

CAPÍTULO 8: DIAGNÓSTICO AMBIENTAL

8.1. MEIO FÍSICO

8.1.1. Áreas de influência

8.1.1.1 Área diretamente afetada - ADA

Para efeito da análise do Meio Físico, define-se como Área Diretamente Afetada, toda a extensão do canal do estuário onde a obra será realizada, considerando as ações mais imediatas associadas como a retirada mecânica dos sedimentos, a derrocarrem de rochas e a disposição de material em área marinha. A delimitação da ADA do Meio Físico encontra-se em Figura ao final do presente Capítulo.

8.1.1.2 Área de influência direta - AID

Define-se como Área de Influência Direta do aprofundamento do canal de navegação do Porto de Santos, para o Meio Físico, a área alagável sob influência da ação hidrodinâmica, da penetração da cunha salina, dos tributários do canal do estuário, desde a sua junção com a Baía de Santos até o Canal de Piaçaguera. É incluída na AID do Meio Físico as bacias hidrográficas que afluem para o estuário com contribuição de sedimentos que podem provocar assoreamento do canal de navegação. Esta área compreende o complexo estuarino Santos - São Vicente – Cubatão até os limites das áreas alagáveis de manguezal em direção a terra e nos limites dos tombos de maré nos canais de São Vicente e Bertiooga.

Na região onde localizam-se às áreas de disposição marinha de sedimentos, a AID estende-se além dos quadriláteros de disposição até onde o estudo de modelagem de transportes de sedimentos, apresentado em anexo ao presente EIA, delimita a dispersão mensurável de sedimentos após o lançamento de material dragado, em condições normais.

A delimitação da AID do Meio Físico encontra-se em figura apresentada ao final do presente Capítulo.

8.1.1.3 Área de influência indireta - AII

A AII para o Meio Físico compreende a Área do Estuário de Santos e São Vicente, os rios que drenam para os estuários até onde existe influência da maré, as áreas alagáveis em terra até o limite da ocorrência dos manguezais, a região de ligação entre o estuário e as áreas de descarte de material dragado, por compreender a área de tráfego de embarcações; as áreas de descarte e toda região até onde o estudo de modelagem de transportes de sedimentos já citado, delimita a dispersão mensurável de sedimentos após o lançamento de material dragado, em condições extremas de entrada de frente fria.

8.1.2 Meteorologia e Climatologia

8.1.2.1. Objetivo

Apresentar os resultados de levantamentos pretéritos sobre precipitação pluviométrica, temperatura, umidade relativa do ar, insolação, pressão atmosférica, direção e velocidade do vento observados e registrados no entorno da área da atividade de dragagem, caracterizando o ambiente atmosférico na área de estudo e em seu entorno.

8.1.2.2. Obtenção e controle de qualidade dos dados

A base de dados de temperatura e umidade relativa do ar, pressão atmosférica, direção e velocidade do vento, trabalhada neste relatório consiste em uma série histórica de 2000 a 2005 de uma estação meteorológica automática instalada no Município de Santos, SP, nas imediações da área de estudo. As coordenadas da estação são: Latitude: 23,93° S, longitude de 46,3° W a altitude acima do nível do mar médio de 3,0 metros. Os registros dessa série foram obtidos as 08h, 09h, 10h, 12h, 13h, 16h, 18h e 22h, totalizando oito leituras diárias. Ao todo foram analisados 17.520 registros horários de temperatura do ar, umidade relativa do ar, pressão atmosférica, direção e velocidade do vento. Considera-se, portanto, que embora a série não seja suficientemente longa (seis anos), a amostragem temporal em escala próximo da horária comporá um quadro bastante fidedigno da climatologia da área de estudo.

Para o estudo da pluviometria, foram avaliados os dados de postos pluviométricos do entorno da área de estudo. Optou-se pela utilização dos dados obtidos em dois postos que atenderam o maior número de requisitos listados abaixo:

- a. proximidade da área de estudo;
- b. disponibilidade de dados na maior série histórica possível;
- c. registros de precipitação pluviométrica em base diária para avaliação de eventos extremos;
- d. reduzida porcentagem de dados ausentes ou inconsistentes.

Dessa forma, os dados pluviométricos utilizados no trabalho foram obtidos nos seguintes postos:

Posto Ponta da Praia – Prefixo E3_070 (Guarujá, SP) – 1945 a 2004 (60 anos)

23 k UTM X 980.104,2

UTM Y 7337714,0

Latitude: 24° 00' Sul;

Longitude: 46° 17' Oeste;

Altitude: 03 m (NMM).

Posto Vicente de Carvalho – Prefixo E3_039 (Santos, SP) – 1939 a 1959 (21 anos)

23 k UTM X 977.457,4

UTM Y 7343357,0

Latitude: 23° 57' Sul;

Longitude: 46° 18' Oeste;

Altitude: 02 m (NMM).

As séries históricas resultantes após o controle de qualidade resultaram em vinte e um anos (21) de dados diários para o Posto Vicente de Carvalho (1939 a 1959) e sessenta anos (60) para o posto Ponta da Praia (1945 a 2004). O posto Vicente de Carvalho foi desativado em 1959 por questões operacionais. O banco de dados de posto de Vicente de Carvalho não apresentou falhas por ausência de registros para o período trabalhado. O posto da Ponta da Praia apresentou 7% de ausência de registro ou dados inconsistentes. O preenchimento dos dados mensais inconsistentes ou ausentes foi pela média da série histórica. Esse procedimento tem por objetivo evitar que dias e meses com ausência de dados forcem a média climatológica para um valor abaixo do verdadeiro quando de seu computo na média final.

Em função do posto Ponta da Praia apresentar maior série histórica este será considerado como representativo da área de estudo sendo apresentado um detalhamento maior dos resultados. A escolha do posto Vicente de Carvalho justifica-se pela sua posição geográfica (proximidade) em relação área do projeto. Os totais mensais de precipitação para a série trabalhada nos dois postos encontram-se no anexo no final deste Capítulo.

8.1.2.3. Temperatura do ar e insolação

A temperatura do ar média anual para a área de estudo e o período de análise é de 23,8 °C. O mês com temperaturas mais elevadas é janeiro com valor médio mensal de 27,0 °C. Àquele mês considerado mais frio é o mês de julho com média mensal, para a série avaliada, de 19,9 °C. O valor médio anual das temperaturas máximas é de 32,0 °C e as temperaturas mínimas apresentam valor de 15,9 °C. Cabe aqui uma ressalva quanto aos valores máximos e mínimos da temperatura do ar. Os valores apresentados consistem em valores médios mensais para a série de 2000 a 2005. O valor que se apresenta não consiste no valor máximo ou mínimo absoluto e sim a média dos cinco anos de observação. Obviamente o valor máximo absoluto e mínimo absoluto são, respectivamente, mais elevado/ reduzidos que os aqui apresentados.

Observando a Figura 8.1.2.-1 e Tabela 8.1.2-1 percebe-se o ciclo anual da temperatura (máximo, mínimo e médio). Esse ciclo anual está condicionado a declinação solar que confere mais energia em superfície nos meses de primavera/verão e valores mais reduzidos no outono/inverno (Figura 2). Os valores de radiação solar global no topo da atmosfera (I_0) são estimados em função da latitude do local, da época do ano e da distância média terra-sol por meio de relações trigonométricas e modelos matemáticos (IQBAL, 1983). Esse valor é aquele teórico que chegaria a superfície com a ausência da atmosfera. Obviamente não considera os efeitos da atmosfera como nebulosidade, vapor d'água e concentração de material particulado. Essa alternativa de estimar os valores de radiação solar global justifica-se pela ausência de dados deste atributo do clima para a região de

estudo. Observa-se que as curvas de temperatura do ar e de radiação solar são concordantes, ou seja, quando a temperatura do ar é mais elevada o nível de energia também o é. Isso explica em grande parte a variação mensal e sazonal da temperatura do ar para esta latitude.

Tabela 8.1.2-1: Temperatura do ar média, máxima e mínima para os anos de 2000 a 2005. Estação: Santos-SP, Lat.: -23,93°S, Long.: -46,3° W e alt.: 3m.

	Janeiro	Fevereiro	Março	Abril	Maior	Junho	Julho	Agosto	Setembro	Outubro	Novembro	Dezembro	Anual
Médio	26,3	27,0	26,7	25,6	22,5	21,7	19,9	20,5	21,3	23,3	24,5	26,0	23,8
Máximo	33,8	34,2	33,2	32,8	31,8	30,3	29,0	29,2	30,2	32,0	33,2	34,2	32,0
Mínimo	19,8	19,4	18,8	18,0	14,0	13,0	11,3	11,5	13,3	15,3	17,3	19,0	15,9

A amplitude térmica anual (diferença entre o mais elevado e mais reduzido valor de temperatura média do ar) é de 7,1°C (27,0 – 19,9). A normal climatológica com valores médios para o período de 1961 a 1990 obtidas pelo INMET (Instituto nacional de meteorologia) confere para a área de estudo uma média anual de 24,8 °C. Essa diferença de um grau Celsius pode ser resultado da localização das respectivas estações em função da variação espacial da temperatura do ar, da série histórica não ser homogênea ou ainda da amostragem em horários diferentes entre as estações. Essa diferença na média de 1°C não é significativa para os objetivos do trabalho proposto.

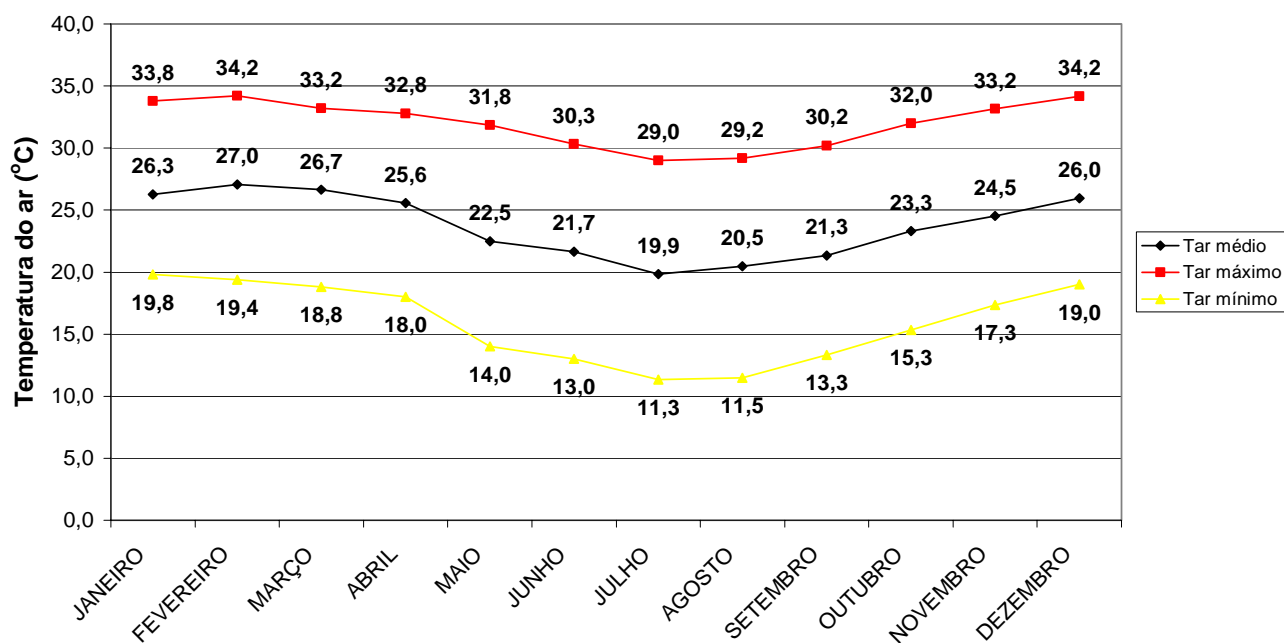


Figura 8.1.2-1: Variação da temperatura do ar média mensal para os anos de 2000 a 2005. Estação: Santos-SP, Lat.: -23,93°S, Long.: -46,3° W e alt.: 3m.

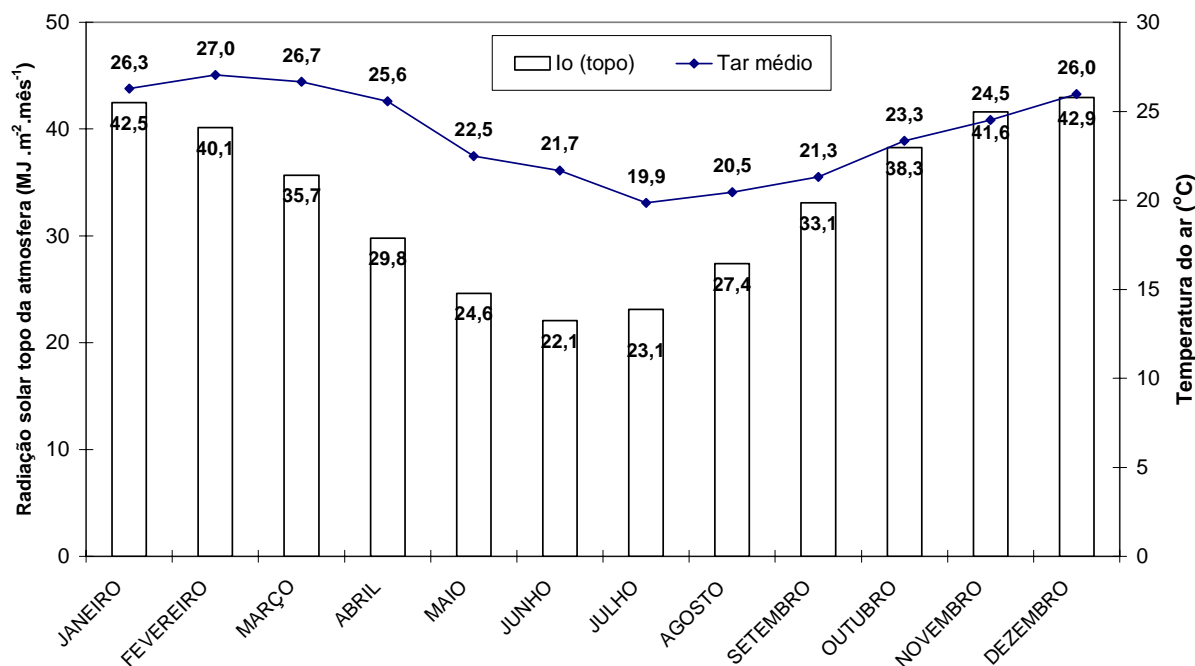


Figura 8.1.2-2: Variação da temperatura do ar média mensal para os anos de 2000 a 2005 e da radiação solar global no topo da atmosfera. Estação: Santos-SP, Lat.: -23,93°S, Long.: -46,3° W e alt.: 3m.

A Figura 8.1.2-3 apresenta a curva anual da temperatura do ar média, da radiação solar global estimada e do número de horas de brilho solar (n). O número de horas de brilho solar ou insolação expressa a quantidade de horas entre o nascer e o ocaso do sol, em que a radiação solar atravessou a atmosfera e interagiu com a superfície. O número de horas de brilho é avaliado por meio de equipamento específico denominado Heliógrafo. O heliógrafo apresenta elemento sensível (fita heliográfica) que é registrada/queimada quando a radiação solar direta é igual ou superior a 100 W.m⁻². Assim, pode não ocorrer uma relação linear entre “n” e “Io”. Observa-se em especial no mês de setembro que mesmo com a elevação sistemática dos valores de Io, percebe-se uma redução dos valores de insolação. O mês com o maior número de horas de brilho solar médio é o mês de março com 144,7h.

O total anual médio de horas de brilho solar para a região de estudo é 1.494,1 horas. Comparativamente a localidade de Campo Grande – MS (que esta em média 3° de latitude ao norte da área de estudo) apresenta um total anual (médio de 1961 a 1990) de 2.526,6 horas de brilho solar. Podemos afirmar que a região em estudo, considerando sua posição latitudinal, apresenta um número reduzido de horas de brilho solar. Isso é explicado pela proximidade com o oceano atlântico que fornece quantidade significativa de vapor de água para a área de estudo que associado a configuração geomorfológica (proximidade com a escarpa da Serra do Mar) favorece a formação de nebulosidade reduzindo o número de horas de brilho solar.

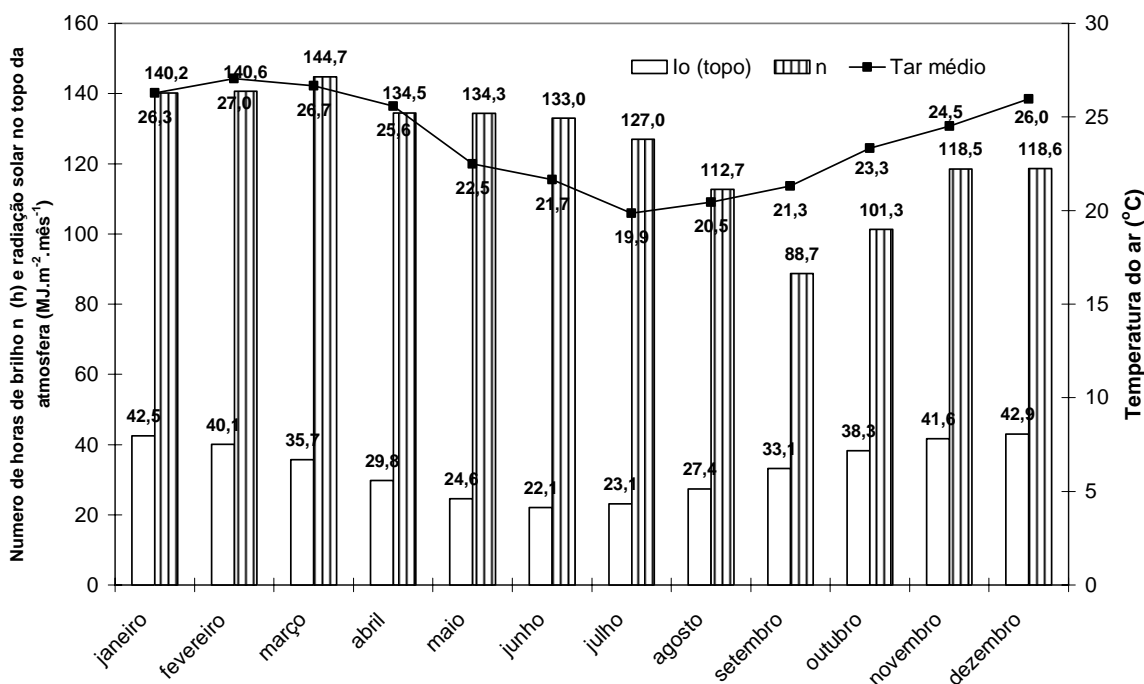


Figura 8.1.2-3: Variação da temperatura do ar média mensal para os anos de 2000 a 2005, da insolação (1961 a 1990) e da radiação solar global estimada no topo da atmosfera. Estação: Santos-SP, Lat.: -23,93°S, Long.: -46,3° W e alt.: 3m.

8.1.2.4. Umidade Relativa do ar

O valor médio da umidade relativa anual para a área de estudo é 66,3%, oscilando entre 63,0% em fevereiro (mês de umidade relativa mais reduzida) a 69,7% em junho (mês de umidade relativa mais elevada). A variação anual da umidade relativa do ar média apresenta variação inversa a da temperatura do ar. Esse fato é explicado em função da relação inversa entre esses dois atributos do clima. A umidade relativa indica o quão próximo o ar esta da saturação, não indicando, portanto conteúdo de água na atmosfera. Com a elevação da temperatura ao longo as horas de brilho solar a temperatura do ar distancia-se daquela saturante, reduzindo assim a umidade relativa, mas podendo manter o mesmo conteúdo de vapor d'água na atmosfera (gramas de água por metro cúbico de ar, por exemplo). No período noturno com a redução da temperatura do ar esta se aproxima da condição saturante e a umidade relativa do ar apresenta valores mais elevados. O que observamos na Figura 8.1.2-4 são valores médios mensais mais elevados de umidade relativa do ar mais elevados nos meses mais frios (média de 69,7 e 69,5% para os meses de junho e julho, respectivamente). Tal variação é resultado das interações entre esses dois atributos do clima discutidos anteriormente. A umidade relativa média para a área de estudo é de 66,3%. Sazonalmente percebe-se reduzida amplitude higrométrica para a área de estudo. Tal fato justifica-se, em parte, pela também reduzida amplitude térmica média.

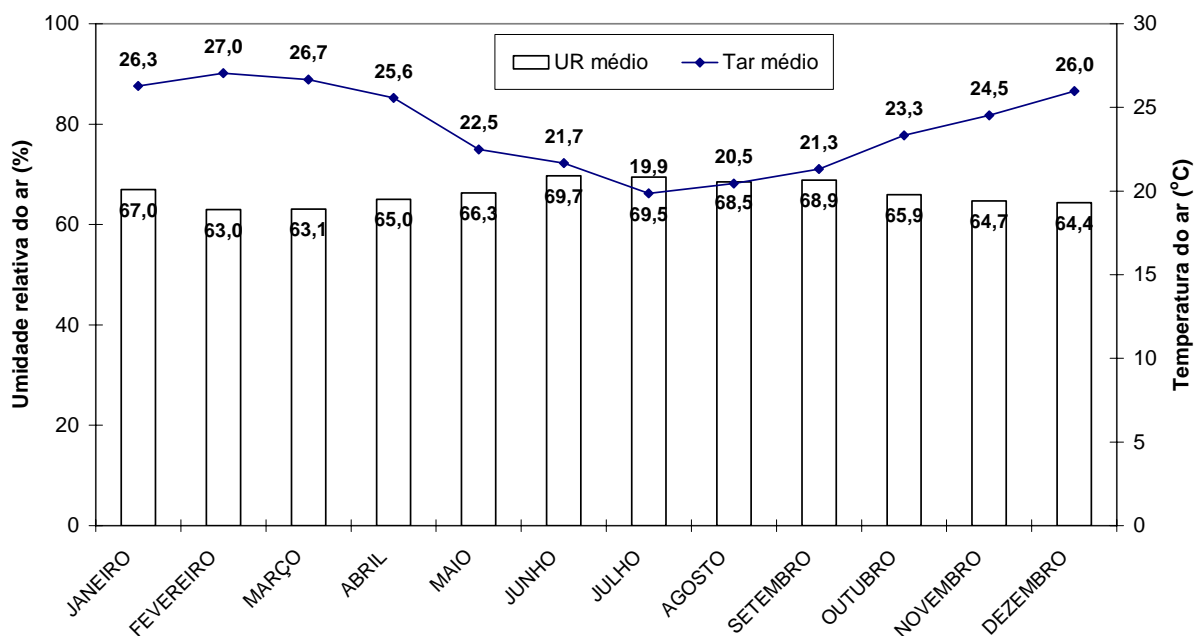


Figura 8.1.2-4: Variação da temperatura do ar média mensal e da umidade relativa do ar para os anos de 2000 a 2005. Estação: Santos-SP, Lat.: -23,93°S, Long.: -46,3° W e alt.: 3m.

Tabela 8.1.2-2: Umidade relativa do ar média, máxima e mínima para os anos de 2000 a 2005. Estação: Santos-SP, Lat.: -23,93°S, Long.: -46,3° W e alt.: 3m.

	Janeiro	Fevereiro	Março	Abril	Maió	Junho	Julho	Agosto	Setembro	Outubro	Novembro	Dezembro	Anual
Médio	67,0	63,0	63,1	65,0	66,3	69,7	69,5	68,5	68,9	65,9	64,7	64,4	66,3
Máximo	97,9	97,9	97,9	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	98,3	99,3
Mínimo	32,8	30,6	31,3	30,6	30,8	30,9	31,5	31,4	31,9	32,1	31,5	30,5	31,3

Os valores máximos e mínimos médios de umidade relativa do ar estão representados na Tabela 2 e Figura 8.1.2-5. A média dos valores máximos de umidade relativa do ar é de 99,3 % com vários meses (abril a novembro) com valores médios igual a 100%. O valor mínimo médio avaliado na área de estudo é de 31,3%, oscilando entre o valor mínimo médio de 30,6% em fevereiro e abril e 32,8% em janeiro.

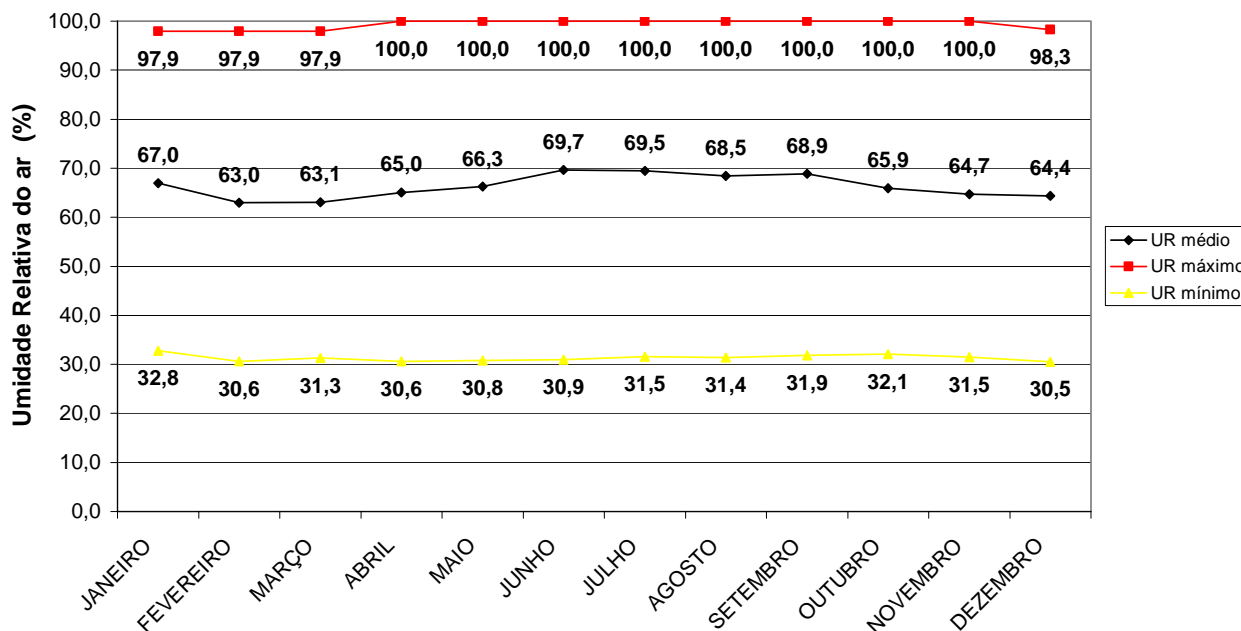


Figura 8.1.2-5: Variação da umidade relativa do ar média mensal para os anos de 2000 a 2005. Estação: Santos-SP, Lat.: -23,93°S, Long.: -46,3° W e alt.: 3m.

8.1.2.5. Pressão atmosférica

A pressão atmosférica (P_{atm}) expressa o peso que a coluna de ar exerce sobre determinado local. Em termos médios, temos que ao nível do mar a P_{atm} é de 760 mmHg que equivalem a 1013 mbar ou ainda no Sistema Internacional de Unidades (SI) equivale a 101,3 kPa. O valor médio da P_{atm} para a área de estudo é de 101,5 kPa (próximo do valor teórico médio para o nível do mar). Percebe-se uma curva da P_{atm} (máximos, médios e mínimos) ao longo do ano inversa a curva de temperatura do ar. Os valores mais elevados de P_{atm} ocorrem nos meses de outono-inverno. Tal fato deve-se a relação termodinâmica entre temperatura e densidade do ar. Nos meses com temperaturas mais reduzidas o ar apresenta densidade mais elevada, resultando uma coluna de ar mais “pesada” sobre o local e vice-versa. O acréscimo nos valores de P_{atm} no outono-inverno também é função da maior predominância de sistemas de alta pressão dinamizados pela massa polar atlântica (mPa) que penetram no centro sul do Brasil conferindo em sua passagem valores de temperaturas reduzida e pressão elevada (ver Figura 8.1.2-6 e Tabela 8.1.2-3).

Existe ainda uma relação termodinâmica entre P_{atm} e conteúdo de vapor d’água. Uma parcela de ar terá sua pressão reduzida caso apresente aumento em seu conteúdo de vapor. Isto ocorre por a massa molar média da atmosfera é 28 g.mol⁻¹. No momento que a parcela de ar é acrescida de vapor d’água esta se torna mais leve, pois a massa molar do vapor d’água é de 18 g.mol⁻¹, portanto, mais leve que o ar seco.

