

CAPÍTULO 9

DIAGNÓSTICO AMBIENTAL

O diagnóstico ambiental da área onde se pretende implantar um empreendimento e seu entorno é o conjunto de estudos de base de EIA. Segundo Sanches (2013), suas funções são:

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

Seu objetivo não é apenas possibilitar comparações multitemporais, mas também permitir que os analistas ambientais façam previsões cientificamente bem fundamentadas sobre a provável situação futura. Os estudos de base também devem ser realizados de forma a mostrar a dinâmica ambiental da área afetada, apresentando uma caracterização dos principais processos atuantes na área de estudo, e não se limitar a uma descrição estática do ambiente (Sanchez, 2013).

Uma das funções do estudo de base é fornecer informações para possibilitar a avaliação de impactos ambientais decorrentes da implantação de empreendimentos.

O objetivo do Diagnóstico Ambiental nos Estudos de Impacto Ambiental é apresentar informações sobre os principais aspectos dos meios físico, biótico e socioeconômico das áreas de influência, que serão passíveis de alterações significativas em decorrência do projeto, em suas fases de planejamento, implantação e operação.

Para a elaboração do diagnóstico ambiental foram utilizadas informações disponíveis na literatura, como artigos científicos, teses, bases de dados governamentais, estudos ambientais e monitoramentos realizados como parte de processos de licenciamento, de forma a apresentar um histórico da qualidade dos compartimentos que poderão ser impactados. Estes dados foram complementados com levantamentos primários, em campo, principalmente para os aspectos mais sensíveis do ambiente. Os diagnósticos são apresentados em capítulos referentes a cada um dos meios, ou seja, são apresentados o diagnóstico do Meio Físico, Meio Biótico e Meio Socioeconômico.

Em relação ao diagnóstico do Meio Físico, Meio Biótico e Meio Socioeconômico, destacam-se os seguintes aspectos:

MEIO FÍSICO

- ✓ Clima
- ✓ Oceanografia
- ✓ Qualidade do Ar/Emissões Atmosféricas
- ✓ Ruído
- ✓ Geologia e Recursos Minerários
- ✓ Geomorfologia
- ✓ Pedologia
- ✓ Susceptibilidade a Processos de Dinâmica Superficial
- ✓ Recursos Hídricos Superficiais
- ✓ Qualidade das Águas Superficiais
- ✓ Qualidade de Sedimentos e Dragagem
- ✓ Hidrogeologia
- ✓ Qualidade das Águas Subterrâneas
- ✓ Áreas Contaminadas
- ✓ Espeleologia

MEIO BIÓTICO

- ✓ Flora
- ✓ Fauna Terrestre
- ✓ Biota Aquática
- ✓ Unidades de Conservação e outros espaços protegidos

MEIO SOCIOECONÔMICO

- ✓ Uso e Ocupação do Solo
- ✓ Zoneamento Municipal
- ✓ Perfil Demográfico e Socioeconômico
- ✓ Sistema Viário e Infraestruturas
- ✓ Atividades Econômicas
- ✓ Estrutura Produtiva e de Serviços
- ✓ Patrimônio Cultural e Natural
- ✓ Organização Social
- ✓ Comunidades Tradicionais
- ✓ Engajamento das partes interessadas

9.1. MEIO FÍSICO

O presente diagnóstico aborda os aspectos ambientais relativos à caracterização climática, ruído, geologia, geomorfologia, pedologia, recursos hídricos superficiais (continental e estuarino), recursos hídricos subterrâneos e dinâmicos superficial ocorrentes nas áreas de influência do empreendimento.

Para a confecção do diagnóstico ambiental do meio físico inicialmente foram realizados levantamentos de dados secundários através de consultas bibliográficas de literaturas consagradas e estudos ambientais existentes na região da Baixada Santista, de modo a ter um entendimento prévio da área de inserção do empreendimento. A partir da análise dos dados secundários foram realizadas visitas de campo para reconhecimento *in situ* ao longo do traçado do gasoduto e terminal de gaseificação.

Posteriormente, foram definidas as áreas de influência e planejadas as campanhas de campo para aquisição dos dados primários referentes a qualidade das águas superficiais, ruído e entendimento da dinâmica superficial da região, assim como para o conhecimento do entorno do empreendimento. Os trabalhos de campo foram realizados ao longo do ano de 2017/2018.

Os procedimentos metodológicos para a elaboração do diagnóstico no meio físico serão apresentados, respectivamente, para cada tema.

9.1.1. Clima

O objetivo deste diagnóstico é caracterizar e interpretar o comportamento das variáveis climatológicas: temperatura do ar, umidade relativa, precipitação pluviométrica e regime de ventos, com vistas a uma posterior avaliação dos potenciais impactos ambientais.

Devido à proximidade das áreas de influência indireta e direta, e da área diretamente afetada do empreendimento, a caracterização climática no presente diagnóstico não será abordada a partir das áreas específicas, e sim com a segregação entre as escalas regional e local.

A área de interesse para implantação do referido Projeto situa-se no litoral paulista. Como parte da região Sudeste do Brasil, esta se encontra numa área de transição entre os climas quentes de latitudes baixas e mesotérmicos (do tipo temperado) de latitudes médias (SILVA DIAS & MARENGO, 1999). A sazonalidade da temperatura e precipitação nesta região é bem marcada, devido à localização em latitude afastada do Equador.

9.1.1.1. Sistemas atmosféricos atuantes

A circulação atmosférica e o regime pluviométrico nesta área são influenciados por sistemas meteorológicos de grande escala (ou também denominados de escala sinótica). Dentre estes se

destacam a Alta Subtropical do Atlântico Sul (ASAS) e sistemas transientes, como sistemas frontais e a Zona de Convergência do Atlântico Sul (ZCAS).

As altas subtropicais são sistemas de alta pressão localizados em torno de 30 graus de latitude sobre os oceanos do planeta, nos hemisférios norte e sul, formados devido à circulação média meridional da atmosfera (BASTOS & FERREIRA, 2000). A ASAS se localiza sobre o oceano Atlântico, influenciando o clima na América do Sul. A circulação da ASAS é caracterizada, nos baixos níveis da atmosfera, pelo giro anti-horário do vento em torno do seu núcleo de alta pressão. Desta forma, o vento que atinge o litoral da região Sudeste possui direções predominantes de quadrantes E e NE (por situar-se a Oeste-Noroeste do centro deste sistema). A sazonalidade da ASAS é acoplada à da Zona de Convergência Intertropical (ZCIT), com um deslocamento levemente para norte no verão e para sul no inverno. Além disso durante o verão o centro da ASAS se aproxima mais do continente sulamericano.

O deslocamento de sistemas frontais, por outro lado, está associado ao escoamento ondulatório de grande escala na atmosfera, transportando massas de ar polares em direção aos trópicos. A intensificação ou dissipação desses sistemas está relacionada a características atmosféricas sobre o continente. De acordo com Satyamurty & Mattos (1989) a região Sudeste do Brasil possui características frontogenéticas, de modo que nela as frentes frias podem se formar ou se intensificar. Uma vez que nesta região o vento em baixos níveis da atmosfera tem direção predominante de E e NE (devido à influência da ASAS), numa situação pré-frontal este torna-se tipicamente de NW, e à medida que a frente se desloca ele gira de SW a SE (CAVALCANTI et al., 2009). A sazonalidade na ocorrência de passagens de frentes frias aponta maior frequência de sistemas entre maio a setembro e menor frequência durante o verão (CAVALCANTI et al., 2009).

Já a ZCAS é um sistema típico do período de verão. Trata-se de um complexo convectivo que se estende num eixo de direção NW-SE desde a região Amazônica até o oceano Atlântico (ROBERTSON & MECHOSO, 2000). É característica deste tipo de sistema a persistência por vários dias com condições de nebulosidade e precipitação elevadas.

Além destes sistemas de larga escala, que definem a condição predominante do vento (influenciada pela ASAS) e uma condição transiente (associada à passagem de sistemas frontais e da ZCAS), a região de estudo está sujeita a circulações em meso e microescalas, associadas principalmente à complexidade do relevo na região, devido à presença de áreas estuarinas, áreas urbanas, morros e principalmente ao relevo acentuado da Serra do Mar.

9.1.1.2. Procedimentos metodológicos

O presente item apresenta os resultados de uma análise dos parâmetros de temperatura do ar, umidade relativa, regime pluviométrico e direção e velocidade dos ventos. Os resultados foram obtidos a partir da análise de dados disponíveis, visando a caracterização climatológica da área em estudo.

Tanto a variabilidade dos parâmetros meteorológicos quanto as características das bases de dados disponíveis não apresentam um nível de refinamento significativo para distinção entre AID e ADA, de forma que a caracterização climática é apresentada a seguir para duas escalas espaciais: escala regional, que pode ser considerada representativa da Área de Influência Indireta (AII), e complementarmente pela escala local, que engloba a Área de Influência Direta (AID) e Área Diretamente Afetada (ADA).

Para a caracterização em escala regional foram utilizados dados do produto de reanálise CFSv2 (*Climate Forecast System Reanalysis Version 2*; SAHA et al., 2014), gerado pelos centros norte-americanos NCEP/NCAR (*National Center for Environmental Prediction / National Center for Atmospheric Research*)¹. Trata-se de um conjunto de assimilação de dados que constitui uma sólida base de dados climatológicos com cobertura global. A CFSv2 dá continuidade ao produto CFSR (*Climate Forecast System Reanalysis*; SAHA et al., 2010), produzido pelo mesmo centro, a partir de janeiro de 2011 até o presente, porém incorporando upgrades nos processos de assimilação e interpolação de dados. O embasamento físico da CFSR e CFSv2 difere de outros produtos de reanálise pelo acoplamento entre o oceano e a atmosfera, por ter um modelo interativo de gelo marinho e também por assimilar dados de satélites através de um esquema de interpolação estatística. Além disso, contém informações sobre variações nos níveis de dióxido de carbono, aerossóis atmosféricos e gases-traço, incluindo assim seus efeitos sobre o sistema climático terrestre. A resolução espacial fornecida pela CFSv2 é de 0,2° e temporal horária.

Como a CFSv2 apresenta um campo com distribuição espacial dos parâmetros meteorológicos, para efeito de caracterização foi selecionado um ponto de análise representativo da região, como apresentado na Figura 9.1.1.2-1 e Tabela 9.1.1.2-1. Foram analisados dados da CFSv2 para temperatura do ar, umidade relativa e ventos (à altitude de 10 m).

Para caracterização do regime pluviométrico em escala regional, foram utilizados dados do *Global Precipitation Climatology Project* (GPCP; ADLER et al., 2003)², que consiste numa base de dados com cobertura global provendo informações de precipitação obtidas a partir da integração de dados de satélites e pluviômetros de superfície. Foram utilizados dados da versão mais atual da

¹ Dados disponibilizados em <https://rda.ucar.edu>

² Dados disponibilizados em <http://www.esrl.noaa.gov/psd/>

base GPCP (V2.3), com resolução espacial de 2,5°, disponíveis de 1979 até o presente, fornecendo dados de médias mensais de precipitação.

Para a caracterização local foram utilizados dados do conjunto de Normais Climatológicas fornecidos pelo INMET (Instituto Nacional de Meteorologia; INMET, 2009)³ e também dados medidos na rede de monitoramento da CETESB, disponibilizados através da plataforma QUALAR – Sistema de Informações de Qualidade do ar⁴.

Foram avaliados dados das Normais Climatológicas do INMET na estação localizada no município de Santos. As Normais Climatológicas consistem num conjunto de dados apresentados na forma de médias mensais, calculadas a partir de dados medidos em estações meteorológicas de superfície por um período de 30 anos. O conjunto mais recente refere-se ao período de 1961 a 1990 (sendo que a próxima atualização das Normais Climatológicas será disponibilizada somente para o período tri-decadal seguinte, de 1991 a 2020). A localização da estação de Santos é apresentada na Figura 9.1.1.2-1 e Tabela 9.1.1.2-1. Foram analisados os parâmetros de temperatura do ar, umidade relativa e precipitação provenientes desta estação.

Os dados da rede de monitoramento da CETESB foram avaliados nas estações de Santos, Cubatão Centro e Cubatão Vila Parisi, sendo estas as mais próximas ao empreendimento e com disponibilidade de dados por um período superior a 3 anos. A localização das estações é apresentada na Figura 9.1.1.2-1 e Tabela 9.1.1.2-1. Foram avaliados os parâmetros de temperatura do ar, umidade relativa e ventos nas estações Santos e Cubatão Centro, e ventos na estação Cubatão Vila Parisi.

Finalmente, para caracterização do regime de precipitação na AID e ADA foram utilizados dados de 10 estações pluviométricas do Departamento de Águas e Energia Elétrica (DAEE) do estado de São Paulo. Os dados de volumes mensais de precipitação foram obtidos através do banco de dados hidrológicos para as estações listadas na Tabela 9.1.1.2-1. A seleção das estações foi baseada nos critérios de proximidade e potencial de drenagem em relação à área do empreendimento.

³ Dados disponibilizados em

⁴ Dados disponibilizados em <http://qualar.cetesb.sp.gov.br>

Tabela 9.1.1.2-1: Dados utilizados na caracterização meteorológica.

Escala	Base de Dados	Município/Estação	Coordenadas	Altitude	Período de Amostragem	Parâmetros
Regional	CFSv2	NA	24° 00' 00" S 46° 13' 37" W	NA	2011 a 2017	Temperatura do ar Umidade relativa Vento
	GPCP	NA	23° 48' 00" S 46° 18' 00" W	NA	1979 a 2017	Precipitação
		São Vicente – Sales da Cruz (E3-064)	23° 55' 00" S 46° 28' 00" W	250 m	1939 a 1988	
		São Vicente – Humaita (E3-228)	23° 57' 16" S 46° 27' 00" W	10 m	1939 a 2016	
		Guarujá – Vicente de Carvalho (E3-045)	23° 56' 00" S 46° 17' 00" W	3 m	1942 a 2002	
		Cubatão – Piaçaguera (E3-038)	23° 52' 00" S 46° 23' 00" W	5 m	1936 a 2000	
		Cubatão	23° 53' 00" S 46° 25' 00" W	6 m	1936 a 2000	
		Cubatão – Rod. Anchieta Cota 400 (E3-143)	23° 53' 00" S 46° 29' 00" W	400 m	1950 a 1994	
		Cubatão – Morro do Piche (E3-144)	23° 53' 00" S 46° 27' 00" W	105 m	1949 a 1989	
		Cubatão – Curva da Onça (E3-153)	23° 53' 00" S 46° 29' 00" W	500 m	1952 a 1996	
	Cubatão – Pilões (E3-236)	23° 54' 00" S 46° 30' 00" W	100 m	1972 a 1992		

Tabela(continuação) 9.1.1.2-1: Dados utilizados na caracterização meteorológica.

Escala	Base de Dados	Município/Estação	Coordenadas	Altitude	Período de Amostragem	Parâmetros
Local	INMET	Santos	23° 56' 00" S 46° 20' 00" W	3,5 m	1961 a 1990	Temperatura do ar Precipitação Umidade relativa
		Santos	23° 57' 45" S 46° 19' 16" W	Não informado	2011 a 2017	Temperatura do ar Umidade relativa Vento
	CETESB	Cubatão – Centro	23° 52' 49" S 46° 25' 04" W	Não informado	2000 a 2010	Temperatura do ar Umidade relativa
					2000 a 2013	Vento
		Cubatão – Vila Parisi	23° 51' 08" S 46° 23' 29" W	Não informado	2000 a 2017	Vento
	DAEE	São Vicente (E3-056)	23° 58' 00" S 46° 22' 00" W	10 m	1938 a 2016	Precipitação
		São Vicente – Sales da Cruz (E3-064)	23° 55' 00" S 46° 28' 00" W	250 m	1939 a 1988	
		São Vicente – Humaita (E3-228)	23° 57' 16" S 46° 27' 00" W	10 m	1939 a 2016	
		Guarujá – Vicente de Carvalho (E3-045)	23° 56' 00" S 46° 17' 00" W	3 m	1942 a 2002	
		Cubatão – Piaçaguera (E3-038)	23° 52' 00" S 46° 23' 00" W	5 m	1936 a 2000	
		Cubatão	23° 53' 00" S 46° 25' 00" W	6 m	1936 a 2000	
		Cubatão – Rod. Anchieta Cota 400 (E3-143)	23° 53' 00" S 46° 29' 00" W	400 m	1950 a 1994	
		Cubatão – Morro do Piche (E3-144)	23° 53' 00" S 46° 27' 00" W	105 m	1949 a 1989	
		Cubatão – Curva da Onça (E3-153)	23° 53' 00" S 46° 29' 00" W	500 m	1952 a 1996	
Cubatão – Pilões (E3-236)	23° 54' 00" S 46° 30' 00" W	100 m	1972 a 1992			

9.1.1.3. Caracterização Climática Regional

Nesta etapa foram utilizados dados de bases meteorológicas a fim de caracterizar o clima em escala regional. Desta forma são analisados os parâmetros obtidos da reanálise CFSv2 e do conjunto GPCP, que representam bases de dados espaciais em escala regional, sendo que para as análises foram extraídas informações do ponto de grade mais próximo ao empreendimento, representativos da região em estudo. Com base nestes dados são apresentados a seguir os padrões de variabilidade intra-anual da temperatura do ar, umidade relativa, precipitação e regime de ventos.

9.1.1.3.1. Temperatura do ar

A Figura 9.1.1.3.1-1 apresenta a temperatura média mensal do ar segundo os dados da reanálise CFSv2. A temperatura apresenta nesta região um padrão sazonal bem definido, com temperaturas mais elevadas no período de verão e mais baixas durante o inverno. Os dados da CFSv2 apontam fevereiro como o mês mais quente, com temperatura média de 26,9 °C, e julho o mais frio, com temperatura média de 20,4 °C.

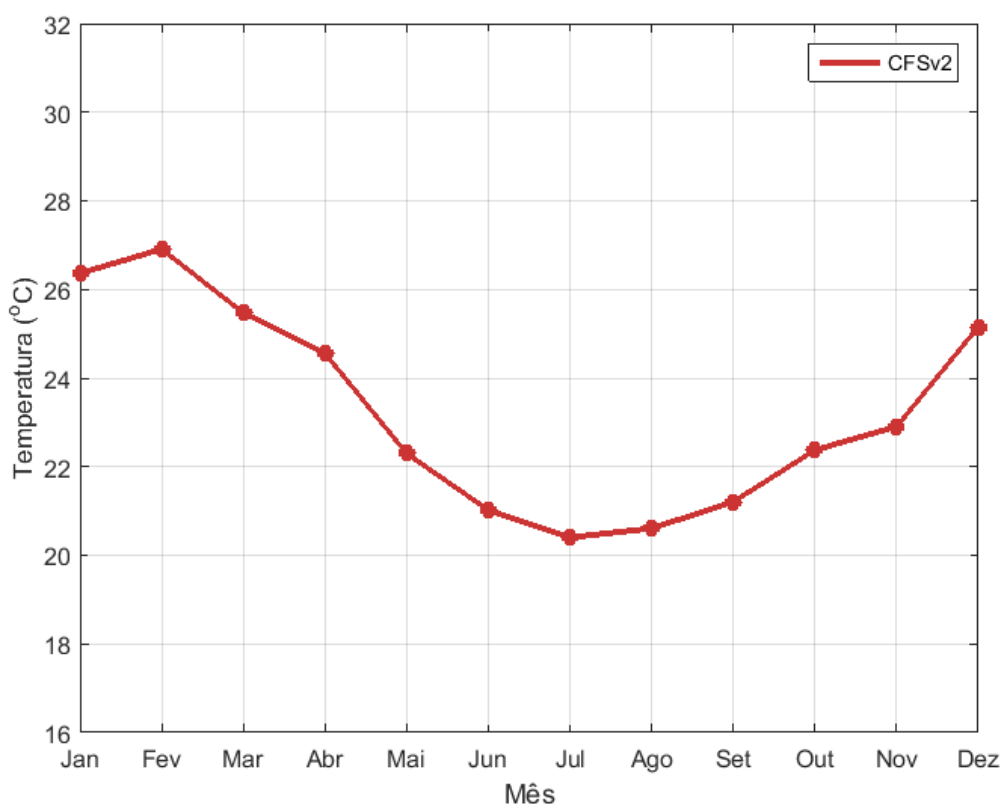


Figura 9.1.1.3.1-1: Temperatura média mensal do ar, dados CFSv2 no período de 2011 a 2017.

9.1.1.3.2. Umidade Relativa

É importante notar que o parâmetro umidade relativa do ar não se refere à quantidade absoluta de vapor de água presente na atmosfera (em massa ou volume), mas sim à relação entre a quantidade de vapor e a capacidade da atmosfera de reter este vapor (por isso sua unidade é dada em porcentagem). Assim, a umidade relativa indica o quão próximo a atmosfera está do seu estado de saturação, de forma que sob a condição de precipitação a umidade relativa possui valor de 100%.

A Figura 9.1.1.3.2-1 apresenta as médias mensais da umidade relativa do ar no ponto de análise da base CFSv2, onde observa-se uma pequena amplitude ao longo do ano. Os valores mensais variam entre 78,6% no mês de agosto e 85,2% no mês de março, sendo que nos meses de outubro a março os valores médios mensais de umidade relativa permanecem acima de 83%.

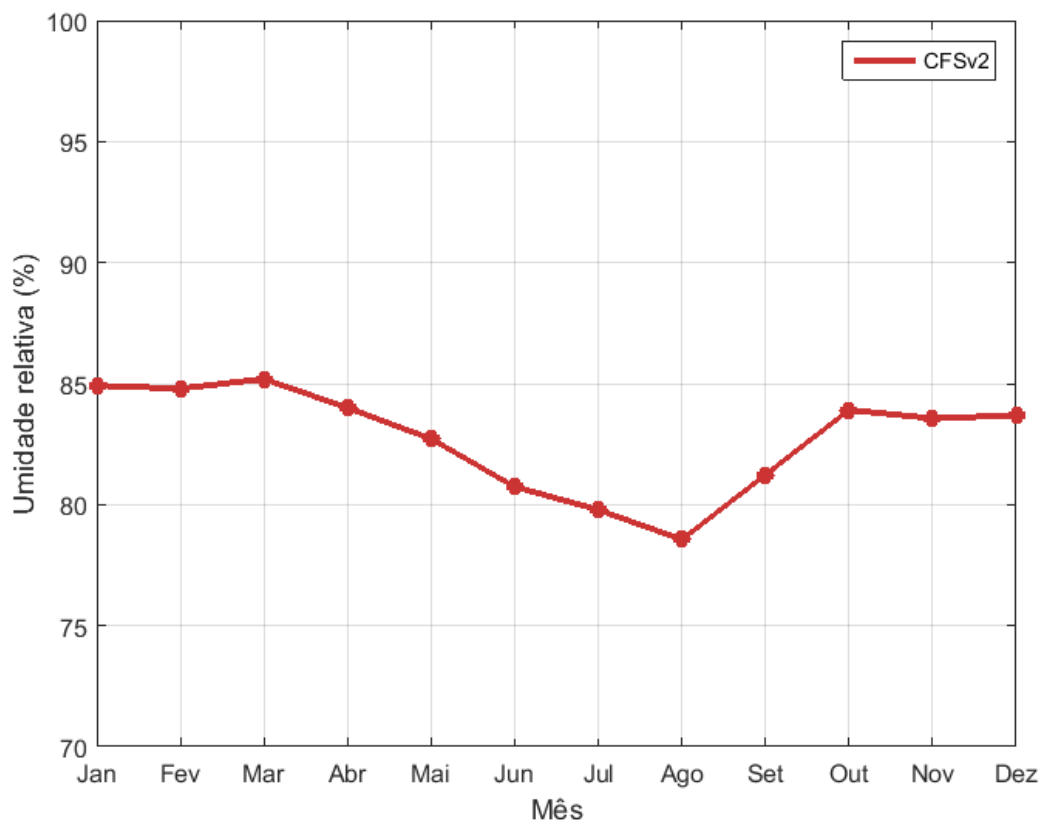


Figura 9.1.1.3.2-1: Umidade relativa média mensal, dados CFSv2 no período de 2011 a 2017.

9.1.1.3.3. Precipitação

O regime anual da precipitação é altamente sazonal na região Sudeste do Brasil, caracterizado de maneira geral pelo verão chuvoso e inverno seco.

A Figura 9.1.1.3.3-1 apresenta a precipitação mensal segundo os dados da base GPCP, analisados sobre o ponto representativo da região de estudo. Os maiores volumes mensais, acima de 200 mm, ocorrem nos meses de dezembro a março, sendo janeiro o mês mais chuvoso, com 281,3 mm em média. Já os meses de junho, julho e agosto apresentam os menores volumes mensais de precipitação, com valores médios mensais de 72,7, 61,6 e 51,7 mm, respectivamente.

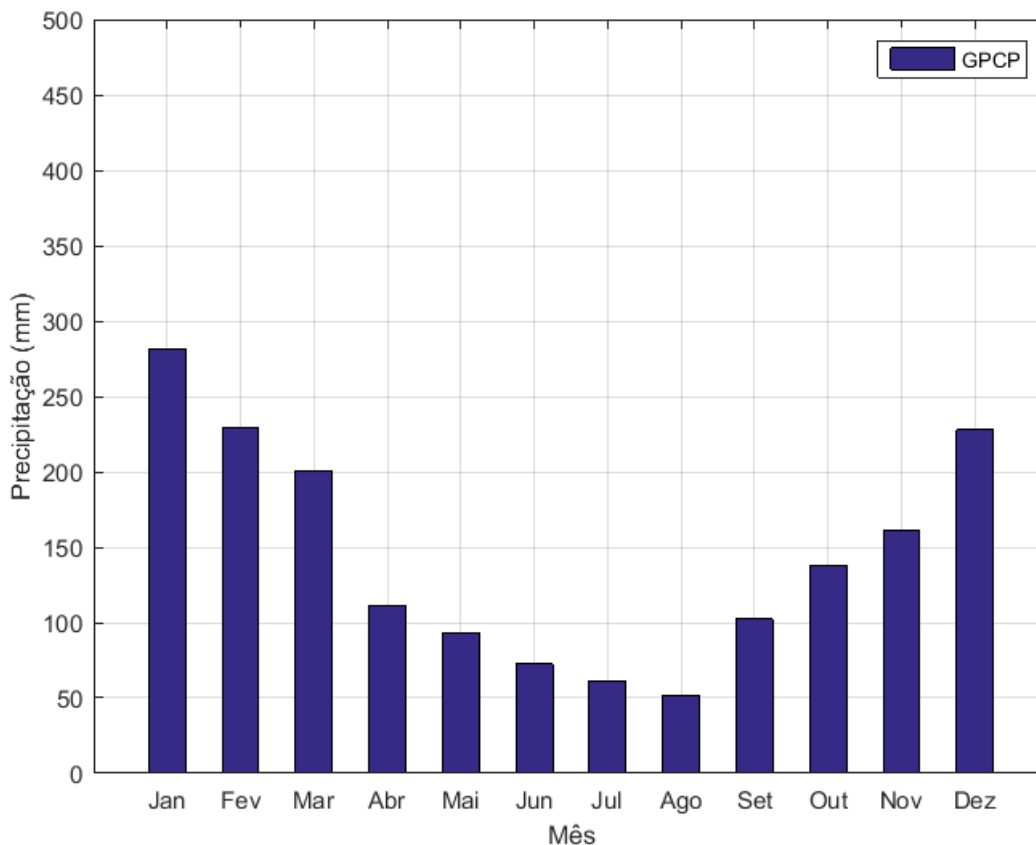


Figura 9.1.1.3.3-1: Precipitação média mensal, dados GPCP no período de 1979 a 2017.

9.1.1.3.4. Regime de ventos

Os principais sistemas de grande escala que interferem na circulação dos ventos na região de estudo são a ASAS (Alta Subtropical do Atlântico Sul), e sistemas transientes, como frentes frias e a ZCAS (Zona de Convergência do Atlântico Sul).

A Figura 9.1.1.3.4-2 apresenta a rosa dos ventos segundo os dados da CFSv2 e a Tabela 9.1.1.3.4-1 o respectivo diagrama de ocorrência conjunta de intensidade e direção. A direção predominante do vento de acordo com esta base de dados mostra-se de E e ENE, sendo que estas duas faixas de direção correspondem a 30,7% do total. A intensidade média nestas duas direções é de 5,5 m/s. Este padrão predominante é associado a circulação da ASAS.

Os ventos mais intensos, porém, são observados das direções entre S e SW, atingindo o máximo de 18,1 m/s. Os ventos destas direções são associados a incidência de sistemas frontais na região. As direções de incidência de S, SSW e SW correspondem a 16,7% dos ventos analisados.

De maneira geral, as intensidades entre 2 e 6 m/s correspondem a 62,4% dos dados de ventos da CFSv2 no período analisado.

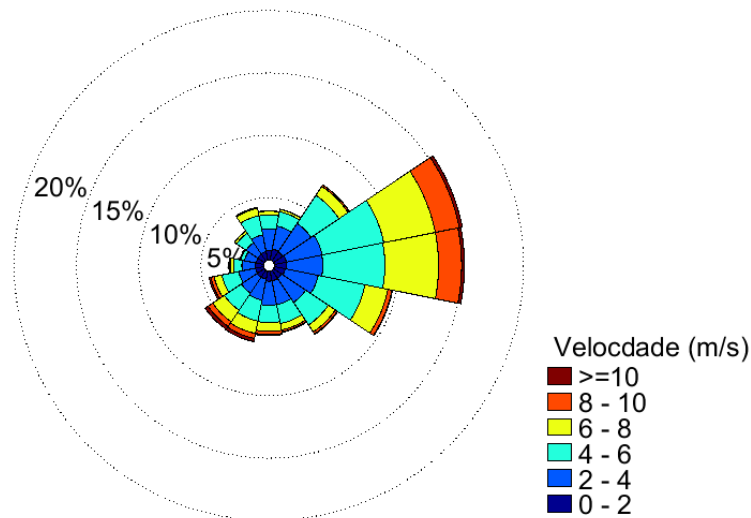


Figura 9.1.1.3.4-2: Rosa dos ventos, dados CFSv2 no período de 2011 a 2017.

Tabela 9.1.1.3.4-1: Diagrama de ocorrência conjunta de intensidade e direção dos ventos, dados CFSv2 no período de 2011 a 2017.

Vel. (m/s)	N	NNE	NE	ENE	E	ESE	SE	SSE	S	SSW	SW	WSW	W	WNW	NW	NNW	Total	%
0-2	461	556	541	593	570	537	470	484	490	401	416	397	395	356	390	419	7476	12,3
2-4	1044	1132	1653	1779	1782	1637	1413	1181	1169	1042	926	827	651	577	676	833	18322	30,2
4-6	689	707	1642	3057	3023	2324	1319	937	845	1034	995	839	409	185	552	951	19508	32,2
6-8	182	122	531	2559	2613	1138	411	316	429	615	678	385	158	31	123	365	10656	17,6
8-10	18	10	76	1191	1122	202	111	88	156	245	271	161	45	10	6	42	3754	6,2
10-12	1	0	9	145	134	28	26	24	42	113	117	62	21	0	4	9	735	1,2
12-14	1	0	0	4	5	1	6	4	6	38	43	23	1	2	0	3	137	0,2
14-16	1	0	1	0	0	0	2	2	3	7	10	4	0	0	0	0	30	0,0
16-18	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	3	0	0	0	0	0	5	0,0
18-20	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0,0
Total	2397	2527	4453	9328	9249	5867	3758	3036	3142	3496	3459	2698	1680	1161	1751	2622	60624	
%	4,0	4,2	7,3	15,4	15,3	9,7	6,2	5,0	5,2	5,8	5,7	4,5	2,8	1,9	2,9	4,3		
Méd.	3,5	3,3	4,1	5,5	5,5	4,6	4,1	3,9	4,2	4,8	5,0	4,5	3,6	2,9	3,5	4,1		
Máx.	14,5	9,9	15,1	13,6	12,6	12,1	15,6	15,6	18,1	16,0	17,7	15,9	12,1	12,1	11,8	14,0		

9.1.1.4. Caracterização Climática Local

Para caracterização dos parâmetros meteorológicos em escala local, que descrevem a variabilidade das condições nas proximidades do empreendimento, foram utilizados os dados de temperatura do ar, umidade relativa, precipitação e regime de ventos obtidos da base QUALAR da CETESB nas estações de Santos, Cubatão - Centro e Cubatão - Vila Parisi, além do conjunto de Normais Climatológicas do INMET na estação de Santos. Além disso, o regime de precipitação foi analisado através de dados das estações pluviométricas do DAEE nas seguintes estações, que se encontram nas proximidades do empreendimento ou em áreas cuja drenagem tem potencial de impacto sobre a área do empreendimento: no município de São Vicente as estações de São Vicente, Sales da Cruz e Humaita; no município de Guarujá a estação Vicente de Carvalho; e no município de Cubatão as estações de Piaçaguera, Cubatão, Rodovia Anchieta (Cota 400), Morro do Piche, Curva da Onça e Pilões.

9.1.1.4.1. Temperatura do ar

A variação da temperatura média mensal do ar nas estações localizadas no entorno do empreendimento é apresentada na Figura 9.1.1.4.1-1. O padrão sazonal aponta menores temperaturas no inverno e maiores no verão. Nas três estações analisadas o mês de fevereiro registra as maiores temperaturas em média, sendo 25,7 °C segundo o INMET, 26,6 °C na estação da CETESB em Santos e 28,1 °C na estação Cubatão – Centro. O mês de julho registrada as menores temperaturas também nas três estações, com 18,8, 20,8 e 20,4 °C respectivamente nas estações do INMET em Santos e da CETESB em Santos e Cubatão – Centro.

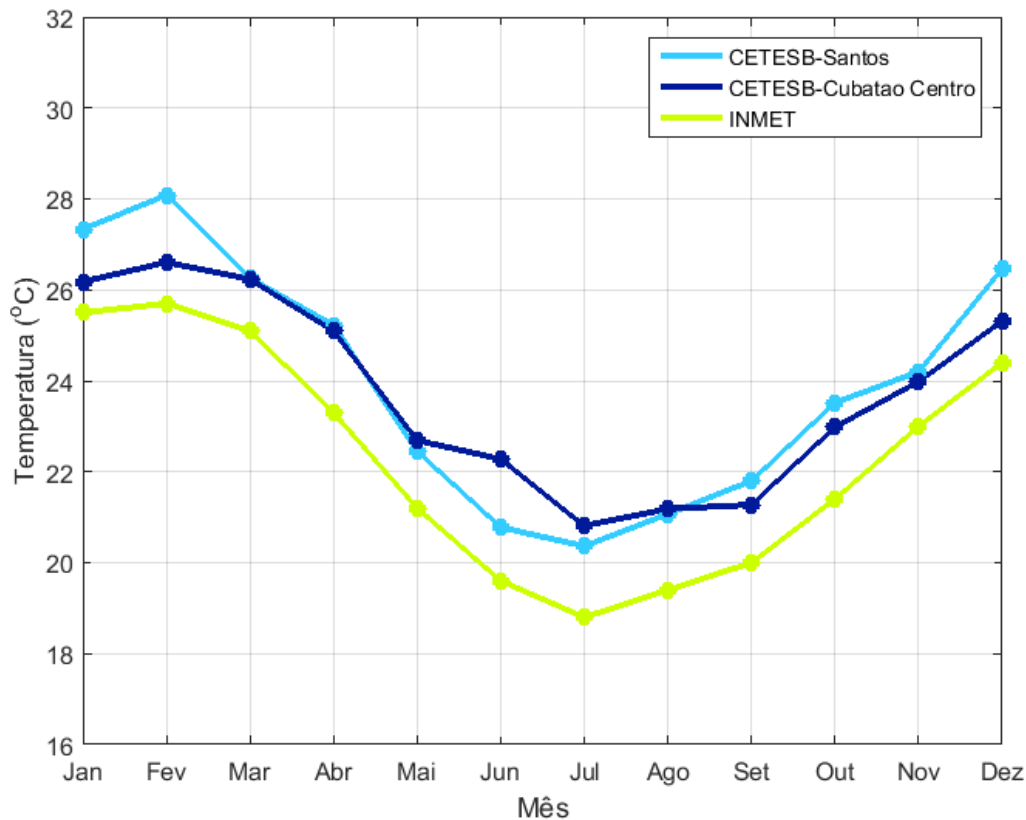


Figura 9.1.1.4.1-1: Temperatura média mensal do ar, dados das Normais Climatológicas do INMET na estação Santos, período de 1961 a 1990, e CETESB nas estações Santos e Cubatão - Centro, respectivamente nos períodos de 2011 a 2017 e 2000 a 2010.

9.1.1.4.2. Umidade Relativa

A Figura 9.1.1.4.2-1 apresenta as médias mensais da umidade relativa do ar segundo as bases de dados localizadas no entorno do empreendimento. Este parâmetro apresenta pequena amplitude ao longo do ano, sendo que as Normais Climatológicas do INMET na estação de Santos apontam uma variação entre 75% no mês de agosto e 83% nos meses de março e abril, enquanto os dados da CETESB registram na estação de Santos valores médios mensais entre 77,8% (fevereiro) e 83,5% (junho) e na estação de Cubatão – Centro entre 83,5% (julho) e 88,4% (outubro).

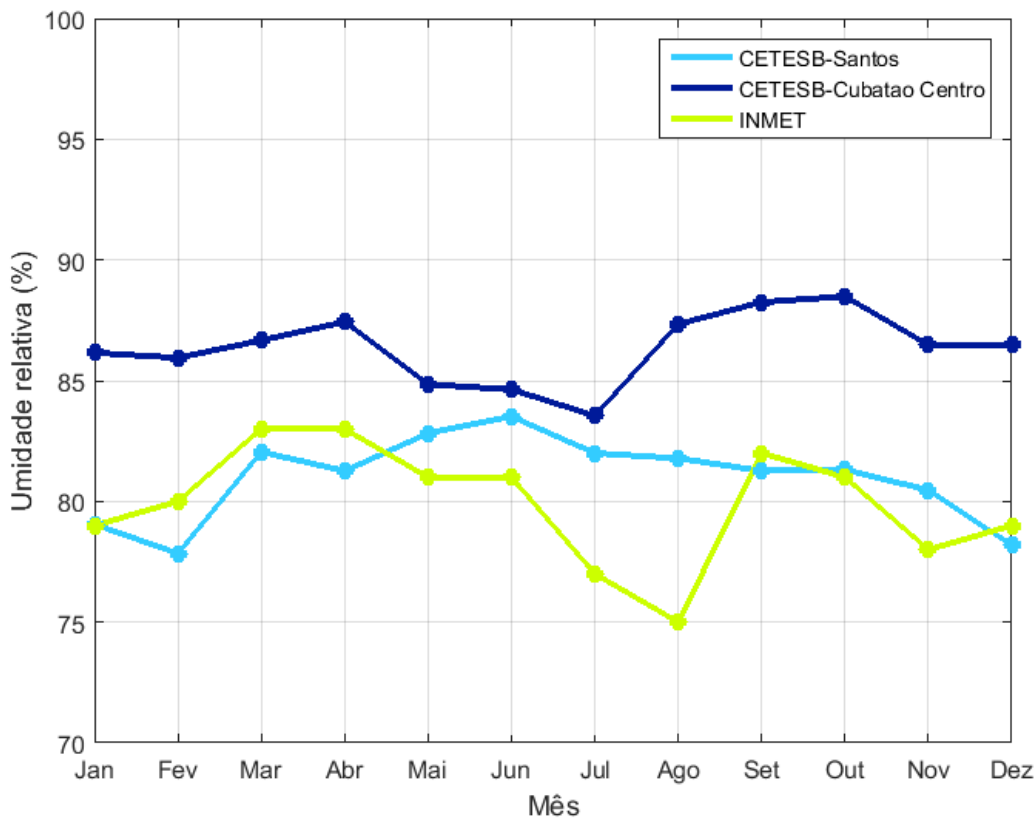


Figura 9.1.1.4.2.-1: Umidade relativa média mensal, dados das Normais Climatológicas do INMET na estação Santos, período de 1961 a 1990, e CETESB nas estações Santos e Cubatão - Centro, respectivamente nos períodos de 2011 a 2017 e 2000 a 2010.

9.1.1.4.3. Precipitação

Na Figura 9.1.1.4.3-1 é apresentada a precipitação média mensal segundo as Normais Climatológicas do INMET na estação de Santos, enquanto na Figura 9.1.1.4.3-2 são apresentadas as precipitações nas estações pluviométricas do DAEE. Conforme discutido anteriormente, dada a grande disponibilidade de estações pluviométricas na região, foram selecionadas para análise tanto aquelas localizadas no entorno do empreendimento quanto aquelas cuja drenagem apresenta potencial de impacto sobre a área do empreendimento. A localização das estações, altitude das mesmas e período dos dados são detalhados na Tabela 9.1.1.2-1, sendo a localização visualizada no mapa da Figura 9.1.1.2-1.

O período mais chuvoso se mostra de dezembro a março em todas as estações analisadas. Nas estações localizadas acima de 100 m de altitude (Sales da Cruz, Rodovia Anchieta, Curva da Onça e Pilões) observa-se volumes maiores do que nas estações localizadas na planície litorânea, sendo este efeito mais pronunciado nos meses mais chuvosos. Ou seja, nos meses de dezembro a março estas estações registram valores aproximadamente entre 250 mm e 450 mm, enquanto nas demais estações os volumes neste período variam aproximadamente entre 200 e 350 mm.

Os menores volumes de precipitação são registrados nos meses de junho a agosto em todas as estações, com valores entre 80 e 143 mm mensais neste período.

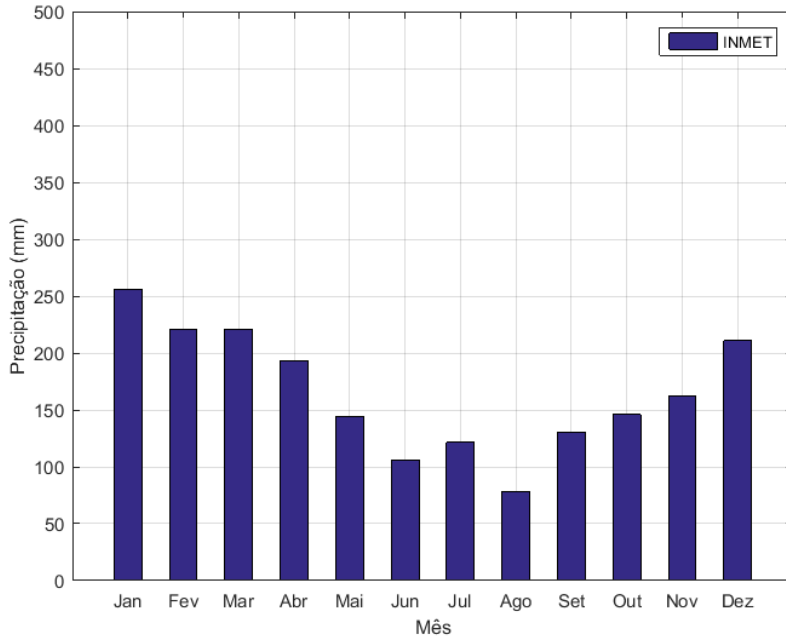


Figura 9.1.1.4.3-1: Precipitação média mensal, dados das Normais Climatológicas INMET estação Santos no período de 1961 a 1990.

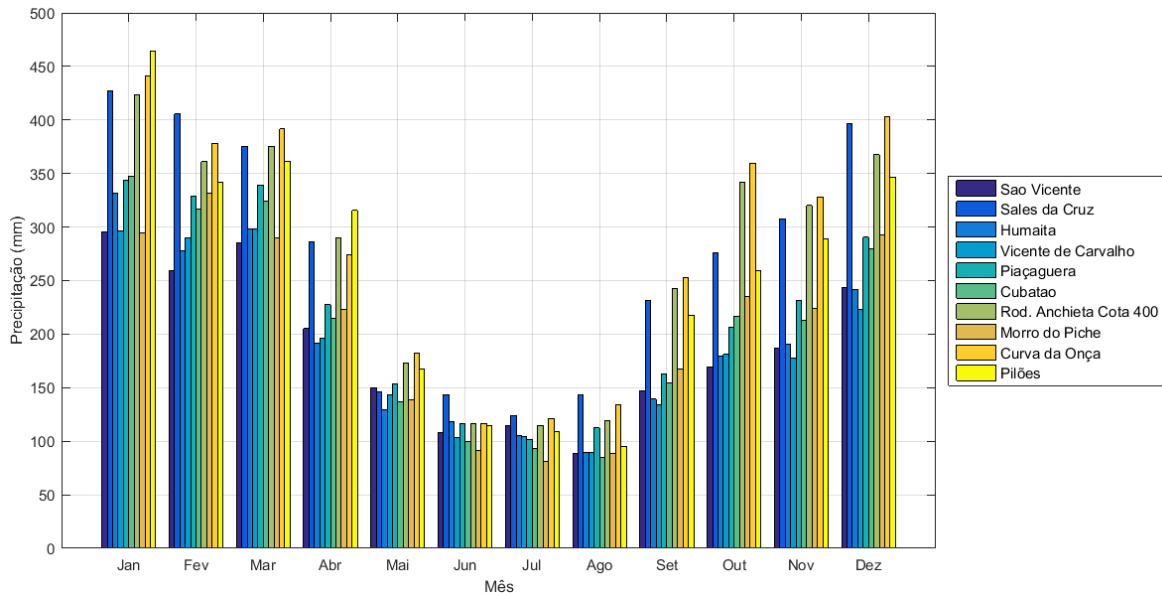


Figura 9.1.1.4.3-2: Precipitação média mensal, dados do DAEE em estações no entorno da área do empreendimento.

9.1.1.4.4. Regime de ventos

Os ventos na região da Baixada Santista sofrem forte influência de fatores locais, que geram um complexo sistema de circulação atmosférica nesta escala. Os principais fatores que interferem no padrão de direção e intensidade dos ventos são associados às complexidades do relevo e massas d'água, que fazem com que sistemas de circulação de brisa e circulação vale-montanha interajam entre si e com os sistemas atmosféricos em grande escala, resultando em complexos padrões dos ventos e com alta variabilidade espacial.

A fim de representar esta variabilidade, são analisados ventos medidos em três estações da CETESB localizadas nos municípios de Santos e Cubatão, conforme apresentado na Tabela 9.1.1.4.4-1 e Figura 9.1.1.4.4-1. Estas estações localizam no entorno do empreendimento e foram selecionadas em função da disponibilidade de dados e da proximidade em relação ao mesmo.

As Figuras 9.1.1.4.4-1, 9.1.1.4.4-2 e 9.1.1.4.4-3 apresentam as rosas dos ventos segundo os dados medidos nas estações da CETESB de Santos, Cubatão – Centro e Cubatão – Vila Parisi, respectivamente. Nas Tabelas 9.1.1.4.4-1, 9.1.1.4.4-2 e 9.1.1.4.4-3 são apresentados os diagramas de ocorrência conjunta de intensidade e direção dos ventos associados, respectivamente, a cada uma das estações.

Na estação de Santos observa-se a predominância de ventos incidentes das direções SE e SSE, totalizando 51,1% dos registros. Nesta estação as intensidades abaixo de 2 m/s correspondem a 85,3% dos dados observados. É importante notar que esta estação se localiza em ambiente urbanizado, o que interfere na atenuação das velocidades.

Já as estações localizadas no município de Cubatão apresentam forte influência da proximidade com a Serra do Mar, evidenciado nos padrões de direção observados. As direções predominantes no eixo SSW-NNE evidenciam a circulação de vale-montanha. Na estação Centro, 19,8% dos ventos possuem direção de SSW e 11,5% de NNE, enquanto na estação Vila Parisi estas direções correspondem a respectivamente 16,6% e 13,9%. Em ambas as estações predominam os ventos abaixo de 4 m/s.

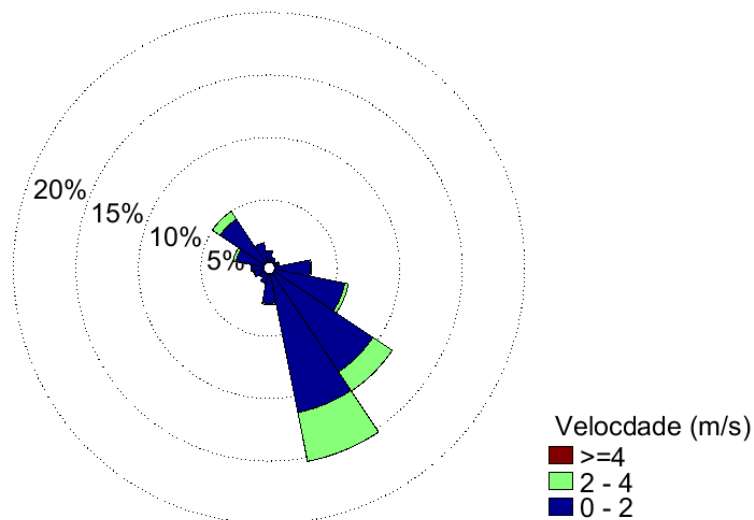


Figura 9.1.1.4.4-1: Rosa dos ventos, dados da CETESB estação Santos no período de 2011 a 2017.

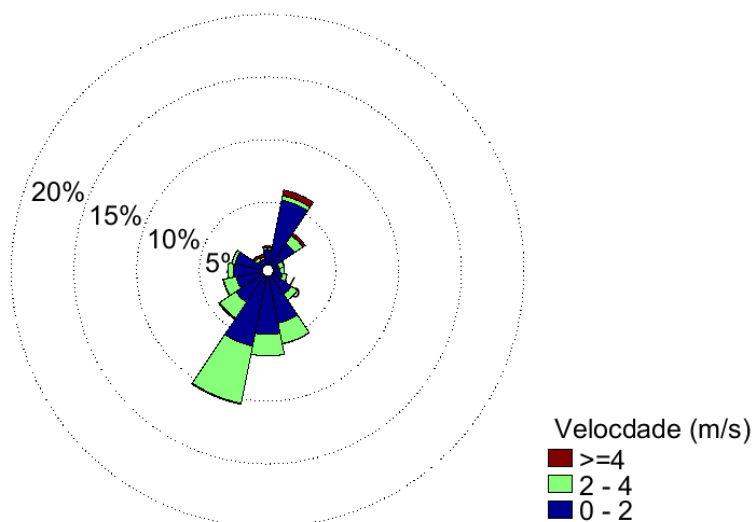


Figura 9.1.1.4.4-2: Rosa dos ventos, dados da CETESB estação Cubatão - Centro no período de 2000 a 2013.

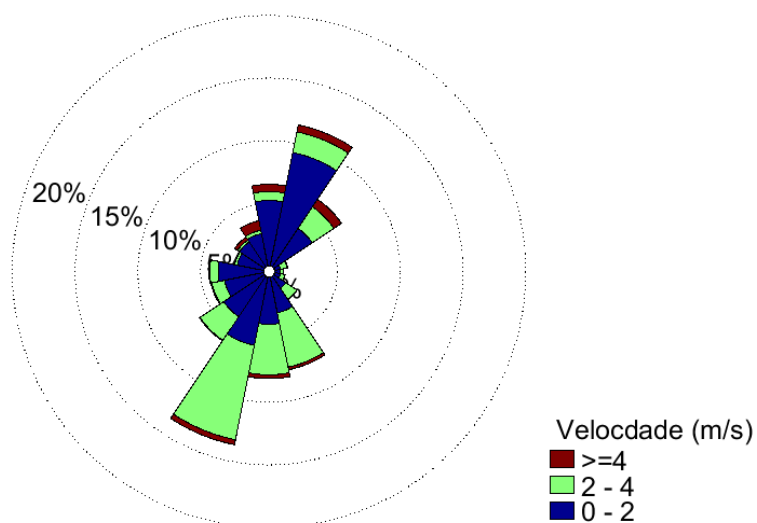


Figura 9.1.1.4.4-3: Rosa dos ventos, dados da CETESB estação Cubatão - Vila Parisi no período de 2000 a 2017.

Tabela 9.1.1.4.4-1: Diagrama de ocorrência conjunta de intensidade e direção dos ventos, dados da CETESB estação Santos no período de 2011 a 2017.

Vel. (m/s)	N	NNE	NE	ENE	E	ESE	SE	SSE	S	SSW	SW	WSW	W	WNW	NW	NNW	Total	%
0-2	408	190	92	188	1253	2530	4213	5003	1047	342	202	354	409	994	1882	704	19811	85,7
2-4	0	0	0	0	46	128	818	1764	44	13	8	10	22	105	330	10	3298	14,3
4-6	0	0	0	0	0	0	1	3	0	0	0	0	0	1	3	0	8	0,0
6-8	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0,0
8-10	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0,0
Total	409	190	92	188	1299	2658	5032	6770	1092	355	210	364	431	1100	2215	714	23119	
%	1,8	0,8	0,4	0,8	5,6	11,5	21,8	29,3	4,7	1,5	0,9	1,6	1,9	4,8	9,6	3,1		
Méd.	0,8	0,8	0,8	0,9	1,2	1,2	1,4	1,6	1,3	1,3	1,3	1,2	1,2	1,3	1,3	0,9		
Máx.	9,8	1,3	1,9	1,8	2,5	2,8	4,1	5,0	6,0	2,7	2,3	2,5	2,6	4,6	4,3	2,9		

Tabela 9.1.1.4.4-2: Diagrama de ocorrência conjunta de intensidade e direção dos ventos, dados da CETESB estação Cubatão - Centro no período de 2000 a 2013.

Vel. (m/s)	N	NNE	NE	ENE	E	ESE	SE	SSE	S	SSW	SW	WSW	W	WNW	NW	NNW	Total	%
0-2	1479	6334	2559	553	608	943	2205	4583	5586	6836	3123	2532	2728	2638	632	579	43918	69,2
2-4	129	413	926	507	401	407	686	2020	2045	5585	1843	1226	512	282	273	213	17468	27,5
4-6	87	293	253	49	9	2	3	26	11	108	124	62	10	28	214	164	1443	2,3
6-8	44	176	38	0	1	0	0	0	0	1	5	5	0	0	33	65	368	0,6
8-10	34	67	4	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	11	35	152	0,2
10-12	17	24	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	12	54	0,1
12-14	8	6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	3	18	0,0
14-16	5	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	8	0,0
Total	1803	7316	3781	1109	1019	1352	2894	6629	7642	12530	5096	3825	3250	2948	1164	1071	63429	
%	2,8	11,5	6,0	1,7	1,6	2,1	4,6	10,5	12,0	19,8	8,0	6,0	5,1	4,6	1,8	1,7		
Méd.	1,8	1,5	1,8	2,1	1,8	1,7	1,6	1,7	1,6	1,9	1,9	1,8	1,4	1,3	2,5	2,8		
Máx.	14,9	14,7	10,6	5,7	6,1	4,4	4,3	4,5	5,3	7,5	8,0	7,3	5,1	5,5	12,4	13,2		

Tabela 9.1.1.4.4-3: Diagrama de ocorrência conjunta de intensidade e direção dos ventos, dados da CETESB estação Cubatão - Vila Parisi no período de 2000 a 2017.

Vel. (m/s)	N	NNE	NE	ENE	E	ESE	SE	SSE	S	SSW	SW	WSW	W	WNW	NW	NNW	Total	%
0-2	8209	14502	5799	752	661	762	1810	4570	5924	8730	6117	4971	5669	3354	3749	4137	79716	61,6
2-4	1109	2643	3249	841	402	562	1672	6945	6327	12080	3558	1612	1060	328	290	430	43108	33,3
4-6	600	791	1045	100	34	22	43	335	463	592	83	112	99	78	264	642	5303	4,1
6-8	222	81	81	5	7	0	1	9	19	40	2	2	5	4	121	379	978	0,8
8-10	62	11	9	0	1	2	1	0	1	6	0	2	0	0	45	156	296	0,2
10-12	20	1	2	0	0	0	0	1	1	1	1	1	0	0	9	30	67	0,1
12-14	13	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	2	6	22	0,0
14-16	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	0,0
16-18	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	2	0,0
Total	10238	18029	10186	1698	1105	1348	3527	11860	12735	21450	9761	6700	6834	3764	4480	5780	129495	
%	7,9	13,9	7,9	1,3	0,9	1,0	2,7	9,2	9,8	16,6	7,5	5,2	5,3	2,9	3,5	4,5		
Méd.	1,6	1,6	2,1	2,2	1,9	1,9	2,0	2,2	2,1	2,2	1,8	1,7	1,5	1,3	1,6	2,2		
Máx.	14,2	11,2	17,1	6,5	8,1	9,8	8,4	11,0	10,6	12,6	11,7	11,3	16,2	7,0	13,4	13,4		

9.1.2. Oceanografia

O objetivo deste diagnóstico é caracterizar e interpretar o comportamento dos principais processos oceanográficos atuantes na região de implantação do Empreendimento localizado na Baixada Santista. Além disso, estudos de dispersão de pluma térmica, efluentes e derrame de óleo serão incluídos para, a partir de uma análise integrada, avaliar a situação atual e possíveis alterações em decorrência da implantação do Terminal de GNL (TGNL).

Devido à proximidade das áreas de influência indireta, direta e diretamente afetada do empreendimento em relação às escalas espaciais e temporais dos processos aqui detalhados, a caracterização do regime hidrodinâmico será abordada sob a ótica regional e local.

- Área de Influência Indireta (AII)

Os aspectos relacionados aos processos oceanográficos, sob a ótica regional, das áreas de influência do empreendimento consideram uma análise detalhada das características oceanográficas mais relevantes sobre o litoral paulista nas adjacências da Baía de Santos.

As correntes oceânicas são responsáveis por modificar as características da água na região oceânica ao largo do litoral paulista, com escala temporal de dias e espacial de quilômetros (meso-escala).

O Oceano Atlântico Sul é governado pelo Giro Subtropical do Atlântico Sul, onde a Corrente do Brasil, em seu caminho para sul, paralela à costa brasileira, fecha esta circulação em sua porção oeste. Esta corrente e os meandros e vórtices associados compõe os processos de meso-escala atuantes no litoral paulista.

Mais próximo à costa, onde as profundidades são inferiores a 100 m, a dinâmica das forçantes atmosféricas exerce contribuição efetiva no movimento das águas, que passam a oscilar em intensidade e direção de acordo com as variações de vento e pressão.

O que caracteriza o clima de ondas em uma região são os ventos originados no oceano. No Atlântico Sul estes ventos são controlados por sistemas atmosféricos, como a Zona de Convergência Intertropical (ZCIT), localizada próximo ao Equador e responsável pelos ventos alísios; a Alta Subtropical do Atlântico Sul (ASAS), centro de alta pressão semi-permanente sobre o oceano com circulação anti-ciclônica; ciclones migratórios e, próximo à costa, por fenômenos de menor escala como a circulação de brisas.

A região de estudo (região costeira do Estado São Paulo) se encontra no setor sudeste do litoral, segundo o estudo de Pianca et al. (2010). Neste setor, as ondas são provenientes de direções que variam entre leste e sudoeste. As primeiras, de leste, são geradas pelo padrão de

circulação da Alta Subtropical do Atlântico Sul, enquanto as últimas são associadas à passagem de sistemas frontais.

- Áreas de Influência Direta (AID) e Diretamente Afetada (ADA)

A Baía de Santos é um sistema cuja circulação é condicionada pela geometria e topografia do fundo submarino, podendo apresentar características de um estuário. De acordo com FUNDESPA (1999), além da circulação costeira adjacente, as principais forças geradoras dos movimentos e processos de mistura na baía são: a co-oscilação da maré, o vento, a descarga de água doce e os gradientes de densidade.

O Sistema Estuarino de Santos e São Vicente é influenciado por águas de origem oceânica através de suas duas entradas, assim como por águas de origem continental, águas fluviais.

A fração de água doce que chega ao Canal do Porto de Santos é de 63% na base de serra e 21% na saída para o mar. O tempo de renovação de 99% das águas varia de dois a cinco dias, ou em até dez ciclos de maré (Cetesb, 1985).

O Sistema é alimentado por um conjunto de mananciais provenientes das encostas da Serra do Mar ou de origem na própria baixada. Os rios que nascem na Serra do Mar apresentam um regime torrencial; porém, devido à pequena declividade da baixada, mudam de regime, dificultando o escoamento das águas. Este fenômeno origina o labirinto de canais e meandros, característicos desta região. Esta descarga líquida e de sólidos em suspensão ocorre, principalmente, pelos Rios Cubatão, Perequê, Mogi, Quilombo e Jurubatuba. O Rio Cubatão é o mais importante da região, apresentando máximo de vazão em março (aproximadamente 21,5 m³/s), de acordo com dados do SigRH5.

A área do médio estuário é palco da influência de correntes de maré sofrendo a movimentação provocada por ação marinha a partir da Baía de Santos. Yassuda (1991) destaca que o contato entre o fluxo unidirecional fluvial e o fluxo marinho é vertical, correspondendo a uma zona de quebra de energia de transporte do sistema.

Na Baía de Santos foram realizadas medições hidrográficas por FUNDESPA (1999), para os períodos de transição inverno-primavera (setembro, outubro e novembro de 1997) e verão (dezembro de 1994, fevereiro de 1995 e março de 1998).

No período de inverno-primavera, os dados de temperatura e salinidade da água em superfície apresentaram intervalos de variação de 21,6 a 24,2 °C e de 30,8 a 34,2, respectivamente. Próximo ao fundo da baía, os intervalos foram de 21,6 °C a 22,2 °C e de 34,6 a 35,2. A densidade variou entre 1.020,0 a 1.024,0 kg/m³ e a estratificação vertical de massa foi pequena. O relatório (FUNDESPA,1999) não apresenta a figura do diagrama T-S da região da Baía de Santos para o

período de inverno, mas afirma que o mesmo não apresentou uma configuração regular, refletindo a condição não conservativa de calor e de sal, devido à troca acentuada de energia e massa com a atmosfera nessa época do ano.

Durante os períodos de verão (dezembro de 1994, fevereiro de 1995 e março de 1998), devido ao aquecimento sazonal e à maior descarga de água doce no Sistema Estuarino de Santos e São Vicente, as águas da baía apresentaram valores elevados de temperatura, todavia com salinidade relativamente baixa. Na superfície, a temperatura variou entre 28,2 a 30,2 °C, e a salinidade, entre 21,0 a 31,0. Próximo ao fundo, a temperatura ficou entre 25,4 a 28,8 °C, e a salinidade entre 31,4 a 34,6. Em todas as campanhas, os menores valores de salinidade foram observados na parte leste da baía, adjacente à entrada do Canal do Porto, tanto na superfície quanto no fundo. Os maiores valores foram observados ao sul da entrada desse canal e também na parte oeste e central da baía. Os mínimos de densidade na superfície ocorreram principalmente na região ao largo da praia e entre a Barra de São Vicente, a oeste, e a entrada do Canal do Porto a leste. Ao sul, a densidade foi menor do lado leste da baía (1.013,0 a 1.017,2 kg/m³), e maior do lado oeste (1.015,0 - 1.019,0 kg/m³), indicando a maior influência da descarga de águas de baixa salinidade do Canal do Porto.

Segundo Bomtempo (1993), a combinação do alinhamento da costa, dos ventos predominantes e do ângulo do ataque das ondas, geraria correntes preferencialmente voltadas para sudoeste. Porém, a partir da atuação de sistemas frontais polares, em situações de pré-frontais e frontais, ocorreria o predomínio dos ventos e trens de ondas dos quadrantes a sul resultando em alterações dos ângulos de incidência das ondas em relação à costa, originando correntes de deriva litorânea direcionadas para nordeste.

As medições de correntes, realizadas entre 1982 e 1985, indicaram correntes com velocidades, em superfície e próximas ao fundo, variando entre 10 e 30 cm/s, tanto direcionadas para nordeste como para sudoeste (Bomtempo, 1993). Os valores obtidos são suficientes para o transporte de sedimentos por tração, de diâmetros máximos equivalentes a areia fina como, também, para a manutenção e o deslocamento da carga detrítica e orgânica em suspensão.

Tessler (2001), a partir de observação de imagens aéreas, pôde constatar a ocorrência simultânea da incidência de trens de ondas de direções opostas sobre um segmento da linha de costa, demonstrando a interação espaço-temporal de correntes de deriva costeira, com rumos opostos, nordeste e sudoeste, no litoral sul do Estado de São Paulo.

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

Apresenta-se a seguir a caracterização hidrodinâmica para as seguintes regiões do Estuário de Santos, que abrangem a Área Diretamente Afetada (ADA) e a Área de Influência Direta – AID e do empreendimento: Canal de Piaçaguera, Largo do Caneú, Largo de Santa Rita, Canal da Bertioga e Canal do Porto.

Os dados coletados em Alemoa, nas coordenadas 23°55,20' S e 46°22,60' W, entre 21 de junho e 31 de julho de 1997, indicam que a maré na região estuarina de Santos é predominantemente semi-diurna, ou seja, com períodos de oscilação a cada 12 horas (2 ciclos por dia). Durante as marés de enchente e passagens de frentes frias, as águas oceânicas penetram o Estuário Santista em direção às cabeceiras, gerando estratificação pelas diferenças de densidade (UMAH, 2000). A cunha salina, avança para o interior da planície costeira até a base da Serra de Piaçaguera, junto ao cais da Usiminas.

No canal de Piaçaguera o fluxo é bidirecional devido à influência das marés. Dados coletados durante o período de inverno de 2001 mostraram que o fluxo é preferencial vazante na superfície e enchente junto ao fundo (Figura 9.1.2-1).

O Largo de Caneú e o Largo de Santa Rita são regiões de baixios, áreas onde o assoreamento é intenso, construídas preferencialmente por depósitos de areais finas e lamas.

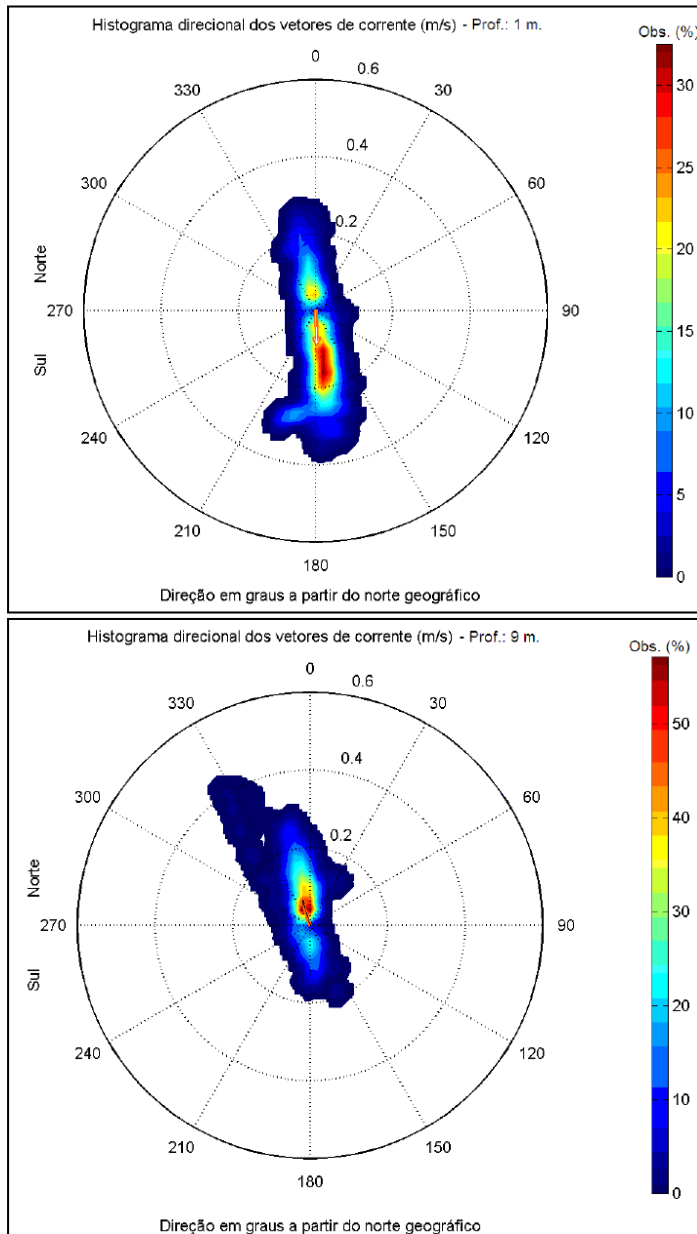


Figura 9.1.2-1: Histograma direcional de corrente para dados coletados no Canal de Piaçaguera, de 23 de junho a 11 de julho de 2001. Os círculos concêntricos expressam a intensidade da corrente (m/s). A escala de cores representa o percentual de ocorrência em relação ao número total de observações. Painel superior: camada de superfície; Painel inferior: camada de fundo.

9.1.2.1. Oceanografia - Modelagem Hidrodinâmica

Com o objetivo de aprimorar a descrição oceanográfica na AID/ADA, foi elaborado um estudo de modelagem numérica. O sistema de modelos numéricos Delft3D (DELTA RES, 2013), através do módulo hidrodinâmico Delft3D-FLOW, foi selecionado como ferramenta para se atingir os objetivos propostos neste estudo. Esse sistema de modelos é capaz de simular a circulação

hidrodinâmica como resposta a forçantes baroclínicas e barotrópicas, assim como a transferência de momentum ao sistema hidrodinâmico decorrente do sistema de ventos.

9.1.2.1.1. Grade Numérica e Batimetria

A grade numérica implementada representa um compromisso entre os objetivos finais do projeto de modelagem e a descrição dos processos na região. A especificação desta é feita pela fixação dos pontos de grade ao longo da linha de costa (no plano) e pela batimetria (eixo vertical). Uma vez que estes pontos ao longo da linha de costa são determinados, as demais características batimétricas são associadas ao domínio.

Foram implementadas duas grades numéricas curvilíneas: (1) a primeira, denominada grade 01, com dimensão horizontal de 98x73 pontos e dez camadas sigma na vertical e espaçamento horizontal de 2.700 m; e (2) a segunda, denominada grade 02, com 456x379 pontos e com cinco camadas sigma na vertical, o espaçamento horizontal dessa grade varia entre 450 m (na região de menor resolução) e 50 m (no Estuário de Santos).

A grade 01 foi elaborada com o objetivo de fornecer as condições hidrodinâmicas para a grade 02. Pelo fato da grade 01 localizar-se na região externa, o modelo é capaz de capturar efeitos de baixa frequência, como entradas de frente fria por exemplo, com consequente alteração do nível do mar.

As informações de profundidade foram obtidas através da digitalização de cotas batimétricas das cartas náuticas da DHN⁵ no 1.700, 1.711 e 23.100, bem como de levantamentos pertencentes ao banco de dados da Tetra Tech.

Visando o ajuste fino da batimetria à linha de costa, foram utilizadas, também, informações provenientes de imagens de satélite. As cotas batimétricas foram associadas a cada ponto da grade numérica do modelo através de interpolação triangular. Com isso, estes dados foram incorporados ao modelo, adequando-os à resolução adotada.

Os resultados finais da discretização da grade numérica estão ilustrados nas Figuras 9.1.2.1.1-1 e 9.1.2.1.1-2.

⁵ Diretoria de Hidrografia e Navegação da Marinha do Brasil.

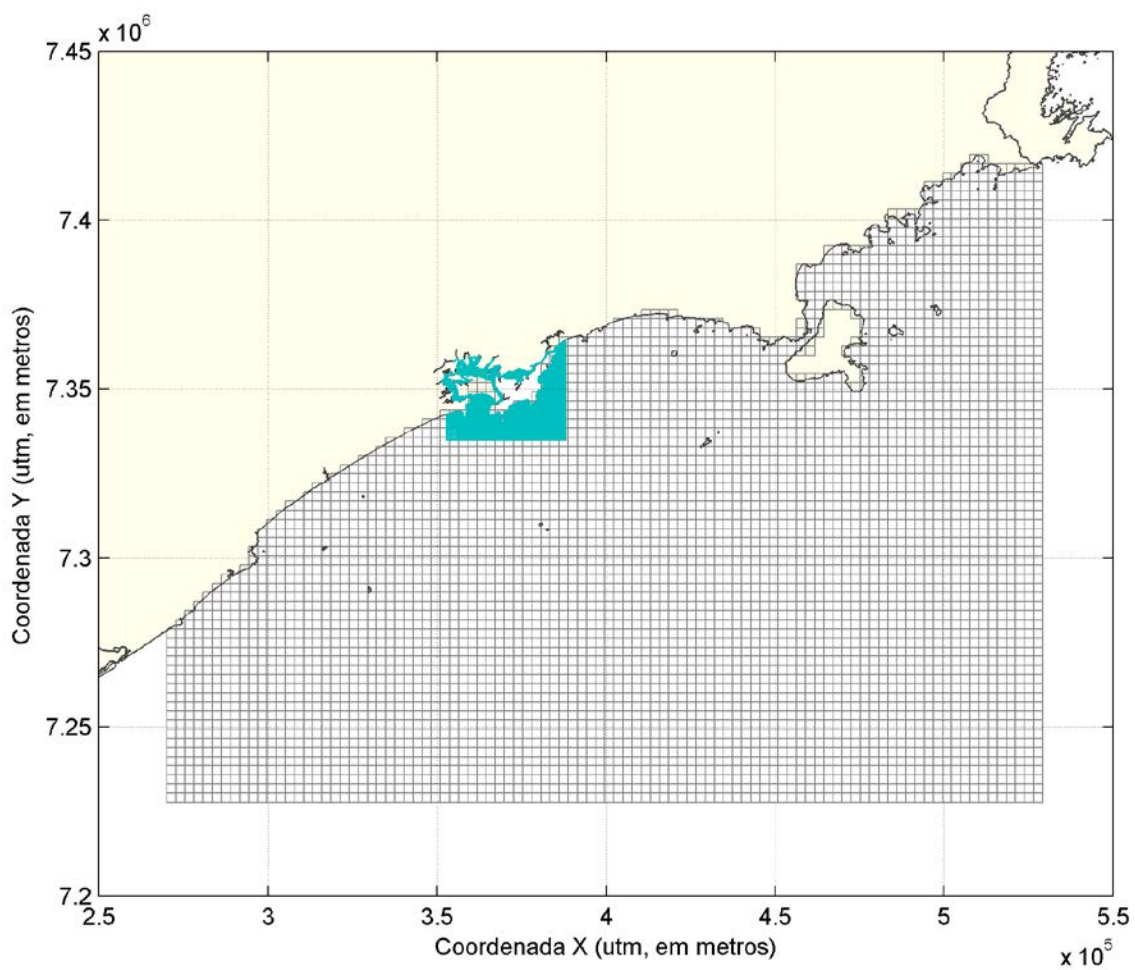


Figura 9.1.2.1.1-1: Grades numéricas utilizadas na modelagem

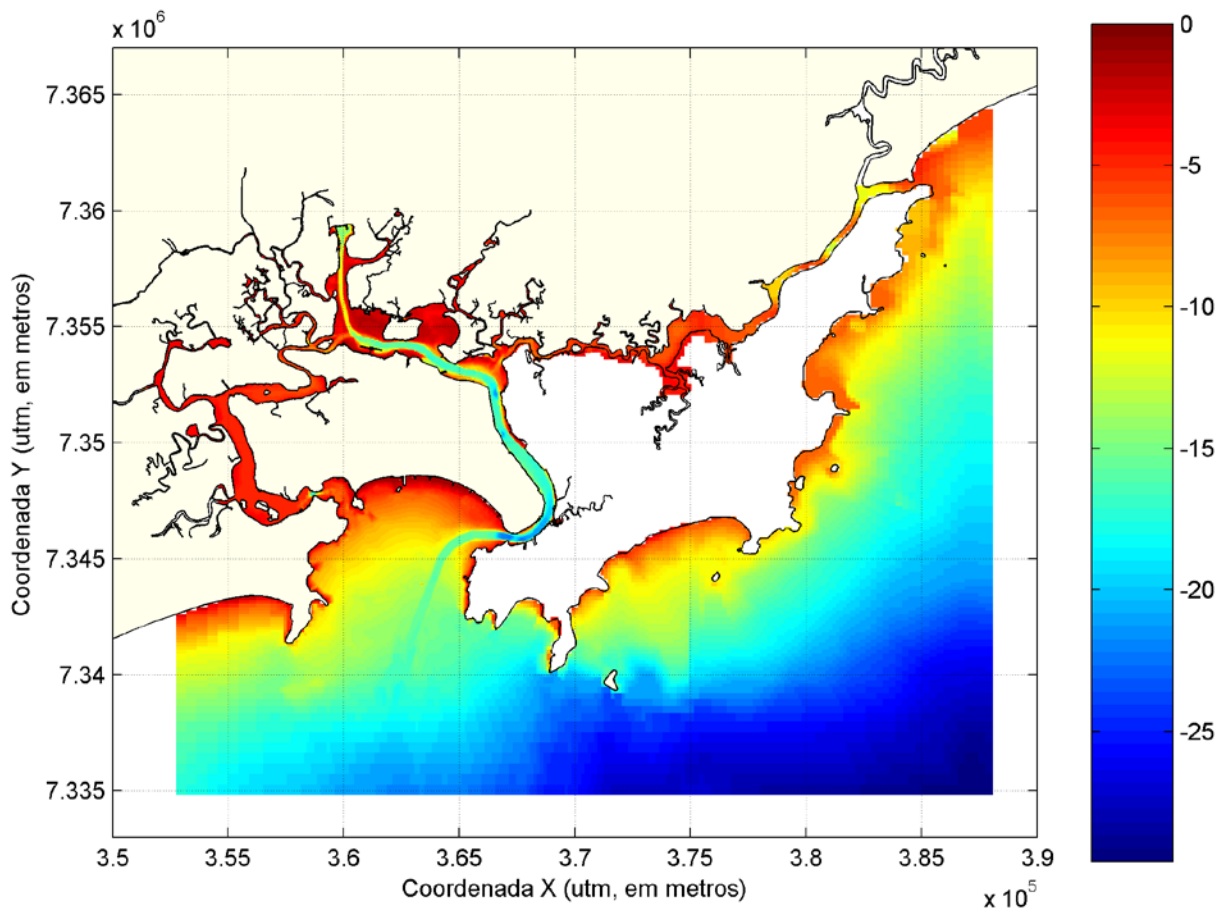


Figura 9.1.2.1.1-2: Grade numérica 02 e batimetria associada (em metros).

9.1.2.1.2. Condições de Contorno

Para as simulações da hidrodinâmica, o sistema de modelos Delft3D possibilita a utilização de contornos abertos. Nesses contornos abertos (ou bordas abertas) podem ser atribuídas condições forçantes (ativa) ou condições radiacionais (passivas). Quando são aplicadas forçantes nas bordas abertas, pode-se utilizar séries temporais ou valores constantes para diferentes variáveis pertinentes ao sistema estudado.

Foi considerado um conjunto de 37 bordas abertas na grade 01 e 43 bordas abertas na grade 02, além de 27 bordas representando as fronteiras fluviais.

Para forçar a grade 01 do modelo hidrodinâmico utilizou-se uma composição entre constantes harmônicas de maré (extraídas do modelo global TPXO) e resultados de corrente e elevação extraídos do modelo HYCOM, impostas na borda do modelo numérico Delft3D através de uma condição de fronteira denominada Riemann. Esse tipo de condição de fronteira é usado para simular uma borda levemente reflexiva. Uma característica de uma fronteira levemente reflexiva é que esta, até um determinado nível, é transparente para onda transmitida, tais como distúrbios de

ondas curtas. Assim, ondas transmitidas podem cruzar a fronteira aberta, sem serem refletidas de volta para o domínio computacional como acontece com outros tipos de condição de fronteira (DELTARES, 2013).

A grade 02 é forçada com os resultados de corrente e maré da grade 01 (também na condição de fronteira denominada Riemann). As bordas abertas são apresentadas em vermelho na figura 9.1.2.1.2-1

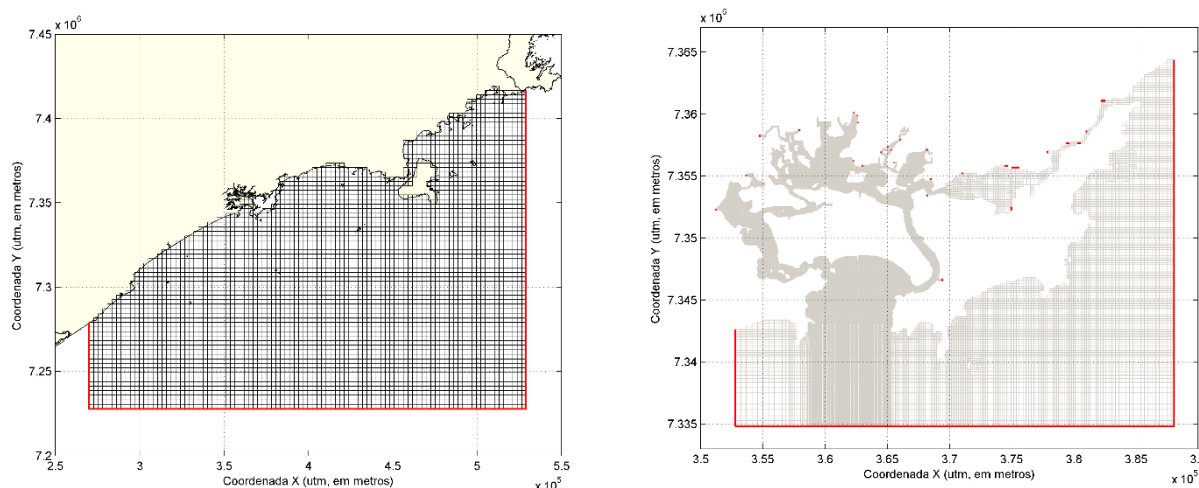


Figura 9.1.2.1.2-1: Grades numéricas utilizadas na modelagem, com localização das bordas abertas em vermelho.

A condição Riemann imposta na borda do modelo é obtida da seguinte equação:

$$f(t) = U + \zeta \sqrt{\frac{g}{d}}$$

onde:

$f(t)$ é a condição Riemann no tempo;

U é a velocidade da corrente (oriunda do modelo HYCOM) perpendicular à borda.

ζ é a elevação do nível da água (oriunda dos modelos TPXO e HYCOM);

g é a aceleração da gravidade;

d é a profundidade.

Cenários e Períodos simulados.

As simulações numéricas foram realizadas para diferentes períodos:

- Fevereiro e março de 2013;

- Março a junho de 2014;
- Verão e Inverno de 2015.

Para contemplar a variabilidade sazonal foram simulados os meses de verão e inverno de 2015 (c): janeiro a março e junho a agosto. Os outros períodos rodados (2013 e 2014) foram selecionados devido a disponibilidade de dados pertencentes ao banco de dados TETRA TECH para a avaliação do modelo. Para ambos os períodos foi considerado um aquecimento de aproximadamente dez dias para estabilização do modelo.

9.1.2.1.3. Avaliação da Modelagem Hidrodinâmica

A metodologia de validação utilizada fundamenta-se na avaliação da modelagem quanto à sua capacidade de reprodução da circulação hidrodinâmica na região em estudo. Com este intuito são apresentadas comparações entre resultados da modelagem hidrodinâmica e os dados disponíveis na região de interesse.

A comparação entre os resultados da modelagem e os dados foi quantificada através do parâmetro, denominado, Índice de concordância (Index of Agreement) proposto por Willmott & Wicks (1980) (apud WILLMOTT, 1982), definido por:

$$d = 1 - \left[\frac{\sum_{i=1}^n (\text{dado}_i - \text{modelo}_i)^2}{\sum_{i=1}^n (|\text{modelo}_i - \overline{\text{dado}}| + |\text{dado}_i - \overline{\text{dado}}|)^2} \right]$$

Onde: $\overline{\text{dado}}$ = média do dado.

Segundo os autores para valores de $d \gg 0,5$ a modelagem apresenta uma significativa redução de erros e o valor ideal de d é 1 (um).

Avaliação para a Maré

Para a avaliação da modelagem hidrodinâmica com relação à elevação da superfície do mar, utilizaram-se os valores obtidos através de:

- Previsão harmônica da maré para a estação Ilha Barnabé, da FEMAR, entre 01/01 e 05/04 de 2015;

- Previsão harmônica da maré para a estação Piaçaguera, da FEMAR, entre 01/01 e 05/04 de 2015;
- Série temporal de elevação do nível do mar coletada na Baía de Santos (ADCP 2013), entre 26/02 e 28/03 de 2013;
- Série temporal de elevação do nível do mar coletada no Canal Principal do Porto de Santos (ADCP 2014), entre 27/03 e 05/06 de 2014.

As séries temporais de elevação de superfície, tanto das previsões quanto dos resultados do modelo para estação Ilha Barnabé, da FEMAR, são apresentadas na Figura 9.1.2.1.3-2. O parâmetro estimado para quantificar a comparação (dado x modelo) no período de inverno foi de 0,96. Da série temporal resultante da modelagem subtraiu-se a contribuição das baixas frequências, através de um filtro de média móvel Godin (1972), já que a previsão harmônica não considera estes efeitos.

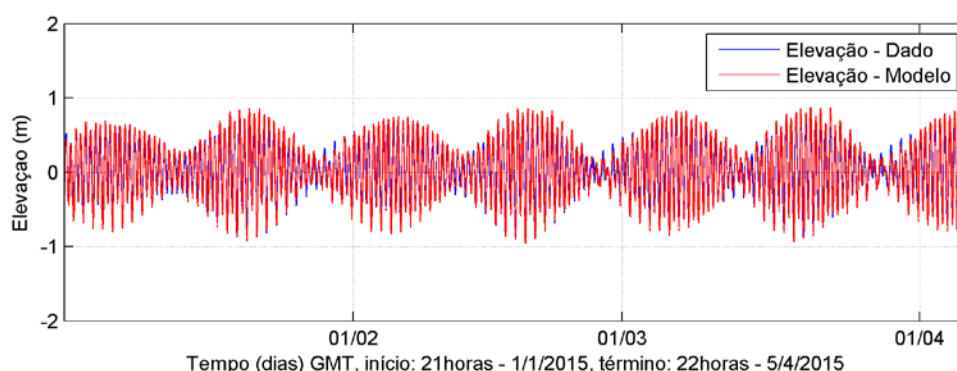


Figura 9.1.2.1.3-2: Séries temporais de elevação de superfície do mar (m) para o período de 01/01 e 05/04 de 2015, Estação Ilha Barnabé. A série temporal dos valores previstos é plotada em azul, enquanto que a série temporal resultante da modelagem hidrodinâmica é plotada em vermelho.

Analogamente, séries temporais de elevação de superfície, tanto das previsões quanto dos resultados do modelo para estação Piaçaguera, da FEMAR, são apresentadas na figura 9.1.2.1.3-3. O parâmetro estimado para quantificar a comparação (dado x modelo) no período de inverno foi de 0,95. Da série temporal resultante da modelagem subtraiu-se a contribuição das baixas frequências, através de um filtro de média móvel de Godin (1972), já que a previsão harmônica não considera estes efeitos.

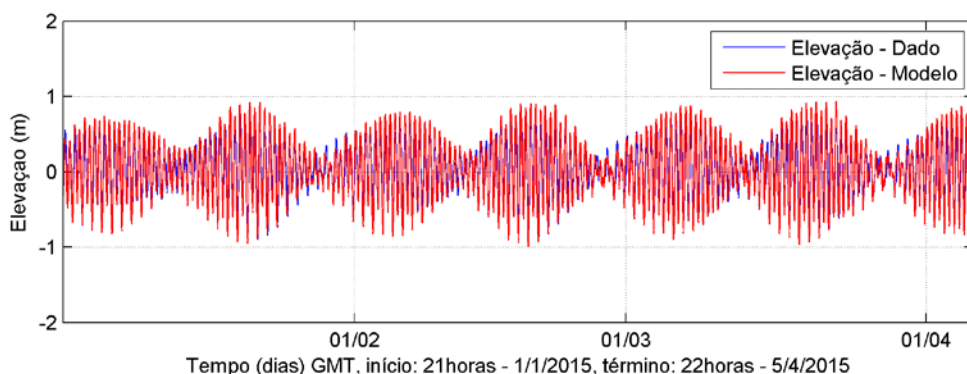


Figura 9.1.2.1.3-3 Séries temporais de elevação de superfície do mar (m) para o período de 01/01 e 05/04 de 2015, Estação Piaçaguera. A série temporal dos valores previstos é plotada em azul, enquanto que a série temporal resultante da modelagem hidrodinâmica é plotada em vermelho.

As séries temporais utilizadas de elevação da superfície (Figura 9.1.2.1.3-4), tanto dos dados coletados na Baía de Santos no período entre 26/02 e 28/03 de 2013, e os dados gerados pelo modelo correspondem a mesma posição e o mesmo período. O parâmetro estimado para quantificar a comparação (dado x modelo) no período de inverno foi de 0,93. O modelo foi capaz de capturar de forma satisfatória os efeitos astronômicos e os de baixa frequência, associados a eventos meteorológicos (principalmente a oscilação do nível que ocorre entre os dias 17 e 24 de março).

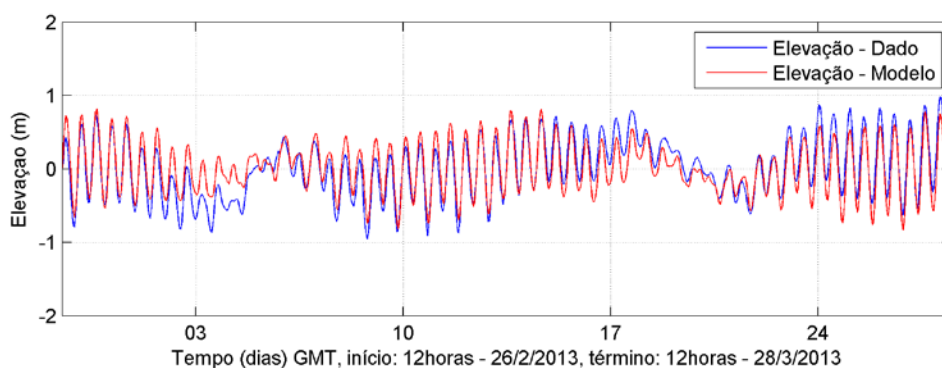


Figura 9.1.2.1.3-4: Séries temporais de elevação de superfície do mar (m), para o período de 26/02 e 28/03 de 2013, no ponto de medição localizado na Baía de Santos (ADCP 2013). A série temporal dos valores previstos é plotada em azul, enquanto que a série temporal resultante da modelagem hidrodinâmica é plotada em vermelho.

Com relação aos dados coletados no Canal Principal do Porto de Santos, entre 27/03 e 05/06 de 2014 (ADCP 2014), conforme descrito anteriormente trata-se de dados privados que não podem ser apresentados neste documento.

No entanto, os dados foram comparados com resultados do modelo para a mesma posição e para o mesmo período e o parâmetro estimado para quantificar a comparação (dado x modelo)

no período de inverno foi de 0,95. O modelo foi capaz de capturar tanto os efeitos astronômicos quanto os de baixa frequência da série temporal medida.

Avaliação para as Correntes

De maneira análoga às comparações realizadas para elevação do nível do mar, foram comparados os resultados gerados pelo modelo, com os seguintes dados de corrente:

- Séries temporais dos vetores de corrente coletada na Baía de Santos, entre 26/02 e 28/03 de 2013;
- Séries temporais dos vetores de corrente coletada no Canal Principal do Porto de Santos, entre 27/03 e 05/06 de 2014;

A figura 9.1.2.1.3-5 apresenta as séries temporais dos vetores de corrente superficial (em m/s), para o período compreendido entre 26/02 e 28/03 de 2013, no ponto de medição localizado na Baía de Santos (ADCP 2013). O painel superior apresenta a componente leste-oeste (U) da corrente e, o painel inferior, a componente norte-sul (V). A série temporal medida é plotada em azul e a série resultante da modelagem hidrodinâmica é plotada em vermelho.

A Figura 9.1.2.1.3-6 apresenta os histogramas direcionais para os mesmos dados de corrente. O painel esquerdo representa os histogramas dos dados medidos e, o direito, dos resultados do modelo. O modelo apresentou uma corrente superficial que oscila entre os quadrantes NNE e SSW, havendo uma maior porcentagem de incidência da corrente para o quadrante NNE. A componente V (norte-sul) da corrente é mais significativa do que a componente U (leste-oeste). O mesmo comportamento foi observado nos dados medidos. O parâmetro estimado para quantificar a comparação (dado x modelo) foi de 0,68 para a componente U da corrente superficial e 0,75 para a componente V.

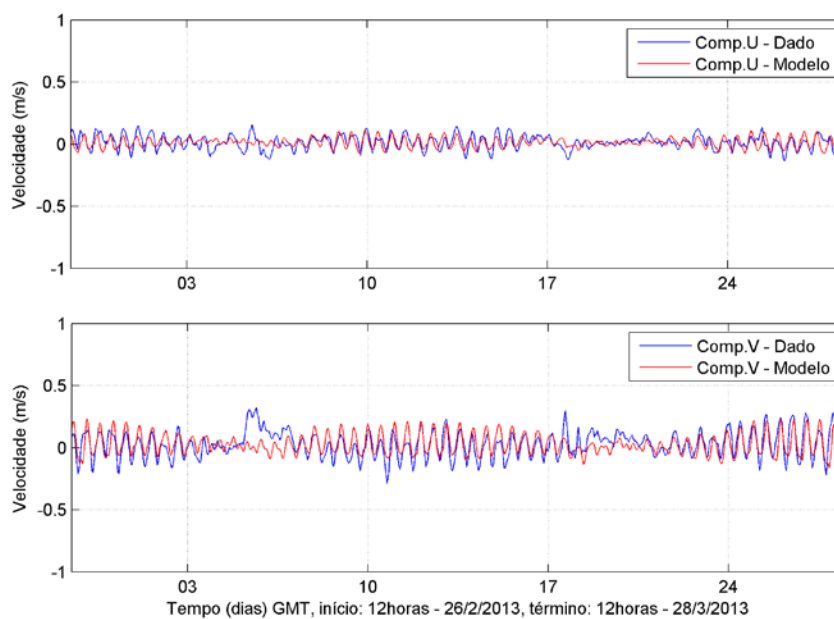


Figura 9.1.2.1.3-5: Séries temporais dos vetores de corrente (m/s), para o período de 26/02 e 28/03 de 2013, no ponto de medição localizado na Baía de Santos (ADCP 2013). A série temporal medida é plotada em azul, enquanto que a série temporal resultante da modelagem hidrodinâmica é plotada em vermelho. O painel superior apresenta a componente leste-oeste (U) da corrente e o painel inferior, a componente norte-sul (V).

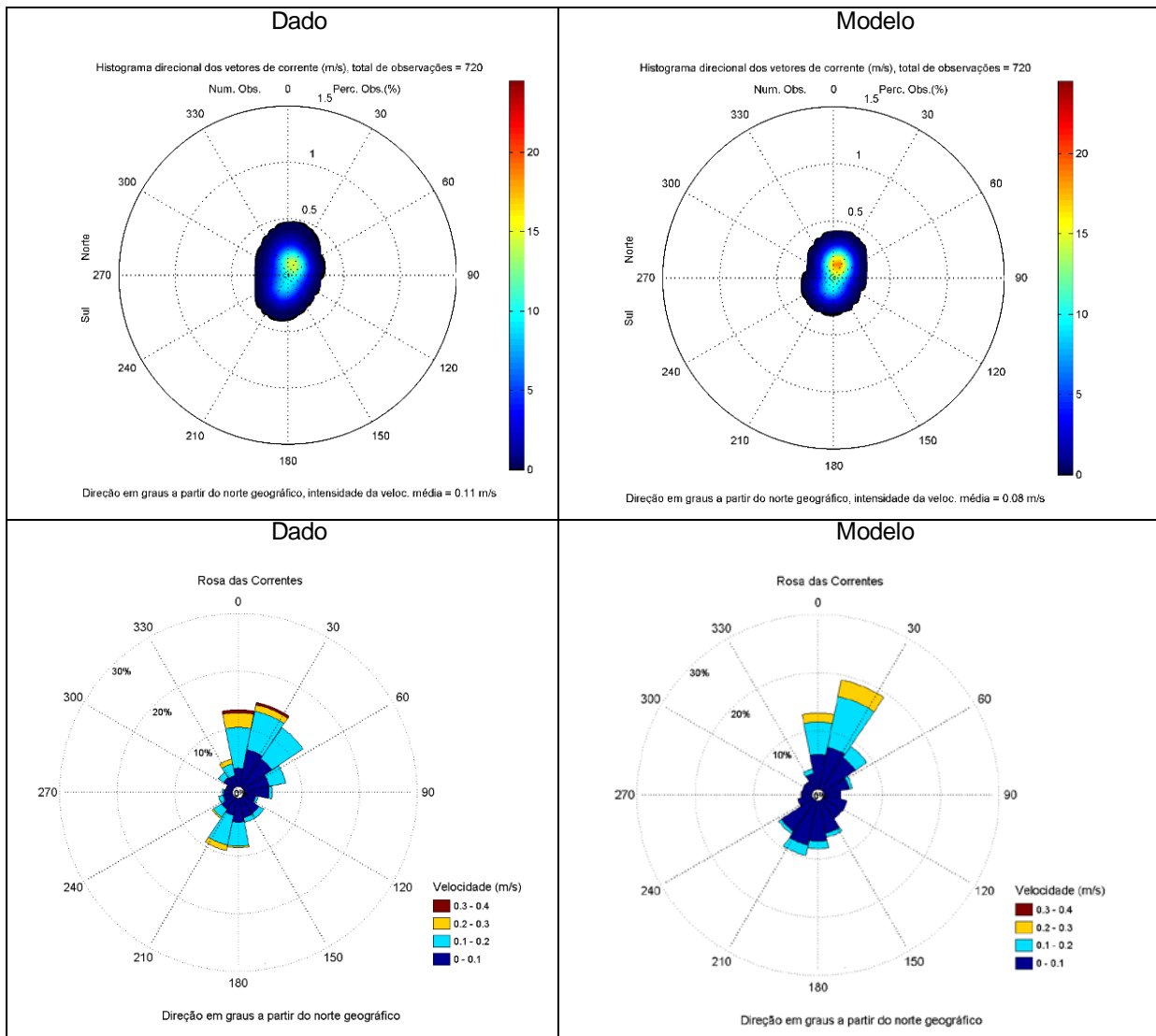


Figura 9.1.2.1.3-6: Histogramas direcionais da corrente superficial na Baía de Santos (ADCP 2013), para o período de 26/02 a 28/03 de 2013. O painel esquerda representa o histograma dos dados medidos e o direito apresenta os resultados do modelo. A escala de cores ilustra a velocidade (em m/s) e os círculos concêntricos indicam a porcentagem de ocorrência.

Com relação aos dados coletados no Canal Principal do Porto de Santos, entre 27/03 e 05/06 de 2014 (ADCP 2014), a intenção é avaliar se o modelo consegue reproduzir o que foi medido na região. Os dados foram comparados com resultados de corrente gerados pelo modelo na mesma posição e para o mesmo período. O parâmetro estimado para quantificar a comparação (dado x modelo) no período de inverno foi de 0,92 para a componente U da corrente superficial e 0,91 para a componente V. O modelo apresentou uma corrente bidirecional, oscilando entre as direções NE-SE, conforme a oscilação das marés, havendo uma maior porcentagem de incidência da corrente para o quadrante SE. O mesmo comportamento foi observado nos dados medidos. A

média da velocidade proveniente da modelagem foi de 0,3 m/s e a do dado foi 0,29 m/s. (Figura 9.1.2.1.3-7).

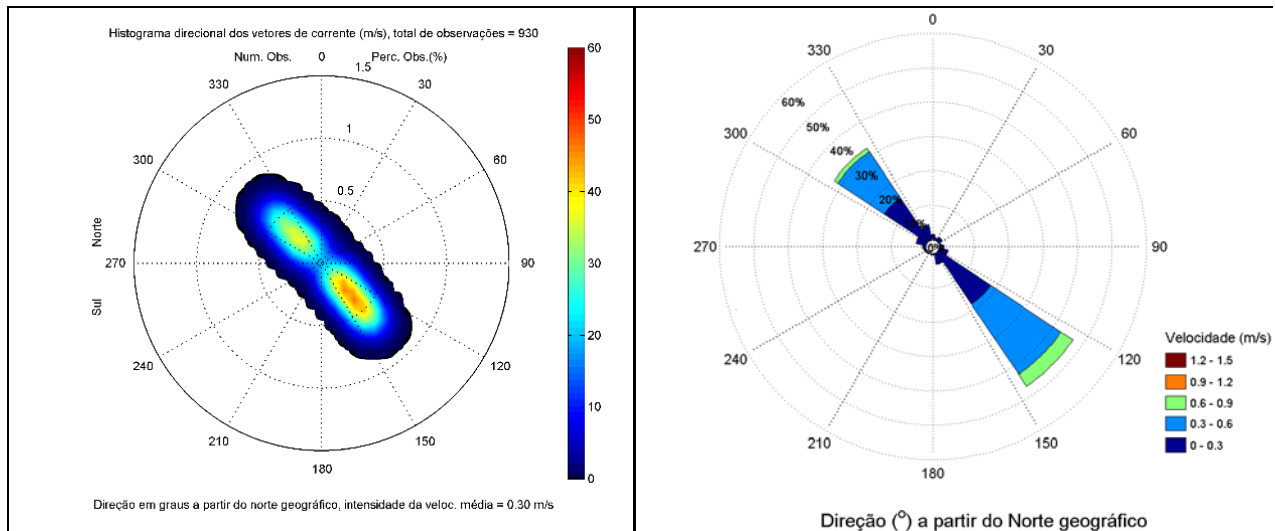


Figura 9.1.2.1.3-7: Histograma direcional da corrente superficial gerada pelo modelo no Canal Principal do Porto (ADCP), para o período de 27/03 a 05/06 de 2014.

Adicionalmente, os resultados de corrente gerados pelo modelo foram comparados com dois conjuntos adicionais de dados:

- Séries temporais dos vetores de corrente coletada no Canal de Piaçaguera, entre 23 de junho e 11 de julho de 2001;
- Séries temporais dos vetores de corrente coletada no Largo do Candinho, entre 22 de julho e 23 de agosto de 2011.

Apesar de se tratarem de anos diferentes dos quais o modelo foi rodado e não ser possível obter uma validação quantitativa em relação a estes dados, a intenção é avaliar se o modelo consegue reproduzir as velocidades médias e máximas, e a direção predominante da corrente nos pontos de medição destes dados.

Para o conjunto de dados obtido em 2001, o modelo apresentou uma corrente bidirecional, oscilando entre as direções Norte e Sul, conforme a oscilação das marés, havendo uma maior porcentagem de incidência da corrente para o quadrante Sul. O mesmo comportamento foi observado nos dados medidos, embora uma maior dispersão direcional tenha sido observada no dado medido em relação ao modelo hidrodinâmico (9.1.2.1.3-8).

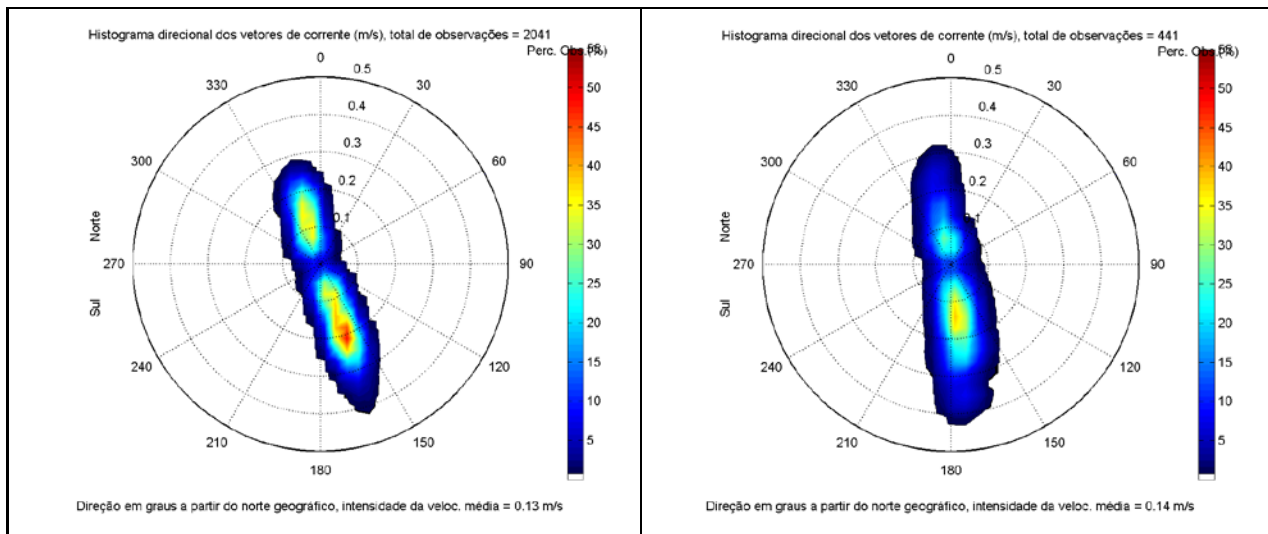


Figura 9.1.2.1.3-8: a) Pannel da direita: Histogramas direcionais da corrente gerada pelo modelo no Canal de Piaçaguera (23 de junho e 11 de julho de 2001) para a localização do ADCP. b) Pannel da direita: Histogramas direcionais da corrente para os dados do ADCP 2001.

Finalmente, para os dados coletados na região interna do Estuário de Santos, no Largo do Candinho, entre 22 de julho e 23 de agosto de 2011, comparados com os resultados de corrente gerados pelo modelo na mesma posição (Figura 9.1.2.1.3-8). O modelo apresentou uma corrente bidirecional, oscilando entre as direções N e SSW, conforme a oscilação das marés, e correntes mais intensas para o quadrante Sul. O mesmo comportamento foi observado nos dados medidos.

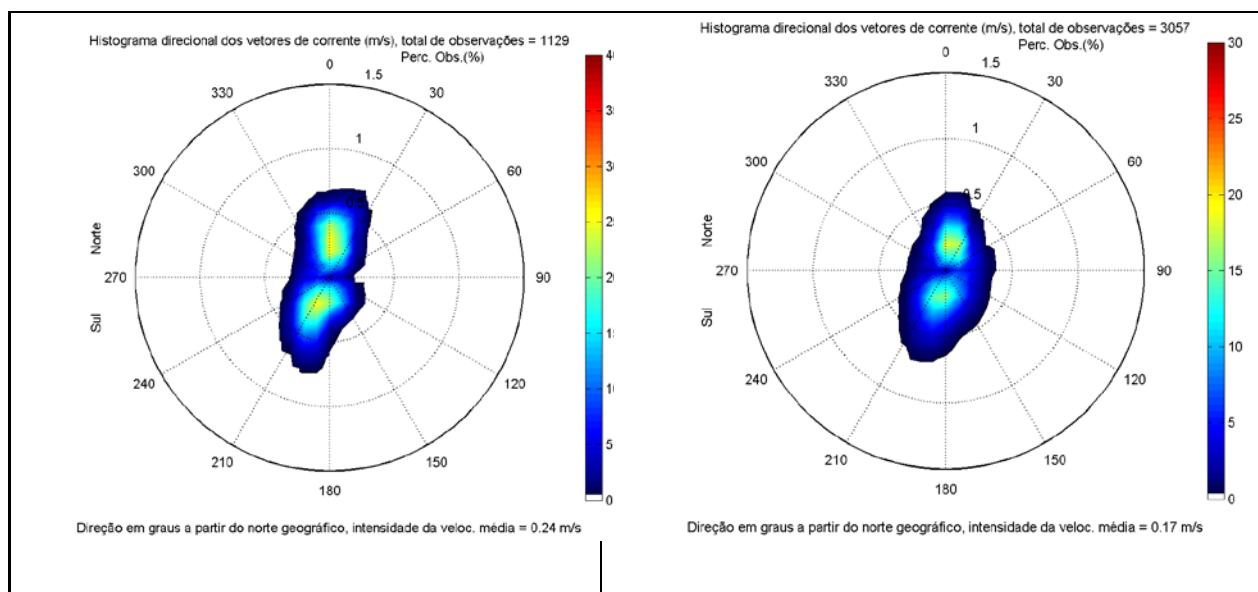


Figura 9.1.2.1.3-8: a) Painel da esquerda: Histogramas direcionais da corrente (ADCP 2011) gerada pelo modelo no Largo do Candinho (22 de julho e 23 de agosto de 2011) para a localização do ADCP. b) Painel da direita: Histogramas direcionais da corrente (ADCP 2011).

Pode-se observar que o modelo, nos diferentes pontos e períodos avaliados, consegue representar a direção predominante observada nos dados medidos e representa também, de forma coerente, as velocidades médias e máximas observadas. Através dos métodos apresentados para a avaliação do modelo numérico implementado para a região, constata-se que a modelagem numérica foi implementada com sucesso para a descrições dos padrões hidrodinâmicos locais bem como para servir de base para demais modelagens numéricas, como de derramamento de óleo e efluentes.

9.1.2.1.4. Caracterização hidrodinâmica AID / ADA

Para ilustrar a distribuição espacial das correntes na AID / ADA, apresentam-se a seguir os resultados da modelagem hidrodinâmica para um período de maré enchente (Figura 9.1.2.1.4-1) e de maré vazante (Figura 9.1.2.1.4-2). No período de maré enchente as correntes são predominantes para NW e no período de maré vazante, para SE.

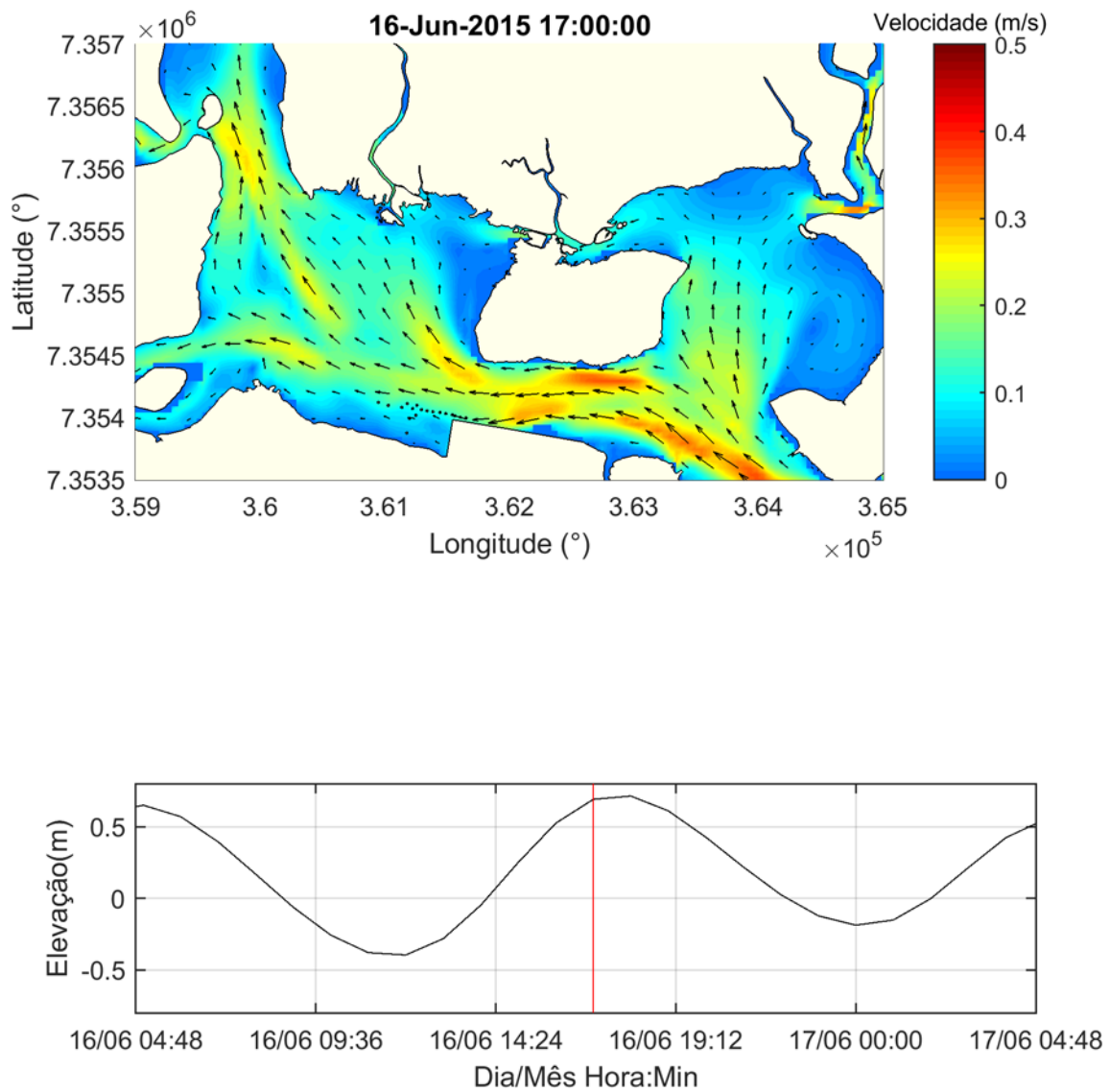


Figura 9.1.2.1.4-1: Painel superior: Campo de velocidade de correntes a partir dos resultados do modelo Delft3D em um instante de maré enchente. Painel inferior: Série temporal de elevação na região da ADA.

