) restringem a região de ocorrência da unidade à porção a oeste do largo de São Vicente, desconsiderando sua ocorrência na porção insular do município.

A Formação Cananéia compreende areias marinhas litorâneas em parte retrabalhadas pelo vento. Comporta uma porção basal de sedimentos arenosos finos com níveis de minerais pesados e intercalações argilosas, com estratificações onduladas e cruzadas de baixo ângulo, intensa bioturbação e estruturas de sobrecarga; e sedimentos arenosos finos com estratificações plano-paralelas e níveis de gretas de contração no topo. A porção superior também possui tubos fósseis de *Collanona* que, juntamente com as gretas de dissecação, atestam a deposição litorânea dessas areias (Suguio & Martin, 1978a).

Estudos de microfauna efetuados por Suguio & Petri (1973) demonstraram o caráter transicional da Formação Cananéia, cuja deposição teria se dado em ambiente continental, na parte inferior, e em meio marinho na parte superior, caracterizando uma fase transgressiva. Segundo Suguio & Tessler (1985), a deposição da porção basal estaria associada a um ambiente transicional, praias superior, enquanto que a porção superior representaria deposição marinha em ambiente de antepaia.

Depósitos holocênicos

– Sedimentos flúvio-lagunares e de baías (Qlflg)

Suguio & Martin (1978b) individualizaram depósitos holocênicos marinhos e lagunares na planície de Santos. Esses sedimentos ocupam posição interior do continente, aproximando-se, inclusive, do sopé da Serra do Mar, como visto na região de Cubatão, nos largos do Caneú e da Pompeba. Podem, ainda, estar depositados atrás de morros e morrotes isolados pertencentes às unidades pré-cambrianas, e se estendem a partir da Baía de Santos até a região de Bertioga, sendo reconhecidos ao longo e nos arredores do Canal de Bertioga. Na Ilha de Santo Amaro, esses depósitos podem atingir 50 m de profundidade.

Compreendem areias e argilas ricas em matéria orgânica, com restos de conchas e fragmentos vegetais, depositadas em lagunas e baías isoladas pelas ilhas-barreira formadas durante a Transgressão Santos. Esses sedimentos são oriundos do retrabalhamento das areias pleistocênicas e da ação dos rios, na forma de deltas intralagunares.

A seguir é apresentada a **Foto 9.3.4.2-8**, com destaque para os sedimentos flúvio-lagunares e de baías identificados na Planície Costeira na região da All.



Foto 9.3.4.2-8: Vista geral da Planície Costeira instalada no vale do Rio Quilombo. Ao fundo, vertente sudeste da Serra do Morrão. No vale predominam os depósitos holocênicos, sendo representados na região por sedimentos flúvio-lagunares e de baías, instalados preferencialmente a montante da Rodovia Piaçaguera-Guarujá.

– Areias marinhas litorâneas (Qlam)

Os autores também mapearam, próximo à linha de costa atual, na região da Praia da Enseada (Guarujá), na cidade de Santos e cercanias e, ainda, a partir de Praia Grande por toda a costa em direção a Itanhaém, depósitos de areias marinhas litorâneas (holocênicas), localmente retrabalhadas pelo vento. Tais depósitos podem ser reconhecidos entre a parte externa dos depósitos arenosos da Formação Cananéia e o oceano.

A partir de fotografias aéreas, Suguio & Martin (1978) cartografaram estruturas de cordões de regressão mostrando alinhamento nítido de cordões litorâneos (*beach ridges*). Constituem uma faixa contínua entre o oceano e os depósitos arenosos pleistocênicos, sendo que o topo dessas areias marinhas situa-se entre 4,5 m e 4,7 m acima do nível de maré atual. A cidade de Santos está instalada sobre essas areias holocênicas que, por sua vez, repousam sobre sedimentos argilosos de origem lagunar.

A seguir é apresentada a **Foto 9.3.4.2-9**, que exhibe aspectos das areias marinhas litorâneas reconhecidas na Planície Costeira nos limites da All.



Foto 9.3.4.2-9: Região dos depósitos das areias marinhas litorâneas da Planície Costeira, antes identificados na Cidade de Santos. Vista geral a partir do Morro do Itararé. Ao fundo, Ponta da Praia (Santos), Canal do Estuário, e, à direita, morro isolado na Ilha de Santo Amaro (Guarujá).

– Sedimentos de mangue e de pântano (QIm)

Nas margens das lagunas, nos canais de maré e nos cursos inferiores dos rios que drenam a planície costeira desenvolvem-se importantes formações de mangues e pântanos atuais, arenosas e argilosas. Na All, ocupam porções a oeste do largo de São Vicente, junto aos rios Piaçabuçu, Mariana e Santana, além de grandes extensões nos arredores do Largo do Caneú, desde as proximidades de Cubatão, passando pela foz do Rio Mogi, até o entorno da foz do Rio Quilombo. Recobrem, ainda, os arredores da desembocadura dos rios Diana e Sandi e do Canal de Bertiooga, além de extensões consideráveis da margem esquerda do Rio Jurubatuba.

A seguir são apresentadas as **Fotos 9.3.4.2-10 e 9.3.4.2-11**, contendo aspectos da unidade litoestratigráfica Sedimentos de Mangue e de Pântano identificada na All, e que constitui parte dos depósitos quaternários presentes na Planície Costeira.



Foto 9.3.4.2-10: Vista geral do Canal do Estuário de Santos, obtida a partir do Monte Serrat. Ao fundo, escarpas da Serra do Mar. Em primeiro plano, Cidade de Santos instalada na margem direita do Canal, onde ocorrem depósitos holocênicos. Na região central - da esquerda para a direita, porção continental do Município de Santos - predominam os depósitos de mangue e de pântano, que ocupam parte da Ilha dos Bagres, às margens do Largo de Santa Rita/Foz do Rio Jurubatuba, circundam os morros isolados da Ilha de Barnabé e se estendem pela planície dos rios Diana e Sandi e pela margem direita do Canal de Bertiooga.



Foto 9.3.4.2-11: Vista da Planície Costeira a partir da Serra do Mar. Visada para leste-sudeste, sendo observados parte do Canal de Piaçaguera, o Largo do Caneú, a Ilha dos Bagres e o Canal do Estuário de Santos. Em primeiro plano, observa-se a ocupação da planície sobre os depósitos flúvio-lagunares. Na porção central da foto, vegetação preservada instalada sobre os depósitos de mangue e de pântano recortados por diversos canais de maré e pelos rios Cubatão, Maria Ribeiro, Cascalho e Casqueiro. Municípios de Cubatão, São Vicente e Santos.

– Sedimentos continentais quaternários (Qdc)

Sedimentos continentais ocorrem na forma de corpos de tálus e coluviões próximos ao sopé da Serra do Mar por toda a região, tendo sido reportados por Suguio & Martin (1978b).

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

Suguio & Martin (1978a, b) identificaram diversos desses corpos de tálus em regiões de transição entre a base da Serra do Mar e a planície costeira, caracterizando-os como de composição heterogênea e constituídos por fragmentos rochosos angulosos a semi-arredondados, desde centimétricos até métricos, imersos em uma matriz areno-siltico-argilosa.

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

A seguir são apresentadas as **Fotos 9.3.4.2-12 e 9.3.4.2-13**, contendo aspectos da unidade Sedimentos Continentais Quaternários - corpos de tálus e coluviões - reconhecida na All, e que constitui parte dos depósitos quaternários presentes na Serra do Mar e nos morros isolados da Planície Costeira.



Foto 9.3.4.2-12: Vista da Serra de Cubatão a partir dos arredores da Usiminas (antiga Cosipa), na margem direita do vale do Rio Mogi. Visada para norte-noroeste. Região da Serra do Mar onde são identificados diversas manchas irregulares de depósitos de tálus e de coluviões que recobrem parcialmente as rochas metamórficas do Complexo Embú. De modo geral, esses ocupam as porções intermediária e inferior da Serra. Município de Cubatão.



Foto 9.3.4.2-13: Vista da vertente norte da Serra do Quilombo, obtida a partir da ponte sobre o Rio Quilombo. Nesta encosta da Serra são identificadas algumas manchas irregulares de depósitos de tálus e de coluviões que recobrem parcialmente as rochas metamórficas do Complexo Costeiro. Porção continental do Município de Santos.

Aluviões recentes e atuais

Os aluviões recentes e atuais são reconhecidos na faixa de estudo conformando depósitos nas várzeas dos diversos rios que recortam os terrenos avaliados. Na região do planalto, são identificados ao longo da bacia de drenagem de alguns tributários do Rio Cubatão, como os rios Cubatão de Cima e Pilões, bem como do alto curso do Rio Perequê.

A Serra do Mar abriga as nascentes de diversos rios que desembocam na Planície Costeira, como o Cubatão, o Perequê, o Mogi, o Quilombo, o da Onça e o Jurubatuba. Os depósitos mais expressivos de aluviões identificados na Baixada Santista ocupam o alto e/ou médio curso desses rios.

Os aluviões identificados nas várzeas dessas drenagens incluem areias inconsolidadas de granulação variável, argilas e cascalheiras fluviais subordinadamente, em depósitos de calha e/ou terraços. Podem ser reconhecidos como depósitos associados aos terraços aluviais mais antigos, observados em cotas relativamente mais elevadas, enquanto que os depósitos aluviais recentes se relacionam ao assoreamento dos canais atuais e às planícies fluviais, a partir do transbordamento dos canais nos períodos mais chuvosos.

No vale do Rio Cubatão, especificamente, Suguio (1969) descreveu os aluviões como sedimentos grossos com seixos centimétricos a matacões de até 2 m de diâmetro entremeados por areias grossas.

A seguir são apresentadas as **Fotos 9.3.4.2-14 e 9.3.4.2-15**, contendo aspectos da unidade Aluviões Recentes e Atuais reconhecida na All, e que constitui parte dos depósitos quaternários identificados na transição dos terrenos inferiores da Serra do Mar para a Planície Costeira.



Foto 9.3.4.2-14: Vista do vale do Rio Cubatão imediatamente a montante do Rodovia dos Imigrantes - Visada para sudoeste. O vale ocorre encaixado entre as encostas da Serra do Mar afetada pela Zona de Cisalhamento de Cubatão. No fundo do vale e as áreas planas marginais são reconhecidos depósitos aluviais. Município de Cubatão.



Foto 9.3.4.2-15: Vale do Rio Mogi na região da Raiz da Serra, obtida a partir da Estrada de Ferro Cremalheira Paranapiacaba-Cubatão (Antiga Fepasa eletrificada). Visada para nordeste. Terrenos planos de várzea onde ocorrem depósitos aluviais quaternários da unidade Aluviões Recentes e Atuais. Município de Cubatão.

9.3.4.3 DINÂMICA DE SEDIMENTAÇÃO ATUAL NO ESTUÁRIO DE SANTOS

As características geomorfológicas na região de Santos configuram um sistema estuarino bem abrigado da ação de ondas, protegido pelas ilhas de São Vicente e Santo Amaro, formando um verdadeiro golfo, que favorece a sedimentação de partículas finas (Lamparelli, 1998). O estuário santista tem a marcante peculiaridade de ter siltes como sedimentos mais comuns, com gradações até depósitos arenosos constituídos por areia muito fina, configurando um ambiente de sedimentação caracterizado por baixa energia e baixa taxa de floculação (Fúlfaro & Ponçano, 1976).

O modelo teórico de circulação e sedimentação no Estuário de Santos atualmente aceito foi estabelecido por Fúlfaro & Ponçano (1976) a partir de levantamentos sedimentológicos que visavam a determinação da faciologia do fundo, bem como das principais tendências de movimentação destes sedimentos ao longo do estuário.

O modelo preconiza como processo básico de circulação estuarina a mistura de água doce vinda do continente com água salgada oceânica, num ambiente parcialmente restrito, controlado pelas marés e correntes fluviais residuais, com efeitos de ondas e diferenças de densidades entre as águas.

Segundo os autores, a ação das correntes de maré suplanta a ação fluvial no Estuário de Santos, com quase todos os canais e meios de circulação apresentando características marinhas e uma baixa taxa de sedimentação fluvial, em especial por transporte de fundo.

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

Segundo Fúlfaro & Ponçano (1976), no alto estuário santista as águas dos rios provenientes da Serra do Mar adentram o estuário em regime de fluxo unidirecional, que se propaga em direção à Baía de Santos.

A faixa de mangue que circunda o estuário detém grande parte da carga transportada por tração junto ao fundo (sedimentos arenosos) através da função de filtro exercida por sua vegetação, liberando para os canais e largos do médio estuário apenas a carga em suspensão, de natureza síltico-argilosa.

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.

Na área do médio estuário predomina a influência de correntes de maré oriundas da ação marinha a partir da Baía de Santos. Nessa área verifica-se um contato vertical entre o fluxo unidirecional fluvial e o fluxo marinho, que corresponde a uma zona de quebra de energia de transporte sedimentar no sistema (Yassuda, 1991).

As regiões de “cotovelos” dos canais de maré, especificamente as proximidades da Ilha dos Bagres e a extremidade norte do Canal do Porto, são zonas preferenciais para a atuação de correntes bi-direcionais de vaivém das águas relacionadas às marés, que colocam a argila em suspensão e terminam por removê-la, ocasionando concentração de areia. Esse seria o mecanismo de formação de grande parte das áreas de baixios.

A influência de correntes de maré é de pouca penetração em direção à desembocadura do Rio Sandi, onde existem antigas barras mais arenosas que dificultam o transporte de fundo no sentido Bertioga - Canal do Porto, permitindo a construção de baixios (Fúlfaro & Ponçano, 1976).

O baixio que avança na área ao sul da foz do Rio Diana/Sandi e do Ramal Conceiçãozinha parece refletir a aceleração do assoreamento causado pelo aterramento parcial do Canal de Bertioga para construção da ponte ferroviária.

A região da Ilha dos Bagres, particularmente, caracteriza-se pela presença de um substrato sedimentar arenoso cimentado por carbonato de cálcio, com alto conteúdo em fósseis marinhos, típico 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.

O Canal de Bertioiga caracteriza-se pela concentração de finos no tombo formado pelo Largo do Candinho; nas suas embocaduras leste e oeste ocorre areia fina. Na maior parte da sua extensão observa-se lavagem de sedimentos de fundo causada por correntes de maré. Mesmo os rios provenientes da serra não apresentam grande contribuição sedimentar, o que também se observa no médio Estuário de Santos, região do Largo de Santa Rita, que parece ser um local de deposição e não uma área fonte de sedimentos. Tais mecanismos sugerem uma baixa contribuição do Canal de Bertioiga no padrão geral de sedimentação do Estuário de Santos.

Ainda segundo Fúlfaro & Ponçano (1976), este quadro configura um processo geral de sedimentação em ambiente de baixa energia, com predomínio de sedimentação siltico-argilosa. No que se refere a processos atuais de sedimentação, o estuário santista é uma região de equilíbrio instável, onde apenas localmente ocorrem processos mais intensos de sedimentação, destacando-se as extremidades sul dos canais de São Vicente e do Porto, junto à desembocadura da baía, o Largo do Caneú e as proximidades da confluência do Canal de Bertioiga.

Estudos de sedimentação recentes no alto estuário indicaram valores de taxa de sedimentação da ordem de 5,6 mm/ano a sudoeste da Ilha Barnabé e de 1,7 mm/ano para o Largo de Santa Rita (Tessler *et al.*, 2006).

O sistema estuarino santista, mesmo que em aparente equilíbrio, reflete, no tempo geológico, um inexorável processo de assoreamento. Áreas identificadas como baixios algumas décadas atrás - como a porção norte/nordeste da Ilha dos Bagres - atualmente encontram-se cobertas por manguezais e mostram, claramente, a expansão dos depósitos de planície de maré, hoje praticamente ligada ao continente.

Contudo, é importante assinalar que a ocorrência de processos erosivos nas encostas do planalto e escarpas da Serra do Mar tem intensificado o fornecimento de sedimentos para a planície costeira provocando, nos últimos 40 anos, significativo assoreamento nas proximidades da Ilha dos Bagres, praticamente interligada à planície. A tendência a uma sedimentação mais acentuada nessa porção do Largo do Caneú já havia sido apontada por Fúlfaro & Ponçano (1976).

Fulfaro & Ponçano (1976) ressaltam, ainda, que sejam respeitadas ao máximo as condições atuais do estuário santista quando da elaboração de projetos de expansão ou implantação de obras de engenharia nessa área, pois a ruptura do equilíbrio sedimentológico poderá ser responsável por índices de manutenção muito acima dos previstos.

Segundo Fúlfaro & Ponçano (1976), a eventual erradicação dos manguezais poderá ter efeitos deletérios, favorecendo o acesso de sedimentos aí retidos a outras áreas do estuário, devido à eliminação do filtro natural existente, pela destruição da vegetação e a degradação das argilas.

A seguir são apresentadas as **Fotos 9.3.4.3-1 e 9.3.4.3-2**, contendo aspectos referentes aos depósitos de baixios reconhecidos na AII - mais especificamente, na AID/ADA - e que associam-se à dinâmica de sedimentação atual do Estuário de Santos.



Foto 9.3.4.3-1: Fotos aéreas recentes. Da esquerda para a direita, região do Canal de Piaçaguera, Largo do Caneú, Ilha dos Bagres, Largo de Santa Rita/Foz do Rio Jurubatuba, e extremidade da Ilha de Barnabé. Deposição de sedimentos finos recentes na região dos largos do Caneú e de Santa Rita, propiciando o assoreamento deste locais e permitindo a integração de porções de terras isoladas com o continente. Porção continental do Município de Santos.



Foto 9.3.4.3-2: Foz do Rio Jurubatuba no Largo de Santa Rita. À direita, ao fundo, encosta do Morro das Neves. Visada para sudeste, obtida a partir do Ramal Ferroviário Conceiçãozinha. Na porção central da foto ocorrem os depósitos atuais de baixios conformando bancos de sedimentos finos emersos no período de maré baixa, e onde progressivamente se instala a vegetação de mangue, propiciando a retenção ainda maior de sedimentos e o desenvolvimento futuro da Planície de Maré. Município de Santos.

9.3.4.4 CONSIDERAÇÕES SOBRE A GEOLOGIA NA AII

As rochas dos domínios Costeiro e Embu - rochas metamórficas dos complexos Costeiro e Embu e suas respectivas rochas ígneas intrusivas associadas - ocorrem nos terrenos do Planalto e, principalmente, conformam os relevos da Serra do Mar e dos morros litorâneos, sendo reconhecidas - de noroeste para sudeste da AII - nas serras de Cubatão, de Paranapiacaba, do Morrão, do Quilombo e de Santo Amaro, e nos diversos morros e morrotes isolados identificados na Planície Litorânea.

Seus terrenos topograficamente realçados associados às declividades consideráveis, com amplos sistemas de drenagem em vales profundos e encaixados, representam extensa área de ocorrência onde são reconhecidos processos atuantes de erosão e de movimento de massa, representando as principais áreas fonte dos materiais transportados que serão depositados a jusante, sendo os primeiros depósitos reconhecidos nas planícies aluviais identificadas no médio curso dos rios Cubatão, Pequerê, Mogi, Quilombo e Jurubatuba e, de forma menos intensa, junto às cabeceiras e/ou na raiz da serra dos rios Branco (ou Boturoca), Santana, da Onça, Diana, Sandi, Cabuçu e Jaguaréguava, esses dois últimos já em áreas sob influência do Canal de Bertiooga.

Frequentemente, nas porções inferiores das escarpas das serras e das encostas dos morros e morrotes isolados podem ser identificados depósitos de tálus, coluviões e cones de dejeção que, de uma forma menos intensa - e nos períodos de grande pluviosidade - podem instabilizar-se, movimentar-se encosta abaixo e atingir as drenagens, constituindo novos materiais que serão retrabalhados e transportados pelos rios, sendo depositados para jusante.

Os sedimentos mais finos transportados desde o planalto - como aqueles provenientes das sub-bacias dos rios Pilões e Pequerê, por exemplo - e, principalmente, a partir das escarpas da Serra do Mar e da Serra de Santo Amaro que delinea a Serra de Santo Amaro na porção sudeste da All, atingem os terrenos baixos e quase planos da Baixada Litorânea (Planície Costeira).

Os sedimentos mais finos transportados ao longo do tempo através dos rios encaixados na serra sofreram influência - com maior ou menor grau de exposição - de correntes marítimas que adentram os canais de São Vicente, de Piaçaguera e de Bertioga, e ao longo do Estuário de Santos sendo retrabalhados e ocorrendo misturados aos sedimentos marinhos, propiciando a deposição de pacotes intensamente retrabalhados por correntes de maré que suplanta a ação fluvial no Estuário de Santos com quase todos os canais e meios de circulação apresentando características marinhas e uma baixa taxa de sedimentação fluvial, em especial por transporte de fundo. Tal situação ocorre desde períodos pretéritos identificados nos depósitos pleistocênicos, até os mais recentes e atuais, caracterizados como holocênicos.

Dentre os depósitos marinhos e mistos holocênicos reconhecidos no Estuário de Santos e arredores imediatos, predominam os sedimentos flúvio-lagunares e de baías, e os sedimentos de mangue e de pântano, além de depósitos de areias marinhas litorâneas, e aqueles pleistocênicos associados à Formação Cananéia na região de São Vicente.

Com relação aos sedimentos de mangue e pântano, a vegetação do mangue retém e favorece 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.

Nos largos do Caneú e de Santa Rita, no entorno da Ilha dos Bagres, o vaivém das águas relacionadas às marés colocam a argila em suspensão e terminam por removê-la, ocasionando concentração de areia. Esse seria o mecanismo de formação de grande parte das áreas de baixios.

9.3.4.5 CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE INFLUÊNCIA DIRETA (AID) E ÁREA DIRETAMENTE AFETADA (ADA)

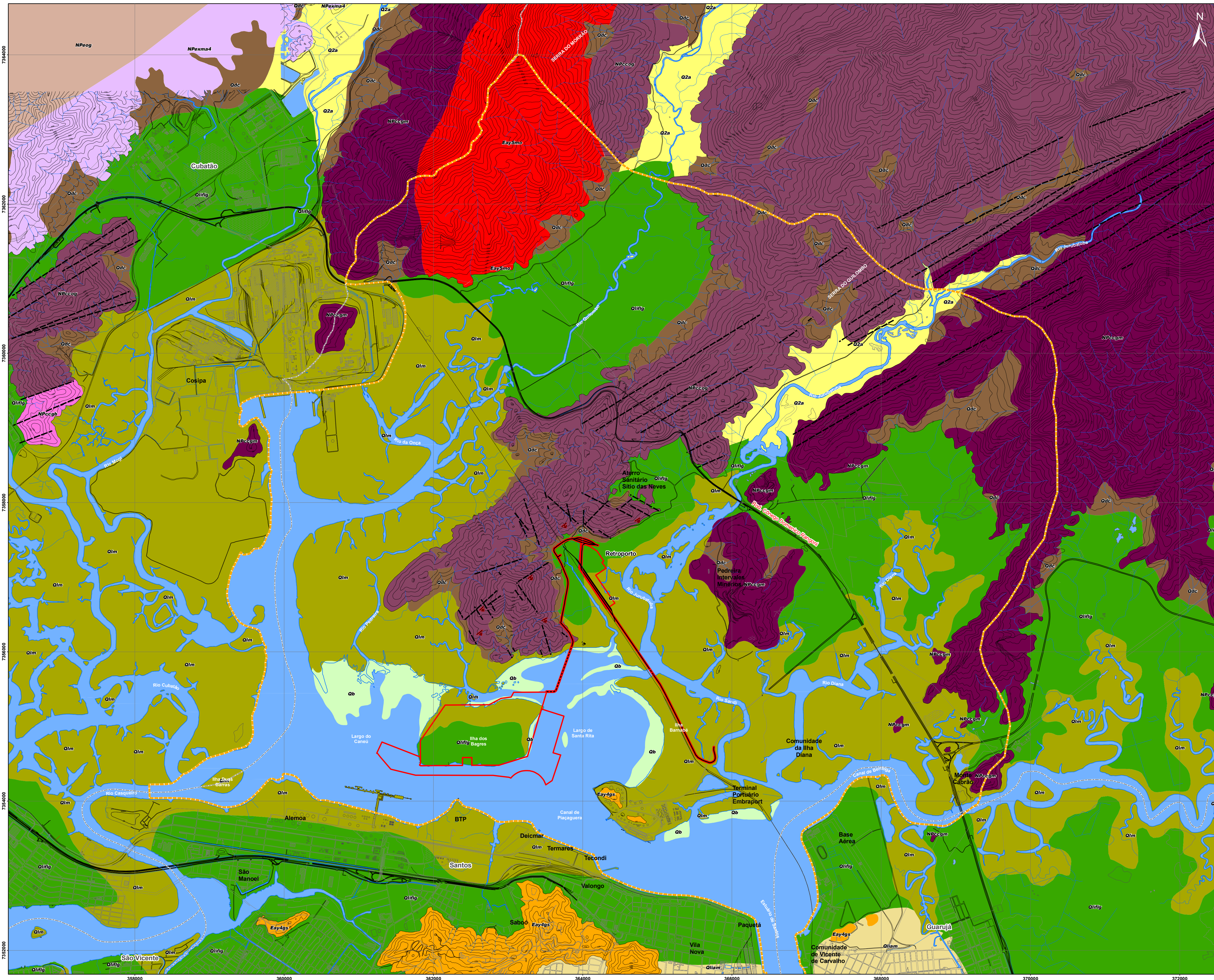
9.3.4.5.1 Introdução

Conforme apresentado anteriormente, a AID do empreendimento ficou restrita à região do Estuário de Santos desde a Usiminas (excluída) até seu desemboque na Baía de Santos, incluída toda a extensão da sua margem esquerda e imediações desde o divisor de águas da Serra do Morrão até o Canal de Bertioga, a sul do qual compreende unicamente o Canal do Porto.

A AID avança a partir do estuário no sentido nordeste pela planície costeira até o limite de ocorrência dos sedimentos flúvio-lagunares e de baías, à exceção da região da calha do Rio Jurubatuba, onde também é incluída a área de ocorrência dos sedimentos aluviais. A AID também incorpora a parte da Serra do Mar que ocupa os interflúvios, desde parte da vertente sudeste da Serra do Morrão até as imediações da extremidade sudoeste do Morro Cabeça-de-Negro, passando pela Serra do Quilombo.

Assim configurada, a AID do empreendimento inclui parcial ou totalmente o curso dos rios da Onça, Quilombo, Pedreira, Jurubatuba, Diana, Sandi e o Canal de Bertioga até o divisor de águas do Morro do Cabrão, estando integralmente inserida na UGRHI 7 - Baixada Santista. Abrange parcialmente o território do Município de Santos.

Do ponto de vista geológico, a AID abrange o embasamento cristalino pré-cambriano, constituído por rochas metamórficas de médio a alto grau metamórfico e rochas ígneas intrusivas associadas do Domínio Costeiro, bem como coberturas sedimentares cenozóicas, representadas pelos sedimentos da planície costeira e por depósitos aluviais. O **Desenho 9.3.4.5-1**, a seguir apresenta o mapeamento geológico da AID do empreendimento.



- UNIDADES LITOESTRATIGRÁFICAS**
- CENOZÓICO**
- NEÓGENO**
- HOLOCENO**
- COBERTURAS SEDIMENTARES**
- Q2a Depósitos aluvionares
 - Qdc Corpos de lâas e colúvies (fragmentos rochosos imersos em matríz areno-silto-argilosa) e cones de dejetão
- Holoceno Marinho e Lagunar**
- Qb Sedimentos de baixios (areias finas, siltes e argilas)
 - Qm Sedimentos de mangue e de pântano (areias e argilas)
 - Qm Sedimentos flúvio-lagunares e de baixos (areias e argilas)
 - Qiam Areias marinhas litorâneas frequentemente retrabalhadas em superfície pelo vento
- PALEOZÓICO**
- CAMBRIANO**
- DOMÍNIO COSTEIRO**
- Rochas ígneas**
- Eay5mo Granito Morrão (Cay5mo). Anfíblio-biotita granito a granodiorito róseo, com granada, equigranular
 - Cay4gs Granito Guarujá-Santos (Cay4gs). Biotita granito cinza-rosado, porfírico
- NEOPROTEROZÓICO**
- DOMÍNIO COSTEIRO**
- Complexo Costeiro**
- NPccog Migmatitos com estruturas diversas, notadamente nebulítica, schlieren e estromática
 - NPccgm (Hombrelnda)-biotita migmatito elou granito-gnaise porfiróclástico
 - NPccgb Biotita gnaisses gradando para migmatitos estromáticos
- DOMÍNIO EMBU**
- Complexo Embu (Mesoproterozóico)**
- NPexma4 Biotita-quartzo-muscovita rósea e granada-biotita rósea, com ou sem sillimanita, com diferentes estágios de migmatização e intercalações de quartzo-micasistos e quartzitos localmente milonitizados
 - NPccog Hombrelnda elou biotita gnaisses bandados e facóidais de composição predominantemente granítica a granodiorítica, localmente monzonítica, migmatizados
- Foliação gnáissica regional NE / = 70° para SE
- Estruturas ortogonais a foliação regional (fraturas abertas)
- Área de Influência Direta (AID)
- Área Diretamente Afetada (ADA)
- Trecho em Rodovia (ADA)
- Trecho em Ponte (ADA)
- Limite Municipal

0 0,5 1 1,5 2 km

UTM SAD-69; FUSO 23 SUL

FONTE:
BASE CARTOGRÁFICA 1:10.000 - AGEM 2003

9.3.4.5.2 Unidades Litoestratigráficas

Domínio Costeiro

O Domínio Costeiro compreende os terrenos do embasamento cristalino que afloram entre a Zona de Cisalhamento de Cubatão e o litoral, e corresponde às litologias integrantes do Complexo Costeiro, bem como as rochas ígneas nele intrusivas. Na AID, abrange todos os terrenos do embasamento cristalino pré-cambriano, que sustentam tanto a Serra do Mar quanto os morros e morrotes isolados na Planície Costeira.

COMPLEXO COSTEIRO

A área de exposição das rochas pertencentes ao Complexo Costeiro na AID inclui parte das serras do Morrão e do Quilombo e do Morro Cabeça-de-Negro, além dos morros Guarapá, da Diana, do Gabriel e do Cabrão, onde está representado pelas unidades ortognáissica (**NPccog**) e granito gnáissica migmatítica (**NPccgm**).

A unidade ortognáissica (**NPccog**) ocorre unicamente na Serra do Quilombo, que compreende, na sua extremidade sudoeste, o Morro das Neves. Compreende predominantemente ortognaisses migmatíticos com estruturas diversas, principalmente nebulítica, schlieren e estromática.

A unidade granito-gnáissica migmatítica (**NPccgm**) faz contato geológico com a primeira por meio da Zona de Cisalhamento Freires - São Lourenço, ao longo da qual corre encaixado o Rio Jurubatuba. Na AID, se estende para sudeste a partir do Rio Jurubatuba até o divisor de águas dos morros do Cabrão e do Gabriel, que culmina no ápice do Morro da Diana. Compreende, predominantemente, hornblenda-biotita gnaisses granitóides porfiróides (Janasi & Ulbrich, 1992).

A seguir são apresentadas as **Fotos 9.3.4.5-1 a 9.3.4.5-6** referentes às rochas gnáissicas e migmatíticas do Complexo Costeiro identificadas na AID.



Foto 9.3.4.5-1: Vista do Morro do Cabrão, morro isolado instalado na margem direita do Canal de Bertiooga, imediatamente a montante do cruzamento com a Rodovia Cônego Domênico Rangoni. Visada para norte-nordeste. O morro e a continuidade da Serra do Mar na região são sustentados pela unidade granito-gnáissica migmatítica (**NPccgm**) do Complexo Costeiro. Porção continental do Município de Santos.



Foto 9.3.4.5-2: Vista do Morro do Gurapá, identificado na margem esquerda do Rio Jurubatuba, a montante do Ramal Ferroviário Conceiçãozinha. Visada para noroeste. No morro, com a Intervals Minérios em atividade, ocorre a unidade granito-gnáissica migmatítica (NPccgm) do Complexo Costeiro. Porção continental do Município de Santos.



Foto 9.3.4.5-3: Serra do Quilombo e sua extremidade - à esquerda - representada pelo Morro das Neves. Visada para norte-noroeste, a partir da ponte do Ramal Ferroviário Conceiçãozinha sobre o Rio Jurubatuba. Na Serra do Quilombo e no Morro das Neves ocorre a unidade ortognáissica (NPccog) representada por rochas gnáissicas migmatizadas e orientados segundo a Zona de Cisalhamento Freires - São Lourenço. Porção continental do Município de Santos.



Foto 9.3.4.5-4: Encosta norte da Serra do Quilombo, onde ocorrem exposições da unidade ortognáissica (NPccog) constituída por ortognaisses migmatíticos. Porção continental do Município de Santos.



Foto 9.3.4.5-5: Exposição de gnaiss migmatítico da unidade ortognáissica (NPccog). Antiga frente de lavra de pedreira desativada instalada na vertente norte da Serra do Quilombo, próximo ao túnel da Rodovia Cônego Domênico Rangoni. Porção continental do Município de Santos.



Foto 9.3.4.5-6: Exposição da unidade ortognáissica (NPccog). Corte recente efetuado no início da estrada de acesso ao Sítio Santa Rita, em área do Aterro Terrestre Ambiental. O gnaiss apresenta-se fortemente orientado com foliação gnáissica regional NE-SW e mergulho ao redor de 70° SE, indicando estruturação segundo a Zona de Cisalhamento Freires - São Lourenço. Também ocorrem fraturas ortogonais associadas. Porção continental do Município de Santos.

ROCHAS ÍGNEAS

As rochas granitóides inseridas do Domínio Costeiro da AID do futuro empreendimento são representadas por maciços pouco foliados pós-cinemáticos ou pós a tardicinemáticos. Ocorrem sustentando a vertente sudeste da Serra do Morrão, onde estão representados por um anfibólio-biotita granito a granodiorito róseo, com granada, equigranular, denominado Morrão (**€ay4Smo**).

Na extremidade sul da Ilha Barnabé são identificados biotita granitos cinza-rosados, foliados, porfiríticos, de granulação média-grossa e com frequentes enclaves quartzo dioríticos da fácies Guarujá-Santos (**€ay4gs**).

A seguir são apresentadas as **Fotos 9.3.4.5-7 e 9.3.4.5-8** referentes às rochas granitóides do Domínio Costeiro identificadas na AID.



Foto 9.3.4.5-7: Vista da extremidade sul-sudeste da Serra do Morrão, a partir da Rodovia Cônego Domênico Rangoni. Visada para norte. Na porção intermediária da encosta, observa-se pedreira desativada. Exposição do afloramento rochoso constituído por granito a granodiorito róseo equigranular, denominado Maciço Granitóide Morrão (Çay4Smo).



Foto 9.3.4.5-8: Vista dos morros isolados que constituem parte da Ilha Barnabé, instalada na margem esquerda do Canal do Estuário de Santos. Visada para nordeste. Os morros são conformados sobre biotita granitos da fácies Guarujá-Santos (Çay4gs) pertencente à unidade da Rochas Ígneas do Domínio Costeiro. Porção continental do Município de Santos.

Zonas de Cisalhamento

Na AID do futuro empreendimento é identificada unicamente a Zona de Cisalhamento Freires - São Lourenço, ou Jurubatuba, de orientação NE, ao longo da qual corre encaixado o Rio Jurubatuba. Essa zona de cisalhamento separa as unidades ortognáissica (NPccog) e granito-gnáissica migmatítica (NPccgm) do Complexo Costeiro.

A seguir é apresentada a Foto 9.3.4.5-9 referente às rochas metamórficas do Complexo Costeiro (Domínio Costeiro) identificadas na AID e afetadas pela Zona de Cisalhamento Freires - São Lourenço.



Foto 9.3.4.5-9: Exposição da unidade ortognáissica (NPccog) em corte do maciço rochoso na Rodovia Piaçaguera-Guarujá, no topo da Serra do Quilombo. Foliação gnáissica com mergulho para sudeste (para o lado direito da foto). Porções milonitizadas com desenvolvimento foliação de transposição S_m paralela à foliação gnáissica indica que a unidade é afetada pela Zona de Cisalhamento Freires-São Lourenço. Porção continental do Município de Santos.

Coberturas Sedimentares Cenozóicas

PLANÍCIE COSTEIRA

A porção da planície costeira de Santos abrangida pela AID do futuro empreendimento está representada por depósitos holocênicos formados durante a Transgressão Santos, 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.

Depósitos holocênicos

– Sedimentos flúvio-lagunares e de baías (Qlflg)

Compreendem depósitos holocênicos marinhos e lagunares de areias e argilas ricas em matéria orgânica, com restos de conchas e fragmentos vegetais, depositadas em lagunas e baías isoladas pelas ilhas-barreira formadas durante a Transgressão Santos.

Na AID, ocorrem na foz do Rio Quilombo, na sua porção a jusante da Rodovia Cônego Domênico Rangoni; na metade sul da Ilha dos Bagres; e no sopé da vertente sudeste da Serra do Quilombo desde o Morro das Neves até a Rodovia Cônego Domênico Rangoni, se estendendo para sudeste ao longo do sopé do morros Cabeça-de-Negro, da Diana e do Gabriel.

A seguir são apresentadas as **Fotos 9.3.4.5-10 e 9.3.4.5-11** referentes sedimentos flúvio-lagunares e de baías identificados na Planície Costeira nos terrenos da AID e ADA.



Foto 9.3.4.5-10: Vista do vale do Rio Quilombo, obtida a partir da Rodovia Cônego Domênico Rangoni/Serra do Quilombo. Nesta porção do vale ocorrem os sedimentos flúvio-lagunares e de baías associados aos depósitos holocênicos da Transgressão Santos. Visada para nordeste. Porção continental do Município de Santos.



Foto 9.3.4.5-11: Vista da Planície Costeira na região dos vales dos rios Jurubatuba (em primeiro plano e à direita) e Diana (ao fundo, à esquerda), na região de transição dos sedimentos flúvio-lagunares e de baías - associados à Transgressão Santos - instalados nos terrenos planos mais altos para os sedimentos de mangue e pântano presentes junto aos cursos d'água em cotas mais baixas. Visada para sudeste.

– Sedimentos de mangue e de pântano (Qlm)

Nas margens das lagunas, nos canais de maré e nos cursos inferiores dos rios que drenam a planície costeira desenvolvem-se importantes formações de mangues e pântanos atuais, arenosas e argilosas. No âmbito da AID, ocupam toda a extensão da margem esquerda do Estuário de Santos, abrangendo o curso inferior dos rios Quilombo, da Onça, Jurubatuba e Diana, além de todo o curso dos rios Pedreira e Sandi e do Canal de Bertioga. A maior parte da Ilha Barnabé, bem como a metade norte da Ilha dos Bagres, são conformados por este tipo de sedimento.

A seguir são apresentadas as **Fotos 9.3.4.5-12 a 9.3.4.5-16** referentes sedimentos de mangue e pântano identificados na Planície Costeira nos terrenos da AID e ADA.



Foto 9.3.4.5-12: Vista da foz do Rio Jurubatuba, obtida a partir da ponte do Ramal Ferroviário Conceiçãozinha. Visada para norte. Nesta região, mais próximos às margens do rio, ocorrem os sedimentos de mangue e pântano de baías identificadas na Planície Costeira. Porção continental do Município de Santos.



Foto 9.3.4.5-13: Vista dos terrenos drenados pelo Rio Quilombo, imediatamente a jusante da Rodovia Cônego Domênico Rangoni. Visada para sudoeste. Região onde ocorrem os sedimentos de mangue e pântano depositados junto aos cursos d'água em terrenos planos e em cotas mais baixas. Porção continental do Município de Santos.



Foto 9.3.4.5-14: Vista da margem direita do Rio Jurubatuba, próximo ao Morro do Guarapá. Nesta região - próxima à ADA - são reconhecidos os sedimentos de mangue e pântano atuais depositados junto às margens dos cursos d'água da Planície Costeira, em cotas mais baixas e sob influência das correntes de maré. Visada para leste-sudeste. Porção continental do Município de Santos.



Foto 9.3.4.5-15: Detalhe da exposição dos sedimentos atuais de mangue e pântano depositados junto às margens dos cursos d'água da Planície Costeira. As raízes da vegetação de mangue propiciam a retenção de sedimentos finos, permitindo a ampliação de áreas emersas e conformando amplos terrenos planos. Visada para leste.



Foto 9.3.4.5-16: Exposição dos sedimentos atuais de mangue e pântano (e de baixios) depositados na atual margem sul da Ilha dos Bagres, e anteriormente considerados como depósitos flúvio-lagunares. Cartografia do ano de 1532 da Baixada Santista indica a ausência da ilha, sendo a mesma reconhecida apenas em desenhos cartográficos de 1904 (Calixto, in Massad 2009). Visada para leste-nordeste.

– Sedimentos continentais quaternários (Qdc)

Sedimentos continentais ocorrem na forma de talus e coluviões próximos ao sopé da Serra do Mar por toda a região, tendo sido reportados por Suguio e Martin (1978b).

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

Suguio e Martin (1978a, b) identificaram diversos desses corpos de talus em regiões de transição entre a base da Serra do Mar e a Planície Costeira, caracterizando-os como de composição heterogênea e constituídos por fragmentos rochosos angulosos a semi-arredondados, desde centimétricos até métricos, imersos em uma matriz areno-siltico-argilosa.

Na AID, são comuns no vale do Rio Quilombo e disseminados pela própria serra homônima. Nos morros Cabeça-de-Negro e da Diana, depósitos expressivos de talus ocupam a região das cabeceiras da bacia de drenagem do Rio Sandi. As vertentes sul do Morro das Neves e norte do Morro Guarapá também hospedam esse tipo de depósito.

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

A seguir são apresentadas as Fotos 9.3.4.5-17 e 9.3.4.5-18 referentes aos sedimentos continentais quaternários - corpos de tálus e coluviões - reconhecidos nas encostas de morros isolados e nas serras do Quilombo e do Morrão, nos terrenos da AID e ADA.



Foto 9.3.4.5-17: Detalhe de corpo de tálus identificado na base da encosta sul da Serra do Quilombo, na localidade denominada “Sítio do Neco”. Presença de blocos de rocha gnáissica de dimensões centimétrica a métrica, com formas em geral angulosas e retangulares derivadas da presença de estruturas geológicas regionais - foliação gnáissica e/ou foliação milonítica, e juntas/fraturas e falhas secundárias ortogonais. Os corpos de tálus também são frequentes na encosta sul da Serra do Quilombo.



Foto 9.3.4.5-18: Detalhe de escorregamento recente registrado na estrada de acesso ao Sítio Santa Rita, implantada na encosta sul da Serra do Quilombo. Nota-se o tombamento de árvores e o deslocamento de blocos de rocha e de volume considerável de solo, reflexo da movimentação atual mais intensa com escorregamentos associados de alguns dos corpos de tálus identificados na Serra do Quilombo. Visada para oeste-sudoeste.

Aluviões recentes e atuais

Os aluviões recentes e atuais são reconhecidos na faixa de estudo conformando depósitos nas várzeas dos diversos rios que recortam os terrenos avaliados. Incluem areias inconsolidadas de granulação variável, argilas e cascalheiras fluviais subordinadamente, em depósitos de calha e/ou terraços. Podem ser reconhecidos como depósitos associados aos terraços aluviais mais antigos, observados em cotas relativamente mais elevadas, enquanto que os depósitos aluviais recentes se relacionam ao assoreamento dos canais atuais e às planícies fluviais, a partir do transbordamento dos canais nos períodos mais chuvosos.

Na AID, limitam-se à porção da calha do Rio Jurubatuba situada a montante da Rodovia Cônego Domênico Rangoni, podem ocorrer de forma subordinada e associados aos afluentes do Rio Quilombo mais próximos às encostas das serras do Morrão e do Quilombo, ou ainda, de forma bastante restrita na ADA junto ao Ribeirão da Neves próximo à encosta do Morro das Neves.

A seguir são apresentadas as **Fotos 9.3.4.5-19 e 9.3.4.5-20** referentes aos aluviões recentes e atuais identificados nos terrenos da AID e ADA.



Foto 9.3.4.5-19: Detalhe de drenagem secundária com várzea associada conformando depósitos argilo-arenosos da unidade Aluviões Recentes e Atuais. O afluente - da margem direita do Rio Quilombo - encontra-se instalado próximo à encosta da Serra do Morrão, nas redondezas da extremidade montante da AID.



Foto 9.3.4.5-20: Detalhe de um afluente da margem direita do Rio Jurubatuba, na porção montante da AID. O talvegue é relativamente encaixado com curso d'água encachoeirado, e ocorrem blocos de rocha, cascalho e areia grossa. Tais sedimentos mais grossos em geral são retidos nos afluentes ou nos cursos médio e superior do Rio Jurubatuba. Nas porções inferiores da planície fluvial - instalada a nordeste da Rodovia Cônego Domênico Rangoni - em geral são reconhecidos depósitos arenosos mais finos da unidade Aluviões Recentes e Atuais.