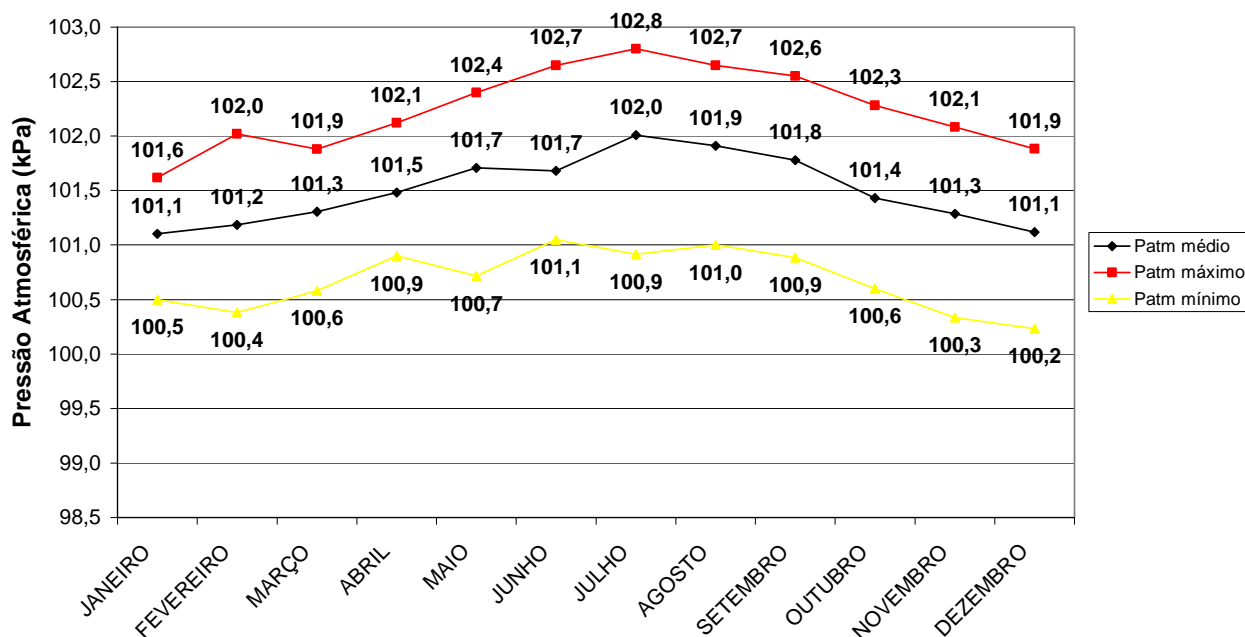


Figura 8.1.2-6: Variação da pressão atmosférica média mensal para os anos de 2000 a 2005. Estação: Santos-SP, Lat.: -23,93°S, Long.: -46,3° W e alt.: 3m.

Tabela 8.1.2-3: Variação da pressão atmosférica (máximos, mínimos e médios) média mensal para os anos de 2000 a 2005. Estação: Santos-SP, Lat.: -23,93°S, Long.: -46,3° W e alt.: 3m.

	Janeiro	Fevereiro	Março	Abril	Maio	Junho	Julho	Agosto	Setembro	Outubro	Novembro	Dezembro	Anual
Médio	101,1	101,2	101,3	101,5	101,7	101,7	102,0	101,9	101,8	101,4	101,3	101,1	101,5
Máximo	101,6	102,0	101,9	102,1	102,4	102,7	102,8	102,7	102,6	102,3	102,1	101,9	102,2
Mínimo	100,5	100,4	100,6	100,9	100,7	101,1	100,9	101,0	100,9	100,6	100,3	100,2	100,7

8.1.2.6. Velocidade e direção do vento

A direção do vento expressa a direção de onde o *vento vem* transportando consigo determinadas propriedades atmosféricas (vapor d'água, materiais em suspensão, calor sensível e latente, etc), e sua velocidade à distância percorrida por esta parcela de ar num intervalo de tempo. No SI a velocidade média do vento é expressa em $m.s^{-1}$ (metros por segundo).

A velocidade média do vento na área de estudo é de $3,5 m.s^{-1}$. Os valores médios mais elevados ocorrem entre os meses de novembro a janeiro com média de $3,9 m.s^{-1}$. O valor máximo médio ocorre no mês de novembro com $12,1 m.s^{-1}$. A média anual dos valores máximos do vento é de $9,3 m.s^{-1}$ (Figura 8.1.2-7 e Tabela 8.1.2-4).

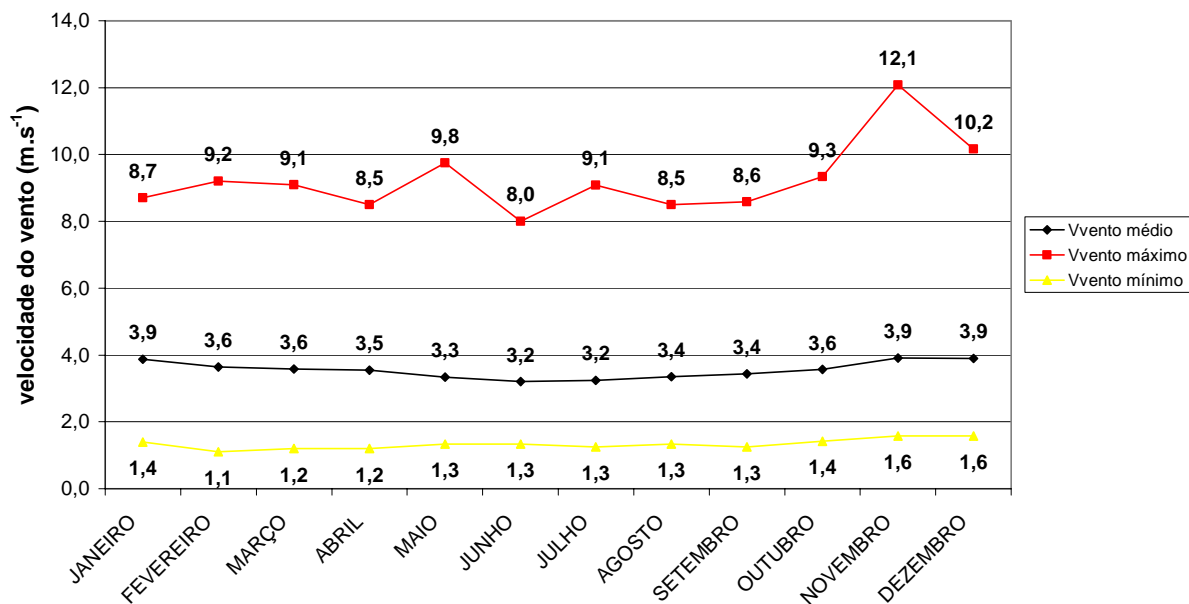


Figura 8.1.2-7: Variação da velocidade do vento (máximo, médio e mínimo) média mensal para os anos de 2000 a 2005. Estação: Santos-SP, Lat.: -23,93°S, Long.: -46,3° W e alt.: 3m.

Tabela 8.1.2-4: Variação da velocidade do vento (máximo, médio e mínimo) média mensal para os anos de 2000 a 2005. Estação: Santos-SP, Lat.: -23,93°S, Long.: -46,3° W e alt.: 3m.

	Janeiro	Fevereiro	Março	Abril	Maió	Junho	Julho	Agosto	Setembro	Outubro	Novembro	Dezembro	Anual
Médio	3,9	3,6	3,6	3,5	3,3	3,2	3,2	3,4	3,4	3,6	3,9	3,9	3,5
Máximo	8,7	9,2	9,1	8,5	9,8	8,0	9,1	8,5	8,6	9,3	12,1	10,2	9,3
Mínimo	1,4	1,1	1,2	1,2	1,3	1,3	1,3	1,3	1,3	1,4	1,6	1,6	1,3

A direção predominante do vento na área de estudo é de leste (E) com 26,0% das observações. Em seguida a direção sul (S) e sudeste (SE) com 25,0 e 16,7%, respectivamente (Figura 8 e Tabela 5). Harari *et al* (2001) trabalhando com dados de janeiro e julho de 1997 obtiveram direções predominantes do quadrante sudeste e sul, respectivamente.

A CETESB (1976) em seu trabalho intitulado “Baixada Santista – Carta do meio ambiente e sua dinâmica” apresentando resultados do clima da área de estudo afirma que foi “impossível definir, com detalhes, o regime de ventos para toda a região devido ao número reduzido de estações meteorológicas equipadas de anemógrafos e a alta irregularidade topográfica”. Esse cenário, trinta anos depois, não se diferencia muito daquele anterior. Os autores destacam um possível ciclo diário no regime dos ventos influenciados pela brisa terrestre (período noturno) e marítima (período diurno). Observaram que no período noturno a direção predominante é de Norte e Nordeste com baixas velocidades e no período diurno de quadrante sul e oeste entre 08 e 19h com velocidades moderadas.

A presença de calmarias na área de estudo compreende 36,2% das observações realizadas entre os anos de 2000 a 2005.

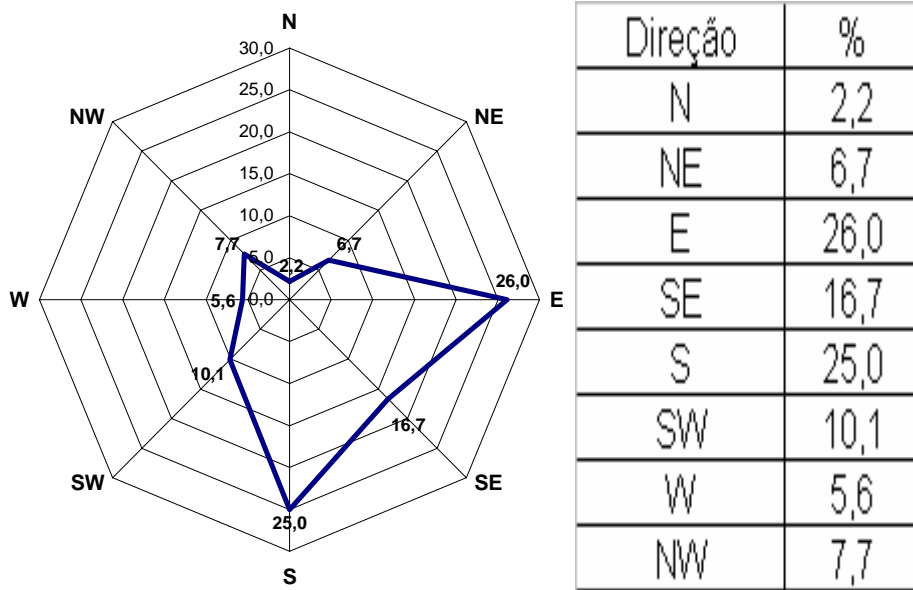


Figura 8.1.2-8 e Tabela 8.1.2-5: Direção predominante do vento - média mensal para os anos de 2000 a 2005. Estação: Santos-SP, Lat.: -23,93°S, Long.: -46,3° W e alt.: 3m.

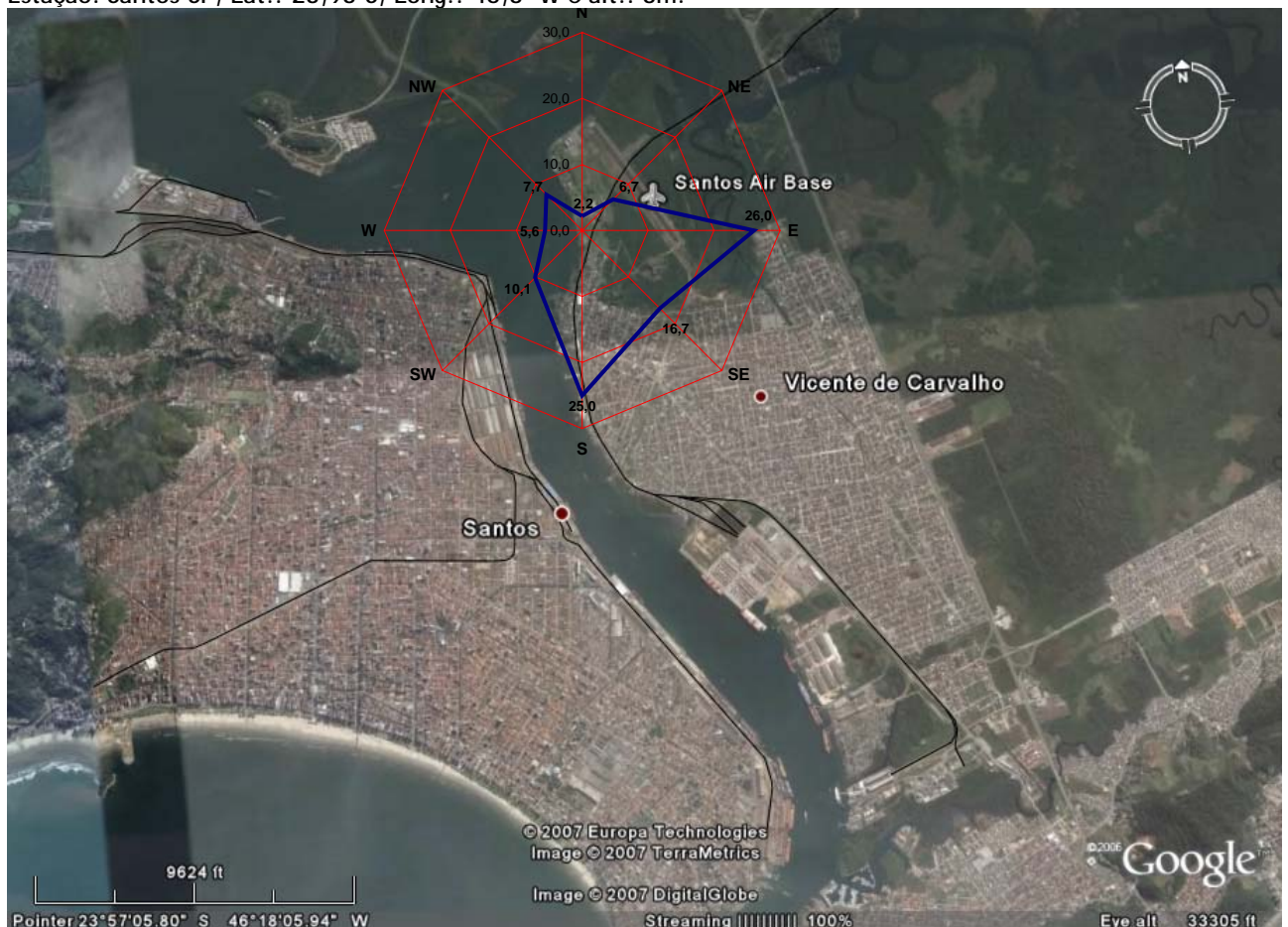


Figura 8.1.2-9: Imagem do satélite Íkonos com destaque para área de estudo e localização das freqüências de ventos predominantes. Fonte: Google Earth, 2006

A Figura 8.1.2-9 representa a imagem do satélite Íkonos englobando a área de estudo. Observa-se que o alinhamento, predominante do canal do porto de Santos, SP, é de sudeste-noroeste tendendo

a norte-sul nas proximidades da estação meteorológica. Ao observar o hodógrafo da direção predominante dos ventos inserido na área de estudo, observa-se que a direção do vento sul com 25,0% das observações pode estar associado, em parte, a canalização do vento pelo canal do porto.

8.1.2.7. Precipitação Pluviométrica

Precipitação Pluviométrica - Posto Ponta da Praia - Média Mensal.

Os resultados de análise das precipitações pluviométricas para o posto localizado no Município de Guarujá, SP (Posto Ponta da Praia) indicam um valor médio anual de 2.151,6 mm. Esse posto pluviométrico encontra-se nas imediações da entrada do canal do porto de Santos, sendo, portanto, o mais característico das chuvas dessa área de estudo. Os valores mensais de precipitação para o posto Ponta da Praia no período de 1945 a 2004 são apresentados a seguir na Tabela 8.1.2.7-1.

Tabela 8.1.2.7-1 Valores Mensais de precipitação para o posto Ponta da Praia no período de 1945 a 2004.

Ano	Janeiro	Fevereiro	Março	Abril	Maior	Junho	Julho	Agosto	Setembro	Outubro	Novembro	Dezembro	Total Anual	Máximo Mensal
1945	168,8	498,0	278,6	107,8	189,6	317,0	133,3	14,8	151,0	47,1	161,8	223,3	2291,1	498,0
1946	302,3	240,9	459,9	70,4	170,5	142,3	53,9	19,1	119,6	221,6	71,7	146,9	2019,1	459,9
1947	454,1	197,3	226,5	138,9	240,0	163,4	197,4	132,3	168,9	160,5	230,5	415,5	2725,3	454,1
1948	229,2	302,5	334,1	192,4	221,8	46,4	180,9	125,7	107,5	64,4	138,5	99,7	2043,1	334,1
1949	282,7	209,0	128,3	131,4	61,6	129,3	107,9	164,6	147,3	182,3	97,8	246,3	1883,4	282,7
1950	521,7	235,1	489,3	402,7	80,2	130,1	62,3	50,4	142,9	211,8	171,9	121,9	2620,3	521,7
1951	316,8	207,6	239,9	257,2	56,8	83,8	43,1	57,5	32,4	203,4	164,4	94,2	1757,1	316,8
1952	182,4	305,7	231,3	66,9	178,2	212,1	44,6	39,2	158,4	154,9	203,8	94,9	1872,4	305,7
1953	191,9	335,4	149,4	320,7	255,3	67,6	110,8	139,7	80,2	178,0	200,9	112,9	2142,8	335,4
1954	104,0	90,8	201,1	123,4	297,5	139,2	96,6	55,5	100,6	270,4	50,0	129,3	1658,4	297,5
1955	235,0	159,0	113,4	186,1	86,9	106,8	97,8	142,1	54,1	62,7	143,1	165,2	1552,2	235,0
1956	178,7	312,9	954,6	325,8	259,0	200,8	107,1	185,8	128,4	183,2	155,8	149,9	3142,0	954,6
1957	281,5	423,3	258,4	208,9	31,4	50,7	171,4	203,7	323,4	373,8	168,8	134,7	2630,0	423,3
1958	210,1	105,3	388,7	269,3	204,3	104,0	46,7	60,6	146,3	310,3	161,0	284,9	2291,5	388,7
1959	171,2	600,5	282,5	85,0	276,5	5,5	35,5	117,5	99,2	100,9	208,6	185,3	2168,2	600,5
1960	115,2	285,8	112,2	156,0	155,3	79,0	43,5	99,7	88,1	114,0	169,9	259,0	1677,7	285,8
1961	409,4	275,5	186,1	187,8	234,6	140,3	97,5	89,7	140,7	127,0	160,5	402,5	2451,6	409,4
1962	262,3	282,0	183,6	281,6	191,7	72,7	87,0	86,1	146,7	523,9	289,7	276,2	2683,5	523,9
1963	313,6	203,9	212,1	33,8	129,0	62,2	69,5	75,8	27,9	229,7	196,7	100,6	1654,8	313,6
1964	52,8	126,7	164,8	117,2	130,6	157,9	100,8	92,8	134,0	211,2	220,3	189,9	1699,0	220,3
1965	305,8	125,8	341,5	412,8	281,1	48,8	242,0	21,4	123,4	213,0	177,9	636,2	2929,7	636,2
1966	769,0	289,8	353,0	153,2	190,6	51,9	131,9	171,2	170,2	272,6	294,1	556,3	3403,8	769,0
1967	282,7	255,5	273,0	180,9	155,7	115,0	107,9	89,7	133,5	172,6	161,8	223,3	2151,6	282,7
1968	282,7	255,5	273,0	180,9	155,7	115,0	107,9	89,7	133,5	172,6	161,8	223,3	2151,6	282,7
1969	148,6	201,6	170,9	212,8	62,3	115,0	51,5	107,8	45,6	254,6	287,9	192,3	1850,9	287,9
1970	264,0	456,4	289,2	133,9	132,6	135,3	55,8	122,6	94,7	134,2	107,2	170,6	2096,5	456,4
1971	308,7	372,0	267,3	192,4	145,9	139,2	43,0	127,1	61,0	124,5	74,1	141,0	1996,2	372,0
1972	235,6	252,1	200,0	120,7	185,8	7,9	36,3	157,3	174,8	228,0	80,5	80,6	1759,6	252,1
1973	446,0	264,4	186,9	95,3	310,6	31,7	444,4	63,6	137,2	86,7	247,0	272,7	2586,5	446,0
1974	314,2	32,6	131,8	71,7	8,3	125,0	48,8	45,2	125,8	125,4	133,3	289,7	1451,8	314,2
1975	498,5	343,3	108,3	89,4	126,4	46,4	101,1	15,0	51,4	107,6	283,4	279,8	2050,6	498,5
1976	360,0	258,7	321,8	331,8	222,9	54,6	176,7	168,3	244,5	142,2	122,4	186,8	2590,7	360,0
1977	316,0	71,7	82,4	372,6	111,3	96,2	20,5	125,0	279,6	170,9	167,0	292,5	2105,7	372,6
1978	367,7	249,0	572,7	179,6	119,3	66,7	86,2	87,9	51,4	62,0	225,7	132,1	2200,3	572,7
1979	188,1	82,7	279,2	152,2	105,4	60,7	163,9	58,6	238,3	155,8	161,8	344,7	1991,4	344,7
1980	300,1	313,9	198,8	175,6	60,0	159,8	107,9	79,6	131,0	248,2	148,5	389,1	2312,5	389,1
1981	281,3	145,8	221,7	174,0	26,6	134,3	107,9	134,8	56,1	214,4	145,2	314,9	1917,0	314,9
1982	317,3	193,3	342,8	163,4	83,4	199,2	111,9	104,7	113,9	185,6	203,2	361,7	2380,4	361,7
1983	253,0	406,1	459,2	358,6	369,1	228,9	45,0	70,8	269,7	328,0	43,1	302,7	3134,2	459,2
1984	282,7	49,2	255,5	158,8	51,3	23,7	121,1	193,4	114,1	85,7	90,1	207,9	1633,5	282,7
1985	270,8	324,1	183,6	262,9	111,5	180,4	21,4	36,5	107,2	22,3	178,2	202,8	1901,7	324,1
1986	221,8	331,3	412,8	216,0	153,6	113,0	335,8	101,8	104,1	96,5	187,1	623,7	2897,5	623,7
1987	456,5	222,2	150,4	239,8	248,7	208,7	61,9	50,4	160,1	181,1	64,9	165,2	2209,9	456,5
1988	428,0	457,5	176,3	354,3	281,3	115,0	107,9	89,7	133,5	172,6	161,8	223,3	2701,2	457,5
1989	173,3	375,4	338,3	319,9	121,8	236,1	291,0	35,9	141,5	86,9	52,0	89,1	2261,2	375,4
1990	248,0	58,2	349,0	263,4	99,7	69,4	183,8	87,3	164,9	128,3	83,4	100,8	1836,2	349,0
1991	183,6	225,6	579,8	126,8	134,1	173,4	78,8	52,0	90,3	193,4	60,8	129,3	2027,9	579,8
1992	97,2	37,1	151,2	60,3	135,1	38,8	134,1	29,5	165,3	346,2	333,8	120,6	1649,2	346,2
1993	253,8	292,3	289,7	100,7	175,6	170,4	41,3	30,7	226,9	99,7	110,2	100,2	1891,5	292,3
1994	179,8	360,0	434,4	162,7	78,3	204,7	94,3	26,8	159,5	75,7	83,8	164,8	2024,8	434,4
1995	252,6	533,7	397,7	98,2	223,4	190,3	39,6	242,0	210,9	279,0	200,2	260,5	2928,1	533,7
1996	162,0	255,4	273,0	180,9	155,7	115,0	105,7	61,1	142,9	25,8	161,8	223,3	1862,6	273,0
1997	282,7	255,5	273,0	180,9	155,7	115,0	107,9	137,8	213,1	182,2	264,4	124,0	2292,2	282,7
1998	258,2	349,7	233,6	73,2	192,2	35,6	31,3	60,8	223,1	310,7	77,8	210,2	2056,4	349,7
1999	403,9	278,7	190,4	105,7	118,8	198,2	155,4	66,0	107,4	115,5	92,7	251,0	2083,7	403,9
2000	479,4	183,6	159,2	14,9	51,4	46,9	70,2	28,7	37,6	30,9	162,0	220,0	1484,8	479,4
2001	327,0	149,2	201,6	55,2	228,3	70,1	112,3	62,0	84,6	159,9	68,8	222,4	1741,4	327,0
2002	110,9	194,5	161,6	215,1	121,9	156,7	31,6	40,3	117,4	82,7	217,0	149,9	1599,6	217,0
2003	414,7	91,8	312,2	114,0	130,3	37,9	74,2	100,1	56,8	180,2	303,8	161,0	1977,0	414,7
2004	250,5	339,5	191,8	136,2	70,6	60,5	194,1	58,6	112,8	172,6	161,8	223,3	1972,3	339,5
Máximo	769,0	600,5	954,6	412,8	369,1	317,0	444,4	242,0	323,4	523,9	333,8	636,2	3403,8	954,6
Média	282,7	255,5	273,0	180,9	155,7	115,0	107,9	89,7	133,5	172,6	161,8	223,3	2151,6	401,3
Mínimo	52,8	32,6	82,4	14,9	8,3	5,5	20,5	14,8	27,9	22,3	43,1	80,6	1451,8	217,0

(*) Dados em vermelho preenchido pela média histórica do mês.

Fonte: DAEE, 2005.

Organizado por: Galvani, 2006

O mês considerado como o mais chuvoso na série analisada é o mês de janeiro com total de 282,7 mm, em média. O mês considerado menos chuvoso é agosto com 89,7 mm, seguido de julho com 107,9 mm, em média (Tabela 8.1.2-6 e Figura 8.1.2-10).

Setzer (1946) trabalhando com uma série de precipitação entre 1888 a 1945 encontrou valores médios anuais em Santos, SP, próximos aos registrados na área de estudo (média de 2.231 mm). Identificou ainda o mês mais chuvoso como sendo março, com 298 mm e os meses mais secos ocorrendo entre julho e agosto com 103 e 108 mm, respectivamente.

Considerando o total de precipitação registrado em 24h observa-se na série que o valor máximo foi de 249,2 mm (24h) ocorrido no mês de março do ano de 1978.

Tabela 8.1.2-6: Médias mensais de precipitação (mm) e máximo registrado em 24 h (mm), Posto Ponta da Praia (E3-070) para a série histórica de 1945 a 2004.

	Janeiro	Fevereiro	Março	Abril	Mai	Junho	Julho	Agosto	Setembro	Outubro	Novembro	Dezembro	Anual
Média	282,7	255,5	273,0	180,9	155,7	115,0	107,9	89,7	133,5	172,6	161,8	223,3	2151,6
Máximo 24h	212,9	149,5	249,2	131,9	129,2	127,0	152,7	73,6	85,6	126,4	162,0	191,5	249,2

Fonte: DAEE, 2005.

A análise da Tabela 8.1.2-6 e Figura 8.1.2-10 evidencia a ocorrência de eventos de precipitações com valores extremos em 24 horas ultrapassando a média histórica registrada no local. Destacam-se os meses de junho e julho onde a média climatológica indica valor de 115,0 e 107,9 mm, respectivamente, e os valores máximos totalizados em 24h representam 127,0 e 152,7 mm, respectivamente. Para os demais meses do ano não se observa valores extremos em 24h ultrapassando a média climatológica.

Sant'Anna Neto (2000), estudando a variabilidade pluvial no Estado de São Paulo, nos últimos 100 anos, classificou o Litoral do estado de São Paulo em três subunidades (Norte, Central e Sul). A área de estudo é identificada como subunidade Central (baixada santista de um modo geral). Segundo esse autor esta é uma área transicional dos climas zonais e regionais, onde ocorre o maior número de confrontos entre sistemas tropicais e extratropicais. “É a porção mais chuvosa do estado por se posicionar numa direção favorável às influências orográficas. Os totais anuais situam-se entre 2000 a 3000 mm/ano”. Ainda esse autor destaca que o trimestre mais seco corresponde aos meses de julho a setembro.

De acordo com Monteiro (1973), a posição da fachada Atlântica Sul Oriental do Brasil, contribui para características climáticas zonais típicas dos climas controlados por massas tropicais e polares. Analisando a atuação das massas de ar envolvidas na circulação regional, este autor delimitou o território paulista segundo a massa de ar predominante. Tal limite, no caso do litoral sul do estado de São Paulo, foi estabelecido segundo a consideração do valor superior a 40% de participação anual da Massa Polar, em oposição aos 50% de atuação da Massa Tropical Atlântica. Esta participação maior dos sistemas extratropicais (anticiclone e frente polar) e, sobretudo pela maior atividade frontal gera um clima regional subtropical permanentemente úmido controlado por massas tropicais e polares

marítimas. O trecho litorâneo paulista fica exposto, no inverno, aos sensíveis e mais freqüentes abaixamentos de temperatura. Mesmo no verão, o seu índice de participação polar é o mais elevado do estado. As chuvas frontais têm aí uma elevada importância. A faixa mais úmida da costa, e, sobretudo a face exposta dos maciços isolados, cede lugar a uma faixa menos úmida ao longo do curso do Rio Ribeira de Iguape, voltando a aumentar na encosta do Paranapiacaba. As variações topográficas possibilitam aí uma grande multiplicação de climas locais.

Posto da Ponta da Praia E3-070 - 1945 a 2004.