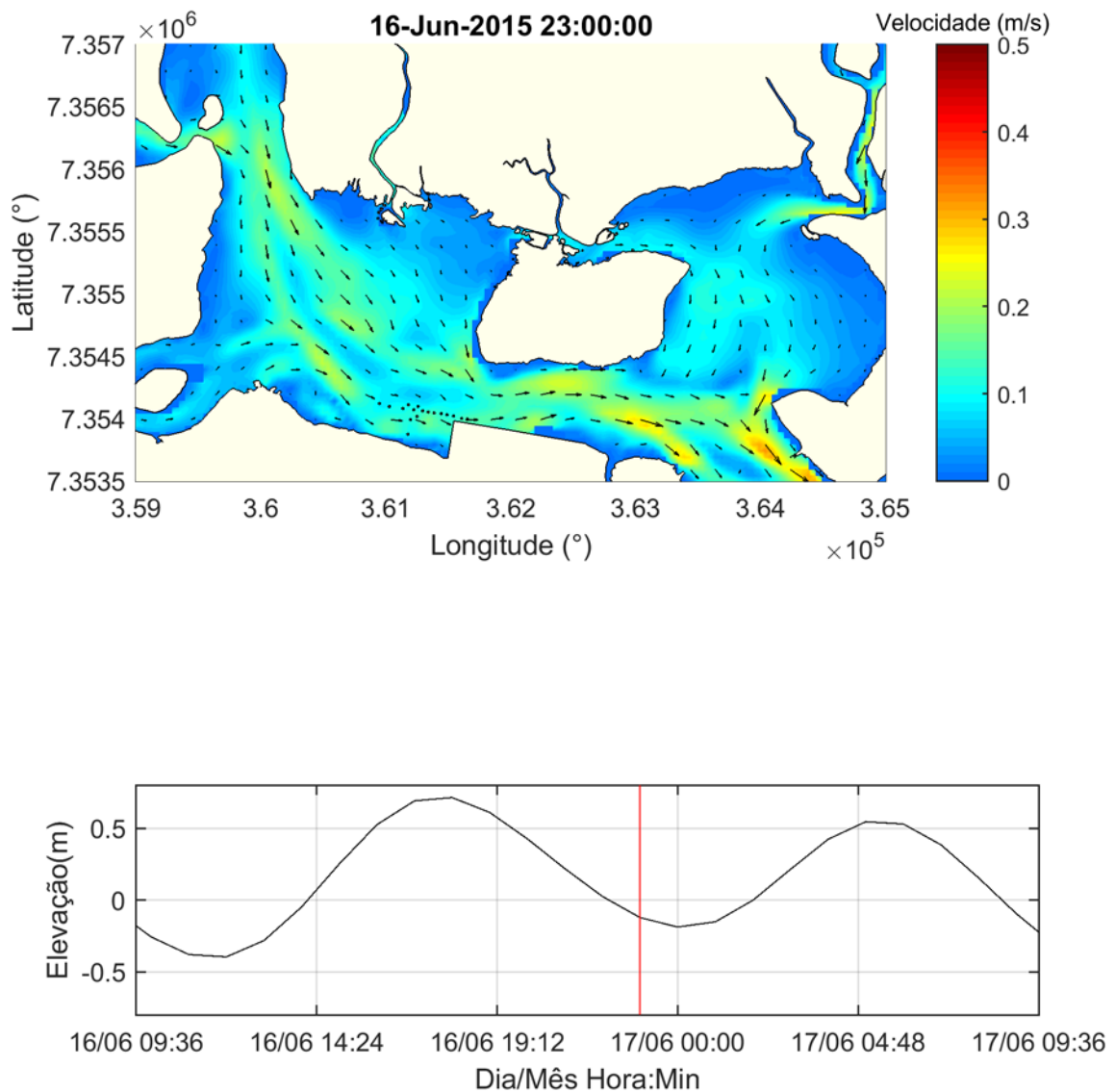


Figura 9.1.2.1.4-2. Painel superior: Campo de velocidade de correntes a partir dos resultados do modelo Delft3D em um instante de maré vazante. Painel inferior: Série temporal de elevação na região da ADA.

As Figuras 9.1.2.1.4-1 e 9.1.2.1.4-2 também ilustram o comportamento do nível médio do mar num ponto representativo para a ADA. Observa-se que este comportamento reflete principalmente as variações relativas ao efeito de maré. Na região da AID / ADA e para o período simulado, a amplitude de maré atinge até aproximadamente 1 m.

Séries temporais de velocidade para o ponto 23,915°S / 46,362°W, próximo à região do empreendimento e representativo para a caracterização da AID/ADA, foram extraídas da base hidrodinâmica gerada com o Delft3D para todo os períodos de verão e inverno simulados. A análise do histograma direcional (Figura 9.1.2.1.4-3) e da tabela de ocorrência conjunta (Tabela 9.1.2.1.4-1) indicam um fluxo bidirecional na área de estudo, onde as correntes seguem preferencialmente nas direções ESEE (24,06 %) e WNW (26,30 %), orientadas pela geomorfologia

do canal, como resultado principal da propagação da onda de maré no interior do estuário. No ponto de estudo, quase 50 % das correntes ocorrem com intensidades de até 0,1 m/s, todavia com máximos atingindo até 0,35 m/s.

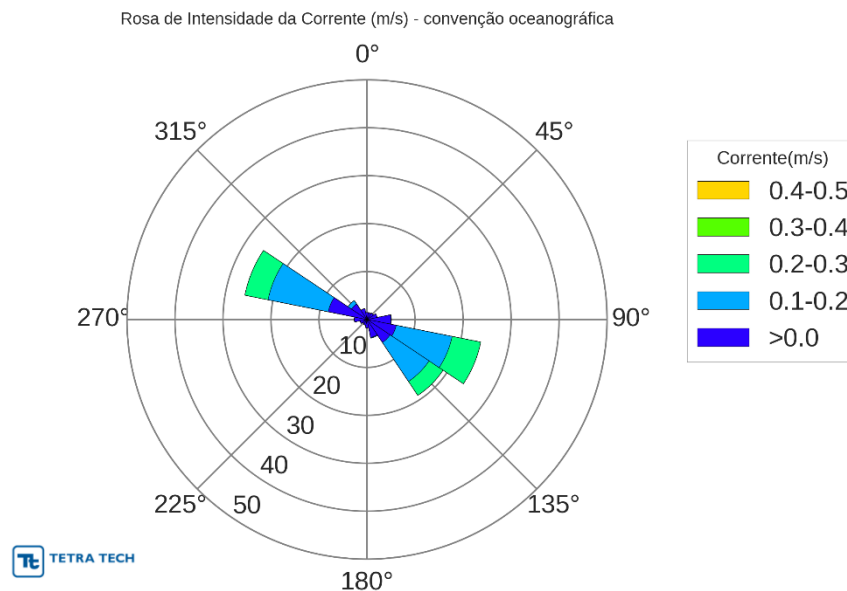


Figura 9.1.2.1.4-3: Histograma direcional de corrente a partir de resultados do modelo Delft3D para o ponto 23,915° S e 46,362° W.

Tabela 9.1.2.1.4-1: diagrama de ocorrência conjunta de intensidade e direção das correntes obtido a partir de resultados do modelo delft3d para o ponto 23,915° s e 46,362° w.

Corrente(m/s)	N	NNE	NE	ENE	E	ESE	SE	SSE	S	SSW	SW	WSW	W	WNW	NW	NNW	(%)
0,0-0,1	1.41	1.45	1.61	2.13	4.91	6.15	5.73	3.80	1.72	1.24	1.06	1.45	2.61	8.17	3.87	2.30	49.6
0,1-0,2	0.00	0.00	0.00	0.00	0.09	11.79	9.71	0.13	0.00	0.00	0.00	0.00	0.02	12.70	0.87	0.00	35.3
0,2-0,3	0.00	0.00	0.00	0.00	0.02	6.06	3.47	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	4.97	0.00	0.00	14.5
0,3-0,4	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.07	0.04	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.46	0.00	0.00	0.6
(%)	1.41	1.45	1.61	2.13	5.02	24.06	18.96	3.93	1.72	1.24	1.06	1.45	2.63	26.30	4.73	2.30	
Media	0.04	0.03	0.03	0.04	0.05	0.15	0.14	0.06	0.04	0.03	0.03	0.03	0.04	0.14	0.07	0.05	
Max.	0.07	0.05	0.09	0.07	0.25	0.31	0.30	0.13	0.07	0.06	0.06	0.05	0.11	0.35	0.14	0.09	

9.1.2.2. Oceanografia - Modelagem Pluma Térmica

A modelagem do transporte de plumas de efluentes compreende a modelagem de dois domínios conhecidos como campo próximo e campo afastado. O campo próximo corresponde à zona de diluição inicial onde prevalecem os efeitos oriundos da fonte ativa (sistema de disposição oceânica, composto por um ou vários orifícios, por exemplo), caracterizados pela velocidade inicial de ejeção (quantidade de movimento inicial do jato) e a diferença de densidade entre o efluente e o meio (empuxo inicial do jato). Esta zona possui uma escala espacial com ordens de grandeza de metros a dezenas de metros, e escala temporal da ordem de segundos a centenas de segundos.

O campo afastado compreende a região onde passam a predominar os efeitos da dinâmica passiva na diluição da pluma, *i.e.*, não influenciada pela fonte ativa, mas apenas por fatores ambientais. À medida que o efluente se afasta do ponto de descarte, os efeitos associados à velocidade inicial de ejeção diminuem, passando a predominar os efeitos associados à velocidade do ambiente. A região onde ocorre a transição entre estes dois efeitos define os limites entre estes domínios. A escala espacial do campo afastado possui ordens de grandeza de centenas de metros a quilômetros, e escala temporal da ordem de horas a dias.

As escalas (espacial e temporal) envolvidas em ambos os domínios de modelagem de campo próximo e campo afastado podem ser visualizadas na Figura 9.1.2.2-1. A modelagem do fator de diluição no campo próximo foi realizada com o modelo CORMIX (Anexo 9.1.2.2-1) e a modelagem da diluição e dispersão no campo afastado, com o modelo DELFT3D (Anexo 9.1.2.2-2), e seus resultados.

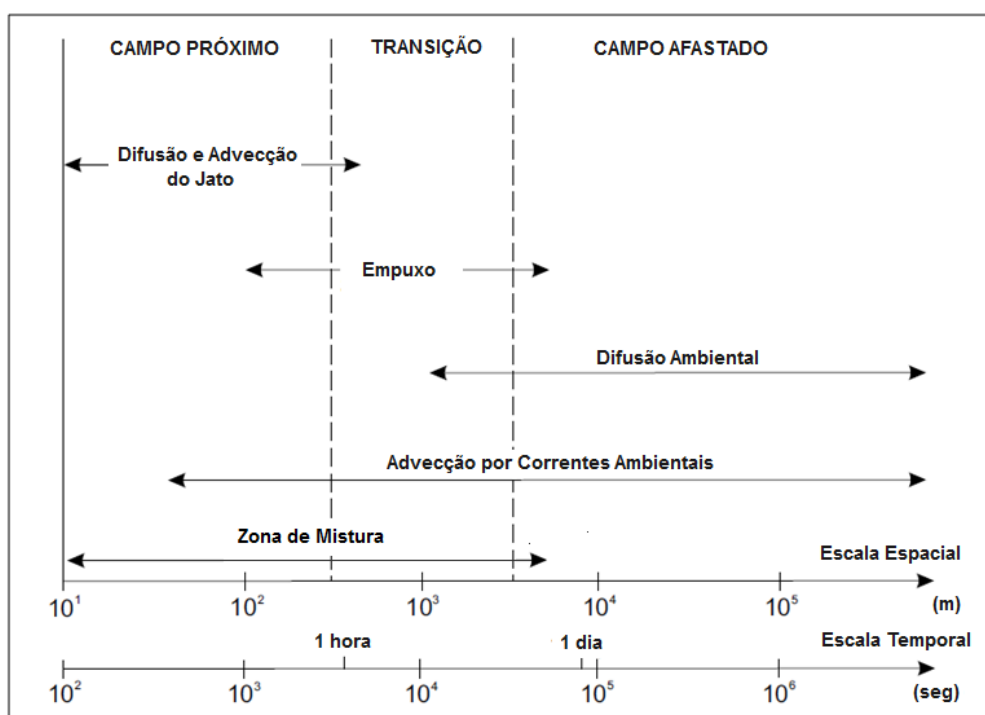


Figura 9.1.2.2-1 - Escalas (espacial e temporal) envolvidas nos domínios de campo próximo e afastado (JIRKA et al., 1976).

Dados de Entrada

Conforme adotado como premissa de projeto, o ponto descarte localiza-se no centro do FSRU, ou seja, a cerca de 100 metros do ponto de captação, nas coordenadas 23°54'45,38"S e 46°21'53,53"W (WGS84), conforme apresentado na Figura 9.1.2.2-2. Cabe ressaltar que, a profundidade do descarte (0,5 m abaixo da linha d'água) foi definida com o objetivo de propiciar a maior diluição do efluente térmico, uma vez que não existem informações detalhadas de projeto. Além disso, foi considerado que o lançamento ocorre através de uma tubulação vertical com um diâmetro de 0,635 m, conforme estudos similares de descarte de efluente em FSRU.

A temperatura do corpo receptor foi obtida a partir de dados secundários, considerando os períodos de verão e de inverno.

Segundo informações da Comgás, o efluente descartado a partir do FSRU possui um delta de temperatura de -7 °C em relação ao ambiente. A vazão máxima prevista para o descarte da pluma fria é de 10.000,0 m³/h. Ressalta-se que a densidade do efluente foi calculada considerando-se a densidade da água do mar e a temperatura de descarte em cada período sazonal.

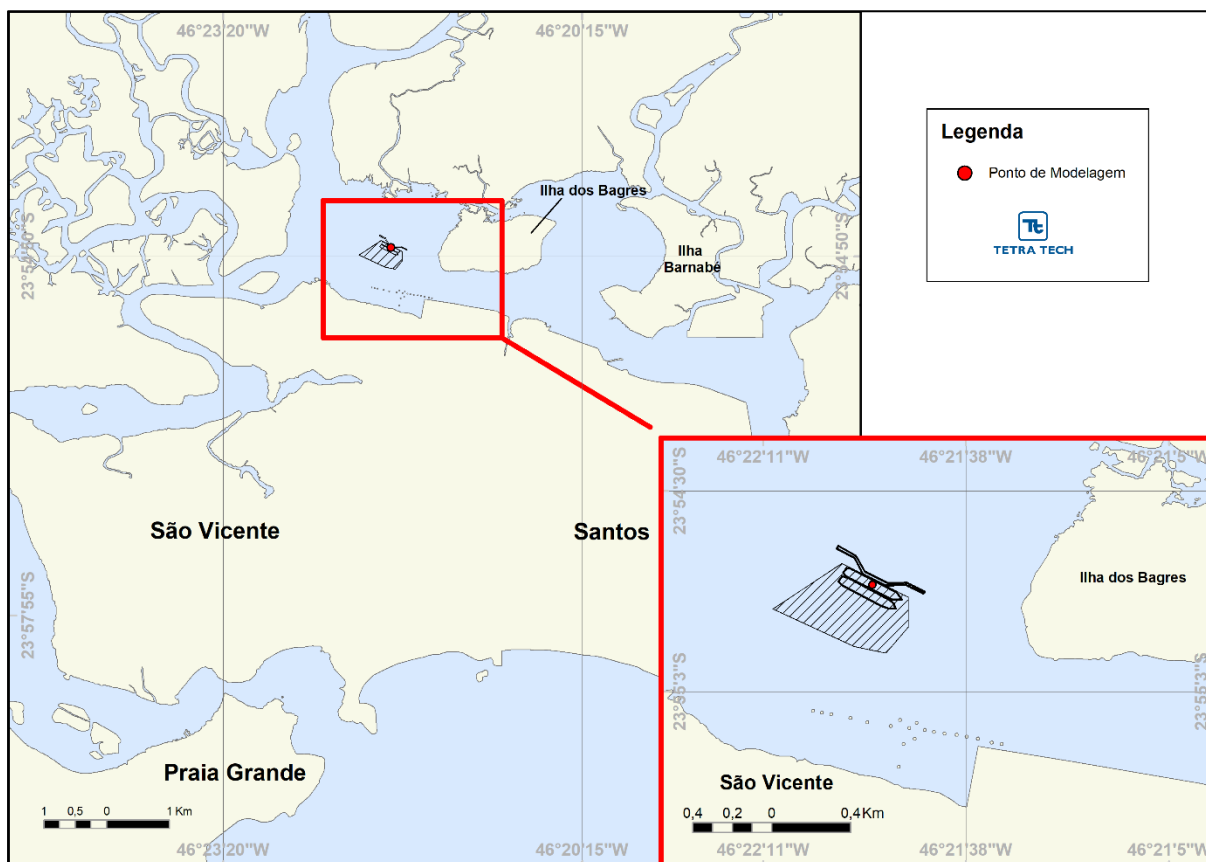


Figura 9.1.2.2-2 - Localização do ponto de descarte.

9.1.2.2.1. Modelagem da Diluição no Campo Próximo

O modelo CORMIX⁶, desenvolvido na *Cornell University* sob contrato e aprovação da EPA⁷ dos EUA, foi utilizado para simular o campo próximo do lançamento térmico a partir do Terminal *Offshore* de Recebimento de Gás Natural Liquefeito (GNL). Este modelo (Anexo 9.1.2.2-1) requer três tipos de parâmetros de entrada:

- ✓ As características ambientais, descrevendo as condições meteorológicas e oceanográficas esperadas para o local. Estas podem ser obtidas a partir de dados históricos ou a partir de resultados de modelagem;
- ✓ As características do lançamento, descrevendo a geometria do sistema através do qual é realizado o lançamento;
- ✓ As características do efluente, descrevendo parâmetros como a vazão e a densidade do efluente descartado.

Descrição das Simulações de Campo Próximo

Na modelagem de campo próximo o vento não foi considerado, ao passo que a ausência de vento proporcionaria a pior dispersão do efluente e permite a avaliação da influência somente da corrente. A velocidade da corrente local adotada foi a máxima corrente em direção à linha de costa.

A Tabela 9.1.2.2.1-1 apresenta os dados de entrada adotados nas simulações de dispersão do efluente térmico para o modelo CORMIX.

⁶ Cornell Mixing Zone Expert System (www.cormix.info).

⁷ Environmental Protection Agency.

Tabela 9.1.2.2.1-1 - Dados de entrada adotados no campo próximo do efluente térmico a partir do ponto de descarte.

PARÂMETROS		DADOS DE ENTRADA	
		VERÃO	INVERNO
Ambiente	Profundidade média (m)	16,00	16,00
	Profundidade no ponto de descarte (m)	16,00	16,00
	Velocidade ambiente (m/s)	0,004	0,003
	Coeficiente de Manning	0,02	0,02
	Velocidade do vento (m/s) ⁸	0	0
	Densidade ambiente na superfície (kg/m ³)	1.023,47	1.020,82
	Densidade ambiente no fundo (kg/m ³)	1.022,40	1.021,33
	Temperatura ambiente na superfície (°C)	24,40	24,60
	Temperatura ambiente no fundo (°C)	24,20	24,16
Efluente	Vazão do efluente (m ³ /h)	10.000,0	10.000,0
	Densidade do efluente "non-fresh" (kg/m ³)	1.023,47	1.020,82
	Diferença de Temperatura (°C)	-7,0° C	-7,0° C
	Tipo de poluente	Conservativo	conservativo
Descarte	A margem mais próxima está a	Direita	direita
	Distância até a margem mais próxima (m)	1500	1500
	Altura da porta (m)	0,5 m abaixo da linha d'água	0,5 m abaixo da linha d'água
	Diâmetro da porta (m)	0,635	0,635
	Ângulo horizontal SIGMA ⁹ (°)	0,0	0,0
	Ângulo vertical THETA ¹⁰ (°)	-90	-90
Zona de estudo	Região de interesse (m)	50.000,0	50.000,0
	Número de intervalos para apresentação de resultados ¹¹	30,0	30,0

Resultados da Diluição no Campo Próximo

A seguir, é apresentado o resultado da simulação de campo próximo do efluente térmico. Na Tabela 9.1.2.2.1-2 estão contidos os resultados do campo próximo.

⁸ Dado de entrada necessário para o correto funcionamento do modelo, mas desconsiderado na modelagem do campo próximo.

⁹ Ângulo de inclinação horizontal entre a tubulação e a corrente de maior ocorrência.

¹⁰ Ângulo vertical entre a tubulação e a superfície do mar.

¹¹ O parâmetro "número de intervalos para a apresentação de resultados" é uma informação necessária para determinar o número de linhas que serão escritas em cada arquivo contendo os resultados da simulação.

Tabela 9.1.2.2.1-2 - Resumo dos resultados das simulações em campo próximo.

PARÂMETROS	VERÃO - PIOR CASO	INVERNO - PIOR CASO
Diluição no final do campo próximo	126,7	276,7
Diferença de temperatura no final do campo próximo (°C)	-0,05	-0,02
Comprimento do campo próximo no eixo x (m)	619,7	1.836,4
Espessura final da pluma (m)	1,1	1,1
Meia Largura final da pluma (m)	1.238,2	3.672,4
Profundidade terminal da pluma (m)	9,4	6,4
Profundidade de Enquadramento (m)	5,7	5,9
Distância de Enquadramento (m)	> 1,0	> 1,0
Espessura no Enquadramento (m)	0,6	0,6
Meia Largura da pluma no Enquadramento (m)	0,6	0,6

Discussão Sobre os Resultados de Modelagem de Campo Próximo

O efluente térmico apresentou os seguintes resultados para a modelagem do Campo Próximo (CP):

- A temperatura de descarte do efluente térmico é de 19 °C;
- A simulação de Campo Próximo (CP) para o efluente térmico mostra que, após ser lançado, o efluente percorre uma distância de 619,7m no verão e de 1.836,4 m no inverno até chegar ao final do CP;
- Ao chegar no final do CP a pluma sofre uma diluição de 126,7 e de 276,7 vezes no verão e no inverno respectivamente;
- Dessa forma, a diferença de temperatura, entre pluma e ambiente, no final do CP é de -0,05 °C no verão e de -0,02 °C no inverno;
- A Zona de Mistura (ZM), para a pluma térmica, é a região onde a diferença de temperatura é igual ou superior a 3 °C. Assim, na simulação de CP realizada, a ZM tem uma extensão horizontal inferior a um metro e atinge em aproximadamente 6 metros a partir do ponto de descarte. Para além desta distância a pluma está enquadrada no padrão estabelecido na Resolução CONAMA nº 430/11 (BRASIL, 2011), pois a diferença de temperatura é inferior a 3 °C.

Para a simulação de Campo Próximo foi utilizado o Modelo CORMIX versão 6.0. Este modelo utiliza formulações empíricas ajustadas a cada classe de fluxo (JIRKA *et al.*, 1996, Anexo 9.1.2.2.-1).

Modelagem da Diluição no Campo Afastado

A modelagem de campo afastado foi realizada utilizando-se o modelo Delft3D (Anexo 9.1.2.2.-2).

Descrição das Simulações de Campo Afastado

O modelo Delft3D foi inicializado com parâmetros calculados na modelagem do campo próximo (extensão do campo próximo, diluição no final do campo próximo e profundidade terminal e espessura da pluma). Essa inicialização é necessária para que haja a transição da pluma entre estes dois domínios campo próximo e afastado.

No campo afastado foram simulados cenários com ventos, que consideraram a temperatura ambiente baseada nos dados apresentado na Tabela 9.1.2.2.1-1 dos períodos de verão (Novembro) e inverno (Maio).

Resultados na Diluição no Campo Afastado

A seguir, são apresentados os resultados da simulação de campo afastado do efluente térmico.

Os resultados críticos par a simulação de Campos Afastado são apresentados a seguir na Tabela 9.1.2.2.1-3:

Tabela 9.1.2.2.1-3 - Resumo dos resultados das simulações em campo afastado.

PARÂMETROS	VERÃO - PIOR CASO	INVERNO - PIOR CASO
Diluição no final do campo próximo	126,7	276,7
Diferença de temperatura crítica encontrada (°C)	-0,16	-0,09
Maior distância do ponto de descarte encontrada para diferenças de temperatura de até -0,01°C (m)	730,25	391,96
Profundidade máxima da pluma (m)	10,5	10,5

A Figura 9.1.2.2.1-3 e a Figura 9.1.2.2.1-4 mostram os resultados do efluente térmico após um mês de simulação com vento e considerando a temperatura do corpo receptor correspondente à temperatura dos períodos de verão e inverno, respectivamente. Devido a menor estratificação da

coluna d'água, o período de verão é caracterizado como a situação mais crítica para o descarte do efluente térmico, pois a água descartada apresenta uma maior área de influência do que no período de inverno.

A Figura 9.1.2.2.1-5 e a Figura 9.1.2.2.1-6 apresentam a variação de temperatura em função do tempo no ponto de descarte e no ponto de captação para os períodos de verão e de inverno, respectivamente. De acordo com os gráficos apresentados, verifica-se a contribuição ínfima do efluente térmico na variação de temperatura no ponto de captação, enquanto no ponto de captação, no verão, a variação de temperatura causada pelo efluente térmico varia de $-0,04\text{ }^{\circ}\text{C}$ no dia 01 de janeiro de 2015 e até $-0,01\text{ }^{\circ}\text{C}$ no dia 15 de janeiro de 2015, e no inverno, varia de $-0,025\text{ }^{\circ}\text{C}$ no dia 14 de junho de 2016 até $-0,008\text{ }^{\circ}\text{C}$ no dia 15 de junho de 2016.

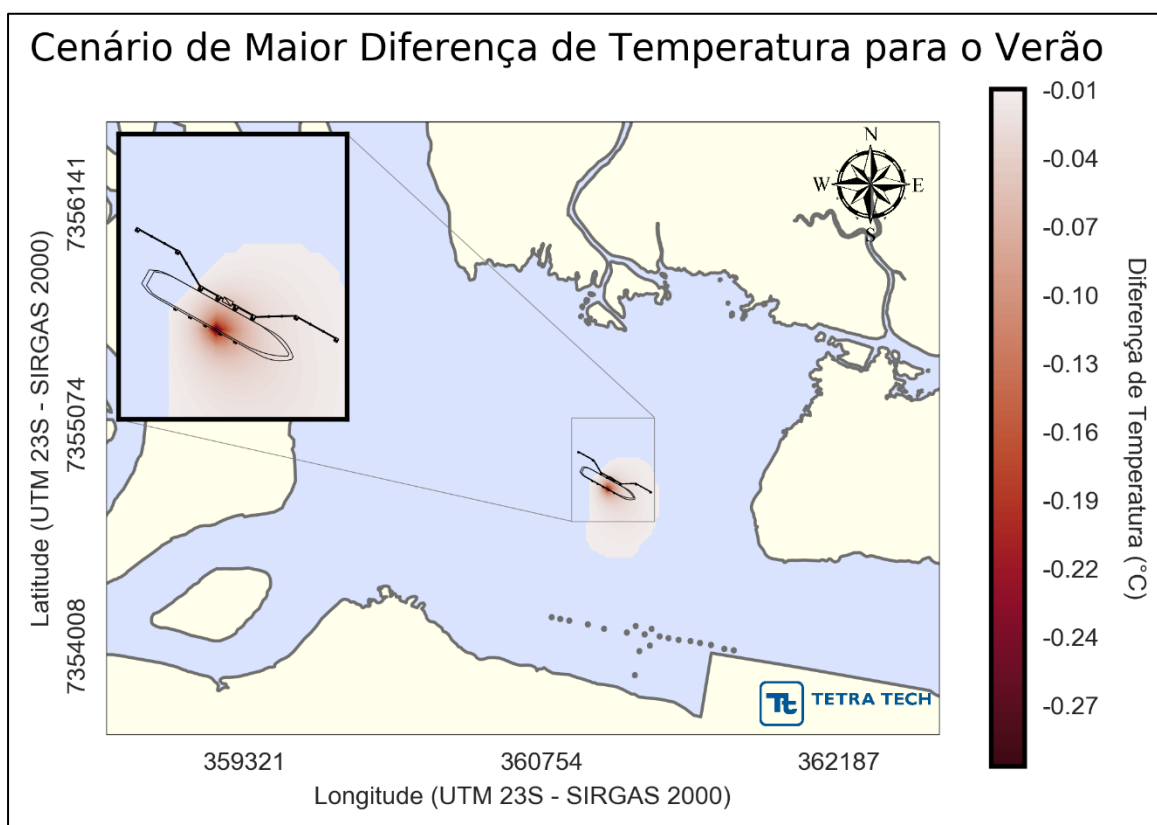


Figura 9.1.2.2.1-3 - Comportamento da pluma térmica durante o período de verão.

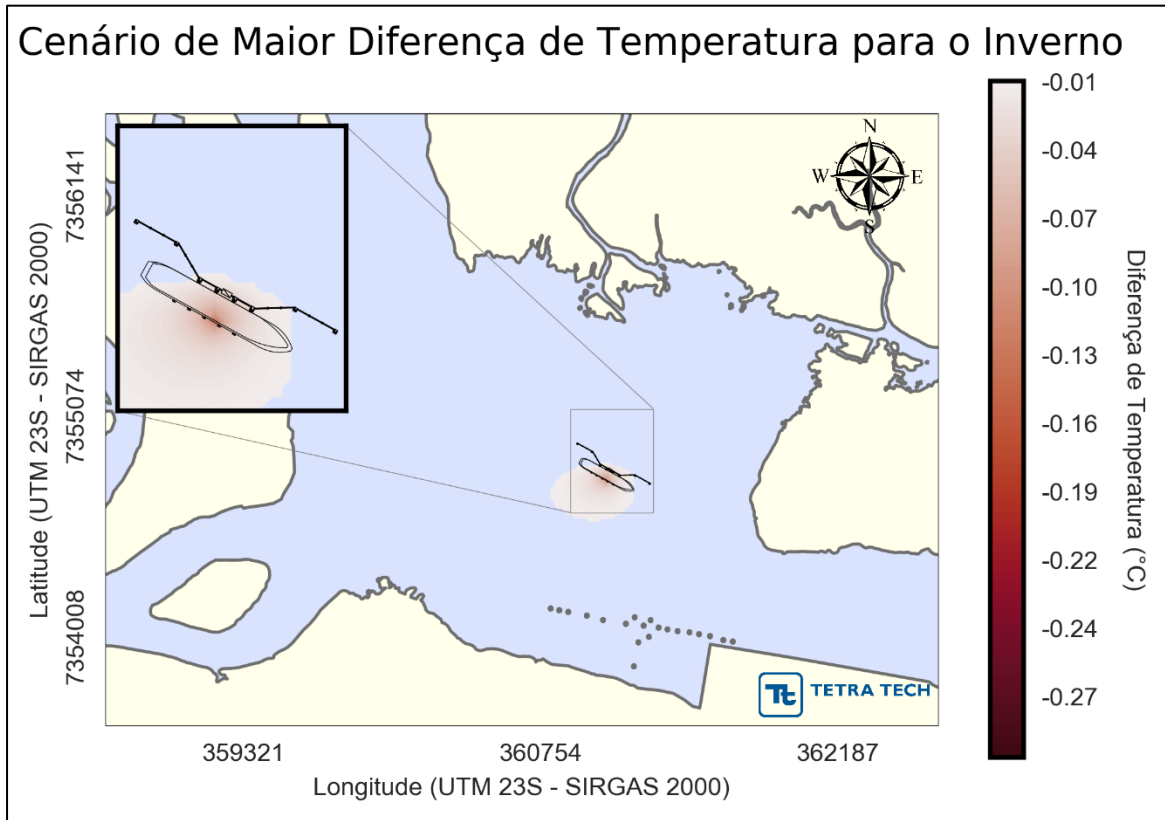


Figura 9.1.2.2.1-4 - Comportamento da pluma térmica durante o período de inverno.

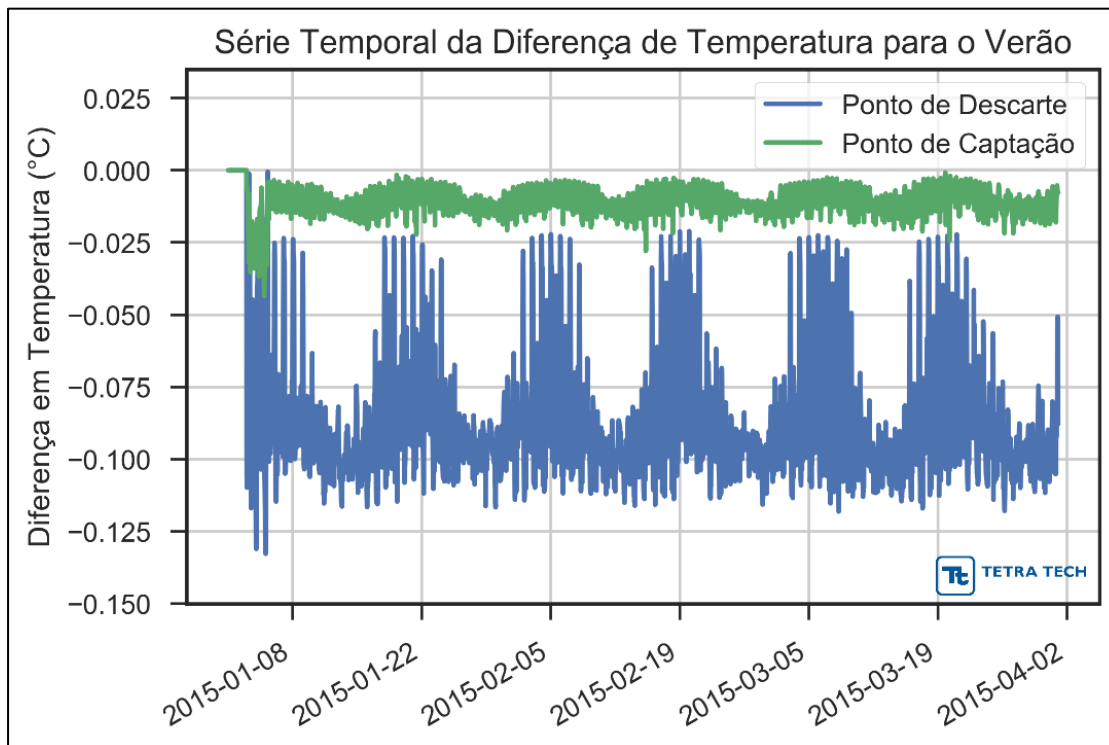


Figura 9.1.2.2.1-5 - Variação de Temperatura no ponto de descarte e no ponto de captação no período de verão.

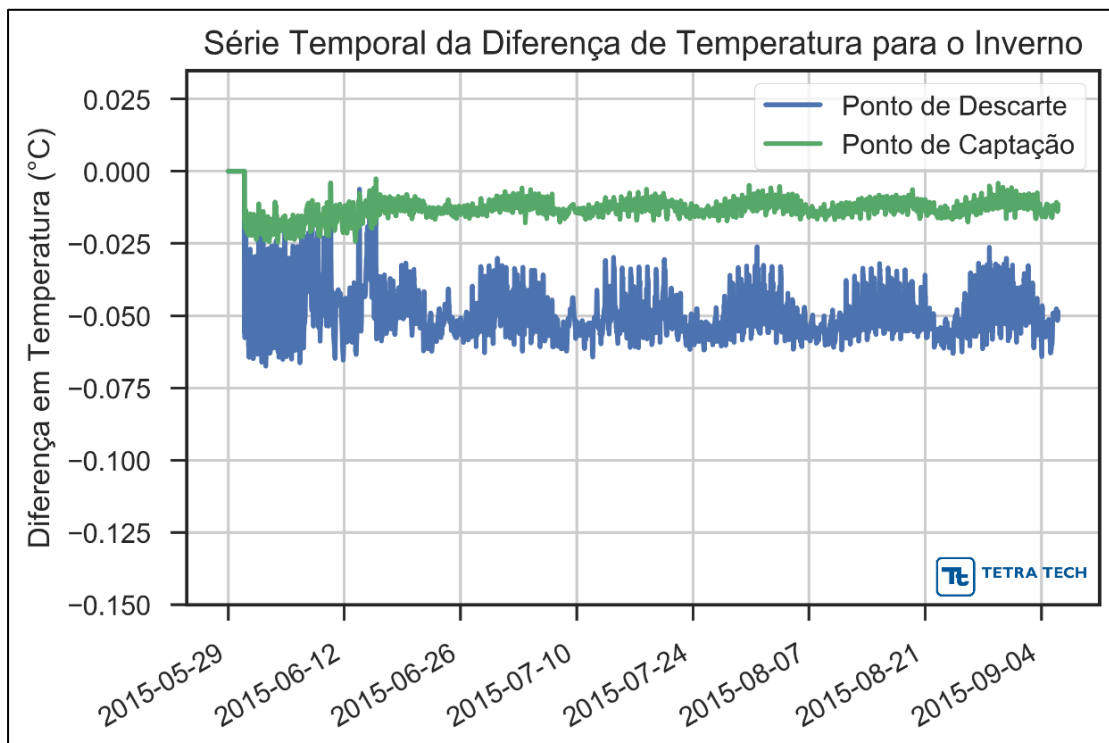


Figura 9.1.2.2.1-6 - Variação de Temperatura no ponto de descarte e no ponto de captação no período de inverno.

Cabe esclarecer que a temperatura da água do mar adotada nas simulações foi de 24 °C, correspondente à temperatura da superfície do mar medida *in situ*.

Foi realizada uma modelagem numérica hidrodinâmica com duração de um ano, de janeiro a dezembro de 2015. Para a simulação de verão foi considerado o período entre 1 de janeiro de 2015 e 4 de abril de 2015, enquanto para a simulação de inverno foi considerado o período entre 30 de maio e 6 de setembro de 2015.

Assim, a modelagem da pluma térmica foi realizada considerando as características menos favoráveis a dispersão e diluição da pluma, para caracterizar o cenário de pior caso.

No período de verão, a maior distância encontrada do ponto de descarte é de 730 metros e a diferença de temperatura mais crítica é de -0,16°C. . No período de inverno, a maior distância entre do ponto de descarte é de 392m e a diferença de temperatura mais crítica é de -0,09 °C. Para ambas as estações as profundidades de influência da pluma (para diferenças de temperatura de até -0,01°C) não ultrapassaram 10,5 metros no campo afastado.

Por fim, todas as análises realizadas confirmam que o enquadramento da pluma térmica no padrão estabelecido na legislação (CONAMA no 430/11) ocorre no interior do Campo Próximo e a uma distância de 1 m do ponto de lançamento e a 6 metros de profundidade.

CP é de 0,05 °C no verão e de 0,02 °C no inverno.

9.1.2.3. Oceanografia - Modelagem Derrame de Óleo

Neste capítulo será apresentado o estudo de modelagem de derrame de óleo. A modelagem foi conduzida através da utilização de um sistema de modelos conhecido como OSCAR ¹² da SINTEF ¹³. A descrição mais detalhada deste modelo encontra-se no Anexo 9.1.2.3-1.

Dados de Entrada

Os conjuntos de dados de entrada e parâmetros do modelo que definem um cenário são:

- ✓ Localização geográfica do ponto de vazamento;
- ✓ Volume/Vazão do vazamento;
- ✓ Profundidade de vazamento;
- ✓ Duração da simulação;
- ✓ Tipo de óleo;

¹² *Oil Spill Contingency and Response*: Contingência e Resposta a Derrames de Óleo.

¹³ *Stiftelsen for Industriell og Teknisk Forskning*: Fundação para a Pesquisa Científica e Industrial.

- ✓ Linha de costa;
- ✓ Batimetria;
- ✓ Tipo de ambiente (*e.g.*, manguezais, rochas, praias);
- ✓ Campo de corrente;
- ✓ Campo de vento;
- ✓ Temperatura e salinidade da água;
- ✓ Temperatura do ar;
- ✓ Parâmetros de simulação (*e.g.* número de partículas, número de camadas verticais, número de simulações determinísticas que compõe cada cenário probabilístico, passo de tempo, intervalo de saída, fator de vento, coeficiente de dispersão horizontal e vertical, entre outros).

Os resultados de cada simulação correspondem, então, a um único cenário, definido pelo arquivo de entrada de dados e parâmetros do modelo. Na modelagem foram considerados os processos de intemperismo descritos no Anexo 9.1.2.3-1, exceto a interação do óleo com sedimentos em suspensão (a justificativa é apresentada no mesmo anexo). Ressalta-se que o diâmetro das gotículas de óleo é calculado internamente pelo modelo OSCAR (Equação 19; Anexo 9.1.2.3-1), assim como as informações de ondas (Equações 38 e 39; Anexo 9.1.2.3-1).

A Tabela 9.1.2.3-1 apresenta os valores dos parâmetros utilizados como dado de entrada na modelagem de derrame de óleo.

Tabela 9.1.2.3-1 - Parâmetros numéricos utilizados como dados de entrada na modelagem de vazamento de óleo.

PARÂMETROS	VALOR UTILIZADO NO MODELO (OSCAR)
Localização do ponto de modelagem	23°54'43,20"S / 46°21'57,83"W (WGS 84)
Profundidade do Derrame	Superfície (0 m)
Tipo de Óleo (ver Item 4.6)	HFO (Heavy Fuel Oil)
Volumes de Derrame	4.450,3 m ³
Duração do Vazamento	16.388 s (4h33min)
Duração da Simulação	60 horas
Passo de Tempo	10 minutos
Intervalo de Saída (Output)	10 minutos
Número de Partículas (superfície)	10.000,0
Volume de Cada Partícula	0,44503 m ³
Número de Células da Grade <i>Habitat</i>	595.200 (744 no eixo X e 800 no eixo Y)
Período da Simulação	Verão (janeiro a março)
	Inverno (junho a agosto)

Os subitens seguintes apresentam detalhes sobre os dados de entrada como localização do ponto de modelagem, volumes de derrame, campos de corrente e vento, domínio modelado, tipos de costa/margem, características do óleo, critérios de parada adotados nas simulações e o resumo dos cenários simulados.

Ponto de Modelagem e Volume de Derrame

Na modelagem foi considerado 1 ponto de risco, na região do Estuário de Santos, localizado na popa do FSRU, onde estão os tanques de HFO. A Tabela 9.1.2.3-2 apresenta as coordenadas (WGS84) do ponto considerado na modelagem.

Tabela 9.1.2.3-2 - Coordenadas (WGS 84) e lâmina d'água do ponto de modelagem.

PONTO	LOCALIZAÇÃO	LATITUDE	LONGITUDE
COMGAS	Estuário de Santos	23°54'43,20"S	46°21'57,83"W

Fonte: COMGAS – Companhia de Gás de São Paulo.

Os cenários consideraram a hipótese acidental de pior caso, definido de acordo com a Resolução do CONAMA ¹⁴ no 398/08 (BRASIL, 2008), representando uma colisão do FSRU com o píer, navio-tanque ou embarcações de apoio, com o vazamento de dois tanques de forma simultânea. Esta hipótese e volume foram validados validada pela informação de projetos análogos já realizados.

O derrame foi considerado a partir da superfície, com o vazamento de 4.450,3 m³, ao longo de 16.388 segundos.

Campos de Corrente

Os campos de correntes utilizados na modelagem de derrame de óleo para este estudo foram gerados através da modelagem hidrodinâmica, como descrito no item 9.1.2.1. Para avaliar a sazonalidade das forçantes ambientais nos padrões de circulação e transporte, foram definidos dois campos hidrodinâmicos representativos do período de verão (janeiro a março) e de inverno (junho a agosto).

Campos de Vento

Os campos de vento utilizados neste estudo são provenientes da base de dados do METAR ¹⁵ conforme apresentados no Item 9.1.1 (Clima).

¹⁴ Conselho Nacional do Meio Ambiente.

¹⁵ *Meteorologica Aerodrome Report*. Base de dados de vento medido pelo sistema REDEMET (Rede de Meteorologia do Comando da Aeronáutica) disponibilizado em: <<http://www.redemet.aer.mil.br>>.

Domínio Modelado

Para a representação do domínio da modelagem de óleo no OSCAR, foi definido uma grade *habitat*¹⁶ com as características apresentadas na Tabela 9.1.2.3-3.

Tabela 9.1.2.3-3 - Características da grade habitat.

PONTO	Informação	
Número de células (x/y)	744 / 800	
Dimensão (x/y)	37 km / 40 km	
Limites	Norte	23°44'09"S
	Sul	24°05'45"S
	Leste	46°05'54"W
	Oeste	46°27'59"W
Resolução Horizontal (x/y)	50 m / 50 m	

Tipos de Costa

Para a definição dos tipos de costa utilizados na modelagem, correlacionou-se os ambientes costeiros disponíveis no OSCAR com os ambientes agrupados no Índice de Sensibilidade Ambiental à Derrames de Óleo em Ambientes Costeiros e Estuarinos (ISL) no Mapeamento Ambiental para Resposta à Emergência no Mar – MAREM (IBP, 2016).

O projeto MAREM foi executado no âmbito do Acordo de Cooperação Técnica (ACT) assinado entre o Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis (IBAMA) e o Instituto Brasileiro de Petróleo, Gás e Biocombustíveis (IBP). Dentre os produtos resultantes do projeto, estabeleceu-se o ISL para o litoral brasileiro, que é usado como ferramenta para o planejamento e gestão de uma operação responsiva à acidentes envolvendo derramamento de óleo no mar.

O OSCAR apresenta 5 tipos básicos de ambientes costeiros: costão rochoso, praia de cascalho/seixos, praia arenosa, planície de lama e ambientes vegetados de Inundação (manguezal). Os diferentes tipos e subtipos de costa, definem a capacidade máxima de retenção de óleo do ambiente. A deposição do óleo cessa quando é alcançada a capacidade de retenção do ambiente.

- A. *Seaward Rocky Shore – Costão Rochoso;*
- B. *Seaward Cobble-Gravel Beach – Praias de Seixos;*
- C. *Seaward Sand Beach – Praias Arenosas;*

¹⁶ Grade que define quais as células ou blocos correspondem à área de terra e água, com a interface definida pela linha de costa.

D. *Seaward Fringing Mud Flat – Planícies de Lama;*

E. *Seaward Fringing Wetland – Ambientes Vegetados de Inundação.*

Tabela 9.1.2.3-4 -Detalhamento dos ambientes agrupados no MAREM e seu respectivos ISL.

ISL	Descrição
1	Costões rochosos lisos, de alta declividade, expostos; Falésias em rochas sedimentares, expostas; Estruturas artificiais lisas (paredões marítimos artificiais), expostas
2	Costões rochosos lisos, de declividade média a baixa, expostos; Terraços ou substratos de declividade média, expostos (terraço ou plataforma de abrasão terraço arenítico exumado bem consolidado, etc.)
3	Praia dissipativa de areia média a fina, exposta; Faixas arenosas contíguas à praia, não vegetadas, sujeitas à ação de ressacas (restingas isoladas ou múltiplas, feixes alongados de restingas tipo “ <i>long beach</i> ”); Escarpas e taludes íngremes
4	Praia de areia grossa; Praia intermediária de areia fina a média, exposta; Praia de areia fina a média, abrigada
5	Praia mista de areia e cascalho, ou conchas e fragmentos de corais; Terraço ou plataforma de abrasão de superfície irregular ou recoberta de vegetação; Recifes areníticos em franja
6	Praia de cascalho (seixos e calhaus); Costa de detritos calcários; Depósito de tálus; Enrocamentos (<i>rip-rap</i> , guia corrente, quebra-mar) expostos; Plataforma ou terraço exumado recoberto por concreções lateríticas (disformes e porosas)
7	Planície de maré arenosa exposta; Terraço de baixa-mar
8	Escarpa / encosta de rocha lisa, abrigada; Escarpa / encosta de rocha não lisa, abrigada; Escarpas e taludes íngremes de areia, abrigados; Enrocamentos (<i>rip-rap</i> e outras estruturas artificiais não lisas) abrigados
9	Planície de maré arenosa/ lamosa abrigada e outras áreas úmidas costeiras não vegetadas; Terraço de baixa-mar lamoso abrigado; Recifes areníticos servindo de suporte para colônias de corais
10	Deltas e barras de rio vegetadas; Terraços alagadiços, banhados, brejos, margens de rios e lagoas; Brejo salobro ou de água salgada, com vegetação adaptada ao meio salobro ou salgado, apicum; Marismas; Manguezal (mangues frontais e mangues de estuário)

Na Tabela 9.1.2.3-4 são apresentados os ambientes e seu respectivos ISL conforme o MAREM (IBP, 2016). A 9.1.2.3-5, por sua vez, mostra a seleção dos tipos de costa do modelo OSCAR com base na descrição dos ambientes do MAREM.

Os ambientes de rocha lisa foram classificados como Costão Rochoso (A) devido a sua propriedade de aderência ao óleo. Os ambientes de praias de seixo ou de costão altamente fragmentado, tais como enrocamentos e depósitos de tálus, possuem características de Praias de Seixos (B) devido a capacidade de retenção do óleo sofrer efeito das reentrâncias do ambiente.

No caso de ambientes sedimentares tipo praia de areia atribuiu-se a classificação Praia Arenosa (C) independente das características topográficas da mesma. Para os ambientes de planície de maré, atribuiu-se a classificação Planície de Lama (D) devido ao caráter deposicional destes ambientes ser predominantemente de granulometria fina em função do agente transportador/deposicional. Os ambientes de deltas, mangues e outros que são constantemente alagados e apresentam vegetação densa, foram classificados como Ambientes Vegetados de Inundação (E).

Tabela 9.1.2.3-5 -Classificação dos tipos de costa do MAREM nos tipos de costa disponíveis no banco de dados do modelo OSCAR.

ISL	AMBIENTE GRADE HABITAT OSCAR
1	<i>Seaward Rocky Shore</i>
2	<i>Seaward Rocky Shore</i>
3	<i>Seaward Sand Beach</i>
4	<i>Seaward Sand Beach</i>
5	<i>Seaward Sand Beach</i>
6	<i>Seaward Cobble-Gravel Beach</i>
7	<i>Seaward Fringing Mud Flat</i>
8	<i>Seaward Rocky Shore</i>
9	<i>Seaward Fringing Mud Flat</i>
10	<i>Seaward Fringing Wetland</i>

Desta forma, a atribuição do tipo de costa/ambiente para as células costeiras das grades habitats seguiu a classificação apresentada acima. Para a adequação dos tipos de costa à resolução das grades, quando uma célula é intersectada por mais de um tipo de ambiente costeiro, foi considerado o ambiente mais representativo na costa. Entende-se por mais representativo o ambiente que apresente a maior soma do comprimento das linhas internas à célula.

A seguir, apresenta-se (Figura 9.1.2.3-1) o domínio da grade *habitat* utilizada, com os tipos de costa.

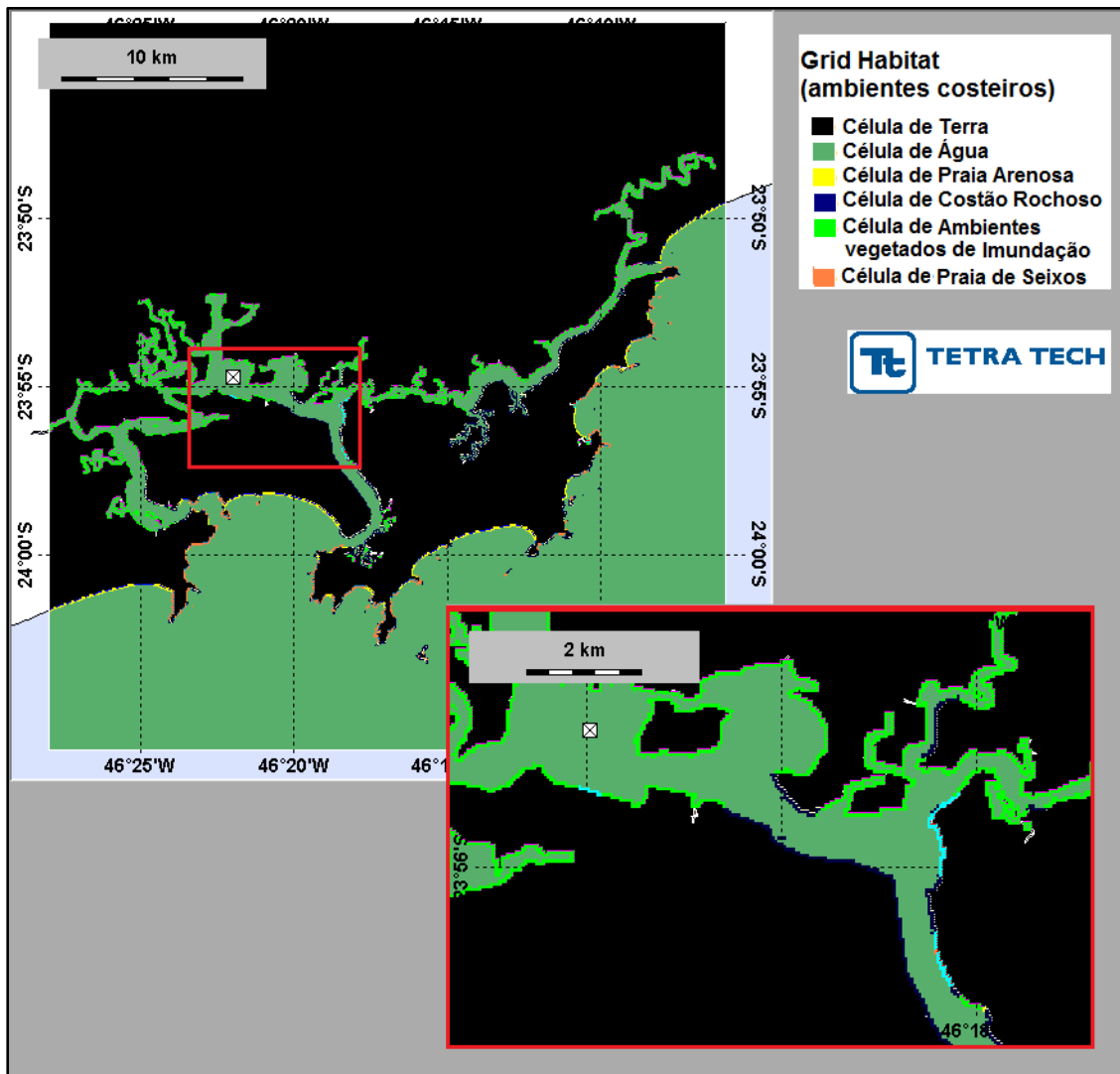


Figura 9.1.2.3-1 - Grade habitat utilizada na modelagem de óleo.

Características do Produto Utilizado

As simulações foram conduzidas considerando o derrame de HFO. Para a definição do mesmo no modelo OSCAR, foi criado um óleo no banco de dados (Tabela 9.1.2.3-6), com base nas informações da ficha FISPQ, fornecida pela Companhia de Gás do Estado de São Paulo (COMGÁS).

Tabela 9.1.2.3-6 - Características do óleo HFO (Heavy Fuel Oil).

PARÂMETRO	VALOR
Nome do petróleo	HFO (Heavy Fuel Oil)
Densidade (g/cm ³) a 20°C	0,9 -1,0
Viscosidade cinemática (50°C)	140 Cst

Fonte: Ficha FISQP da NESTE de 21/12/2017.

Critérios de Parada Adotados nas Simulações

O critério de parada adotado nas simulações foi o tempo de 60 horas. Este é o tempo máximo preconizado no item 2.2 do Anexo III da Resolução do CONAMA nº 398/08 (BRASIL, 2008), para a disponibilização de recursos de contenção/limpeza no local da ocorrência, com valores de CEDRO (Capacidade Efetiva Diária de Recolhimento) iguais a 8.000 m³/dia para Zona Costeira.

Resumo dos Cenários Simulados

As simulações probabilísticas foram realizadas considerando duas condições sazonais, verão (janeiro a março) e inverno (junho a agosto). A Tabela 9.1.2.3-7 apresenta um resumo dos cenários simulados neste estudo.

Para que se pudesse incorporar a variabilidade das forçantes meteorológicas e oceanográficas, foi realizada uma série de 500 simulações. Os instantes iniciais de todo o conjunto de simulações determinísticas que compõem os cenários probabilísticos são definidos automaticamente pelo modelo, através da seleção das datas de início espaçadas regularmente no tempo ao longo do período sazonal definido. Desta forma, em todas as simulações as datas de início não se repetem.

A partir da análise dos cenários probabilísticos, foi identificado os cenários determinísticos mais críticos, considerando o critério de maior extensão de costa atingida pelo óleo em cada sazonalidade.

Tabela 9.1.2.3-7 - Cenários considerados nas simulações probabilísticas de derrame de óleo.

CENÁRIOS	TIPO DE ÓLEO	VOLUME (m ³)	DURAÇÃO DO DERRAME	TEMPO DE SIMULAÇÃO	PERÍODO DE SIMULAÇÃO
COMGAS_VER_60H	HFO	4.450,3	16.388 s	60 horas	Verão (janeiro a março)
COMGAS_INV_60H	HFO	4.450,3	16.388 s	60 horas	Inverno (junho a agosto)

Resultados da Modelagem de Derrame de Óleo

Neste item, são apresentados os resultados das simulações probabilísticas e determinísticas críticas para potenciais derrames de óleo na região do empreendimento.

Cabe ressaltar que as simulações realizadas consideram a trajetória e o intemperismo dos óleos na ausência de medidas de contenção e remoção do mesmo.

Simulações Probabilísticas

O modelo OSCAR foi utilizado para simular os cenários probabilísticos descritos neste documento e produzir as curvas de contorno, demonstrando a probabilidade da presença de óleo em cada ponto da área de estudo.

A Tabela 9.1.2.3-8 apresenta um resumo dos resultados obtidos para os cenários probabilísticos, onde se observam resultados similares entre os dois períodos sazonais contemplados.

No período de verão, calculou-se 81,38 km de extensão na costa com probabilidade de toque, e 24,52 km² de área total na superfície da água com probabilidade de ocorrência de óleo. Para o período de inverno, os valores foram de 80,85 km de extensão de toque na costa e de 24,27 km² de área total na superfície da água.

Tabela 9.1.2.3-8 - Resultados das simulações probabilísticas (extensão da costa com probabilidade de toque e área superficial com probabilidade de ocorrência de óleo na água).

CENÁRIO	EXTENSÃO DE TOQUE NA COSTA (km)	ÁREA TOTAL NA SUPERFÍCIE DA ÁGUA (km ²)
COMGAS_VER_60H	81,38	24,52
COMGAS_INV_60H	80,85	24,27

A seguir, na Tabela 9.1.2.3-9 apresenta-se a taxa média dos balanços de massa para os 500 cenários determinísticos que compuseram os cenários probabilísticos, na forma de uma tabela com os valores médios.

Observa-se novamente resultados similares. Ao final da simulação, em média, restam na superfície da água, aproximadamente, 5,31% (verão) e 3,25% (inverno) do volume total de derrame. Sendo que, em média, a maior parte do óleo se encontra aderida a costa.

Tabela 9.1.2.3-9 - Média da distribuição de massa para os cenários probabilísticos.

CENÁRIOS	SUPERFÍCIE (% média)	COLUNA D'ÁGUA (% média)	COSTA (% média)	EVAPORADO (% média)
COMGAS_VER_60H	5,31	0,02	94,30	0,35
COMGAS_INV_60H	3,25	0,01	96,39	0,33

A seguir, são apresentados os resultados das simulações de forma gráfica com os intervalos de probabilidade e tempo mínimo de deslocamento do óleo na superfície da água e de probabilidade na costa.

Em todas as ilustrações de intervalos de probabilidade de óleo superfície e na margem, o valor correspondente ao limite superior dos intervalos da escala de cores está incluído na classe. Assim, por exemplo, no intervalo de probabilidade de 10-20% estão incluídas as probabilidades superiores a 10% e menores ou iguais a 20%.

O contorno de probabilidade representa a probabilidade de ocorrência de óleo ao longo do período simulado. As ilustrações dos contornos de tempo correspondem ao tempo mínimo de deslocamento de óleo na água calculado (para cada posição da grade) entre todos os cenários determinísticos que compõem o cenário probabilístico. Nestas ilustrações são apresentados os tempos de 2, 6, 12, 36 e 60 horas após o início do derrame, selecionados de acordo com o tempo máximo para a disponibilização de recursos de contenção/limpeza no local da ocorrência da descarga especificados para o pior caso na Resolução do CONAMA nº 398/08 (BRASIL, 2008).

Para melhorar a visualização dos resultados da costa, as figuras probabilísticas de óleo na costa são geradas a partir da intersecção dos resultados do OSCAR com a linha de costa, transformando o resultado de polígono para linha. As escalas de cores adotadas foram selecionadas de forma a permitir uma melhor diferenciação dos intervalos de probabilidade.

Da Figura 9.1.2.3-10 até a Figura 9.1.2.3-17 são apresentados os resultados das simulações probabilísticas de verão e inverno. Os resultados demonstram que, considerando o tempo de até 60 horas após o derrame, o óleo não alcançou a região da Baía de Santos, independentemente do período. Sendo que as maiores probabilidades de ocorrência de óleo na região próxima a Baía de Santos não são superiores a 10%.

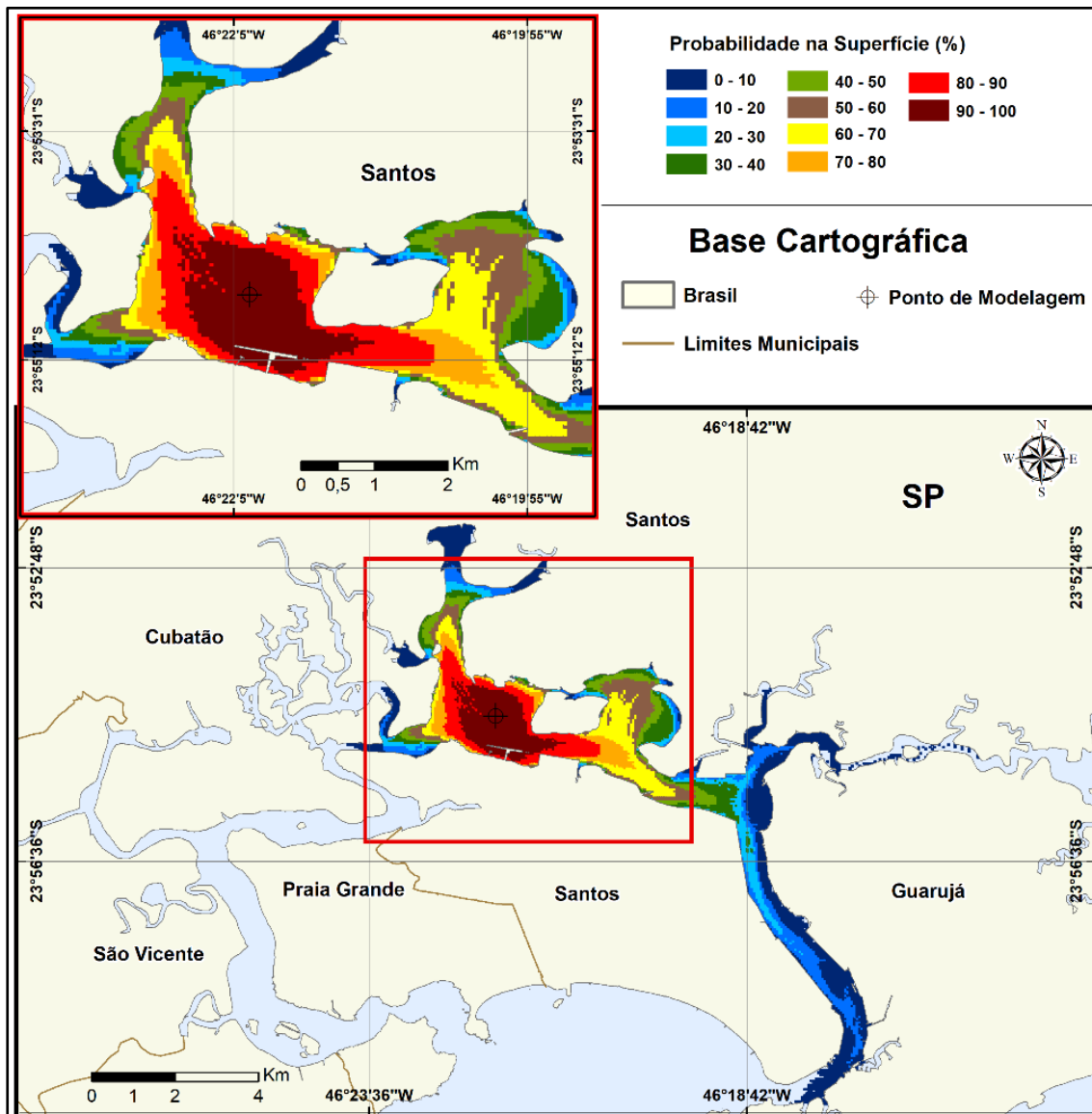


Figura 9.1.2.3-10 - Cenário COMGAS_VER_60H. Contornos de probabilidade de óleo (HFO - Heavy Fuel Oil) na superfície da água para um acidente ocorrendo a partir do rompimento de dois tanques do FSRU, no estuário de Santos, durante o período de verão (janeiro a março), com derrame de 4.450,3 m³ (ao longo de 16.388 segundos) após 60 horas de simulação.

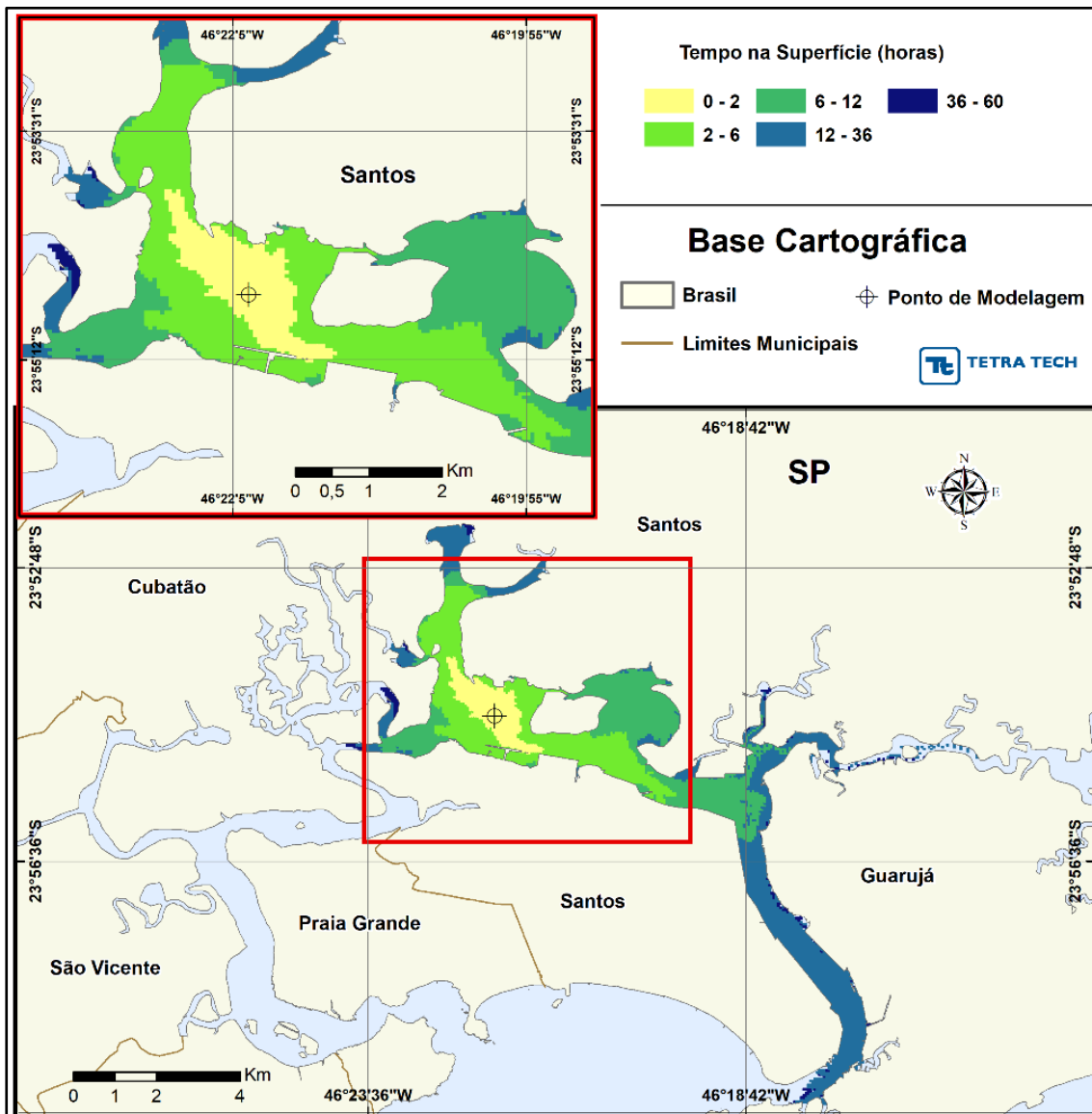


Figura 9.1.2.3-11 - Cenário COMGAS_VER_60H. Contornos do tempo de deslocamento de óleo (HFO - Heavy Fuel Oil) na superfície da água para um acidente ocorrendo a partir do rompimento de dois tanques do FSRU, no estuário de Santos, durante o período de verão (janeiro a março), com derrame de 4.450,3 m³ (ao longo de 16.388 segundos) após 60 horas de simulação.

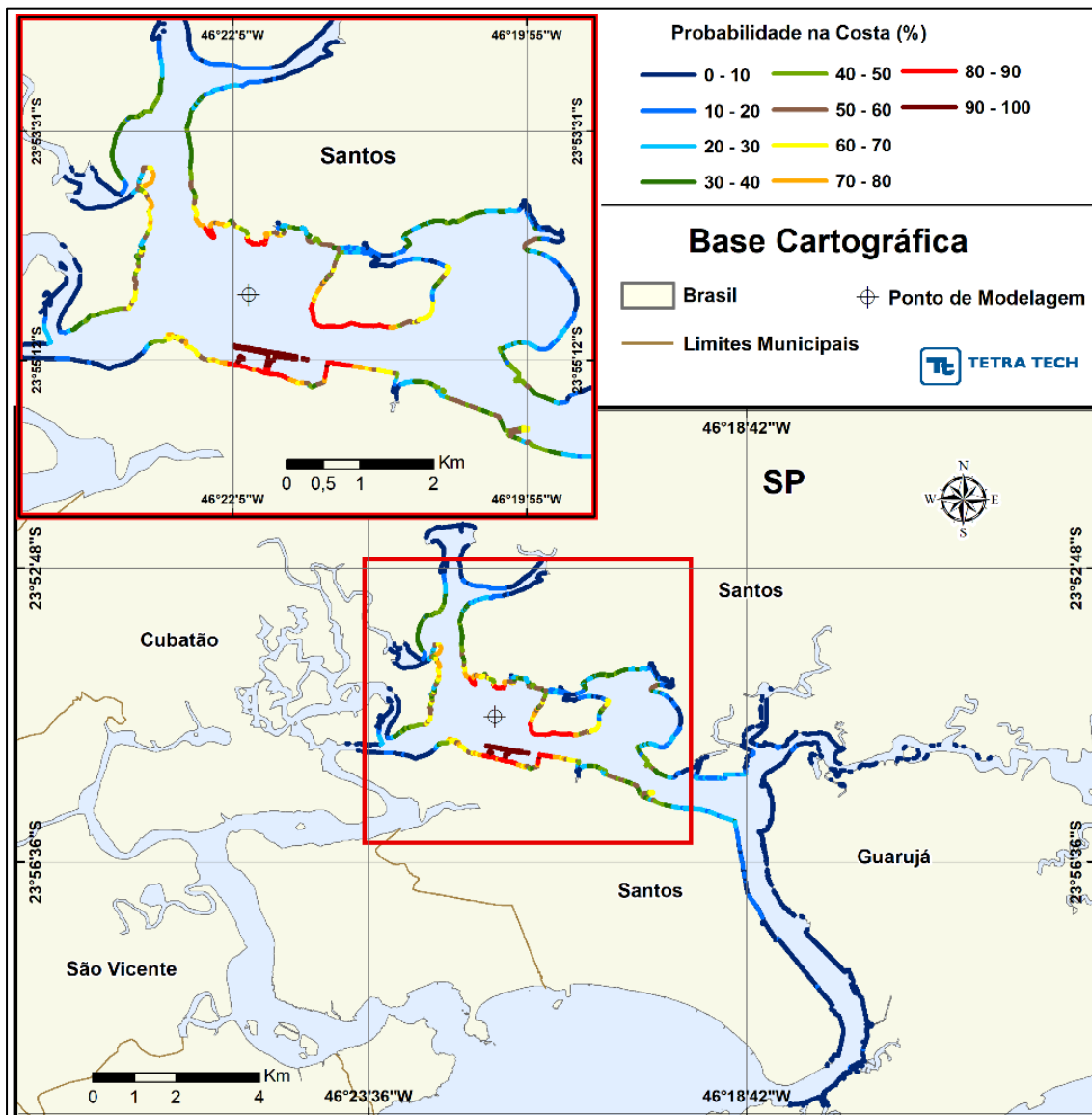


Figura 9.1.2.3-12- Cenário COMGAS_VER_60H. Contornos de probabilidade de (HFO - Heavy Fuel Oil) na costa para um acidente ocorrendo a partir do rompimento de dois tanques do FSRU, no estuário de Santos, durante o período de verão (janeiro a março), com derrame de 4.450,3 m³ (ao longo de 16.388 segundos) após 60 horas de simulação.

A seguir, apresenta-se um resumo dos balanços de massa para os 500 cenários determinísticos que compuseram o cenário probabilístico no período de verão, na forma de um diagrama *boxplot* e tabela com valores mínimo, médio e máximo (9.1.2.3-13).

Observa-se que a retirada do óleo da superfície da água ocorre principalmente pela retenção do óleo na costa. E que ao final da simulação, a média de óleo na superfície é de 5,31% de todo o volume derramado. Porém, pode-se encontrar até cerca de 61% do óleo na superfície ao final da simulação.

Tabela 9.1.2.3-10 - Resumo dos balanços de massa para o cenário probabilístico no período de verão.

	Superfície (%)	Coluna d'água (%)	Costa (%)	Evaporado (%)
Mínimo	0,00	0,00	37,72	0,10
Médio	5,31	0,02	94,30	0,35
Máximo	61,77	0,26	99,89	0,72

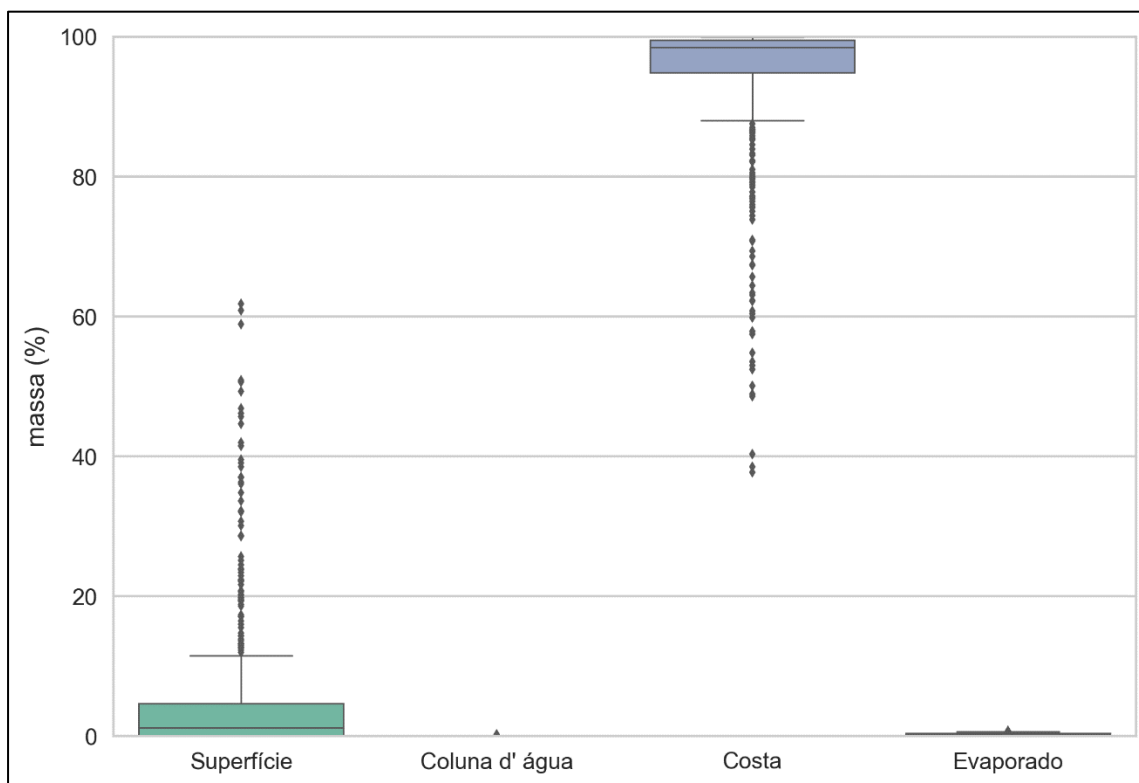


Figura 9.1.2.3-13 - Diagrama boxplot com o resumo dos balanços de massa para o cenário probabilístico, no período de verão (instante final das simulações). Nesta representação, as linhas centrais da caixa correspondem à mediana da porcentagem de massa entre as simulações, os limites das caixas correspondem ao primeiro e terceiro quartis, as linhas aos limites dos valores englobados na média mais dois desvios-padrão, e os pontos os valores acima deste limiar (outliers).

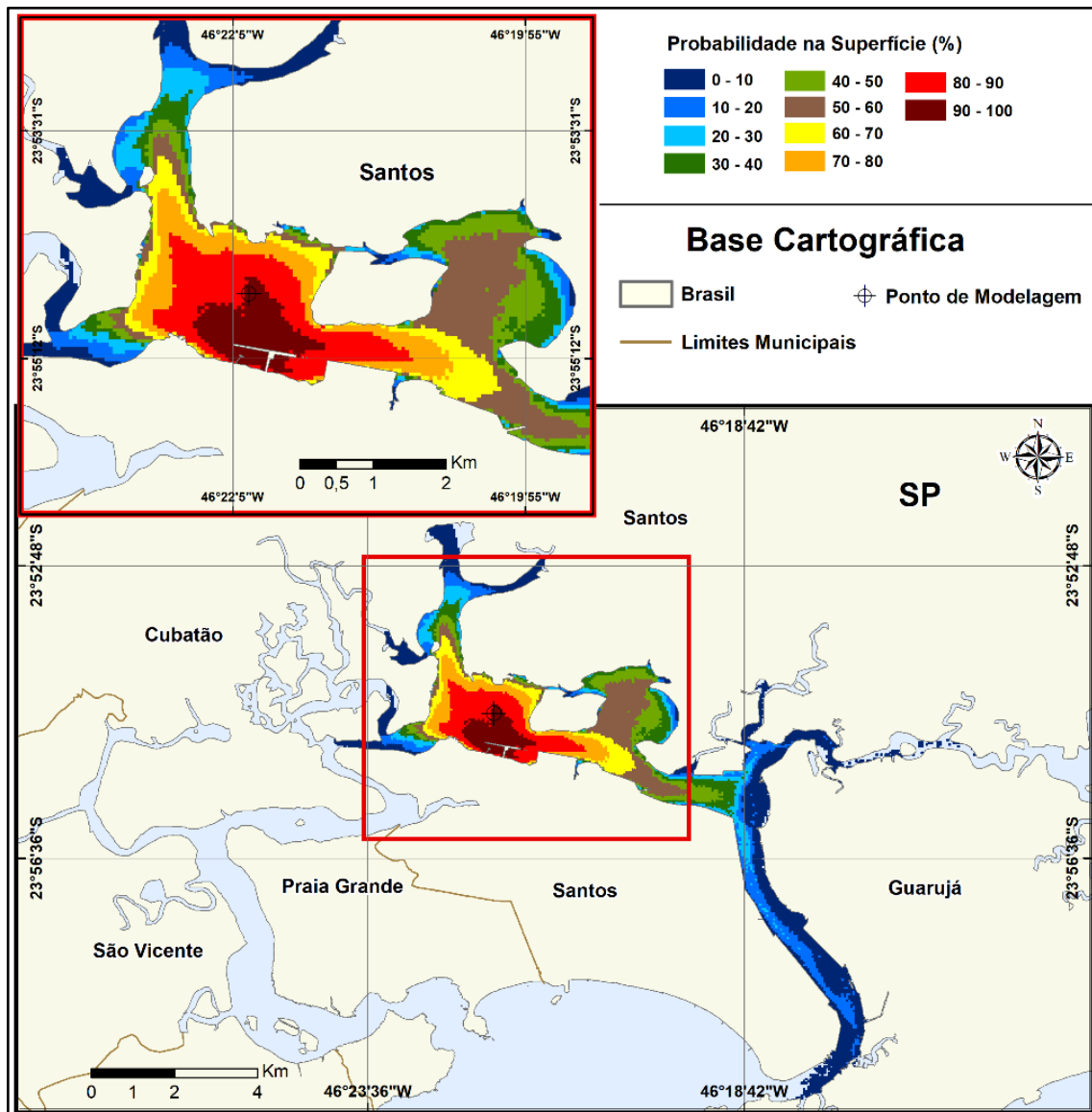


Figura 9.1.2.3-14 - Cenário COMGAS_INV_60H. Contornos de probabilidade de óleo (HFO - Heavy Fuel Oil) na superfície da água para um acidente ocorrendo a partir do rompimento de dois tanques do FSRU, no estuário de Santos, durante o período de inverno (junho a agosto), com derrame de 4.450,3 m³ (ao longo de 16.388 segundos) após 60 horas de simulação.

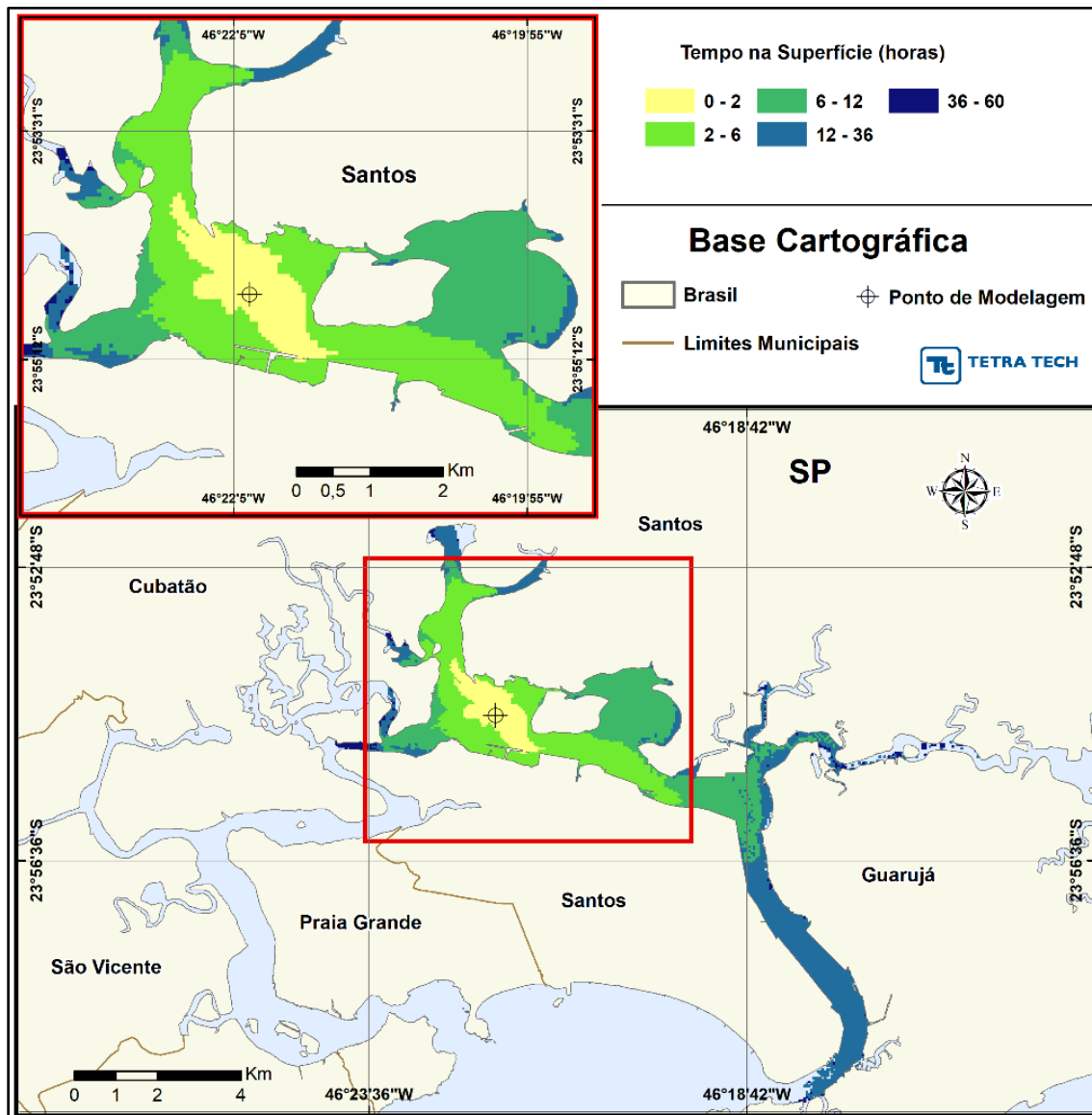


Figura 9.1.2.3-15 - Cenário COMGAS_INV_60H. Contornos do tempo de deslocamento de óleo (HFO - Heavy Fuel Oil) na superfície da água para um acidente ocorrendo a partir do rompimento de dois tanques do FSRU, no estuário de Santos, durante o período de inverno (junho a agosto), com derrame de 4.450,3 m³ (ao longo de 16.388 segundos) após 60 horas de simulação.

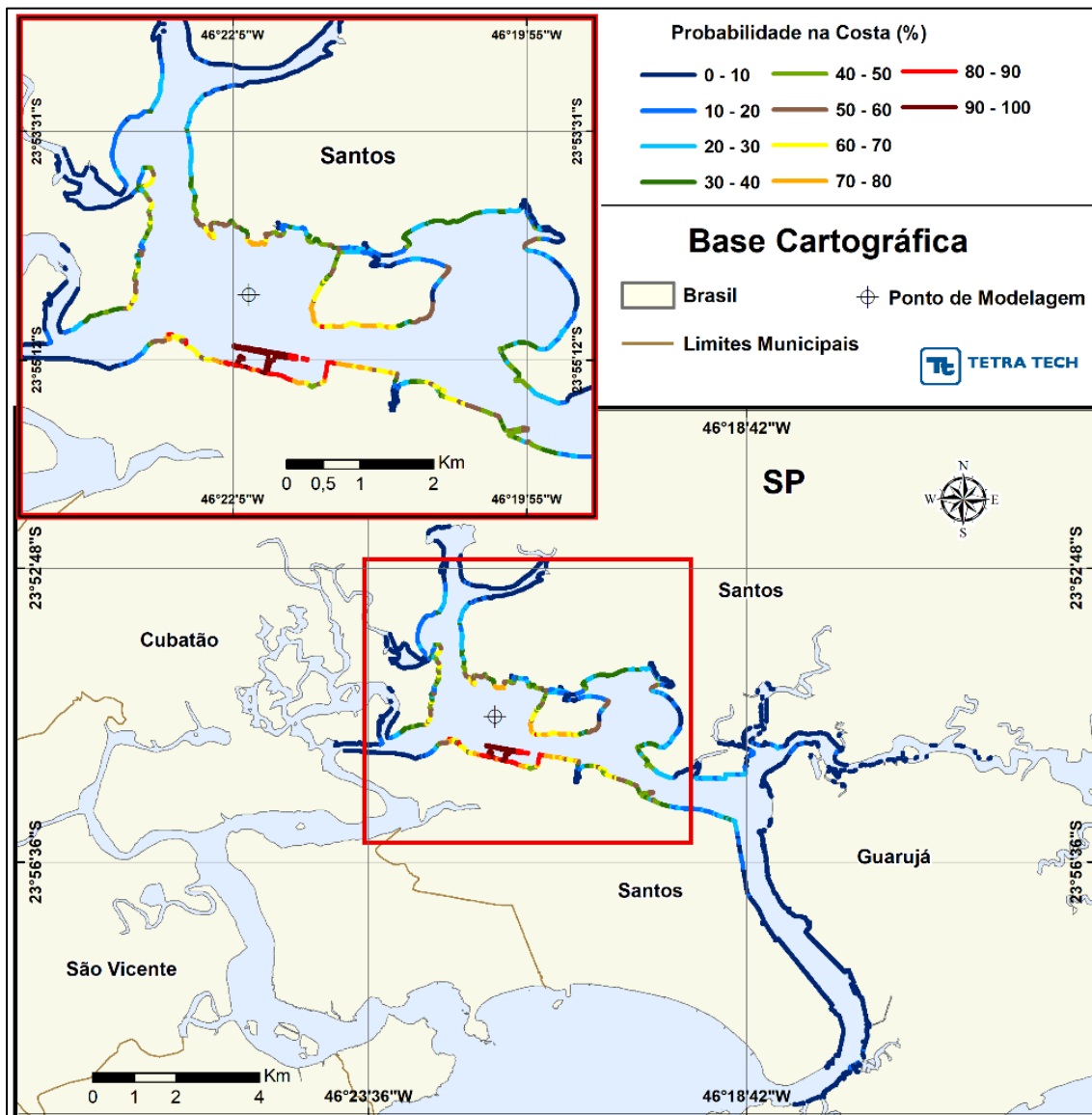


Figura 9.1.2.3-16 - Cenário COMGAS_INV_60H. Contornos de probabilidade de óleo (HFO - Heavy Fuel Oil) na costa para um acidente ocorrendo a partir do rompimento de dois tanques do FSRU, no estuário de Santos, durante o período de inverno (junho a agosto), com derrame de 4.450,3 m³ (ao longo de 16.388 segundos) após 60 horas de simulação.

A seguir, apresenta-se um resumo dos balanços de massa para os 500 cenários determinísticos que compuseram o cenário probabilístico no período de inverno, na forma de um diagrama *boxplot* e tabela com valores mínimo, médio e máximo (9.1.2.3-11).

Observa-se, novamente, que a retirada do óleo na água ocorre principalmente pela retenção do óleo na costa (margem). E que ao final da simulação, apesar de a média de óleo na superfície da água ser baixa, cerca de 3% de todo o volume de derrame, pode-se encontrar, em alguns casos, até aproximadamente 64% do volume de derramado de óleo na superfície da água.

Tabela 9.1.2.3-11 - Resumo dos balanços de massa para o cenário probabilístico com derrame de volume de pior caso no período de inverno.

	Superfície (%)	Coluna d'água (%)	Costa (%)	Evaporado (%)
Mínimo	0,00	0,00	35,24	0,11
Médio	3,25	0,01	96,39	0,33
Máximo	64,13	0,11	99,87	0,65

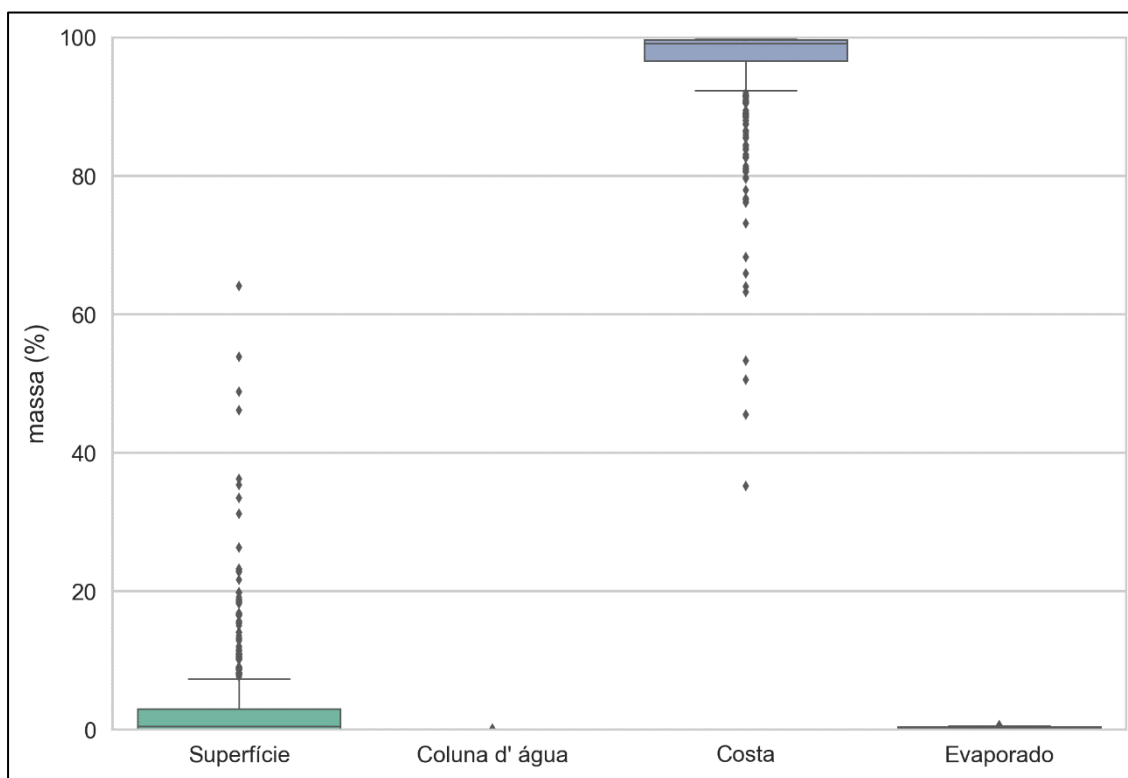


Figura 9.1.2.3-17 - Diagrama boxplot com o resumo dos balanços de massa para o cenário probabilístico com derrame de volume de pior caso no período de inverno (instante final das simulações). Nesta representação, as linhas centrais da caixa correspondem à mediana da porcentagem de massa entre as simulações, os limites das caixas correspondem ao primeiro e terceiro quartis, as linhas aos limites dos valores englobados na média mais dois desvios-padrão, e os pontos os valores acima deste limiar (outliers).

Simulações Determinísticas Críticas

A análise dos resultados das simulações probabilísticas realizadas permitiu identificar os cenários determinísticos críticos para as condições de maior extensão de costa atingida pelo óleo dentre todas as 500 simulações realizadas que compuseram os resultados probabilísticos de pior caso de cada período.

As simulações foram reproduzidas individualmente no modo determinístico do OSCAR e os resultados obtidos são apresentados, a seguir, na forma de ilustração da evolução temporal ao longo de 2, 6, 12 e 60 horas após o início do derrame em conjunto com uma linha (em vermelho) que representa região de costa atingida pelo óleo.

Também apresenta-se um gráfico com o balanço de massa (óleo na superfície, na costa, evaporado, na coluna d'água) para cada uma das simulações determinísticas.

A Tabela 9.1.2.3-12 apresenta um resumo dos cenários determinísticos críticos de maior extensão de costa com toque de óleo de cada sazonalidade. A maior extensão de costa com toque de óleo foi de 31,29 km no período de verão e 37,49 km no período de inverno.

Os resultados também indicaram que o volume final de óleo na costa, corresponde à praticamente todo o volume de derrame (4.450,3 m³), sendo de 4.436,51 m³ no verão e 4.433,84 m³ no inverno.

Tabela 9.1.2.3-12 - Resumo dos cenários determinísticos críticos simulados.

CENARIOS	DATA DE INÍCIO DA SIMULAÇÃO	EXTENSÃO DE TOQUE NA COSTA (km)	VOLUME FINAL DE ÓLEO NA COSTA (m ³)
DET_COMGAS_VER_60H	04/02/2015 07h00min	31,29	4.463,51
DET_COMGAS_INV_60H	18/08/2015 18h00min	37,49	4.433,84

OBS: o volume de óleo final à costa é calculado com base na porcentagem do balanço de massa e volume inicial de derrame.

Da Figura 9.1.2.3-18 a Figura 9.1.2.3-21 são apresentadas as figuras dos resultados dos cenários determinísticos de verão e de inverno.

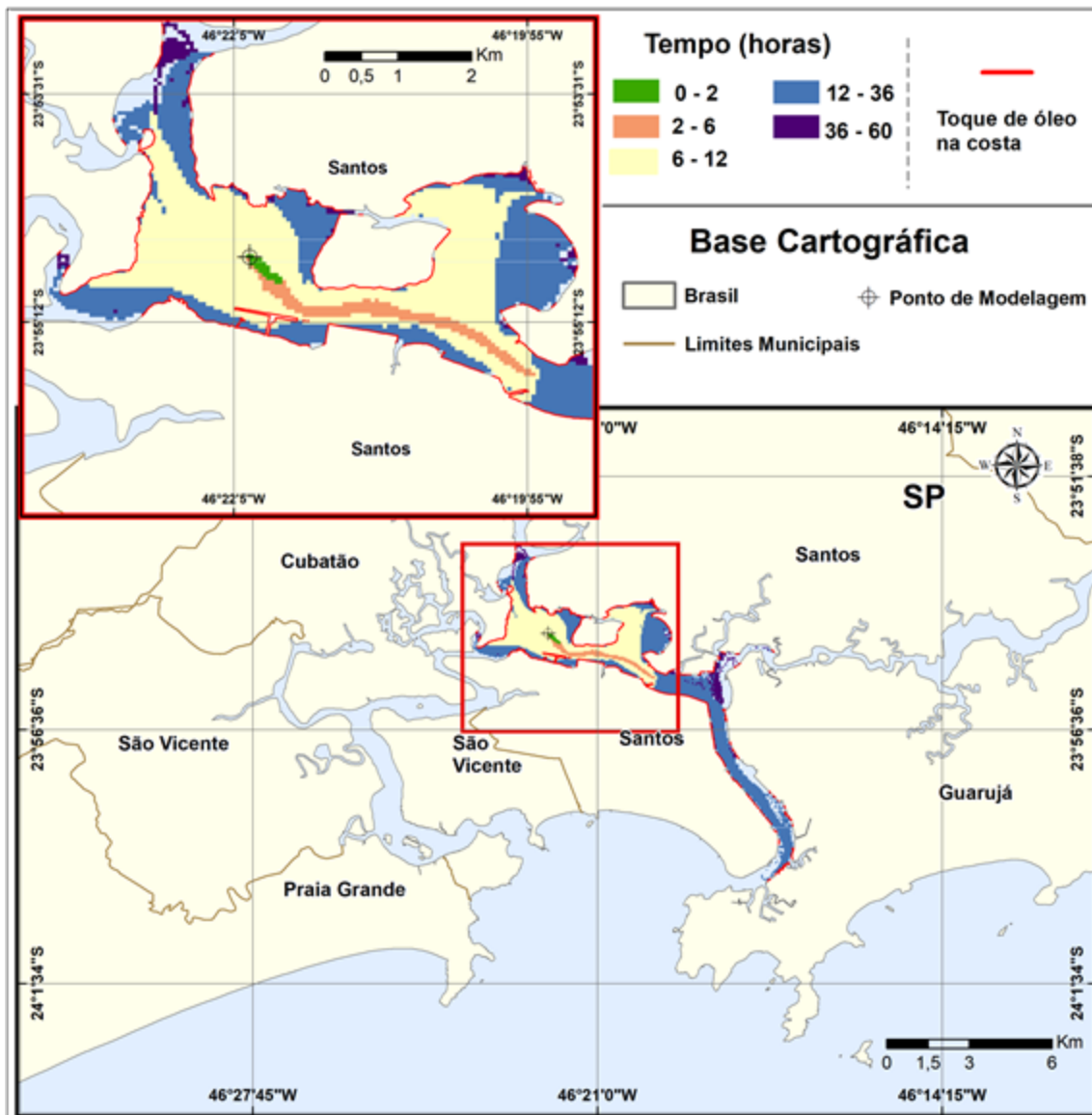


Figura 9.1.2.3-18 - Cenário DET_COMGAS_VER_60H. Contorno da evolução temporal da mancha de óleo (HFO - Heavy Fuel Oil) na superfície da água, para o cenário determinístico crítico de maior extensão de costa com toque de óleo, com um derrame de 4.450,3 m³ (ao longo de 16.388 segundo), após 60h de simulação, durante o período de verão.

O gráfico de balanço de massa apresentado, a seguir, demonstra que, ao final da simulação determinística mais crítica do período de verão, restam na superfície cerca 0,31% de volume total de derrame e 99,69% encontra-se retido na costa.

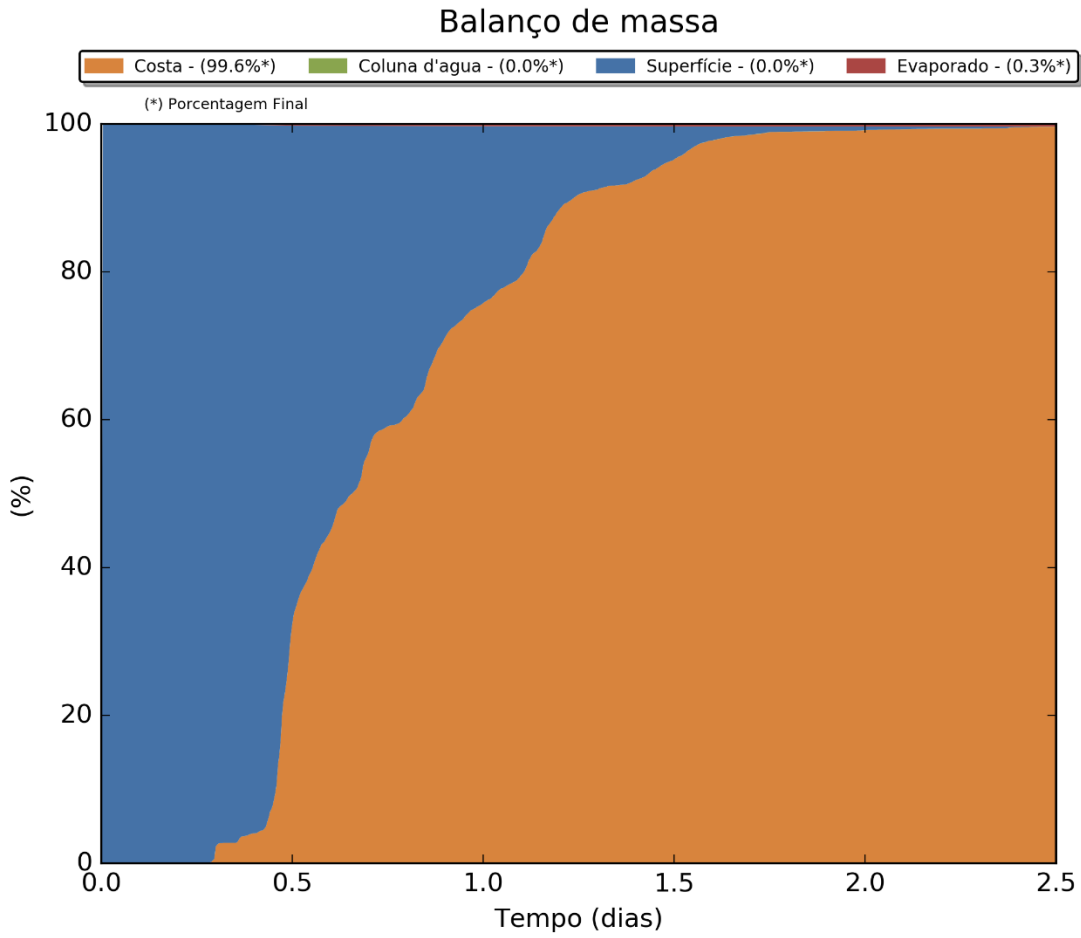


Figura 9.1.2.3-19 - Cenário DET_COMGAS_VER_60H: Balanço de massa.

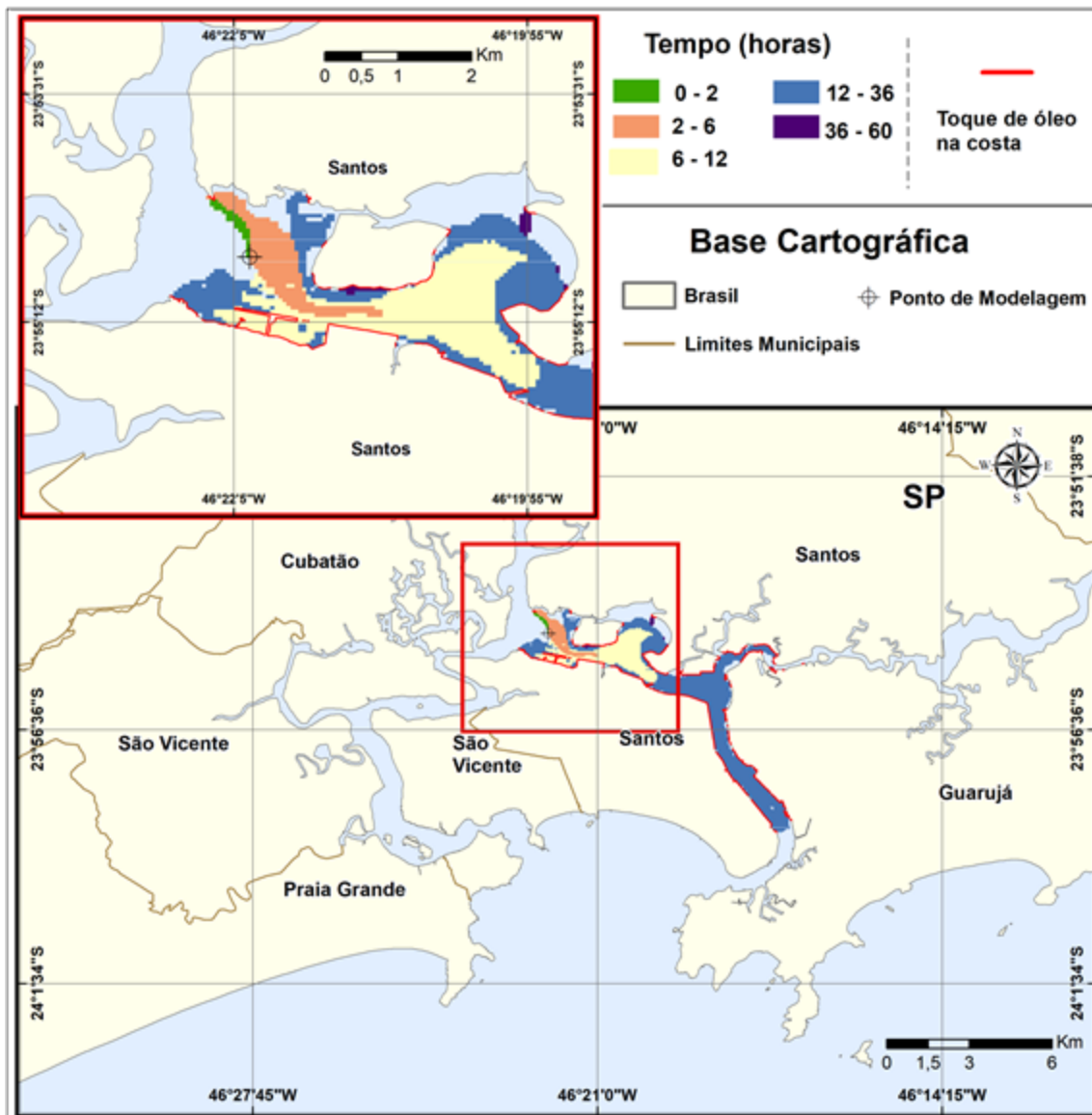


Figura 9.1.2.3-20 - Cenário DET_COMGAS_INV_60H. Contorno da evolução temporal da mancha óleo (HFO - Heavy Fuel Oil) na superfície da água, para o cenário determinístico crítico de maior extensão de costa com toque de óleo, com um derrame de 4.450,3 m³ (ao longo de 16.388 segundo), após 60h de simulação, durante o período de inverno.

O gráfico de balanço de massa apresentado, a seguir, demonstra que, ao final desta simulação determinística mais crítica do período de inverno, restam na superfície cerca de 0,37% de todo o volume derramado e 99,63% fica retido na costa.

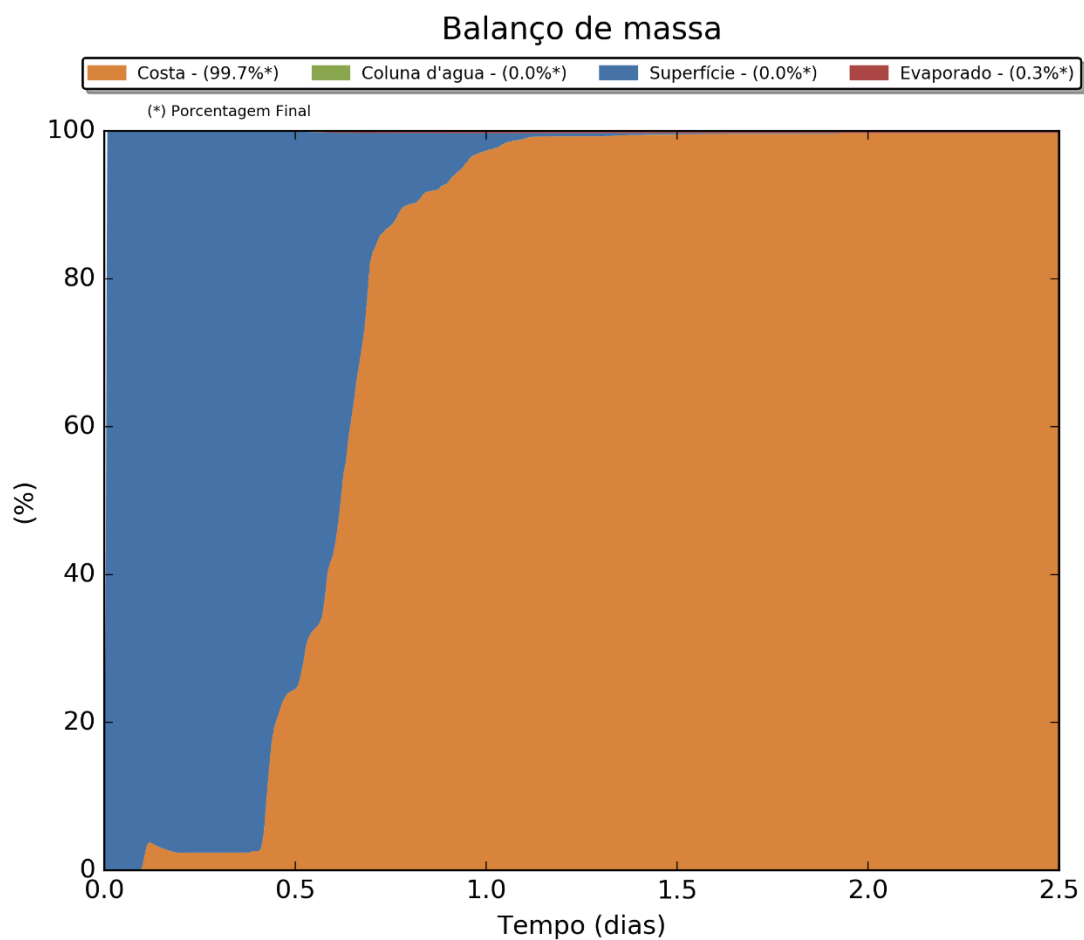


Figura 9.1.2.3-21 - Cenário DET_COMGAS_INV_60H: Balanço de massa.