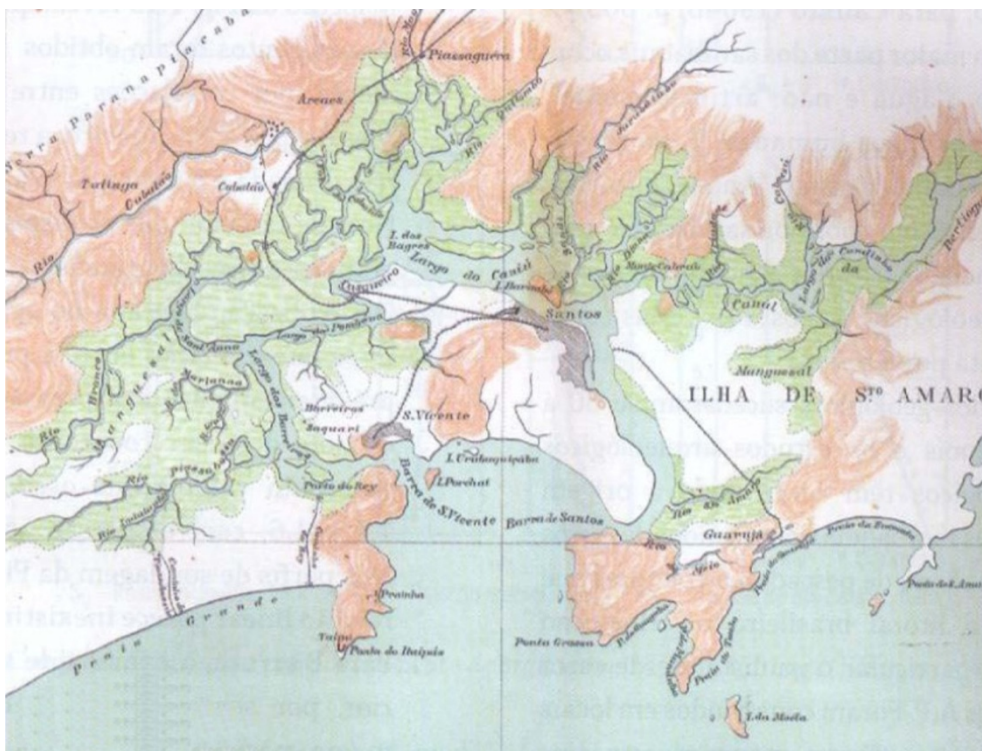
9.3.4.5.3 Avaliação Multi-temporal: Intervenções antrópicas e evolução da dinâmica de sedimentação no estuário de Santos e no entorno imediato da Ilha dos Bagres - Registro Histórico, Fotografias Aéreas e Imagens de Satélite

A seguir são apresentadas as **Figuras 9.3.4.5-1** e **9.3.4.5-2** referentes aos registros históricos e cartográficos do Estuário de Santos, e que envolvem os períodos da primeira metade do século XVI e da primeira década do século XX.



Fonte: Calixto, 1904, in Massad, 2009.

Figura 9.3.4.5-1: Gravura da cartografia do Estuário de Santos e Serra do Mar. A imagem ilustra a situação no período do Descobrimento, na primeira metade do século XVI, datada de 1532



Fonte: Calixto, 1904, in Massad, 2009.

Figura 9.3.4.5-2: Gravura da cartografia do Estuário de Santos e Serra do Mar, que ilustra a situação no período da expansão do Porto de Santos, na primeira década do século XX, datada de 1904

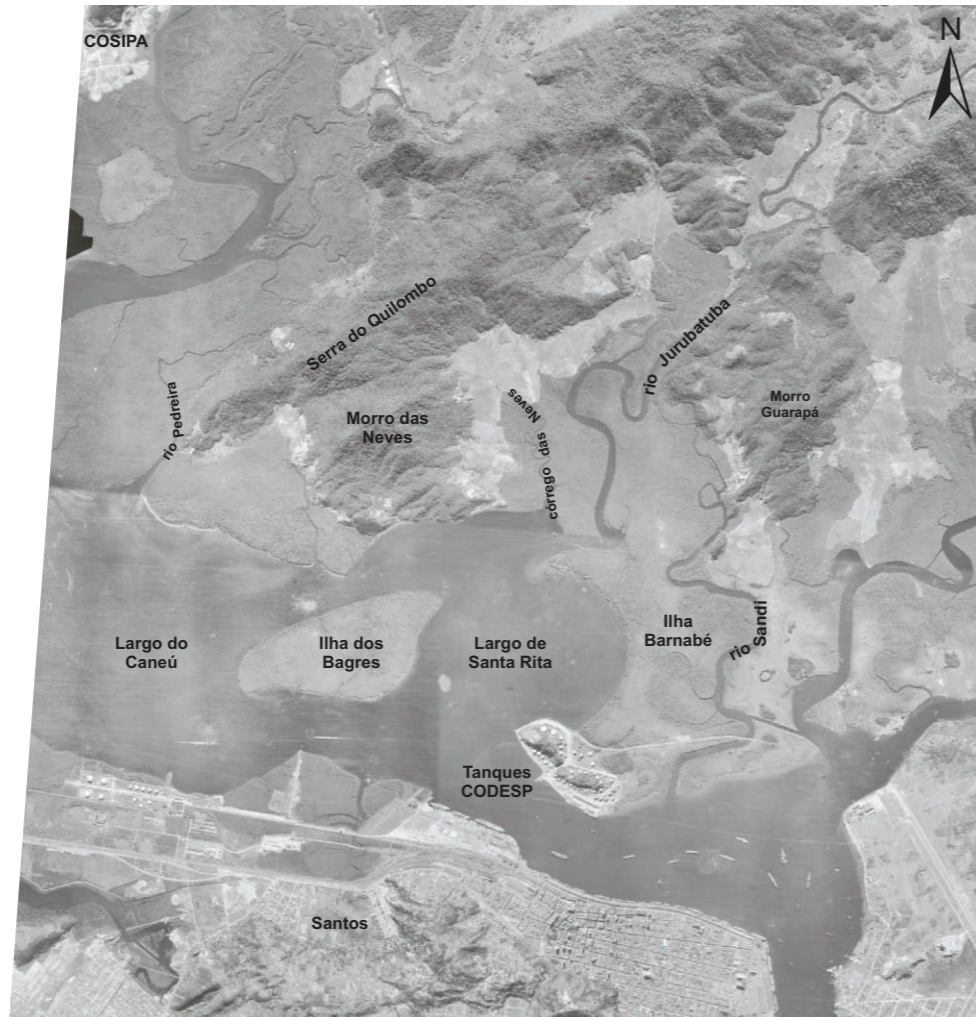
Com base nas gravuras dos séculos XVI (1532) e XX (1904) é possível constatar a grande dinâmica do sistema estuarino de Santos e São Vicente.

Conforme Calixto (1904 *in* Massad, 2009), “no tempo de Martin Afonso, 1532, o mar invadia toda essa zona de mangues, formando verdadeira bahia. “Toda essa região de mangues, ao redor de Santos, São Vicente e Bertioga, esteve coberta de água, há 300 ou 400 anos, e o recuo do mar, embora lento, tem sido aí bastante apreciável”.

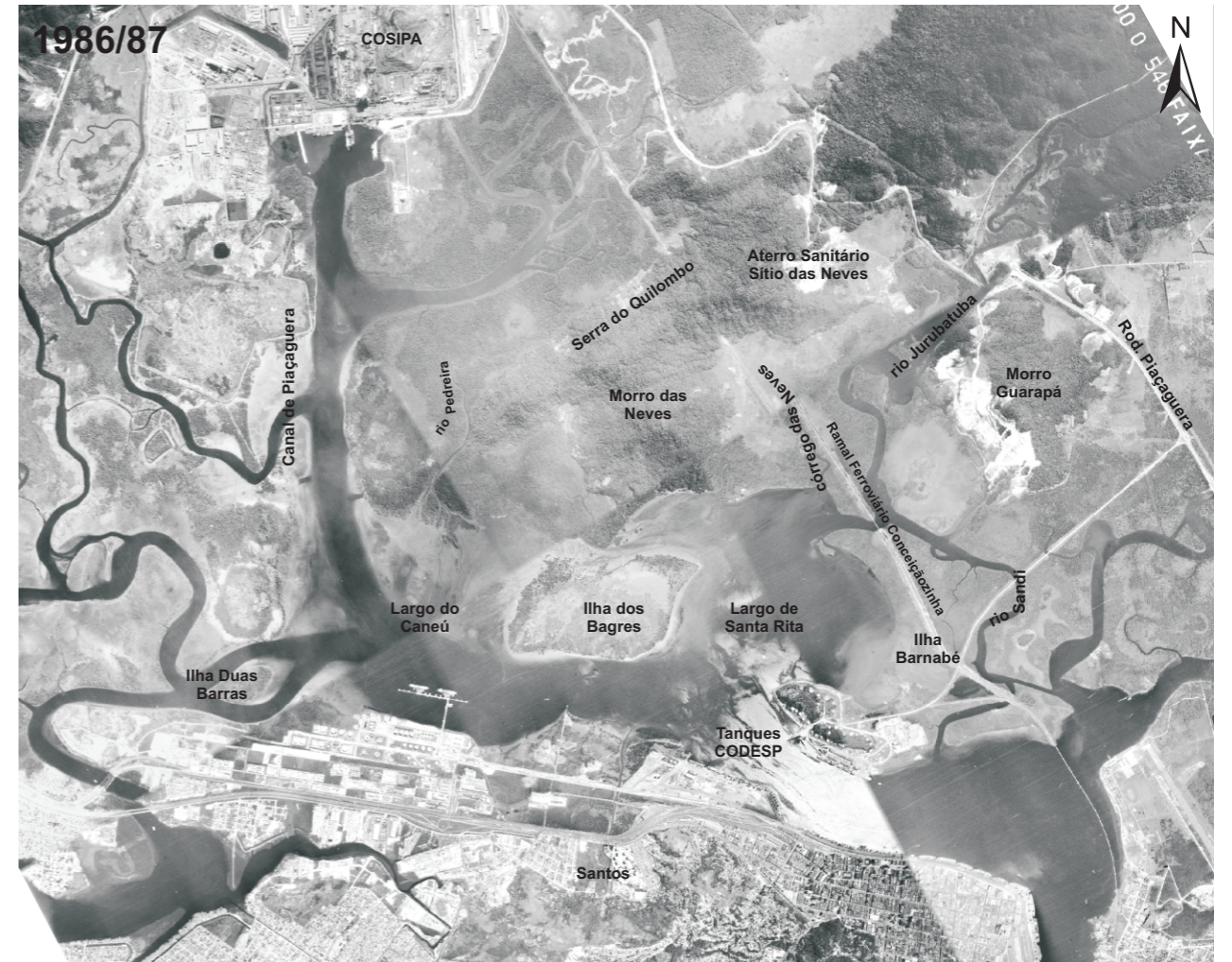
As gravuras do Lagamar de Santos, nas duas épocas, mostram os canais de São Vicente, Piaçaguera e Bertioga muito mais largos no século XVI. A foz dos rios Mogi e Jurubatuba, bastante larga no século XVI, aparece estreitada pela evolução de extensos manguezais em 1904. A Ilha dos Bagres, inexistente na gravura de 1532, aparece na gravura de 1904 como uma grande terreno alongado na direção leste-oeste, desde as imediações da foz do Rio Pedreira até a do Córrego das Neves, enquanto que a Ilha de Brás Cubas, isolada no meio do Largo do Caneú em 1532, aparece unida ao continente na gravura do século XX, conformando os terrenos que hoje abrigam a Ilha Barnabé e o baixo curso dos rios Sandi e Diana.

A evolução da região na segunda metade do século XX e começo do século XXI é ilustrada pela **Desenho 9.3.4.5-2**, onde são apresentados mosaicos referentes às reconstituições de fotografias aéreas dos sobrevôos de 1962, 1972/73, 1986/87, 2002 e 2007 e imagens de satélite do ano de 2009 (Programa *Google Earth*).

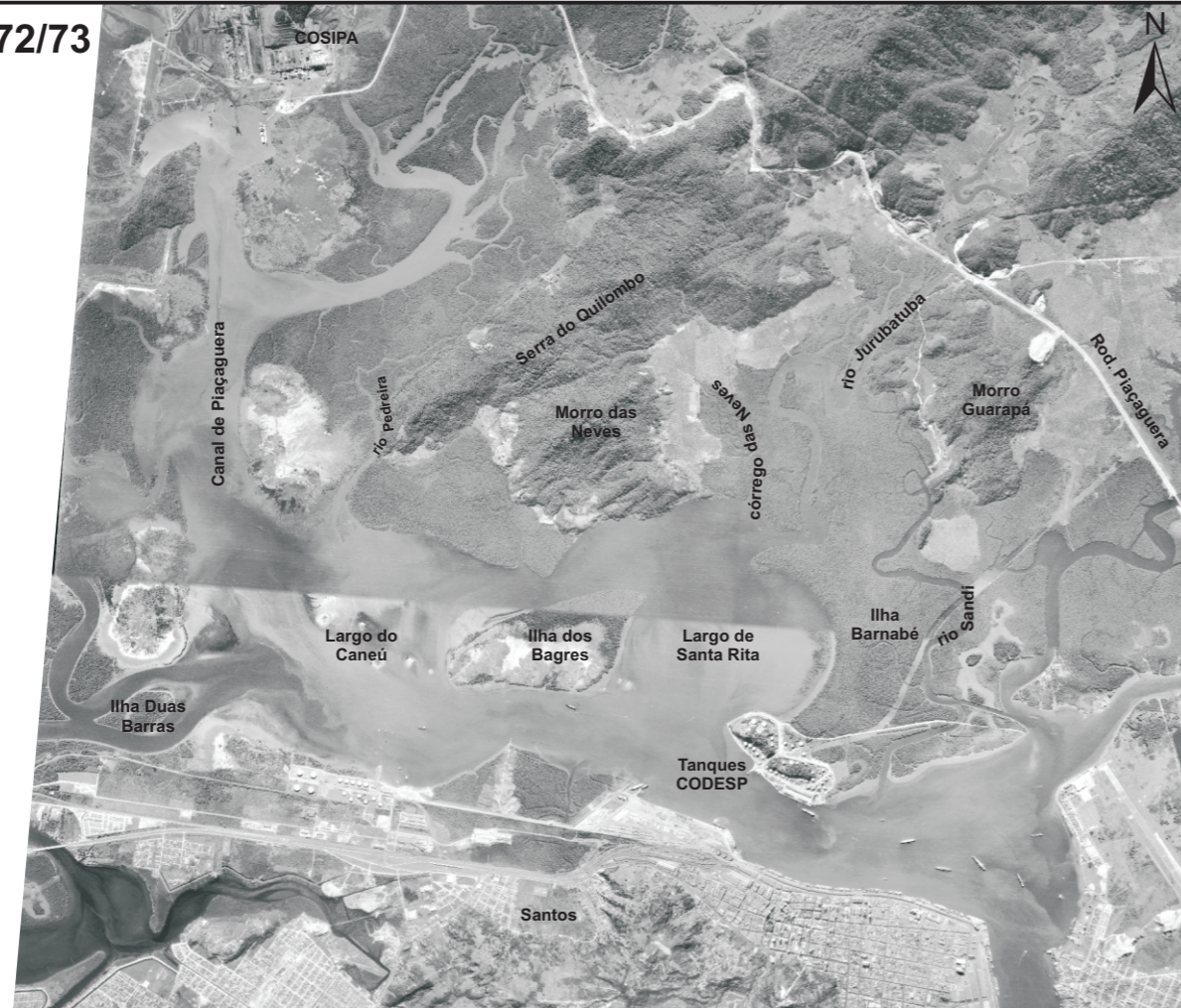
1962



1986/87



1972/73



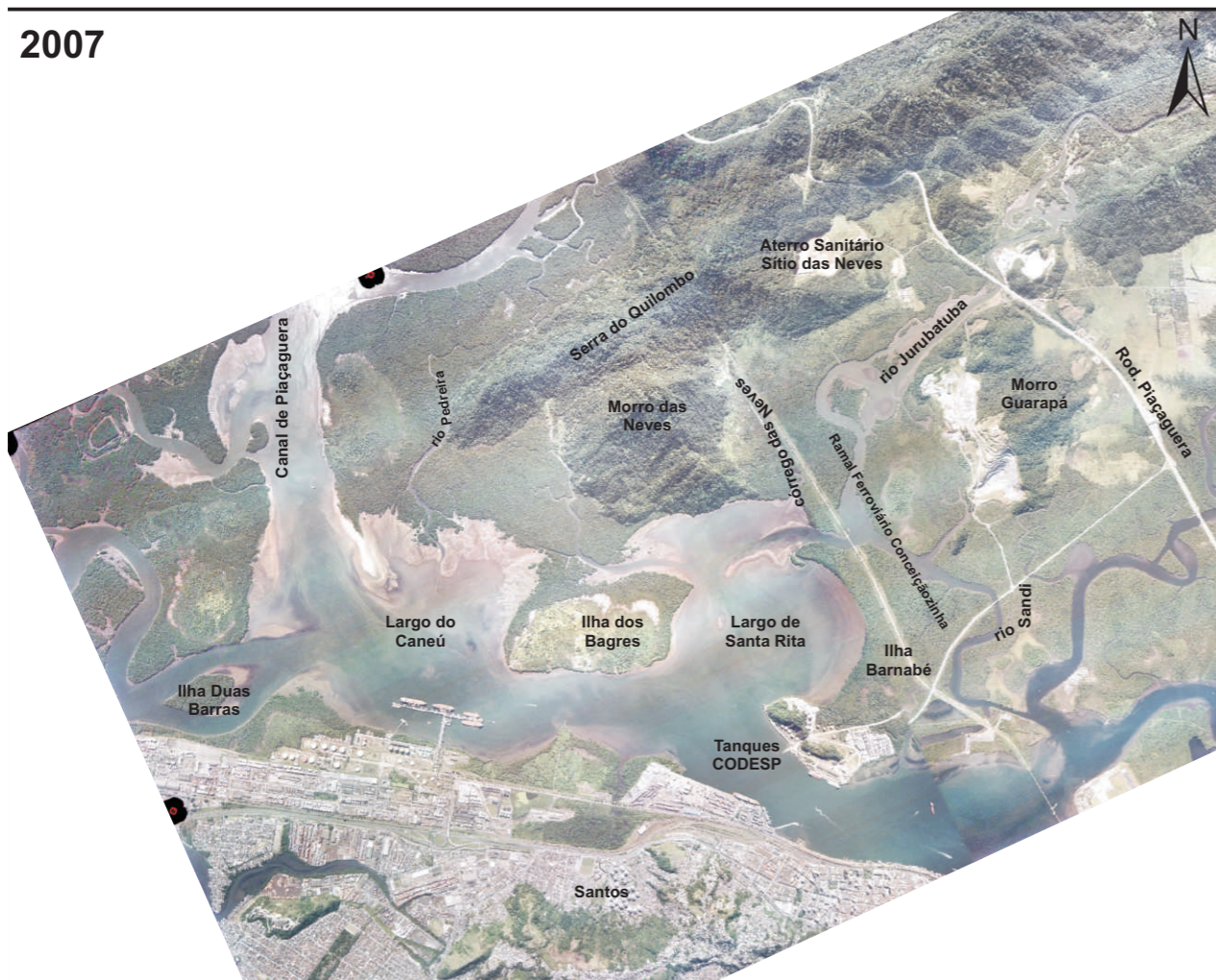
FONTE:
 BASE AEROFOTOGRAMETRIA E PROJETOS S.A.
 1962 - OBRA-162 BASE S.A. 1:25.000 - FOTOS 04560, 04562, 04580 E 04582
 1972/73 - OBRA-189 BASE S.A. 1:25.000 - FAIXA: 300H FOTOS 33064 E 33066, FAIXA:301H FOTOS 34008 E 34010
 1986/87 - OBRA-546 BASE S.A. 1:35.000 - FAIXA:04A FOTOS 0005 E 0007, FAIXA:05 FOTOS 0028 E 0030



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

ASSUNTO
 EVOLUÇÃO MULTITEMPORAL DA REGIÃO DE ESTUDO - FOLHA 1 DE 2

ESCALA	SEM ESCALA	DATA	JUNHO/2011	DESENHO	9.3.4.5-2
--------	------------	------	------------	---------	-----------



FONTE:
 BASE AEROFOTOGRAMETRIA E PROJETOS S.A.
 2002 - OBRA-752 BASE S.A. 1:25.000 - FAIXA:16 FOTOS 0011, 0013 E 0015, FAIXA:17 FOTOS 0005, 0007 E 0009
 2007 - OBRA-986 BASE S.A. 1:30.000 - FAIXA:40 FOTO 6156, FAIXA:41 FOTO 6021 E 6023, FAIXA:42 FOTO 6087
 2008/09 - IMAGEM SPOT



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

ASSUNTO
 EVOLUÇÃO MULTITEMPORAL DA REGIÃO DE ESTUDO - FOLHA 2 DE 2

ESCALA	SEM ESCALA	DATA	JUNHO/2011	DESENHO	9.3.4.5-2
--------	------------	------	------------	---------	-----------

A partir dessas reconstituições, foi possível resgatar algumas informações da ocupação antrópica do Estuário de Santos nas últimas décadas, identificando a instalação de grandes empreendimentos, as implantações de grandes obras viárias - ferrovias e rodovias - as aberturas e/ou ampliações de canais por dragagem, dentre outros eventos, e como estas atividades provocaram interferências no Estuário de Santos e, mais especificamente, nos entornos imediatos da Ilha dos Bagres e dos terrenos baixos e planos que circundam o Morro das Neves, locais onde deverão ser implantadas as principais estruturas do futuro empreendimento.

De modo geral, observa-se na imagem do ano de 1962 que a porção continental do Município de Santos apresentava alguns pontos de degradação vegetal, principalmente junto ao sopé das encostas do Morro das Neves e da Serra do Quilombo e da vertente sudoeste do Morro Guarapá. A Ilha dos Bagres exibia, então, vegetação preservada e contorno bem definido, na forma de triângulo invertido.

As fotografias aéreas do período de 1972/1973 já mostram a Rodovia Cônego Domênico Rangoni instalada, bem como a estrada de acesso desta até os tanques da Codesp na Ilha Barnabé. Observa-se, também, a operação de duas pequenas pedreiras próximas à citada rodovia, na região da vertente nordeste do Morro do Guarapá, e tem início a degradação do sopé de dois morrotes a norte e noroeste do Morro Guarapá, instalados em cada uma das margens do Rio Jurubatuba, na forma de cortes para a abertura da Cônego Domênico Rangoni e, possivelmente, exploração do material para a construção da própria rodovia. A degradação também é pronunciada na região a sul da Usiminas (antiga Cosipa), margem esquerda do Canal de Piaçaguera.

Entretanto, os aspectos mais notórios da evolução da paisagem entre o ano de 1962 e o período de 1972/1973 dizem respeito à deposição de material de dragagem para o estabelecimento do canal de acesso à Usiminas junto à margem direita do Rio Pedreira, na Ilha dos Bagres e junto à margem direita do Largo do Caneú, a norte da Ilha Duas Barras. Essa deposição de sedimentos tem como consequências a degradação vegetal intensa das áreas utilizadas como depósitos e o aporte significativo de sedimentos para os corpos d'água próximos, como atesta a extensa progradação do delta do Rio Pedreira no sentido sul, inclusive com a formação de pequenas ilhas vegetadas. A foz do Córrego das Neves também exhibe progradação do delta para sul, em resposta às atividades de desmatamento com a consequente exposição dos solos existentes no sopé do Morro das Neves.

No entorno da Ilha dos Bagres, especialmente no seu extremo noroeste, também observa-se a evolução de um leque aluvial, cujas areias invadem o estuário. A leste da Ilha Barnabé e a sul do Morro das Neves ocorre a formação de baixios na transição dos terrenos emersos para os terrenos submersos pelas águas do Estuário de Santos. O quadro geral é de aporte de sedimentos e assoreamento dos largos do Caneú e de Santa Rita decorrentes de atividades antrópicas desenvolvidas no entorno.

No período de 1986/1987, o Canal de Piaçaguera apresenta-se mais estreito, com as margens direita e esquerda aterradas e retificadas, por conta das atividades de aprofundamento do canal pela Usiminas, enquanto que a foz do Rio Pedreira e a porção noroeste da Ilha dos Bagres formam um terreno contínuo. Grandes baixios também ocupam o leste da ilha, separada do continente unicamente por um rio que nasce na Serra do Quilombo.

O Ramal Ferroviário da Conceiçãozinha já está implantado, bem como uma grande pedreira a sudoeste do Morro Guarapá e o Aterro Terrestre Ambiental na vertente sudeste da Serra do Quilombo.

O Rio Sandi aparece interligado ao Rio Jurubatuba próximo à foz do último, provavelmente por conta das atividades da pedreira.

Em 2002 e 2007 observa-se a recuperação da mata atlântica em grande parte do sopé da Serra do Quilombo e do Morro das Neves. A Ilha dos Bagres forma quase que um contínuo com o continente na sua porção noroeste, com presença de densa vegetação arbórea que se estende ao extremo nordeste da ilha, denotando a estabilidade dos sedimentos acrescidos a essa região.

O grande delta na foz do Rio Pedreira gerado na década de 60/70 mostra tendência de recuo, com remobilização desses sedimentos. A nova morfologia na região lembra uma enseada, conformada entre a porção continental de Santos e o oeste da Ilha dos Bagres. O quadro geral é de estabilidade, com a consolidação dos baixios da porção oeste da Ilha Barnabé e sul do Morro das Neves.

A ressaltar, apenas, o avanço para oeste do baixio formado junto ao desemboque do Rio Jurubatuba no Largo de Santa Rita, possivelmente decorrente de um maior aporte de sedimentos para o Rio Jurubatuba em função das atividades minerárias (pedreiras) localizadas na sua margem esquerda.

A análise dos registros cartográficos e fotográficos da região do Estuário de Santos ao longo do tempo permite identificar a influência de fatores naturais, representados pelo rebaixamento lento e contínuo do nível relativo do mar pelo menos nos últimos quatro milhares de anos, a longo prazo, e de fatores antrópicos, como as diversas interferências no meio físico operadas desde a segunda metade do século XX na região de Santos e Cubatão, a curto e médio prazo, na dinâmica de sedimentação do Estuário de Santos. Ambas concorrem para o estreitamento de canais e rios e invasão do estuário por depósitos de restingas e manguezais.

9.3.4.5.4 Considerações sobre a Geologia na AID e na ADA

Na AID, as rochas metamórficas do Complexo Costeiro - onde predominam migmatitos e gnaisses - e as rochas ígneas intrusivas associadas presentes no Domínio Costeiro - representadas pelas rochas granitóides do Granito Morrão na serra homônima e do Granito Guarujá-Santos na Ilha Barnabé - conformam parte das serras do Morrão (a noroeste) e do Quilombo (na porção central da AID) e outros terrenos escarpados da Serra do Mar, denominados de morros Cabeça-de-Negro, Gabriel e da Diana, e que delimitam as porções nordeste e leste da AID, até os arredores do Canal de Bertiooga. Ainda são reconhecidos, nos limites da AID, alguns morros e morrotes litorâneos isolados na Baixada Santista, com destaque para o Morro do Cabrão, na margem norte do Canal de Bertiooga e, principalmente, o Morro do Guarapá, instalado na margem esquerda do Rio Jurubatuba, na porção central da AID e imediatamente a nordeste da ADA.

De interesse para a AID e, principalmente, para os acessos principais da ADA, os ortognaisses migmatíticos da unidade ortognáissica (NPccog) são reconhecidos na Serra do Quilombo. Na sua vertente meridional, tais rochas são fortemente afetadas pela Zona de Cisalhamento Freires-São Lourenço, que demarca o vale do Rio Jurubatuba e - eventualmente e com a mesma intensidade - as escarpas da Serra do Quilombo.

São reconhecidas estruturas regionais transpostas com desenvolvimento de foliação milonítica sobre a foliação gnáissica e ocorrência de protomilonitos e milonitos identificados nos cortes na porção superior da Serra do Quilombo, nos trechos da Rodovia Cônego Domênico Rangoni implantada no local. As mesmas estruturas de transposição são verificadas na estrada de acesso à porção continental da ADA, até as proximidades da sua extremidade sudoeste, no Morro das Neves, desde os arredores do Aterro Terrestre Ambiental até o Sítio Santa Rita. Nesta região, dispostas aproximadamente ortogonais à foliação gnáissica e/ou à foliação milonítica regional, são reconhecidas diversas juntas e fraturas. Em campo, constituem drenagens secas com talwegues curtos e encaixados com poucos metros de desnível negativo em relação às curvas de nível da encosta, ocorrendo com intervalos de distância inferiores a 30 ou 40 metros entre elas.

Em vários pontos das escarpas das serras do Morrão e do Quilombo e nas escostas dos morros litorâneos, nas suas porções inferiores e na transição para os terrenos planos da baixada litorânea, também são verificados depósitos de tálus e coluviões, além de cones de dejeção associados a drenagens. Na Serra do Quilombo os corpos de tálus são particularmente extensos na vertente setentrional, onde se encontra instalada a Rodovia Cônego Domênico Rangoni. Nos cortes laterais dessa rodovia são verificadas algumas obras geotécnicas associadas à contenção desses corpos instáveis instalados nas escarpas e em constante movimentação - por gravidade - encosta abaixo.

Nas visitas realizadas entre os meses de março e maio de 2010, após o período de chuvas de verão, foram verificados instabilidades e deslocamentos localizados de corpos de tálus, e movimentos de massa associados a escorregamentos de horizontes superficiais de solo com blocos de rochas subordinados na região da Serra do Quilombo. Tais processos se instalaram em cortes da Rodovia Cônego Domênico Rangoni, nas encostas do anfiteatro onde se encontra assentado o Aterro Terrestre Ambiental, na estrada de acesso ao Sítio Santa Rita, no Morro do Guarapá, sendo observados tombamentos/escorregamentos de blocos com descida de volumes consideráveis de solo e tombamento de árvores, bastante característicos de processos de rastejo e outros movimentos de massa mais intensos.

Os terrenos da Serra do Mar e aqueles dos morros litorâneos representam extensas áreas erodíveis e constituem as fontes dos materiais transportados que conformam os sedimentos a serem depositados nas áreas aplanadas da Planície Costeira. Nos terrenos da AID/ADA, são reconhecidos os depósitos aluviais do médio curso do Rio Jurubatuba, sendo que aqueles do Rio Quilombo ocorrem além dos limites da AID, imediatamente a montante.

O curso do Rio Jurubatuba torna-se bastante sinuoso no seu baixo curso, em grande parte pela morfologia particular da Serra do Quilombo no local e a ocorrência do Morro do Guarapá, que propiciam o aumento da retenção dos sedimentos mais grossos na região, antes mesmo de atingirem a vegetação de mangue mais desenvolvida.

Ao mesmo tempo, as diversas ocorrências de corpos de tálus e o sistema instável da estruturação geológica regional, com a foliação gnáissica e/ou milonítica identificada na vertente meridional da Serra do Quilombo - com mergulho para o vale do Rio Jurubatuba -, associada à movimentação de terra que se desenvolve nas duas pedreiras instaladas na margem esquerda desse rio, e em parte da ampliação do Aterro Terrestre Ambiental, propiciam novas fontes de materiais a serem transportados no baixo curso do Rio Jurubatuba.

Os sedimentos mais finos transportados através dos tempos ao longo do planalto e, principalmente, pelos vales escarpados da serra, ao transporem as planícies aluviais e atingirem a Planície Costeira sofreram influência, com maior ou menor grau de exposição, das correntes marítimas que adentram os canais de São Vicente, de Piaçaguera e de Bertioga, e ao longo do Estuário de Santos, sendo retrabalhados e envolvidos com sedimentos marinhos carreados às margens da orla costeira, propiciando a deposição de pacotes sob influência de correntes de maré, as quais suplantam a ação fluvial no Estuário de Santos. Desta forma, quase todos os canais e meios de circulação na Planície Costeira apresentam características marinhas e uma baixa taxa de sedimentação fluvial, em especial por transporte de fundo. Tal situação ocorre desde os períodos pretéritos identificados nos depósitos pleistocênicos, até os mais recentes e atuais, caracterizados como holocênicos.

Dentre os depósitos marinhos e mistos holocênicos reconhecidos no Estuário de Santos e arredores imediatos que compõem a AID/ADA, predominam os sedimentos flúvio-lagunares e de baías, e os sedimentos de mangue e de pântano. Os depósitos mais recentes de areias marinhas litorâneas, e aqueles depósitos arenosos pleistocênicos associados à Formação Cananéia na região de São Vicente, ocorrem além dos limites da AID.

Nos terrenos e canais associados aos depósitos de mangue e pântano, a vegetação do mangue retém e favorece 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.

Nos largos do Caneú e de Santa Rita, no entorno da Ilha dos Bagres, o vaivém das águas relacionadas às marés colocam a argila em suspensão e terminam por removê-la, ocasionando concentração de areia. Esse seria o mecanismo de formação de grande parte das áreas de baixios, reconhecidas no Largo do Caneú entre a Ilha dos Bagres e a porção jusante do Canal de Piaçaguera, onde os terrenos baixos da planície praticamente se conectam com a porção continental.

Conforme comentado anteriormente, o sistema estuarino santista reflete, no tempo geológico, um inexorável processo de assoreamento de seus canais e largos. Tal situação é expressa de forma clara nas reproduções gráficas que ilustram as situações morfológicas da Baixada Santista na primeira metade do século XVI e na primeira década do século XX (Benedito Calixto reprodução 1532, e 1906, in Massad 2009), como também no levantamento multi-temporal de fotografias aéreas referentes aos sobrevôos de 1962, 1972/1973, 1986/1987, 2002 e 2007.

Na cartografia de 1532, a Ilha dos Bagres não existia, a Ilha de Barnabé - e por esse motivo a denominação - consistia de dois morrotes isolados da porção continental, e o Canal de Bertioga apresentava-se muito mais largo do que se verifica atualmente. As áreas identificadas como baixios algumas décadas atrás, como a porção norte/noroeste da Ilha dos Bagres, atualmente encontram-se cobertas por manguezais e mostram, claramente, a expansão dos depósitos de planície de maré, ocorrendo atualmente praticamente conectados ao continente.

No Largo de Santa Rita os depósitos são menos expressivos, mas também mostram franca evolução, com o surgimento de vegetação rasteira de mangue se instalando sobre os depósitos de baixios, imediatamente a jusante do Ramal Ferroviário Conceiçãozinha, no que seria a projeção da antiga margem direita do Rio Jurubatuba.

Os grandes volumes de materiais dragados associados ao desassoreamento do Canal de Piaçaguera e do canal do Estuário de Santos nas décadas de 1960 e 1970, em parte lançados na região da Ilha dos Bagres e na porção imediatamente a sudoeste do Morro do Guarapá, às margens do Rio Jurubatuba, também contribuíram para o aporte de sedimentos na porção central da AID e, por consequência, na própria ADA que, conjuntamente com a instalação do Ramal Ferroviário da Conceiçãozinha e seus aterros de encontro na foz do Rio Jurubatuba, causaram o estrangulamento do seu leito natural, devendo ter contribuído com o aporte de materiais extras que, retrabalhados sob influência de maré, potencializaram a deposição dos extensos bancos de baixios na região do Largo de Santa Rita, entre o Morro das Neves/Ilha dos Bagres e a Ilha de Barnabé.

Deve-se ainda ressaltar a possível ocorrência em subsuperfície de uma rocha denominada *beach rock* na região da Ilha dos Bagres, reportada por Fúlfaro & Ponçano (1976), que conteria um substrato sedimentar arenoso cimentado por carbonato de cálcio, com alto conteúdo em fósseis marinhos, representando antigos depósitos de praia posteriormente cimentados por carbonato provenientes da dissolução das próprias conchas.

A presença dessas rochas arenosas consistentes submersas mas a pouca profundidade - e que consistiriam em depósitos pleistocênicos semelhantes às ocorrências da Formação Cananéia verificadas mais a sudoeste, no Município de São Vicente - poderiam constituir um substrato rochoso mais resistente a ser confirmado pelas sondagens geotécnicas, podendo trazer ganhos para as obras de fundação para a implantação das estruturas do píer e da ponte de acesso do continente à Ilha dos Bagres.

9.3.4.5.5 Atividades Minerárias

As atividades minerárias desenvolvidas na AID e ADA do empreendimento foram estudadas a partir dos processos cadastrados no Departamento Nacional de Produção Mineral - DNPM, obtidos por meio de acesso ao *site* <http://sigmine.dnrm.gov.br> do SIGMINE/DNPM.

Para avaliar eventuais interferências de atividades minerárias sobre o empreendimento e vice-versa foram estudadas as incidências de poligonais sobre a AID e ADA. Nessa área de estudo encontram-se 56 poligonais de processos minerários cadastrados, com cada poligonal representando uma gleba de terra requerida ou outorgada para pesquisa ou exploração de um bem mineral, em diferentes estágios e com determinada área em hectares para cada tipo de bem.

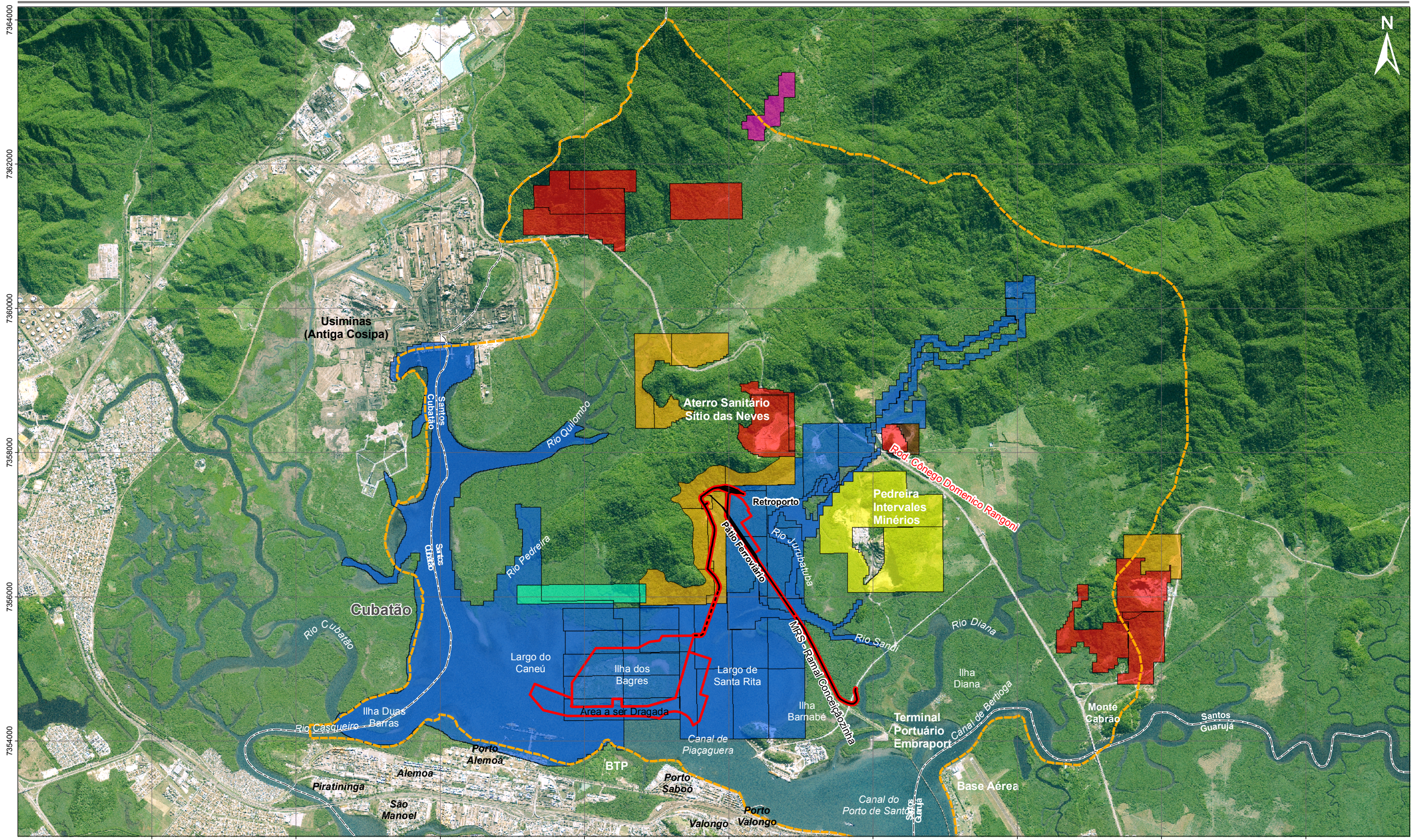
Os tipos de processos são indicativos do estágio em que a atividade minerária se encontra e estão descritos, resumidamente, a seguir.

- Licenciamento: regime de exploração concedido apenas para bens minerais destinados à construção civil, como argila, areia, cascalho e rocha para brita ou revestimento. Pode estar em fase de Requerimento, quando o Licenciamento é requerido e se encontra em análise pelo órgão, ou Licenciamento propriamente dito, com as reservas estimadas e permissão para exploração.
- Lavra: regime de exploração concedido para todos os bens minerais. Na fase de Requerimento, já está aprovado o Relatório de Pesquisa e foi apresentado o Plano de Lavra, requerendo-se sua Concessão. Na fase de Concessão de Lavra (Alvará), estão garantidas as reservas cubada, estimada e inferida, e está permitida a exploração do bem mineral.
- Pesquisa: o Requerimento de Pesquisa indica que o pedido para a Pesquisa Mineral de um determinado bem, em uma determinada área, foi protocolizado no DNPM, garantindo-se o direito de prioridade para o requerente, a partir da data do protocolo. A Autorização para Pesquisa (Alvará) é dada após a verificação, pelo órgão, da documentação e do Plano de Pesquisa apresentados, ficando, então, onerada a área.

- Disponibilidade: quando o requerente não recolhe a taxa anual por hectare, não apresenta o Relatório de Pesquisa no prazo determinado, ou o mesmo não é aprovado, a área requerida continua onerada mas entra em Disponibilidade, sendo procedida uma licitação para os possíveis candidatos a pesquisá-la. Caso não haja interessados ou nenhum licitante cumpra, integralmente, as exigências da licitação, a área é desonerada, ou seja, sua poligonal é excluída do cadastro de controle de áreas, ficando cancelada.

Na área correspondente a AID para os meios físico e biótico do empreendimento, os recursos minerais referentes aos 56 processos intervenientes com o empreendimento são representados por areia (32 áreas); granito (22 áreas); granito ornamental (uma área); e saibro (uma área).

No **Desenho 9.3.4.5-3**, estão indicadas as poligonais dos processos abrangidas pela AID, cujo número e dados referentes ao titular ou requerente da área, substância, área em hectares e fase do processo são apresentados no **Quadro 9.3.4.5-1** apresentado mais adiante.