Lat.: 24°00' S, Long.: 46°17' W, Alt.: 3 m

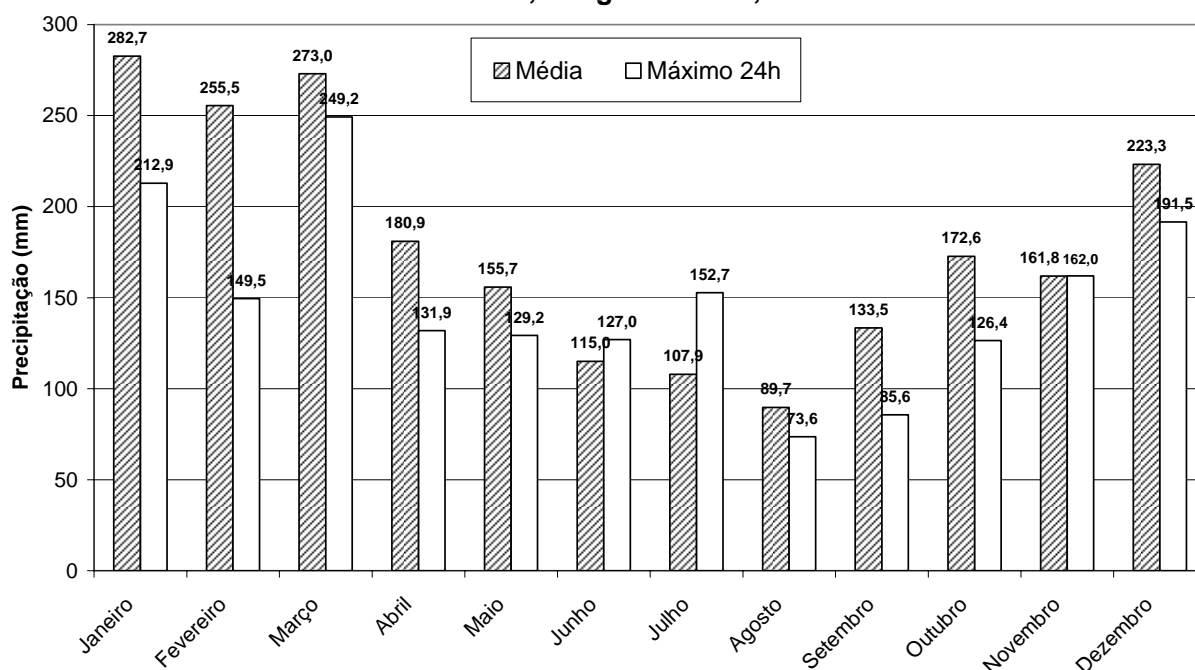


Figura 8.1.2-10: Variação mensal dos totais médios de precipitação (mm) e máximo registrado em 24h.

Fonte: DAEE, 2005.

Organizado por: Galvani, 2006

Precipitação Pluviométrica - Posto Ponta da Praia - Total anual.

A Figura 8.1.2-11 apresenta os totais anuais de precipitação para a série de 1945 a 2004 do posto Ponta da Praia. A média Climatológica para este posto é de 2.151,6 mm. O valor mínimo anual para a série ocorreu em 1974 totalizando 1.451,8 mm e o valor máximo precipitado na série foi no ano 1966 com 3.403,8 mm. Cabe destacar que no mês de janeiro de 1966 foi registrado um total de chuva de 769,0 mm superando a média climatológica em 272 (282,7 mm), embora este não seja considerado o maior volume precipitado mensal.

Santos (1965) trabalhando com uma série de 1944 a 1962, em Santos, SP, observou que o ano de 1960 foi o mais chuvoso com 4.487,5 mm, seguido de 1956 com 3.272,3 mm. A autora destaca ainda a variação das chuvas do tempo e no espaço “...por ser a chuva um fenômeno que se prende, de modo geral, a circulação da atmosfera e sofre influencia dos fatores geográficos locais”. Acrescenta ainda que os dados históricos em períodos não coincidentes temporalmente dificultam uma análise mais detalhada e conclusiva. “É evidente que essa variação espacial da chuva esta condicionada a posição do lugar sob ação de determinada massa de ar, mas, principalmente, depende das diferenças topográficas de cada um dos postos, em face a circulação atmosférica local”

Posto da Ponta da Praia E3-070 - 1945 a 2004 - Chuva Anual (mm).

Lat.: 24°00' S, Long.: 46°17' W, Alt.: 3 m

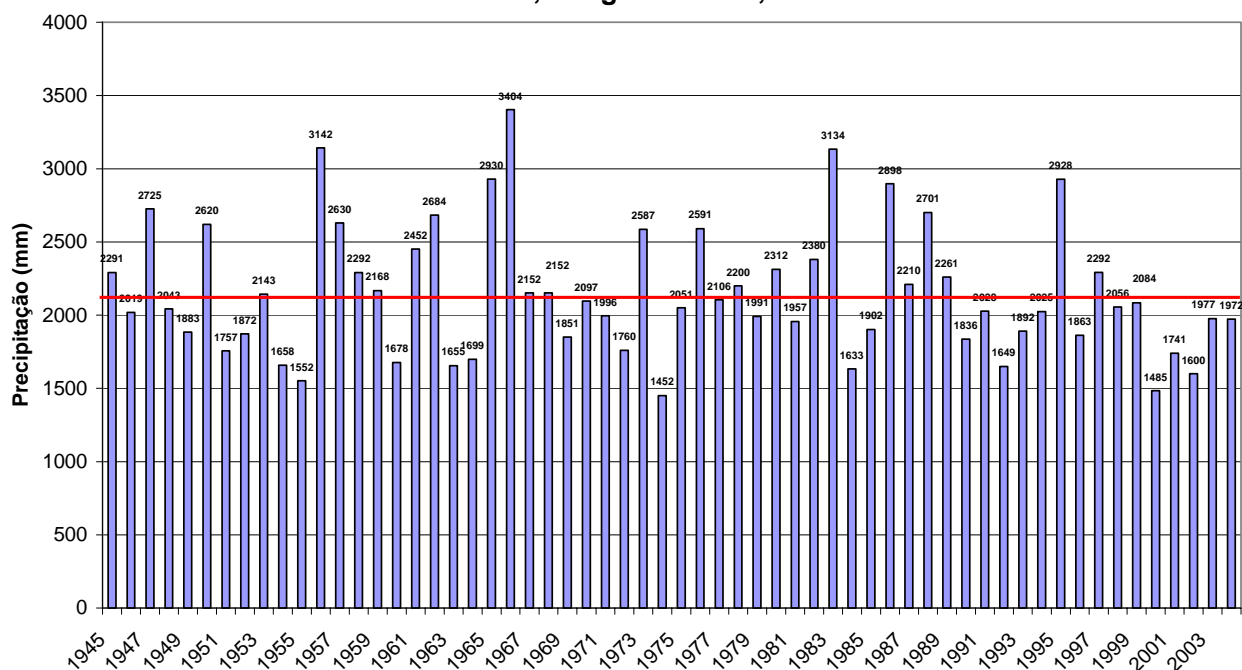


Figura 8.1.2-11: Variação dos totais anuais de precipitação (mm) para o período de 1945 a 2004 (média histórica indicada pela linha em vermelho).

Fonte: DAEE, 2005.

Organizado por: Galvani, 2006

A Figura 8.1.2-12 apresenta os valores máximos mensais de precipitação para a série em estudo. Observa-se que o ano de ano de 1956 apresentou um total de 954,6 mm no mês de março, seguido de 769,0 em janeiro 1966 e, um total de 636,6 mm em dezembro de 1965.

Especial destaque para o mês de março de 1956 que foi caracterizado por um total de 24 dias com chuva. Esse total de chuva concentrado em poucos dias resultou em escorregamentos causando transtornos a população residente nas encostas da serra do mar em, praticamente, todo o litoral de São Paulo e ganhou amplo destaque na mídia.

Esse evento específico de março de 1956 representou 350% o valor da média climatológica desse mês (273,0 mm).

Posto da Ponta da Praia E3-070 - 1945 a 2004 - Chuva Máxima mensal (mm).
Lat.: 24°00' S, Long.: 46°17' W, Alt.: 3 m

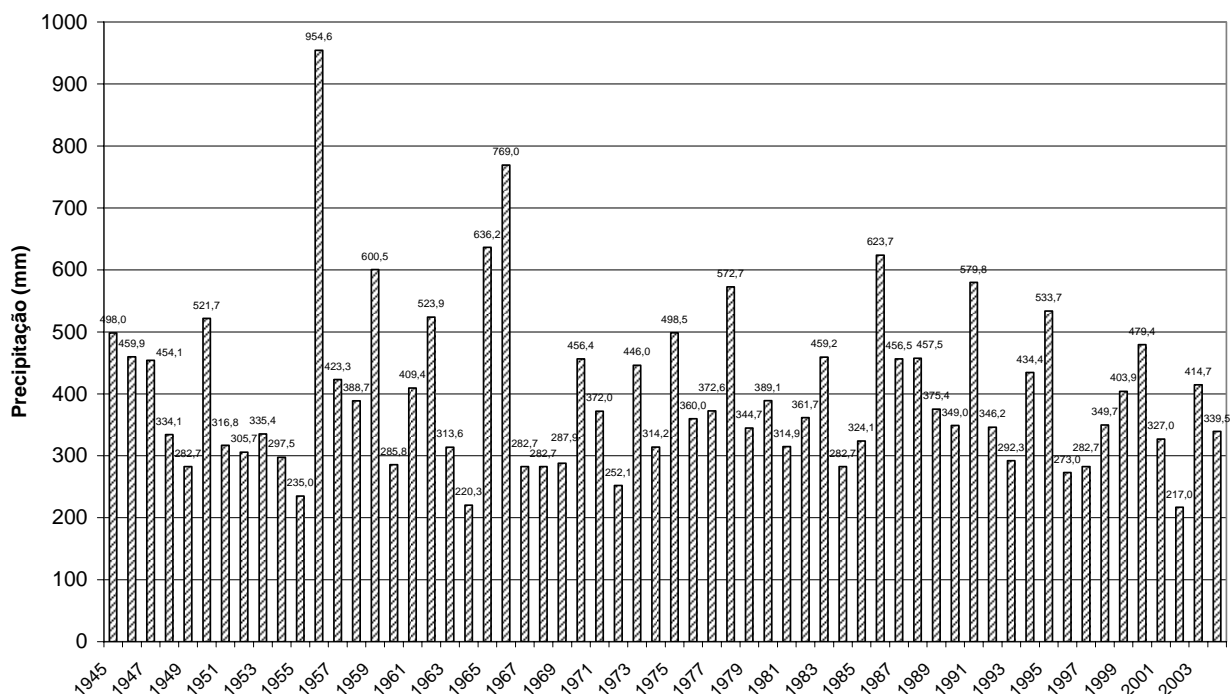


Figura 8.1.2-12 : Variação dos valores máximos mensais de precipitação (mm) para o período de 1945 a 2004.
 Fonte: DAEE, 2005. Organizado por: Galvani, 2006

Precipitação Pluviométrica - Posto Ponta da Praia - Frequência de eventos extremos

Os eventos extremos são caracterizados por ocorrências de valores consideravelmente acima da média histórica daquele local. Para definir se um ano foi mais chuvoso ou menos chuvoso temos que recorrer à média climatológica do local. Nesse caso em particular, os eventos extremos serão considerados aqueles totais pluviométricos que ultrapassem 80 mm em um período de 24 horas. Obviamente quando se trabalha com dados de pluviômetros não é possível identificar a intensidade da chuva (mm/hora) e sim somente o total acumulado neste período. Assim, uma precipitação de 80

mm pode ter significados diferentes do ponto de vista da interação com a superfície, pois pode ter ocorrido em uma hora ou distribuída ao longo do dia, resultando em intensidades diferentes.

Diante da quantidade de dados observados em escala diária torna-se necessário o agrupamento desses em determinados intervalos de classes. Para este relatório o autor propõe a seguinte taxonomia para as precipitações apresentadas na Tabela 8.1.2-7.

Tabela 8.1.2-7: Intervalos de classes para precipitações em 24 h.

dias sem chuva < 1,0
Chuva entre 1,1 e 10,0
Chuva entre 10,1 e 30,0
Chuva entre 30,1 e 50,0
Chuva > 50,1 e < 80
Chuva > 80

A Tabela 8.1.2-8 apresenta os valores das freqüências relativas de ocorrência de precipitações para diferentes intervalos de classe. A maior ocorrência é de dias considerados “sem chuva”. Esse conceito baseia-se no fato de que totais inferiores a 1 mm não terão uma contribuição significativa em termos de suprimento de água no solo, visto que será praticamente evaporado. Esse volume de precipitação também não impossibilita o desenvolvimento de atividades a céu aberto. Percebe-se que as estações de outono e inverno apresentam a maior freqüência relativa de dias secos, explicando em partes a diminuição dos totais pluviométricos neste período que, climatologicamente, apresenta totais pluviométricos inferiores a primavera e verão. É possível observar ainda uma redução sistemática dos demais intervalos de classe nas estações de outono e primavera. Os meses do ano com maior freqüência relativa de eventos extremos compreende os meses do verão (janeiro, fevereiro e março) com 2,1, 1,9 e 2,1% de ocorrência, respectivamente (ver Tabela 8.1.2-8 e Figura 8.1.2-13).

Tabela 8.1.2-8: Freqüência relativa (%) de ocorrência de eventos pluviométricos em 24h, em diferentes intervalos de classe, para o período de 1945 a 2004 - posto Ponta da Praia.

Freqüência relativa	Janeiro	Fevereiro	Março	Abril	Mai	Junho	Julho	Agosto	Setembro	Outubro	Novembro	Dezembro
dias sem chuva < 1,0	57,1	56,6	60,0	65,2	69,0	74,4	75,8	73,9	66,6	61,2	62,4	59,0
Chuva entre 1,1 e 10,0	20,3	21,0	18,6	18,0	15,9	14,4	13,3	16,1	19,4	22,3	21,8	21,4
Chuva entre 10,1 e 30,0	13,7	12,5	12,4	11,3	9,7	7,7	8,3	7,8	10,4	11,3	10,8	12,8
Chuva entre 30,1 e 50,0	4,3	4,6	4,0	2,7	3,3	2,2	1,7	1,7	2,7	3,6	3,4	3,6
Chuva > 50,1 e < 80	2,5	3,4	2,8	1,9	1,5	1,0	0,7	0,5	0,6	1,3	1,2	2,0
Chuva > 80	2,1	1,9	2,1	0,8	0,5	0,3	0,1	0,0	0,3	0,2	0,5	1,2

Fonte: DAEE, 2005.

Organizado por: Galvani, 2006

Posto da Ponta da Praia E3-070 - 1945 a 2004 - Frequencia Relativa (%)

Lat.: 24°00' S, Long.: 46°17' W, Alt.: 3 m

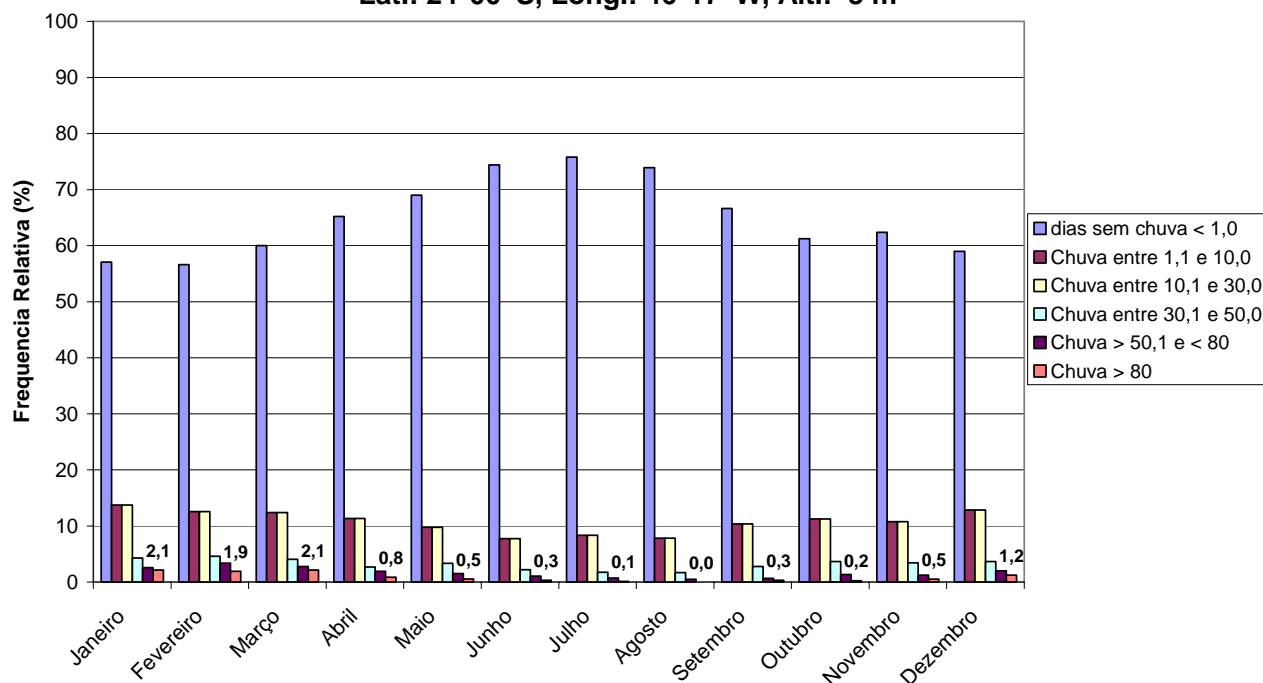


Figura 8.1.2-13: Frequência relativa (%) de ocorrência de eventos pluviométricos em 24h, em diferentes intervalos de classe, para o período de 1945 a 2004.

Fonte: DAEE, 2005.

Organizado por: Galvani, 2006

Determinou-se ainda o tempo de retorno, ou seja, o inverso da frequência relativa e os dados encontram-se representados na Tabela 8.1.2-9 e Figura 8.1.2-14. Observa-se um tempo de retorno de dois dias para os meses de primavera, verão e parte do início do outono. Isso representa, numericamente, que a cada dois dias um evento pluviométrico ocorre com intensidade inferior a 1 mm, considerado pelo critério aqui adotado como dia sem chuva.

Tabela 8.1.2-9: Tempo de retorno de eventos pluviométricos em 24h em diferentes intervalos de classe para o período de 1945 a 2004.

Tempo de retorno	Janeiro	Fevereiro	Março	Abril	Maió	Junho	Julho	Agosto	Setembro	Outubro	Novembro	Dezembro
dias sem chuva < 1,0	2	2	2	2	1	1	1	1	2	2	2	2
Chuva entre 1,1 e 10,0	5	5	5	6	6	7	7	6	5	4	5	5
Chuva entre 10,1 e 30,0	7	8	8	9	10	13	12	13	10	9	9	8
Chuva entre 30,1 e 50,0	23	22	25	37	30	46	58	60	36	28	29	28
Chuva > 50,1 e < 80	39	30	36	52	67	98	144	217	155	75	81	50
Chuva > 80	47	52	47	120	193	332	866	1734	342	433	202	83

Fonte: DAEE, 2005.

Organizado por: Galvani, 2006

O intervalo de classe considerado mais crítico, para as finalidades deste trabalho são aqueles totais acima de 80 mm em 24h. Percebe-se que os tempos de retorno desses eventos aumentam no outono e inverno. Na prática significa que eventos com essa intensidade são mais frequentes nos

meses de verão (janeiro a março) podendo representar algum prejuízo, e até mesmo risco, para as atividades a céu aberto.

O mês de agosto apresenta tempo de retorno de 1734 dias, ou seja, a própria série histórica uma vez que nos meses de agosto não foram registrados valores superiores a 80 mm em 24h para a série de 1945 a 2004.

Posto da Ponta da Praia E3-070 - 1945 a 2004 - Tempo de Retorno.
Lat.: 24°00' S, Long.: 46°17' W, Alt.: 3 m

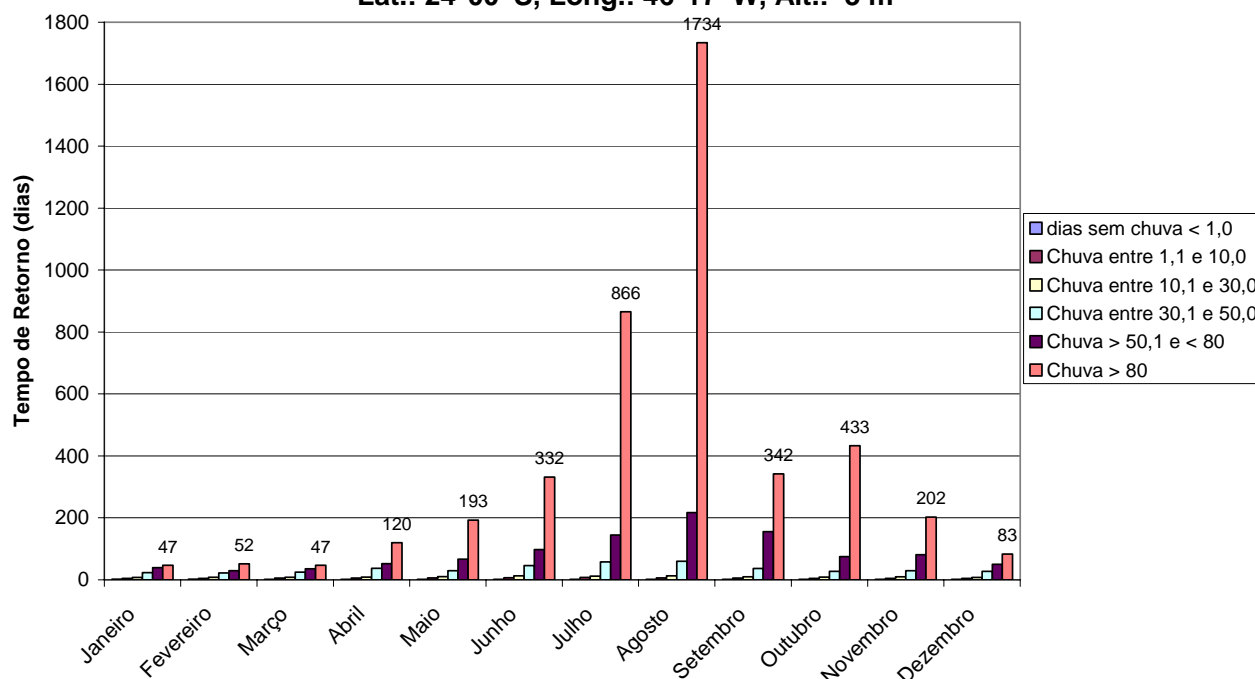


Figura 8.1.2-14: Tempo de retorno de eventos pluviométricos em 24h em diferentes intervalos de classe para o período de 1945 a 2004.

Fonte: DAEE, 2005.

Organizado por: Galvani, 2006

Precipitação Pluviométrica - Posto Vicente de Carvalho - Média Mensal

A análise dos dados de precipitação pluviométrica do posto Vicente de Carvalho tem um caráter mais espacial e comparativo, pois os dados do posto Ponta da Praia serão considerados como os representativos da área de estudo. Os valores mensais de precipitação para o posto Vicente de Carvalho no período de 1939 a 1959 são apresentados na Tabela 8.1.2-10 abaixo e a Tabela de médias mensais e máximas para o período entre 1945 e 2004 a seguir

Tabela 8.1.2-10: Valores Mensais de precipitação para o posto Vicente de Carvalho no período de 1939 a 1959.

Ano	Janeiro	Fevereiro	Março	Abril	Maior	Junho	Julho	Agosto	Setembro	Outubro	Novembro	Dezembro	Maximo	Total
1939	194,5	345,4	171,3	220,4	101	56,2	113	24,7	145,3	57,8	172,6	209,8	111,8	1812
1940	245,3	387,2	435,1	126,4	84,7	90,8	27,1	71,6	144,8	210,9	126,8	216,7	124,7	2167,4
1941	230,9	276	529,2	270,7	200,3	64,1	98,2	73,5	198,4	134	229,5	278,3	176,6	2583,1
1942	146,8	503,7	228,8	255,4	59,3	137,7	115,3	55,4	56,3	152	137,9	190,6	282,3	2039,2
1943	212,3	178,5	109,5	139	69,9	113,9	26,3	198,7	142,8	329,5	91,9	106,7	64,5	1719
1944	237,2	607,2	180,5	346,6	67,1	59,5	90,1	16,5	41,7	72,8	202,3	249	116,6	2107,5
1945	198,5	416,7	380,6	125,7	138,3	295,2	103,2	33,5	119,2	31,8	49,3	104,3	99,7	1996,3
1946	315	162,1	451,3	90,8	143,1	149,6	48,8	29,1	85,8	171,3	97,1	120	124,8	1864
1947	403,5	224,7	321,6	150,1	204	182,2	138,3	130,6	146,3	111,5	193,1	310,2	120	2516,1
1948	308,6	316,3	342,5	209,5	245,6	46,1	178,1	118,7	115,5	63,8	162	92,4	189,2	2199,1
1949	313,1	201,4	95	111,4	95,7	113	120,1	121,3	128,5	162,7	88	224,2	76,2	1774,4
1950	503,2	250,4	377,9	420,2	82,2	86,9	61,1	36	110,7	181,7	140,5	137,8	100,8	2388,6
1951	483	254,6	247,5	255,4	61,8	71,5	27,4	64,4	32,5	182,3	139,5	81,5	161,1	1901,4
1952	273,8	268,8	170,2	42,4	245,4	189,3	32,8	30,6	158,4	145,5	232,2	85,7	183,9	1875,1
1953	210,5	369	161,3	298,5	195,9	57,5	96,2	138	80,7	167,7	201,1	141	108	2117,4
1954	90,6	96,9	280,4	137,8	256,2	183,7	92,4	68	52,8	237,3	43,3	146,4	97,9	1685,8
1955	225	116,4	88,4	68,4	59,7	72,5	100,3	52,9	41,1	75,1	92,4	178,4	69,9	1170,6
1956	147	227,2	340,3	284,1	168,8	136,8	95,4	136,8	141	176,1	109,5	160,4	100	2123,4
1957	239,8	295	195,6	227	30,8	50,1	100,7	111,9	253,3	278,8	116,2	113,9	94,8	2013,1
1958	189,2	73,2	601,2	318,4	202	107,6	68,6	107	162,6	321,3	140,2	279,6	189,5	2570,9
1959	154,8	601,7	247,9	86,1	208,3	0,6	25,8	115,1	75,3	87,1	215,3	218,2	245,7	2036,2
Máximo	503,2	607,2	601,2	420,2	256,2	295,2	178,1	198,7	253,3	329,5	232,2	310,2	282,3	2583,1
Média	253,5	293,9	283,6	199,3	139,1	107,8	83,8	82,6	115,9	159,6	141,9	173,6	135,1	2034,5
Mínimo	90,6	73,2	88,4	42,4	30,8	0,6	25,8	16,5	32,5	31,8	43,3	81,5	64,5	1170,6

Fonte: DAEE, 2005.

Organizado por: Galvani, 2006

Tabela 8.1.2-11: Médias mensais de precipitação (mm) e máximo registrado em 24 h (mm), Posto Vicente de Carvalho (E3-039) para a série histórica de 1945 a 2004.

	Janeiro	Fevereiro	Março	Abril	Maior	Junho	Julho	Agosto	Setembro	Outubro	Novembro	Dezembro	Anual
Média	253,5	293,9	283,6	199,3	139,1	107,8	83,8	82,6	115,9	159,6	141,9	173,6	2034,5
Máximo em 24h	189,2	282,3	189,5	176,6	183,9	99,7	49,4	51,8	71,1	73,1	95,5	81,9	282,3

Fonte: DAEE, 2005.

Embora com séries históricas não homogêneas em termos de início e término das avaliações, os resultados médios anuais apontam para uma proximidade entre os dois postos pluviométricos. O posto Vicente de Carvalho apresenta média histórica de 2.034,5 mm e o posto ponta da praia uma média de 2.151,6 mm. Essa diferença pode ser resultado de séries não homogêneas ou da própria localização do posto e exposição deste aos sistemas atmosféricos atuantes na região.

O mês mais úmido para este posto é fevereiro com 293,9 mm e o máximo observado em 24h ocorreu em também neste mês com 282,3 mm sendo registrado em fevereiro de 1942 (Figura 8.1.2-15 e Tabela 8.1.2-10).

Posto de Vicente de Carvalho E3-039 - 1939 a 1959.