9.1.3. Qualidade do Ar/Emissões Atmosféricas

Este diagnóstico tem por objetivo caracterizar a qualidade do ar na região de implantação do empreendimento e também quantificar a inclusão das novas fontes emissoras de poluentes. Sua apresentação é organizada inicialmente com a apresentação da legislação vigente, seguida pela caracterização dos parâmetros de qualidade do ar na AID, e finalmente com a quantificação das emissões atmosféricas das novas fontes.

9.1.3.1. Legislação

No estado de São Paulo os padrões primários de qualidade do ar são fixados pela Resolução Conama nº 03 de 1990 e Decreto Estadual nº 59.113 de 2013.

A Resolução Conama 03/90 define padrões primários de qualidade do ar como as concentrações de poluentes que, se ultrapassadas, poderão afetar a saúde da população, e padrões secundários como as concentrações de poluentes abaixo das quais se prevê o mínimo dano à fauna, flora, materiais e ao meio ambiente em geral. A Tabela 9.1.3.1-1 apresenta os padrões de qualidade do ar definidos em nível nacional pela Resolução Conama nº 03 de 1990.

Tabela 9.1.3.1-1: Padrões de qualidade do ar definidos na Resolução CONAMA 03/90 (CONAMA, 1990).

Poluente	Período de amostragem	Padrão primário (µg/m³)	Padrão secundário (µg/m³)
Partículas totais em suspensão (PTS)	24 horas ¹	240	150
	MGA ²	80	60
Partículas inaláveis (PI)	24 horas ¹	150	150
	MAA ³	50	50
Fumaça (FMC)	24 horas ¹	150	100
	MAA ³	60	40
Dióxido de enxofre (SO ₂)	24 horas ¹	365	100
	MAA ³	80	40
Dióxido de nitrogênio (NO ₂)	1 hora	320	190
	MAA ³	100	100
Monóxido de carbono (CO)	1 hora ¹	40.000 (35 ppm)	40.000 (35 ppm)
	8 horas ¹	10.000 (9 ppm)	10.000 (9 ppm)
Ozônio (O ₃)	1 hora ¹	160	160

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

(2) MGA - Média geométrica anual.

(3) MAA - Média aritmética anual.

O Decreto Estadual 59.113/13 estabelece critérios para adoção de padrões de qualidade do ar nos municípios de Estado de São Paulo em função da classificação dos atuais níveis de qualidade do ar, e estabelece critérios de emissões atmosféricas para fontes novas/ampliação para licenças concedidas a partir de 23/04/2013.

No Decreto Estadual 59.113/13 são utilizados critérios para qualidade do ar dados a partir metas intermediárias (MI1, MI2 e MI3) e padrões finais (PF). Desta forma, o artigo 9º do Decreto Estadual 59.113/2013 estabelece os padrões de qualidade do ar para todo o território do Estado de São Paulo apresentados na Tabela 9.1.3.1-2.

Tabela 9.1.3.1-2: Padrões de qualidade do ar definidos no Decreto Estadual 59.113/2013.

Poluente	Período de amostragem	Padrões de qualidade do ar			
		MI1	MI2	MI3	PF
Dióxido de enxofre (SO ₂)	Concentrações médias de 24 horas	60 µg/m ³	40 µg/m ³	30 µg/m ³	20 µg/m ³
	Concentrações médias aritméticas anuais	40 µg/m ³	30 µg/m ³	20 µg/m ³	-
Material Particulado MP10 (inalável)	Concentrações médias de 24 horas	120 µg/m ³	100 µg/m ³	75 µg/m ³	50 µg/m ³
	Concentrações médias aritméticas anuais	40 µg/m ³	35 µg/m ³	30 µg/m ³	20 µg/m ³
Material Particulado MP2,5 (inalável fino)	Concentrações médias de 24 horas	60 µg/m ³	50 µg/m ³	37 µg/m ³	25 µg/m ³
	Concentrações médias aritméticas anuais	20 µg/m ³	17 µg/m ³	15 µg/m ³	10 µg/m ³
Partículas Totais em Suspensão (PTS)	Concentrações médias de 24 horas	240 µg/m ³			
	Concentrações médias geométricas anuais	80 µg/m ³			
Fumaça (FMC)	Concentrações médias de 24 horas	120 µg/m ³	100 µg/m ³	75 µg/m ³	50 µg/m ³
	Concentrações médias aritméticas anuais	40 µg/m ³	35 µg/m ³	30 µg/m ³	20 µg/m ³

Poluente	Período de amostragem	Padrões de qualidade do ar			
		MI1	MI2	MI3	PF
Dióxido de nitrogênio (NO ₂)	Concentrações médias de 1 hora	260 µg/m ³	240 µg/m ³	220 µg/m ³	200 µg/m ³
	Concentrações médias aritméticas anuais	60 µg/m ³	50 µg/m ³	45 µg/m ³	40 µg/m ³
Ozônio (O ₃)	Concentrações médias de 8 horas	140 µg/m ³	130 µg/m ³	120 µg/m ³	100 µg/m ³

Para efeito de licenciamento de ampliação ou de novas fontes de emissão de poluentes atmosféricos, deve ser verificada a classificação do município, o poluente que determina essa classificação e as emissões que serão adicionadas com o novo empreendimento ou ampliação de um existente (REF) e, a partir de então, atender às determinações dos artigos 11º e 12º do Decreto Estadual 59.113/2013

O município de Santos, onde está prevista a instalação do terminal, apresenta a seguinte classificação, conforme CETESB (2016):

- MP (material particulado): >M1 (maior que M1)
- NO₂ (dióxido de nitrogênio): PF
- SO₂ (dióxido de enxofre): M2
- O₃ (ozônio): M2

O artigo 12º do Decreto Estadual 59.113/2013 estabelece os valores limiares para o total de emissões adicionadas como:

- MP (material particulado): 100 t/ano
- NO_x (óxidos de nitrogênio): 40 t/ano
- COV, não-CH₄ (compostos orgânicos voláteis, exceto metano): 40 t/ano
- SO_x (óxidos de enxofre): 250 t/ano

No caso de serem atingidos os limiares descritos acima para novas fontes de poluição, ou no caso da ampliação das já existentes, o artigo 11º do Decreto Estadual 59.113/2013 determina que:

- (i) Em regiões classificadas como Maior que MI1 é obrigatória a compensação em 110% (cento e dez por cento) das emissões atmosféricas a serem adicionadas dos poluentes que causaram essa classificação (conforme estabelecido no artigo 13º) e a implantação da tecnologia mais eficiente no controle das emissões, a qual deverá proporcionar os menores níveis de emissão atingíveis para o(s) poluente(s) que causou(ram) a

classificação. No município de Santos esta categoria se aplica somente ao material particulado.

- (ii) Em sub-regiões com as demais classificações (M1, M2, M3 ou PF) é obrigatória a utilização de sistemas de controle de poluição do ar baseados na melhor tecnologia prática disponível para processos produtivos e para equipamentos de controle, quando necessário, bem como a comprovação por modelo matemático (excetuando o ozônio) que não modificará a classificação atual da área de influência do empreendimento considerando a contribuição da fonte nova ou ampliação das existentes. No município de Santos esta categoria se aplica ao NO_x , SO_x e O_3 .

9.1.3.2. Caracterização da Qualidade do Ar

Para a caracterização da qualidade do ar na AID foram avaliadas as concentrações dos compostos NO_2 , SO_2 , material particulado inalável (MP10) e ozônio (O_3).

A seguir são apresentadas as concentrações registradas no período referente aos últimos 3 anos (2015 a 2017) medidos nas estações da CETESB localizadas no domínio da AID, sendo estas Santos, Santos - Ponta da Praia e Cubatão - Cento. Os dados foram obtidos através do portal QUALAR, por meio de relatórios de dados diários.

Na Figura 9.1.3.2-1 são apresentadas as séries dos maiores valores diários de NO_2 (médias horárias) nas estações analisadas nos últimos 3 anos, e na Tabela 9.1.3.2-1 os valores de média aritmética anual, 1ª e 2ª concentrações máximas anuais e concentração mínima anual, bem como o número de dias avaliados no ano (dados válidos) e o número de ultrapassagens do padrão de qualidade do ar. Desta forma observa-se que nos últimos 3 anos as concentrações de NO_2 permaneceram bastante abaixo do padrão de qualidade do ar de $260 \mu\text{g}/\text{m}^3$ em todas as estações.

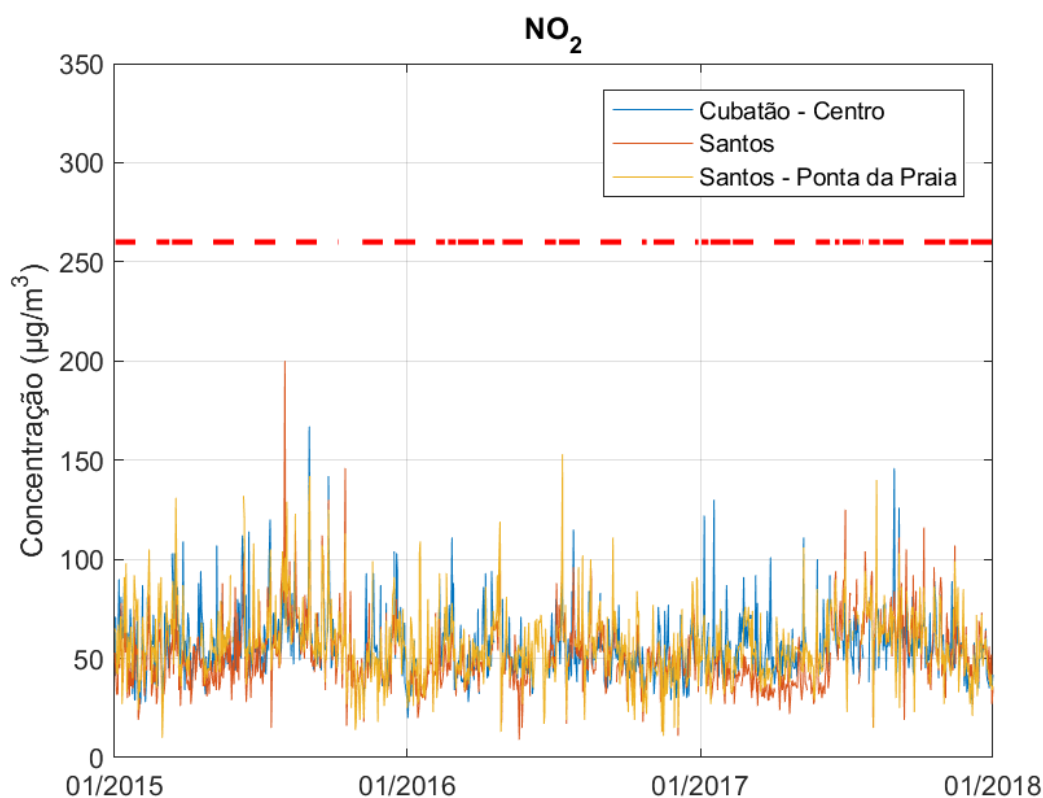


Figura 9.1.3.2-1: Maiores valores diários de NO₂ medidos nas estações da CETESB localizadas na AID nos últimos 3 anos. Padrão de qualidade do ar 260 µg/m³ (concentração média em 1 hora).

Tabela 9.1.3.2-1: Valores anuais das concentrações de NO₂ medidas nas estações da CETESB localizadas na AID.

Estação	Ano	Média Aritmética	1ª Máxima	2ª Máxima	Mínima	N. dias	Total de Ultrapassagens
Cubatão - Centro	2015	33	85	74	7	310	0
	2016	26	101	71	4	316	0
	2017	25	59	57	5	359	0
Santos	2015	25	56	55	6	349	0
	2016	19	49	47	5	361	0
	2017	19	47	38	4	359	0
Santos - Ponta da Praia	2015	38	102	101	7	335	0
	2016	31	94	79	6	353	0
	2017	25	79	65	4	356	0

Para o parâmetro SO₂ não são monitorados dados na estação de Santos, de forma que são avaliadas somente as estações Cubatão - Centro e Santos - Ponta da Praia, conforme apresentado a seguir através da série de concentrações médias diárias na Figura 9.1.3.2-2 e valores anuais (média aritmética, 1ª e 2ª concentrações máximas, concentração mínima, número de dias avaliados e total de ultrapassagens do padrão) na Tabela 9.1.3.2-2. Nota-se que as concentrações na estação Santos - Ponta da Praia permanecem abaixo do padrão de 120 µg/m³ (média em 24 horas), enquanto na estação Cubatão - Centro foram registradas 2 ultrapassagens do padrão, sendo ambas no ano de 2015.

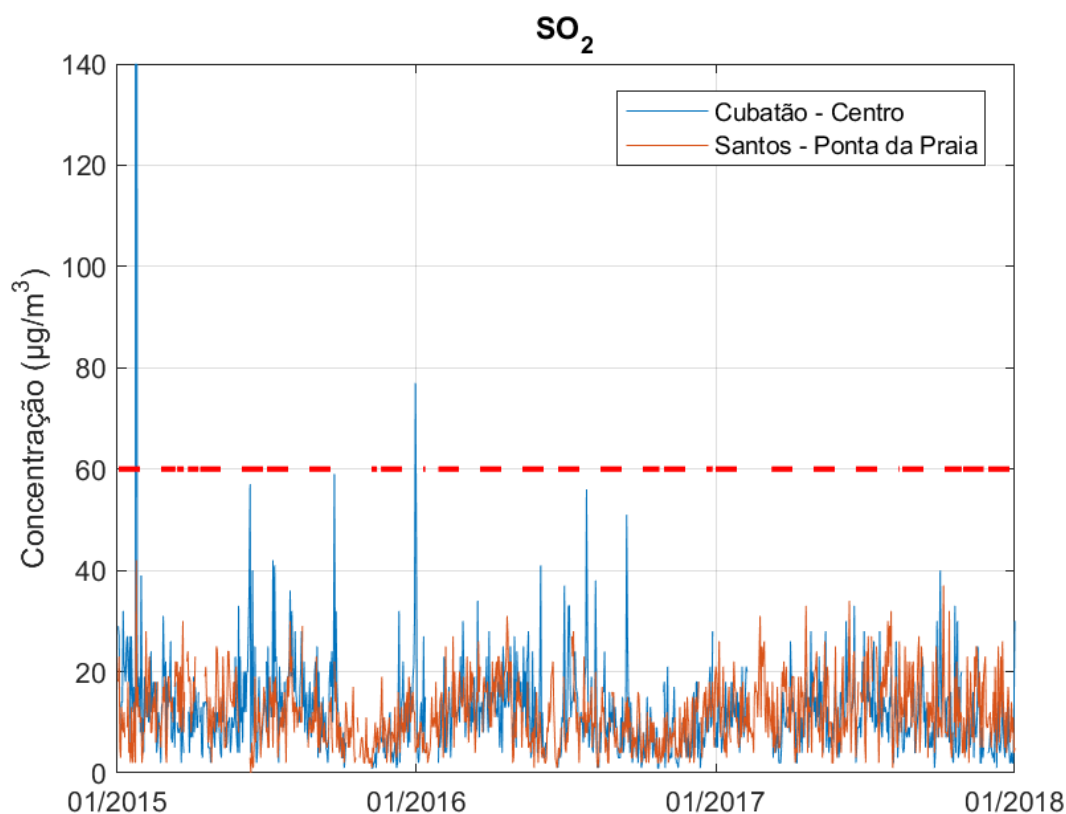


Figura 9.1.3.2-2: Valores médios diários de SO₂ medidos nas estações da CETESB localizadas na AID nos últimos 3 anos. Padrão de qualidade do ar 60 µg/m³ (concentração média em 24 horas).

Tabela 9.1.3.2-2: Valores anuais das concentrações médias diárias de SO₂ medidas nas estações da CETESB localizadas na AID.

Estação	Ano	Média Aritmética	1ª Máxima	2ª Máxima	Mínima	N. dias	Total de Ultrapassagens
Cubatão – Centro	2015	17	1260	77	1	324	2
	2016	11	56	51	1	331	0
	2017	11	40	33	1	328	0
Santos – Ponta da Praia	2015	11	42	30	0	323	0
	2016	10	31	28	1	352	0
	2017	13	37	34	1	351	0

Com relação ao material particulado, avaliado através do parâmetro MP10 (partículas inaláveis), observa-se as concentrações levemente mais elevadas na estação Santos do que nas demais estações. Porém, todas permanecem abaixo do padrão de ar 120 µg/m³ (concentração média em 24 horas), não sendo registradas ultrapassagens do mesmo nos últimos 3 anos. As séries de valores médios diários de material particulado MP10 são apresentadas na Figura 9.1.3.2-3, e as estatísticas anuais para cada uma das 3 estações na Tabela 9.1.3.2-3.

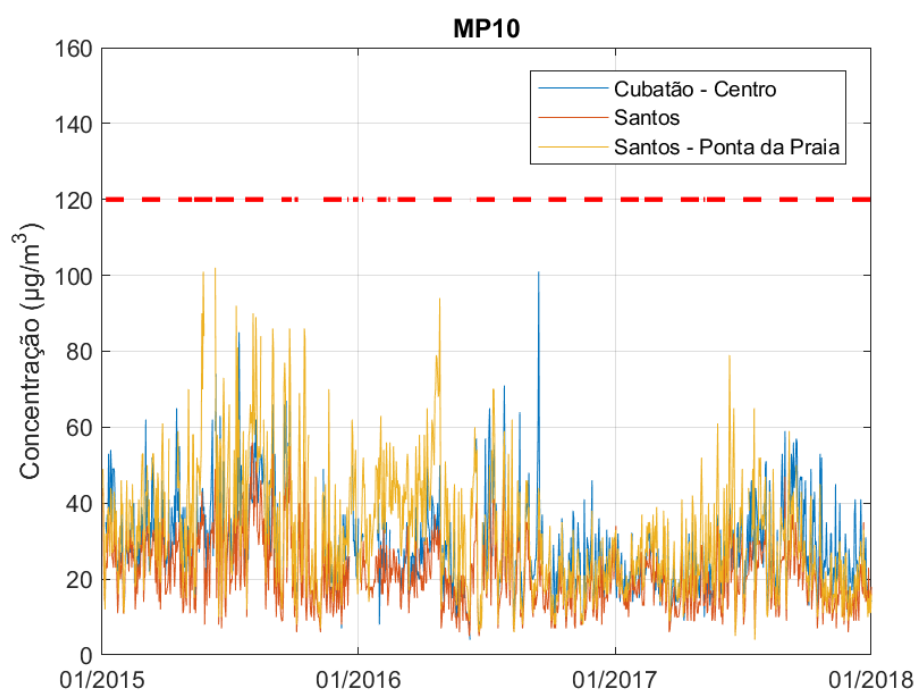


Figura 9.1.3.2-3: Valores médios diários de material particulado (partículas inaláveis - MP10) medidos nas estações da CETESB localizadas na AID nos últimos 3 anos. Padrão de qualidade do ar 120 µg/m³ (concentração média em 24 horas).

Tabela 9.1.3.2-3: Valores anuais das concentrações médias diárias de material particulado (partículas inaláveis - MP10) medidas nas estações da CETESB localizadas na AID.

Estação	Ano	Média Aritmética	1ª Máxima	2ª Máxima	Mínima	N. dias	Total de Ultrapassagens
Cubatão – Centro	2015	33	85	74	7	310	0
	2016	26	101	71	4	316	0
	2017	25	59	57	5	359	0
Santos	2015	25	56	55	6	349	0
	2016	19	49	47	5	361	0
	2017	19	47	38	4	359	0
Estação	Ano	Média Aritmética	1ª Máxima	2ª Máxima	Mínima	N. dias	Total de Ultrapassagens
Santos – Ponta da Praia	2015	38	102	101	7	335	0
	2016	31	94	79	6	353	0
	2017	25	79	65	4	356	0

Os dados do monitoramento de ozônio nos últimos 3 anos são apresentados na Figura 9.1.3.2-4 e Tabela 9.1.3.2-4, onde são apresentados respectivamente as séries temporais (maiores valores de média móvel de 8 horas do dia) e estatísticas anuais nas estações localizadas na AID. As concentrações de ozônio apresentam os maiores valores na estação Cubatão - Centro, seguida por Santos - Ponta da Praia. A estação Cubatão Centro registrou um total de 10 ultrapassagens do padrão (140 µg/m³ concentração média em 8 horas) nos últimos 3 anos, enquanto as estações de Santos e Santos - Ponta da Praia registraram 1 ultrapassagem cada, ambas no ano de 2015.

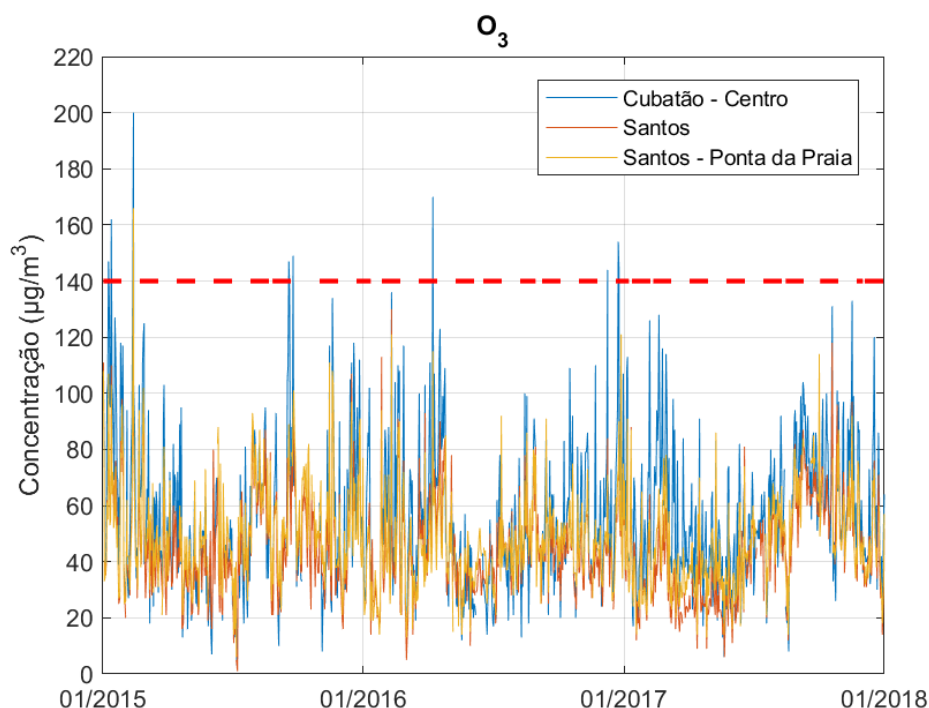


Figura 9.1.3.2-4: Maiores valores de média móvel de 8 horas do dia de ozônio (O₃) medidos nas estações da CETESB localizadas na AID nos últimos 3 anos. Padrão de qualidade do ar 140 µg/m³ (concentração média em 8 horas).

Tabela 9.1.3.2-4: Valores anuais das concentrações médias em 8 horas de ozônio (O₃) medidas nas estações da CETESB localizadas na AID.

Estação	Ano	Média Aritmética	1ª Máxima	2ª Máxima	Mínima	N. dias	Total de Ultrapassagens
Cubatão - Centro	2015	57	200	162	3	339	6
	2016	54	170	154	12	334	4
	2017	57	133	131	6	357	0
Santos	2015	48	159	111	1	348	1
	2016	45	130	113	5	350	0
	2017	44	118	99	6	351	0
Santos - Ponta da Praia	2015	54	166	111	6	332	1
	2016	46	121	121	13	341	0
	2017	47	114	92	13	324	0

9.1.3.3. Emissões Atmosféricas

Foram identificados como fontes fixas de poluição atmosférica os geradores de energia elétrica para operação do FSRU. Ressalta-se que, em função da temperatura da água no local de implantação do terminal, está prevista a operação do FSRU somente em ciclo aberto, de forma que a GCU (*Gas Combustion Unit*) não deverá ser utilizada. É prevista a operação dos geradores 8760 horas ao ano (sem paradas) utilizando somente gás natural como combustível, conforme informado pelo empreendedor.

Para a estimativa das emissões atmosféricas foram fornecidos pelo empreendedor os seguintes parâmetros:

- Poder Calorífico Superior (PCS) do Gás Natural: 39.386 kJ/m³
- Densidade do Gás Natural: 0,81 kg/m³
- Consumo de Gás Natural pelos geradores: 2.083 kg/h
- Potência: 8.148 kW

A seguir é apresentada a memória de cálculo para as taxas de emissão E (kg/h), obtidas para cada poluente como:

$$E = A * FE$$

onde A é a taxa de atividade (kW) e FE é o fator de emissão para cada poluente (kg/kWh)

Os fatores de emissão (FE) foram obtidos através do protocolo *AP-42 Compilation of Air Pollutant Emission Factor* da USEPA (*U.S Environmental Protection Agency*), Capítulo 3: *Stationary Internal Combustion Sources*, Item 3.2: *Natural Gas-fired Reciprocating Engines*, Tabela 3.2-2 parcialmente reproduzida.

Table 3.2-2. UNCONTROLLED EMISSION FACTORS FOR 4-STROKE LEAN-BURN ENGINES^a
(SCC 2-02-002-54)

Pollutant	Emission Factor (lb/MMBtu) ^b (fuel input)	Emission Factor Rating
Criteria Pollutants and Greenhouse Gases		
NO _x ^c 90 - 105% Load	4.08 E+00	B
NO _x ^c <90% Load	8.47 E-01	B
CO ^c 90 - 105% Load	3.17 E-01	C
CO ^c <90% Load	5.57 E-01	B
CO ₂ ^d	1.10 E+02	A
SO ₂ ^e	5.88 E-04	A
TOC ^f	1.47 E+00	A
Methane ^g	1.25 E+00	C
VOC ^h	1.18 E-01	C
PM10 (filterable) ⁱ	7.71 E-05	D
PM2.5 (filterable) ⁱ	7.71 E-05	D
PM Condensable ^j	9.91 E-03	D

Figura 9.1.3.3-1: Fatores de emissão para motores de combustão de 4 tempos utilizando gás natural. Fonte: USEPA (2000).

A taxa de atividade é calculada como:

$$A = HR * P$$

onde HR é o Heat Rate do gerador (kJ/kWh) e P a potência gerada (kW).

O HR por sua vez é calculado como:

$$HR = \frac{PCS * C}{P}$$

onde PCS é o poder calorífico superior do combustível (kJ/m³), C é o consumo de combustível pelo gerador (m³/h) e P a potência gerada (kW).

Combinando as duas equações acima, temos que:

$$A = \left(\frac{PCS * C}{P} \right) * P \Rightarrow A = PCS * C$$

Desta forma temos a taxa de atividade $A = 28134,79 \text{ kW}$.

A Tabela 9.1.3.3-1 lista os fatores de emissão (FE) para cada composto avaliado e a respectiva taxa de emissão obtida, bem como o comparativo da taxa anual em relação ao Decreto Estadual 59.113. A taxa anual considera a operação do FSRU totalizando 8760 horas/ano. Foi informado pelo empreendedor a utilização do método de controle por SCR (*Selective Catalytic Reduction*) para controle das emissões de NO_x , com fator de redução de 80% das emissões.

Tabela 9.1.3.3-1: Fatores de emissão e resultados das estimativas de emissões atmosféricas.

Poluente	Fator de emissão		Emissão sem métodos de controle		Fator de redução	Emissão com métodos de controle		Limiar - Decreto Estadual 59.113 (t/ano)
	lb/MMBtu	kg/kWh	g/s	t/ano		g/s	t/ano	
Material Particulado (MP)	7,71E-05	1,19E-07	0,00093	0,029	NA	0,00093	0,029	100
Óxidos de Nitrogênio (NO_x)	0,847	0,001312	10,25	323,35	80%	2,05	64,67	40
Compostos Orgânicos Voláteis (COV)	0,118	0,000183	1,43	45,05	NA	1,43	45,05	40
Óxidos de enxofre (SO_x)	5,88E-04	9,11E-07	0,0071	0,22	NA	0,0071	0,22	250

Foram utilizados os seguintes fatores de conversão, conforme USEPA (1986):

- lb para kg: 0,45359
- MMBTU para kWh: 292,83

Os resultados apresentados na Tabela 9.1.3.3-2 demonstram a violação dos limiares estabelecidos no artigo 12º do Decreto Estadual 59.113/2013 para os compostos NO_x e COV, o que implica na aplicação do artigo 11º do mesmo decreto. Desta forma, em função da classificação do município de Santos para estes compostos, faz-se necessária a apresentação de modelagem matemática para verificação do enquadramento do empreendimento nos padrões de qualidade do ar. O estudo de modelagem é apresentado no Anexo 9.1.3.3-1.

9.1.4. Ruído

O tema ruído tem como finalidade apresentar o diagnóstico dos atuais níveis de ruídos ao nas áreas ocupadas ao longo do futuro gasoduto. Essa avaliação se faz necessária e é de fundamental importância nesta fase dos estudos, considerando a necessidade de se identificar possíveis fontes emissoras de ruídos e os principais receptores no entorno do empreendimento.

Assim, o presente diagnóstico permitirá avaliar de forma mais adequada a realidade das emissões sonoras nas áreas de entorno, bem como o grau de interferência que o empreendimento poderá causar, auxiliando na proposição de medidas mitigadoras mais adequadas, caso necessárias.

9.1.4.1 Procedimentos Metodológicos

Para este diagnóstico foi realizada uma campanha de campo no dia 23.03.2018 com avaliações de ruídos no período diurno. A opção de realizar a medição somente no período diurno deve-se à insegurança para realização de medições no período noturno, assim como a realização de atividade de implantação do empreendimento apenas em período noturno.

A malha amostral selecionada conta com 7 (sete) pontos, sendo realizadas medições de nível sonoro em cada ponto por um período de 5 minutos, de modo que se obtivesse a estabilização do valor do Leq (nível equivalente contínuo), que é o índice de referência legal para o caso em análise.

A escolha dos pontos para essa campanha foi baseada no local previsto para a implantação do gasoduto, buscando-se pontos próximos aos receptores mais críticos.

Neste capítulo não é aplicada a segregação do diagnóstico por meio de áreas de influência em virtude da reduzida interferência deste parâmetro na comunidade, ficando restrito ao entorno do empreendimento.

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

- **Medidor de Nível Sonoro:** Marca Lutron, modelo SL-4035SD, Tipo II, nº de série 046273. O aparelho possui certificado de calibração no 14422018A (Anexo 9.1.4.1-1), emitido em 23/03/2018 pelo laboratório IMPAC Comercial e Tecnologia LTDA.

- **Calibrador de Nível Sonoro:** Marca IMPAC, modelo IP-100, nº de série 046274. O aparelho possui certificado de calibração no 14422018B (Anexo 9.1.4.1-1), emitido em 23/03/2018 pelo laboratório IMPAC Comercial e Tecnologia LTDA.

As medições de ruídos 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 2 (de precisão).

➤ Legislação Incidente

No Estado de São Paulo adota-se como referência a Resolução Conama nº 01/90, que 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.

Os níveis máximos de ruídos externo que esta norma técnica NBR 10.151 considera recomendável para conforto acústico são apresentados na Tabela 9.1.4.1-1.

Tabela: 9.1.4.1-1: Limites de Ruído Conforme 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

Fonte: NBR 10.151 “Avaliação do Ruído em Áreas Habitadas, visando o Conforto da Comunidade”.

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

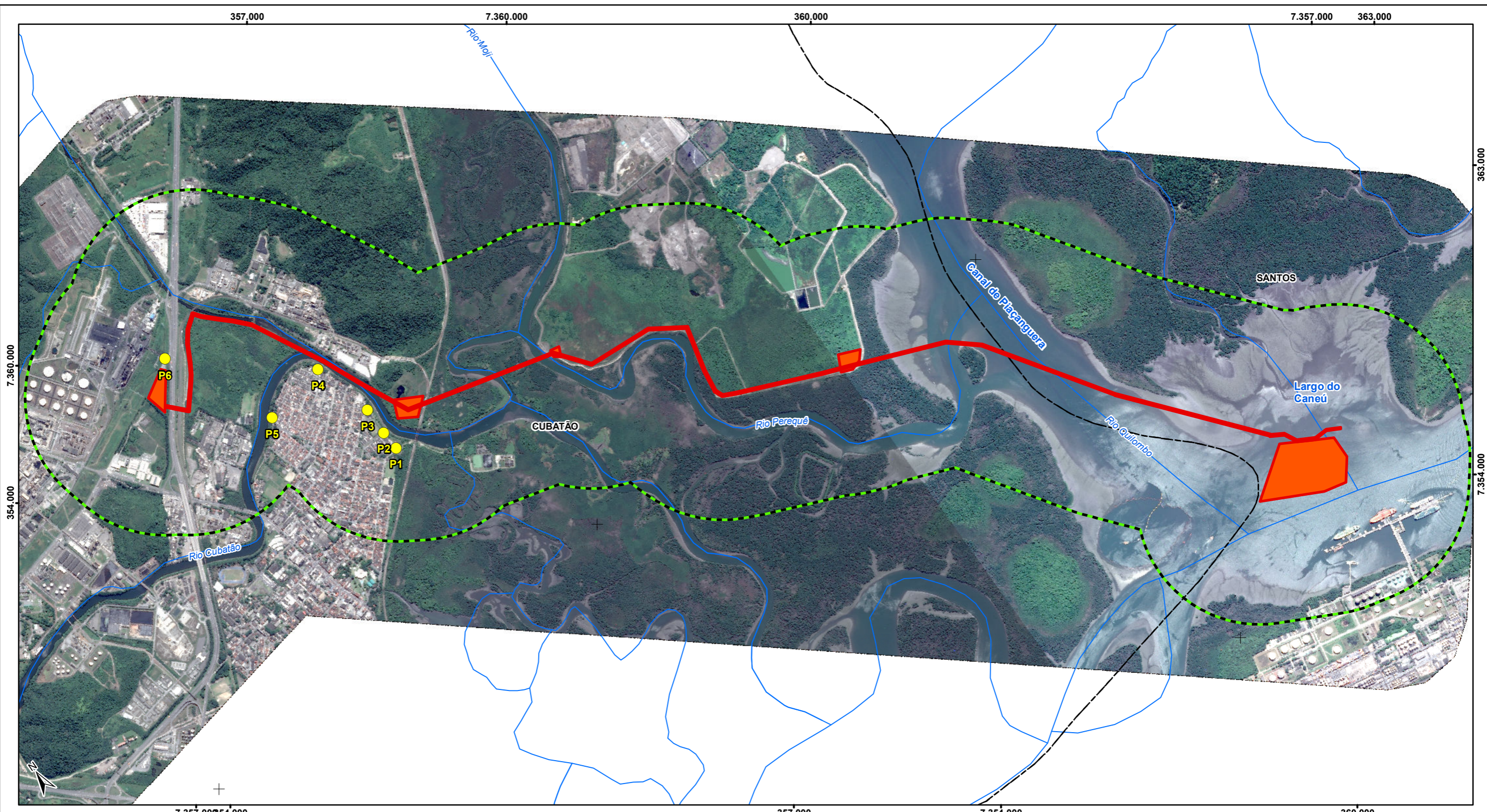
A reação pública a uma fonte de ruído normalmente só ocorre se for ultrapassado o limite normalizado, que é tanto mais intenso quanto maior o valor desta ultrapassagem. Segundo descrito na norma NBR 10.151, revisão de 1987 (item 3.4.2): “Diferenças de 5 dB(A) são

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 serve de base para a priorização da implantação de medidas corretivas.

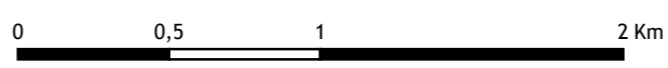
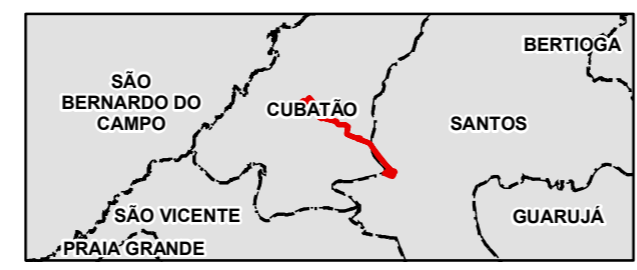
Conforme requerido pela norma NBR 10.151, a classificação do tipo de uso e ocupação do solo nos pontos receptores medidos foi realizada por observação local durante as aferições dos níveis de ruído. Desta forma, a classificação de uso e ocupação nos pontos receptores não representa, necessariamente, o zoneamento oficial do município, pois em alguns casos a ocupação real não corresponde a este.

9.1.4.2 Resultado das Medições de Ruídos

A FIGURA 9.1.4.2-1 apresenta a localização dos pontos de medição de ruídos que compõem a malha amostral.



- Legenda**
- Curso d'água
 - Limite Municipal
 - ADA - Área Diretamente Afetada
 - Buffer de 800m
 - Pontos de Medição de Ruído



Escala gráfica
 Escala numérica 1:25.000
 Projeção Universal Transversa de Mercator - UTM
 Datum Horizontal: Sistema de Referência Geocêntrico para as Américas - SIRGAS 2000, fuso 23K
 Sistema Orbital SPOT, cores naturais, 2007/2008

EIA - ESTUDO DE IMPACTO AMBIENTAL					
Projeto					
Reforço Estrutural de Suprimento de Gás da Baixada Santista, de responsabilidade da COMGAS/Distribuidora de Gás Participações S.A					
Mapa					
MAPA RUÍDO					
Município (s) Santos, SP			UGRHI 07 - Baixada Santista		
			Tipo Licença Prévia		
Desenho	Escala	Tamanho	Versão	Responsável Técnico pela Cartografia	
3294_9.1_Meio_Físico_12_R0	1:25.000	A3	R0 06/abr/2018	Joseane Urgnani joseane.urnani@tetrattech.com	

De acordo com as constatações em campo, os pontos monitorados se enquadram em duas classificações: “Área mista, predominantemente residencial” e “Área predominantemente industrial”, de acordo com a Tabela 9.1.4.2-1.

Tabela 9.1.4.2-1: Enquadramento dos Pontos de Medição de Ruídos

PONTO	UTM (23K)	DESCRIÇÃO	ENQUADRAMENTO
P1	356214/7358154	Rua Waldemar Luís Martins nº 128 – em frente ao centro Ambiental comunitário	Área mista, predominantemente residencial
P2	356205/7358283	Rua Francisco Roman Tores Filho, cruzamento com a Rua Waldemar Luís Martins	Área mista, predominantemente residencial
P3	356202/7358463	Rua Antônio Augusto Bastos. Em frente a U.M.E. Professoara Celita	Área mista, predominantemente residencial
P4	356091/7358864	Av. Tiradentes, nº 529	Área mista, predominantemente residencial
P5	355667/7358777	Av. Tiradentes, S/N	Área mista, predominantemente residencial
P6	355315/7359491	Rod. Piaçaguera-Guaruja. Em frente à Petrocoque	Área predominantemente industrial

A Tabela 9.1.4.2-2 apresenta os resultados das medições de ruído, acompanhados do horário de medição e identificação de ruídos de fundo.

Tabela 9.1.4.2-2: Medições de Ruídos.



Ponto 1	Resultado das Medições	
	Diurno - dB(A)	
	Leq	55,5
	Horário	12:47
	OBS.: Rádio tocando ao fundo	
Ponto 2	Resultado das Medições	
	Diurno - dB(A)	
	Leq	49,3
	Horário	12:40
	OBS.: Ruído de pássaros e cachorros	

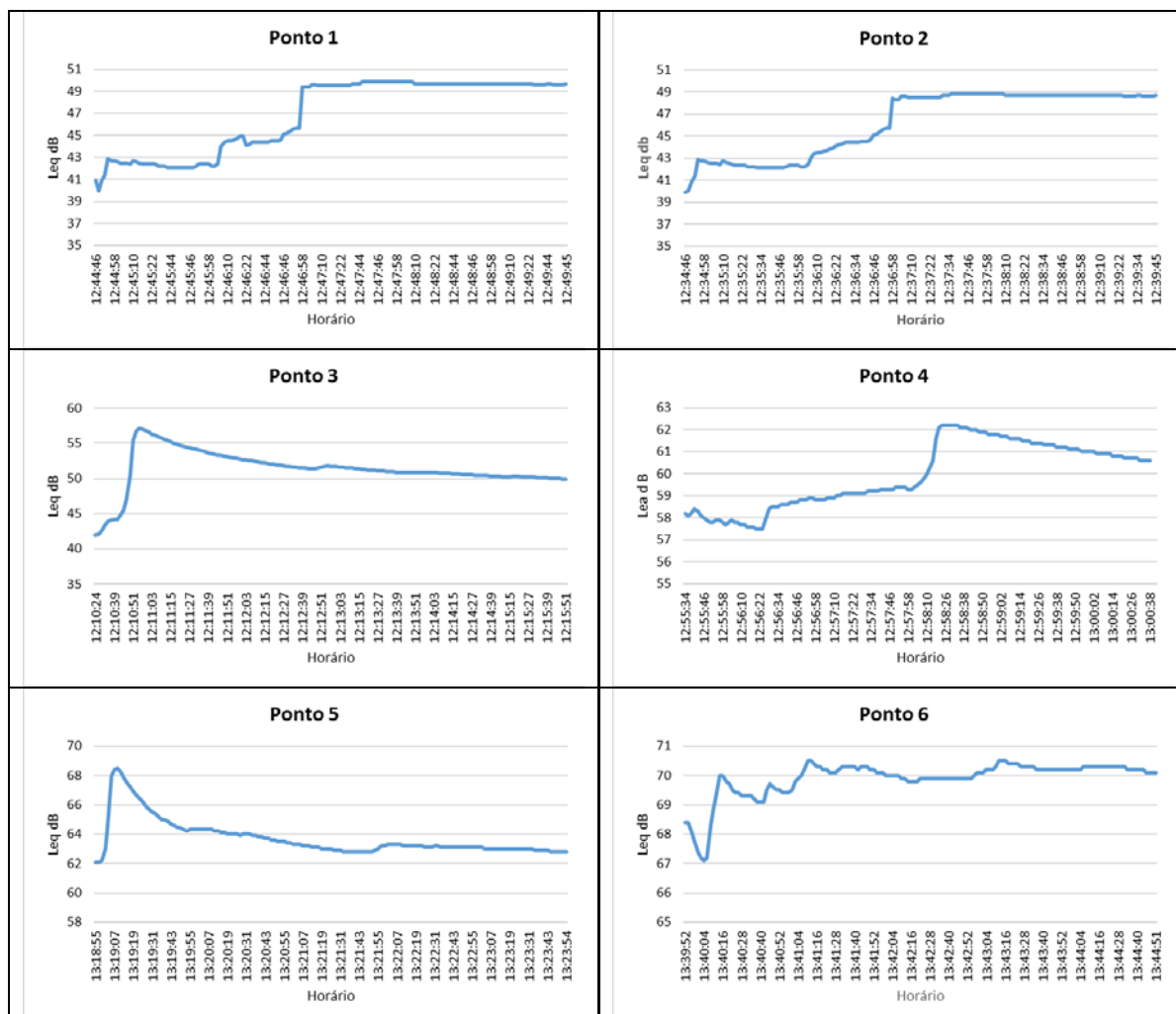
Tabela 9.1.4.2-2 (continuação): Medições de Ruídos.

Ponto 3		Resultado das Medições	
	Diurno - dB(A)		
	Leq		49,9
	Horário		12:15
	OBS.: Trânsito de veículos		
Ponto 4		Resultado das Medições	
	Diurno - dB(A)		
	Leq		60,6
	Horário		13:00
	OBS.: Trânsito de carros e caminhão		

Tabela 9.1.4.2-2 (continuação): Medições de Ruídos.

Ponto 5	Resultado das Medições	
	Diurno - dB(A)	
	Leq	62,8
	Horário	13:20
	OBS.: Trânsito de carros e caminhão	
Ponto 6	Resultado das Medições	
	Diurno - dB(A)	
	Leq	70,2
	Horário	13:41
	OBS.: Próximo à rodovia, passagem de veículos e caminhões	

A Figura 9.1.4.2-1 abaixo apresentamos gráficos do Leq dB(A) dos pontos monitorados.



Figuras 9.1.4.2-1: gráficos de medição de ruído de cada ponto - leq db(a).

9.1.5 Geologia e Recursos Minerários

Este item abordará as características geológicas, assim como os recursos minerários requeridos nas áreas de influência do empreendimento.

A caracterização geológica visa fornecer subsídios para a avaliação das fragilidades e suscetibilidade do terreno. Assim como o levantamento dos recursos minerais visa apresentar as possíveis interferências em áreas com atividade minerária ou com alto potencial de recursos minerais.

9.1.5.1 Procedimentos Metodológicos

Para a realização do diagnóstico de geologia e recursos minerários foram compilados dados secundários existentes na literatura, destacando:

- ✓ Mapa Geológico do Estado de São Paulo (CPRM, 2006);
- ✓ Direitos Minerários obtidos na Sigmine (<http://sigmine.dnpm.gov.br/>)

Após análise dos dados secundários foram realizados o reconhecimento de campo nas áreas de influências no dia 19 e 23.03.18.

A realização do levantamento em campo possibilitou uma abordagem mais detalhada da dinâmica superficial e dos processos morfodinâmicos das áreas de influência do empreendimento.

A delimitação das principais unidades litoestratigráficas também contou com a análise e interpretação de fotografias aéreas atuais.

A caracterização da geológica das áreas de influência direta e diretamente afetada será apresentada em um único capítulo em virtude da similaridade das formações existentes.

9.1.5.2 Geologia da Área de Influência Indireta (AII)

Segundo vários autores, o panorama geológico da Baixada Santista é resultado da evolução de fases tectônicas - responsáveis por deformações, falhamentos, foliações, além de metamorfismos e processos magmáticos - combinadas com variações do nível médio do mar e flutuações climáticas regionais. Na área tipicamente continental vários eventos de falhamentos e epirogeneses (movimentos de subida e descida de porções da crosta terrestre), produziram a escarpa da atual Serra do Mar.

Na evolução geológica mais recente (Período Cenozóico), os principais eventos podem ser resumidos na formação do relevo, presença de um clima tropical úmido, invasão marinha e deposição de sequências sedimentares associadas, representadas pela Formação Cananéia. Fazem parte também destas sequências a Formação de sedimentos continentais coluvionares indiferenciados, dos sedimentos litorâneos indiferenciados e dos sedimentos aluvionares encontrados nos terraços e nas calhas fluviais.

Zalán e Oliveira(2005) propuseram que a região da Baixada Santista evoluiu em dois estágios. Inicialmente a região experimentou um soerguimento ao final do Cretáceo (89-65 Ma), originando um mega-plateau (300.000 km²). O soerguimento teria sido seguido, durante o Cenozóico (58-20 Ma), por um colapso gravitacional que deu origem a uma série de riftes orientados paralelamente à linha de costa, alguns dos quais atualmente estão localizados na plataforma continental. Os riftes compõem o "Sistema de Riftes Cenozoicos do Sudeste do Brasil" (SRCSB) (Zalán e Oliveira 2005).

O limite original da Serra do Mar coincide com a zona de charneira das bacias de Santos e Campos. A principal consequência deste soerguimento é o fato de os rios dessa região fluírem para o interior do continente.

Durante os níveis de mar alto do Quaternário, a inundação de um relevo caracterizado por grábens e horstes deu origem a uma zona costeira caracterizada por numerosas ilhas e baías. O escarpamento da Serra do Mar é, na realidade, uma escarpa de falha e todas as grandes baías e estuários da região são riftes inundados pelo mar.

Na Baixada Santista ocorre um sistema de falhamentos designados "Sistemas de Megafalhas de Cubatão-Além Paraíba", ou "Sistema de Cisalhamento do Sudeste" (Machado Filho, 2000), englobando extensas zonas de cisalhamento subparalelas com direções variando de N50E a N70E e se estende desde o Oceano Atlântico até a borda S-SE do Estado de Minas Gerais, por cerca de 300 km de largura, se englobadas as cunhas de empurrão Socorro-Guaxupé, ou, por 150 km de largura, se for considerada apenas sua extensão até o Falhamento de Jandiuvira, na borda da cunha de Socorro.

Segundo Machado Filho (2000), o sistema Cubatão apresenta uma zona central de falhamento principal, constituída pelo alinhamento de três segmentos de falhas: Lancinha-Itapeúna, Cubatão e Além Paraíba.

Para Ribeiro (2003), o lineamento Cubatão separa dois blocos nitidamente distintos litológica e estruturalmente. Na porção norte ocorre um bloco constituído por ectinitos e migmatitos essencialmente estromatíticos, com frequentes sinais de retrometamorfismo e paleossomas xistosos, correspondendo ao Bloco Jujuitiba. O bloco sul, área do presente estudo, corresponde ao Bloco Litorâneo ou Costeiro, e é composto por migmatitos essencialmente ofthalmíticos e de paleossoma de composição gnáissica. Os eixos de dobramento no bloco norte mergulham predominantemente para SW e os do bloco sul para NE (Figura 9.1.5.2-1).

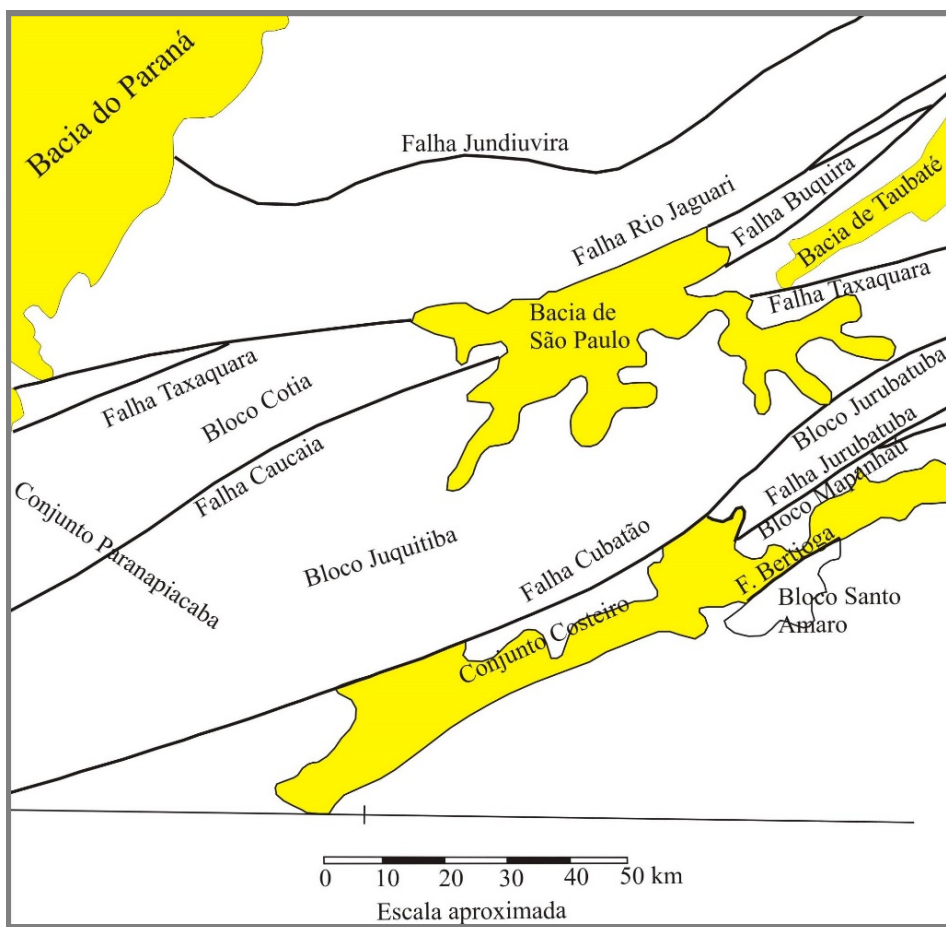


Figura 9.1.5.2-1: Falhas geológicas regionais. Fonte: Hasui e Sadowski, 1976 apud Lima, 2004

Os episódios de tectonismo, relatados por Hasui et al. (1994), constituem-se nas seguintes etapas

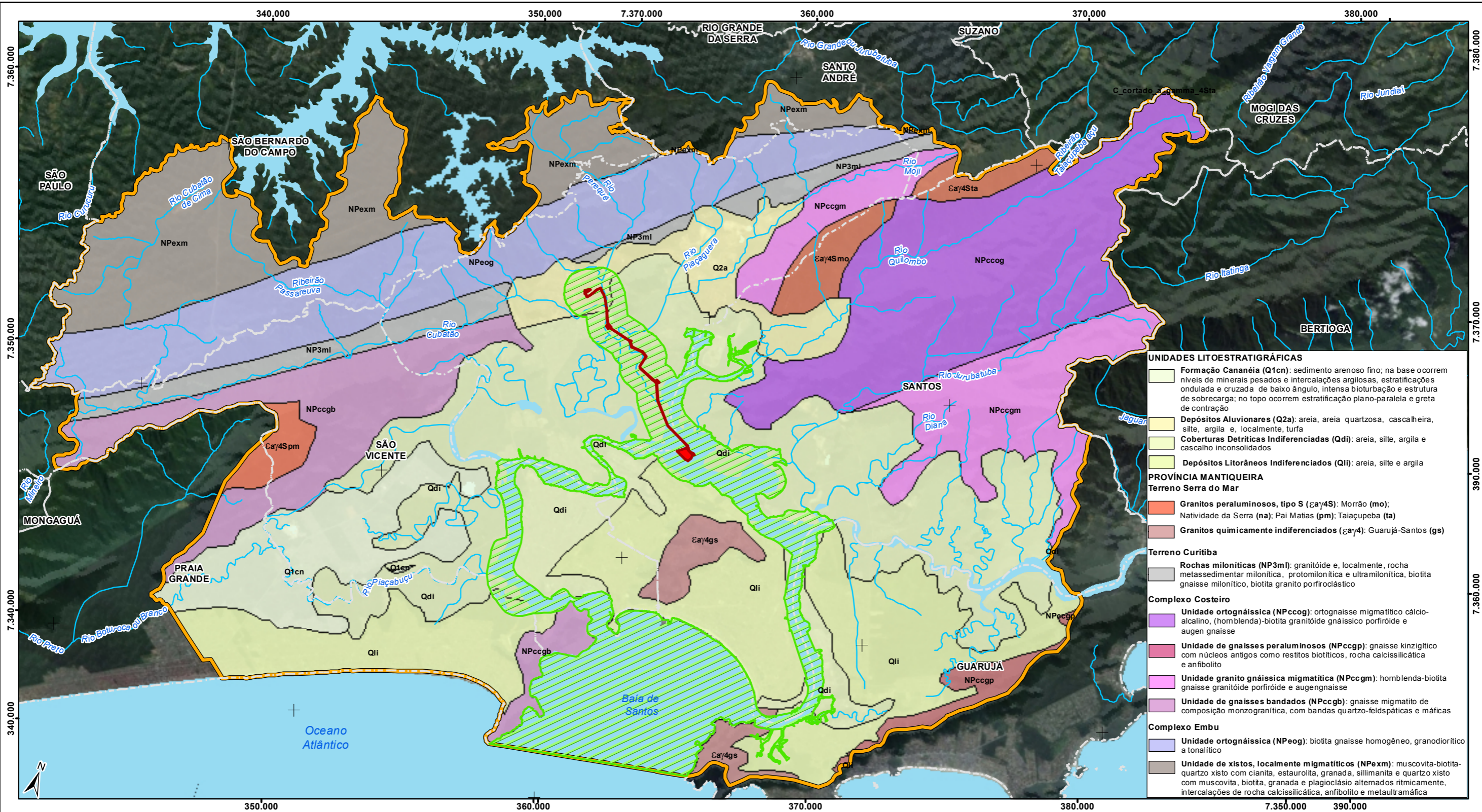
1. Teria ocorrido em tempos Pré-Cambriano, em 4 etapas: a) A primeira fase foi de cavalgamento. Os dados da área não permitem deduzir o sentido desse movimento,

- mas admite-se, com base num quadro macro-regional, que tenha ocorrido de leste para oeste. A ele se deve o desmembramento de litotipos, deslocamento e empilhamentos de lascas, resultando num sistema imbricado de um cinturão compressivo. B) a segunda etapa foi consequente da anterior: o bloqueio do empilhamento de lascas fez com que o alívio das tensões passasse a se dar por transcorrente. C) e D) ondulações e formações de juntas com altos mergulhos marcam as duas etapas seguintes, que refletem alívios finais de tensões.
2. É atribuído ao início do Paleozoico (570 Ma), quando ocorrer gerações de intrusões granitóides.
 3. Corresponde à chamada Reativação Sul-Americana ou epirogênese pós-cretácea, que diz respeito aos processos ocorridos no interior do continente por ocasião da abertura do Oceano Atlântico, no intervalo Triássico-Mioceno (220-23 Ma). Esses processos consistiram de movimentos de blocos sob regime tectônico extensional, gerando grandes soerguimentos, alçamentos e abatimentos de blocos por falhas com formação de altos e baixos estruturais, e possibilitando intrusões magmáticas, derrames vulcânicos, sedimentação e delineação dos grandes traços do relevo.
 4. Só recentemente começou a ser investigado e corresponde à Neotectônica (Mioceno-Recente). Estudos estruturais têm conduzido à conclusão de que o regime de tensão neotectônico regional envolve eixo de tensão máxima em torno de NW-SE/horizontal, eixo de tensão mínima em torno de NE-SW/horizontal e eixo de tensão intermediário em torno da vertical.

Segundo Hasui et al., (1994), o regime de tensão neotectônico atua em toda a região em níveis acima do normal. Os abalos sísmicos na região Sudeste representam alívios de tensões regionais, de origem natural ou associados a grandes barragens de água.

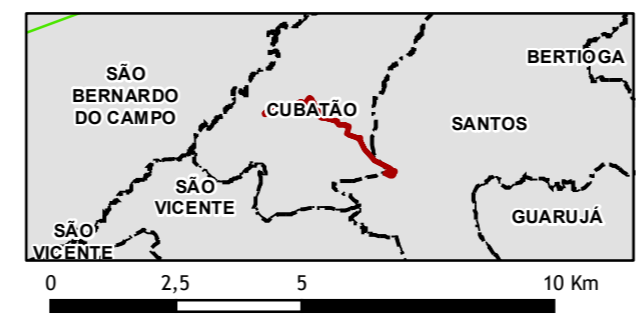
Focando na área de estudo a All, encontra-se uma grande variedade litológica agrupada genericamente em grupos com características distintas, sendo: rochas do embasamento cristalino - constituído por rochas metamórficas de baixo a alto grau metamórfico; e coberturas cenozoicas, correspondente à faixa litorânea.

A Figura 9.1.5.2-2 apresenta o mapeamento geológico da All.



- UNIDADES LITOESTRATIGRÁFICAS**
- Formação Cananéia (Q1cn):** sedimento arenoso fino; na base ocorrem níveis de minerais pesados e intercalações argilosas, estratificações ondulada e cruzada de baixo ângulo, intensa bioturbação e estrutura de sobrecarga; no topo ocorrem estratificação plano-paralela e greta de contração
 - Depósitos Aluvionares (Q2a):** areia, areia quartzosa, cascalheira, silte, argila e, localmente, turfa
 - Coberturas Detriticas Indiferenciadas (Qdi):** areia, silte, argila e cascalho inconsolidados
 - Depósitos Litorâneos Indiferenciados (Qli):** areia, silte e argila
- PROVÍNCIA MANTIQUEIRA**
- Terreno Serra do Mar**
- Granitos peraluminosos, tipo S (εγ4S):** Morrão (mo); Natividade da Serra (na); Pai Matias (pm); Taliaçupeba (ta)
 - Granitos quimicamente indiferenciados (εγ4):** Guarujá-Santos (gs)
- Terreno Curitiba**
- Rochas miloníticas (NP3ml):** granitóide e, localmente, rocha metassedimentar milonítica, protomilonítica e ultramilonítica, biotita gnaíse milonítico, biotita granito porfiroclástico
- Complexo Costeiro**
- Unidade ortognáissica (NPccog):** ortognáisse migmatítico cálcio-alcalino, (hornblenda)-biotita granitóide gnaíssico porfiróide e augen gnaíse
 - Unidade de gnaíses peraluminosos (NPccgb):** gnaíse kinzigítico com núcleos antigos como restitos biotíticos, rocha calcissilicática e anfibolito
 - Unidade granito gnáissica migmatítica (NPccgm):** hornblenda-biotita gnaíse granitóide porfiróide e augengnaíse
 - Unidade de gnaíses bandados (NPccgb):** gnaíse migmatito de composição monzogranítica, com bandas quartzo-feldspáticas e máficas
- Complexo Embu**
- Unidade ortognáissica (NPeog):** biotita gnaíse homogêneo, granodiorítico a tonalítico
 - Unidade de xistos, localmente migmatíticos (NPexm):** muscovita-biotita-quartzo xisto com cianita, estauroilita, granada, sillimanita e quartzo xisto com muscovita, biotita, granada e plagioclásio alternados ritmicamente, intercalações de rocha calcissilicática, anfibolito e metaultramáfica

- Legenda**
- Curso d'água
 - Corpo d'água
 - Limite Municipal
 - ADA - Área Diretamente Afetada
 - AID - Área de Influência Direta
 - All - Área de Influência Indireta



Escala gráfica
Escala numérica 1:150.000
Projeção Universal Transversa de Mercator - UTM
Datum Horizontal: Sistema de Referência Geocêntrico para as Américas - SIRGAS 2000, fuso 23K
Sistema Orbital SPOT, cores naturais, 2007/2008
*Fontes:
1 - Mapa Geológico do Estado de São Paulo, 2006, Escala 1:750.000 (CPRM).

EIA - ESTUDO DE IMPACTO AMBIENTAL					
Projeto					
Reforço Estrutural de Suprimento de Gás da Baixada Santista, de responsabilidade da COMGAS/Distribuidora de Gás Participações S.A					
Mapa					
MAPA GEOLÓGICO DA ÁREA DE INFLUÊNCIA INDIRETA					
Município (s) Santos, SP			UGRHI 07 - Baixada Santista		
			Tipo Monitoramento		
Desenho	Escala	Tamanho	Versão	Responsável Técnico pela Cartografia	
3294_9.1_Meio Físico_02_R1	1:150.000	A3	R1 27/mar/2018	Joseane Urgnani joseane.urgnani@tetrattech.com	

. Rochas Cristalinas

As rochas encontradas ao longo da All pertencem a Província Mantiqueira, que se divide em 4 grandes blocos: Terreno da Serra do Mar, Terreno Curitiba e as rochas ortoderivadas neoproterozóicas presentes se agrupam em duas unidades litoestratigráficas, representadas pelo Complexo Costeiro e pelo Complexo Embu.

Pode-se destacar as unidades litoestratigráficas de acordo com cada Terreno ou Complexo, listadas abaixo:

Complexo Embu:

- NPeog - Unidade ortognáissica
- NPexm – Unidade de xisto

Complexo Costeiro:

- NPccog - Unidade ortognáissica
- NPccgp - Unidade de gnaisses peraluminosos
- NPccgm - Unidade granito gnáissica migmatítica
- NPccgb - Unidade de gnaisses bandado

Terreno Curitiba:

- NP3ml - Rochas miloníticas

Terreno Serra do Mar:

- Eay4S - Granitos peraluminoso
- Eay4 - Granitos quimicamente indiferenciados

Nestes complexos predominam rochas graníticas, gnáissicas e xistosas. Estas rochas aparecem muitas vezes milonitizadas em associação com rochas secundárias (filitos, quartzos, entre outras).

O bloco litorâneo (Complexo Costeiro) predomina na área de estudo e é constituído por migmatitos diversos, com predomínio de estruturas oftalmíticas, ocorrendo, subordinadamente, estruturas estromatíticas, agmatíticas e nebulíticas. Ocorrem, ainda, suítes graníticas, rochas cataclásticas e miloníticas associadas aos falhamentos transcorrentes de Cubatão e rochas ígneas básicas e ultrabásicas na forma de diques.

De modo na All estão presentes as seguintes unidades cristalinas:

ERA	PERÍODO	PROVÍNCIA MANTIQUEIRA
Paleozoico	Cambriano	Granitos Peraluminosos Tipo S (Terreno Serra do Mar)
		Granito Quimicamente Indiferenciados
Neoproterozoico	Ediacariano	Rochas Miloníticas (Terreno Curitiba)
		Complexo Costeiro
		Unidade Ortognáissica
		Unidade Gnaisse Peraluminoso
		Unidade Granito Gnáissica Migmatítica
	Unidade de Gnaisses Bandados	
	Criogeniano	Complexo Embu
		Unidade Ortognáissica
		Unidade de Xistos, localmente migmatíticos

Fonte: CPRM, 2005

✓ Complexo Embu

O Domínio Embu (Complexo Embu) ocorre em uma extensa faixa disposta segundo NE-SW. 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.

No Complexo Embu, predominam as unidades litoestratigráficas Unidades de Xisto (NPexm), localmente migmatíticos com intercalações de rochas calcissiláticas, anfibolitos e metaultramáficas; bem como Unidades Ortognáissicas (NPeog), de biotita gnaisse homogêneo, granodiorito a tonalito. Estas rochas aparecem muitas vezes milonitizadas em associação com rochas secundárias (filitos, quartzos, entre outras). Ambas as unidades são neoproterozóicas, do período Criogeniano.

Na All essas rochas são encontradas na porção norte, ao longo da zona de cisalhamento de Cubatão, percorrendo os municípios de São Vicente, Santos, Santo André e São Bernardo.

✓ Complexo Costeiro

O bloco litorâneo (Complexo Costeiro) é constituído pelas Unidades de Gnaisses Bandados (NPccgb), formada de gnaisses migmáticos de composição monzonítica, com bandas quartzo feldspáticas e máficas; a Unidade Granito Gnaise Migmático (NPccgm), honblenda biotita gnaise, granitoide porfiróide e augen gnaise; pela Unidade Ortognaissica (NPccog) de ortognaise migmático calcioalcalino e pela Unidade de Gnaise Peraluminoso (NPccgp) composta de gnaise kinzigítico, com núcleos antigos como restitos biotíticos, rochas calcissilicáticas e anfibólio. Estas rochas do Complexo Costeiro, por sua vez, são também de idade neoproterozóica, do período Ediacarano.

O terreno Curitiba, por sua vez, é formado de Rochas Miloníticas (NP3ml): granitoide, e localmente, rocha metassedimentar milonítica e protomilonítica e ultramilonítica, biotita gnaise milonítico e biotita granito porfitoclástico.

Essas rochas são encontradas em todos os municípios da All, sendo encontrados preferencialmente na porção norte, ao longo da Serra do Mar.

O terreno Curitiba é encontrado em uma faixa NE/SW no limite do gasoduto, percorrendo os municípios de Cubatão e São Vicente. Neste Terreno são encontradas rochas miloníticas e granitóides.

Já no Terreno da Serra do Mar são encontrados granitos paleozoicos (período cambriano) nas bordas oeste e leste do limite da All. Também são encontrados no município de Santos ao longo dos morros existentes.

- **Rochas Sedimentares – Cenozóicos**

Na área de estudo são encontrados:

- Depósitos Litorâneos Indiferenciados (**Qli**);
- Coberturas Detríticas Indiferenciadas(**Qdi**);
- Depósitos aluvionares (**Q2a**);
- Formação Cananeia (**Q1cn**);

Os depósitos litorâneos (Qli) são formados por areias, silte e argila dos cordões litorâneos holocênicos, de coloração esbranquiçada, com laminações plano-paralelas. Devido à ocupação do

litoral, os alinhamentos de cristas desses cordões foram destruídos, restando muito pouco dessas feições (IPT, 1986).

Os depósitos detriticos (Qdi) são transportados por fluxo de massas densas, formados por cascalhos com fragmentos arredondados ou angulosos em matriz areno-silto-argilosa e lamitos. Os fragmentos provêm das rochas que sustentam as encostas. São de dois tipos: o primeiro aparece com espessuras variáveis, chegando a métricas, tendo uma linha de seixos basal (seixo de quartzo, quartzito, às vezes canga limonítica e outros materiais) e sotoposto a uma massa areno-argilosa. O segundo tipo, aparentemente menos evoluído, é mais homogêneo, incluindo grânulos, seixos e matacões em matriz areno-argilosa e, por vezes, restos vegetais (HASUI et al., 1994).

Ainda segundo IPT (1986) os mangues e pântanos atuais constituem-se de camadas argilosas pretas (vasa), por vezes com dezenas de metros de espessura, contendo frequentes restos de conchas e vegetais. Intercalam-se camadas e lentes de areia. Na base desses depósitos argilosos têm-se camadas arenosas, que recobrem solo de alteração do embasamento.

Para Suguio e Martin (1976), as planícies sedimentares do litoral paulista passaram pelas duas últimas grandes transgressões glácio-eustáticas. Na penúltima grande transgressão (Transgressão Cananéia), o mar entrou em contato com o Embasamento Cristalino em todo o litoral paulista, que apresentava uma morfologia em baías. Areias marinhas litorâneas foram depositadas nas grandes paleobaías, que formavam os sítios das atuais planícies sedimentares de Cananéia-Iguape, Itanhaém, Santos, Bertioga e Caraguatatuba. Esses depósitos marinhos foram parcialmente destruídos pela drenagem que se estabeleceu nas zonas baixas, durante a última grande regressão marinha. No último episódio transgressivo (Transgressão Santos), o mar penetrou nas zonas baixas estabelecendo um sistema lagunar, com formação de depósitos arenosos que, frequentemente, era iniciado pela construção de ilhas-barreira, logo após o nível máximo da transgressão. Essas ilhas barreiras isolaram zonas lagunares, onde se depositaram sedimentos argilosos ricos em matéria orgânica. Durante as fases regressivas, houve acréscimo de cordões adicionais às primitivas dando origem às extensas planícies de cordões litorâneos.

Os depósitos aluvionares (Q2a) foram formados pela sedimentação através de rios atuais, incluindo o depósito de canal fluvial, planície de inundação, leque aluvial e lacustre.

A Formação Cananéia (Q1cn) constitui depósitos alçados a cerca de 7 a 8 metros, constituídos por sedimentos arenosos finos de coloração marrom clara, estrutura maciça, na base ocorrem

níveis de minerais pesados e intercalações argilosas, estratificação ondulada e cruzada de baixo ângulo, intensa bioturbação e estrutura de sobrecarga, com estratificações plano-paralelas no topo e com estruturas de gretas de contração. Encontra-se recoberta por dunas de areia esbranquiçada, com altura ao redor de 0,5 m (IPT, 1986).

9.1.5.3. Geologia da Área de Influência Direta (AID) e Diretamente Afetada (ADA)

A descrição das áreas de influência direta e diretamente afetada foram agrupadas nesta descrição em virtude da similaridade das formações geológicas existentes.

As entidades tectono estratigráficas que constituem a AID e ADA do empreendimento são unidades formadas de sedimentos litorâneos/marinhos, representadas por depósitos aluvionares.

Enquanto que na AID são encontradas rochas cristalinas e sedimentares, na ADA encontram-se apenas rochas sedimentares referente aos depósitos detríticos e aluvionares.

Abaixo é apresentada uma breve descrição das Formações existentes na AID e ADA.

Rochas Sedimentares:

- **Depósitos litorâneos indiferenciados (Qli):** Constituídos por depósitos arenosos de cordões regressivos, sedimentos argilo-arenosos de origem flúvio-lagunar, aos quais podem estar associados sambaquis, e sedimentos de mangues, em margens de lagunas e no curso inferior de rios (Suguio e Martin 1978 apud CPRM, 2005). Tais depósitos estariam relacionados à transgressão Santos, de idade holocênica, e se assentam, no litoral sul e central do Estado, sobre a Formação Cananéia, que também é retrabalhada pelos depósitos holocênicos, e sobre o embasamento cristalino. Na região do empreendimento este depósito é pouco observado devido a intensa ocupação ao longo do litoral.
- **Depósitos Detríticos indiferenciados (Qdi):** constitui-se de areias finas a grossas, localmente siltico-argilosas e mais raramente conglomeráticas, intimamente relacionadas a superfícies de aplainamento, formando terraços argilo-arenosos com cascalhos dispersos e níveis de material transportado e ferruginoso. Estes níveis são constituídos por uma matriz rica em óxido e hidróxido de ferro, sem, no entanto,

mostrar perfis lateríticos maduros ou imaturos, tratando-se de material alóctone. São encontrados na região de São Vicente, Cubatão e Santos.

- **Depósitos aluvionares (Q2a):** areia, areia quartzosa, cascalheira, silte, argila e localmente, turfa.

A planície observada na AID/ADA 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.

Nas margens das lagoas, nos canais de maré e nos cursos inferiores dos rios desenvolvem-se importantes formações de mangues e pântanos atuais, arenosas e argilosas.

A seguir são apresentadas as Figuras 9.1.5.3-1 e 9.1.5.3-2 referentes às Formações Sedimentares e Cristalinas encontradas ao longo da AID/ADA.



Figura 9.1.5.3-1: Acesso ao rio Cubatão, observa-se a frente depósito detrítico arenoso, e a esquerda o morro dos Areais



Figura 9.1.5.3-2: Rio Cubatão, nas margens observa-se depósitos aluvionares e ao fundo a Serra do Mar (fora da AII).

No Sopé da Serra do Mar, acompanhando a linha da escarpa serrana, encontram-se os sedimentos continentais – denominado corpos de tálus. 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 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.

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.

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.

Os terrenos com cota mais baixa sofrem com a variação das marés, sendo que ocorre a suspensão e remoção da argila, ocasionando concentração de areia. Esse seria o mecanismo de formação de grande parte das áreas de baixios.

Como elemento geral, as características texturais e geotécnicas dos sedimentos que preenchem o compartimento costeiro compreendida pela Área de Influência Direta (AID) do empreendimento, está apresentada de forma mais ampla nos estudos desenvolvidos por Massad (1986 e 1999).

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

As principais características referentes aos sedimentos argilosos que compõem significativa parte da coluna sedimentar que preenche os canais estuarinos referem-se à sua alta compressibilidade e baixa resistência.

Levantamentos geofísicos (sísmica contínua de alta resolução) executados nos canais do alto estuário santista, apresentados nos EIA-RIMA do Projeto EMBRAPORT (2004), indicaram a ocorrência de pelo menos quatro unidades sísmicas distintas, nas sequências sedimentares depositadas ao longo desses canais.

A unidade representativa da sequência de topo apresenta um padrão de reflexão ao sinal sísmico, de transparente a parcialmente transparente, indicativo da ocorrência de variação sedimentológica ao longo da sequência.

Esta sequência sedimentar representativa da dinâmica sedimentar atual (de centena a milhar de

anos), existente no estuário santista apresenta variações laterais de espessura, com as maiores espessuras, compreendendo valores de cerca de 2,5 metros.

A variabilidade lateral da composição granulométrica da sequência de topo, desta unidade, indica a existência de uma dinâmica sedimentar atual mais intensa, impeditiva da deposição da carga em suspensão, bem como uma capacidade de retrabalhamento dos sedimentos arenosos, de fundo, pré-existentes ou provenientes da erosão das áreas emersa adjacentes. A unidade de topo é separada da unidade subjacente por um refletor forte e contínuo.

A unidade 2 (em contato com a base da unidade de topo) é caracterizada por uma relativa transparência ao sinal sísmico sugerindo uma natureza, predominantemente, argilosa para toda a sequência. Esta unidade apresenta nas áreas de maior ocorrência espessuras superiores a 7 metros, separadas da unidade subjacente (unidade 3) por um refletor descontínuo.

Considerado o modelo evolutivo da planície santista proposto por Suguio & Martin (1978), a unidade 2 deve representar os sedimentos transgressivos holocênicos depositados em nível do mar mais alto do que o atual. Desta forma, sua natureza, pouca idade, espessura e pequeno recobrimento, determinam sua baixa compacidade e capacidade de suporte. A compactação diferencial desta sequência não adensada é a responsável pela inclinação de alguns edifícios assentados sobre estes sedimentos na ilha de Santo Amaro, Santos (Massad, 1986).

A Unidade 3 foi determinada apenas em alguns poucos setores do alto estuário. Corresponde, possivelmente, aos sedimentos arenosos a areno-argilosos, depositados previamente as lamias marinhas da Unidade 2, em fase de nível marinho abaixo do nível atual, possivelmente representando a paleo superfície arenosa pleistocênica superior.

Em profundidade variável ao longo da área de levantamento, com mergulho no sentido do eixo do canal do estuário, está disposta a Unidade 4, com características de reflexividade ao sinal sísmico indicativa de uma sequência sedimentar composta de termos finos (argilas, silte-argilosos), compactados, com baixo teor de água contido no sedimento. Esta sequência deve representar a sequência transgressiva pleistocênica (argilas transgressivas pré-adensadas), identificadas em subsuperfície de quase toda a ilha de Santo Amaro.

A espessura desta unidade não pode ser determinada na impossibilidade da identificação de sua base (contato) com a unidade subjacente.

✓ **Sedimentação atual nos canais estuarinos e na baía de Santos.**

Ao longo dos canais do Porto de Santos e de São Vicente, do segmento Piaçaguera / Alemoa, bem como nas áreas correspondentes aos largos do Caneú e Santa Rita, os sedimentos que recobrem a atual superfície de fundo são, predominantemente, constituídos de sedimentos finos de carga em suspensão (lamas) e, de modo subordinado, depósitos arenosos finos associados à carga de tração junto ao fundo. Estes segmentos presentes na AID apresentam siltes como sedimentos mais comuns, com gradações até depósitos arenosos constituídos por areia muito fina, configurando um ambiente de sedimentação caracterizado por baixa energia e elevada taxa de sedimentação.

Estes tipos de sedimentos muito finos, associados a elevados teores de matéria orgânica e água correspondem ao tipo sedimentar mais frequente sendo que as variabilidades texturais observadas ao longo destes canais têm relação com as variabilidades de intensidades das correntes que se propagam em áreas mais abrigadas, junto às margens, ou nos setores mais expostos dos canais estuarinos.

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

- os sedimentos provenientes da erosão das rochas da Serra do Mar;
- os efluentes gerados pela atividade antrópica, (dejetos humanos e a indústria da região) e ou,
- os sedimentos marinhos carregados a partir da plataforma interna próxima.

O modelo de circulação e sedimentação no estuário e baía de Santos foi estabelecido por Fúlfaro & Ponçano (1976), que aí realizaram estudos sedimentológicos objetivando a determinação da faciologia do fundo do estuário e da baía, bem como as principais tendências de movimentação desses sedimentos. No alto estuário santista as águas dos rios provenientes da Serra do Mar adentram ao estuário, em especial na região do canal do porto, originando um predomínio de fluxo unidirecional que se propaga em direção à baía.

Esta descarga líquida e de sólidos em suspensão ocorre, principalmente, pelos rios Cubatão, Perequê, Mogi, Quilombo e Jurubatuba, sendo que medidas de vazão registradas nos anos de

1975 e 1976 indicaram volumes entre 86 m³/s e 260 m³/s (Yassuda,1991).

Fúlfaro & Ponçano (1976), ao descreverem as características dos fluxos fluviais do alto estuário, formadas pelos rios que têm suas nascentes na Serra do Mar, demonstraram que a faixa de mangue que circunda o estuário detém grande parte da carga transportada por tração liberando, para os canais, apenas a carga transportada em suspensão, de natureza siltico-argilosa.

A área do médio estuário é palco da influência de correntes de maré sofrendo a movimentação provocada por ação marinha a partir da baía de Santos.

Yassuda (1991), destaca que o contato entre o fluxo unidirecional fluvial e o fluxo marinho é vertical, correspondendo a uma zona de quebra de energia de transporte do sistema.

Como as correntes de maré enchente tem uma propagação quase que simultânea em tempo, pelos canais do porto e também pelo canal de São Vicente, na região do alto estuário, na sua porção mais a SW, ocorre um fenômeno denominado de encontro das águas. Este fenômeno contrapõe fluxos de corrente com sentidos de deslocamento opostos, resultando em um ambiente a princípio turbulento, seguido de um evento de calmaria, estofa das marés, favorecendo processos deposicionais mais intensos da carga em suspensão existente na coluna d'água.

Desta forma, associado ao maior aporte de sedimentos arenosos, carga de fundo, e lamosos associados a matéria orgânica, em suspensão, provenientes do Complexo Serrano à retaguarda, a região do alto estuário se configura como uma área de elevada taxa deposicional..

Este quadro, do alto e médio estuário santista, configura um processo geral de sedimentação, em ambiente de baixa energia, com predomínio de sedimentação siltico-argilosa.

De acordo com Fúlfaro & Ponçano (1976), o estuário Santista é uma região de grande equilíbrio no que se refere à sedimentação, onde taxas elevadas de sedimentação ocorrem apenas localmente, destacando-se as extremidades sul dos canais de São Vicente e do Porto, junto à desembocadura da baía, o canal da Bertioga e o Largo do Caneú.

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

A área localizada a oeste da baía é dominada por correntes de maré e correntes costeiras, dirigidas de SW para NE, sendo que o ramo destas correntes que penetra na baía junto à Ponta de

Itaipu atinge a porção mais interna da baía ao longo das praias de São Vicente e Santos.

Ao largo da Ponta de Itaipu são encontrados sedimentos predominantemente arenosos, dispostos em faixas aproximadamente paralelas ao sentido predominante das correntes costeiras, que os transportam e depositam ao longo das praias de São Vicente e Santos.

A leste, a baía é caracterizada por movimentação predominantemente unidirecional, resultante da interação das correntes que se propagam ao longo das praias da baía e das correntes, originalmente fluviais, canalizadas através do estuário.

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

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

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

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

A sedimentação no centro-oeste da Baía de Santos pode ser explicada de duas formas: (a) pelo controle sedimentar exercido pela hidrodinâmica da área, resultando em aporte de sedimentos marinhos vindos de sudoeste (essa porção da área apresenta significativa contribuição marinha,

com altos teores de CaCO_3 e baixas razões C/N); e (b) pela influência do Emissário Submarino do José Menino, construído ao longo da década de 70 do século passado, para conduzir os resíduos de esgoto provenientes da Estação de Tratamento de Água da SABESP. O emissário submarino pode ser responsável pela presença de um núcleo de alta razão C/S no centro da área (maior oxidação), ao contrário do que seria esperado em uma porção onde há significativa sedimentação de materiais pelíticos. O fluxo do emissário submarino pode ter agido como barreira hidráulica, alterando a circulação nessa porção da área, criando um ambiente propício ao desenvolvimento de organismos marinhos, o que justificaria os altos teores de CaCO_3 e as baixas razões C/N.

Fenômeno de “tombo das águas” correspondendo a fluxos de propagação de sentidos opostos também ocorre ao longo do canal da Bertioga. Este fenômeno localizado nas proximidades da área designada como largo do Candinho, opõe as correntes de maré que adentram o sistema pelos canais do porto de Santos e a desembocadura do canal no mar junto a cidade de Bertioga.

Desta forma, na região do largo do Candinho ocorrem as maiores taxas de sedimentação atual deste segmento a NE do sistema estuarino. Esta sedimentação é predominantemente constituída de sedimentos de termos finos (siltes e argilas), correspondente a carga de suspensão de sedimentos do sistema, associada a significativa contribuição de material orgânico. Neste setor do estuário encontram-se estabelecidas as mais extensas áreas do ambiente manguezal.

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

O fluxo residual no sistema estuarino santista contempla uma resultante para fora do estuário, e não fluxos que possibilitassem o transporte no sentido oposto. Desta forma, é relativamente reduzida a possibilidade de carreamento de sedimentos marinhos provenientes de fora do sistema do alto estuário, na baía de Santos, e ou, na plataforma interna próxima.

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

formadores das rochas, e não como elementos principais de alguma litologia.

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

Os metais se associam às argilas e matéria orgânica, se depositando em zonas de baixa energia do alto estuário, ou sendo exportados a partir destas áreas para além dos limites do Canal da Bertioga e da baía de Santos. Desta forma, todos os estudos são unânimes em afirmar que os altos níveis de concentração de elementos metálicos, contidos nos sedimentos de superfície de fundo dos canais, derivam substancialmente do incremento da atividade antrópica decorrente da ocupação, e industrialização, do entorno do estuário, a partir do início dos anos 1950.

Não existem na literatura científica nacional dados de valores de “background” diretamente vinculados ao complexo rochoso da Serra do Mar, disposto no entorno do estuário santista. Porém, por similaridade é possível considerar os valores obtidos para as rochas do complexo do litoral sul paulista, e Vale do Ribeira, sabidamente mais enriquecidas em elementos metálicos associados a jazimentos minerais, como um padrão de referência de um “background” regional para todo o Complexo de rochas da Serra do Mar.

De acordo com Moraes (1997), o “background” do cobre é de 18 ppm e o do zinco de 47 mg.kg⁻¹, e a média regional do chumbo de 16 mg.kg⁻¹.

Para a região das minas desativadas do Alto Vale do Ribeira, Corsi (1999) indica como valores médios de concentrações de 35 ppm de para o Chumbo e 70 ppm para o Zinco, ou seja, valores cerca de duas vezes os valores de “background” regional apresentados nos estudos da Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais (Moraes, 1997).

Na Área de Influência Direta (ADA), mais diretamente associadas as áreas limítrofes ao Largo do Caneú, eixo central do empreendimento no alto estuário santista, apresentam-se com batimetrias limitadas a poucos metros de profundidade, e a bancos expostos em ciclos de maré baixa de sizígia. Estas áreas são bastante assoreadas por sedimentos lamosos (silte fino a argila), muito ricos em matéria orgânica e em água adsorvida, com concentrações variadas de sedimentos arenosos muito finos.

Estes tipos sedimentares representam os baixos níveis de dinâmica sedimentar que condicionam a sedimentação do alto estuário, em particular o próprio Largo do Caneú, composta

de termos siltosos e argilosos, associados a termos arenosos finos a muito finos, provenientes de sedimentos que estruturaram o processo de formação da ilha de Bagres em fases do nível relativo do mar mais elevado do que o atual.

Os resultados acerca das taxas de sedimentação dos últimos 100 anos, obtidas para as sequências de topo das colunas sedimentares que preenchem os canais estuarinos e a baía de Santos, corresponde a dados publicados na literatura científica, a partir dos resultados obtidos em análises executadas no laboratório de espectrometria gama do Instituto Oceanográfico da Universidade de São Paulo (Hurtado, 2003; Figueira *et al.*, 2004 e Tessler *et.al.*, 2006). As informações compiladas da literatura correspondem a resultados obtidos de colunas sedimentares analisadas por espectrometria gama em sequências sedimentares rasas (métricas) coletadas no alto estuário santista (CS, CN e SR),

A partir dos dados obtidos da literatura é possível identificar o segmento do alto estuário santista como a área que apresenta os mais altos valores da taxa de sedimentação para todo o sistema estuarino, que tem ao longo das últimas décadas funcionado como um filtro sedimentar ao conjunto de sedimentos em suspensão (lamas), tração (areias) e matéria orgânica, aportados para o estuário pela drenagem continental e que fluem a partir da vertente marinha da Serra do Mar, e dos efluentes humanos e industriais das áreas que envolvem o sistema. (Tessler, 2001).

Tabela 9.1.5.3-1: Taxas de sedimentação do pacote sedimentar do largo do Caneú, Santos, SP.

Localização	Pb 210	CaCo ³
CANEÚ	(2,72±0,08)	(1,34±0,13)

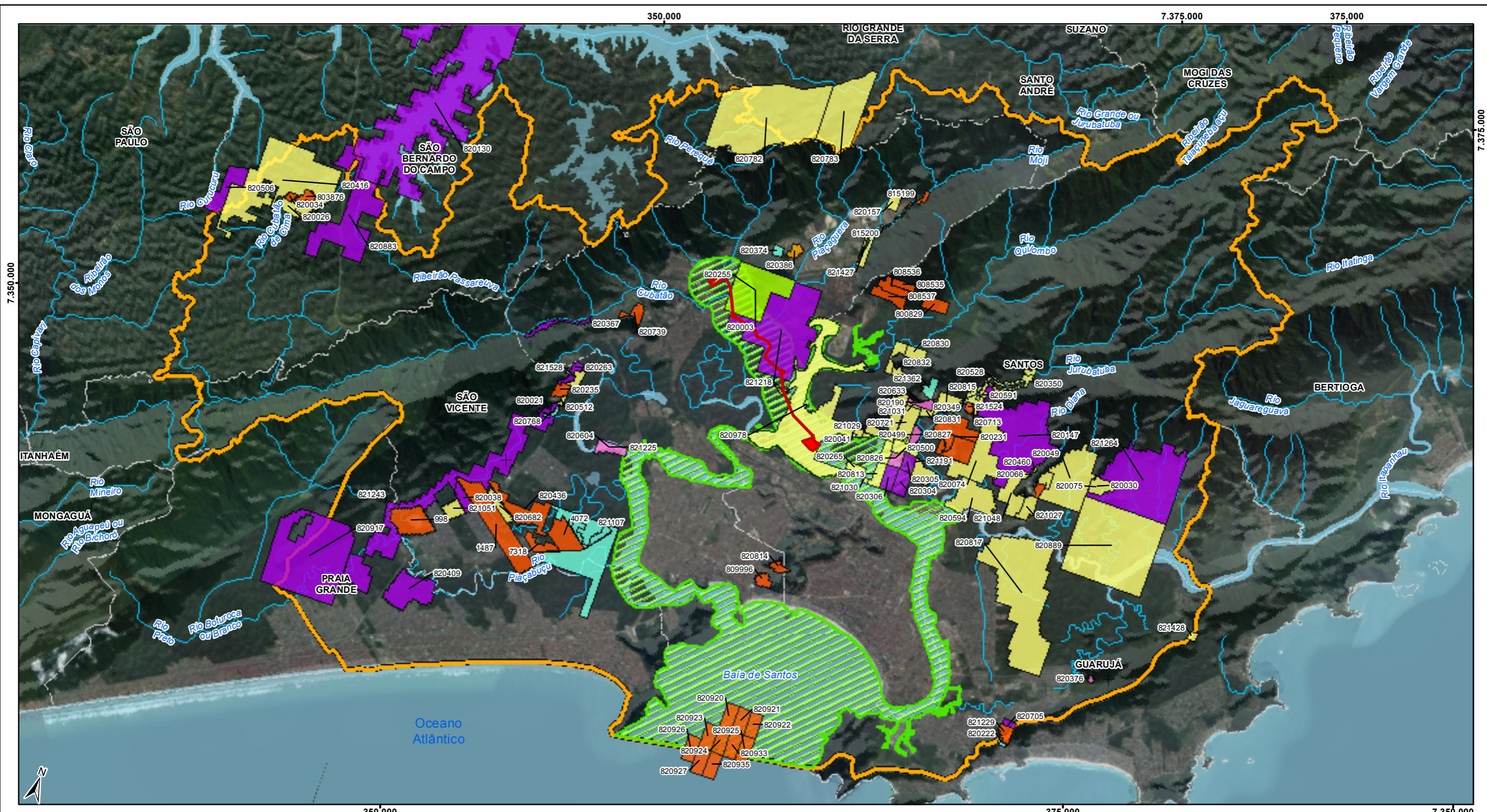
A região do largo do Canéu, é uma das áreas que possui uma grande deposição recente de todo o sistema.

Este fato indica que mesmo em não se considerando o valor absoluto, é possível afirmar existir, para a última metade do século XX na área em questão, um processo intenso de deposição, superior em ordem de grandeza a todo o sistema costeiro analisado.

Muito importante como elemento elucidador acerca da pouca confiabilidade das elevadas taxas obtidas nesta coluna sedimentar foram obtidas junto aos arquivos da Secretaria de Obras da Prefeitura de Santos e da antiga Companhia de Docas do Porto de Santos, sugerem que em algum momento da segunda metade do século passado, a região do largo do Canéu foi afetada pelos trabalhos de dragagem e/ou deposição do material dragado, do canal do Porto. Neste caso, a atividade antrópica teria funcionado como o agente acelerador do intenso processo deposicional recente detectado nesta região.

9.1.5.4 Direitos Minerários da Área de Influência Indireta

De acordo com pesquisa realizada no *site* do Departamento Nacional de Produção Mineral – DNPM, mais especificamente no Sistema de Informações Geográficas da Mineração – SIGMINE, em março/2018, foi verificado na All a existência de 116 processos minerários ativos de 8 substâncias distintas. A Figura 9.1.5.4-1 apresenta a localização destes processos e a Figura 9.1.5.4-2 apresenta as substâncias requeridas.



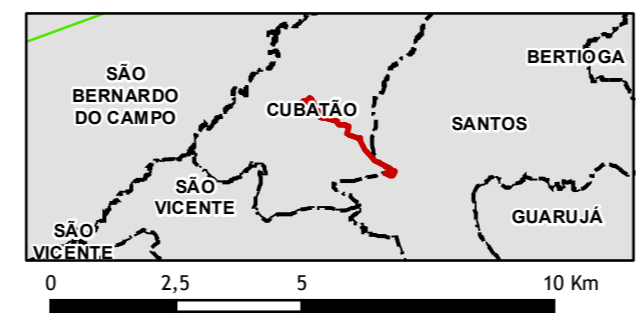
Legenda

- Curso d'água
- Corpo d'água
- Limite Municipal
- ADA - Área Diretamente Afetada
- AID - Área de Influência Direta
- AII - Área de Influência Indireta

Processos DNPMP

Fase

- Autorização de Pesquisa
- Concessão de Lavra
- Disponibilidade
- Licenciamento
- Requerimento de Lavra
- Requerimento de Licenciamento
- Requerimento de Pesquisa



Escala gráfica
Escala numérica 1:150.000
Projeção Universal Transversa de Mercator - UTM
Datum Horizontal: Sistema de Referência Geocêntrico para as Américas - SIRGAS 2000, fuso 23K
Sistema Orbital SPOT, cores naturais, 2007/2008
*Fontes:
1 - Departamento Nacional de Produção Mineral (DNPM)
<http://sigmine.dnpm.gov.br/webmap/>. Acesso em 14/03/2018.

EIA - ESTUDO DE IMPACTO AMBIENTAL					
Projeto					
Reforço Estrutural de Suprimento de Gás da Baixada Santista, de responsabilidade da COMGAS/Distribuidora de Gás Participações S.A					
Mapa					
PROCESSOS MINERÁRIOS DNPMP (DEPARTAMENTO NACIONAL DE PRODUÇÃO MINERAL)					
Município (s) Santos, SP			UGRHI 07 - Baixada Santista		
			Tipo Monitoramento		
Desenho	Escala	Tamanho	Versão	Responsável Técnico pela Cartografia	
3294_9.1_Meio Físico_03_R1	1:150.000	A3	R1 27/mar/2018	Joseane Urgnani joseane.urgnani@tetrattech.com	

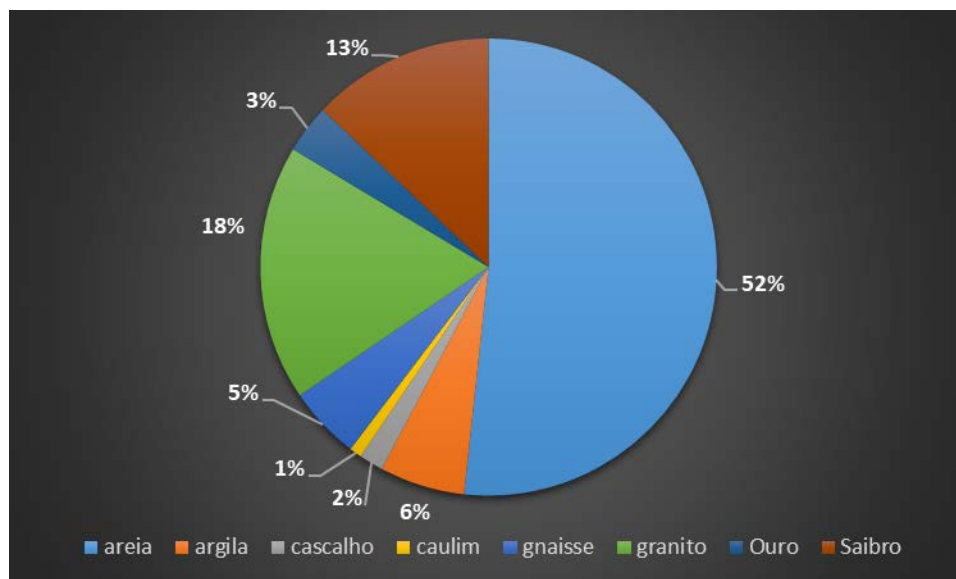


Figura 9.1.5.4-2: Substancias requeridas. Fonte: DNPM, 2018

Desse modo, os recursos minerais da Bacia Hidrográfica da Baixada Santista compreendem basicamente matérias primas voltadas para a construção civil: areia, argila, cascalho, caulim, gnaiss, granito e saibro. Destaca-se também a ocorrência de ouro, representando 3% das substancias requeridas.

9.1.5.5 Direitos Minerários da Área de Influência Direta

Na área de influência direta são verificados 29 processos minerários de 2 substancias (areia e argila). A Tabela 9.1.5.5-1 apresenta a relação dos processos minerários as empresas e as substancias requeridas, destacando os processos existentes na ADA.

Tabela 9.1.5.5-1: Relação de Direitos Minerários da AID, em Destaque os Processos Existentes na ADA

PROCESSO	FASE	NOME	SUBSTANCIA
820920/2009	Concessão de lavra	Msb Minerações Sustentáveis do Brasil Sa	Areia
820923/2009	Concessão de lavra	Msb Minerações Sustentáveis do Brasil Sa	Areia
820826/2009	Autorização de pesquisa	Vetria Mineração S A.	Areia
820926/2009	Concessão de lavra	Msb Minerações Sustentáveis do Brasil Sa	Areia
820922/2009	Concessão de lavra	Msb Minerações Sustentáveis do Brasil Sa	Areia
820925/2009	Concessão de lavra	Msb Minerações Sustentáveis do Brasil Sa	Areia
820927/2009	Concessão de lavra	Msb Minerações Sustentáveis do Brasil Sa	Areia
820933/2009	Concessão de lavra	Msb Minerações Sustentáveis do Brasil Sa	Areia
820921/2009	Concessão de lavra	Msb Minerações Sustentáveis do Brasil Sa	Areia
820924/2009	Concessão de lavra	Msb Minerações Sustentáveis do Brasil Sa	Areia
820265/2010	Autorização de pesquisa	Mineral Projects Consultoria Ltda	Areia
820935/2009	Concessão de lavra	Msb Minerações Sustentáveis do Brasil Sa	Areia
821225/2014	Autorização de pesquisa	Brasterra Empreendimentos Imobiliários Ltda	Areia
820255/2014	Autorização de pesquisa	Eldorado Transportes e Comércio de Areia Ltda Me	Argila
821218/2014	Requerimento de pesquisa	Myt Internacional Comércio, Importação e Representação Comercial Ltda	Argila
820721/2015	Autorização de pesquisa	Tpb Terminal Portuário Brites Ltda	Areia
820814/2015	Autorização de pesquisa	Tpb Terminal Portuário Brites Ltda	Areia
820813/2015	Autorização de pesquisa	Tpb Terminal Portuário Brites Ltda	Areia
821030/2015	Autorização de pesquisa	Tpb Terminal Portuário Brites Ltda	Areia
821029/2015	Autorização de pesquisa	Tpb Terminal Portuário Brites Ltda	Areia
821191/2015	Autorização de pesquisa	Tpb Terminal Portuário Brites Ltda	Areia
820041/2016	Autorização de pesquisa	Tpb Terminal Portuário Brites Ltda	Areia
820594/2016	Autorização de pesquisa	Eldorado Transportes e Comércio de Areia Ltda Me	Argila
820304/2017	Requerimento de pesquisa	Tpb Terminal Portuário Brites Ltda	Areia
820500/2017	Requerimento de licenciamento	Vetria Mineração S A.	Areia
820604/2017	Requerimento de licenciamento	Brasterra Empreendimentos Imobiliários Ltda	Areia
820306/2017	Requerimento de pesquisa	Tpb Terminal Portuário Brites Ltda	Areia
820305/2017	Requerimento de pesquisa	Tpb Terminal Portuário Brites Ltda	Areia
820978/2009	Autorização de pesquisa	André Ramos Queiroz de Camargos	Areia

Fonte: DNPM, 2018

Nota-se que 90% (26) dos processos referem-se a substancia areia, sendo que apenas 3 são de argila.

Destes processos 10 encontram-se em fase de concessão de lavra, sendo todos para a substancia areia, os demais processos estão em fase de autorização de pesquisa (11), requerimento de licença (2) e requerimento de pesquisa (3).

Na ADA encontram-se 3 processos do DNPM, sendo 2 de argila e 1 de areia, estando nas fases de autorização de pesquisa e requerimento de pesquisa. Destaca-se que na ADA não são encontrados projetos ativos de prospecção mineral.

9.1.6. Geomorfologia

A região do empreendimento insere-se na geomorfologia regional da Serra do Mar e do litoral Santista, estabelecendo duas principais fases de deformação tectônicas na gênese da grande escarpa e dos maciços costeiros:

Fase 1: Caracterizada pela tectônica rúptil que afetou profundamente a região de Santos. Corresponde a uma fase mais antiga do Terciário (Paleoceno/Eoceno), que se manifestou através de um falhamento em linha quebrada, grosso modo paralela ao eixo do atual Canal da Bertiooga (NE/SW), infletindo depois em linha quebrada, para NW, à frente dos atuais esporões truncados da Serra do Mourão, para depois retornar à direção NE, à frente da Serra do Cubatão. Assim formou, para oeste, o maciço do Planalto Atlântico e, para leste, houve um rebaixamento irregular em blocos de estruturas antigas.

Fase 2: corresponde a um período de reativação epirogênica do bloco continental meridional, o que provocou uma forte flexura continental acompanhada de reativação da tectônica rúptil. Esses fatos foram fundamentais para a evolução da faixa atlântica paulista, a leste das escarpas da Serra do Mar, estabelecendo um mergulho irregular das áreas aplainadas neogênicas, no sentido da margem continental em expansão. Nos planos inclinados da superfície neogênica flexurada, estabeleceu-se uma drenagem que a entalhou profundamente. Em outros setores, os cursos de água se adaptaram às linhas de falhas, diáclases e feixes de diáclases tectônicas, dispostas longitudinal ou transversalmente às estruturas antigas do Escudo. Assim, para a área pré-Serra do Mar, formou-se uma rede de drenagem retangular complexa, misto de rede apalachiana e tectônica, a qual, posteriormente, foi afetada pelas ingressões marinhas quaternárias.

9.1.6.1. Procedimentos Metodológicos

Para o desenvolvimento do estudo das características geomorfológicas da Área de Influência Indireta (AII), foi utilizado o Mapa Geomorfológico do Estado de São Paulo, na escala 1:500.000 (Ross & Moroz, 1997), que consiste em mapas e relatório técnico-científico.

Este mapa foi empregado com objetivo de descrever 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 é baseada na metodologia desenvolvida por Ross & Moroz (1997). Porém, a presente caracterização também considera informações mais atualizadas 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 (1997), enquanto que este diagnóstico também faz uso das 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.

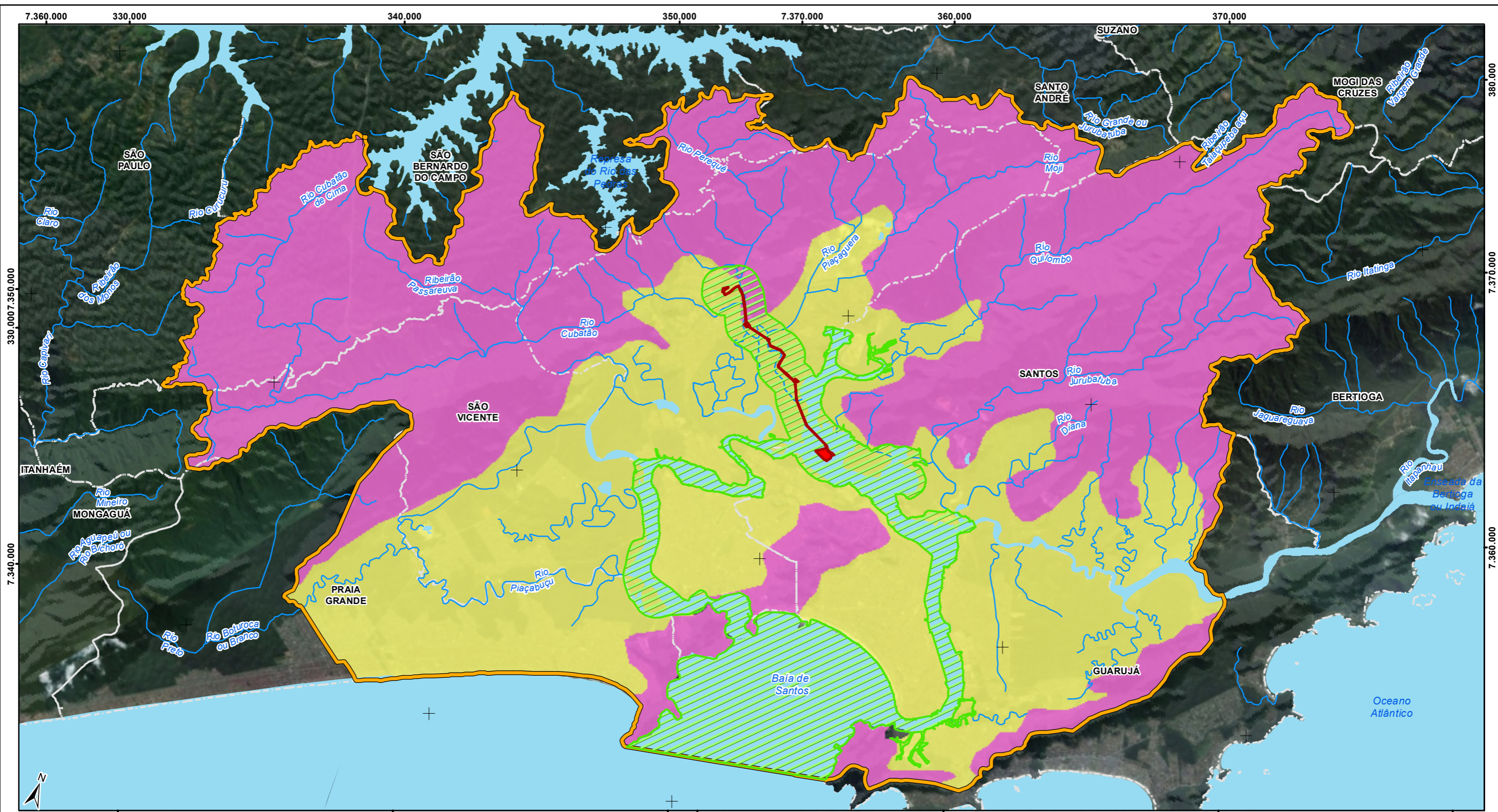
As atividades desenvolvidas consistiram basicamente em:

1. Compilação do mapa geomorfológico na escala 1:500.000 (Ross & Moroz, 1997)
2. Interpretação e descrição de fotografias aéreas
3. Compilação e descrição morfográfica e morfométrica dos tipos de relevo identificados e elaboração de legenda;
4. Integração e análise dos dados compilados e obtidos, elaboração final dos mapas geomorfológicos da AII do futuro empreendimento.

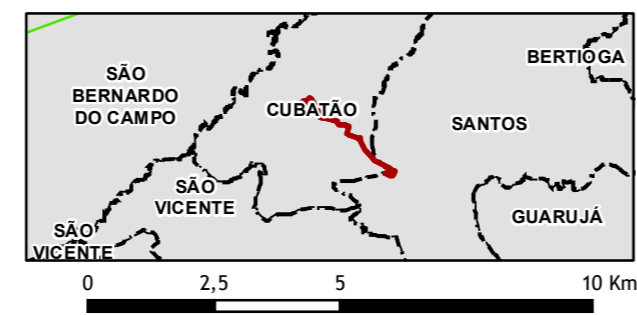
9.1.6.2. Caracterização Geomorfológica da Área de Influência Indireta

A Baixada Santista caracteriza-se pela drenagem que escoar diretamente para o mar. Aparece como uma estreita faixa entre Litoral Norte, delimitada pela linha da costa e a borda da Serra do Mar; e o Litoral Sul, em ampla reentrância que avança pelo baixo vale do rio Ribeira de Iguape até alcançar a borda da Serra de Paranapiacaba.

A região da Baixada Santista encontra-se na unidade geomorfológica da Província Costeira onde pode ser observado duas estruturas de relevo, uma caracterizada pela formação serrana escarpada denominada Escarpas da Serra do Mar (Planalto Atlântico), e a outra estrutura de bacia sedimentar onde se encontra as Planícies Litorâneas (FIGURA 9.1.6.2-1).



- Legenda**
- Curso d'água
 - Corpo d'água
 - Limite Municipal
 - ADA - Área Diretamente Afetada
 - AID - Área de Influência Direta
 - AII - Área de Influência Indireta
- Unidades Morfoestruturais**
- Cinturão Orogênico do Atlântico**
 - Planalto Atlântico, 800 - 900m
 - Bacias Sedimentares Cenozóicas / Depressões Tectônicas**
 - Planícies Litorâneas, 0 - 20m



Escala gráfica
Escala numérica 1:150.000
Projeção Universal Transversa de Mercator - UTM
Datum Horizontal: Sistema de Referência Geocêntrico para as Américas - SIRGAS 2000, fuso 23K
Sistema Orbital SPOT, cores naturais, 2007/2008
*Fontes:
1 - Mapa Geomorfológico do Estado de São Paulo, 1997, Escala 1:500.000 (IPT).

EIA - ESTUDO DE IMPACTO AMBIENTAL					
Projeto					
Reforço Estrutural de Suprimento de Gás da Baixada Santista, de responsabilidade da COMGAS/Distribuidora de Gás Participações S.A					
Mapa					
MAPA GEOMORFOLÓGICO DA AII					
Município (s) Santos, SP			UGRHI 07 - Baixada Santista		
			Tipo Monitoramento		
Desenho	Escala	Tamanho	Versão	Responsável Técnico pela Cartografia	
3294_9.1_Meio Físico_04_R1	1:150.000	A3	R1 27/mar/2018	Joseane Urgnani joseane.urgnani@tetrattech.com	

- **Planalto Atlântico**

IPT (1981) descreve o Planalto Atlântico como uma região de terras altas, constituído predominantemente por rochas cristalinas, cortadas por intrusivas básicas e alcalinas mesozóicas-terciárias, e pela cobertura das bacias sedimentares de São Paulo e Taubaté.

A província costeira definida por Almeida (1964) corresponde à província fisiográfica chamada de litoral por Ab'Saber e Bernardes (1958). Ela corresponde, segundo Almeida (1964) "à área do Estado drenada diretamente para o mar, constituindo o rebordo do Planalto Atlântico. É, em maior parte, uma região serrana contínua, que à beira-mar cede lugar a uma sequência de planícies de variadas origens".

Na região serrana, as escarpas mostram-se abruptas e festonadas, desenvolvendo-se ao longo de anfiteatros sucessivos, separados por espigões. Para compor o desnível da ordem de 800 a 1.200 m entre as bordas do Planalto Atlântico e as Baixadas Litorâneas, a faixa de escarpas apresenta em planta larguras de 3 a 5 km em média (IPT, 1981).

Em IPT (1981a) as planícies litorâneas desenvolvem-se de modo descontínuo, subordinadas às reentrâncias do fronte serrano. Suas extensões são bastante variáveis, razão pela qual tem sido efetuada a separação em dois setores do litoral.

A província costeira foi dividida em três principais zonas: Serrania Costeira, Morraria Costeira e Baixadas Litorâneas. Segundo ainda mapa do IPT (1981a) para a área de estudo inclui-se relevos da Serrania Costeira e das Baixadas Litorâneas.

A Serrania Costeira encontrada na área corresponde a sub-zona Serra do Mar. Almeida (1953) cita que o nome genérico da Serra do Mar é aplicado a um sistema de escarpas e montanhas que, desde o norte do Estado de Santa Catarina até o Estado do Rio de Janeiro, limita a borda oceânica do Planalto Atlântico. Diante da Baixada Santista, esse relevo chega a ser elevar a mais de 1200 m acima do mar, também chamado localmente de serra de Cubatão, e as declividades dominantes são superiores a 30%.