<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> Areia - Construção Civil</p> <p> Areia - Industrial</p> <p> Granito Ornamental</p> <p> Granito - Brita</p> <p> Granito - Construção Civil</p> <p> Granito</p> <p> Saibro - Construção Civil</p>	<p>0 500 1.000 1.500 2.000 m</p> <p>UTM SAD-69; FUSO: 23 SUL IMAGEM SPOT, 2008</p>	<p>MKR</p> <p>SPE</p> <p>Estudo de Impacto Ambiental SÃO PAULO EMPREENDIMENTOS PORTUÁRIOS</p> <p>CENTRO PORTUÁRIO INDUSTRIAL NAVAL OFFSHORE DE SANTOS</p> <p>ASSUNTO</p> <p>TÍTULOS MINERÁRIOS</p> <p>ESCALA 1:50.000 DATA JUNHO/2011 DESENHO 9.3.4.5-3</p>
---	---	--	--

Quadro 9.3.4.5-1: Autorizações e Concessões Minerárias do DNPM na área de estudo

nº	Processo/Ano	Nome	Área_ha	Fase	Mineral	Local de Ocorrência
1	800829/1972	Tonesa Marmores e Granitos Ltda	50,00	Concessão de lavra	Granito	AID
2	808535/1975	Joaquim da Rocha Brites	23,80	Concessão de lavra	Granito	AID
3	808536/1975	Joaquim da Rocha Brites	50,00	Concessão de lavra	Granito	AID
4	808537/1975	Joaquim da Rocha Brites	50,00	Concessão de lavra	Granito	AID
5	821524/1987	Pedreira Engebrita Ltda	12,09	Concessão de lavra	Granito	AID
6	820025/2006	Embraport - Empresa Brasileira de Terminais Portuários S.A.	43,50	Requerimento de pesquisa	Areia	ADA
7	820231/1990	Intervales Minérios Ltda	212,09	Concessão de lavra	Saibro	AID
8	820066/1991	Pedreira Santa Teresa Ltda.	45,78	Concessão de lavra	Granito	AID
9	821362/1998	Firpavi Construtora e Pavimentadora Sociedade Anônima.	49,99	Requerimento de lavra	Granito	AID
10	820024/2006	Embraport - Empresa Brasileira de Terminais Portuários S.A.	50,00	Requerimento de pesquisa	Areia	ADA
11	820460/2006	Teresa Morishigue Strioli	38,30	Autorização de pesquisa	Granito	AID
12	820350/2007	Nelson Zene Júnior	28,16	Requerimento de pesquisa	Areia	AID
13	820349/2007	Nelson Zene Júnior	28,02	Requerimento de pesquisa	Areia	AID
14	820528/2007	Nelson Zene Júnior	43,11	requerimento de Pesquisa	Areia	ADA
15	820268/2010	Mineral Projects Consultoria Ltda	49,99	Requerimento de pesquisa	Areia	ADA
16	820830/2010	Vila do Rodeio Empreendimentos Imobiliários e Participações Ltda	33,14	Requerimento de pesquisa	Granito	ADA
17	820833/2009	Santa Rita S. A. Terminais Portuários	48,29	Requerimento de pesquisa	Areia	ADA
18	820827/2009	Santa Rita S. A. Terminais Portuários	12,44	Requerimento de pesquisa	Areia	ADA
19	820827/2009	Santa Rita S. A. Terminais Portuários	24,89	Requerimento de pesquisa	Areia	ADA
20	820830/2009	Santa Rita S. A. Terminais Portuários	5,02	Requerimento de pesquisa	Areia	ADA
21	820830/2009	Santa Rita S. A. Terminais Portuários	35,07	Requerimento de pesquisa	Areia	ADA
22	820828/2009	Santa Rita S. A. Terminais Portuários	43,52	Requerimento de pesquisa	Areia	ADA
23	820829/2009	Santa Rita S. A. Terminais Portuários	36,18	Requerimento de pesquisa	Areia	ADA
24	820836/2009	Santa Rita S. A. Terminais Portuários	28,08	Requerimento de pesquisa	Areia	ADA
25	820837/2009	Santa Rita S. A. Terminais Portuários	48,97	Requerimento de pesquisa	Areia	ADA
26	820826/2009	Santa Rita S. A. Terminais Portuários	1,34	Requerimento de pesquisa	Areia	ADA
27	820826/2009	Santa Rita S. A. Terminais Portuários	29,28	Requerimento de pesquisa	Areia	ADA
28	820834/2009	Santa Rita S. A. Terminais Portuários	24,98	Requerimento de pesquisa	Areia	ADA
29	820831/2009	Santa Rita S. A. Terminais Portuários	19,78	Requerimento de pesquisa	Areia	ADA
30	820831/2009	Santa Rita S. A. Terminais Portuários	4,01	Requerimento de pesquisa	Areia	ADA

Quadro 9.3.4.5-1: Autorizações e Concessões Minerárias do DNPM na área de estudo

nº	Processo/Ano	Nome	Área_ha	Fase	Mineral	Local de Ocorrência
31	820832/2009	Santa Rita S. A. Terminais Portuários	49,34	Requerimento de pesquisa	Areia	AID
32	820839/2009	Santa Rita S. A. Terminais Portuários	4,51	Requerimento de pesquisa	Areia	ADA
33	820838/2009	Santa Rita S. A. Terminais Portuários	44,94	Requerimento de pesquisa	Areia	ADA
34	820835/2009	Santa Rita S. A. Terminais Portuários	40,03	Requerimento de pesquisa	Areia	ADA
35	820835/2009	Santa Rita S. A. Terminais Portuários	3,38	Requerimento de pesquisa	Areia	ADA
36	820840/2009	Santa Rita S. A. Terminais Portuários	48,29	Requerimento de pesquisa	Areia	AID
37	820269/2010	Mineral Projects Consultoria Ltda	49,90	Requerimento de pesquisa	Areia	ADA
38	820831/2010	Vila do Rodeio Empreendimentos Imobiliários e Participações Ltda	40,16	Requerimento de pesquisa	Granito	ADA
39	820267/2010	Mineral Projects Consultoria Ltda	49,24	Requerimento de pesquisa	Areia	ADA
40	820832/2010	Vila do Rodeio Empreendimentos Imobiliários e Participações Ltda	13,64	Requerimento de pesquisa	Granito	AID
41	820978/2009	Andr� Ramos Queiroz de Camargos	979,06	Requerimento de pesquisa	Areia	ADA
42	820776/2009	Mineral Projects Consultoria Ltda	24,24	Autoriza�o de pesquisa	Granito	ADA
43	820777/2009	Mineral Projects Consultoria Ltda	19,68	Autoriza�o de pesquisa	Granito	ADA
44	820778/2009	Mineral Projects Consultoria Ltda	37,16	Autoriza�o de pesquisa	Granito	ADA
45	820779/2009	Mineral Projects Consultoria Ltda	25,27	Autoriza�o de pesquisa	Granito	ADA
46	820780/2009	Mineral Projects Consultoria Ltda	35,74	Autoriza�o de pesquisa	Granito	ADA
47	820270/2010	Mineral Projects Consultoria Ltda	47,45	Requerimento de pesquisa	Areia	AID
48	820265/2010	Mineral Projects Consultoria Ltda	49,70	Requerimento de pesquisa	Areia	ADA
49	820266/2010	Mineral Projects Consultoria Ltda	49,99	Requerimento de pesquisa	Areia	ADA
50	820271/2010	Mineral Projects Consultoria Ltda	2,66	Requerimento de pesquisa	Granito	ADA
51	820736/2007	Maxbrita Comercial Ltda	47,37	Autoriza�o de pesquisa	Granito	AID
52	820800/1984	Sela-Gran Minera�o e Exportacao Ltda	27,05	Disponibilidade	Granito ornamental	AID
53	821930/1987	Territorial S�o Paulo Minera�o Ltda	50,00	Disponibilidade	Granito	AID
54	820000/1998	Pedreira Santa Teresa Ltda.	50,00	Disponibilidade	Granito	AID
55	820602/2005	Pedreira Engebrita Ltda	9,27	Disponibilidade	Granito	AID
56	820316/1991	Firpavi Construtora e Pavimentadora Sociedade An�nima.	14,03	Disponibilidade	Granito	AID

A análise do quadro apresentado mostra que, dos 56 processos minerários cadastrados na região de interesse, 43 processos se referem a pesquisa mineral, sendo 36 em fase de requerimento de pesquisa e 7 com pesquisa autorizada. Dos demais, 7 estão em fase de concessão de lavra, uma em fase de requerimento de lavra e 5 em disponibilidade.

9.3.5 GEOMORFOLOGIA

9.3.5.1 ABORDAGEM METODOLÓGICA E PROCEDIMENTOS

O estudo das características geomorfológicas da All e da AID tiveram como base o Mapa Geomorfológico do Estado de São Paulo, na escala 1:500.000 (Ross & Moroz, 1997), que compreende mapas e relatório técnico-científico.

O mapa foi compilado visando a apresentação da cartografia da All na escala 1:75.000 (**Desenho 9.3.5.2-1**) e da AID na escala 1:25.000 (**Desenho 9.3.5.3-1**), onde se destacam os Tipos de Relevo ou Padrões de Formas Semelhantes, de acordo com a representação cartográfica desenvolvida por Ross (1992). Para a cartografia dos aluviões, foram utilizadas as cartas geológicas São Paulo e Santos (CPRM, 1999).

A descrição dos tipos de relevo aqui apresentada segue aquela de Ross & Moroz (1997), mas leva em consideração informação mais atualizada no que diz respeito ao substrato litoestrutural, já que os citados autores se reportaram principalmente à geologia do Estado de São Paulo conforme representada no mapa do Instituto de Pesquisas Tecnológicas - IPT(1981), enquanto que o presente diagnóstico faz uso da cartas geológicas da CPRM (1999, 2006).

Nesse contexto, foi analisada a drenagem superficial e as correlações com o substrato litoestrutural, os sedimentos e as coberturas detríticas, com o objetivo de entender a dinâmica superficial da área e avaliar as inter-relações e as interferências entre o meio físico e o projeto a ser implantado.

A caracterização do arcabouço estrutural, morfologia e dinâmica superficial da região e da área do futuro empreendimento forneceram os subsídios necessários à avaliação da estabilidade das encostas e da susceptibilidade à erosão e ao assoreamento das drenagens.

As atividades realizadas consistiram basicamente em:

- Compilação do mapa geomorfológico na escala 1:500.000 (Ross & Moroz, 1997);
- Interpretação de fotografias aéreas, nas escalas 1:25.000 e 1:10.000, para identificação de feições de unidades geomorfológicas;
- Lançamento das informações geomorfológicas em bases topográficas em escala 1:75.000, para a All, e 1:25.000, para a AID/ADA;
- Compilação e descrição morfográfica e morfométrica dos tipos de relevo identificados, e elaboração de legenda;
- Integração dos dados compilados e obtidos, elaboração final dos mapas geomorfológicos da All e AID/ADA do futuro empreendimento e redação dos textos apresentados.

Na sequência, é apresentada a caracterização geomorfológica das áreas de influência do empreendimento e o mapeamento dos tipos de relevo identificados.

9.3.5.2 CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE INFLUÊNCIA INDIRETA

9.3.5.2.1 Introdução

De acordo com o mapa geomorfológico de Ross & Moroz (1997), a All abrange as unidades morfoestruturais Cinturão Orogênico do Atlântico e Bacias Sedimentares Cenozóicas/Depressões Tectônicas.

A Unidade Morfoestrutural Cinturão Orogênico do Atlântico “vincula-se a vários ciclos orogênicos de dobramentos, acompanhados de metamorfismos regionais, falhamentos, e extensas intrusões. As diversas fases orogênicas do Pré-Cambriano foram sucedidas por ciclos de erosão. O processo epirogenético pós-Cretáceo, que perdurou até pelo menos o Terciário Médio, gerou soerguimento da Plataforma Sul Americana, reativou falhamentos antigos e produziu escarpas acentuadas como as serras da Mantiqueira, do Mar, e fossas tectônicas como as do Médio Vale do Paraíba do Sul” (Ross, 1990).

No âmbito da Unidade Morfoestrutural Cinturão Orogênico do Atlântico na All ocorre a Unidade Morfoescultural Planalto Atlântico, que corresponde a relevos sustentados por diversas litologias quase sempre metamórficas associadas com intrusivas. Suas variações fisionômicas regionais possibilitam delimitar unidades geomorfológicas distintas, face às suas características geotectônicas, litológicas e estruturais, postas em evidência pelas atividades dos diversos ciclos erosivos pré e pós-cretáceos.

À Morfoescultura Planalto Atlântico associam-se, na All, as unidades morfológicas Planalto Paulistano/Alto Tietê e Escarpa/Serra do Mar e Morros Litorâneos, a primeira representada de maneira restrita apenas nos municípios de São Bernardo do Campo, Santo André e Santos. A essa unidade pertencem os terrenos da All que avançam sobre a UGRHI 6 - Alto Tietê. A Unidade Morfológica Escarpa/Serra do Mar e Morros Litorâneos corresponde à maior parte da área de exposição de rochas pré-cambrianas nos municípios de Praia Grande, São Vicente, Cubatão, Santos e Guarujá, estando integralmente inserida na UGRHI 7 - Baixada Santista.

As Bacias Sedimentares Cenozóicas/Depressões Tectônicas estão representadas na All pela Unidade Morfoescultural Planícies Litorâneas, que estão geneticamente relacionadas com as interações oceano-contidente, e incluem, basicamente, formas de relevo do tipo Planícies de Mangue, Planícies Marinhas, Planícies Flúvio-Marinhas, Terraços Marinhas, Cordões Arenosos, Campos de Dunas e Planícies Flúvio-Lacustre-Marinhas. Essas formas decorrem das interações das atividades construtivas e destrutivas das águas oceânicas e das águas continentais ao longo da faixa litorânea, bem como das atividades eólicas, que também agem na remobilização de sedimentos marinhos. As flutuações do nível marinho são condicionadoras significativas dos processos de formação das planícies litorâneas no Brasil.

A Planície Litorânea é um ambiente extremamente frágil e muito rico em biodiversidade, de grande importância como áreas de preservação por constituírem nichos de reprodução marinha para grande número de espécies de animais. Por serem recentes, seus sedimentos, predominantemente arenosos e argilosos, são inconsolidados; a cobertura vegetal é diversificada. À Unidade Morfoescultural Planícies Litorâneas associa-se, na All, a Unidade Morfológica Santista, presente nos municípios de Praia Grande, São Vicente, Cubatão, Santos, Guarujá e Bertioga, em terrenos da UGRHI 7 - Baixada Santista.

Ainda pode ser reconhecida na Unidade Morfoestrutural Bacias Sedimentares Cenozóicas/Depressões Tectônicas, no âmbito da All, a Morfoescultura Planícies Fluviais, constituindo a Unidade Morfológica Pequenas Planícies Fluviais. Tal unidade consiste de áreas descontínuas eventualmente distribuídas sobre os modelados presentes na All. São terrenos planos, de natureza sedimentar fluvial, gerados por processos de agradiação. Encontram-se dispostos junto às margens dos rios e constituem áreas baixas e planas.

As Unidades Morfológicas da All, de acordo com Ross & Moroz (1997), se encontram cartografadas no mapa geomorfológico da All na escala 1:75.000, conforme apresentado no **Desenho 9.3.5.2-1**.

9.3.5.2.2 Unidades Morfológicas

Unidade Morfológica Planalto Paulistano/Alto Tietê

Localiza-se entre o Planalto de Jundiá (ao norte), a Serra do Mar (ao sul), o Planalto de Ibiúna/São Roque (a oeste) e o Planalto do Paraitinga/Paraibuna (a leste). Predominam formas de relevo denudacionais cujo modelado constitui-se basicamente em morros médios e altos com topos convexos (Dc).

Nos Padrões de Formas Semelhantes, os modelados dominantes são os tipos **Dc15**, **Dc23**, **Dc24**, **Dc25**, **Da32**, **Da34** e **Da43**, com entalhamento dos vales variando entre menos de 20 m até 40 m e dimensão interfluvial média entre menos de 250 m até 1750 m. As altimetrias predominantes estão entre 800 m e 900 m e as declividades entre 10% e 20%.

De acordo com Ross & Moroz (1997), a litologia do Planalto Paulistano/Alto Tietê seria basicamente constituída por migmatitos e granitos. Segundo as cartas geológicas São Paulo e Santos da CPRM (1999), na All essa unidade abrange rochas do Complexo Embu, predominantemente xistos, gnaisses e migmatitos, com ou sem intercalações de calciossilicáticas e anfibolitos, e também migmatitos do Complexo Costeiro.

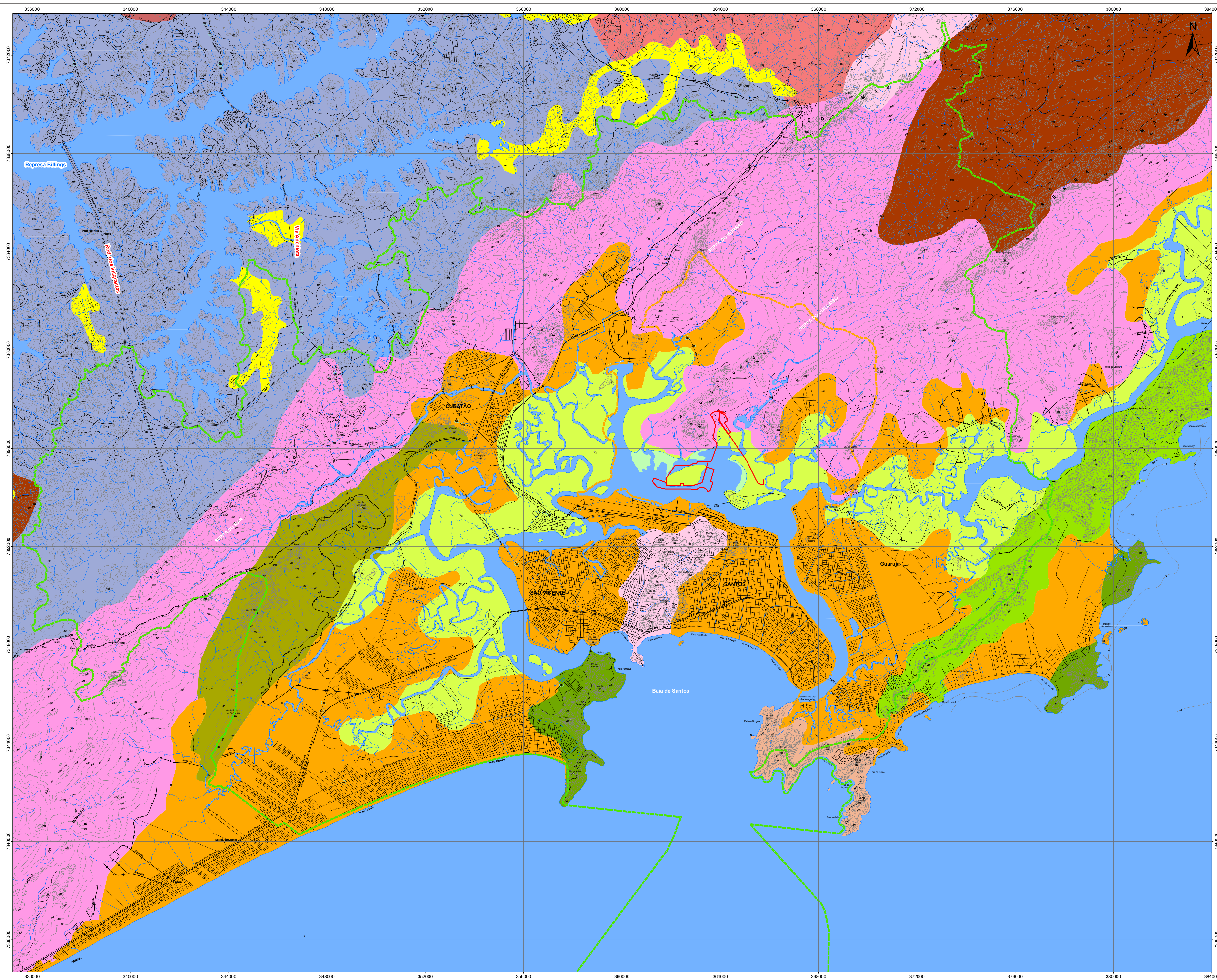
O Planalto Paulistano/Alto Tietê apresenta drenagem de padrão dendrítico, às vezes obedecendo às direções estruturais regionais, mas que em alguns casos pode ter traçados independentes das direções estruturais.

Por ser uma unidade de formas de dissecação média a alta, com vales entalhados e densidade de drenagem média a alta, esta área apresenta um nível de fragilidade potencial médio, estando sujeita a fortes atividades erosivas.

Correlacionada ao Planalto Paulistano/Alto Tietê, foram reconhecidas na All as Unidades de Padrões e Formas Semelhantes **Dc15** e **Dc24**, representadas em São Bernardo do Campo, Santo André e Santos.

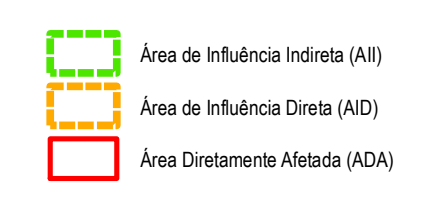
UNIDADE DE PADRÕES E FORMAS SEMELHANTES DC15

A Unidade de Padrões e Formas Semelhantes **Dc15** ocupa a parte da All localizada no extremo sudeste dos municípios de São Bernardo do Campo e Santo André. Está limitada a noroeste pelo próprio contorno da All e a sudeste pela escarpa estrutural da Serra do Mar. É drenada pelas cabeceiras de tributários da margem esquerda do Rio Cubatão, como o Rio Cubatão de Cima e o Pilões, e de ambas as margens do Rio Perequê que, embora localizadas no planalto, correm para a Baixada Santista.



UNIDADES GEOMORFOLÓGICAS	FORMAS DE RELEVO		NÍVEL DE FRAGILIDADE POTENCIAL	MORFOLOGIA	LITOLOGIA
	Altitude (m)	Declividade (%)			
Planície Pantaneira Alta (P-8)	Du15 D.I. > 250 G.E.V. < 20	650 a 850 15 a 20	MUITO ALTA. Formas de dissolução muito raras. Áreas sujeitas a processos erosivos agressivos, inclusive com movimentos de massa.	Morro médio e alto com tocos coníferos, derrame de pedregal denso.	Xisto, granito e migmatito do Complexo Embu, e sobretudo migmatito do Complexo Costeira CAMBISÓLOS HÁFICOS
	Du16 D.I. > 250 a 750 G.E.V. < 20 a 40	850 a 1170 15 a 20	ALTA. Formas muito dissolvidas, vales entalhados associados a vales pouco entalhados. Áreas sujeitas a processos erosivos agressivos com ocorrência de movimentos de massa e erosão linear com voçorocas.		
Planície Pantaneira Média (P-9)	Du12 D.I. 1750 a 2700 G.E.V. < 20 a 30	20 a 220 20 a 30	MÉDIA. Formas de dissolução média a alta, vales entalhados e drenagem de drenagem média a alta. Áreas sujeitas à forte atividade erosiva.	Morro médio e baixo com tocos aguçados, derrame de pedregal denso.	Granito e migmatito do Complexo Costeira granítico e andesito CAMBISÓLOS HÁFICOS
	Du13 D.I. > 750 a 1750 G.E.V. < 40 a 60	20 a 280 20 a 30	ALTA. Formas muito dissolvidas, vales entalhados associados a vales pouco entalhados. Áreas sujeitas a processos erosivos agressivos com ocorrência de movimentos de massa e erosão linear com voçorocas.		
	Du14 D.I. > 250 G.E.V. < 40	20 a 200 20 a 30	MUITO ALTA. Formas de dissolução muito raras. Áreas sujeitas a processos erosivos agressivos, inclusive com movimentos de massa.		
	Du15 D.I. > 750 a 2700 G.E.V. < 20 a 30	20 a 800 20 a 30 ou > 30	MUITO ALTA. Formas de dissolução muito raras. Áreas sujeitas a processos erosivos agressivos, inclusive com movimentos de massa.		
Cantos e morais (CT)	Du17 D.I. > 750 a 1750 G.E.V. < 40	20 a 1600 20 a 30 ou > 30	MUITO ALTA. Rápida e recorrente ocorrência de deslizamentos. Áreas de fortes movimentos de massa, devido à mobilidade dos depósitos.	Flechas subcoronadas e tocos coníferos em fundos de vales ou topos de entalhes profundos, raras, em vales profundos, raras, em vales profundos.	Mármores, xistos e xistos em matriz arenosa ou arenosa. No caso de depósitos, predominância de areia, argila e grãos, raras, em vales profundos.
	Am1 D.I. > 200 G.E.V. < 20	0 a 20 < 2%	Planícies mantidas		
Planícies Interfluviais (P-10)	Am2 D.I. > 100 G.E.V. < 20	0 a 101 < 2%	Planícies interfluviais	Planícies mantidas	Argilas, argilas e calcários arenolitos CAMBISÓLOS HÁFICOS, FERROCÁRBICOS
	Ba10a (B) D.I. > 100 G.E.V. < 20	0 a 3 < 2%	MUITO ALTA. Áreas sujeitas a ruínas periódicas, voçorocas recorrentes, sujeitas a deslizamentos associados.		
Planícies Fluviais (P-11)	Am3 D.I. > 100 G.E.V. < 20	10 a 301 < 2%	Planícies fluviais	Planícies fluviais	Áreas e argilas inconsolidadas

D.I. - Dimensão Interfluvial média; G.E.V. - Grau de detalhamento das vales.



UTM SAD-69; FUSO: 23 SUL

FONTE: BASE CARTOGRÁFICA 1:50.000 - IBGE

A unidade **Dc15** compreende relevos de denudação formados por morros médios e altos com topos convexos, com altimetria entre 800 m e 1000 m e declividades dominantes entre 10% e 20%. O grau de entalhamento dos vales é muito fraco, menor que 20 m, e a dimensão interfluvial média é pequena, menor que 250 m. As litologias predominantes são xistos, gnaisses e migmatitos, com ou sem intercalações de calciossilicáticas e anfibolitos, do Complexo Embu.

Apresenta parâmetro de fragilidade potencial muito alto: formas de dissecação muito intensa, com vales de entalhamento pequeno e densidade de drenagem alta ou vales muito entalhados, com densidades de drenagem menores, cujas áreas estão sujeitas a processos erosivos agressivos, inclusive com movimentos de massa.

A seguir é apresentada a **Foto 9.3.5.2-1**, com aspectos gerais da Unidade de Padrões e Formas Semelhantes **Dc15** identificada no Planalto Paulistano/Alto Tietê, no limite setentrional da AII.



Foto 9.3.5.2-1: Vista geral da Unidade de Padrões e Formas Semelhantes **Dc15** identificada no Planalto Paulistano/Alto Tietê na região das rodovias do Imigrantes e Anchieta, à sul da Represa Billings. A Unidade é constituída nesta região por morros médios de topos convexos conformados preferencialmente sobre xistos diversos do Complexo Embu. Visada para sul-sudoeste. Municípios de Santo André e São Bernardo do Campo.

UNIDADE DE PADRÕES E FORMAS SEMELHANTES Dc24

A Unidade de Padrões e Formas Semelhantes **Dc24** do Planalto Paulistano/Alto Tietê ocupa, na AII, o extremo norte/nordeste do Município de Santos.

Compreende relevos de denudação formados por morros altos e médios de topos convexos, com altimetrias predominantes entre 800 m e 1000 m e declividades dominantes entre 10% e 20%. O grau de entalhamento dos vales é fraco, entre 20 m e 40 m, e a dimensão interfluvial média é caracterizada como pequena, entre 250 m e 750 m.

O nível do parâmetro de fragilidade potencial da unidade **Dc24** é considerado alto: formas muito dissecadas, com vales entalhados associados a vales pouco entalhados, e alta densidade de drenagem, o que permite classificar seus terrenos como áreas sujeitas a processos erosivos agressivos com probabilidade de ocorrência de movimentos de massa e erosão linear com voçorocas.

A seguir é apresentada a **Foto 9.3.5.2-2**, com aspectos gerais da Unidade de Padrões e Formas Semelhantes **Dc24** identificada no Planalto Paulistano/Alto Tietê, no limite setentrional da AII.



Foto 9.3.5.2-2: Vista geral da Unidade de Padrões e Formas Semelhantes Dc24 identificada no Planalto Paulistano/Alto Tietê na região da Vila de Paranapiacaba e para leste-sudeste. A Unidade apresenta morros médios e altos de topos convexos onde são verificados processos erosivos com movimentos de massa subordinados. Visada para sul-sudeste. Arredores da Vila de Paranapiacaba, Município de Santo André.

Unidade Morfológica Escarpa/Serra do Mar e Morros Litorâneos

Essa unidade consiste em uma faixa de encostas com vertentes abruptas que margeiam o Planalto Atlântico desde o Planalto da Bocaina, na divisa com o Estado do Rio de Janeiro, até a região do vale do Ribeira do Iguape.

Nesta unidade predominam formas de relevo denudacionais com modelados na forma de escarpas e cristas com topos aguçados (Da) e topos convexos (Dc), destacando-se os Padrões de Formas Semelhantes Da43, Da53, Da52, Da34, Da35, Dc33 e Dc34. O entalhamento dos vales é variável entre 80 m e mais de 160 m, e a dimensão interfluvial média desde menos de 250 m até 3750 m. As altimetrias variam de 20 m a 1000 m, com declividades predominantes maiores que 40%, que atingem 60% em setores localizados das vertentes.

De acordo com as cartas geológicas São Paulo e Santos da CPRM (1999), predominam gnaisses e migmatitos do Complexo Costeiro, bem como granitos nele intrusivos, na porção da Unidade Morfológica Escarpa/Serra do Mar e Morros Litorâneos abrangida pela All.

O relevo dessa unidade é bastante dissecado, e a drenagem, de padrão dendrítico, está condicionada por estruturas relacionadas com falhas, fraturas e contatos litológicos. Seu nível de fragilidade potencial é muito alto, em consequência da presença de formas de dissecação muito intensas, com vales de grande entalhamento, alta densidade de drenagem e vertentes muito inclinadas, estando sujeita a processos erosivos plúvio-fluviais agressivos e movimentos de massas espontâneos e induzidos.

Correlacionadas à Unidade Morfológica Escarpa/Serra do Mar e Morros Litorâneos, foram reconhecidas na All as Unidades de Padrões e Formas Semelhantes Da32, Da33, Da43, Da51, Da52 e Da53, identificadas nos municípios de Praia Grande, São Vicente, Cubatão, Santos, Guarujá e Bertioga e em grande parte intercaladas com a Unidade Morfológica Planície Litorânea Santista.

UNIDADE DE PADRÕES E FORMAS SEMELHANTES DA32

A Unidade de Padrões e Formas Semelhantes Da32 da Unidade Morfológica Escarpa/Serra do Mar e Morros Litorâneos constitui os morros e morrotes que ocorrem isolados e ressaltados topograficamente em meio aos depósitos sedimentares quaternários que conformam a Unidade Morfológica Planície Litorânea Santista. Os morros da região central da Ilha de São Vicente são os principais representantes dessa unidade na All.

A unidade **Da32** compreende relevos de denudação formados por morros médios e baixos com topos aguçados, por vezes convexos, com altimetrias predominantes entre 20 m e 200 m e declividades dominantes entre 20% e 30%. O grau de entalhamento dos vales é médio, entre 40 m e 80 m, e a dimensão interfluvial média é grande, entre 1750 m e 3750 m.

O nível do parâmetro de fragilidade potencial da unidade **Da32** é considerado médio: formas de dissecção média a alta, com vales entalhados e densidade de drenagem média a alta, sendo classificada como áreas sujeitas à forte atividade erosiva.

A seguir é apresentada a **Foto 9.3.5.2-3**, com aspectos gerais da Unidade de Padrões e Formas Semelhantes **Da32** identificada na All associada aos Morros Litorâneos na Cidade de Santos.



Foto 9.3.5.2-3: Vista geral da Unidade de Padrões e Formas Semelhantes **Da32** identificada na All associada aos Morros Litorâneos. A Unidade apresenta preferencialmente morros médios de topos aguçados, por vezes convexos, como os denominados Monte Serrat, Morro do Marapé, Morro Votaruá e Morro do Itararé, dentre outros instalados na Cidade de Santos e com intensa atividade antrópica. Nestes locais são reportadas ocorrências de processos erosivos e, principalmente, de movimentos de massa.

UNIDADE DE PADRÕES E FORMAS SEMELHANTES DA33

A Unidade de Padrões e Formas Semelhantes **Da33** da Unidade Morfológica Escarpa/Serra do Mar e Morros Litorâneos ocorre no extremo sudoeste da Ilha de Santo Amaro, Município de Guarujá, desde a Ponta dos Limões até Ponta Grossa da Barra. Nessa região, está representada pelos morros dos Limões e da Barra. A litologia da unidade compreende biotita granito porfírico do Granito Guarujá-Santos, intrusivo no Complexo Costeiro.

Apresenta relevos de denudação formados por morros baixos e médios com topos aguçados, com altimetrias predominantes entre 20 m e 200 m, e declividades dominantes entre 20% e 30%. O grau de entalhamento dos vales é médio, entre 40 m e 80 m, e a dimensão interfluvial média é média, entre 750 m e 1750 m.

O parâmetro de fragilidade potencial da unidade **Da33** é considerado médio: formas de dissecção média a alta, vales entalhados, e densidade de drenagem média a alta. Seus terrenos configuram, conseqüentemente, áreas sujeitas à forte atividade erosiva.

A seguir é apresentada a **Foto 9.3.5.2-4**, com aspectos gerais da Unidade de Padrões e Formas Semelhantes **Da33** identificada na All associada aos Morros Litorâneos na Ilha de Santo Amaro.



Foto 9.3.5.2-4: Vista geral da Unidade de Padrões e Formas Semelhantes Da33 identificada na All na extremidade sudoeste da Ilha de Santo Amaro, na Cidade de Guarujá, e associada aos Morros Litorâneos. A Unidade apresenta preferencialmente morros médios e baixos de topos aguçados, como o Morro da Barra e o Morro da Manduba, caracterizados como áreas sujeitas a forte atividade erosiva. Município de Guarujá.

UNIDADE DE PADRÕES E FORMAS SEMELHANTES DA43

A Unidade de Padrões e Formas Semelhantes **Da43** da Unidade Morfológica Escarpa/Serra do Mar e Morros Litorâneos é identificada, na All, na Ponta do Itaipu, onde é representada pelos morros de Itaipu, Xixová, do Japuí e da Prainha, nos municípios de Praia Grande e São Vicente. A litologia é representada unicamente pelos gnaisses e migmatitos do Complexo Costeiro.

Compreende relevos de denudação formados por morros baixos e médios com topos aguçados, com altimetrias predominantes entre 20 m e 200 m e declividades dominantes entre 20% e 30%. O grau de entalhamento dos vales é forte, entre 80 m e 160 m, e a dimensão interfluvial média está entre 750 m e 1750 m.

O parâmetro de fragilidade potencial da unidade **Da43** é alto: formas muito dissecadas, vales entalhados associados a vales pouco entalhados e alta densidade de drenagem. Logo, seus terrenos constituem áreas sujeitas a processos erosivos agressivos com probabilidade de ocorrência de movimentos de massa e erosão linear com voçorocas.

UNIDADE DE PADRÕES E FORMAS SEMELHANTES DA51

A Unidade de Padrões e Formas Semelhantes **Da51** da Unidade Morfológica Escarpa/Serra do Mar e Morros Litorâneos ocupa parte dos municípios de Praia Grande e São Vicente, onde está limitada, grosso modo, pelo Rio Cubatão, a norte, e pelo Rio Boturoca ou Branco, a sul. A região é drenada pelos afluentes da margem direita do Rio Cubatão, da margem esquerda do Rio Boturoca, e pelo Rio Vargem Grande.

Compreende relevos de denudação formados por escarpas e cristas com topos aguçados, com altimetrias predominantes entre 20 m e 1000 m e declividades dominantes maiores que 30%. O grau de entalhamento dos vales é muito forte, maior que 160 m, e a dimensão interfluvial média é muito grande, maior que 3750 m.

O parâmetro de fragilidade potencial da unidade **Da51** é muito alto: formas de dissecção muito intensas, com vales de entalhamento pequeno e densidade de drenagem alta, ou vales muito entalhados com densidades de drenagem menores. Suas áreas estão sujeitas a processos erosivos agressivos, inclusive com movimentos de massa.

A seguir é apresentada a **Foto 9.3.5.2-5**, com aspectos gerais da Unidade de Padrões e Formas Semelhantes **Da51** identificada na All associada à Escarpa/Serra do Mar, instalada entre a margem direita do Rio Cubatão e os municípios de Cubatão, São Vicente e Praia Grande.



Foto 9.3.5.2-5: Vista geral da Unidade de Padrões e Formas Semelhantes Da51 associada à Escarpa/Serra do Mar e identificada na porção oeste-sudoeste da All, na região das cidades de Cubatão, São Vicente e Praia Grande. Nas suas encostas encontra-se instalada a Ferrovia Santos-Mairinque. A Unidade apresenta escarpas e cristas de topos aguçados e formas de dissecação muito intensas, estando sujeita a processos erosivos agressivos inclusive com movimentos de massa associados. Municípios de Cubatão, São Vicente e Praia Grande.

UNIDADE DE PADRÕES E FORMAS SEMELHANTES DA52

A Unidade de Padrões e Formas Semelhantes Da52 é largamente predominante, na All, sobre as demais unidades de padrões e formas semelhantes da Unidade Morfológica Escarpa/Serra do Mar e Morros Litorâneos. Faz o limite entre a Serra do Mar e o Planalto Paulistano, ocupando a porção norte-noroeste dos municípios de São Vicente e Cubatão e grande parte da porção continental do Município de Santos. Seus terrenos sustentam as serras de Cubatão, Paranapiacaba, do Morrão e do Quilombo, além do Morro Cabeça-de-Negro e do Pico Jaguareguava. A região é drenada pelas bacias dos rios Cubatão, Perequê, Mogi, Quilombo, Jurubatuba e Jaguareguava, bem como pelas cabeceiras do Rio Diana e de tributários da margem direita do Canal de Bertiooga.

A unidade Da52 apresenta relevos de denudação formados por escarpas e cristas com topos aguçados, com altimetrias predominantes entre 20 m e 1000 m e declividades dominantes maiores que 30%. O grau de entalhamento dos vales é muito forte, maior que 160 m, e a dimensão interfluvial média é grande, entre 1750 m e 3750 m.

O parâmetro de fragilidade potencial é considerado muito alto: formas de dissecação muito intensas, com vales de entalhamento pequeno e densidade de drenagem alta, ou vales muito entalhados com densidades de drenagem menores. Consiste de áreas sujeitas a processos erosivos agressivos inclusive com movimentos de massa.

A seguir são apresentadas as Fotos 9.3.5.2-6 a 9.3.5.2-8, contendo aspectos gerais da Unidade de Padrões e Formas Semelhantes Da52 identificada na All associada à Unidade Morfológica Escarpa/Serra do Mar, e que conforma as serras de Cubatão, de Paranapiacaba, do Morrão e do Quilombo, dentre outras.



Foto 9.3.5.2-6: Vista geral da Unidade de Padrões e Formas Semelhantes Da52 associada à Escarpa/Serra do Mar e identificada na porção norte-noroeste da All, na região da divisa dos municípios de São Bernardo do Campo, Cubatão e São Vicente. Ao fundo e à direita, vista da Unidade Da51. A Unidade Da52 apresenta escarpas e cristas de topos aguçados e formas de dissecação muito intensas, sujeita aos processos erosivos agressivos inclusive com movimentos de massa associados.



Foto 9.3.5.2-7: Vista geral da Unidade de Padrões e Formas Semelhantes Da52 associada à Escarpa/Serra do Mar. Vertente da Serra de Cubatão na região do vale do Rio Mogi. A Unidade apresenta escarpas e cristas com topos aguçados e formas de dissecação muito intensas, sujeita aos processos erosivos agressivos inclusive com movimentos de massa associados. Município de Cubatão e de Santo André.



Foto 9.3.5.2-8: Vista geral da Unidade de Padrões e Formas Semelhantes Da52 associada à Escarpa/Serra do Mar. Vertente meridional da Serra do Morrão no vale do Rio Quilombo. A Unidade apresenta escarpas e cristas com topos aguçados e formas de dissecação muito intensas, sujeita aos processos erosivos agressivos inclusive com movimentos de massa associados. Porção continental do Município de Santos.

UNIDADE DE PADRÕES E FORMAS SEMELHANTES DA53

A Unidade de Padrões e Formas Semelhantes **Da53** da Unidade Morfológica Escarpa/Serra do Mar e Morros Litorâneos está restrita à Ilha de Santo Amaro, onde ocupa uma faixa orientada NE-SW que se estende desde a praia das Pitangueiras até a Ponta da Armação, configurando o Morro do Botelho e a Serra de Santo Amaro. A litologia é composta exclusivamente por migmatitos do Complexo Costeiro.

Compreende relevos de denudação formados por morros escarpados e cristas com topos aguçados, com altimetrias predominantes entre 20 m e 250 m e declividades dominantes maiores que 30%. O grau de entalhamento dos vales é muito forte, maior que 160 m, e a dimensão interfluvial média é média, entre 750 m e 1750 m.

O parâmetro de fragilidade potencial da unidade **Da53** é muito alto: formas de dissecação muito intensas, com vales de entalhamento pequeno e densidade de drenagem alta, ou vales muito entalhados com densidades de drenagem menores. Suas áreas estão sujeitas a processos erosivos agressivos inclusive com movimentos de massa.

A seguir é apresentada a **Foto 9.3.5.2-9**, com aspectos gerais da Unidade de Padrões e Formas Semelhantes **Da53** identificada na All associada aos Morros Litorâneos na Ilha de Santo Amaro.



Foto 9.3.5.2-9: Vista geral da Unidade de Padrões e Formas Semelhantes Da53 identificada na All por grandes extensões na Ilha de Santo Amaro, entre as cidades do Guarujá e Bertioga e associada aos Morros Litorâneos, como o Morro do Botelho. A Unidade apresenta preferencialmente morros escarpados de topos aguçados, caracterizados como áreas sujeitas a processos erosivos com movimentos de massa associado. Municípios de Guarujá e Bertioga.

CONES DE DEJEÇÃO E CORPOS DE TÁLUS

Os cones de dejeção e corpos de tálus são rampas subhorizontais e/ou convexas associadas ao fundo de vales e ao sopé de vertentes íngremes. Apresentam inclinação de 10% a 35% e são constituídos por matacões, blocos e seixos polimíticos, angulosos a subarredondados, semi-alterados a alterados, imersos em matriz areno-argilosa arcoseana ou arenosa. Areias médias e grossas, micáceas, por vezes argilosas, ocorrem intercaladas nestes sedimentos no caso dos cones de dejeção.

O entalhe vertical e lateral de canais é frequente e de baixa intensidade. Processos de rastejo também são frequentes e de alta intensidade, ao passo que os escorregamentos são ocasionais e também de alta intensidade. Ocorrem acúmulos de detritos localizados e ocasionais.

Constituem terrenos muito sensíveis a interferências, devido à mobilidade dos depósitos.

Na All, são expressivos, tanto em quantidade quanto em dimensão, na vertente sudeste da Serra de Cubatão, ao longo do vale dos rios Cubatão e Mogi. No caso do último, a vertente noroeste da Serra do Morrão também apresenta a feição, numa exposição contínua desde a região da planície de Santos até o limite da All.

São comuns nas serras do Morrão e do Quilombo, especialmente no sopé das vertentes que compõem o vale do Rio Quilombo. São expressivos, também, a noroeste do Morro da Diana. Em São Vicente, são observados nas cabeceiras dos córregos tributários da margem esquerda do Rio Boturoca ou Branco.

A seguir são apresentadas as **Fotos 9.3.5.2-10 e 9.3.5.2-11** com aspectos gerais dos Corpos de Tálus e Cones de Dejeção identificados na All, nas encostas dos Morros Litorâneos e nas escarpas da Serra do Mar.



Foto 9.3.5.2-10: Vista da vertente norte da Serra do Quilombo, onde são reconhecidos corpos de tálus por grandes extensões. Obras de contenção implantada na encosta visando conter movimentos de rastejo associados com escorregamentos. Porção continental do Município de Santos.



Foto 9.3.5.2-11: Vista de um dos diversos cones de dejeção encontrados nos talwegues e drenagens encaixadas associados aos fundos de vales no sopé da Serra do Mar. Arredores da Refinaria Presidente Bernardes. Município de Cubatão.

Unidade Morfológica Planície Litorânea Santista

As Planícies Litorâneas estão geneticamente relacionadas com as interações oceano-continente, e incluem, basicamente, formas de relevo do tipo Planícies de Mangue, Planícies Marinhas, Planícies Flúvio-Marinhas, Terraços Marinhas, Cordões Arenosos, Campos de Dunas e Planícies Flúvio-Lacustre-Marinhas. Essas formas decorrem das interações das atividades construtivas e destrutivas das águas oceânicas e das águas continentais ao longo da faixa litorânea, bem como das atividades eólicas, que também agem na remobilização de sedimentos marinhos. As flutuações do nível marinho são condicionadoras significativas dos processos de formação das planícies litorâneas no Brasil.

A Planície Costeira é um ambiente extremamente frágil e muito rico em biodiversidade, de grande importância como áreas de preservação por constituírem nichos de reprodução marinha para grande número de espécies de animais. Por serem recentes, seus sedimentos, predominantemente arenosos e argilosos, são inconsolidados; a cobertura vegetal é diversificada.

No litoral de São Paulo, a planície costeira consiste principalmente de pequenas planícies flúvio-marinhas posicionadas no fundo de baías e enseadas, entre os terrenos cristalinos do Planalto Atlântico e as águas oceânicas. São terrenos planos, de natureza sedimentar marinha e fluvial quaternária, em que operam processos de agradiação, e com baixa densidade de drenagem, de padrão meandrante e anastomosado. Estão dispostas em áreas descontínuas ao longo de toda a faixa litorânea. Na All, recebe a denominação de Planície Litorânea Santista, e consiste das morfologias Planícies Marinhas (Apm), Planícies Intertidais (Api) e Baixios (B).

Tanto as Planícies Marinhas quanto as Planícies Intertidais e os Baixios apresentam potencial de fragilidade muito alto. São áreas sujeitas a inundações periódicas, com lençol freático pouco profundo, constituídas por sedimentos inconsolidados sujeitos a acomodações.

A seguir é apresentada a **Foto 9.3.5.2-12**, com aspectos gerais da Unidade Morfológica Planície Litorânea Santista identificada na All e que ocorre distribuída nos municípios de Cubatão, Santos, São Vicente, Guarujá, Bertioga e Praia Grande.



Foto 9.3.5.2-12: Vista geral da Unidade Morfológica Planície Litorânea Santista, onde são reconhecidas as unidades Planícies Marinhas (Apm), Planícies Intertidais (Api) e Baixios (B). Região que apresenta terrenos aplanados e baixos e que são drenados pelos rios Mogi, Perequê, da Onça, Quilombo, Jurubatuba, Diana, Sandi, Cubatão, Maria Ribeiro, Cascalho e Casqueiro, dentre outros. Municípios de Cubatão, São Vicente e Santos.

PLANÍCIES MARINHAS (APM)

As Planícies Litorâneas **Apm** são marinhas, com altimetrias entre zero e 20 m e declividades inferiores a 2%, formadas por sedimentos marinhos inconsolidados.

Na All ocupam a maior parte do Município de Praia Grande e da Ilha de São Vicente, bem como a porção oeste da Ilha de Santo Amaro. Em Santos e Cubatão, sua posição é mais interior, próxima ao sopé da Serra do Mar.

A seguir são apresentadas as **Fotos 9.3.5.2-13** e **Fotos 9.3.5.2-14**, contendo aspectos gerais do relevo Planícies Marinhas **Apm**, parte integrante da Unidade Morfológica Planície Litorânea Santista identificada na All.



Foto 9.3.5.2-13: Vista da porção meridional da Cidade de Santos. Terrenos identificados como pertencentes às Planícies Marinhas Apm - constituindo antigos depósitos de areias marinhas litorâneas - atualmente recobertos pelo desenvolvimento da cidade. Visada para sul, obtida do topo do Monte Serrat.



Foto 9.3.5.2-14: Vista da porção intermediária do vale do Rio Quilombo, onde ocorre a conformação de extenso anfiteatro delimitado a norte pela Serra do Morrão e ao sul pela Serra do Quilombo. Terrenos planos do amplo vale constituem os depósitos holocênicos da Transgressão Santos e conformam o relevo Planícies Marinhas (Apm). Visada para nordeste. Porção continental do Município de Santos.

PLANÍCIES INTERTIDAIS (Api)

As Planícies Litorâneas (**Api**) são intertidais (mangues), também têm altimetrias entre zero e 10 m e declividades inferiores a 2%, sendo formadas por sedimentos marinhos inconsolidados. Representam ambientes de extrema interação entre a forma de relevo, o solo e a cobertura vegetal, e de reprodução de inúmeras espécies da fauna aquática e subaquática.

Nas Planícies Intertidais prevalecem terrenos baixos e planos, originados por depósitos marinhos retrabalhados por processos fluviais, com aporte de sedimentos finos continentais (argilas em colóides) que sofrem floculação no contato com as águas salinas procedentes do oceano pela maré alta e, conseqüentemente, deposição. Estas lamas argilosas são acrescidas de materiais orgânicos provenientes da queda de folhas da vegetação de mangue. Logo, tais planícies estão sempre associadas à foz de rios que alcançam o oceano através de zonas costeiras baixas e planas, em áreas de climas tropicais.

Na Planície Litorânea Santista abrangida pela All, as Planícies Intertidais ocupam a foz dos rios Cubatão, Perequê, Mogi, Quilombo e Jurubatuba, além de grande parte do curso dos rios Piaçabuçu, Mariana, Boturoca ou Branco, Santana, Casqueiro, da Onça, Sandi e Diana e do Canal de Bertioiga.