Lat.: 23°57' S, Long.: 46°18' W, Alt.: 2 m

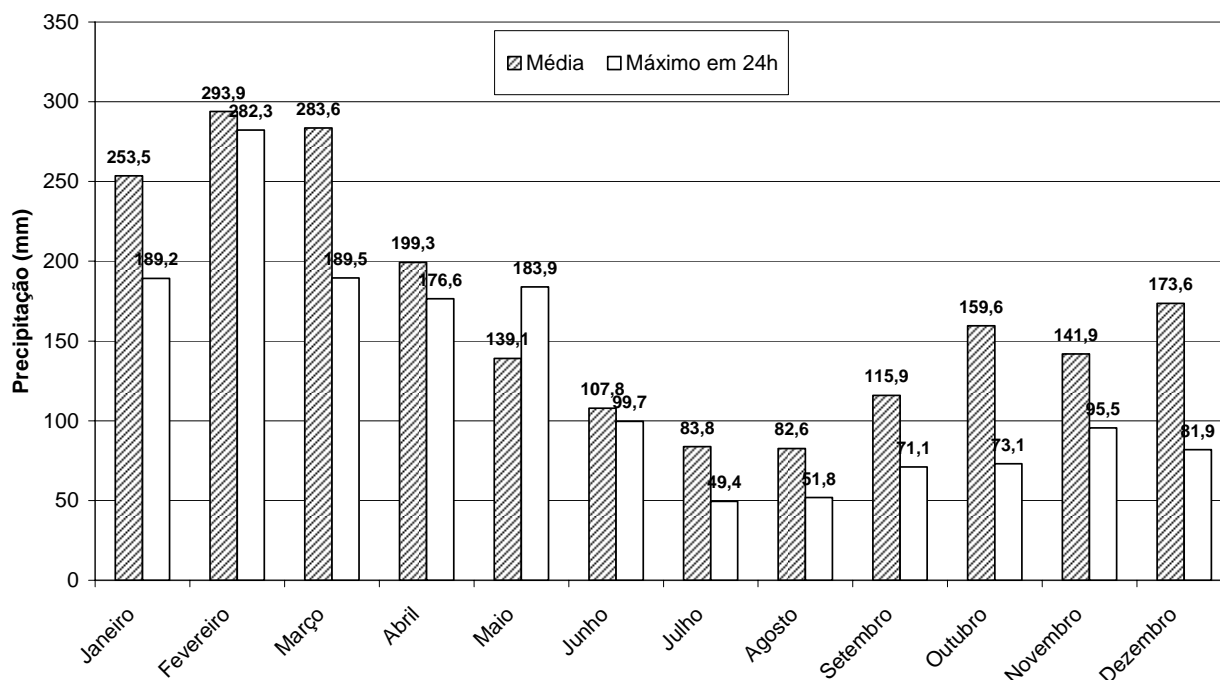


Figura 8.1.2-15: Variação mensal dos totais médios de precipitação (mm) e máximo registrado em 24h.

Fonte: DAEE, 2005.

Organizado por: Galvani, 2006

O comparativo entre os dois postos pluviométricos no período coincidente indica uma proximidade entre os valores observados de precipitação. No geral o posto Ponta da Praia apresenta valores mais elevados de precipitação que o posto Vicente de Carvalho (Figura 8.1.2-16). A exceção se faz nos anos 1948, 1951 e 1958. Os anos de 1956 e 1957 apresentaram a maior diferença entre os postos com 1.019,0 e 617,0 mm a mais no posto Ponta da Praia, respectivamente. Essa diferença embora significativa quando se trabalha com valores médios da série ambos acabam se aproximando.

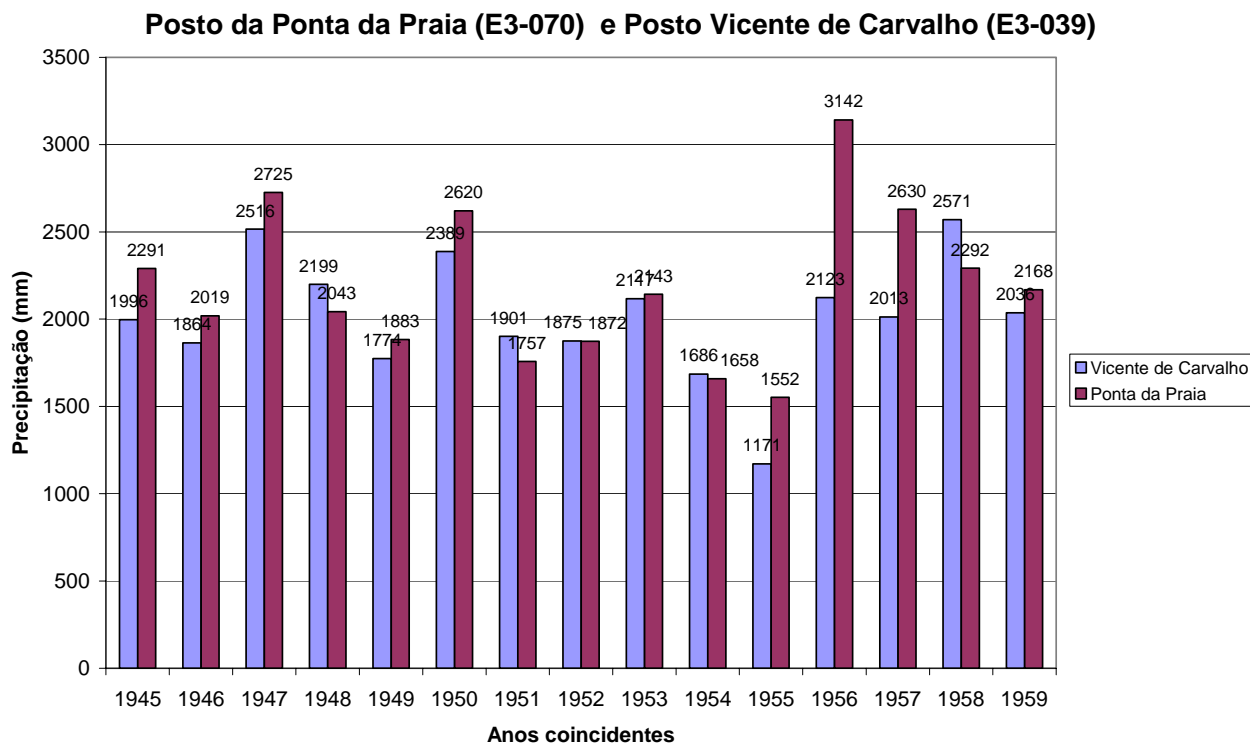


Figura 8.1.2-16: Variação mensal dos totais anuais de precipitação (mm) no posto Vicente de Carvalho e Ponta da Praia no período coincidente de 1945 a 1959.

Fonte: DAEE, 2005.

Organizado por: Galvani, 2006

8.1.2.8. Considerações acerca da climatologia da área de estudo

Após a análise da climatologia no entorno da área de estudo é possível observar:

- A temperatura do ar média anual para a área de estudo e o período de análise é de 23,8 °C. O valor médio anual das temperaturas máximas é de 32,0 °C e as temperaturas mínimas apresentam valor de 15,9 °C;
- O total anual médio de horas de brilho solar para a região de estudo é 1.494,1 horas;
- O valor médio da umidade relativa anual para a área de estudo é 66,3%, oscilando entre 63,0% em fevereiro (mês de umidade relativa mais reduzida) a 69,7% em junho (mês de umidade relativa mais elevada);
- O valor médio da pressão atmosférica para a área de estudo é de 101,5 kPa;
- A velocidade média do vento na área de estudo é de 3,5 m.s⁻¹. Os valores médios mais elevados ocorrem entre os meses de novembro a janeiro com média de 3,9 m.s⁻¹. O valor máximo médio ocorre no mês de novembro com 12,1 m.s⁻¹. A média anual dos valores máximos do vento é de 9,3 m.s⁻¹;

- A direção predominante do vento na área de estudo é de leste (E) com 26,0% das observações. Em seguida a direção sul (S) e sudeste (SE) com 25,0 e 16,7%, respectivamente;
- Os totais pluviométricos diários, mensais e anuais são elevados na região e podem resultar em algum prejuízo para as atividades realizadas no porto. A média anual para o posto Ponta da Praia é de 2.151,6 mm.
- Em média 64% das precipitações ocorrem no período de primavera-verão (outubro a março).

8.1.3. Geomorfologia, geologia, aspectos geotécnicos e geoquímica

8.1.3.1. Geomorfologia

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

A área de influência do empreendimento compreende, principalmente, as áreas dos Municípios de Santos, São Vicente, Guarujá, Cubatão e Praia Grande, e secundariamente pequenas porções dos territórios de São Bernardo do Campo, Santo André e Bertioga, em terrenos do Planalto Paulistano - encostas da Serra do Mar e da Planície Costeira, representada pela Zona Baixadas Litorâneas, que são constituídos por sedimentos marinhos e mistos quaternários estendendo-se, ao norte, até as encostas da Serra do Mar. Ao sul, está delimitada pela Baía de Santos.

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

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

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

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

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

Concomitantemente à caracterização do tipo de relevo, avaliou-se a dinâmica superficial atual e passada. A primeira foi avaliada com base na ocorrência de formas erosivas e de deposição atuais; e a dinâmica passada por meio do reconhecimento das formas de relevo e das feições acumulativas (depósitos correlativos), os quais refletem, por sua constituição, composição e distribuição, as condições paleo-ambientais responsáveis pela elaboração do relevo atual.

As atividades desenvolvidas consistiram de:

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

A. Área de Influência Indireta

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

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

a. Compartimentos do relevo

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

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

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

b. Condicionamento litoestrutural do relevo

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

As rochas arqueanas são representadas por migmatitos granitizados intercalados com quartzitos do Complexo Costeiro, enquanto que as rochas proterozóicas compreendem xistos de composição variada e filitos do Complexo Pilar do Grupo Açungui. Afloram, ainda, na área, rochas graníticas sin e pós-tectônicas e rochas cataclásticas das Zonas de Cisalhamento de Cubatão, Jurubatuba e Freires. Essas rochas ocorrem em faixas alongadas e paralelas à Zona de Cisalhamento de Cubatão, de direção N 60/70 E (Bistrichi *et al.*, 1981), e sustentam as escarpas da Serra do Mar e os morros e morrotes isolados na Baixada Litorânea.

A espessura do horizonte de alteração das rochas do embasamento cristalino é irregular, condicionada pela declividade das encostas, podendo variar de 1 m a 10 m.

Os solos de alteração são silto-arenosos a areno-silto-argilosos, micáceos, sendo a variação de textura condicionada pelo maior ou menor grau de migmatização da rocha. Têm coloração variada, podendo ser cinza-amarelada ou roxa-esbranquiçada, e são comuns os blocos angulosos e matacões de rocha pouco alterada. São solos de baixa plasticidade a não plásticos.

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

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

A foliação das rochas apresenta direção preferencial N 40-60 E, havendo, no entanto, variações de mergulho, que podem ser de 75° a 85° para SE, e de 30° a 70° para NW.

As principais direções de falhamentos estão associadas à Zona de Cisalhamento de Cubatão, a N 50-70 E, sendo descritas, ainda, falhas de direções N 15 W e N 20 E.

Os principais sistemas de juntas verticais a subverticais, reconhecidos na área, e que estão descritos pelo IPT (1986), são: N 50-70 E, N 30-70 W, tendo ocorrência localizada os sistemas N 5-15 e N 80 W/ N 85 E.

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

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

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

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

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

c. Geomorfogênese

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

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

Durante o final do Eoceno, Oligoceno e Mioceno Inferior (43 a 18 Ma AP), ocorre período de relativa estabilidade no qual se depositam os sedimentos na Bacia de São Paulo, que se encontra ao

norte da área de estudo, e se desenvolve a superfície erosiva denominada Superfície do Alto Tietê (Almeida, 1964) ou Superfície Neogênica (Martonne, 1940). Após essa fase, ocorre novo período de soerguimento, porém sem registros preservados no relevo da área.

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

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

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

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

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

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

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

Durante o Pleistoceno, a Transgressão Cananéia atinge o sopé da Serra do Mar, deixando, como registro, areias marinhas hoje preservadas na forma de terraços marinhos elevados em até 7 m acima

do nível atual da maré (Suguio & Martin, 1978). Após essa fase, o abaixamento do nível do mar a – 110 m favorece a erosão generalizada na região, com escavação de vales e a remoção de grande parte dos sedimentos da Formação Cananéia.

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

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

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

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

d. Tipos de relevo

A Área de Influência Indireta (AII) compreende parte da Subzona Serra do Mar da Zona Serrania Costeira e da Zona Baixadas Litorâneas, constituintes da Província Costeira (Almeida, 1964 e Ponçano *et al.*, 1981).

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

Na Serra do Mar, diferenciam-se três tipos de relevo: Escarpas Festonadas, formadas por anfiteatros que caracterizam as serras de Cubatão e Paranapiacaba; Escarpas com Espigões

Digitados, formadas por grandes espigões lineares subparalelos que caracterizam as serras do Morrão e do Quilombo, e os Cones de dejeção e Corpos de tálus (Foto 8.11).

Na Baixada Litorânea (Foto 8.12), foram diferenciados quatro tipos principais de relevo – Planícies fluviais, Planícies flúvio-lagunares, Planícies de maré e Baixios – que caracterizam a planície costeira, cujas altitudes variam de 10 m a 15 m, no sopé da escarpa, a 0 m no nível do mar, junto aos canais de maré e nas praias. Ocorrem, também, Morros e Morrotes isolados, com altitudes de 40 m a 300 m.

As principais características dos relevos, reconhecidas na AII, são apresentadas nos quadros 8.1.3.1 - 1 e 8.1.3.1 - 2, a seguir, sendo sua distribuição indicada no Mapa Geomorfológico – AII anexado no final deste Capítulo.

Quadro 8.1.3.1 - 1 Tipos de Relevo da Serrania Costeira na Região de Estudo

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

Quadro 8.1.3.1 -2 Tipos de Relevo da Baixada Litorânea na Região de Estudo

Tipo de Relevo Morfometria	Morfografia e Substrato Rochoso	Morfodinâmica
Planície fluvial (Pf) Elevadas de 0,5m a 3m acima do leito do rio Altitudes: 5m a 15m	Áreas amplas, levemente inclinadas em direção ao rio e bem desenvolvidas nas proximidades do sopé da serra. É formada pela planície de inundação, pelo terraço baixo, que é inundado somente durante as cheias excepcionais e por alagadiços. Constituídas por seixos e blocos de quartzo, quartzito, granitos e xistos, com intercalações de areias médias, grossas, micáceas, com grânulos angulosos de quartzo e feldspato. Ocasionalmente apresentam matacões.	Freático elevado. Erosão laminar e em sulcos localizados, de baixa intensidade. Erosão lateral e vertical do canal, enchentes sazonais, deposição de finos durante as enchentes por decantação, e de areias e seixos por acréscimo lateral. Terrenos muito sensíveis à ocupação, com risco de inundação e contaminação.
Planície Flúvio Lagunar (Pflg) Altitudes: 3m a 8m	Áreas planas onduladas que abrigam a faixa de movimentação dos canais meandantes. Associam-se alagadiços em canais abandonados, barras em pontal, barras longitudinais e ilhas. Nas áreas onde os rios atravessam as paleolagunas, ocorre remobilização fluvial, o que confere a estas faixas características distintas das planícies adjacentes. Constituídas por areia, silte, argilas e matéria orgânica. Cascalhos são restritos às proximidades da escarpa.	Erosão vertical e lateral do canal . Deposição lateral e vertical de sedimentos aluviais. Terrenos muito sensíveis à ocupação, devido à dificuldade de escoamento e ao risco de inundação.
Planície de maré (Pm) Altitudes: 0m a 3m	Áreas planas na faixa de oscilação das marés e de encontro de águas doces e salgadas. Estão abrigadas das circulações mais energéticas. Associam-se zonas mais elevadas, só atingidas pelas marés de sizígia, canais de maré meandantes e vegetação de mangue. Constituídas por solos moles formados por silte e argila (vasa) e grande quantidade de restos vegetais e conchas.	Inundações diárias, com intensa deposição de finos. Terrenos impróprios à ocupação, devido à inundação diária pela maré e à presença de solos moles.
Baixios (B)	Feições de deposição submersas, expostas durante as marés baixas. Formadas pela perda de velocidade dos fluxos de transporte, ou por barramento de correntes ou mudanças de condições químicas das águas. Constituídas por argilas siltosas, silte e areia muito fina.	Deposição contínua de sedimentos, que provoca a emersão da feição.
Morrotos e Morros isolados (MTMi) Amplitude: 80m a 150m Comp. Rampa: 150m a 300m Inclinação: 30% a 60% Altitudes: 80m a 150m	Formas isoladas e desniveladas. Topos estreitos e convexos. Perfil de vertente descontínuo, segmentos convexos e retilíneos. Vales erosivos e cumulativos com planícies estreitas. Canais em rocha e blocos. Baixa densidade de drenagem. Sustentados por migmatitos estromatíticos, oftalmíticos e nebulíticos.	Escoamento laminar e concentrado, localizados e de moderada intensidade. Rastejo e escorregamentos frequentes e de moderada a alta intensidade. Terrenos sensíveis à interferência, devido à inclinação de suas encostas e à erodibilidade dos solos de alteração.



Foto 8.1.3.1 - 1: Terrenos da Serra do Mar e drenagem do rio Mogi. À esquerda, relevo de Escarpas em espigões; à direita, relevo de Escarpas em anfiteatros.



Foto 8.1.3.1 - 2: Relevo da Baixada Santista no sopé da Serra do Mar. No centro da foto, junto à bacia de acumulação de efluentes, encontram-se os terrenos da Planície fluvial do rio Mogi gradando para a Planície flúvio-lagunar.

e. Drenagem

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

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

Nas margens desses canais, na desembocadura dos rios, formam-se depósitos de siltes e argilas que dão origem a baixios que ficam submersos, sendo expostos nas marés baixas de sizígia. Esses depósitos têm forma variável e são produtos da perda de velocidade (competência) dos fluxos

transportadores, de barramentos naturais provocados por correntes ou, ainda, de mudanças nas condições químicas das águas.

Bacia do Rio Mogi

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

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

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

Bacia do Rio Quilombo

O rio Quilombo está encaixado na Serra do Mar, em forte alinhamento de direção N 50-60 E paralelo à Zona de Cisalhamento de Cubatão, que condiciona o espigão que constitui a Serra do Quilombo.

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

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

Bacia do Rio Cubatão

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

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

Bacia do Rio Jurubatuba

O rio Jurubatuba está encaixado na Zona de Cisalhamento de Jurubatuba, de orientação N 50-60 E, que condiciona a configuração do espigão paralelo às serras do Morrão e do Quilombo.

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

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

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

Bacia do rio Diana

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

Bacia do rio Sandi

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

f. Dinâmica superficial

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

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

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

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

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

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

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

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

Durante os períodos de elevada pluviosidade, o intenso encharcamento do solo pode favorecer a ocorrência de fluxos de detritos, com grande poder destrutivo.

No sopé das escarpas e nas áreas com depósitos espessos, podem ocorrer escorregamentos rotacionais de ruptura profunda, sendo esses, no entanto, processos restritos.

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

Nas escarpas serranas, o escoamento superficial das águas pluviais concentra-se rapidamente nos talwegues devido à forte inclinação, gerando escoamentos torrenciais. A ação das torrentes forma vales erosivos profundamente encaixados, que entalham o embasamento rochoso e podem transportar até matacões métricos durante as grandes chuvas. Essas torrentes atuam, também,

solapando as margens dos canais e a base das encostas, acabando por provocar escorregamentos e quedas de blocos.

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

As encostas da Serra do Mar constituem terrenos muito sensíveis a interferências, devido à inclinação acentuada de suas encostas e à intensidade dos processos erosivos e de escorregamentos. A ação antrópica tende a diminuir suas condições de estabilidade, intensificando os movimentos de massa e a ação erosiva das drenagens serranas (Foto 8.1.3.1 - 3).

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

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

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



Foto 8.1.3.1 - 3: Ocorrência de instabilizações nas encostas da face norte da Serra do Morrao, sobre rochas granitóides (unidade 22) que sustentam as Escarpas em espigões da Serra do Mar.

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

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

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

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

B. Área de Influência Direta

Com base nos estudos realizados concluiu-se que a AID do meio físico da Dragagem de Aprofundamento do Canal de Navegação e Bacias de Evolução do Porto Organizado de Santos

compreende o Canal de Navegação do Porto de Santos, onde serão realizadas as obras de aprofundamento, incluindo-se a porção do extremo Sul do Canal Piaçaguera, no prolongamento do Canal de Navegação para norte do Porto Organizado de Santos; parte da planície de maré dos rios Casqueiro, Cascalho e Cubatão; os largos do Casqueiro, do Canéu e de Santa Rita; a planície de maré que se desenvolve na foz dos rios Jurubatuba e Diana; a planície de maré de áreas adjacentes à ilha dos Bagres e a da foz do canal de Bertioga no estuário de Santos.

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

As unidades geomorfológicas e interferências mapeadas são apresentadas no Mapa Geomorfológico da AID e da ADA, anexado no final deste Capítulo.

a. Tipos de relevo

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

Planície de maré e baixios (altitudes de 0 a 3 m)

O tipo de relevo denominado Planície de Maré se desenvolve nos locais abrigados das circulações mais enérgicas do Estuário de Santos, sendo constituída por áreas planas na faixa de oscilação das marés e de encontro de águas doces e salgadas. No interior dessas planícies ocorrem zonas mais elevadas, só atingidas pelas marés de sizígia. Essas áreas são constituídas por solos moles formados por areia fina, siltes e argilas (vasas), e grande quantidade de restos vegetais e conchas, sendo cortadas por canais de maré meândricos e recobertas pela vegetação de mangue (Foto 8.1.3.1- 4).



Foto 8.1.3.1 - 4: Terrenos da Baixada Santista nos arredores da Alemoa, lago do Canéu, e onde predominam os depósitos associados à Planície de maré e Baixios. No centro da foto, Bacia de Evolução do Terminal Público da Codesp / Terminal da Petrobrás.

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

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

As demais feições geomorfológicas que circundam a AID e a ADA encontram-se descritas sucintamente nos Quadros 8.1.3.1 - 1 - Tipos de Relevo da Serrania Costeira na Região de Estudo e 8.1.3.1 - 2 - Tipos de Relevo da Baixada Litorânea na Região de Estudo.

b. Dinâmica superficial

As Escarpas em anfiteatros, as Escarpas em espigões, os Cones de dejeção e Corpos de tálus da região da Serra do Mar, bem como os Morrotes e Morros isolados ocorrentes na Baixada Santista são os relevos mais susceptíveis à ocorrência de processos erosivos, sendo fonte de detritos para a Baixada Litorânea. No entanto, esses relevos não terão nenhuma interferência direta com as obras de Aprofundamento do Canal de Navegação do Porto de Santos.

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

8.1.3.2. Geologia

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

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

A partir desse trabalho, foram identificadas as unidades e produzidas seções geológico-geotécnicas com base nas investigações de subsuperfície, representadas por sondagens à percussão e sondagens “*jet-probe*”.

Foram individualizadas as unidades que afloram na área, com enfoque principal para as coberturas sedimentares quaternárias de Planície Costeira, que recobrem a área do projeto.

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

A. Área de Influência Indireta

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

A geologia das unidades pré-cambrianas da AII está baseada na Carta Geológica de Santos (escala 1:250.000), elaborada pela CPRM (1999), que considera os avanços obtidos no campo geológico na década passada, que têm como referência trabalhos de cunho regional produzidos durante a década de 1980, como os mapeamentos elaborados pela EMPLASA (1980), pelo IPT (Bistrichi *et al.* 1981) e pelo Convênio DAEE/UNESP (1984).

A geologia da Planície Costeira, no que se refere às coberturas sedimentares quaternárias, foi obtida do mapeamento efetuado por Suguio & Martin (1978), além das considerações feitas por outros autores.

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

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

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

As unidades geológicas descritas a seguir podem ser visualizadas no Mapa Geológico Regional, em escala 1:50.000, anexado no final deste Capítulo.

a. Domínio Embu

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

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

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

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

b. Domínio Costeiro

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

Foi, também, cartografado no Domínio Costeiro, entre a porção sul-sudeste da Zona de Cisalhamento Freires - São Lourenço e o Canal de Bertiooga, a unidade 35 do Complexo Costeiro (CPRM, 1999), composta por (hornblenda)-biotita-migmatito e/ou granito-gnaiss porfiroclástico. Essa unidade também foi reconhecida em uma faixa alongada SW-NE, disposta entre a Zona de Cisalhamento de Cubatão e os maciços granitóides Morrão e Taiaçupeba (Foto 8.1.3.2 - 1).

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

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

c. Rochas Ígneas

As rochas granitóides são consideradas intrusivas nos complexos Costeiro e Embu, formadas durante o Neoproterozóico ou mesmo no Paleozóico. No Domínio Embu, não ocorrem na AII. No Domínio Costeiro, as ocorrências mais expressivas constituem cinco extensos maciços que cortam as unidades do Complexo Costeiro, dois no setor Norte, um no Centro-Sul, dois a W-NW de Santos e outro no setor Sul da AII, na Ilha de Santo Amaro (Guarujá). Outro corpo granitóide pouco expressivo ocorre a NW de São Vicente.

A SSE da Zona de Cisalhamento Cubatão, entre as serras do Morrão e do Quilombo, ocorre o Maciço Granitóide Morrão (unidade 22), constituído por anfibólio-biotita granitos a granodioritos equigranulares e com granada (Foto 8.1.3.2 - 1). Esse maciço foi considerado intrusivo durante o Paleozóico.



Foto 8.1.3.2 - 1. Amostra de rocha granitóide pertencente à unidade 22 - Maciço Granitóide Morrão, que aflora localmente em cortes dos taludes das ferrovias que ligam o Planalto à Baixada Santista.

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

d. Zonas de cisalhamento Cubatão e Freires - São Lourenço

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

e. Coberturas sedimentares quaternárias

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

Predominam os depósitos holocênicos formados durante a Transgressão Santos e os depósitos mistos atuais representados por areias e argilas de mangue e areias marinhas litorâneas, por vezes retrabalhadas pelo vento. Localmente, são observados depósitos continentais representados por

aluviões, corpos de tálus e coluviões. Na área da AII, em subsuperfície, nos arredores de São Vicente, ocorrem depósitos marinhos arenosos pleistocênicos da Formação Cananéia.

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

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

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

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

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

Entre 3.000 e 2.500 anos A.P., foi constatado um pequeno rebaixamento, situado por Suguio (1999) em 2.800 anos A.P., e que provavelmente atingiu um nível inferior ao atual. Em torno de 1800 anos A.P., estima-se que o nível relativo do mar não poderia ter sido superior a +0,5m.

Depósitos pleistocênicos

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

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

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

Em estudos comparativos com outras regiões do mundo, Suguio & Martin (1978) admitiram a deposição da Formação Cananéia entre 120.000 e 100.000 anos A.P., período em que o nível do mar

nessa região esteve até 7 m acima do nível atual. A origem foi considerada marinha pela presença de estruturas de cordões litorâneos, identificadas a partir de fotografias aéreas. A presença de tubos fósseis de *Collanona* na formação arenosa do topo e de gretas de dissecação em intercalações argilosas nas areias do topo também corroboram a hipótese de deposição dessas areias em zonas litorâneas. Os cordões litorâneos são, também, indicativos do início da fase regressiva.

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

Depósitos holocênicos

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

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

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

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

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

Suguio e Martin (1978), estudaram as argilas marinhas muito moles a moles do subsolo da Rodovia Piaçagüera–Guarujá, pertencentes aos sedimentos flúviolagunares que se depositaram no Holoceno, a partir de 7000 anos A.P., e que constituem as argilas de SFL (Sedimentos Flúvio-

Lagunares). A seção geológica esquemática desses pesquisadores (Figura 8.1.3.2 - 2), atravessa as regiões norte e leste da planície de Santos, junto à rodovia, ilustrando a presença e forma de ocorrência destas argilas.

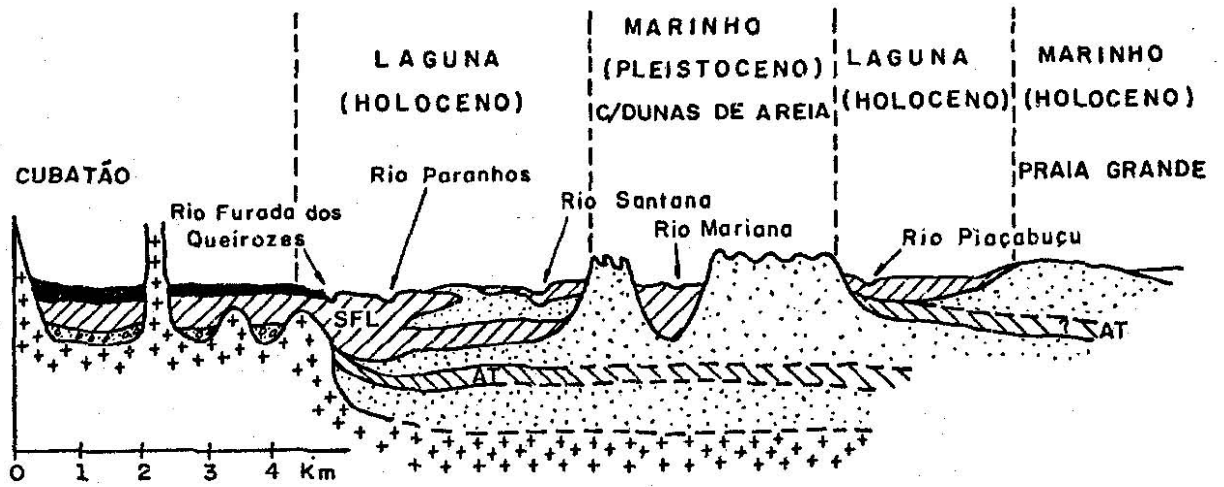
As argilas de SFL também foram detectadas nas diversas sondagens executadas no local do Canal de Navegação do Estuário do Porto de Santos.