Para Almeida (1953) os grandes desníveis da Serra do Mar poderiam ter sido gerados por acidentes tectônicos, falhamentos ou fortes flexuras. Nesta Serra, de modo geral, acham-se estritamente adaptadas às formas topográficas, à resistência diferencial e disposição dos corpos rochosos que se oferecem à erosão.

O relevo da Serra de Cubatão é resultante de intenso e longo processo de erosão, que levou à adaptação das superfícies topográficas às diversidades de resistências das rochas. Ter-se-ia iniciado esse processo a partir de uma zona de falhamentos ou de forte flexura, que ainda não foi localizada na região, e que devia estar situada a vários quilômetros além das atuais escarpas da Serra de Cubatão.

Planícies Litorâneas

Para Ab'Saber (1956, apud IPT, 1981a), constituem Planícies Costeiras Reduzidas e Descontínuas, correspondente à colmatagem flúvio-marinha recente, de antigas indentações dos sopés das escarpas de falha em recuo. No litoral Norte, onde os esporões da Serra do Mar e os pequenos maciços e morros litorâneos isolados atingem diretamente as águas oceânicas, dominam costas altas e jovens, enquanto no litoral sul, enfeixados por extensas praias-barreiras, as planícies litorâneas apresentam maior largura e maiores tratos de terrenos firmes discretamente ondulados.

Almeida (1964) caracteriza os sedimentos costeiros como areias de praias e dunas, argilas e lamias orgânicas dos mangues, e sedimentos detríticos geralmente finos, mas também psefíticos, que a rede de drenagem a arrasta das serras vizinhas para o litoral, onde se acumulam em planícies aluviais, canais fluviais, restingas, praias, lagunas, etc.

As Planícies Litorâneas, apresentam baixa altitude (no máximo 20 metros), solos hidromórficos, declividade muito pequena (inferior a 2%) e, a respeito da litologia, encontra-se sedimentos marinhos e fluviais inconsolidados (areias, argilas e cascalhos). Essas áreas constituem-se basicamente pelas formas de relevo do tipo planície, terraços marinhos e campos de dunas. Esse conjunto de formas decorre de uma complexidade de processos morfogénéticos, onde as interações de atividades construtivas e destrutivas das águas oceânicas ao longo da faixa litorânea se confrontam com as influências das águas continentais, também construtoras e destruidoras de formas e depósitos eólicos, que também exercem importante papel de remobilização dos sedimentos marinhos.

Em menor escala encontram-se as áreas representadas por Mangues, estas áreas constituem planícies rebaixadas caracterizados pela extrema interação entre a forma de relevo, os tipos de solo e a cobertura vegetal sob influência diária das marés. Este ambiente natural é identificado pelas suas espécies vegetais típicas. Do ponto de vista geomorfológico, os mangues estão associados a terrenos baixos e planos formados por depósitos marinhos retrabalhados por processos fluviais com aporte de sedimentos finos continentais, que nas porções de contato com as águas salinas provenientes das marés altas, produzem deposição de argilas, constituindo depósitos lodosos. Os maiores sistemas de manguezais estão localizados no Complexo Estuarino de Santos/São Vicente e próximo ao rio Itanhaém.

Segundo Souza (2012) há uma compartimentação morfodinâmica para as praias de São Paulo, compreendendo:

Setor I – Praia de Ararapira (Cananéia – Paraná) à Praia da Juréia (Iguape);

Setor II – Praia do Rio Verde (Iguape) à Praia do Guaraú (Peruíbe);

Setor III – Praia de Peruíbe à Praia Grande;

Setor IV – Praia do Capitão (São Vicente) à Praia do Iporanga (Bertioga);

Setor V – Praia da Enseada de Bertioga à Praia de Barequeçaba (São Sebastião);

Setor VI – Praias do Canal de São Sebastião;

Setor VII – Praia das Cigarras à Praia do Cambury (até o Estado do Rio de Janeiro).

Na área de estudo estão inseridos os Setores III e IV.

Setor III - Estende-se de Peruíbe a Praia Grande, apresentando praias dissipativas de alta energia e de orientação NE-SW, portanto abertas para os sistemas de ondas de maior energia provenientes de S-SSE. As planícies costeiras e a plataforma continental associadas são amplas e de baixos gradientes topográficos. Nesses setores estão presentes os arcos praias mais extensos do litoral paulista, formando dois segmentos retilíneos e quase ininterruptos com cerca de 70 km de extensão: as praias de Peruíbe, Itanhaém, Mongaguá e Praia Grande juntas.

Dependendo das condições meteorológicas e das diferenças na energia de ondas, as praias podem assumir temporariamente estados morfodinâmicos intermediários. Ainda, é observada erosão acelerada em algumas praias, como por exemplo na praia de Itanhaém (suarão), o que tem provocado nesses locais a modificação permanente do estado morfodinâmico da praia, passando a predominar o intermediário (Souza, 1997).

Setor IV – Na área de estudo é encontrado ao longo dos municípios de São Vicente e Santos. Neste setor a linha de costa muda radicalmente de direção, formando um grande embaçamento costeiro de orientação N-S representado pelas baías de Santos e de São Vicente. A expressiva presença do embasamento ígneo-metamórfico junto à linha de costa e a evolução geológica dessa área, muito ligada com a Zona de Falha de Cubatão (Rio Cubatão), determinaram a formação de um bloco abatido sobre o qual se desenvolveu o complexo Estuário Santista, que se encontra encaixado entre a Serra do Mar e as ilhas de São Vicente e Santo Amaro (Guarujá), separadas do continente e entre si por canais de maré que deságuam nas baías (Souza, 2012). Neste setor as planícies costeiras são estreitas, com orientações gerais EW e possuem morfodinâmica predominante dissipativa de baixa energia. Alterações no estado morfodinâmico ocorrem em situações de maior ondulação, como durante e logo após a entrada de frentes fria, como se tem observado na Ponta da Praia em Santos. Também, devido a processos erosivos intensos, a Praia do Gonzaguinha-Milionários (São Vicente) passou de dissipativa de baixa energia para intermediária com tendências dissipativas.

A Figura 9.1.6.2-2 apresenta os setores morfológicos presentes na região do Projeto.



Figura 9.1.6.2-2: Setores Morfológicos

9.1.6.3. Caracterização Geomorfológica da Área de Influência Direta e Diretamente Afetada

A AID e ADA do projeto estão inseridas nas duas unidades morfoestruturais da AI, predominando terrenos na porção da Planície Litorânea e apenas pequenos trechos no Planalto Atlântico, localizado na porção norte da AID.

No Planalto Atlântico, a área AID percorre a Zona do Planalto Paulistano, abrangendo as bacias de drenagem dos rios Cubatão, Perequê e Piaçaguera que drenam no sentido da Baixada Litorânea, influenciando no aporte de sedimentos para a planície costeira.

A Província Costeira corresponde as áreas mais baixas, com direcionamento da drenagem diretamente para o mar, constituindo o rebordo do Planalto Atlântico.

Geomorfológicamente, a região de Santos e seu entorno é heterogênea, contendo, desde planícies costeiras, mangues e formações associadas, até relevos bastante acidentados de serra, englobando as escarpas de alta declividade, incluindo a Serra do Mar propriamente dita, bem como a porção de Planalto, composta pelo reverso da serra e as escarpas de contato abrupto com a baixada.

Na área de Influência Direta e Diretamente afetada são observadas as unidades morfoesculturais do Planalto Paulista, em uma pequena porção na região nordeste, e da Planície Litorânea Santista.

O Planalto Paulista localiza-se entre o Planalto de Jundiaí e Serra do Mar, na AID é verificada no extremo nordeste da área. Nestas porções predominam formas de relevo denudacionais cujo modelado constitui-se basicamente em morros médios e altos com topos convexos (Dc). São observadas formas de dissecção variando de média a muito alta, com altimetrias máxima, na AID, de 200 metros.

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

As porções planas, estão inseridas na Planície Litorânea, caracterizando-se como um ambiente frágil, predominando sedimentos arenosos e argilosos, são inconsolidados. Na área de estudo este relevo está associada a Unidade Morfológica Santista, representando 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 Planícies Litorâneas da Baixada Santista caracterizam-se por planícies marinhas e planícies intertidais. Com altimetria variando de 0 a 20 metros e declividade inferior a 2%. Estas áreas são sujeitas a inundações periódicas devido ao lençol freático pouco profundo e a variação da maré.

Na Planície Litorânea Santista são verificadas as seguintes morfologias:

- Planícies Marinhas (Apm)
- Planícies Intertidais (Api)

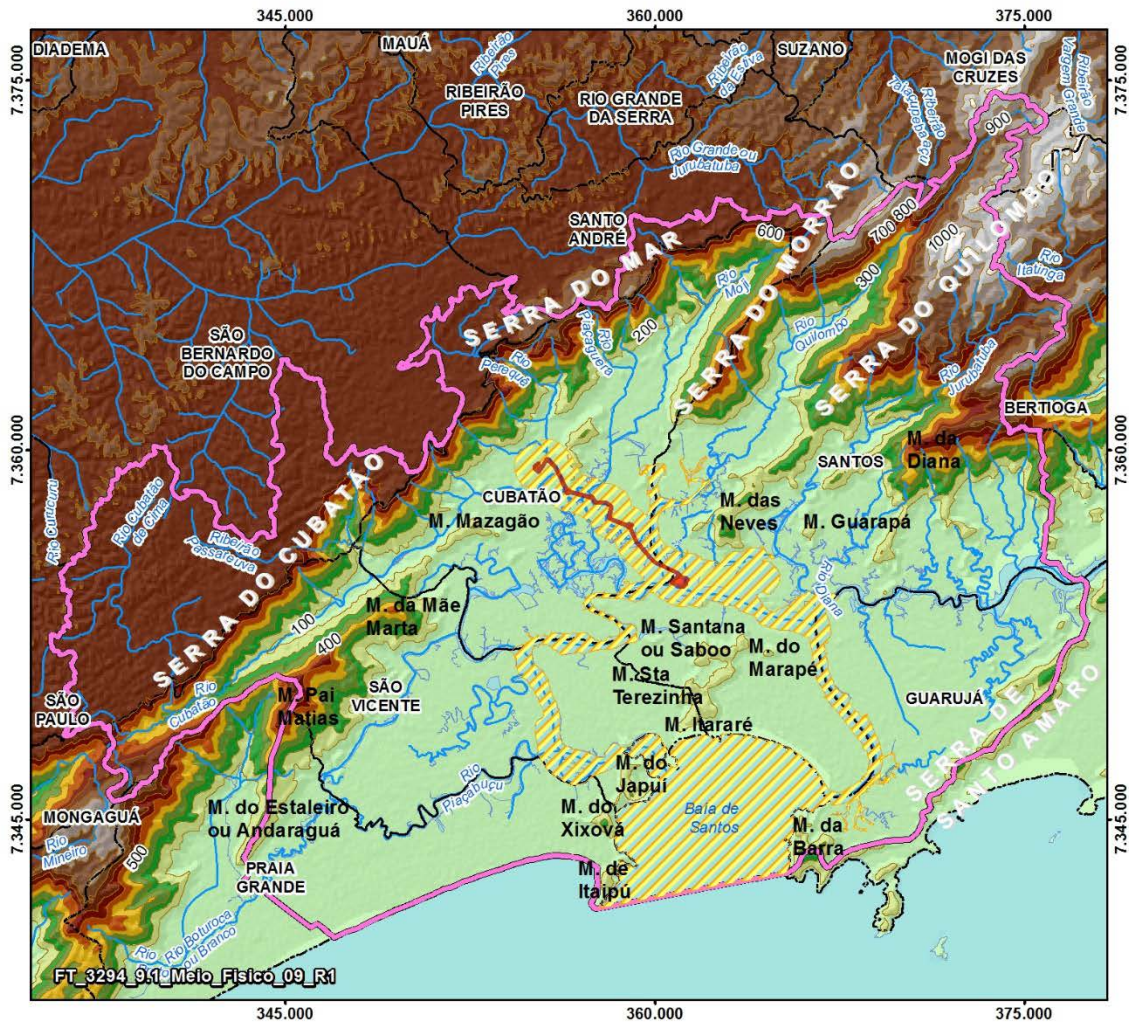
As Planícies Litorâneas Marinhas (Apm) apresentam altimetrias entre zero e 20 m e declividades inferiores a 2%, formadas por sedimentos marinhos inconsolidados. Esta unidade é encontrada, na AID, nas proximidades de Cubatão, próxima ao sopé da Serra do Mar.

As Planícies Intertidais (Api - mangues), apresentam altimetrias entre zero e 10 m e declividades inferiores a 2%, sendo formadas por sedimentos marinhos inconsolidados. Prevaecem terrenos baixos e planos, originados por depósitos marinhos retrabalhados por processos fluviais, com aporte de sedimentos finos continentais (argilas e colóides) que sofrem floculação no contato com as águas salinas procedentes do oceano pela maré alta e, conseqüentemente, resultando em 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 AID ocupam as margens dos principais cursos d'água.

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

Para o detalhamento da caracterização geomorfológica da AID e ADA foram interpoladas as informações obtidas com a interpretação de imagens satélites e mapa topográfico, sendo posteriormente confeccionado os mapas hipsométrico e de declividade, conforme apresentado na Figuras 9.1.6.3-1 e 9.1.6.3-2.



Legenda

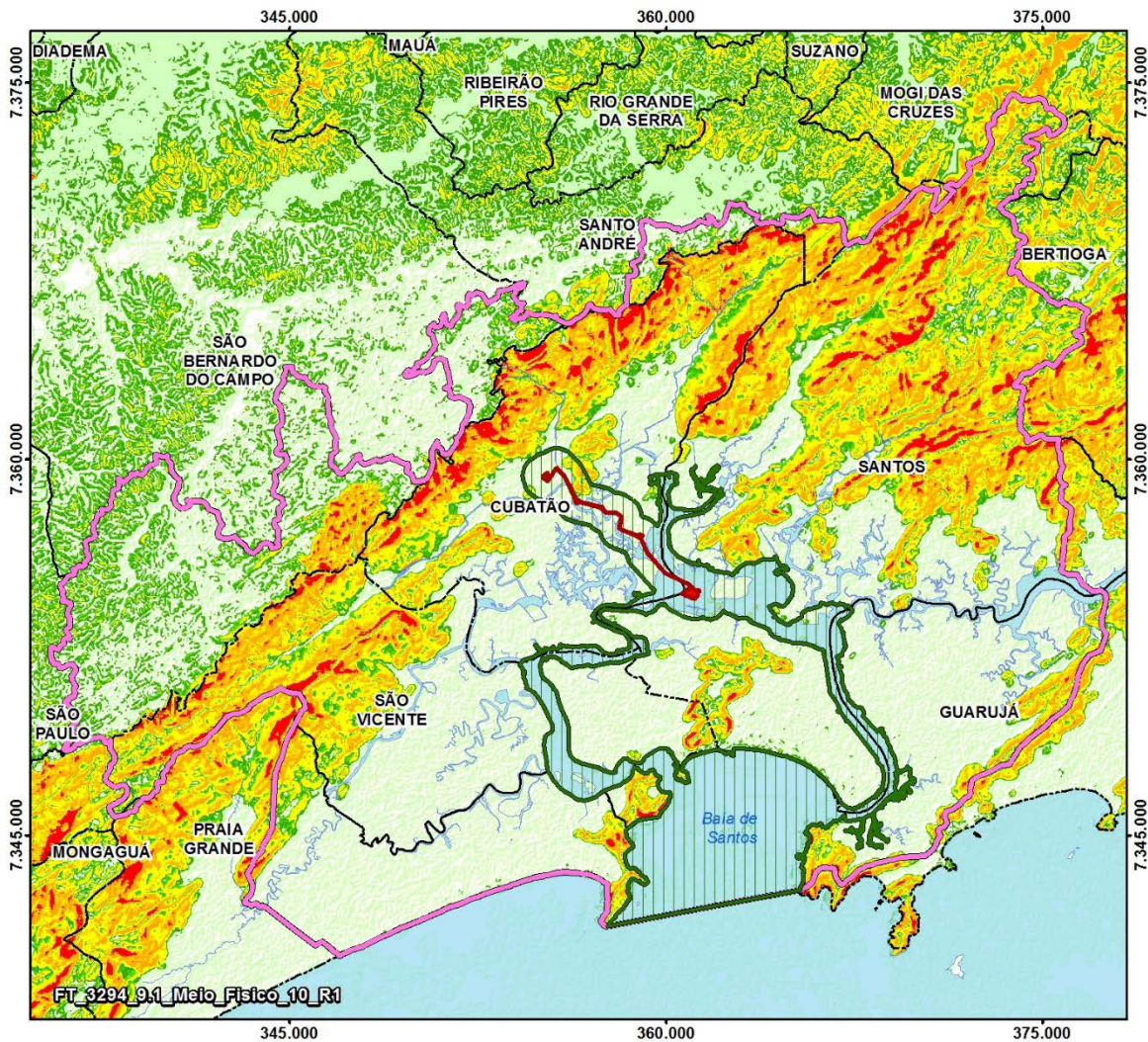
- Corpo d'água
 - Limite Municipal
 - ADA - Área Diretamente Afetada
 - AID - Área de Influência Direta
 - AII - Área de Influência Indireta
 - Curvas de nível
- | Hipsometria (m) | |
|-----------------|---------------|
| | 0 - 100 |
| | 100 - 200 |
| | 200 - 300 |
| | 300 - 400 |
| | 400 - 500 |
| | 500 - 600 |
| | 600 - 700 |
| | 700 - 800 |
| | 800 - 900 |
| | 900 - 1.000 |
| | 1.001 - 1.100 |
| | 1.101 - 1.200 |



Escala gráfica
UTM / SIRGAS 2000, Zona 23S

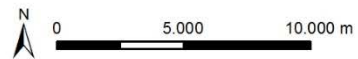
FONTE:
MIRANDA, E. E. DE: (COORD.). BRASIL EM RELEVO.
CAMPINAS: EMBRAPA MONITORAMENTO POR SATÉLITE, 2005.
FOLHAS SG-23-V-A, SG-23-V-B, SF-23-Y-C, SF-23-Y-D. DISPONÍVEL
EM: <HTTP://WWW.RELEVOBR.CNP.M.EMBRAPA.BR>.

Figuras 9.1.6.3-1: Mapa Hipsometrico.



Legenda

- Corpo d'água
 - Limite Municipal
 - ADA - Área Diretamente Afetada
 - AID - Área de Influência Direta
 - AII - Área de Influência Indireta
- | Declividade (°) | |
|-----------------|---------|
| | 0 - 6 |
| | 6 - 12 |
| | 12 - 20 |
| | 20 - 30 |
| | 30 - 45 |
| | >45 |



Escala gráfica
UTM / SIRGAS 2000, Zona 23S

FONTE:
MIRANDA, E. E. DE; (COORD.). BRASIL EM RELEVO.
CAMPINAS: EMBRAPA MONITORAMENTO POR SATÉLITE, 2005.
FOLHAS SG-23-V-A, SG-23-V-B, SF-23-Y-C, SF-23-Y-D. DISPONÍVEL
EM: <HTTP://WWW.RELEVOBR.CNPQ.EMBRAPA.BR>

Figuras 9.1.6.3-2: Mapa de Declividade.

9.1.7. Pedologia

9.1.7.1 Abordagem metodológica e procedimentos

Os estudos foram desenvolvidos para a Área de Influência Indireta (AII), com base no Mapa Pedológico do Estado de São Paulo (Oliveira *et.al.*, 1999), na escala 1:500.000, e na legenda expandida do referido mapa (Oliveira *et.al.*, 1999b), bem como na descrição das Classes de Solo proposta por Oliveira (1999).

Além desta bibliografia, utilizou-se dados mais recentes para integralizar e melhor definir os tipos de solo presentes, retirados do Mapa Pedológico do Estado de São Paulo: revisado e ampliado, (Rossi. M. 2017), na escala 1:750.000; que é produto derivado da compilação de mapas já incorporados no mapeamento de OLIVEIRA *et. al* (1999), de novos trabalhos publicados e da interpretação cartográfica existente de geologia e geomorfologia.

As Classes de Solo identificadas ao nível de ordem, bem como as diversas unidades de mapeamento reconhecidas nas áreas de influência do empreendimento foram compiladas do Mapa Pedológico do Estado de São Paulo (Oliveira *et.al.*, 1999) e a versão revisada e ampliada (Rossi. M, 2017).

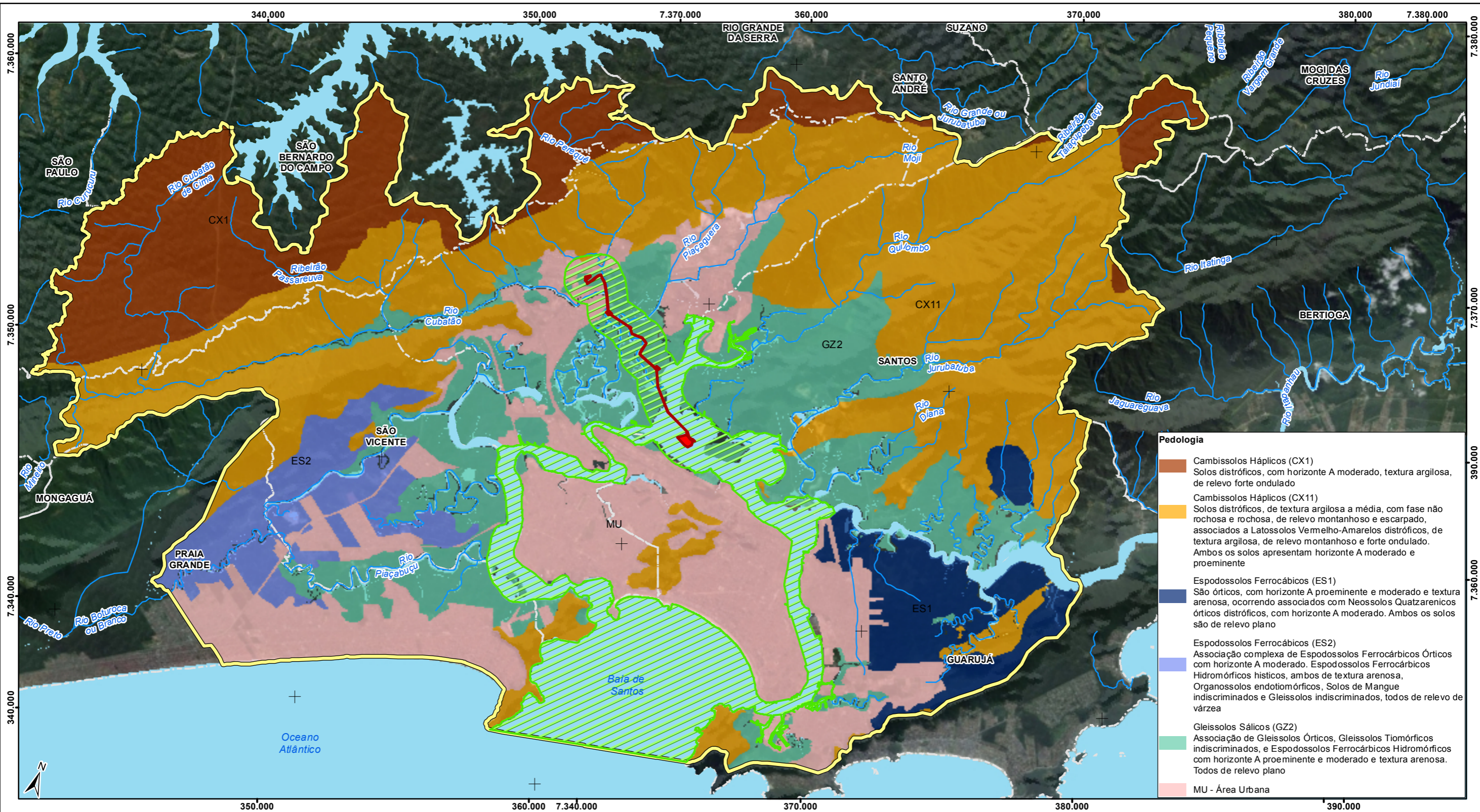
O diagnóstico da AID e Ada foram abordados de forma conjunta em virtude da similaridade pedológica destas áreas.

9.1.7.2 Caracterização Pedológica da Área de Influência Indireta (AII)

Na AII foram reconhecidas as seguintes classes de solos:

- Cambissolos
- Espodossolos
- Gleissolos

A distribuição destes solos é apresentada na Figura 9.1.7.2-1.

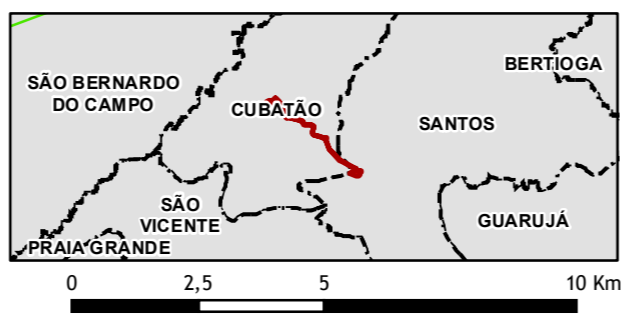


Pedologia

- Cambissolos Hápicos (CX1)
Solos distróficos, com horizonte A moderado, textura argilosa, de relevo forte ondulado
- Cambissolos Hápicos (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
- Espodossolos Ferrocárbicos (ES1)
São órticos, com horizonte A proeminente e moderado e textura arenosa, ocorrendo associados com Neossolos Quatzarenicos órticos distróficos, com horizonte A moderado. Ambos os solos são de relevo plano
- Espodossolos Ferrocárbicos (ES2)
Associação complexa de Espodossolos Ferrocárbicos Órticos com horizonte A moderado. Espodossolos Ferrocárbicos Hidromórficos histicos, ambos de textura arenosa, Organossolos endotiomórficos, Solos de Mangue indiscriminados e Gleissolos indiscriminados, todos de relevo de várzea
- Gleissolos Sálicos (GZ2)
Associação de Gleissolos Órticos, Gleissolos Tiomórficos indiscriminados, e Espodossolos Ferrocárbicos Hidromórficos com horizonte A proeminente e moderado e textura arenosa. Todos de relevo plano
- MU - Área Urbana

Legenda

- Curso d'água
- Corpo d'água
- Limite Municipal
- ADA - Área Diretamente Afetada
- AID - Área de Influência Direta
- AII - Área de Influência Indireta



Escala gráfica
Escala numérica 1:500.000
Projeção Universal Transversa de Mercator - UTM
Datum Horizontal: Sistema de Referência Geocêntrico para as Américas - SIRGAS 2000, fuso 23K
Sistema Orbital SPOT, cores naturais, 2007/2008
*Fontes:
1 - Mapa Pedológico do Estado de São Paulo, 1999, Escala 1:500.000 (IAC/Embrapa).

EIA - ESTUDO DE IMPACTO AMBIENTAL					
Projeto Reforço Estrutural de Suprimento de Gás da Baixada Santista, de responsabilidade da COMGAS/Distribuidora de Gás Participações S.A					
Mapa MAPA PEDOLÓGICO DA ÁREA DE INFLUÊNCIA INDIRETA					
Município (s) Santos, SP			UGRHI 07 - Baixada Santista		
			Tipo Monitoramento		
Desenho	Escala	Tamanho	Versão	Responsável Técnico pela Cartografia	
3294_9.1_Meio Físico_05_R1	1:150.000	A3	R1 27/mar/2018	Joseane Urgnani joseane.urnani@tetrattech.com	

- **Cambissolos**

Os Cambissolos são constituídos por materiais de origem mineral, não hidromórficos, de bem a fortemente drenados. A textura dos Cambissolos é argilosa, ou muito argilosa, com baixo gradiente textural entre os horizontes a e b. A relação silte/argila dos Cambissolos originados do embasamento cristalino é maior que 0,6 quando a textura é argilosa.

Estes solos apresentam boas propriedades físicas tais como boa permeabilidade interna, muito embora apresente elevados teores de argila. Por serem poucos evoluídos apresentam teores significativos de minerais primários, podendo representar considerável reserva de nutrientes para o estrato vegetal.

Neossolos Litólicos e Latossolos Vermelho-amarelos também são encontrados associados aos Cambissolos. Ocorrem em duas situações distintas no que diz respeito a paisagem, a saber: aqueles que estão presentes em terrenos de relevo acidentado, variando desde forte ondulação até escarpado, e aqueles que ocorrem em terrenos planos de planícies aluviais. Estes solos são distróficos, de textura argiloso e ou arenosa, com horizontes a e c moderados a proeminentes. São também ácidos, pobres em nutrientes e apresentam elevados teores de alumínio e ferro, não sendo os mais indicados para utilização agrícola.

Na All ocorrem os Cambissolos Háplicos (CX) dos tipos: Cx1, Cx11; que são descritos a seguir:

- Cx1: cambissolo háptico, distrófico, com horizonte A moderado, textura argilosa e de relevo forte ondulado
- Cx11: solos distróficos de textura argilosa a média, com fase não rochosa a rochosa, de relevo montanhoso e escarpado, associados a Latossolos Vermelhos-Amarelos distróficos, de textura argilosa, de relevo montanhoso e forte ondulado. Ambos os solos apresentam horizonte superficial A moderado e proeminente

Em suma, os Cambissolos Háplicos correspondem a solos distróficos que possuem comumente horizonte C constituído por rocha parcialmente alterada, de consistência branda, a profundidades inferiores a 1,5 metros. São solos ácidos e muito pobre em nutrientes, com elevados teores de alumínio, e de difícil aproveitamento para a agricultura em função das condições topográficas das áreas de ocorrência, visto que predominam quase que exclusivamente nos terrenos mais elevados, como a região do planalto ou da escarpa da serra do mar, onde predominam as rochas do embasamento cristalino pré-cambriano.

- **Espodossolos**

Os Espodossolos são solos constituídos de material mineral, diromórficos ou não, com horizonte hístico. Apresentam horizonte a moderado, proeminente, com sequência de horizonte

a-e-b espódico, ou a-b espódico. São de textura arenoso ao longo de todo o perfil, ocorrendo exclusivamente na planície costeira.

Os Espodossolos Ferrocárbicos, encontrados na área, estão associados a relevo plano, ocupando, geralmente, a parte frontal da planície até chegar às areias de praia, assentes sobre sedimentos arenosos marinhos.

Nesta região este solo está associado aos solos hidromórficos, ao longo das Planícies Litorâneas em áreas mais altas de sedimentos areno-quartzosos marinhos, pertencentes ao período quaternário (Holocênico). Desenvolveram-se em áreas mal ou muito mal drenadas, com excesso de água permanente ou temporária e sua importância decorre também da extensão geográfica que ocupam. No que se refere à All, ocorrem no local dois tipos de Espodossolos Ferrocárbicos; o ES1 e ES2, descritos respectivamente a seguir:

- ES1: são órticos, com horizonte A proeminente e moderado, com textura arenosa, ocorrendo associado com neossolos quartzarênicos, orticos distróficos, com horizonte A moderado. Ambos os solos são de relevo plano;
- ES2: associação complexa de Espodossolos Ferrocárbicos Orticos, com horizonte A moderado. Espodossolos Ferrocárbicos Hidromórficos histicos, ambos de textura arenosa, organossolos endotiomórficos, solos de mangue indiscriminado e gleissolos indiscriminados, todos de relevo de várzea.

Segundo CETEC (1999), embora apresentem baixa fertilidade natural e sejam fortemente ácidos, com pH em KCl, geralmente inferior a 4,0, este solo é utilizado para pastagem natural e culturas perenes.

• Gleissolos

São solos constituídos por material mineral, hidromórficos com horizonte glei dentro dos primeiros 150 cm a partir da superfície, imediatamente abaixo do horizonte a, ou e. A textura é argilosa, ou muito argilosa, nos primeiros 150 cm, ou até o contato lítico.

Não se observa horizonte vértico abaixo do horizonte a, nem horizontal b textural com transição abrupta. São solos de mal a muito mal drenados.

Os Gleissolos Sálco (GZ2), encontrados na área, são característicos da zona litorânea costeira tendo sido mapeados na planície dos rios Mogi; Casqueiro; Cubatão e, nas planícies adjacentes a Ilha dos Bagres no largo do Caneú.

- GZ2: Associação de gleissolo sálco/ortico, gleissolos indiscriminado e espodossolo ferrocárbico hidromórficos, com horizonte A proeminente e moderado, de textura arenosa e em fase de relevo plano.

Por situar-se em áreas inundáveis pelas marés, apresentam série de limitações pela presença do lençol freático a pequena profundidade. São solos de aeração inadequada, com resistência a difusão de gases do solo para a atmosfera e vice-versa, com consumo intenso de oxigênio pelos organismos e plantas presentes em suas camadas superficiais. Este quadro é responsável pela inibição do crescimento das raízes, diminuição da absorção de água, redução da fotossíntese, perda de nitrogênio mineralizado e formação de compostos bivalentes de ferro e manganês, em função do ambiente redutor.

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

9.1.7.3 Caracterização Pedológica da Área de Influência Direta (AID) e Diretamente Afetada (ADA)

Em virtude da similaridade pedológica observada na AID e ADA o diagnóstico abordará estas áreas de forma unificada.

Na AID são observados dois tipos de solo, sendo os Gleissolos Sálcos e os Cambissolos Hálicos, já na ADA é observado apenas os Gleissolos Sálcos.

Os Cambissolos são observados apenas em um pequeno trecho da AID, na porção norte, localizado em terrenos mais altos, no sopé da Serra do Mar. São solos de textura argilosa ou média, associados com Neossolo Litólico, substrato de granitoides. São solos Distrófico a moderado, sendo encontrados em relevo fortemente ondulado e montanhoso. Em geral são solos pouco profundo.

Já os Gleissolos Sálcos são observados ao longo de todo o gasoduto, são solos característicos de terrenos litorâneos, com grande influência do regime de marés. Podem ser sódicos, com saturação por sódio igual ou superior a 15%, o que aumenta sua limitação para o uso agrícola. Apresentam sérias limitações quanto à corrosividade para tubulações enterradas, quer sejam metálicas ou de cimento.

Geralmente apresentam eflorescências (crostas de sais cristalinos) brancas na superfície durante a época seca, sendo comum a ocorrência de conchas marinhas nos horizontes subsuperficiais (CETEC, 1999).

Na ADA são observados ao longo dos mangues (região do Canal Piaçaguera e Perequê), característicos de terreno plano, de planície, apresentando textura de arenosa a argilosa. Possui profundidade variada podendo ser pouco e muito profundo.

De um modo geral, estes solos encontram-se quase que totalmente cobertos pela vegetação natural de mangue. Não sendo utilizados na agricultura, devido ao excesso de água e a presença de sais.



Figura 9.1.7.3-1: Gleissolo encontrado nas margens do rio Cubatão.

9.1.8 Susceptibilidade a Processos de Dinâmica Superficial

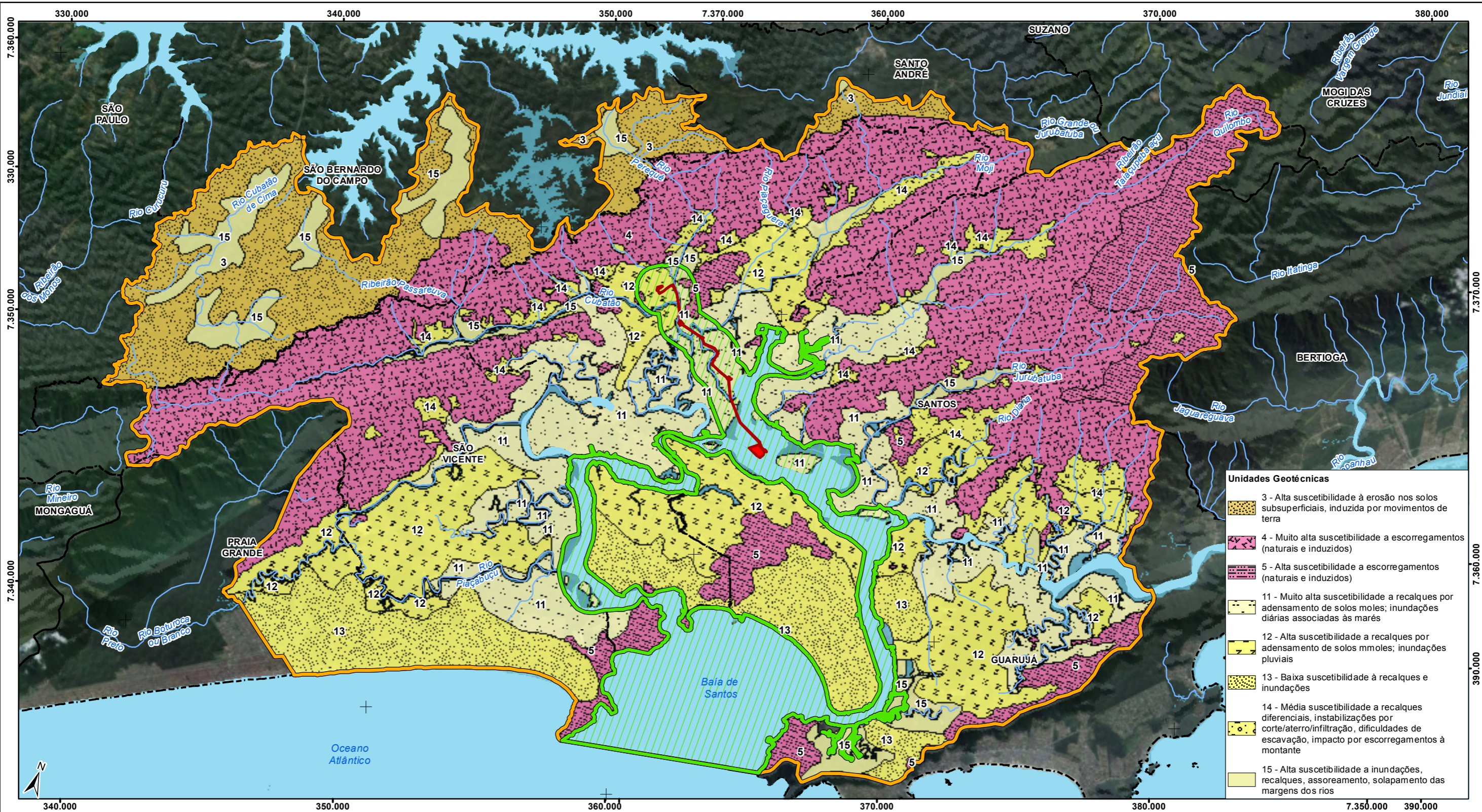
Para a caracterização da dinâmica superficial das áreas de influência do empreendimento foi utilizada principalmente a Carta Geotécnica do Estado de São Paulo (IPT, 1989).

Já para a AID e ADA, a identificação de áreas de riscos e susceptibilidade à erosão foi realizada com base no grau de erodibilidade da área. A erodibilidade é o resultado de um conjunto de fatores que ao serem analisados permitem afirmar um índice de erodibilidade, fatores esses como: tipo de solo e declividade.

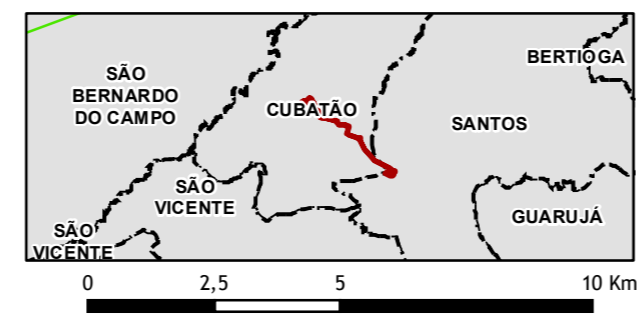
9.1.8.1 Dinâmica Superficial da Área de Influência Indireta

Nesta fase de caracterização da Área de Influência Indireta do empreendimento, os aspectos geotécnicos foram baseados, prioritariamente, na Carta Geotécnica do Estado de São Paulo elaborada pelo DCTE/IPT, em escala de 1:500.000 (IPT, 1994). Esta Carta apresenta em sua legenda e ao longo do texto explicativo, uma sistematização e agregação dos solos em conjuntos de comportamento geotécnico similar, a partir dos processos do meio físico mais relevantes.

A Figura 9.1.8.1-1 apresenta a carta geotécnica da All do empreendimento.



- Legenda**
- Curso d'água
 - Corpo d'água
 - Limite Municipal
 - ADA - Área Diretamente Afetada
 - AID - Área de Influência Direta
 - All - Área de Influência Indireta



Escala gráfica
Escala numérica 1:150.000
Projeção Universal Transversa de Mercator - UTM
Datum Horizontal: Sistema de Referência Geocêntrico para as Américas - SIRGAS 2000, fuso 23K
Sistema Orbital SPOT, cores naturais, 2007/2008
*Fontes:
1 - CARTA GEOTÉCNICA DO ESTADO DE SÃO PAULO, ESCALA ORIGINAL 1:500.000, 1994, (IPT), FOLHA SÃO PAULO.

EIA - ESTUDO DE IMPACTO AMBIENTAL					
Reforço Estrutural de Suprimento de Gás da Baixada Santista, de responsabilidade da COMGAS/Distribuidora de Gás Participações S.A					
MAPA GEOTÉCNICO DA ÁREA DE INFLUÊNCIA INDIRETA					
Projeto		Município (s) Santos, SP			UGRHI 07 - Baixada Santista
Mapa					Tipo Monitoramento
Desenho	Escala	Tamanho	Versão	Responsável Técnico pela Cartografia	
3294_9.1_Meio Físico_06_R1	1:150.000	A3	R1 27/mar/2018	Joseane Urgnani joseane.urgnani@tetrattech.com	

Segundo IPT (1994) a AII do empreendimento compreende 8 unidades geotécnicas, sendo:

- ✓ Alta susceptibilidade à erosão nos solos subsuperficiais, induzida por movimentos de terra (Unidade 3);
- ✓ Muito alta susceptibilidade a escorregamentos (naturais e induzidos) (Unidade 4);
- ✓ Alta susceptibilidade a escorregamentos (naturais e induzidos) (Unidade 5);
- ✓ Muito alta suscetibilidade a recalques por adensamento de solos moles; inundações diárias associadas às marés (unidade 11)
- ✓ Alta susceptibilidade a recalques por adensamento de solos moles, inundações pluviais (Unidade 12);
- ✓ Baixa susceptibilidade à recalques e inundações (Unidade 13);
- ✓ Média susceptibilidade a recalques diferenciais, instabilização por corte/aterro/infiltração, dificuldades de escavação, impacto por escorregamentos à montante (Unidade 14);
- ✓ Alta susceptibilidade a inundações, recalques, assoreamento, solapamento das margens dos rios (Unidade 15); e

Unidade 3 – Na área esta unidade é encontrada na porção norte da AII. É representada por rochas cristalinas da Serra do Mar com relevo de morros e morrotes, apresentando declividade ente 20 e 70%. Esta unidade apresenta alta susceptibilidade de erosão por sulcos e ravinas, desenvolvidas a partir da concentração do escoamento superficial, com consequente assoreamento das drenagens.

Unidade 4 – Na área de estudo esta unidade é encontrada nas rochas cristalinas da Serra do Mar, na porção norte e leste da AII. São encontrados em relevo escarpado, com amplitude de centenas de metros e com declividade superior à 30°. Os solos desta unidade são argilosos e rasos, com frequente afloramento rochosos nas porções com declividade superior à 45°. Esta unidade apresenta muito alta susceptibilidade a rastejo e escorregamentos associados a depósitos detríticos, inclusive a meia encosta, com potencial de geração de corrida de massa em anfiteatro, além de queda, rolamento, escorregamento e deslocamento de rochas xistosa e granítica.

Unidade 5 – Na área de estudo é encontrada nas rochas cristalinas, nos morros observados nos municípios da AII. São encontradas em relevo de morros com serras e montanhas, com declividade superior a 20°, com pouco afloramento rochoso. Nesta unidade são observados escorregamentos de solo (planar) e rastejo associados com os depósitos detríticos. Além de potencial de geração de corridas de massa, rolamento de blocos, escorregamento e deslocamento de rochas xistosa. Diferencia-se da Unidade 4 por ser encontrada em declividade menor.

Estas Unidades (3, 4 e 5) associa-se predominantemente com os complexos de rochas migmatíticas e gnáissicas do Complexo Costeiro. Compreende áreas de serras e montanhas com alta amplitude e declividade de encostas, sustentadas por rochas do embasamento cristalino, onde predominam os movimentos de massa. Os potenciais problemas geotécnicos destas unidades abrangem rastejo generalizado nas encostas, rastejo e escorregamento associado aos depósitos detríticos (talus e colúvios), escorregamentos planares em solos, muito frequentes, corridas de massas e rolamentos de blocos em áreas de afloramento de rochas graníticas.

Unidade 11 - Na área esta unidade é encontrada na porção central da All. É representada por sedimentos marinhos, com influência da variação das marés (mangue), apresentando declividade inferior a 6%. Esta unidade apresenta muito alta susceptibilidade à inundações.

Unidade 12 - Esta unidade é encontrada ao longo do sopé da Serra do Mar, nos sedimentos flúvio-lagunares e de baía, constituídos por sedimentos argilosos com intercalações arenosas, com matéria orgânica e muitas vezes constituição turfosa. São encontradas em terrenos baixo com baixa declividade (<6%), separados das praias e cordões litorâneos. Apresentam nível d'água raso ou sub-aflorante. Nesta unidade são frequentes as inundações durante os períodos chuvosos e recalques localizados em fundações, aterros, etc., por adensamento de solos moles. Consequentemente observa-se assoreamento do sistema de drenagem, acentuando as condições de inundação.

Unidade 13 – Esta unidade é encontrada ao longo dos terrenos planos da All, nos depósitos quaternários arenosos das praias atuais e aos cordões litorâneos. Nestas áreas predominam os processos de inundação (nas cotas mais baixas) como também de adensamento de solos moles. Os potenciais problemas geotécnicos para esta Unidade estão vinculados ao recalque de fundações civis devido a presença de camadas argilosas normalmente adensadas em subsuperfície; dificuldades de escoamento das águas superficiais, principalmente nas áreas de cotas mais baixas; assoreamento e poluição das drenagens e terrenos baixos afetados por atividades de mineração. De forma complementar, também considera as dificuldades de manutenção das paredes naturais ou induzidas por escavação, junto a canais fluviais e áreas de remoção de material por afloramento do lençol freático localizado a profundidades próximas a superfície do terreno.

Unidade 14 – Esta unidade é encontrada em pequenos trechos na porção norte e sudeste da All. São terrenos com média suscetibilidade a recalques diferenciais e a impactos por escorregamentos, associados aos sedimentos quaternários continentais que englobam os sedimentos colúvio – aluvionares de composição areno argilosa e aos materiais dos depósitos de talus. Constituem-se, predominantemente, de terrenos situados junto ao sopé da Serra do Mar, ou nas áreas de transição do sistema serrano e a planície costeira. Os potenciais problemas

geotécnicos destes terrenos abrangem os impactos decorrentes dos escorregamentos de área serranas a montante, aos recalques diferenciais em fundações apoiadas em blocos ou matacões, nos rolamentos e quedas de blocos superficiais por indução de mecanismos erosivos e a instabilização dos depósitos de talus provenientes de alterações em sua geometria ou por alteração na circulação de águas superficiais.

Unidade 15 – Esta unidade é encontrada em pequenas porções ao longo da All. São terrenos com alta suscetibilidade a inundações, recalques, assoreamento e solapamento das margens dos rios devido principalmente ao tipo de solo encontrado. Esta unidade está correlaciona-se aos depósitos quaternários associados as calhas fluviais. Os processos superficiais predominantes nestes terrenos compreendem os fenômenos de inundação periódica, adensamento de solos moles e, normalmente, fenômenos de solapamento das margens fluviais associadas a assoreamentos dos canais. Constituem-se de sedimentos de baixa capacidade de suporte, principalmente nas áreas de predomínio deposicional dos sedimentos silto argilosos associados a teores variáveis de matéria orgânica.

Os Morros Litorâneos apresentam topos aguçados com nível de fragilidade potencial média a alta com áreas sujeitas à forte atividade erosiva gradando para áreas sujeitas a processos erosivos agressivos com ocorrência de movimentos de massa e erosão linear com voçorocas.

Nas 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.

As Planícies Fluviais ocorrem em terraços planos conformando várzeas relativamente 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%.

As Planícies Marinhas, intertidais e terrenos baixos apresentam altimetria inferiores a 20 metros e declividade inferior a 2%. Apresentam nível de fragilidade alto, constituindo áreas sujeitas a inundações periódicas associadas à oscilação das correntes de maré. O lençol freático é caracterizado como pouco profundo. Seu solo ainda apresenta sedimentos inconsolidados sujeitos a acomodações.

9.1.8.2 Dinâmica Superficial da Área de Influência Direta e Diretamente Afetada

Para a avaliação da fragilidade da área de estudo foi utilizado a metodologia de susceptibilidade à erosão de Salomão (2005), de acordo com os índices de erodibilidade dos solos encontrados na AID e ADA. A Tabela 9.1.8.2-1, apresenta as classe e índices de erodibilidade dos solos.

Tabela 9.1.8.2-1: Classes de Erodibilidade do Solo.

Classes de Erodibilidade	Índices Relativos de Erodibilidade	Unidades Pedológicas
I	10,0 a 8,1	- Cambissolos, Solos Litólicos - Argissolo abruptos, textura arenosa/média - Neossolo
II	8,0 a 6,1	- Argissolo não abruptos, textura média/argilosa, e textura média
III	6,0 a 4,1	- Argissolo de textura argilosa
IV	4,0 a 2,1	- Latossolos de textura média - Latossolo de textura argilosa - Nitossolo
V	2,1 a 0	Solos Hidromórficos em relevo Plano (Espodossolo, Gleissolo)

Fonte: Salomão, 2005.

Nota-se que na AID observa-se apenas um pequeno trecho de Cambissolo, ao norte, sendo que as demais áreas estão inseridas em Gleissolo e área urbana.

As classes de erodibilidade foram integrados com o mapa de declividade da área, tornando-se um critério de definição das classes de suscetibilidade à erosão laminar. Deste modo a Tabela 9.1.8.2-2 relaciona as classes de erodibilidade e de declividade com os graus de erodibilidade.

Ainda, nesta mesma análise foram mapeadas as áreas sujeitas à inundação (classe 5), de acordo com a classe de solo (gleissolo) e declividade (inferior a 6%).

Tabela 9.1.8.2-2: Critério Adotado na Definição das Classes de Suscetibilidade à Erosão Laminar, por Meio da Relação Erodibilidade X Declividade

Classe de Suscetibilidade à erosão e inundação	Declividade (%)				
	Classes de Erodibilidade do solo	I (> 20)	II (12 a 20)	III (6 a 12)	IV (< 6)
I		1	1	2	2
II		1	2	2	3
III		2	3	3	4
IV		3	4	4	5
V		Não existe	Não existe	Não existe	6

Fonte: modificado de SALOMÃO, 2005.

Classe 1: Extremamente Suscetível à erodibilidade – Apresentam problemas complexos de conservação;

Classe 2: Muito Suscetível à erodibilidade - Apresentam problemas complexos de conservação, parcialmente favoráveis à ocupação por pastagens, sendo mais apropriados para reflorestamento.

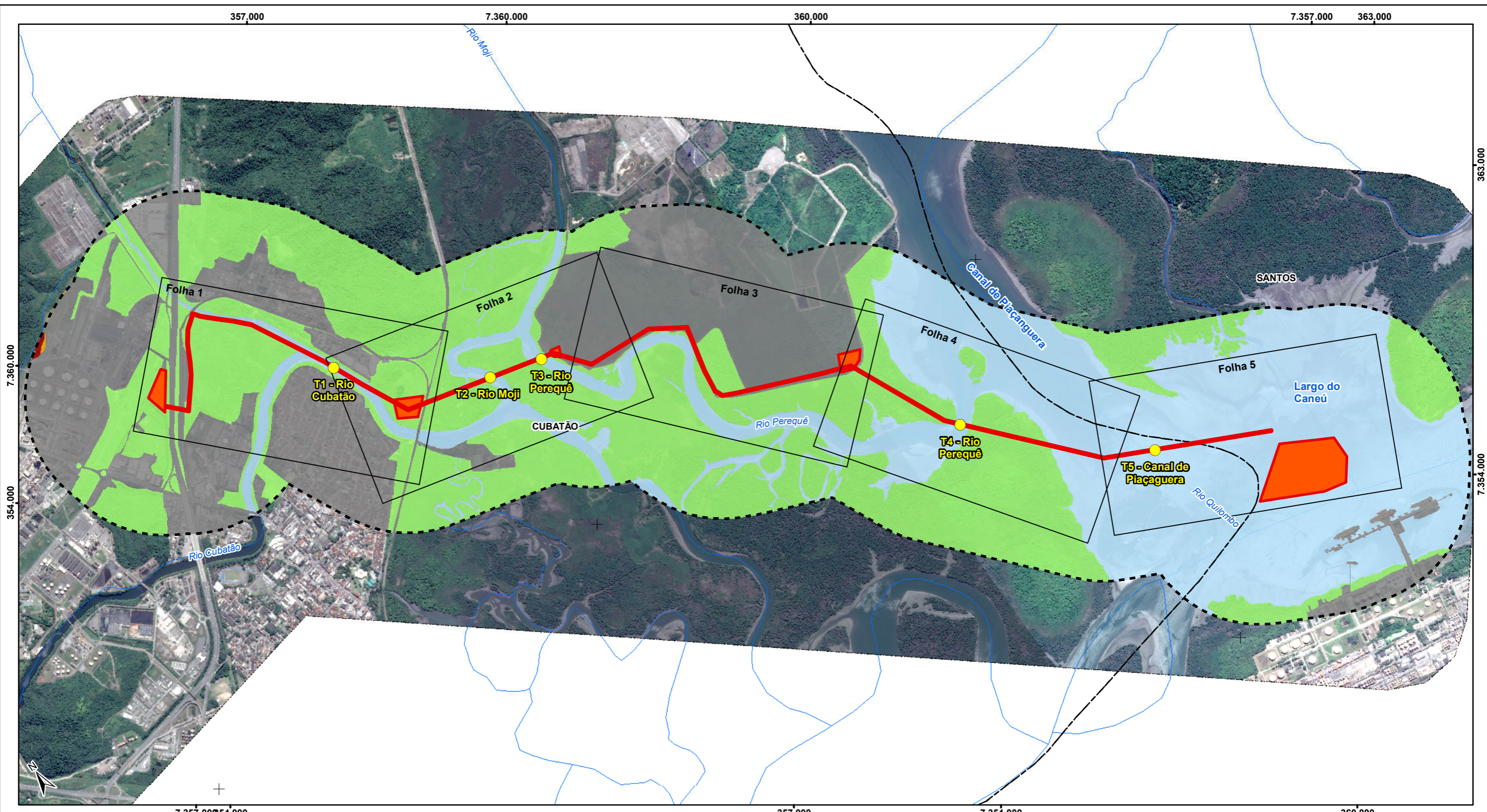
Classe 3: Moderadamente Suscetível à erodibilidade - Apresentam problemas complexos de conservação sendo mais indicados a pastagem e culturas perenes.

Classe 4: Pouco Suscetível à erodibilidade - Apresentam problemas complexos de conservação, sendo mais indicados a pastagem e culturas perenes e, eventualmente, a culturas anuais, porém exigindo práticas intensivas mecanizadas de controle da erosão.

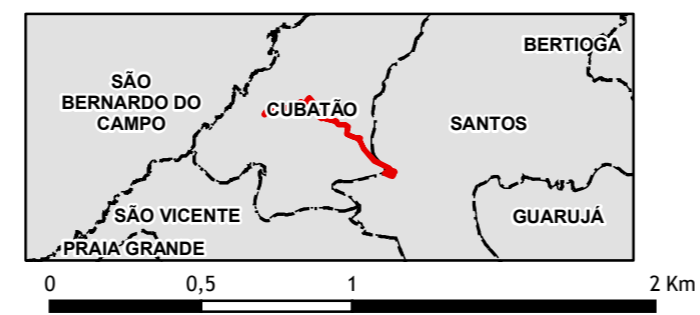
Classe 5: Pouco a Não Suscetível à erodibilidade – Apresentam problemas simples de conservação, podendo também ser utilizados com qualquer tipo de cultura, porém exigindo práticas não mecanizadas de controle da erosão, a classe 5 corresponde a terrenos sem problemas de conservação, mas exigindo técnicas especiais de cultivo, por se constituírem de solos encharcados.

Classe 6 - Suscetível à Inundação, apresentam declividade inferior a 2% - estas áreas estão situadas ao longo dos manguezais da região, onde há grande influência dos regimes das marés. Apresentam problemas complexos de conservação, não sendo favorável à ocupação.

Com base nestes critérios foi confeccionado o mapa de fragilidade ambiental (FIGURA 9.1.8.2-1).

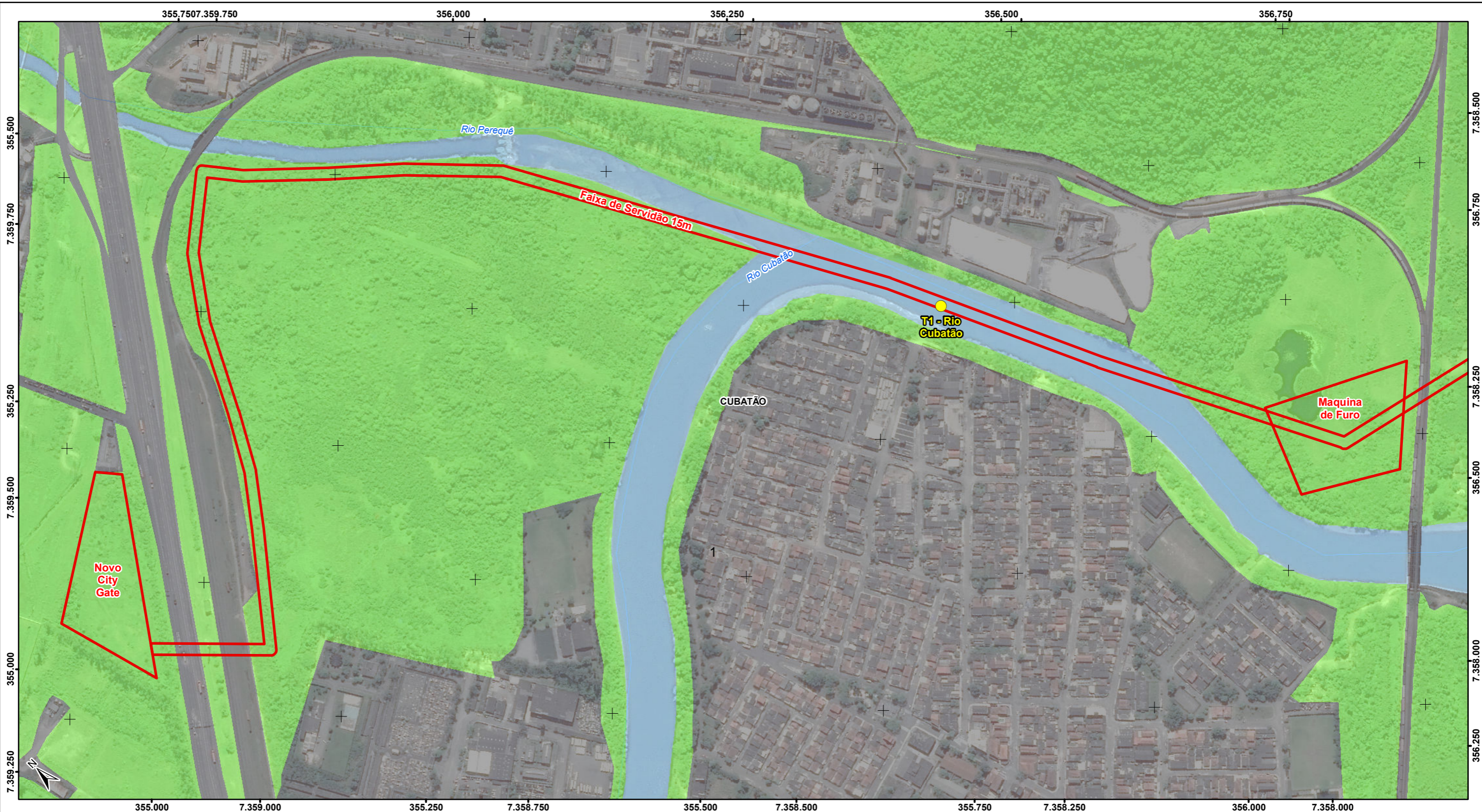


- Legenda**
- Curso d'água
 - Limite Municipal
 - ADA - Área Diretamente Afetada
 - Buffer de 800m
 - Travessias
- Fragilidade**
- Classe 1 - Extremamente Suscetível à Erodibilidade
 - Classe 2 - Muito Suscetível à Erodibilidade
 - Classe 6 - Suscetível à Inundação
 - Corpo d'Água
 - Área Urbana



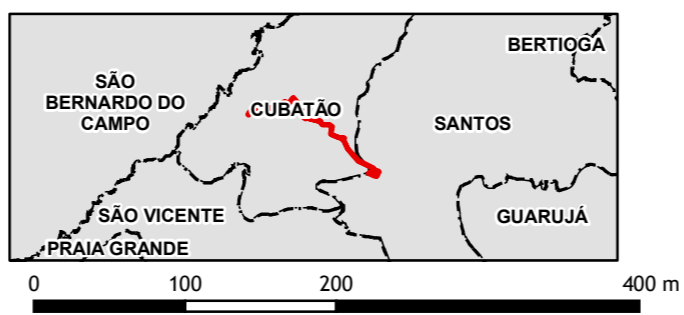
Escala gráfica
Escala numérica 1:25.000
Projeção Universal Transversa de Mercator - UTM
Datum Horizontal: Sistema de Referência Geocêntrico para as Américas - SIRGAS 2000, fuso 23K
Sistema Orbital SPOT, cores naturais, 2007/2008
*Fontes:
1 - Mapa Pedológico do Estado de São Paulo, 1999, Escala 1:500.000 (IAC/Embrapa)
2 - 1 - Miranda, E. E. DE; (Coord.). Brasil em Relevo. Campinas: Embrapa Monit. por Satélite, 2005.
Folhas SG-23-V-A, SG-23-V-B, SF-23-Y-C, SF-23-Y-D. Disponível em: <http://www.relevo.cnpm.embrapa.br>

EIA - ESTUDO DE IMPACTO AMBIENTAL					
Projeto					
Reforço Estrutural de Suprimento de Gás da Baixada Santista, de responsabilidade da COMGAS/Distribuidora de Gás Participações S.A					
Mapa					
FRAGILIDADE (MAPA GERAL)					
Município (s) Santos, SP			UGRHI 07 - Baixada Santista		
			Tipo Dados primários		
Desenho	Escala	Tamanho	Versão	Responsável Técnico pela Cartografia	
3294_9.1_Meio_Físico_11_R0	1:25.000	A3	R0 27/mar/2018	Joseane Urgnani joseane.urnani@tetrattech.com	



- Legenda**
- Curso d'água
 - Limite Municipal
 - ADA - Área Diretamente Afetada
 - Buffer de 800m
 - Travessias

- Fragilidade**
- Classe 1 - Extremamente Suscetível à Erodibilidade
 - Classe 2 - Muito Suscetível à Erodibilidade
 - Classe 6 - Suscetível à Inundação
 - Corpo d'Água
 - Área Urbana



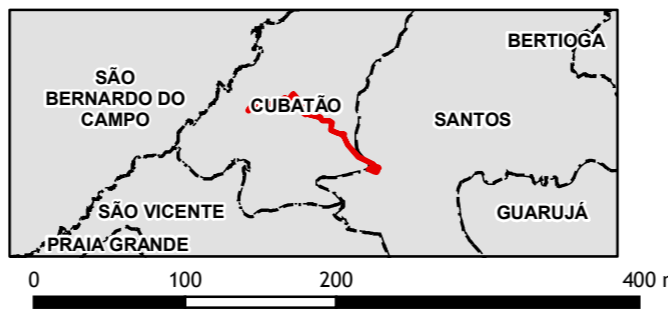
Escala gráfica
Escala numérica 1:5.000
Projeção Universal Transversa de Mercator - UTM
Datum Horizontal: Sistema de Referência Geocêntrico para as Américas - SIRGAS 2000, fuso 23K
Sistema Orbital SPOT, cores naturais, 2007/2008
*Fontes:
1 - Mapa Pedológico do Estado de São Paulo, 1999, Escala 1:500.000 (IAC/Embrapa)
2 - 1 - Miranda, E. E. DE; (Coord.). Brasil em Relevo. Campinas: Embrapa Monit. por Satélite, 2005.
Folhas SG-23-V-A, SG-23-V-B, SF-23-Y-C, SF-23-Y-D. Disponível em: <http://www.relevo.cnpm.embrapa.br>

EIA - ESTUDO DE IMPACTO AMBIENTAL					
Projeto Reforço Estrutural de Suprimento de Gás da Baixada Santista, de responsabilidade da COMGAS/Distribuidora de Gás Participações S.A					
Mapa FRAGILIDADE (FOLHA 1 DE 5)					
Município (s) Santos, SP			UGRHI 07 - Baixada Santista		
			Tipo Dados primários		
Desenho	Escala	Tamanho	Versão	Responsável Técnico pela Cartografia	
3294_9.1_Meio_Físico_11_R0	1:5.000	A3	R0 27/mar/2018	Joseane Urgnani joseane.urnani@tetrattech.com	



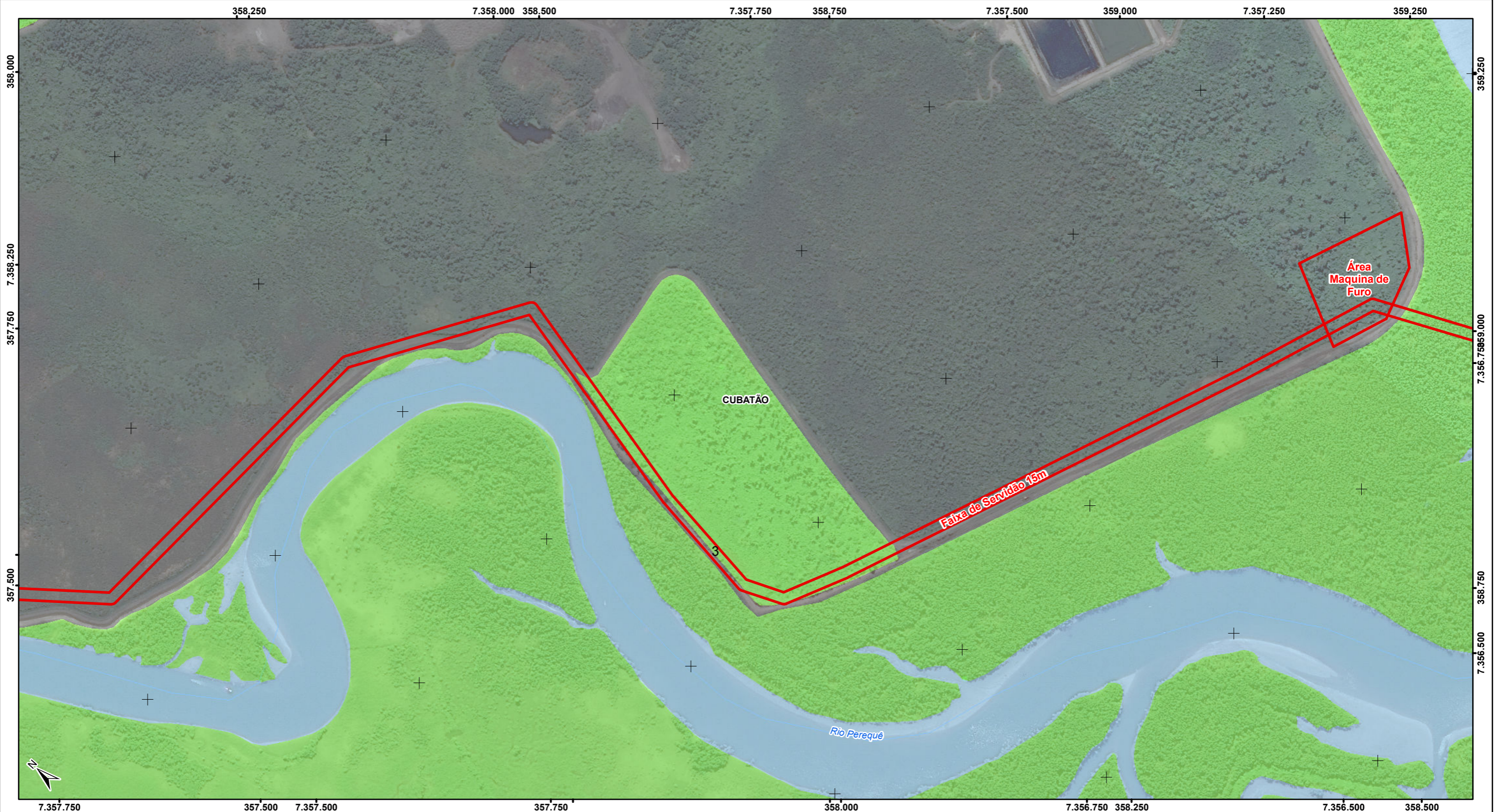
- Legenda**
- Curso d'água
 - Limite Municipal
 - ADA - Área Diretamente Afetada
 - Buffer de 800m
 - Travessias

- Fragilidade**
- Classe 1 - Extremamente Suscetível à Erodibilidade
 - Classe 2 - Muito Suscetível à Erodibilidade
 - Classe 6 - Suscetível à Inundação
 - Corpo d'Água
 - Área Urbana



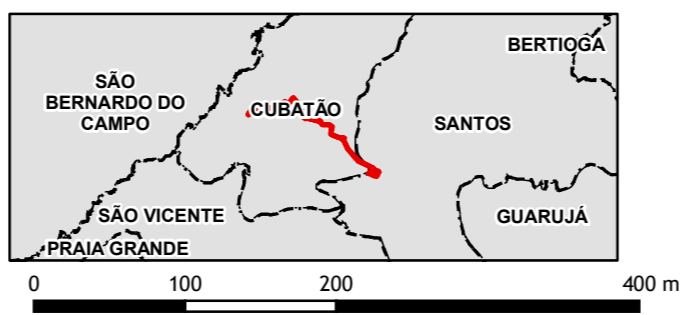
Escala gráfica
Escala numérica 1:5.000
Projeção Universal Transversa de Mercator - UTM
Datum Horizontal: Sistema de Referência Geocêntrico para as Américas - SIRGAS 2000, fuso 23K
Sistema Orbital SPOT, cores naturais, 2007/2008
*Fontes:
1 - Mapa Pedológico do Estado de São Paulo, 1999, Escala 1:500.000 (IAC/Embrapa)
2 - 1 - Miranda, E. E. DE; (Coord.). Brasil em Relevo. Campinas: Embrapa Monit. por Satélite, 2005.
Folhas SG-23-V-A, SG-23-V-B, SF-23-Y-C, SF-23-Y-D. Disponível em: <http://www.relevo.cnpm.embrapa.br>

EIA - ESTUDO DE IMPACTO AMBIENTAL					
Projeto		Reforço Estrutural de Suprimento de Gás da Baixada Santista, de responsabilidade da COMGAS/Distribuidora de Gás Participações S.A			
Mapa		FRAGILIDADE (FOLHA 2 DE 5)			
Município (s)		Santos, SP		UGRHI	07 - Baixada Santista
				Tipo	Dados primários
Desenho	Escala	Tamanho	Versão	Responsável Técnico pela Cartografia	
3294_9.1_Meio_Físico_11_R0	1:5.000	A3	R0 27/mar/2018	Joseane Urgnani joseane.urnani@tetrattech.com	



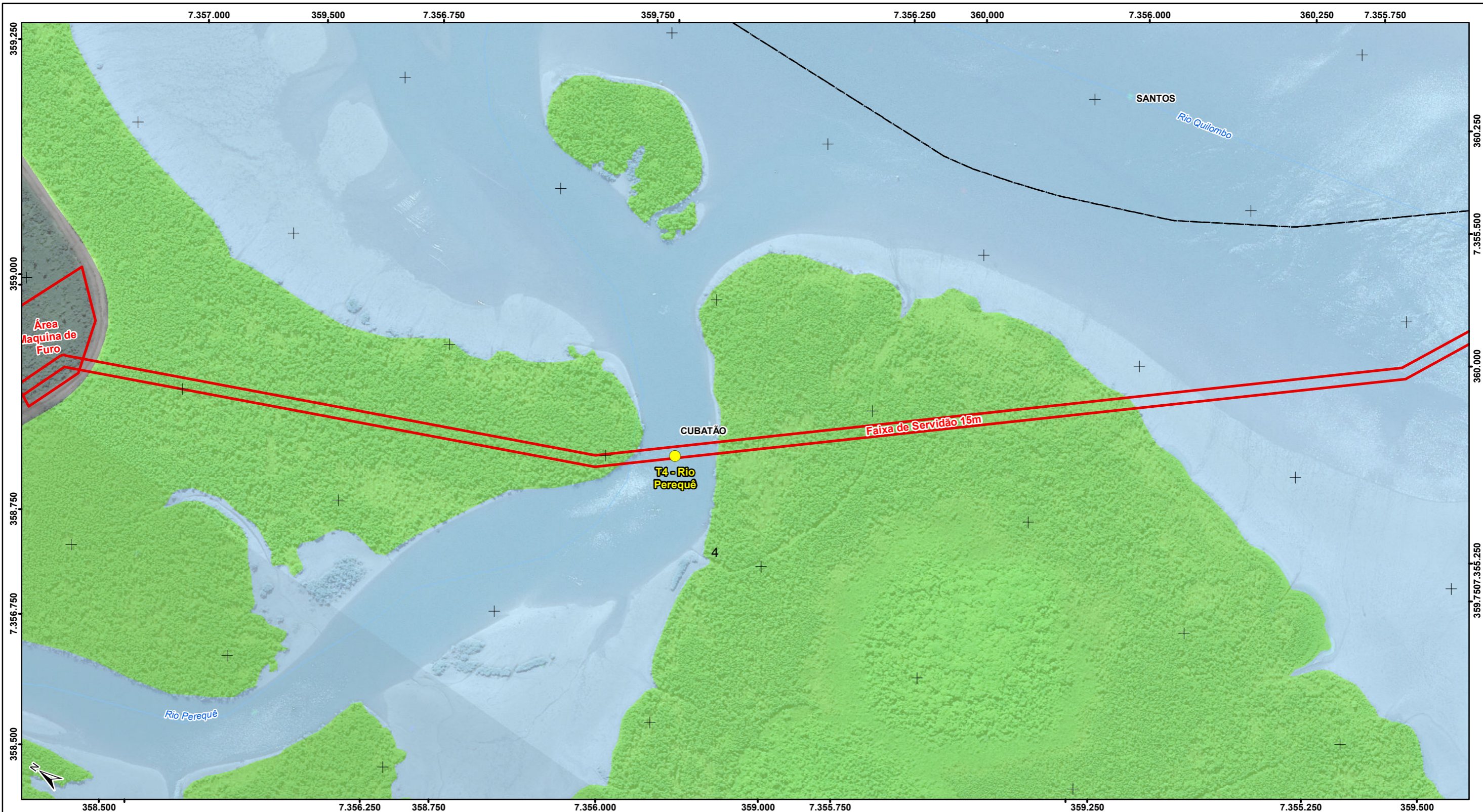
- Legenda**
- Curso d'água
 - Limite Municipal
 - ADA - Área Diretamente Afetada
 - Buffer de 800m

- Fragilidade**
- Classe 1 - Extremamente Suscetível à Erodibilidade
 - Classe 2 - Muito Suscetível à Erodibilidade
 - Classe 6 - Suscetível à Inundação
 - Corpo d'Água
 - Área Urbana



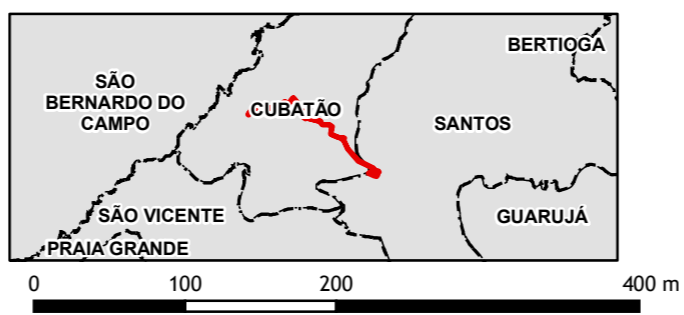
Escala gráfica
Escala numérica 1:5.000
Projeção Universal Transversa de Mercator - UTM
Datum Horizontal: Sistema de Referência Geocêntrico para as Américas - SIRGAS 2000, fuso 23K
Sistema Orbital SPOT, cores naturais, 2007/2008
*Fontes:
1 - Mapa Pedológico do Estado de São Paulo, 1999, Escala 1:500.000 (IAC/Embrapa)
2 - 1 - Miranda, E. E. DE; (Coord.). Brasil em Relevo. Campinas: Embrapa Monit. por Satélite, 2005.
Folhas SG-23-V-A, SG-23-V-B, SF-23-Y-C, SF-23-Y-D. Disponível em: <http://www.relevo.cnpm.embrapa.br>

EIA - ESTUDO DE IMPACTO AMBIENTAL										
Projeto					Reforço Estrutural de Suprimento de Gás da Baixada Santista, de responsabilidade da COMGAS/Distribuidora de Gás Participações S.A					
Mapa					FRAGILIDADE (FOLHA 3 DE 5)					
Município (s)			UGRHI		Tipo					
Santos, SP			07 - Baixada Santista		Dados primários					
Desenho	Escala	Tamanho	Versão	Responsável Técnico pela Cartografia						
3294_9.1_Meio_Físico_11_R0	1:5.000	A3	R0 27/mar/2018	Joseane Urgnani joseane.urnani@tetrattech.com						



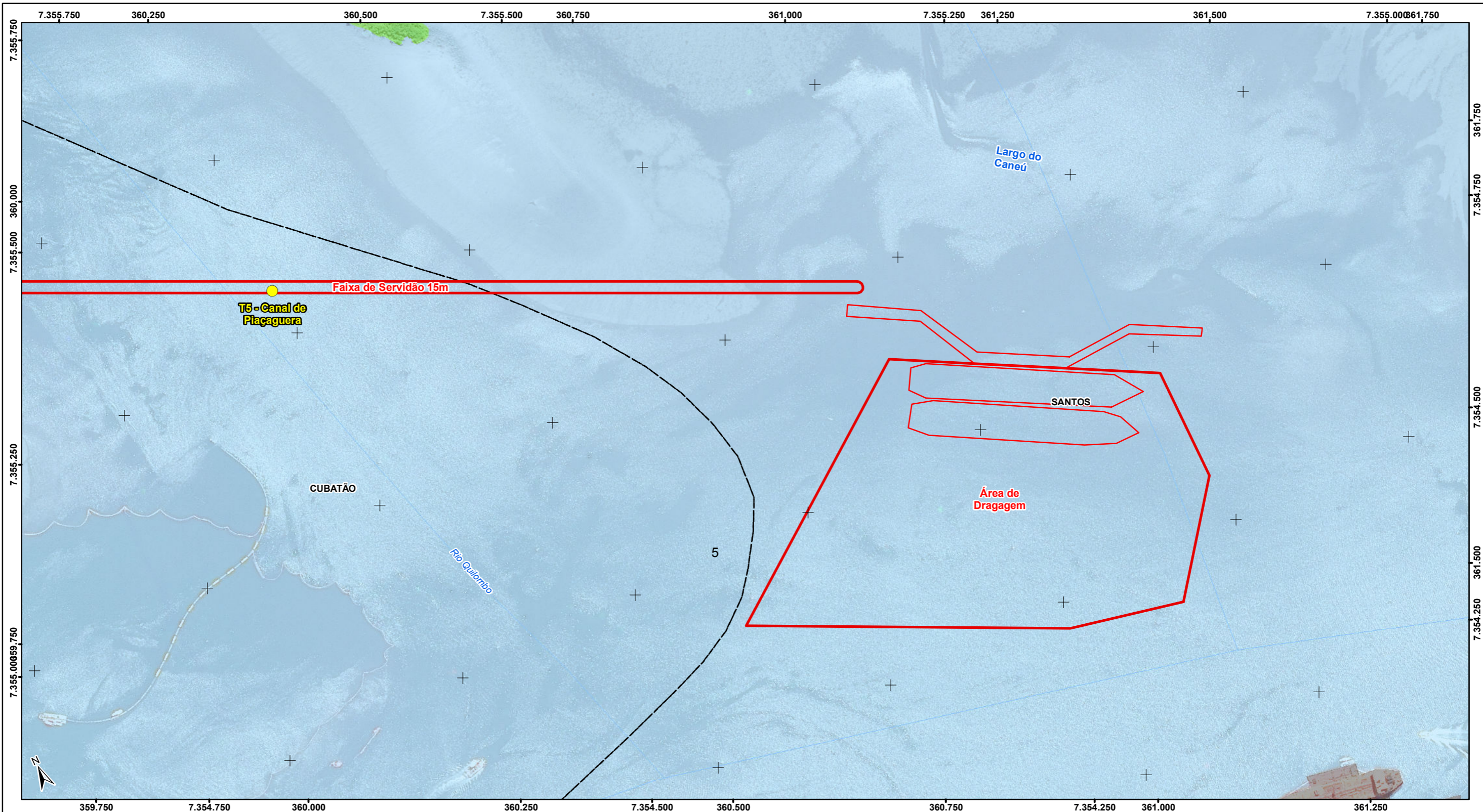
- Legenda**
- Curso d'água
 - Limite Municipal
 - ADA - Área Diretamente Afetada
 - Buffer de 800m
 - Travessias

- Fragilidade**
- Classe 1 - Extremamente Suscetível à Erodibilidade
 - Classe 2 - Muito Suscetível à Erodibilidade
 - Classe 6 - Suscetível à Inundação
 - Corpo d'Água
 - Área Urbana



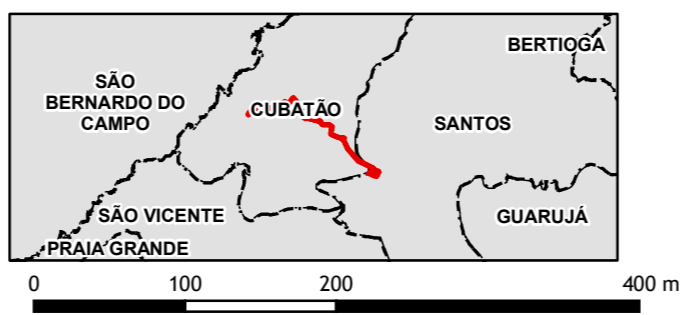
Escala gráfica
Escala numérica 1:5.000
Projeção Universal Transversa de Mercator - UTM
Datum Horizontal: Sistema de Referência Geocêntrico para as Américas - SIRGAS 2000, fuso 23K
Sistema Orbital SPOT, cores naturais, 2007/2008
*Fontes:
1 - Mapa Pedológico do Estado de São Paulo, 1999, Escala 1:500.000 (IAC/Embrapa)
2 - 1 - Miranda, E. E. DE; (Coord.). Brasil em Relevo. Campinas: Embrapa Monit. por Satélite, 2005.
Folhas SG-23-V-A, SG-23-V-B, SF-23-Y-C, SF-23-Y-D. Disponível em: <http://www.relevo.cnpm.embrapa.br>

EIA - ESTUDO DE IMPACTO AMBIENTAL					
Projeto Reforço Estrutural de Suprimento de Gás da Baixada Santista, de responsabilidade da COMGAS/Distribuidora de Gás Participações S.A					
Mapa FRAGILIDADE (FOLHA 4 DE 5)					
Município (s) Santos, SP			UGRHI 07 - Baixada Santista		
			Tipo Dados primários		
Desenho 3294_9.1_Meio_Físico_11_R0	Escala 1:5.000	Tamanho A3	Versão R0 27/mar/2018	Responsável Técnico pela Cartografia Joseane Urgnani joseane.urnani@tetrattech.com	



- Legenda**
- Curso d'água
 - Limite Municipal
 - ADA - Área Diretamente Afetada
 - Buffer de 800m
 - Travessias

- Fragilidade**
- Classe 1 - Extremamente Suscetível à Erodibilidade
 - Classe 2 - Muito Suscetível à Erodibilidade
 - Classe 6 - Suscetível à Inundação
 - Corpo d'Água
 - Área Urbana



Escala gráfica
Escala numérica 1:5.000
Projeção Universal Transversa de Mercator - UTM
Datum Horizontal: Sistema de Referência Geocêntrico para as Américas - SIRGAS 2000, fuso 23K
Sistema Orbital SPOT, cores naturais, 2007/2008
*Fontes:
1 - Mapa Pedológico do Estado de São Paulo, 1999, Escala 1:500.000 (IAC/Embrapa)
2 - 1 - Miranda, E. E. DE; (Coord.). Brasil em Relevo. Campinas: Embrapa Monit. por Satélite, 2005.
Folhas SG-23-V-A, SG-23-V-B, SF-23-Y-C, SF-23-Y-D. Disponível em: <http://www.relevo.cnpm.embrapa.br>

EIA - ESTUDO DE IMPACTO AMBIENTAL					
Reforço Estrutural de Suprimento de Gás da Baixada Santista, de responsabilidade da COMGAS/Distribuidora de Gás Participações S.A					
FRAGILIDADE (FOLHA 5 DE 5)					
Município (s) Santos, SP			UGRHI 07 - Baixada Santista		
			Tipo Dados primários		
Desenho	Escala	Tamanho	Versão	Responsável Técnico pela Cartografia	
3294_9.1_Meio_Físico_11_R0	1:5.000	A3	R0 27/mar/2018	Joseane Urgnani joseane.urnani@tetrattech.com	

De modo geral, o relevo da AID/ADA apresenta nível de fragilidade à inundação em toda a extensão do Gasoduto, destacando as áreas ao longo dos manguezais, assim como os cruzamentos com as drenagens.

Apenas um pequeno trecho a norte da AID, fora da ADA, apresentou nível de fragilidade de muito a extremamente susceptível à erodibilidade, relacionado com o morro da região. Destaca-se que não foram observados pontos de erosão ativa ao longo da ADA.

9.1.9. Recursos Hídricos Superficiais

Este item apresenta a caracterização dos principais corpos d'água da região onde será implantado o empreendimento, de forma a fornecer subsídios para a elaboração do Diagnóstico Ambiental da região e para a avaliação de suas potencialidades e fragilidades.

9.1.9.1. Contextualização a nível estadual

No Estado de São Paulo, as bacias hidrográficas são agrupadas em 22 Unidades de Gerenciamento de Recursos Hídricos - UGRHI (Figura 9.1.9.1-1), de acordo com o disposto na Lei nº 16.337, de 14 de dezembro de 2016, que dispõe sobre o Plano Estadual de Recursos Hídricos – PERH e dá providências correlatas (SÃO PAULO, 2016).

O empreendimento situa-se na Unidade de Gerenciamento de Recursos Hídricos da Baixada Santista, UGRHI-07 (Figura 9.1.9.1-2), que está localizada ao sul do Trópico de Capricórnio e a Sudeste do Estado de São Paulo. Abrange o território integral de 09 municípios paulistas, e parte dos municípios de Itariri, São Paulo, São Bernardo do Campo e Biritiba-Mirim.

Esta bacia hidrográfica possui uma área de drenagem de 2.818 km², segundo dados divulgados no PERH 2004/2007 (SÃO PAULO, 2006), uma extensão aproximada de 160 km e o domínio de todos os seus rios pertencem ao Estado de São Paulo e, por essa razão, requerem a atuação do DAEE para a regularização dos usos e seu gerenciamento.

Devido à sua localização, limite da zona tropical, a UGRHI-07 é fortemente influenciada pelos sistemas tropicais e polares que atuam na região, sendo o confronto entre esses dois sistemas um dos fatores responsáveis pela alta precipitação na região, cujos índices chegam a 2.600 mm, um dos mais elevados do país (ANA, 2001).

De acordo com o Relatório Zero (CETEC, 2000), os principais rios contribuintes dessa unidade de gerenciamento de recursos hídricos (UGRHI-07) são: Cubatão, Mogi e Quilombo (que deságuam no estuário de Santos), além do Itapanhaú, Itatinga, Guaratuba, Branco, Preto, Mambú, Aguapeú e Itanhaém.

Na Tabela 9.1.9.1-1, são transcritas as informações referentes à UGRHI-07 – Baixada Santista, extraídas da Lei Estadual nº 16.337, de 14/12/2016 (Anexo III) e publicadas por CBH-BS (2017).

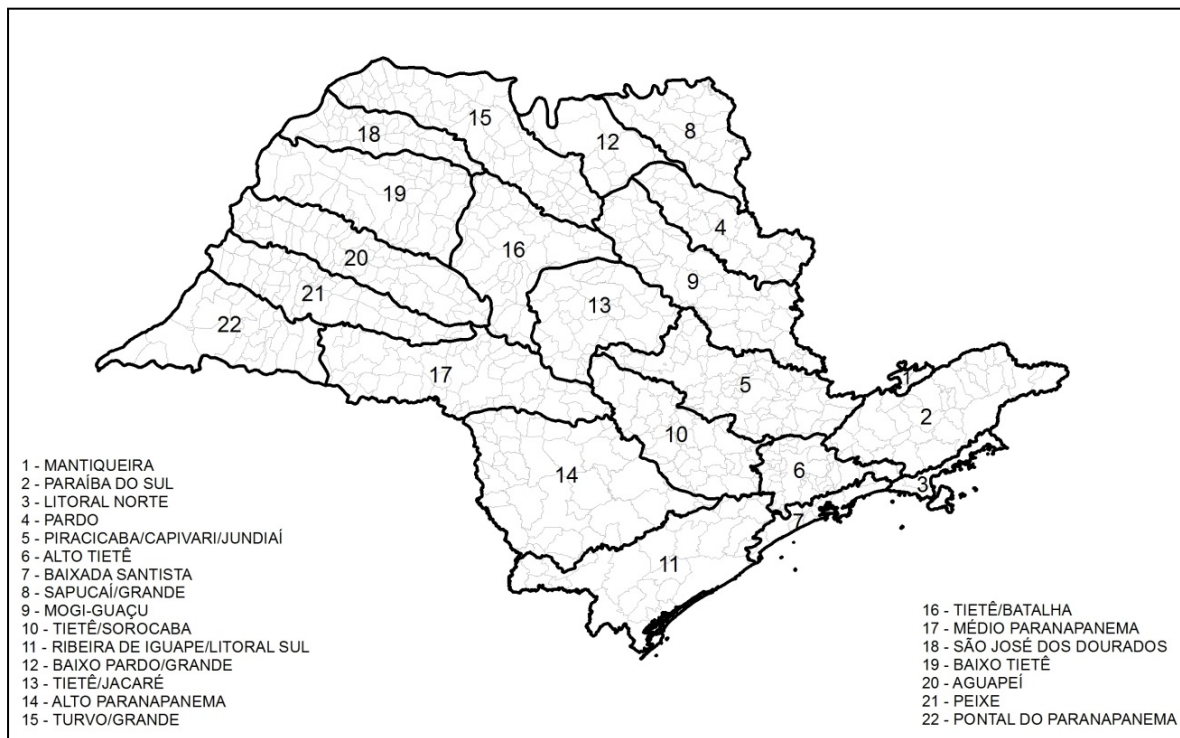


Figura 9.1.9.1-1. Localização da Bacia Hidrográfica da Baixada Santista no Estado de São Paulo (Fonte: SÃO PAULO, 2016).

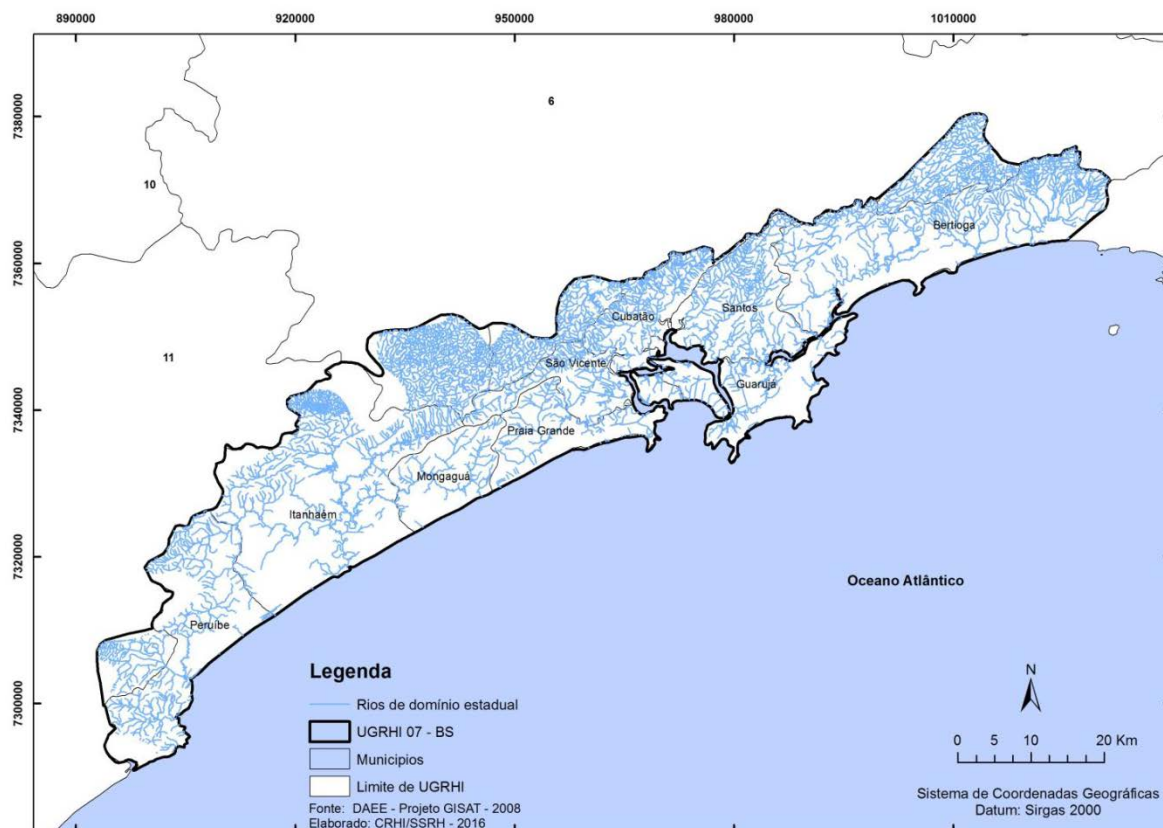


Figura 9.1.9.1-2. Limites da Bacia Hidrográfica da Baixada Santista (UGRHI-07) destacando a rede hidrográfica e principais municípios. (Fonte: DAEE - Projeto GISAT (2008) apud CBH-BS, 2017).

Tabela 9.1.9.1-1. Características gerais da UGRHI-07 - Baixada Santista (Fonte: CBH-BS, 2017).

CARACTERÍSTICAS GERAIS			
População ^{SEADE}	Total (2016)		Urbana (2016)
	1.765.431 hab.		99.8%
Área	Área territorial ^{SEADE}		Área de drenagem ^{São Paulo, 2006}
	2.422,8 km ²		2.818 km ²
Principais rios e reservatórios ^{CBH-BS, 2014}	Rios: Cubatão, Mogi, Quilombo, Jurubatuba, Itapanhaú, Guaratuba, Mambú, Aguapeú, Preto, Guaraú, Branco.		
Aquífero ^{CETESB, 2013b}	Pré-Cambriano: Área de abrangência: parte das UGRHIs 01-SM, 02-PS, 03-LN, 04-Pardo, 05-PCJ, 06-AT, 07-BS, 09-MOGI, 10-SMT, 11-RB e 14-ALPA Litorâneo: Distribui-se ao longo da costa, desde a região de Cananéia, a sul, até Caraguatatuba e Ubatuba, a norte. Compreende as UGRHIs 03-LN, 07-BS e 11-RB.		
Mananciais de grande porte e de interesse regional ^{São Paulo, 2007; CBH BS, 2014}	Grande porte: Sistema Integrado Baixada Santista.		
Disponibilidade hídrica Superficial ^{São Paulo, 2006}	Vazão média (Q _{médio})	Vazão mínima (Q _{7,10})	Vazão Q ₉₅ %
	155 m ³ /s	38 m ³ /s	58 m ³ /s
Disponibilidade hídrica subterrânea ^{São Paulo, 2006}	Reserva Explotável		
	20 m ³ /s		
Principais atividades econômicas ^{CBH-BS, 2014; São Paulo, 2013}	A predominância do setor terciário nesta região é atrelada ao turismo de veraneio. No entanto, destacam-se também as atividades ligadas ao setor petrolífero, com a perspectiva de exploração na camada do pré-sal no Campo de Santos, além da atividade portuária no porto de Santos. São também expressivas as atividades do polo industrial de Cubatão, e construção civil, bem como as atividades de comércio e prestação de serviços.		
	Vegetação remanescente ^{São Paulo, 2009}	Apresenta 2.213 km ² de vegetação natural remanescente que ocupa, aproximadamente, 78,5% da área da UGRHI. As categorias de maior ocorrência são a Floresta Ombrófila Densa e a Formação Arbórea/Arbustiva-Herbácea de Terrenos Marinhos Lodosos.	
Áreas Protegidas ^{Fontes Diversas}	Unidades de Conservação de Proteção Integral		
	EE Banhados de Iguape, EE dos Tupiniquins, EE Juréia-Itatins; PE Marinho da Laje de Santos, PE da Serra do Mar, PE do Itinguçu, PE Restinga de Bertioiga; PE Xixová-Japuí.		
	Unidades de Conservação de Uso Sustentável		
	APA de Cananéia-Iguape-Peruíbe, APA Marinha do Litoral Centro; ARIE Ilha Ameixal e ARIE Ilhas Queimada Grande e Queimada Pequena; RPPN Carbocloro S/A, Costa Blanca, Ecofuturo, Hercules Florence 1 e 2, Hercules Florence 3, 4, 5, e 6, Marina do Conde e Tijucopava.		
	Terras Indígenas		
	Guarani do Aguapeú, Itaóca, Peruíbe, Piaçaguera, Ribeirão Silveira, Rio Brando Itanhaém e Tenondé Porã.		

Legenda: EE - Estação Ecológica; PE - Parque Estadual; APA - Área de Proteção Integral; ARIE - Área de Relevante Interesse Ecológico; RPPN - Reserva Particular do Patrimônio Natural.

9.1.9.2. Contextualização a nível regional

A UGRHI-07 foi subdividida em três sub-UGRHI, que correspondem às áreas de drenagem dos rios Branco/Preto, Cubatão e Itapanhaú. Nessas três sub-UGRHI, foram agrupadas 21 sub-bacias drenadas, conforme apresentado na Tabela 9.1.9.2-1 e na Figura 9.1.9.2-1.

Tabela 9.1.9.2-1. Subdivisões da Bacia Hidrográfica da Baixada Santista. (Fonte: CBH-BS (2016) apud CBH-BS (2017)).

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

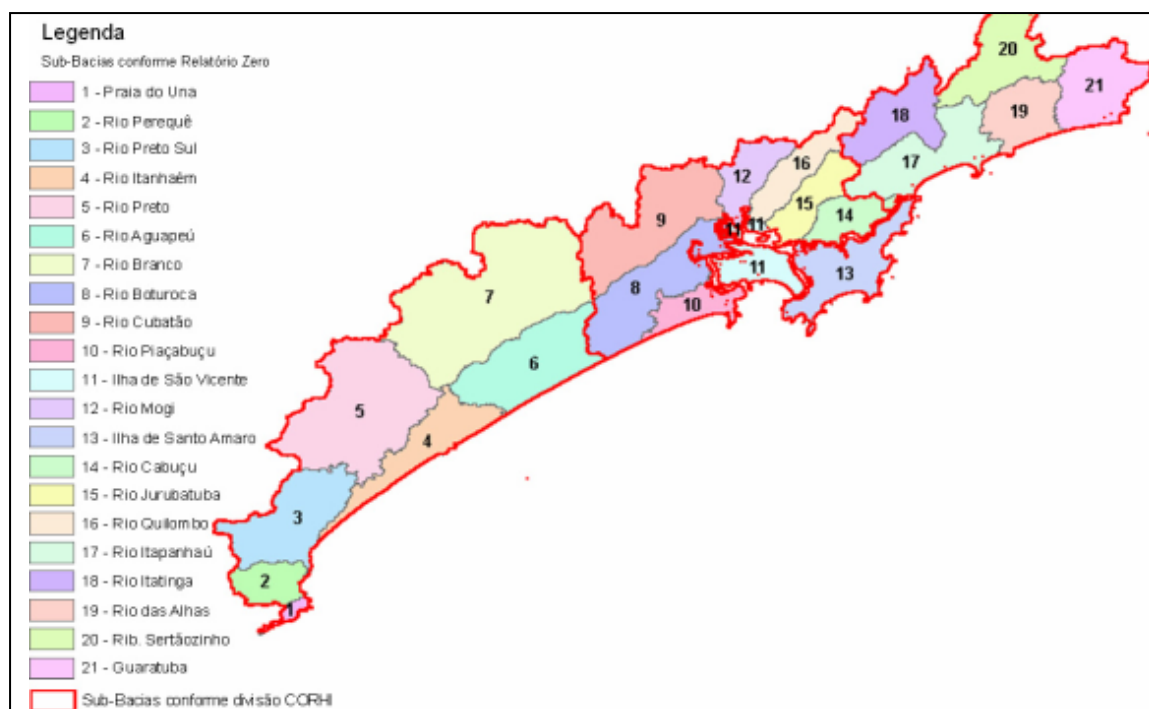


Figura 9.1.9.2-1. Divisão de Sub-UGRHI e Sub-bacias (Fonte: SHS; DAEE (2007)).

No Relatório Zero (CETEC, 2000), foram disponibilizadas as informações referentes à área de drenagem e à vazão média de longo período nas sub-bacias da UGRHI-07. Dentre elas, são apresentadas, na Tabela 9.1.9.2-3, as informações referentes às 09 das 21 sub-bacias localizadas nas imediações da região do empreendimento: Ilha de São Vicente, Ilha de Santo Amaro, Rio Cabuçu, Rio Jurubatuba, Rio Quilombo, Rio Piaçabuçu, Rio Boturoca, Rio Cubatão e Rio Mogi, incluindo código, nome, área de drenagem, município a qual pertencem as sub-bacias, vazão média de longo período (Q_{LP}) e vazão mínima de 7 dias consecutivos com período de recorrência de 10 anos ($Q_{7,10}$).

Tabela 9.1.9.2-3. Sub-bacias localizadas nas áreas de entorno do empreendimento e as informações de área de drenagem, vazão média de longo período (QLP) e vazão mínima de 7 dias consecutivos com período de recorrência de 10 anos ($Q_{7,10}$) (Fonte: CETEC (2000)).

Sub-bacias da Baixada Santista					
Código	Sub-bacia	Municípios	Área de drenagem (Km ²)	Vazão média de longo período - Q_{LP} (m ³ /s)	Vazão mínima de 7 dias consecutivos com período de recorrência de 10 anos - $Q_{7,10}$ (m ³ /s)
8	Rio Boturoca	Praia Grande	182,84	7,28	1,77
9	Rio Cubatão	Cubatão	175,55	8,09	1,97
10	Rio Piaçabuçu	Praia Grande	58,6	2,7	0,66
11	Ilha de São Vicente	São Vicente / Santos	85,81	3,68	0,901
12	Rio Mogi	Cubatão	68,39	3,58	0,876
13	Ilha de Santo Amaro	Guarujá	142,7	6,58	1,6
14	Rio Cabuçu	Santos	69,65	3,43	0,383
15	Rio Jurubatuba	Santos	79,36	3,91	0,953
16	Rio Quilombo	Santos	86,88	4,55	1,11

9.1.9.3. Contextualização a nível local

A região compreendida pelas áreas de influência do empreendimento apresentam dois grupos básicos de rios: os que nascem na Serra do Mar e aqueles originados na própria planície litorânea. Devido à grande presença de nascentes na vertente marítima da Serra do Mar e dos elevados índices de precipitação, o primeiro grupo apresenta regime tipicamente torrencial, com elevada capacidade de transporte de sólidos (MKR; SPE, 2011).

Devido à baixa declividade na planície sedimentar que separa a serra do oceano e do estuário, o processo de aluvionamento é muito grande. Como consequência, esses rios são responsáveis pela grande sedimentação fluvial que dificulta o escoamento das águas, influenciando na formação de meandros e manguezais. Nesses locais, os rios apresentam padrão meandrante, com dinâmica influenciada predominantemente pelo regime de marés, sobretudo, nos setores próximos a estuários. Os rios Mogi e Cubatão são característicos desse primeiro tipo.

O segundo tipo de rio compreende aqueles de pequeno curso, praticamente de planícies. Por possuírem um percurso menos sinuoso, não carregam tantos sedimentos como os rios que nascem na serra, sendo que a sua dinâmica hidrológica está mais sujeita à influência das marés, que têm picos duas vezes ao dia, deixando a água mais salobra, criando dessa forma um habitat ideal para a reprodução da vida marinha. Os rios Casqueiro, Cascalho, Mourão, Onça e Diana são característicos deste segundo tipo.

O rio Cubatão nasce torrencial e se aloja na Zona de Cisalhamento de Cubatão, formando um largo vale assimétrico, sendo responsável pela grande sedimentação detrítica constituída por blocos, seixos e areias que dificultam o escoamento das águas, favorecendo a formação de meandros e dos manguezais. É considerado o rio mais importante da região, circundando o estuário de Santos e desaguando no mesmo através de vários canais de tipo déltico dentro do mangue (CPEA; ITSEMAP, 2009).

O Rio Mogi tem sua nascente a nordeste de Cubatão, e também é conhecido como Ururai. Ele, assim como o Rio Cubatão, banha a cidade de mesmo nome, desaguando no Canal de Piaçagüera. Tem como afluente da margem direita o Córrego da Terceira Máquina. O rio corre pelo vale formado pelas Serras do Meio, Mogi e Morrão.

O rio Quilombo é apresentado por pequenos depósitos alveolares, com o canal principal que aprofunda seu encaixamento, atingindo amplitudes de 250 m a 700 m. No seu médio curso, o rio é ainda muito encaixado, e corta cones de dejeção e corpos de tálus que ocorrem em suas margens. Além disso, apresenta seleção e gradação granulométrica ao longo da planície fluvial, sendo que, próximo à foz, foram descritas intercalações com camadas argilosas contendo restos vegetais (CPEA; ITSEMAP, 2009). O Rio Quilombo possui nascente no altiplano, descendo pela Escarpa da Serra do Mar até a planície marítima. O Rio Onça é afluente direto do Rio Quilombo, nascendo diretamente na planície. Ambos fazem parte da sub-bacia do Rio Quilombo, desaguando primeiro no Largo do Caneu e após no Canal de Piaçagüera.

As águas dos Rios Cubatão, Mogi e Quilombo, ao atingirem a baixada do litoral, se misturam, contribuindo na formação do mangue e levando grande parte dos sedimentos acumulados no percurso desde a Serra até a planície. Por fim, as águas correm para os largos de São Vicente, Pompeba e Caneu.

9.1.9.4. Disponibilidades e demandas dos recursos hídricos

O abastecimento dos municípios na região da baixada Santista ocorre principalmente por meio de captações superficiais, principalmente devido à facilidade de obtenção e à relativa abundância dos corpos hídricos, frente a aquíferos de baixa produtividade e vulneráveis à intrusão salina (aquífero Litorâneo) (CBH-BS, 2017).

A disponibilidade de água per capita ($Q_{\text{médio}}$ em relação à população total) vem diminuindo ao longo dos últimos 5 anos, com redução de 3,9% entre 2012 e 2016, registrando em 2016, 2.768,77 $\text{m}^3/\text{hab.ano}$ (Figura 9.1.9.4-1). Ainda assim, a disponibilidade hídrica na região de acordo com a classificação é favorável, sendo considerada boa (CBH-BS, 2017). A redução da disponibilidade de água per capita pode estar associada ao aumento da população nos municípios da Baixada Santista, em especial o município de Bertioga, que apresenta a maior taxa de crescimento geométrico anual da RMBS. Por outro lado, as demandas totais de água na bacia permaneceram praticamente estáveis entre os anos de 2013 e 2016. Adicionalmente, CBH-BS (2017) destaca o indicador “Vazão outorgada superficial em relação à vazão mínima superficial ($Q_{7,10}$)”, o qual evidencia que, desde o ano de 2013, a UGRHI-07 encontra-se em uma situação crítica, uma vez que mais de 50% da vazão mínima está outorgada para a captação (Figura 9.1.9.4-1).

A demanda de água se apresentou estável nos últimos anos, registrando 19,47 m^3/s no ano de 2016 (CBH-BS, 2017). Apesar disso, destaca-se que novas emissões de outorgas em andamento elevarão a demanda de águas superficiais nos próximos anos. A proporção entre as demandas abastecimento público e industrial totalizam, respectivamente, em 57% (11,1 m^3/s) e 37% (7,25 m^3/s), sendo a demanda industrial concentrada no polo industrial de Cubatão, conforme apresentado no Quadro 9.1.9.4-1. Devido à fraca atividade rural na região, o uso para esse fim é inexpressivo e com poucas perspectivas de alteração de cenário, não causando pressão significativa na demanda de recursos hídricos na região (CBH-BS, 2017).

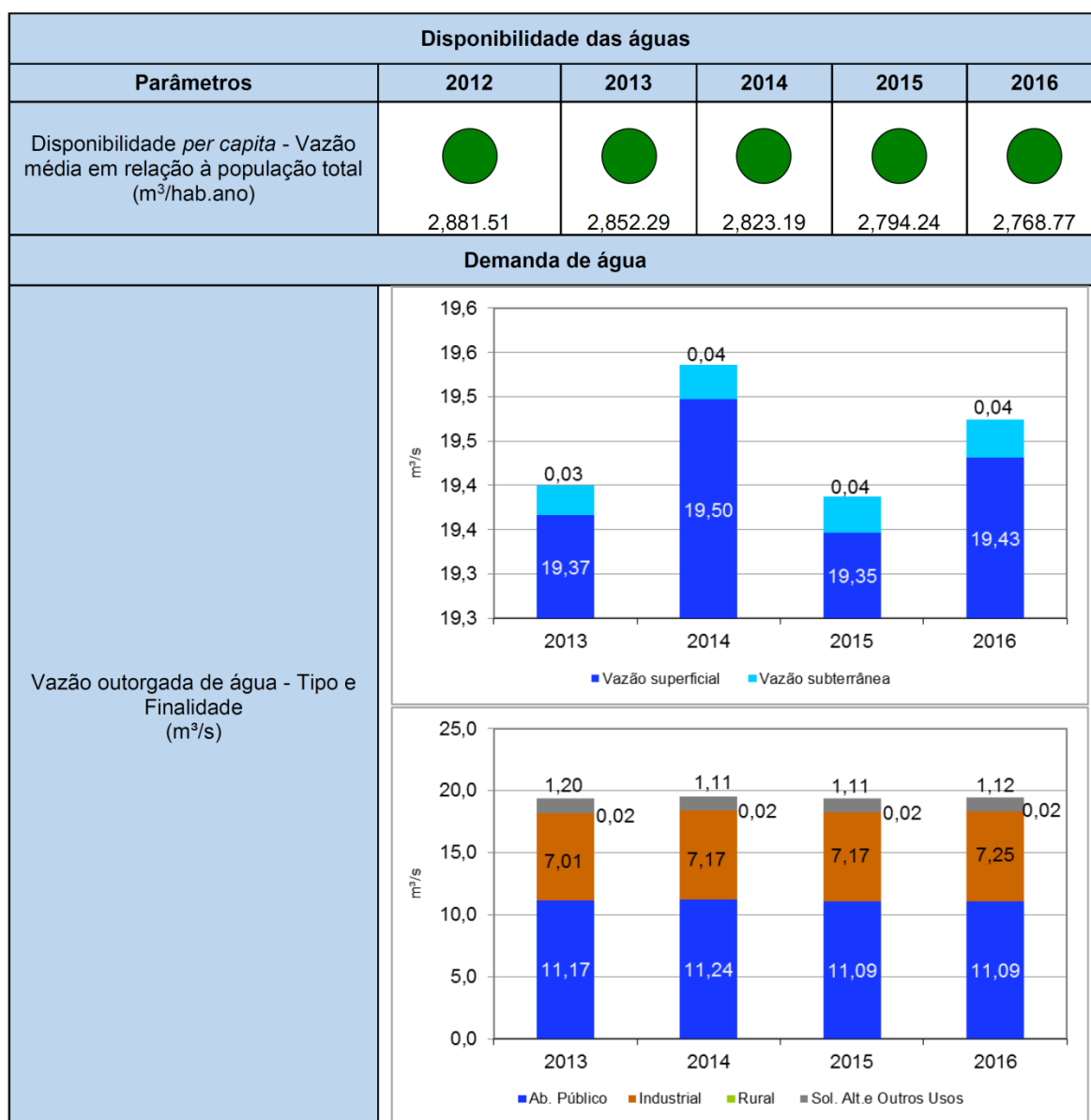


Figura 9.1.9.4-1. Quadro Síntese da Situação dos Recursos Hídricos - Disponibilidade e Demanda dos Recursos Hídricos (Fonte: CBH-BS (2017)).