A seguir é apresentada a **Foto 9.3.5.2-15**, com aspectos gerais do relevo Planícies Intertidais (**Api**), parte integrante da Unidade Morfológica Planície Litorânea Santista identificada na All.

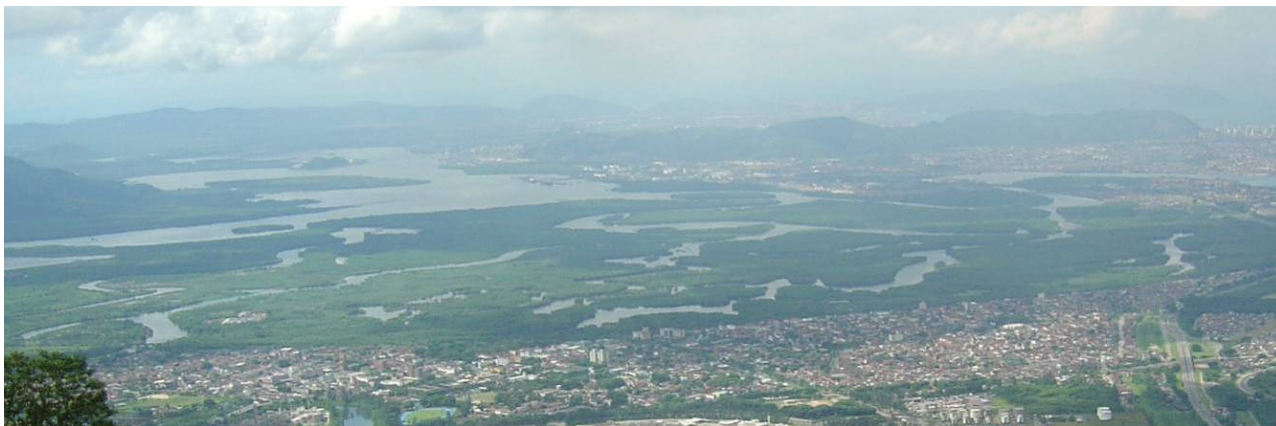


Foto 9.3.5.2-15: Vista da Planície Costeira na região onde predominam os depósitos recentes e que conformam os terrenos associados ao relevo das Planícies Intertidais Api. Visada para leste. Observa-se parte do Canal de Piaçaguera, o Largo do Caneú, a Ilha dos Bagres e o Canal do Estuário de Santos. Vegetação mais densa, de mangue, instalada sobre a Planície Intertidal sendo drenada por diversos canais de maré e pelos rios Cubatão, Maria Ribeiro, Cascalho e Casqueiro, dentre outros. Municípios de Cubatão, São Vicente e Santos.

BAIXIOS (B)

Os baixios são feições de deposição submersas, expostas durante as marés baixas de sizígia. São constituídas por argilas siltosas, silte e areia muito fina, e formam-se pela perda de velocidade dos fluxos de transporte, ou por barramento de correntes ou mudanças de condições químicas das águas.

Originam-se pela deposição contínua de sedimentos, que redundam em emersão da feição. São impróprios à ocupação devido à inundação diária pela maré e à presença de solos moles, que dificultam a implantação de obras de infraestrutura e exigem total alteração de suas características.

Na All, são reconhecidos no Largo do Caneú, em ambas as margens da foz do Rio Pedreira e a oeste da Ilha dos Bagres, unindo-a à porção continental, a noroeste e sudeste do Largo de Santa Rita, conformando o limite oeste da Ilha Barnabé, bem como a sul da mesma, junto à foz do Rio Sandi.

A seguir é apresentada a **Foto 9.3.5.2-16**, com aspectos gerais dos Baixios B, sendo caracterizada como depósito prévio associado à formação das Planícies Intertidais.



Foto 9.3.5.2-16: Terrenos planos na região da foz do Rio Jurubatuba junto ao Largo de Santa Rita. Visada para sudoeste. Local onde atualmente deposições submersas de sedimentos finos arenos-argilosos e caracterização de porções emersas com desenvolvimento de vegetação de mangue e maior retenção de sedimentos.

Unidade Morfológica Pequenas Planícies Fluviais

Consiste de áreas descontínuas distribuídas em todas as unidades morfológicas da All. São terrenos planos, de natureza sedimentar fluvial, gerados por processos de agradação. Encontram-se dispostos junto às margens dos rios e constituem áreas baixas e planas. As Planícies Fluviais (Apf) apresentam declividades inferiores a 2% e posicionam-se em diferentes níveis altimétricos. São formadas por sedimentos fluviais arenosos e argilosos inconsolidados.

No Planalto Paulistano/Alto Tietê as Planícies Fluviais estão presentes na bacia de drenagem dos rios Cubatão de Cima e Pilões e do alto curso do Rio Perequê. Na região da Baixada Santista, as Planícies Fluviais (Apf) ocupam as várzeas do médio e/ou alto curso dos rios Cubatão, Mogi, Quilombo e Jurubatuba.

Tem potencial de fragilidade muito alto, com áreas sujeitas às inundações periódicas que tendem a apresentar lençol freático pouco profundo e sedimentos inconsolidados sujeitos a acomodações.

A seguir é apresentada a **Foto 9.3.5.2-17**, com aspectos gerais dos terrenos caracterizados como pertencentes às Planícies Fluviais (Apf), da Unidade Morfológica Pequenas Planícies Fluviais, e reconhecidas no Planato e na Baixada Santista.



Foto 9.3.5.2-17: Vista geral dos terrenos aplanados associados aos processos de agradação e que conformam a várzea atual do curso inferior do Rio Cubatão, constituindo a unidade Planícies Fluviais (Apf). Visada para oeste-sudoeste, obtida a partir da Rodovia dos Imigrantes. Município de Cubatão.

A seguir, no **Quadro 9.3.5.2-1**, é apresentado o resumo das características das unidades geomorfológicas identificadas no polígono da All do futuro empreendimento.

Quadro 9.3.5.2-1: Síntese das características das unidades geomorfológicas presentes na All

		Formas de Relevô		Nível de Fragilidade Potencial	Morfologia	Litologia/ Solos
		Modelados D.I. e G.E.V (m)	Altimetria (m)/ Declividade (%)			
Planalto Atlântico	Planalto Paulistano/ Alto Tietê	Dc15 D.I. < 250 G.E.V. < 20	600 a 850/ 10 a 20	Muito Alta. Formas de dissecação muito intensa. Áreas sujeitas a processos erosivos agressivos, inclusive com movimentos de massa.	Morros médios e altos com topos convexos; drenagem de padrão dendrítico.	Xistos, gnaisses e migmatitos do Complexo Embu; subordinadamente migmatitos do Complexo Costeiro/ CAMBISSOLOS HÁPLICOS
		Dc24 D.I. - 250 a 750 G.E.V. - 20 a 40	800 a 1170/ 10 a 20	Alta. Formas muito disseçadas; vales entalhados associados a vales pouco entalhados. Áreas sujeitas a processos erosivos agressivos com ocorrência de movimentos de massa e erosão linear com voçorocas.		
	Escarpa/Serra do Mar e Morros Litorâneos	Da32 D.I. - 1750 a 3750 G.E.V. - 40 a 80	20 a 220/ 20 a 30	Média. Formas de dissecação média a alta; vales entalhados e densidade de drenagem média a alta. Áreas sujeitas à forte atividade erosiva.	Morros médios e baixos com topos aguçados; drenagem de padrão dendrítico.	Gnaisses e migmatitos do Complexo Costeiro granitos intrusivos/ CAMBISSOLOS HÁPLICOS
		Da33 D.I. - 750 a 1750 G.E.V. - 40 a 80	20 a 285/ 20 a 30			
		Da43 D.I. - 750 a 1750 G.E.V. - 80 a 160	20 a 290/ 20 a 30	Alta. Formas muito disseçadas; vales entalhados associados a vales pouco entalhados. Áreas sujeitas a processos erosivos agressivos com ocorrência de movimentos de massa e erosão linear com voçorocas.	Morros médios e baixos com topos aguçados; drenagem de padrão dendrítico.	
		Da51 D.I. > 3750 G.E.V. - >160	20 a 800/ 20 a 30 ou >30	Muito alta. Formas de dissecação muito intensa. Áreas sujeitas a processos erosivos agressivos, inclusive com movimentos de massa.	Escarpas e cristas com topos aguçados; drenagem de padrão dendrítico.	
		Da52 D.I. -1750 a 3750 G.E.V. > 160	20 a 1050/ 20 a 30 ou >30			
		Da53 D.I. - 750 a 1750 G.E.V. > 160	20 a 300/ 20 a 30 ou >30			
		Cones de dejeção e corpos de tálus (CT)	10 a 700 / 5 a 20, por vezes de 20 a 30	Muito alta. Rastejos e escorregamentos de alta intensidade. Acúmulo de detritos localizados. Terrenos muito sensíveis a interferências, devido à mobilidade dos depósitos.	Rampas subhorizontais e/ou convexas em fundos de vales ou sopé de vertentes íngremes.	Matações, blocos e seixos em matriz areno-argilosa ou arenosa. Nos cones de dejeção intercalam-se areias médias e grossas, micáceas, às vezes argilosas.
	Planícies Litorâneas	Santista	Apm	0 a 20/ <2%	Muito alta. Áreas sujeitas a inundações periódicas. Lençol freático pouco profundo. Sedimentos inconsolidados sujeitos a acomodações.	Planícies marinhas
Api			0 a 10 / <2%	Planícies intertidais		
Baixios (B)			0 a 3/ <2%	-		Argila siltosa, silte e areia muito fina
Planícies Flúvias	Planícies Flúvias	Apf	10 a 35 / <2%		Planícies flúvias	Areias e argilas inconsolidadas

D.I. - Dimensão interfluvial média; G.E.V - Grau de entalhamento dos vales.

9.3.5.2.3 Considerações sobre a Geomorfologia na All

Nos terrenos do Planalto Paulistano/Alto Tietê e das Escarpas/Serra do Mar e Morros Litorâneos são identificados os relevos de morros de médios e baixos de topos convexos presentes no Planalto, e morros médios e baixos de topos aguçados associados aos Morros Litorâneos, enquanto que nos modelados das Escarpas/Serra do Mar são caracterizadas escarpas e cristas de topos aguçados. Os relevos dos corpos de tálus e cones de dejeção constituem rampas subhorizontais e/ou convexas nos sopés de encostas e de escarpas ou nos fundos de vales.

As altimetrias dos morros do Planalto Paulistano variam de 800 m a 1.000 m com declividade menos acentuada, entre 10% e 20%, enquanto que os morros litorâneos alongados e escarpados frequentemente apresentando encostas com características escarpadas com altimetrias entre 20 m e 200 m, até próxima de 250 m para os morros alongados da serra de Santo Amaro, e declividade entre 20% e 30%. Já os modelados das Escarpas/Serra do Mar variam de 20 m a 1.000 m e apresentam declividades predominantes entre 20% e 30%, com trechos localizados ainda mais íngremes.

Os relevos do Planalto Paulistano/Alto Tietê apresentam nível de fragilidade alta a muito alta, sendo caracterizadas áreas sujeitas a processos erosivos agressivos com ocorrência de movimentos de massa e, eventualmente, também são identificados regiões com ocorrência de erosão linear com voçorocas. Os Morros Litorâneos apresentam nos seus morros de topos aguçados nível de fragilidade potencial média a alta com áreas sujeitas à forte atividade erosiva observadas nos modelados **Da32** e **Da33**, gradando para áreas sujeitas a processos erosivos agressivos com ocorrência de movimentos de massa e erosão linear com voçorocas identificadas no modelado **Da43**.

Nos modelados **Da51**, **Da52** e **Da53** das Escarpas/Serra do Mar são reconhecidos terrenos onde predominam o nível de fragilidade potencial muito alto, com formas de dissecação muito intensa, propiciando a conformação de áreas sujeitas a processos erosivos agressivos, inclusive com movimentos de massa.

O modelado Cones de Dejeção e Corpos de Tálus (CT) também apresenta nível de fragilidade potencial muito alto, sendo identificados em seus terrenos ocorrências de rastejos e de escorregamentos de alta intensidade.

Nos terrenos **Dc15** e **Dc24** do Planalto Paulistanos/Alto Tietê, predominam processos erosivos com eventuais movimentos de massa subordinados, e nas escarpas da Serra do Mar e nas encostas escarpadas do Morros Litorâneos reconhecidos nos modelados **Da32**, **Da33**, **Da43**, **Da51**, **Da52** e **Da53** - eventualmente com corpos de tálus (CT) associados. Ambas as unidades morfológicas exibem declividades consideráveis e extensa rede de drenagem que transiciona na Serra do Mar para amplos sistemas de drenagem dendrítica (a localmente retilínea) com vales encaixados, onde são reconhecidos processos atuantes de movimento de massa com processos erosivos subordinados.

Estes modelados representam as principais áreas fontes dos materiais transportados que serão depositados na Planície Costeira, inicialmente nas planícies aluviais identificadas no médio curso dos rios Cubatão, Pequerê, Mogi, Quilombo e Jurubatuba e, de forma menos intensa, junto às cabeceiras e/ou na raiz da serra dos rios Branco (ou Boturoca), Santana, da Onça, Diana, Sandi, Cabuçu e Jaguaréguava, esses dois últimos já em áreas sob influência do Canal de Bertioga, e posteriormente retrabalhados sob influência de maré nos canais dos cursos d'água menores. Por fim os sedimentos ainda assentam-se nos grandes canais (Piaçaguera, São Vicente, Santos e Bertioga) e nos grandes largos, com destaque para o Caneú e o de Santa Rita.

Os terrenos identificados como pertencentes às Pequenas Planícies Fluviais e, mais a jusante, aqueles correlacionados à Planície Litorânea Santista, recebem os sedimentos transportados desde o planalto, como os provenientes das sub-bacias dos rios Pilões e Pequerê e, principalmente, ao longo das escarpas da Serra do Mar e da Serra de Santo Amaro que delinea a Serra de Santo Amaro na porção sudeste da All.

Os terrenos das unidades morfológicas Pequenas Planícies Fluviais e Planície Litorânea Santista são identificados nos modelados Planícies Fluviais (**Apf**), e nas Planícies Marinhas (**Apm**), Planícies Intertidais (**Api**) e, de forma subordinada, nos Baixios (**B**), respectivamente.

Na All, as principais Planícies Fluviais (**Apf**) ocupam os médios cursos dos rios Cubatão, Pequerê, Mogi, Quilombo e Jurubatuba. Ocorrem em terraços planos conformando várzeas reativamente encaixadas entre as escarpas da serra, depositadas em cotas topograficamente superiores àquelas das planícies marinhas. Constituem relevos de agradação quase planos, com declividades inferiores a 2%. São caracterizadas como terrenos com nível de fragilidade muito alta.

Os terrenos das Planícies Marinhas (**Apm**), das Planícies Intertidais (**Api**) e dos Baixios (**B**) conformam a Planície Litorânea Santista.

As Planícies Marinhas (**Apm**) apresentam íntima correlação com as unidades geológicas sedimentos flúvio-lagunares e de baías e areias marinhas retrabalhadas pelo vento. Ocorrem distribuídas entre as Planícies Aluviais - depositadas imediatamente a montante - e os depósitos das Planícies Intertidais - que ocupam porções topograficamente inferiores - presentes junto aos canais secundários e demais corpos d'água principais. Frequentemente, os terrenos planos das Planícies Marinhas (**Apm**) podem ocorrer em contato direto com as escarpas da Serra do Mar e as encostas dos Morros litorâneos. Apresentam altimetria predominante entre zero e 20 metros e declividade inferior a 2%. Conformam relevos de agradação com nível de fragilidade potencial muito alto, constituindo áreas sujeitas a inundações periódicas.

As Planícies Intertidais (**Api**) ocupam a baixo curso até a foz dos rios Cubatão, Perequê, Mogi, Quilombo e Jurubatuba, além de grande parte do curso dos rios Piaçabuçu, Mariana, Boturoca ou Branco, Santana, Casqueiro, da Onça, Sandi e Diana e do Canal de Bertioiga, sendo ainda reconhecidas junto aos diversos canais menores que constituem os afluentes desses rios maiores. Apresentam altimetria predominante entre zero e 10 metros e declividade inferior a 2%, e conformam relevos de agradação com nível de fragilidade potencial muito alto, constituindo áreas sujeitas a inundações diárias associadas à oscilação das correntes de maré. O lençol freático é caracterizado como pouco profundo. Apresentam sedimentos inconsolidados sujeitos a acomodações.

Nos terrenos das Planícies Intertidais (**Api**), a vegetação do mangue retém os sedimentos favorecendo a deposição 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 novos terrenos emersos associados às planícies intertidais.

Nos terrenos mais baixos frequentemente ainda submersos que constituem bancos de areia muito fina e naqueles emersos com até altura mínima mesmo em relação à maré baixa, em alguns pontos ao longo dos largos do Caneú e de Santa Rita e no entorno da Ilha dos Bagres, são identificados depósitos de Baixios (**B**). O vaivém das águas relacionadas às oscilações das marés coloca a argila em suspensão e termina por removê-la, ocasionando concentração de areia. Esse seria o mecanismo de formação de grande parte das áreas de Baixios. Constituem áreas de agradação com altimetria de até 3 m e declividade inferior a 2% ou ainda submersos. Apresentam nível de fragilidade potencial muito alto, constituindo áreas inundadas e/ou pouco emersas intimamente associadas às inundações diárias por variação da maré.

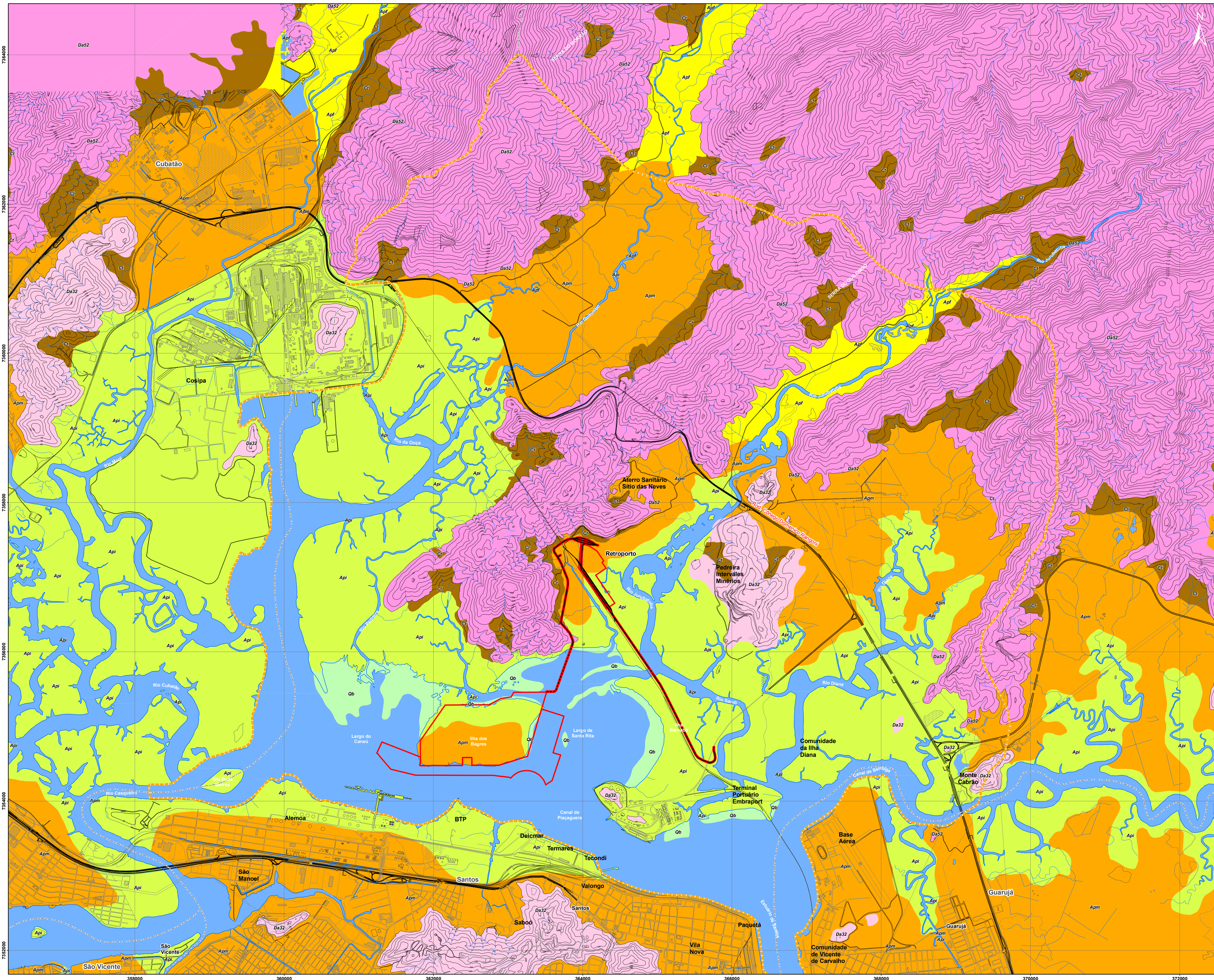
9.3.5.3 CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE INFLUÊNCIA DIRETA (AID) E ÁREA DIRETAMENTE AFETADA (ADA)

9.3.5.3.1 Introdução

A AID ficou restrita à região do Estuário de Santos desde a Usiminas (excluída) até seu desemboque na Baía de Santos, incluída toda a extensão da sua margem esquerda e imediações desde o divisor de águas da Serra do Morrão até o Canal de Bertioiga, a sul do qual compreende unicamente o Canal do Porto.

A AID avança a partir do estuário no sentido nordeste pela Unidade Morfológica Planície Litorânea Santista, que encontra seu limite com a Unidade Morfológica Escarpa/Serra do Mar e Morros Litorâneos na base da Serra do Mar e dos morros e morrotes isolados. A AID também incorpora a parte da Serra do Mar que ocupa os interflúvios entre os rios Quilombo e Jurubatuba e o Canal de Bertioiga, desde a vertente sudeste da Serra do Morrão até as imediações da extremidade sudoeste do Morro Cabeça-de-Negro, passando pela Serra do Quilombo, correspondendo à Unidade Morfológica Escarpa/Serra do Mar e Morros Litorâneos.

Assim configurada, a AID inclui parcial ou totalmente o curso dos rios da Onça, Quilombo, Pedreira, Jurubatuba, Diana, Sandi e o Canal de Bertioiga até o divisor de águas do Morro do Cabrão, estando integralmente inserida na UGRHI 7 - Baixada Santista. Abrange parcialmente o território do Município de Santos. O **Desenho 9.3.5.3-1**, apresentado na sequência, demonstra as Unidades Morfológicas identificadas no mapa geomorfológico na AID.



	FORMAS DE RELEVO		NÍVEL DE FRAGILIDADE POTENCIAL	MORFOLOGIA	LITOLOGIA/SOLOS
	Modelados D.L. e G.E.V (m)	Altimetria (m) / Declividade (%)			
PLANALTO ATLÂNTICO Escarpas de Mar e Morro Uplandense	Da32 D.L.: 1750 a 3750 G.E.V.: 40 a 80	20 a 170 / 20 a 30	MÉDIA. Formas de dissecção média a alta; vales enfiados e densidade de drenagem média a alta. Áreas sujeitas a forte atividade erosiva.	Morros médios e baixos com topos arredondados; drenagem de padrão dendrítico.	Granítes e migmatitos do Complexo Socorro; granitos intrusivos/ CANBESSOLOS HAPLICOS
	Da23 D.L.: 750 a 1750 G.E.V.: 40 a 80	20 a 170 / 20 a 30	MUITO ALTA. Formas de dissecção muito intensa. Áreas sujeitas a processos erosivos agressivos, inclusive com movimentos de massa.	Escarpas e cristas com topos arredondados; drenagem de padrão dendrítico.	
	Da52 D.L.: 1750 a 3750 G.E.V.: > 140	20 a 790 / 20 a 30 ou > 30	MUITO ALTA. Rastros e escorregamentos de alta intensidade. Acumulo de detritos localizados. Terrenos muito sensíveis a interferências, devido à mobilidade dos depósitos.	Rampas subhorizontais e/ou comensais em fundos de vales ou sopé de vertentes íngremes.	Matacões, blocos e seixos em matriz arenosa ou arenosa. Nos cones de detrito lateralizam-se áreas médias e grossas, misturadas, às vezes argilosas.
PLANÍCIES LITORÂNEAS Santista	Apm	0 a 20 / >2%			Planícies marinhas
	Apl	0 a 10 / >2%	MUITO ALTA. Áreas sujeitas a inundações periódicas. Lençol freático pouco profundo. Sedimentos inconsolidados sujeitos a acomodações.		Planícies litorâneas
	Baiões (B)	0 a 3 / >2%			Argila siltosa, silt e areia muito fina
PLANÍCIES FLUVIAIS Fazendas Fazendas	Apl	10 a 25 / >2%			Planícies fluviais (Várzea do rio Jurubatuba)

D.L. - Dimensão latitudinal média; G.E.V. - Grau de entalhamento dos vales.

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



UTM SAD-68; FUSO: 23 SUL
 FONTE:
 BASE CARTOGRÁFICA: 1:10.000 - AGEM 2003

9.3.5.3.2 Unidades Morfológicas

Unidade Morfológica Escarpa/Serra do Mar e Morros Litorâneos

Nesta unidade predominam formas de relevo denudacionais com modelados na forma de escarpas e cristas com topos aguçados (**Da**) e topos convexos (**Dc**). Seu relevo é bastante dissecado, e a drenagem apresenta padrão dendrítico. O nível de fragilidade potencial da unidade é muito alto, em consequência da presença de formas de dissecção muito intensas, com vales de grande entalhamento, alta densidade de drenagem e vertentes muito inclinadas, estando sujeita a processos erosivos plúvio-fluviais agressivos e movimentos de massas espontâneos e induzidos.

Na AID, essa é a única unidade morfológica representada no setor das rochas pré-cambrianas do embasamento cristalino. De acordo com a carta geológica Santos da CPRM (1999), predominam gnaisses e migmatitos do Complexo Costeiro, bem como granitos nele intrusivos, na porção da Unidade Morfológica Escarpa/Serra do Mar e Morros Litorâneos abrangida pela AID.

Correlacionada à Unidade Morfológica Escarpa/Serra do Mar e Morros Litorâneos, foi reconhecida na AID predominantemente a Unidade de Padrões e Formas Semelhantes **Da52** conformando as serras do Morrão e do Quilombo e os morros Cabeça-de-Negro, do Gabriel e Diana.

UNIDADE DE PADRÕES E FORMAS SEMELHANTES DA52

A Unidade de Padrões e Formas Semelhantes **Da52** ocupa quase toda a área de abrangência da Unidade Morfológica Escarpa/Serra do Mar e Morros Litorâneos na AID. Seus terrenos sustentam as serras do Morrão e do Quilombo, além dos morros Cabeça-de-Negro, da Diana e do Gabriel. A região é drenada pelas bacias dos rios Quilombo, Jurubatuba e pelas cabeceiras do Rio Diana e de tributários da margem direita do Canal de Bertioga.

A unidade **Da52** apresenta relevos de denudação formados por escarpas e cristas com topos aguçados, com altimetrias predominantes entre 20 m e 1000 m e declividades dominantes de 20% a 30% e até mesmo maiores. O grau de entalhamento dos vales é muito forte, maior que 160 m, e a dimensão interfluvial média é grande, entre 1750 m e 3750 m.

O parâmetro de fragilidade potencial é considerado muito alto: formas de dissecção muito intensas, com vales de entalhamento pequeno e densidade de drenagem alta, ou vales muito entalhados com densidades de drenagem menores. Consiste de áreas sujeitas a processos erosivos agressivos inclusive com movimentos de massa.

A seguir são apresentadas as **Fotos 9.3.5.3-1 a 9.3.5.3-4**, referentes à Unidade de Padrões e Formas Semelhantes **Da52** identificada na AID/ADA e associada à Unidade Morfológica Escarpa/Serra do Mar, conformadas nas serras do Morrão e do Quilombo.



Foto 9.3.5.3-1: Ao fundo, vista geral do relevo da Unidade de Padrões e Formas Semelhantes Da52 pertencente à Unidade Morfológica Escarpa/Serra do Mar, e que delimita em grande parte a porção norte-nordeste da AID, constituindo áreas contribuintes das sub-bacias do Rio Jurubatuba (em primeiro plano) e do sistema Diana/Sandi. Porção continental do Município de Santos.



Foto 9.3.5.3-2: Vista da Unidade de Padrões e Formas Semelhantes Da52 associada à Escarpa/Serra do Mar. A unidade é identificada na Serra do Morrão e seu divisor de águas demarca a porção noroeste da AID. A Unidade apresenta escarpas e cristas de topos aguçados e formas de dissecção muito intensas, sujeita aos processos erosivos agressivos com movimentos de massa associados. Porção continental do Município de Santos.



Foto 9.3.5.3-3: Unidade de Padrões e Formas Semelhantes Da52 associada à Escarpa/Serra do Mar conformando a Serra do Quilombo, nas proximidades da ADA, onde se encontra instalado o aterro sanitário Terrestre Ambiental. A Unidade apresenta escarpas e cristas de topos aguçados e formas de dissecção muito intensas, sujeita aos processos erosivos agressivos com movimentos de massa associados, como aquele verificado ao fundo, à esquerda.



Foto 9.3.5.3-4: Vista da Unidade de Padrões e Formas Semelhantes Da52 conformando o Morro das Neves/Serra do Quilombo nos limites da ADA, obtida a partir do Largo de Santa Rita. Visada para norte. Região onde deverá ser implantada a ponte de acesso do continente à Ilha dos Bagres, caracterizada como relevo de topos aguçados e formas de dissecação muito intensas, sujeita aos processos erosivos agressivos com movimentos de massa associados. Porção continental do Município de Santos, à esquerda.

MORROS ISOLADOS

Os morros Guarapá e do Cabrão constituem feições isoladas em meio aos sedimentos da planície costeira de Santos, que provavelmente não se enquadram na unidade Da52. Medidas de grau de entalhamento de vales e de dimensão interfluvial média que possibilitassem classificá-los não foram efetuadas no âmbito do presente diagnóstico, porém por analogia com as demais formas observadas nos morros de Santos, São Vicente e Guarujá, é esperado que pertençam à unidade Da32 ou Da33.

Assim sendo, constituem terrenos com parâmetro de fragilidade potencial médio a alto, ou seja, estão sujeitos a forte atividade erosiva ou mesmo processos erosivos agressivos, com probabilidade de ocorrência de movimentos de massa e erosão linear com voçorocas.

A seguir são apresentadas as Fotos 9.3.5.3-5 e 9.3.5.3-6, referentes à Unidade de Padrões e Formas Semelhantes Da32/33 identificada na AID/ADA e associada à Unidade Morfológica Morros Isolados, compreendendo os morros do Cabrão e Guarapá, e morrotes menores identificados na Ilha Barnabé.



Foto 9.3.5.3-5: Vista da Unidade de Padrões e Formas Semelhantes Da32/33 pertencente à Unidade Morros Isolados. No local conforma o Morro do Cabrão instalado na margem direita do Canal de Bertioga, próximo ao cruzamento com a Rodovia Cônego Domênico Rangoni. O relevo, com morros médios de topos aguçados, apresenta parâmetro de fragilidade médio e alto, com probabilidade de ocorrência de movimentos de massa e erosão com voçorocas.



Foto 9.3.5.3-6: Vista da face sudoeste do Morro do Guarapá, que constitui a Unidade de Padrões e Formas Semelhantes Da32/33 da Unidade Morfológica Morros Isolados, e onde se encontra instalada a frente de lavra da cava principal da pedreira em atividade. Visada para nordeste, a partir da ponte do Ramal Ferroviário Conceiçãozinha.

CONES DE DEJEÇÃO E CORPOS DE TÁLUS

Na AID, são comuns nas serras do Morrão e do Quilombo, especialmente no sopé das vertentes que compõem o vale do Rio Quilombo. São expressivos, também, a noroeste do Morro da Diana.

A seguir são apresentadas as Fotos 9.3.5.3-7 e 9.3.5.3-8, referentes aos Cones de Dejeção e Corpos de Tálus identificados nas escarpas das serras e as encostas dos morros isolados, e nos limites da ADA, na vertente sudeste da Serra do Quilombo e no Morro das Neves.



Foto 9.3.5.3-7: Vista da vertente sudeste da Serra do Quilombo e da face leste do Morro das Neves, onde são reconhecidos diversos corpos de tálus nas porções intermediária e inferior de suas encostas, em local onde deverá ser implantada a estrada de acesso à Ilha dos Bagres. Porção continental do Município de Santos.



Foto 9.3.5.3-8: Detalhe de um escorregamento recente na estrada de acesso ao Sítio Santa Rita, onde ocorre movimentos de massa, com deslocamento de blocos e solo, nos limites da ADA. Ocorrência caracterizada na vertente sudeste da Serra do Quilombo, onde ocorrem corpos de tálus nas porções intermediária e inferior da encosta. Porção continental do Município de Santos.

Unidade Morfológica Planície Litorânea Santista

No litoral de Santos a planície costeira consiste principalmente de pequenas planícies flúvio-marinhas posicionadas no fundo de baías e enseadas, entre os terrenos cristalinos do Planalto Atlântico e as águas oceânicas. São terrenos planos, de natureza sedimentar marinha e fluvial quaternária, em que operam processos de agradiação, e com baixa densidade de drenagem, de padrão meandrante e anastomosado. Na região da AID, a Planície Litorânea Santista consiste das morfologias Planícies Marinhas (**Apm**), Planícies Intertidais (**Api**) e Baixios (**B**).

Tanto as Planícies Marinhas quanto as Planícies Intertidais e os Baixios apresentam potencial de fragilidade muito alto. São áreas sujeitas a inundações periódicas, com lençol freático pouco profundo, constituídas por sedimentos inconsolidados sujeitos a acomodações.

PLANÍCIES MARINHAS (APM)

As Planícies Litorâneas (**Apm**) são marinhas, com altimetrias entre zero e 20 m e declividades inferiores a 2%, formadas por sedimentos marinhos inconsolidados.

Na AID ocupam a planície flúvio-lagunar do Rio Quilombo a montante da Rodovia Cônego Domênico Rangoni e o entorno ao norte do Morro Guarapá, junto aos contrafortes da Serra do Mar, em estreita correlação com as ocorrências de sedimentos flúvio-lagunares e de baías.

A seguir são apresentadas as **Fotos 9.3.5.3-9 a 9.3.5.3-11**, referentes à Unidade Planícies Marinhas (**Apm**) presentes na AID nas suas porções noroeste - associada à porção intermediária do amplo vale do Rio Quilombo - e centro-leste - correlacionada em parte à porção intermediária do vale do Rio Jurubatuba e à encosta meridional da Serra do Quilombo, e ao sistema Diana/Sandi até os contrafortes da Serra do Mar.



Foto 9.3.5.3-9: Vista da porção intermediária do vale do Rio Quilombo onde é identificada a morfologia Planícies Marinhas (Apm). Seus terrenos aplanados - instalados em cotas relativamente mais altas que os depósitos intertidais - são formados por sedimentos flúvio-lagunares e de baías que constituem os depósitos holocênicos da Transgressão Santos. Visada para nordeste. Porção continental do Município de Santos.



Foto 9.3.5.3-10: Vista da região entre a margem direita do Rio Jurubatuba e a vertente meridional da Serra do Quilombo, onde ocorre a morfologia Planícies Marinhas (Apm), caracterizada por terrenos aplanados constituídos por sedimentos flúvio-lagunares e de baías. Visada para sul-sudeste. Porção centro-leste da AID. Município de Santos.



Foto 9.3.5.3-11: Vista dos terrenos aplanados das Planícies Marinhas (Apm), distribuídos entre o sopé da Serra do Quilombo e a margem direita do Rio Jurubatuba, em transição para os depósitos intertidais (sedimentos de mangue) reconhecidos mais próximos à margem do rio. Visada para nordeste. Porção continental da ADA nos limites do Sítio Santa Rita. Município de Santos.

PLANÍCIES INTERTIDAIS (API)

As Planícies Litorâneas (**Api**) são intertidais (mangues), também têm altimetrias entre zero e 20 m e declividades inferiores a 2%, e são formadas por sedimentos marinhos inconsolidados. Representam ambientes de extrema interação entre a forma de relevo, o solo e a cobertura vegetal, e de reprodução de inúmeras espécies da fauna aquática e subaquática.

Nas Planícies Intertidais prevalecem terrenos baixos e planos, originados por depósitos marinhos retrabalhados por processos fluviais, com aporte de sedimentos finos continentais (argilas em colóides) que sofrem floculação no contato com as águas salinas procedentes do oceano pela maré alta e, conseqüentemente, deposição. Estas lamas argilosas são acrescidas de materiais orgânicos provenientes da queda de folhas da vegetação de mangue. Logo, tais planícies estão sempre associadas à foz de rios que alcançam o oceano através de zonas costeiras baixas e planas, em áreas de climas tropicais.

Na porção da Planície Litorânea Santista abrangida pela AID as Planícies Intertidais ocupam a margem esquerda do Estuário de Santos de forma contínua, abrangendo a foz dos rios Quilombo, da Onça, Jurubatuba e Diana além de todo o curso dos rios Pedreira e Sandi e do Canal de Bertiooga. A maior parte da Ilha Barnabé, bem como a metade norte da Ilha dos Bagres, conformam esta unidade morfológica, em estreita correlação com as ocorrências dos sedimentos de mangue e de pântano.

A seguir são apresentadas as **Fotos 9.3.5.3-12 a 9.3.5.3-14**, referentes à Unidade Planícies Intertidais (Api) constituídas por terrenos aplanados e baixos próximos aos cursos inferiores dos rios Quilombo, da Onça, Jurubatuba, Sandi e Diana, e nos largos do Caneú e de Santa Rita.



Foto 9.3.5.3-12: Vista geral da morfologia das Planícies Intertidais (Api) reconhecida nas margens do Rio Diana, na porção nordeste da AID. Nesta região predominam os sedimentos finos recentes depositados em terrenos aplanados sob influência de maré, onde se desenvolve densa vegetação de mangue. Visada para norte-nordeste. Porção continental do Município de Santos.



Foto 9.3.5.3-13: Vista da margem direita do Rio Jurubatuba e de parte de uma ilha a montante do Ramal Ferroviário Conceiçãozinha. Terrenos planos distribuídos em cotas baixas onde predominam os depósitos recentes de mangue e que conformam o relevo Planícies Intertidais (Api). Visada para sul. Porção central da AID, nas proximidades da ADA. Ao fundo, à direita, encosta do Morro das Neves. Porção continental do Município de Santos.



Foto 9.3.5.3-14: Vista da porção norte da Ilha dos Bagres, nos limites da ADA, formada e sustentada por sedimentos de mangue depositados sob influência de maré, a partir da retenção dos sedimentos mais finos no Largo de Santa Rita. Conformação de terrenos planos constituídos por sedimentos inconsolidados. Morfologia Planícies Intertidais (Api). Visada para norte. Ao fundo, à esquerda, face sul do Morro das Neves

BAIXIOS (B)

Os baixios são identificados, na AID, nos largos do Caneú e de Santa Rita junto à desembocadura de rios, como o Pedreira, o Jurubatuba e o Sandi, onde formam-se depósitos de siltes e argilas oriundos da perda de competência dos fluxos transportadores, de barramentos naturais provocados por correntes ou, ainda, de mudanças nas condições químicas das águas. Tais depósitos são submersos, sendo expostos unicamente nas marés baixas de sizígia.

A ocorrência junto à foz do Rio Pedreira se estende até a porção oeste da Ilha dos Bagres, estabelecendo uma interligação desta com o continente.

A seguir é apresentada a **Foto 9.3.5.3-15**, com aspectos da Unidade dos Baixios (**B**), que constituem terrenos submersos, e que, quando evoluídos e emersos, constituirão parte do relevo Planícies Intertidais. São reconhecidos na porção sul da AID, na ADA e arredores imediatos.



Foto 9.3.5.3-15: Ocorrência da Unidade de Baixios (B) na região da ADA, associados à foz do Rio Jurubatuba na margem do Largo de Santa Rita próximo à encosta do Morro das Neves. Visada para oeste-sudoeste. Local onde atualmente ocorrem deposições submersas de sedimentos finos areno-argilosos expostos na maré baixa e, ao fundo, porções emersas dos baixios com fixação e desenvolvimento de vegetação de mangue, propiciando maior retenção de sedimentos e expansão das planícies intertidais.

Unidade Morfológica Pequenas Planícies Fluviais

As Planícies Fluviais (**Apf**) apresentam declividades inferiores a 2% e posicionam-se em diferentes níveis altimétricos. São formadas por sedimentos fluviais arenosos e argilosos inconsolidados.

Na porção da Baixada Santista abrangida pela AID, as Planícies Fluviais (**Apf**) ocupam a várzea do médio curso do Rio Jurubatuba, e também podem ser identificadas junto aos cursos d'água menores na AID e na ADA, como observado junto ao Córrego das Neves.

Possuem potencial de fragilidade muito alto, pois são áreas sujeitas às inundações periódicas e tendem a apresentar lençol freático pouco profundo, além dos sedimentos inconsolidados estarem sujeitos a acomodações.

A seguir são apresentadas as **Fotos 9.3.5.3-16** e **9.3.5.3-17** com aspectos de interesse para o futuro empreendimento da Unidade Planícies Fluviais (**Apf**), sendo identificadas na AID e, de forma restrita, na ADA.



Foto 9.3.5.3-16: Detalhe de um afluente da margem direita do Rio Jurubatuba, na porção montante da AID e que constitui depósitos da borda da morfologia Planícies Fluviais (Apf). São identificados na transição para o sopé da Serra do Quilombo e apresentam blocos de rocha, cascalho e areia grossa. O curso d'água apresenta desnível e nota-se a ausência de sedimentos mais finos com matéria orgânica - restos de conchas e restos de vegetação de mangue - o que implicaria em depósitos retrabalhados por influência da maré.



Foto 9.3.5.3-17: Vista para jusante do Córrego das Neves na região do Sítio Santa Rita. O curso d'água se desenvolve retrabalhando os terrenos laterais onde ocorrem sedimentos flúvio-lagunares e de baías em transição para os depósitos de mangue atuais. Região com intervenção antrópica com implantação de canais de drenagem para o direcionamento das águas utilizadas nas plantações. Nesta região, o Córrego das Neves sofreu retificação, o mesmo sendo observado a jusante, devido à implantação do Ramal Ferroviário Conceiçãozinha.

A seguir, no **Quadro 9.3.5.3-1**, é apresentado o resumo das características das unidades geomorfológicas identificadas no polígono da AID.

Quadro 9.3.5.3-1: Síntese das características das unidades geomorfológicas presentes na AID

		Formas de Relevô		Nível de Fragilidade Potencial	Morfologia	Litologia/Solos
		Modelados D.I. e G.E.V (m)	Altimetria (m)/ Declividade (%)			
Planalto Atlântico	Escarpa/Serra do Mar e Morros Litorâneos	Da32 D.I.: 1750 a 3750 G.E.V.: 40 a 80	20 a 170 / 20 a 30	Média. Formas de dissecação média a alta; vales entalhados e densidade de drenagem média a alta. Áreas sujeitas à forte atividade erosiva.	Morros médios e baixos com topos aguçados; drenagem de padrão dendrítico.	Gnaisses e migmatitos do Complexo Costeiro; granitos intrusivos/ CAMBISSOLOS HÁPLICOS
		Da33 D.I.: 750 a 1750 G.E.V.: 40 a 80	20 a 170 / 20 a 30			
		Da52 D.I.: 1750 a 3750 G.E.V.: > 160	20 a 790 / 20 a 30 ou >30	Muito alta. Formas de dissecação muito intensa. Áreas sujeitas a processos erosivos agressivos, inclusive com movimentos de massa.	Escarpas e cristas com topos aguçados; drenagem de padrão dendrítico.	
		Cones de dejeção e corpos de tálus e coluviões (CT)	10 a 350 / 5 a 20, por vezes de 20 a 30-	Muito alta. Rastejos e escorregamentos de alta intensidade. Acúmulo de detritos localizados. Terrenos muito sensíveis a interferências, devido à mobilidade dos depósitos.	Rampas subhorizontais e/ou convexas em fundos de vales ou sopé de vertentes íngremes.	
Planícies Litorâneas	Santista	Apm	0 a 20 / <2%	Muito alta. Áreas sujeitas a inundações periódicas. Lençol freático pouco profundo. Sedimentos inconsolidados sujeitos a acomodações.	Planícies marinhas	Areias, argilas e cascalhos inconsolidados/ GLEISSOLOS SÁLICOS, ESPODOSSOLOS FERROCÁRBICOS
		Api	0 a 10 / <2%		Planícies intertidais	
		Baixios (B)	0 a 3 / <2%		-	
Planícies Fluviais	Pequenas Planícies Fluviais	Apf	10 a 25 / <2%		Planícies fluviais (Várzea do rio Jurubatuba)	Areias e argilas inconsolidadas

D.I. - Dimensão interfluvial média; G.E.V. - Grau de entalhamento dos vales.

9.3.5.3.3 Considerações sobre a Geomorfologia na AID e na ADA

Nos terrenos que compreendem o polígono da AID são identificados os relevos caracterizados como escarpas e cristas de topos aguçados, da unidade morfológica Escarpas/Serra do Mar - partes das serras do Morrão e do Quilombo e da continuidade da Serra do Mar identificada nos morros Cabeça-de-Negro, do Gabriel e da Diana - e os morros médios e baixos de topos aguçados da unidade morfológica Morros Litorâneos, reconhecida na AID nos morros do Cabrão e do Guarapá, além de morrotes de menor porte, como aqueles da Ilha Barnabé.

Em ambas as unidades também são reconhecidas ocorrências dos corpos de tálus e cones de dejeção que representam um modelado constituído por rampas sub-horizontais e/ou convexas presentes nos sopés de encostas e de escarpas, ou ainda, identificadas nos fundos de vales.