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

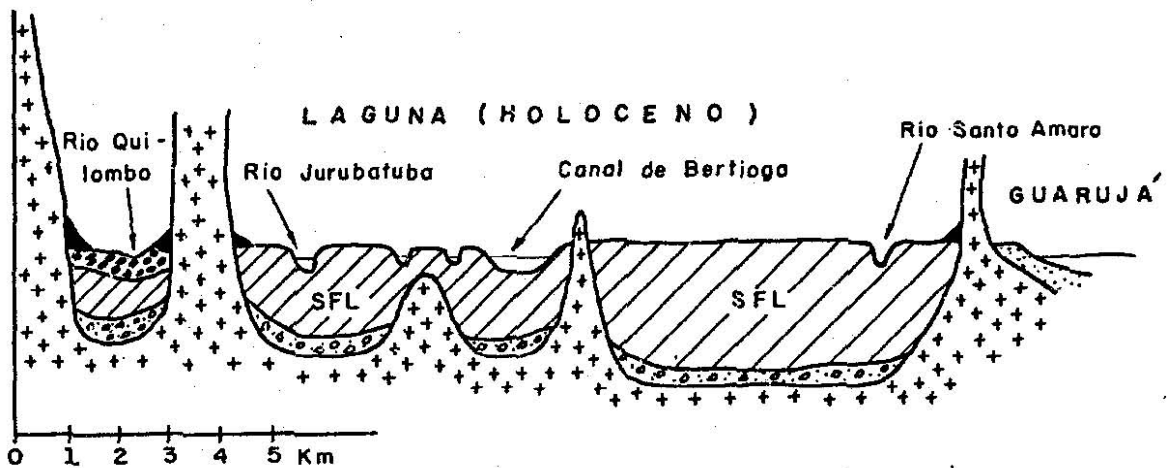
Entre os mais importantes trabalhos sobre o assunto, pode-se citar o de Faíçal Massad intitulado “Baixada Santista: Implicações da História Geológica no Projeto de Fundações” (1999). A caracterização feita por este autor pode ser aplicada para os sedimentos das unidades geotécnicas presentes na região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

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

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



(a) SECÇÃO A - A (POR SAMARITÁ)



(b) SECÇÃO AO LONGO DA VIA PIAÇAGUERA - GUARUJÁ

LEGENDA








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

Figura 8.1.3.2 - 2 Seção geológica esquemática ao longo da rodovia Piaçaguera - Guarujá (Suguio & Martin, 1978)

Sedimentos de mangues e pântanos (depósitos mistos atuais)

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

Sedimentos continentais

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

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

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

Suguio & Martin (1978) identificaram diversos desses corpos em regiões de transição entre a base da Serra do Mar e a Planície Costeira. Têm composição heterogênea, reflexo das diversas unidades que afloram nas cotas superiores da serra, sendo constituídos por fragmentos rochosos angulosos a semi-arredondados, desde centimétricos a decimétricos, e até blocos com 1,5 m a 2 m de diâmetro, imersos em uma matriz areno-silto-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-silto-argilosos a silto-argilosos. Esses corpos, segundo Rodrigues (1992), sustentam a vegetação das encostas.

B. Área de Influência Direta

A região do empreendimento apresenta níveis variados de atividade antrópica por toda sua extensão. Abrange a região sob a influência da variação da maré – Planície de Maré, sendo que parte dessa área foi objeto de intervenções antrópicas – aterros para a implantação de áreas urbanas sedes de municípios, aterros por invasão de áreas, implantação de rodovias, ferrovias, terminais portuários,

indústrias, etc -, provocando dificuldade no fluxo ou mesmo interrompendo a circulação natural das águas pela região do baixo estuário.

As rochas pré-cambrianas afloram nas elevações que são circundadas pela região da Planície de Maré e pelos sedimentos flúvio-lagunares e de baías, sendo observadas rochas de alto grau do Complexo Costeiro, consideradas do Neoproterozóico, e rochas ígneas intrusivas do Neoproterozóico-Paleozóico.

O Mapa Geológico da AID encontra-se anexado no final deste Capítulo.

Depósitos sedimentares da Planície Costeira associados ao Estuário de Santos

As coberturas sedimentares holocênicas que ocorrem na AID possuem grande extensão e compreendem sedimentos de mangue e de pântano depositados nas margens de lagunas, nos canais de maré e nos cursos inferiores dos rios. Por conseguinte, recobrem no trecho da Planície Costeira amplas porções nas imediações da AID, atualmente aterradas (Foto 8.1.3.2 – 2).

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

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

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

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

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

Fúlfaro & Ponçano (1976) observam que o estuário se encontra em processo de assoreamento lento, tratando-se de área de grande equilíbrio de sedimentação. Esse processo estaria restrito à faixa de segurança constituída pelos manguezais. Contudo, analisando-se as fotografias aéreas de 2002,

comparativamente com as fotos de 1972 e com o mapa de Suguio & Martin (1978), nota-se que, na evolução do estuário nas últimas décadas, houve assoreamentos mais intensos nos arredores da ilha dos Bagres e na foz do rio Pedreira.

Areias marinhas litorâneas

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

Sedimentos de mangues e pântanos (areias e argilas)

Na AID e principalmente na ADA, os sedimentos de mangues e pântanos constituem a principal unidade geológica cartografada por SUGUIO & MARTIN (1978), compreendendo depósitos de argilas e areias em geral muito finas, associados às planícies de maré, construídos junto às margens de lagunas, nos canais de maré e nos cursos inferiores dos rios que drenam toda a região em suas cotas mais baixas. Ocorrem no município de Cubatão – foz dos rios Cubatão, Cascalho e Santana -, ao norte dos largos do Canéu e de Santa Rita – foz dos rios Quilombo, Jurubatuba, Sandi, Diana, Pedreira -, e ao longo do canal de Bertioaga e seus afluentes, até o limite leste da AID (Foto 8.1.3.2 - 2).

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

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



Foto 8.1.3.2 - 2 Planície de maré nos arredores do Pátio da COSIPA, atualmente bastante aterrada, onde predominavam sedimentos de manguê e de pântano. Ao fundo, raiz da Serra do Morrão.

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

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

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

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

Segundo FÚLFARO & PONÇANO (1976), a eventual erradicação desses manguezais poderá ter como conseqüência efeitos deletérios, favorecendo o acesso de sedimentos aí retidos a outras áreas do estuário, devido à eliminação deste filtro natural, pela destruição da vegetação e a degradação das argilas.

Baixios

Os baixios representam áreas onde o assoreamento é mais intenso. São também constituídos, preferencialmente, por depósitos de areias finas.

A principal ocorrência foi mapeada na porção oeste da AID, junto ao Largo do Canéu. Os avanços são verificados de norte para sul, nas proximidades da desembocadura do rio Pedreira, estendendo-se até a ilha dos Bagres. Outras áreas menores de baixios ocorrem nas margens da Ilha Barnabé, junto ao Largo de Santa Rita e também na porção sul.

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

Os cotovelos dos canais de maré e os pontões são também zonas preferenciais para o movimento de vaivém das águas, como ocorre nas proximidades da ilha dos Bagres e na extremidade norte do Canal do Porto, concentrando areia e formando baixios arenosos. O baixio que avança na área delimitada ao sul da foz do rio Diana/Sandi e o Ramal Conceiçãozinha, parece refletir a aceleração do assoreamento causado pelo aterramento parcial do Canal de Bertioga, por ocasião da ponte Ferroviária.

Nessa região, a influência de correntes de maré também é de pouca penetração em direção à desembocadura do rio Sandi, local em que a existência de antigas barras mais arenosas acaba por dificultar o transporte de fundo no sentido Bertioga-Canal do Porto, permitindo a construção de baixios (FULFARO & PONÇANO 1976).

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

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

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

8.1.3.3. Aspectos Geotécnicos Regionais

Em termos geotécnicos, conforme Carta Geotécnica do Estado de São Paulo (Nakazawa, 1994), foram identificadas as seguintes unidades na área de influência do empreendimento:

- Unidade 4: Terrenos de muito alta suscetibilidade a movimentos de massa (naturais e induzidos);
- Unidade 11: Terrenos com muito alta suscetibilidade a recalques por adensamento de solos moles;
- Unidade 12: Terrenos de alta suscetibilidade a recalques por adensamento de solos moles e inundações pluviais;
- Unidade 14: Terrenos com média suscetibilidade a recalques diferenciais e a impactos por escorregamentos; e
- Unidade 15: Terrenos com alta suscetibilidade a inundações, recalques, assoreamento e erosão fluvial.

Unidade 4: Terrenos de muito alta suscetibilidade a movimentos de massa (naturais e induzidos)

Constituem-se em terrenos com estabilidade precária, cuja dinâmica natural preponderante compreende “movimentos de massa”, processos estes que se desenvolvem independentemente de intervenções humanas, as quais podem potencializar a dinâmica desses processos.

Essa Unidade está relacionada com áreas de relevo de serras e montanhas, com altas amplitude e declividade de encostas, suportadas em termos geológicos por rochas do embasamento cristalino, no geral rochas granitóides.

Na área de influência do empreendimento as áreas onde são identificados esses processos estão relacionadas às escarpas da Serra do Mar e Morros Isolados mais proeminentes.

Os processos predominantes identificados nessa unidade são os seguintes:

- Escorregamentos planares: envolvem solo e rocha, cujas superfícies de ruptura geralmente não ultrapassam dois metros de profundidade;
- Quedas de bloco e fragmentos de rocha: ocorrem em paredões e afloramentos rochosos;
- Rolamento de matacões: ocorrem em encostas com alta declividade;
- Instabilizações de depósitos de tálus: os quais já apresentam, por sua natureza, estabilidade natural precária; e

- Corridas de massa: ocorrem em bacias de drenagem, com fatores determinantes são relacionados a altas declividades e amplitudes das vertentes e disponibilidade de material.

Esses terrenos apresentam evidentes dificuldades para o uso do solo mais intensivo, sendo que a alta declividade resulta que a maior parte das atividades do uso do solo necessite de conformações da geometria, com o desenvolvimento de serviços de terraplanagem, que se desenvolvidas sem critérios adequados podem resultar em instabilizações nas encostas.

Como recomendações para a ocupação dessas áreas, deve-se focar o disciplinamento dos movimentos de massa, com análises detalhadas de estabilidade de risco das encostas em ocupação.

Unidade 11: Terrenos com muito alta suscetibilidade a recalques por adensamento de solos moles

Essa Unidade está relacionada aos terrenos de mangue, constituídos no geral por sedimentos finos (argila e silte) com grande quantidade de matéria orgânica, de baixa consistência e com propriedade de sofrer adensamento.

Os recalques expressivos quando não solucionados resultam em sérios problemas para sua ocupação, sendo os valores de SPT (Standard Penetration Test) no geral muito baixos.

Em termos de processos também ocorrem inundações diárias associadas ao ciclo das marés, sendo que na região são verificadas amplitudes em torno de 1 (um) metro.

É ressaltado na Carta Geotécnica que os manguezais estão em vários pontos suprimidos em razão, principalmente, da intensa ocupação da região (Complexo Portuário de Santos, Pólo Industrial de Cubatão e urbanização em geral).

Como recomendações gerais para sua ocupação a Carta traz que as ações sejam concentradas na adoção de técnicas adequadas de fundação e drenagem, sempre embasadas em caracterização geotécnica prévia.

Unidade 12: Terrenos de alta suscetibilidade a recalques por adensamento de solos moles e inundações pluviais

Relacionados aos terrenos da baixada litorânea constituídos pelos sedimentos de origem flúvio-lagunar, com terrenos quase planos em cotas um pouco acima do nível máximo das marés. Em termos geomorfológicos estão relacionados à Planície Costeira, abrangendo, na região de interesse, os núcleos urbanos dos municípios de Santos, São Vicente, Guarujá e Praia Grande.

Esses sedimentos têm textura essencialmente siltosa, com intercalações ora argilosas, ora arenosas, compreendendo espessuras de até dezenas de metros.

Quanto aos processos predominantes nessa unidade têm-se os recalques, relacionados ao adensamento de solos moles que ocorrem em superfície ou subsuperfície; e as inundações decorrentes principalmente da dificuldade de escoamento das águas pluviais nessas áreas com

topografia relativamente plana, processo este que é agravado com a construção de bloqueio por aterros ou quando da ocorrência de marés excepcionalmente altas.

Para a identificação da possibilidade dos recalques faz-se necessária a realização de investigações geotécnicas uma vez que camadas mais susceptíveis ao adensamento podem ocorrer em profundidade.

Outro problema é relacionado à pequena profundidade da água subterrânea, por vezes aflorante, o que resulta em dificuldades de escavação e processos construtivos em geral.

Como recomendações gerais a Carta Geotécnica indica a necessidade de realização de investigações geotécnicas de subsuperfície, execução de obras de drenagem, principalmente para redução dos efeitos de inundações e adoção de técnicas adequadas para instalação de pavimentos e outros componentes da infra-estrutura urbana.

Unidade 14: Terrenos com média suscetibilidade a recalques diferenciais e a impactos por escorregamentos

Referem-se a terrenos situados no sopé das encostas da Serra do Mar, ou seja, na transição entre os terrenos de serra e os de baixada. São constituídos predominantemente por sedimentos de origem continental, relacionados a depósitos coluvionares e de tálus.

São identificados os seguintes processos predominantes:

- Deposição de materiais instáveis resultantes de movimentos de massa nas escarpas a montante;
- Recalques diferenciais de fundações, conseqüência do apoio parcial de fundações sobre matacões em subsuperfície;
- Dificuldades de escavações também relacionadas à presença constante de matacões;
- Instabilizações de depósitos de tálus, em decorrência de alterações em sua geometria e/ou infiltrações de água.

As recomendações para o uso do solo nessas unidades referem-se à adoção de critérios especiais nas investigações geotécnicas e na realização de análises de risco da ocorrência de movimentos de massa significativos.

Unidade 15: Terrenos com alta suscetibilidade a inundações, recalques, assoreamento e erosão fluvial

São terrenos pertencentes a planícies aluviais interiores, praticamente planos, situados em áreas contíguas aos cursos d'água da região. São constituídos por sedimentos de textura variada.

Em termos de processos do meio físico são identificados os seguintes:

- Inundações fluviais que atingem os terrenos mais baixos (várzeas);

- Inundações pluviais que atingem terrenos de cotas um pouco mais altas (terraços), principalmente em áreas com usos urbanos mais intensivos;
- Recalques diferenciais, por vezes expressivos, por adensamento de argilas moles e turfosas, com ocorrência principal em áreas de várzeas, a partir da aplicação de cargas elevadas ou rebaixamentos do nível d'água por obras civis;
- Assoreamento de corpos d'água por sedimentos gerados por processos erosivos a montante;
- Solapamentos dos terrenos das margens de rios e córregos por processos de erosão fluvial.

É ressaltado na Carta Geotécnica que, por tratar-se de feição topográfica plana, esses terrenos encontram-se bastante ocupados, com a ocupação tendendo utilizar também as planícies aluviais.

8.1.3.4. Aspectos Geológico-Geotécnicos da Área Diretamente Afetada

A caracterização geotécnica da ADA baseou-se em investigações geotécnicas executadas ao longo do Canal de Navegação do Estuário de Santos, tais como sondagens de simples reconhecimento à percussão, executadas ao longo dos taludes marginais submersos do canal de navegação, sondagens jet probe executadas ao longo do canal, e em dados secundários obtidos por meio de ensaios geotécnicos realizados em amostras de solos de áreas urbanas, industriais e portuárias de obras da Baixada Santista, próximas às obras do canal.

As seções geológicas que se encontram anexas no final deste Capítulo foram elaboradas a partir das informações obtidas pelas sondagens *jet-probe* e à percussão (SPT) ao longo do canal.

Na Área Diretamente Afetada foram realizados levantamentos geológicos básicos, por meio da realização de perfilagem sísmica contínua (sísmica rasa), batimetria automatizada, sonar de varredura lateral, sondagens jet-probe e a percussão, bem como a quantificação dos sedimentos / materiais a ser dragados, por meio da análise integrada de dados e de cálculos volumétricos com suporte em programas voltados à modelagem digital de superfícies.

Com base nestes levantamentos e estudos o Instituto de Pesquisas Hidroviárias - INPH elaborou o relatório Levantamentos Geológicos Básicos e Projeto de Infra-estrutura Aquaviária no Canal de Acesso ao Porto de Santos (SP) – Relatório Final, cujos dados subsidiaram a elaboração do Projeto Geométrico da Infra-estrutura Aquaviária ao Porto de Santos.

Objetivando o mapeamento do leito do canal a ser aprofundado, identificando-se sua atual topografia e sua litologia, foram realizados estudos por métodos batimétricos, sonográficos e sísmicos, que possibilitaram determinar sua configuração topográfica, a provável litologia e ocorrência de afloramentos rochosos, cascos de embarcações naufragadas e outras estruturas (dutos).

Estas investigações foram complementadas por meio da execução de sondagens *jet-probe* (400) e à percussão (60). Os resultados destes estudos são apresentados no relatório Levantamentos

Geológicos Básicos e Projeto de Infra-estrutura Aquaviária no Canal de Acesso ao Porto de Santos (SP) – Relatório Final e seus anexos, que se encontra anexado no Capítulo 4 – Caracterização da Atividade, deste EIA. Estes estudos foram realizados entre o período de setembro/2006 a maio/2007.

Sondagens *Jet-Probe*

Após a interpretação preliminar dos registros sísmicos, batimétricos e sonográficos, foram programadas sondagens subaquáticas por *jet-probe*. Essas sondagens são capazes, basicamente, de fornecer informações expeditas sobre a composição e a resistência relativa de solos incoerentes situados abaixo de superfícies cobertas por água, tendo, como grande vantagem, a rapidez na execução e flexibilidade em relação às condições existentes em áreas problemáticas de tráfego e acesso, como é o Estuário do Porto de Santos, que tendem a inviabilizar a aplicação de métodos de investigação mais tradicionais.

Neste sistema, o avanço do furo se deu pela força da água bombeada através de hastes de 3/4", acopladas, em série, a um extenso mangote ligado a um conjunto moto-bomba de alta pressão, situado à bordo da embarcação de apoio.

Dessa maneira, a água, injetada sob pressão para o interior do furo revestido por tubos de 2", retorna à superfície pelo espaço anelar, situado entre a parede do furo e o conjunto de hastes, carreando os sedimentos, que são recolhidos em sacos de pano, transferidos para sacos plásticos transparentes e classificados de acordo com a nomenclatura da Associação Brasileira de Normas Técnicas - ABNT.

Foram executados 400 (quatrocentos) furos pelo método *jet-probe*, distribuídos de acordo com a necessidade e com base em programação conjunta com a Fiscalização da Codesp, com a coleta de amostras na superfície do fundo e a cada metro perfurado e/ou em cada nível onde o técnico mergulhador percebesse alterações na natureza, resistência ou coloração do material atravessado. Alguns desses furos foram repetidos sobre a mesma posição antes executada, em função de aparentes incoerências verificadas, nomeando-os com a letra “B”, após a numeração correspondente, estando também descritos nos boletins, constantes nos anexos do relatório Levantamentos Geológicos Básicos e Projeto de Infra-estrutura Aquaviária no Canal de Acesso ao Porto de Santos (SP) – Relatório Final.

A essas sondagens foram atribuídos prefixos – JPE ou JPI – em função do respectivo trecho do canal externo (além da barra do canal do estuário de Santos) ou interno (entre a barra e o limite do canal dentro da área do Porto Organizado de Santos) em que foram realizadas.

Como premissa executiva básica, os mergulhadores foram orientados a avançar com a ferramenta de perfuração até o impenetrável ao *jet-probe* em todos os furos, objetivando alcançar as máximas penetrações possíveis, mesmo que, para isto, deixasse de ocorrer a recuperação de amostras ao longo de toda a coluna perfurada.

Nas planilhas apresentadas no relatório retromencionado, são listadas as coordenadas UTM, no Datum WGS-84, dos 98 (noventa e oito) furos *jet-probe* realizados no canal externo (JPEs), e dos 302 (trezentos e seis) furos *jet-probe* executados no canal interno (JPIs). Suas localizações podem ser observadas na figura / planta apresentada no citado relatório anexado no Capítulo 4 deste EIA.

Foram coletadas cerca de 2.600 amostras de solos, devidamente acondicionadas em sacos plásticos transparentes e resistentes, que, juntamente com os boletins individuais de campo, foram encaminhadas para descrição e caracterização.

Os perfis geológicos descritivos das sondagens *jet-probe* são apresentados como anexos do relatório Levantamentos Geológicos Básicos e Projeto de Infra-estrutura Aquaviária no Canal de Acesso ao Porto de Santos (SP) – Relatório Final, que encontra-se anexado no Capítulo 4 – Caracterização da Atividade, deste EIA.

Sondagens a Percussão (*Standard Penetration Test* – SPT)

As sondagens geotécnicas a percussão obedeceram às normas da Diretoria de Hidrografia e Navegação – DHN, da Associação Brasileira de Normas Técnicas – ABNT e da Associação Brasileira de Geologia de Engenharia e Ambiental – ABGE, sendo utilizados dois processos para o avanço do furo, conforme a seguir:

- perfuração por penetração dinâmica; e
- perfuração por circulação de água.

a. Perfuração por Penetração Dinâmica

Neste processo, no qual é realizada a extração de amostras deformadas, o avanço do furo ocorre pela cravação de um amostrador padrão de 34,9 mm (1 3/8”) e 50,8 mm (2”), de diâmetros interno e externo, respectivamente.

A cravação desse amostrador é feita por meio de golpes de um martelo de 65 Kg caindo, em queda livre, de uma altura de 75 cm. Durante esta cravação é registrado o número de golpes necessário para fazê-lo penetrar 45 cm no terreno, divididos em três segmentos de 15 cm cada. As somas dos golpes das duas primeiras e das duas últimas etapas de 15 cm, ou seja, dos 30 cm iniciais e dos 30 cm finais da cravação, são apresentados sob a forma de tabela e gráfico nos perfis individuais de sondagem.

O número de golpes necessários para fazer o amostrador penetrar os 30 cm finais da cravação é denominado “*Standard Penetration Test*” (SPT) ou, simplesmente, ensaio de penetração.

b. Perfuração por Circulação de Água

Neste sistema, o avanço do furo ocorre pela força da água que, bombeada através de hastes de 1” para o interior do furo revestido por tubos de 2 1/2” ou 3”, retorna à superfície pelo espaço anelar

situado entre a parede do furo e o conjunto de hastes, carreando os detritos, que são recolhidos em recipiente de decantação e classificados de acordo com a nomenclatura da ABNT.

O avanço do furo, por este método, se processa nos 55 cm posteriores aos 45 cm do avanço por penetração dinâmica, no sentido de se complementar o total de 1 m perfurado, quando então é realizado um novo ensaio de penetração dinâmica.

Execução das sondagens à percussão

Objetivando complementar as informações fornecidas pelos levantamentos geofísicos e pelas sondagens *jet-probe*, foi realizada uma campanha de 60 (sessenta) sondagens geotécnicas a percussão, a fim de identificar eventuais ocorrências de sedimentos de maior consistência ou do próprio embasamento rochoso.

Nas planilhas do citado relatório anexo do Capítulo e deste EIA são apresentadas as coordenadas UTM, no Datum WGS-84, dos furos a percussão executados, com informações expeditas sobre a proximidade geográfica de cada um. A localização destas sondagens é apresentada no relatório Levantamentos Geológicos Básicos e Projeto de Infra-estrutura Aquaviária no Canal de Acesso ao Porto de Santos (SP) – Relatório Final, , que se encontra anexado no Capítulo 4 – Caracterização da Atividade, deste EIA.

Foram coletadas cerca de 600 amostras de solos, devidamente acondicionadas em sacos e potes plásticos transparentes, que, juntamente com os boletins individuais de campo, foram encaminhadas para a caracterização dos materiais amostrados.

As amostras extraídas nas sondagens por *jet-probe* e à percussão, foram classificadas geologicamente, de acordo com normas da ABNT, em laboratório de campo, instalado com essa finalidade, a fim de determinar, em cada furo, aquelas com características sedimentológicas semelhantes, permitindo a elaboração de boletins individuais finais, com os dados analisados.

A partir das sondagens executadas e das informações de superfície, foram elaboradas seções geológico-geotécnicas longitudinais e transversais à área, para estudo das diferentes camadas de sedimentos e sua sistematização em unidades. Estas seções são apresentadas no relatório Levantamentos Geológicos Básicos e Projeto de Infra-estrutura Aquaviária no Canal de Acesso ao Porto de Santos (SP) – Relatório Final, que encontra-se anexado no Capítulo 4 – Caracterização da Atividade, deste EIA.. As seções mais representativas são apresentadas na Figura Seções Geológicas, anexa no final deste Capítulo.

A análise das descrições litológicas contidas nos perfis das sondagens *jet-probe* e à percussão indicam a ocorrência das argilas e areias que caracterizam os sedimentos flúvio-lacustres (SFL) descritos por Massad (1986). Assim, da análise das investigações em subsuperfície e seções geológico-geotécnicas realizadas pode-se caracterizar, do topo para a base, a ocorrência dos sedimentos flúvio-lagunares (SFL) de Massad (1986), compostos por argilas (SFLag) e areias finas (SFLar). Essas unidades são descritas, detalhadamente, a seguir.

Destaca-se que foram identificados, pelos trabalhos realizados, 3 (três) afloramentos de rochas no fundo do canal, identificados por Tefé, Barroso e Itapema, cujas localizações são apresentadas no quadro a seguir e que podem ser observadas nas seções “g” (“pedra de Itapema”) e “s-467” (“pedra de Tefé”), apresentadas anexadas no Capítulo 4 – Caracterização da Atividade, deste EIA - Levantamentos Geológicos Básicos e Projeto de Infra-estrutura Aquaviária no Canal de Acesso ao Porto de Santos (SP) – Relatório Final (Maio/2007).

Quadro 8.1.3.4 - 1 Ocorrências de rocha no Canal do Estuário de Santos

Ocorrência	Coordenadas UTM	
	Norte	Leste
“Pedra de Itapema”	7.351.925	366.625
“Pedra de Barroso”	7.353.925	363.815
“Pedra de Tefé”	7.350.350	366.850

Sedimentos Flúvio-Lagunares (SFL)

A camada predominante nesta unidade geológica é representada por argilas muito moles a moles, reconhecidas por Massad (1986) como argilas do SFL. Em geral, ocorrem como uma espessa camada limitada no topo pelos sedimentos do mangue e na base por depósitos arenosos, mas também podem constituir camadas interdigitadas com os depósitos de mangue (SMG).

Também foram reconhecidas camadas arenosas subordinadas, denominadas areias do SFL, representadas por depósitos compostos essencialmente por areia fina, e ocorrendo como delgadas camadas isoladas no interior do pacote argiloso.

O pacote arenoso composto por areias finas a médias, que normalmente ocorre sotoposto às argilas do SFL, parece indicar uma gradação para sedimentos fluviais mais grossos. Admite-se, portanto, uma transição das areias finas e médias, provavelmente associadas a um ambiente flúvio-marinho ou mesmo litorâneo, para os sedimentos detríticos mais grosseiros (areias médias e grossas), considerados como depósitos fluviais, de acordo com o perfil de Suguio & Martin (1978).

Conforme observado por Massad (1986), entre o Canal de Bertioga e o Guarujá, a sedimentação ocorreu em ambientes de calma (lagunas e baías) com a formação de espessas camadas de argila marinha. Já na região a montante, entre o Porto da Cosipa e o Canal de Bertioga, no Canal de Piaçaguera, registrou-se maior heterogeneidade no subsolo, com alternância entre camadas de argilas e areias descontínuas em maiores profundidades, provavelmente por se tratar de área de desembocaduras de rios.

Argilas dos sedimentos flúvio-lagunares (SFLag)

As espessas camadas argilosas dos sedimentos flúvio-lagunares mostram a predominância de argilas siltosas e argilas arenosas, com ocorrência eventual de argilas siltosas pouco arenosas e, mais

raramente, argilas muito arenosas, sendo as areias sempre de granulometria fina. Comumente, são descritos nódulos de areias finas em meio às argilas siltosas.

Caracteristicamente, contém restos de conchas e podem apresentar restos vegetais, e têm coloração cinza-escura.

Investigações realizadas no âmbito do licenciamento ambiental de empreendimentos portuários nas imediações da ADA identificaram que o pacote principal tem espessura entre 12 m e 30 m.

Areias dos sedimentos flúvio-lagunares (SFLar)

Delgadas camadas arenosas, aparentemente sem continuidade lateral, ocorrem intercaladas de forma muito subordinada nas porções intermediárias do pacote argiloso.

São constituídas por areias finas argilosas a pouco argilosas, cinza-escuras, eventualmente cinza a cinza-amareladas. Também são observadas, mais raramente, gradações para areias finas a médias.

As areias, em geral, pouco a medianamente compactas, têm intercalações de areias fofas no topo das camadas e nas intercalações subordinadas em meio ao pacote argiloso.