Com relação ao balanço hídrico, ou seja, demanda em relação à disponibilidade, foi observada uma baixa variação no período entre 2013 e 2016, conforme apresentado no Quadro 9.1.9.4-2 (CBH-BS, 2017). A vazão outorgada total em relação à Q_{95%} permaneceu no nível de “atenção” ao longo do período 2013-2016. No entanto, a situação mais crítica, segundo CBH-BS (2017) está relacionada à demanda superficial em relação ao Q_{7,10}, que se encontra no nível “crítico” principalmente nos mananciais da região central, onde se concentra a maior demanda urbana pela população residente e também a demanda industrial da UGRHI-07 (polo industrial de Cubatão). Já a relação demanda x disponibilidade média encontra-se no patamar de “atenção”.

Balança					
Parâmetros	2012	2013	2014	2015	2016
Vazão outorgada total em relação à vazão média (%)	ND	12.5	12.6	12.5	12.6
Vazão outorgada total em relação à Q95% (%)	ND	33.45	33.7	33.4	33.6
Vazão outorgada superficial em relação à vazão mínima superficial (Q _{7,10}) (%)	ND	51.0	51.3	50.9	51.1
Vazão outorgada subterrânea em relação às reservas exploráveis (%)	ND	0.2	0.2	0.2	0.2

Figura 9.1.9.4-2. Quadro Síntese da Situação dos Recursos Hídricos - Balança dos Recursos Hídricos (Fonte: CBH-BS (2017)).

Considerando as três sub-bacias que compõem a UGRHI-07 (rio Branco/Rio Preto, rio Cubatão e rio Itapanhaú), é possível observar que o cenário mais crítico para o balanço hídrico encontra-se na subbacia do Rio Cubatão (7.2), conforme apresentado no Tabela 9.1.9.4-1 (SIGRH, 2017a). No entanto, por apresentar a principal captação para abastecimento público da região (ETA Cubatão) e por não considerar que parte considerável da água advém da transposição da UGRHI-06, por meio do bombeamento de águas à Usina Henry Borden, o autor destaca que esses resultados devem ser avaliados com cautela.

Tabela 9.1.9.4-1. Balança hídrico nas sub-bacias da UGRHI-07, desconsiderando a vazão de retorno - lançamentos. (Adaptado de SIGRH, 2017a).

UGRHI	SubUGRHI (Cód.)	SubUGRHI (Nome)	Balanço Vazão Superf. / Q _{7,10} (%)	Balanço Vazão Total / Q _{média} (%)	Balanço Vazão Total / Q _{95%} (%)
7	7.1	Rio Branco/Rio Preto	9,79	6,48	2,42
7	7.2	Rio Cubatão	122,76	81,31	30,36
7	7.3	Rio Itapanhaú	25,20	16,67	6,22

	Balanço entre 5% e 30%		Balanço entre 50 e 100%		Balanço acima de 100%
--	------------------------	--	-------------------------	--	-----------------------

9.1.9.5. Enquadramento legal dos corpos d'água

O enquadramento dos corpos d'água em classes de uso preponderante é um instrumento de planejamento que visa estabelecer metas de qualidade e definir prioridades e ações de

gerenciamento da qualidade da água de acordo com os usos preponderantes, atuais e futuros, de forma a garantir uma determinada qualidade de água para um rio, trecho de rio ou um aquífero, compatível com seus usos (demandas) previstos (SÃO PAULO, 2017).

Para usos menos exigentes, prevê-se que a qualidade de água atenda a indicadores menos restritivos, o que, eventualmente, pode implicar em menos investimentos necessários para se atingir ou manter a classe de qualidade. Em contrapartida, os usos mais exigentes - como a captação para abastecimento público - requerem água com qualidade mais próxima às condições naturais do corpo hídrico, e, inversamente, podem implicar em mais investimentos financeiros para se atingir esta meta de qualidade (SÃO PAULO, 2017).

No Brasil, a Política Nacional de Recursos Hídricos, Lei nº 9433 de 1997, objetiva a utilização racional e integrada dos recursos hídricos de forma a assegurar à atual e às futuras gerações a necessária disponibilidade de água, em padrões de qualidade adequados aos respectivos usos. Nessa política está previsto como um dos principais fundamentos da gestão das águas, os usos múltiplos das mesmas, constituindo-se como um dos principais instrumentos dessa política o enquadramento dos corpos de água em classes, segundo os usos preponderantes da água.

No nível estadual, o Decreto nº 10.755, de 22 de novembro de 1977, dispõe sobre o enquadramento dos corpos d'água receptores do território do Estado de São Paulo, classificando os trechos de rios e seus afluentes de acordo com quatro classes de qualidade definidas na legislação de qualidade da água (Lei nº 997/1976, regulamentada pelo Decreto nº 8468/1976), sendo a norma vigente para o enquadramento dos corpos hídricos paulistas.

Na região da Baixada Santista (UGRHI-07), o Decreto Estadual nº 10.755/77 estabelece como Classe 1 vários trechos de rios na categoria "*todos os cursos d'água do litoral desde a divisa dos municípios de Santos [atualmente Bertioga] com São Sebastião até a divisa de Mongaguá e Itanhaém até a cota 50'*". Por outro lado, os cursos d'água não mencionados e abaixo das cotas citadas são incluídos na Classe 2. A Tabela 9.1.9.5-1 apresenta o enquadramento dos corpos d'água presentes nas imediações do empreendimento, de acordo com o estabelecido pelo Decreto Estadual nº 10.755/77.

Tabela 9.1.9.5-1. Enquadramento dos corpos d'água presentes nas imediações do empreendimento, de acordo com o estabelecido pelo Decreto Estadual nº 10.755/77.

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

Com o advento da Resolução CONAMA nº 357, de 17 de março de 2005, foi feita uma aderência das classes estabelecidas na legislação estadual às classes da referida Resolução, passando-se a adotar a Classe Especial para os corpos d'água anteriormente classificados na Classe 1, dadas as suas descrições semelhantes. Assim, o Estado de São Paulo passou a não possuir corpos d'água enquadrados como Classe 1 pela CONAMA nº 357/05, a qual apresenta características intermediárias entre as Classes 1 e 2 da legislação estadual.

Adicionalmente, o Artigo 42 da Resolução CONAMA nº 357/05 estabelece que "*Enquanto não aprovados os respectivos enquadramentos, as águas doces serão consideradas Classe 2, as salinas e salobras Classe 1, exceto se as condições de qualidade atual forem melhores, o que determinará a aplicação de classe mais rigorosa correspondente*".

Assim, as águas estuarinas do canal do Porto de Santos, canal de São Vicente e canal de Piaçagüera, e ainda, as águas costeiras dos municípios da Baixada Santista, por não possuírem seu enquadramento definido em lei, são considerados como Classe 1, de acordo com o Artigo 42 da Resolução CONAMA nº 357/05.

De acordo com o Plano Estadual de Recursos Hídricos 2016-2019, com a instituição do SIGRH (integrado, participativo e descentralizado), foi estabelecida uma nova sistemática para o enquadramento em classes de uso. Através dessa nova rotina, os Comitês das Bacias elaborarão um estudo de fundamentação e a respectiva proposta de efetivação do enquadramento dos corpos d'água, os quais, após aprovados pelo plenário do Comitê de Bacia, devem ser encaminhados ao CRH para que seja referendado e entre em vigor - sendo desnecessária a edição de decreto para tal finalidade (SÃO PAULO, 2017).

9.1.9.6. Principais Usos

Os usos dos recursos hídricos na bacia da Baixada Santista são bem diversificados, entre eles, abastecimento urbano e industrial, navegação, recreação, lazer, turismo, assimilação e diluição de efluentes domésticos e industriais, pescas de subsistência, esportiva e profissional, atividades portuárias etc. (CPEA; ITSEMAP, 2009; MKR; SPE, 2011).

Além disso, em toda a Região Hidrográfica da Baixada Santista, o turismo de veraneio figura entre as principais atividades econômicas, sendo necessário considerar a população flutuante de cada município na gestão dos recursos hídricos.

No contexto da Baixada Santista, as demandas consuntivas atuais nas áreas de influência do empreendimento estão principalmente associadas a quatro sub-bacias principais: Cubatão, Mogi, Jurubatuba e Quilombo. De acordo com CETEC (2000) a disponibilidade hídrica dessas quatro sub-bacias é estimada em 20,13 m³/s, em termos de vazão média (Q_{LP}) e 4,91 m³/s para os períodos críticos de estiagem ($Q_{7,10}$), conforme apresentado na Tabela 9.1.9.6-1. Por outro lado, as demandas consuntivas para essas quatro sub-bacias somaram 4,02 m³/s no ano de 2014, com prognóstico de 4,05 m³/s para o ano de 2019, de acordo com as informações publicadas por VM; FIPAI (2016).

A Tabela 9.1.9.6-1 apresenta os usos cadastrados no DAEE que dispõem de coordenadas geográficas (DAEE, 2017). Além desses usos, o cadastro apresenta, ainda, outros usos sem coordenadas, com baixa vazão ou vazão não informada, relacionados a captações, poços e lançamentos.

É importante destacar que, nas áreas de influência do empreendimento, conforme o diagnóstico apresentado no presente EIA, as águas superficiais nas áreas de influência do empreendimento sofrem influência das fontes poluidoras existentes nas imediações, principalmente associadas a esgotos domésticos de fontes difusas, lançados no ambiente sem o tratamento adequado.

Tabela 9.1.9.6-1. Usos cadastrados no DAEE para os municípios de Santos e Guarujá (Fonte: DAEE, 2017)

Município	Nome do Rio/Aquífero	Código Rio/Poço	Distância Foz (km)	Autos	Usuário	Finalidade / Uso	Uso	Seq	Sit. Admin.	Vazão (m ³ /h)	Hora/Dia	Dia/Mês	Mês/Ano	UTM-Norte (m)	UTM-Leste (m)	UTM-MC
Santos	*	*	0,00	9909566	Us.Urbano	Lac/Rjd	Capt Subterrânea - Port.	1	Cadastrado Daee	4,80	1	30	0	7.348.470	364.830	45
Santos	*	*	0,00	9908595	Us.Urbano	Regajd	Capt Subterrânea - Port.	1	Cadastrado Daee	4,80	1	30	0	7.348.560	364.650	45
Santos	Casqueiro.R (Canal)	1502	3,90	32687	Industrial	San/Ind	Lançamento Superficial	1	*	20,00	24	0	0	7.353.240	358.280	45
Santos	Casqueiro.R (Canal)	1502	4,90	9904861	Construtor	San/Ind	Captção Superficial	1	Portaria	80,00	8	15	0	7.353.130	358.500	45
Santos	Casqueiro.R (Canal)	1502	4,90	9904861	Construtor	San/Ind	Lançamento Superficial	1	Portaria	80,00	8	15	0	7.353.130	358.500	45
Santos	Cristalino	3450232	0,00	9910369	Industrial	Sanitar	Captção Subterrânea	1	Cadastrado Daee	14,99	1	30	0	7.388.940	373.520	45
Santos	Cristalino	3630213	0,00	9901949	Minerador	Sa1/Ind	Captção Subterrânea	1	Portaria	0,45	12	30	0	7.356.990	365.910	45
Santos	Cristalino	3630351	0,00	9909184	Us.Urbano	Sanitar	Captção Subterrânea	1	Cadastrado Daee	3,00	1	30	0	7.346.650	367.250	45
Santos	Freático	3630042	0,00	9903515	Solalt I	Sa1abpr	Captção Subterrânea	1	Portaria	1,25	20	30	0	7.349.310	365.310	45
Santos	Freático	3630053	0,00	9903858	Us.Urbano	San/Ind	Captção Subterrânea	1	Portaria	46,00	20	0	0	7.348.570	365.260	45
Santos	Freático	3630215	0,00	9901949	Minerador	Sa1/Ind	Captção Subterrânea	3	Portaria	2,00	20	30	0	7.356.580	365.920	45
Santos	Freático	3630339	0,00	9907466	Us.Urbano	Sanitar	Captção Subterrânea	1	Cadastrado Daee	3,50	1	30	0	7.348.600	364.670	45
Santos	Freático	3630352	0,00	9910092	Us.Urbano	San/Ind	Captção Subterrânea	1	Cadastrado Daee	14,50	1	30	0	7.351.810	365.180	45
Santos	Freático	*	0,00	9904373	Solalt I	Pb.Ramb	Captção Subterrânea	10	Impl Autorizada	1,50	24	0	0	7.353.280	360.030	45
Santos	Freático	*	0,00	9904373	Solalt I	Pb.Ramb	Captção Subterrânea	11	Impl Autorizada	1,50	24	0	0	7.353.300	360.030	45

* Informações não disponibilizadas.

Tabela 9.1.9.6-1 (continuação). Usos cadastrados no DAEE para os municípios de Santos e Guarujá (Fonte: DAEE, 2017).

Município	Nome do Rio/Aquífero	Código Rio/Poço	Distância Foz (km)	Autos	Usuário	Finalidade / Uso	Uso	Seq	Sit. Admin.	Vazão (m ³ /h)	Hora/Dia	Dia/Mês	Mês/Ano	UTM-Norte (m)	UTM-Leste (m)	UTM-MC
Santos	Freático	*	0,00	9904373	Solalt I	Pb.Ramb	Captação Subterrânea	12	Impl Autorizada	1,50	24	0	0	7.353.320	360.040	45
Santos	Freático	*	0,00	9904373	Solalt I	Pb.Ramb	Captação Subterrânea	13	Impl Autorizada	1,50	24	0	0	7.353.340	360.040	45
Santos	Freático	*	0,00	9904373	Solalt I	Pb.Ramb	Captação Subterrânea	9	Impl Autorizada	1,50	24	0	0	7.353.280	360.050	45
Santos	Freático	*	0,00	9904373	Solalt I	Pb.Ramb	Captação Subterrânea	8	Impl Autorizada	1,50	24	0	0	7.353.280	360.070	45
Santos	Freático	*	0,00	9904373	Solalt I	Pb.Ramb	Captação Subterrânea	7	Impl Autorizada	1,50	24	0	0	7.353.270	360.090	45
Santos	Freático	*	0,00	9904373	Solalt I	Pb.Ramb	Captação Subterrânea	1	Impl Autorizada	1,50	24	0	0	7.353.260	360.200	45
Santos	Freático	*	0,00	9904373	Solalt I	Pb.Ramb	Captação Subterrânea	2	Impl Autorizada	1,50	24	0	0	7.353.280	360.190	45
Santos	Freático	*	0,00	9904373	Solalt I	Pb.Ramb	Captação Subterrânea	3	Impl Autorizada	1,50	24	0	0	7.353.260	360.180	45
Santos	Freático	*	0,00	9904373	Solalt I	Pb.Ramb	Captação Subterrânea	5	Impl Autorizada	1,50	24	0	0	7.353.270	360.130	45
Santos	Freático	*	0,00	9904373	Solalt I	Pb.Ramb	Captação Subterrânea	6	Impl Autorizada	1,50	24	0	0	7.353.270	360.110	45
Santos	Jurubatuba.R	12	12,10	9902992	Público	Ab.Publ	Captação Superficial	2	Portaria	5580,00	24	30	0	7.361.390	370.420	45
Santos	Jurubatuba.R	12	2,65	9903109	Concession	Sanitar	Lançamento Superficial	1	Portaria	27,30	24	30	0	7.356.690	365.290	45
Santos	Quilombo.R	11	6,80	30211	Industrial	San/Ind	Captação Superficial	1	*	1260,00	0	0	0	7.362.300	364.850	45
Santos	Sao Jorge.R	1502001	0,00	9906976	Us.Urbano	Sanitar	Lançamento Superficial	1	Portaria	0,87	24	30	0	7.352.650	360.660	45
Santos	SNA1 Jurubatuba.R	1201	0,30	9902992	Público	Ab.Publ	Captação Superficial	1	Portaria	1620,00	24	30	0	7.360.900	368.590	45

* Informações não disponibilizadas.

Tabela 9.1.9.6-1 (continuação). Usos cadastrados no DAEE para os municípios de Santos e Guarujá (Fonte: DAEE, 2017).

Município	Nome do Rio/Aquífero	Código Rio/Poço	Distância Foz (km)	Autos	Usuário	Finalidade / Uso	Uso	Seq	Sit. Admin.	Vazão (m ³ /h)	Hora/ Dia	Dia/ Mês	Mês/ Ano	UTM-Norte (m)	UTM-Leste (m)	UTM-MC
Santos	SNA1 Jurubatuba.R	1203	0,30	9905940	Industrial	San/Ind	Captação Superficial	1	Impl Autorizada	50,40	24	30	0	7.359.900	367.550	45
Santos	SNA1 Trindade.R	6101002	1,80	9906816	Minerador	Industr	Captação Superficial	2	Portaria	8,00	8	24	0	7.356.290	369.930	45
Santos	SNA1 Trindade.R	6101002	2,00	9906816	Minerador	Sanitar	Captação Superficial	1	Portaria	10,00	9	24	0	7.356.290	369.850	45
Santos	SNA1 Trindade.R	6101002	1,50	9906816	Minerador	Industr	Lançamento Superficial	1	Portaria	18,00	9	24	0	7.356.030	370.120	45
Santos	SNA2 Jurubatuba.R	1202003	0,65	9903109	Concession	Sanitar	Captação Superficial	1	Portaria	0,75	10	30	12	7.358.960	365.230	45
Santos	SNA2 Jurubatuba.R	1202003	0,65	9903109	Concession	Sanitar	Captação Superficial	2	Portaria	3,60	24	30	0	7.358.960	365.230	45
Santos	Trindade.R	6101	4,60	9904750	Concession	Sanitar	Captação Superficial	1	Portaria Revogada	60,00	15	30	0	7.357.990	371.080	45
Santos	Trindade.R	6101	5,20	9902614	Público	San/Ind	Captação Superficial	1	Portaria	118,80	24	30	0	7.358.330	371.140	45
Santos	Trindade.R	6101	2,60	43979	Industrial	Sanitar	Captação Superficial	1	Portaria	58,32	6	0	0	7.355.900	371.150	45

* Informações não disponibilizadas.

9.1.9.7. Saneamento básico na região

No que se refere ao abastecimento de água na região, o índice de atendimento de água se manteve praticamente estável nos últimos anos, pois não houve mudanças consideráveis no ritmo de expansão da rede de abastecimento e no crescimento populacional, segundo CBH-BS (2017). De acordo com o mesmo autor, a análise individual por município, para o ano de 2015, evidenciou que apenas Santos foi classificado em "Bom" (cobertura de 100%), sendo que a grande maioria (7 municípios) foi classificada como "Regular", variando entre 82,1% e 92,7%, e, no outro extremo, o município de Bertioga foi classificado como "Ruim", com apenas 57,5% de atendimento urbano de água. Adicionalmente, foi verificado um grande índice de perdas no sistema de captação e distribuição (CBH-BS, 2017).

Com relação ao esgotamento sanitário, a cobertura da rede de coleta de esgoto ainda é insatisfatória nos municípios da Baixada Santista. Apesar da evolução registrada entre os anos 2000 (57%), 2010 (59,8%) e 2013 (75,1%), nos anos mais recentes esse índice vem decaindo, atingindo 71,0% em 2016, resultado do crescimento populacional, aliado ao fato de que os investimentos recentes não acompanharam esse crescimento (CBH-BS, 2017). Vale ressaltar que esses valores médios são fortemente influenciados pela melhor cobertura de Santos (superior a 94%).

A situação do tratamento é igualmente precária, sendo registrado um índice de esgoto tratado de apenas 14,2% na Baixada Santista, e uma eficiência de 10,7% no sistema de esgotamento no ano de 2016 (CBH-BS, 2017). Cabe ressaltar que, desde o ano de 2008, os indicadores de esgoto tratado e de eficiência do sistema de esgotamento são classificados como "Ruim". Isto porque a grande maioria do esgoto coletado na região é destinada a estações de pré-condicionamento (EPC) e posteriormente a emissários submarinos, principalmente para os municípios de Santos, Guarujá, Praia Grande e São Vicente. No entanto, desde 2008, a CETESB considera o tratamento dos emissários submarinos como "nulo", sendo que o cálculo da carga poluidora remanescente é bastante elevado para os efluentes lançados via emissários submarinos (CBH-BS, 2017), podendo resultar em poluição difusa dos corpos d'água que recebem esses efluentes.

Mais recentemente, a implementação do "Programa Onda Limpa" pela SABESP possibilitou a construção de mais de 1.000 km de redes coletoras em toda a Baixada Santista, proporcionando mais de 120 mil ligações possíveis. No entanto, parte considerável dessas ligações ainda não foi concretizada devido à falta de interesse e/ou condições financeiras por parte da população. A isto, somam-se as ocupações irregulares em áreas nas quais não é possível a instalação de equipamentos de saneamento básico.

Quanto aos resíduos sólidos, todos os municípios da Baixada Santista apresentaram destinação para aterros sanitários com um Índice de Qualidade de Aterro de Resíduos (IQR) adequado (CBH-

BS, 2017). Cabe ressaltar que esse cenário reflete apenas a disposição adequada dos resíduos que são coletados, sem analisar os resíduos não coletados, os quais podem ser fonte de poluição difusa para o meio ambiente caso não sejam dispostos corretamente.

Desse modo, o saneamento na região não é considerado satisfatório, sendo necessários maiores investimentos no que diz respeito ao tratamento de esgoto e resíduos sólidos (CBH-BS, 2017).

9.1.10. Qualidade das Águas Superficiais

9.1.10.1 Caracterização regional da qualidade das águas superficiais

Nesse item, são apresentados os resultados obtidos no levantamento de dados de qualidade das águas superficiais disponíveis para a região do empreendimento, os quais foram avaliados com base nos valores de condição ou padrão de qualidade estabelecidos pela Resolução CONAMA nº 357/05.

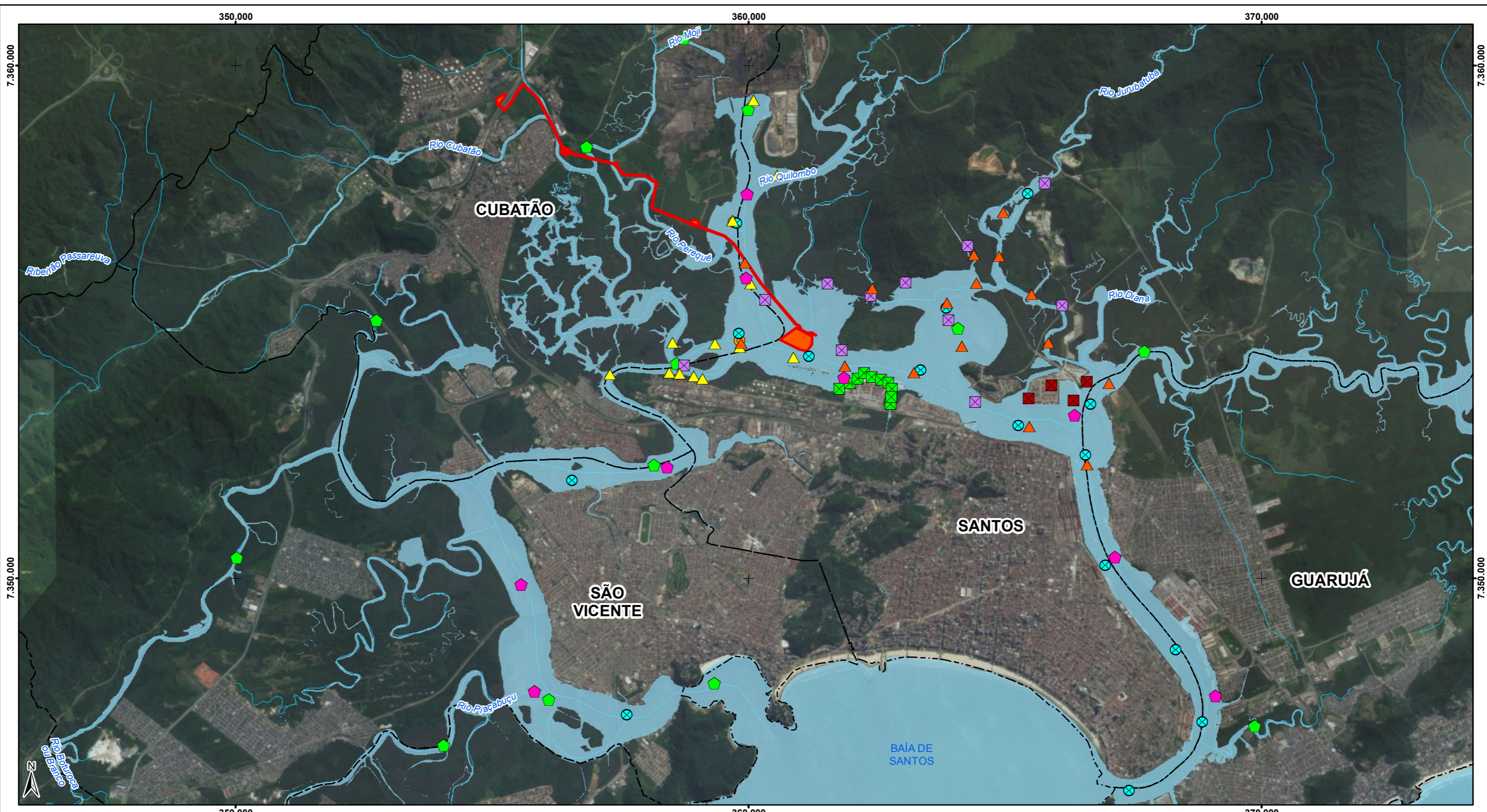
A. Levantamento de dados disponíveis para a região

Para o desenvolvimento deste documento, foi realizado um levantamento de dados históricos de qualidade da água provenientes de trabalhos realizados na região onde se pretende instalar o empreendimento, com amostragens realizadas no período entre 1999 e 2016, incluindo o largo do Caneu, os cais de Piaçagüera, do Porto de Santos e de São Vicente e os rios Casqueiro e Cubatão, localizados nas áreas de influência do empreendimento.

Os trabalhos utilizados para a compilação destes dados foram:

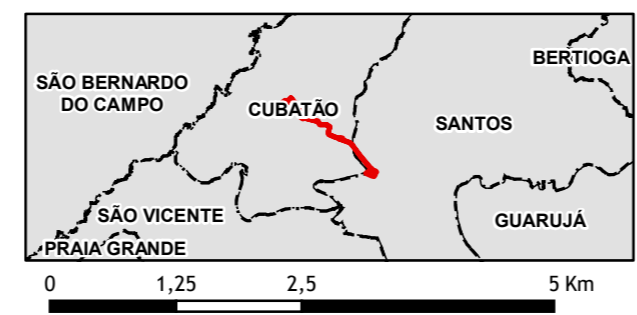
- CETESB (2001), com coletas realizadas em fevereiro e maio de 1999;
- MKR; EMBRAPORT (2003), com coletas realizadas em outubro de 2002;
- GIANESELLA et al. (2008), com coletas realizadas entre 2005 e 2006;
- FRF (2008), com coletas realizadas em março de 2007;
- MKR; BTP (2008), com coletas realizadas em dezembro de 2007;
- CPEA; ITSEMAP (2009), com coletas realizadas em maio de 2008 e janeiro de 2009;
- CPEA; TPI (2009), com coletas realizadas em março de 2009;
- MKR; SPE (2011), com coletas realizadas em fevereiro e agosto de 2010;
- CETESB (2017), com coletas realizadas em 2016.

No Desenho 9.1.10.1 é apresentado o mapa de localização dos pontos de amostragem utilizados no presente levantamento de dados secundários. A seguir, é apresentada a descrição resumida das atividades realizadas pelos estudos citados anteriormente, em pontos de amostragem realizados ao longo do estuário de Santos e São Vicente.



- Legenda**
- Curso d'água
 - Corpo d'água
 - Limite Municipal
 - ADA - Área Diretamente Afetada

- Dados Secundários de qualidade das águas superficiais**
- CETESB (2001)
 - CETESB (2017)
 - CPEA; ITSEMAP (2009)
 - CPEA; TPI (2009)
 - FRF (2008)
 - GIANESELLA et al. (2008)
 - MKR; BTP (2008)
 - MKR; EMBRAPORT (2003)
 - MKR; SPE (2011)



0 1,25 2,5 5 Km

Escala gráfica
Escala numérica 1:75.000
Projeção Universal Transversa de Mercator - UTM
Datum Horizontal: Sistema de Referência Geocêntrico para as Américas - SIRGAS 2000, fuso 23K
Sistema Orbital SPOT, cores naturais, 2007/2008
*Fontes:

1 - CETESB (2001, 2017); CPEA (2009); FRF (2008); GIANESELLA (2008); MKR (2003, 2008, 2011).

EIA - ESTUDO DE IMPACTO AMBIENTAL										
Projeto					Reforço Estrutural de Suprimento de Gás da Baixada Santista, de responsabilidade da COMGAS/Distribuidora de Gás Participações S.A					
Mapa					DADOS HISTÓRICOS DE QUALIDADE DAS ÁGUAS SUPERFICIAIS - LOCALIZAÇÃO DOS PONTOS DE AMOSTRAGEM					
Município (s)			UGRHI							
Santos, SP			07 - Baixada Santista							
Tipo			Licença Prévia							
Desenho			Escala		Tamanho		Versão		Responsável Técnico pela Cartografia	
3294_9.1.10.2.1 Água_01			1:75.000		A3		R2 06/abr/2018		Joseane Urgnani joseane.urnani@tetrattech.com	

Durante o ano de 1999, CETESB (2001) realizou o levantamento da qualidade ambiental do “Sistema Estuarino de Santos e São Vicente”, dentro do Programa de Controle de Poluição de Santos e São Vicente (PROCOP). O projeto abrangeu 26 pontos de coleta, incluindo rios, estuários e a bacia de Santos, sendo coletadas 22 amostras de água superficial, em períodos de maré vazante e baixa. Foram determinados cerca de 120 parâmetros envolvendo metais e arsênio, pesticidas organoclorados, organoclorados aromáticos, organofosforados, herbicidas e outros pesticidas, compostos fenólicos, hidrocarbonetos policíclicos aromáticos (HPA), solventes aromáticos e halogenados, bifenilas policloradas (PCB), dioxinas e furanos.

Em outubro de 2002, foram realizadas as amostragens referentes ao Estudo de Impacto Ambiental (EIA) para a implantação do empreendimento Terminal Portuário Embraport, publicado por MKR; EMBRAPORT (2003). A caracterização compreendeu a coleta de amostras de água de fundo em 12 pontos, utilizando garrafas de *van Dorn*, nas quais foram analisados metais e semimetais totais, HPA, PCB e compostos fenólicos.

GIANESELLA et al. (2008) publicou um trabalho que reúne todas as atividades realizadas e resultados obtidos durante o projeto *Integrated Ecological Coastal Zone Management System* (ECOMANAGE), formado pela Comissão Europeia, cujo objetivo foi prover às autoridades costeiras conhecimentos e ferramentas que auxiliassem na tomada de decisão para o manejo integrado do sistema estuarino em três sistemas costeiros na América Latina: estuário de Santos (Brasil), Bahia Blanca (Argentina) e Fjord Aysén (Chile). No estuário brasileiro, foram estudados oito pontos de amostragem, entre agosto de 2005 e março de 2006, dentre as quais as estações 04 e 05 estiveram localizadas próximas à Ilha dos Bagres e foram consideradas para este levantamento. Foram coletadas amostras de água na superfície, utilizando garrafas de *van Dorn*, com as quais foram realizados testes de toxicidade crônica com *Lytechinus variegatus*.

Em março de 2007, foram realizadas as amostragens referentes ao Estudo de Impacto Ambiental (EIA) para a realização da Dragagem de Aprofundamento do Porto de Santos, publicado por FRF (2008). O estudo incluiu a caracterização da qualidade das águas em 16 pontos, com o objetivo de avaliar a distribuição de contaminantes físicos e químicos no Sistema Estuarino de Santos – Canal de Acesso ao Porto de Santos, São Vicente (Mar Pequeno e Pompeba) e nos braços (bacia drenante) por meio da quantificação de parâmetros químicos indicadores de poluição provenientes de lançamentos industriais e domésticos.

Em dezembro de 2007, foram realizadas as amostragens referentes ao Estudo de Impacto Ambiental (EIA) para a implantação do empreendimento Brasil Terminal Portuário (BTP), publicado por MKR; BTP (2008). O estudo contemplou a coleta de amostras de água em 10 pontos, sendo 02 no rio Saboó e 08 nas imediações de sua desembocadura no canal do Porto de Santos. Nas amostras, foram analisados metais totais, pesticidas organoclorados e compostos voláteis e semivoláteis.

Em 2008 e 2009, foram realizadas as amostragens referentes ao Estudo de Impacto Ambiental (EIA) para a implantação do empreendimento Terminal Marítimo da Alemoa, publicado por CPEA; ITSEMAP (2009). As amostras de água foram coletadas em maio de 2008 em 04 pontos localizados no rio Casqueiro, próximo à ilha Duas Barras. Em cada ponto, foram coletadas amostras apenas na camada superficial, nas quais foram analisados parâmetros químicos (metais e semimetais, nutrientes e compostos voláteis e semivoláteis) e microbiológicos (coliformes termotolerantes). Adicionalmente, em janeiro de 2009, foram coletadas amostras em 10 pontos (superfície, meio de coluna e fundo), durante a maré de quadratura, para análise de parâmetros físico-químicos e de sólidos totais em suspensão (STS).

Em março de 2009, foram realizadas as amostragens referentes ao Estudo de Impacto Ambiental (EIA) para a implantação do empreendimento Brasil Intermodal Terminal Santos – Brites, publicado por CPEA; TPI (2009). As amostras de água foram coletadas nos períodos de maré de quadratura e sizígia, em 16 pontos distribuídos no largo de Santa Rita, entre o largo do Caneu e ilha dos Bagres, rios Jurubatuba, Sandi, canais de Piaçagüera e de Bertioga e canal do Porto de Santos. Em cada ponto, foram coletadas amostras em três profundidades (superfície, meio de coluna e fundo), nas quais foram analisados parâmetros físico-químicos, químicos (metais e semimetais, nutrientes, HPA, POC e PCB) e microbiológicos (coliformes termotolerantes).

Em fevereiro e agosto de 2010, foram realizadas as amostragens referentes ao Estudo de Impacto Ambiental (EIA) para a implantação do empreendimento “Centro Portuário Industrial Naval *Offshore* de Santos – Complexo Bagres, publicado por MKR; SPE (2011). As amostras de água foram coletadas em dois períodos do ano (verão e inverno), em 11 pontos distribuídos no largo de Santa Rita, canal de Piaçagüera e na região dos rios Jurubatuba, Sandi e Casqueiro. Em cada ponto, foram coletadas amostras de água na camada superficial, nas quais foram analisados parâmetros físico-químicos, químicos (metais e semimetais, nutrientes, inorgânicos não metálicos, compostos voláteis e semivoláteis, turbidez, PCB, óleos e graxas) e microbiológicos (coliformes termotolerantes).

Em 2017, a CETESB publicou o Relatório da Qualidade das Águas Superficiais do Estado de São Paulo, apresentando os dados referentes ao monitoramento da qualidade da água da costa paulista, a partir de análises das matrizes água e sedimento ao longo de 2016 (incluindo a comparação com o período entre 2011 e 2015), em pontos de monitoramento e frequência preestabelecidos e em concordância com as atividades econômicas desenvolvidas (CETESB, 2017). O estudo contemplou a coleta de amostras de água em três profundidades (superfície, meio e fundo), para a realização de análises microbiológicas, físico-químicas e químicas (nutrientes, metais, compostos orgânicos, sulfeto, óleos e graxas).

Cabe ressaltar que os resultados obtidos nos trabalhos acima citados foram comparados com critérios existentes até a formulação dos respectivos estudos. Atualmente, para todos os trabalhos

desenvolvidos nos quais há a necessidade de caracterização da qualidade da água superficial, os resultados obtidos são comparados com os critérios ambientais estabelecidos pela Resolução CONAMA nº 357/05, a qual dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento.

B. Resultados obtidos nos trabalhos consultados

A seguir, são apresentados os resultados obtidos pelos trabalhos desenvolvidos na região onde se pretende implantar o empreendimento, em comparação aos valores de condição e padrão de qualidade estabelecidos pela Resolução CONAMA nº 357/05.

Para uma melhor avaliação da qualidade das águas superficiais, com base em todo o conjunto de amostras levantado, os resultados obtidos foram comparados com as condições e padrões de qualidade estabelecidos pelo Artigo 21 da Resolução CONAMA nº 357/05 (águas salobras – Classe 1), independentemente dos valores de salinidade registrados nas amostras.

Resultados das medições físico-químicas *in situ*

Os estudos consultados evidenciaram baixas concentrações de oxigênio dissolvido nas águas superficiais ao longo de toda a área de estudo, com diversas ocorrências em desacordo com o valor mínimo estabelecido como condição de qualidade pela Resolução CONAMA 357/05 (CPEA; TPI, 2009; CPEA; ITSEMAP, 2009; CETESB, 2017), considerando um vasto conjunto de amostras coletadas em diferentes períodos do ano e fases de maré. A exceção se deu para o estudo realizado por MKR; SPE (2011), que registrou valores sempre superiores a 5,0 mg/L, ou seja, em acordo com a referida legislação; no entanto, as amostras de água foram coletadas apenas na camada superficial. De maneira geral, os menores valores de OD foram registrados em amostras coletadas em profundidade na coluna d'água e na região do canal de Piaçagüera, enquanto que as maiores foram observadas na camada superficial na região do canal de Santos.

Quanto ao pH, os valores registrados pelos trabalhos realizados na região foram coerentes com o esperado para ambientes estuarinos com grande influência de aporte continental, como é o caso da região em estudo, com valores variando em torno de 6,20 e 8,70 (CPEA; TPI, 2009; CPEA; ITSEMAP, 2009; CETESB, 2017). Dentre eles, a maioria dos resultados permaneceu dentro do intervalo estabelecido como condição de qualidade pelo Artigo 21 da Resolução CONAMA nº 357/05 (6,5 a 8,5), com ocorrências pontuais em desacordo com a referida legislação (CPEA; TPI, 2009; MKR; SPE, 2011).

Segundo Rossi; Mattos (2002), águas superficiais marinhas apresentam pH em torno de 8,1 e 8,3 pois têm como característica um sistema tamponado bastante estável. Com a influência da água dos rios, o estuário passa a apresentar concentrações maiores de CO₂ livre, que resulta na

diminuição do pH. Além disso, a acumulação de compostos de enxofre ocorre em deltas de rios e sob florestas de mangue, principalmente devido à degradação de matéria orgânica realizada por bactérias anaeróbias do sedimento. Os rios contribuem com os óxidos ou hidróxidos de ferro; o mar, com os sulfatos, e a vegetação de mangue, com a produção de matéria orgânica, que reduz os sulfatos e o ferro. Quando os solos que contêm esses elementos são expostos ao ar, são formados, por oxidação, ácidos de enxofre que tornam o solo extremamente ácido (ROSSI; MATTOS, 2002).

Os demais parâmetros físico-químicos (condutividade, salinidade, potencial de oxirredução e temperatura) apresentaram valores sempre coerentes com o esperado para ambientes estuarinos. Em geral, foram registrados valores de potencial de oxirredução positivos, indicando uma tendência de predomínio de espécies oxidantes, e ainda, um gradiente vertical de salinidade (valores entre 6,0 a 32,0), com maiores valores próximos ao fundo, resultado da penetração da água marinha (mais densa) na camada de fundo, durante a maré enchente, e a influência do aporte de água doce de rios na camada superficial (CPEA; ITSEMAP, 2009; CPEA; TPI, 2009).

Resultados das análises laboratoriais

Turbidez e sólidos totais em suspensão

Dentre os estudos consultados, FRF (2008) e CPEA; ITSEMAP (2009) realizaram análises de sólidos totais em suspensão (STS), enquanto que FRF (2008), MKR; SPE (2011) e CETESB (2017) reportaram resultados de turbidez.

Quanto ao STS, as maiores concentrações foram registradas nas amostras coletadas próximo ao fundo, com valores máximos de 158 mg/L no canal de Santos (FRF, 2008) e de 567 mg/L no rio Casqueiro (CPEA; ITSEMAP, 2009).

Com relação à turbidez, MKR; SPE (2011) registrou a ocorrência de turbidez em todas as amostras de água analisadas, com valor máximo de 63 NTU na campanha de verão e de 3,8 NTU no inverno, sendo que os valores mais críticos foram registrados durante o verão. FRF (2008) e CETESB (2017), por outro lado, reportaram valores de turbidez sempre inferiores a 18 NTU nas amostras de água coletadas nos canais de Santos, de São Vicente e de Piaçagüera.

A turbidez é uma medida do grau de atenuação da intensidade que um feixe de luz sofre ao atravessar uma amostra de água. Segundo Branco (1991), as alterações na turbidez da água são resultados de processos de decomposição que ocorrem no ambiente, sendo as águas superficiais mais sujeitas à turbidez elevada, comparando-se com as águas subterrâneas. A presença de sólidos, sais formados por óxidos ou hidróxidos metálicos, tais como aqueles de ferro e manganês, além de plânctons e despejos industriais são os principais responsáveis por conferir turbidez às amostras de água. A Portaria nº 2914 de 2011 do Ministério da Saúde, recomenda como valor

máximo permitido como critério de potabilidade, valores entre 0,5 a 5,0 NTU, dependendo do tipo de tratamento de água (BRASIL, 2011) e que, em condições normais a olho nu, são imperceptíveis valores de turbidez abaixo de 5,0 NTU.

Metais e semimetais

A maioria dos estudos consultados relataram a ocorrência de baixas concentrações dos metais e semimetais totais e dissolvidos nas águas superficiais coletadas na área de estudo. No entanto, alguns estudos reportaram ocorrências pontuais de alguns parâmetros em concentrações ligeiramente superiores aos valores máximos estabelecidos como padrão de qualidade pela Resolução CONAMA nº 357/05 (Artigo 21).

Dentre eles, destacam-se ocorrências de boro acima do valor máximo de padrão de qualidade na maioria das amostras analisadas (MKR; BTP, 2008; CPEA; ITSEMAP, 2009; MKR; SPE, 2011; CETESB, 2017), e arsênio total (MKR; EMBRAPORT, 2003; CPEA; TPI, 2009; CPEA; ITSEMAP, 2009), alumínio dissolvido (MKR; SPE, 2011), cromo total (MKR; EMBRAPORT, 2003), cobre dissolvido (MKR; BTP, 2008; CPEA; ITSEMAP, 2009), chumbo total (CPEA; TPI, 2009; MKR; SPE, 2011), manganês total (MKR; BTP, 2008; CPEA; ITSEMAP, 2009; MKR; SPE, 2011), mercúrio total (MKR; BTP, 2008; CPEA; TPI, 2009), níquel total (CETESB, 2001; MKR; EMBRAPORT, 2003) e zinco total (CPEA; TPI, 2009) pontualmente em algumas amostras.

No que se refere ao boro total, os resultados refletem a interferência da intrusão da cunha salina ao longo do estuário em função das oscilações de maré, uma vez que em águas salinas são comuns concentrações de boro de até 4,5 mg/L (RILEY; CHESTER, 1971). Por conta desse processo natural, a própria Resolução CONAMA nº 357/05 estabelece, em seu Artigo 18 (águas salinas), um valor máximo de padrão de qualidade de até 5,0 mg/L, o qual é dez vezes superior ao valor máximo estabelecido para águas salobras (0,5 mg/L).

Adicionalmente, com relação aos resultados obtidos por CETESB (2001), o autor relatou a ocorrência natural de alguns metais em teores naturalmente elevados no estuário de Santos, uma vez que estão presentes em rochas formadoras da Serra do Mar.

Para os demais trabalhos, quando analisados, todos os parâmetros apresentaram concentrações inferiores ao limite de quantificação ou ao padrão de qualidade apresentado pela Resolução CONAMA nº 357/05 (Artigo 21).

Hidrocarbonetos policíclicos aromáticos - HPA

Quanto aos HPA, apenas o estudo realizado por FRF (2008) reportou a ocorrência desses parâmetros nas amostras de água superficial, em especial os de natureza petrogênica. Dentre os HPA analisados, foram registradas ocorrências pontuais de benzo(a)antraceno e benzo(a)pireno no

canal do Porto de Santos, benzo(a)antraceno e criseno no canal de São Vicente e de benzo(a)pireno no canal de Piaçagüera. Ressalta-se que as concentrações desses parâmetros foram superiores ao valor máximo de padrão de qualidade estabelecido pela Resolução CONAMA nº 357/05 (Artigo 21) para regiões onde haja pesca ou cultivo de organismos para fins de consumo intensivo (0,018 µg/L).

Para os demais trabalhos em que esses parâmetros foram analisados, todas as concentrações obtidas foram inferiores ao limite de quantificação do método analítico (LQ) (MKR; EMBRAPORT, 2003; MKR; BTP, 2008; CPEA; TPI, 2009; CPEA; ITSEMAP, 2009; MKR; SPE, 2011). Estes resultados podem ter sido decorrentes da baixa solubilidade desses compostos, tendo em vista que os mesmos tendem a ocorrer em baixas concentrações na água, sendo frequentemente encontrados no material particulado suspenso e no sedimento (CETESB, 2001).

Pesticidas organoclorados – POC

Todos os trabalhos em que esses parâmetros foram analisados reportaram concentrações inferiores ao limite de quantificação do método analítico (LQ) para todos os pesticidas organoclorados analisados (CETESB, 2001; FRF, 2008; MKR; BTP, 2008; CPEA; TPI, 2009; CPEA; ITSEMAP, 2009; MKR; SPE, 2011).

Bifenilas policloradas - PCB

Todos os trabalhos em que esses parâmetros foram analisados reportaram concentrações inferiores ao limite de quantificação do método analítico (LQ) para todas as bifenilas policloradas analisadas e, conseqüentemente, um valor de PCB total abaixo do valor máximo de padrão de qualidade estabelecido pelo Artigo 21 da Resolução CONAMA nº 357/05 (CETESB, 2001; MKR; EMBRAPORT, 2003; FRF, 2008; CPEA; TPI, 2009; CPEA; ITSEMAP, 2009; MKR; SPE, 2011).

Compostos fenólicos e fenóis totais

Dentre os estudos os consultados, apenas CETESB (2001) e FRF (2008) reportaram a ocorrência de compostos fenólicos nas águas superficiais na área de estudo.

CETESB (2001) observou a ocorrência pontual de 2,4-dimetilfenol em 02 amostras coletadas no canal de São Vicente, e ainda de fenóis totais em 01 amostra coleta no Canal de Santos, porém em concentração inferior ao valor máximo de padrão de qualidade estabelecido pela Resolução CONAMA nº 357/05 (Artigo 21).

Já o estudo realizado por FRF (2008) observou concentrações de fenóis totais superiores ao valor máximo de padrão de qualidade estabelecido pela referida legislação na maioria das amostras coletadas no canal de Santos e canal de São Vicente, com teores atingindo 10 vezes o valor máximo de padrão de qualidade (0,003 mg/L).

Para os demais trabalhos em que esses parâmetros foram analisados, incluindo os estudos mais recentes, todas as concentrações obtidas foram inferiores ao limite de quantificação do método analítico (LQ) (MKR; EMBRAPORT, 2003; MKR; BTP, 2008; CPEA; ITSEMAP, 2009; MKR; SPE, 2011; CETESB, 2017).

Demais parâmetros orgânicos

Quanto aos demais parâmetros orgânicos, os trabalhos desenvolvidos por CETESB (2001) e MKR; BTP (2008) realizaram, adicionalmente, análises para os grupos de solventes aromáticos, solventes halogenados, hidrocarbonetos aromáticos clorados, pesticidas organoclorados aromáticos, organofosforados, herbicidas e outros poluentes.

Dentre os solventes aromáticos (benzeno, tolueno, xileno e etil-benzeno), CETESB (2001) observou concentração de benzeno acima do valor máximo de padrão de qualidade da referida legislação pontualmente em 01 amostra. Em MKR; BTP (2008), todas as concentrações foram inferiores ao limite de quantificação do método analítico.

Dentre os solventes halogenados (clorofórmio, tricloroetileno, 1,2-dicloroetano, hexacloroetano e tetracloroetileno), CETESB (2001) reportou concentrações sempre inferiores ao valor máximo de padrão de qualidade da referida legislação, enquanto que MKR; BTP (2008) reportou

concentrações inferiores ao limite de quantificação do método analítico em todas as amostras de água analisadas.

Os demais parâmetros ocorreram em concentrações inferiores ao limite de quantificação do método analítico em todas as amostras analisadas por CETESB (2001) e MKR; BTP (2008). Nos demais trabalhos consultados, esses parâmetros não foram analisados.

Carbono orgânico total e nutrientes

Os estudos consultados realizaram, ainda, análises de carbono orgânico total e de nutrientes, dentre eles fósforo total, polifosfato e série nitrogenada (nitrato, nitrito, nitrogênio amoniacal e nitrogênio Kjeldahl total).

Quanto ao carbono orgânico total (COT), foram registradas concentrações superiores ao valor máximo estabelecido como condição de qualidade pela Resolução CONAMA nº 357/05 (Artigo 21) em algumas amostras coletadas no Canal de Santos (FRF, 2008), e nas regiões do Largo de Santa Rita (CPEA; TPI, 2009) e da Ilha dos Bagres (MKR; SPE, 2011), sendo que as maiores concentrações foram registradas no Canal de Santos, na camada de fundo, com máximo de 19,5 mg/L.

Os teores de fósforo total registrados na maioria das amostras coletadas na área de estudo foram superiores ao valor máximo estabelecido como padrão de qualidade pela referida legislação, com valores máximos de 0,78 mg/L no Canal de Santos, de 0,46 mg/L no Canal de São Vicente e de 1,37 mg/L no Canal de Piaçagüera (FRF, 2008; MKR; BTP, 2008; CPEA; TPI, 2009; MKR; SPE, 2011; CETESB, 2017). Adicionalmente, CPEA; TPI (2009) e MKR; SPE (2011) também reportaram concentrações de polifosfato em desacordo com a referida legislação, em amostras coletadas nas imediações do Largo de Santa Rita e da Ilha dos Bagres, respectivamente.

No que se refere à série nitrogenada, foram registradas concentrações de nitrato, nitrito e nitrogênio amoniacal em desacordo com a referida legislação na região do empreendimento (FRF, 2008; CPEA; ITSEMAP, 2009; MKR; SPE, 2011; CETESB, 2017).

Com relação ao nitrogênio amoniacal, as maiores concentrações foram registradas por FRF (2008) no Canal de São Vicente (20,17 mg/L), por CETESB (2017) no Canal de Piaçagüera (1,42 mg/L) e por MKR; SPE (2011) na região da ilha dos Bagres (0,511 mg/L). Adicionalmente, CETESB (2017) observou a ocorrência de concentrações em desacordo com a referida legislação em 61% das amostras coletadas no canal de São Vicente e em 39% das amostras no canal de Piaçagüera.

Quanto ao nitrato, alguns estudos reportaram concentrações superiores ao respectivo valor máximo de padrão de qualidade em algumas amostras (FRF, 2008; CPEA; ITSEMAP, 2009; CETESB, 2017). FRF (2008) observou as maiores concentrações na camada de fundo no Canal de Santos, com máximo de 3,59 mg/L. CETESB (2017) registrou concentrações superiores a 1,0 mg/L, com máximas registradas no Canal de Piaçagüera.

Ademais, FRF (2008) e MKR; SPE (2011) registraram, em algumas amostras, concentrações de nitrito ligeiramente superiores ao valor máximo estabelecido pela referida legislação (máximos de 0,076 mg/L e 0,075 mg/L, respectivamente).

Pigmentos fotossintéticos

Dentre os trabalhos consultados, os pigmentos fotossintéticos clorofila *a* e feofitina foram analisados apenas por CETESB (2017), em amostras coletadas no Canal de Santos, Canal de São Vicente e no Canal de Piaçagüera.

Quanto aos resultados de clorofila *a*, foram registradas concentrações superiores ao valor máximo de padrão de qualidade estabelecido pelo Artigo 21 da Resolução CONAMA nº 357/05 (10 µg/L) na maioria das amostras coletadas no canal de São Vicente (75%, com máximo de 19,6 µg/L), e em algumas amostras coletadas no Canal de Santos (33%, com máximo de 27,73 µg/L) e no Canal de Piaçagüera (17%, com máximo de 12,22 µg/L).

As concentrações de feofitina variaram entre 0,56 µg/L e 6,82 µg/L no Canal de São Vicente, entre <0,48 µg/L e 4,78 µg/L no Canal de Santos e entre 0,56 µg/L e 2,18 µg/L no Canal de Piaçagüera. (17%, com máximo de 12,22 µg/L). Ressalta-se que a referida legislação não estabelece valor máximo de padrão de qualidade para esse parâmetro.

Análises microbiológicas

Quanto às análises microbiológicas, alguns estudos realizaram determinações das concentrações de coliformes termotolerantes e de Enterococos. Vale destacar que os estudos realizados por CPEA; TPI (2009) e MKR; SPE (2011) reportaram os resultados de coliformes termotolerantes em NMP/100mL (número mais provável por 100mL), enquanto que CETESB (2017) apresentou os resultados de coliformes termotolerantes e Enterococos em UFC/100mL (unidades formadoras de colônia por 100mL).

Dentre os resultados obtidos por CPEA; TPI (2009) e MKR; SPE (2011), a maioria das amostras coletadas apresentou concentrações de coliformes termotolerantes superiores a 1.000 NMP/100mL, com máximos de 9.200 NMP/100mL e 130.000 NMP/100mL, respectivamente.

Já o estudo realizado por CETESB (2017) reportou concentrações de coliformes termotolerantes variando entre 53 UFC/100mL e 45.000 UFC/100mL no Canal de Santos, entre 150 UFC/100mL e 58.000 UFC/100mL no Canal de São Vicente e entre 9 UFC/100mL e 1.300 UFC/100mL no Canal de Piaçagüera. De acordo com o referido estudo, foram registradas ocorrências em desacordo com as condições de qualidade estabelecidas pela Resolução CONAMA nº 357/05 (Artigo 21) em 22% das amostras coletadas no Canal de Santos, 28% no Canal de São Vicente e 11% no Canal de Piaçagüera. Além disso, foram obtidas concentrações de Enterococos variando entre 9 UFC/100mL

e 3.300 UFC/100mL no Canal de Santos, entre 17 UFC/100mL e 2.500 UFC/100mL no Canal de São Vicente e entre 9 UFC/100mL e 180 UFC/100mL no Canal de Piaçagüera, sendo que 61%, 28% e 11% das amostras apresentaram concentrações em desacordo com a referida legislação, respectivamente.

Cabe destacar que o estudo realizado por CPEA; ITSEMAP (2009) realizou a análise qualitativa de coliformes termotolerantes, sendo que todas as amostras coletadas obtiveram o resultado “presentes”.

Adicionalmente, CETESB (2017) calculou o Índice de Qualidade de Águas Costeiras – IQAC para os principais corpos d’água da região, que contempla “três fatores que se referem às desconformidades em relação a um padrão legal ou valor de referência: o número de parâmetros desconformes, a frequência das ocorrências dessa desconformidade e sua amplitude em relação ao critério” (CETESB, 2017). Os resultados indicaram uma classificação média como “Ruim” (<65 e >=45) para o Canal de Santos (IQAC=59), Canal de São Vicente (IQAC=54) e Canal de Piaçagüera (IQAC=58).

Ensaio ecotoxicológicos

No trabalho de Giancesella et al. (2008), as amostras de água coletadas em superfície foram utilizadas para a realização de testes de toxicidade crônica com *Lytechinus variegatus*. Os resultados obtidos indicaram níveis tóxicos para este organismo apenas durante o verão, com taxas de desenvolvimento larval médio de 60-70%.

Já em MKR; SPE (2011), apenas 01 das 22 amostras de água superficial, coletada durante o inverno no canal de Piaçagüera, apresentou toxicidade para *L. variegatus*, com efeito de 53%.

Nos demais trabalhos consultados, não foram realizados ensaios ecotoxicológicos nas amostras de água.

9.1.10.2. Dados primários - campanha de dezembro/2017

A equipe técnica da Consultoria, Planejamento e Estudos Ambientais (CPEA), a qual é acreditada na norma NBR ISO/IEC 17.025:2005 para tal atividade, foi responsável pela campanha de amostragem de água superficial, realizada em 11 de dezembro de 2017.

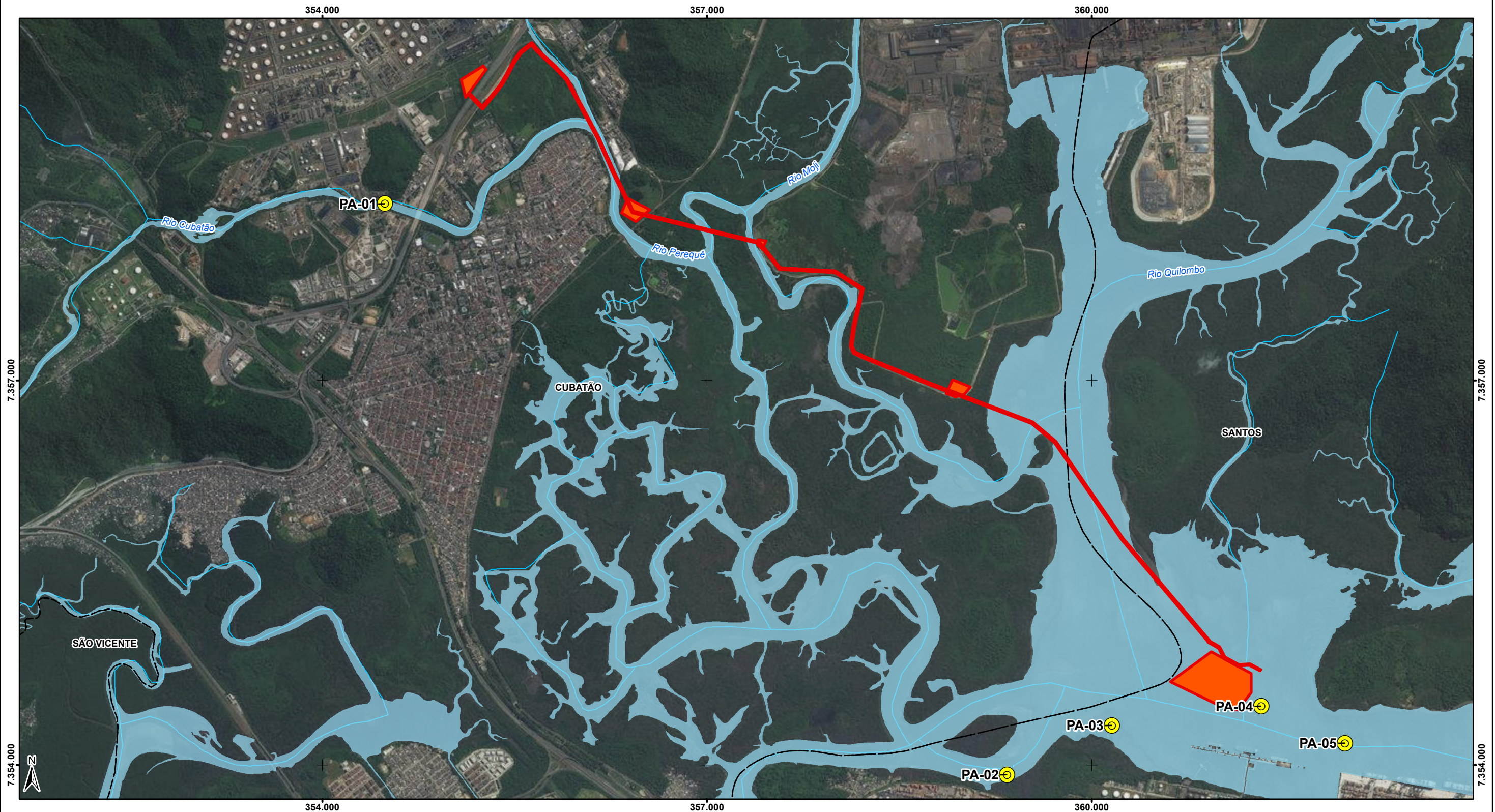
Os pontos de coleta de água superficial foram definidos para abranger a área de influência do empreendimento, sendo alocados na região do canal de navegação do Porto de Santos (03 pontos), no rio Casqueiro (01 ponto) e no rio Cubatão (01 ponto), em um total de 05 pontos.

A Tabela 9.1.10.2-1 apresenta a nomenclatura e as coordenadas georreferenciadas dos pontos de amostragem de água superficial, registradas com um receptor GPS modelo *Garmin 62s*. A localização geográfica dos pontos é apresentada na Figura 9.1.10.2-1

Tabela 9.1.10.2-1: Pontos amostrados e suas respectivas nomenclaturas e coordenadas de localização geográfica.

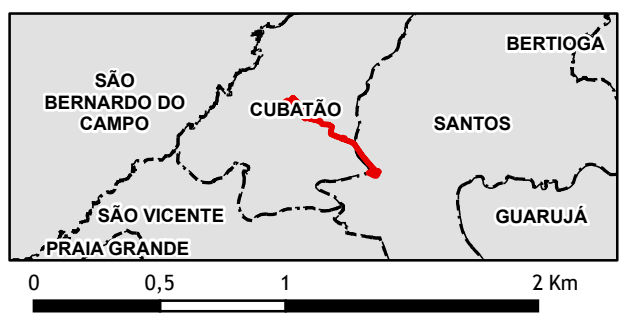
Nome do Ponto	Coordenadas UTM*			Profundidade da coluna d'água (m.)	Nomenclatura das amostras	Descrição
	Zona	Eastings (mE)	Northings (mN)			
PA-01	23K	354.487	7.358.378	3,0	PA-01-S	Rio Cubatão
					PA-01-F	
PA-02	23K	359.340	7.353.925	8,0	PA-02-S	Rio Casqueiro
					PA-02-M	
					PA-02-F	
PA-03	23K	360.158	7.354.311	0,9	PA-03-S	Canal do Porto de Santos
PA-04	23K	361.322	7.354.460	4,0	PA-04-S	Canal do Porto de Santos
					PA-04-F	
PA-05	23K	361.976	7.354.171	9,0	PA-05-S	Canal do Porto de Santos
					PA-05-M	
					PA-05-F	

* Coordenadas referenciadas ao datum horizontal SIRGAS 2000.



- Legenda**
- Curso d'água
 - Corpo d'água
 - Limite Municipal
 - ADA - Área Diretamente Afetada
 - Pontos de amostragem de água superficial - campanha de dezembro/2017

Ponto	Zona	X	Y
PA-01	23K	354.487,261	7.358.378,263
PA-02	23K	359.340,099	7.353.925,347
PA-03	23K	360.157,701	7.354.310,628
PA-04	23K	361.321,983	7.354.459,992
PA-05	23K	361.975,652	7.354.171,487



Escala gráfica
Escala numérica 1:30.000
Projeção Universal Transversa de Mercator - UTM
Datum Horizontal: Sistema de Referência Geocêntrico para as Américas - SIRGAS 2000, fuso 23K
Sistema Orbital SPOT, cores naturais, 2007/2008
*Fontes:
1 - Pontos de amostragem de água superficial - campanha de Campo (CPEA), dezembro/2017.

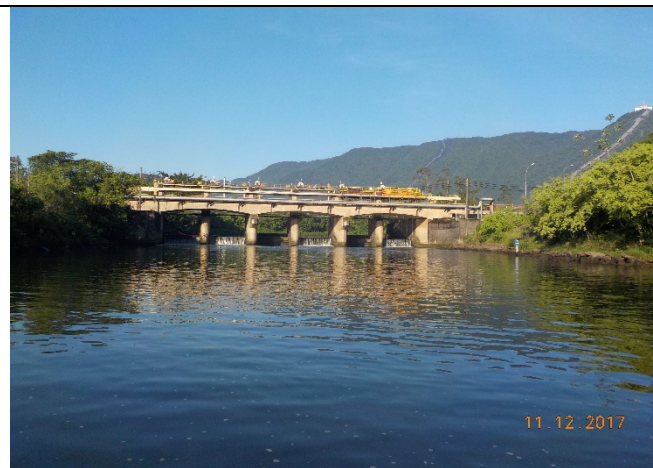
EIA - ESTUDO DE IMPACTO AMBIENTAL					
Projeto		Reforço Estrutural de Suprimento de Gás da Baixada Santista, de responsabilidade da COMGAS/Distribuidora de Gás Participações S.A			
Mapa		DADOS PRIMÁRIOS DE QUALIDADE DAS ÁGUAS SUPERFICIAIS - LOCALIZAÇÃO DOS PONTOS DE AMOSTRAGEM			
Município (s)		Santos, SP		UGRHI	07 - Baixada Santista
				Tipo	Licença Prévia
Desenho	Escala	Tamanho	Versão	Responsável Técnico pela Cartografia	
A3_3294_9.1.10.2.2 Água_02	1:30.000	A3	R2 06/abr/2018	Joseane Urgnani joseane.urnani@tetrattech.com	

Para a determinação das profundidades de coleta das amostras em cada ponto, foi adotado o seguinte critério: (i) as amostras de água em superfície (até 0,30 m) foram obtidas em todos os pontos; (ii) as amostras de água de fundo foram coletadas nos pontos que apresentaram profundidade igual ou superior a dois (2,0) metros; (iii) as amostras de água de meio da coluna d'água foram coletadas nos pontos cuja profundidade da coluna d'água foi igual ou superior a cinco (5,0) metros. As amostras receberam a nomenclatura "PA" (ponto de amostragem de água), seguido pelo número de identificação do ponto (01 a 05) e a indicação da profundidade de coleta (S – superfície; M – meio de coluna; e F – fundo).

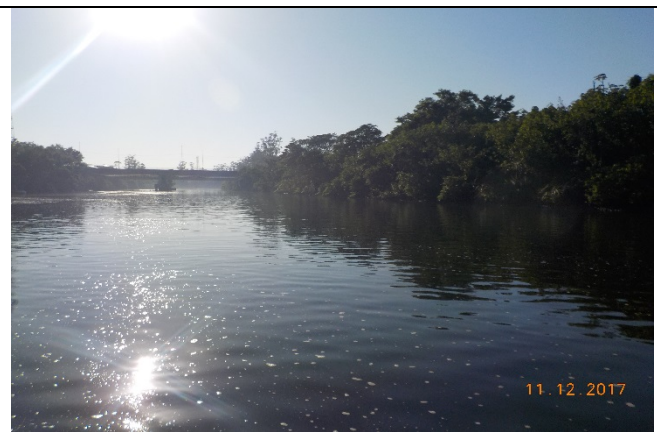
As coletas de água na superfície da coluna d'água foram realizadas através da imersão direta dos frascos (sem preservantes) fornecidos pelo laboratório, na profundidade de até 0,30 metros, e posterior transferência para os frascos com preservantes. Para as coletas das amostras de água nas profundidades meio e fundo da coluna d'água, foram utilizadas garrafas do tipo *Van Dorn*, cujo funcionamento consiste na abertura da garrafa na superfície dentro da embarcação, sendo que na profundidade desejada, a mesma é desarmada por meio de um peso de metal (mensageiro), coletando a amostra correspondente à região pretendida. A profundidade para a amostragem de água de fundo é calculada a partir da medição da profundidade do local, descontando-se um (1,0) metro da profundidade total, enquanto que a profundidade do meio corresponde à metade desse valor. O dossiê fotográfico da amostragem encontra-se na Figura 9.1.10.2-2.



Georreferenciamento através de um receptor GPS GARMIM 60 CSX.



Barragem nas proximidades do ponto PA-01 de água superficial.



Proximidades do ponto PA-01 de água superficial.



Medição da coluna d'água com uso do profundímetro.



Medição da coluna d'água com uso do profundímetro.



Imersão direta dos frascos sem preservantes.

Figura 9.1.10.2-2: Dossiê fotográfico da amostragem de água.

<p>Garrafa Van Dorn utilizada na amostragem de água superficial.</p>	<p>Transferência da água superficial da garrafa Van Dorn para os frascos fornecidos pelo laboratório.</p>
<p>Sonda multiparamétrica da marca Hanna modelo HI98154 para medição in situ dos parâmetros físico-químico.</p>	<p>Medição do oxigênio dissolvido pelo método do Winkler.</p>

Figura 9.1.10.2.2-2 (continuação): Dossiê fotográfico da amostragem de água.

As amostras foram acondicionadas em frascaria apropriada (previamente limpa), conforme o parâmetro a ser analisado. Os frascos com as amostras foram armazenados em caixas térmicas com gelo e mantidos sob refrigeração (temperatura $\leq 6^{\circ}\text{C}$, sem congelar) desde o momento da coleta até o seu processamento em laboratório. O laboratório *Eurofins Anatech* foi o responsável pelas análises químicas. As amostras foram encaminhadas dentro do tempo de preservação (*holding time*) de cada análise, juntamente com as respectivas cadeias de custódias preenchidas. As cadeias de custódia e confirmação de recebimento das amostras são apresentadas no Anexo 9.1.10.2-1, juntamente com os relatórios de ensaio. Os procedimentos de amostragem seguiram os métodos descritos por:

- ISO 5667-6 (2014). *Water quality – Sampling – Part 6: Guidance on sampling of rivers and streams*.

- ANA; CETESB (2011) – Guia Nacional de Coleta e Preservação de Amostras.

Os parâmetros analisados em laboratório nas amostras de água, juntamente com os protocolos para armazenamento, preservação, quantidade e prazos para análises, são listados na Tabela 9.1.10.2-2.

Tabela 9.1.10.2-2: Protocolos para armazenamento, preservação, quantidade e prazos para análises dos parâmetros analisados nas amostras de água superficial.

Parâmetros	Método de análise	Prazo para análise	Recipiente de armazenamento	Preservação	Quantidade de amostra
Compostos Orgânicos					
HPA	USEPA ou SM (preparação e análise)	7 dias (extração); 40 dias (análise)	vidro âmbar e tampa com revestimento interno de teflon	Refrigeração $\leq 6^{\circ}\text{C}$	1000 mL por parâmetro
Constituintes Orgânicos					
Carbono orgânico total	USEPA ou SM	28 dias; filtração em campo para fração dissolvida	vidro âmbar tampa com revestimento interno de teflon	Refrigeração $\leq 6^{\circ}\text{C}$, $\text{pH} < 2$ com H_2SO_4 ou H_3PO_4	100 mL
Metais, semimetais, fósforo, enxofre e dureza					
Fósforo, diversas formas (por método colorimétrico ou cromatografia de íons)	USEPA ou SM	48 h (para ortofosfato ou fosfato solúvel); 28 dias (demais formas)	plástico ou vidro	Vide observação	100 mL
Metais e semimetais (totais e dissolvidos)	USEPA ou SM (preparação) USEPA ou SM (análise)	28 dias (para concentrações em ppb; para Hg, P e S) 6 meses (concentrações em ppm, não se aplica a Hg, P e S)	plástico de polietileno linear ou propileno ou vidro de borossilicato	Refrigeração $\leq 6^{\circ}\text{C}$, $\text{pH} < 2$ com HNO_3 , filtrar amostra em campo para fração dissolvida	250 mL
Constituintes Inorgânicos não-metálicos					
Nitrato	USEPA ou SM	48 horas	plástico ou vidro	Refrigeração $\leq 6^{\circ}\text{C}$	30 mL
Nítrito	USEPA ou SM	48 horas	plástico ou vidro	Refrigeração $\leq 6^{\circ}\text{C}$	30 mL
Nitrogênio amoniacal total	USEPA ou SM	28 dias	plástico ou vidro	Refrigeração $\leq 6^{\circ}\text{C}$, $\text{pH} < 2$ com H_2SO_4	100 mL
Propriedades Físicas					
Sólidos suspensos totais	USEPA ou SM	7 dias	plástico ou vidro	Refrigeração $\leq 6^{\circ}\text{C}$	200 mL
Turbidez	USEPA ou SM	24 horas	plástico ou vidro	Refrigeração $\leq 6^{\circ}\text{C}$	100 mL
Outros					
Clorofila a	SM 10.200H	24 horas para filtrar em laboratório; 28 dias (para análise)	Vidro âmbar	Amostra não filtrada: Refrigerar a $\leq 6^{\circ}\text{C}$	1 L

Os métodos do Standard Methods (SM), US EPA e ABNT utilizados pelos laboratórios correspondentes à última versão.

As análises foram submetidas, pelo laboratório contratado, ao Programa de Qualidade Assegurada/Controle de Qualidade, por meio de atividades que demonstram exatidão (proximidade do valor verdadeiro) e precisão (reprodutibilidade dos resultados), com o intuito de obter resultados fidedignos para as matrizes consideradas. Este programa é apresentado no Anexo 9.1.10.2-2.

Durante a amostragem, foi realizada *in situ* a medição em triplicata dos parâmetros físico-químicos (pH, E_H, condutividade, temperatura, oxigênio dissolvido e salinidade) das amostras de água superficial com uma sonda multiparamétrica da marca Hanna, modelo HI9828. O equipamento foi devidamente calibrado em laboratório da Rede Brasileira de Calibração (RBC) e verificado com padrões rastreáveis ao Sistema Internacional (SI), de forma a assegurar o estado de calibração dos mesmos e garantir a precisão e exatidão dos resultados de campo. Os procedimentos utilizados para as medições *in situ* são apresentados na Tabela 9.1.10.2-3.

No Anexo 9.1.10.2-3, são apresentados os relatórios de ensaio referentes às análises dos parâmetros físico-químicos quantificados pela CPEA, os quais foram obtidos em conformidade com os critérios de qualidade da norma NBR ISO/IEC 17.025:2005.

Tabela 9.1.10.2-3: Procedimentos utilizados para a realização das medições *in situ* nas amostras de água superficial.

Matriz	Parâmetro	Procedimento
Água superficial	pH	SMEWW 4500-H ⁺ B
	Potencial Redox (E _H)	SMEWW 2580 B
	Oxigênio Dissolvido	SMEWW 4500-O G
	Condutividade	SMEWW 2510 B
	Salinidade	SMEWW 2520
	Temperatura	SMEWW 2550B

A seguir, são apresentados os resultados das medições físico-químicas realizadas *in situ* e das análises químicas em laboratório nas amostras de água, em comparação com as condições e padrões de qualidade estabelecidos pela Resolução CONAMA nº 357/05.

A. Parâmetros físico-químicos

Os valores de salinidade nas amostras de água variaram entre 1,10 (PA-01-S) e 31,05 (PA-05-F). Assim, todas as amostras de água foram classificadas como água salobra (salinidade entre 0,5 e 30), com exceção da amostra PA-05-F (salinidade de 31,05), que seria classificada como água salina de acordo com o Artigo 2º da Resolução CONAMA nº 357/05. No entanto, para uma melhor avaliação da qualidade das águas superficiais com base em todo o conjunto de dados (superfície, meio e fundo), todas as amostras foram consideradas como água salobra.

Com relação ao enquadramento dos corpos d'água amostrados, o trecho final do rio Cubatão, onde foi realizada a amostragem do ponto PA-01, é enquadrado como Classe 3, de acordo com o Decreto Estadual nº10.755/76, conforme transcrito abaixo:

“[...]”

3. Corpos de Água Pertencentes à Classe 3.

[...]

3.2 - Da Bacia da Baixada Santista:

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

Adicionalmente, é importante destacar a ausência de enquadramento do Canal de Piaçagüera, do canal do Porto de Santos e do trecho final do rio Casqueiro, que abrangem os locais de coleta dos pontos PA-02 a PA-05. Nesse sentido, o Artigo 42 da Resolução CONAMA nº 357/05 (BRASIL, 2005) estabelece que, enquanto não aprovados os respectivos enquadramentos, as águas salinas e salobras devem ser consideradas como Classe 1. Assim, devido à ausência de enquadramento legal das suas águas, os corpos d'água nos quais foram realizados os pontos PA-02 a PA-05 foram classificados como Classe 1.

Com isso, os resultados obtidos nas amostras coletadas no ponto PA-01 foram comparados com as condições e padrões de qualidade estabelecidos pelo Artigo 23 da Resolução CONAMA nº 357/05 (águas salobras – Classe 3), enquanto que os resultados obtidos nas amostras dos pontos PA-02 a PA-05 foram comparados com as condições e padrões de qualidade estabelecidos pelo Artigo 21 da mesma Resolução (águas salobras – Classe 1), independentemente dos valores de salinidade registrados nas amostras, visando uma melhor avaliação da qualidade das águas superficiais.

Dentre os parâmetros físico-químicos, o Artigo 23 da referida legislação estabelece valores de condição de qualidade apenas para oxigênio dissolvido (OD), que não deve apresentar concentração inferior a 3 mg/L, e para pH, que pode variar de 5,0 a 9,0; já o Artigo 21 estabelece que o OD não deve apresentar concentração inferior a 5 mg/L e que pH pode variar de 6,5 a 8,5.

A Tabela 9.1.10.2-4 apresenta a média dos resultados dos parâmetros físico-químicos medidos *in situ* em triplicata nas amostras de águas superficiais, incluindo os dados de profundidade total e profundidade de coleta. O relatório de ensaio referente às análises físico-químicas das amostras de água é apresentado no Anexo 9.1.10.2-3.

Tabela 9.1.10.2-4: Resultados das medições físico-químicas in situ nas amostras de água coletadas nas imediações do empreendimento em dezembro/2017.

Parâmetro	Unid	Resolução CONAMA 357/05 Art 23	PA-01-S	PA-01-F	Resolução CONAMA 357/05 Art 21	PA-02-S	PA-02-M	PA-02-F		
Data Coleta			11/12/17	11/12/17		11/12/17	11/12/17	11/12/17	11/12/17	11/12/17
Hora Coleta			8:02	8:17		10:21	10:28	10:36		
Profundidade local (m.)			3,0			8,0				
Profundidade de coleta (m.)			0,3	2,0		0,3	3,5	7,0		
Condições ambientais (últimas 24hs)			Sem chuva	Sem chuva		Sem chuva	Sem chuva	Sem chuva	Sem chuva	Sem chuva
Medições físico-químicas in situ										
Oxigênio Dissolvido	mg/L	Não inferior a 3	6,63	6,74	Não inferior a 5	12,43	2,92	2,96		
Oxigênio Dissolvido	%	-	81	83	-	166	41	42		
ORP - condições do meio	mV	-	167	164	-	198	229	227		
EH a 25°C	mV	-	366	363	-	397	428	426		
Potencial hidrogeniônico - pH	-	Entre 5,0 e 9,0	6,90	6,99	Entre 6,5 e 8,5	8,85	7,87	7,90		
Condutividade	µS/cm	-	2163	2350	-	18603	44943	45513		
Salinidade	-	-	1,1	1,2	-	11,0	29,1	29,5		
Temperatura	°C	-	24,6	24,6	-	26,7	23,3	23,1		
Parâmetro	Unid	Resolução CONAMA 357/05 Art 21	PA-03-S	PA-04-S	PA-04-F	PA-05-S	PA-05-M	PA-05-F		
Data Coleta			11/12/17	11/12/17	11/12/17	11/12/17	11/12/17	11/12/17	11/12/17	
Hora Coleta			11:20	12:03	12:10	12:59	13:09	13:16		
Profundidade local (m.)			0,9	4,0		9,0				
Profundidade de coleta (m.)			0,3	0,3	3,0	0,2	4,0	8,0		
Condições ambientais (últimas 24hs)			Sem chuva	sem chuva	sem chuva	sem chuva	sem chuva	sem chuva	sem chuva	
Medições físico-químicas in situ										
Oxigênio Dissolvido	mg/L	Não inferior a 5	12,98	15,81	3,20	17,21	3,69	3,23		
Oxigênio Dissolvido	%	-	181	222	45	244	52	46		
ORP - condições do meio	mV	-	188	181	216	183	217	217		
EH a 25°C	mV	-	387	380	415	382	416	416		
Potencial hidrogeniônico - pH	-	Entre 6,5 e 8,5	8,76	9,05	7,93	9,12	7,93	7,94		
Condutividade	µS/cm	-	30947	29020	45600	29310	45500	47617		
Salinidade	-	-	19,2	17,9	29,6	18,0	29,5	31,0		
Temperatura	°C	-	26,5	27,6	23,1	28,1	23,2	22,9		

As concentrações de oxigênio dissolvido variaram entre 2,92 mg/L (PA-02-M) e 17,21 mg/L (PA-05-S), sendo que 5 das 11 amostras (45,5%; PA-02-M, PA-02-F, PA-04-F, PA-05-M e PA-05-F) apresentaram concentrações inferiores ao valor mínimo estabelecido como condição de qualidade Resolução CONAMA nº 357/05, conforme apresentado na Figura 9.1.10.2-3.

Os resultados obtidos na campanha de dezembro/2017 são coerentes com os dados históricos disponíveis para a região, os quais reportaram diversas ocorrências em desacordo com a Resolução CONAMA 357/05 (CPEA; TPI, 2009; CPEA; ITSEMAP, 2009; CETESB, 2017). As elevadas concentrações obtidas nas amostras de superfície dos pontos PA-02 a PA-05 podem ser reflexo do aumento da produção primária na região do estuário.

Os valores de pH variaram entre 6,90 (PA-01-S) e 9,12 (PA-05-S), sendo que 04 das 11 amostras (36,7%; PA-02-S, PA-03-S, PA-04-S e PA-05-S) apresentaram valores em desacordo com o

intervalo de variação estabelecido como condição de qualidade pela Resolução CONAMA nº 357/05, conforme apresentado na Figura 9.1.10.2-4. As amostras que apresentaram elevados valores de pH (em desacordo com a Resolução em questão) foram coletadas na superfície da coluna d'água e correspondem à mesmas amostras que apresentaram elevadas concentrações de OD, sendo que este fato pode reforçar a relação com a alta produtividade de algas. Os resultados obtidos nas demais amostras foram coerentes com o esperado para ambientes estuarinos com grande influência de aporte continental e com os dados históricos disponíveis para a região (CPEA; TPI, 2009; CPEA; ITSEMAP, 2009; MKR; SPE, 2011; CETESB, 2017), os quais permaneceram dentro do intervalo estabelecido pela referida legislação, com ocorrências pontuais em desacordo (CPEA; TPI, 2009; MKR; SPE, 2011).

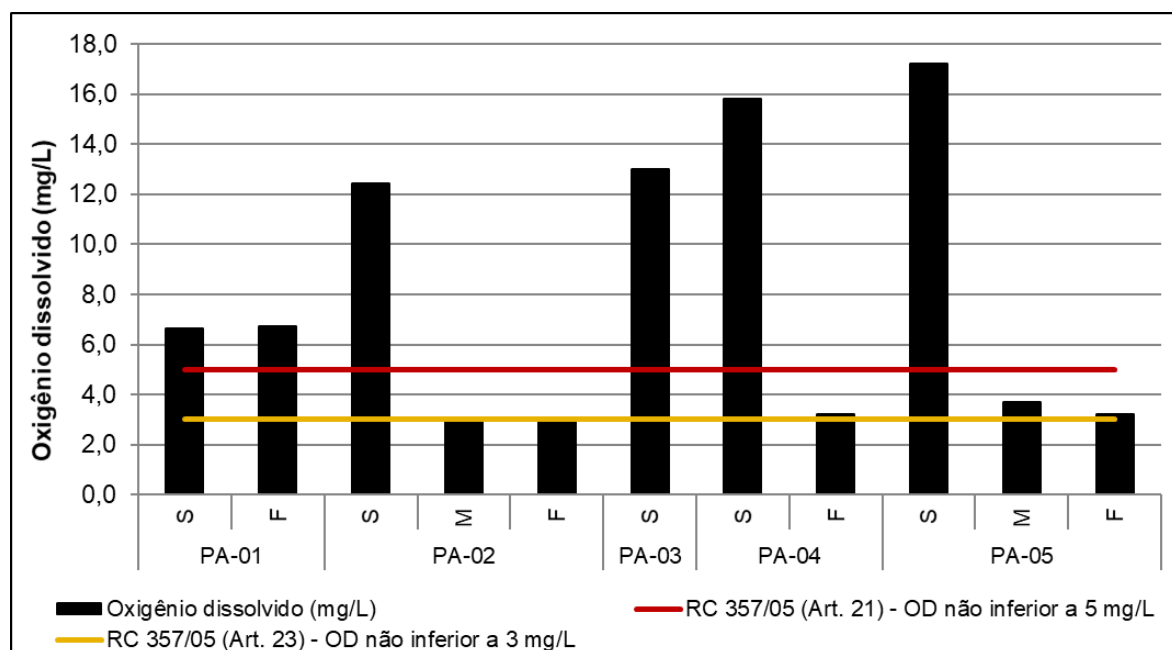


Figura 9.1.10.2-3: Concentrações de oxigênio dissolvido (mg/L) nas amostras de água coletadas nas imediações do empreendimento em dezembro/2017.

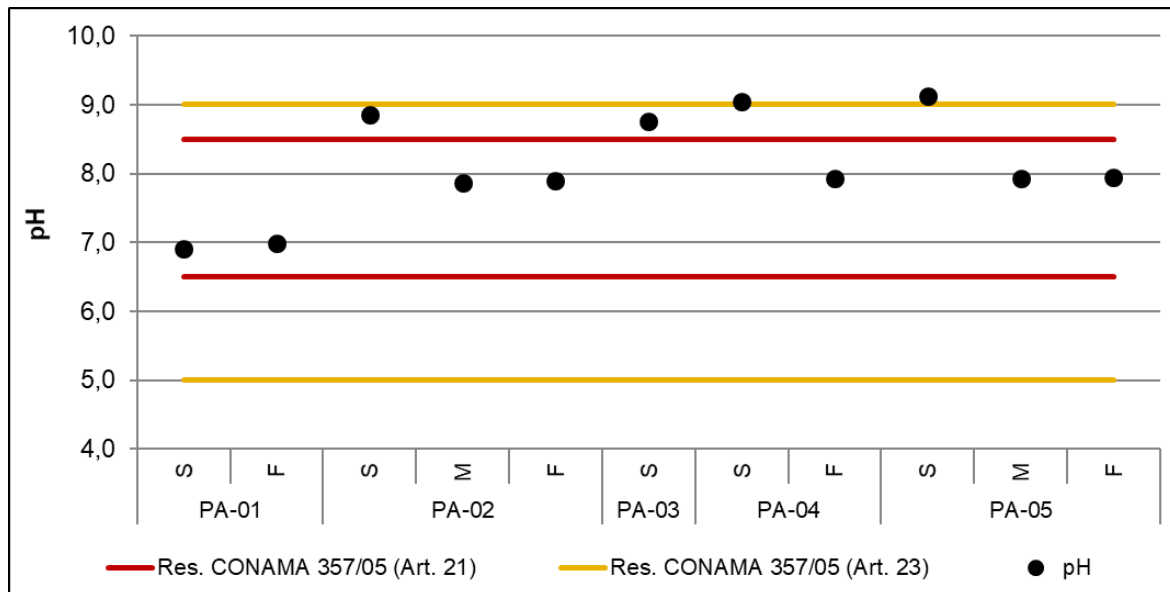


Figura 9.1.10.2-4: Valores de pH nas amostras de água coletadas nas imediações do empreendimento em dezembro/2017.

O ORP medido (potencial de oxirredução baseado no eletrodo de Ag/AgCl como referência) foi convertido a E_H . A faixa obtida esteve entre +363 mV (PA-01-F) e +428 mV (PA-02-M) e são característicos de ambientes oxidantes, com predomínio de espécies doadoras de elétrons. A temperatura da água variou entre 22,9°C (PA-05-F) e 28,1°C (PA-05-S), sendo coerentes com valores registrados em estudos anteriores na região (CPEA; ITSEMAP, 2009; CPEA; TPI, 2009).

B. Parâmetros de condição de qualidade

A Tabela 9.1.10.2-5 apresenta os resultados de óleos e graxas, DBO, DQO, turbidez, cor verdadeira, sólidos suspensos totais e carbono orgânico total nas amostras de água coletadas em dezembro/2017, em comparação com a Resolução CONAMA nº 357/05.

Tabela 9.1.10.2-5: Resultados dos parâmetros de condição de qualidade nas amostras de água coletadas nas imediações do empreendimento em dezembro/2017.

Parâmetro	Unid	Resolução CONAMA 357/05 Art 23	PA-01-S	PA-01-F	Resolução CONAMA 357/05 Art 21	PA-02-S	PA-02-M	PA-02-F		
Data Coleta			11/12/17	11/12/17		11/12/17	11/12/17	11/12/17	11/12/17	11/12/17
Hora Coleta			08:02	08:17		10:21	10:28	10:36		
ID Relatório de Ensaio Eurofins			31125/17	31125/17		31125/17	31125/17	31125/17	31125/17	31125/17
Condições de qualidade										
Carbono orgânico total	mg/L	10	4,77	4,65	3	6,48	5,07	4,27		
Turbidez	UNT	virtualmente ausentes	2,59	3,27	virtualmente ausentes	19,8	18,9	16,6		
Sólidos suspensos totais	mg/L	-	< 5,00	< 5,00	-	< 5,00	< 5,00	< 5,00		
Parâmetro	Unid	Resolução CONAMA 357/05 Art 21	PA-03-S	PA-04-S	PA-04-F	PA-05-S	PA-05-M	PA-05-F		
Data Coleta			11/12/17	11/12/17	11/12/17	11/12/17	11/12/17	11/12/17	11/12/17	
Hora Coleta			11:20	12:03	12:10	12:59	13:09	13:16		
ID Relatório de Ensaio Eurofins			31125/17	31125/17	31125/17	31125/17	31125/17	31125/17	31125/17	
Condições de qualidade										
Carbono orgânico total	mg/L	3	7,57	7,83	6,49	8,18	6,92	6,44		
Turbidez	UNT	virtualmente ausentes	27,4	24,3	24,2	22,6	21,4	20,2		
Sólidos suspensos totais	mg/L	-	< 5,00	< 5,00	< 5,00	< 5,00	< 5,00	< 5,00		

O parâmetro sólidos suspensos totais ocorreu em concentrações inferiores ao limite de quantificação do método analítico em todas as amostras (<5,0 mg/L). Esses resultados foram inferiores aos reportados em estudos realizados anteriormente na região, que reportaram valores máximos de 158 mg/L no canal de Santos (FRF, 2008) e de 567 mg/L no rio Casqueiro (CPEA; ITSEMAP, 2009).

Para os parâmetros turbidez, os Artigos 21 e 23 da Resolução CONAMA nº 357/05 estabelecem como condição de qualidade: "virtualmente ausente", ou seja, invisíveis aos sentidos humanos (visão). Como a legislação estabelece a esse parâmetro um limite qualitativo e as análises realizadas são quantitativas, entende-se que os resultados observados devem ser avaliados com cautela. A turbidez é uma medida do grau de atenuação da intensidade que um feixe de luz sofre ao atravessar uma amostra de água. Segundo Branco (1991), as alterações na turbidez da água são resultados de processos de decomposição que ocorrem no ambiente, sendo as águas superficiais mais sujeitas à turbidez elevada, comparando-se com as águas subterrâneas. A presença de sólidos, sais formados por óxidos ou hidróxidos metálicos, tais como aqueles de ferro e manganês, além de plânctons e despejos industriais são os principais responsáveis por conferir turbidez às amostras de água.

A turbidez nas amostras de água variou entre 2,59 UNT (PA-01-S) e 27,4 UNT (PA-03-S), conforme apresentado na Figura 9.1.10.2-5. Esses resultados são coerentes com a maioria dos estudos realizados anteriormente na região, que reportaram valores, em geral, inferiores a 20 UNT, considerados imperceptíveis a olho nu (FRF, 2008; MKR; SPE, 2011; CETESB, 2017).

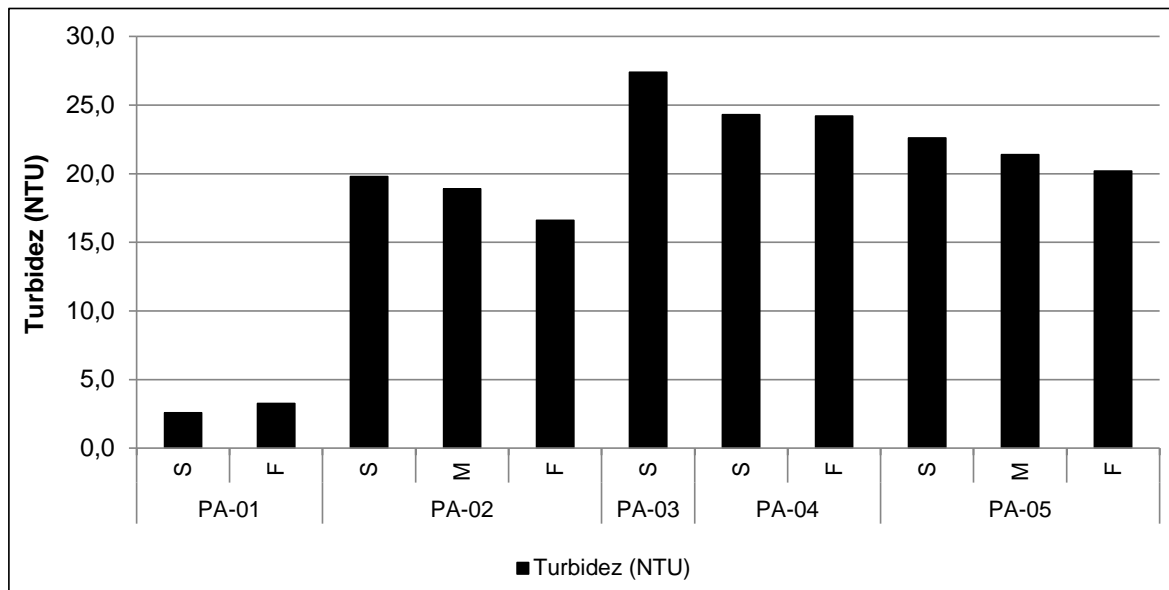


Figura 9.1.10.2-5: Valores de turbidez (UNT) nas amostras de água coletadas nas imediações do empreendimento em dezembro/2017.

O COT é utilizado para caracterizar a matéria orgânica dissolvida e em suspensão em águas naturais (BAIRD, 2002). Nas amostras de água, as concentrações de COT variaram entre 4,27 mg/L (PA-02-F) e 8,18 mg/L (PA-05-S), sendo que 09 das 11 amostras (81,8%; exceto PA-01-S e PA-01-F) apresentaram concentrações superiores ao valor máximo de condição de qualidade estabelecido pela Resolução CONAMA nº 357/05, indicando uma elevada carga orgânica na região do futuro empreendimento. Cabe ressaltar que as amostras PA-01-S (4,77 mg/L) e PA-01-F (4,65 mg/L) foram comparadas com o Artigo 23 da mesma Resolução, apresentando concentrações em acordo com o respectivo padrão de qualidade (10 mg/L), conforme apresentado na Figura 9.1.10.2-6. Os resultados obtidos na campanha de dezembro/2017 foram coerentes com os dados históricos disponíveis para a região, que também reportaram teores em desacordo com a referida legislação, com máximo de 19,5 mg/L (FRF, 2008; CPEA; TPI, 2009; MKR; SPE, 2011).

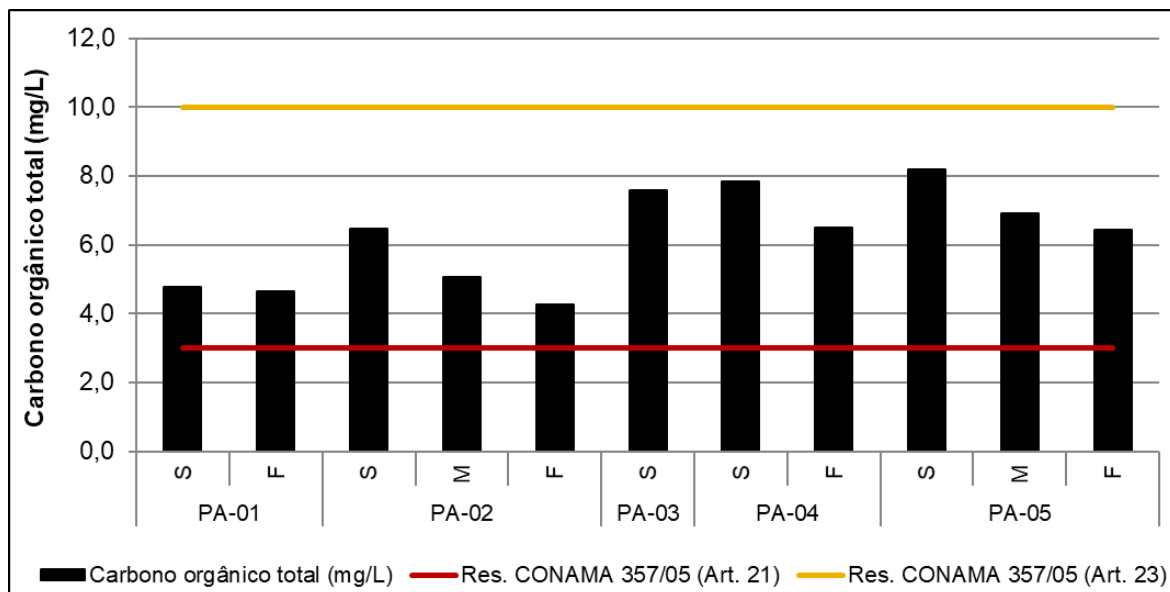


Figura 9.1.10.2-6: Concentrações de carbono orgânico total (mg/L) nas amostras de água coletadas nas imediações do empreendimento em dezembro/2017.

C. Metais e semimetais

A Tabela 9.1.10.2-6 apresenta os resultados dos metais e semimetais totais e metais dissolvidos nas amostras de água coletadas em dezembro/2017, em comparação com a Resolução CONAMA nº 357/05.

Todos os metais e semimetais totais (arsênio, cádmio, chumbo, cromo, mercúrio, níquel e zinco) e dissolvidos (cobre) analisados apresentaram concentrações inferiores ao limite de quantificação do método analítico (LQ) em todas as amostras analisadas e, portanto, em acordo com os valores máximos de padrão de qualidade estabelecidos pela Resolução CONAMA 357/05 (Artigo 21). Cabe ressaltar que o Artigo 23 da mesma Resolução não estabelece valores máximos para esses parâmetros.

Esses resultados são coerentes com os estudos realizados anteriormente na região, os quais relataram a ocorrência de baixas concentrações dos metais e semimetais totais e dissolvidos nas águas superficiais na área de estudo (MKR; EMBRAPORT, 2003; MKR; BTP, 2008; CPEA; ITSEMAP, 2009; CPEA; TPI, 2009; MKR; SPE, 2011; CETESB, 2017).

Tabela 9.1.10.2-6: Resultados dos metais e semimetais totais e metais dissolvidos nas amostras de água coletadas nas imediações do empreendimento em dezembro/2017.

Parâmetro	Unid	Resolução CONAMA 357/05 Art 23	PA-01-S	PA-01-F	Resolução CONAMA 357/05 Art 21	PA-02-S	PA-02-M	PA-02-F
Data Coleta			11/12/17	11/12/17		11/12/17	11/12/17	11/12/17
Hora Coleta			08:02	08:17		10:21	10:28	10:36
ID Relatório de Ensaio Eurofins			31125/17	31125/17		31125/17	31125/17	31125/17
Padrões de qualidade								
Parâmetros inorgânicos								
Metais e semimetais totais								
Arsênio total (As)	mg/L	-	< 0,010	< 0,010	0,01	< 0,010	< 0,010	< 0,010
Cádmio total (Cd)	mg/L	-	< 0,004	< 0,004	0,005	< 0,004	< 0,004	< 0,004
Chumbo total (Pb)	mg/L	-	< 0,009	< 0,009	0,01	< 0,009	< 0,009	< 0,009
Cromo total (Cr)	mg/L	-	< 0,010	< 0,010	0,05	< 0,010	< 0,010	< 0,010
Mercúrio total (Hg)	mg/L	-	< 0,0002	< 0,0002	0,0002	< 0,0002	< 0,0002	< 0,0002
Níquel total (Ni)	mg/L	-	< 0,005	< 0,005	0,025	< 0,005	< 0,005	< 0,005
Zinco total (Zn)	mg/L	-	< 0,070	< 0,070	0,09	< 0,070	< 0,070	< 0,070
Metais e semimetais dissolvidos								
Cobre dissolvido (Cu)	mg/L	-	< 0,003	< 0,003	0,005	< 0,003	< 0,003	< 0,003
Parâmetro	Unid	Resolução CONAMA 357/05 Art 21	PA-03-S	PA-04-S	PA-04-F	PA-05-S	PA-05-M	PA-05-F
Data Coleta			11/12/17	11/12/17	11/12/17	11/12/17	11/12/17	11/12/17
Hora Coleta			11:20	12:03	12:10	12:59	13:09	13:16
ID Relatório de Ensaio Eurofins			31125/17	31125/17	31125/17	31125/17	31125/17	31125/17
Padrões de qualidade								
Parâmetros inorgânicos								
Metais e semimetais totais								
Arsênio total (As)	mg/L	0,01	< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,010
Cádmio total (Cd)	mg/L	0,005	< 0,004	< 0,004	< 0,004	< 0,004	< 0,004	< 0,004
Chumbo total (Pb)	mg/L	0,01	< 0,009	< 0,009	< 0,009	< 0,009	< 0,009	< 0,009
Cromo total (Cr)	mg/L	0,05	< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,010
Mercúrio total (Hg)	mg/L	0,0002	< 0,0002	< 0,0002	< 0,0002	< 0,0002	< 0,0002	< 0,0002
Níquel total (Ni)	mg/L	0,025	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005
Zinco total (Zn)	mg/L	0,09	< 0,070	< 0,070	< 0,070	< 0,070	< 0,070	< 0,070
Metais e semimetais dissolvidos								
Cobre dissolvido (Cu)	mg/L	0,005	< 0,003	< 0,003	< 0,003	< 0,003	< 0,003	< 0,003

D. Parâmetros inorgânicos não metálicos

A Tabela 9.1.10.2-7 apresenta os resultados dos parâmetros inorgânicos não metálicos nas amostras de água coletadas em dezembro/2017, em comparação com a Resolução CONAMA nº 357/05.

Tabela 9.1.10.2-7: Resultados dos parâmetros inorgânicos não metálicos nas amostras de água coletadas nas imediações do empreendimento em dezembro/2017.

Parâmetro	Unid	Resolução CONAMA 357/05 Art 23	PA-01-S	PA-01-F	Resolução CONAMA 357/05 Art 21	PA-02-S	PA-02-M	PA-02-F	
Data Coleta			11/12/17	11/12/17		11/12/17	11/12/17	11/12/17	11/12/17
Hora Coleta			08:02	08:17		10:21	10:28	10:36	
ID Relatório de Ensaio Eurofins			31125/17	31125/17		31125/17	31125/17	31125/17	31125/17
Padrões de qualidade									
Parâmetros inorgânicos									
Constituintes inorgânicos não metálicos									
Fósforo total (P)	mg/L	-	0,085	0,104	0,124	< 0,020	0,123	0,122	
Nitrato	mg/L	-	0,454	0,3815	0,4	0,126	0,0979	0,0686	
Nitrito	mg/L	-	0,3880	0,358	0,07	0,053	< 0,015	0,046	
Nitrogênio Amoniacal	mg/L	-	0,336	0,296	0,4	0,490	0,727	0,492	
Parâmetro	Unid	Resolução CONAMA 357/05 Art 21	PA-03-S	PA-04-S	PA-04-F	PA-05-S	PA-05-M	PA-05-F	
Data Coleta			11/12/17	11/12/17	11/12/17	11/12/17	11/12/17	11/12/17	11/12/17
Hora Coleta			11:20	12:03	12:10	12:59	13:09	13:16	
ID Relatório de Ensaio Eurofins			31125/17	31125/17	31125/17	31125/17	31125/17	31125/17	31125/17
Padrões de qualidade									
Parâmetros inorgânicos									
Constituintes inorgânicos não metálicos									
Fósforo total (P)	mg/L	0,124	0,183	0,106	0,123	0,116	0,194	0,188	
Nitrato	mg/L	0,4	0,1164	0,0882	0,0725	0,0339	0,2449	0,0299	
Nitrito	mg/L	0,07	0,046	0,027	< 0,015	< 0,015	0,061	< 0,015	
Nitrogênio Amoniacal	mg/L	0,4	0,524	0,541	0,620	0,542	0,578	0,546	

O fósforo total foi quantificado acima do LQ na maioria das amostras (com exceção de PA-02-S), com concentrações variando entre 0,085 mg/L (PA-01-S) e 0,194 mg/L (PA-05-M), sendo que 03 das 11 amostras (27,3%; PA-03-S, PA-05-M e PA-05-F) apresentaram concentrações superiores ao valor máximo de padrão de qualidade estabelecido pela Resolução CONAMA nº 357/05, conforme apresentado na Figura 9.1.10.2-7. Contudo, pode-se observar que os resultados obtidos nas demais amostras dos pontos PA-02 e PA-04 apresentaram concentrações de fósforo muito próximas ao valor máximo estabelecido pela referida legislação. Cabe ressaltar que o Artigo 23 da mesma Resolução não estabelece valores máximos para esse parâmetro (ponto PA-01). Estudos realizados anteriormente na região relataram diversas ocorrências desse parâmetro em concentrações superiores ao valor máximo de padrão de qualidade estabelecido pela Resolução CONAMA nº 357/05 (FRF, 2008; MKR; BTP, 2008; CPEA; TPI, 2009; MKR; SPE, 2011; CETESB, 2017).

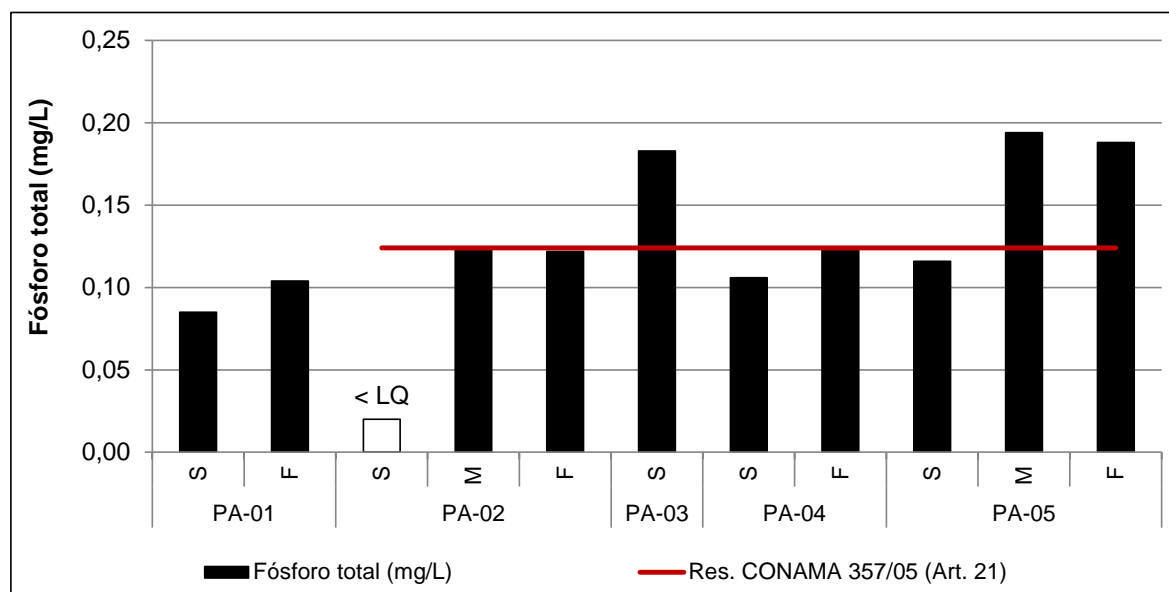


Figura 9.1.10.2-7: Concentrações de fósforo total (mg/L) nas amostras de água coletadas nas imediações do empreendimento em dezembro/2017.

Quanto à série nitrogenada, o nitrato ocorreu em concentrações acima do LQ em todas as amostras, variando entre 0,0299 mg/L (PA-05-F) e 0,4537 mg/L (PA-01-S), sendo que todas as concentrações foram inferiores ao valor máximo de padrão de qualidade estabelecido pela Resolução CONAMA nº 357/05 (Artigo 21), conforme apresentado na Figura 9.1.10.2-8. Cabe ressaltar que o Artigo 23 da mesma Resolução não estabelece valores máximos para esse parâmetro (ponto PA-01), porém as maiores concentrações foram obtidas nas amostras PA-01-S e PA-01-F. Alguns estudos realizados anteriormente na região reportaram concentrações superiores ao respectivo valor máximo de padrão de qualidade em algumas amostras, com máximo de 3,59 mg/L (FRF, 2008; CPEA; ITSEMAP, 2009; CETESB, 2017).

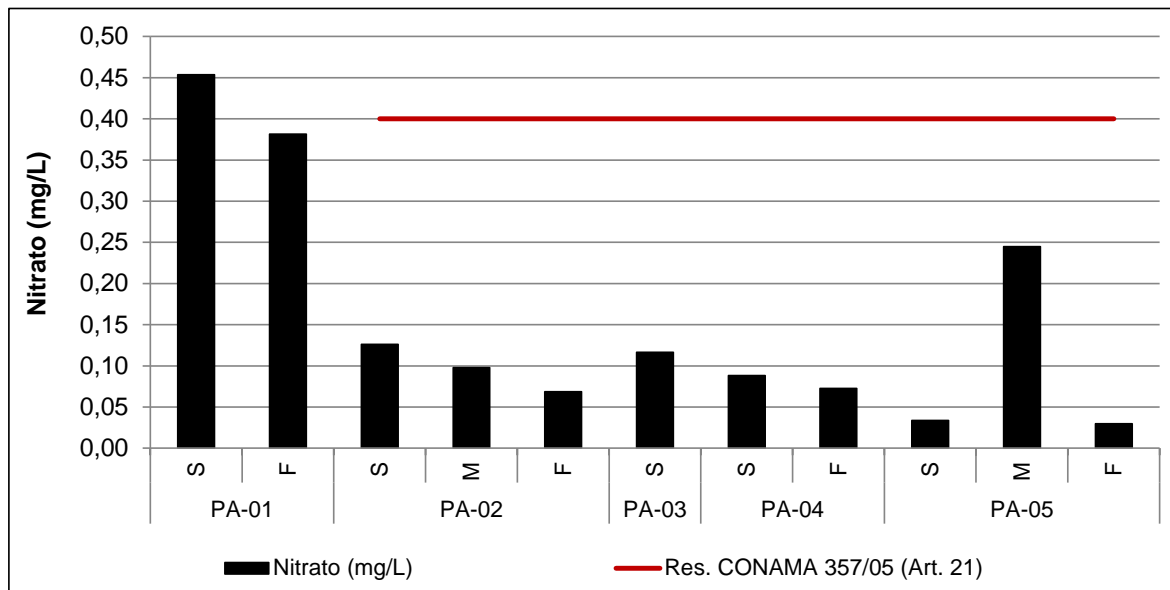


Figura 9.1.10.2-8: Concentrações de nitrato (mg/L) nas amostras de água coletadas nas imediações do empreendimento em dezembro/2017.