Os Morros Litorâneos apresentam nos seus morros de topos aguçados nível de fragilidade potencial média a alta com áreas sujeitas à forte atividade erosiva observadas no modelado Da32 e, eventualmente, em terrenos restritos associados ao modelado Da33. Os morros litorâneos presentes na AID conformam corpos elípticos a aproximadamente circulares e compreendem encostas convexas ao invés de cristas escarpadas e alongadas. As altimetrias variam entre 20 m e 165 m (no Morro do Guarapá) e a declividade entre 10% e 20%.

Para as Escarpas/Serra do Mar, no polígono da AID, são reconhecidos apenas os terrenos associados ao modelado **Da52**, com altimetrias variadas entre 20 m e 790 m - na Serra do Morrão, limite setentrional da AID - e declividades predominantes entre 20% e 30%, onde predomina o nível de fragilidade potencial muito alto, com formas de dissecação muito intensa, propiciando a conformação de áreas sujeitas a processos erosivos agressivos, inclusive com movimentos de massa associados.

O modelado Cones de Dejeção e Corpos de Tálus (CT) também apresenta nível de fragilidade potencial muito alto, com ocorrências disseminadas de rastejos e de escorregamentos de alta intensidade, reconhecidos nas vertentes norte-noroeste e sul-sudeste da Serra do Quilombo, neste último caso inclusive em terrenos internos aos limites da ADA, e na estrada de acesso (fase de obras) à porção continental do futuro empreendimento, como os corpos de tálus identificados entre o Aterro Terrestre Ambiental e a sede do Sítio Santa Rita.

O modelado **Da52** e, de forma subordinada, o modelado **Da32**, constituem parte dos terrenos que abrigam as áreas fontes erodíveis e suscetíveis aos movimentos de massa, que fornecem os materiais transportados que serão depositados na Planície Costeira. Na AID, destaca-se a Planície Fluvial (**Apf**) do Rio Jurubatuba. Posteriormente, os sedimentos mais finos não retidos nas planícies fluviais são retrabalhados sob influência de maré nos canais dos cursos d'água menores, como aqueles observados na AID ao longo dos rios da Onça e Quilombo, Jurubatuba, Diana e Sandi. Por fim os sedimentos ainda assentam-se no Canal de Piaçaguera e no Canal do Estuário de Santos, e nos largos do Caneú e de Santa Rita, que envolvem a Ilha dos Bagres.

Nos limites da AID, além do modelado Planícies Fluviais (**Apf**), são reconhecidos modelados representantes da unidade morfológica Planície Litorânea Santista: Planícies Marinhas (**Apm**), Planícies Intertidais (**Api**) e Baixios (**B**).

A Planície Fluvial (**Apf**) do Rio Jurubatuba ocupa o médio curso desta drenagem, sendo identificada imediatamente a montante da Rodovia Cônego Domênico Rangoni, onde conforma uma ampla várzea distribuída ao longo de um terraço encaixado entre as escarpas da Serra do Quilombo, e faz contato a jusante com a Planície Marinha (**Apm**). Constituem relevos de agradação quase planos, com declividades inferiores a 2%, representando terrenos com nível de fragilidade muito alta, onde são reconhecidas as inundações fluviais periódicas.

Na AID, correlacionados à Planície Litorânea Santista, são identificadas as Planícies Marinhas (**Apm**), as Planícies Intertidais (**Api**) e os Baixios (**B**).

As Planícies Marinhas (**Apm**) apresentam íntima correlação com as unidades geológicas sedimentos flúvio-lagunares e de baías e areias marinhas retrabalhadas pelo vento. Ocorrem distribuídas entre as serras do Morrão e do Quilombo, as encostas dos morros litorâneos (Cabrão, Guarapá), morrotes isolados (Ilha Barnabé) ou a planície fluvial do Rio Jurubatuba - presentes a montante - e os depósitos das Planícies Intertidais (**Api**), que ocupam as porções mais baixas junto aos canais secundários e afluentes dos rios da Onça, Quilombo, Jurubatuba, Sandi e Diana. A altimetria predominante varia entre zero e 20 metros e declividade é inferior a 2%. Conformam relevos de agradação com nível de fragilidade potencial muito alto, constituindo áreas sujeitas a inundações periódicas.

As Planícies Intertidais (**Api**) são representadas pelos sedimentos de mangue e pântano atuais. Ocupam o baixo curso das drenagens principais no polígono da AID. São reconhecidas até as fozes dos rios da Onça, Quilombo, Jurubatuba, Sandi e Diana, como também identificadas nos diversos canais menores que constituem os afluentes desses rios maiores. A altimetria predominante varia entre zero e 10 metros e declividade de seus terrenos em geral é inferior a 2%. Conformam relevos de agradação com nível de fragilidade potencial muito alto, constituindo áreas sujeitas às inundações diárias associadas à oscilação da maré. O lençol freático é pouco profundo a praticamente aflorante e os seus sedimentos inconsolidados encontram-se sujeitos a acomodações.

Nos terrenos das Planícies Intertidais (**Api**), a vegetação do mangue retém os sedimentos favorecendo a deposição 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 novos terrenos emersos associados às planícies intertidais.

A Ilha dos Bagres, onde deverá ser implantada a porção insular do futuro empreendimento, representa um terreno com parte das características de fixação de vegetação de mangue e de evolução de planície intertidal descritas acima, com acréscimos de baixios associados.

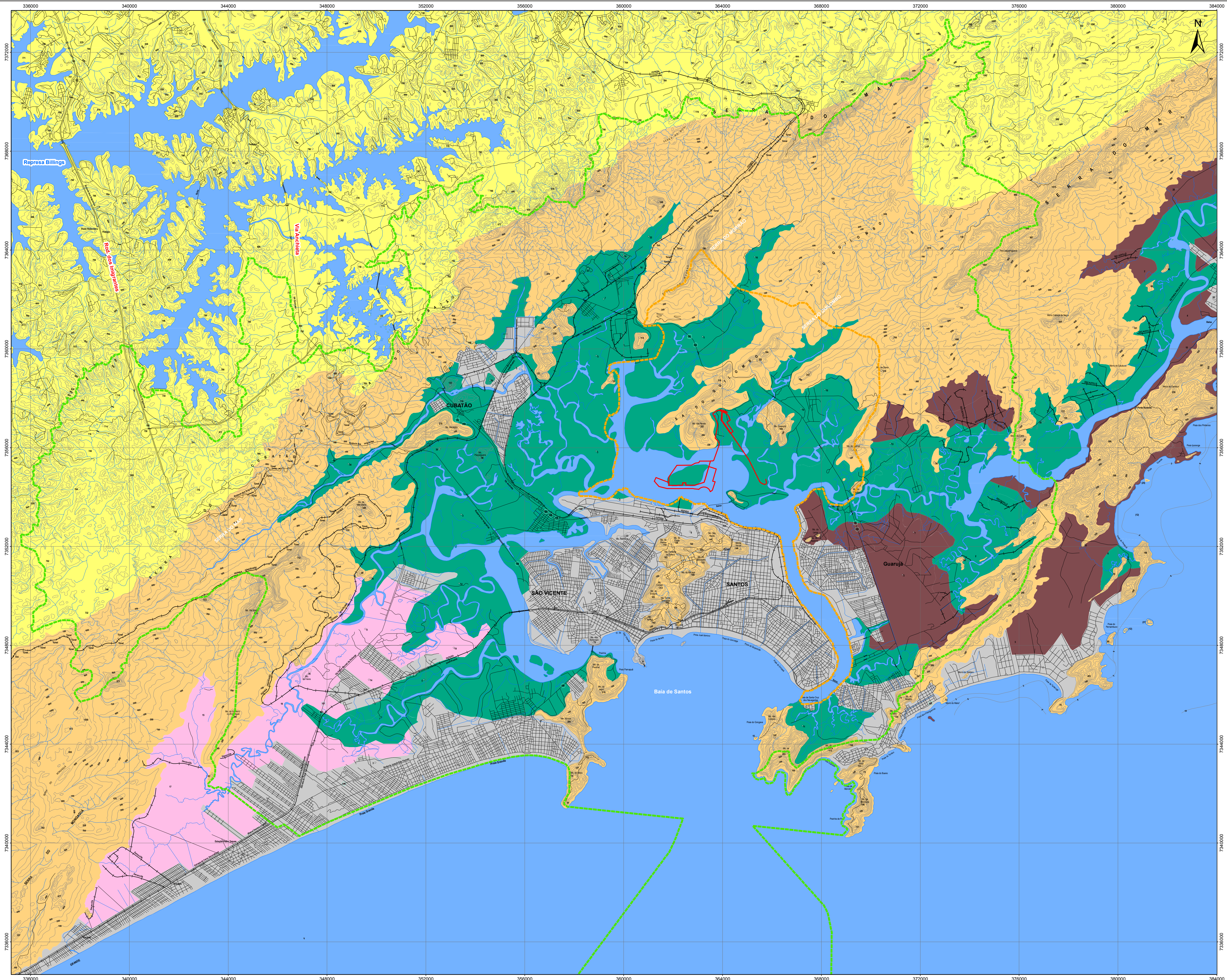
Nos terrenos mais baixos frequentemente ainda submersos que constituem bancos de areia muito fina e naqueles emersos, em alguns pontos ao longo dos largos do Caneú e de Santa Rita e no entorno da Ilha dos Bagres, são identificados depósitos de Baixios (B). O vaivém das águas relacionadas às oscilações das marés coloca a argila em suspensão e termina por removê-la, ocasionando concentração de areia. Esse seria o mecanismo de formação de grande parte das áreas de baixios. Constituem áreas de agradação com altimetria de até 3 m e declividade inferior a 2% ou ainda submersos. Apresentam nível de fragilidade potencial muito alto, constituindo áreas inundadas e/ou pouco emersas intimamente associadas às inundações diárias por variação da maré.

9.3.6 PEDOLOGIA

9.3.6.1 ABORDAGEM METODOLÓGICA E PROCEDIMENTOS

O estudo dos aspectos pedológicos das áreas de influência do futuro empreendimento tiveram como base dados secundários obtidos do Mapa Pedológico do Estado de São Paulo (Oliveira *et al.*, 1999a), na escala 1:500.000, da legenda expandida do referido mapa (Oliveira *et al.*, 1999b) e da descrição das Classes de Solos proposta por Oliveira (1999), bem como as descrições de Oliveira (2008). A identificação das Classes de Solos em campo seguiu os preceitos de Prado (2008). As referidas publicações baseiam no Sistema Brasileiro de Classificação de Solos (Embrapa, 1999) re-editado em 2006.

As Classes de Solos, identificadas ao nível de Ordens e Subordens, bem como as diversas unidades de mapeamento pertencentes a cada uma dessas classes, reconhecidas nas áreas de influência do futuro empreendimento, foram compiladas do Mapa Pedológico do Estado de São Paulo (Oliveira *et al.*, 1999) e apresentados nas escalas 1:75.000, para a All, constituindo o **Desenho 9.3.6.1-1**, apresentada na sequência.



- CAMBISSOLOS HÁPLICOS**
- Cambissolos Háplicos (CX1)**
Solos distróficos, com horizonte A moderado, textura argilosa, de relevo forte ondulado
 - Cambissolos Háplicos (CX11)**
Solos distróficos, de textura argilosa a média, com fase não rochosa e rochosa, de relevo montanhoso e escarpado, associados a Latossolos Vermelho-Amarelos distróficos, de textura argilosa, de relevo montanhoso e forte ondulado. Ambos os solos apresentam horizonte A moderado e proeminente
- ESPODOSOLOS FERROCÁRBICOS**
- Espodosolos Ferrocárbicos (ES1)**
São órticos, com horizonte A proeminente e moderado e textura arenosa, ocorrendo associados com Neossolos Quaternários órticos distróficos, com horizonte A moderado. Ambos os solos são de relevo plano
 - Espodosolos Ferrocárbicos (ES2)**
Associação complexa de Espodosolos Ferrocárbicos Órticos com horizonte A moderado, Espodosolos Ferrocárbicos Hidromórficos helicos, ambos de textura arenosa, Oxisseolos endotomórficos, Solos de Mangue indiscriminados e Gleissolos indiscriminados, todos de relevo de várzea
- GLEISSOLOS SÁLICOS**
- Gleissolos Sálcos (GZ2)**
Associação de Gleissolos Órticos, Gleissolos Tomórficos indiscriminados, e Espodosolos Ferrocárbicos Hidromórficos com horizonte A proeminente e moderado e textura arenosa. Todos de relevo plano
- Mancha Urbana**
- Área de Influência Indireta (AII)
 - Área de Influência Direta (AID)
 - Área Diretamente Afetada (ADA)



UTM SAD-69; FUSO: 23 SUL

FONTE:
BASE CARTOGRÁFICA 1:50.000 - IBGE

9.3.6.2 CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE INFLUÊNCIA INDIRETA

9.3.6.2.1 Introdução

As Classes de Solos reconhecidas na All incluem os ESPODOSSOLOS FERROCÁRBICOS, os GLEISSOLOS SÁLICOS e os CAMBISSOLOS HÁPLICOS. As três classes estão representadas na UGRHI Baixada Santista, ao passo que somente os CAMBISSOLOS HÁPLICOS ocorrem na UGRHI Alto Tietê.

Os terrenos mais elevados, como a região do planalto, ou de relevo montanhoso a escarpado, como a Serra do Mar, onde predominam as rochas do embasamento cristalino pré-cambriano, concentram as ocorrências de CAMBISSOLOS HÁPLICOS. Os GLEISSOLOS SÁLICOS estão restritos à região da Baixada Santista, correlacionados principalmente às ocorrências de sedimentos de mangue e de pântano e aos sedimentos flúvio-lagunares. As correspondências entre os ESPODOSSOLOS FERROCÁRBICOS e a litologia não são tão claras, pois são identificados tanto em terrenos de domínio de sedimentos de mangue e pântano, quanto de sedimentos flúvio-lagunares, areias marinhas litorâneas, da Formação Cananéia, e até de rochas do embasamento cristalino pré-cambriano, também na Baixada Santista.

9.3.6.2.2 Classes de Solos

Espodossolos (E)

Os ESPODOSSOLOS são solos constituídos por material mineral, diomórficos ou não, com horizonte hístico com espessura insuficiente para os ORGANOSSOLOS. Apresentam horizonte A moderado, proeminente, chernozêmico, ou fraco. Sequência de horizonte A-E-B espódico, ou A-B espódico.

A textura é arenosa em todo perfil, e nesse aspecto assemelham-se ao NEOSSOLO QUARTZARÊNICO. O ESPODOSSOLO pode ou não apresentar caráter eutrício.

Ocorrem quase exclusivamente na planície costeira. Das duas Subordens de ESPODOSSOLOS existentes, apenas a dos ESPODOSSOLOS FERROCÁRBICOS foi registrada no Mapa Pedológico do Estado de São Paulo.

ESPODOSSOLOS FERROCÁRBICOS (ES)

Os ESPODOSSOLOS FERROCÁRBICOS são essencialmente arenosos, bastante semelhantes quanto ao comportamento físico e químico aos NEOSSOLOS QUARTZARÊNICOS. A fração areia é de composição predominantemente quartzosa, sendo virtualmente ausentes os minerais primários intemperizáveis, ou seja, as reservas minerais em nutrientes.

Assim, são solos pobres em nutrientes. A textura grosseira determina baixa capacidade de retenção de água, o que é minimizado pela localização litorânea. Na All, ocorrem na Baixada Santista, especialmente em Praia Grande e São Vicente, ao longo de ambas as margens do Rio Branco, e na Ilha de Santo Amaro.

A Subordem ESPODOSSOLOS FERROCÁRBICOS é representada por duas unidades de mapeamento na All do futuro empreendimento:

- **ES1** Órticos, com horizonte A proeminente e moderado e textura arenosa + NEOSSOLOS QUARTZARÊNICOS Órticos distróficos, com horizonte A moderado, ambos de relevo plano;
- **ES2** Associação complexa de ESPODOSSOLOS FERROCÁRBICOS Órticos com horizonte A moderado + ESPODOSSOLOS FERROCÁRBICOS Hidromórficos hísticos, ambos de textura arenosa + ORGANOSSOLOS Endotiomórficos + SOLOS DE MANGUE indiscriminados + GLEISSOLOS indiscriminados, todos de relevo de várzea.

A seguir é apresentada a **Foto 9.3.6.2-1** contendo aspectos gerais da Ordem ESPODOSSOLOS de interesse para o futuro empreendimento, sendo identificada na All, na Ilha de Santo Amaro e nos municípios de São Vicente e Praia Grande.



Foto 9.3.6.2-1: Aspecto gerais dos ESPODOSSOLOS verificados na Ilha de Santo Amaro. Município de Guarujá.

Gleissolos (G)

São solos constituídos por material mineral, hidromórficos com horizonte glei dentro dos 150 cm iniciais desde a superfície, imediatamente abaixo do horizonte A ou E, ou abaixo do horizonte hístico desde que a espessura desse horizonte não atenda a exigência dos ORGANOSSOLOS. A textura é média, ou argilosa, ou muito argilosa dentro de 150 cm desde a superfície, ou até o contato lítico. Não deve ocorrer horizonte vértico abaixo do horizonte A, nem horizonte B textural com transição abrupta. Se existir horizonte plíntico, deve ocorrer a mais de 200 cm de profundidade desde a superfície. São solos mal drenados ou muito mal drenados.

Apresentam ausência de horizonte B e textura errática ao longo do perfil de solo devido à sua formação em sedimentos aluviais, ocasionalmente com variações texturais muito grandes entre os horizontes, situações nas quais as previsões de fluxo de água (permeabilidade e capilaridade) devem se basear nos modelos de solos anisotrópicos (estratificados). São distróficos e bastante ácidos, necessitando aplicação de corretivos e fertilizantes.

Por situarem-se em áreas de várzea, com lençol freático a pequena profundidade, os GLEISSOLOS apresentam sérias limitações. A aeração inadequada redundando em resistência à difusão de gases do solo para a atmosfera e vice-versa, além de consumo muito rápido de oxigênio pelos microorganismos e plantas presentes. Como consequência, observa-se a inibição do crescimento das raízes, a diminuição da absorção de água - apesar do ambiente saturado, e a redução da fotossíntese. Ocorrem, ainda, perda de nitrogênio mineralizado e formação de compostos bivalentes tóxicos de Fe e Mn, em função do ambiente redutor.

Os GLEISSOLOS oferecem limitações quanto ao risco de inundações. Situam-se em áreas onde há acúmulo de ar frio nas regiões mais frias sendo, portanto, mais sujeitos aos efeitos das geadas. São também solos inadequados para a construção de aterros sanitários e como local para recebimento de efluentes, pela inexpressiva zona de aeração e facilidade de contaminação dos aquíferos. A depender da qualidade da argila presente, são apreciados para cerâmica.

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

GLEISSOLOS SÁLICOS (GZ)

Os GLEISSOLOS SÁLICOS são característicos da zona litorânea costeira estando presentes, na All do futuro empreendimento, configurando uma grande envoltória ao norte do estuário santista, desde a ponta do Itaipu, em São Vicente, até as imediações da desembocadura do Canal de Bertioga junto ao perímetro urbano da cidade homônima, estendendo-se por toda a planície costeira até a raiz da Serra do Mar, exceto na região da várzea do Rio Branco, em Praia Grande e São Vicente, e na Ilha de Santo Amaro.

Podem ser sódicos, com saturação por sódio igual ou superior a 15% nos complexos de troca catiônica, o que aumenta sua limitação para o uso agrícola. Apresentam sérias limitações quanto à corrosividade para tubulações enterradas, quer sejam metálicas ou de cimento.

A Subordem GLEISSOLOS SÁLICOS é representada por uma unidade de mapeamento na All do futuro empreendimento:

- **GZ2** GLEISSOLOS ÓRTICOS + GLEISSOLOS TIOMÓRFICOS INDISCRIMINADOS + ESPODOSSOLOS FERROCÁRBICOS Hidromórficos com horizonte A proeminente e moderado e textura arenosa, todos de relevo plano.

A seguir são apresentadas as **Fotos 9.3.6.2-2 a 9.3.6.2-6** referentes aos aspectos de interesse da Ordem GLEISSOLOS com relação ao futuro empreendimento, sendo identificada na porção central da All com ramificações para nordeste junto ao Canal de Bertioga, e para sudoeste, nos municípios de São Vicente (porção continental) e de Praia Grande. Ocupa grande parte dos terrenos da AID e a totalidade da ADA.



Foto 9.3.6.2-2: Aspectos gerais da Ordem GLEISSOLOS identificados na ADA, na Ilha dos Bagres. Porção continental do Município de Santos.



Foto 9.3.6.2-3: Detalhe da Ordem GLEISSOLOS identificados na ADA, na Ilha dos Bagres



Foto 9.3.6.2-4: Detalhe da Ordem GLEISSOLOS identificados na ADA, na Ilha dos Bagres



Foto 9.3.6.2-5: Detalhe da Ordem GLEISSOLOS identificados na ADA, na Ilha dos Bagres



Foto 9.3.6.2-6: Detalhe da Ordem GLEISSOLOS identificados na ADA, na Ilha dos Bagres

Cambissolos (C)

São solos constituídos por material mineral, não hidromórficos, bem drenados (textura argilosa ou muito argilosa) ou fortemente drenados (textura média). Possuem horizonte A moderado, ou proeminente, ou chernozêmico desde que o horizonte B incipiente não apresente CTC (capacidade de troca de cátions) da fração argila maior ou igual a 27 cmol/Kg de argila, ou A húmico não atendendo as exigências para as classes dos CHERNOSSOLOS, PLINTOSSOLOS, VERTISSOLOS e ORGANOSSOLOS. Sequência de horizontes A-AB-B incipiente ou A-BA-B incipiente com pequenas ou grandes profundidades.

A textura dos CAMBISSOLOS é média, ou argilosa, ou muito argilosa, com baixo gradiente textural entre os horizontes A e B. Os teores de silte são relativamente altos. A relação silte/argila de CAMBISSOLOS originados do embasamento cristalino é maior que 0,6 quando a textura é argilosa, ou maior que 0,7 quando a textura é média.

De maneira geral, os CAMBISSOLOS apresentam boas propriedades físicas, tais como boa permeabilidade interna. Por serem pouco evoluídos, apresentam teores significativos de minerais primários facilmente intemperizáveis, os quais podem constituir apreciável reserva de nutrientes para as plantas.

Ocorrem em duas situações distintas no que diz respeito à paisagem: aqueles presentes em terrenos de relevo acidentado, variando desde forte ondulado até escarpado, e aqueles que ocorrem em terrenos planos de planícies aluviais. Na All do futuro empreendimento ocorrem unicamente os CAMBISSOLOS de relevo forte ondulado a escarpado, condição em que apresentam elevada erodibilidade e forte a muito forte limitação à trafegabilidade, que é ainda piorada pela ocorrência de frequentes AFLORAMENTOS DE ROCHAS e pela presença de solos rasos representados pelos NEOSSOLOS LITÓLICOS.

Os NEOSSOLOS que ocorrem associados aos CAMBISSOLOS na All do futuro empreendimento são solos minerais ou de constituição orgânica com espessura menor que 40 cm, diretamente assentados sobre rocha, horizonte C ou Cr, ou ainda, material com 90% em volume constituído por fragmentos de rocha com diâmetro maior que 2 mm, e que apresentam caráter litóide nos 50 cm superiores do solo. Podem apresentar horizonte B em início de formação, com espessura que não satisfaz a qualquer tipo de horizonte B em início de formação.

CAMBISSOLOS HÁPLICOS (CX)

Os CAMBISSOLOS HÁPLICOS são solos distróficos que possuem comumente horizonte Cr constituído por rocha parcialmente alterada, de consistência branda, a profundidades inferiores a 1,5 m. São ácidos e muito pobres em nutrientes, e apresentam elevados teores de Al^{3+} trocável, sendo de difícil correção para a agricultura em virtude das condições topográficas das ocorrências.

Na All do futuro empreendimento os CAMBISSOLOS HÁPLICOS ocupam todo o setor da Serra do Mar, de alguns morros litorâneos e do planalto, se fazendo presentes, mesmo que de forma subordinada, em todos os municípios abrangidos pela All do futuro empreendimento.

A Subordem CAMBISSOLOS HÁPLICOS é representada por duas unidades de mapeamento na All:

- **CX1** Distróficos, com horizonte A moderado, textura argilosa, de relevo forte ondulado;
- **CX11** Distróficos, de textura argilosa e média, com fase não rochosa e rochosa, de relevo montanhoso e escarpado + LATOSSOLOS VERMELHO-AMARELOS DISTRÓFICOS, de textura argilosa, de relevo montanhoso e forte ondulado. Ambos os solos apresentam horizonte A moderado e proeminente.

A seguir são apresentadas as **Fotos 9.3.6.2-7 a 9.3.6.2-9** referentes aos aspectos de interesse da Ordem CAMBISSOLOS e da Ordem NEOSSOLOS, associados preferencialmente à evolução dos relevos das escarpas da Serra do Mar e encostas dos Morros Isolados. São identificados nas porções oeste, norte e nordeste da All e, de forma subordinada na AID, nas suas porções norte e centro-nordeste. Na ADA ocorrem junto à Serra do Quilombo e no Morro das Neves.



Foto 9.3.6.2-7: Aspectos gerais das ordens CAMBISSOLOS e NEOSSOLOS, identificados na All em escarpa da Serra do Mar, próximo à Rodovia Rio-Santos. Porção continental do Município de Santos.



Foto 9.3.6.2-8: Aspectos gerais das ordens CAMBISSOLOS e NEOSSOLOS, identificados na AII no topo da escarpa da Serra do Mar, próximo à Rodovia Rio-Santos. Porção continental do Município de Santos.



Foto 9.3.6.2-9: Aspectos gerais da Ordem NEOSSOLOS, identificados na AID associados a um dos afluentes da margem direita do Rio Quilombo, próximo à Rodovia Cônego Domênico Rangoni. Porção continental do Município de Santos.

9.3.6.2.3 Considerações sobre a Pedologia na AII

Nos terrenos do Planalto Paulistano/Alto Tietê e das Escarpas/Serra do Mar e Morros Litorâneos são identificados os CAMBISSOLOS HÁPLICOS (CX). Naqueles terrenos associados aos modelados das Escarpas/Serra do Mar e dos Morros Litorâneos é reconhecida a unidade de mapeamento CX1, enquanto que, associada aos terrenos do Planalto Paulistano/Alto Tietê, ocorre a unidade de mapeamento CX11.

No polígono da AID os CAMBISSOLOS HÁPLICOS CX1 são reconhecidos nas porções das serras do Morrão e do Quilombo e nas suas porções nodeste e leste, nos morros Cabeça-de-Negro, do Gabriel e da Diana, além das ocorrências associadas aos morros litorâneos Cabrão e Guarapá.

Nos terrenos aplanados e baixos identificados ao longo da Planície Litorânea Santista são reconhecidos os ESPODOSSOLOS FERROCÁRBICOS (ES) e os GLEISSOLOS SÁLICOS (GZ).

Associadas aos ESPODOSSOLOS FERROCÁRBICOS (ES) ocorrem as unidades de mapeamento ES1 e ES2. A unidade ES1 é identificada na Ilha de Santo Amaro, enquanto que a unidade ES2 ocorre preferencialmente nos municípios de São Vicente e de Praia Grande.

Os ESPODOSSOLOS FERROCÁRBICOS (ES) são caracterizados como essencialmente arenosos, bastante semelhantes quanto ao comportamento físico e químico aos NEOSSOLOS QUARTZARÊNICOS. A fração areia é de composição predominantemente quartzosa, sendo virtualmente ausentes os minerais primários intemperizáveis, ou seja, constituem solos pobres em nutrientes, enquanto que a sua textura grosseira determina baixa capacidade de retenção de água, em parte minimizado pela localização litorânea.

A unidade de mapeamento ES2 apresenta associação complexa de ESPODOSSOLOS FERROCÁRBICOS Órticos com horizonte A moderado, com ESPODOSSOLOS FERROCÁRBICOS Hidromórficos hísticos, ambos de textura arenosa. Associam-se ainda à unidade ES2 os ORGANOSSOLOS Endotiomórficos e SOLOS DE MANGUE indiscriminados, além de GLEISSOLOS indiscriminados, todos eles podendo ser identificados nos relevos de várzea.

No Polígono da AID, os ESPODOSSOLOS FERROCÁRBICOS (ES) não ocorrem.

GLEISSOLOS SÁLICOS (GZ) são característicos da zona litorânea costeira. Ocorrem na All do futuro empreendimento, configurando uma grande envoltória ao norte do estuário santista, desde a ponta do Itaipu, em São Vicente, até as imediações da desembocadura do Canal de Bertioga junto ao perímetro urbano da cidade homônima. Associada aos Os GLEISSOLOS SÁLICOS (GZ) é identificada na All a unidade de mapeamento GZ2.

No polígono da AID, os GLEISSOLOS SÁLICOS GZ2 são reconhecidos por grandes extensões e ocupam a maior parte das áreas emersas, constituindo a principal unidade de mapeamento exposta. É mapeada também na maior parte das terras da ADA, nas suas porções insular e continental.

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

Na região da AID/ADA em meio à reconstituição da cobertura vegetal de mangue, ainda são reconhecidos locais de antigos plantios de bananeiras.

9.3.7 GEOTECNIA

9.3.7.1 ABORDAGEM METODOLÓGICA E PROCEDIMENTOS

A descrição dos aspectos geotécnicos da All e da AID, a seguir apresentada, é baseada na Carta Geotécnica do Estado de São Paulo, folhas São Paulo e Iguape, em escala 1:500.000, elaborada pelo DCET/IPT (Nakazawa *et al.*, 1994), bem como em seus respectivos Quadro-legenda e texto explicativo, em que estão resumidos os processos do meio físico mais importantes.

A referida carta geotécnica delimita terrenos com comportamento homogêneo frente ao seu uso, denominados unidades geotécnicas, que foram compiladas e são apresentadas no Mapa Geotécnico da All, em escala 1:75.000, e no mapa geotécnico da AID/ADA, em escala 1:25.000 (**Desenhos 9.3.7.2-1 e 9.3.7.3-1**). O reconhecimento desses terrenos baseou-se na predominância ou no grau de suscetibilidade aos processos do meio físico analisados.

As unidades geotécnicas em que se individualizaram processos semelhantes e de interesse ao empreendimento foram agrupadas em Orla Costeira, Baixada Santista, Serra do Mar e Planalto.

A Orla Costeira corresponde à faixa litorânea, onde ocorre mobilização e transporte de sedimentos marinhos por ação de ondas e de correntes de deriva na zona de arrebentação, constituindo o sistema de circulação costeira. Está representada pela Unidade Geotécnica 18.

A Baixada Santista é representada pelos sedimentos quaternários marinhos e mistos da planície costeira, e compreende as unidades geotécnicas 11, 12, 13, 14 e 15.

A Serra do Mar se estende desde o topo da escarpa até o seu limite com os terrenos baixos do Estuário de Santos e arredores, incluindo também os morros e os morrotes isolados presentes na baixada litorânea, e está representada pelas Unidades Geotécnicas 4/3 e 5a/3.

O Planalto corresponde aos terrenos situados a noroeste e nordeste da escarpa da Serra do Mar e inclui as Unidades Geotécnicas 3/6a, 5a/3 e 15.

A descrição dos aspectos geológico-geotécnicos da Área Diretamente Afetada envolveu os seguintes procedimentos:

- **Fotointerpretação Geológica:** A partir das fotografias aéreas disponíveis - levantamento aerofotográfico realizado pela Base Aerofotogrametria S.A. em janeiro de 2001, na escala 1:20.000 - foi desenvolvida a fotointerpretação geológica da ADA, de forma a identificar as diferentes unidades e estruturas geológicas presentes, bem como possíveis corpos de tálus, cicatrizes de rupturas e antigos escorregamentos, processos erosivos antigos, áreas de exposição de solo, afloramentos de rocha, assoreamentos e demais fenomenologias naturais ou decorrentes de ação antrópica.
- **Pesquisa bibliográfica:** As características geotécnicas gerais, representativas dos solos presentes na ADA, foram obtidas a partir de pesquisa bibliográfica realizada sobre trabalhos publicados nas últimas décadas, por pesquisadores que as avaliaram no contexto da história geológica da Serra do Mar e dos sedimentos da Baixada Santista.

As propriedades dos solos da Baixada Santista foram, também, resumidas e interpretadas a partir de norma técnica inédita da Cosipa (1992), desenvolvida pela empresa durante suas diversas fases de expansão e operação; dos estudos ambientais realizados para o licenciamento das obras de desassoreamento e aprofundamento do canal de navegação da Cosipa (atual Usiminas) (2004), e dos estudos ambientais efetuados para o licenciamento do Terminal Portuário da Embraport, na região entre a Ilha Barnabé e o Canal de Bertioga (2003).

- **Reconhecimento Geológico-geotécnico de Superfície:** Os trabalhos de reconhecimento geológico-geotécnico de superfície foram realizados por meio de barco nos largos do Caneú e de Santa Rita, Ilha Barnabé e Ilha dos Bagres, e ao longo das estradas e acessos existentes nas margens do estuário, cursos-d'água, Morro das Neves e vertente sul da Serra do Quilombo. Foram inspecionadas as margens das ilhas e corpos-d'água, além de serem percorridos caminhos, picadas e trilhas para a inspeção dos taludes naturais e escavados existentes, presença de aterros, depósitos aluviais recentes, afloramentos de rocha, erosões, assoreamentos, etc. Os dados obtidos são apresentados no **Desenho 9.3.7.4-1**.

Também foram estudadas as estruturas geológicas do Morro das Neves quanto aos condicionantes geológico-geotécnicos de importância para o traçado do sistema viário de acesso, e avaliadas as condições geológicas quanto à presença de corpos de tálus, instabilidades potenciais e instaladas, e afloramentos de rocha.

- **Investigações de Subsuperfície:** Os materiais representativos das unidades geológico-geotécnicas presentes na ADA foram caracterizados por meio de investigações de subsuperfície representadas por sondagens à percussão, cuja localização se encontra indicada no **Desenho 9.3.7.4-1**. As seções geológico-geotécnicas A (SP-01, SP-02, SP-03 e SP-04), B (SP-05, SP-06 e SP-07) e C (SP-08 e SP-09) elaboradas podem ser consultadas no **Desenho 9.3.7.4-2**. Já os perfis individuais de sondagens são apresentados no **Anexo 9.3**. Foram realizadas nove sondagens à percussão com diâmetro de 2 ½", denominadas SP-01 a SP-09, em junho de 2010, até a profundidade máxima de 45,90 m, totalizando 377,15 m perfurados em solo.

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

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

- **Modelagem Geológico-geotécnica:** A partir dos estudos realizados, foram identificadas as unidades geológico-geotécnicas presentes e procedida sua caracterização no contexto que envolve as encostas do Morro das Neves e Serra do Quilombo, e a Baixada Santista, e a definição das espessuras e outros condicionantes como profundidades do topo e base das camadas, e do lençol freático. Também foram avaliadas as características geotécnicas dos solos da Baixada Santista e dos solos de gnaisses do Estado de São Paulo, que podem ser consideradas equivalentes às dos solos presentes na ADA.

9.3.7.2 CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE INFLUÊNCIA INDIRETA

9.3.7.2.1 Introdução

Do ponto de vista geotécnico, a All do futuro empreendimento abrange predominantemente terrenos sujeitos a adensamento de solos moles, como aqueles identificados em toda a planície costeira de Santos, e terrenos suscetíveis a movimentos gravitacionais de massa, representados principalmente ao longo das escarpas da Serra do Mar. Terrenos suscetíveis à erosão por ravinas e boçorocas, como processo predominante ou secundário, estão presentes por todo Planalto e Serra do Mar, enquanto que outros expostos aos processos da dinâmica costeira ocupam a Baía de Santos.

O **Desenho 9.3.7.2-1** apresenta o mapa geotécnico da All do futuro empreendimento e suas Unidades Geotécnicas.

9.3.7.2.2 Unidades Geotécnicas

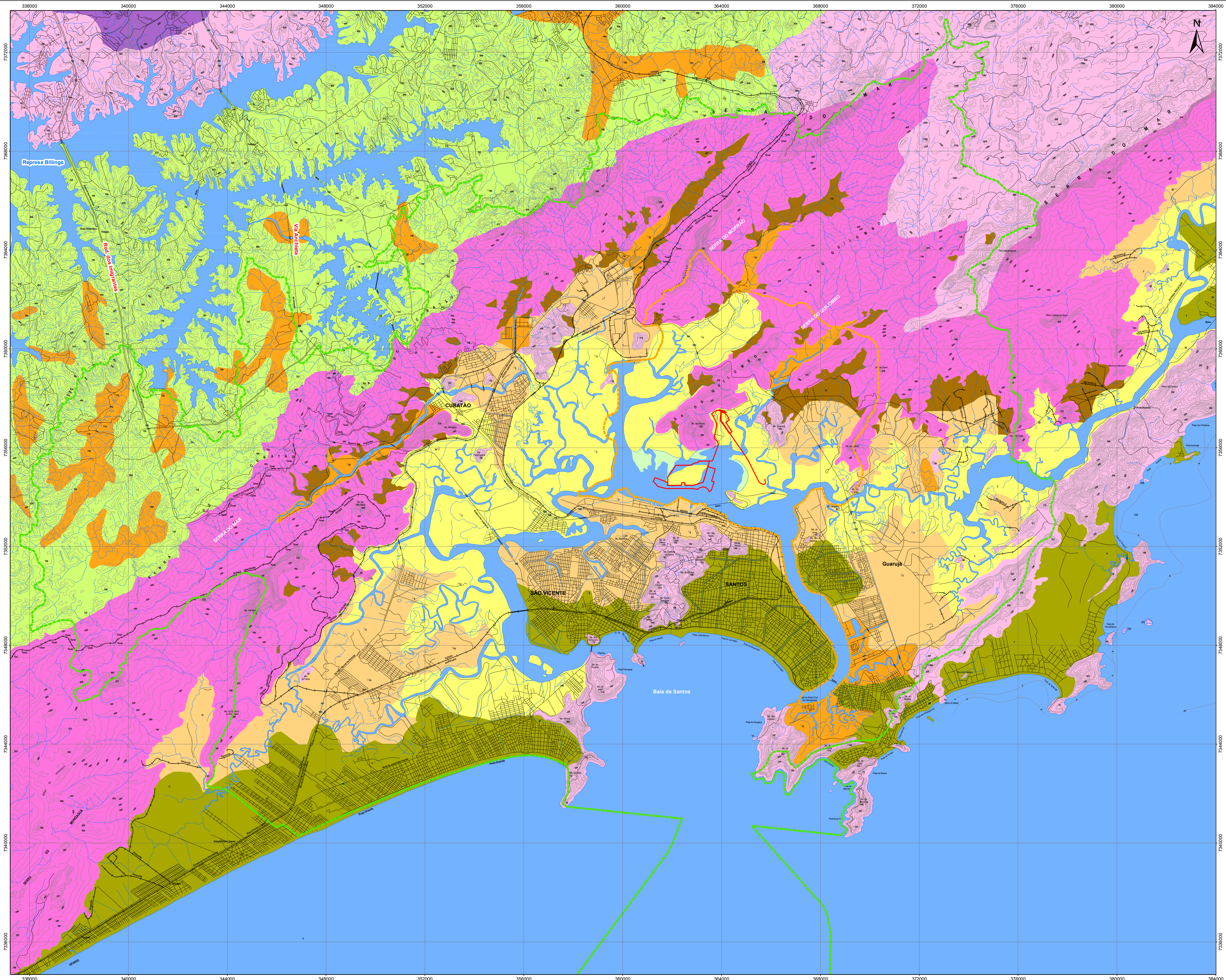
Orla Costeira

Ao longo da Orla Costeira são registrados processos causadores de problemas como a destruição de edificações e de obras de infraestrutura junto às praias, dificuldade de navegação na desembocadura de rios e no entorno de marinas, cais e portos, além da degradação costeira por meio de derramamentos de óleo e de aporte de poluentes a partir de rios, canais e emissários submarinos.

Na Orla Costeira ocorre mobilização e transporte de sedimentos marinhos pela ação das ondas e das correntes de deriva litorânea na zona de arrebentação que, no litoral paulista, resulta de correntes geradas por sistemas de ondas de sul e sudeste.

A All do futuro empreendimento está inserida predominantemente no trecho do litoral paulista compreendido entre Santos e a foz do Rio Itapanhaú (Bertioga), para o qual os dados disponíveis da circulação costeira são insuficientes. O mapa geotécnico indica movimentação predominante de sedimentos por ondas normais à praia por toda a baía de Santos até a Ponta da Manduba, Ilha de Santo Amaro, com direção predominante de correntes litorâneas locais para leste/sudeste na região litorânea da baía e para nordeste na praia Guaiúba, no Guarujá. A direção predominante das correntes de deriva litorânea contorna a ponta da Manduba.

A porção da All situada em Praia Grande pertence ao trecho do litoral paulista onde a resultante geral de transporte de sedimentos tem rumo nordeste. Aqui também ocorre movimentação predominante de sedimentos por ondas normais à praia. Processos de erosão acelerada ou de assoreamento podem ser esperados se a dissipação de energia das ondas for alterada por remoção de dissipadores naturais, especialmente o campo de dunas, e por modificação no volume de material em equilíbrio dinâmico, o que pode acontecer por mudanças nas vazões lagunares ou flúvio-estuarinas.



PROCESSOS DO MEIO FÍSICO IMPORTANTES PARA A PREVISÃO DO COMPORTAMENTO GEOTÉCNICO DOS TERRENOS ANTE SEU USO

PLANALTO

- Unidade Geotécnica 3**
Alta suscetibilidade a erosão nos solos subsuperficiais, induzidas por movimento de terra
 - Unidade Geotécnica 36a**
alta suscetibilidade a erosão nos solos subsuperficiais, induzidas por movimentos de terra; média suscetibilidade e processos secundários de movimentos de massa (exclusivamente induzidos)
- SERRA DO MAR E MORROS LITORÂNEOS**
- Unidade Geotécnica 4/3**
Muito alta suscetibilidade a escorregamentos (naturais e induzidos); alta suscetibilidade a processos secundários de erosão nos solos subsuperficiais, induzida por movimentos de terra
 - Unidade Geotécnica 5a/3**
Alta suscetibilidade a escorregamentos (naturais e induzidos). Terrenos com relevo de morros com serras restritas, serras alongadas e montanhas, constituídos por rochas de embasamento cristalino predominantemente no Planalto Atlântico. Alta suscetibilidade a processos secundários de erosão nos solos subsuperficiais, induzida por movimentos de terra

BAIXADA SANTISTA

- Unidade Geotécnica 11**
Muito alta suscetibilidade a recalques por adensamento de solos moles; inundações diárias associadas as marés
 - Unidade Geotécnica 12**
Alta suscetibilidade a recalques por adensamento de solos moles; inundações pluviais
 - Unidade Geotécnica 13**
Baixa suscetibilidade a recalques e inundações
 - Unidade Geotécnica 14**
Média suscetibilidade a recalques diferenciais, instabilizações por corte/latero/infiltração d'água, dificuldades de escavação, impacto por escorregamentos a montante
 - Unidade Geotécnica 15**
Alta suscetibilidade a inundações, recalques, assoreamento, solapamento das margens dos rios
- Sedimentos de baixos (areias finas, siltes e argilas)

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



UTM SAD-69; FUSO: 23 SUL
 FONTE:
 BASE CARTOGRÁFICA 1:50.000 - IBGE

Baixada Santista

Corresponde à região da planície costeira de Santos, contornada a noroeste, norte e nordeste pelas escarpas da Serra do Mar, pela Serra de Santo Amaro (Guarujá), a sudeste, ou parcialmente protegida ou isolada por morros e morrotes litorâneos, como aqueles instalados na região de Santos, São Vicente e Guarujá. Na região da Baixada Santista são reconhecidas as Unidades Geotécnicas 11, 12, 13, 14 e 15.

TERRENOS COM MUITO ALTA SUSCETIBILIDADE A RECALQUES POR ADENSAMENTO DE SOLOS MOLES - UNIDADE GEOTÉCNICA 11

A Unidade 11 correlaciona-se aos depósitos quaternários de mangue e pântanos sujeitos à influência de marés e ocupa os terrenos mais baixos e próximos aos canais da Baixada Santista. É constituída por sedimentos finos (areia, silte e matéria orgânica), saturados, de baixa consistência, com a propriedade de sofrer adensamento por expulsão de água e outros mecanismos quando submetidos à carga, o que pode acarretar recalques expressivos.

São reconhecidos ao longo de toda a margem direita do Largo da Pompeba e do Largo de São Vicente, na foz dos rios Cubatão, Mogi e Quilombo, constituindo uma zona contínua ao longo de todo o entorno ao norte do Largo do Caneú, na foz dos rios Jurubatuba, Diana e Santo Amaro, bem como ao longo de ambas as margens dos rios Piaçabuçu, Mariana, Santana e do Canal de Bertioga. Abrangem, assim, parte do território dos municípios de Praia Grande, São Vicente, Cubatão, Santos e Guarujá.

Nesta região, os manguezais encontram-se bastante alterados, ou mesmo suprimidos, em consequência da intensa ocupação representada pelo complexo portuário de Santos, pelo pólo industrial de Cubatão e pela urbanização.

A Unidade 11 constitui terrenos onde predominam os processos de inundações e adensamento de solos moles. Apresentam muito alta suscetibilidade a recalque por adensamento de solos moles, e inundações diárias associadas às marés. De acordo com o quadro-legendado da Carta Geotécnica do Estado de São Paulo, os problemas existentes e/ou potenciais abrangem inundações diárias associadas ao ciclo das marés, recalques em fundações e aterros, e assoreamento dos canais dependente das condições da vegetação típica, responsável pela fixação dos sedimentos.

Os aspectos físicos de interesse - geológicos, geomorfológicos, pedológicos e geotécnicos - associados aos processos de inundações e adensamentos descritos na Unidade 11 correlacionam o mangue, terrenos baixos e planos, sujeitos a ciclos diários de inundação conforme a variação das marés, sedimentos lamosos com matéria orgânica e restos de conchas e vegetais com intercalações de areia fina, terrenos de baixa capacidade de suporte, apresentando SPT = 0 ou próximo, e sedimentos fixados pela vegetação de mangue.