Características Gerais dos Sedimentos da Baixada Santista

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

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

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

- Argilas moles e médias sempre representam argilas de SFL, e as rijas correspondem às Argilas Transicionais (AT). Quando o depósito sedimentar apresenta camadas arenosas no topo, as argilas de SFL mais arenosas ocorrem imediatamente abaixo destas;
- Argilas Transicionais (AT) ocorrem entre as profundidades de 19 e 25 m;

A diferenciação das diversas camadas dos sedimentos pode ser feita conforme os valores de SPT obtidos, segundo o seguinte critério: mangue argiloso (zero), mangue arenoso (1/60 a 1/40), argilas de SFL (zero a 4) e argilas transicionais (AT) (5 a 25).

Também foram considerados, na interpretação dos aspectos geológico-geotécnicos, os Quadros de Unidades Geológico-geotécnicas (Quadro 8.1.3.4 – 2 e Quadro 8.1.3.4 - 3) elaborados para o EIA/RIMA da Dragagem do Canal Piaçagüera e Gerenciamento dos Passivos Ambientais da Cosipa (2004), situado a montante e na continuidade do Canal de Navegação do Porto de Santos, cujos aspectos e comportamento se mostram bastantes semelhantes aos identificados pelos estudos executados para a elaboração do projeto de aprofundamento do Canal de Navegação do Porto de Santos.

Quadro 8.1.3.4 - 2 Unidades Geológico-geotécnicas

SOND. (data)	COTA (dhn)	altura da plataf.	lâmina d' água	cota do terreno submerso	Prof. (NA)	Prof. (plataf.)	Avanço em solos	MATERIAIS ATRAVESSADOS E UNIDADES GEOLÓGICO-GEOTÉCNICAS CORRESPONDENTES															
								SMG	SFL	SFL	SFL	SFL	SFL	SFL	SFL	SFL	SFL	SFL					
SPTT-102-D 27 e 28/03/03	1,60	0,56	3,10	-2,06	31,79	33,45	29,73	SMG	Areia fina, pouco argilosa, cinza-escura, com detritos vegetais e matéria orgânica (9,05)	SFL	Areia fina, pouco argilosa, cinza-escura (11,16); Areia fina, argilosa, cinza-escura, com detritos vegetais e matéria orgânica (12,85)	SFL	Argila orgânica arenosa (areia fina), cinza-escura, com detritos vegetais (14,85); argila arenosa (areia fina), cinza-escura (16,00); argila siltoosa, pouco arenosa, cinza-escura (17,50)	SFL	Argila siltoosa, cinza-escura (24,85) - arenosa com conchas entre 24,00 e 24,85; Areia fina e média, pouco argilosa, cinza-escura (27,05); Argila siltoosa cinza-escura (27,53)	SFL	Areia fina e média, pouco argilosa, cinza-escura (28,60)	SFL	Pedregulhos finos a grossos, cinza-claro, até centimétricos (29,92)	SFL	Areia de granulação variada, pouco argilosa, cinza-clara (33,45)		
SPTT-110-E 03 a 06/04/03	1,96	0,36	2,89	-1,29	29,49	31,45	28,20	SFL	Argila muito arenosa (areia fina a média), cinza-escura (7,82)	SFL	Argila siltoosa, cinza-escura (17,00)	SFL	Argila siltoosa, cinza-escura, com nódulos de areia fina (21,13)	SFL	Argila siltoosa, cinza-escura, com conchas (28,53)	SFL	Areia fina, argilosa, cinza-escura (31,06)	SFL		SFL	Pedregulhos finos a grossos, cinza-claro, até centimétricos (31,45)		
SPTT-123-D 29/03/03	1,70	0,36	2,29	-0,96	30,69	32,45	29,73	SMG	Argila orgânica siltoosa, preta, com detritos vegetais (4,54);	SMG	Areia fina, pouco argilosa, cinza-escura (5,00); areia fina, argilosa, cinza-escura (6,05);	SFL	Argila arenosa (areia fina), cinza-escura (21,95) - muito arenosa entre 10,00 e 11,00; com detritos vegetais entre 12,00 e 13,00	SFL	Argila arenosa (areia fina), cinza-escura (14,08) - muito arenosa entre 13,00 e 14,00; Argila siltoosa, cinza-escura, com nódulos de areia fina (16,05)	SFL	Argila siltoosa, cinza-escura (18,00)	SFL	Argila siltoosa, cinza-escura (24,83)	SFL	Areia fina, pouco argilosa, cinza-amarelada (30,72)	SFL	Pedregulhos finos a grossos, cinza-claro, até centimétricos (32,45)
SPTT-135-E 31/03/03 a 02/04/03	1,96	0,36	4,03	-2,43	33,49	35,45	31,06	SFL	Argila arenosa (areia fina), cinza-escura (21,95) - pouco arenosa entre 7,00 e 8,00	SFL	Argila arenosa (areia fina), cinza-escura (21,95) - muito arenosa entre 10,00 e 11,00; com detritos vegetais entre 12,00 e 13,00	SFL	Argila arenosa (areia fina), cinza-escura (21,95) - muito arenosa entre 10,00 e 11,00; com detritos vegetais entre 12,00 e 13,00	SFL	Areia fina, argilosa, cinza (25,08); areia fina, pouco argilosa, cinza (27,07)	SFL	Areia média e grossa, pouco argilosa, cinza, com pedregulhos finos (30,68)	SFL	Areia fina, muito argilosa, cinza-escura (35,38)	SFL		SFL	Pedregulhos finos a grossos, cinza-claro, até centimétricos (35,45)
SPTT-139-D 09 e 10/04/03	1,16	0,36	2,69	-1,89	34,91	35,45	33,02	SFL	Argila arenosa (areia fina), cinza-escura (3,48); areia fina, argilosa, cinza-escura (4,82)	SFL	Argila arenosa (areia fina), cinza-escura, com conchas (7,05); argila arenosa (areia fina), cinza, com detritos e conchas (8,89)	SFL	Argila arenosa (areia fina), cinza-escura (14,08) - muito arenosa entre 13,00 e 14,00; Argila siltoosa, cinza-escura, com nódulos de areia fina (16,05)	SFL	Argila arenosa (areia fina), cinza-escura (20,18); areia fina, argilosa, cinza-escura (20,25); argila siltoosa, cinza, com nódulos de areia fina (23,56)	SFL	Argila siltoosa, cinza-escura (27,09); argila siltoosa, cinza e preta (29,59) areia fina, pouco argilosa, cinza-escura (33,62)	SFL	Areia média e grossa, pouco argilosa, cinza-escura (34,73)	SFL		SFL	Pedregulhos finos a grossos, cinza-claro, até centimétricos (35,45)
SPTT-175-E 07 e 08/04/03	0,96	0,36	3,62	-3,02	32,49	33,45	29,47	SFL	Argila siltoosa, cinza-escura (11,46) - areia fina entre 9,00 e 10,00	SFL	Argila pouco arenosa, cinza-escura, com conchas (14,12)	SFL	Argila siltoosa, cinza-escura, com nódulos de areia fina (27,35)	SFL	Argila arenosa (areia fina), cinza-escura (27,78)	SFL	Argila muito arenosa (areia fina), cinza-escura (29,40)	SFL	Areia fina, argilosa, cinza-escura (31,82)	SFL		SFL	Pedregulhos finos a grossos, cinza-claro, até centimétricos, com matriz de areia (33,45)
SPTT-178-D 11 e 12/04/03	1,46	0,36	3,86	-2,76	28,94	29,68	26,18	SFL	Argila arenosa (areia fina), cinza-escura (6,00)	SFL	Argila siltoosa, cinza-escura (14,00)	SFL	Argila siltoosa, pouco arenosa, cinza-escura, (20,18)	SFL	Argila siltoosa, cinza-escura, com nódulos de areia fina (25,68)	SFL	Areia fina e média, muito argilosa, cinza-escura (27,98)	SFL	Areia média e grossa, pouco argilosa, cinza-escura (29,53)	SFL		SFL	Pedregulhos finos a grossos, cinza-claro, até centimétricos (29,68)
SPTT-220-E 11 a 13/04/03	1,66	0,56	3,02	-1,92	31,66	32,40	29,74	SFL	Argila arenosa (areia fina), cinza-escura (7,00)	SFL	Argila siltoosa, cinza-escura (18,00)	SFL	Argila siltoosa, pouco arenosa, cinza-escura (24,83)	SFL	Argila siltoosa, cinza-escura, com nódulos de areia fina (29,00)	SFL		SFL	Areia média e grossa, pouco argilosa, cinza-escura, com pedregulhos finos (31,68)	SFL		SFL	Pedregulhos finos a grossos, cinza-claro, até centimétricos (32,40)
SPTT-225-D 13 a 21/04/03	1,76	0,36	5,02	-3,62	30,34	31,38	26,72	SFL	Argila siltoosa, cinza-escura, com conchas (9,08)	SFL	Argila siltoosa, cinza-escura, com nódulos de areia fina (14,00)	SFL	Argila siltoosa, cinza-escura (20,00)	SFL	Argila siltoosa, cinza-escura, com nódulos de areia fina (28,76)	SFL	Areia fina, pouco argilosa, cinza-escura e amarelada (31,00)	SFL		SFL		SFL	Pedregulhos finos a grossos, cinza-claro, até centimétricos (31,38)
SPTT-HD1 16/04/03	0,56	0,36	1,66	-1,46	32,29	32,45	30,83	SFL	Argila arenosa (areia fina), cinza-escura (7,78)	SFL	Argila muito arenosa (areia fina), cinza-escura (8,83)	SFL	Argila arenosa (areia fina), cinza-escura (15,38) - muito arenosa entre 13,00 e 14,00	SFL	Argila muito arenosa (areia fina), cinza-escura (19,52); argila arenosa (areia fina), cinza-escura (23,48) - com conchas entre 23,00 e 23,48	SFL	Argila siltoosa, cinza-escura (6,00); argila siltoosa, cinza-escura, com nódulos de areia fina (28,32)	SFL	Areia fina, argilosa, cinza-escura (32,28)	SFL		SFL	Pedregulhos finos a grossos, cinza-claro, até centimétricos (32,45)
SPTT-HD2 14 e 15/04/03	0,66	0,36	1,69	-1,39	30,39	30,45	29,00	SFL	Argila arenosa (areia fina), cinza-escura (9,18)	SFL	Areia fina argilosa, cinza-escura (9,38)	SFL	Argila siltoosa, cinza-escura, com detritos vegetais e conchas (11,16)	SFL	Argila arenosa (areia fina), cinza-escura (27,33) - com conchas entre 25,00 e 26,00	SFL	Areia fina, argilosa, cinza-escura (30,28)	SFL		SFL		SFL	Pedregulhos finos a grossos, cinza-claro, até centimétricos (30,45)
SPTT-HD3 14 e 15/04/03	0,86	0,56	0,50	-0,20	33,19	33,45	32,99	SFL	Argila siltoosa, pouco arenosa, cinza-escura (6,87)	SFL	Argila siltoosa, cinza-escura, com conchas entre 9,00 e 10,00	SFL	Argila siltoosa, cinza-escura, com nódulos de areia fina (20,00)	SFL	Argila siltoosa, cinza-escura (31,72)	SFL	Areia fina, argilosa, cinza-escura (32,78) - com nódulos de areia fina entre 32,00 e 32,78	SFL		SFL		SFL	Pedregulhos finos a grossos, cinza-claro, até centimétricos (33,45)

Quadro 8.1.3.4 - 3 Resumo das Unidades Geológico-geotécnicas

QUATERNÁRIO (HOLOCENO)			
Sedimentos de Mangues e de Pântanos SMG	Sedimentos Flúvio-lagunares SFL	Sedimentos arenosos Flúvio-marinhos litorâneos SFM	Sedimentos Fluviais - Aluviões SFA
<p>Mangue arenoso – SMGar (espes.: 1,50 a 5,50 m)</p> <p>Areias finas pouco argilosas a argilosas, predominantemente cinza-escuras.</p> <p>Detritos vegetais e matéria orgânica podem ocorrer associados</p> <p>São fofas, com índices de SPT predominando entre 0/60 e 1 golpe.</p>	<p>Argilas - SFLag (espes: camadas entre 12,00 e 30,65 m)</p> <p>Argilas siltosas e argilas arenosas (areia fina), com intercalações subordinadas de argilas siltosas pouco arenosas e, raramente, argilas muito arenosas (areia fina). São cinza-escuras.</p> <p>Apresentam com frequência restos de conchas e podem conter restos vegetais. Comumente associam-se nódulos de areias fina.</p> <p>São plásticas e apresentam consistência muito mole a mole. Os índices de SPT em geral variam entre 1 e 2 mas são comuns valores mínimos entre 0/98 e 0/48. Valores máximos estão entre 4 e 6 golpes</p> <p>Excepcionalmente, foram verificados índices entre 7 e 9 golpes na base da camada (SPTT-123D).</p>	<p>Areias finas e médias (espes.: 1,1 a 3,5 m)</p> <p>Areias finas e médias e areias médias a grossas, pouco argilosas, cinza-escuras a cinza-claras.</p> <p>Variam de medianamente compactas a compactas. Os índices de SPT têm valores 13 e 33 golpes.</p> <p>Podem representar depósitos fluviais mais finos assentados sobre areias grossas aluviais ou depósitos de areias marinhas litorâneas.</p>	<p>Areias grossas (espes.: 1,30 a 3,60m – sondagens interrompidas no interior da camada)</p> <p>Pedregulhos finos a grossos. Areias médias e grossas, de dimensões até centimétricas, apresentam matriz de areia. Podem ocorrer intercalações subordinadas de areias médias a grossas, pouco argilosas, com pedregulhos finos.</p> <p>São cinza-claros e, mais raro, cinzas.</p> <p>Predominam camadas medianamente compactas a compactas.</p> <p>Os índices de SPT variam de 11 a 18 (valores mais baixos) até 37 a 35/25 (valores máximos).</p>
<p>Mangue argiloso – SMGag (espes.: 0,20 a 3,30 m)</p> <p>Argilas orgânicas siltosas, com detritos vegetais, pretas.</p> <p>São muito moles, com índices de SPT variando entre 0/76 a 0/58 golpes.</p>	<p>Areias finas - SFLar (espes.: para o topo e em meio ao SFLag atinge menos de 2,0m. Para a base, pode ocorrer com 1,00 a 6,00m)</p> <p>Depósitos subordinados e intercalados (internos) na camada de argilas do SFL.</p> <p>Areias finas argilosas a pouco argilosas, cinza-escuras, por vezes cinza a cinza-amarelada. Eventualmente, podem ocorrer gradações locais para areias finas a médias.</p> <p>Predominantemente pouco compactas a medianamente compactas; fofas no topo e nas intercalações em meio à camada argilosa. Podem ser compactas na base das camadas arenosas mais espessas.</p> <p>Os índices de SPT variam de 1/53 e 2/48 nas intercalações subordinadas, e entre 2 e 20 golpes nas camadas mais espessas.</p>		

8.1.3.5 - Recursos Minerais

Foi realizado o levantamento das poligonais, cadastradas pelo Departamento Nacional da Produção Mineral – DNPM, referentes a todos os pedidos de pesquisa mineral, concessões, portarias e decretos de lavras incidentes sobre a área de influência indireta do empreendimento, não sendo previstos impactos ambientais negativos decorrentes da implantação e operação do empreendimento que possam afetar tais recursos. Além disso, não serão consumidos / utilizados recursos minerais para a implantação e operação do empreendimento.

O Mapa dos Processos DNPM, anexado no final deste Capítulo, apresenta a relação dos direitos minerários cadastrados junto ao DNPM, localizados na AII do empreendimento.

8.1.4. Oceanografia

As condições oceanográficas presentes na plataforma continental interna da Bacia de Santos caracterizam-se por uma dinâmica de plataforma dominada pelo padrão de perturbação meteorológica associada à passagem de sistemas frontais havendo influência da energia associada à maré e ao vento local. Embora significativos na representação das perturbações de alta frequência, estes padrões não são energeticamente dominantes.

Para a caracterização dos aspectos oceanográficos predominantes no estuário de Santos, foram realizados diversos levantamentos de dados oceanográficos para caracterizar a Área de Influência Direta, tanto dentro do Estuário de Santos como na região marinha onde se localizam as áreas de descarte de material dragado quanto para subsidiar o estudo de alternativas de projeto de dragagem e derrocamento) e a modelagem hidrodinâmica e de transporte de sedimentos (estudos do INPH e DHI anexos ao presente EIA. Estes levantamentos constam do relatório intitulado “Medições Hidráulicas do Canal de acesso externo e Estuário de Santos - Porto de Santos” e do relatório “Modelagem matemática áreas de descarte”

Foram realizadas coletas de medições de correntes, salinidade, vazão e temperatura com *Acoustic Doppler Current Profile* – ADCP, em 8 seções transversais ao longo do canal no período de 09 a 17/03/2006 que corresponde a maré de sizígia. Nestas mesmas seções também foram realizadas coletas de água em duas profundidades para a medição de temperatura e salinidade *in situ* e para a realização de análise de sólidos totais em suspensão (STS).

Um extenso e detalhado levantamento batimétrico foi realizado para definir a condição atual de assoreamento do canal e delimitar as áreas a serem dragadas. Todo este levantamento está apresentado na forma de plantas que se encontram em anexo a este EIA no estudo realizado pelo INPH.

A região marinha onde são realizados os descartes de material dragado do Porto de Santos vem sendo estudada de forma mais sistemática desde 1998 com a coleta de dados oceanográficos para a implementação e calibração de modelos matemáticos para avaliar a hidrodinâmica e a capacidade de transporte de sedimentos do sistema.

Em resumo, estes estudos definem a região como de maior intensidade e variabilidade das correntes nas camadas superiores da coluna d’água decaindo em intensidade em direção ao fundo com a energia predominante na plataforma costeira e diretamente associável à passagem de sistemas frontais. A variabilidade da corrente associável à maré e brisa, embora energeticamente menos significativas, são bastante distinguíveis. A contribuição das brisas (marinha e terrestre) é observada com maior intensidade nos meses de verão.

O perfil de velocidades de correntes apresenta na estrutura vertical média variabilidade sazonal. Essa variabilidade espacial vertical na mesma escala temporal evidencia influência local e remota de forçantes meteorológicas em ambiente estratificado, definindo, assim, o escopo mínimo para uma modelagem hidrodinâmica na área.

Na região de descarte de material dragado atual não há evidências da influência direta da Corrente do Brasil (CB), fato este esperado para as profundidades e proximidade da costa.

O movimento predominante na região ocorre ao longo da direção ENE e WSW. Durante o período de verão, a intensidade média estimada para a velocidade no primeiro quadrante (N-E) e ao longo das profundidades é da ordem de 10,0 cm/s. A velocidade média para o terceiro quadrante (W-S) e ao longo da coluna d'água é inferior e da ordem de 5,0 cm/s. No período de inverno, a velocidade média estimada para o primeiro quadrante (N-E) é de ordem igual a do período de verão e para o terceiro quadrante (W-S) normalmente as velocidades são superiores as de verão e da ordem de 8,0 cm/s. Como há alta variabilidade sazonal (frequência de sistemas frontais) e semanal (duração de sistemas frontais) nos dados relatados pelos estudos realizados na região, os valores obtidos nessas médias são dependentes da duração do período amostral.

8.1.5. Recursos Hídricos e Qualidade da Água

O objetivo deste capítulo é fornecer os dados referentes à hidrologia das áreas de estudos, subsidiando a análise do empreendimento com parâmetros hidrológicos, apresentando a caracterização e o mapeamento do sistema hidrográfico da área de influência com detalhamento das contribuições na área de influência direta.

8.1.5.1. Conceituação

No desenvolvimento do estudo sobre recursos hídricos e qualidade da água, foram considerados os dados hidrológicos resultantes das séries históricas de estações pluviométricas e fluviométricas instaladas na região. Também incluíram-se resultados de trabalhos técnicos, resultados de observações e monitoramentos de sistemas fluviais, com dados sedimentométricos dos contribuintes do estuário de Santos.

A metodologia de análise dos parâmetros hidrológicos considerados é descrita em conjunto com os respectivos temas.

8.1.5.2. Características do Sistema Hidrográfico Regional

O Estado de São Paulo, em 1991, instituiu, de acordo com a Lei 7.663, a Política Estadual de Recursos Hídricos, o Sistema Integrado de Gerenciamento de Recursos Hídricos e o Fundo Estadual de Recursos Hídricos-Fehidro. O Estado está dividido, para fins de gestão dos recursos hídricos, em 22 Unidades Hidrográficas de Gerenciamento de Recursos Hídricos (UGRHIs), integrantes da atual divisão hidrográfica oficial do Estado, cujas delimitações se encontram no Mapa da Figura 8.1.5.2-1. A área de influência do empreendimento em estudo corresponde à UGRHI – 7 – Baixada Santista.

Figura 8.1.5.2-1 – Mapa das Unidades de Gerenciamento de Recursos Hídrico do Estado de São Paulo



8.1.5.1. Caracterização da Bacia Hidrográfica da Baixada Santista

A área de influência do empreendimento encontra-se inteiramente no território da UGRH 7 – Baixada Santista a qual se localiza a sudeste do Estado de São Paulo, ao longo do litoral, numa extensão aproximada de 160 km.

Essa unidade espacial constitui a segunda região metropolitana do Estado de São Paulo, instituída pela Lei Complementar nº 815/96, denominada Região Metropolitana da Baixada Santista (RMBS), composta por nove municípios inteiramente contidos na UGRHI 7 (Bertioga; Cubatão; Guarujá; Itanhaém; Mongaguá; Peruíbe; Praia Grande; Santos e São Vicente).

Além dos municípios da RMBS, cujos territórios somam 2.373 km² e abrigam mais de um milhão e meio de habitantes, a área de drenagem da unidade inclui parte dos territórios dos municípios de Itariri, São Paulo, São Bernardo do Campo e Biritiba Mirim, em áreas de baixa ocupação demográfica e em sua maioria de preservação ambiental, incluindo-se o Parque Estadual da Serra do Mar.

A UGRHI 7 limita-se a nordeste com a UGRHI 3, do Litoral Norte, a leste e sul com o Oceano Atlântico, a sudoeste com a UGRHI 11, do Rio Ribeira de Iguape e Litoral Sul, e ao norte com a UGRHI 6, do Alto Tietê.

A unidade compreende um grande número de pequenos cursos d'água, com suas nascentes na vertente marítima da Serra do Mar. Após vencerem desníveis de até 1.100 m, esses rios conformam

planícies flúvio-marinhas, drenam manguezais e deságuam isoladamente no oceano ou canais estuarinos, destacando-se a região do estuário de “Santos, São Vicente e Cubatão”, onde localiza-se a Área de Influência Direta - AID do empreendimento.

Tabela 8.1.5.2-2 . Características das Sub-Bacias da UGRH 7 - Baixada Santista

Código Sub-bacia	Área de drenagem	Agricultura	Cobertura Vegetal Natural	Áreas de Reflorestamento	Campo Antr. / Refl.	Áreas Urbanas	Mangue	Municípios
1 Praia do Una	33,09	-	26,1	-	2,99	-	4	Peruíbe
2 Rio Perequê	64,34	-	55,57	-	4,13	-	4,64	Peruíbe
3 Rio Preto Sul	101,83	4,9	53,23	-	35,55	7,68	0,46	Peruíbe
4 Rio Itanhaém	102,57	-	30,9	-	24,4	45,25	2,02	Itanhaém
5 Rio Preto	324,63	13,38	265,64	-	45,61	0,01	-	Itanhaém
6 Rio Aquapeú	188,01	8,72	148,38	-	15,42	15,49	-	Itanhaém / Mongaguá
7 Rio Branco	411,66	26,36	339,01	-	46,29	-	-	Itanhaém
8 Rio Boturoca	182,84	0,72	106,83	-	25,66	16,57	33,06	Praia Grande
9 Rio Cubatão	175,55	-	143,24	-	21,33	5,93	5,04	Cubatão
10 Rio Piaçabuçu	58,6	2,33	8,37	-	10,65	24,41	12,84	Praia Grande
11 Ilha de São Vicente	85,81	-	0,69	-	23,24	46,09	7,89	S. vicente / Santos
12 Rio Mogi	68,39	-	46,41	-	9,42	6,25	6,31	Cubatão
13 Ilha de Santo Amaro	142,7	8,02	64,87	-	21,11	33,16	15,54	Guarujá
14 Rio Cabuçu	69,65	3,22	41,44	-	7,93	-	16,06	Santos
15 Rio Jurubatuba	79,36	0,27	53,59	3,69	12,34	0,33	9,14	Santos
16 Rio Quilombo	86,88	-	61,31	11,33	7,39	1,33	5,53	Santos
17 Rio Itapanhaú	149,32	-	108,3	0,81	12,08	11,95	16,19	Bertioga
18 Rio Itatinga	114,88	1,54	41,83	49,57	21,94	-	-	Bertioga
19 Rio das Alhas	108,27	-	100,01	-	4	3,02	1,24	Bertioga
20 Rib. Sertãozinho	131,66	0,44	73,18	38,45	19,6	-	-	Bertioga
21 Guaratuba	108,78	-	98,59	-	0,48	5,27	4,44	Bertioga
Total	2.788,82	69,90	1.867,49	103,85	371,56	222,74	144,4	

Fonte: Relatório Zero

Na Tabela 8.1.5.2.2 são apresentadas as 21 sub-bacias que constituem a UGRHI 7 – Baixada Santista, bem como suas características quanto ao uso e ocupação do solo, áreas de drenagem e municípios que as integram. São seus cursos d’água principais: rios Cubatão, Mogi e Quilombo ao centro; rios Itapanhaú, Itatinga e Guaratuba com seus mangues preservados ao norte, e rios Branco ou Boturoca e Itanhaém, ao sul.

A região cuja drenagem está associada à área de influência do empreendimento apresenta extensas formações vegetais halófilas – manguezais -, assentadas sobre intrincada rede de drenagem.

Sua composição geomorfológica como detalhada em capítulo próprio é caracterizada pelas escarpas da Serra do Mar e a Planície Litorânea ou Costeira. Apresenta, ainda, duas importantes ilhas: a de São Vicente e a de Santo Amaro, quase ligadas ao continente, separadas apenas por canais de circulação estuarinos.

As principais interfaces da Baixada Santista, identificadas com outras unidades, reduzem-se às questões referentes à reversão de águas com a UGRHI 6 - Alto Tietê, a saber:

- ***Sistema Billings/ Henry Borden***

As águas do Alto Tietê são revertidas à Baixada Santista, via canal do Pinheiros/Reservatório Billings, para geração de energia elétrica na Usina Henry Borden.

Esta reversão observa, atualmente, as restrições impostas por uma resolução conjunta das Secretarias Estaduais de Meio Ambiente e de Energia e dos Recursos Hídricos, a Resolução SMA-SES-03/92, a qual limita a operação deste sistema às situações de exceção conforme os parâmetros estabelecidos em acordo firmado pelas referidas secretarias estaduais em 1994, conhecido como a Nova Regra Operativa do Sistema Tietê/Billings.

Este sistema efetua o controle de cheias na bacia do Rio Pinheiros, mediante bombeamentos nas elevatórias de Traição e de Pedreira para o reservatório Billings, promovendo a recuperação parcial da qualidade das águas revertidas, lançando-as no reservatório do rio das Pedras, já na vertente marítima, onde se encontram as tomadas d'água da Usina Henry Borden.

As águas do Alto Tietê, utilizadas na Usina Henry Borden, são parcialmente utilizadas, também, para o abastecimento público da Baixada Santista, por meio de captação no Rio Cubatão, e para o abastecimento industrial de importantes indústrias de Cubatão, em especial o grande complexo siderúrgico instalado no Pólo Industrial de Cubatão.

- ***Transposições para Abastecimento Público na Região Metropolitana de São Paulo***

Duas pequenas transposições de água da vertente marítima são efetuadas para reforçar os sistemas produtores da RMSP – Região Metropolitana de São Paulo, correspondendo à 1 m³/s revertido das cabeceiras do Rio Capivari, formador do Rio Branco, para a bacia do Rio Embu-Guaçu, formador do Rio Guarapiranga e, 0,5 m³/s transpostos da bacia do Rio Guaratuba para a bacia do Rio Claro, no Alto Tietê.

8.1.5.2. Caracterização e Mapeamento do Sistema Hidrográfico Afluente ao Estuário de Santos

A área de influência direta do empreendimento de aprofundamento do canal de Santos recebe a interferência hidrológica do sistema afluente ao Estuário de Santos, cujos parâmetros passam a ser apresentados em maior detalhamento neste capítulo de diagnóstico do meio físico.

A área de influência do empreendimento estende-se desde os municípios de Bertioga até Praia Grande delimitada pela área compreendida entre os divisores de águas das bacias hidrográficas, até a linha de preamar (linha de mangue em geral) dos rios contribuintes ao Estuário, cujo mapeamento

encontra-se apresentado na Figura Bacias Hidrográficas anexada no final deste Capítulo.

O sistema hidrográfico afluente ao Estuário de Santos apresenta um aspecto bastante complexo, dado o elevado número de rios, que em sucessivos meandros definem traçados longos e sinuosos até sua confluência aos principais canais estuarinos sob influência marinha.