O nitrato ocorreu em concentrações acima do LQ em 07 das 11 amostras (exceção de PA-02-M, PA-04-F, PA-05-S e PA-05-F), variando entre 0,027 mg/L (PA-04-S) e 0,388 mg/L (PA-01-S), sendo que todas as concentrações foram inferiores ao valor máximo de padrão de qualidade estabelecido pela Resolução CONAMA nº 357/05 (Artigo 21), conforme apresentado na Figura 9.1.10.2-9. Cabe ressaltar que o Artigo 23 da mesma Resolução não estabelece valores máximos para esse parâmetro (ponto PA-01), entretanto, assim como para nitrato, as maiores concentrações de nitrato foram observadas nas amostras PA-01-S e PA-01-F. FRF (2008) e MKR; SPE (2011) registraram, em algumas amostras, concentrações de nitrato ligeiramente superiores ao valor máximo estabelecido pela referida legislação (máximos de 0,076 mg/L e 0,075 mg/L, respectivamente).

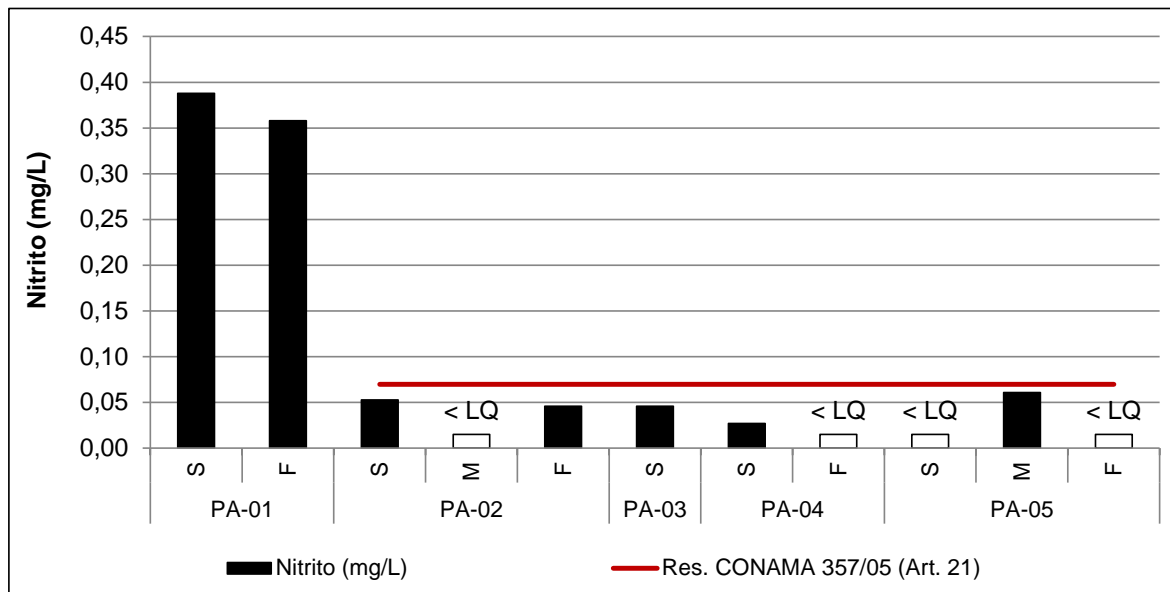


Figura 9.1.10.2-9: Concentrações de nitrito (mg/L) nas amostras de água coletadas nas imediações do empreendimento em dezembro/2017.

O nitrogênio amoniacal ocorreu em concentrações acima do LQ em todas as amostras, variando entre 0,296 mg/L (PA-01-F) e 0,727 mg/L (PA-02-M), sendo que 09 das 11 amostras (81,8%; exceção de PA-01-S e PA-01-F) apresentaram concentrações superiores ao valor máximo de padrão de qualidade estabelecido pela Resolução CONAMA nº 357/05, conforme apresentado na Figura 9.1.10.2-10. Cabe ressaltar que o Artigo 23 da mesma Resolução não estabelece valores máximos para esse parâmetro (ponto PA-01). Estudos realizados anteriormente na região também reportaram ocorrências desse parâmetro em desacordo com a referida legislação, com máximo de 1,42 mg/L no canal de Piaçagüera, 0,511 mg/L na região da ilha dos Bagres e 20,17 mg/L no canal de São Vicente (FRF, 2008; MKR; SPE, 2011; CETESB, 2017).

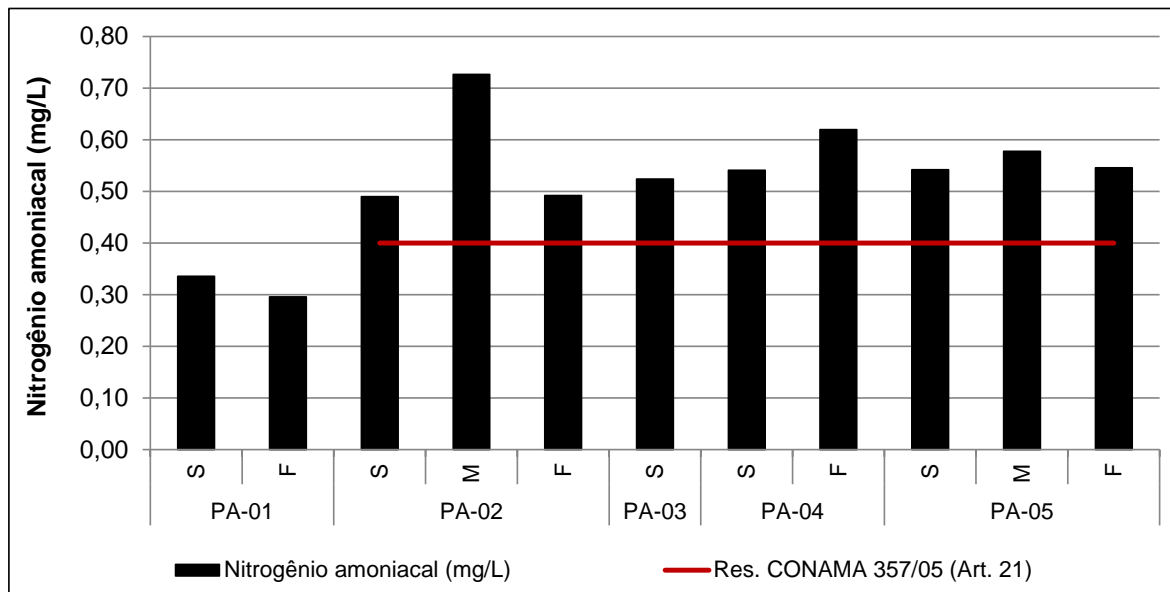


Figura 9.1.10.2-10: Concentrações de nitrogênio amoniacal (mg/L) nas amostras de água coletadas nas imediações do empreendimento em dezembro/2017.

E. Hidrocarbonetos Policíclicos Aromáticos (HPA)

A Tabela 9.1.10.2-8 apresenta os resultados de hidrocarbonetos policíclicos aromáticos (HPA) nas amostras de água coletadas em dezembro/2017.

Todos os HPA apresentaram concentrações inferiores ao limite de quantificação do método analítico em todas as amostras. Ressalta-se que os Artigos 21 e 23 da Resolução CONAMA nº 357/05 não estabelecem valores máximos de padrão de qualidade para esses parâmetros.

Esses resultados são coerentes com a maioria dos estudos realizados anteriormente na região, os quais também reportaram concentrações inferiores ao LQ (MKR; EMBRAPORT, 2003; MKR; BTP, 2008; CPEA; TPI, 2009; CPEA; ITSEMAP, 2009; MKR; SPE, 2011).

Tabela 9.1.10.2-8: Resultados de hidrocarbonetos policíclicos aromáticos (HPA) nas amostras de água coletadas nas imediações do empreendimento em dezembro/2017.

Parâmetro	Unid	Resolução CONAMA 357/05 Art 23	PA-01-S	PA-01-F	Resolução CONAMA 357/05 Art 21	PA-02-S	PA-02-M	PA-02-F		
Data Coleta			11/12/17	11/12/17		11/12/17	11/12/17	11/12/17	11/12/17	11/12/17
Hora Coleta			08:02	08:17		10:21	10:28	10:36		
ID Relatório de Ensaio Eurofins			31125/17	31125/17		31125/17	31125/17	31125/17	31125/17	31125/17
Padrões de qualidade										
Compostos orgânicos										
Hidrocarbonetos policíclicos aromáticos										
2-metilnaftaleno	µg/L	-	< 0,050	< 0,050	-	< 0,050	< 0,050	< 0,050		
Acenafteno	µg/L	-	< 0,050	< 0,050	-	< 0,050	< 0,050	< 0,050		
Acenaftileno	µg/L	-	< 0,050	< 0,050	-	< 0,050	< 0,050	< 0,050		
Antraceno	µg/L	-	< 0,050	< 0,050	-	< 0,050	< 0,050	< 0,050		
Benzo(a)antraceno	µg/L	-	< 0,017	< 0,017	-	< 0,017	< 0,017	< 0,017		
Benzo(a)pireno	µg/L	-	< 0,017	< 0,017	-	< 0,017	< 0,017	< 0,017		
Benzo(b)fluoranteno	µg/L	-	< 0,017	< 0,017	-	< 0,017	< 0,017	< 0,017		
Benzo(g,h,i)perileno	µg/L	-	< 0,050	< 0,050	-	< 0,050	< 0,050	< 0,050		
Benzo(k)fluoranteno	µg/L	-	< 0,017	< 0,017	-	< 0,017	< 0,017	< 0,017		
Criseno	µg/L	-	< 0,017	< 0,017	-	< 0,017	< 0,017	< 0,017		
Dibenzo(a,h)antraceno	µg/L	-	< 0,017	< 0,017	-	< 0,017	< 0,017	< 0,017		
Fenantreno	µg/L	-	< 0,050	< 0,050	-	< 0,050	< 0,050	< 0,050		
Fluoranteno	µg/L	-	< 0,050	< 0,050	-	< 0,050	< 0,050	< 0,050		
Fluoreno	µg/L	-	< 0,050	< 0,050	-	< 0,050	< 0,050	< 0,050		
Indeno(1,2,3-cd)pireno	µg/L	-	< 0,017	< 0,017	-	< 0,017	< 0,017	< 0,017		
Naftaleno	µg/L	-	< 0,050	< 0,050	-	< 0,050	< 0,050	< 0,050		
Pireno	µg/L	-	< 0,050	< 0,050	-	< 0,050	< 0,050	< 0,050		
HPAs (Somatória)	µg/L	-	< 0,050	< 0,050	-	< 0,050	< 0,050	< 0,050		
Parâmetro	Unid	Resolução CONAMA 357/05 Art 21	PA-03-S	PA-04-S	PA-04-F	PA-05-S	PA-05-M	PA-05-F		
Data Coleta			11/12/17	11/12/17	11/12/17	11/12/17	11/12/17	11/12/17	11/12/17	
Hora Coleta			11:20	12:03	12:10	12:59	13:09	13:16		
ID Relatório de Ensaio Eurofins			31125/17	31125/17	31125/17	31125/17	31125/17	31125/17	31125/17	
Padrões de qualidade										
Compostos orgânicos										
Hidrocarbonetos policíclicos aromáticos										
2-metilnaftaleno	µg/L	-	< 0,050	< 0,050	< 0,050	< 0,050	< 0,050	< 0,050		
Acenafteno	µg/L	-	< 0,050	< 0,050	< 0,050	< 0,050	< 0,050	< 0,050		
Acenaftileno	µg/L	-	< 0,050	< 0,050	< 0,050	< 0,050	< 0,050	< 0,050		
Antraceno	µg/L	-	< 0,050	< 0,050	< 0,050	< 0,050	< 0,050	< 0,050		
Benzo(a)antraceno	µg/L	-	< 0,017	< 0,017	< 0,017	< 0,017	< 0,017	< 0,017		
Benzo(a)pireno	µg/L	-	< 0,017	< 0,017	< 0,017	< 0,017	< 0,017	< 0,017		
Benzo(b)fluoranteno	µg/L	-	< 0,017	< 0,017	< 0,017	< 0,017	< 0,017	< 0,017		
Benzo(g,h,i)perileno	µg/L	-	< 0,050	< 0,050	< 0,050	< 0,050	< 0,050	< 0,050		
Benzo(k)fluoranteno	µg/L	-	< 0,017	< 0,017	< 0,017	< 0,017	< 0,017	< 0,017		
Criseno	µg/L	-	< 0,017	< 0,017	< 0,017	< 0,017	< 0,017	< 0,017		
Dibenzo(a,h)antraceno	µg/L	-	< 0,017	< 0,017	< 0,017	< 0,017	< 0,017	< 0,017		
Fenantreno	µg/L	-	< 0,050	< 0,050	< 0,050	< 0,050	< 0,050	< 0,050		
Fluoranteno	µg/L	-	< 0,050	< 0,050	< 0,050	< 0,050	< 0,050	< 0,050		
Fluoreno	µg/L	-	< 0,050	< 0,050	< 0,050	< 0,050	< 0,050	< 0,050		
Indeno(1,2,3-cd)pireno	µg/L	-	< 0,017	< 0,017	< 0,017	< 0,017	< 0,017	< 0,017		
Naftaleno	µg/L	-	< 0,050	< 0,050	< 0,050	< 0,050	< 0,050	< 0,050		
Pireno	µg/L	-	< 0,050	< 0,050	< 0,050	< 0,050	< 0,050	< 0,050		
HPAs (Somatória)	µg/L	-	< 0,050	< 0,050	< 0,050	< 0,050	< 0,050	< 0,050		

F. Propriedades biológicas

A Tabela 9.1.10.2-9 apresenta os resultados de clorofila *a* nas amostras de água coletadas em dezembro/2017.

Tabela 9.1.10.2-9: Resultados de hidrocarbonetos policíclicos aromáticos (HPA) nas amostras de água coletadas nas imediações do empreendimento em dezembro/2017.

Parâmetro	Unid	Resolução CONAMA 357/05 Art 23	PA-01-S	PA-01-F	Resolução CONAMA 357/05 Art 21	PA-02-S	PA-02-M	PA-02-F
Data Coleta			11/12/17	11/12/17		11/12/17	11/12/17	11/12/17
Hora Coleta	08:02	08:17	10:21	10:28	10:36			
ID Relatório de Ensaio Eurofins	31125/17	31125/17	31125/17	31125/17	31125/17	31125/17	31125/17	
Propriedades biológicas								
Clorofila a	µg/L	-	< 1,50	< 1,50	-	< 1,50	< 1,50	< 1,50
Parâmetro	Unid	Resolução CONAMA 357/05 Art 21	PA-03-S	PA-04-S	PA-04-F	PA-05-S	PA-05-M	PA-05-F
Data Coleta			11/12/17	11/12/17	11/12/17	11/12/17	11/12/17	11/12/17
Hora Coleta	11:20	12:03	12:10	12:59	13:09	13:16		
ID Relatório de Ensaio Eurofins	31125/17	31125/17	31125/17	31125/17	31125/17	31125/17	31125/17	
Propriedades biológicas								
Clorofila a	µg/L	-	< 1,50	< 1,50	< 1,50	< 1,50	< 1,50	< 1,50

Todas as amostras apresentaram concentrações de clorofila *a* inferiores ao limite de quantificação do método analítico. Ressalta-se que os Artigos 21 e 23 da Resolução CONAMA 357/05 não estabelecem valores máximos de padrão de qualidade para esse parâmetro.

Esses resultados foram inferiores aos registrados por CETESB (2017) na região, que reportou concentrações em desacordo com a referida legislação na maioria das amostras coletadas no canal de São Vicente (75%, com máximo de 19,6 µg/L), e em algumas amostras coletadas no canal de Santos (33%, com máximo de 27,73 µg/L) e no canal de Piaçagüera (17%, com máximo de 12,22 µg/L).

9.1.10.3. Considerações finais

Este item apresentou a avaliação da qualidade das águas superficiais na região do estuário de Santos e São Vicente, considerando a futura implantação do empreendimento na região do Largo do Caneu, com base em levantamento de dados históricos e na aquisição de dados primários (campanha de amostragem em dezembro/2017).

Os resultados obtidos foram comparados com as condições e padrões de qualidade estabelecidos pela Resolução CONAMA nº 357/05, considerando o enquadramento legal dos corpos d'água. Cabe ressaltar que os principais corpos d'água da região (canal de Santos, canal de São Vicente e canal de Piaçagüera) não possuem enquadramento definido. No entanto, deve-se levar em consideração que o uso predominante destes corpos d'água é destinado à navegação e às atividades portuárias, cujos valores de condição e padrão de qualidade são menos restritivos quando comparados com os utilizados no presente diagnóstico.

De acordo com os resultados obtidos no levantamento de dados históricos e na campanha de amostragem realizada em dezembro/2017, as águas superficiais na área de estudo recebem contribuições orgânicas de fontes difusas, uma vez que foram identificadas baixas concentrações de oxigênio dissolvido na água e a maioria dos parâmetros (carbono orgânico total, fósforo total e série nitrogenada) que ocorreram em concentrações superiores aos valores máximos estabelecidos

pela Resolução CONAMA nº 357/05 (Artigo 21) são derivados de efluentes domésticos e industriais de origem difusa (VON SPERLING, 2005). Nesse sentido, é importante destacar que essas ocorrências foram registradas ao longo de todo o período de aquisição de dados históricos (amostragens entre 1999 e 2016) e de maneira espacialmente dispersa em todos os corpos d'água avaliados. O aumento das concentrações de matéria orgânica demanda um maior consumo de oxigênio no processo de decomposição aeróbica. A diminuição dos teores de OD e o estabelecimento de condições redutoras promovem a redução e a solubilização de íons metálicos (como, por exemplo, ferro e manganês) e de nutrientes (como, por exemplo, fósforo e nitrogênio) a partir do sedimento (BRANCO, 1986).

As informações apresentadas neste item, relacionadas à qualidade das águas superficiais, caracterizam o cenário prévio ao início das atividades de implantação do empreendimento na área de estudo. Com isso, tais informações poderão ser utilizadas futuramente para comparação com dados de qualidade das águas obtidos durante as etapas de instalação do empreendimento, com o objetivo de identificar e monitorar possíveis impactos ambientais sobre os recursos hídricos. Sendo assim, recomenda-se o monitoramento da qualidade das águas superficiais nas áreas de influência do empreendimento, principalmente durante a fase de instalação do empreendimento.

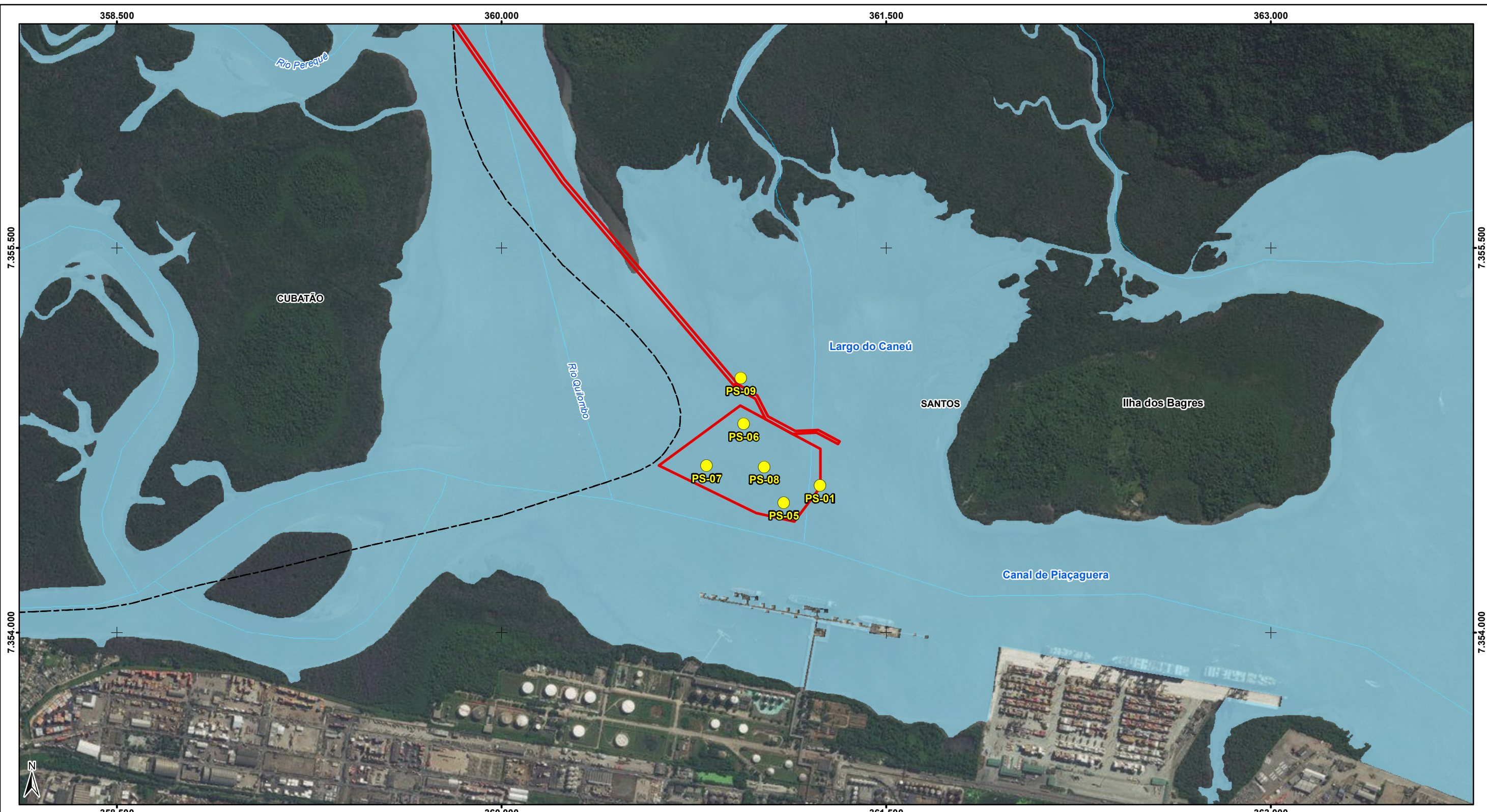
9.1.11. Qualidade de Sedimentos e Dragagem

9.1.11.1. Caracterização da Qualidade dos Sedimentos para Dragagem

Para a caracterização da qualidade dos sedimentos para fins de dragagem, foi realizada duas campanhas de amostragem para a aquisição de dados primários em setembro/2017 e março/2018, contemplando a coleta de 65 amostras de sedimento em até 14m abaixo da cota existente no local, distribuídas em 06 pontos de amostragem. Os resultados foram comparados aos valores orientadores estabelecidos pela Resolução CONAMA nº 454/12, que estabelece as diretrizes gerais e os procedimentos referenciais para o gerenciamento do material a ser dragado em águas sob jurisdição nacional.

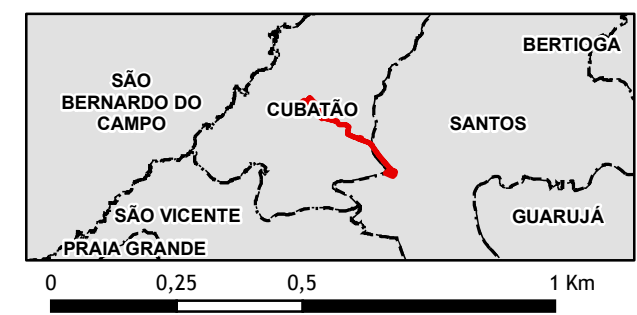
As amostragens de sedimento nas diferentes cotas foram realizadas nos dias 20 e 21 de setembro de 2017 (amostras PS-01 e PS-05) e entre os dias 12 e 15 de março de 2018 (amostras PS-06 a PS-09).

Os pontos de coleta de sedimento foram posicionados na entrada do largo do Caneu, dentro dos limites da área a ser dragada. Vale ressaltar que o ponto PS-09 corresponde ao local onde haverá a perfuração com furo unidirecional, conseqüentemente também foi caracterizado nas mesmas premissas dos demais. A Tabela 9.1.11.1-1 apresenta a nomenclatura e as coordenadas georreferenciadas dos pontos de amostragem de sedimento, registradas em campo com um receptor GPS modelo *Garmin 62s*. A localização geográfica dos pontos é apresentada no 3294_9.1.10_Sedimento_01_R0.



- Legenda**
- Pontos de amostragem de sedimentos
 - ~ Curso d'água
 - ~ Corpo d'água
 - Limite Municipal
 - ADA - Área Diretamente Afetada

Ponto	Zona	x	y	Observação
PS-01	23K	361.243	7.354.573	Amostragem realizada entre 19 e 26/09/2017
PS-05	23K	361.102	7.354.506	
PS-06	23K	360.946	7.354.814	Amostragem realizada em 12, 14 e 15/03/2018
PS-07	23K	360.801	7.354.652	
PS-08	23K	361.025	7.354.646	
PS-09	23K	360.935	7.354.992	



Escala gráfica
 Escala numérica 1:15.000
 Projeção Universal Transversa de Mercator - UTM
 Datum Horizontal: Sistema de Referência Geocêntrico para as Américas - SIRGAS 2000, fuso 23K
 Sistema Orbital SPOT, cores naturais, 2007/2008
 *Fontes:
 1 - Campanhas de Campo (CPEA), setembro/2017 e março/2018

EIA - ESTUDO DE IMPACTO AMBIENTAL														
Projeto					Reforço Estrutural de Suprimento de Gás da Baixada Santista, de responsabilidade da COMGAS/Distribuidora de Gás Participações S.A									
Mapa					LOCALIZAÇÃO DOS PONTOS DE AMOSTRAGEM DE SEDIMENTO									
Município (s)			Santos, SP		UGRHI			07 - Baixada Santista						
					Tipo					Licença Prévia				
Desenho	Escala	Tamanho	Versão		Responsável Técnico pela Cartografia									
A3_3294_9.1.10.2.2 Água_02	1:15.000	A3	R2 06/abr/2018		Joseane Urgnani joseane.urnani@tetrattech.com									

Tabela 9.1.11.1-1: Pontos amostrados e suas respectivas nomenclaturas e coordenadas de localização geográfica.

Nome do Ponto	Coordenadas UTM			Observações
	Zona	Eastings (mE)	Northings (mN)	
PS-01	23K	361.243	7.354.573	Amostragem realizada nos dias 20 e 21/09/2017
PS-05	23K	361.102	7.354.506	
PS-06	23K	360.946	7.354.814	Amostragem realizada em 12, 14 e 15/03/2018
PS-07	23K	360.801	7.354.652	
PS-08	23K	361.025	7.354.646	
PS-09	23K	360.935	7.354.992	

* Coordenadas referenciadas ao *datum* horizontal SIRGAS 2000

A coleta de sedimento superficial foi realizada com uma draga do tipo *Van Veen*, na profundidade de 0 a 0,20m em todos os 6 (seis) pontos amostrais.

As amostras de sedimento nas diferentes cotas foram coletadas com equipamentos de sondagem em água, utilizando tubos de alumínio de 03 polegadas associado a uma base para o posicionamento do tubo na posição vertical e cravado no sedimento por meio de um sistema de bate-estaca. Quando necessário, um sacador foi utilizado para auxílio na retirada do sedimento da tubulação. Em cada ponto, as amostras coletadas em cada horizonte foram homogeneizadas em bandeja de aço inox e misturadas com o auxílio de uma espátula de mesmo material. Os procedimentos de amostragem seguiram os métodos descritos por ISO 5667-12 (1995) e ANA; CETESB (2011). O dossiê fotográfico dos trabalhos de campo para a coleta de sedimentos encontra-se no Anexo 9.1.11.1-1.

A amostragem de sedimento foi realizada em 6 (seis) pontos, sendo três pontos (PS-05, PS-06 e PS-09) com até 14 (catorze) perfis de 1m cada, enquanto os outros 3 (três) pontos (PS-01, PS-07 e PS-08) com 6 (seis) perfis de também 1m cada.

A Tabela 9.1.11.1-2 apresenta os horizontes sedimentares amostrados em cada ponto e as respectivas nomenclaturas adotadas para as amostras. Nos pontos PS-05, PS-06 e PS-09, foram coletadas amostras em uma coluna sedimentar de até 14m abaixo da cota existente no momento da amostragem, atingindo as cotas de -17,3m DHN, -14,6m DHN e -14,2m DHN, respectivamente. Já nos pontos PS-01, PS-07 e PS-08, foram coletadas amostras em uma coluna sedimentar de 6,0m, atingindo as cotas de -7,5m DHN, -9,6m DHN e -8,2m DHN, respectivamente.

A estimativa das cotas batimétricas (m DHN) atingidas em cada ponto de amostragem foi realizada com base na sobreposição dos pontos de amostragem à “Carta Batimétrica nas Proximidades da Ilha dos Bagres – Canal de Santos”, a qual é parte integrante do estudo intitulado “Levantamento Batimétrico – Reforço Estrutural de Suprimento de Gás da Baixada Santista”

(O17129-MOG-1-0), realizado pela empresa Tetra Tech Consultoria Ltda. e publicado em abril de 2018.

O total de 65 amostras coletado (06 de sedimento superficial e 59 de sedimento em diferentes cotas) pode ser considerado representativa da dimensão da área e do volume a ser dragado. As amostras são representativas tanto do perfil vertical da camada de sedimentos (cota) a ser dragada como da área a ser dragada em planta. E, ainda o número de amostras é superior ao estabelecido pela Tabela I da Resolução CONAMA 454/12, para um volume total a ser dragado de aproximadamente 1.980.000 m³.

Tabela 9.1.11.1-2. Número de amostras realizadas para a caracterização dos sedimentos e respectivas camadas sedimentares amostradas (m DHN).

Pontos	Data da coleta	Cota atual (m DHN)	Número de amostras	Cota máxima atingida (m DHN)	Camada sedimentar amostrada (m DHN)	Nomenclatura das amostras
PS-01	20/09/2017	1,5	7	7,5	1,5 - 1,7	PS-01-S
					1,5 - 2,5	PS-01-P1
					2,5 - 3,5	PS-01-P2
					3,5 - 4,5	PS-01-P3
					4,5 - 5,5	PS-01-P4
					5,5 - 6,5	PS-01-P5
PS-05	21/09/2017	4,3	14	17,3	6,5 - 7,5	PS-01-P6
					4,3 - 4,5	PS-05-S
					4,3 - 5,3	PS-05-P1
					5,3 - 6,3	PS-05-P2
					6,3 - 7,3	PS-05-P3
					7,3 - 8,3	PS-05-P4
					8,3 - 9,3	PS-05-P5
					9,3 - 10,3	PS-05-P6
					10,3 - 11,3	PS-05-P7
					11,3 - 12,3	PS-05-P8
					12,3 - 13,3	PS-05-P9
					13,3 - 14,3	PS-05-P10
					14,3 - 15,3	PS-05-P11
15,3 - 16,3	PS-05-P12					
16,3 - 17,3	PS-05-P13					
PS-06	14/03/2018	0,6	14	14,6	0,6 a 0,8	PS-06-S
					0,6 a 1,6	PS-06-P1
					1,6 a 2,6	PS-06-P2
					2,6 a 3,6	PS-06-P3
					3,6 a 4,6	PS-06-P4
					4,6 a 5,6	PS-06-P5
					5,6 a 6,6	PS-06-P6
					6,6 a 7,6	PS-06-P7
					7,6 a 8,6	PS-06-P8
					8,6 a 9,6	PS-06-P9
					9,6 a 10,6	PS-06-P10
					10,6 a 11,6	PS-06-P11
					11,6 a 12,6	PS-06-P12
					12,6 a 13,6	PS-06-P13
13,6 a 14,6	PS-06-P14					
PS-07	12/03/2018	3,6	6	9,6	3,6 a 3,8	PS-07-S
					3,6 a 4,6	PS-07-P1
					4,6 a 5,6	PS-07-P2
					5,6 a 6,6	PS-07-P3
					6,6 a 7,6	PS-07-P4
					7,6 a 8,6	PS-07-P5
PS-08	14/03/2018	2,2	6	8,2	8,6 a 9,6	PS-07-P6
					2,2 a 2,4	PS-08-S
					2,2 a 3,2	PS-08-P1
					3,2 a 4,2	PS-08-P2
					4,2 a 5,2	PS-08-P3
					5,2 a 6,2	PS-08-P4
PS-09	15/03/2018	0,2	14	14,2	6,2 a 7,2	PS-08-P5
					7,2 a 8,2	PS-08-P6
					0,2 a 0,4	PS-09-S
					0,2 a 1,2	PS-09-P1
					1,2 a 2,2	PS-09-P2
					2,2 a 3,2	PS-09-P3
					3,2 a 4,2	PS-09-P4
					4,2 a 5,2	PS-09-P5
					5,2 a 6,2	PS-09-P6
					6,2 a 7,2	PS-09-P7
					7,2 a 8,2	PS-09-P8
					8,2 a 9,2	PS-09-P9
					9,2 a 10,2	PS-09-P10
					10,2 a 11,2	PS-09-P11
11,2 a 12,2	PS-09-P12					
12,2 a 13,2	PS-09-P13					
13,2 a 14,2	PS-09-P14					
Total de pontos					6	
Total de amostras					65	

Legenda da nomenclatura da amostra: "PS" - Ponto de Sedimento; "P1" a "P14" - Amostras em profundidade.

Os parâmetros analisados em laboratório nas amostras de sedimento, juntamente com os protocolos para armazenamento, preservação, quantidade e prazos para análises, são listados na Tabela 9.1.11.1-3.

Tabela 9.1.11.1-3: Protocolos para armazenamento, preservação, quantidade e prazos para análises dos parâmetros analisados nas amostras de sedimento.

Parâmetros	Método de análise	Prazo para análise	Recipiente de armazenamento	Preservação	Quantidade de amostra
Compostos Orgânicos					
HPA PCB POC	USEPA ou SM (preparação e análise)	14 dias (extração) 40 dias (análise)	Vidro tampa com revestimento interno de teflon	Refrigeração $\leq 6^{\circ}\text{C}$	30 g por parâmetro
Constituintes Orgânicos					
Carbono orgânico total	USEPA ou SM	28 dias	vidro âmbar tampa com revestimento interno de teflon	Refrigeração $\leq 6^{\circ}\text{C}$	50 g
Compostos Organometálicos					
TBT	USEPA ou SM	13 semanas	Vidro tampa com revestimento interno de teflon	Refrigeração $\leq 6^{\circ}\text{C}$	100 g
Metais, semimetais, fósforo e enxofre					
Metais e semimetais totais, exceto mercúrio	USEPA ou SM (preparação e análise)	6 meses	Plástico ou vidro	Refrigeração $\leq 6^{\circ}\text{C}$	30 g
Mercúrio e fósforo totais	USEPA ou SM (preparação e análise)	28 dias	Plástico ou vidro	Refrigeração $\leq 6^{\circ}\text{C}$	30 g por parâmetro
Constituintes Inorgânicos não-metálicos					
Nitrogenio Kjeldahl total	USEPA ou SM	28 dias	Plástico ou vidro	Refrigeração $\leq 6^{\circ}\text{C}$	30 g por parâmetro
Propriedades Físicas					
Granulometria	ABNT NBR	não determinado	saco plástico	Refrigeração $\leq 6^{\circ}\text{C}$	500 g
Ensaio ecotoxicológicos*					
Toxicidade aguda com <i>Leptocheirus plumulosus</i>	ABNT NBR	60 dias	Frasco plástico leitoso; não deixar espaço vazio	Refrigeração $< 10^{\circ}\text{C}$, sem congelamento	2 kg

* Ensaio realizado apenas nas amostras de sedimento superficial.

Os métodos do Standard Methods (SM), US EPA e ABNT NBR utilizados pelos laboratórios correspondentes à última versão.

Vide escopo acreditado ISO17025 do laboratório disponível no site do INMETRO para maiores detalhes das metodologias analíticas empregadas.

Durante a amostragem, foi realizada *in situ* medição dos parâmetros físico-químicos (pH, E_H e temperatura) das amostras com uma sonda multiparâmetros da marca Hanna modelo HI 991003. O equipamento foi devidamente calibrado em laboratório da Rede Brasileira de Calibração e verificado com padrões rastreáveis ao Sistema Internacional (SI), de forma a assegurar o estado de calibração dos mesmos e garantir a precisão e exatidão dos resultados de campo.

No Anexo 9.1.11.1-2, são apresentados os relatórios de ensaio referentes às análises dos parâmetros físico-químicos quantificados pela CPEA, os quais foram obtidos em conformidade com os critérios de qualidade da norma NBR ISO/IEC 17.025:2005.

Além das análises nas amostras de sedimento, foi realizada a análise de uma amostra de controle de qualidade, a partir de sedimento certificado (material de referência). A aquisição e análise do sedimento certificado são de responsabilidade do laboratório contratado para a realização das análises químicas nas amostras de sedimento. O Anexo 9.1.11.1-3 apresenta o Programa de Garantia e Controle da Qualidade (QA/QC).

Além da amostra de controle de qualidade, foram coletadas alíquotas adicionais de todas as amostras de sedimento para efeito de contraprova, as quais foram encaminhadas ao órgão ambiental competente. As amostras de contraprova foram coletadas para todos os parâmetros listados na Tabela 9.1.11.1-3 e analisadas a critério do órgão ambiental competente. Este procedimento visa o atendimento da Resolução CONAMA 454/2012.

A seguir, são apresentados os resultados das medições físico-químicas realizadas *in situ* e das análises químicas em laboratório nas amostras de sedimento, em comparação com os valores orientadores estabelecidos pela Resolução CONAMA nº 454/12.

Parâmetros físico-químicos

A Tabela 9.1.11.1-4 apresenta os resultados dos parâmetros físico-químicos medidos *in situ* nas amostras de sedimento coletadas em setembro/2017 e março/2018 na área a ser dragada para a implantação do empreendimento.

Tabela 9.1.11.1-4: Resultados das medições físico-químicas in situ nas amostras de sedimento coletadas em setembro/2017 e março/2018 na área a ser dragada para a implantação do empreendimento.

Parâmetros	PS-01						
	PS-01-S	PS-01-P1	PS-01-P2	PS-01-P3	PS-01-P4	PS-01-P5	PS-01-P6
Data de coleta	20/09/2017	20/09/2017	20/09/2017	20/09/2017	20/09/2017	20/09/2017	20/09/2017
Hora de coleta	11:15	14:36	14:51	15:22	15:42	16:01	16:21
Camada sedimentar amostrada (m)	Superficial	0 a -1	-1 a -2	-2 a -3	-3 a -4	-4 a -5	-5 a -6
Medições físico-químicas in situ							
ORP (mV) correspondente às condições do meio	-150,0	-145,0	-177,0	-199,0	-182,0	-183,0	24,4
EH (mV) a 25°C	49,0	54,0	22,0	0,0	17,0	16,0	223,4
Potencial hidrogeniônico - pH	6,69	7,82	7,64	7,90	7,78	7,60	7,98
Temperatura (°C)	23,70	23,50	23,70	23,80	23,80	24,30	24,40

Parâmetros	PS-05						
	PS-05-S	PS-05-P1	PS-05-P2	PS-05-P3	PS-05-P4	PS-05-P5	PS-05-P6
Data de coleta	21/09/2017	21/09/2017	21/09/2017	21/09/2017	21/09/2017	21/09/2017	21/09/2017
Hora de coleta	10:08	10:19	10:40	10:58	11:14	11:32	12:00
Camada sedimentar amostrada (m)	Superficial	0 a -1	-1 a -2	-2 a -3	-3 a -4	-4 a -5	-5 a -6
Medições físico-químicas in situ							
ORP (mV) correspondente às condições do meio	-200,0	-205,0	-179,0	-192,0	-189,0	-211,0	-199,0
EH (mV) a 25°C	-1,0	-6,0	20,0	7,0	10,0	-12,0	0,0
Potencial hidrogeniônico - pH	6,34	6,69	6,91	6,69	6,64	6,76	6,66
Temperatura (°C)	24,30	23,90	25,50	24,20	24,40	24,30	24,40

Parâmetros	PS-05						
	PS-05-P7	PS-05-P8	PS-05-P9	PS-05-P10	PS-05-P11	PS-05-P12	PS-05-P13
Data de coleta	21/09/2017	21/09/2017	21/09/2017	21/09/2017	21/09/2017	21/09/2017	21/09/2017
Hora de coleta	14:17	14:35	14:56	15:21	15:46	16:12	16:36
Camada sedimentar amostrada (m)	-6 a -7	-7 a -8	-8 a -9	-9 a -10	-10 a -11	-11 a -12	-12 a -13
Medições físico-químicas in situ							
ORP (mV) correspondente às condições do meio	-172,0	-176,0	-189,0	-174,0	-165,0	-174,0	-185,0
EH (mV) a 25°C	27,0	23,0	10,0	25,0	34,0	25,0	14,0
Potencial hidrogeniônico - pH	6,48	6,53	6,64	6,55	6,59	6,51	6,60
Temperatura (°C)	24,10	24,30	24,30	24,40	24,60	24,20	24,00

Parâmetros	PS-06						
	PS-06-S	PS-06-P1	PS-06-P2	PS-06-P3	PS-06-P4	PS-06-P5	PS-06-P6
Data de coleta	14/03/2018	14/03/2018	14/03/2018	14/03/2018	14/03/2018	14/03/2018	14/03/2018
Hora de coleta	13:45	09:00	09:10	09:12	09:27	09:33	09:50
Camada sedimentar amostrada (m)	Superficial	0 a -1	-1 a -2	-2 a -3	-3 a -4	-4 a -5	-5 a -6
Medições físico-químicas in situ							
ORP (mV) correspondente às condições do meio	-103	-138	-205	-235	-260	-300	-295
EH (mV) a 25°C	96	61	-6	-36	-61	-101	-96
Potencial hidrogeniônico - pH	6,28	6,57	6,96	6,78	6,82	6,81	6,85
Temperatura (°C)	27,8	27,7	26,7	26,4	27,5	27,1	28,5

Parâmetros	PS-06							
	PS-06-P7	PS-06-P8	PS-06-P9	PS-06-P10	PS-06-P11	PS-06-P12	PS-06-P13	PS-06-P14
Data de coleta	14/03/2018	14/03/2018	14/03/2018	14/03/2018	14/03/2018	14/03/2018	14/03/2018	14/03/2018
Hora de coleta	09:58	10:23	10:27	11:02	12:40	12:52	13:10	13:16
Camada sedimentar amostrada (m)	-6 a -7	-7 a -8	-8 a -9	-9 a -10	-10 a -11	-11 a -12	-12 a -13	-13 a -14
Medições físico-químicas in situ								
ORP (mV) correspondente às condições do meio	-310	-297	-300	-108	-148	-183	-169	-151
EH (mV) a 25°C	-111	-98	-101	91	51	16	30	48
Potencial hidrogeniônico - pH	6,89	6,84	6,81	6,76	6,95	6,96	6,01	6,22
Temperatura (°C)	25,0	26,9	26,8	26,6	28,0	28,0	28,5	27,2

Tabela 9.1.11.1-4 (continuação): Resultados das medições físico-químicas in situ nas amostras de sedimento coletadas em setembro/2017 e março/2018 na área a ser dragada para a implantação do empreendimento.

Parâmetros	PS-07						
	PS-07-S	PS-07-P1	PS-07-P2	PS-07-P3	PS-07-P4	PS-07-P5	PS-07-P6
Data de coleta	12/03/2018	12/03/2018	12/03/2018	12/03/2018	12/03/2018	12/03/2018	12/03/2018
Hora de coleta	13:39	12:14	12:20	12:38	12:45	13:09	13:15
Camada sedimentar amostrada (m)	Superficial	0 a -1	-1 a -2	-2 a -3	-3 a -4	-4 a -5	-5 a -6
Medições físico-químicas in situ							
ORP (mV) correspondente às condições do meio	-134	-202	-173	-177	-162	-178	-180
EH (mV) a 25°C	65	-3	26	22	37	21	19
Potencial hidrogeniônico - pH	6,91	6,79	6,50	6,69	6,75	6,74	6,62
Temperatura (°C)	27,5	26,0	26,5	26,5	26,0	26,7	26,3

Parâmetros	PS-08						
	PS-08-S	PS-08-P1	PS-08-P2	PS-08-P3	PS-08-P4	PS-08-P5	PS-08-P6
Data de coleta	12/03/2018	14/03/2018	14/03/2018	14/03/2018	14/03/2018	14/03/2018	14/03/2018
Hora de coleta	13:15	15:00	14:10	14:15	14:23	14:41	14:50
Camada sedimentar amostrada (m)	Superficial	0 a -1	-1 a -2	-2 a -3	-3 a -4	-4 a -5	-5 a -6
Medições físico-químicas in situ							
ORP (mV) correspondente às condições do meio	-170	-250	-220	-182	-193	-205	-178
EH (mV) a 25°C	29	-51	-21	17	6	-6	21
Potencial hidrogeniônico - pH	6,36	7,11	6,65	6,70	6,55	6,50	6,47
Temperatura (°C)	26,80	28,9	28,1	27,3	28,3	28,0	27,9

Parâmetros	PS-09						
	PS-09-S	PS-09-P1	PS-09-P2	PS-09-P3	PS-09-P4	PS-09-P5	PS-09-P6
Data de coleta	14/03/2018	14/03/2018	15/03/2018	15/03/2018	15/03/2018	15/03/2018	15/03/2018
Hora de coleta	14:56	14:56	14:21	09:46	09:50	09:53	10:11
Camada sedimentar amostrada (m)	Superficial	0 a -1	-1 a -2	-2 a -3	-3 a -4	-4 a -5	-5 a -6
Medições físico-químicas in situ							
ORP (mV) correspondente às condições do meio	-181	-210	-257	-330	-331	-324	-351
EH (mV) a 25°C	18	-11	-58	-131	-132	-125	-152
Potencial hidrogeniônico - pH	7,08	6,70	7,03	6,76	6,99	6,80	6,90
Temperatura (°C)	28,1	27,8	25,6	25,7	26,9	25,5	25,8

Parâmetros	PS-09							
	PS-09-P7	PS-09-P8	PS-09-P9	PS-09-P10	PS-09-P11	PS-09-P12	PS-09-P13	PS-09-P14
Data de coleta	15/03/2018	15/03/2018	15/03/2018	15/03/2018	15/03/2018	15/03/2018	15/03/2018	15/03/2018
Hora de coleta	09:53	10:11	10:14	10:16	10:47	10:55	11:35	11:37
Camada sedimentar amostrada (m)	-6 a -7	-7 a -8	-8 a -9	-9 a -10	-10 a -11	-11 a -12	-12 a -13	-13 a -14
Medições físico-químicas in situ								
ORP (mV) correspondente às condições do meio	-315	-243	-259	-220	-295	-259	-172	-178
EH (mV) a 25°C	-116	-44	-60	-21	-96	-60	27	21
Potencial hidrogeniônico - pH	6,85	7,01	6,98	6,83	7,16	6,40	6,88	6,78
Temperatura (°C)	25,9	27,5	28,9	28,0	27,9	24,9	27,1	27,4

Os valores de pH nas amostras de sedimento variaram entre 6,01 (PS-06-P13) a 7,98 (PS-01-P6), conforme apresentado na Figura 9.1.11.1-1, e são característicos de sedimentos estuarinos. O ORP medido (potencial de oxirredução baseado no eletrodo de Ag/AgCl como referência) foi convertido a E_H . A faixa obtida esteve entre -152 mV (PS-09-P6) e +223,4 mV (PS-01-P6) (Figura 9.1.11.1-2). A temperatura nos sedimentos variou entre 23,5°C e 28,9°C. Ressalta-se que não existem valores orientadores estabelecidos pela Resolução CONAMA 454/12 para esses parâmetros.

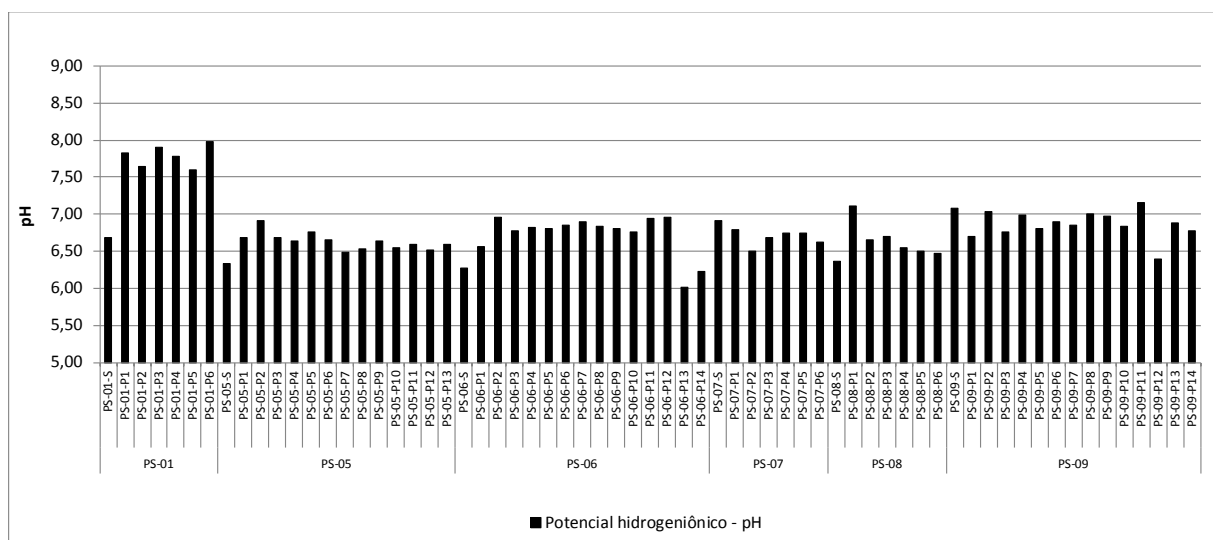


Figura 9.1.11.1-1: Distribuição dos resultados de pH nas amostras de sedimento coletadas em setembro/2017 e março/2018 na área a ser dragada para a implantação do empreendimento.

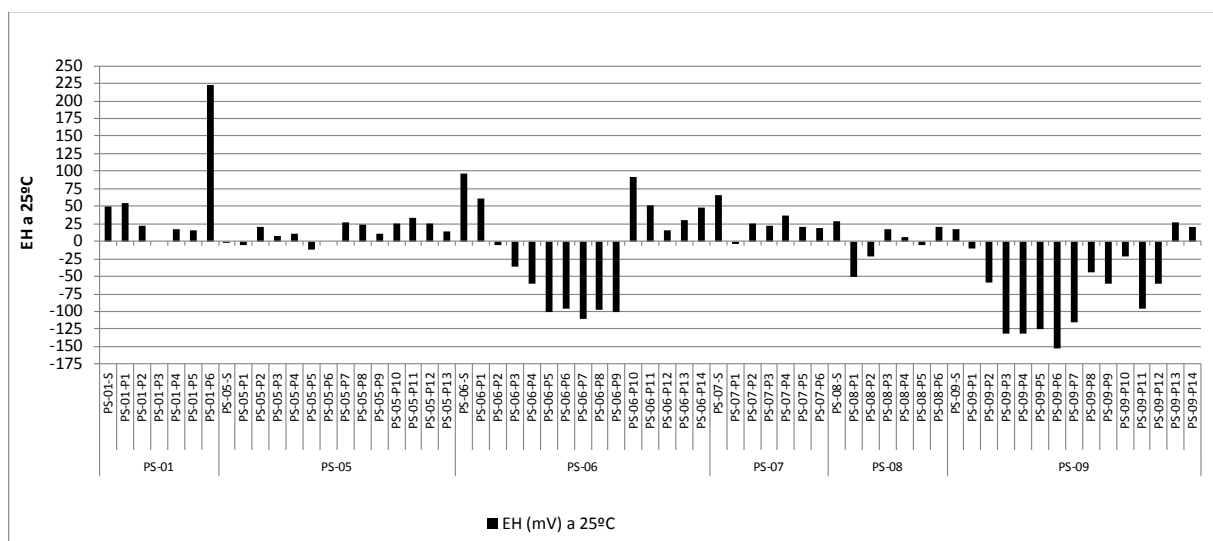


Figura 9.1.11.1-2: Distribuição dos resultados de EH (a 25°C) nas amostras de sedimento coletadas em setembro/2017 e março/2018 na área a ser dragada para a implantação do empreendimento.

Granulometria

A Tabela 9.1.11.1-5 apresenta os resultados de granulometria nas amostras de sedimento coletadas em setembro/2017 e março/2018 na área a ser dragada para a implantação do empreendimento. No Anexo 9.1.11.1-4, são apresentados os resultados das análises físicas realizadas nas amostras de sedimento.

A caracterização granulométrica indicou o predomínio das frações granulométricas mais finas, com maiores porcentagens de silte e argila, resultado esperado em função das características hidrodinâmicas locais (baixa energia). A Figura 9.1.11.1-3 apresenta graficamente a distribuição das frações granulométricas, evidenciando a homogeneidade espacial da granulometria.

Tabela 9.1.11.1-5: Resultados de granulometria nas amostras de sedimento coletadas em setembro/2017 e março/2018 na área a ser dragada para a implantação do empreendimento.

Parâmetros	Resolução CONAMA 454/12		PS-01						
			PS-01-S	PS-01-P1	PS-01-P2	PS-01-P3	PS-01-P4	PS-01-P5	PS-01-P6
Data de coleta			20/09/2017	20/09/2017	20/09/2017	20/09/2017	20/09/2017	20/09/2017	20/09/2017
Hora de coleta			11:15	14:36	14:51	15:22	15:42	16:01	16:21
Camada sedimentar amostrada (m)			Superficial	0 a -1	-1 a -2	-2 a -3	-3 a -4	-4 a -5	-5 a -6
Identificação do laboratório - Anatech	Nível 1	Nível 2	23582/2017	23582/2017	23582/2017	23582/2017	23582/2017	23582/2017	23582/2017
Granulometria (%)	mm								
Fração de Argila	0,00394 - 0,0002		30,70	33,70	32,80	33,90	30,30	29,50	25,00
Fração de silte	0,062 - 0,00394		57,8	59,2	59,9	57,7	57,1	54,2	51,9
Fração de Areia Muito Fina	0,125 - 0,062		10,50	6,40	6,54	7,57	10,20	12,10	15,40
Fração de Areia Fina	0,25 - 0,125		0,80	0,44	0,44	0,54	1,91	3,37	6,63
Fração de Areia Média	0,5 - 0,25		< 0,110	< 0,110	< 0,110	< 0,110	0,206	0,332	0,514
Fração de Areia Grossa	1,0 - 0,5		0,121	< 0,110	< 0,110	< 0,110	0,187	0,248	0,323
Fração de areia Muito Grossa	2 a 1		< 0,110	< 0,110	0,214	< 0,110	0,124	0,244	0,196
Fração de areia Total	2,00 - 0,062		11,40	6,84	7,19	8,11	12,60	16,30	23,10

Parâmetros	Resolução CONAMA 454/12		PS-05						
			PS-05-S	PS-05-P1	PS-05-P2	PS-05-P3	PS-05-P4	PS-05-P5	PS-05-P6
Data de coleta			21/09/2017	21/09/2017	21/09/2017	21/09/2017	21/09/2017	21/09/2017	21/09/2017
Hora de coleta			10:08	10:19	10:40	10:58	11:14	11:32	12:00
Camada sedimentar amostrada (m)			Superficial	0 a -1	-1 a -2	-2 a -3	-3 a -4	-4 a -5	-5 a -6
Identificação do laboratório - Anatech	Nível 1	Nível 2	23727/2017	23727/2017	23727/2017	23727/2017	23727/2017	23727/2017	23727/2017
Granulometria (%)	mm								
Fração de Argila	0,00394 - 0,0002		33,10	31,40	29,00	32,40	30,10	30,30	34,10
Fração de silte	0,062 - 0,00394		58,4	56	54,2	55,4	57,2	56,4	55,9
Fração de Areia Muito Fina	0,125 - 0,062		7,92	11,20	15,00	10,90	11,20	11,70	8,81
Fração de Areia Fina	0,25 - 0,125		0,51	1,12	1,51	1,02	1,13	1,28	0,94
Fração de Areia Média	0,5 - 0,25		< 0,110	0,111	0,138	0,118	0,166	0,155	0,173
Fração de Areia Grossa	1,0 - 0,5		< 0,110	< 0,110	0,154	0,143	0,129	0,18	0,142
Fração de areia Muito Grossa	2 a 1		< 0,110	< 0,110	< 0,110	< 0,110	< 0,110	< 0,110	< 0,110
Fração de areia Total	2,00 - 0,062		8,43	12,40	16,80	12,20	12,60	13,30	10,10

Parâmetros	Resolução CONAMA 454/12		PS-05						
			PS-05-P7	PS-05-P8	PS-05-P9	PS-05-P10	PS-05-P11	PS-05-P12	PS-05-P13
Data de coleta			21/09/2017	21/09/2017	21/09/2017	21/09/2017	21/09/2017	21/09/2017	21/09/2017
Hora de coleta			14:17	14:35	14:56	15:21	15:46	16:12	16:36
Camada sedimentar amostrada (m)			-6 a -7	-7 a -8	-8 a -9	-9 a -10	-10 a -11	-11 a -12	-12 a -13
Identificação do laboratório - Anatech	Nível 1	Nível 2	23727/2017	23727/2017	23727/2017	23727/2017	23727/2017	23727/2017	23727/2017
Granulometria (%)	mm								
Fração de Argila	0,00394 - 0,0002		34,30	35,30	33,40	33,20	31,90	33,10	34,50
Fração de silte	0,062 - 0,00394		55,6	54,6	56,5	58,1	59,5	58,7	58,2
Fração de Areia Muito Fina	0,125 - 0,062		8,69	8,97	8,82	7,53	7,22	6,77	6,06
Fração de Areia Fina	0,25 - 0,125		0,96	0,85	0,86	0,85	0,98	0,96	0,86
Fração de Areia Média	0,5 - 0,25		0,177	0,137	0,159	0,155	0,168	0,171	0,185
Fração de Areia Grossa	1,0 - 0,5		0,153	0,133	0,199	0,155	0,202	0,151	0,115
Fração de areia Muito Grossa	2 a 1		0,121	< 0,110	< 0,110	0,111	0,141	0,135	< 0,110
Fração de areia Total	2,00 - 0,062		10,10	10,10	10,00	8,80	8,71	8,19	7,22

Parâmetros	Resolução CONAMA 454/12		PS-06						
			PS-06-S	PS-06-P1	PS-06-P2	PS-06-P3	PS-06-P4	PS-06-P5	PS-06-P6
Data de coleta			14/03/2018	14/03/2018	14/03/2018	14/03/2018	14/03/2018	14/03/2018	14/03/2018
Hora de coleta			13:45	09:00	09:10	09:12	09:27	09:33	09:50
Camada sedimentar amostrada (m)			Superficial	0 a -1	-1 a -2	-2 a -3	-3 a -4	-4 a -5	-5 a -6
Identificação do laboratório - Anatech	Nível 1	Nível 2	5440/2018	5440/2018	5440/2018	5440/2018	5440/2018	5440/2018	5440/2018
Granulometria (%)	mm								
Fração de Argila	0,00394 - 0,0002		20,8	43,2	9,65	16,1	9,01	29,4	32,4
Fração de silte	0,062 - 0,00394		39,9	17,4	40,4	29	40,3	52,8	58,9
Fração de Areia Muito Fina	0,125 - 0,062		18,6	22,9	26,0	31,3	25,5	9,64	5,61
Fração de Areia Fina	0,25 - 0,125		17,5	13,2	15,3	18,5	19,3	7,80	1,59
Fração de Areia Média	0,5 - 0,25		1,39	2,02	4,36	3,23	3,54	0,237	0,987
Fração de Areia Grossa	1,0 - 0,5		1,66	0,987	3,21	1,79	1,94	< 0,110	0,591
Fração de areia Muito Grossa	2 a 1		0,158	0,128	1,05	0,142	0,526	< 0,110	< 0,110
Fração de areia Total	2,00 - 0,062		39,3	39,2	49,9	55,0	50,8	17,7	8,8

Tabela 9.1.11.1-5 (continuação): Resultados de granulometria nas amostras de sedimento coletadas em setembro/2017 e março/2018 na área a ser dragada para a implantação do empreendimento.

Parâmetros	Resolução CONAMA 454/12		PS-06							
			PS-06-P7	PS-06-P8	PS-06-P9	PS-06-P10	PS-06-P11	PS-06-P12	PS-06-P13	PS-06-P14
Data de coleta			14/03/2018	14/03/2018	14/03/2018	14/03/2018	14/03/2018	14/03/2018	14/03/2018	14/03/2018
Hora de coleta			09:58	10:23	10:27	11:02	12:40	12:52	13:10	13:16
Camada sedimentar amostrada (m)			-6 a -7	-7 a -8	-8 a -9	-9 a -10	-10 a -11	-11 a -12	-12 a -13	-13 a -14
Identificação do laboratório - Anatech	Nível 1	Nível 2	5440/2018	5440/2018	5440/2018	5440/2018	5440/2018	5440/2018	5440/2018	5440/2018
Granulometria (%)	mm									
Fração de Argila	0,00394 - 0,0002		28,5	25,8	32,4	20,2	25,8	26,0	24,2	28,6
Fração de silte	0,062 - 0,00394		59,5	49,5	55,0	37,3	61,3	62,2	62,4	60,0
Fração de Areia Muito Fina	0,125 - 0,062		7,34	13,7	6,17	23,70	4,68	6,11	8,48	6,20
Fração de Areia Fina	0,25 - 0,125		4,02	9,93	4,32	16,40	7,35	5,16	4,37	3,06
Fração de Areia Média	0,5 - 0,25		0,698	0,867	1,39	1,98	0,441	0,163	<0,110	1,60
Fração de Areia Grossa	1,0 - 0,5		<0,110	<0,110	0,806	0,444	0,48	0,446	0,373	0,493
Fração de areia Muito Grossa	2 a 1		<0,110	<0,110	<0,110	<0,110	<0,110	<0,110	<0,110	<0,110
Fração de areia Total	2,00 - 0,062		12,1	24,5	12,7	42,5	13,0	11,9	13,2	11,4

Parâmetros	Resolução CONAMA 454/12		PS-07						
			PS-07-S	PS-07-P1	PS-07-P2	PS-07-P3	PS-07-P4	PS-07-P5	PS-07-P6
Data de coleta			12/03/2018	12/03/2018	12/03/2018	12/03/2018	12/03/2018	12/03/2018	12/03/2018
Hora de coleta			13:39	12:14	12:20	12:38	12:45	13:09	13:15
Camada sedimentar amostrada (m)			Superficial	0 a -1	-1 a -2	-2 a -3	-3 a -4	-4 a -5	-5 a -6
Identificação do laboratório - Anatech	Nível 1	Nível 2	5139/2018	5139/2018	5139/2018	5139/2018	5139/2018	5139/2018	5139/2018
Granulometria (%)	mm								
Fração de Argila	0,00394 - 0,0002		22,6	37,3	27,4	27,7	30,1	28,9	30,5
Fração de silte	0,062 - 0,00394		75,8	52,4	50,5	56,2	52,9	60,6	58,9
Fração de Areia Muito Fina	0,125 - 0,062		0,798	8,31	14	10,7	11,6	8,98	8,6
Fração de Areia Fina	0,25 - 0,125		0,819	1,69	6,93	2,94	3,52	1,3	1,75
Fração de Areia Média	0,5 - 0,25		< 0,110	0,219	0,807	1,30	1,32	0,134	0,227
Fração de Areia Grossa	1,0 - 0,5		< 0,110	0,146	0,425	1,21	0,699	< 0,110	0,151
Fração de areia Muito Grossa	2 a 1		< 0,110	< 0,110	< 0,110	< 0,110	< 0,110	< 0,110	< 0,110
Fração de areia Total	2,00 - 0,062		1,62	10,4	22,2	16,1	17,1	10,4	10,7

Parâmetros	Resolução CONAMA 454/12		PS-08						
			PS-08-S	PS-08-P1	PS-08-P2	PS-08-P3	PS-08-P4	PS-08-P5	PS-08-P6
Data de coleta			12/03/2018	14/03/2018	14/03/2018	14/03/2018	14/03/2018	14/03/2018	14/03/2018
Hora de coleta			13:15	15:00	14:10	14:15	14:23	14:41	14:50
Camada sedimentar amostrada (m)			Superficial	0 a -1	-1 a -2	-2 a -3	-3 a -4	-4 a -5	-5 a -6
Identificação do laboratório - Anatech	Nível 1	Nível 2	5441/2018	5441/2018	5441/2018	5441/2018	5441/2018	5441/2018	5441/2018
Granulometria (%)	mm								
Fração de Argila	0,00394 - 0,0002		22,5	20,6	19,6	16,1	17,2	14,5	19,3
Fração de silte	0,062 - 0,00394		62,3	60,8	62,2	53,1	56,7	53,6	60,4
Fração de Areia Muito Fina	0,125 - 0,062		10,3	12,1	11,5	14,0	13,0	14,7	4,3
Fração de Areia Fina	0,25 - 0,125		2,28	3,46	3,59	6,11	5,19	6,26	12,8
Fração de Areia Média	0,5 - 0,25		1,18	1,47	1,52	4,03	3,39	4,32	1,82
Fração de Areia Grossa	1,0 - 0,5		1,08	1,17	1,42	3,75	3,11	4,02	1,14
Fração de areia Muito Grossa	2 a 1		0,264	0,287	0,26	2,95	1,15	2,59	0,279
Fração de areia Total	2,00 - 0,062		15,1	18,5	18,3	30,8	25,8	31,9	20,4

Parâmetros	Resolução CONAMA 454/12		PS-09						
			PS-09-S	PS-09-P1	PS-09-P2	PS-09-P3	PS-09-P4	PS-09-P5	PS-09-P6
Data de coleta			14/03/2018	14/03/2018	15/03/2018	15/03/2018	15/03/2018	15/03/2018	15/03/2018
Hora de coleta			14:56	14:56	14:21	09:46	09:50	09:53	10:11
Camada sedimentar amostrada (m)			Superficial	0 a -1	-1 a -2	-2 a -3	-3 a -4	-4 a -5	-5 a -6
Identificação do laboratório - Anatech	Nível 1	Nível 2	5460/2018	5460/2018	5460/2018	5460/2018	5460/2018	5460/2018	5460/2018
Granulometria (%)	mm								
Fração de Argila	0,00394 - 0,0002		16,9	24,5	21,5	23,4	20,3	25,6	28,7
Fração de silte	0,062 - 0,00394		49,1	36,5	36,7	32,4	36,2	40,8	41,2
Fração de Areia Muito Fina	0,125 - 0,062		18,2	20,9	21,1	18,4	18,6	19,2	14,3
Fração de Areia Fina	0,25 - 0,125		10,5	15,6	15,2	16,4	15,4	10,8	10,3
Fração de Areia Média	0,5 - 0,25		4,06	2,05	2,90	5,36	6,12	2,30	4,48
Fração de Areia Grossa	1,0 - 0,5		0,920	0,502	2,65	4,01	2,14	1,33	0,953
Fração de areia Muito Grossa	2 a 1		0,520	<0,110	<0,110	<0,110	1,23	<0,110	0,135
Fração de areia Total	2,00 - 0,062		34,2	39,1	41,8	44,2	43,5	33,6	30,2

Tabela 9.1.11.1-5 (continuação): Resultados de granulometria nas amostras de sedimento coletadas em setembro/2017 e março/2018 na área a ser dragada para a implantação do empreendimento.

Parâmetros	Resolução CONAMA 454/12		PS-09							
			PS-09-P7	PS-09-P8	PS-09-P9	PS-09-P10	PS-09-P11	PS-09-P12	PS-09-P13	PS-09-P14
Data de coleta			15/03/2018	15/03/2018	15/03/2018	15/03/2018	15/03/2018	15/03/2018	15/03/2018	15/03/2018
Hora de coleta			09:53	10:11	10:14	10:16	10:47	10:55	11:35	11:37
Camada sedimentar amostrada (m)			-6 a -7	-7 a -8	-8 a -9	-9 a -10	-10 a -11	-11 a -12	-12 a -13	-13 a -14
Identificação do laboratório - Anatech	Nível 1	Nível 2	5460/2018	5460/2018	5460/2018	5460/2018	5460/2018	5460/2018	5460/2018	5460/2018
Granulometria (%)	mm									
Fração de Argila	0,00394 - 0,0002		25,2	33,9	30,1	34,2	33,8	33,9	35,0	32,8
Fração de silte	0,062 - 0,00394		38,4	54,0	45,4	50,2	54,2	48,6	51,2	42,8
Fração de Areia Muito Fina	0,125 - 0,062		19,7	7,00	12,5	10,5	6,39	6,34	6,22	11,7
Fração de Areia Fina	0,25 - 0,125		16,2	3,70	10,1	4,33	3,77	10,5	6,71	9,94
Fração de Areia Média	0,5 - 0,25		0,459	1,44	1,37	0,605	1,35	0,643	0,601	1,95
Fração de Areia Grossa	1,0 - 0,5		<0,110	<0,110	0,428	<0,110	0,422	<0,110	0,294	0,727
Fração de areia Muito Grossa	2 a 1		<0,110	<0,110	<0,110	<0,110	<0,110	<0,110	<0,110	<0,110
Fração de areia Total	2,00 - 0,062		36,4	12,1	24,4	15,4	11,9	17,5	13,8	24,3

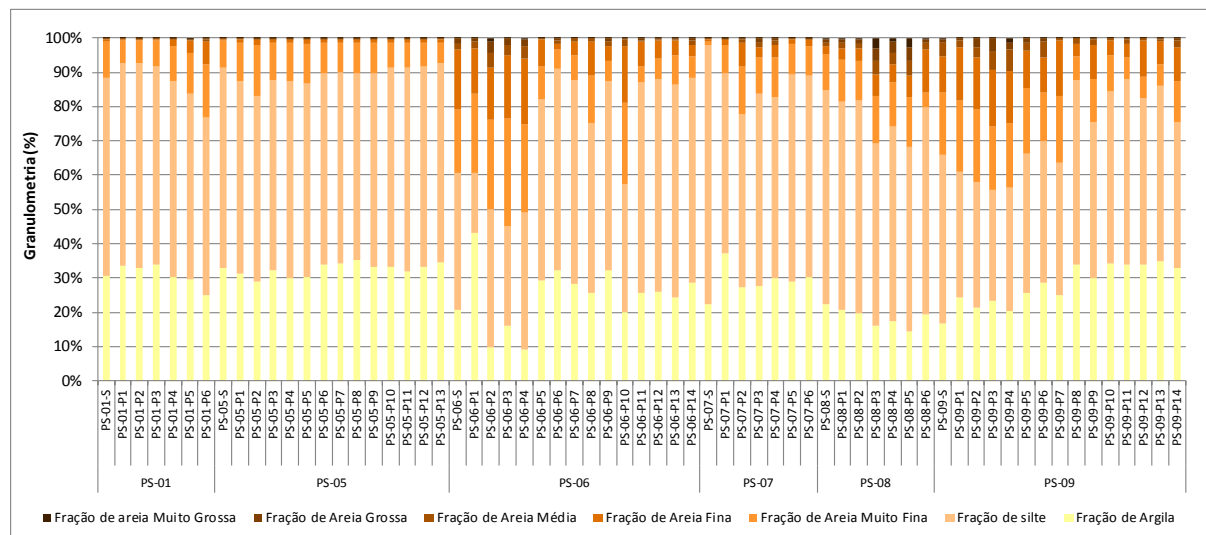


Figura 9.1.11.1-3: Distribuição granulométrica nas amostras de sedimento coletadas em setembro/2017 e março/2018 na área a ser dragada para a implantação do empreendimento.

Metais e Arsênio

Dentre os parâmetros analisados, foram registradas ocorrências acima do limite de quantificação do método analítico para cromo (4,2 a 68,6 mg/kg), cobre (3,8 a 38,3 mg/kg), chumbo (6,9 a 47,5 mg/kg), níquel (5,0 a 26,2 mg/kg) e zinco (25,9 a 196,1 mg/kg) em todas as amostras (100%) e para mercúrio (0,023 a 0,629 mg/kg) em 47 amostras (72,3%). Além desses parâmetros, foi analisado cádmio total e arsênio total, sendo que todas as amostras apresentaram concentrações inferiores ao limite de quantificação do método analítico. No Anexo 9.1.11.1-4, são apresentados os resultados das análises químicas realizadas nas amostras de sedimento.

Foram registradas concentrações superiores aos valores orientadores de nível 1 da Resolução CONAMA 454/12 para mercúrio (18 amostras ou 27,7%), zinco (13 amostras ou 20%), cobre (11 amostras ou 16,9%), níquel (08 amostras ou 12,3%) e chumbo (01 amostra ou 1,5%). As maiores concentrações foram registradas no ponto PS-05, com ocorrências de pelo um dos metais em

teores acima do nível 1 em todas as amostras de sedimento coletadas na camada sedimentar entre 0m e 13m, conforme apresentado na Tabela 9.1.11.1-6. Além deste ponto, foram registradas concentrações acima do valor orientador de nível 1 no PS-01 (PS-01-P2 a PS-01-P6 - camada sedimentar amostrada entre 1 e 6m, ou seja, entre -2,5 e -7,5m DHN) e PS-09 (PS-09-S e PS-09-P1 – camada superficial até 1m, entre -0,2 e -1,2m DHN) para mercúrio, bem como, no PS-07 (PS-07-P2 – camada entre 1 e 2m, entre 4,6 e 5,6 m DHN) e PS-08 (PS-08-P3 – camada entre 2 e 3m, entre 4,2 e 5,2 m DHN) para cobre. Cabe ressaltar que todos os metais, bem como Astotais ocorreram em concentrações inferiores aos valores orientadores de nível 2 estabelecidos pela referida legislação.

As Figuras 9.1.11.1-4 a 9.1.11.1-9 apresentam, respectivamente, as distribuições das concentrações de cromo, cobre, chumbo, mercúrio, níquel e zinco nas amostras de sedimento coletadas em setembro/2017 e março/2018 na área a ser dragada para a implantação do empreendimento.

Tabela 9.1.11.1-6: Resultados das concentrações de metais e As totais nas amostras de sedimento coletadas em setembro/2017 e março/2018 na área a ser dragada para a implantação do empreendimento.

Parâmetros	Resolução CONAMA 454/12		PS-01						
			PS-01-S	PS-01-P1	PS-01-P2	PS-01-P3	PS-01-P4	PS-01-P5	PS-01-P6
Data de coleta			20/09/2017	20/09/2017	20/09/2017	20/09/2017	20/09/2017	20/09/2017	20/09/2017
Hora de coleta			11:15	14:36	14:51	15:22	15:42	16:01	16:21
Camada sedimentar amostrada (m)			Superficial	0 a -1	-1 a -2	-2 a -3	-3 a -4	-4 a -5	-5 a -6
Identificação do laboratório - Anatech	Nível 1	Nível 2	23582/2017	23582/2017	23582/2017	23582/2017	23582/2017	23582/2017	23582/2017
Identificação do laboratório - TECAM			1718928	NA	NA	NA	NA	NA	NA
Metais e As, em mg/kg									
Arsênio total	19	70	< 4,62	< 4,31	< 4,13	< 4,02	< 3,96	< 3,86	< 3,42
Cádmio total	1,2	7,2	< 1,03	< 0,958	< 0,918	< 0,894	< 0,880	< 0,857	< 0,759
Cromo total	81	370	28,2	32,2	44,2	40,4	43,1	40,3	46,5
Cobre total	34	270	13,90	16,40	24,30	22,60	24,10	21,30	22,40
Chumbo total	46,7	218	17,3	21,6	31,4	28,1	30,0	27,8	30,9
Mercúrio total	0,30	1,00	0,172	0,256	0,391	0,324	0,322	0,337	0,426
Níquel total	20,9	51,6	10,60	12,00	16,20	14,90	16,10	15,00	17,60
Zinco total	150	410	93,60	97,60	127,60	121,50	132,00	120,10	125,70
Parâmetros	Resolução CONAMA 454/12		PS-05						
			PS-05-S	PS-05-P1	PS-05-P2	PS-05-P3	PS-05-P4	PS-05-P5	PS-05-P6
Data de coleta			21/09/2017	21/09/2017	21/09/2017	21/09/2017	21/09/2017	21/09/2017	21/09/2017
Hora de coleta			10:08	10:19	10:40	10:58	11:14	11:32	12:00
Camada sedimentar amostrada (m)			Superficial	0 a -1	-1 a -2	-2 a -3	-3 a -4	-4 a -5	-5 a -6
Identificação do laboratório - Anatech	Nível 1	Nível 2	23727/2017	23727/2017	23727/2017	23727/2017	23727/2017	23727/2017	23727/2017
Identificação do laboratório - TECAM			1719001	NA	NA	NA	NA	NA	NA
Metais e As, em mg/kg									
Arsênio total	19	70	< 5,30	< 4,05	< 3,78	< 3,98	< 4,00	< 3,96	< 3,82
Cádmio total	1,2	7,2	< 1,18	< 0,901	< 0,840	< 0,884	< 0,889	< 0,880	< 0,848
Cromo total	81	370	42,2	46,1	47,2	51,0	53,1	52,0	55,2
Cobre total	34	270	23,50	26,90	28,70	31,60	35,90	32,30	35,80
Chumbo total	46,7	218	25,3	27,2	29,9	33,1	34,4	35,5	36,8
Mercúrio total	0,30	1,00	0,244	0,289	0,300	0,337	0,472	0,430	0,417
Níquel total	20,9	51,6	16,60	17,60	18,00	19,50	20,10	19,80	21,20
Zinco total	150	410	122,00	168,60	161,90	175,20	189,10	170,80	193,20
Parâmetros	Resolução CONAMA 454/12		PS-05						
			PS-05-P7	PS-05-P8	PS-05-P9	PS-05-P10	PS-05-P11	PS-05-P12	PS-05-P13
Data de coleta			21/09/2017	21/09/2017	21/09/2017	21/09/2017	21/09/2017	21/09/2017	21/09/2017
Hora de coleta			14:17	14:35	14:56	15:21	15:46	16:12	16:36
Camada sedimentar amostrada (m)			-6 a -7	-7 a -8	-8 a -9	-9 a -10	-10 a -11	-11 a -12	-12 a -13
Identificação do laboratório - Anatech	Nível 1	Nível 2	23727/2017	23727/2017	23727/2017	23727/2017	23727/2017	23727/2017	23727/2017
Identificação do laboratório - TECAM			NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
Metais e As, em mg/kg									
Arsênio total	19	70	< 3,99	< 3,92	< 3,89	< 3,93	< 3,76	< 3,66	< 3,81
Cádmio total	1,2	7,2	< 0,887	< 0,870	< 0,864	< 0,873	< 0,835	< 0,813	< 0,846
Cromo total	81	370	58,0	55,9	58,3	57,1	57,8	68,6	60,7
Cobre total	34	270	36,60	34,90	35,70	36,60	35,30	38,30	35,20
Chumbo total	46,7	218	38,8	38,6	39,7	39,4	40,8	47,5	43,3
Mercúrio total	0,30	1,00	0,431	0,426	0,503	0,474	0,479	0,629	0,492
Níquel total	20,9	51,6	22,20	21,70	22,40	22,10	22,50	26,20	23,60
Zinco total	150	410	196,10	184,90	189,00	187,70	176,20	184,00	190,50
Parâmetros	Resolução CONAMA 454/12		PS-06						
			PS-06-S	PS-06-P1	PS-06-P2	PS-06-P3	PS-06-P4	PS-06-P5	PS-06-P6
Data de coleta			14/03/2018	14/03/2018	14/03/2018	14/03/2018	14/03/2018	14/03/2018	14/03/2018
Hora de coleta			13:45	09:00	09:10	09:12	09:27	09:33	09:50
Camada sedimentar amostrada (m)			Superficial	0 a -1	-1 a -2	-2 a -3	-3 a -4	-4 a -5	-5 a -6
Identificação do laboratório - Anatech	Nível 1	Nível 2	5440/2018	5440/2018	5440/2018	5440/2018	5440/2018	5440/2018	5440/2018
Identificação do laboratório - TECAM			1806100	NA	NA	NA	NA	NA	NA
Metais e As, em mg/kg									
Arsênio total	19	70	< 2,05	< 1,73	< 1,38	< 1,58	< 1,59	< 1,68	< 1,80
Cádmio total	1,2	7,2	< 0,457	< 0,385	< 0,307	< 0,350	< 0,352	< 0,373	< 0,401
Cromo total	81	370	24,5	20,7	4,24	25,2	24,4	20,4	26,5
Cobre total	34	270	21,8	23,0	3,75	20,3	19,1	20,2	22,9
Chumbo total	46,7	218	13,0	11,1	9,01	8,92	10,1	9,69	13,3
Mercúrio total	0,30	1,00	0,208	0,267	0,172	0,023	0,057	< 0,011	< 0,012
Níquel total	20,9	51,6	9,28	7,46	6,18	9,46	9,32	6,82	8,81
Zinco total	150	410	91,9	51,2	32,2	47,4	52,7	34,0	45,2

Tabela 9.1.11.1-6 (continuação): Resultados das concentrações de metais e As totais nas amostras de sedimento coletadas em setembro/2017 e março/2018 na área a ser dragada para a implantação do empreendimento.

Parâmetros	Resolução CONAMA 454/12		PS-06							
			PS-06-P7	PS-06-P8	PS-06-P9	PS-06-P10	PS-06-P11	PS-06-P12	PS-06-P13	PS-06-P14
Data de coleta			14/03/2018	14/03/2018	14/03/2018	14/03/2018	14/03/2018	14/03/2018	14/03/2018	14/03/2018
Hora de coleta			09:58	10:23	10:27	11:02	12:40	12:52	13:10	13:16
Camada sedimentar amostrada (m)			-6 a -7	-7 a -8	-8 a -9	-9 a -10	-10 a -11	-11 a -12	-12 a -13	-13 a -14
Identificação do laboratório - Anatech	Nível 1	Nível 2	5440/2018	5440/2018	5440/2018	5440/2018	5440/2018	5440/2018	5440/2018	5440/2018
Identificação do laboratório - TECAM			NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
Metais e As, em mg/kg										
Arsênio total	19	70	< 1,72	< 1,68	< 1,71	< 1,31	< 1,45	< 1,39	< 1,44	< 1,41
Cádmio total	1,2	7,2	< 0,381	< 0,373	< 0,381	< 0,290	< 0,323	< 0,309	< 0,321	< 0,313
Cromo total	81	370	22,8	24,3	24,5	15,3	18,0	16,1	19,3	15,9
Cobre total	34	270	19,7	21,7	13,5	11,6	10,2	16,3	15,5	14,1
Chumbo total	46,7	218	10,8	11,8	11,8	7,26	9,03	7,96	9,91	9,22
Mercúrio total	0,30	1,00	< 0,011	< 0,011	< 0,011	< 0,009	< 0,010	< 0,009	< 0,010	< 0,009
Níquel total	20,9	51,6	7,49	8,05	8,11	5,04	6,12	5,48	6,64	5,81
Zinco total	150	410	37,0	41,7	38,1	26,2	37,7	29,5	35,0	30,2

Parâmetros	Resolução CONAMA 454/12		PS-07						
			PS-07-S	PS-07-P1	PS-07-P2	PS-07-P3	PS-07-P4	PS-07-P5	PS-07-P6
Data de coleta			12/03/2018	12/03/2018	12/03/2018	12/03/2018	12/03/2018	12/03/2018	12/03/2018
Hora de coleta			13:39	12:14	12:20	12:38	12:45	13:09	13:15
Camada sedimentar amostrada (m)			Superficial	0 a -1	-1 a -2	-2 a -3	-3 a -4	-4 a -5	-5 a -6
Identificação do laboratório - Anatech	Nível 1	Nível 2	5139/2018	5139/2018	5139/2018	5139/2018	5139/2018	5139/2018	5139/2018
Identificação do laboratório - TECAM			185709	NA	NA	NA	NA	NA	NA
Metais e As, em mg/kg									
Arsênio total	19	70	< 2,57	< 2,02	< 1,86	< 1,81	< 1,78	< 1,80	< 1,74
Cádmio total	1,2	7,2	< 0,571	< 0,449	< 0,414	< 0,403	< 0,396	< 0,401	< 0,386
Cromo total	81	370	24,7	27,0	30,1	28,1	29,1	29,9	29,9
Cobre total	34	270	28,6	25,8	35,3	27,9	28,8	29,4	30,8
Chumbo total	46,7	218	12,7	16,7	23,8	17,2	20,0	21,6	21,1
Mercúrio total	0,30	1,00	0,067	0,131	0,136	0,141	0,167	0,165	0,167
Níquel total	20,9	51,6	8,38	9,23	10,4	9,78	10,8	10,7	10,7
Zinco total	150	410	57,4	67,3	91,2	82,9	86,1	92,2	84,8

Parâmetros	Resolução CONAMA 454/12		PS-08						
			PS-08-S	PS-08-P1	PS-08-P2	PS-08-P3	PS-08-P4	PS-08-P5	PS-08-P6
Data de coleta			12/03/2018	14/03/2018	14/03/2018	14/03/2018	14/03/2018	14/03/2018	14/03/2018
Hora de coleta			13:15	15:00	14:10	14:15	14:23	14:41	14:50
Camada sedimentar amostrada (m)			Superficial	0 a -1	-1 a -2	-2 a -3	-3 a -4	-4 a -5	-5 a -6
Identificação do laboratório - Anatech	Nível 1	Nível 2	5441/2018	5441/2018	5441/2018	5441/2018	5441/2018	5441/2018	5441/2018
Identificação do laboratório - TECAM			1806102	NA	NA	NA	NA	NA	NA
Metais e As, em mg/kg									
Arsênio total	19	70	< 2,70	< 2,01	< 1,91	< 1,82	< 1,90	< 1,79	< 1,82
Cádmio total	1,2	7,2	< 0,600	< 0,447	< 0,425	< 0,404	< 0,423	< 0,399	< 0,404
Cromo total	81	370	22,3	26,3	29,7	37,9	32,8	34,8	27,6
Cobre total	34	270	30,5	25,1	29,6	35,7	26,1	28,0	22,6
Chumbo total	46,7	218	14,4	17,3	22,3	28,6	26,7	27,8	23,3
Mercúrio total	0,30	1,00	0,122	0,157	0,255	0,199	0,146	0,274	0,212
Níquel total	20,9	51,6	7,85	9,55	11,0	14,2	12,7	13,1	10,3
Zinco total	150	410	72,4	82,3	95,4	105,3	107,1	102,3	74,9

Parâmetros	Resolução CONAMA 454/12		PS-09						
			PS-09-S	PS-09-P1	PS-09-P2	PS-09-P3	PS-09-P4	PS-09-P5	PS-09-P6
Data de coleta			14/03/2018	14/03/2018	15/03/2018	15/03/2018	15/03/2018	15/03/2018	15/03/2018
Hora de coleta			14:56	14:56	14:21	09:46	09:50	09:53	10:11
Camada sedimentar amostrada (m)			Superficial	0 a -1	-1 a -2	-2 a -3	-3 a -4	-4 a -5	-5 a -6
Identificação do laboratório - Anatech	Nível 1	Nível 2	5460/2018	5460/2018	5460/2018	5460/2018	5460/2018	5460/2018	5460/2018
Identificação do laboratório - TECAM			1806280	NA	NA	NA	NA	NA	NA
Metais e As, em mg/kg									
Arsênio total	19	70	< 1,71	< 1,62	< 1,57	< 1,68	< 1,57	< 1,63	< 1,64
Cádmio total	1,2	7,2	< 0,381	< 0,361	< 0,348	< 0,374	< 0,349	< 0,362	< 0,365
Cromo total	81	370	21,1	16,1	21,9	23,2	21,7	21,0	18,9
Cobre total	34	270	19,6	14,8	24,2	17,1	20,8	15,3	17,9
Chumbo total	46,7	218	10,6	7,63	9,85	6,85	8,88	7,12	7,62
Mercúrio total	0,30	1,00	0,443	0,355	0,115	0,029	0,192	0,023	0,034
Níquel total	20,9	51,6	8,10	6,23	8,20	8,69	8,27	7,60	6,51
Zinco total	150	410	76,1	39,7	48,0	38,4	43,9	33,6	29,1

Tabela 9.1.11.1-6 (continuação): Resultados das concentrações de metais e As totais nas amostras de sedimento coletadas em setembro/2017 e março/2018 na área a ser dragada para a implantação do empreendimento.

Parâmetros	Resolução CONAMA 454/12		PS-09							
			PS-09-P7	PS-09-P8	PS-09-P9	PS-09-P10	PS-09-P11	PS-09-P12	PS-09-P13	PS-09-P14
Data de coleta			15/03/2018	15/03/2018	15/03/2018	15/03/2018	15/03/2018	15/03/2018	15/03/2018	15/03/2018
Hora de coleta			09:53	10:11	10:14	10:16	10:47	10:55	11:35	11:37
Camada sedimentar amostrada (m)			-6 a -7	-7 a -8	-8 a -9	-9 a -10	-10 a -11	-11 a -12	-12 a -13	-13 a -14
Identificação do laboratório - Anatech	Nível 1	Nível 2	5460/2018	5460/2018	5460/2018	5460/2018	5460/2018	5460/2018	5460/2018	5460/2018
Identificação do laboratório - TECAM			NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
Metais e As, em mg/kg										
Arsênio total	19	70	< 1,72	< 1,55	< 1,62	< 1,54	< 1,59	< 1,59	< 1,58	< 1,54
Cádmio total	1,2	7,2	< 0,383	< 0,345	< 0,361	< 0,342	< 0,354	< 0,353	< 0,352	< 0,343
Cromo total	81	370	19,8	19,7	21,3	19,2	16,3	19,1	20,6	16,8
Cobre total	34	270	12,0	15,7	13,5	15,0	11,2	18,4	13,3	15,8
Chumbo total	46,7	218	7,47	8,46	8,43	8,22	7,12	8,30	8,82	7,98
Mercúrio total	0,30	1,00	< 0,011	< 0,010	< 0,011	< 0,010	< 0,011	< 0,011	< 0,011	< 0,010
Níquel total	20,9	51,6	6,53	6,51	7,14	6,39	5,59	7,02	6,66	5,85
Zinco total	150	410	29,4	28,6	30,9	28,1	25,9	31,6	32,1	26,3

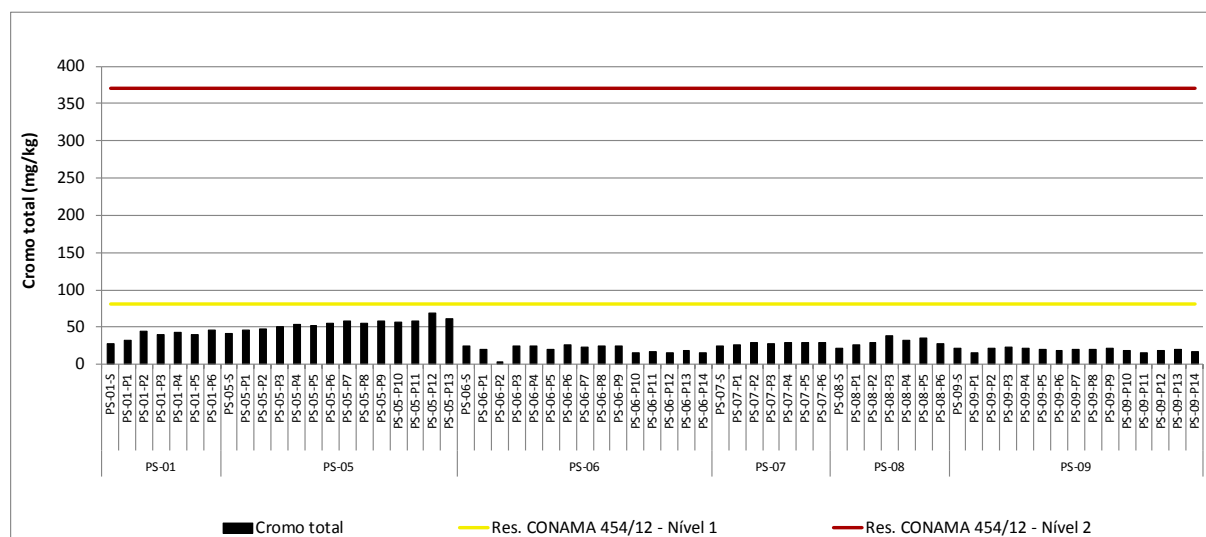


Figura 9.1.11.1-4: Distribuição das concentrações de cromo total nas amostras de sedimento coletadas em setembro/2017 e março/2018 na área a ser dragada para a implantação do empreendimento.

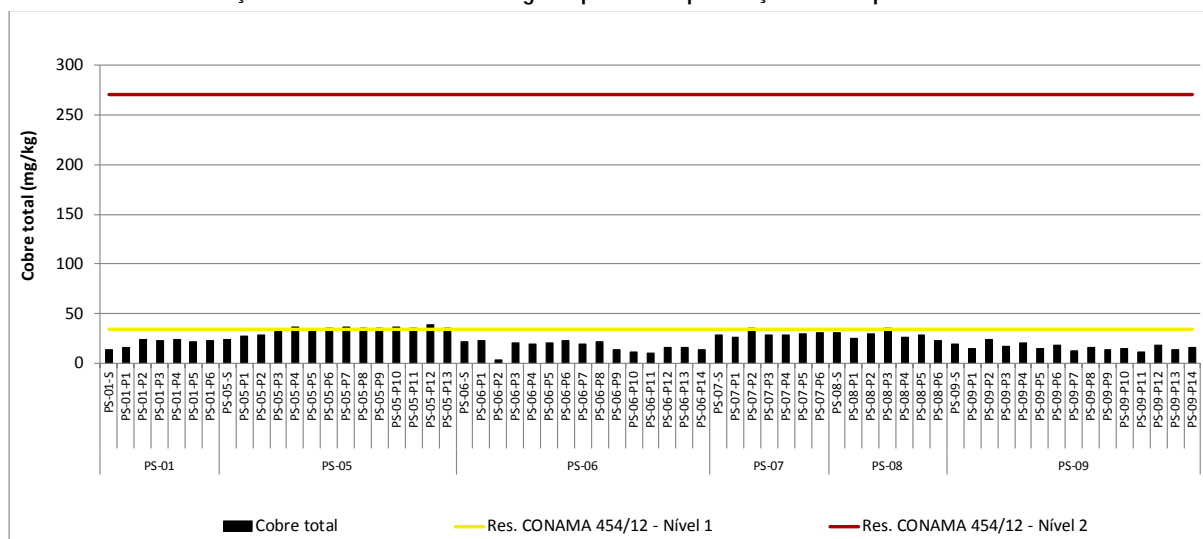


Figura 9.1.11.1-5: Distribuição das concentrações de cobre total nas amostras de sedimento coletadas em setembro/2017 e março/2018 na área a ser dragada para a implantação do empreendimento.

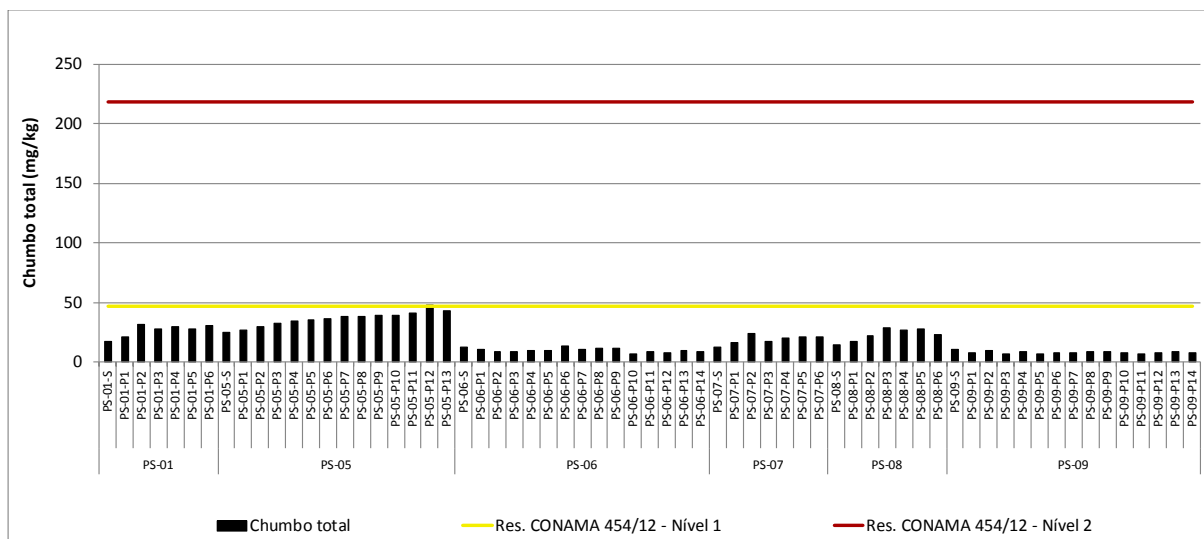


Figura 9.1.11.1-6: Distribuição das concentrações de chumbo total nas amostras de sedimento coletadas em setembro/2017 e março/2018 na área a ser dragada para a implantação do empreendimento.

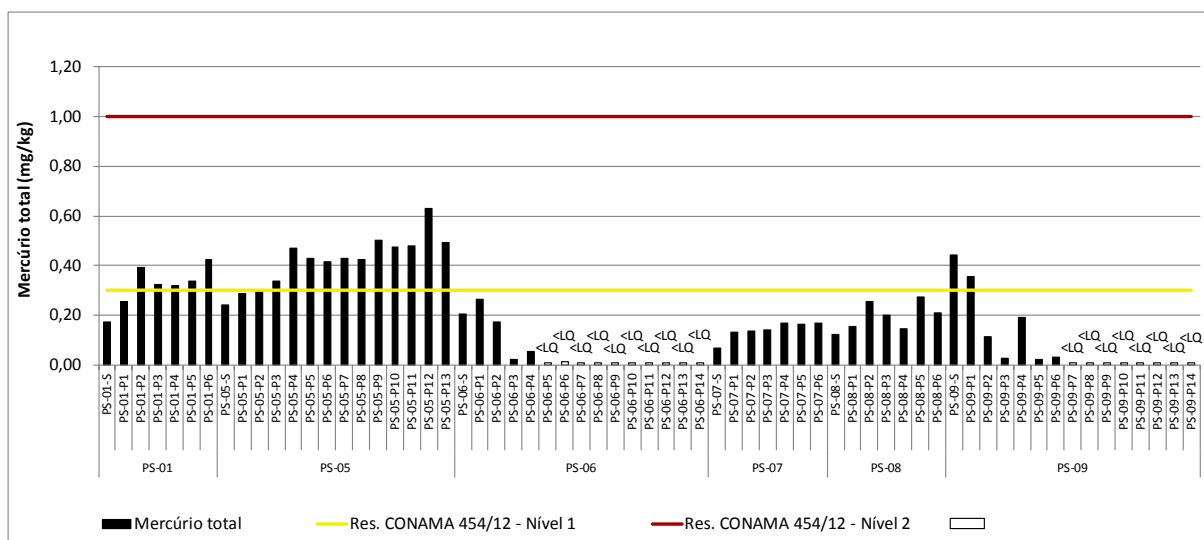


Figura 9.1.11.1-7: Distribuição das concentrações de mercúrio total nas amostras de sedimento coletadas em setembro/2017 e março/2018 na área a ser dragada para a implantação do empreendimento.

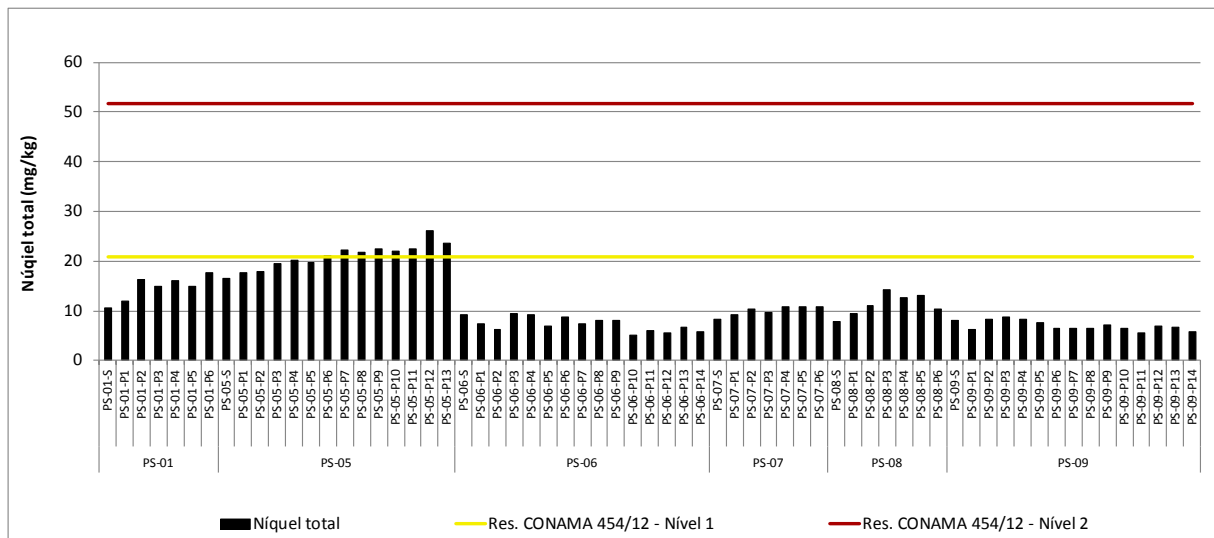


Figura 9.1.11.1-8: Distribuição das concentrações de níquel total nas amostras de sedimento coletadas em setembro/2017 e março/2018 na área a ser dragada para a implantação do empreendimento.

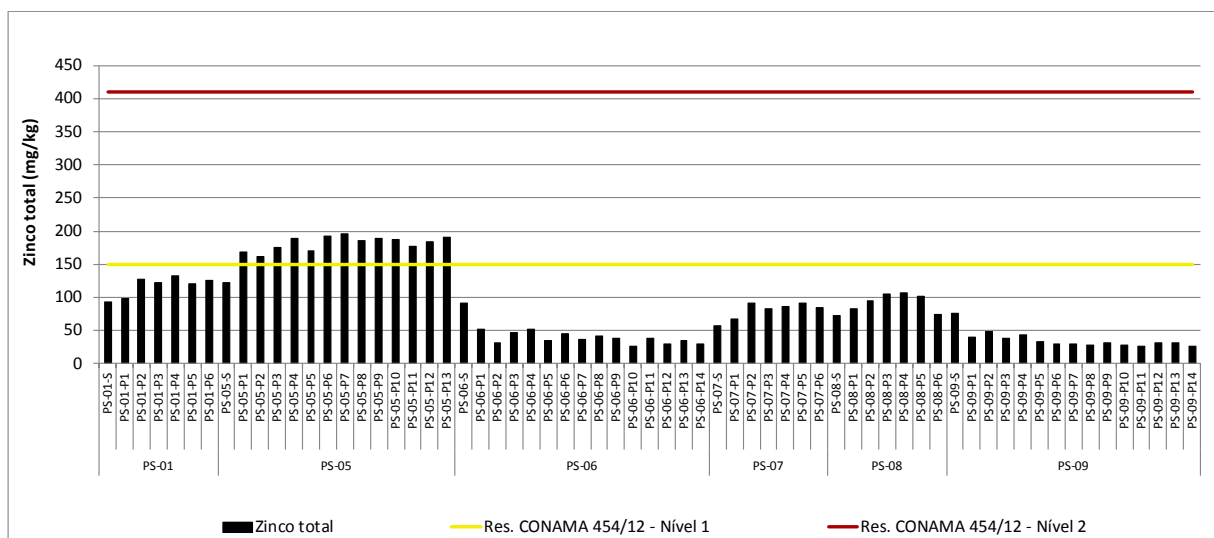


Figura 9.1.11.1-9: Distribuição das concentrações de zinco total nas amostras de sedimento coletadas em setembro/2017 e março/2018 na área a ser dragada para a implantação do empreendimento.

Hidrocarbonetos policíclicos aromáticos (HPA)

A Tabela 9.1.11.1-7 apresenta as concentrações de hidrocarbonetos policíclicos aromáticos (HPA) nas amostras de sedimento coletadas em setembro/2017 e março/2018 na área a ser dragada para a implantação do empreendimento, em comparação aos valores orientadores da Resolução CONAMA 454/12. No Anexo 9.1.11.1-4, são apresentados os resultados das análises químicas realizadas nas amostras de sedimento.

Dentre os HPA do grupo A, foi registrada a ocorrência de benzo(a)antraceno (8,97 a 196,4 µg/kg), criseno (8,49 a 227,7 µg/kg) e benzo(a)pireno (11,66 a 154,1 µg/kg) na maioria das amostras de sedimento (acima de 64% das amostras) e de dibenzo(a,h)antraceno (6,25 a 46,05 µg/kg) em

algumas amostras (26,1% das amostras). No entanto, todas as concentrações foram inferiores aos valores orientadores de nível 1 da Resolução CONAMA 454/12, com exceção para a amostra PS-06-S cujo valor de dibenzo(a,h)antraceno (46,1 µg/kg) foi ligeiramente acima do valor orientador de nível 1 (43 µg/kg).

Dentre os HPA do grupo B, foi registrada a ocorrência de fluoranteno (6,76 a 475,1 µg/kg) e pireno (7,45 a 557,7 µg/kg) na maioria das amostras de sedimento (acima de 67% das amostras), de naftaleno (101,6 a 320,7 µg/kg), acenaftileno (7,91 a 81,82 µg/kg), fenantreno (8,05 a 22,97 µg/kg), antraceno (7,23 a 59,37 µg/kg) e 2-metilnaftaleno (12,89 a 28,76 µg/kg) em algumas amostras (inferior a 33% das amostras). No entanto, todas as concentrações foram inferiores aos valores orientadores de nível 1 da Resolução CONAMA 454/12, com exceção de naftaleno na amostra PS-05-P4 (320,7 µg/kg) e acenaftileno nas amostras PS-06-S (81,8 µg/kg) e PS-09-S (58,2 µg/kg), que apresentaram, pontualmente, concentrações superiores ao valor orientador de nível 1. Além desses parâmetros, foram analisados acenafteno e fluoreno, os quais ocorreram em concentrações inferiores ao limite de quantificação do método analítico em todas as amostras.

Tabela 9.1.11.1-7: Resultados das concentrações de hidrocarbonetos policíclicos aromáticos (HPA) nas amostras de sedimento coletadas em setembro/2017 e março/2018 na área a ser dragada para a implantação do empreendimento.

Parâmetros	Resolução CONAMA 454/12		PS-01							
			PS-01-S	PS-01-P1	PS-01-P2	PS-01-P3	PS-01-P4	PS-01-P5	PS-01-P6	
			20/09/2017	20/09/2017	20/09/2017	20/09/2017	20/09/2017	20/09/2017	20/09/2017	
Data de coleta			11:15	14:36	14:51	15:22	15:42	16:01	16:21	
Hora de coleta			Superficial	0 a -1	-1 a -2	-2 a -3	-3 a -4	-4 a -5	-5 a -6	
Camada sedimentar amostrada (m)			23582/2017	23582/2017	23582/2017	23582/2017	23582/2017	23582/2017	23582/2017	
Identificação do laboratório - Anatech	Nível 1	Nível 2	1718928	NA	NA	NA	NA	NA	NA	
Identificação do laboratório - TECAM										
Hidrocarbonetos policíclicos aromáticos (HPA) em µg/kg										
Grupo A										
Benzo(a)antraceno	280	690	14,91	18,21	25,41	20,30	17,07	34,67	30,98	
Criseno	300	850	12,59	18,69	20,75	18,20	14,92	30,30	28,12	
Benzo(a)pireno	230	760	15,80	26,83	36,93	28,08	22,85	49,46	38,82	
Dibenzo(a,h)antraceno	43	140	< 3,08	< 2,87	9,22	< 2,68	< 2,64	11,8	11,7	
Grupo B										
Naftaleno	160	2100	< 9,23	< 8,62	< 8,26	< 8,04	< 7,92	< 7,71	< 6,83	
Acenaftileno	44	640	< 3,08	< 2,87	< 2,75	< 2,68	< 2,64	< 2,57	< 2,28	
Acenafteno	16	500	< 3,08	< 2,87	< 2,75	< 2,68	< 2,64	< 2,57	< 2,28	
Fluoreno	19	540	< 9,23	< 8,62	< 8,26	< 8,04	< 7,92	< 7,71	< 6,83	
Fenantreno	240	1500	15,08	< 8,62	16,08	11,56	12,05	19,98	22,97	
Antraceno	85,3	1100	< 9,23	9,52	14,63	11,35	< 7,92	17,25	20,11	
Fluoranteno	600	5100	44,93	34,51	44,55	37,77	39,30	63,64	58,47	
Pireno	665	2600	41,18	38,07	53,16	41,10	43,70	76,22	78,25	
2-metilnaftaleno	70	670	< 9,23	< 8,62	< 8,26	< 8,04	< 7,92	< 7,71	< 6,83	
Outros HPA										
Benzo(b)fluoranteno	-	-	44,70	58,84	85,92	61,42	36,18	105,70	103,40	
Benzo(k)fluoranteno	-	-	18,08	22,72	38,71	30,96	< 7,92	46,78	42,39	
Benzo(ghi)perileno	-	-	21,22	29,73	47,50	32,45	29,36	50,54	52,78	
Indeno(1,2,3 cd)pireno	-	-	13,15	18,04	30,19	21,29	18,73	35,57	33,73	
HPA (somatória)	4000	-	241,64	275,16	423,05	314,48	234,16	541,94	521,75	
Parâmetros	Resolução CONAMA 454/12		PS-05							
			PS-05-S	PS-05-P1	PS-05-P2	PS-05-P3	PS-05-P4	PS-05-P5	PS-05-P6	
			21/09/2017	21/09/2017	21/09/2017	21/09/2017	21/09/2017	21/09/2017	21/09/2017	
Data de coleta			10:08	10:19	10:40	10:58	11:14	11:32	12:00	
Hora de coleta			Superficial	0 a -1	-1 a -2	-2 a -3	-3 a -4	-4 a -5	-5 a -6	
Camada sedimentar amostrada (m)			23727/2017	23727/2017	23727/2017	23727/2017	23727/2017	23727/2017	23727/2017	
Identificação do laboratório - Anatech	Nível 1	Nível 2	1719001	NA	NA	NA	NA	NA	NA	
Identificação do laboratório - TECAM										
Hidrocarbonetos policíclicos aromáticos (HPA) em µg/kg										
Grupo A										
Benzo(a)antraceno	280	690	< 10,60	12,68	15,34	19,73	24,08	21,52	15,02	
Criseno	300	850	< 10,60	13,03	13,05	16,66	18,09	18,64	14,37	
Benzo(a)pireno	230	760	< 10,60	26,61	27,68	30,96	34,77	43,57	26,40	
Dibenzo(a,h)antraceno	43	140	< 3,53	< 2,70	< 2,52	< 2,65	< 2,67	< 2,64	< 2,54	
Grupo B										
Naftaleno	160	2100	< 10,60	101,60	< 7,56	120,60	320,7	< 7,92	< 7,63	
Acenaftileno	44	640	< 3,53	9,26	< 2,52	11,69	12,13	< 2,64	< 2,54	
Acenafteno	16	500	< 3,53	< 2,70	< 2,52	< 2,65	< 2,67	< 2,64	< 2,54	
Fluoreno	19	540	< 10,60	< 8,11	< 7,56	< 7,96	< 8,00	< 7,92	< 7,63	
Fenantreno	240	1500	< 10,60	< 8,11	< 7,56	8,20	< 8,00	< 7,92	9,04	
Antraceno	85,3	1100	< 10,60	< 8,11	< 7,56	< 7,96	< 8,00	9,69	< 7,63	
Fluoranteno	600	5100	11,30	30,50	35,79	41,36	60,86	50,44	38,53	
Pireno	665	2600	12,41	35,40	41,08	45,62	63,68	60,54	44,38	
2-metilnaftaleno	70	670	< 10,60	12,89	< 7,56	14,52	28,76	< 7,92	< 7,63	
Outros HPA										
Benzo(b)fluoranteno	-	-	21,76	63,82	69,38	80,5	86,9	98,04	66,89	
Benzo(k)fluoranteno	-	-	10,64	25,99	32,33	36,63	37,81	46,19	31,1	
Benzo(ghi)perileno	-	-	< 10,60	22,82	25,8	30,03	33,14	32,8	27,89	
Indeno(1,2,3 cd)pireno	-	-	< 10,60	13,1	16,65	17,72	21,03	21,34	16,15	
HPA (somatória)	4000	-	56,11	367,70	277,10	474,22	741,95	402,77	289,77	

Tabela 9.1.11.1-7 (continuação): Resultados das concentrações de hidrocarbonetos policíclicos aromáticos (HPA) nas amostras de sedimento coletadas em setembro/2017 e março/2018 na área a ser dragada para a implantação do empreendimento.