Quanto aos aspectos de uso de solo, nos terrenos da Unidade 11 podem ocorrer estruturas como atracadouros e marinas e habitações subnormais como palafitas, sendo também constatado o avanço do uso urbano/industrial por degradação/aterro do mangue. As áreas da Unidade 11 associadas aos depósitos quaternários de mangue e pântanos são protegidas por lei (preservação permanente).

A seguir é apresentada a **Foto 9.3.7.2-1**, com aspectos gerais da Unidade Geotécnica 11 - Terrenos com Muito Alta Suscetibilidade a Recalques Por Adensamento de Solos Moles, identificada na Baixada Santista.



Foto 9.3.7.2-1: Vista geral da Unidade Geotécnica 11, associada aos depósitos de mangue e pântano identificados junto e próximos aos canais atuais da Baixada Santista. Nesta Unidade ocorre muito alta suscetibilidade a recalques por adensamento dos solos moles. Vista do curso inferior do Rio Quilombo. Visada para oeste. Região dos municípios de Santos (porção continental) e Cubatão.

TERRENOS DE ALTA SUSCETIBILIDADE A RECALQUES POR ADENSAMENTO DE SOLOS MOLES E INUNDAÇÕES PLUVIAIS - UNIDADE GEOTÉCNICA 12

A Unidade 12 correlaciona-se aos depósitos quaternários flúvio-lagunares assentados atualmente um pouco acima do nível máximo das marés, e em posição intermediária entre os canais e os sopés das encostas de morros litorâneos e das escarpas da Serra do Mar. Ocorre nos arredores de Cubatão, onde está instalada a Refinaria Presidente Bernardes (Petrobrás), nas proximidades da foz do Rio Mogi, nos arredores de São Vicente, nos terrenos da Ilha do Guarujá, a leste do Canal de Santos, e imediatamente a norte do Canal de Bertioga, além de outras ocorrências menores, abrangendo parte dos núcleos urbanos.

A Unidade 12 constitui terrenos onde predominam os processos de inundações e adensamento de solos moles. Apresentam alta suscetibilidade a recalque por adensamento de solos moles, e inundações pluviais. De acordo com o quadro-legendado da Carta Geotécnica do Estado de São Paulo, os problemas existentes e/ou potenciais abrangem inundações frequentes durante os períodos mais chuvosos, decorrentes das dificuldades de escoamento de águas superficiais nestes terrenos, devido à baixa declividade, obstruções de fluxo, e ausência ou deficiência do sistema de drenagem. Envolvem, também, recalques localizados em fundações, aterros, infraestrutura subterrânea e pavimentos viários por adensamento de solos moles, danificação do leito das vias devido à saturação do subleito, assoreamento do sistema de drenagem, acentuando as condições de inundações e comprometendo até mesmo a qualidade das águas das praias adjacentes, e instabilidade das paredes de escavação.

Os aspectos físicos de interesse - geológicos, geomorfológicos, pedológicos e geotécnicos - associados aos processos de inundações e adensamentos descritos na Unidade 12 correlacionam a ocorrência dos sedimentos flúvio-lagunares e de baías, constituídos por sedimentos argilosos com intercalações arenosas e com muita matéria orgânica, o que lhes confere, por vezes, constituição turfosa, que ocorrem desde a superfície até profundidades da ordem de 20 m; terrenos baixos e com declividade inferior a 5% separados das praias por cordões litorâneos; nível d'água próximo à superfície ou mesmo aflorante durante boa parte do ano, estabelecendo áreas constantemente encharcadas; e solo com baixa capacidade de suporte, apresentando SPT muito baixo (predominantemente menor que 2).

Quanto aos aspectos de uso de solo, os melhores terrenos da Unidade 12 encontram-se esgotados, e a expansão urbana e industrial de parte das cidades litorâneas da Baixada Santista tem-se dado sobre os terrenos dessa unidade. Contudo, são os terrenos mais problemáticos para a ocupação urbana na baixada litorânea.

A seguir é apresentada a **Foto 9.3.7.2-2**, com aspectos gerais da Unidade Geotécnica 12 - Terrenos de Alta Suscetibilidade a Recalques Por Adensamento de Solos Moles e Inundações Pluviais, identificada na Baixada Santista.



Foto 9.3.7.2-2: Vista da Unidade Geotécnica 12, associada aos depósitos flúvio-lagunares da Baixada Santista, dispostos entre os sedimentos de mangue e a planície fluvial e/ou sopé da Serra do Mar. Na Unidade são caracterizados terrenos com alta suscetibilidade a recalques por adensamento dos solos moles e inundações pluviais. Vale amplo do curso inferior do Rio Mogi, próximo à Usiminas. Visada para noroeste. Município de Cubatão.

TERRENOS COM BAIXA SUSCETIBILIDADE A RECALQUES E INUNDAÇÕES - UNIDADE GEOTÉCNICA 13

A Unidade 13 correlaciona-se aos depósitos quaternários arenosos de praias atuais ou de cordões litorâneos. Na All do futuro empreendimento, a unidade é identificada na porção sul da Ilha de São Vicente, onde constitui quase a totalidade do perímetro urbano de Santos e parte de São Vicente, ao longo de toda a orla de Praia Grande, incluída aí a zona urbana da cidade, e também na margem esquerda do Canal de Santos, região de Vicente de Carvalho, Guarujá, além de outras ocorrências menores.

A Unidade 13 constitui terrenos onde predominam os processos de inundações e adensamento de solos moles. Apresentam baixa suscetibilidade a recalques e inundações. De acordo com o quadro-legenda da Carta Geotécnica do Estado de São Paulo, os problemas existentes e/ou potenciais abrangem aqueles eventuais de fundação ligados principalmente a recalques em edificações de maior porte, devido à presença de camada argilosas normalmente adensadas (sedimentos flúvio-lagunares) em subsuperfície; dificuldade do escoamento das águas superficiais e servidas principalmente nas áreas de cotas mais baixas; enchentes localizadas decorrentes da deficiência no sistema de captação e adução de águas servidas e pluviais; assoreamento e poluição das drenagens e praias ligados à atividade de mineração e retificação de cursos d'água e canais; instabilidade de paredes de escavação na presença do nível d'água; e poluição das praias em consequência tanto do lançamento direto de águas servidas quanto de resíduos provenientes de correntes costeiras e de marés.

Os aspectos físicos de interesse - geológicos, geomorfológicos, pedológicos e geotécnicos - associados aos processos de inundações e adensamentos descritos na Unidade 13 correlacionam as areias marinhas e praias; terrenos de baixa declividade constituídos essencialmente por areias pobres em argilas, com ocasionais intercalações argilosas; e a ocorrência na forma de terraços elevados com cotas maiores que 2 m até cerca de 13 m acima do nível do mar, antigos cordões litorâneos e praias atuais, com presença de depressões areno-turfosas. Essas depressões areno-turfosas e as porções intercordões podem conter finas camadas turfáceas, e os sedimentos arenosos sob estas camadas podem apresentar cimentação húmica, que lhes confere maior resistência. Em subsuperfície podem ocorrer desde argila normalmente adensada correlata aos sedimentos flúvio-lagunares (SPT = 0), até argilas pré-adensadas denominadas argilas transicionais, e que ocorrem em profundidades maiores que 2 m apresentando SPT entre 5 e 25, o que as diferencia das argilas flúvio-lagunares.

Quanto aos aspectos de uso de solo, os terrenos da Unidade 13, por suas características mais favoráveis, foram os primeiros a serem ocupados, suportando as porções mais antigas e consolidadas da maior parte das cidades litorâneas da Baixada Santista. Constituem os melhores terrenos para a ocupação urbana na baixada litorânea.

A seguir é apresentada a Foto 9.3.7.2-3, com aspectos gerais da Unidade Geotécnica 13 - Terrenos de Baixa Suscetibilidade a Recalques e Inundações, identificada na Baixada Santista.



Foto 9.3.7.2-3: Vista da Unidade Geotécnica 13, associada aos depósitos quaternários arenosos de praias atuais ou de cordões litorâneos da Baixada Santista, como verificado no perímetro urbano de Santos - porção sul da Ilha de São Vicente. Na Unidade são caracterizados terrenos com baixa suscetibilidade a recalques e inundações, o que propicia a intensa ocupação antrópica de suas áreas. Visada para sudeste. Município de Santos.

TERRENOS COM MÉDIA SUSCETIBILIDADE A RECALQUES DIFERENCIAIS E A IMPACTOS POR ESCORREGAMENTOS - UNIDADE GEOTÉCNICA 14

A Unidade Geotécnica 14 foi estabelecida pela conjugação de problemas relacionados a impactos por escorregamentos, recalques diferenciais e dificuldades de escavação decorrentes da presença de matacões em subsuperfície. Na Carta Geotécnica do Estado de São Paulo, é apresentada juntamente com as unidades 11, 12, 13 e 15, em que também ocorrem problemas de recalque embora por mecanismos diferentes, por fazer parte do mesmo compartimento geomorfológico, no caso, a planície costeira.

A Unidade 14 correlaciona-se aos sedimentos quaternários continentais indiferenciados, que incluem sedimentos colúvio-eluvionares areno-argilosos e depósitos de caráter variado associados a encostas, como os depósitos de tálus. Constitui terrenos situados junto ao sopé das escarpas da Serra do Mar, na transição dos trechos serranos para os de baixada. Na All, ocorrem imediatamente a montante da Unidade 12, nas calhas dos rios Jurubatuba e Diana, bem como no seu interflúvio, além das cabeceiras e/ou calhas de tributários do Canal de Bertioiga em Santos.

A Unidade 14 constitui terrenos que apresentam média suscetibilidade a recalques diferenciais e a impactos por escorregamentos. De acordo com o quadro-legenda da Carta Geotécnica do Estado de São Paulo, os problemas existentes e/ou potenciais abrangem impactos pela deposição de materiais provenientes de escorregamentos das áreas de montante, recalque diferencial em fundações parcialmente apoiadas em blocos e matacões, dificuldade na implantação de infraestrutura subterrânea, rolamento e queda de blocos superficiais por descalçamento decorrente de erosão ou de cortes, e instabilização de depósitos de tálus por alteração na sua geometria e na circulação de águas subsuperficiais.

Os aspectos físicos de interesse - geológicos, geomorfológicos, pedológicos e geotécnicos - associados aos processos de inundações e adensamento de solos moles descritos na Unidade 14 correlacionam sedimentos continentais do sopé de encostas de escarpas serranas; faixas abrangendo o sopé das encostas e áreas da baixada adjacente, situadas imediatamente abaixo de zonas potencialmente instáveis; ocorrência de blocos, tanto em superfície quanto em profundidade, envolvidos por matriz areno-argilosa (cones de dejeção); e depósitos de tálus representados por corpos altamente instáveis.

Quanto aos aspectos de uso de solo, os terrenos da Unidade 14 são interceptados por obras lineares (estradas, dutos, etc.) em toda a faixa litorânea do Estado de São Paulo. No Município de Cubatão, a ocupação está representada essencialmente por indústrias do Pólo Petroquímico, até mesmo com riscos de danificação por movimentos de massa nas encostas a montante.

A seguir é apresentada a **Foto 9.3.7.2-4**, com aspectos gerais da Unidade Geotécnica 14 - Terrenos de Média Suscetibilidade a Recalques Diferenciais e A Impactos Por Escorregamentos, identificada na Baixada Santista.



Foto 9.3.7.2-4: Aspecto geral da Unidade Geotécnica 14, associada aos depósitos quaternários continentais indiferenciados - coluviões e corpos de tálus - identificados nas porções inferiores das escarpas da Serra do Mar, nos trechos de quebra de relevo na transição do relevo serrano para aqueles da Baixada Santista. Nesta Unidade ocorrem terrenos com média suscetibilidade a recalques diferenciais e a impactos por escorregamentos. Vista da margem direita vale do Rio Mogi, com visada para nordeste. Município de Cubatão.

TERRENOS COM ALTA SUSCETIBILIDADE A INUNDAÇÕES, RECALQUES, ASSOREAMENTO E EROÇÃO FLUVIAL - UNIDADE GEOTÉCNICA 15

A Unidade 15 correlaciona-se aos depósitos quaternários associados às calhas dos rios e ribeirões maiores que drenam as áreas da baixada litorânea, e são reconhecidos imediatamente a montante da Unidade 11 (depósitos de mangue e pântanos) e/ou da Unidade 12 (depósitos flúvio-lagunares e de baías). As principais calhas de drenagens presentes na Baixada Santista onde são verificados os depósitos que constituem a Unidade 15 são as dos rios Mogi, Quilombo e Jurubatuba, assim como em porções do Rio Cubatão.

A Unidade 15 constitui terrenos onde predominam os processos de inundações e adensamento de solos moles. Apresentam alta suscetibilidade às inundações, recalques, assoreamento e solapamento das margens dos rios. De acordo com o quadro-legenda da Carta Geotécnica do Estado de São Paulo, os problemas existentes e/ou potenciais abrangem inundações fluviais (associadas aos períodos de cheias) e /ou pluviais (provocadas pela dificuldade de escoamento das águas das chuvas, antes de estas atingirem os cursos d'água), assoreamento de canais da drenagem, solapamento das margens, recalques excessivos e/ou diferenciais das estruturas de fundação, degradação de pavimentos viários e dificuldades eventuais de escavação pela instabilidade das paredes.

Os aspectos físicos de interesse - geológicos, geomorfológicos, pedológicos e geotécnicos - associados aos processos de inundações e adensamentos descritos na Unidade 15 correlacionam os sedimentos aluviais recentes com textura diversa; terrenos praticamente planos (declividades inferiores a 5%) formando as planícies aluviais, geralmente estreitas e alongadas, acompanhando os cursos d'água e estruturadas com até três níveis de terraços; nível d'água raso; presença eventual de camadas de turfa ou argilas orgânicas moles; e materiais com baixa capacidade de suporte, principalmente no domínio dos sedimentos mais finos (argilo-siltosos e/ou orgânicos).

Quanto aos aspectos de uso de solo, com exceção de algumas drenagens maiores - como observado em parte da calha até a foz dos rios Mogi, Quilombo/da Onça e Jurubatuba, e que se encontram mais próximas à raiz da Serra do Mar em vales mais encaixados - a maioria dos terrenos da Unidade 15 nas cidades da baixada litorânea encontra-se aterrada e ocupada por moradias, indústrias e sistemas viários, com os cursos d'água alterados (retificados/canalizados) para reduzir as inundações.

A seguir é apresentada a **Foto 9.3.7.2-5**, com aspectos gerais da Unidade Geotécnica 15 - Terrenos de Alta Suscetibilidade a Inundações, Recalques, Assoreamento e Erosão Fluvial, identificada na Baixada Santista.



Foto 9.3.7.2-5: Aspecto geral da Unidade Geotécnica 15, associada aos depósitos quaternários aluviais identificados junto aos rios e ribeirões maiores que drenam os terrenos da Baixada Santista na transição para os relevos acidentados da Serra do Mar. Nesta Unidade ocorrem terrenos com alta suscetibilidade a inundações, recalques, assoreamento e erosão fluvial. Vista do Rio Cubatão a partir da Rodovia dos Imigrantes. Município de Cubatão.

Serra do Mar

A Serra do Mar se estende desde o topo da escarpa até o seu limite com os terrenos baixos do Estuário de Santos e arredores, incluindo também os morros e os morrotes isolados presentes na baixada litorânea e ocupando terrenos dos municípios de São Vicente, Cubatão e Santos, subordinadamente Praia Grande e Guarujá. Está representada, na sua maior parte, pela Unidade Geotécnica 4/3, mas a unidade 5a/3 também é identificada em áreas restritas de Santos e Guarujá.

Na Serra do Mar predominam os movimentos gravitacionais de massa, deflagrados principalmente pela água das chuvas. As modificações ligadas ao uso e ocupação do solo, com destaque ao uso urbano e viário, interagem sinergicamente com os fatores naturais predisponentes aos movimentos gravitacionais de massa, passando a constituir, muitas vezes, um dos seus principais fatores indutores/potencializadores.

Processos de erosão por ravinas e boçorocas são verificados de forma secundária na Serra do Mar.

TERRENOS DE MUITO ALTA SUSCETIBILIDADE A MOVIMENTOS DE MASSA (NATURAIS E INDUZIDOS) COM OCORRÊNCIA SECUNDÁRIA DE EROÇÃO POR RAVINAS E BOÇOROCAS - UNIDADE GEOTÉCNICA 4/3

A Unidade 4/3 constitui a maior parte das escarpas da Serra do Mar na All do futuro empreendimento, conformando todo o entorno noroeste, norte e nordeste da Baixada Santista. A essa unidade pertencem feições fisiográficas importantes, como as serras do Cubatão, do Paranapaicaba, do Morrão e do Quilombo, além de morros e morrotes isolados.

A Unidade 4/3 associa-se predominantemente com as rochas migmatíticas e gnáissicas do Complexo Costeiro e com as rochas granitóides nele intrusivas, mas abrange também rochas do Complexo Embu, como micaxistos e quartzitos associados à Zona de Cisalhamento de Cubatão e biotita gnáisses.

Compreende, portanto, áreas com relevo de serras e montanhas, com alta amplitude e declividade de encostas, sustentadas por rochas do embasamento cristalino. São terrenos onde predominam os processos de movimentos de massa, aos quais têm muito alta suscetibilidade, com ocorrência secundária de erosão no horizonte C, processo ao qual são altamente suscetíveis.

São terrenos de estabilidade precária, nos quais os movimentos de massa fazem parte da dinâmica natural de evolução do relevo, ocorrendo independentemente da intervenção humana que, quando acontece, tende a torná-los mais frequentes e potencializar seus efeitos.

De acordo com o quadro-legenda da Carta Geotécnica do Estado de São Paulo, os problemas predominantes existentes e/ou potenciais abrangem rastejo generalizado nas encostas, rastejo e escorregamentos associados a depósitos detríticos (tálus/coluviões) inclusive à meia-encosta, escorregamentos planares em solo muito frequentes, potencialidade para a geração de corridas de massa em anfiteatros, queda e rolamentos de blocos em afloramentos de rochas graníticas, escorregamentos e deslocamentos rochosos condicionados por estruturas planares em afloramentos de rochas xistosas, foliadas e bandadas.

Os processos potenciais descritos acima podem ocorrer naturalmente e de forma generalizada no compartimento, sendo deflagrados por eventos pluviométricos intensos. São fortemente induzidos por intervenções relativas ao uso do solo, como desmatamentos, movimentos de terra e mudanças na dinâmica das águas das vertentes.

Os aspectos físicos de interesse - geológicos, geomorfológicos, pedológicos e geotécnicos - relacionados aos movimentos de massa, além da ocorrência em regiões de relevo escarpado sustentadas por rochas do embasamento cristalino, é a presença de encostas de perfil predominantemente retilíneo e com declividades superiores a 30°, de solos superficiais (horizontes A e B pedológicos) argilosos, muito rasos, com espessuras máximas em torno de 1 m, ou mesmo ausentes, de solos de alteração/saprolito siltosos de cor variegada e espessura variável, raramente ultrapassando 5 m, ou completamente ausentes, de afloramentos rochosos relativamente frequentes associados aos setores de encostas com declividade superior a 45°, e de depósitos detríticos de encosta (coluviões e tálus) frequentes e associados aos setores mais suavizados das vertentes.

A Unidade Geotécnica 4/3 também é altamente suscetível à erosão no horizonte C, embora esse processo ocorra de forma secundária. Esse tipo de erosão se manifesta, mais comumente, pelo desenvolvimento de sulcos e ravinas a partir da retirada do solo superficial, que propicia a exposição do solo de alteração (solo saprolítico ou horizonte C) de rochas cristalinas do embasamento.

Esses solos de alteração (horizonte C) apresentam, originalmente, uma cobertura generalizada por solo superficial argiloso, vermelho, laterizado, com até 2 m de espessura, muito resistente à erosão que, ao ser removido, expõe solos de alteração subjacentes predominantemente siltosos, às vezes micáceos, de cor variegada e com estruturas da rocha matriz mantidas, de baixa coesão, facilmente erodíveis, com espessuras de poucos metros nos relevos enérgicos a dezenas de metros nos relevos mais suaves, dependendo da litologia.

Essa exposição do horizonte C se dá nas operações de terraplanagem associadas à urbanização e ao assentamento industrial e viário, tanto em cortes como na forma de aterros e bota-foras, favorecendo a erosão a partir de mínimas concentrações de escoamento de águas pluviais. Outros problemas existentes e/ou potenciais relativos aos processos de erosão dizem respeito ao assoreamento generalizado nas drenagens e reservatórios de abastecimento, como consequência da erosão das áreas de expansão urbana e do lançamento de resíduos/entulhos diversos no sistema de drenagem. A erosão sobre os solos superficiais (horizontes A e B) é pouco significativa.

Os aspectos físicos de interesse - geológicos, geomorfológicos, pedológicos e geotécnicos - desses processos erosivos correspondem à ocorrência de relevo de morros e morrotes no domínio de rochas do embasamento cristalino e de encostas com declividades predominantes entre 20% e 70%. O nível d'água é geralmente muito profundo, embora com ocorrência de surgências d'água nos cortes.

Quanto aos aspectos de uso de solo, a Unidade 4/3 na região da Serra do Mar apresenta predominância absoluta da cobertura vegetal arbórea (remanescentes da Mata Atlântica), vias de ligação importantes, tais como as rodovias Anchieta e Imigrantes, as ferrovias Santos-Jundiá, dutovias (água, gás, petróleo e derivados), linhas de transmissão, etc., ocupação urbana incipiente mas crescente em alguns pontos junto à Baixada Santista, e ocupação industrial importante junto ao sopé da escarpa da Serra do Mar em Cubatão (Pólo Petroquímico).

A seguir são apresentadas as **Fotos 9.3.7.2-6** e **9.3.7.2-7**, contendo aspectos gerais da Unidade Geotécnica 4/3 - Terrenos de Muito Alta Suscetibilidade a Movimentos de Massa (Naturais e Induzidos) com Ocorrência Secundária de Erosão por Ravinas e Boçorocas, identificada na Serra do Mar.

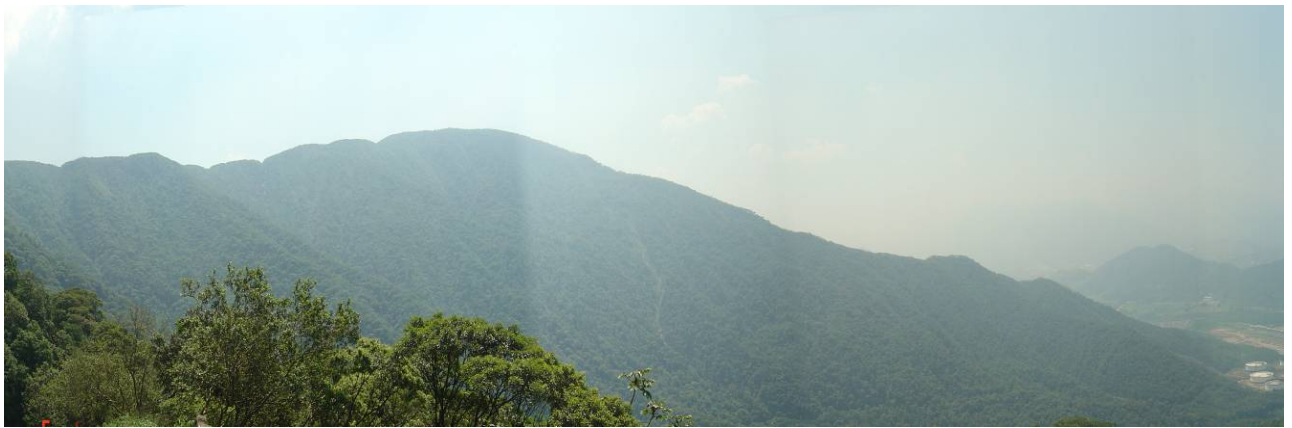


Foto 9.3.7.2-6: Aspecto geral da Unidade Geotécnica 4/3, associada às escarpas da Serra do Mar. Nesta Unidade ocorrem terrenos com muito alta suscetibilidade a movimentos de massa (naturais e induzidos) com ocorrência secundária de erosão por ravinas e boçorocas. Vista da Serra de Cubatão a partir do Caminho do Mar, com visada para nordeste. Municípios de Cubatão e São Bernardo do Campo.



Foto 9.3.7.2-7: Aspecto geral da Unidade Geotécnica 4/3, associada às escarpas da Serra do Mar, onde são reconhecidos terrenos com muito alta suscetibilidade a movimentos de massa (naturais e induzidos) com ocorrência secundária de erosão por ravinas e boçorocas. Vista da Serra de Cubatão a partir da Rodovia Cônego Domênico Rangoni no cruzamento com o Rio Mogi. Visada para norte. Municípios de Cubatão e São Bernardo do Campo.

TERRENOS DE ALTA SUSCETIBILIDADE A MOVIMENTOS DE MASSA (NATURAIS E INDUZIDOS) COM OCORRÊNCIA SECUNDÁRIA DE EROÇÃO POR RAVINAS E BOÇOROCAS - UNIDADE GEOTÉCNICA 5A/3

A Unidade 5a/3 tem ocorrência muito restrita no trecho da Serra do Mar do futuro empreendimento, sendo reconhecida nos morros litorâneos dos municípios do Guarujá, Santos e São Vicente, incluída a ponta do Itaipu, bem como junto às cabeceiras do Rio Jurubatuba.

A Unidade 5a/3 constitui terrenos onde predominam os processos de movimento de massa, com processos de erosão subordinados, aos quais a unidade apresenta alta suscetibilidade. Corresponde a terrenos com relevo de morros com serras restritas, serras alongadas e montanhas, constituídos por rochas do embasamento cristalino.

Os escorregamentos planares envolvendo solo, em especial os induzidos pela ocupação, são os mais importantes com relação aos problemas para o uso do solo. Manifestações significativas de problemas associados a estes processos ocorrem junto às áreas urbanas de Santos, São Vicente e Guarujá, a maioria com importantes registros históricos de acidentes com vítimas fatais e grandes prejuízos materiais. Decorrem, na maioria das vezes, da execução de taludes de corte e aterros maldimensionados e desprotegidos.

A infiltração descontrolada de água no solo, a partir de vazamentos nas redes de abastecimento de água e de esgoto, das fossas e dos lançamentos de águas servidas, assim como do acúmulo de lixo e entulhos em setores críticos das encostas, também colabora no desencadeamento destes escorregamentos.

De acordo com o quadro-legenda da Carta Geotécnica do Estado de São Paulo, os problemas existentes e/ou potenciais relacionados a movimentos de massa abrangem escorregamentos frequentes de solo com geometria predominantemente planar, rastejo frequente nas encostas, rastejo e escorregamentos associados a depósitos detríticos (tálus/coluviões), potencialidade para a geração de corridas de massa restrita a alguns anfiteatros, queda e rolamentos de blocos em afloramentos restritos de rochas graníticas, e escorregamentos e deslocamentos rochosos condicionados por estruturas planares em afloramentos restritos de rochas xistosas, foliadas e bandadas.

Os processos potenciais descritos acima podem ocorrer naturalmente, deflagrados por eventos pluviométricos muito intensos, e induzidos por intervenções relativas ao uso do solo, particularmente na execução de terraplanagem e mudança na dinâmica das águas.

Os aspectos físicos de interesse - geológicos, geomorfológicos, pedológicos e geotécnicos - relacionados ao processo de movimentos de massa correspondem à ocorrência de relevo de morros com serras restritas, serras alongadas e montanhas no domínio das rochas cristalinas, de encostas com perfil predominantemente retilíneo e declividades superiores a 20°, de solos superficiais argilosos com espessura em torno de 1 m, de solos de alteração siltosos e de cor variegada com espessuras da ordem de 5-15 m, de depósitos detríticos (coluviões e tálus) apenas à jusante dos setores mais íngremes e de maior amplitude da encosta, e de afloramentos rochosos pouco frequentes.

A Unidade Geotécnica 5a/3 também é altamente suscetível à erosão no horizonte C, embora esse processo ocorra de forma secundária. Esse tipo de erosão se manifesta, mais comumente, pelo desenvolvimento de sulcos e ravinas a partir da retirada do solo superficial, que propicia a exposição do solo de alteração (solo saprolítico ou horizonte C) de rochas cristalinas do embasamento.

Esses solos de alteração (horizonte C) apresentam, originalmente, uma cobertura generalizada por solo superficial argiloso, vermelho, laterizado, com até 2 m de espessura, muito resistente à erosão que, ao ser removido, expõe solos de alteração subjacentes predominantemente siltosos, às vezes micáceos, de cor variegada e com estruturas da rocha matriz mantidas, de baixa coesão, facilmente erodíveis, com espessuras de poucos metros nos relevos enérgicos a dezenas de metros nos relevos mais suaves, dependendo da litologia.

Essa exposição do horizonte C se dá nas operações de terraplanagem associadas à urbanização e ao assentamento industrial e viário, tanto em cortes como na forma de aterros e bota-foras, favorecendo a erosão a partir de mínimas concentrações de escoamento de águas pluviais. Outros problemas existentes e/ou potenciais relativos aos processos de erosão dizem respeito ao assoreamento generalizado nas drenagens e reservatórios de abastecimento, como consequência da erosão das áreas de expansão urbana e do lançamento de resíduos/entulhos diversos no sistema de drenagem. A erosão sobre os solos superficiais (horizontes A e B) é pouco significativa.

Os aspectos físicos de interesse - geológicos, geomorfológicos, pedológicos e geotécnicos - desses processos erosivos correspondem à ocorrência de relevo de morros e morrotes no domínio de rochas do embasamento cristalino e de encostas com declividades predominantes entre 20% e 70%. O nível d'água é geralmente muito profundo, embora com ocorrência de surgências d'água nos cortes.

Quanto aos aspectos de uso de solo, destaca-se o crescimento acelerado sobre terrenos cada vez mais íngremes, induzindo aos movimentos de massa e potencializando seus efeitos, até com risco de vida à população. Observa-se, também, assentamento urbano carente de infraestrutura e ocupação urbana frequentemente realizada sem critérios ou, na melhor das hipóteses, com critérios estabelecidos para as áreas mais favoráveis, de urbanização mais antiga. De modo geral, as cidades localizadas na Unidade 5a/3 tendem a apresentar problemas associados aos movimentos de massa cada vez mais frequentes e intensos decorrentes do esgotamento dos melhores terrenos e a consequente expansão sobre terrenos cada vez mais declivosos e instáveis, como verificados nas áreas dos morros de Santos, São Vicente e Guarujá.

A seguir é apresentada a **Foto 9.3.7.2-8**, com aspectos gerais da Unidade Geotécnica 5a/3 - Terrenos de Alta Suscetibilidade a Movimentos de Massa (Naturais e Induzidos) com Ocorrência Secundária de Erosão por Ravinas e Boçorocas, identificada nas cabeceiras do Rio Jurubatuba - na transição da Serra do Mar para o Planalto - e nos Morros Litorâneos.



Foto 9.3.7.2-8: Aspecto geral da Unidade Geotécnica 5a/3, associada às encostas dos Morros Litorâneos reconhecidos nas ilhas de Santo Amaro (Guarujá e Bertioga) e de São Vicente (Santos e São Vicente), identificada nas porções centro-sul e leste da AII. Seus terrenos apresentam alta suscetibilidade a movimentos de massa (naturais e induzidos) com ocorrência secundária de erosão por ravinas e boçorocas. Vista da face sudeste do Morro do Itararé. À esquerda, em segundo plano, Ilha Porchat. Municípios de Santos e São Vicente.

Planalto

O Planalto corresponde aos terrenos situados a noroeste e nordeste da escarpa da Serra do Mar e inclui as unidades geotécnicas 3/6a, 5a/3 e 15.

TERRENOS DE ALTA SUSCETIBILIDADE À EROÇÃO NO HORIZONTE C (SOLO DE ALTERAÇÃO) COM OCORRÊNCIA SECUNDÁRIA DE MOVIMENTOS DE MASSA INDUZIDOS - UNIDADE GEOTÉCNICA 3/6A

A Unidade 3/6a ocupa, na All do futuro empreendimento, os terrenos do Planalto localizados nos municípios de São Bernardo do Campo e Santo André.

A Unidade 3/6a correlaciona-se com as rochas gnáissico-migmatíticas e xistos com intercalações de calciossilicáticas e anfibólitos do Complexo Embu. Constitui terrenos que apresentam alta suscetibilidade à erosão nos solos subsuperficiais induzida por movimentos de terra, além de média suscetibilidade a escorregamentos (exclusivamente induzidos) sobre as rochas cristalinas do embasamento.

A Unidade Geotécnica 3/6a é altamente suscetível à erosão no horizonte C. Esse tipo de erosão se manifesta, mais comumente, pelo desenvolvimento de sulcos e ravinas a partir da retirada do solo superficial, que propicia a exposição do solo de alteração (solo saprolítico ou horizonte C) de rochas cristalinas do embasamento.

Esses solos de alteração (horizonte C) apresentam, originalmente, uma cobertura generalizada por solo superficial argiloso, vermelho, laterizado, com até 2 m de espessura, muito resistente à erosão que, ao ser removido, expõe solos de alteração subjacentes predominantemente siltosos, às vezes micáceos, de cor variegada e com estruturas da rocha matriz mantidas, de baixa coesão, facilmente erodíveis, com espessuras de poucos metros nos relevos enérgicos a dezenas de metros nos relevos mais suaves, dependendo da litologia e do relevo.

Essa exposição do horizonte C se dá nas operações de terraplanagem associadas à urbanização e ao assentamento industrial e viário, tanto em cortes como na forma de aterros e bota-foras, favorecendo a erosão a partir de mínimas concentrações de escoamento de águas pluviais. Outros problemas existentes e/ou potenciais relativos aos processos de erosão dizem respeito ao assoreamento generalizado nas drenagens e reservatórios de abastecimento, como consequência da erosão das áreas de expansão urbana e do lançamento de resíduos/entulhos diversos no sistema de drenagem. A erosão sobre os solos superficiais (horizontes A e B) é pouco significativa.

Outros aspectos físicos de interesse - geológicos, geomorfológicos, pedológicos e geotécnicos - desses processos erosivos correspondem à ocorrência de relevo de morros e morrotes no domínio de rochas do embasamento cristalino e de encostas com declividades predominantes entre 20% e 70%. O nível d'água é geralmente muito profundo, embora com ocorrência de surgências d'água nos cortes.

A Unidade Geotécnica 3/6a também apresenta, de modo secundário, média suscetibilidade a movimentos de massa exclusivamente induzidos. Esses processos ocorrem quase exclusivamente a partir de alterações antrópicas nas encostas, que deflagram principalmente escorregamentos planares de solo, associados a taludes de corte e de aterros, constituídos de materiais de natureza diversa, como solos, entulhos de construção civil, lixo e outros resíduos urbano-industriais.

De acordo com o quadro-legenda da Carta Geotécnica do Estado de São Paulo, os problemas existentes e/ou potenciais relacionados aos processos de movimentos de massa são os rastejos e escorregamentos de solos planares e circulares associados aos setores de encosta com declividades acima de 20°, além de rastejos e escorregamentos associados a depósitos detríticos (tálus/coluviões), localizados principalmente a jusante de compartimentos de alta e muito alta suscetibilidade. Os processos de instabilização ocorrem principalmente induzidos por movimentos de terra e mudanças na dinâmica das águas nas encostas decorrentes da ocupação urbana, obras lineares e exploração mineral.

Os aspectos físicos de interesse - geológicos, geomorfológicos, pedológicos e geotécnicos - do processo secundário de movimentos de massa na Unidade 3/6a correlacionam o relevo de morros e morrotes no domínio das rochas do embasamento cristalino, a presença de encostas com perfil predominantemente convexo, com declividades mais frequentes entre 15° e 30°, solos superficiais argilosos com espessuras médias em torno de 1 m, e solos de alteração siltosos, eventualmente micáceos, com espessuras da ordem de dezenas de metros.

Quanto aos aspectos de uso de solo, a Unidade 3/6a contém boa parte das áreas de expansão urbana da região metropolitana da Cidade de São Paulo. O assentamento urbano em geral é carente de infraestrutura, como pavimentação e drenagem, e a ocupação frequentemente é realizada sem critérios ou, no máximo, com critérios inadequados, estabelecidos para as áreas mais favoráveis de urbanização mais antigas.

A seguir é apresentada a **Foto 9.3.7.2-9**, com aspectos gerais da Unidade Geotécnica 3/6a - Terrenos de Alta Suscetibilidade à Erosão no Horizonte C (Solo de Alteração) com Ocorrência Secundária de Movimentos de Massa Induzidos, identificada no Planalto.



Foto 9.3.7.2-9: Aspecto geral da Unidade Geotécnica 3/6a, associada aos morros baixos do Planalto na porção setentrional da AII, onde ocorrem as cabeceiras das drenagens que se desenvolvem no sentido da Serra do Mar. Seus terrenos apresentam alta suscetibilidade à erosão no Horizonte C (solo de alteração) com ocorrência secundária de movimentos de massa induzidos. Rodovia de Interligação Anchieta - Imigrantes. Visada para oeste-sudoeste. Município de São Bernardo do Campo.

TERRENOS DE ALTA SUSCETIBILIDADE A MOVIMENTOS DE MASSA (NATURAIS E INDUZIDOS) COM OCORRÊNCIA SECUNDÁRIA DE EROSÃO POR RAVINAS E BOÇOROCAS - UNIDADE GEOTÉCNICA 5A/3

A Unidade 5a/3 tem ocorrência muito restrita no trecho do Planalto do futuro empreendimento, sendo reconhecida a nordeste da serra do Quilombo, próximo à fronteira norte/nordeste do Município de Santos.

A Unidade 5a/3 constitui terrenos onde predominam os processos de movimento de massa, com processos de erosão subordinados, aos quais a unidade apresenta alta suscetibilidade. Corresponde a terrenos com relevo de morros com serras restritas, serras alongadas e montanhas, constituídos por rochas do embasamento cristalino.

Os escorregamentos planares envolvendo solo, em especial os induzidos pela ocupação, são os mais importantes com relação aos problemas para o uso do solo. Decorrem, na maioria das vezes, da execução de taludes de corte e aterros maldimensionados e desprotegidos.

A infiltração descontrolada de água no solo, a partir de vazamentos nas redes de abastecimento de água e de esgoto, das fossas e dos lançamentos de águas servidas, assim como do acúmulo de lixo e entulhos em setores críticos das encostas, também colabora no desencadeamento destes escorregamentos.

De acordo com o quadro-legenda da Carta Geotécnica do Estado de São Paulo, os problemas existentes e/ou potenciais relacionados a movimentos de massa abrangem escorregamentos frequentes de solo com geometria predominantemente planar, rastejo frequente nas encostas, rastejo e escorregamentos associados a depósitos detríticos (tálus/coluviões), potencialidade para a geração de corridas de massa restrita a alguns anfiteatros, queda e rolamentos de blocos em afloramentos restritos de rochas graníticas, e escorregamentos e deslocamentos rochosos condicionados por estruturas planares em afloramentos restritos de rochas xistosas, foliadas e bandadas.

Os processos potenciais descritos acima podem ocorrer naturalmente, deflagrados por eventos pluviométricos muito intensos, e induzidos por intervenções relativas ao uso do solo, particularmente na execução de terraplanagem e mudança na dinâmica das águas.

Os aspectos físicos de interesse - geológicos, geomorfológicos, pedológicos e geotécnicos - relacionados ao processo de movimentos de massa correspondem à ocorrência de relevo de morros com serras restritas, serras alongadas, e montanhas no domínio das rochas cristalinas, de encostas com perfil predominantemente retilíneo e declividades superiores a 20°, de solos superficiais argilosos com espessura em torno de 1 m, de solos de alteração siltosos e de cor variegada com espessuras da ordem de 5-15 m, de depósitos detríticos (coluviões e tálus) apenas a jusante dos setores mais íngremes e de maior amplitude da encosta, e de afloramentos rochosos pouco frequentes.

A Unidade Geotécnica 5a/3 também é altamente suscetível à erosão no horizonte C, embora esse processo ocorra de forma secundária. Esse tipo de erosão se manifesta, mais comumente, pelo desenvolvimento de sulcos e ravinas a partir da retirada do solo superficial, que propicia a exposição do solo de alteração (solo saprolítico ou horizonte C) de rochas cristalinas do embasamento.

Esses solos de alteração (horizonte C) apresentam, originalmente, uma cobertura generalizada por solo superficial argiloso, vermelho, laterizado, com até 2 m de espessura, muito resistente à erosão que, ao ser removido, expõe solos de alteração subjacentes predominantemente siltosos, às vezes micáceos, de cor variegada e com estruturas da rocha matriz mantidas, de baixa coesão, facilmente erodíveis, com espessuras de poucos metros nos relevos enérgicos a dezenas de metros nos relevos mais suaves, dependendo da litologia e do relevo.

Essa exposição do horizonte C se dá nas operações de terraplanagem associadas à urbanização e ao assentamento industrial e viário, tanto em cortes como na forma de aterros e bota-foras, favorecendo a erosão a partir de mínimas concentrações de escoamento de águas pluviais. Outros problemas existentes e/ou potenciais relativos aos processos de erosão dizem respeito ao assoreamento generalizado nas drenagens e reservatórios de abastecimento, como consequência da erosão das áreas de expansão urbana e do lançamento de resíduos/entulhos diversos no sistema de drenagem. A erosão sobre os solos superficiais (horizontes A e B) é pouco significativa.

Os aspectos físicos de interesse - geológicos, geomorfológicos, pedológicos e geotécnicos - desses processos erosivos correspondem à ocorrência de relevo de morros e morrotes no domínio de rochas do embasamento cristalino e de encostas com declividades predominantes entre 20% e 70%. O nível d'água é geralmente muito profundo, embora com ocorrência de surgências d'água nos cortes.

Quanto aos aspectos de uso de solo, destaca-se o crescimento acelerado sobre terrenos cada vez mais íngremes, induzindo aos movimentos de massa e potencializando seus efeitos, até com risco de vida à população. Observa-se, também, assentamento urbano carente de infraestrutura e ocupação urbana frequentemente realizada sem critérios ou, na melhor das hipóteses, com critérios estabelecidos para as áreas mais favoráveis, de urbanização mais antiga. De modo geral, as cidades localizadas na Unidade 5a/3 tendem a apresentar problemas associados aos movimentos de massa cada vez mais frequentes e intensos decorrentes do esgotamento dos melhores terrenos e a consequente expansão sobre terrenos cada vez mais declivosos e instáveis.

A seguir é apresentada a **Foto 9.3.7.2-10**, com aspectos gerais da Unidade Geotécnica 5a/3 - Terrenos de Alta Suscetibilidade a Movimentos de Massa (Naturais e Induzidos) com Ocorrência Secundária de Erosão por Ravinas e Boçorocas, identificada a transição da Serra do Mar para o Planalto.



Foto 9.3.7.2-10: Aspecto geral da Unidade Geotécnica 5a/3, associada às escarpas da Serra do Mar em transição para encostas dos morros do Planalto na região das cabeceiras do Rio Jurubatuba - porção nordeste da All. Seus terrenos apresentam alta suscetibilidade a movimentos de massa (naturais e induzidos) com ocorrência secundária de erosão por ravinas e boçorocas. Vista dos arredores da Vila de Paranapiacaba, Município de Santo André.

TERRENOS COM ALTA SUSCETIBILIDADE A INUNDAÇÕES, RECALQUES, ASSOREAMENTO E EROÇÃO FLUVIAL - UNIDADE GEOTÉCNICA 15

A Unidade 15 correlaciona-se aos depósitos quaternários associados às calhas dos rios e ribeirões maiores que drenam as áreas Planalto. São terrenos praticamente planos, constituídos por sedimentos de textura variada, situados junto aos cursos d'água e pertencentes às planícies aluviais interiores. Na região de Planalto da All, ocorrem planícies aluviais expressivas nas bacias dos rios Cubatão de Cima, Pilões e Perequê.

A Unidade 15 constitui terrenos onde predominam os processos de inundações e adensamento de solos moles. Apresentam alta suscetibilidade às inundações, recalques, assoreamento e solapamento das margens dos rios. De acordo com o quadro-legenda da Carta Geotécnica do Estado de São Paulo, os problemas existentes e/ou potenciais abrangem inundações fluviais (associadas aos períodos de cheias) e /ou pluviais (provocadas pela dificuldade de escoamento das águas das chuvas, antes de estas atingirem os cursos d'água), assoreamento de canais da drenagem, solapamento das margens, recalques excessivos e/ou diferenciais das estruturas de fundação, degradação de pavimentos viários e dificuldades eventuais de escavação pela instabilidade das paredes.

Os aspectos físicos de interesse - geológicos, geomorfológicos, pedológicos e geotécnicos - associados aos processos de inundações e adensamentos descritos na Unidade 15 correlacionam os sedimentos aluviais recentes com textura diversa; terrenos praticamente planos (declividades inferiores a 5%) formando as planícies aluviais, geralmente estreitas e alongadas, acompanhando os cursos d'água e estruturadas em até três níveis de terraços; nível d'água raso; presença eventual de camadas de turfa ou argilas orgânicas moles; e materiais com baixa capacidade de suporte, principalmente no domínio dos sedimentos mais finos (argilo-siltosos e/ou orgânicos).

Quanto aos aspectos de uso de solo, a maioria dos terrenos da Unidade 15 nas cidades de médio e grande porte encontra-se aterrada e ocupada por moradias, indústrias e sistemas viários, com os cursos d'água alterados (retificados/canalizados) para reduzir as inundações.