Analisando o sistema hidrográfico, por meio do estudo da morfologia local, amparado pelos levantamentos cartográficos pode-se distinguir três sistemas hidrográficos principais que, apesar de interligados, apresentam características bastante independentes. Assim observam-se os seguintes sistemas: Sistema Estuarino de Santos, Sistema Estuarino de São Vicente e Sistema do Canal de Bertioga.

O Sistema Estuarino de Santos é representado pelo canal de entrada do Porto de Santos interligando-se ao Canal de Piaçaguera e ao Largo do Canéu, para os quais se destacam os rios Cubatão, Mogi, Piaçaguera e Quilombo como principais afluentes. O denominado rio Casqueiro, um canal estuarino, faz a ligação entre os sistemas dos estuários de Santos e São Vicente.

O Sistema Estuarino de São Vicente é compreendido pelo Mar Pequeno, Largo de São Vicente e o Largo da Pompeia, os quais recebem os rios Boturoca ou Branco, dos Bagres, Caxeta e Acaraú.

Já o Sistema do Canal de Bertioga estende-se desde o Largo do Candinho por toda face voltada ao lado continental da ilha de Santo Amaro até Bertioga ao norte, tendo os principais afluentes os rios Crumau, Cabuçu, Trindade e Itapanhau.

Estes 3 sistemas comunicam-se ao mar em pontos distintos internamente interligados na mais extensa área de manguezais da costa paulista, integrando uma mesma localidade, ao qual é dado o nome genérico de Estuário de Santos.

A Figura 8.1.5.2-2 mostra a localização dos diversos cursos d'água dentro do espaço territorial estudado, e foi destacada do mapeamento da Bacia Hidrográfica da Baixada Santista. Como já ressaltado, constitui-se na 7ª Unidade Hidrográfica de Gerenciamento de Recursos Hídricos do Estado de São Paulo.

Figura 8.1.5.2-2 – Rede Hidrográfica de Contribuição para o Estuário de Santos



Fonte: Agem (2006)

A rede hidrográfica afluenta ao Estuário de Santos possui uma área total de drenagem de 918,74 km², e as 65 sub-bacias hidrográficas que a constitui encontram-se delimitadas em planta, conforme desenho constante da Figura Bacias Hidrográficas, anexada no final deste Capítulo.

As bacias afluentes ao Estuário de Santos cujos principais cursos d'água não possuem nomes oficiais ou cujos nomes não estão discriminados nas plantas cartográficas de maior precisão disponíveis atualmente foram identificadas neste estudo por meio de numeração seqüencial a partir do número 1 até o 36. Estes, por serem de pequena extensão e com pouca vazão, provavelmente não possuem nomes oficiais, sendo conhecidos somente pelas comunidades locais e isoladamente com denominações imprecisas e em geral indisponíveis.

Além das áreas delimitadas pelas sub-bacias identificadas, o Estuário recebe a contribuição de águas de áreas isoladas, para as quais não se identificam cursos d'água perenes em sua drenagem. Ainda que não integradas a nenhuma sub-bacia, estas áreas isoladas, somadas, chegam a um valor aproximado de 153 km².

8.1.5.3. Avaliação dos Parâmetros Hidrológicos

Para as sub-bacias em estudo foram determinadas as respectivas áreas de drenagem; vazão média; máxima em seus períodos de recorrência; vazão mínima ($Q_{7,10}$); vazão sólida; bem como estimadas a distribuição mensal de suas vazões mínimas, média e máxima, adotando-se a metodologia a seguir.

8.1.5.3.1 Determinação de Vazões

Para a determinação das vazões mínimas, médias e máximas estimadas para os cursos d'água que contribuem para o Estuário de Santos, utilizou-se a metodologia constante do Manual de Cálculo

das Vazões Máximas, Médias e Mínimas nas Bacias Hidrográficas do Estado de São Paulo, publicado pelo Departamento de Águas e Energia Elétrica (DAEE) em 1994 e fórmulas declinadas.

Tal manual destina-se a fornecer subsídios nas atividades de cálculo hidrológico, sendo os diversos métodos de cálculo agrupados em função da extensão da série histórica de dados hidrológicos disponíveis.

A seguir são descritos parâmetros fundamentais utilizados nos cálculos das vazões.

- *Índice de precipitação pluviométrica anual*

Para esta determinação foi considerado o mapa de isoietas publicado pelo DAEE, correspondendo aos períodos de 1943 a 1988, sendo que para cada bacia de drenagem adotou-se uma precipitação média anual, tendo em alguns casos a necessidade de determinação por meio de média ponderada devido à extensão da bacia. Este cálculo de regressão entre chuva média anual (mm/ano) foi baseado nas informações observadas em 444 estações pluviométricas, e assim, elaborado o mapa de isoietas para o estado de São Paulo, na escala 1:1.000.000. A partir desse mapa calculou-se a precipitação média pluriannual em cada uma das 219 bacias hidrográficas selecionadas que possuem séries históricas. Em bacias hidrográficas com grandes áreas de drenagem, maior que 5.000 km², foram utilizados dados de precipitação e vazão parciais, ou seja, correspondentes à área de drenagem compreendida entre o posto e o resto(s) imediatamente a montante. A precipitação média anual (P) em cada uma dessas bacias foi calculada pela média ponderada da precipitação, interpolada entre duas isoietas consecutivas (P_i) e a área de drenagem (A_i) entre essas mesmas isoietas. Assim:

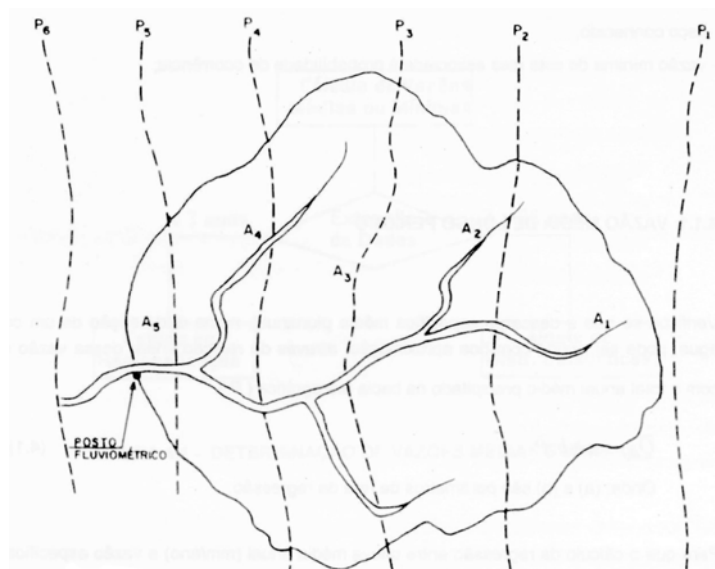
$$P = \sum (A_i \cdot P_i) / \sum A_i$$

Onde:

A_i = área entre as isoietas P_i e P_{i+1}

P_i = chuva média na área A_i, obtida por interpolação entre P_i e P_{i+1}

Figura 8.1.5.3-1 – Esquema de uma Bacia Hidrográfica com as Isoietas



Fonte: DAEE (1994)

Dessa forma pode-se obter por meio do estudo, a estimativa da vazão específica média plurianual de qualquer seção do curso d'água a partir da precipitação anual média, calculada por meio do mapa de isoietas.

- *Determinação dos limites das bacias hidrográficas*

Para a determinação dos limites das bacias hidrográficas dos cursos d'água que contribuem para o Estuário, utilizou-se as plantas planialtimétricas na escala 1:50.000 do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) e do Instituto Geográfico e Geológico (IGG), que contemplam toda a área de estudo. Os contornos dos divisores de água que demarcam a área de drenagem foram obtidos por meio de levantamento criterioso sobre as plantas cartográficas. Tais plantas utilizadas estão apresentadas na Tabela 8.1.5.3-1.

Tabela 8.1.5.3-1 – Plantas Planialtimétricas

Fonte	Articulação	Nome	Escala	Ano
IBGE	Folha Topográfica SF.23-Y-C-VI-4	Riacho Grande	1:50.000	1984
IBGE	Folha Topográfica SF.23-Y-D-IV-1	Mauá	1:50.000	1984
IBGE	Folha Topográfica SF.23-Y-D-IV-2	Mogi das Cruzes	1:50.000	1984
IBGE	Fl. Topográfica SF.23-Y-D-IV-3/SG.23-V-B-I-1	Santos	1:50.000	1984
IGG	Folha Topográfica SF.23-Y-D-IV-4	Bertioga	1:50.000	1971
IBGE	Folha Topográfica SF.23-Y-D-V-1/3	Salesópolis	1:50.000	1984
IGG	Folha Topográfica SG.23-V-A-III-2	Mongaguá	1:50.000	1971

Tal delimitação iniciou-se a partir do encontro do curso d'água com o manguezal, próximo à cota +1,00. Neste ponto, delimitou-se a bacia por meio dos divisores de água, determinando-se a área de drenagem de cada corpo hídrico.

- *Postos Pluviográficos*

Os dados pluviométricos foram obtidos nas publicações do DAEE - CTH – Centro Tecnológico de Hidráulica e Recursos Hídricos – 1998, a partir do posto pluviográfico mais representativo da região em estudo. Tais postos estão apresentados na Tabela 8.1.5.3-2.

Tabela 8.1.5.3-2 - Postos Pluviográficos

Prefixo DAEE	Nome do Posto	Município	Latitude	Longitude	Altitude
E3-040	Usina Itatinga	Bertioga	23°46'	46°07'	10m
E3-038	Piaçaguera	Cubatão	23°52'	46°23'	5m
E3-104	3º Plano da Serra Nova	Cubatão	23°48'	46°19'	670m
E3-153	Curva da Onça	Cubatão	23°53'	46°29'	500m
E3-236	Pilões	Cubatão	23°54'	46°30'	100m
E3-045	Vicente de Carvalho	Guarujá	23°56'	46°17'	3m

- *Vazão Mínima*

Para determinação da vazão mínima anual de sete dias consecutivos e período de retorno de 10 anos, $Q_{7,10}$, parâmetro de referência para indicar a disponibilidade hídrica empregando-se o método simplificado proposto pelo DAEE, na publicação referida anteriormente, utilizou-se das seguintes considerações e metodologia de cálculo.

Fórmulas básicas

$$Q_{7,10} = C \cdot X_{10} (A+B) QM$$

$$QM = (a + b) PM \cdot \text{Área}$$

Onde:

$Q_{7,10}$ = vazão mínima anual de 7 dias consecutivos com período de recorrência de 10 anos.

A,B,C, X_{10} , a e b = fatores de cálculo e correção, considerando regiões hidrológicas semelhantes a estes fatores.

Área = área de drenagem natural da bacia hidrográfica

PM = Precipitação média anual

Determinações dos fatores hidrológicos semelhantes

As sub-bacias hidrográficas encontram-se em áreas idênticas para os parâmetros considerados, sendo considerado para o índice de correção C a região X, correspondente ao litoral e centro do Estado de São Paulo, e aos demais parâmetros a região compreendida entre as bordas da Serra do Mar e o interior do estado, entre São Sebastião e Peruíbe, resultando:

$$C = 0,75$$

$$A = 0,4174$$

$$B = 0,0426$$

$$X_{10} = 0,708$$

$$a = -29,47$$

$$b = 0,0315$$

Tais parâmetros são utilizados nas fórmulas supracitadas, sendo iguais para todas as bacias em estudo.

- *Vazão Média*

A Vazão Média de Longo Período, numa dada seção de um curso de água, pode ser obtida com boa aproximação, por meio de relação linear dessa vazão específica (Q_{esp}) com o total anual médio precipitado na bacia hidrográfica (P).

$$Q_{esp} = a + b \cdot P$$

Onde: (a) e (b) são parâmetros da reta de regressão

Conhecida a vazão específica média plurianual (Q_{esp}), para se obter a Vazão Média de Longo Período ($Q_{méd}$) basta multiplicar a Q_{esp} pela sua respectiva área da bacia de contribuição, conforme abaixo.

$$Q_{\text{méd}} = Q_{\text{esp}} \cdot A$$

Onde: $Q_{\text{méd}}$ = vazão média de longo período
 Q_{esp} = vazão específica média plurianual
 A = área da bacia de contribuição

- *Vazão máxima*

Para o presente estudo foi empregada a metodologia constante no Manual de Cálculo das Vazões Máximas, Médias e Mínimas nas Bacias Hidrográficas do estado de São Paulo, publicado pelo DAEE em 1994 e fórmulas declinadas.

A estimativa considera a avaliação da vazão máxima esperada para o curso d'água.

Para determinação da vazão máxima adotou-se chuvas críticas em um período de retorno de 100 anos, empregando-se o método simplificado proposto pelo DAEE, na publicação referida anteriormente, utilizando-se o método RACIONAL, recomendado para Bacias com áreas inferiores a 2 km².

Fórmula básica

$$Q_{\text{máx}} = 166,67 \cdot C \cdot i \cdot A \cdot D$$

$$T_c = 57 \cdot (L^3 / \Delta h)^{0,385}$$

Onde:

$Q_{\text{máx}}$ = vazão máxima com período de recorrência de 100 anos;

C = coeficiente de escoamento superficial, função das características da bacia;

i = intensidade da chuva de contribuição;

Área = área de drenagem natural da bacia hidrográfica;

D = coeficiente de distribuição da chuva;

T_c = tempo de concentração;

L = comprimento do talvegue;

Δh = diferença de nível.

Já para bacias com áreas superiores a 2 km² e inferiores a 200 km² utilizou-se o método I-PAI-WU, conforme métodos e fórmulas abaixo:

Cálculos da área de drenagem

Definidos os contornos da bacia do corpo hídrico em estudo, foi calculada, a partir de sua geometria, a respectiva área de drenagem, bem como determinado o comprimento do talvegue principal definindo-se os parâmetros:

$A = \text{área de drenagem [km}^2\text{]}$

$L = \text{comprimento do talvegue [km]}$

Cálculo da Declividade Equivalente

A partir da fórmula básica:

$$S = (\sum L_i / \sum (L_i / \sqrt{j_i})^2)$$

Onde:

$L_i = \text{Comprimento do curso de água no trecho}$

$j_i = \text{Declividade média no trecho}$

$S = \text{Declividade equivalente}$

Cálculo do fator de forma da bacia

Calculado a partir da fórmula

$$F = \frac{L}{2 (A/\pi)^{1/2}}$$

Onde:

$L = \text{comprimento do talvegue}$

$A = \text{área da bacia de contribuição}$

Cálculo do Tempo de Concentração

O tempo de duração da precipitação deve ser igual ou superior ao tempo de concentração da bacia, ou seja, é o tempo necessário para que toda a área de drenagem passe a contribuir para a vazão na seção estudada.

$$t_c = 57 (L^2/S)^{0,385}$$

Onde:

$L = \text{comprimento do talvegue}$

$S = \text{declividade equivalente}$

Grau de Impermeabilidade do solo

Devem ser consideradas as características de impermeabilidade do solo na área de drenagem considerando sua natureza e principalmente tipo de uso do solo e condições de urbanização,

definindo o coeficiente volumétrico de escoamento C2.

Intensidade crítica de chuva

A intensidade crítica de chuva, parâmetro “i” é determinada a partir da equação do posto pluviométrico adotado, em função do tempo de retorno ou recorrência TR expresso em anos, e representa o período em que há probabilidade de ocorrer uma vez, chuva com tal intensidade, e a sua duração em minutos, sendo definido por extrapolação entre os valores parametrizados na tabela para o tempo de concentração “tc” previamente calculado.

Determinação do coeficiente de distribuição espacial da chuva

O valor do coeficiente de distribuição espacial da chuva K, é obtido no gráfico de referência, considerando a área de drenagem A.

Cálculo do Coeficiente C1

Calculado a partir da fórmula:

$$C1 = 4 / (2 + F)$$

Coeficiente C

Calculado a partir da fórmula:

$$C = \frac{2 \times C2}{(1 + F) C1}$$

Cálculo da Vazão de cheia

Com base nos fatores e parâmetros determinados a vazão de cheia esperada para o período de recorrência TR é obtida pela fórmula:

$$Q = 0,278.C.i.A^{0,9}.K$$

Onde C e K são coeficientes adimensionais, A [km²] e i [mm/h], resulta Q [m³/s].

- *Estimativa da distribuição de vazões mensais*

Para a estimativa das vazões mensais para os cursos d'água que contribuem para o Estuário de Santos, adotou-se o método de inferência pela transposição de dados de base similar, ajustados por meio da correção dos parâmetros significativos, utilizando-se os dados históricos do *site* do

Departamento de Águas e Energia Elétrica (DAEE-2007), disponível para o Rio Capivari, situado no município de Mongaguá/SP.

O método aplicado para estimar as vazões mensais foi adotado devido à área de influência do empreendimento estar bastante próxima do Rio Capivari, sendo que ambos encontram-se na Unidade de Gerenciamento de Recursos Hídricos (UGRH) da Baixada Santista. Desta forma, para efeito de cálculo, supôs-se que a cobertura vegetal e o tipo de solo são semelhantes, diferenciando os parâmetros referentes à área da bacia e à precipitação média anual.

A Tabela Vazões Mensais, apresentada neste Capítulo, demonstra os valores estimados das vazões mensais para cada curso d'água afluente do estuário.

8.1.5.4. Estudo Hidrossedimentológico e Determinação da Vazão Sólida

É de particular interesse para o diagnóstico do meio físico a avaliação da contribuição da malha hidrológica à carga de sedimentos na dinâmica de sedimentação na área do empreendimento, apresentando-se uma avaliação deste parâmetro, conforme os princípios e metodologia a seguir exposta.

Bacia Hidrográfica ou bacia de drenagem é uma área de superfície terrestre que drena não somente água, mas também materiais sólidos insolúveis, sedimentos e materiais dissolvidos para uma saída comum, num determinado ponto de um canal fluvial. O limite de uma bacia hidrográfica é conhecido como divisor de drenagem ou divisor de águas. A bacia de drenagem pode desenvolver-se em diferentes tamanhos, que variam desde a bacia do Amazonas, com milhões de km², até bacias com poucos metros quadrados que drenam para a cabeça de um pequeno canal erosivo, ou, simplesmente, para o eixo de um fundo de vale não canalizado. Bacias de diferentes tamanhos articulam-se a partir de divisores de drenagens principais e drenam em direção a um canal tronco ou coletor principal, constituindo um sistema de drenagem hierarquicamente organizado (Silva et al. 2003/2004).

A erosão é um fenômeno do desgaste das rochas e solos, com desagregação, deslocamento ou arrastamento das partículas por ação da água ou outros agentes, como o vento.

O estudo da erosão é muito importante sob os aspectos sociais e econômicos, uma vez que é responsável pela perda de solos ou terras agriculturáveis e degradação de outras áreas de interesse imediato, bem como pelos efeitos indiretos de assoreamento dos rios e lagos.

A erosão é causada a partir da ação da água, ar, vento e gelo sobre as rochas e solos, ocasionando seu transporte e conseqüente deposição nas depressões, nas planícies, nos rios, nos mares e nos lagos.

8.1.5.4.4. Medidas de Perdas de Solo

As investigações sobre a erosão hídrica e as técnicas para avaliar as perdas de solo começaram, praticamente, neste século, se bem que a preocupação com o problema seja bem anterior. J. K.

Mitchell cita o Serviço Florestal Americano como um dos pioneiros, estudando-o qualitativamente, em 1915. Dois anos mais tarde, 1917, M. F. Miller começou a estudar os efeitos da rotatividade de cultivos sobre o escoamento superficial e a erosão em pequenas áreas (lotes ou parcelas) experimentais.

As primeiras fórmulas de avaliação de perdas de solo usavam uma ou duas variáveis, tendo sido desenvolvidas para o local de estudo.

Os estudos sobre a importância do impacto da gota de chuva no processo de erosão, realizados por Laws (1940) e Ellyson (1947), assim como o aumento da informação sobre a erosão (dados de escoamento superficial, erosão em lotes, melhoramento na medição dos fatores que intervêm no processo etc.) permitiram um desenvolvimento mais minucioso das equações empíricas de antes. Para a década de 1960, a Equação Universal de Perdas de Solo estava praticamente definida em sua forma atual, se bem que aplicável somente a zonas agrícolas definidas.

A partir da década de 1970, começaram a aparecer modelos, que podem ser aplicados em nível de bacia hidrográfica, como o modelo hidrológico HYMO e a equação de transporte de William. As equações de F. Fournier, de 1960, são recomendáveis a bacias hidrográficas com áreas superiores a 2.000 km².

As equações que expressam a medida quantitativa da perda de solo são úteis para estudos de controle de erosão, a partir dos valores máximos aceitáveis, apesar da probabilidade de erro grosseiro na sua determinação.

Além das equações, a estimativa de perdas de solo pode ser feita com modelos paramétricos, pela sua extensão ao estudo de bacias hidrográficas, por modelos de estimativa direta da degradação específica e por estimativa de outras formas de erosão.

8.1.5.4.5. Modelo Utilizado

Para a estimativa de sedimentos gerados em cada bacia hidrográfica que contribui para o Estuário de Santos, utilizou-se o Modelo de Djorovic (1974). Esse modelo foi desenvolvido por M. Djorovic, do Instituto Florestal e de Indústrias da Madeira, de Belgrado, Iugoslávia, que se baseou em estudos e experiências realizadas por S. Grivilovic.

O modelo calcula a degradação específica de bacias não muito extensas, mas apresentando fortes precipitações. É feita a avaliação de uma série de parâmetros que estabelecem como representativos de cada um dos fatores determinantes do processo erosivo a precipitação e clima, solo, relevo e vegetação, incluindo também um parâmetro para estimar a influência do grau de intensidade que tem alcançado os processos erosivos na bacia e o tipo de erosão predominante.

Esse modelo é definido pela seguinte equação:

$$W = T \cdot F \cdot h \cdot \pi \cdot \sqrt{Z}^3$$

Sendo:

W = vazão sólida, em m^3 /ano, como medida da degradação específica de uma bacia;

$T = \sqrt{t_0 / 10 + 1}$, fator de temperatura;

t_0 = temperatura média anual, em °C;

F = área da bacia, em km^2 ;

h = precipitação média anual, em mm;

$\pi = 3,1416$;

Z = coeficiente de erosão que reflete a intensidade e extensão do fenômeno erosivo de uma bacia e valoriza a influencia dos fatores de solo vegetação e relevo da seguinte forma:

$$Z = Y \cdot X_a \cdot (\varphi + \sqrt{p})$$

Sendo:

Y = coeficiente adimensional de erosividade do solo, que varia de 0,5 para os solos com boa estrutura, menos erosivos, a 2,0 para areias, pedregulhos e solos soltos;

X_a = coeficiente adimensional que quantifica o estado da cobertura vegetal e as práticas de conservação de solos, variando de 0,05 para bosques e vegetação arbustiva bem cobertos, a 1,0 para solos desnudos sem lavoura;

φ = coeficiente adimensional que quantifica o estado erosivo da bacia, desde 0,2 para bacias com pouquíssima erosão, como pequenos deslizamentos de margens da rede de drenagem, a 0,1 em bacias que tenham em sua totalidade processos erosivos avançados;

p = declividade média da bacia, como parâmetro representativo do fator relevo, em %.

O valor de Z , representativo de uma bacia, calcula-se como média ponderada dos distintos valores desse coeficiente, obtidos para cada um dos valores parciais, que integram os diferentes coeficientes representativos dos fatores. Esse valor Z terá, portanto, a forma:

$$Z = \sum Z_i \cdot f_i / F$$

Sendo Z_i e f_i os valores parciais que em cada caso, correspondem ao coeficiente de erosão e aos limites de aplicação, respectivamente.

Esse modelo, em função dos valores do coeficiente Z assim obtidos, estabelece uma classificação dos processos erosivos em cinco categorias da seguinte forma:

I	Erosão excessiva	Z de 1,01 a 1,50
II	Erosão intensa	Z de 0,71 a 1,00
III	Erosão média	Z de 0,41 a 0,70
IV	Erosão fraca	Z de 0,20 a 0,40
V	Erosão muito fraca	Z de 0,01 a 0,19

Os valores dos coeficientes Y , X_a e ϕ , adotados para os cálculos das vazões sólidas, baseou-se na característica referente a cada bacia, sendo classificadas em 3 níveis de interferência, conforme descrição a seguir:

- Nível A – áreas com grau de erosividade baixa, com solos bem estruturados e menos erosivos, cobertura vegetal bem conservada e poucos deslizamentos de margens da rede de drenagem ($Y=0,5$, $X_a=0,05$, $\phi=0,15$);
- Nível B – áreas com pequenas interferências antrópicas em pontos isolados, sendo o solo de boa qualidade e poucos deslizamentos das margens ($Y=0,5$, $X_a=0,08$, $\phi=0,15$);
- Nível C – áreas urbanizadas e/ou com interferência antrópica, com baixo grau de cobertura vegetal ($Y=0,5$, $X_a=0,25$, $\phi=0,15$);

Para classificação dos níveis de interferência, utilizou-se o programa Google Earth, o qual utiliza-se de imagens de satélites. Neste programa é possível visualizar as bacias hidrográficas de cada curso d'água com uma boa definição, facilitando a identificação de áreas urbanizadas e de pontos isolados com interferências antrópicas.

Os valores encontrados referentes às vazões sólidas dos cursos d'água que contribuem para o Estuário de Santos encontram-se na Tabela Hidrológica.