Parâmetros	Resolução CONAMA 454/12		PS-05						
			PS-05-P7	PS-05-P8	PS-05-P9	PS-05-P10	PS-05-P11	PS-05-P12	PS-05-P13
Data de coleta			21/09/2017	21/09/2017	21/09/2017	21/09/2017	21/09/2017	21/09/2017	21/09/2017
Hora de coleta			14:17	14:35	14:56	15:21	15:46	16:12	16:36
Camada sedimentar amostrada (m)			-6 a -7	-7 a -8	-8 a -9	-9 a -10	-10 a -11	-11 a -12	-12 a -13
Identificação do laboratório - Anatech	Nível 1	Nível 2	23727/2017	23727/2017	23727/2017	23727/2017	23727/2017	23727/2017	23727/2017
Identificação do laboratório - TECAM			NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
Hidrocarbonetos policíclicos aromáticos (HPA) em µg/kg									
Grupo A									
Benzo(a)antraceno	280	690	15,64	11,07	15,66	16,37	18,69	11,94	17,03
Criseno	300	850	17,08	12,39	15,01	17,35	19,57	15,65	18,12
Benzo(a)pireno	230	760	31,13	19,66	28,93	35,07	38,60	25,77	33,94
Dibenzo(a,h)antraceno	43	140	< 2,66	< 2,61	< 2,59	9,27	10,92	13,09	8,06
Grupo B									
Naftaleno	160	2100	< 7,98	< 7,83	< 7,77	< 7,85	< 7,52	< 7,32	< 7,61
Acenafileno	44	640	< 2,66	< 2,61	< 2,59	< 2,62	< 2,51	< 2,44	< 2,54
Acenafteno	16	500	< 2,66	< 2,61	< 2,59	< 2,62	< 2,51	< 2,44	< 2,54
Fluoreno	19	540	< 7,98	< 7,83	< 7,77	< 7,85	< 7,52	< 7,32	< 7,61
Fenantreno	240	1500	< 7,98	< 7,83	8,05	9,74	11,17	8,18	10,29
Antraceno	85,3	1100	< 7,98	< 7,83	7,99	8,71	11,02	< 7,32	9,00
Fluoranteno	600	5100	35,17	26,48	46,38	47,31	59,94	40,15	57,72
Pireno	665	2600	42,62	30,10	54,46	58,64	75,78	51,38	69,05
2-metilnaftaleno	70	670	< 7,98	< 7,83	< 7,77	< 7,85	< 7,52	< 7,32	< 7,61
Outros HPA									
Benzo(b)fluoranteno	-	-	71,9	51,13	77,9	87,76	95,09	61,45	72,38
Benzo(k)fluoranteno	-	-	33,88	15,03	32,13	35,89	38,82	28,3	30,91
Benzo(ghi)perileno	-	-	30,1	19,9	27,78	35,21	41,92	29,15	29,52
Indeno(1,2,3 cd)pireno	-	-	18,22	12,41	17,61	21,61	24,15	19,7	19,87
HPA (somatória)	4000	-	295,74	198,17	331,90	382,93	445,67	304,76	375,89

Parâmetros	Resolução CONAMA 454/12		PS-06						
			PS-06-S	PS-06-P1	PS-06-P2	PS-06-P3	PS-06-P4	PS-06-P5	PS-06-P6
Data de coleta			14/03/2018	14/03/2018	14/03/2018	14/03/2018	14/03/2018	14/03/2018	14/03/2018
Hora de coleta			13:45	09:00	09:10	09:12	09:27	09:33	09:50
Camada sedimentar amostrada (m)			Superficial	0 a -1	-1 a -2	-2 a -3	-3 a -4	-4 a -5	-5 a -6
Identificação do laboratório - Anatech	Nível 1	Nível 2	5440/2018	5440/2018	5440/2018	5440/2018	5440/2018	5440/2018	5440/2018
Identificação do laboratório - TECAM			1806100	NA	NA	NA	NA	NA	NA
Hidrocarbonetos policíclicos aromáticos (HPA) em µg/kg									
Grupo A									
Benzo(a)antraceno	280	690	196,4	27,7	25,5	17,9	17,7	< 6,71	< 7,21
Criseno	300	850	227,7	23,5	19,6	13,0	13,0	< 6,71	< 7,21
Benzo(a)pireno	230	760	154,1	25,2	22,4	13,8	14,4	< 6,71	< 7,21
Dibenzo(a,h)antraceno	43	140	46,1	< 2,31	6,25	< 2,10	< 2,11	< 2,24	< 2,40
Grupo B									
Naftaleno	160	2100	< 8,22	< 6,93	< 5,52	< 6,30	< 6,34	< 6,71	< 7,21
Acenafileno	44	640	81,8	14,2	9,91	< 2,10	7,91	< 2,24	< 2,40
Acenafteno	16	500	< 2,74	< 2,31	< 5,52	< 6,30	< 6,34	< 2,24	< 2,40
Fluoreno	19	540	< 8,22	< 6,93	< 5,52	< 6,30	< 6,34	< 6,71	< 7,21
Fenantreno	240	1500	14,3	< 6,93	< 5,52	< 6,30	< 6,34	< 6,71	< 7,21
Antraceno	85,3	1100	41,3	< 6,93	< 5,52	< 6,30	< 6,34	< 6,71	< 7,21
Fluoranteno	600	5100	343,2	73,0	38,2	46,2	35,7	< 6,71	< 7,21
Pireno	665	2600	491,3	88,9	48,9	45,8	40,1	< 6,71	< 7,21
2-metilnaftaleno	70	670	< 8,22	< 6,93	< 5,52	< 6,30	< 6,34	< 6,71	< 7,21
Outros HPA									
Benzo(b)fluoranteno	-	-	314,2	44,5	41,2	26,3	31,7	< 6,71	< 7,21
Benzo(k)fluoranteno	-	-	131,2	31,4	25,4	17,1	20,1	< 6,71	< 7,21
Benzo(ghi)perileno	-	-	164,4	22,2	21,5	14,4	15,5	< 6,71	< 7,21
Indeno(1,2,3 cd)pireno	-	-	142,8	19,0	19,0	12,4	13,1	< 6,71	< 7,21
HPA (somatória)	4000	-	2348,7	369,5	277,8	206,8	189,06	< 6,71	< 7,21

Tabela 9.1.11.1-7 (continuação): Resultados das concentrações de hidrocarbonetos policíclicos aromáticos (HPA) nas amostras de sedimento coletadas em setembro/2017 e março/2018 na área a ser dragada para a implantação do empreendimento.

Parâmetros	Resolução CONAMA 454/12		PS-06							
			PS-06-P7	PS-06-P8	PS-06-P9	PS-06-P10	PS-06-P11	PS-06-P12	PS-06-P13	PS-06-P14
			14/03/2018	14/03/2018	14/03/2018	14/03/2018	14/03/2018	14/03/2018	14/03/2018	14/03/2018
Data de coleta			09:58	10:23	10:27	11:02	12:40	12:52	13:10	13:16
Hora de coleta										
Camada sedimentar amostrada (m)			-6 a -7	-7 a -8	-8 a -9	-9 a -10	-10 a -11	-11 a -12	-12 a -13	-13 a -14
Identificação do laboratório - Anatech	Nível 1	Nível 2	5440/2018	5440/2018	5440/2018	5440/2018	5440/2018	5440/2018	5440/2018	5440/2018
Identificação do laboratório - TECAM			NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
Hidrocarbonetos policíclicos aromáticos (HPA) em µg/kg										
Grupo A										
Benzo(a)antraceno	280	690	< 6,86	< 6,71	< 6,85	< 5,23	< 5,81	< 5,56	< 5,77	< 5,64
Criseno	300	850	< 6,86	< 6,71	< 6,85	< 5,23	< 5,81	< 5,56	< 5,77	< 5,64
Benzo(a)pireno	230	760	< 6,86	< 6,71	< 6,85	< 5,23	< 5,81	< 5,56	< 5,77	< 5,64
Dibenzo(a,h)antraceno	43	140	< 2,29	< 2,24	< 2,28	< 5,23	< 5,81	< 5,56	< 5,77	< 5,64
Grupo B										
Naftaleno	160	2100	< 6,86	< 6,71	< 6,85	< 5,23	< 5,81	< 5,56	< 5,77	< 5,64
Acenafileno	44	640	< 2,29	< 2,24	< 2,28	< 5,23	< 5,81	< 5,56	< 5,77	< 5,64
Acenafteno	16	500	< 2,29	< 2,24	< 2,28	< 5,23	< 5,81	< 5,56	< 5,77	< 5,64
Fluoreno	19	540	< 6,86	< 6,71	< 6,85	< 5,23	< 5,81	< 5,56	< 5,77	< 5,64
Fenantreno	240	1500	< 6,86	< 6,71	< 6,85	< 5,23	< 5,81	< 5,56	< 5,77	< 5,64
Antraceno	85,3	1100	< 6,86	< 6,71	< 6,85	< 5,23	< 5,81	< 5,56	< 5,77	< 5,64
Fluoranteno	600	5100	< 6,86	6,76	< 6,85	< 5,23	< 5,81	< 5,56	< 5,77	< 5,64
Pireno	665	2600	< 6,86	7,45	< 6,85	< 5,23	< 5,81	< 5,56	< 5,77	< 5,64
2-metilnaftaleno	70	670	< 6,86	< 6,71	< 6,85	< 5,23	< 5,81	< 5,56	< 5,77	< 5,64
Outros HPA										
Benzo(b)fluoranteno	-	-	< 6,86	< 6,71	< 6,85	< 5,23	< 5,81	< 5,56	< 5,77	< 5,64
Benzo(k)fluoranteno	-	-	< 6,86	< 6,71	< 6,85	< 5,23	< 5,81	< 5,56	< 5,77	< 5,64
Benzo(ghi)perileno	-	-	< 6,86	< 6,71	< 6,85	< 5,23	< 5,81	< 5,56	< 5,77	< 5,64
Indeno(1,2,3 cd)pireno	-	-	< 6,86	< 6,71	< 6,85	< 5,23	< 5,81	< 5,56	< 5,77	< 5,64
HPA (somatória)	4000	-	< 6,86	14,2	< 6,85	< 5,23	< 5,81	< 5,56	< 5,77	< 5,64

Parâmetros	Resolução CONAMA 454/12		PS-07							
			PS-07-S	PS-07-P1	PS-07-P2	PS-07-P3	PS-07-P4	PS-07-P5	PS-07-P6	
			12/03/2018	12/03/2018	12/03/2018	12/03/2018	12/03/2018	12/03/2018	12/03/2018	
Data de coleta			13:39	12:14	12:20	12:38	12:45	13:09	13:15	
Hora de coleta										
Camada sedimentar amostrada (m)			Superficial	0 a -1	-1 a -2	-2 a -3	-3 a -4	-4 a -5	-5 a -6	
Identificação do laboratório - Anatech	Nível 1	Nível 2	5139/2018	5139/2018	5139/2018	5139/2018	5139/2018	5139/2018	5139/2018	
Identificação do laboratório - TECAM			185709	NA	NA	NA	NA	NA	NA	
Hidrocarbonetos policíclicos aromáticos (HPA) em µg/kg										
Grupo A										
Benzo(a)antraceno	280	690	< 10,27	26,3	21,3	17,3	37,1	27,9	44,0	
Criseno	300	850	< 10,27	20,0	13,4	14,2	26,7	22,4	35,7	
Benzo(a)pireno	230	760	< 10,27	20,3	17,6	15,2	33,9	24,4	35,4	
Dibenzo(a,h)antraceno	43	140	< 3,42	8,3	< 2,48	< 2,42	11,1	9,87	16,9	
Grupo B										
Naftaleno	160	2100	< 10,27	< 8,09	< 7,44	< 7,25	< 7,13	< 7,21	< 6,94	
Acenafileno	44	640	< 3,42	10,3	8,55	< 2,42	14,2	15,3	16,8	
Acenafteno	16	500	< 3,42	< 2,70	< 2,48	< 2,42	< 2,38	< 2,40	< 2,31	
Fluoreno	19	540	< 10,27	< 8,09	< 7,44	< 7,25	< 7,13	< 7,21	< 6,94	
Fenantreno	240	1500	< 10,27	9,05	< 7,44	< 7,25	9,35	8,35	12,8	
Antraceno	85,3	1100	< 10,27	8,16	< 7,44	< 7,25	10,1	8,81	10,4	
Fluoranteno	600	5100	< 10,27	43,5	31,1	24,1	50,6	42,7	64,0	
Pireno	665	2600	< 10,27	43,7	31,1	26,1	55,4	50,2	69,6	
2-metilnaftaleno	70	670	< 10,27	< 8,09	< 7,44	< 7,25	< 7,13	< 7,21	< 6,94	
Outros HPA										
Benzo(b)fluoranteno	-	-	< 10,27	38,3	37,1	30,9	65,7	51,6	61,3	
Benzo(k)fluoranteno	-	-	< 10,27	23,3	13,8	15,9	25,1	17,4	27,1	
Benzo(ghi)perileno	-	-	< 10,27	26,8	22,6	22,0	43,1	36,9	48,3	
Indeno(1,2,3 cd)pireno	-	-	< 10,27	21,6	18,6	17,7	35,6	29,4	40,1	
HPA (somatória)	4000	-	< 10,27	307,8	215,1	183,4	417,8	345,3	482,3	

Tabela 9.1.11.1-7 (continuação): Resultados das concentrações de hidrocarbonetos policíclicos aromáticos (HPA) nas amostras de sedimento coletadas em setembro/2017 e março/2018 na área a ser dragada para a implantação do empreendimento.

Parâmetros	Resolução CONAMA 454/12		PS-08							
			PS-08-S	PS-08-P1	PS-08-P2	PS-08-P3	PS-08-P4	PS-08-P5	PS-08-P6	
Data de coleta			12/03/2018	14/03/2018	14/03/2018	14/03/2018	14/03/2018	14/03/2018	14/03/2018	14/03/2018
Hora de coleta			13:15	15:00	14:10	14:15	14:23	14:41	14:50	
Camada sedimentar amostrada (m)			Superficial	0 a -1	-1 a -2	-2 a -3	-3 a -4	-4 a -5	-5 a -6	
Identificação do laboratório - Anatech	Nível 1	Nível 2	5441/2018	5441/2018	5441/2018	5441/2018	5441/2018	5441/2018	5441/2018	5441/2018
Identificação do laboratório - TECAM			1806102	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
Hidrocarbonetos policíclicos aromáticos (HPA) em µg/kg										
Grupo A										
Benzo(a)antraceno	280	690	15,4	17,7	32,9	19,4	32,8	34,9	47,4	
Criseno	300	850	12,7	15,0	29,7	15,1	28,5	29,2	48,6	
Benzo(a)pireno	230	760	13,0	16,2	31,3	15,0	24,7	28,4	41,4	
Dibenzo(a,h)antraceno	43	140	< 3,60	< 2,68	9,57	< 2,42	< 2,54	12,2	14,5	
Grupo B										
Naftaleno	160	2100	< 10,79	< 8,04	< 7,65	< 7,26	< 7,61	< 7,18	< 7,26	
Acenaflúeno	44	640	11,2	10,3	19,6	8,81	23,0	20,2	26,6	
Acenafteno	16	500	< 3,60	< 2,68	< 2,55	< 2,42	< 2,54	< 2,39	< 2,42	
Fluoreno	19	540	< 10,79	< 8,04	< 7,65	< 7,26	< 7,61	< 7,18	< 7,26	
Fenantreno	240	1500	< 10,79	< 8,04	< 7,65	< 7,26	< 7,61	< 7,18	< 7,26	
Antraceno	85,3	1100	< 10,79	< 8,04	< 7,65	< 7,26	7,68	7,23	11,3	
Fluoranteno	600	5100	26,2	26,8	57,1	30,4	43,0	53,1	74,5	
Pireno	665	2600	34,7	34,9	77,7	37,9	48,4	63,3	87,1	
2-metilnaftaleno	70	670	< 10,79	< 8,04	< 7,65	< 7,26	< 7,61	< 7,18	< 7,26	
Outros HPA										
Benzo(b)fluoranteno	-	-	31,7	60,1	28,7	47,0	55,4	86,0	26,2	
Benzo(k)fluoranteno	-	-	18,8	35,4	18,0	26,8	27,0	50,0	16,7	
Benzo(ghi)perileno	-	-	18,1	34,4	16,5	25,1	36,7	48,8	15,8	
Indeno(1,2,3 cd)pireno	-	-	15,3	29,0	14,2	21,4	30,9	40,9	13,3	
HPA (somatória)	4000	-	197,0	279,7	335,1	246,8	272,0	474,1	423,4	
Parâmetros	Resolução CONAMA 454/12		PS-09							
			PS-09-S	PS-09-P1	PS-09-P2	PS-09-P3	PS-09-P4	PS-09-P5	PS-09-P6	
Data de coleta			14/03/2018	14/03/2018	15/03/2018	15/03/2018	15/03/2018	15/03/2018	15/03/2018	15/03/2018
Hora de coleta			14:56	14:56	14:21	09:46	09:50	09:53	10:11	
Camada sedimentar amostrada (m)			Superficial	0 a -1	-1 a -2	-2 a -3	-3 a -4	-4 a -5	-5 a -6	
Identificação do laboratório - Anatech	Nível 1	Nível 2	5460/2018	5460/2018	5460/2018	5460/2018	5460/2018	5460/2018	5460/2018	5460/2018
Identificação do laboratório - TECAM			1806280	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
Hidrocarbonetos policíclicos aromáticos (HPA) em µg/kg										
Grupo A										
Benzo(a)antraceno	280	690	123,6	16,2	15,2	< 6,73	8,97	< 6,51	< 6,56	
Criseno	300	850	147,3	15,5	11,9	< 6,73	8,5	< 6,51	< 6,56	
Benzo(a)pireno	230	760	126,1	22,7	14,2	< 6,73	11,7	< 6,51	< 6,56	
Dibenzo(a,h)antraceno	43	140	17,1	< 2,16	< 2,09	< 2,24	< 2,10	< 2,17	< 2,19	
Grupo B										
Naftaleno	160	2100	< 6,85	< 6,49	< 6,26	< 6,73	< 6,29	< 6,51	< 6,56	
Acenaflúeno	44	640	58,2	8,72	< 2,09	< 2,24	< 2,10	< 2,17	< 2,19	
Acenafteno	16	500	< 2,28	< 6,49	< 6,26	< 2,24	< 6,29	< 6,51	< 6,56	
Fluoreno	19	540	< 6,85	< 6,49	< 6,26	< 6,73	< 6,29	< 6,51	< 6,56	
Fenantreno	240	1500	18,38	< 6,49	< 6,26	< 6,73	< 6,29	< 6,51	< 6,56	
Antraceno	85,3	1100	59,37	< 6,49	< 6,26	< 6,73	< 6,29	< 6,51	< 6,56	
Fluoranteno	600	5100	475,1	40,2	44,9	< 6,73	26,1	< 6,51	< 6,56	
Pireno	665	2600	557,7	45,9	52,0	< 6,73	30,0	< 6,51	< 6,56	
2-metilnaftaleno	70	670	< 6,85	< 6,49	< 6,26	< 6,73	< 6,29	< 6,51	< 6,56	
Outros HPA										
Benzo(b)fluoranteno	-	-	92,5	19,3	10,3	< 6,73	8,19	< 6,51	< 6,56	
Benzo(k)fluoranteno	-	-	52,4	10,6	9,03	< 6,73	< 6,29	< 6,51	< 6,56	
Benzo(ghi)perileno	-	-	90,2	16,2	11,3	< 6,73	8,78	< 6,51	< 6,56	
Indeno(1,2,3 cd)pireno	-	-	65,7	11,7	7,55	< 6,73	6,32	< 6,51	< 6,56	
HPA (somatória)	4000	-	1883,6	207,0	176,4	< 6,73	108,5	< 6,51	< 6,56	

Tabela 9.1.11.1-7 (continuação): Resultados das concentrações de hidrocarbonetos policíclicos aromáticos (HPA) nas amostras de sedimento coletadas em setembro/2017 e março/2018 na área a ser dragada para a implantação do empreendimento.

Parâmetros	Resolução CONAMA 454/12		PS-09							
			PS-09-P7	PS-09-P8	PS-09-P9	PS-09-P10	PS-09-P11	PS-09-P12	PS-09-P13	PS-09-P14
Data de coleta			15/03/2018	15/03/2018	15/03/2018	15/03/2018	15/03/2018	15/03/2018	15/03/2018	15/03/2018
Hora de coleta			09:53	10:11	10:14	10:16	10:47	10:55	11:35	11:37
Camada sedimentar amostrada (m)			-6 a -7	-7 a -8	-8 a -9	-9 a -10	-10 a -11	-11 a -12	-12 a -13	-13 a -14
Identificação do laboratório - Anatech	Nível 1	Nível 2	5460/2018	5460/2018	5460/2018	5460/2018	5460/2018	5460/2018	5460/2018	5460/2018
Identificação do laboratório - TECAM			NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
Hidrocarbonetos policíclicos aromáticos (HPA) em µg/kg										
Grupo A										
Benzo(a)antraceno	280	690	< 6,90	< 6,21	< 6,49	< 6,15	< 6,37	< 6,36	< 6,33	< 6,17
Criseno	300	850	< 6,90	< 6,21	< 6,49	< 6,15	< 6,37	< 6,36	< 6,33	< 6,17
Benzo(a)pireno	230	760	< 6,90	< 6,21	< 6,49	< 6,15	< 6,37	< 6,36	< 6,33	< 6,17
Dibenzo(a,h)antraceno	43	140	< 2,30	< 6,21	< 2,16	< 6,15	< 2,12	< 2,12	< 2,11	< 6,17
Grupo B										
Naftaleno	160	2100	< 6,90	< 6,21	< 6,49	< 6,15	< 6,37	< 6,36	< 6,33	< 6,17
Acenaftileno	44	640	< 2,30	< 2,07	< 2,16	< 2,05	< 2,12	< 2,12	< 2,11	< 2,06
Acenafteno	16	500	< 2,30	< 6,21	< 6,49	< 6,15	< 6,37	< 6,36	< 6,33	< 6,17
Fluoreno	19	540	< 6,90	< 6,21	< 6,49	< 6,15	< 6,37	< 6,36	< 6,33	< 6,17
Fenantreno	240	1500	< 6,90	< 6,21	< 6,49	< 6,15	< 6,37	< 6,36	< 6,33	< 6,17
Antraceno	85,3	1100	< 6,90	< 6,21	< 6,49	< 6,15	< 6,37	< 6,36	< 6,33	< 6,17
Fluoranteno	600	5100	< 6,90	< 6,21	< 6,49	< 6,15	< 6,37	< 6,36	< 6,33	< 6,17
Pireno	665	2600	< 6,90	< 6,21	< 6,49	< 6,15	< 6,37	< 6,36	< 6,33	< 6,17
2-metilnaftaleno	70	670	< 6,90	< 6,21	< 6,49	< 6,15	< 6,37	< 6,36	< 6,33	< 6,17
Outros HPA										
Benzo(b)fluoranteno	-	-	< 6,90	< 6,21	< 6,49	< 6,15	< 6,37	< 6,36	< 6,33	< 6,17
Benzo(k)fluoranteno	-	-	< 6,90	< 6,21	< 6,49	< 6,15	< 6,37	< 6,36	< 6,33	< 6,17
Benzo(ghi)perileno	-	-	< 6,90	< 6,21	< 6,49	< 6,15	< 6,37	< 6,36	< 6,33	< 6,17
Indeno(1,2,3-cd)pireno	-	-	< 6,90	< 6,21	< 6,49	< 6,15	< 6,37	< 6,36	< 6,33	< 6,17
HPA (somatória)	4000	-	< 6,90	< 6,21	< 6,49	< 6,15	< 6,37	< 6,36	< 6,33	< 6,17

Dentre os outros HPA, benzo(b)fluoranteno (8,19 a 314,2 µg/kg), benzo(k)fluoranteno (9,03 a 131,2 µg/kg), benzo(ghi)perileno (8,78 a 164,4 µg/kg) e indeno(1,2,3-cd)pireno (6,32 a 142,8 µg/kg), ocorreram na maioria das amostras (acima de 63% das amostras). No entanto, a referida legislação não estabelece valores orientadores para esses parâmetros.

A somatória de HPA nas amostras de sedimento variou entre 14,21 µg/kg a 2.348,74 µg/kg, logo, todas as concentrações da somatória de HPA foram inferiores ao valor orientador de nível 1 estabelecido pela Resolução CONAMA 454/12, conforme apresentado na Figura 9.1.11.1-10.

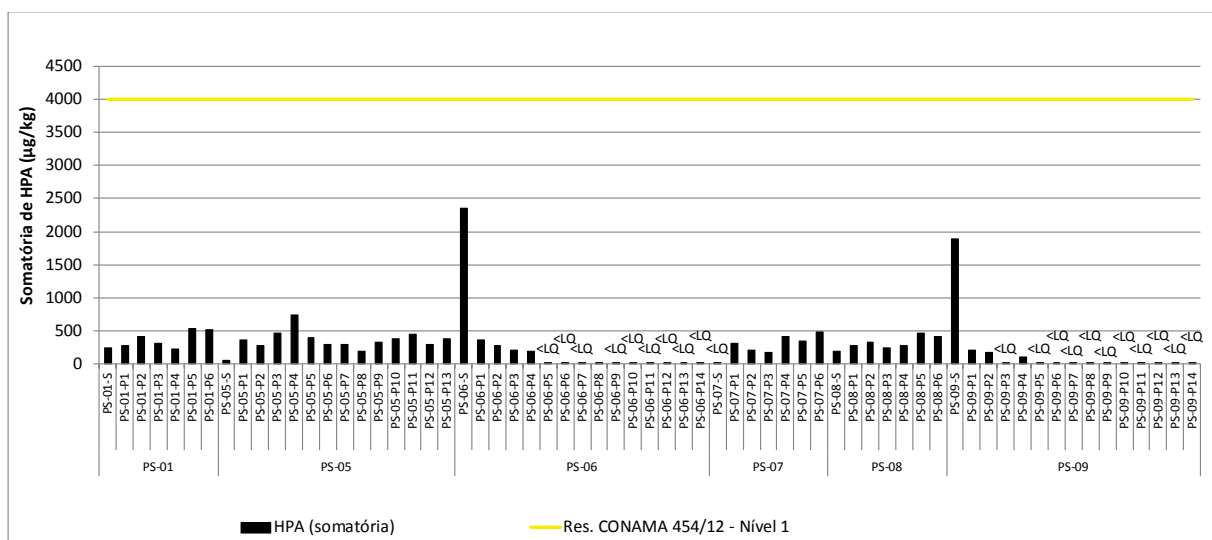


Figura 9.1.11.1-10: Distribuição das concentrações da somatória de HPA nas amostras de sedimento coletadas em setembro/2017 na área a ser dragada para a implantação do empreendimento.

Nutrientes

A Tabela 9.1.11.1-8 apresenta os resultados das concentrações de carbono orgânico total (COT), nitrogênio Kjeldahl total (TKN) e fósforo total nas amostras de sedimento coletadas em setembro/2017 e março/2018 na área a ser dragada para a implantação do empreendimento, em comparação aos valores de alerta estabelecidos pela Resolução CONAMA 454/12.

Tabela 9.1.11.1-8: Resultados das concentrações de carbono orgânico total (COT), nitrogênio Kjeldahl total (TKN) e fósforo total nas amostras de sedimento coletadas em setembro/2017 e março/2018 na área a ser dragada para a implantação do empreendimento.

Parâmetros	Resolução CONAMA 454/12		PS-01						
			PS-01-S	PS-01-P1	PS-01-P2	PS-01-P3	PS-01-P4	PS-01-P5	PS-01-P6
Data de coleta			20/09/2017	20/09/2017	20/09/2017	20/09/2017	20/09/2017	20/09/2017	20/09/2017
Hora de coleta			11:15	14:36	14:51	15:22	15:42	16:01	16:21
Camada sedimentar amostrada (m)			Superficial	0 a -1	-1 a -2	-2 a -3	-3 a -4	-4 a -5	-5 a -6
Identificação do laboratório - Anatech	Nível 1	Nível 2	23582/2017	23582/2017	23582/2017	23582/2017	23582/2017	23582/2017	23582/2017
Identificação do laboratório - TECAM			1718928	NA	NA	NA	NA	NA	NA
Nutrientes	Valores de alerta								
Carbono Orgânico total (%)	10		3,97	3,97	4,20	4,52	4,76	4,68	3,73
Nitrogênio Kjeldahl Total (mg/kg)	4800		933,30	348,80	432,10	842,80	694,40	429,40	564,90
Fósforo Total (mg/kg)	2000		1283,50	1363,70	1946,00	1773,40	1815,10	1639,90	1726,30

Parâmetros	Resolução CONAMA 454/12		PS-05						
			PS-05-S	PS-05-P1	PS-05-P2	PS-05-P3	PS-05-P4	PS-05-P5	PS-05-P6
Data de coleta			21/09/2017	21/09/2017	21/09/2017	21/09/2017	21/09/2017	21/09/2017	21/09/2017
Hora de coleta			10:08	10:19	10:40	10:58	11:14	11:32	12:00
Camada sedimentar amostrada (m)			Superficial	0 a -1	-1 a -2	-2 a -3	-3 a -4	-4 a -5	-5 a -6
Identificação do laboratório - Anatech	Nível 1	Nível 2	23727/2017	23727/2017	23727/2017	23727/2017	23727/2017	23727/2017	23727/2017
Identificação do laboratório - TECAM			1719001	NA	NA	NA	NA	NA	NA
Nutrientes	Valores de alerta								
Carbono Orgânico total (%)	10		5,77	5,15	5,54	6,07	5,77	6,15	6,54
Nitrogênio Kjeldahl Total (mg/kg)	4800		322,80	329,50	609,90	474,00	675,60	515,00	449,80
Fósforo Total (mg/kg)	2000		1932,60	1901,50	1953,30	2253,2	2362,8	2305,1	2392,6

Parâmetros	Resolução CONAMA 454/12		PS-05						
			PS-05-P7	PS-05-P8	PS-05-P9	PS-05-P10	PS-05-P11	PS-05-P12	PS-05-P13
Data de coleta			21/09/2017	21/09/2017	21/09/2017	21/09/2017	21/09/2017	21/09/2017	21/09/2017
Hora de coleta			14:17	14:35	14:56	15:21	15:46	16:12	16:36
Camada sedimentar amostrada (m)			-6 a -7	-7 a -8	-8 a -9	-9 a -10	-10 a -11	-11 a -12	-12 a -13
Identificação do laboratório - Anatech	Nível 1	Nível 2	23727/2017	23727/2017	23727/2017	23727/2017	23727/2017	23727/2017	23727/2017
Identificação do laboratório - TECAM			NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
Nutrientes	Valores de alerta								
Carbono Orgânico total (%)	10		2,77	5,69	6,00	5,92	6,00	4,31	6,23
Nitrogênio Kjeldahl Total (mg/kg)	4800		675,70	865,10	668,90	676,80	521,10	619,50	555,20
Fósforo Total (mg/kg)	2000		2713,5	2855,5	2818,2	2734,7	3460,3	3606,2	2991,5

Parâmetros	Resolução CONAMA 454/12		PS-06						
			PS-06-S	PS-06-P1	PS-06-P2	PS-06-P3	PS-06-P4	PS-06-P5	PS-06-P6
Data de coleta			14/03/2018	14/03/2018	14/03/2018	14/03/2018	14/03/2018	14/03/2018	14/03/2018
Hora de coleta			13:45	09:00	09:10	09:12	09:27	09:33	09:50
Camada sedimentar amostrada (m)			Superficial	0 a -1	-1 a -2	-2 a -3	-3 a -4	-4 a -5	-5 a -6
Identificação do laboratório - Anatech	Nível 1	Nível 2	5440/2018	5440/2018	5440/2018	5440/2018	5440/2018	5440/2018	5440/2018
Identificação do laboratório - TECAM			1806100	NA	NA	NA	NA	NA	NA
Nutrientes	Valores de alerta								
Carbono Orgânico total (%)	10		2,19	2,26	2,11	4,30	2,87	2,94	1,89
Nitrogênio Kjeldahl Total (mg/kg)	4800		767,7	77,3	307,2	277,8	116,5	157,6	106,2
Fósforo Total (mg/kg)	2000		561,8	317,4	222,2	162,5	244,3	283,9	283,0

Parâmetros	Resolução CONAMA 454/12		PS-06							
			PS-06-P7	PS-06-P8	PS-06-P9	PS-06-P10	PS-06-P11	PS-06-P12	PS-06-P13	PS-06-P14
Data de coleta			14/03/2018	14/03/2018	14/03/2018	14/03/2018	14/03/2018	14/03/2018	14/03/2018	14/03/2018
Hora de coleta			09:58	10:23	10:27	11:02	12:40	12:52	13:10	13:16
Camada sedimentar amostrada (m)			-6 a -7	-7 a -8	-8 a -9	-9 a -10	-10 a -11	-11 a -12	-12 a -13	-13 a -14
Identificação do laboratório - Anatech	Nível 1	Nível 2	5440/2018	5440/2018	5440/2018	5440/2018	5440/2018	5440/2018	5440/2018	5440/2018
Identificação do laboratório - TECAM			NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
Nutrientes	Valores de alerta									
Carbono Orgânico total (%)	10		3,32	2,41	2,87	1,36	2,49	0,830	2,56	1,51
Nitrogênio Kjeldahl Total (mg/kg)	4800		472,8	136,8	242,6	347,5	397,1	199,9	488,6	416,6
Fósforo Total (mg/kg)	2000		239,3	262,8	294,5	394,1	397,4	276,7	316,3	267,4

Tabela 9.1.11.1-8 (continuação): Resultados das concentrações de carbono orgânico total (COT), nitrogênio Kjeldahl total (TKN) e fósforo total nas amostras de sedimento coletadas em setembro/2017 e março/2018 na área a ser dragada para a implantação do empreendimento.

Parâmetros	Resolução CONAMA 454/12		PS-07						
			PS-07-S	PS-07-P1	PS-07-P2	PS-07-P3	PS-07-P4	PS-07-P5	PS-07-P6
Data de coleta			12/03/2018	12/03/2018	12/03/2018	12/03/2018	12/03/2018	12/03/2018	12/03/2018
Hora de coleta			13:39	12:14	12:20	12:38	12:45	13:09	13:15
Camada sedimentar amostrada (m)			Superficial	0 a -1	-1 a -2	-2 a -3	-3 a -4	-4 a -5	-5 a -6
Identificação do laboratório - Anatech	Nível 1	Nível 2	5139/2018	5139/2018	5139/2018	5139/2018	5139/2018	5139/2018	5139/2018
Identificação do laboratório - TECAM			185709	NA	NA	NA	NA	NA	NA
Nutrientes	Valores de alerta								
Carbono Orgânico total (%)	10		1,49	3,22	4,21	2,81	3,88	3,96	2,48
Nitrogênio Kjeldahl Total (mg/kg)	4800		622,1	622,2	620,8	618,5	570,2	745,2	595,4
Fósforo Total (mg/kg)	2000		591,3	689,1	856,5	807,7	1064,5	1269,3	1094,6

Parâmetros	Resolução CONAMA 454/12		PS-08						
			PS-08-S	PS-08-P1	PS-08-P2	PS-08-P3	PS-08-P4	PS-08-P5	PS-08-P6
Data de coleta			12/03/2018	14/03/2018	14/03/2018	14/03/2018	14/03/2018	14/03/2018	14/03/2018
Hora de coleta			13:15	15:00	14:10	14:15	14:23	14:41	14:50
Camada sedimentar amostrada (m)			Superficial	0 a -1	-1 a -2	-2 a -3	-3 a -4	-4 a -5	-5 a -6
Identificação do laboratório - Anatech	Nível 1	Nível 2	5441/2018	5441/2018	5441/2018	5441/2018	5441/2018	5441/2018	5441/2018
Identificação do laboratório - TECAM			1806102	NA	NA	NA	NA	NA	NA
Nutrientes	Valores de alerta								
Carbono Orgânico total (%)	10		3,73	3,82	5,14	5,23	4,81	4,64	5,81
Nitrogênio Kjeldahl Total (mg/kg)	4800		1531,8	449,7	260,1	373,7	441,2	602,2	534,1
Fósforo Total (mg/kg)	2000		670,9	629,1	1019,1	1087,6	1126,6	1192,4	1086,8

Parâmetros	Resolução CONAMA 454/12		PS-09						
			PS-09-S	PS-09-P1	PS-09-P2	PS-09-P3	PS-09-P4	PS-09-P5	PS-09-P6
Data de coleta			14/03/2018	14/03/2018	15/03/2018	15/03/2018	15/03/2018	15/03/2018	15/03/2018
Hora de coleta			14:56	14:56	14:21	09:46	09:50	09:53	10:11
Camada sedimentar amostrada (m)			Superficial	0 a -1	-1 a -2	-2 a -3	-3 a -4	-4 a -5	-5 a -6
Identificação do laboratório - Anatech	Nível 1	Nível 2	5460/2018	5460/2018	5460/2018	5460/2018	5460/2018	5460/2018	5460/2018
Identificação do laboratório - TECAM			1806280	NA	NA	NA	NA	NA	NA
Nutrientes	Valores de alerta								
Carbono Orgânico total (%)	10		3,32	1,82	2,29	2,13	2,53	2,69	2,37
Nitrogênio Kjeldahl Total (mg/kg)	4800		442,2	105,0	182,4	321,9	100,7	236,3	200,5
Fósforo Total (mg/kg)	2000		460,1	226,1	203,8	146,5	193,8	162,2	213,3

Parâmetros	Resolução CONAMA 454/12		PS-09							
			PS-09-P7	PS-09-P8	PS-09-P9	PS-09-P10	PS-09-P11	PS-09-P12	PS-09-P13	PS-09-P14
Data de coleta			15/03/2018	15/03/2018	15/03/2018	15/03/2018	15/03/2018	15/03/2018	15/03/2018	15/03/2018
Hora de coleta			09:53	10:11	10:14	10:16	10:47	10:55	11:35	11:37
Camada sedimentar amostrada (m)			-6 a -7	-7 a -8	-8 a -9	-9 a -10	-10 a -11	-11 a -12	-12 a -13	-13 a -14
Identificação do laboratório - Anatech	Nível 1	Nível 2	5460/2018	5460/2018	5460/2018	5460/2018	5460/2018	5460/2018	5460/2018	5460/2018
Identificação do laboratório - TECAM			NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	
Nutrientes	Valores de alerta									
Carbono Orgânico total (%)	10		2,77	2,05	2,29	3,63	3,71	3,63	3,24	3,08
Nitrogênio Kjeldahl Total (mg/kg)	4800		535,4	164,4	167,5	439,0	105,9	568,9	349,4	478,8
Fósforo Total (mg/kg)	2000		228,0	200,7	199,8	205,5	173,4	191,2	212,6	293,3

O COT foi quantificado em 100% das amostras com concentrações variando entre 0,83% e 6,54%, consequentemente todas as concentrações foram inferiores ao valor de alerta estabelecido pela Resolução CONAMA 454/12, conforme apresentado na Figura 9.1.11.1-11.

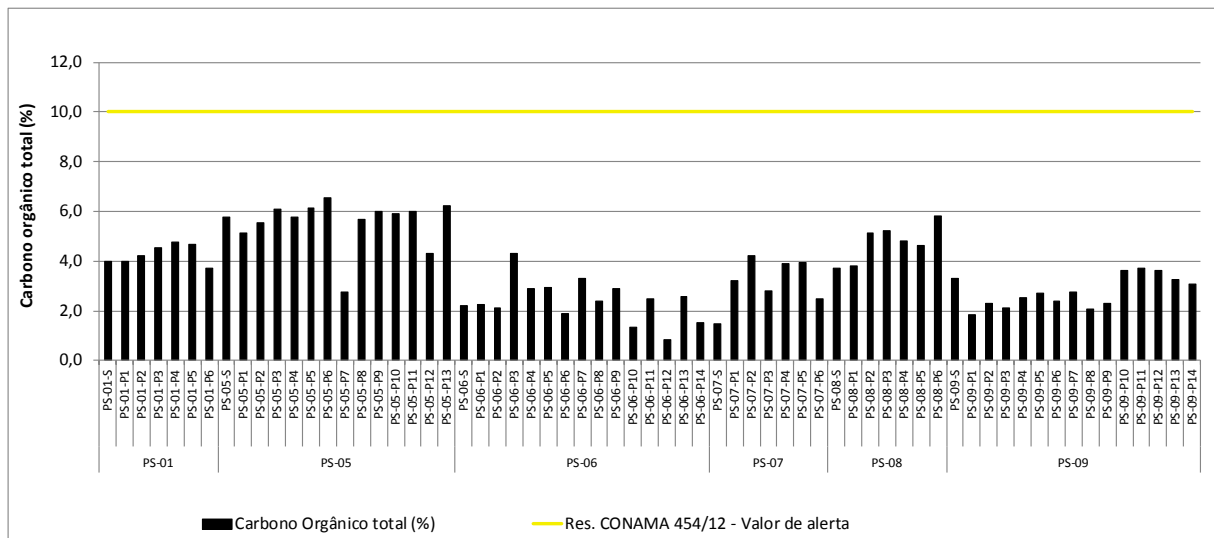


Figura 9.1.11.1-11: Distribuição das concentrações de carbono orgânico total nas amostras de sedimento coletadas em setembro/2017 e março/2018 na área a ser dragada para a implantação do empreendimento.

O TKN também ocorreu em todas as amostras, com concentrações variando entre 77,3 mg/kg e 1.531,8 mg/kg, todas inferiores ao valor de alerta estabelecido pela Resolução CONAMA 454/12, conforme apresentado na Figura 9.1.11.1-12.

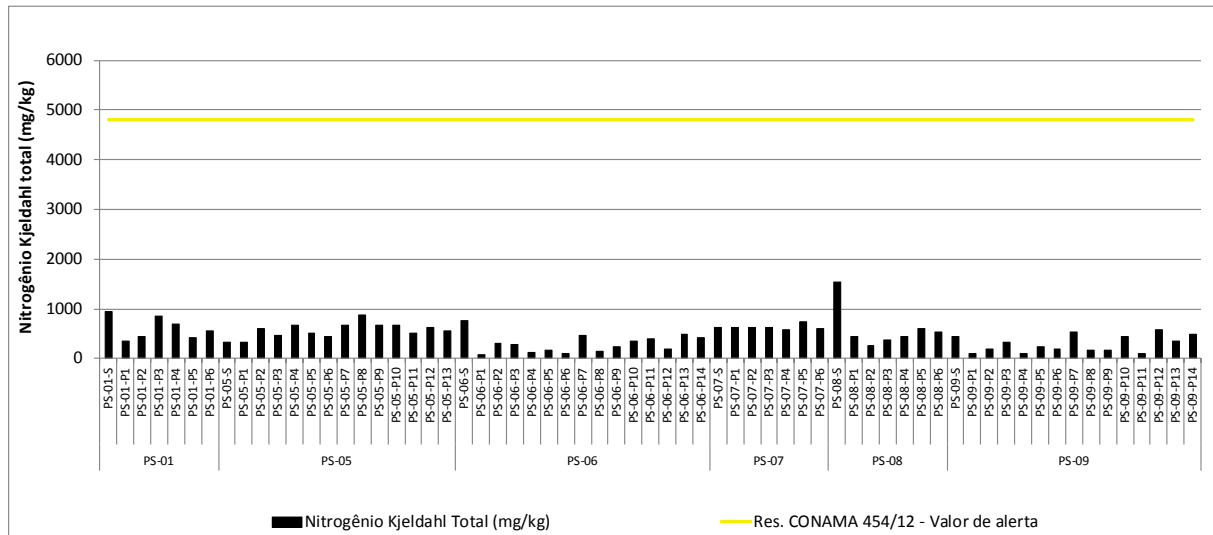


Figura 9.1.11.1-12: Distribuição das concentrações de nitrogênio Kjeldahl total nas amostras de sedimento coletadas em setembro/2017 e março/2018 na área a ser dragada para a implantação do empreendimento.

O fósforo total também ocorreu em todas as amostras, com concentrações variando entre 146,5 mg/kg e 3.606,2 mg/kg, sendo que 11 das 65 amostras (16,9%) apresentaram concentrações superiores ao valor de alerta estabelecido pela Resolução CONAMA 454/12, todas coletadas no ponto PS-05 na camada sedimentar entre 2 m e 13 m (-6,3 a -17,3m DHN), conforme apresentado na Figura 9.1.11.1-13.

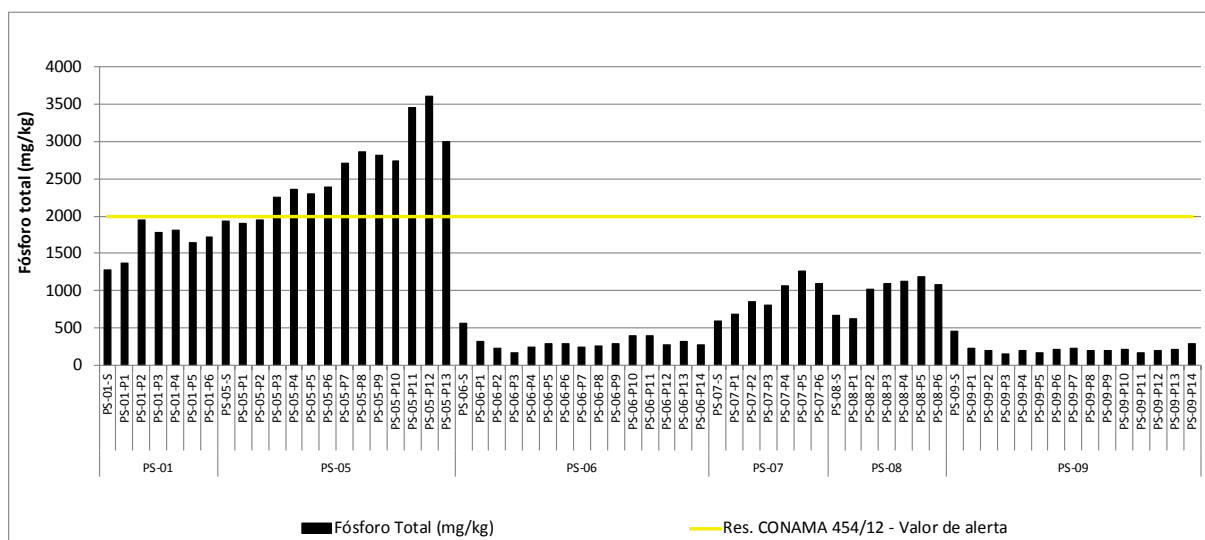


Figura 9.1.11.1-13: Distribuição das concentrações de fósforo total nas amostras de sedimento coletadas em setembro/2017 e março/2018 na área a ser dragada para a implantação do empreendimento.

Ressalta-se que os valores de alerta da Tabela IV da Resolução Conama 454/12 não são utilizados para classificação do material a ser dragado, mas tão somente como fator contribuinte para o gerenciamento da área de disposição e seu entorno.

Tributilestanho (TBT), bifenilas policloradas totais (PCB) e pesticidas organoclorados (POC)

A Tabela 9.1.11.1-9 apresenta os resultados das concentrações de tributilestanho (TBT), bifenilas policloradas totais (PCB) e pesticidas organoclorados (POC) nas amostras de sedimento coletadas em setembro/2017 e março/2018 na área a ser dragada para a implantação do empreendimento.

Tabela 9.1.11.1-9: Resultados das concentrações de tributilestano (TBT), bifenilas policloradas totais (PCB) e pesticidas organoclorados (POC) nas amostras de sedimento coletadas em setembro/2017 e março/2018 na área a ser dragada para a implantação do empreendimento.

Parâmetros	Resolução CONAMA 454/12		PS-01						
			PS-01-S	PS-01-P1	PS-01-P2	PS-01-P3	PS-01-P4	PS-01-P5	PS-01-P6
			20/09/2017 11:15	20/09/2017 14:36	20/09/2017 14:51	20/09/2017 15:22	20/09/2017 15:42	20/09/2017 16:01	20/09/2017 16:21
Data de coleta									
Hora de coleta									
Camada sedimentar amostrada (m)			Superficial	0 a -1	-1 a -2	-2 a -3	-3 a -4	-4 a -5	-5 a -6
Identificação do laboratório - Anatech	Nível 1	Nível 2	23582/2017	23582/2017	23582/2017	23582/2017	23582/2017	23582/2017	23582/2017
Identificação do laboratório - TECAM			1718928	NA	NA	NA	NA	NA	NA
Bifenilas Policloradas (PCBs), em µg/kg									
PCB total	22,7	180	< 0,1846	< 0,1724	< 0,1653	< 0,1609	< 0,1583	< 0,1542	< 0,1367
Tributilestano, em µg/kg									
TBT	100	1000	< 1,85	< 1,72	< 1,65	< 1,61	< 1,58	< 1,54	< 1,37
Pesticidas Organoclorados (POC) em µg/kg									
alfa-HCH	0,32	0,99	< 0,185	< 0,172	< 0,165	< 0,161	< 0,158	< 0,154	< 0,137
beta-HCH	0,32	0,99	< 0,185	< 0,172	< 0,165	< 0,161	< 0,158	< 0,154	< 0,137
delta-HCH	0,32	0,99	< 0,185	< 0,172	< 0,165	< 0,161	< 0,158	< 0,154	< 0,137
gama-HCH (lindano)	0,32	0,99	< 0,185	< 0,172	< 0,165	< 0,161	< 0,158	< 0,154	< 0,137
alfa-clordano	2,26	4,79	< 0,185	< 0,172	< 0,165	< 0,161	< 0,158	< 0,154	< 0,137
gama-clordano	2,26	4,79	< 0,185	< 0,172	< 0,165	< 0,161	< 0,158	< 0,154	< 0,137
DDD	1,22	7,81	< 0,185	< 0,172	< 0,165	< 0,161	< 0,158	< 0,154	< 0,137
DDE	2,07	374	< 0,185	< 0,172	< 0,165	< 0,161	< 0,158	< 0,154	< 0,137
DDT	1,19	4,77	< 0,185	< 0,172	< 0,165	< 0,161	< 0,158	< 0,154	< 0,137
Dieldrin	0,71	4,3	< 0,185	< 0,172	< 0,165	< 0,161	< 0,158	< 0,154	< 0,137
Endrin	2,67	62,4	< 0,185	< 0,172	< 0,165	< 0,161	< 0,158	< 0,154	< 0,137

Parâmetros	Resolução CONAMA 454/12		PS-05						
			PS-05-S	PS-05-P1	PS-05-P2	PS-05-P3	PS-05-P4	PS-05-P5	PS-05-P6
			21/09/2017 10:08	21/09/2017 10:19	21/09/2017 10:40	21/09/2017 10:58	21/09/2017 11:14	21/09/2017 11:32	21/09/2017 12:00
Data de coleta									
Hora de coleta									
Camada sedimentar amostrada (m)			Superficial	0 a -1	-1 a -2	-2 a -3	-3 a -4	-4 a -5	-5 a -6
Identificação do laboratório - Anatech	Nível 1	Nível 2	23727/2017	23727/2017	23727/2017	23727/2017	23727/2017	23727/2017	23727/2017
Identificação do laboratório - TECAM			1719001	NA	NA	NA	NA	NA	NA
Bifenilas Policloradas (PCBs), em µg/kg									
PCB total	22,7	180	< 0,2120	< 0,1622	< 0,1511	< 0,1592	< 0,1600	< 0,1583	< 0,1527
Tributilestano, em µg/kg									
TBT	100	1000	< 2,12	< 1,62	< 1,51	< 1,59	< 1,60	< 1,58	< 1,53
Pesticidas Organoclorados (POC) em µg/kg									
alfa-HCH	0,32	0,99	< 0,212	< 0,162	< 0,151	< 0,159	< 0,160	< 0,158	< 0,153
beta-HCH	0,32	0,99	< 0,212	< 0,162	< 0,151	< 0,159	< 0,160	< 0,158	< 0,153
delta-HCH	0,32	0,99	< 0,212	< 0,162	< 0,151	< 0,159	< 0,160	< 0,158	< 0,153
gama-HCH (lindano)	0,32	0,99	< 0,212	< 0,162	< 0,151	< 0,159	< 0,160	< 0,158	< 0,153
alfa-clordano	2,26	4,79	< 0,212	< 0,162	< 0,151	< 0,159	< 0,160	< 0,158	< 0,153
gama-clordano	2,26	4,79	< 0,212	< 0,162	< 0,151	< 0,159	< 0,160	< 0,158	< 0,153
DDD	1,22	7,81	< 0,212	< 0,162	< 0,151	< 0,159	< 0,160	< 0,158	< 0,153
DDE	2,07	374	< 0,212	< 0,162	< 0,151	< 0,159	< 0,160	< 0,158	< 0,153
DDT	1,19	4,77	< 0,212	< 0,162	< 0,151	< 0,159	< 0,160	< 0,158	< 0,153
Dieldrin	0,71	4,3	< 0,212	< 0,162	< 0,151	< 0,159	< 0,160	< 0,158	< 0,153
Endrin	2,67	62,4	< 0,212	< 0,162	< 0,151	< 0,159	< 0,160	< 0,158	< 0,153

Tabela 9.1.11.1-9 (continuação): Resultados das concentrações de tributilestanho (TBT), bifenilas policloradas totais (PCB) e pesticidas organoclorados (POC) nas amostras de sedimento coletadas em setembro/2017 e março/2018 na área a ser dragada para a implantação do empreendimento.

Parâmetros	Resolução CONAMA 454/12		PS-05						
			PS-05-P7	PS-05-P8	PS-05-P9	PS-05-P10	PS-05-P11	PS-05-P12	PS-05-P13
Data de coleta			21/09/2017	21/09/2017	21/09/2017	21/09/2017	21/09/2017	21/09/2017	21/09/2017
Hora de coleta			14:17	14:35	14:56	15:21	15:46	16:12	16:36
Camada sedimentar amostrada (m)			-6 a -7	-7 a -8	-8 a -9	-9 a -10	-10 a -11	-11 a -12	-12 a -13
Identificação do laboratório - Anatech	Nível 1	Nível 2	23727/2017	23727/2017	23727/2017	23727/2017	23727/2017	23727/2017	23727/2017
Identificação do laboratório - TECAM			NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
Bifenilas Policloradas (PCBs), em µg/kg									
PCB total	22,7	180	< 0,1596	< 0,1567	< 0,1554	< 0,1571	< 0,1504	< 0,1463	< 0,1523
Tributilestanho, em µg/kg									
TBT	100	1000	< 1,60	< 1,57	< 1,55	< 1,57	< 1,50	< 1,46	< 1,52
Pesticidas Organoclorados (POC) em µg/kg									
alfa-HCH	0,32	0,99	< 0,160	< 0,157	< 0,155	< 0,157	< 0,150	< 0,146	< 0,152
beta-HCH	0,32	0,99	< 0,160	< 0,157	< 0,155	< 0,157	< 0,150	< 0,146	< 0,152
delta-HCH	0,32	0,99	< 0,160	< 0,157	< 0,155	< 0,157	< 0,150	< 0,146	< 0,152
gama-HCH (lindano)	0,32	0,99	< 0,160	< 0,157	< 0,155	< 0,157	< 0,150	< 0,146	< 0,152
alfa-clordano	2,26	4,79	< 0,160	< 0,157	< 0,155	< 0,157	< 0,150	< 0,146	< 0,152
gama-clordano	2,26	4,79	< 0,160	< 0,157	< 0,155	< 0,157	< 0,150	< 0,146	< 0,152
DDD	1,22	7,81	< 0,160	< 0,157	< 0,155	< 0,157	< 0,150	< 0,146	< 0,152
DDE	2,07	374	< 0,160	< 0,157	< 0,155	< 0,157	< 0,150	< 0,146	< 0,152
DDT	1,19	4,77	< 0,160	< 0,157	< 0,155	< 0,157	< 0,150	< 0,146	< 0,152
Dieldrin	0,71	4,3	< 0,160	< 0,157	< 0,155	< 0,157	< 0,150	< 0,146	< 0,152
Endrin	2,67	62,4	< 0,160	< 0,157	< 0,155	< 0,157	< 0,150	< 0,146	< 0,152

Parâmetros	Resolução CONAMA 454/12		PS-06						
			PS-06-S	PS-06-P1	PS-06-P2	PS-06-P3	PS-06-P4	PS-06-P5	PS-06-P6
Data de coleta			14/03/2018	14/03/2018	14/03/2018	14/03/2018	14/03/2018	14/03/2018	14/03/2018
Hora de coleta			13:45	09:00	09:10	09:12	09:27	09:33	09:50
Camada sedimentar amostrada (m)			Superficial	0 a -1	-1 a -2	-2 a -3	-3 a -4	-4 a -5	-5 a -6
Identificação do laboratório - Anatech	Nível 1	Nível 2	5440/2018	5440/2018	5440/2018	5440/2018	5440/2018	5440/2018	5440/2018
Identificação do laboratório - TECAM			1806100	NA	NA	NA	NA	NA	NA
Bifenilas Policloradas (PCBs), em µg/kg									
PCB total	22,7	180	< 0,1644	< 0,1386	< 0,1105	< 0,1261	< 0,1268	< 0,1342	< 0,1442
Tributilestanho, em µg/kg									
TBT	100	1000	< 1,64	< 1,39	< 1,10	< 1,26	< 1,27	< 1,34	< 1,44
Pesticidas Organoclorados (POC) em µg/kg									
alfa-HCH	0,32	0,99	< 0,164	< 0,139	< 0,110	< 0,126	< 0,127	< 0,134	< 0,144
beta-HCH	0,32	0,99	< 0,164	< 0,139	< 0,110	< 0,126	< 0,127	< 0,134	< 0,144
delta-HCH	0,32	0,99	< 0,164	< 0,139	< 0,110	< 0,126	< 0,127	< 0,134	< 0,144
gama-HCH (lindano)	0,32	0,99	< 0,164	< 0,139	< 0,110	< 0,126	< 0,127	< 0,134	< 0,144
alfa-clordano	2,26	4,79	< 0,164	< 0,139	< 0,110	< 0,126	< 0,127	< 0,134	< 0,144
gama-clordano	2,26	4,79	< 0,164	< 0,139	< 0,110	< 0,126	< 0,127	< 0,134	< 0,144
DDD	1,22	7,81	< 0,164	< 0,139	< 0,110	< 0,126	< 0,127	< 0,134	< 0,144
DDE	2,07	374	< 0,164	< 0,139	< 0,110	< 0,126	< 0,127	< 0,134	< 0,144
DDT	1,19	4,77	< 0,164	< 0,139	< 0,110	< 0,126	< 0,127	< 0,134	< 0,144
Dieldrin	0,71	4,3	< 0,164	< 0,139	< 0,110	< 0,126	< 0,127	< 0,134	< 0,144
Endrin	2,67	62,4	< 0,164	< 0,139	< 0,110	< 0,126	< 0,127	< 0,134	< 0,144

Tabela 9.1.11.1-9 (continuação): Resultados das concentrações de tributilestanho (TBT), bifenilas policloradas totais (PCB) e pesticidas organoclorados (POC) nas amostras de sedimento coletadas em setembro/2017 e março/2018 na área a ser dragada para a implantação do empreendimento.

Parâmetros	Resolução CONAMA 454/12		PS-06							
			PS-06-P7	PS-06-P8	PS-06-P9	PS-06-P10	PS-06-P11	PS-06-P12	PS-06-P13	PS-06-P14
Data de coleta			14/03/2018	14/03/2018	14/03/2018	14/03/2018	14/03/2018	14/03/2018	14/03/2018	14/03/2018
Hora de coleta			09:58	10:23	10:27	11:02	12:40	12:52	13:10	13:16
Camada sedimentar amostrada (m)			-6 a -7	-7 a -8	-8 a -9	-9 a -10	-10 a -11	-11 a -12	-12 a -13	-13 a -14
Identificação do laboratório - Anatech	Nível 1	Nível 2	5440/2018	5440/2018	5440/2018	5440/2018	5440/2018	5440/2018	5440/2018	5440/2018
Identificação do laboratório - TECAM			NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
Bifenilas Policloradas (PCBs), em µg/kg										
PCB total	22,7	180	< 0,1373	< 0,1342	< 0,1370	< 0,1045	< 0,1163	< 0,1111	< 0,1154	< 0,1128
Tributilestanho, em µg/kg										
TBT	100	1000	< 1,37	< 1,34	< 1,37	< 1,05	< 1,16	< 1,11	< 1,15	< 1,13
Pesticidas Organoclorados (POC) em µg/kg										
alfa-HCH	0,32	0,99	< 0,137	< 0,134	< 0,137	< 0,105	< 0,116	< 0,111	< 0,115	< 0,113
beta-HCH	0,32	0,99	< 0,137	< 0,134	< 0,137	< 0,105	< 0,116	< 0,111	< 0,115	< 0,113
delta-HCH	0,32	0,99	< 0,137	< 0,134	< 0,137	< 0,105	< 0,116	< 0,111	< 0,115	< 0,113
gama-HCH (lindano)	0,32	0,99	< 0,137	< 0,134	< 0,137	< 0,105	< 0,116	< 0,111	< 0,115	< 0,113
alfa-clordano	2,26	4,79	< 0,137	< 0,134	< 0,137	< 0,105	< 0,116	< 0,111	< 0,115	< 0,113
gama-clordano	2,26	4,79	< 0,137	< 0,134	< 0,137	< 0,105	< 0,116	< 0,111	< 0,115	< 0,113
DDD	1,22	7,81	< 0,137	< 0,134	< 0,137	< 0,105	< 0,116	< 0,111	< 0,115	< 0,113
DDE	2,07	374	< 0,137	< 0,134	< 0,137	< 0,105	< 0,116	< 0,111	< 0,115	< 0,113
DDT	1,19	4,77	< 0,137	< 0,134	< 0,137	< 0,105	< 0,116	< 0,111	< 0,115	< 0,113
Dieldrin	0,71	4,3	< 0,137	< 0,134	< 0,137	< 0,105	< 0,116	< 0,111	< 0,115	< 0,113
Endrin	2,67	62,4	< 0,137	< 0,134	< 0,137	< 0,105	< 0,116	< 0,111	< 0,115	< 0,113

Parâmetros	Resolução CONAMA 454/12		PS-07						
			PS-07-S	PS-07-P1	PS-07-P2	PS-07-P3	PS-07-P4	PS-07-P5	PS-07-P6
Data de coleta			12/03/2018	12/03/2018	12/03/2018	12/03/2018	12/03/2018	12/03/2018	12/03/2018
Hora de coleta			13:39	12:14	12:20	12:38	12:45	13:09	13:15
Camada sedimentar amostrada (m)			Superficial	0 a -1	-1 a -2	-2 a -3	-3 a -4	-4 a -5	-5 a -6
Identificação do laboratório - Anatech	Nível 1	Nível 2	5139/2018	5139/2018	5139/2018	5139/2018	5139/2018	5139/2018	5139/2018
Identificação do laboratório - TECAM			185709	NA	NA	NA	NA	NA	NA
Bifenilas Policloradas (PCBs), em µg/kg									
PCB total	22,7	180	< 0,2055	< 0,1617	< 0,1489	< 0,1449	< 0,1425	< 0,1442	< 0,1389
Tributilestanho, em µg/kg									
TBT	100	1000	< 2,05	< 1,62	< 1,49	< 1,45	< 1,43	< 1,44	< 1,39
Pesticidas Organoclorados (POC) em µg/kg									
alfa-HCH	0,32	0,99	< 0,205	< 0,162	< 0,149	< 0,145	< 0,143	< 0,144	< 0,139
beta-HCH	0,32	0,99	< 0,205	< 0,162	< 0,149	< 0,145	< 0,143	< 0,144	< 0,139
delta-HCH	0,32	0,99	< 0,205	< 0,162	< 0,149	< 0,145	< 0,143	< 0,144	< 0,139
gama-HCH (lindano)	0,32	0,99	< 0,205	< 0,162	< 0,149	< 0,145	< 0,143	< 0,144	< 0,139
alfa-clordano	2,26	4,79	< 0,205	< 0,162	< 0,149	< 0,145	< 0,143	< 0,144	< 0,139
gama-clordano	2,26	4,79	< 0,205	< 0,162	< 0,149	< 0,145	< 0,143	< 0,144	< 0,139
DDD	1,22	7,81	< 0,205	< 0,162	< 0,149	< 0,145	< 0,143	< 0,144	< 0,139
DDE	2,07	374	< 0,205	< 0,162	< 0,149	< 0,145	< 0,143	< 0,144	< 0,139
DDT	1,19	4,77	< 0,205	< 0,162	< 0,149	< 0,145	< 0,143	< 0,144	< 0,139
Dieldrin	0,71	4,3	< 0,205	< 0,162	< 0,149	< 0,145	< 0,143	< 0,144	< 0,139
Endrin	2,67	62,4	< 0,205	< 0,162	< 0,149	< 0,145	< 0,143	< 0,144	< 0,139

Tabela 9.1.11.1-9 (continuação): Resultados das concentrações de tributilestanho (TBT), bifenilas policloradas totais (PCB) e pesticidas organoclorados (POC) nas amostras de sedimento coletadas em setembro/2017 e março/2018 na área a ser dragada para a implantação do empreendimento.

Parâmetros	Resolução CONAMA 454/12		PS-08						
			PS-08-S	PS-08-P1	PS-08-P2	PS-08-P3	PS-08-P4	PS-08-P5	PS-08-P6
Data de coleta			12/03/2018	14/03/2018	14/03/2018	14/03/2018	14/03/2018	14/03/2018	14/03/2018
Hora de coleta			13:15	15:00	14:10	14:15	14:23	14:41	14:50
Camada sedimentar amostrada (m)			Superficial	0 a -1	-1 a -2	-2 a -3	-3 a -4	-4 a -5	-5 a -6
Identificação do laboratório - Anatech	Nível 1	Nível 2	5441/2018	5441/2018	5441/2018	5441/2018	5441/2018	5441/2018	5441/2018
Identificação do laboratório - TECAM			1806102	NA	NA	NA	NA	NA	NA
Bifenilas Policloradas (PCBs), em µg/kg									
PCB total	22,7	180	< 0,2158	< 0,1609	< 0,1531	< 0,1453	< 0,1523	< 0,1435	< 0,1453
Tributilestanho, em µg/kg									
TBT	100	1000	< 2,16	< 1,61	< 1,53	< 1,45	< 1,52	< 1,44	< 1,45
Pesticidas Organoclorados (POC) em µg/kg									
alfa-HCH	0,32	0,99	< 0,216	< 0,161	< 0,153	< 0,145	< 0,152	< 0,144	< 0,145
beta-HCH	0,32	0,99	< 0,216	< 0,161	< 0,153	< 0,145	< 0,152	< 0,144	< 0,145
delta-HCH	0,32	0,99	< 0,216	< 0,161	< 0,153	< 0,145	< 0,152	< 0,144	< 0,145
gama-HCH (lindano)	0,32	0,99	< 0,216	< 0,161	< 0,153	< 0,145	< 0,152	< 0,144	< 0,145
alfa-clordano	2,26	4,79	< 0,216	< 0,161	< 0,153	< 0,145	< 0,152	< 0,144	< 0,145
gama-clordano	2,26	4,79	< 0,216	< 0,161	< 0,153	< 0,145	< 0,152	< 0,144	< 0,145
DDD	1,22	7,81	< 0,216	< 0,161	< 0,153	< 0,145	< 0,152	< 0,144	< 0,145
DDE	2,07	374	< 0,216	< 0,161	< 0,153	< 0,145	< 0,152	< 0,144	< 0,145
DDT	1,19	4,77	< 0,216	< 0,161	< 0,153	< 0,145	< 0,152	< 0,144	< 0,145
Dieldrin	0,71	4,3	< 0,216	< 0,161	< 0,153	< 0,145	< 0,152	< 0,144	< 0,145
Endrin	2,67	62,4	< 0,216	< 0,161	< 0,153	< 0,145	< 0,152	< 0,144	< 0,145

Parâmetros	Resolução CONAMA 454/12		PS-09						
			PS-09-S	PS-09-P1	PS-09-P2	PS-09-P3	PS-09-P4	PS-09-P5	PS-09-P6
Data de coleta			14/03/2018	14/03/2018	15/03/2018	15/03/2018	15/03/2018	15/03/2018	15/03/2018
Hora de coleta			14:56	14:56	14:21	09:46	09:50	09:53	10:11
Camada sedimentar amostrada (m)			Superficial	0 a -1	-1 a -2	-2 a -3	-3 a -4	-4 a -5	-5 a -6
Identificação do laboratório - Anatech	Nível 1	Nível 2	5460/2018	5460/2018	5460/2018	5460/2018	5460/2018	5460/2018	5460/2018
Identificação do laboratório - TECAM			1806280	NA	NA	NA	NA	NA	NA
Bifenilas Policloradas (PCBs), em µg/kg									
PCB total	22,7	180	< 0,1370	< 0,1299	< 0,1253	< 0,1345	< 0,1258	< 0,1302	< 0,1313
Tributilestanho, em µg/kg									
TBT	100	1000	< 1,37	< 1,30	< 1,25	< 1,35	< 1,26	< 1,30	< 1,31
Pesticidas Organoclorados (POC) em µg/kg									
alfa-HCH	0,32	0,99	< 0,137	< 0,130	< 0,125	< 0,135	< 0,126	< 0,130	< 0,131
beta-HCH	0,32	0,99	< 0,137	< 0,130	< 0,125	< 0,135	< 0,126	< 0,130	< 0,131
delta-HCH	0,32	0,99	< 0,137	< 0,130	< 0,125	< 0,135	< 0,126	< 0,130	< 0,131
gama-HCH (lindano)	0,32	0,99	< 0,137	< 0,130	< 0,125	< 0,135	< 0,126	< 0,130	< 0,131
alfa-clordano	2,26	4,79	< 0,137	< 0,130	< 0,125	< 0,135	< 0,126	< 0,130	< 0,131
gama-clordano	2,26	4,79	< 0,137	< 0,130	< 0,125	< 0,135	< 0,126	< 0,130	< 0,131
DDD	1,22	7,81	< 0,137	< 0,130	< 0,125	< 0,135	< 0,126	< 0,130	< 0,131
DDE	2,07	374	< 0,137	< 0,130	< 0,125	< 0,135	< 0,126	< 0,130	< 0,131
DDT	1,19	4,77	< 0,137	< 0,130	< 0,125	< 0,135	< 0,126	< 0,130	< 0,131
Dieldrin	0,71	4,3	< 0,137	< 0,130	< 0,125	< 0,135	< 0,126	< 0,130	< 0,131
Endrin	2,67	62,4	< 0,137	< 0,130	< 0,125	< 0,135	< 0,126	< 0,130	< 0,131

Tabela 9.1.11.1-9 (continuação): Resultados das concentrações de tributilestanho (TBT), bifenilas policloradas totais (PCB) e pesticidas organoclorados (POC) nas amostras de sedimento coletadas em setembro/2017 e março/2018 na área a ser dragada para a implantação do empreendimento.

Parâmetros	Resolução CONAMA 454/12		PS-09							
			PS-09-P7	PS-09-P8	PS-09-P9	PS-09-P10	PS-09-P11	PS-09-P12	PS-09-P13	PS-09-P14
Data de coleta			15/03/2018	15/03/2018	15/03/2018	15/03/2018	15/03/2018	15/03/2018	15/03/2018	15/03/2018
Hora de coleta			09:53	10:11	10:14	10:16	10:47	10:55	11:35	11:37
Camada sedimentar amostrada (m)			-6 a -7	-7 a -8	-8 a -9	-9 a -10	-10 a -11	-11 a -12	-12 a -13	-13 a -14
Identificação do laboratório - Anatech			5460/2018	5460/2018	5460/2018	5460/2018	5460/2018	5460/2018	5460/2018	5460/2018
Identificação do laboratório - TECAM	Nível 1	Nível 2	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
Bifenilas Policloradas (PCBs), em µg/kg										
PCB total	22,7	180	< 0,1379	< 0,1242	< 0,1299	< 0,1230	< 0,1274	< 0,1271	< 0,1266	< 0,1235
Tributilestanho, em µg/kg										
TBT	100	1000	< 1,38	< 1,24	< 1,30	< 1,23	< 1,27	< 1,27	< 1,27	< 1,23
Pesticidas Organoclorados (POC) em µg/kg										
alfa-HCH	0,32	0,99	< 0,138	< 0,124	< 0,130	< 0,123	< 0,127	< 0,127	< 0,127	< 0,123
beta-HCH	0,32	0,99	< 0,138	< 0,124	< 0,130	< 0,123	< 0,127	< 0,127	< 0,127	< 0,123
delta-HCH	0,32	0,99	< 0,138	< 0,124	< 0,130	< 0,123	< 0,127	< 0,127	< 0,127	< 0,123
gama-HCH (lindano)	0,32	0,99	< 0,138	< 0,124	< 0,130	< 0,123	< 0,127	< 0,127	< 0,127	< 0,123
alfa-clordano	2,26	4,79	< 0,138	< 0,124	< 0,130	< 0,123	< 0,127	< 0,127	< 0,127	< 0,123
gama-clordano	2,26	4,79	< 0,138	< 0,124	< 0,130	< 0,123	< 0,127	< 0,127	< 0,127	< 0,123
DDD	1,22	7,81	< 0,138	< 0,124	< 0,130	< 0,123	< 0,127	< 0,127	< 0,127	< 0,123
DDE	2,07	374	< 0,138	< 0,124	< 0,130	< 0,123	< 0,127	< 0,127	< 0,127	< 0,123
DDT	1,19	4,77	< 0,138	< 0,124	< 0,130	< 0,123	< 0,127	< 0,127	< 0,127	< 0,123
Dieldrin	0,71	4,3	< 0,138	< 0,124	< 0,130	< 0,123	< 0,127	< 0,127	< 0,127	< 0,123
Endrin	2,67	62,4	< 0,138	< 0,124	< 0,130	< 0,123	< 0,127	< 0,127	< 0,127	< 0,123

Todas as amostras apresentaram concentrações de TBT, PCB totais e POC inferiores ao limite de quantificação do método analítico.

Ensaio ecotoxicológico

De acordo com o artigo 12 da RC 454/12, seria mandatório a realização de ensaios de toxicidade com as amostras oriundas dos pontos PS-01, PS-05, PS-06 e PS-09. No entanto, de forma preventiva, esses ensaios foram realizados para todas as amostras.

A Tabela 9.1.11.1-10 apresenta os resultados dos ensaios de toxicidade aguda para *Leptocheirus plumulosus* nas amostras de sedimento superficial coletadas em setembro/2017 e março/2018 na área a ser dragada para a implantação do empreendimento.

Durante a realização dos testes com *L. plumulosus*, acompanhou-se a variação dos parâmetros físico-químicos (pH, salinidade, O.D., nitrogênio amoniacal e amônia não ionizada) da água intersticial e da água de interface. Os relatórios dos ensaios ecotoxicológicos são apresentados no Anexo 9.1.11.1-4.

Tabela 9.1.11.1-10: Resultados dos ensaios de toxicidade aguda para *Leptocheirus plumulosus* nas amostras de sedimento coletadas em setembro/2017 e março/2018 na área a ser dragada para a implantação do empreendimento.

Parâmetros	Resolução CONAMA 454/12		PS-01-S	PS-05-S	PS-06-S	PS-07-S	PS-08-S	PS-09-S
Data de coleta			20/09/2017	21/09/2017	14/03/2018	12/03/2018	12/03/2018	14/03/2018
Hora de coleta			11:15	10:08	13:45	13:39	13:15	14:56
Camada sedimentar amostrada (m)			Superficial	Superficial	Superficial	Superficial	Superficial	Superficial
Identificação do laboratório - TECAM	Nível 1	Nível 2	1718928	1719001	1806100	185709	1806102	1806280
Ensaio Ecotoxicológico, mortalidade								
Letalidade total (%)	50%		1	4	10	11	10	11
Amônia não ionizada na água intersticial	*		0,052	0,136	0,050	0,012	0,154	0,090

* De acordo com USEPA (2001), concentrações de amônia na água intersticial acima de 0,8 mg/L, isoladamente, podem causar efeito tóxico para *Leptocheirus plumulosus*.

De acordo com os resultados obtidos, os valores de mortalidade no teste de toxicidade aguda para *L. plumulosus* variaram entre 1% e 11%, logo sendo classificado como de efeito tóxico não significativo, conforme estabelecido pelo Art. 14 da Resolução CONAMA 454/12.

De acordo com USEPA (2001), concentrações de amônia na água intersticial acima de 0,8 mg/L, isoladamente, podem causar efeito tóxico para *Leptocheirus plumulosus*. Dentre as amostras analisadas, todas apresentaram concentração inferior ao valor recomendado pela USEPA.

Qualidade dos sedimentos e alternativas de disposição

Em atendimento às diretrizes estabelecidas pela Resolução CONAMA nº 454/12, foi realizada a caracterização física, química e ecotoxicológica dos sedimentos dentro dos limites da área a ser dragada para a implantação do empreendimento, bem como no ponto onde será realizado o furo unidirecional. As amostras de sedimento foram coletadas em 06 pontos, contemplando amostras na camada superficial e amostras em profundidade a cada 1 m de coluna sedimentar. Em 03 pontos (PS-05, PS-06 e PS-09) foram coletadas amostras até 14 m de coluna sedimentar, enquanto que, nos outros 03 pontos (PS-01, PS-07 e PS-08) foi considerado o perfil até 6 m de coluna sedimentar, totalizando 65 amostras de sedimento. Em atendimento ao Artigo 5º da referida Resolução, as amostras foram selecionadas de modo a apresentar uma distribuição espacial (horizontal e vertical) representativa do volume a ser dragado.

A caracterização física dos sedimentos indicou o predomínio das frações granulométricas mais finas, com maiores porcentagens de silte e argila, resultado esperado em função das características hidrodinâmicas locais (baixa energia). De acordo com os critérios estabelecidos pelos Artigos 7º e 8º da mesma Resolução, houve a necessidade da realização da caracterização química nas amostras de sedimento.

Os resultados das análises químicas indicaram a ocorrência de concentrações de alguns metais totais acima dos valores orientadores de nível 1 da Resolução CONAMA 454/12: mercúrio em PS-01 (P2 a P6), PS-05 (P3 a P13) e PS-09 (Superfície e P1), cobre em PS-05 (P4, P6 a P13), PS-07 (P2) e PS-08 (P3), chumbo em PS-05 (P12), níquel em PS-05 (P6 a P13) e zinco em PS-05 (P1 a P13). Os outros metais e As totais e os demais parâmetros analisados (HPA, POC, PCB e TBT), quando quantificados acima do limite de quantificação, ocorreram sempre em concentrações inferiores aos valores orientadores de nível 1, com exceção de três amostras dentre as 65 analisadas, a saber: PS-06-S (dibenzo(a,h)antraceno e acenaftileno), PS-05-P4 (naftaleno) e PS-09-S (acenaftileno). Dentre os nutrientes, apenas fósforo total ocorreu em concentrações superiores ao valor de alerta estabelecido pela mesma Resolução, no ponto PS-05 (P3 a P13). Ressalta-se que estes valores não devem ser considerados para fins de gerenciamento da disposição do material dragado.

De acordo com os critérios estabelecidos pelo Artigo 12 da Resolução CONAMA 454/12, os resultados da caracterização química indicaram a necessidade de realização de ensaios ecotoxicológicos nos pontos PS-01, PS-05, PS-06 e PS-09. No entanto, o presente estudo considerou a realização desses ensaios em todos os pontos. Os resultados obtidos no teste de toxicidade aguda para *L. plumulosus* evidenciaram mortalidades muito inferiores a 50% em todas as amostras, ou seja, classificado como de efeito tóxico não significativo, conforme estabelecido pelo Art. 14 da Resolução CONAMA 454/12.

A partir da análise integrada dos resultados das caracterizações física, química e ecotoxicológica dos sedimentos a serem dragados em comparação aos valores orientadores da Resolução CONAMA 454/12, e considerando o pleno atendimento aos critérios do Art. 19 para disposição em águas sob jurisdição nacional, entende-se que a totalidade do volume de sedimento a ser dragado para a implantação do empreendimento (aproximadamente 1.980.000 m³) poderá ser disposto em águas sob jurisdição nacional (disposição oceânica) sem a necessidade de estudos complementares e em local autorizado pelo órgão ambiental licenciador.

Considerando a etapa de implantação do empreendimento, a realização da obra de dragagem é a atividade que gera as alterações mais significantes sobre a qualidade do sedimento, uma vez que a retirada dos sedimentos de uma área torna exposta em superfície uma parcela de sedimentos que estava aprisionada nas camadas sub-superficiais, com características físico-químicas e químicas distintas do sedimento superficial original, ocasionando alterações nos processos de interação água-sedimento e sedimento-organismo. Por outro lado, a caracterização química realizada no sedimento demonstrou baixas concentrações de metais e HPA nesta matriz, portanto não são esperadas alterações significativas na qualidade da água durante a operação de dragagem.

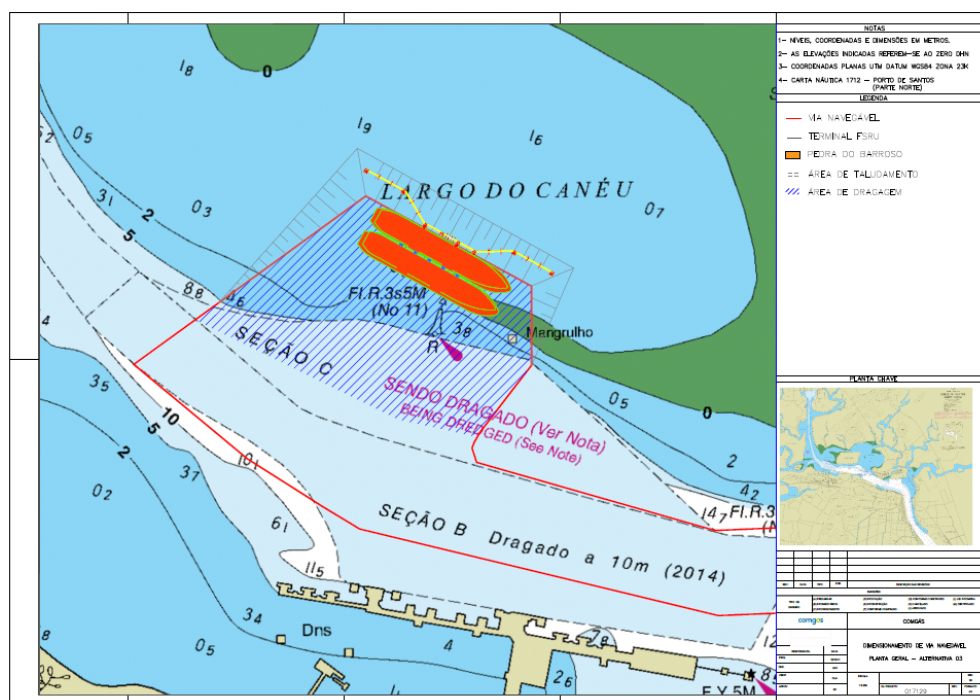
Assim, devido às possíveis interferências das atividades de implantação e operação do empreendimento na região do largo do Caneu, recomenda-se o monitoramento da qualidade água superficial durante a dragagem de implantação, bem como, o monitoramento dos sedimentos superficiais tanto após a dragagem de implantação, como regularmente, visando futuras dragagens de manutenção.

9.1.11.2. Dragagem

A elaboração de Planos de Dragagem está diretamente associada ao estabelecimento de parâmetros, como os limites do empreendimento, as profundidades de projeto, a batimetria natural pré-existente, as características geotécnicas dos materiais a serem dragados e as potencialidades e limitantes dos equipamentos a serem empregados na operação.

A obra de dragagem pretendida está associada à construção de uma estrutura portuária que contemplará *dolphins* de atracação, *dolphins* de amarração e plataformas de operação todos apoiados em estacas cravadas no leito marinho, estando estes elementos estruturais ligados entre si por passarelas, conforme arranjo fornecido pela COMGÁS. Os *dolphins* de atracação combinados apresentam cerca de 112 metros de comprimento, enquanto que o comprimento total considerando os *dolphins* de amarração é de aproximadamente 405 metros. A distância entre a linha de defensas e a extremidade dos *dolphins* de amarração é de aproximadamente 44 metros. Na área de acesso e dos berços a profundidade será de 13,75 metros DHN.

A Figura 9.1.11.2-1 apresenta o delineamento básico do cais, polígonos de dragagem (linhas paralelas azuis) e dos taludes (linhas cinzas) sobrepostos à carta náutica atual. Com base no projeto, foi calculado o volume a ser dragado a partir da diferença da batimetria atual (TETRATECH, 2017) em relação à batimetria final de projeto (13,75 metros DHN). O volume de dragagem final foi estimado em aproximadamente 1.980.000 m³, contando com o talude de 5,5:1 metros.



9.1.11.2-1: Área do empreendimento com a área de dragagem (hachurado azul) e talude (linhas cinzas).

9.1.11.2.1 Caracterização Sedimentar

A caracterização da cobertura do fundo e sub fundo atuais na área a ser dragada permite avaliar as características sedimentares que condicionaram a distribuição espacial do pacote sedimentar que preenche a área do terminal analisado. As metodologias de coleta, bem como os procedimentos de análise geoquímica e os resultados obtidos estarão apresentados em maior detalhe no item referente à caracterização dos sedimentos para dragagem do referido empreendimento.

Foram amostrados 6 pontos para a caracterização de sedimentos. A localização de cada ponto é apresentada na Tabela 9.1.11.2.1-1. Vale ressaltar que o ponto PS-09 corresponde ao local onde haverá a perfuração com furo unidirecional, conseqüentemente também foi caracterizado nas mesmas premissas dos demais. Foram realizadas coletas superficiais e em profundidade. As amostras superficiais foram coletadas com uma draga do tipo Van Veen, na profundidade de 0 a 0,20 metros em todos os pontos amostrais. As amostras de sedimento em profundidade foram coletadas com equipamentos de sondagem em água, utilizando tubos de alumínio de 03 polegadas associado a uma base para o posicionamento do tubo na posição vertical e cravado no sedimento por meio de um sistema de bate-estaca. Quando necessário, um sacador foi utilizado para auxílio na retirada do sedimento da tubulação. Os procedimentos de amostragem seguiram os métodos descritos por ISO 5667-12 (1995) e ANA; CETESB (2011).

Tabela 9.1.11.2.1-1: Localização geográfica dos pontos amostrados.

PONTOS	COORDENADAS UTM*			OBS
	FUSO	EASTINGS	NORTHINGS	
PS-01	23K	361.243	7.354.573	Pontos realizados em setembro/17
PS-05	23K	361.102	7.354.506	
PS-06	23K	360.946	7.354.814	
PS-07	23K	360.801	7.354.652	Pontos realizados em março/18
PS-08	23K	361.025	7.354.646	
PS-09	23K	360.935	7.354.992	

A amostragem de sedimento foi realizada a diferentes profundidades nos 6 (seis) pontos. Os pontos PS-01, PS-07 e PS-08 possuem 6 (seis) perfis, também a cada um metro cada, atingindo a profundidade de até 9,6 metros DHN. O ponto (PS-05) possui 13 (treze) perfis, com coletas de amostras realizadas a cada metro, atingindo a profundidade de 17,3 metros DHN. Já o ponto PS-

06 e PS-09 possui 14 perfis, atingindo a profundidade de até 14,6m DHN. Em todos os pontos foram coletadas amostras de superfície. O total de 65 amostras coletadas (06 de sedimento superficial e 59 de sedimento em diferentes cotas) pode ser considerado representativa da dimensão da área e do volume a ser dragado. As amostras são representativas tanto do perfil vertical da camada de sedimentos (cota) a ser dragada como da área a ser dragada em planta. E, ainda o número de amostras é superior ao estabelecido pela Tabela I da Resolução CONAMA 454/12, para um volume total a ser dragado de aproximadamente 1.980.000 m³.

Os resultados de granulometria nas amostras de sedimento coletadas na área a ser dragada para a implantação do empreendimento indicaram a predominância das frações granulométricas mais finas (silte/argila), as quais foram consideradas no plano de dragagem. A caracterização física, química e ecotoxicológica do material a ser dragado é apresentado na íntegra no Diagnóstico Ambiental do Meio Físico – 9.1.11.

9.1.11.2.2 Área de Descarte

Para o descarte dos sedimentos dragados nos canais e berços de atracação do porto de Santos, foi licenciado pela Companhia Docas do Estado de São Paulo (CODESP), um polígono de descarte oceânico (PDO) ao largo de estuário santista (Figura 9.1.11.2.2-1). O descarte neste polígono é restrito a sedimentos que apresentem teores de elementos metálicos e orgânicos dentro dos limites preconizados pela Resolução CONAMA 454/2012. A liberação da área para a realização de descartes de material dragado é obtida pelo empreendedor, mediante caracterização do material de descarte de acordo com a 454/12 (BRASIL, 2012), e entendimentos diretos com a CODESP, detentora da licença ambiental da área. Como premissa adotou-se que a totalidade do volume aproximado a ser dragado (1.980.000 m³) está elegível para descarte no PDO mediante autorização da CODESP.

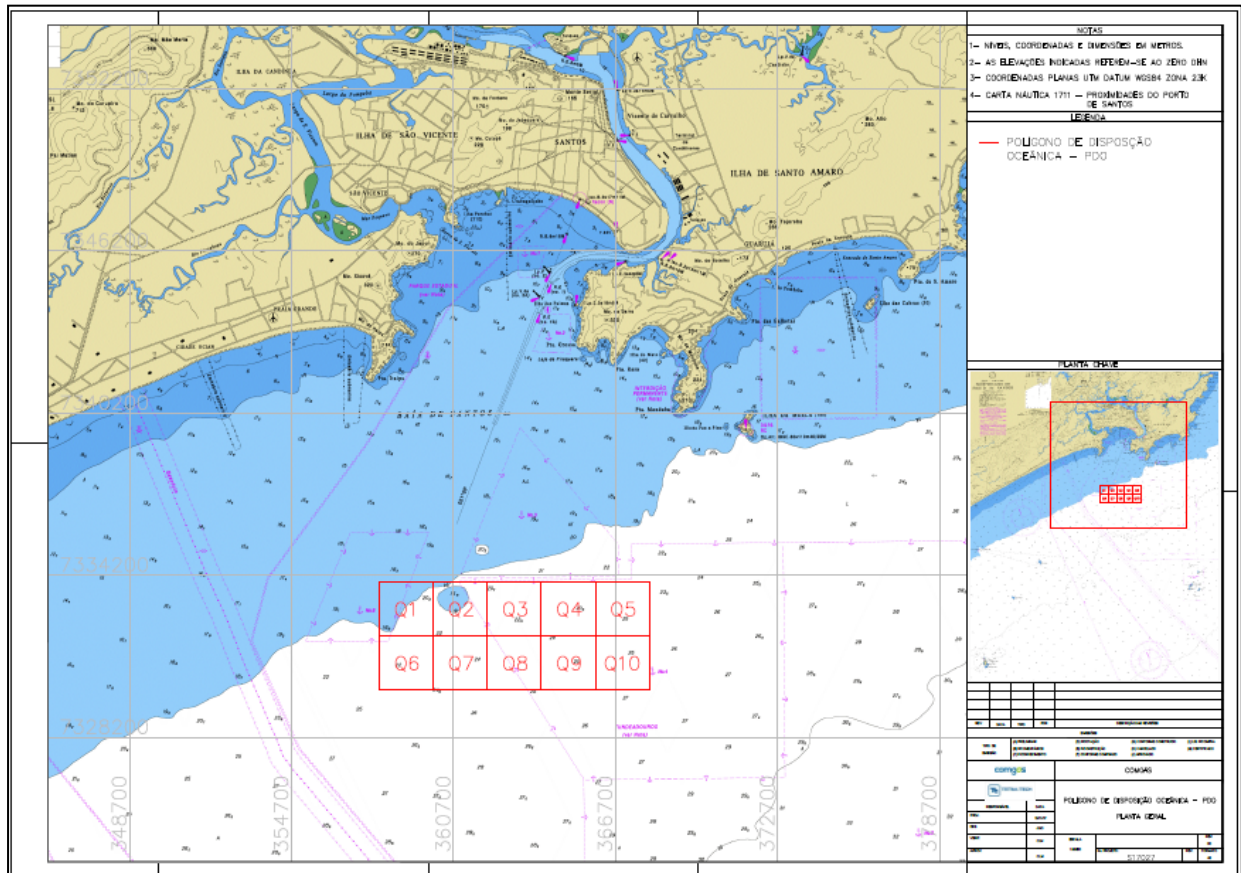


Figura 9.1.11.2.2-1: Localização do Polígono de Descarte Oceânico

9.1.11.2.3. Equipamentos de Dragagem

Para a execução das operações de dragagem existem inúmeros tipos de dragas, as quais podem ser classificadas sob diversos aspectos considerando o objetivo, método, equipamento, transporte, entre vários outros aspectos intrínsecos da dragagem. De forma simplificada podemos descrevê-las quanto ao método de escavação como mecânicas, hidráulicas ou mistas.

As mecânicas são indicadas para remoção de detritos, cascalho, areia e sedimentos coesivos e mais compactados (argila, turfa, silte compactados). Estas dragas removem sedimentos de fundo através da aplicação de força mecânica para escavar o material, como por exemplo, através de uma escavadeira (*backhoe*) (Figura 9.1.11.2.3-1).



Figura 9.1.11.2.3-1: Draga do tipo escavadeira (*backhoe*) sobre balsa. Fonte: Jan de Nul.

As dragas hidráulicas são mais recomendadas para remoção de areias e siltes inconsolidados e pouco compactados, removendo e transportando o sedimento associado a um fluido. A operação é realizada por meio de bombas centrífugas, acionadas por motores a diesel ou elétricos, montadas sobre barcas – autopropulsionadas ou não. O descarregamento pode ser realizado através de tubulações, barcaças ou pelo método de *rainbowing* (bastante utilizado em aterros de praia). Estas dragas possuem restrições para operar com material que contenha rocha e detritos maiores dependendo do tipo, capacidade e tamanho do equipamento. Essa classe engloba as *Trailing Suction Hopper Dredger* (TSHD), *Cutter Suction Dredger* (CSD) entre outras (Figura 9.1.11.2.3-2). As dragas hidráulicas do tipo TSHD são mais indicadas para materiais inconsolidados e em regiões de médias a altas profundidades (e.g. de 05 até mais de 100 metros, dependendo do porte da draga) em traçados contínuos.



Figura 9.1.11.2.3-2: Dragagem do tipo Trailing Suction Hopper Dredger (TSHD). Fonte: Jan de Nul.

Com base nas características dos sedimentos a serem dragados, da localização dos polígonos de dragagem, bem como das características do relevo de fundo e das áreas selecionadas para descarte, para este empreendimento foram selecionadas as classes de equipamento de dragagem, com melhor relação de custo benefício para a execução das operações de dragagem. O equipamento de dragagem do tipo *Trailing Suction Hopper Dredger (TSHD)*, será indicado para a execução da operação de dragagem. Não será necessário o uso de batelões auxiliares pois a própria draga navega e realiza o descarte, seja ele oceânico ou em terra.

Em qualquer tipo de equipamento é necessário a draga possuir um sistema de posicionamento geográfico da embarcação e da cabeça de draga (e.g. draghead), integrados a um software para controle da dragagem.

9.1.11.2.4 Operação de Dragagem

A área das atividades de dragagem corresponde a uma superfície marinha de aproximadamente 164.330,64 m², além da área de talude para estabilização do terreno. A área de soleira possui como dimensões a base maior de aproximadamente 591 metros e altura de aproximadamente 360 metros. Esse polígono será aprofundado até atingir profundidade de 13,75 metros DHN, com volume total de dragagem de aproximadamente 1.980.000 m³, contando com taludes de 5,5:1m. A operação deve ser realizada com um plano de linhas de dragagem

perpendiculares à orientação do cais, permitindo uma maior eficiência durante a operação (Figura 9.1.11.2.4-1).

A Figura 9.1.11.2.4-2 ilustra a localização das seções transversais típicas para a área de dragagem. A profundidade atual e a profundidade de projeto são apresentadas nas Figura 9.1.11.2.4-3 (Perfil 01), Figura 9.1.11.2.4-4 (Perfil 02) e Figura 9.1.11.2.4-5 (Perfil 03). Os perfis avançam da região mais rasa em direção ao canal de navegação do Porto de Santos.

Nas operações de dragagem, é importante a disponibilização do log de atividades da draga. Esse produto apresenta, em tempo real, a posição da draga ao longo do tempo e a atividade exercida naquele ponto e hora. Isso permite, quando pertinentes, o acompanhamento da atividade pelos órgãos competentes, possibilitando a identificação dos pontos de dragagem, descarte, local e o traçado de navegação.

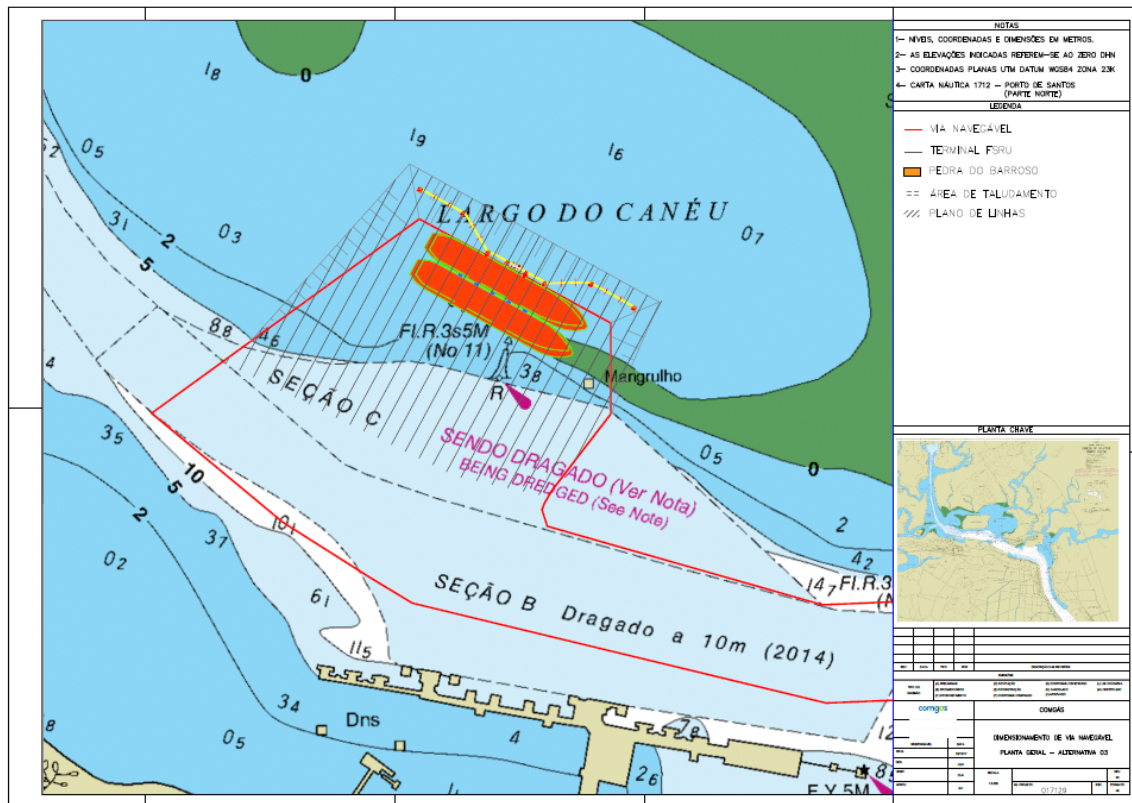


Figura 9.1.11.2.4-1: Plano de linhas para execução da dragagem.

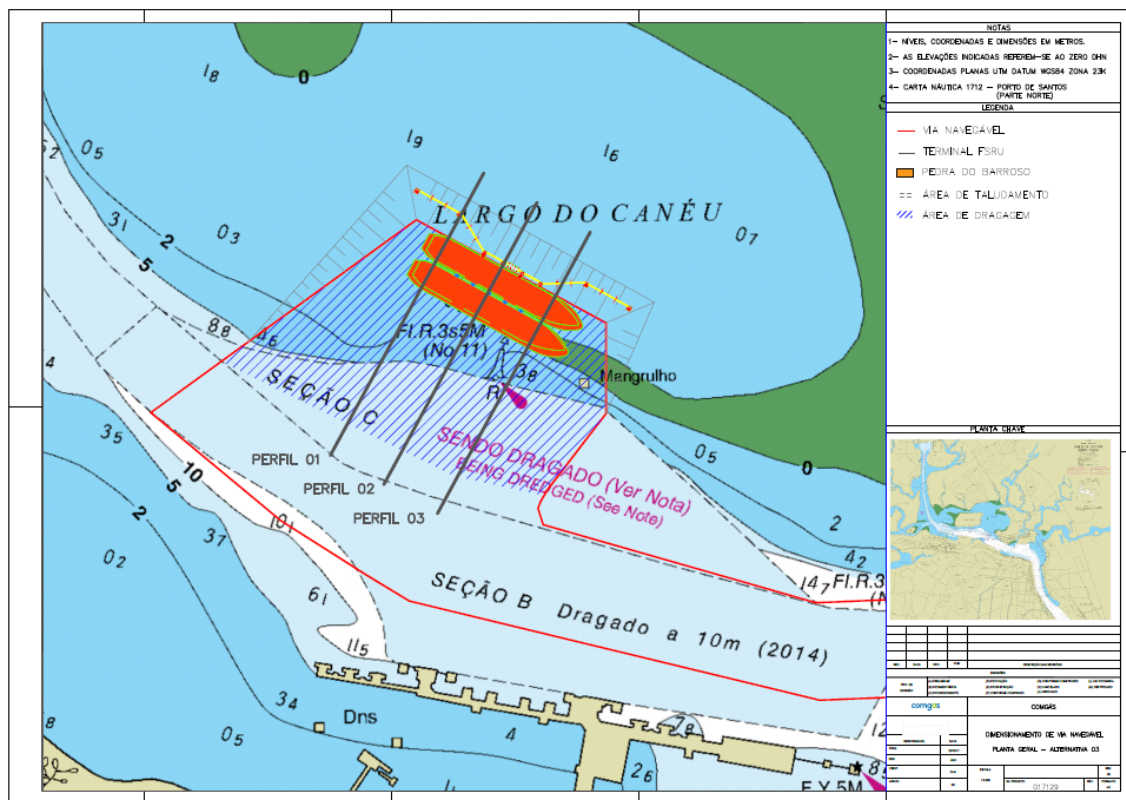


Figura 9.1.11.2.4-2: Localização das seções analisadas.

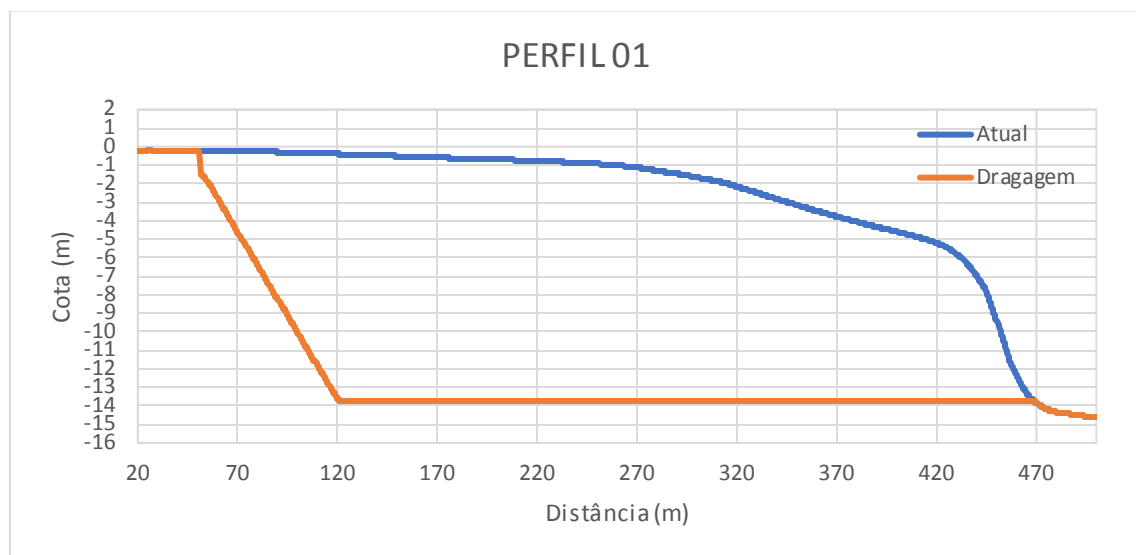


Figura 9.1.11.2.4-3: Seção transversal do Perfil 01 com as cotas batimétricas atuais e de projeto.

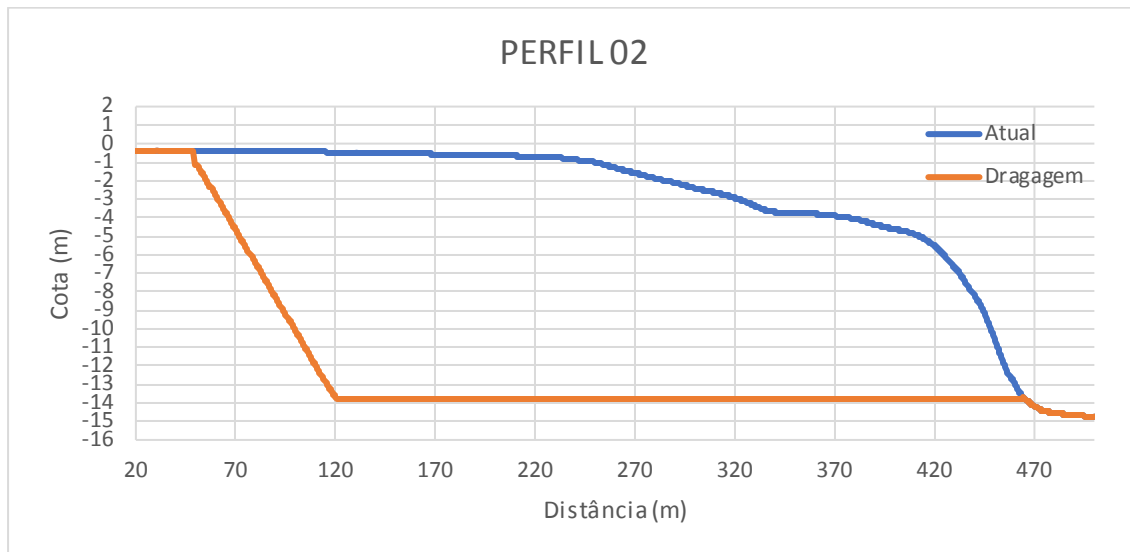


Figura 9.1.11.2.4-4: Seção transversal do Perfil 02 com as cotas batimétricas atuais e de projeto.

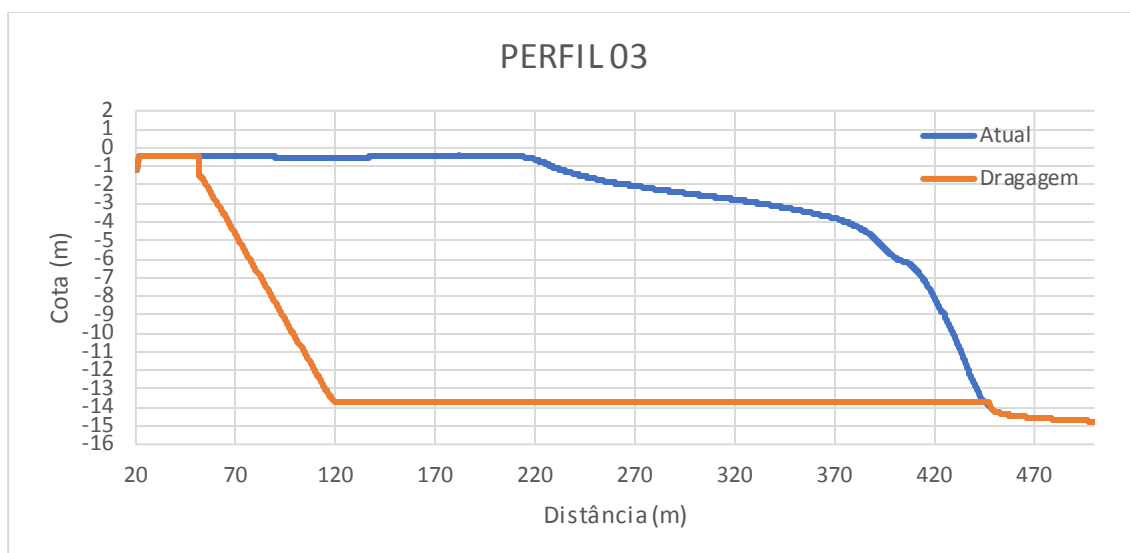


Figura 9.1.11.2.4-5: Seção transversal do Perfil 03 com as cotas batimétricas atuais e de projeto.

Deverá ser respeitado o Regulamento para o Serviço de Fiscalização, Depósito e Tráfego de produtos Controlados pelo Ministério do Exército (SFIDT). Igualmente deverão ser observadas as Normas Regulamentadoras (NR) aplicáveis ao trabalho, constantes da Lei n.º 6.514, de 22 de dezembro de 1977 – Segurança e Medicina do Trabalho. Mesma importância se dará as Normas de Segurança do Ministério da Marinha.

A área a ser dragada será objeto de implantação do projeto de sinalização náutica, de acordo com a NORMAM-17/DHN. Devem ser empregados balizamentos marítimos do tipo sinal especial, cego ou luminoso, cuja finalidade é a de assinalar uma área ou configuração especial, mencionada em documentos náuticos apropriados, como por exemplo sinais para área de dragagem e despejo. O interessado no estabelecimento, alteração ou cancelamento de sinais especiais afetos a

áreas de dragagem/despejo deverá requerer seu pleito à CP/Del/Ag com jurisdição sobre o local, conforme item 0407 da NORMAM-17 da DHN (DHN, 2008).

O monitoramento da evolução da dragagem deve ser acompanhado de batimetrias periódicas que realimentam o *software* da draga e também indicam a produção e andamento do projeto. Ou seja, toda a dragagem deve ser controlada e monitorada, aumentando a eficiência e governabilidade no tocante a entrega do projeto nos termos solicitados.

9.1.11.2.5 Ciclos de Dragagem

Para o detalhamento dos ciclos e das operações de dragagem foram considerados períodos de 16 horas trabalhadas por dia (dois turnos de trabalho), seis dias da semana, reservando o sétimo dia (domingo) para eventuais manutenções.

Como neste momento não é possível definir as especificações técnicas da TSHD que será utilizado para os serviços de dragagem, optou-se por dimensionar a operação com base em uma draga atualmente em operação no aprofundamento do canal do Porto de Santos (Tabela 9.1.11.2.5-1).

Tabela 9.1.11.2.5-1: Características Da Draga.

Tipo de draga	Hopper
Capacidade da cisterna	10.000 m ³
Comprimento da draga	170,0 m
Largura da draga	24,0 m
Calado da draga vazia	6,5 m
Calado da draga cheia	9,0 m
Coeficiente de enchimento da cisterna	90%
Velocidade média de navegação	5 nós
Velocidade da draga durante a dragagem	2 a 3 nós

*Fonte: CODESP (2008).

Desta forma, para as avaliações dos tempos de operação foi escolhida uma draga com capacidade de cisterna de 10.000 m³, com limite de preenchimento de 9.000 m³, com um calado carregado de 9,0 metros e comprimento total de 170 metros. Sua velocidade média carregada em mar aberto é de 5 nós.