9.3.7.2.3 Considerações sobre a Geotecnia na Área de Influência Indireta - All

Planalto Paulistano/Alto Tietê

Na porção norte-noroeste da All na região do Planalto Paulistano/Alto Tietê - nos municípios de São Bernardo do Campo e de Santo André - ocorrem disseminados os terrenos caracterizados como de alta suscetibilidade à erosão no horizonte C (solo de alteração) com ocorrência secundária de movimentos de massa induzidos (Unidade Geotécnica 3/6a). Na porção noroeste da All - a leste-sudeste da Vila de Paranapiacaba - são reconhecidos os terrenos do Planalto Paulistano/Alto Tietê onde predomina a alta suscetibilidade a movimentos de massa (naturais e induzidos) com ocorrência secundária de erosão por ravinas e boçorocas (Unidade Geotécnica 5a/3).

Na região da Unidade Geotécnica 3/6a, diversos são os cursos d'água que drenam os terrenos do Planalto, onde se associam extensos corpos de várzea. Os mesmos são considerados terrenos com alta suscetibilidade a inundações, recalques, assoreamento e erosão fluvial e encontram-se integrados na Unidade Geotécnica 15.

Nos terrenos da Unidade Geotécnica 3/6a predominam os processos erosivos, caracterizados como de alta suscetibilidade à erosão nos solos subsuperficiais induzida por movimentos de terra. Também podem ser reconhecidos, de forma subordinada, os processos de movimento de massa com média suscetibilidade a escorregamentos (exclusivamente induzidos).

Os problemas existentes e/ou potenciais identificados na Unidade Geotécnica 3/6a abrangem erosão acelerada por sulcos e ravinas desenvolvidas a partir da concentração do escoamento superficial, exclusivamente sobre os solos de alteração *in situ* e nos aterros, exposição de solos de alteração associada aos movimentos de terra em loteamentos habitacionais e industriais e obras civis diversas, assoreamento generalizado nas drenagens e reservatórios de abastecimento, como consequência da erosão das áreas de expansão urbana e do lançamento de resíduos/entulhos diversos no sistema de drenagem.

Os problemas existentes e/ou potenciais associados aos processos secundários, quando reconhecidos na Unidade Geotécnica 3/6a em terrenos do Planalto Paulistano/Alto Tietê, compreendem rastejos e escorregamentos de solos planares e circulares associados aos setores de encosta acima de 20°, rastejos e escorregamentos associados a depósitos detríticos (tálus/coluviões), sendo os processos de instabilização principalmente induzidos por movimento de terra, mudanças na dinâmica das águas nas encostas decorrentes da ocupação urbana, obras lineares e exploração mineral.

Contudo, a Unidade Geotécnica 3/6a ocorre no Planalto Paulistano/Alto Tietê nos limites do polígono da All, em terrenos preservados e/ou de baixa intervenção antrópica, sendo reconhecidas extensas áreas com predomínio de mata preservada e/ou em processo de contínua reconstituição. Na sua porção oeste-noroeste destacam-se as estruturas viárias da Rodovia de Interligação Anchieta-Imigrantes e um segmento da Rodovia dos Imigrantes, além da extremidade sul da Rodovia Anchieta assentada no Planalto, todas elas instaladas em meio às áreas com mata densa e de terrenos caracterizados de morros baixos de aspecto colinoso. Essa porção do Planalto Paulistano/Alto Tietê integra as sub-bacias dos rios Cubatão de Cima e Pilões.

Ainda assim, devem ser considerados os programas de monitoramento e de conservação implantados junto às represas existentes e nas faixas de domínios das obras viárias no Planalto. Desta forma, os eventuais processos erosivos e aqueles subordinados de movimentos de massa, podem ser caracterizados como muito pouco expressivos e localizados, não devendo propiciar a geração de volumes consideráveis de materiais erodidos a ser transportados pelas drenagens que compõem as sub-bacias dos rios Cubatão de Cima e Pilões, a partir dos terrenos do Planalto Paulistano/Alto Tietê para a Planície Costeira.

De forma bastante semelhante, a sub-bacia do Rio Perequê nos terrenos do Planalto Paulistano/Alto Tietê - onde ocorre a Unidade Geotécnica 3/6a, ocupa extensas áreas preservadas e/ou com baixa interferência antrópica. A principal intervenção reconhecida nos arredores, a Estrada de Mogi das Cruzes, encontra-se instalada a norte de um divisor de águas do Planalto, e os eventuais materiais erodidos nos arredores dessa estrada deverão ser depositados na represa do Rio Pequeno, além dos limites da All.

Dessa forma, os eventuais processos erosivos e de movimentos de massa na região da sub-bacia do Rio Perequê no Planalto tendem a ser natural, considerando a situação atual de preservação observada.

Na porção noroeste da All, a leste-sudeste da Vila de Paranapiacaba, a Unidade Geotécnica 5a/3 ocupa os terrenos do Planalto Paulistano/Alto Tietê na transição para a Serra do Mar, onde encontram-se instaladas as sub-bacias de diversos afluentes secundários que confluem para o anfiteatro do Rio Jurubatuba.

Nos terrenos do Planalto Paulistano/Alto Tietê associados à Unidade Geotécnica 5a/3 predominam os processos de movimento de massa, com processos de erosão secundários, sendo os mesmos caracterizados como de alta suscetibilidade a escorregamentos naturais e/ou induzidos, e alta suscetibilidade à erosão nos solos subsuperficiais, induzida por movimentos de terra.

Os problemas existentes e/ou potenciais associados aos movimentos de massa abrangem escorregamentos de solo com geometria predominantemente planar, rastejo frequente nas encostas, escorregamentos frequentes planares em solo, com potencial para a geração de corridas de massa restritas a alguns anfiteatros, além de queda e rolamentos de blocos em afloramentos restritos de rochas, escorregamentos e deslocamentos rochosos condicionados por estruturas planares em afloramentos restritos. Os processos potenciais descritos acima podem ocorrer naturalmente - deflagrados por eventos pluviométricos muito intensos - ou podem ser induzidos através de intervenções relativas ao uso do solo, particularmente na execução de terraplanagem e quando ocorre mudança na dinâmica das águas superficiais.

Já problemas existentes e/ou potenciais relativos aos processos secundários de erosão verificados na Unidade Geotécnica 5a/3 dizem respeito à erosão acelerada por sulcos e ravinas desenvolvida a partir da concentração do escoamento superficial; à exposição dos solos de alteração associada aos movimentos de terra em loteamentos; à erosão sobre os solos superficiais; e ao assoreamento generalizado nas drenagens e reservatórios de abastecimento, como consequência da erosão das áreas de expansão antrópica.

Os terrenos do Planalto Paulistano/Alto Tietê instalados a leste-sudeste da Vila de Paranapiacaba, onde se desenvolvem os cursos d'água que compõem as cabeceiras dos afluentes do Rio Jurubatuba - caracterizados como pertencentes à Unidade Geotécnica 5a/3 - ocupam extensas áreas preservadas e/ou com baixa interferência antrópica. A principal intervenção reconhecida nesses terrenos é a Rodovia Prefeito Francisco Ribeiro Noqueira (SP-120), além de diversas trilhas de chão batido, dificilmente reconhecidas em meio à Mata Atlântica. Essas interferências localizam-se na região denominada Sertão dos Freires.

Deve-se ressaltar que a Rodovia SP-120 encontra-se instalada às margens do Ribeirão da Chuva, do Córrego da Paca, afluentes do Rio Itatinga, que se desenvolve para nordeste no sentido oposto ao da Serra do Mar e, por consequência, das cabeceiras do Rio Jurubatuba. Nos terrenos instalados no Planalto com suas nascentes evoluindo para drenagens que escoam através das escarpas da Serra do Mar e avançam no sentido da Planície Litorânea Santista, as intervenções são quase ausentes, sendo reconhecidos nas cartas topográficas apenas dois caminhos instalados no planalto e quase imperceptíveis nas imagens de satélites mais recente (Google, junho de 2009).

Pode-se constatar que, à luz dos dados avaliados, caso ocorram processos de movimento de massa e outros de erosão secundários no Planalto Paulistano/Alto Tietê nos terrenos da All pertencentes à Unidade Geotécnica 5a/3 nas cabeceiras do vale do Rio Jurubatuba, os mesmos tendem a associar-se a períodos de alta pluviosidade, sendo caracterizados como naturais (não induzidos pela ação antrópica).

A Unidade Geotécnica 15 correlaciona-se aos depósitos quaternários de várzeas identificados junto às margens e nos próprios cursos de córregos e ribeirões que drenam os terrenos do Planalto Paulistano/Alto Tietê identificado nos limites da All, e que se desenvolvem no sentido da Serra do Mar. As ocorrências principais foram identificadas no Município de São Bernardo do Campo, nos afluentes das sub-bacias dos rios Cubatão de Cima e Pilões. Nestes locais, predominam os processos de inundações e adensamento de solos moles com alta suscetibilidade às inundações, recalques, assoreamento e solapamento das margens dos rios.

Os problemas existentes e/ou potenciais da Unidade Geotécnica 15 abrangem inundações fluviais - associadas aos períodos de cheias - e/ou pluviais, provocadas pela dificuldade de escoamento das águas das chuvas, antes destas atingirem os cursos d'água, o que, eventualmente, poderia ocorrer em alguns locais da Rodovia de Interligação Anchieta-Imigrantes, onde a unidade encontra-se mapeada.

Escarpas da Serra do Mar e Morros Litorâneos

Os terrenos que constituem as Escarpas da Serra do Mar são caracterizados como de muito alta suscetibilidade a movimentos de massa (naturais e induzidos) com ocorrência secundária de erosão por ravinas e boçorocas (Unidade Geotécnica 4/3), enquanto que aqueles que conformam os morros litorâneos e morrotes isolados destacados em meio aos terrenos aplanados da Baixada Litorânea Santista, compreendem características de alta suscetibilidade a movimentos de massa (naturais e induzidos) com ocorrência secundária de erosão por ravinas e boçorocas (Unidade Geotécnica 5a/3).

Os primeiros - Unidade Geotécnica 4/3 - estão representados pelas escarpas da Serra do Mar, através das serras de Cubatão, do Morrão e do Quilombo, e dos morros Cabeça-de-Negro, do Gabriel e da Diana, enquanto que a Unidade Geotécnica 5a/3 pode ser reconhecida nos morros de Santos e de São Vicente, e da Ilha de Santo Amaro desde a Cidade do Guarujá até os arredores de Bertioga, além dos morros do Cabrão e Guarapá, reconhecidos nas proximidades da Rodovia Cônego Domênico Rangoni, e morrotes menores, como aqueles da Ilha Barnabé.

Deve-se destacar que nas cabeceiras de algumas drenagens instaladas preferencialmente na Serra do Mar e, principalmente, em diversos trechos das porções intermediárias e inferiores das escarpas da Serra do Mar e das encostas escarpadas dos morros litorâneos e dos morrotes isolados - em área de transição para os terrenos aplanados da Baixada Litorânea Santista - são reconhecidos cones de dejeção e corpos de tálus e coluviões, que configuram terrenos caracterizados como de média suscetibilidade a recalques diferenciais e a impactos por escorregamentos agrupados na Unidade Geotécnica 14.

Os problemas predominantes associados aos escorregamentos existentes e/ou potenciais das unidades geotécnicas 4/3 e 5a/3 abrangem rastejo frequente a generalizado nas encostas, rastejo e escorregamentos associados a depósitos detríticos (tálus/coluviões) inclusive à meia-encosta, escorregamentos planares em solo frequentes a muito frequentes, potencialidade para a geração de corridas de massa em anfiteatros, queda e rolamentos de blocos em afloramentos de rochas, e escorregamentos e deslocamentos rochosos condicionados por estruturas planares. Tais processos potenciais podem ocorrer naturalmente e de forma generalizada no compartimento, sendo deflagrados por eventos pluviométricos intensos ou muito intensos, além de fortemente induzidos por intervenções relativas ao uso do solo - desmatamentos e terraplanagem - e mudanças na dinâmica das águas das vertentes.

Com relação aos processos de erosão, os seus problemas existentes e/ou potenciais - das unidades geotécnicas 4/3 e 5a/3 - dizem respeito à erosão acelerada por sulcos e ravinas, desenvolvida a partir da concentração do escoamento superficial; à exposição dos solos de alteração associada aos movimentos de terra em loteamentos; à erosão sobre os solos superficiais, além de assoreamento generalizado nas drenagens e reservatórios de abastecimento, constituindo reflexo da erosão das áreas de expansão antrópica.

Já os problemas existentes e/ou potenciais associados à Unidade Geotécnica 14 abrangem impactos pela deposição de materiais provenientes de escorregamentos das áreas de montante, recalque diferencial em fundações parcialmente apoiadas em blocos e matacões, dificuldade na implantação de infraestrutura subterrânea, rolamento e queda de blocos superficiais por descalçamento decorrente de erosão ou de cortes, e instabilização de depósitos de tálus por alteração na sua geometria e na circulação de águas subsuperficiais.

Deve-se ressaltar que os processos de escorregamentos (com erosão eventual) e problemas potenciais relativos às unidades geotécnicas 4/3 e 5a/3, associados àqueles identificados na Unidade Geotécnica 14, requerem algum grau de atenção na Serra de Cubatão - por toda a extensão noroeste-oeste do polígono da All - como também na região dos morros Cabeça-de-Negro, do Gabriel e da Diana e nos morros escarpados alongados instalados na Ilha de Santo Amaro e que ocupam as porções centro-leste e sudeste da All, além dos morros presentes nas cidades de Santos - onde a situação mostra-se mais crítica - e São Vicente, identificados na região sul do polígono da All.

Contudo, os maiores cuidados devem ser direcionados às vertentes das serras do Morrão e do Quilombo, como também às encostas do Morro do Guarapá, morfologias que abrigam corpos de tálus de dimensões consideráveis e histórico de escorregamentos de grandes magnitudes como, por exemplo, o mega escorregamento do talvegue da Grota Funda na vertente noroeste da Serra do Morrão ocorrido em meados da década de 1980, que destruiu as fundações da Estrada de Ferro Santos-Paranapiacaba, e interrompeu o transporte ferroviário por longo período, além de centenas de escorregamentos superficiais no mesmo período, a partir da instabilização das vertentes no vale do Rio Mogi, por ausência de cobertura vegetal aliados às condições de elevadas pluviosidades e saturação do solo superficial.

As obras de contenção realizadas e, principalmente, a reconstituição vegetal da Mata Atlântica na Serra do Mar, atualmente minimizam os potenciais problemas que, eventualmente, possam novamente ocorrer de forma natural, quando são considerados as altas declividades das escarpas e períodos chuvosos intensos, dentre outros fatores também importantes.

Na Serra do Quilombo os corpos de tálus são particularmente extensos na vertente setentrional junto à Rodovia Cônego Domênico Rangoni. Nos cortes laterais da serra encontram-se instaladas obras geotécnicas associadas à contenção desses corpos instáveis. São reconhecidos muros de contenção por vezes atirantados, paredes atirantadas, e superfícies onduladas contendo blocos rochosos irregulares e de dimensões diversas - que indicam presença de corpos de tálus - atualmente protegidas por concreto projetado.

Nas visitas realizadas entre os meses de março e maio de 2010, após o período de chuvas de verão, foram verificados instabilidades e deslocamentos localizados de corpos de tálus, e movimentos de massa associados a escorregamentos de horizontes superficiais de solo com blocos de rochas subordinados na região da Serra do Quilombo. Tais processos se instalaram em cortes da Rodovia Cônego Domênico Rangoni, nas encostas do anfiteatro onde se encontra assentado o Aterro Terrestre Ambiental, na estrada de acesso ao Sítio Santa Rita, no Morro do Guarapá, sendo observados tombamentos/escorregamentos de blocos com descida de volumes consideráveis de solo e tombamento de árvores, bastante característicos de processos de rastejo e outros movimentos de massa mais intensos.

O próprio emboque do túnel do Ramal Ferroviário Conceiçãozinha próximo ao Sítio Santa Rita, e implantado na vertente meridional da Serra do Quilombo, encontra-se executado com anéis de concreto pré-moldado nos seus 50 metros iniciais, o que sugere a existência de um corpo de tálus no local ou, eventualmente, de um maciço rochoso estruturalmente instável.

Baixada Santista

Na Planície Litorânea Santista, são reconhecidos no interior da All os terrenos com muito alta suscetibilidade a recalques por adensamento de solos moles (Unidade Geotécnica 11), os terrenos de alta suscetibilidade a recalques por adensamento de solos moles e inundações pluviais (Unidade Geotécnica 12), os terrenos com baixa suscetibilidade a recalques e inundações (Unidade Geotécnica 13), e os terrenos com alta suscetibilidade a inundações, recalques, assoreamento e erosão fluvial (Unidade Geotécnica 15).

Também são reconhecidos na transição entre as Escarpas da Serra do Mar e Morros Litorâneos para as áreas planas da Baixada Santista, os terrenos identificados como de média suscetibilidade a recalques diferenciais e aos impactos por escorregamentos (Unidade Geotécnica 14), que são correlacionados aos cones de dejeção, corpos de talus e coluviões instalados nas escarpas e encostas. Por esse motivo, seus processos e eventuais problemas geotécnicos foram comentados em conjunto com as unidades 4/3 e 5a/3, onde predominam os processos de escorregamentos, no item anterior, referente às Escarpas da Serra do Mar e Morros Litorâneos.

Às unidades geotécnicas 11, 12 e 13 correlacionam-se os depósitos de mangue e pântano, os depósitos flúvio-marinhos, e os depósitos quaternários arenosos de praias atuais ou de cordões litorâneos, respectivamente. Nessas unidades predominam os processos de inundações e adensamento de solos moles, com muito alta suscetibilidade e alta suscetibilidade a recalque por adensamento de solos moles, e inundações diárias associadas às marés (depósitos de mangue e pântano) ou às inundações pluviais (depósitos flúvio-marinhos), enquanto que nos terrenos dos depósitos arenosos os processos predominantes tendem a apresentar baixa suscetibilidade a recalques, adensamento de solos moles e às inundações.

Para os depósitos de mangue e pântano (Unidade Geotécnica 11), os problemas principais abrangem inundações diárias associadas ao ciclo das marés, recalques em fundações e aterros e, eventualmente, o assoreamento de canais associados à vegetação típica e à fixação de sedimentos. Já para os terrenos associados aos depósitos flúvio-marinhos (Unidade Geotécnica 12), os problemas existentes e/ou potenciais associados à execução e à manutenção do futuro empreendimento abrangem inundações frequentes durante os períodos mais chuvosos, obstruções de fluxo, ausência ou deficiência do sistema de drenagem e, eventualmente, recalques localizados em aterros ou nas fundações de travessias de maior porte por adensamento de solos moles, ou ainda, danificação do subleito devido à saturação, considerando que durante as obras de implantação o assoreamento do sistema de drenagem pode acentuar as condições de inundação e comprometer a estabilidade dos eventuais aterros em execução.

Já os terrenos dos depósitos de quaternários arenosos (Unidade Geotécnica 13), os eventuais problemas geotécnicos tendem a ser menores, com destaque para a instabilidade de paredes de obras de escavação na presença do nível d'água. Os locais de ocorrência destes pacotes arenosos, por suas características mais favoráveis, são considerados os melhores terrenos para a ocupação urbana na Baixada Litorânea. Contudo, os mesmos não ocorrem nos limites da AID e, por consequência, estão ausentes na ADA.

A Unidade Geotécnica 11 ocupa os terrenos mais baixos desde próximos até junto aos canais da Baixada Santista, sendo constituída por sedimentos finos (areia, silte e matéria orgânica), saturados, de baixa consistência, com a propriedade de sofrer adensamento por expulsão de água e outros mecanismos quando submetidos à carga, o que pode acarretar recalques expressivos. São reconhecidos ao longo de toda a margem direita do Largo da Pompeba e do Largo de São Vicente, na foz dos rios Cubatão, Mogi e Quilombo, constituindo uma zona contínua ao longo de todo o entorno ao norte do Largo do Caneú, na foz dos rios Jurubatuba, Diana e Santo Amaro, bem como ao longo de ambas as margens dos rios Piaçabuçu, Mariana, Santana e do Canal de Bertiooga. Abrangem, assim, parte do território dos municípios de Praia Grande, São Vicente, Cubatão, Santos e Guarujá.

Nesta região, os manguezais encontram-se bastante alterados, ou mesmo suprimidos, em consequência da intensa ocupação representada pelo complexo portuário de Santos, pelo pólo industrial de Cubatão e pela urbanização.

Os aspectos físicos de interesse associados aos processos de inundações e adensamentos descritos na Unidade Geotécnica 11 correlacionam o mangue, terrenos baixos e planos, sujeitos a ciclos diários de inundação conforme a variação das marés, sedimentos lamosos com matéria orgânica e restos de conchas e vegetais com intercalações de areia fina, terrenos de baixa capacidade de suporte, apresentando SPT = 0 ou próximo, e sedimentos fixados pela vegetação de mangue. Em seus terrenos podem ocorrer estruturas como atracadouros e marinas e habitações subnormais como palafitas, sendo também constatado o avanço do uso urbano/industrial por degradação/aterro do mangue. As áreas da Unidade Geotécnica 11 associadas aos depósitos quaternários de mangue e pântanos são protegidas por lei (preservação permanente).

A Unidade Geotécnica 12 correlaciona-se aos depósitos flúvio-lagunares assentados atualmente um pouco acima do nível máximo das marés, e em posição intermediária entre os canais e os sopés das encostas de morros litorâneos e das escarpas da Serra do Mar. Ocorre nos arredores de Cubatão, onde está instalada a Refinaria Presidente Bernardes (Petrobrás), nas proximidades da foz do Rio Mogi, nos arredores de São Vicente, nos terrenos da Ilha do Guarujá, a leste do Canal de Santos, e imediatamente a norte do Canal de Bertioga, além de outras ocorrências menores, abrangendo parte dos núcleos urbanos.

Os aspectos físicos de interesse associados aos processos de inundações e adensamentos descritos na Unidade Geotécnica 12 correlacionam a ocorrência dos depósitos flúvio-lagunares e de baías, constituídos por sedimentos argilosos com intercalações arenosas e com muita matéria orgânica, o que lhes confere, por vezes, constituição turfosa, que ocorrem desde a superfície até profundidades da ordem de 20 m. Compreendem terrenos baixos e com declividade inferior a 5% separados das praias por cordões litorâneos e com nível d'água próximo à superfície ou mesmo aflorante durante boa parte do ano, estabelecendo áreas constantemente encharcadas. Seus solos apresentam baixa capacidade de suporte, com SPT muito baixo, predominantemente menor que 2. Os melhores terrenos da Unidade Geotécnica 12 encontram-se esgotados, considerando que a expansão urbana e industrial de parte das cidades litorâneas da Baixada Santista tem-se dado sobre os terrenos dessa unidade. Contudo, são os terrenos mais problemáticos para a ocupação urbana na baixada litorânea.

A Unidade Geotécnica 13 correlaciona-se aos depósitos quaternários arenosos de praias atuais ou de cordões litorâneos. Na All do futuro empreendimento, a unidade é identificada na porção sul da Ilha de São Vicente, onde constitui quase a totalidade do perímetro urbano de Santos e parte de São Vicente, ao longo de toda a orla de Praia Grande, incluída aí a zona urbana da cidade, e também na margem esquerda do Canal de Santos, região de Vicente de Carvalho, Guarujá, além de outras ocorrências menores. Constitui terrenos onde predominam os processos de inundações e adensamento de solos moles.

Os problemas existentes e/ou potenciais que podem ocorrer na Unidade Geotécnica 13 abrangem aqueles eventuais de fundação ligados principalmente a recalques em edificações de maior porte, devido à presença de camada argilosa normalmente adensadas (sedimentos flúvio-lagunares) em subsuperfície; dificuldade do escoamento das águas superficiais e servidas, principalmente nas áreas de cotas mais baixas; além de enchentes localizadas decorrentes da deficiência no sistema de captação e adução de águas servidas e pluviais; assoreamento e poluição das drenagens e praias ligados à atividade de mineração e retificação de cursos d'água e canais; instabilidade de paredes de escavação na presença do nível d'água; e poluição das praias em consequência tanto do lançamento direto de águas servidas quanto de resíduos provenientes de correntes costeiras e de marés.

Os aspectos físicos de interesse associados aos processos de inundações e adensamentos descritos na Unidade Geotécnica 13 correlacionam as areias marinhas e praias com terrenos de baixa declividade constituídos essencialmente por areias pobres em argilas, com ocasionais intercalações argilosas. Conformam terraços elevados que representam desde antigos cordões litorâneos e até os de praias atuais, com cotas maiores que 2 m até cerca de 13 m acima do nível do mar. Em subsuperfície podem ocorrer com SPT = 0, ou em profundidade maiores que 2 m com SPT entre 5 e 25. Seus terrenos, por suas características mais favoráveis, foram os primeiros a serem ocupados, suportando as porções mais antigas e consolidadas da maior parte das cidades litorâneas da Baixada Santista. Constituem os melhores terrenos para a ocupação urbana na baixada litorânea.

Os terrenos planos com depósitos aluviais quaternários associados às calhas dos rios e ribeirões maiores da Baixada Litorânea constituem a Unidade Geotécnica 15. Nestes locais predominam os processos de inundações e adensamento de solos moles, com alta suscetibilidade às inundações, recalques, assoreamento e solapamento das margens dos rios. As principais ocorrências identificadas na All ocupam os médios cursos dos rios Cubatão, Pequerê, Mogi, Quilombo e Jurubatuba, onde constituem terraços planos conformando várzeas relativamente encaixadas entre as escarpas da serra, depositadas em cotas topograficamente superiores àquelas das unidades geotécnicas 11 e 12.

Os problemas existentes e/ou potenciais reconhecidos na Unidade Geotécnica 15 abrangem inundações fluviais (associadas aos períodos de cheias) e /ou pluviais (provocadas pela dificuldade de escoamento das águas das chuvas, antes de estas atingirem os cursos d'água), assoreamento de canais da drenagem, solapamento das margens, recalques excessivos e/ou diferenciais das estruturas de fundação, degradação de pavimentos viários e dificuldades eventuais de escavação pela instabilidade das paredes.

Os aspectos físicos de interesse associados aos processos de inundações e adensamentos descritos na Unidade Geotécnica 15 correlacionam os sedimentos aluviais recentes com textura diversa; terrenos praticamente planos (declividades inferiores a 5%) formando as planícies aluviais, geralmente estreitas e alongadas, acompanhando os cursos d'água e estruturadas com até três níveis de terraços; nível d'água raso; presença eventual de camadas de turfa ou argilas orgânicas moles; e materiais com baixa capacidade de suporte, principalmente no domínio dos sedimentos mais finos (argilo-siltosos e/ou orgânicos).

Com exceção de algumas drenagens maiores - como observado em parte da calha até a foz dos rios Cubatão, Mogi, Quilombo/da Onça e Jurubatuba, e que se encontram mais próximas à raiz da Serra do Mar em vales mais encaixados - a maioria dos terrenos da Unidade Geotécnica 15 nas cidades da Baixada Litorânea encontra-se aterrada e ocupada por moradias, indústrias e sistemas viários, com seus cursos d'água alterados (retificados/canalizados) visando reduzir as inundações.

9.3.7.3 CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE INFLUÊNCIA DIRETA (AID) E ÁREA DIRETAMENTE AFETADA (ADA)

9.3.7.3.1 Introdução

A AID avança a partir do estuário no sentido nordeste pela planície costeira até o limite de ocorrência dos sedimentos flúvio-lagunares e de baías, à exceção da região da calha do Rio Jurubatuba, onde também é incluída a área de ocorrência dos sedimentos aluviais. A AID também incorpora a parte da Serra do Mar que ocupa os interflúvios, desde parte da vertente sudeste da Serra do Morro até as imediações da extremidade sudoeste do Morro Cabeça-de-Negro, passando pela Serra do Quilombo.

Assim configurada, a AID do empreendimento inclui parcial ou totalmente o curso dos rios da Onça, Quilombo, Pedreira, Jurubatuba, Diana, Sandi e o Canal de Bertioga até o divisor de águas do Morro do Cabrão, estando integralmente inserida na UGRHI 7 - Baixada Santista. Abrange parcialmente o território do Município de Santos.

Do ponto de vista geotécnico, a AID do futuro empreendimento abrange predominantemente terrenos sujeitos a adensamento de solos moles, como aqueles identificados em toda a planície costeira de Santos, e terrenos suscetíveis a movimentos gravitacionais de massa, representados principalmente ao longo das escarpas da Serra do Mar. De maneira secundária, os terrenos da Serra do Mar também são suscetíveis à erosão por ravinas e boçorocas.

9.3.7.3.2 Unidades Geológico-geotécnicas

Com base nos estudos disponíveis e reconhecimento de campo, foram identificadas diferentes unidades geológico-geotécnicas representadas por corpos de aterro dispostos na ADA de forma dispersa e ao longo do ramal ferroviário existente; depósitos de aluviões recentes presentes nos leitos dos corpos-d'água; sedimentos da Baixada Santista; depósitos de tálus existentes nas encostas do Morro das Neves e da vertente sul da Serra do Quilombo; solos residuais de gnaisses e maciço rochoso. As unidades de maior interesse para o empreendimento são descritas na sequência, além de serem apresentadas no mapa geotécnico da AID/ADA, no **Desenho 9.3.7.3-1**, adiante.

Sedimentos da Baixada Santista

Esses depósitos apresentam espessuras superiores a 35 m e são constituídos, do topo para a base, por camadas distintas representadas por Sedimentos de Mangue e Pântanos de natureza argilosa (SMGag) ou arenosa (SMGar); Sedimentos Flúvio-lagunares argilosos (SFLag) e arenosos (SFLar); Areias Transicionais Holocênicas Flúvio-marinhas ou Litorâneas (SFM); Areias de Depósitos Fluviais Basais nos Aluviões (SFA), e Areias e Argilas Transicionais Pleistocênicas da Formação Cananéia (AT).

No âmbito da classificação adotada na All, de autoria de Nakazawa *et al.* (1994), os Sedimentos de Mangue e Pântanos de natureza argilosa (SMGag) ou arenosa (SMGar) são correlacionáveis à Unidade Geotécnica 11; os Sedimentos Flúvio-lagunares argilosos (SFLag) e arenosos (SFLar) à Unidade Geotécnica 12; as Areias Transicionais Holocênicas Flúvio-marinhas ou Litorâneas (SFM) à Unidade Geotécnica 13; ao passo que as Areias de Depósitos Fluviais Basais nos Aluviões (SFA) são correlacionáveis à Unidade Geotécnica 15. Por sua ocorrência geográfica, as Areias e Argilas Transicionais Pleistocênicas da Formação Cananéia (AT) são enquadradas nas unidades geotécnicas 12 e 13, não sendo identificadas, em superfície, na AID do empreendimento.

A Unidade Geotécnica 11, ou dos Sedimentos de Mangue e Pântanos de natureza argilosa (SMGag) ou arenosa (SMGar), ocupa os terrenos mais baixos e próximos aos canais da Baixada Santista. É reconhecida na foz dos rios Quilombo, da Onça, Pedreira, Jurubatuba, Sandi e Diana, além da desembocadura do Canal de Bertioga, constituindo uma zona contínua na margem esquerda do Estuário de Santos, desde a Usiminas (antiga Cosipa), ao longo de todo o entorno ao norte do Largo do Caneú e a oeste do Largo de Santa Rita, e que inclui a porção norte da Ilha dos Bagres e quase a totalidade da Ilha Barnabé.

A Unidade Geotécnica 12, ou dos Sedimentos Flúvio-lagunares argilosos (SFLag) e arenosos (SFLar), ocorre junto ao sopé da vertente sudeste da Serra do Quilombo, entre o Morro das Neves e a Rodovia Cônego Domênico Rangoni, bem como a nordeste do Morro Guarapá, até a base dos morros Cabeça-de-Negro e do Gabriel. É identificada também na porção sul da Ilha dos Bagres.

A Unidade Geotécnica 13, ou das Areias Transicionais Holocênicas Flúvio-marinhas ou Litorâneas (SFM), tem ocorrência restrita ao extremo sul da Ilha Barnabé, ao passo que a Unidade Geotécnica 15, ou das Areias de Depósitos Fluviais Basais nos Aluviões (SFA), ocorre unicamente ao longo da calha do Rio Jurubatuba, a montante da Rodovia Cônego Domênico Rangoni.

Quanto às suas propriedades geotécnicas, esses sedimentos foram caracterizados com base nos trabalhos publicados e estudos realizados por Massad (1985 e 1986), pela Cosipa (1992 e 2004) e Embraport (2003), sendo detalhados mais adiante. Suas características gerais são apresentadas a seguir.

Os sedimentos de mangue arenoso (SMGar), de cor predominante cinza-escuro, são constituídos por areias finas pouco argilosas a areias finas argilosas fofas. Os sedimentos de mangue argiloso (SMGag) formam depósitos menores subordinados aos sedimentos de mangue arenoso, ocorrendo como interdigitações destes. São constituídos por argilas orgânicas siltosas muito moles, de coloração preta, com detritos vegetais.

As Argilas flúvio-lagunares (SFLag) são representadas por argilas muito moles a moles, altamente plásticas, cujas espessuras podem ultrapassar 30 m. Encontram-se limitadas no topo pelos sedimentos de mangue - com os quais podem constituir camadas interdigitadas - e na base por depósitos arenosos. Também apresentam camadas arenosas subordinadas, denominadas areias flúvio-lagunares. Apresentam coloração cinza-escuro, restos de conchas e de vegetais, e podem ser siltosas ou arenosas, sendo as areias sempre de granulometria fina.

Areias flúvio-lagunares (SFLar) constituem camadas delgadas, sem continuidade lateral, subordinadas ao pacote argiloso na sua porção intermediária, onde apresentam espessuras decimétricas. São finas, argilosas a pouco argilosas, de coloração cinza-escuro e eventualmente cinza a cinza-amarelada. Apresentam-se pouco a medianamente compactas, com intercalações de areias fofas no topo e no meio do pacote argiloso, mostrando-se compactas na base dos pacotes mais espessos.

As Areias transicionais flúvio-marinhas (SFM) são areias finas a médias e médias a grossas, pouco argilosas, de coloração cinza-escuro a cinza-clara. Areias aluviais fluviais (SFA) formam depósitos basais representados por camadas de pedregulhos finos a grossos de dimensões até centimétricas, por vezes com matriz arenosa de coloração cinza-clara e com eventuais intercalações subordinadas de areias médias a grossas, pouco argilosas, com pedregulhos finos.

Depósitos de Tálus

São constituídos por blocos de rocha de dimensões centimétricas a métricas envoltos por solo de natureza mole ou fofa, com raízes e matéria orgânica. Formam-se por ação da gravidade no sopé de escarpas rochosas e de encostas íngremes com pequena cobertura de solo, ou estão associados a escorregamentos e movimentos de massa nas encostas do Morro das Neves e da Serra do Quilombo. No âmbito da classificação de Nakazawa *et al.* (1994), são correlacionáveis à Unidade Geotécnica 14, mapeada como um corpo contínuo que abrange o Morro Guarapá, a extremidade sudoeste do Morro Cabeça-de-Negro, e a vertente sudoeste/sul do Morro da Diana.

Superficialmente, esses depósitos podem ser identificados por mudanças no relevo, que passa de íngreme a mais suave, sendo essa “quebra” um indício de estabilização do processo de deposição. Em geral se apresentam saturados, instabilizando-se quando cortados no pé por cortes de estradas, ou sobrecarregados por aterros.

Na ADA foram detectados na forma de corpos de espessuras variáveis que se desenvolvem ao longo do traçado da via de ligação do Aterro Terrestre Ambiental ao Sítio Santa Rita, bem como na região do emboque meridional do túnel do Ramal Ferroviário Conceiçãozinha.

A seguir são apresentadas as **Fotos 9.3.7.3-1 a 9.3.7.3-3**, com aspectos geotécnicos gerais dos Depósitos de Tálus reconhecidos no polígono da AID, em terrenos próximos e/ou no interior da ADA, na vertente meridional da Serra do Quilombo.



Foto 9.3.7.3-1: Vista de um escorregamento de pequenas dimensões associado à instabilidade da porção de um corpo de tálus identificado na vertente noroeste da Serra do Quilombo, lateralmente à Rodovia Cônego Domênico Rangoni. Tombamento e queda de árvores, e ocorrência de diversos blocos rolados. Porção continental do Município de Santos, na AID.



Foto 9.3.7.3-2: Aspecto geral da ocorrência de um escorregamento sobre solos residuais associados com corpos de tálus na vertente sudeste da Serra do Quilombo, na região do Aterro Terrestre Ambiental. Na porção inferior, cicatrizes de escorregamentos, indicando recorrência de processos de instabilidade do corpo de tálus presente na parte inferior da escarpa. Porção continental do Município de Santos, na AID.



Foto 9.3.7.3-3: Aspecto geral do desemboque do túnel do Ramal Ferroviário Conceiçãozinha na região do Sítio Santa Rita. Por cerca de 50 m de extensão o trecho do túnel é revestido com concreto pré-moldado em arco, e tem sua continuidade escavada diretamente no maciço rochoso. Tais situações, aliada às feições de quebra de relevo verificadas na porção inferior da escarpa da Serra do Quilombo, onde a estrutura encontra-se instalada, sugere a presença de um corpo de tálus. Porção continental do Município de Santos, nas proximidades da ADA.

Solos Residuais

Ocorrem sob os aluviões e depósitos de tálus, ou expostos em taludes nas encostas do Morro das Neves e da Serra do Quilombo, sendo formados pela alteração *in situ* das rochas cristalinas presentes na ADA, representadas, principalmente, por gnaisses. Subdividem-se em duas camadas, sendo uma mais superficial, denominada solo residual maduro, e outra de solo residual jovem ou solo de alteração, sotoposto à primeira, as quais se encontram em permanente evolução através dos processos de lixiviação.

Os solos residuais maduros apresentam coloração e textura homogêneas, são isotrópicos e porosos, e em geral têm uma camada superficial de matéria orgânica. Seu contato com a camada inferior de solo residual jovem é gradacional. Os solos residuais jovens são de coloração mais clara e variegada, anisotrópicos, e preservam a textura e estruturas originais da rocha que lhes deu origem. A preservação dessas estruturas e a resistência à penetração aumentam com a profundidade, sendo o seu contato brusco com o topo rochoso. Podem apresentar matacões de rocha preservados no seu seio.

Nas encostas mais íngremes, a camada de solo residual maduro, mais próxima da superfície do terreno se mostra pouco espessa ou praticamente ausente, predominando a camada de solo residual jovem com maior ou menor grau de alteração e maiores espessuras. Em geral apresentam constituição argilo-siltosa a silto-arenosa micácea, e sua compactidade aumenta com a profundidade, sendo pouco a muito compactos.

A seguir são apresentadas as **Fotos 9.3.7.3-4 e 9.3.7.3-5**, com aspectos geotécnicos gerais dos Solos Residuais reconhecidos no polígono da AID, em terrenos próximos e/ou no interior da ADA, na Serra do Quilombo e no Morro do Guarapá.



Foto 9.3.7.3-4: Aspecto geral da pedra instalada na porção sudoeste do Morro do Guarapá, com remoção da cobertura vegetal e exposição de solos residuais no horizonte superior. Na porção central, escorregamento localizado com exposição de solo residual maduro vermelho. À esquerda, no topo, movimentação de terra e corte da encosta com exposição de solo residual jovem cinza. Porção continental do Município de Santos, imediatamente a nordeste da ADA.



Foto 9.3.7.3-5: Movimentação de terra e corte de morrote na propriedade do Aterro Terrestre Ambiental, com exposição de solos residuais derivados de rochas gnáissicas, que sustentam a Serra do Quilombo e também ocorrem nos limites da ADA. Porção continental do Município de Santos.

Maciço Rochoso

Essa unidade é representada pela rocha propriamente dita, seu estado de alteração e as estruturas geológicas presentes, e seu topo se situa abaixo do manto de intemperismo. Também pode ocorrer na forma de afloramentos naturais ou por exposição em escavações. Na AID, está correlacionada às unidades geotécnicas 4/3 e 5a/3 de Nakazawa *et al.* (1994).

Do topo para baixo, o maciço rochoso se apresenta progressivamente menos alterado, podendo apresentar uma camada de rocha alterada mole (RAM), seguida de rocha alterada dura (RAD) e rocha sã (RS) em profundidade, sendo gradativa a mudança de um grau de alteração para outro. A alteração é função da intensidade e atitude do fraturamento, abertura das fraturas, percolação de água e presença de minerais mais suscetíveis aos processos de intemperismo físico e químico.

A rocha alterada mole é escarificável, pois seus minerais se encontram muito alterados, com perda de resistência mecânica. A rocha alterada dura e a rocha sã são escaváveis apenas a fogo, estando os minerais da primeira pouco alterados e oxidados, e os da segunda totalmente preservados.

O grau de fraturamento também é de grande importância para a caracterização do maciço rochoso, que pode se apresentar ocasionalmente fraturado (F1) (menos de uma fratura por metro); pouco fraturado (F2) (1 a 5 fraturas por metro); medianamente fraturado (F3) (6 a 10 fraturas por metro); muito fraturado (F4) (11 a 20 fraturas por metro); extremamente fraturado (F5) (mais do que 20 fraturas por metro), e fragmentado (F6).

O estado e propriedades das estruturas como abertura, tipo e espessura do material de preenchimento, tipo de superfície (plana, irregular, rugosa, etc.), oxidação, corrosões, alteração e o fator de qualidade da rocha denominado RQD - *Rock Quality Determination*, que leva em conta o tipo e espaçamento das fraturas, também são considerados na caracterização do maciço rochoso. Ensaios de permeabilidade *in situ*, em furos de sondagem, permitem a determinação da condutividade hidráulica.

A seguir são apresentadas as Fotos 9.3.7.3-6 e 9.3.7.3-7, com aspectos geotécnicos gerais do maciço rochoso reconhecido no polígono da AID e em terrenos próximos e/ou no interior da ADA, na Serra do Quilombo e no Morro do Guarapá.



Foto 9.3.7.3-6: Exposição do maciço rochoso da Serra do Quilombo, no local de uma pedreira desativada, às margens da Rodovia Cônego Domênico Rangoni, na AID. Próximo ao topo do maciço, o grau de fraturamento é mais intenso, devido às fraturas de alívio do maciço exposto na abertura da frente de escavação e conjugadas com a estruturação gnáissica e, possivelmente, pela proximidade com a Zona de Cisalhamento Freires-São Lourenço. Porção continental do Município de Santos.



Foto 9.3.7.3-7: Maciço rochoso exposto em corte lateral de estrada de ligação entre o Aterro Terrestre Ambiental e o Sítio Santa Rita, onde será instalado o acesso viário, para obras, à porção continental do empreendimento. Exposição de rocha sã intercalada com rocha alterada dura, ambas com grau fraturamento elevado, marcado pelas fraturas de alívio do maciço conjugada com a estruturação gnáissica e/ou foliação milonítica de transposição (Zona de Cisalhamento Freires-São Lourenço). Porção continental do Município de Santos.

9.3.7.3.3 Considerações sobre as Unidades Geotécnicas e as Unidades Geológico-geotécnicas na AID

Na Unidade Geomorfológica Escarpa/Serra do Mar e Morros Litorâneos na AID, são identificadas as unidades geotécnicas 4/3 e 5a/3, que têm ampla correlação com as unidades geológico-geotécnicas Solos Residuais e Maciço Rochoso. Ainda na Escarpa/Serra do Mar e Morro Litorâneos, à Unidade Geológico-geotécnica Corpos de Tálus correlaciona-se a Unidade Geotécnica 14.

Na Planície Litorânea Santista, as unidades geológico-geotécnicas identificadas na superfície ou reconhecidas em sub-superfície através de investigações do sub-solo, e denominadas Sedimentos de Mangue e Pântanos de natureza argilosa (SMGag) ou Sedimentos de Mangue e Pântanos de natureza arenosa (SMGar) são correlacionáveis à Unidade Geotécnica 11, enquanto que as unidades geológico-geotécnicas Sedimentos Flúvio-lagunares argilosos (SFLag) e Sedimentos Flúvio-lagunares arenosos (SFLar) associam-se à Unidade Geotécnica 12.

A Unidade Geológico-geotécnica denominada Areias Transicionais Holocênicas Flúvio-marinhas ou Litorâneas (SFM) correlaciona-se à Unidade Geotécnica 13. Contudo, essa unidade não é identificada em superfície no interior do polígono da AID do empreendimento, podendo apenas ser reconhecida em sub-superfície através de investigações.

A Unidade Geológico-geotécnica Areias e Argilas Transicionais Pleistocênicas da Formação Cananéia (AT), identificadas em profundidade nos estudos da Embraport (2003) a leste, e da Cosipa (2004) a noroeste, aflora além dos limites da AID, a sudoeste, no Município de São Vicente, sendo integrada à Unidade Geotécnica 12.

Estudos de Fúlfaro & Ponçano (1976), sugerem que areias pleistocênicas correlatas às da Formação Cananéia, ocorreriam depositadas em profundidade onde hoje encontra-se assentada a Ilha dos Bagres, sendo os depósitos caracterizados como um substrato sedimentar arenoso cimentado por carbonato de cálcio, com alto conteúdo em fósseis marinhos, típico de uma rocha denominada *beach rock*, que representa antigos depósitos de praia posteriormente cimentados por carbonato proveniente da dissolução das próprias conchas.

A Unidade Geológico-geotécnica Areias de Depósitos Fluviais Basais nos Aluviões (SFA) são correlacionáveis à Unidade Geotécnica 15. A Unidade ocorre na AID associada à planície fluvial do médio curso do Rio Jurubatuba.

De maior importância para as obras do futuro empreendimento destacam-se as unidades geológico-geotécnicas associadas às unidades Geotécnica 11 e 12, ou seja, os Sedimentos de Mangue e Pântanos de natureza argilosa (SMGag) ou arenosa (SMGar), que ocorrem associados aos terrenos mais baixos e próximos aos baixos cursos dos rios Quilombo, da Onça, Pedreira, Jurubatuba, Sandi e Diana e seus canais afluentes que drenam a Baixada Santista; e os Sedimentos Flúvio-lagunares argilosos (SFLag) e arenosos (SFLar), identificados no sopé da vertente sudeste da Serra do Quilombo, entre o Morro das Neves e a Rodovia Piaçaquera-Guarujá, nos terrenos planos relativamente elevados presentes a nordeste do Morro Guarapá e que se estendem até os morros Cabeça-de-Negro e do Gabriel.

A seguir são comentadas propriedades geotécnicas características para as unidades geológico-geotécnicas identificadas na AID do futuro empreendimento, com destaque para aquelas associadas aos Sedimentos de Mangue e Pântanos de natureza argilosa (SMGag) e aos Sedimentos Flúvio-lagunares argilosos (SFLag), que compreendem os solos moles, assim como às outras unidades geológico-geotécnicas identificadas nos sedimentos da Baixada Santista, tais como aluviões, e as areias - holocênicas ou transicionais - assim como os aspectos geotécnicos das Argilas Transicionais (AT) associadas à Formação Cananéia.

Ainda são efetuados comentários das propriedades geotécnicas dos solos residuais e aspectos da estabilidade de taludes naturais e escavações, quer sejam associados aos sedimentos da Baixada Santista, quer sejam relacionados aos solos residuais, aos maciços rochosos e aos eventuais corpos de tálus, identificados nas encostas e nas escarpas das unidades geotécnicas 4/3 e 5a/3.

9.3.7.3.4 Propriedades Geotécnicas dos Solos Moles

Resistência ao cisalhamento

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

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

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

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

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

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

Também podem ser realizados, no campo, os ensaios de piezocone, cujo princípio é bastante simples, pois consiste de cravação no terreno, com velocidade constante, de uma ponteira cônica que fornece o registro contínuo da resistência à penetração, que é correlacionada à estratigrafia do subsolo, obtida a partir de sondagens.

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

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

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

σ' é a pressão normal efetiva, c' é a coesão efetiva e φ' é o ângulo de atrito interno do solo.

Adensamento e compressibilidade

Nas argilas muito moles saturadas, um dos aspectos de maior interesse para a Engenharia Geotécnica é a determinação das deformações devidas a carregamentos verticais na superfície do terreno, ou em cotas próximas a esta. Os recalques decorrentes de tais deformações podem ser de magnitudes consideráveis e prejudiciais às estruturas ou aterros (Almeida, 1996).

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

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

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

À relação entre a tensão de sobreadensamento (σ_a) e a tensão efetiva atual, dá-se o nome de razão de sobreadensamento (RSA ou OCR). Às vezes, a tensão de sobreadensamento é igual à tensão efetiva no solo por ocasião da amostragem, ou seja, o solo nunca esteve submetido, anteriormente, a maiores tensões. Nesse caso, o solo é considerado normalmente adensado.

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

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

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

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

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

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

9.3.7.3.5 Parâmetros Geotécnicos dos Solos

Sedimentos da Baixada Santista

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

Dentre os mais importantes pode-se citar os de Massad (1999), cuja caracterização dos aluviões dos rios Mogi e Cubatão, e dos sedimentos marinhos, pode ser aplicada para toda a região, e da Cosipa (1992), por sua norma técnica inédita, desenvolvida pela empresa durante suas diversas fases de expansão e operação.

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

No topo do pacote de sedimentos, os depósitos são constituídos por sedimentos de mangues e pântanos com valores de SPT nulos, sendo os sedimentos de mangue arenoso mais espessos junto aos rios e canais. Em profundidades maiores, encontram-se os depósitos argilosos com 20 m ou mais de espessura, dos sedimentos flúvio-lagunares holocênicos, denominados SFL por Massad (1985 e 1986).

Antes da base desses depósitos podem ocorrer areias finas dos sedimentos flúvio-lagunares e/ou depósitos fluviais de aluviões holocênicos pretéritos representados pelos pedregulhos finos a grossos. Sotopostas, podem ocorrer areias e argilas transicionais pleistocênicas da Formação Cananéia - diferenciadas das argilas SFL, no início da década de 90, por investigações realizadas no Cais da Conceiçãozinha (Construção Pesada, 1977), próximo à área industrial da Cosipa (atual Usiminas) - e na base dos sedimentos são encontrados os solos residuais sobre o maciço de rochas cristalinas.

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

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

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

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

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

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

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

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

Quadro 9.3.7.3-1: Ensaios de caracterização, compressibilidade, deformabilidade e resistência

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

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

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

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

Quanto à magnitude das tensões de pré-adensamento, as argilas AT apresentam valores entre 400 kPa e 800 KPa, superiores às das argilas de SFL, com valores entre 100 kPa e 200 KPa, sempre crescentes com a profundidade, como se observa nos ensaios de palheta (*vane test*) realizados. As pré-pressões de adensamento (σ_a), para as argilas de SFL, crescem linearmente com o peso efetivo de terra (σ_{v0}), sendo: $\sigma_a = \text{constante} + \sigma_{v0}$. A constante dessa relação varia, em 60% dos casos, de 80 kPa a 120 KPa.

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

Solos Residuais

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

Os solos residuais presentes na região que abrange a ADA e seu entorno são oriundos da alteração de rochas gnáissicas, e seus parâmetros de resistência médios são descritos por Pinto *et al.* (1993), obtidos a partir de ensaios de laboratório realizados em amostras indeformadas de solos residuais típicos do Estado de São Paulo. Sua resistência, em termos de tensões efetivas, foi considerada a partir dos resultados de ensaios de compressão triaxial drenados ou CD (*Consolidated Drained*) e de ensaios adensados não drenados, com saturação por contra-pressão e com medida de pressões neutras ou CUsat (*Consolidated Undrained saturados*).

Os valores médios dos parâmetros de resistência c' e ϕ' obtidos por Pinto *et al.* (1993) para esses solos residuais, são apresentados a seguir, juntamente com os valores dos pesos específicos natural (γ_n) e saturado (γ_{sat}).

Quadro 9.3.7.3-2: Parâmetros de resistência

Parâmetro	gnaiesses
Peso específico natural (γ) (kN/m ³)	16,1
Peso específico natural submerso (γ_{sat}) (kN/m ³)	17,7
Coesão efetiva (c) (kPa)	14,0
Ângulo de atrito efetivo (ϕ)	30,5°

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

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

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

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

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

9.3.7.3.6 Estabilidade de Taludes Naturais e Escavações

Quando a somatória das forças favoráveis à estabilidade de um talude é superior à somatória das forças desfavoráveis - ou seja, essa relação denominada Fator de Segurança (FS) é superior a 1 - o talude permanece estável. Se esse equilíbrio é alterado de tal forma que FS se torne igual ou inferior a 1, o talude entra em regime de estabilidade precária e sofre ruptura.

Nos solos, a ruptura pode se dar de forma plana ou circular, em função da geometria da superfície de escorregamento; ao longo do contato solo-rocha, acompanhando a superfície do maciço rochoso; ou, nos solos residuais jovens, ao longo da superfície de fraturas ou outras estruturas geológicas preservadas, formando planos ou cunhas desfavoráveis. Na rocha, se dá pelas superfícies das estruturas geológicas por escorregamento ao longo de planos e cunhas, e por tombamentos, com o concurso de pressões neutras.

Os fatores que determinam a estabilidade de um talude são, fundamentalmente, sua inclinação; densidade dos materiais envolvidos e seus parâmetros de resistência; estruturas geológicas com mergulho desfavorável; presença de minerais deletérios ou expansivos; presença de água, e ocorrências ou intervenções como cobertura vegetal, erosões, escavações e aplicação de cargas.

Dependendo da natureza do talude - se natural, escavado, em solo ou rocha - cada parâmetro envolvido assume maior ou menor importância, e as medidas para contenção ou estabilização adotadas visarão a supressão ou compensação dos parâmetros desfavoráveis mobilizados.

Os parâmetros necessários para a avaliação da estabilidade dos taludes, bem como a preconização e dimensionamento das medidas de prevenção, estabilização, contenção e monitoramento necessárias, são obtidos por meio de mapeamento geológico e estrutural, sondagens, ensaios de campo e de laboratório, e instalação de instrumentos como medidores de recalques, inclinômetros, piezômetros e medidores de nível-d'água, entre outros.

Taludes Naturais

Entende-se por taludes naturais, os taludes das encostas do Morro das Neves e Serra do Quilombo onde não houve intervenção antrópica. São os taludes das escarpas e afloramentos de rocha, solos residuais e depósitos de materiais transportados representados pelos corpos de tálus. Escarpas rochosas, embora íngremes, representam superfícies de taludes remanescentes de antigos escorregamentos por estruturas desfavoráveis do maciço rochoso e tombamentos, não apresentando, necessariamente, instabilidades.

Encostas em solos residuais podem apresentar cicatrizes de rupturas e indícios de escorregamentos relacionadas à alta pluviosidade da região, rupturas planares superficiais com supressão da cobertura vegetal natural, deslizamentos ao longo do contato solo-rocha, presença de estruturas geológicas desfavoráveis, suscetibilidade dos solos aos processos erosivos e intervenções antrópicas. De modo geral, os taludes naturais da ADA, em rocha e solo residual, se apresentam estáveis.

Os depósitos de tálus se encontram instalados nas porções médias e baixas das encostas do Morro das Neves e da vertente sul da Serra do Quilombo. Podem ser identificados pela ocorrência de matacões na superfície do terreno e pela “quebra” provocada na declividade, característica de corpos formados por acúmulo de material escorregado e estabilizado naturalmente.

São constituídos por blocos de rocha alterada mole a dura, oriundos do desmantelamento de escarpas rochosas e da alteração *in situ* do maciço rochoso, que preserva os núcleos de rocha isolados pelos sistemas de fraturas. Os matacões apresentam dimensões variáveis, em geral decimétricas a métricas, e se encontram envoltos por solo areno-argiloso fofo com matéria orgânica e raízes. Os mais antigos já apresentam matacões bastante alterados, do tipo RAM ou até solo de alteração, e a matriz de solo adensada, sendo diferenciados das camadas de solo residual apenas pela disposição desordenada das estruturas geológicas ainda presentes nos blocos de rocha.

Formam-se por ação da gravidade, acomodando-se nas cotas mais baixas ao atingir um substrato mais suave, estabilizando-se. Dado sua posição topográfica e elevada porosidade, tendem a se manter saturados, com os parâmetros de resistência muito reduzidos e a presença constante de pressões neutras, sendo suscetíveis a movimentações por rastejo ou mesmo rupturas e escorregamentos no caso de descalçamentos por escavações ou sobrecargas por aterros e deslizamentos.

Escavações

As escavações são representadas pelos cortes em solo e rocha. Sua estabilidade irá depender, fundamentalmente, das características geométricas do talude ou seção, dos parâmetros de resistência dos materiais envolvidos, presença de estruturas geológicas desfavoráveis, presença de água e método construtivo adotado.

TALUDES ESCAVADOS EM SOLO

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

Os solos residuais presentes na ADA são oriundos da alteração de gnaisses, sendo seus parâmetros de resistência médios descritos por Pinto *et al.* (1993), obtidos a partir de resultados de ensaios de laboratório realizados em amostras indeformadas de solos residuais do Estado de São Paulo.

Os valores obtidos podem ser considerados conservadores, tendo em vista os parâmetros de resistência de solos residuais semelhantes apresentados por outros autores como Pinto & Nader (1991), Sandroni & Maccarini (1981), Milititsky & Nudelmann (1981), Hunt (1984) e Hoek & Bray (1974).

A resistência em termos de tensões efetivas foi considerada a partir dos resultados de ensaios de compressão triaxial drenados ou CD (*Consolidated Drained*) e de ensaios adensados não drenados, com saturação por contra-pressão e com medida de pressões neutras ou CUsat (*Consolidated Undrained saturados*).

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

$$s = c' + \sigma' \cdot \operatorname{tg} \varphi', \text{ onde:}$$

c' é o intercepto de coesão, e

σ' é o ângulo de atrito interno do solo.

Os valores médios dos parâmetros de resistência, conforme obtidos por Pinto *et al.* (1993), são de 14 kPa (c') e 30,5º (φ'), e os valores dos pesos específicos natural (γ_n) e saturado (γ_{sat}) são de 16,1 kN/m³ e 17,7 kN/m³, respectivamente.

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

A realização de cortes para a construção da via de acesso ao empreendimento, com a interceptação de solos residuais com estruturas geológicas desfavoráveis e depósitos de tálus, irá exigir a implementação de obras de contenção e de drenagem superficial e profunda, de forma a se evitar a ocorrência de possíveis instabilidades.

TALUDES ESCAVADOS EM ROCHA

A estabilidade dos cortes em rocha é determinada pelas características das estruturas geológicas presentes quanto à frequência ou intensidade; atitude; superfície e material de preenchimento das discontinuidades, e presença de água.

A direção e o mergulho das fraturas - formando planos ou cunhas desfavoráveis em relação ao plano do talude - provocam instabilidades, que são agravadas pelo grau de fraturamento do maciço; pela diminuição do atrito por superfícies planas, lisas, ou preenchidas por material argiloso; e pela presença da água, que atua como lubrificante ou na produção de esforços pela aplicação de pressões neutras.

As intersecções entre os sistemas de fraturas regionais, de atitudes gerais N20W e N45W, com mergulhos subverticais, e os planos determinados pelos falhamentos regionais transcorrentes de direção média N55E, com mergulhos variáveis de 60º a 80º para SE, tendem a formar cunhas desfavoráveis com mergulhos para SE e SW em relação aos planos dos taludes dos cortes das vias de acesso ao empreendimento.

9.3.7.3.7 Reconhecimento Geológico-geotécnico de Superfície

As unidades geológico-geotécnicas Solos Residuais, Maciço Rochoso e Corpos de Tálus são indentificadas nas vertentes escarpadas das serras do Morrão, do Quilombo e na continuidade da Serra do Mar na porção nordeste da AID, na região dos morros Cabeça-de-Negro, da Diana e do Gabriel, além ocorrências verificadas nos morros litorâneos, com destaque para o morros do Guarapá, do Cabrão e morrotes isolados, como os da Ilha Banabé. Os Corpos de Tálus são reconhecidos com maior frequência nas porções inferiores das vertentes da Serra do Quilombo e no Morro do Guarapá.

As unidades geológico-geotécnicas presentes na AID, expostas nos terrenos aplanados e baixos da são os Sedimentos de Mangue e Pântanos de natureza argilosa (SMGag) ou de natureza arenosa (SMGar), e os Sedimentos Flúvio-lagunares argilosos (SFLag) ou arenosos (SFLar).

De interesse para os estudos de fundação das estruturas a serem executadas na Ilha dos Bagres e no canal entre as porções insular e continental (Morro das Neves), o trabalho de Fúlfaro & Ponçano (1976), admite a ocorrência de areias pleistocênicas correlacionadas à Unidade Geológico-geotécnica Areias e Argilas Transicionais Pleistocênicas da Formação Cananéia (AT).

A Unidade Geológico-geotécnica Areias de Depósitos Fluviais Basais nos Aluviões (SFA) ocorre na AID associada à planície fluvial do médio curso do Rio Jurubatuba.

Na região da ADA, o Córrego das Neves - que nasce na escarpa sudeste da Serra do Quilombo e atravessa parte do Sítio Santa Rita - não desenvolve uma planície aluvial de dimensões a serem consideradas na escala de mapeamento apresentada. Seus sedimentos relativamente mais grossos acabam por ficarem retidos no sopé da serra e se interdigitam com os depósitos de tálus, bastante frequentes na região. Nas porções da planície litorânea, nos locais onde drena e se interdigita com os sedimentos flúvio-lagunares e os sedimentos de mangue e pântano, seu curso sofreu intensa retificação, por atividades agrícolas ao longo dos últimos séculos - canais para o plantio de cana-de-açúcar e banana - e, principalmente, a partir da execução do Ramal Ferroviário Conceiçãozinha, que provocou a retificação do curso d'água.

As unidades geológico-geotécnicas Sedimentos de Mangue e Pântanos (SMG), ocupam os terrenos mais baixos e próximos aos baixos cursos dos rios Quilombo, da Onça, Sandi e Diana e seus canais afluentes. De maior interesse para a região da AID/ADA, os Sedimentos de Mangue e Pântanos (SMG) são identificados nos baixos cursos do Rio Jurubatuba e do Córrego das Neves, e em toda a extensão do canal do Rio Pedreira. São identificados também na porção norte da Ilha dos Bagres.

Os Sedimentos Flúvio-lagunares (SFL) são reconhecidos no sopé da vertente sudeste da Serra do Quilombo, entre o Morro das Neves e a Rodovia Piaçaguera-Guarujá, nos terrenos planos relativamente elevados presentes a nordeste do Morro Guarapá e que se estendem até os morros Cabeça-de-Negro e do Gabriel.

De maior interesse para a região da AID/ADA, os Sedimentos Flúvio-lagunares (SFL) são identificados entre o Ramal Ferroviário Conceiçãozinha e a encosta escarpada leste-sudeste do Morro das Neves e, como uma grande mancha na porção meridional da Ilha dos Bagres.

Deve-se ressaltar que nos arredores da Ilha dos Bagres - nos largos do Caneú e de Santa Rita - são reconhecidas algumas das principais ocorrências de baixios identificadas na Planície Litorânea Santista. Alguns desses depósitos evoluíram para a situação de planície de maré e, atualmente, encontram-se ocupadas por vegetação de mangue, como constatado a noroeste da Ilha dos Bagres e nos arredores da extremidade sudoeste da Serra do Quilombo, na região do Morro das Neves e imediatamente a norte do delta atual do Rio Pedreira.

Levantamentos históricos e a avaliação de fotografias aéreas das décadas de 1960 e 1970, principalmente, sugerem que a própria Ilha dos Bagres foi utilizada como área de lançamento de materiais dragados do Canal de Piaçaguera e, eventualmente, do próprio canal do Estuário de Santos. A identificação da porção meridional da ilha nos mapas disponíveis como depósitos da Unidade Geológico-geotécnica Sedimentos Flúvio-lagunares (SFL) pode, na verdade, apenas indicar cotas relativamente mais elevadas desta porção da ilha devido ao lançamento de materiais dragados da abertura e aprofundamento dos canais vizinhos.

As investigações de subsuperfície deverão elucidar a situação: se a porção sul da ilha é ocupada por materiais dragados lançados sobre sedimentos flúvio-lagunares pretéritos, ou se apenas ocorrem materiais de aterro (das dragagens) lançados sobre antigos depósitos de baixios evoluídos ou não para as planícies de maré contendo depósitos de mangue e pântano.

9.3.7.3.8 Investigações Geológico-geotécnicas

As investigações geológico-geotécnicas de subsuperfície dos arredores do futuro empreendimento consideram as sondagens à percussão (SPT) realizadas para o licenciamento ambiental do Terminal Portuário Embraport em 2002, e aquelas executadas para a Cosipa (atual Usiminas), com medidas de torque (SPTT) ao longo do Canal de Piaçaguera, em 2003, visando as obras de desassoreamento do Canal. As principais características das unidades geológico-geotécnicas atravessadas por essas investigações são descritas a seguir.

Investigações realizadas no Terminal Portuário da Emraport

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

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

SEDIMENTOS DE MANGUE ARENOSO E ARGILOSO

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

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

SEDIMENTOS FLÚVIO-LAGUNARES

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

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

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

AREIAS TRANSICIONAIS HOLOCÊNICAS FLÚVIO-MARINHAS

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

AREIAS DE DEPÓSITOS FLUVIAIS BASAIS NOS ALUVIÕES

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

ARGILAS TRANSICIONAIS DA FORMAÇÃO CANANÉIA

Constituem intervalos de amostragem muito curtos, com máximo de 2,7 m, parecendo provável que os depósitos de argilas transicionais tenham sido quase que totalmente removidos na região por ocasião da fase regressiva e, posteriormente, durante a Transgressão Santos. As sondagens executadas parecem indicar a existência de testemunhos argilosos da Formação Cananéia soterrados por cerca de 30 m de sedimentos holocênicos, constituídos por argila siltosa com restos de conchas e coloração cinza-escuro. Os índices de SPT variam entre 4 (consistência mole) a 13 golpes (consistência rija).

SOLOS RESIDUAIS

A maioria das sondagens interceptou esses solos abaixo da camada de areia grossa do SFA, estando seu topo entre 28,5 m e 43,5 m de profundidade, com espessuras de 2 m a 19,5 m. São siltes argilosos a arenosos, micáceos e/ou caulínicos, cinza-esverdeados, medianamente a muito compactos, com eventuais intercalações de argila siltosa média a dura.

MIGMATITOS E GNAISSES

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

Investigações realizadas na Cosipa(atual Usiminas)

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

Foram realizados ensaios de palheta (*vane test*) para a medição da resistência ao cisalhamento *in situ* das argilas moles, em 7 pontos escolhidos ao longo da profundidade dos furos de sondagem, totalizando 84 determinações das coesões não drenadas naturais e amolgadas. Também foram realizados ensaios de laboratório de Limites de Atterberg (Limite de Liquidez, LL, Limite de Plasticidade, LP, e Índice de Plasticidade, IP = LL-LP) nas profundidades de realização dos ensaios de palheta.

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

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

UNIDADES GEOLÓGICO-GEOTÉCNICAS

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

Sedimentos de mangue arenoso e argiloso

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

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

Sedimentos flúvio-lagunares

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

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

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

Areias transicionais holocênicas flúvio-marinhas ou litorâneas

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

Solo residual

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

– Ensaio realizados e parâmetros geotécnicos

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

Os valores medidos de coesão não drenada natural, não amolgada (su), variaram entre 15 kPa e 70 kPa, respectivamente a 5 m e 26 m de profundidade, e entre 7 kPa e 100 kPa a 4 m e 30 m de profundidade. Os valores de LL variaram de 16 a 138, os de LP, de 15 a 64 e os de IP (LL-LP), de 14 a 75. Os valores do peso específico natural médios variaram entre 15,1 kN/m³ e 16,6 kN/m³.

Na área do Dique do Furadinho, os ensaios *vane test* nas situações de solo natural (antes da ruptura) e solo amolgado (após a ruptura) indicaram coesões médias da ordem de 20 KN/m² e 8 KN/m², respectivamente. Os parâmetros geotécnicos representativos para os solos foram de $c = 1,0 \text{ tf/m}^2$, $\phi = 0^\circ$ e $\gamma = 1,45 \text{ tf/m}^3$ para os sedimentos de mangue argiloso, e $c = 0,5 \text{ tf/m}^2$, $\phi = 26^\circ$ e 28° , e $\gamma = 1,4 \text{ tf/m}^3$ para os de mangue arenoso. Para as argilas flúvio-lagunares, obteve-se SPT médio de P/45, $\gamma = 1,4 \text{ tf/m}^3$ e $\phi = 0^\circ$, e valores de coesão médios de 20KN/m² (material indeformado) e 8KN/m² (material deformado).

Investigações realizadas na ADA

A partir de levantamento de campo realizados na ADA e arredores imediatos e de informações de superfície disponíveis na bibliografia específica, foi elaborado o **Desenho 9.3.7.3-1** - Mapa geotécnico da AID/ADA, onde as unidades geotécnicas e aspectos geológico-geotécnicos de interesse podem ser consultados.

As unidades geológico-geotécnicas são representadas por aterros, sedimentos de mangue arenoso (SMGar) e de mangue argiloso (SMGag), sedimentos flúvio-lagunares (SFLag), sedimentos flúvio-lagunares (SFLar), sedimentos flúvio-marinhos (SFM), sedimentos fluviais (SFA), depósitos de tálus, solos residuais e maciço rochoso.

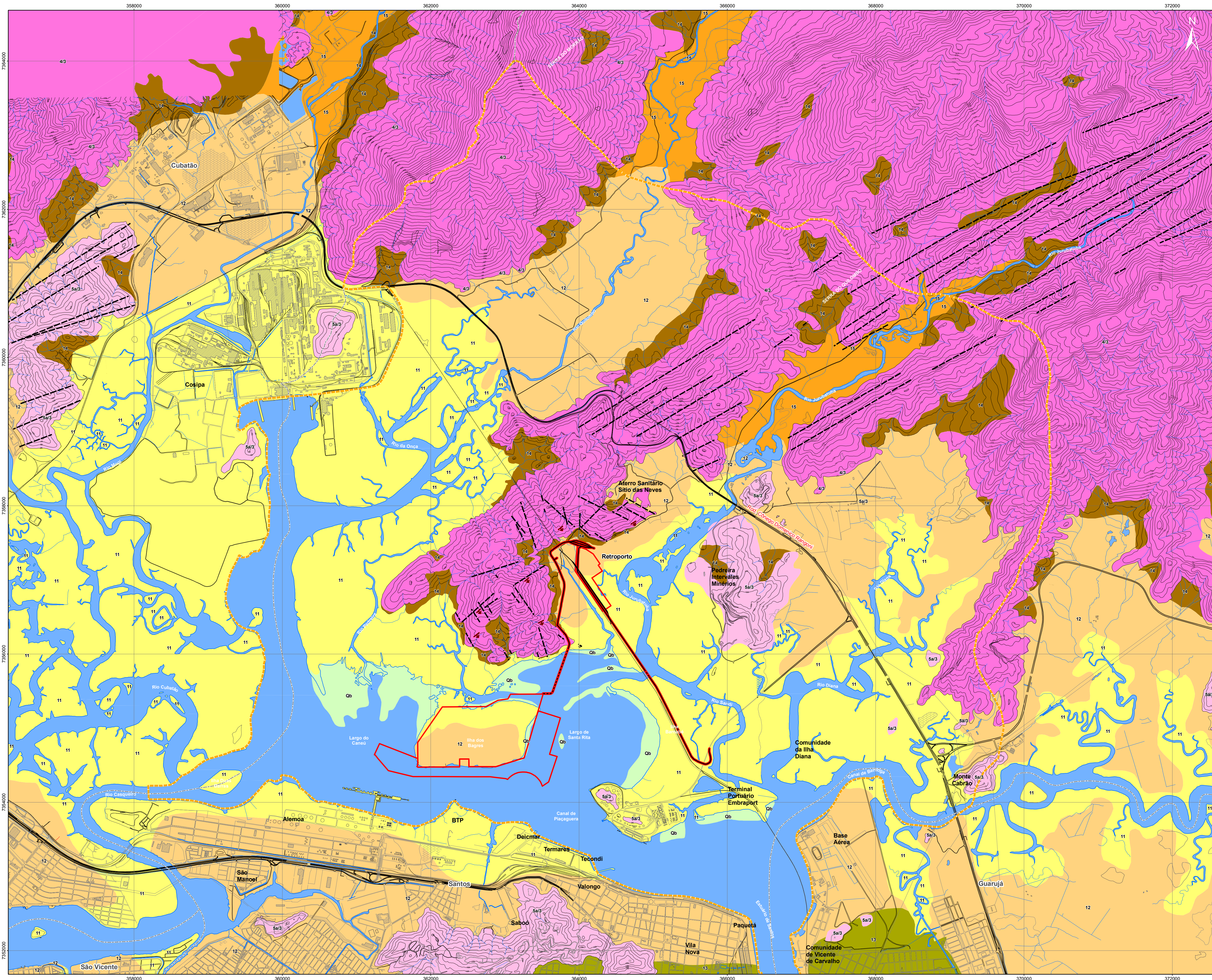
Investigações de subsuperfície também foram realizadas na ADA, constituídas por nove sondagens à percussão na Ilha dos Bagres e duas sondagens à percussão na encosta do Morro das Neves.

As sondagens na Ilha dos Bagres foram executadas em junho de 2010, com diâmetro de 2 ½”, sendo denominadas SP-01 a SP-09, e a mais profunda avançou até a profundidade máxima de 45,90 m, totalizando 377,15 m perfurados em solo. As sondagens da encosta do Morro das Neves foram realizadas em agosto de 2010 e apresentam profundidades entre 6,23 m (SP-01) e 18,28 m (SP-02). A localização das investigações de subsuperfície na Ilha e no continente se encontra indicada no **Desenho 9.3.7.3-2**.

As seções geológico-geotécnicas A (SP-01, SP-02, SP-03 e SP-04), B (SP-05, SP-06 e SP-07) e C (SP-08 e SP-09) elaboradas para a Ilha dos Bagres podem ser consultadas no **Desenho 9.3.7.3-3**. São reconhecidas as unidades geológico-geotécnicas Aterro (ATR) e Sedimentos de Mangue argiloso (SMGag) que capeiam o espesso pacote dos Sedimentos Flúvio-lagunares argilosos (SFLag) com Sedimentos Flúvio-lagunares arenosos (SFLar) ocorrendo subordinados e, em maiores profundidades e/ou intercalados com os SFLag/SFLar podem ser reconhecidos os Sedimentos Flúvio-marinhos arenosos (SFM) e os Sedimentos Fluviais - Aluviões (SFA), esses últimos constituídos por areia com pedregulhos.

Com relação às sondagens para a identificação dos solos expostos na encosta do Morro das Neves, para a caracterização preliminar dos materiais na região do acesso viário a ser implantado, é reconhecido um horizonte de aterro (AT) superficial, que recobre uma camada de coluvião (CL) com espessura variada entre 0,40 m e 1,50 m. A seguir é atravessada uma camada de Sedimento Quaternário da Baixada Santista (SQBS) com espessura variada entre 0,90 m e 2,0 m e, em maiores profundidades até o encerramento das investigações ocorre Solo Residual (SR), por vezes contendo fragmentos de rocha.

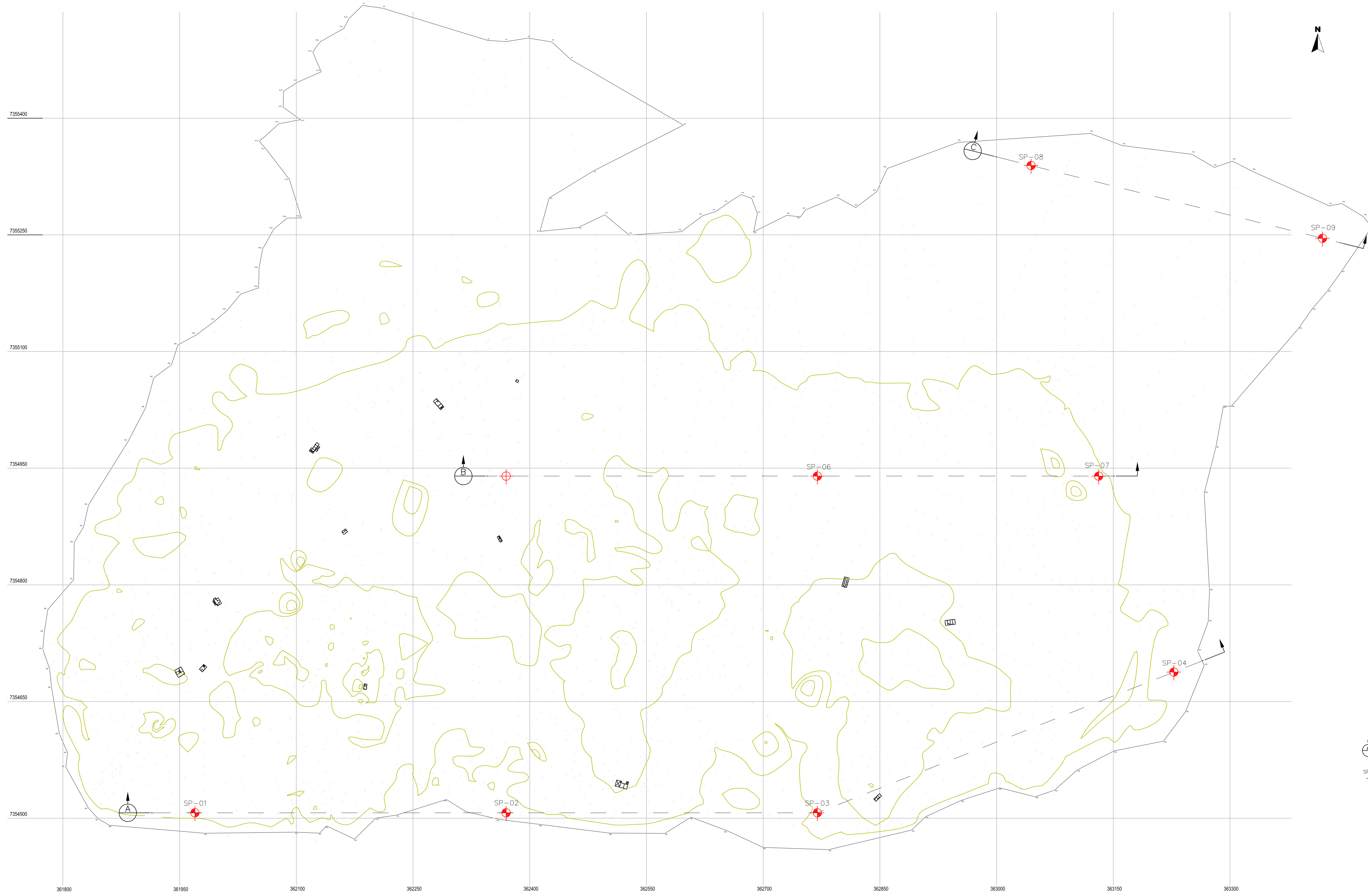
Os perfis individuais de sondagens realizadas na Ilha dos Bagres e na encosta do Morro das Neves são apresentados no **Anexo 9.3**.



- PROCESSOS DO MEIO FÍSICO IMPORTANTES PARA A PREVISÃO DO COMPORTAMENTO GEOTÉCNICO DOS TERRENOS ANTE SEU USO**
- Unidade Geotécnica 4/3**
Muito alta suscetibilidade a escorregamentos (naturais e induzidos); alta suscetibilidade a processos secundários de erosão nos solos superficiais, induzida por movimentos de terra
 - Unidade Geotécnica 5a/3**
Alta suscetibilidade a escorregamentos (naturais e induzidos). Terrenos com relevo de morros com serras restritas, serras alongadas e montanhas, constituídos por rochas de embasamento cristalino predominantemente no Planalto Atlântico. Alta suscetibilidade a processos secundários de erosão nos solos superficiais, induzida por movimentos de terra
 - Unidade Geotécnica 11**
Muito alta suscetibilidade a recalques por adensamento de solos moles; inundações diárias associadas às marés
 - Unidade Geotécnica 12**
Alta suscetibilidade a recalques por adensamento de solos moles; inundações pluviais
 - Unidade Geotécnica 13**
Baixa suscetibilidade a recalques e inundações
 - Unidade Geotécnica 14**
Média suscetibilidade a recalques diferenciais; instabilizações por corte/latero-infiltração d'água, dificuldades de escorço, impacto por escorregamentos a montante
 - Unidade Geotécnica 15**
Alta suscetibilidade a inundações, recalques, assoreamento, solapamento das margens dos rios
 - Baixios (B)**
- Foliação gnáissica regional NE / = 70° para SE
 - Estruturas ortogonais a foliação regional (fraturas abertas)
 - Área de Influência Direta (AID)
 - Área Diretamente Afetada (ADA)
 - Trecho em Rodovia (ADA)
 - Trecho em Ponte (ADA)
 - Limite Municipal

0 0,5 1 1,5 2 km

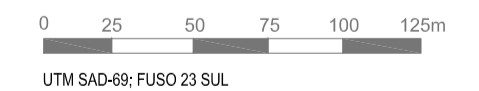
UTM SAD-69; FUSO 23 SUL
 FONTE:
 BASE CARTOGRÁFICA 1:10.000 - AGEM 2003



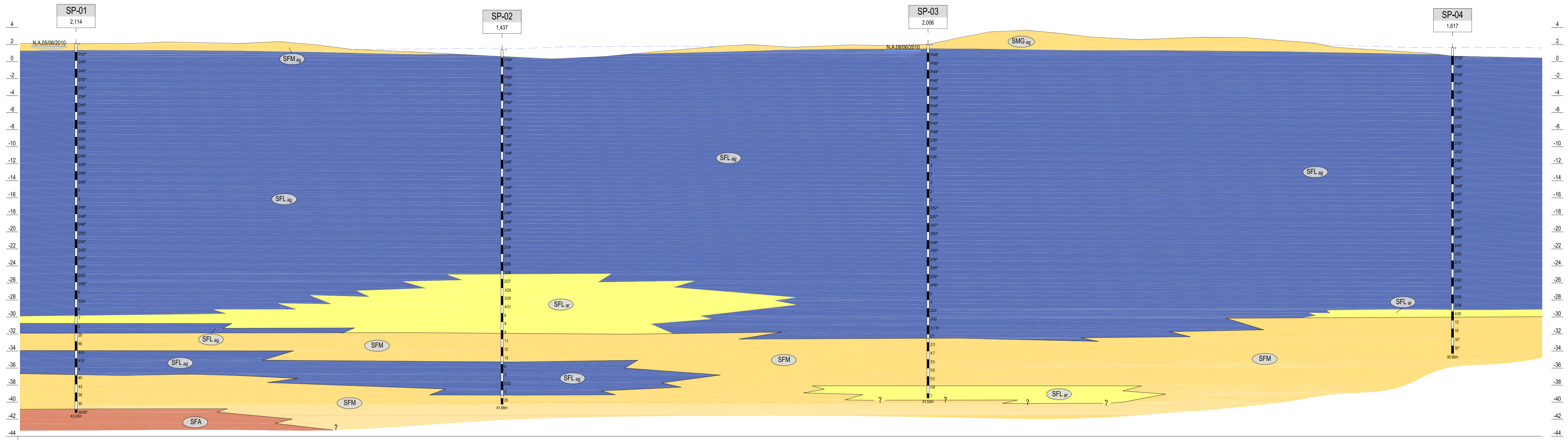
SEÇÃO GEOLÓGICO-GEOTÉCNICA
 SONDAGEM À PERCUSSÃO EXECUTADA

TABELA DE LOCAÇÃO DE SONDAGENS

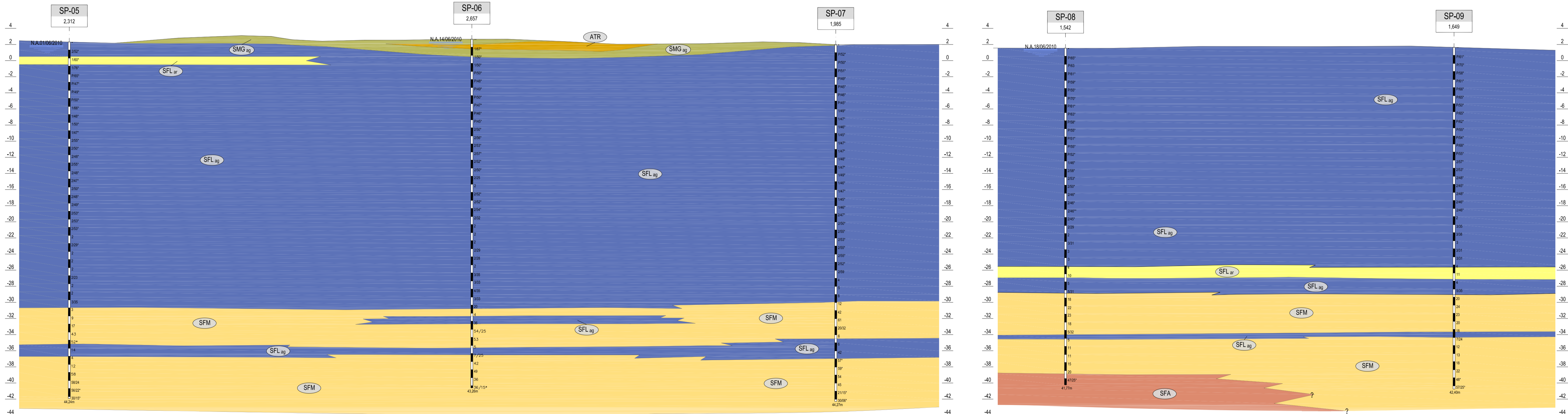
SONDAGENS	COORDENADAS UTM	
	E metros	N metros
SP1	361.969,68	7.354.506,93
SP2	362.369,68	7.354.506,93
SP3	362.769,68	7.354.506,93
SP4	363.227,82	7.354.687,88
SP5	362.369,68	7.365.939,83
SP6	362.769,68	7.365.939,83
SP7	363.131,25	7.365.939,83
SP8	363.044,31	7.355.338,14
SP9	363.418,84	7.355.245,58



UTM SAO-46R; FUSO 23 SUL
 NOTAS
 COTAS EM DIMENSÕES EM METRO, EXCETO ONDE INDICADO.



SEÇÃO A-A
ESC. HORIZ. 1:2000 - ESC. VERT. 1:250



SEÇÃO B-B
ESC. HORIZ. 1:2000 - ESC. VERT. 1:250

SEÇÃO C-C
ESC. HORIZ. 1:2000 - ESC. VERT. 1:250

SÍMBOLOS E CONTATOS GEOLÓGICOS

- SUPERFÍCIE DO TERRENO
- CONTATO ENTRE UNIDADES GEOLÓGICAS
- CONTATO ENTRE LITOTIPOS DISTINTOS

SONDAGEM EFETUADA SP-03
COTA DE BOCA DA SONDAGEM 2,006

NÍVEL D'ÁGUA MEDIDO E DATA DA MEDIÇÃO N.A. 08/06/2010

PROFUNDIDADE 41,52m

SPT: COM NÚMERO DE GOLPES NOS ÚLTIMOS 30cm
* REFERENTE AO 1º INTERVALO DE ENSAIO (15cm INICIAIS)

- Aterro**
- ATR** Argila arenosa, com detritos vegetais, cinza e marrom.
- Sedimentos de Mangue**
- SMG_{ag}** Argila orgânica, por vezes argila orgânica pouco arenosa, com detritos vegetais, marrom-escuro e preto, muito mole.
- Sedimentos Flúvio-lagunares**
- SFL_{ag}** Argila siltilosa a argila siltilosa pouco arenosa (areia fina) ou arenosa, pouco siltilosa com módulos de areia fina ou lentes finas de areia, eventualmente com fragmentos de conchas e mais raro, detritos vegetais, cinza-escuro, por vezes cinza, muito mole no topo e mole em maiores profundidades.
- Sedimentos Flúvio-marinhos**
- SFM** Areia fina e média, pouco siltilosa e pouco argilosa, com pedregulhos finos e médio ou pedregulhos de granulação variada, com pouca mica, cinza ou cinza-escuro, medianamente compacta a muito compacta.
- Sedimentos Flúviais (Aluviões)**
- SFA** Areia fina e média com pedregulhos de granulação variada, com pouca mica, cinza, muito compacta.

9.3.7.3.9 Conclusões sobre a Geotecnia da Área Diretamente Afetada

A partir dos estudos realizados para o diagnóstico geotécnico da ADA, pode-se concluir que o mesmo será implementado em região com solos suscetíveis a recalques, processos erosivos e instabilidades de taludes naturais e escavados.

Recalques são processos afeitos às argilas moles presentes nos sedimentos da Baixada Santista e demais corpos d'água que atingem o estuário. Estão associados, fundamentalmente, às unidades geotécnicas representadas pelos sedimentos de mangue argiloso (SMGag), sedimentos flúvio-lagunares argilosos (SFLag), sedimentos flúvio-marinhos (SFM) e sedimentos aluviais recentes, devendo ser devidamente avaliados, acompanhados e controlados durante e após a realização das obras.

A instalação de processos erosivos nos solos é favorecida, em geral, pela sua constituição granular, associada à falta de cobertura vegetal, relevo acidentado, elevada pluviosidade e fatores antrópicos diversos. Poderá ocorrer nos maciços dos aterros, caso não estejam devidamente protegidos contra erosão, e nos taludes naturais ou escavados em materiais suscetíveis a esses processos, representados pelos depósitos de tálus e solos residuais.

Instabilidades de taludes naturais e escavados são processos associados a depósitos de tálus, solos residuais muito estruturados, maciços rochosos com estruturas geológicas desfavoráveis, relevos acidentados, elevada pluviosidade e fatores antrópicos. Poderão ocorrer em trechos das vias de acesso ao Complexo Bagres, principalmente na extremidade meridional da porção continental da via de acesso a ser construída ao longo da ferrovia, e nas escavações subterrâneas para a construção das vias, caso não sejam utilizadas medidas adequadas de contenção e drenagem.

A presença em subsuperfície - a ser confirmada nas investigações - de depósitos de areias pleistocênicas correlatas às da Formação Cananéia, conforme sugerem Fulfaro & Ponçano (1976), que ocorreriam depositadas em profundidade sob a Ilha dos Bagres, pode trazer ganhos significativos para os projetos de fundação a ser executados na própria ilha e seus arredores imediatos e, eventualmente, na região do canal que, nos dias atuais separa as porções insular (norte da Ilha dos Bagres) e continental (porção sul do Morro das Neves) da ADA.

Deve-se ressaltar que na campanha preliminar de investigações de subsuperfície executada na Ilha dos Bagres - sondagens à percussão SP-01 a SP-09 - não foram atravessados depósitos correlatos de areias pleistocênicas da Formação Cananéia.


A presença de diversos corpos de tálus conjugados com a foliação milonítica associada à Zona de Cisalhamento Freires-São Lourenço e fraturas ortogonais de direção geral NNW-SSE, reconhecidas na vertente sudeste da Serra do Quilombo e, de forma análoga, na porção leste-sudeste do Morro das Neves, poderão implicar na adoção de obras especiais de estabilização para a implantação/melhoria da via a ser utilizada na fase de obras do empreendimento, licenciada no âmbito da LP nº 399/2011, principalmente no trecho onde o traçado se aproxima da encosta da referida Serra.


Deve-se ressaltar a identificação de corpos de tálus, tanto nas cotas superiores como nas cotas inferiores à atual estrada existente. Localmente, os corpos de tálus recobrem inclusive os sedimentos flúvio-lagunares, sendo identificados ao redor da cota +10m.


As maiores extensões das vias de acesso têm seus traçados sugeridos assentados em terrenos onde predominam os solos muito moles a moles associados aos Sedimentos de Mangue (SMG) e/ou aos Sedimentos Flúvio-lagunares (SFL). O aterro do Ramal Ferroviário Conceiçãozinha já executado poderá ser aproveitado ou mesmo expandido para a implantação da via de acesso prevista ao longo da ferrovia, região mais intensamente afetada por processos antrópicos inclusive com retificação do curso do Córrego das Neves. De forma análoga, a via proposta ao longo da ferrovia também têm parte dos seus traçados passando em regiões de solos muito moles e moles.

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