A área de descarte (PDO/CODESP) está a cerca de 25 km da área de construção do terminal. Logo, o trajeto ida e volta corresponde a 50 km. Considerando que a draga se desloca a aproximadamente 5 nós, tem-se cerca de 5,4 horas de navegação. Contando com um tempo de descarte/manobras de no máximo 30 minutos, o total da operação de deslocamento e descarte é

de aproximadamente 6 horas. Como a operação de preenchimento da cisterna é de cerca de 2 horas o tempo total por ciclo é de 8 horas.

A área a ser dragada para a cota de -13,75 metros, corresponde a um volume de projeto de cerca de 1.980.000 m³. Esta área deve ser dragada com uma draga TSHD, com atuação de draga durante todo o dia, perfazendo um volume total de cerca de 18.000 m³ diários, o que corresponde a 297 ciclos (Tabela 9.1.11.2.5-2).

Tabela 9.1.11.2.5-2: Resumo da operação estimada de dragagem.

Volume de material por ciclo de dragagem	9.000 m ³
Intervalo entre os ciclos de dragagem	16 h
Tempo de carregamento da cisterna	120 min.
Número de ciclos por dia	2
Total do número de ciclos de dragagem	297
Taxa de <i>overflow</i>	Sem <i>overflow</i>
Volume total a ser dragado (sedimento)	1.980.000 m ³
Volume de água na cisterna	35%
Volume total a ser dragado (sedimento + água)	2.673.000 m ³

Como foi estabelecido que estas operações de dragagem serão executadas sem "*over flow*" da draga, ao volume total de dragagem será acrescido 35% em volume, que corresponde a água retida na cisterna da draga. Portanto, o volume de material a ser disposto corresponde a aproximadamente 2.673.000 m³.

A partir do conhecimento prévio existente sobre as características dos materiais dragados no canal do Porto de Santos, e a confirmação da similaridade geotécnica destes sedimentos com os caracterizados na área do empreendimento, optou-se por adotar os parâmetros utilizados pela CODESP (2007) com relação às características do material dragado (Tabela 9.1.11.2.5-3).

Tabela 9.1.11.2.5-3: Características do material dragado.

Peso específico do sedimento	2,6 g/cm ³
Teor de umidade do sedimento	100%
Densidade total (<i>bulk density</i>) do material na cisterna	1,6 g/cm ³
Porcentagem de sedimento da cisterna (emulsão água + sedimentos)	35%
Porcentagem de água na cisterna	35%
Porcentagem de sólidos na cisterna (sedimento decantado)	30%

*Fonte:CODESP (2008).

Também se considerou um tempo de inatividade da operação (*downtime*) de 20% devido a condicionantes ambientais e eventuais falhas na operação. Desta forma, calcula-se que a dragagem da área necessite de 202 dias para sua execução (Tabela 9.1.11.2.5-4).

Tabela 9.1.11.2.5-4: Resumo da operação estimada de dragagem da área.

Volume total	Dias úteis	Horas produtivas	Tempo previsto	Downtime 20%
2.673.000 m ³	6 por semana	16 horas/dia	168 dias	202 dias

9.1.11.2.6. Modelagem da Pluma de Sedimentos

O sistema de modelos numéricos Delft3D, através de seu módulo de transporte de sedimentos e morfológico (DELTARES, 2013), foi selecionado como ferramenta para se atingir os objetivos propostos neste estudo.

Com base nos levantamentos, nas características dos sedimentos, localização do descarte, navegabilidade, entre outros aspectos relevantes discutidos, foram selecionados os equipamentos de dragagem a serem utilizados.

A modelagem visou representar os efeitos das atividades de dragagem, através da ressuspensão de sedimentos na área de estudo, e considerou a capacidade de armazenamento da draga, os volumes previstos e os ciclos previstos. Não é considerado o processo de *overflow*.

Foram considerados dois ciclos por dia, totalizando dezesseis horas de trabalho: a dragagem tem duração de duas horas, com as seis horas restantes para navegação e descarte, totalizando as oito horas previstas para cada ciclo. Nas simulações considera-se que a draga atua das 06:00 às 08:00 e das 14:00 às 16:00 horas, e das 08:00 às 14:00, e das 16:00 às 22:00 horas realiza-se o transporte e o descarte. Foram considerados trinta e um dias de simulação para cada cenário simulado (representativos de verão e inverno), com as atividades ocorrendo seis dias por semana.

Um dos fatores mais importantes no controle do total de sólidos em suspensão é a velocidade com que o sedimento se deposita. Geralmente, materiais mais grossos possuem velocidades de deposição maiores que os mais finos, que permanecem por mais tempo na coluna d'água. As características básicas de deposição podem ser determinadas através da análise das classes granulométricas do sedimento a ser modelado.

A composição dos sedimentos utilizada nas simulações foi baseada nas coletas de amostras do material na região de estudo, e estudos referentes à região de interesse. O modelo considerou três classes sedimentares: argila, silte e areia.

Para as simulações das operações de dragagem na região do empreendimento foram elaborados dois cenários, sendo um para o verão e outro para o inverno, de modo a acompanhar a evolução da pluma decorrente do processo de dragagem em condições hidrodinâmicas e meteorológicas distintas. As simulações consideram os meses de fevereiro e julho completos, como representativos dos períodos de verão e inverno, selecionados a partir das análises das condições hidrodinâmicas locais.

As taxas de ressuspensão de sedimento decorrentes do processo de dragagem foram determinadas de acordo com o tipo de draga considerado para este estudo, e calculadas com base no volume total da draga por ciclo, sendo de 3% para a ressuspensão.

Observa-se que a pluma é transportada de acordo com as inversões da corrente, que oscila conforme as marés enchente e vazante. As maiores concentrações (acima de 1.000 mg/L) ficam restritas à região da dragagem. Conforme se distancia da região dragada, a concentração de sedimentos diminui gradualmente.

Realizando um comparativo entre verão e inverno, observa-se que a pluma é transportada de forma similar, uma vez que a região é sempre dominada por correntes de maré enchente e vazante, e devido às características hidrodinâmicas locais (baixa energia). Não são observadas diferenças significativas no comportamento da pluma entre os períodos de verão e inverno simulados.

A seguir são apresentados instantâneos da pluma de sedimentos decorrente das atividades de dragagem. Apresenta-se os instantes iniciais das atividades da draga (Figura 9.1.11.2.6-1): o primeiro dia e primeiras horas de atividades. Nestes primeiros instantes a maré é vazante. Posteriormente, os instantes apresentados referem-se após um mês de operações da draga, e durante uma maré enchente. São apresentados diferentes instantes para cada uma destas situações, durante as atividades da draga e a ressuspensão ocorrendo, e após o término das atividades, enquanto os sedimentos que estão na coluna d'água depositam.

A Figura 9.1.11.2.6-1 ilustra instantes da concentração instantânea da pluma para os instantes de início das atividades da draga (carregamento da cisterna) e durante o processo de transporte (momento em que cessam as atividades da dragagem em si, e é realizado o transporte e descarte).

Os instantes apresentados são referentes a:

- Uma hora após o início das atividades de dragagem;
- Duas horas após o início das atividades de dragagem;
- Três horas após o início das atividades de dragagem, quando o ciclo de dragagem já tinha sido encerrado (pois o carregamento ocorre durante duas horas, e depois durante seis horas é realizado o transporte e descarte);
- Cinco horas após o início das atividades de dragagem, e o ciclo de dragagem em si já tinha sido encerrado há três horas;

As figuras apresentam concentração mínima de 5 mg/L de sólidos suspensos (limite de quantificação do método analítico) e a escala está fixada em um máximo de 30 mg/L, valor referente à concentração ambiente local. Sendo assim, apenas as regiões ilustradas na cor vermelho escuro apresentam concentração superior a concentração de sólidos suspensos já observada neste ambiente.

Três horas após o início da dragagem (uma hora após o término das atividades) a pluma de sólidos suspensos devido às atividades da draga apresenta concentração inferior à concentração observada naturalmente neste ambiente, ou seja, inferior a 30 mg/L; cinco horas após o início da dragagem (três horas após o término das atividades) a pluma já apresenta concentrações inferiores ao limite de quantificação. Vale ressaltar que estes resultados referem-se as primeiras horas de operação, e a seguir serão apresentados resultados similares após um mês de operações.

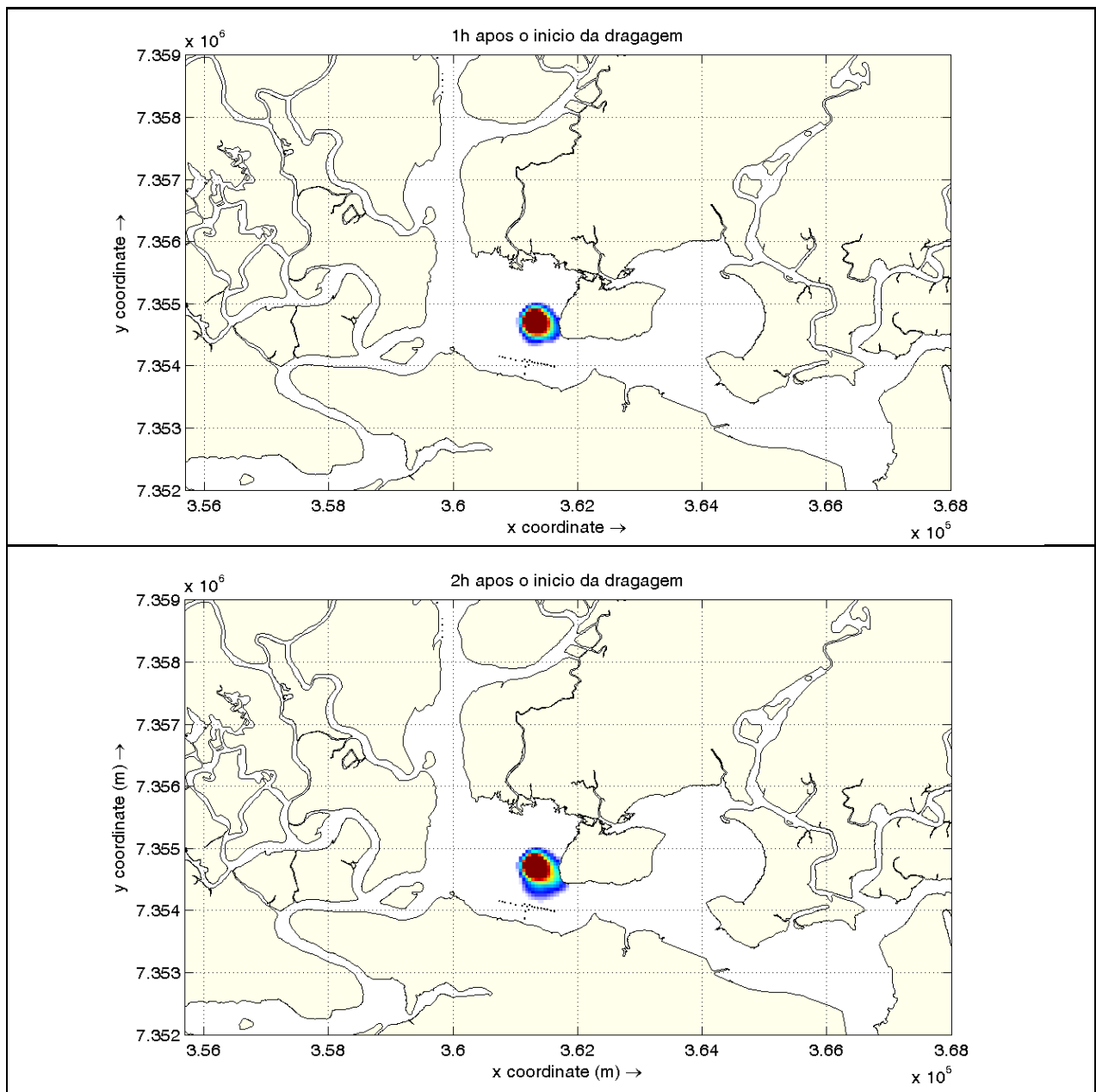


Figura 9.1.11.2.6-1: Concentração instantânea da pluma de dragagem de acordo com os resultados da modelagem (de 5 a 30 mg/L), para os instantes iniciais das atividades da draga e durante o processo de transporte (momento em que cessam as atividades da draga em si, e é realizado o transporte e descarte).

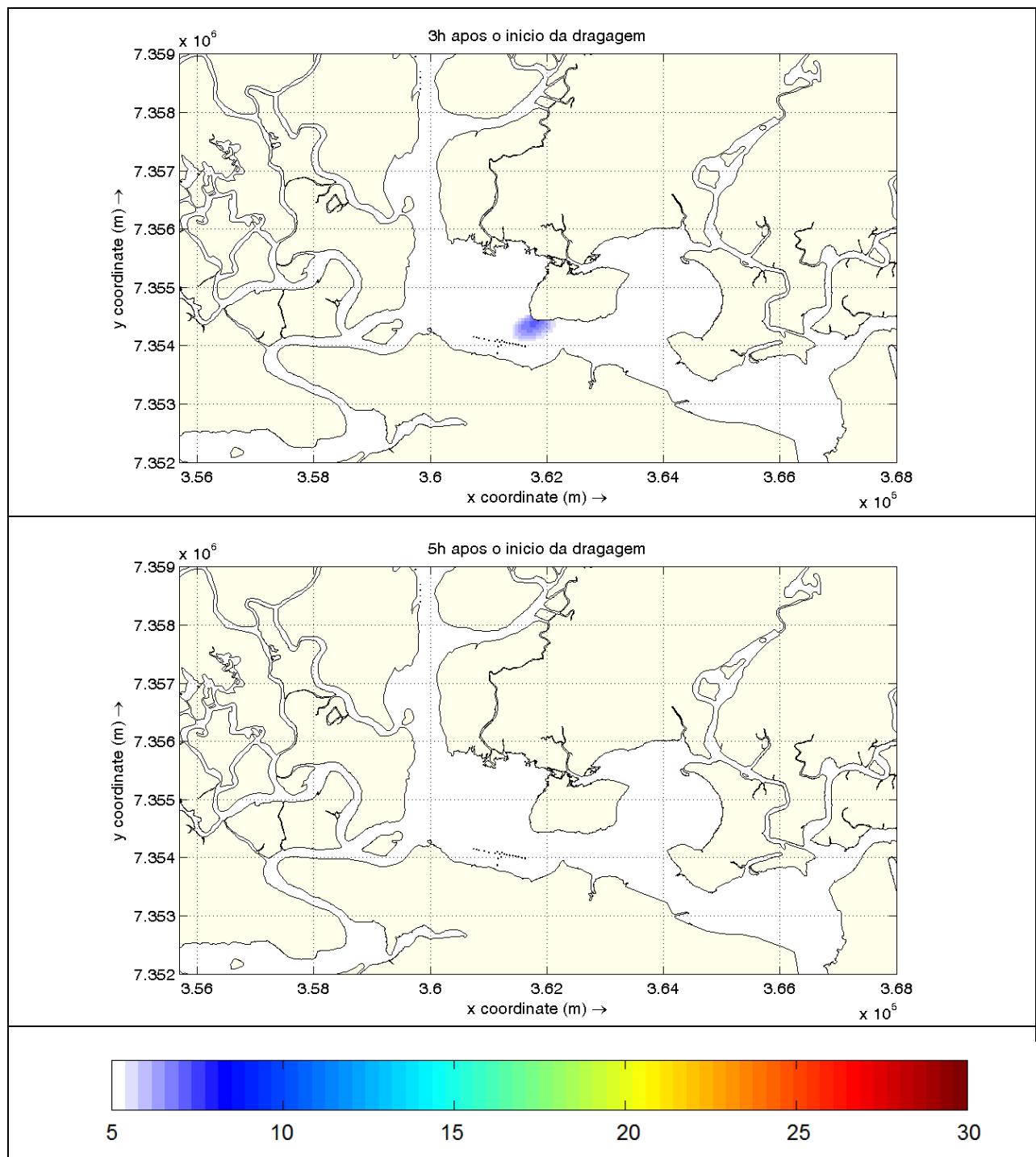


Figura 9.1.11.2.6-1(continuação): Concentração instantânea da pluma de dragagem de acordo com os resultados da modelagem (de 5 a 30 mg/L), para os instantes iniciais das atividades da draga e durante o processo de transporte (momento em que cessam as atividades da draga em si, e é realizado o transporte e descarte).

A Figura 9.1.11.2.6-1 ilustra instantes da concentração instantânea da pluma decorrente das atividades de dragagem, após um mês de atividades contínuas, considerando dois ciclos por dia, com duas horas para carregamento e seis horas para transporte e descarte para cada ciclo, seis dias por semana.

Os instantes apresentados são referentes a:

- Uma hora após o início das atividades de dragagem, após um mês de atividades;
- Duas horas após o início das atividades de dragagem, após um mês de atividades;
- Três horas após o início das atividades de dragagem, após um mês de atividades. A dragagem em si já tinha sido encerrada (pois o carregamento ocorre durante duas horas, e depois durante seis horas é realizado o transporte e descarte);
- Uma hora após o início das atividades de dragagem referentes ao segundo ciclo do dia, após um mês de atividades;
- Duas horas após o início das atividades de dragagem referentes ao segundo ciclo do dia, após um mês de atividades;
- Três horas após o início das atividades de dragagem referentes ao segundo ciclo do dia, após um mês de atividades;
- Quatro horas após o início das atividades de dragagem referentes ao segundo ciclo do dia, após um mês de atividades;
- Dez horas após o início das atividades de dragagem referentes ao segundo ciclo do dia, após um mês de atividades;

Nestes casos as figuras também apresentam concentração mínima de 5 mg/L de sólidos suspensos (limite de quantificação do método analítico) e a escala está fixada em um máximo de 30 mg/L, valor referente à concentração ambiente local. Sendo assim, apenas as regiões ilustradas na cor vermelho escuro apresentam concentração superior a concentração de sólidos suspensos já observada neste ambiente.

Após um mês de atividades, as concentrações são superiores às observadas no início da operação. Isto indica que uma parcela dos sedimentos permanece na coluna d'água até que o novo ciclo se inicie, mesmo que em baixas concentrações.

Três horas após o início da dragagem (uma hora após o término das atividades de dragagem em si), a pluma de sólidos suspensos apresenta concentração inferior à 30 mg/L, ou seja, inferior à concentração observada naturalmente neste ambiente. No entanto, para este período simulado, ao iniciar a dragagem do segundo ciclo do dia, ainda se observa sedimento em suspensão na camada de fundo proveniente dos ciclos anteriores, embora a pluma nesta altura apresente concentrações em torno de 5 mg/L, valor próximo ao limite de quantificação.

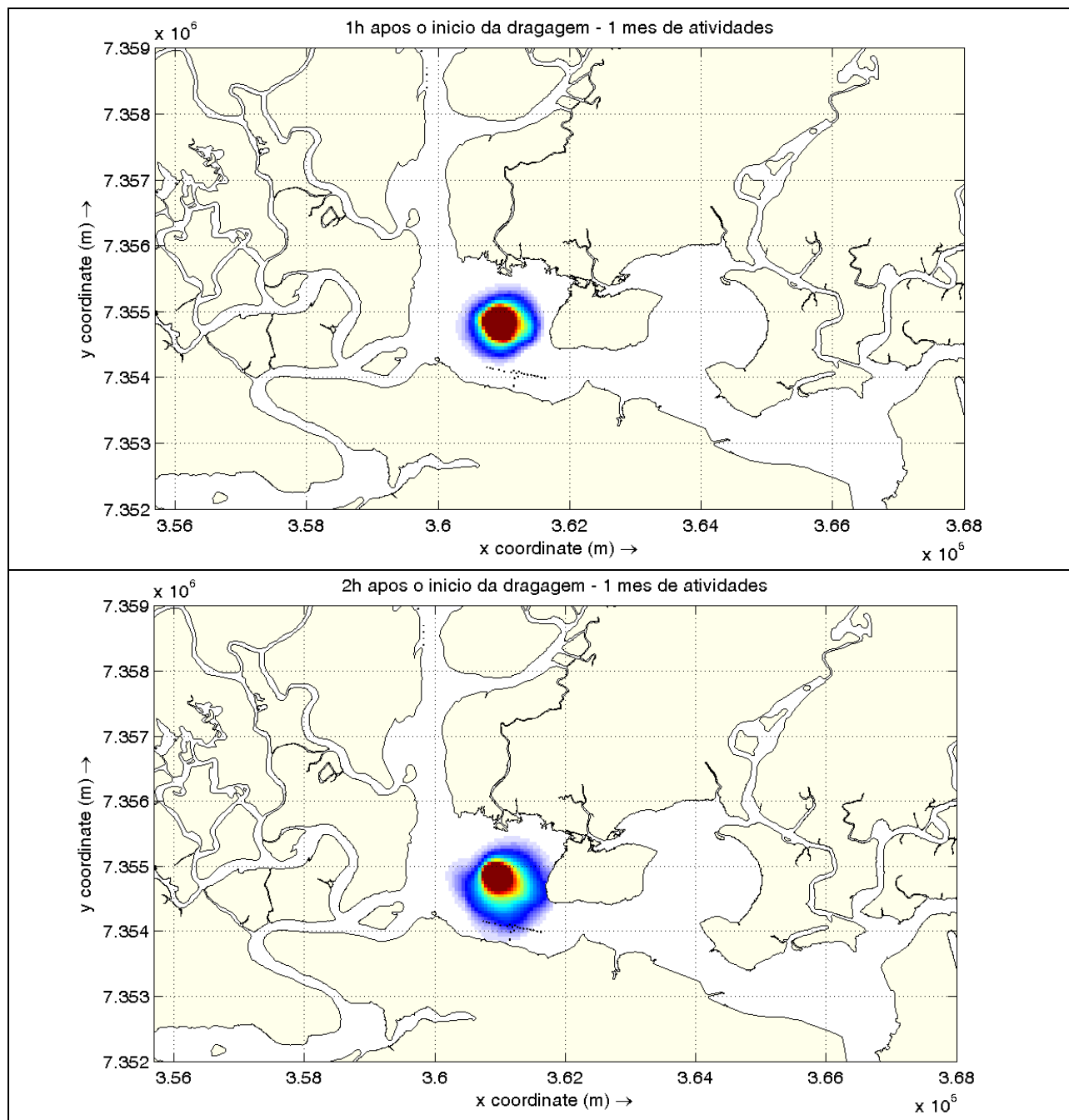


Figura 9.1.11.2.6-2: Concentração instantânea da pluma de dragagem de acordo com os resultados da modelagem (de 5 a 30 mg/L), para instantes de atividades da draga após um mês de operações, e durante o processo de transporte (momento em que cessam as atividades da draga em si, e é realizado o transporte e descarte).

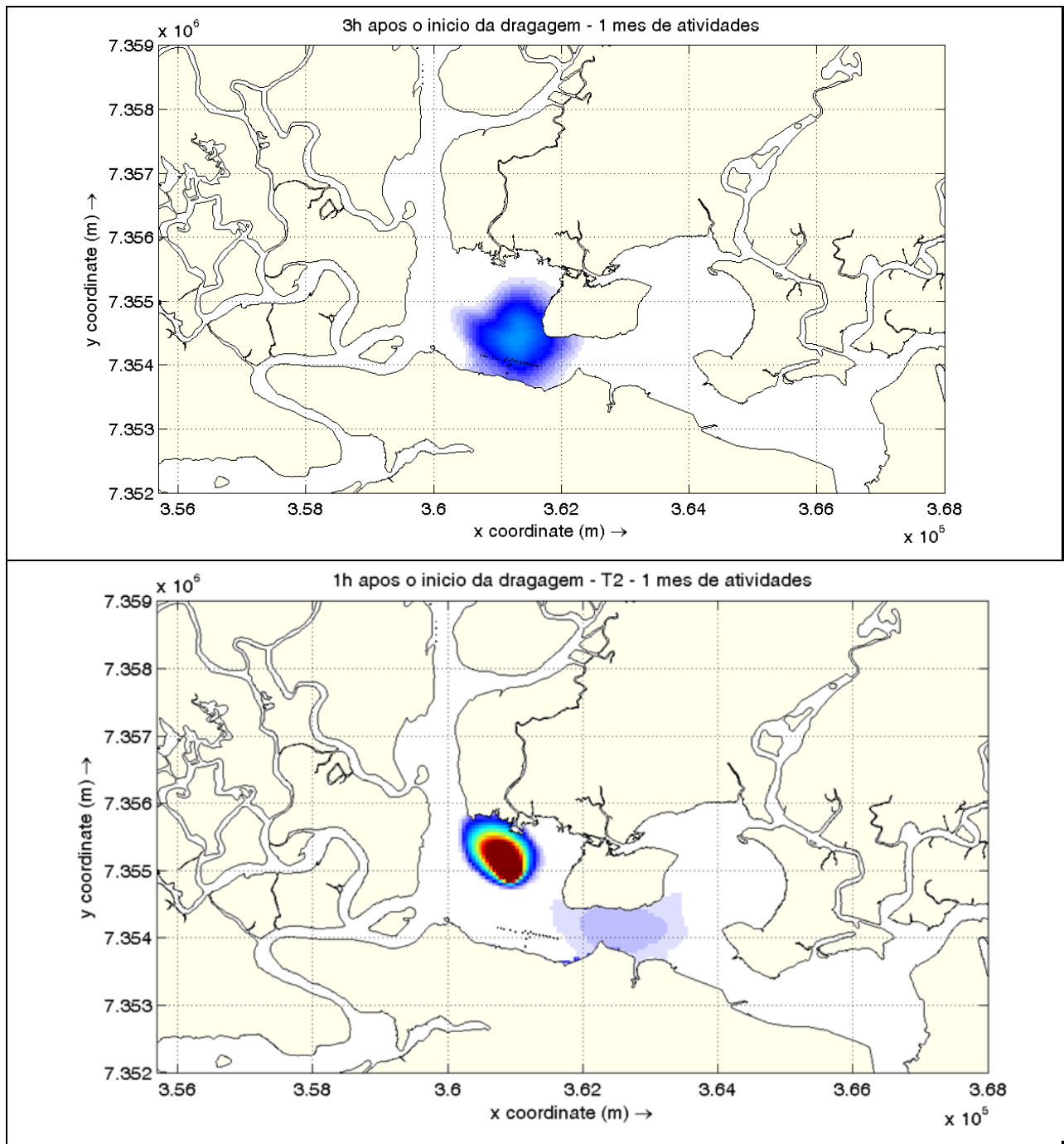


Figura 9.1.11.2.6-2(continuação): Concentração instantânea da pluma de dragagem de acordo com os resultados da modelagem (de 5 a 30 mg/L), para instantes de atividades da draga após um mês de operações, e durante o processo de transporte (momento em que cessam as atividades da draga em si, e é realizado o transporte e descarte).

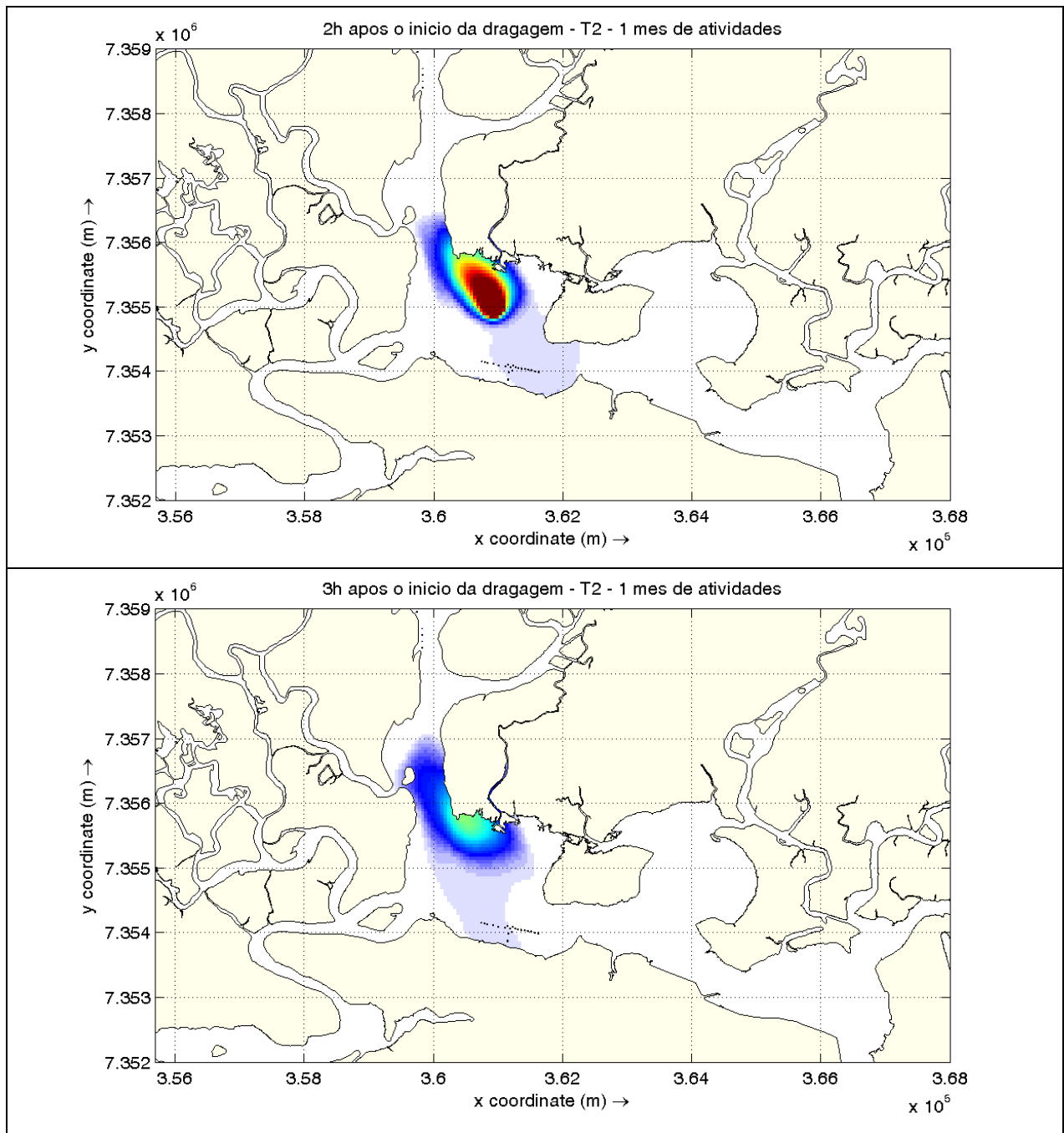


Figura 9.1.11.2.6-2(continuação): Concentração instantânea da pluma de dragagem de acordo com os resultados da modelagem (de 5 a 30 mg/L), para instantes de atividades da draga após um mês de operações, e durante o processo de transporte (momento em que cessam as atividades da draga em si, e é realizado o transporte e descarte).

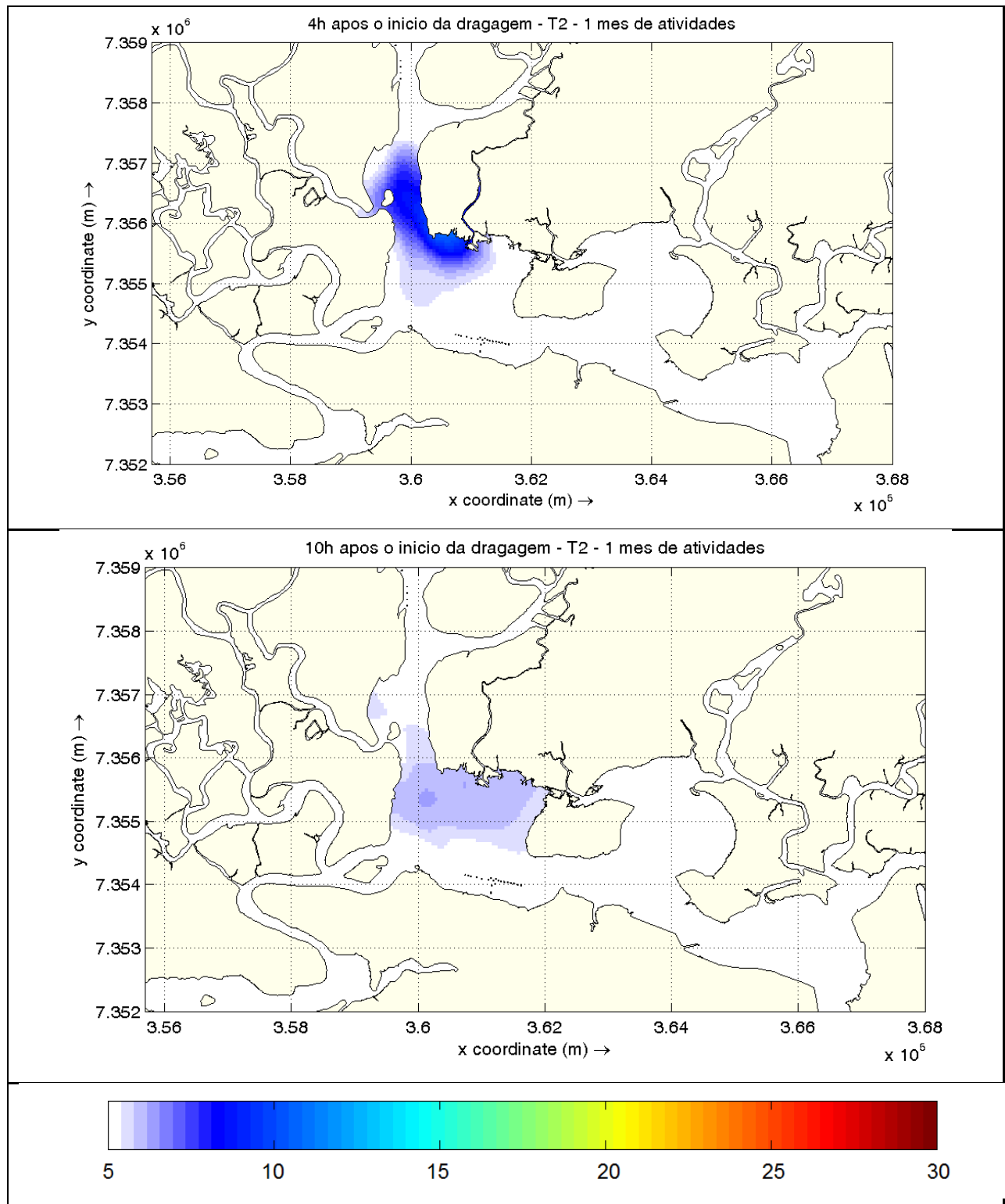


Figura 9.1.11.2.6-2(continuação): Concentração instantânea da pluma de dragagem de acordo com os resultados da modelagem (de 5 a 30 mg/L), para instantes de atividades da draga após um mês de operações, e durante o processo de transporte (momento em que cessam as atividades da draga em si, e é realizado o transporte e descarte).

As concentrações máximas obtidas foram de 1.092 mg/L para o verão e 1.219 mg/L para o inverno, ambos valores ocorrendo na camada de fundo (Tabela 9.1.11.2.6-1). A pluma de sedimentos apresenta área similar entre os dois períodos, ocupando os valores mais elevados de sedimentos em suspensão nas regiões próximas a dragagem. Não se observa um transporte considerável da pluma para as regiões mais afastadas do empreendimento, e conforme ela se desloca a concentração reduz drasticamente.

A seguir são apresentadas as áreas totais referentes ao somatório das plumas de sedimentos que ressuspenderam durante as atividades de dragagem, com concentrações de 30 mg/L de sólidos suspensos (valor encontrado naturalmente nesta região) ou superiores. Ressalta-se que a pluma não ocupará toda a área de abrangência apresentada em um mesmo instante com estas concentrações máximas. Conforme ocorre a dragagem, pequenas plumas surgem próximas à boca da draga na camada de fundo. As mesmas vão se dispersando com a corrente e formando trajetórias. O somatório de todas as trajetórias corresponde à área total da pluma, apresentadas a seguir na Figura 9.1.11.2.6-3 e Figura 9.1.11.2.6-4.

Considerando os contornos referentes à área das plumas de sedimentos com concentrações de 30 mg/L de sólidos suspensos (valor encontrado naturalmente nesta região), a área de influência das trajetórias das plumas para o período de verão foi de 1,312 km², e de 1,229 km² para o período de inverno.

Os valores de concentração máxima obtidos são compatíveis com o encontrado por Nichols et al. (1990) em monitoramentos realizados na Baía de Chesapeake, Virgínia, EUA, quando encontraram valores de até 7.500 mg/L, ou concentrações de 50 a 400 vezes maiores que a encontrada naturalmente no local. No entanto, salienta-se que a concentração máxima apresentada refere-se ao máximo obtido considerando todo o domínio simulado e todo o período de rodada. Em instante algum haverá a concentração de 1.000 mg/L em 1 (um) km² de área.

Tabela 9.1.11.2.6-1: Concentrações máximas obtidas devido à ressuspensão de sedimentos decorrente das atividades de dragagem.

Cenário	Concentração máxima observada (mg/L)
Verão (camada 1 – superfície)	48
Verão (camada 2)	53
Verão (camada 3)	63
Verão (camada 4)	245
Verão (camada 5 – fundo)	1.092
Inverno (camada 1 – superfície)	61
Inverno (camada 2)	69
Inverno (camada 3)	100
Inverno (camada 4)	279
Inverno (camada 5 – fundo)	1.219

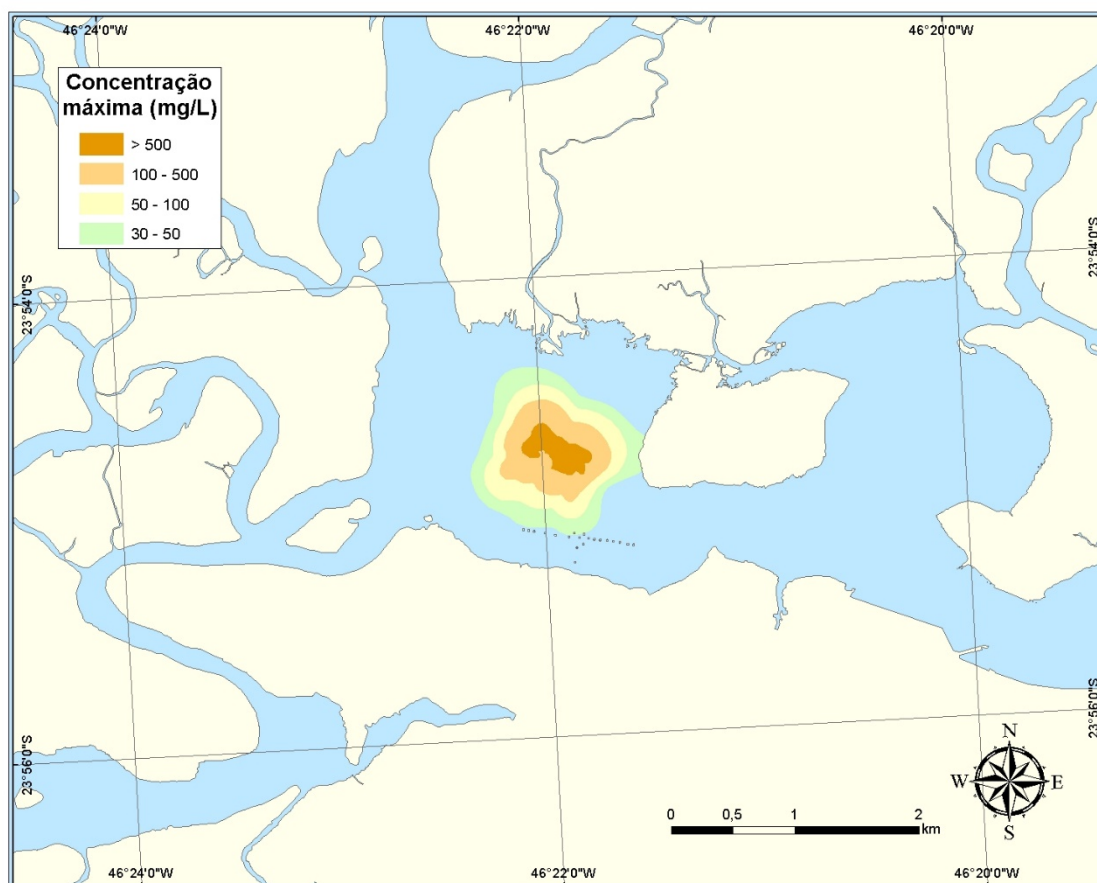


Figura 9.1.11.2.6-3: Área total das trajetórias das plumas, para o período de verão. A área demarcada apresenta o invólucro máximo da pluma com concentração superior ou igual a 30 mg/L.

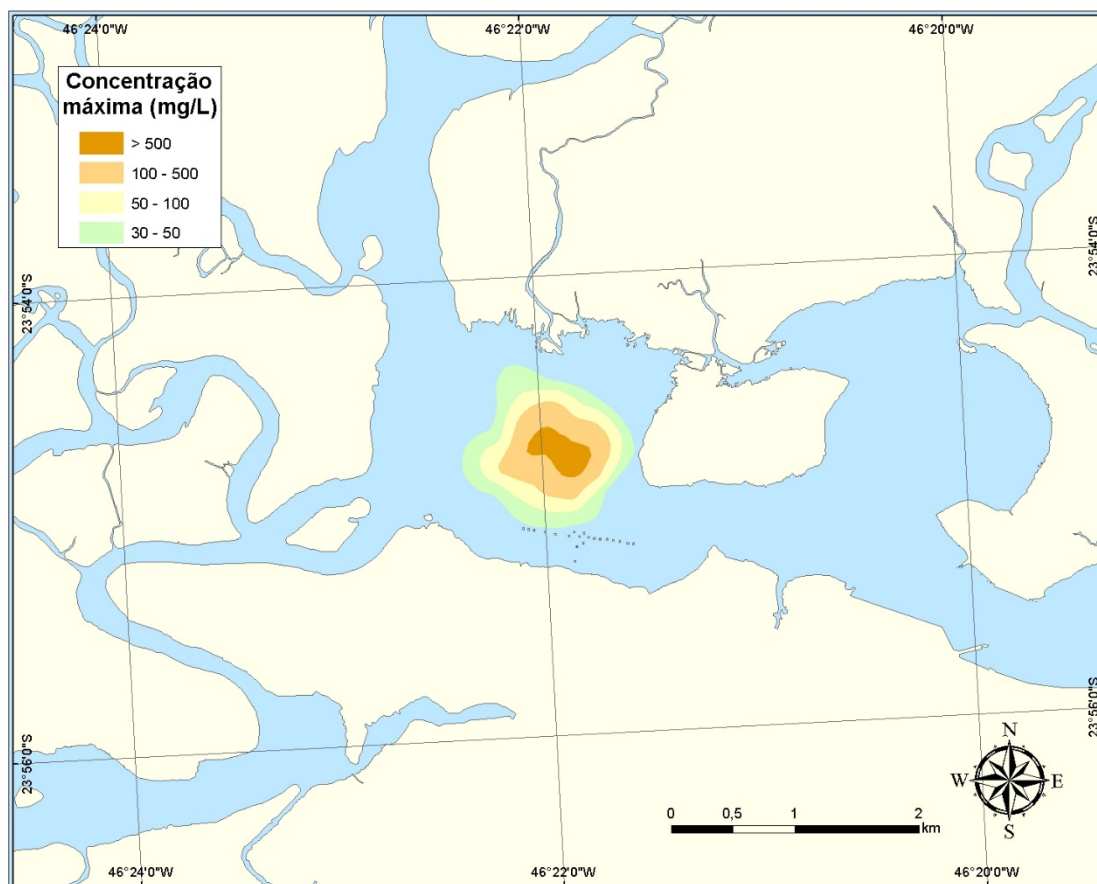


Figura 9.1.11.2.6-4: Área total das trajetórias das plumas, para o período de inverno. A área demarcada apresenta o invólucro máximo com concentração superior ou igual a 30 mg/L.

9.1.12. Hidrogeologia

O diagnóstico hidrogeológico consiste na caracterização dos aquíferos presentes nas áreas de influência, bem como o uso e a qualidade de suas águas, com vistas ao fornecimento de subsídios para uma avaliação adequada dos impactos ambientais potenciais sobre as águas subterrâneas.

Os recursos hídricos subterrâneos constituem a origem do escoamento básico dos rios e representam ricas reservas de água, geralmente de excelente qualidade que dispensam sistemas de tratamento. Sendo a água subterrânea um componente indissociável do ciclo hidrológico, sua disponibilidade nos aquíferos relaciona-se com o escoamento básico da bacia de drenagem instalada sobre a área de ocorrência. Por sua vez, a água subterrânea constitui uma parcela deste escoamento, que corresponde à recarga transitória do aquífero.

9.1.12.1 Procedimentos Metodológicos

Para elaboração do presente diagnóstico foi utilizado principalmente os dados oriundos dos Relatórios:

- ✓ Plano de Bacia Hidrográfica da Baixada Santista dos anos de 2004-2007, 2009 e 2011;
- ✓ Relatório Zero (2000) da Bacia Hidrográfica da Baixada Santista;
- ✓ Mapa de Águas Subterrâneas do Estado de São Paulo, elaborado pelo DAAE, IG, IPT e CPRM; de 2007;
- ✓ Relatório da Situação dos Recursos Hídricos do Estado de São Paulo – Departamento de Águas e Energia Elétrica, 1999;
- ✓ Nota Explicativa do Mapa de Águas Subterrâneas do Estado de São Paulo, 2005.

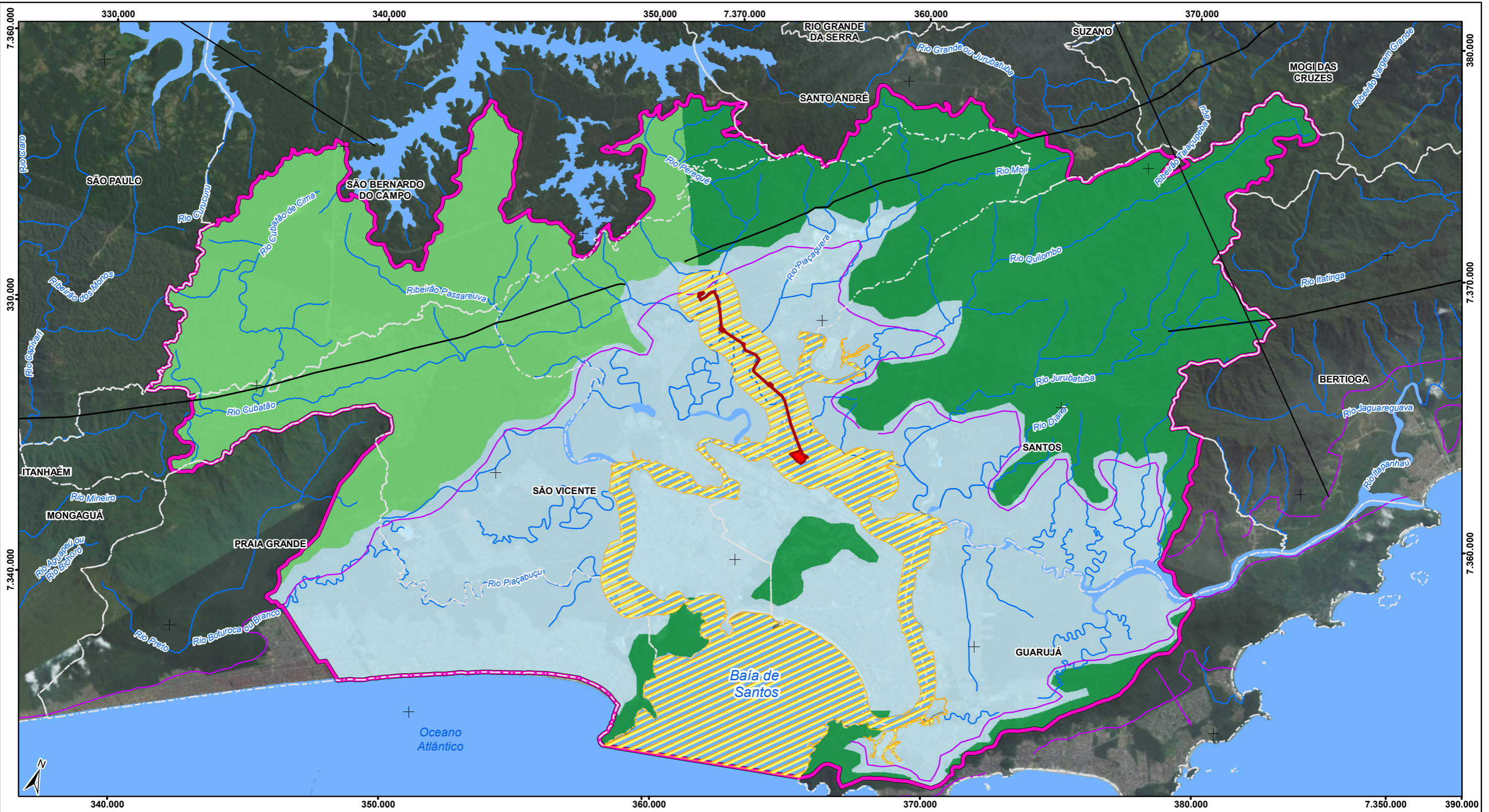
9.1.12.2 Hidrogeologia da Área de Influência Indireta e Direta (AII e AID)

O diagnóstico hidrogeológico será apresentado em um único bloco para as áreas de influência direta e indireta devido à similaridade da área, sendo que as mesmas formações encontradas na AII são encontradas na AID.

Neste texto será realizada a caracterização dos aquíferos presentes nas áreas de influência, bem como o uso e a qualidade de suas águas, com vistas ao fornecimento de subsídios para uma avaliação adequada dos impactos ambientais potenciais sobre as águas subterrâneas.

Em relação aos recursos hídricos subterrâneos, no estado de São Paulo há duas matrizes de terrenos geológicos que fornecem água subterrânea; os aquíferos granulares (sedimentares, em que a água circula pelos poros da rocha) e os fraturados (cristalinos, em que a água percola por fraturas, fendas e fissuras das rochas ígneas e metamórficas). Na área de influência indireta (AII) do empreendimento em questão, ocorre principalmente QI – Aquíferos Sedimentares Litorâneos

(rochas Quaternárias) e PC- Aquíferos Cristalinos (rochas Pré-Cambrianas). A Figura 9.1.12.2-1 apresenta os aquíferos observados nas áreas de influência.



- Legenda**
- Curso d'água
 - Corpo d'água
 - Limite Municipal
 - ADA - Área Diretamente Afetada
 - AID - Área de Influência Direta
 - AII - Área de Influência Indireta
 - Falha ou fratura
 - Zona de cisalhamento transcorrente dextral
 - Sentido de escoamento das águas subterrâneas
 - Equipotencial das águas subterrâneas, em metros
- Aqüíferos Sedimentares**
Potencial (Vazão explotável por poço, em m³/h)
- 0 a 10
- QI - Aqüífero litorâneo - de extensão limitada, livre, com transmissividade moderada a elevada.
- Aqüíferos Fraturados**
Potencial (Vazão explotável por poço, em m³/h)
- 1 a 12
 - 3 a 23
- pC - Pré-cambriano - descontínuo, extensão regional, com porosidade e permeabilidade associados a fraturas.



0 2,5 5 10 Km
Escala gráfica

Escala numérica 1:150.000
Projeção Universal Transversa de Mercator - UTM
Datum Horizontal: Sistema de Referência Geocêntrico para as Américas - SIRGAS 2000, fuso 23K Sistema Orbital SPOT, cores naturais, 2007/2008
*Fontes:
1 - Mapa de Águas Subterrâneas do Estado de São Paulo (CPRM) - Escala Original 1:1.000.000, 2007.

EIA - ESTUDO DE IMPACTO AMBIENTAL										
Projeto					Reforço Estrutural de Suprimento de Gás da Baixada Santista, de responsabilidade da COMGAS/Distribuidora de Gás Participações S.A					
Mapa					MAPA HIDROGEOLÓGICO DA ÁREA DE INFLUÊNCIA INDIRETA					
Município (s)			UGRHI		07 - Baixada Santista					
Santos, SP			Tipo		Licença Prévia					
Desenho	Escala	Tamanho	Versão	Responsável Técnico pela Cartografia						
3294_9.1_Meio Físico_07_R2	1:150.000	A3	R2 14/abr/2018	Joseane Urgnani joseane.urnani@tetrattech.com						

- Sistema Aquífero Sedimentar Litorâneo

O Aquífero Litorâneo distribui-se irregularmente ao longo da costa, segmentado pelas rochas do embasamento pré-Cambriano, desde a região de Cananéia, a sul, até a região de Caraguatatuba e Ubatuba, a norte. É constituído por depósitos sedimentares da Planície Litorânea, a qual chega a 70 km de largura, nas grandes planícies do vale do rio Ribeira de Iguape, reduzindo-se a partir de Itanhaém, Santos e Bertioga, em direção ao norte, onde pequenos bolsões isolados, de 300 m de extensão são mais característicos.

Segundo o Relatório Zero (2000), os sedimentos Cenozoicos (Quaternários) apresentam grande diversidade no perfil litológico vertical e horizontal, em razão de sua gênese condicionada por depósitos fluviais, lagunares e marinhos. As características deste aquífero são bastante heterogêneas, tanto em sua geométrica como em sua litologia. Este fato, se deve forte desconformidade angular basal das camadas sedimentares que se encontram assentadas em discordância erosiva sobre as rochas cristalinas, as quais limitam este sistema na porção norte (próximo a Serra do Mar).

Assim, o arcabouço do aquífero sedimentar, formado por camadas de areia fina conglomeradas, interdigitadas com material lamítico, argilas e siltes, varia de maneira significativa em senso vertical e horizontal, formando sub-bacias distintas (Relatório Zero, 2000). Essas camadas de areia, posicionadas em meio a camadas lamíticas, formam um aquífero de extensão limitada, heterogêneo e descontínuo, tipicamente lenticular, cuja espessura total varia desde alguns poucos metros próximo ao contato com o cristalino aflorante, até cerca de 200 m junto à linha da costa.

A produtividade do Aquífero Litorâneo é relativamente baixa; as vazões médias dos poços, segundo DAEE (1979a), são da ordem de 13 m³/h, com capacidades específicas entre 0,8 e 1 m³/h/m. A mediana da capacidade específica dos 60 poços selecionados é de 0,27 m³/h/m, sendo o menor valor de 0,01 e o maior de 3,32 m³/h/m. Existe uma concentração maior de poços na região de Santos e de Iguape, com predominância de valores menores que 0,47 m³/h/m, raramente atingindo valores maiores que 2,0 m³/h/m. A vazão explorável foi obtida a partir do produto da mediana da capacidade específica pelo valor de 50% da espessura média saturada.

Este aquífero sedimentar é fortemente influenciado pela cercania do mar e, em algumas regiões estuarinas, dissecado por canais de maré e braços de mar, particularmente na região de Santos-Cubatão. A penetração desses braços de mar influenciada pela maré, causa intrusões localizadas de água salobra e salina no aquífero sedimentar da planície (mangue), além da intrusão marinha que penetra os aquíferos cristalino e sedimentar na linha da costa, ao longo da praia.

- **Sistema Aquífero Cristalino**

Este aquífero é denominado de Pré-Cambriano e aflora na porção leste do Estado de São Paulo. Localmente ocorrem rochas intrusivas mais jovens (do início do Fanerozóico ou do Cretáceo) que apresentam comportamento hidráulico similar às rochas pré-cambrianas.

Segundo o Relatório Zero (2000) este sistema caracteriza-se como aquíferos heterogêneos, descontínuos e de extensão regional. Na área de estudo este sistema ocupa a região norte da All, localizado preferencialmente próximo e na Serra do Mar, além de ser encontrado em alguns morros e serras da região.

O aquífero cristalino apresenta condições de ocorrência ao longo das fissuras e fraturas das rochas, sendo que a circulação e armazenamento da água ocorre nestes cisalhamentos das rochas cristalinas. As fraturas e fissuras ocorre de forma irregular tanto em extensão quanto em profundidade. O aquífero cristalino se estende descontinuamente ao longo de estruturas tectônicas, sendo um aquífero tipicamente anisotrópico.

O aquífero cristalino ocorre em condições freáticas a semi-confinadas e os poços perfurados em seu domínio tem maior probabilidade de interceptar horizontes de rocha fissurada, resultando em melhor produtividade quando instalados nas fissuras. As principais litologias que constituem as formações rochosas cristalinas da área são gnaisses, granitos, migmatitos, xistos, meta-pelitos, quartzitos e meta-arenitos,

O potencial de produção de águas subterrâneas do Aquífero Pré-Cambriano é em torno de 3 a 23 m³/h explorável por poço nas áreas mais afastadas do empreendimento, correspondendo ao norte do All, de maiores altitudes, próximos à Serra do Mar. Já em áreas entre a Serra do Mar e o litoral onde predomina os aquíferos sedimentares litorâneos, há presença de aquíferos cristalinos com potencial de vazão de 1 a 12 m³/h explorável por poço.

9.1.12.3. Características Hidrodinâmicas dos Sistemas Aquíferos

A avaliação dos recursos hídricos subterrâneos depende da análise das características físicas e hidrodinâmicas dos aquíferos. Desta forma, foram levantados os estudos sobre disponibilidade hídrica e o planejamento de seu aproveitamento múltiplo, especialmente para o saneamento básico, desenvolvidos pelo Consórcio HIDROPLAN, contratado pelo DAEE em 1995. Os principais parâmetros hidrogeológicos que definem as características geométricas dos aquíferos estão sumarizados na Tabela 9.1.12.3-1.

Tabela 9.1.12.3-1: Principais parâmetros hidrogeológicos da geometria dos aquíferos

SISTEMA DE AQUÍFERO	EXTENSÃO km ²	ESPESSURA (m)	POROSIDADE EFETIVA (%)	RECARGA DO AQUÍFERO (mm)
Cristalino	1.588	59	3	661
Sedimentar	1.299	50	15	661

Fonte: Relatório Zero (2000)

De acordo com o PERH (2004-2007), o aquífero sob domínio do Cenozóico (sedimentos litorâneos) possui hidráulica granular e é predominantemente livre e abrange cerca de 52% da área da bacia da Baixada Santista. Já o complexo Cristalino tem hidráulica fissural/mista e perfaz os restantes 48%, sendo também predominantemente livre.

As cotas da superfície potenciométrica dos aquíferos Sedimentar e Cristalino variam desde poucos metros positivos até alguns metros abaixo do nível do mar quando condicionadas pelo regime de bombeamento de poços em áreas localizadas no interior dos aquíferos. De acordo com CPRM (2005) o contorno do embasamento do aquífero exibe cotas de 50 m abaixo do nível do mar. Estas cotas aumentam em direção à Serra do Mar, atingindo valores de até 200 m abaixo do nível do mar. As isópacas apresentam comportamento semelhante, sendo observadas maiores espessuras próximo à linha da costa.

A superfície potenciométrica (CPRM, 2005), elaborada a partir dos dados de nível estático de poços e com o auxílio de modelo digital do terreno, exibe cotas entre 0 e 20 m e os valores mais elevados situam-se nas proximidades do embasamento pré-Cambriano. As linhas de fluxo indicam sentidos de escoamento da água predominantemente para o oceano, a não ser quando interceptadas por grandes drenagens.

A feição regional de descarga das águas subterrâneas na All são os principais rios da região Cubatão, Perequê, entre outros). Os pequenos córregos que cortam a área também representam feições de descarga, porém, com influência mais restrita à sua ocorrência. Quase que na totalidade da área do aquífero sedimentar a carga hidráulica do encontra-se superior ao nível d'água dos rios, indicando a atuação de fluxo ascendente, com influxo de água do aquífero para o mesmo, comprovando as condições de descarga.

9.1.12.3.1. Disponibilidade Hídrica Subterrânea

De acordo com Cadastro de Outorgas do DAEE o número de poços cadastrados neste sistema é 24, sendo que na ocasião da elaboração do Relatório Zero (2000) haviam aproximadamente 200 poços estimados. De acordo com levantamento realizado junto ao órgão responsável não constam poços destinados ou utilizados para o abastecimento público, provavelmente devido ao baixo potencial dos aquíferos sedimentar e cristalino da região.

Segundo o Relatório Zero (2000) a reserva explotável de água subterrânea na Bacia Hidrográfica da Baixada Santista foi estimada em 15 m³/s. Cabe ressaltar que o Aquífero Cristalino não apresenta características muito favoráveis para retiradas mais significativas de água, em razão da baixa transmissividade, grande heterogeneidade e da sua descontinuidade.

O Aquífero Sedimentar correspondente a demandas acima de 10 m³/h, pois sua faixa de ocorrência está situada mais distante da orla marítima e das áreas mais densamente ocupadas em razão da presença da interface da água salinizada e de seu alto grau de vulnerabilidade a degradação.

Na ocasião da elaboração do Relatório Zero (2000) a relação entre a disponibilidade potencial de água subterrânea era de 15 m³/s e seu consumo da ordem de 0,3 m³/s, demonstrando a baixa taxa de aproveitamento (2%). De acordo com PERH (2004-2007), o índice de aproveitamento da água explotável é de 0,01%; extraindo 0,08 m³/s dos 15 m³/s disponíveis.

- **Demanda de Água Subterrânea**

De acordo com o PERH (2004-2007) a demanda estimada de águas subterrâneas na Baixada Santista corresponde a 0,1 m³/s destinados ao consumo ou abastecimento público. A Tabela 9.1.12.3.1-1 apresenta o consumo médio de água subterrânea por atividade.

Tabela 9.1.12.3.1 - 1: Consumo médio de água em m³/dia por tipo de captação

Finalidade	Vazão (l/s)	% Total
Industrial	1,60	25
Sanitário	1,41	22
Recuperação Ambiental	2,19	34
Outros	1,21	19
TOTAL	6,41	100

Fonte: Relatório de Situação dos Recursos Hídricos da Bacia Hidrográfica da Baixada Santista (2007).

Dos usuários de águas subterrâneas a maioria está no setor comercial, aproximadamente 83%, os demais usuários considerados neste levantamento foram: têxtil, minerais não metálicos, material transportado e diversos.

Em pesquisa realizada no site do DAEE, em 2016 (<http://www.aplicacoes.dae.sp.gov.br/usuarios/daeeusuariosugrhi1.asp>), a UGRHI da Baixada Santista apresenta cadastrado e em operação, 152 poços de captação de água, sendo 54 no sistema cristalino, 88 no sistema sedimentar e 10 poços sem informação, conforme figura 9.1.12.3.1-1.

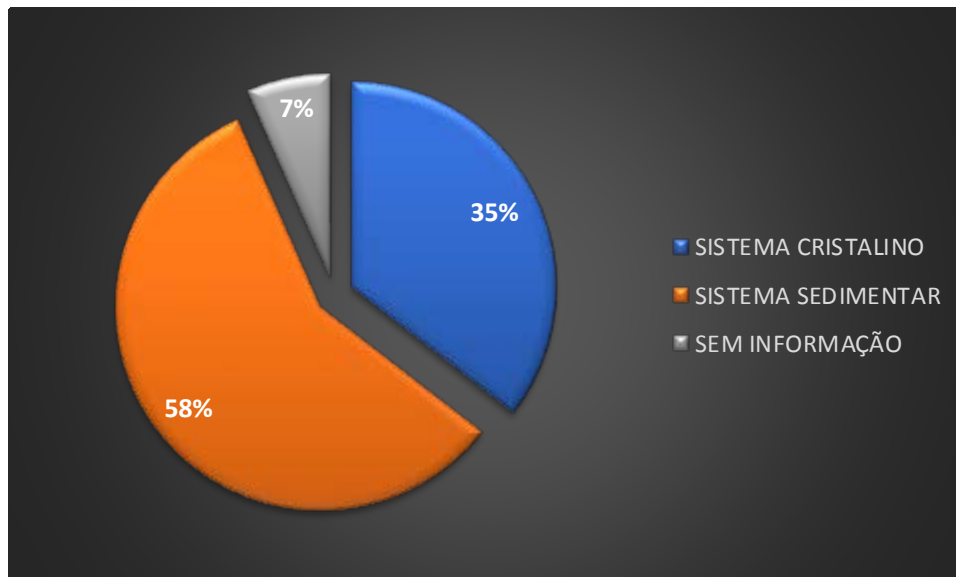


Figura 9.1.12.3.1-1: Captação de água subterrânea por sistema de aquífero. Fonte: DAEE, 2016.

9.1.13. Qualidade das Águas Subterrâneas

A qualidade natural das águas subterrâneas está relacionada às suas características físico-químicas. Segundo Campos (1993), "As características químicas dependem, inicialmente, da composição das águas de recarga e, em seguida, da interação entre estas e as litologias de cada sistema aquífero". O comportamento hidrogeoquímico global no território paulista demonstra que as águas subterrâneas têm baixa salinidade, com valores de resíduo seco a 180° inferiores a 250 mg/l. São águas predominantemente bicarbonatadas, secundariamente sulfatadas e cloretadas. Quanto ao conteúdo catiônico, são essencialmente cálcicas seguidas das sódicas e das cálcicas magnesianas (CAMPOS, 1993).

Embora as águas subterrâneas sejam naturalmente melhor protegidas dos agentes contaminantes que as águas superficiais, a grande expansão das atividades antrópicas nas áreas urbanas e rurais tende a engendrar processos de contaminação que, pelas características do meio físico em questão –as velocidades de fluxo nos aquíferos variam geralmente de poucos centímetros a alguns metros por dia.

Segundo o Plano de Bacia (2000-2003), as águas do aquífero Cristalino na região da Baixada Santista apresentam alto teor de cloreto, enquanto no aquífero sedimentar o ânion dominante é o bicarbonato. A partir desta análise foi inferida a seguinte classificação:

- Bicarbonatadas sódicas e, secundariamente, cloretadas cálcicas para o aquífero sedimentar;
- Cloretadas sódicas e, secundariamente, cálcicas para as águas excedentes em cloreto para um primeiro grupo do aquífero cristalino;
- Bicarbonatadas sódicas ou bicarbonatadas cálcicas para um grupo secundário do Aquífero cristalino.

Nos aquíferos sedimentares (quaternários), deve-se salientar as limitações de utilização das águas subterrâneas, considerando sua qualidade/vulnerabilidade.

Devido a intensa ocupação humana na Baixada Santista, é de se esperar grandes alterações na qualidade das águas, notadamente no sistema sedimentar, devido às pequenas profundidades dos lençóis subterrâneos, assim como da mobilidade, relativamente elevada dos poluentes em razão da maior permeabilidade dos leitos mais arenosos. Além disso, a proximidade desse aquífero com a água do mar (salgada,) por vezes, tornam esses mananciais inadequados para consumo público, não descartando, porém, seu uso para suprimento industrial e outros usos.

Ainda, de acordo com CPRM (2005) a qualidade das águas subterrâneas ao longo da UGRHI 7 é considerada boa, apresentando baixo potencial para problemas associados com qualidade das águas subterrâneas.

9.1.13.1 Hidrogeologia da Área Diretamente Afetada

A área diretamente afetada encontra-se apenas no sistema de aquífero sedimentar.

O nível potenciométrico do aquífero sedimentar exibe cotas entre 0 e 20 m e os valores mais elevados situam-se nas proximidades do embasamento pré-Cambriano. O fluxo da água do aquífero corre em direção ao oceano, excetuando quando próximo de grandes cursos d'água (Cubatão, Preto, Branco, entre outros) onde a água corre em sua direção.

A produtividade deste aquífero (Aquífero Litorâneo) é relativamente baixa; as vazões médias dos poços, segundo DAEE (1979a), são da ordem de 13 m³/h, com capacidades específicas entre 0,8 e 1 m³/h/m. A mediana da capacidade específica dos 60 poços selecionados é de 0,27 m³/h/m, sendo o menor valor de 0,01 e o maior de 3,32 m³/h/m. Existe uma concentração maior de poços na região de Santos, com predominância de valores menores que 0,47 m³/h/m, raramente atingindo valores maiores que 2,0 m³/h/m.

A qualidade da água apresenta-se boa, apresentando apenas os parâmetros ferro, alumínio, manganês e coliformes (este encontrado em pequena concentração em apenas 1 poço monitorado) acima da Resolução Conama 396/08 e DD 045/14 (Cetesb). O ferro total é o elemento químico mais restritivo, apresentando média de 1,39 mg/L. A maioria dos poços apresenta

salinidade abaixo do padrão de 1.000 mg/L, sendo maior na região de Santos-Cubatão, onde o cloreto está acima de 250 mg/L, o que indica contaminação pela cunha salina.

A temperatura das águas varia de 23,5 a 27,0 °C e pH de 6,90 a 8,14. Apresentam teores salinos na faixa de 150 a 200 mg/L e os tipos químicos predominantes são bicarbonatadas sódicas e, secundariamente, cloretadas cálcicas (DAEE 1979a, CAMPOS 1993). De acordo com a Resolução Conama 396/08 a água monitorada é classificada como Classe 2, ou seja, água sem alteração de sua qualidade por atividades antrópicas, e que podem exigir tratamento adequado, dependendo do uso preponderante, devido às suas características hidrogeoquímicas naturais.

9.1.14. Áreas Contaminadas

A avaliação preliminar de áreas contaminadas foi realizada com base nas informações públicas disponíveis, visando o levantamento de áreas com potencial ou suspeitas de contaminação, além de identificar as fontes primárias e potencialidades de contaminação com base na caracterização das atividades historicamente desenvolvidas e em desenvolvimento no local.

Ressalta-se que por se tratar de um empreendimento de larga extensão e intermunicipal, as atividades da avaliação ambiental preliminar não contemplaram a etapa de levantamento minucioso por área identificada, que incluiria a realização de (i) entrevistas e (ii) checagem de documentos, por se tratarem de terrenos de terceiros. Desta maneira, o escopo se restringiu a identificar Áreas com Potencial, bem como as áreas listadas na "Lista de Áreas Contaminadas da CETESB". As principais atividades desenvolvidas foram:

- ✓ Levantamento in situ de áreas com potencial de contaminação ao solo e água subterrânea local;
- ✓ Obtenção, caso disponível, informações públicas sobre cada área com potencial de contaminação

As inspeções de campo para o seu registro *in loco* foram realizadas no dia 19.03.2018. Esta inspeção buscou a identificação de áreas com potencial de contaminação não constantes na lista da CETESB ao longo da ADA do empreendimento.

- **Registro Oficial de Áreas Contaminadas**

Em relação à classificação das áreas contaminadas, a DD038 da CETESB (CETESB 2017) distingue as seguintes modalidades em conformidade com o desenvolvimento das etapas do processo de

identificação e reabilitação, ficando estabelecidas as seguintes classes (conforme artigo 8º do Decreto nº 59.263/2013) para as áreas cadastradas, sendo:

- I. Área com Potencial de Contaminação (**AP**): área que abriga ou já abrigou atividades potencialmente geradoras de áreas contaminadas (etapa realizada pela CETESB)
- II. Área Suspeita de Contaminação (**AS**): área (terreno, local, instalação, edificação ou Benfeitoria) com indícios de ser uma área contaminada conforme resultado da avaliação preliminar
- III. Área Contaminada sob Investigação (**ACI**): área onde foram constatadas por meio de investigação confirmatória concentrações de contaminantes que colocam, ou podem colocar, em risco os bens a proteger;
- IV. Área Contaminada com Risco Confirmado (**ACRi**): área onde foi constatada, por meio de investigação detalhada e avaliação de risco, contaminação no solo ou em águas subterrâneas, a existência de risco à saúde ou à vida humana, ecológico, ou onde foram ultrapassados os padrões legais aplicáveis;
- V. Área Contaminada em Processo de Remediação (**ACRe**): área onde estão sendo aplicadas medidas de remediação visando à eliminação da massa de contaminantes ou, na impossibilidade técnica ou econômica, sua redução ou a execução de medidas contenção e/ou isolamento;
- VI. Área em Processo de Monitoramento para Encerramento (**AME**): área na qual não foi constatado risco ou as metas de remediação foram atingidas após implantadas as medidas de remediação, encontrando-se em processo de monitoramento para verificação da manutenção das concentrações em níveis aceitáveis;
- VII. Área Reabilitada para o Uso Declarado (**AR**): área, terreno, local, instalação, edificação ou benfeitoria anteriormente contaminada que, depois de submetida às medidas de intervenção, ainda que não tenha sido totalmente eliminada a massa de contaminação, tem restabelecido o nível de risco aceitável à saúde humana, ao meio ambiente e a outros bens a proteger;
- VIII. Área Contaminada em Processo de Reutilização (**ACRu**): área contaminada onde se pretende estabelecer um novo uso do solo, com a eliminação, ou a redução a níveis aceitáveis, dos riscos aos bens a proteger, decorrentes da contaminação.

- IX. Área Contaminada Crítica (**ACcrítica**): são áreas contaminadas que, em função dos danos ou riscos, geram risco iminente à vida ou saúde humana, inquietação na população ou conflitos entre os atores envolvidos, exigindo imediata intervenção pelo responsável ou pelo poder público, com necessária execução diferenciada quanto à intervenção, comunicação de risco e gestão da informação.

Inicialmente foi consultada a versão mais recente da Lista de Áreas Contaminadas e Reabilitadas no Estado de São Paulo (CETESB, 2017 <http://cetesb.sp.gov.br/areas-contaminadas/relacao-de-areas-contaminadas> acessado em 18 de março de 2018), utilizada como referência neste estudo.

A seguir é indicado o número total de áreas contaminadas nos municípios de Santos e Cubatão, seguido da quantidade de áreas contaminadas por classificação segundo a lista de Áreas Contaminadas e Reabilitadas por Agência da CETESB 2017 (<http://cetesb.sp.gov.br/areas-contaminadas/wp-content/uploads/sites/17/2018/01/Totaliza%C3%A7%C3%A3o-por-Ag%C3%A2ncia.pdf> acessado em 18 de março de 2018):

- **Santos:** 95 áreas contaminadas, sendo 7 ACI, 8 ACRI, 34 ACRE, 12 AME, 2 ACRu e 32 AR (FIGURA 9.1.13-1)
- **Cubatão:** 43 áreas contaminadas, sendo 1 ACI, 4 ACRI, 26 ACRE, 5 AME, 01 ACRu e 6 AR. (FIGURA 9.1.13-2)

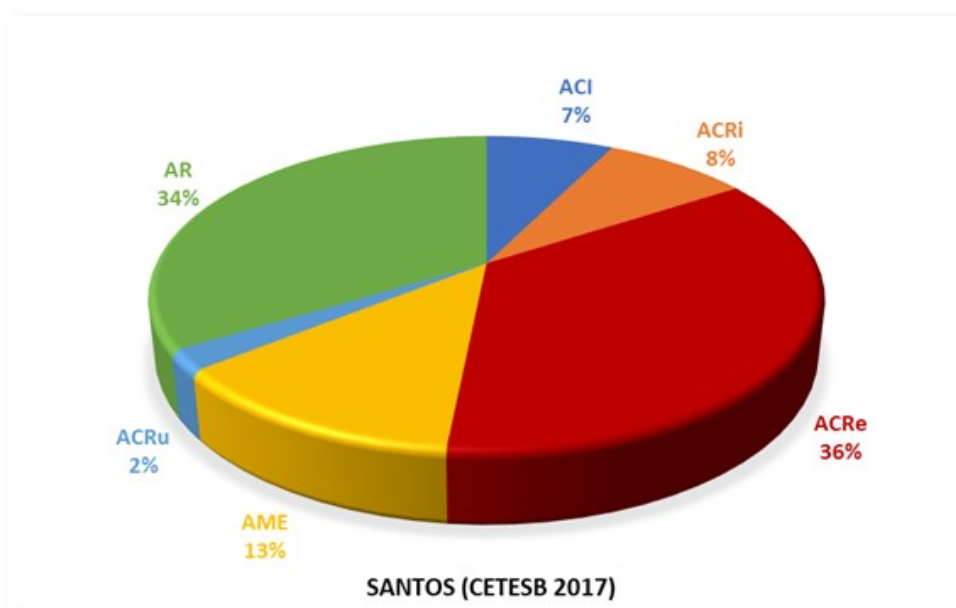


Figura 9.1.13-1: Diagrama circular da distribuição das classificações das áreas cadastradas na lista de Áreas Contaminadas e Reabilitadas da CETESB (versão 2017) no Município de Santos, SP.

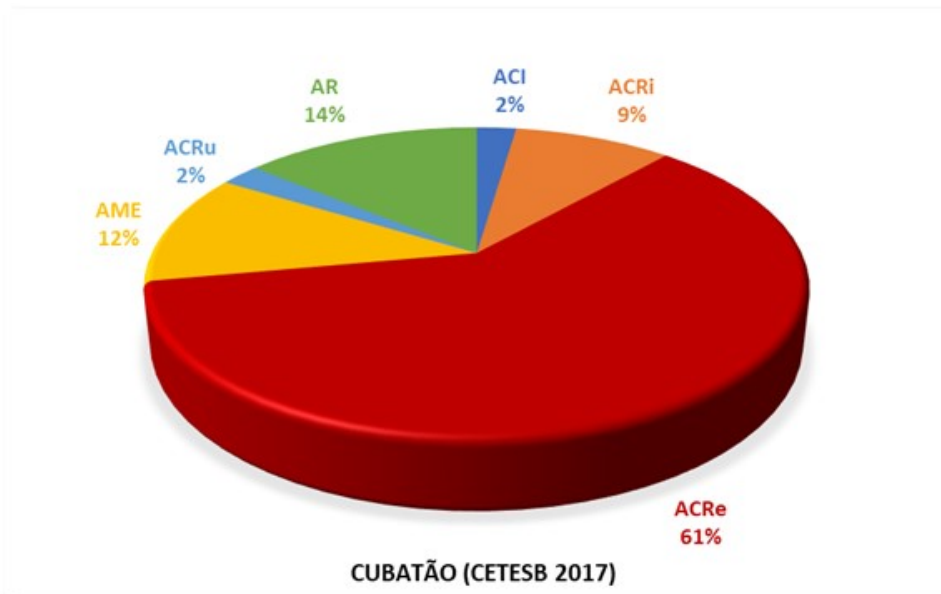


Figura 9.1.13-2: Diagrama circular da distribuição das classificações das áreas cadastradas na lista de Áreas Contaminadas e Reabilitadas da CETESB (versão 2017) no Município de Cubatão, SP.

Destaca-se que a maioria das áreas contaminadas cadastradas estão nas etapas de recuperação ou recuperadas, sendo que apenas 11% das áreas em Cubatão e 16% das áreas em Santos estão ainda nas fases de diagnóstico (ACI e ACRI).

A comparação da distribuição de atividades relacionadas às áreas contaminadas de Santos e Cubatão (Figura 9.1.13-3 e 9.1.13-4) é provavelmente consequência dos diferentes perfis atividade econômica entre os dois municípios, havendo o predomínio de contaminação relacionada a atividade industrial em Cubatão e comercial em Santos. Postos de combustíveis são atividades contaminadoras de impacto expressivo em ambos os municípios, porém, os quantitativos desta atividade provavelmente têm relação mais direta com o tamanho da população.

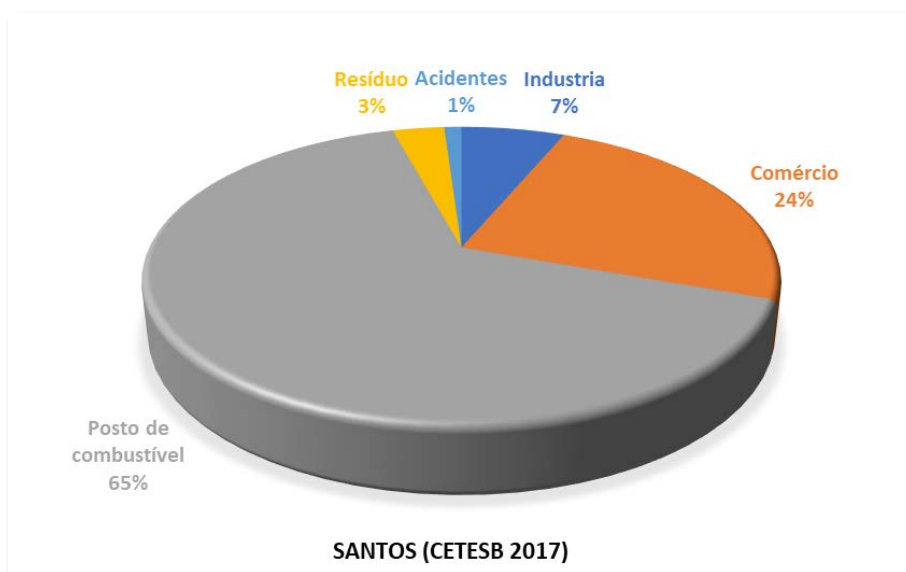


Figura 9.1.13-3: Diagrama circular da distribuição das atividades das áreas cadastradas na lista de Áreas Contaminadas e Reabilitadas da CETESB (versão 2017) no Município de Santos, SP.

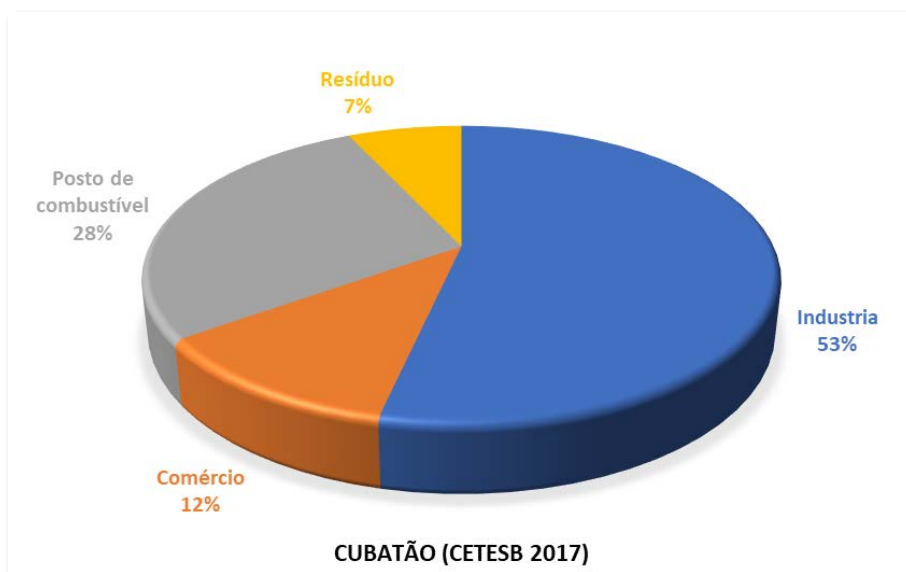


Figura 9.1.13-4: Diagrama circular da distribuição das atividades das áreas cadastradas na lista de Áreas Contaminadas e Reabilitadas da CETESB (versão 2017) no Município de Cubatão, SP.

Este levantamento aponta o total por município avaliado, sendo que o detalhamento na área diretamente afetada (ADA) é discutido nos itens a seguir.

9.1.14.1 Áreas Contaminadas Contidas na ADA do Empreendimento

A partir do registro inicial de áreas contaminadas e reabilitadas (CETESB 2017) por município avaliado, fez-se uma filtragem daquelas inseridas na ADA e seu entorno (até 100 metros).

A ADA do empreendimento considera uma faixa de 15 metros (7,5 m de cada lado) ao longo do gasoduto e a área de city gate.

Além das inspeções das áreas contaminadas listadas pela CETESB, também foram identificadas que apresentassem potencial de contaminação, limitando-se a 100 metros de distância da ADA. Destaca-se que estas Áreas Potenciais (AP) são configuradas quando determinado empreendimento armazena ou manipula produtos químicos que podem alterar a qualidade ambiental do solo, quando em contato com o mesmo, e ainda ocasionar a contaminação da água subterrânea local. Também foram enquadrados nesta categoria os empreendimentos que geram efluentes com carga potencialmente contaminante, que podem alterar a qualidade do solo e da água subterrânea.

A seguir são apresentados os resultados por município, sendo no final apresentado o mapa de áreas contaminadas.

✓ Município de Santos

No município de Santos não foram identificadas áreas contaminadas ou com potencial de contaminação ao longo da ADA e/ou buffer de 100 metros. A área contaminada mais próxima está localizada à 1km de distância do Terminal, sendo que esta área (SAN-28203 / CODESP – Companhia Docas do Estado de São Paulo) está classificada como “AME1 - Área em Processo de Monitoramento para Encerramento”.

✓ Município de Cubatão

Na Tabela 9.1.14.1-1 é apresentado um resumo das Áreas Contaminadas contidas no trecho da ADA e buffer de 100 metros do gasoduto e *city gate*, localizados no município de Cubatão.

Tabela 9.1.14.1-1: Áreas Contaminadas na ADA e Buffer de 100 metros, mapeadas pela Cetesb/2017)

SIGLA	NOME	Classificação	UTM	Distância da ADA	Inserção na ADA
CUB-0392	Carbodoro S.A Indústrias Químicas	ACRe1	356228 / 7359338	53 m	NÃO
CUB-0547	Petrooçoque S.A. Industria e Comércio	AR2	7359552,24	100 m	NÃO
CUB-0763	USIMINAS de Cubatão	ACRe1	359526 / 7360040	0 m	SIM

1 ACRe = Área Contaminada em Processo de Remediação

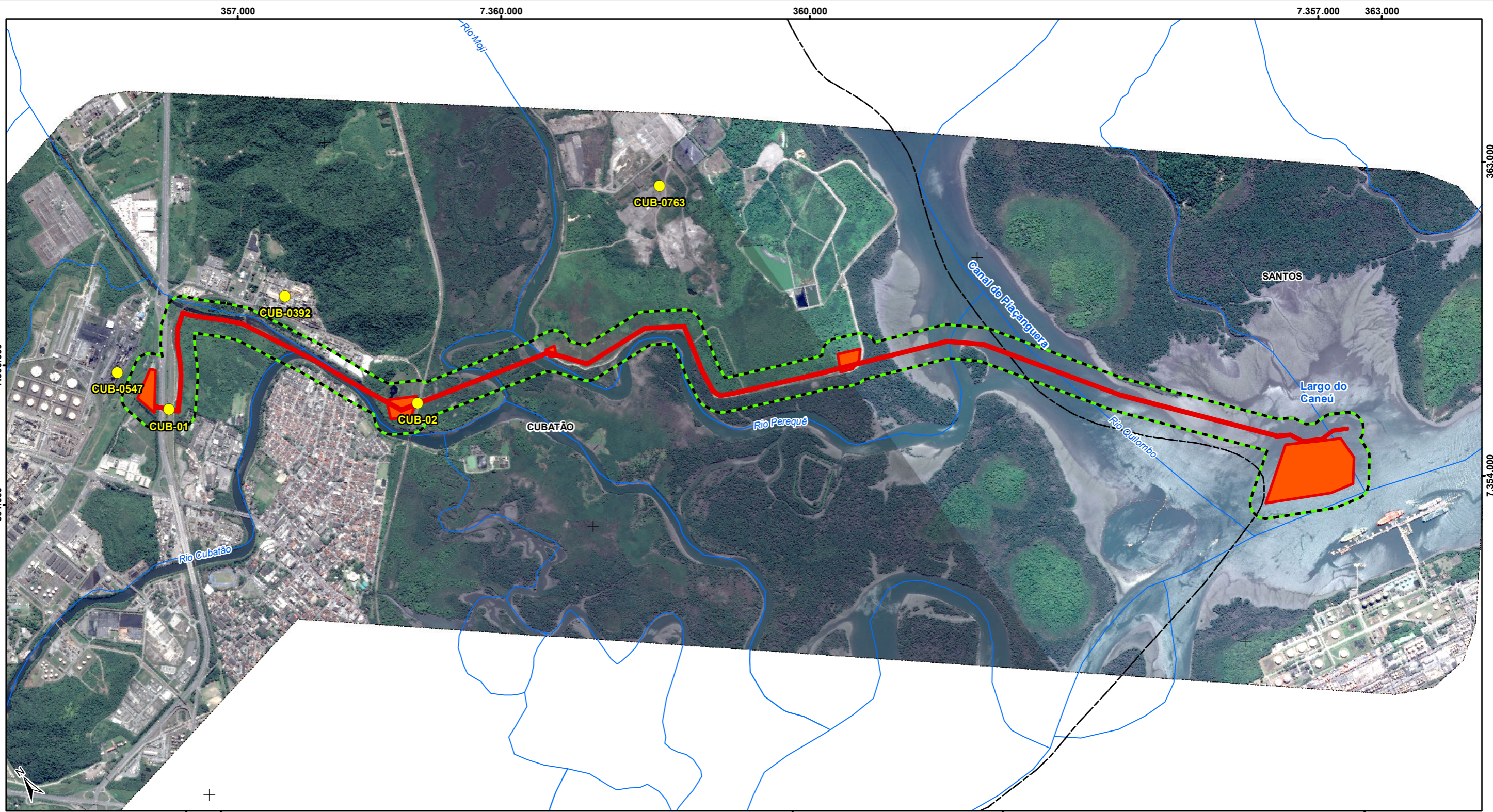
2 AR = Área Reabilitada para Uso Declarado

Já na Tabela 9.1.14.1-2 é apresentado um resumo das áreas com potencial de contaminação identificadas no levantamento de campo.

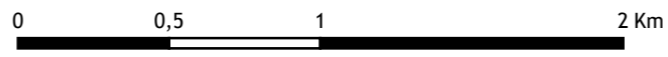
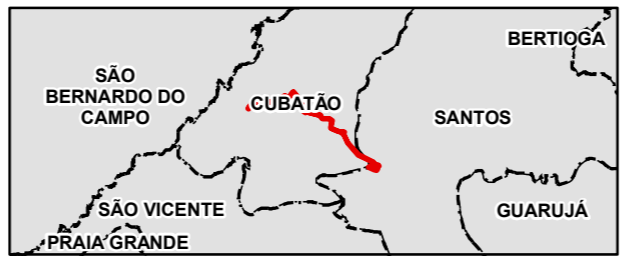
Tabela 9.1.14.1-2: Áreas Com Potencial de Contaminação identificadas ao longo da ADA e Buffer de 100 metros.

Sigla	Empreendimento	UTM	Distância da ADA	Inserção na ADA
CUB-01	MRS Logística – Linhas férreas	355203 / 7359169	0 m (cruza)	SIM
CUB-02	MRS Logística – Linhas férreas	356531 / 7358289	0 m (cruza)	SIM

A Figura 9.1.14.1-1 apresenta a localização destas áreas.



- Legenda**
- Curso d'água
 - Limite Municipal
 - ADA - Área Diretamente Afetada
 - Buffer de 100m
 - Áreas Contaminadas
- CUB-01** - MRS Logística - Linhas férreas
CUB-02 - MRS Logística - Linhas férreas
CUB-0392 - Carbocloro S.A. Indústrias Químicas
CUB-0547 - Petrocoque S.A. Indústria e Comércio
CUB-0763 - USIMINAS de Cubatão



Escala gráfica
 Escala numérica 1:25.000
 Projeção Universal Transversa de Mercator - UTM
 Datum Horizontal: Sistema de Referência Geocêntrico para as Américas - SIRGAS 2000, fuso 23K
 Sistema Orbital SPOT, cores naturais, 2007/2008

EIA - ESTUDO DE IMPACTO AMBIENTAL					
Projeto		Reforço Estrutural de Suprimento de Gás da Baixada Santista, de responsabilidade da COMGAS/Distribuidora de Gás Participações S.A			
Mapa		ÁREAS CONTAMINADAS IDENTIFICADAS NA ADA E BUFFER DE 100 METROS			
Município (s)		Santos, SP		UGRHI	07 - Baixada Santista
				Tipo	Licença Prévia
Desenho	Escala	Tamanho	Versão	Responsável Técnico pela Cartografia	
3294_9.1_Meio_Físico_13_R0	1:25.000	A3	R0 06/abr/2018	Joseane Urgnani joseane.urnani@tetrattech.com	

Em Cubatão, foram identificadas 3 áreas cadastradas na Lista de Áreas Contaminadas e Reabilitadas 2017 da CETESB (2017), sendo 2 classificadas como Área Contaminada em Processo de Remediação (ACRe) e 1 como Área Reabilitada para o Uso Declarado. Destas áreas, apenas a área CUB-0763 - Usiminas Siderúrgicas de Minas Gerais S.A. (USIMINAS de Cubatão) encontra-se inserida na ADA.

Além da listagem da CETESB, também foram identificadas 2 áreas com potencial de contaminação inserida na ADA. Ambas sendo cruzamento do gasoduto com a linha férrea (MRS Logística – Linhas férreas).

As Figuras 9.1.14.1-2 a 9.1.14.1-4 apresentam registro fotográfico as áreas cadastradas na lista de Áreas Contaminadas e Reabilitadas da CETESB (2017) e com potencial de contaminação, inseridos na ADA.



Figura 9.1.14.1-2: CUB-0392 Carbocloro S.A Indústrias Químicas - ACRe, fora da ADA.



Figura 9.1.14.1-3: CUB-0547 Petrocoque S.A. Industria e Comércio - AR, fora da ADA.



Figura 9.1.14.1-4: CUB-02: MRS Logística - Linhas férreas, dentro da ADA.

9.1.14.2 Considerações Finais

De acordo com os dados oficiais da CETESB e verificação in situ, foram identificadas 5 Áreas Contaminadas ou com Potencial ao longo da ADA e buffer de 100 metros.

Destas áreas, apenas 3 estão inseridas na ADA, sendo:

- ✓ 2 áreas com “Potencial de Contaminação” – 2 cruzamentos na Linha férrea (MRS Logística); e
- ✓ 1 área Contaminada em processo de Remediação – USIMINAS

Vale destacar que a área da USIMINAS ao longo da ADA, trata-se de uma área aparentemente ainda não ocupada por atividade industrial, não sendo, entretanto, descartada a possibilidade de uso para descarte de resíduos.

9.1.15. Espeleologia

O empreendimento está inserido em um contexto geológico que as agrupa genericamente em dois tipos de rochas: as do embasamento cristalino e as de coberturas sedimentares cenozoicas, correspondente à faixa litorânea. Por sua vez, as rochas do embasamento cristalino são bem resistentes aos processos intempéricos, constituindo assim os relevos de topografia elevada, como a Serra do Mar; porém a possibilidade de presença de cavidades em terrenos de rochas cristalinas não se exclui.

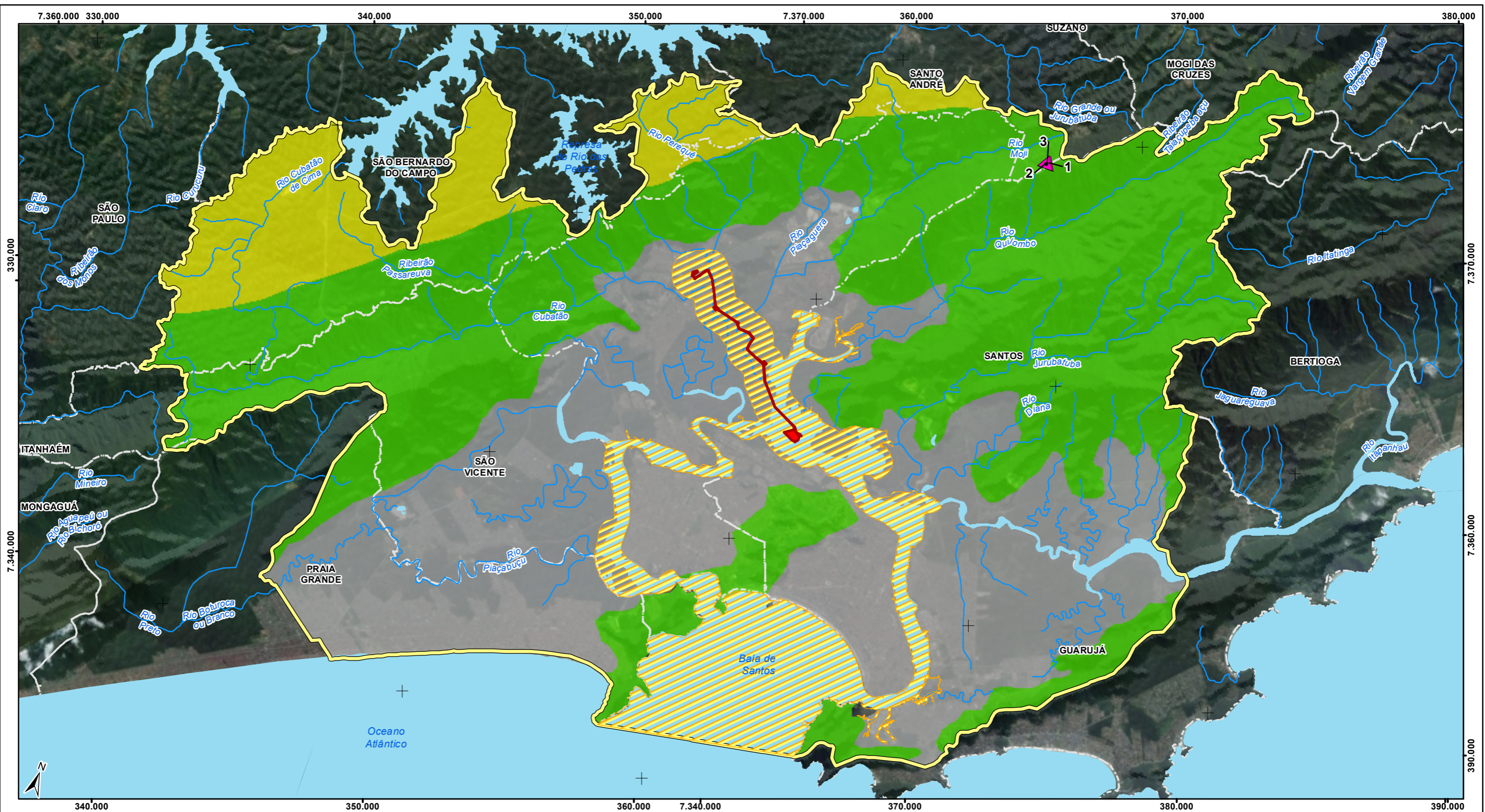
Já as rochas sedimentares possuem menor resistência à processos intempéricos e agentes erosivos, o que culmina em maiores chances de haver cavidades em rochas de substrato arenoso por exemplo.

Segundo dados da CECAV, as áreas de influência do empreendimento apresentam um grau de potencialidade médio de ocorrência de cavernas na porção mais ao norte e noroeste da All, mais próximo ao limite da All com a Serra do Mar; e um potencial predominantemente baixo e improvável para toda as demais áreas da All, conforme pode-se verificar na Figura 9.1.14-1.

De acordo com o ICMBIO, através de dados do Cadastro Nacional de Informações Espeleológicas (CANIE), foram identificadas 3 cavidades na All do empreendimento, sendo:

1. Gruta da Grande Fenda
2. Gruta do Cambuci
3. Gruta Wagner Monteiro

Todas as grutas são de composição granítica e se encontram a uma distância mínima de 9 km da AID e 13 km da ADA.



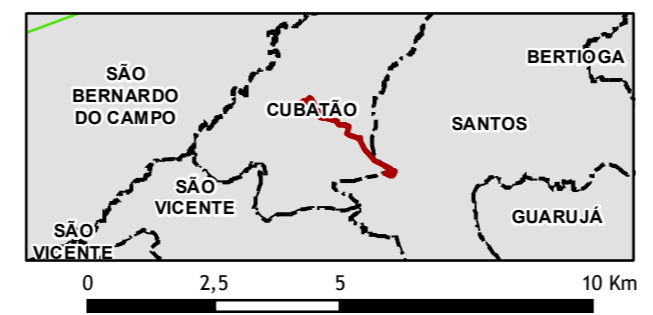
Legenda

- Curso d'água
- Corpo d'água
- Limite Municipal
- ADA - Área Diretamente Afetada
- AID - Área de Influência Direta
- AI - Área de Influência Indireta

Grau de Potencialidade de Cavernas

- Médio
- Baixo
- Ocorrência Improvável

1. Gruta da Grande Fenda
 2. Gruta do Cambuci
 3. Gruta Wagner Monteiro



Escala gráfica
 Escala numérica 1:150.000
 Projeção Universal Transversa de Mercator - UTM
 Datum Horizontal: Sistema de Referência Geocêntrico para as Américas - SIRGAS 2000, fuso 23K
 Sistema Orbital SPOT, cores naturais, 2007/2008
 *Fontes:
 1 - Centro Nacional de Pesquisa e Conservação de Cavernas - CECAV. Data dos dados: 31/12/2015.

EIA - ESTUDO DE IMPACTO AMBIENTAL					
Reforço Estrutural de Suprimento de Gás da Baixada Santista, de responsabilidade da COMGAS/Distribuidora de Gás Participações S.A					
MAPA DE POTENCIAL DE OCORRÊNCIA DE CAVERNAS NO BRASIL					
Projeto			Município (s) Santos, SP		UGRHI 07 - Baixada Santista
Mapa			Tipo Monitoramento		
Desenho	Escala	Tamanho	Versão	Responsável Técnico pela Cartografia	
3294_9.1_Meio Físico_08_R1	1:150.000	A3	R1 27/mar/2018	Joseane Urgnani joseane.urgnani@tetrattech.com	

Conforme observado, o gasoduto está completamente inserido em terrenos com declividade inferior a 6%, em áreas de Planície Marinha e intertidais.

Seguindo em direção à Santos o gasoduto atravessa os rios Cubatão, Mogi e Perequê até seu encontro com o FSRU no Canal Piaçaguera. Esses terrenos são característicos de áreas de inundação, sendo que quanto mais próximo ao Canal Piaçaguera maior a influência do regime de marés (Figura 9.1.14-2).



Figura 9.1.14-2: Margem do rio Cubatão, próximo à sua confluência com o rio Perequê. Ao fundo ponte da linha férrea.

9.1.16. Considerações Finais

Uma síntese das informações compiladas e das análises desenvolvidas, para todos os parâmetros relacionados ao Meio Físico do empreendimento Reforço Estrutural do Suprimento de Gás da Baixada Santista (COMGÁS) indicam como características mais marcantes as interrelação entre as condicionantes atmosféricas, estruturais e de dinâmica marinha, na configuração dos processos indutores da área do empreendimento.

O clima nas áreas de influência do empreendimento é caracterizado por um padrão sazonal bem definido. A temperatura média do ar varia ao longo do ano entre aproximadamente 18°C e 28°C, sendo fevereiro o mês mais quente e julho o mais frio. A umidade relativa do ar é elevada, com valores médios mensais predominantemente acima de 80%

O regime de precipitação apresenta os maiores volumes mensais entre dezembro e março. Nas estações localizadas abaixo de 100 m de altitude os volumes mensais neste período variam aproximadamente entre 200 e 350 mm, enquanto nas estações em maiores altitudes, que apresentam potencial de drenagem para a área do empreendimento, estes volumes variam em torno de 250 mm e 450 mm. Já os menores volumes de precipitação são registrados entre junho e agosto, com volumes mensais entre 80 e 143 mm em todas as estações pluviométricas analisadas.

O regime de ventos em escala regional apresenta direções predominantes de Leste e Leste-Nordeste, condição associada a circulação da ASAS sobre o Atlântico Sul. Porém observa-se ainda a influência da intrusão de sistemas frontais na região, com ventos mais intensos de direções entre S e SW.

Já em escala local observa-se a alta variabilidade espacial do vento na área de estudo, influenciada pelas complexidades do terreno. Na estação localizada em Santos são observados ventos predominantes nas direções SE e SSE, com intensidades majoritariamente abaixo de 2 m/s, enquanto nas estações localizadas no município de Cubatão as direções predominantes do vento ocorrem no eixo SSW-NNE, influenciados diretamente pela circulação vale-montanha, devido à sua posição em relação à Serra do Mar.

Com relação ao descarte de efluentes, foi realizado um estudo de modelagem da diluição e dispersão de efluente térmico.

O estudo foi baseado no ponto de descarte e traçado da tubulação definidos pela COMGAS com o descarte considerado ocorrendo a partir de um ponto localizado a 100 m do ponto de captação do FSRU, através de uma tubulação vertical de 0,635 m de diâmetro. Cabe ressaltar que a profundidade do descarte (0,5 m abaixo da linha d'água), foi definida com o objetivo de propiciar a maior diluição do efluente térmico.

Foi considerado um descarte de efluente térmico com vazão constante de 10.000 m³/h, com um delta de temperatura para o ambiente de -7 °C. Os padrões de lançamento são determinados pela Resolução CONAMA no 430/11.

A modelagem hidrodinâmica foi realizada a partir do sistema de modelos numéricos Delft3D, através do módulo hidrodinâmico Delft3D-FLOW (DELTAES, 2013), capaz de simular a circulação hidrodinâmica como resposta a forçantes baroclínicas e barotrópicas, assim como a transferência de quantidade de movimento ao sistema hidrodinâmico decorrente do sistema de ventos.

A modelagem de diluição foi conduzida através da separação de dois domínios conhecidos por campo próximo e campo afastado. As simulações de campo próximo, realizadas com o modelo CORMIX, fornecem a diluição inicial do efluente e servem como parâmetros de entrada para o modelo de campo afastado Delft3D.

O enquadramento da pluma térmica no corpo receptor se deu no domínio do campo próximo, numa distância de 1 m do ponto de lançamento e a 6 metros de profundidade. Ressalta-se que a pluma térmica obtida no campo afastado está enquadrada na legislação vigente para todos os períodos simulados, apresentando variação térmica inferior a 0,2 °C em todas as profundidades.

Para determinar os intervalos de probabilidade de ocorrência do óleo na água e na costa, foram conduzidas simulações probabilísticas considerando: duas condições sazonais típicas da região, sendo o período de verão (janeiro a março) e de inverno (junho a agosto), um ponto de modelagem, um volume de derrame (pior caso 4.450,3 m³, derramado ao longo de 16.388 segundos), e um tipo de produto, HFO. As simulações foram conduzidas por 60 horas.

Também foram simulados cenários determinísticos críticos representativos das simulações que apresentaram maior extensão de costa atingida pelo óleo, considerando as condições sazonais de verão e inverno.

Os campos de correntes utilizados nesta modelagem de transporte de óleo foram gerados através da modelagem hidrodinâmica e os campos de vento são provenientes do METAR.

Os resultados da modelagem não demonstram diferenças significativas entre os períodos de inverno e verão. Em ambos os períodos não foi observado a ocorrência do óleo na região da Baía de Santos.

No período de verão, calculou-se 81,38 km de extensão de costa com probabilidade de toque e 24,52 km² de área superficial na água com probabilidade de ocorrência de óleo, enquanto no período de inverno, a extensão de costa foi de 80,85 km e uma área superficial na água de 24,27 km².

Os diagramas *boxplot* (resumo dos balanços de massa de todos os cenários determinísticos que compõe os cenários probabilísticos) demonstraram que, ao final da simulação, em média, a maior parte do óleo, encontra-se na costa. Porém, para alguns cenários de ambos os períodos, pode-se restar cerca de 60% do óleo na superfície da água ao final da simulação.

Os resultados dos cenários determinísticos mais críticos demonstraram que a maior extensão de costa com toque de óleo registrada em uma única simulação determinística foi de 37,49 km no período de verão e 31,29 km no período de inverno. Os volumes finais de óleo na costa para esses cenários mais críticos foram de 4.333,84 m³ e 4.436,51 m³ para verão e inverno, respectivamente.

Nas simulações executadas não foram consideradas quaisquer medidas de resposta ou controle para os potenciais acidentes simulados.

Para avaliar os atuais níveis de ruído nas áreas habitadas ao longo do gasoduto, foi realizado, em 23.03.2018 uma campanha para obtenção de dados primários, principalmente nas proximidades das áreas residenciais. Os resultados indicaram que atualmente já é observado valores em desacordo com a NBR 10.151. O principal fator de alteração de ruído na região refere-se à passagem de carros e caminhões.

Em relação a dinâmica superficial foi verificado o predomínio de áreas sensíveis para inundações, ao longo de todo o mangue, onde os solos são classificados como Gleissolo, ou seja, sofre interferência da variação da maré. A topografia ao longo da ADA não apresenta grande variação, com declividades inferiores a 6%.

Nestas áreas encontra-se o aquífero sedimentar, com cotas variando entre 0 e 20 metros. O fluxo da água do aquífero corre em direção ao oceano, excetuando quando próximo de grandes cursos d'água (Cubatão, Preto, Branco, entre outros) onde a água corre em sua direção.

A produtividade deste aquífero (Aquífero Litorâneo) é relativamente baixa; da ordem de 13m³/h DAEE (1979a). de modo geral essas águas são ricas em ferro, alumínio e manganês. Ainda, devido a sua baixa profundidade pode-se observar concentrações de coliformes acima da Resolução Conama 396/08.

Nas porções mais elevadas, e ao longo dos pequenos morros existentes na região, observa-se solos do Cambissolo. Este solo apresenta fragilidade para o desenvolvimento de processos erosivos, principalmente quando associado a declividades mais acentuadas. Na área só é observado no extremo norte da AID, no sopé da Serra do Mar.

Em virtude das características geológicas e topográficas foram verificados apenas 3 processos ao longo da ADA, sendo 2 de argila e 1 de areia, estando nas fases de autorização de pesquisa e requerimento de pesquisa. Destaca-se que na ADA não são encontrados projetos ativos de prospecção mineral.

De modo geral pode ser dizer que a fragilidade do terreno, ao longo do traçado do gasoduto, apresenta fragilidade de "pouco a não susceptível a processos erosivos", contudo apresenta alta fragilidade à inundações..

Em relação a dinâmica superficial foi verificado o predomínio de áreas sensíveis para inundações, ao longo de todo o mangue, onde os solos são classificados como Gleissolo, ou seja,

sofre interferência da variação da maré. A topografia ao longo da ADA não apresenta grande variação, com declividades inferiores a 6%.

Nestas áreas encontra-se o aquífero sedimentar, com cotas variando entre 0 e 20 metros. O fluxo da água do aquífero corre em direção ao oceano, excetuando quando próximo de grandes cursos d'água (Cubatão, Preto, Branco, entre outros) onde a água corre em sua direção.

A produtividade deste aquífero (Aquífero Litorâneo) é relativamente baixa; da ordem de 13m³/h DAAE (1979a). de modo geral essas águas são ricas em ferro, alumínio e manganês. Ainda, devido a sua baixa profundidade pode-se observar concentrações de coliformes acima da Resolução Conama 396/08.

Nas porções mais elevadas, e ao longo dos pequenos morros existentes na região, observa-se solos do Cambissolo. Este solo apresenta fragilidade para o desenvolvimento de processos erosivos, principalmente quando associado a declividades mais acentuadas. Na área só é observado no extremo norte da AID, no sopé da Serra do Mar.

Em virtude das características geológicas e topográficas foram verificados apenas 3 processos ao longo da ADA, sendo 2 de argila e 1 de areia, estando nas fases de autorização de pesquisa e requerimento de pesquisa. Destaca-se que na ADA não são encontrados projetos ativos de prospecção mineral.

Para verificar a interferência e/ou obras em áreas possivelmente contaminadas foi realizado uma verificação dos dados oficiais da CETESB, assim como visita *in situ*, ao longo das principais áreas com potencial de contaminação. Neste levantamento foram identificadas 5 Áreas Contaminadas ou com Potencial de contaminação na região de estudo e a uma distância máxima de 100 metros da ADA. Destaca-se que na ADA foram identificadas:

- ✓ 2 áreas com "Potencial de Contaminação" (levantamento *in situ*) – 2 cruzamentos na Linha férrea (MRS Logística); e
- ✓ 1 área Contaminada em processo de Remediação – USIMINAS

Vale destacar que a área da USIMINAS ao longo da ADA, trata-se de uma área aparentemente ainda não ocupada por atividade industrial, não sendo, entretanto, descartada a possibilidade de uso para descarte de resíduos.

Para a caracterização da qualidade do ar foram analisadas as concentrações de óxidos de nitrogênio (NO₂), óxidos de enxofre (SO₂), material particulado inalável (MP10) e ozônio (O₃) na AID nos últimos 3 anos. Foram avaliados dados medidos nas estações da CETESB de Santos, Santos Ponta da Praia e Cubatão Centro, onde não foram registradas ultrapassagens do padrão de qualidade do ar para NO₂ e MP10. Para o SO₂ foi registrada uma única ultrapassagem na estação Cubatão Centro, no ano de 2015, enquanto para O₃ ocorreram 10 ultrapassagens em Cubatão Centro, e uma em cada estação do município de Santos nos últimos 3 anos. O município de

Santos, apresenta a classificação, segundo os critérios do Decreto Estadual 59.113/2013, como maior que M1 para material particulado, M2 para SO₂ e O₃, e MF para NO₂.