Tabela Hidrológica

Rio / Córrego	Coordenadas UTM (Km)		Área (km ²)	Compr. do curso (km)	Precipitação Média (mm/ano)	Decl. Média Bacia(%)	Vazão (m ³ /s)			Vazão Sólida (m ³ /ano)	Nível de Interferência
	E	N					Mínima	Média	Máxima		
Córrego Acarau de Baixo	349,742	7.351,879	5,09	2,85	2.500	33,81	0,061	0,251	35,27	8.333,93	B
Córrego Acarau de Cima	349,137	7.350,813	1,26	1,47	2.500	62,66	0,015	0,062	13,09	1.602,94	A
Córrego Caiubura	380,804	7.359,279	0,70	0,56	4.000	36,07	0,016	0,067	7,69	950,00	A
Córrego da Mãe Maria	351,424	7.354,826	2,35	2,27	2.500	29,90	0,028	0,116	17,27	19.430,40	C
Córrego das Neves	363,957	7.357,061	1,30	1,22	3.000	36,77	0,021	0,084	12,47	2.715,93	B
Córrego Guaxinduva	384,651	7.367,658	4,49	2,72	4.000	23,35	0,106	0,433	39,31	4.436,82	A
Córrego Canhabura	381,879	7.365,052	2,45	2,78	4.000	37,22	0,058	0,236	21,04	3.402,26	A
Córrego Tapua	350,163	7.351,890	0,83	1,82	2.500	48,25	0,010	0,041	8,45	1.763,50	B
Ribeirão Carambiu	383,956	7.366,387	3,56	3,60	4.000	20,88	0,084	0,344	26,28	3.243,28	A
Ribeirão das Furnas	383,196	7.366,128	3,77	3,53	4.000	25,30	0,089	0,364	28,94	3.949,30	A
Rio Agari	368,613	7.352,603	4,90	4,54	3.500	37,49	0,097	0,396	37,02	66.920,38	C
Rio Boturoca	348,578	7.348,914	96,50	24,94	2.250	19,77	0,976	3,995	104,82	96.193,31	B
Rio Cabuçu	373,932	7.356,383	7,45	5,96	3.500	23,42	0,147	0,602	31,77	6.455,58	A
Rio Cacheta	357,108	7.351,822	3,09	1,93	2.700	37,02	0,042	0,172	47,61	32.255,65	C
Rio Crumau	374,867	7.351,510	7,93	8,27	3.500	17,95	0,156	0,641	15,47	63.335,26	C
Rio Cubatão	356,090	7.359,034	146,62	39,10	2.049	19,86	1,256	5,142	214,23	737.694,35	C
Rio da Praia	386,768	7.367,126	2,30	3,43	4.000	32,92	0,054	0,222	7,42	5.908,95	B
Rio dos Bagres	358,931	7.352,240	5,87	4,39	3.000	33,64	0,093	0,382	45,73	63.478,36	C
Rio Itapanhau	386,479	7367,665	186,74	47,86	2.647	23,39	2,459	10,070	114,36	247.444,33	B
Rio Itatinga	387,619	7368,233	121,25	31,69	4.000	28,70	2,859	11,704	187,05	139.244,61	A

Tabela Hidrológica

Rio / Córrego	Coordenadas UTM (Km)		Área (km ²)	Compr. do curso (km)	Precipitação Média (mm/ano)	Decl. Média Bacia(%)	Vazão (m ³ /s)			Vazão Sólida (m ³ /ano)	Nível de Interferência
	E	N					Mínima	Média	Máxima		
Rio Jaguareguava	381,695	7.364,274	28,52	10,41	4.000	29,73	0,672	2,753	76,62	33.606,31	A
Rio Jurubatuba	366,098	7.358,075	49,67	17,00	3.500	33,77	0,980	4,012	90,32	56.208,01	A
Rio Mogi	358,995	7.360,647	44,46	13,69	3.000	23,46	0,706	2,891	135,61	66.914,62	B
Rio Pelaes ou Fazenda	382,224	7.366,075	2,96	2,83	4.000	46,08	0,070	0,285	26,38	4.806,85	A
Rio Pereque	356,125	7.359,100	34,88	13,22	2.500	17,89	0,535	2,191	98,82	35.932,92	B
Rio Piaçaguera	358,181	7.360,583	15,31	7,38	2.500	21,53	0,184	0,754	55,12	99.658,70	C
Rio Quilombo	364,841	7.361,698	61,84	21,42	3.500	32,75	1,220	4,995	116,68	68.428,49	A
Rio Tia Maria	377,571	7.356,827	2,90	2,80	3.800	31,13	0,064	0,261	17,88	6.794,60	B
Rio Trindade	371,531	7.355,239	7,77	7,29	3.500	26,46	0,153	0,627	30,51	14.892,65	B
Rio 1	380,692	7.357,621	2,14	1,80	3.700	40,26	0,046	0,186	20,31	2.911,57	A
Rio 2	374,547	7.356,664	4,76	5,03	3.600	20,23	0,098	0,399	22,90	7.719,57	B
Rio 3	375,033	7.357,022	4,07	3,72	3.600	27,45	0,083	0,341	24,51	8.241,54	B
Rio 4	375,368	7.356,868	0,99	1,21	3.700	27,46	0,021	0,086	10,16	2.060,93	B
Rio 5	379,700	7.358,287	11,85	5,23	3.800	35,05	0,261	1,069	53,32	30.278,44	B
Rio 6	383,341	7.362,911	1,06	1,32	4.000	33,24	0,025	0,102	8,53	15.150,76	C
Rio 7	359,413	7.352,299	8,13	6,11	3.000	17,07	0,129	0,528	67,47	53.667,29	C
Rio 8	348,654	7.349,221	4,34	3,40	2.500	42,90	0,052	0,213	31,60	4.179,84	A
Rio 9	351,602	7.353,506	1,24	1,89	2.600	43,93	0,016	0,065	11,99	14.129,78	C
Rio 10	354,061	7.356,380	0,74	0,99	2.600	21,28	0,009	0,038	7,00	4.967,30	C
Rio 11	363,094	7.360,960	0,41	1,00	3.100	48,36	0,007	0,028	6,29	534,62	A

Tabela Hidrológica

Rio / Córrego	Coordenadas UTM (Km)		Área (km ²)	Compr. do curso (km)	Precipitação Média (mm/ano)	Decl. Média Bacia(%)	Vazão (m ³ /s)			Vazão Sólida (m ³ /ano)	Nível de Interferência
	E	N					Mínima	Média	Máxima		
Rio 12	363,536	7.361,084	1,53	2,58	3.100	31,77	0,025	0,104	13,60	1.466,60	A
Rio 13	364,584	7.361,610	1,59	2,62	3.100	52,45	0,026	0,108	14,27	2.200,69	A
Rio 14	364,797	7.361,725	0,69	1,49	3.200	32,48	0,012	0,049	6,45	693,86	A
Rio 15	362,953	7.358,473	0,77	1,04	3.200	38,33	0,013	0,054	7,45	1.768,91	B
Rio 16	363,108	7.355,889	0,52	1,01	3.200	57,60	0,009	0,037	5,14	795,89	A
Rio 17	362,202	7.356,815	0,48	0,69	3.200	50,85	0,008	0,034	4,85	670,36	A
Rio 18	365,245	7.358,263	1,12	1,41	3.300	34,29	0,021	0,084	10,59	13.631,26	C
Rio 19	365,318	7.358,240	0,90	1,44	3.300	52,42	0,016	0,067	8,47	14.819,33	C
Rio 20	365,469	7.357,375	0,38	0,69	3.400	29,81	0,007	0,029	3,67	4.263,64	C
Rio 21	366,112	7.357,999	0,58	1,47	3.400	24,63	0,011	0,045	5,29	506,45	A
Rio 22	365,940	7.355,938	0,21	0,77	3.400	24,99	0,004	0,016	2,11	2.071,92	C
Rio 23	368,704	7.357,461	5,50	4,09	3.400	25,13	0,104	0,426	31,51	4.873,36	A
Rio 24	368,889	7.356,854	1,10	2,07	3.500	19,98	0,022	0,088	10,04	849,27	A
Rio 25	369,217	7.354,925	0,61	1,36	3.500	44,60	0,012	0,049	6,28	1.712,71	B
Rio 26	371,931	7.347,910	1,05	1,36	3.500	17,76	0,021	0,084	11,14	8.321,74	C
Rio 27	348,894	7.349,662	0,50	0,72	2.600	48,58	0,006	0,026	5,57	548,65	A
Rio 28	351,264	7.355,296	0,31	0,58	2.600	46,50	0,004	0,016	3,56	666,68	B
Rio 29	357,555	7.359,963	0,72	0,99	2.800	38,56	0,010	0,042	7,03	8.030,33	C
Rio 30	357,759	7.360,332	0,43	0,68	2.800	73,88	0,006	0,025	4,35	691,72	A
Rio 31	357,192	7.358,926	0,17	0,51	2.800	47,48	0,002	0,009	1,73	197,54	A

Tabela Hidrológica

Rio / Córrego	Coordenadas UTM (Km)		Área (km ²)	Compr. do curso (km)	Precipitação Média (mm/ano)	Decl. Média Bacia(%)	Vazão (m ³ /s)			Vazão Sólida (m ³ /ano)	Nível de Interferência
	E	N					Mínima	Média	Máxima		
Rio 32	365,625	7.361,032	0,62	0,80	3.400	47,01	0,012	0,048	8,22	868,46	A
Rio 33	365,069	7.360,270	0,43	0,52	3.400	35,51	0,008	0,033	6,07	490,39	A
Rio 34	362,072	7.356,816	0,10	0,29	3.200	49,23	0,002	0,007	1,49	136,38	A
Rio 35	378,771	7.357,091	0,50	0,88	4.000	34,82	0,012	0,048	5,32	1.338,35	B
Rio 36	367,001	7.345,035	1,44	1,77	3.200	34,82	0,025	0,102	14,40	3.083,56	B
TOTAL			918,74		3.248,40		14,36	58,78	2.125,91	2.114.542,01	

8.1.5.4.6. Apresentação dos Parâmetros Hidrológicos

Os valores encontrados referentes às vazões mínimas, médias e máximas dos cursos d'água que contribuem para o estuário de Santos encontram-se na Tabela Hidrológica e na Tabela de Vazões Mensais.

Tais parâmetros foram encontrados por meio das metodologias apresentadas anteriormente, e pela utilização das cartas planialtimétricas da região de estudo.

Tabela de Vazões Mensais

Nome dos Rios	Vazões (m ³ /s)	Janeiro	Fevereiro	Março	Abril	Mai	Junho	Julho	Agosto	Setembro	Outubro	Novembro	Dezembro
Córrego Acarau de Baixo	Mínima	0,1615	0,1872	0,1854	0,1647	0,1560	0,1287	0,1106	0,1020	0,1022	0,1181	0,1406	0,1431
	Média	0,4122	0,4399	0,5050	0,4020	0,2839	0,2093	0,1739	0,1892	0,2184	0,3066	0,3354	0,3723
	Máxima	1,7204	1,8369	2,5655	1,9115	1,1207	0,6938	0,6044	0,8382	0,9059	1,1869	1,2908	1,7162
Córrego Acarau de Cima	Mínima	0,0400	0,0463	0,0459	0,0408	0,0386	0,0319	0,0274	0,0252	0,0253	0,0292	0,0348	0,0354
	Média	0,1020	0,1089	0,1250	0,0995	0,0703	0,0518	0,0431	0,0468	0,0541	0,0759	0,0830	0,0922
	Máxima	0,4259	0,4547	0,6351	0,4732	0,2774	0,1717	0,1496	0,2075	0,2242	0,2938	0,3195	0,4248
Córrego Caiubura	Mínima	0,0355	0,0412	0,0408	0,0362	0,0343	0,0283	0,0243	0,0224	0,0225	0,0260	0,0309	0,0315
	Média	0,0907	0,0968	0,1111	0,0885	0,0625	0,0461	0,0383	0,0416	0,0481	0,0675	0,0738	0,0819
	Máxima	0,3786	0,4042	0,5645	0,4206	0,2466	0,1527	0,1330	0,1844	0,1993	0,2612	0,2840	0,3776
Córrego da Mãe Maria	Mínima	0,0746	0,0864	0,0856	0,0760	0,0720	0,0594	0,0511	0,0471	0,0472	0,0545	0,0649	0,0661
	Média	0,1903	0,2031	0,2332	0,1856	0,1311	0,0966	0,0803	0,0873	0,1008	0,1415	0,1548	0,1719
	Máxima	0,7943	0,8481	1,1845	0,8825	0,5174	0,3203	0,2790	0,3870	0,4182	0,5480	0,5959	0,7923
Córrego das Neves	Mínima	0,0495	0,0574	0,0568	0,0505	0,0478	0,0394	0,0339	0,0313	0,0313	0,0362	0,0431	0,0438
	Média	0,1263	0,1348	0,1548	0,1232	0,0870	0,0642	0,0533	0,0580	0,0669	0,0940	0,1028	0,1141
	Máxima	0,5273	0,5630	0,7863	0,5858	0,3435	0,2126	0,1852	0,2569	0,2776	0,3638	0,3956	0,5260
Córrego Guaxinduva	Mínima	0,2279	0,2642	0,2616	0,2324	0,2201	0,1816	0,1561	0,1439	0,1443	0,1667	0,1985	0,2019
	Média	0,5818	0,6208	0,7128	0,5674	0,4008	0,2954	0,2455	0,2670	0,3083	0,4327	0,4734	0,5255
	Máxima	2,4282	2,5926	3,6209	2,6979	1,5818	0,9792	0,8530	1,1831	1,2785	1,6752	1,8218	2,4222
Córrego Canhabura	Mínima	0,1244	0,1442	0,1428	0,1268	0,1201	0,0991	0,0852	0,0785	0,0787	0,0909	0,1083	0,1102

Tabela de Vazões Mensais

Nome dos Rios	Vazões (m³/s)	Janeiro	Fevereiro	Março	Abril	Maior	Junho	Julho	Agosto	Setembro	Outubro	Novembro	Dezembro
	Média	0,3175	0,3388	0,3890	0,3096	0,2187	0,1612	0,1339	0,1457	0,1682	0,2361	0,2583	0,2868
	Máxima	1,3249	1,4147	1,9758	1,4721	0,8631	0,5343	0,4655	0,6455	0,6976	0,9141	0,9941	1,3217
Córrego Tapua	Mínima	0,0263	0,0305	0,0302	0,0268	0,0254	0,0210	0,0180	0,0166	0,0167	0,0193	0,0229	0,0233
	Média	0,0672	0,0717	0,0824	0,0656	0,0463	0,0341	0,0284	0,0308	0,0356	0,0500	0,0547	0,0607
	Máxima	0,2805	0,2995	0,4183	0,3117	0,1827	0,1131	0,0986	0,1367	0,1477	0,1935	0,2105	0,2798
Ribeirão Carambiu	Mínima	0,1807	0,2095	0,2074	0,1843	0,1745	0,1440	0,1238	0,1141	0,1144	0,1321	0,1574	0,1601
	Média	0,4613	0,4922	0,5652	0,4499	0,3178	0,2342	0,1946	0,2117	0,2444	0,3431	0,3753	0,4167
	Máxima	1,9252	2,0556	2,8709	2,1391	1,2541	0,7764	0,6764	0,9380	1,0137	1,3282	1,4445	1,9205
Ribeirão das Furnas	Mínima	0,1914	0,2218	0,2197	0,1951	0,1848	0,1525	0,1311	0,1209	0,1211	0,1399	0,1666	0,1695
	Média	0,4885	0,5213	0,5985	0,4765	0,3365	0,2481	0,2061	0,2242	0,2588	0,3633	0,3975	0,4412
	Máxima	2,0388	2,1769	3,0403	2,2652	1,3281	0,8222	0,7163	0,9933	1,0735	1,4066	1,5297	2,0338
Rio Agari	Mínima	0,2177	0,2523	0,2498	0,2219	0,2102	0,1734	0,1491	0,1375	0,1378	0,1591	0,1895	0,1928
	Média	0,5556	0,5928	0,6807	0,5419	0,3827	0,2821	0,2344	0,2549	0,2944	0,4132	0,4520	0,5018
	Máxima	2,3186	2,4757	3,4576	2,5762	1,5104	0,9350	0,8146	1,1297	1,2209	1,5996	1,7397	2,3130
Rio Boturoca	Mínima	2,7556	3,1940	3,1627	2,8094	2,6611	2,1959	1,8875	1,7402	1,7440	2,0147	2,3993	2,4411
	Média	7,0336	7,5056	8,6176	6,8600	4,8450	3,5716	2,9677	3,2277	3,7268	5,2307	5,7227	6,3532
	Máxima	29,3549	31,3431	43,7748	32,6155	19,1225	11,8375	10,3127	14,3024	15,4564	20,2518	22,0246	29,2831
Rio Cabuçu	Mínima	0,3309	0,3836	0,3798	0,3374	0,3196	0,2637	0,2267	0,2090	0,2094	0,2420	0,2881	0,2932
	Média	0,8447	0,9014	1,0349	0,8238	0,5818	0,4289	0,3564	0,3876	0,4476	0,6282	0,6873	0,7630
	Máxima	3,5253	3,7641	5,2570	3,9169	2,2965	1,4216	1,2385	1,7176	1,8562	2,4321	2,6450	3,5167
Rio Cacheta	Mínima	0,1059	0,1227	0,1215	0,1080	0,1023	0,0844	0,0725	0,0669	0,0670	0,0774	0,0922	0,0938

Tabela de Vazões Mensais

Nome dos Rios	Vazões (m³/s)	Janeiro	Fevereiro	Março	Abril	Maior	Junho	Julho	Agosto	Setembro	Outubro	Novembro	Dezembro
	Média	0,2703	0,2884	0,3311	0,2636	0,1862	0,1372	0,1140	0,1240	0,1432	0,2010	0,2199	0,2441
	Máxima	1,1280	1,2044	1,6820	1,2532	0,7348	0,4549	0,3963	0,5496	0,5939	0,7782	0,8463	1,1252
Rio Crumau	Mínima	0,3522	0,4083	0,4043	0,3591	0,3402	0,2807	0,2413	0,2224	0,2229	0,2575	0,3067	0,3120
	Média	0,8991	0,9594	1,1016	0,8769	0,6193	0,4566	0,3794	0,4126	0,4764	0,6686	0,7315	0,8121
	Máxima	3,7524	4,0066	5,5957	4,1692	2,4444	1,5132	1,3183	1,8283	1,9758	2,5888	2,8154	3,7432
Rio Cubatão	Mínima	3,8128	4,4193	4,3761	3,8872	3,6820	3,0384	2,6117	2,4078	2,4131	2,7877	3,3197	3,3776
	Média	9,7321	10,3851	11,9237	9,4919	6,7038	4,9419	4,1063	4,4660	5,1566	7,2374	7,9182	8,7906
	Máxima	40,6168	43,3679	60,5689	45,1284	26,4588	16,3789	14,2692	19,7895	21,3863	28,0214	30,4743	40,5175
Rio da Praia	Mínima	0,1168	0,1353	0,1340	0,1190	0,1128	0,0930	0,0800	0,0737	0,0739	0,0854	0,1017	0,1034
	Média	0,2980	0,3180	0,3651	0,2907	0,2053	0,1513	0,1257	0,1368	0,1579	0,2216	0,2425	0,2692
	Máxima	1,2438	1,3281	1,8548	1,3820	0,8103	0,5016	0,4370	0,6060	0,6549	0,8581	0,9332	1,2408
Rio dos Bagres	Mínima	0,2235	0,2590	0,2565	0,2279	0,2158	0,1781	0,1531	0,1411	0,1414	0,1634	0,1946	0,1980
	Média	0,5705	0,6087	0,6989	0,5564	0,3930	0,2897	0,2407	0,2618	0,3023	0,4242	0,4641	0,5153
	Máxima	2,3808	2,5421	3,5504	2,6453	1,5509	0,9601	0,8364	1,1600	1,2536	1,6425	1,7863	2,3750
Rio Itapanhau	Mínima	6,2733	7,2713	7,2002	6,3958	6,0581	4,9992	4,2971	3,9617	3,9704	4,5867	5,4621	5,5573
	Média	16,0126	17,0870	19,6186	15,6174	11,0300	8,1311	6,7562	7,3481	8,4844	11,9081	13,0281	14,4635
	Máxima	66,8286	71,3549	99,6566	74,2516	43,5338	26,9489	23,4777	32,5604	35,1877	46,1047	50,1406	66,6651
Rio Itatinga	Mínima	6,1553	7,1345	7,0647	6,2755	5,9441	4,9051	4,2163	3,8872	3,8957	4,5004	5,3593	5,4527
	Média	15,7113	16,7655	19,2494	15,3235	10,8224	7,9781	6,6291	7,2098	8,3248	11,6840	12,7830	14,1914
	Máxima	65,5711	70,0123	97,7814	72,8545	42,7147	26,4418	23,0359	31,9478	34,5256	45,2372	49,1972	65,4107
Rio Jaguareguava	Mínima	1,4478	1,6781	1,6617	1,4761	1,3982	1,1538	0,9917	0,9143	0,9163	1,0586	1,2606	1,2826

Tabela de Vazões Mensais

Nome dos Rios	Vazões (m³/s)	Janeiro	Fevereiro	Março	Abril	Maior	Junho	Julho	Agosto	Setembro	Outubro	Novembro	Dezembro
	Média	3,6955	3,9435	4,5278	3,6043	2,5456	1,8766	1,5593	1,6959	1,9581	2,7483	3,0068	3,3380
	Máxima	15,4234	16,4681	22,9998	17,1366	10,0472	6,2196	5,4184	7,5146	8,1210	10,6405	11,5720	15,3857
Rio Jurubatuba	Mínima	2,2063	2,5573	2,5323	2,2494	2,1306	1,7582	1,5113	1,3933	1,3964	1,6131	1,9210	1,9545
	Média	5,6316	6,0095	6,8998	5,4926	3,8792	2,8597	2,3762	2,5843	2,9840	4,1881	4,5820	5,0868
	Máxima	23,5035	25,0954	35,0491	26,1142	15,3108	9,4779	8,2571	11,4515	12,3755	16,2150	17,6344	23,4460
Rio Mogi	Mínima	1,6928	1,9621	1,9429	1,7258	1,6347	1,3490	1,1595	1,0690	1,0713	1,2377	1,4739	1,4996
	Média	4,3208	4,6107	5,2938	4,2141	2,9763	2,1941	1,8231	1,9828	2,2894	3,2132	3,5155	3,9028
	Máxima	18,0327	19,2541	26,8909	20,0357	11,7470	7,2718	6,3351	8,7860	9,4949	12,4407	13,5297	17,9886
Rio Pelaes ou Fazenda	Mínima	0,1503	0,1742	0,1725	0,1532	0,1451	0,1197	0,1029	0,0949	0,0951	0,1099	0,1308	0,1331
	Média	0,3835	0,4093	0,4699	0,3741	0,2642	0,1948	0,1618	0,1760	0,2032	0,2852	0,3121	0,3464
	Máxima	1,6007	1,7092	2,3871	1,7786	1,0428	0,6455	0,5624	0,7799	0,8429	1,1043	1,2010	1,5968
Rio Pereque	Mínima	1,1067	1,2827	1,2702	1,1283	1,0687	0,8819	0,7581	0,6989	0,7004	0,8091	0,9636	0,9804
	Média	2,8248	3,0143	3,4609	2,7551	1,9458	1,4344	1,1919	1,2963	1,4967	2,1007	2,2983	2,5515
	Máxima	11,7893	12,5878	17,5805	13,0988	7,6798	4,7541	4,1417	5,7440	6,2075	8,1334	8,8453	11,7604
Rio Piaçaguera	Mínima	0,4858	0,5630	0,5575	0,4952	0,4691	0,3871	0,3327	0,3068	0,3074	0,3552	0,4229	0,4303
	Média	1,2399	1,3231	1,5191	1,2093	0,8541	0,6296	0,5232	0,5690	0,6570	0,9221	1,0088	1,1199
	Máxima	5,1747	5,5252	7,7167	5,7495	3,3709	2,0867	1,8179	2,5212	2,7247	3,5700	3,8825	5,1621
Rio Quilombo	Mínima	2,7469	3,1839	3,1527	2,8005	2,6527	2,1890	1,8816	1,7347	1,7385	2,0084	2,3917	2,4334
	Média	7,0114	7,4819	8,5904	6,8384	4,8297	3,5604	2,9584	3,2175	3,7151	5,2142	5,7046	6,3332
	Máxima	29,2623	31,2443	43,6367	32,5126	19,0622	11,8002	10,2802	14,2573	15,4077	20,1879	21,9551	29,1907
Rio Tia Maria	Mínima	0,1399	0,1621	0,1605	0,1426	0,1351	0,1115	0,0958	0,0883	0,0885	0,1023	0,1218	0,1239

Tabela de Vazões Mensais

Nome dos Rios	Vazões (m ³ /s)	Janeiro	Fevereiro	Março	Abril	Maiο	Junho	Julho	Agosto	Setembro	Outubro	Novembro	Dezembro
	Média	0,3570	0,3809	0,4374	0,3482	0,2459	0,1813	0,1506	0,1638	0,1892	0,2655	0,2905	0,3225
	Máxima	1,4899	1,5908	2,2218	1,6554	0,9705	0,6008	0,5234	0,7259	0,7845	1,0279	1,1178	1,4862
Rio Trindade	Mínima	0,3451	0,4000	0,3961	0,3519	0,3333	0,2750	0,2364	0,2180	0,2184	0,2523	0,3005	0,3057
	Média	0,8810	0,9401	1,0794	0,8592	0,6068	0,4473	0,3717	0,4043	0,4668	0,6551	0,7168	0,7957
	Máxima	3,6767	3,9257	5,4828	4,0851	2,3951	1,4827	1,2917	1,7914	1,9359	2,5365	2,7586	3,6677
Rio 1	Mínima	0,1005	0,1165	0,1153	0,1025	0,0970	0,0801	0,0688	0,0635	0,0636	0,0735	0,0875	0,0890
	Média	0,2565	0,2737	0,3143	0,2502	0,1767	0,1302	0,1082	0,1177	0,1359	0,1908	0,2087	0,2317
	Máxima	1,0705	1,1430	1,5964	1,1894	0,6974	0,4317	0,3761	0,5216	0,5637	0,7385	0,8032	1,0679
Rio 2	Mínima	0,2175	0,2521	0,2496	0,2217	0,2100	0,1733	0,1490	0,1373	0,1376	0,1590	0,1894	0,1927
	Média	0,5551	0,5924	0,6801	0,5414	0,3824	0,2819	0,2342	0,2547	0,2941	0,4128	0,4516	0,5014
	Máxima	2,3168	2,4737	3,4548	2,5741	1,5092	0,9342	0,8139	1,1288	1,2199	1,5983	1,7382	2,3111
Rio 3	Mínima	0,1860	0,2155	0,2134	0,1896	0,1796	0,1482	0,1274	0,1174	0,1177	0,1360	0,1619	0,1647
	Média	0,4746	0,5065	0,5815	0,4629	0,3269	0,2410	0,2003	0,2178	0,2515	0,3530	0,3862	0,4287
	Máxima	1,9809	2,1151	2,9540	2,2010	1,2904	0,7988	0,6959	0,9652	1,0430	1,3666	1,4863	1,9761
Rio 4	Mínima	0,0465	0,0539	0,0534	0,0474	0,0449	0,0370	0,0318	0,0294	0,0294	0,0340	0,0405	0,0412
	Média	0,1187	0,1266	0,1454	0,1157	0,0817	0,0603	0,0501	0,0545	0,0629	0,0882	0,0965	0,1072
	Máxima	0,4952	0,5288	0,7385	0,5502	0,3226	0,1997	0,1740	0,2413	0,2608	0,3417	0,3716	0,4940
Rio 5	Mínima	0,5715	0,6624	0,6559	0,5826	0,5519	0,4554	0,3915	0,3609	0,3617	0,4178	0,4976	0,5063
	Média	1,4587	1,5566	1,7872	1,4227	1,0048	0,7407	0,6155	0,6694	0,7729	1,0848	1,1868	1,3176
	Máxima	6,0880	6,5003	9,0786	6,7642	3,9659	2,4550	2,1388	2,9662	3,2055	4,2001	4,5677	6,0731
Rio 6	Mínima	0,0538	0,0624	0,0618	0,0549	0,0520	0,0429	0,0369	0,0340	0,0341	0,0393	0,0469	0,0477

Tabela de Vazões Mensais

Nome dos Rios	Vazões (m ³ /s)	Janeiro	Fevereiro	Março	Abril	Mai	Junho	Julho	Agosto	Setembro	Outubro	Novembro	Dezembro
	Média	0,1374	0,1466	0,1683	0,1340	0,0946	0,0697	0,0580	0,0630	0,0728	0,1021	0,1118	0,1241
	Máxima	0,5732	0,6121	0,8548	0,6369	0,3734	0,2312	0,2014	0,2793	0,3018	0,3955	0,4301	0,5718
Rio 7	Mínima	0,3095	0,3588	0,3553	0,3156	0,2989	0,2467	0,2120	0,1955	0,1959	0,2263	0,2695	0,2742
	Média	0,7901	0,8431	0,9680	0,7706	0,5442	0,4012	0,3334	0,3626	0,4186	0,5876	0,6428	0,7137
	Máxima	3,2975	3,5208	4,9173	3,6638	2,1481	1,3297	1,1584	1,6066	1,7362	2,2749	2,4741	3,2894
Rio 8	Mínima	0,1377	0,1596	0,1580	0,1404	0,1330	0,1097	0,0943	0,0870	0,0872	0,1007	0,1199	0,1220
	Média	0,3515	0,3751	0,4306	0,3428	0,2421	0,1785	0,1483	0,1613	0,1862	0,2614	0,2860	0,3175
	Máxima	1,4669	1,5663	2,1875	1,6298	0,9556	0,5915	0,5153	0,7147	0,7724	1,0120	1,1006	1,4633
Rio 9	Mínima	0,0409	0,0474	0,0470	0,0417	0,0395	0,0326	0,0280	0,0258	0,0259	0,0299	0,0356	0,0362
	Média	0,1044	0,1114	0,1280	0,1019	0,0719	0,0530	0,0441	0,0479	0,0553	0,0777	0,0850	0,0943
	Máxima	0,4359	0,4654	0,6500	0,4843	0,2839	0,1758	0,1531	0,2124	0,2295	0,3007	0,3270	0,4348
Rio 10	Mínima	0,0244	0,0283	0,0280	0,0249	0,0236	0,0195	0,0167	0,0154	0,0155	0,0179	0,0213	0,0216
	Média	0,0623	0,0665	0,0764	0,0608	0,0429	0,0316	0,0263	0,0286	0,0330	0,0464	0,0507	0,0563
	Máxima	0,2601	0,2777	0,3879	0,2890	0,1694	0,1049	0,0914	0,1267	0,1370	0,1795	0,1952	0,2595
Rio 11	Mínima	0,0161	0,0187	0,0185	0,0164	0,0156	0,0129	0,0110	0,0102	0,0102	0,0118	0,0140	0,0143
	Média	0,0412	0,0439	0,0504	0,0402	0,0284	0,0209	0,0174	0,0189	0,0218	0,0306	0,0335	0,0372
	Máxima	0,1718	0,1835	0,2562	0,1909	0,1119	0,0693	0,0604	0,0837	0,0905	0,1185	0,1289	0,1714
Rio 12	Mínima	0,0602	0,0698	0,0691	0,0614	0,0581	0,0480	0,0412	0,0380	0,0381	0,0440	0,0524	0,0533
	Média	0,1536	0,1640	0,1882	0,1499	0,1058	0,0780	0,0648	0,0705	0,0814	0,1143	0,1250	0,1388
	Máxima	0,6412	0,6847	0,9562	0,7125	0,4177	0,2586	0,2253	0,3124	0,3376	0,4424	0,4811	0,6397
Rio 13	Mínima	0,0626	0,0725	0,0718	0,0638	0,0604	0,0499	0,0428	0,0395	0,0396	0,0457	0,0545	0,0554

Tabela de Vazões Mensais

Nome dos Rios	Vazões (m³/s)	Janeiro	Fevereiro	Março	Abril	Maiο	Junho	Julho	Agosto	Setembro	Outubro	Novembro	Dezembro
	Média	0,1597	0,1704	0,1956	0,1557	0,1100	0,0811	0,0674	0,0733	0,0846	0,1187	0,1299	0,1442
	Máxima	0,6664	0,7115	0,9937	0,7404	0,4341	0,2687	0,2341	0,3247	0,3509	0,4597	0,5000	0,6648
Rio 14	Mínima	0,0280	0,0325	0,0322	0,0286	0,0271	0,0223	0,0192	0,0177	0,0177	0,0205	0,0244	0,0248
	Média	0,0715	0,0763	0,0876	0,0698	0,0493	0,0363	0,0302	0,0328	0,0379	0,0532	0,0582	0,0646
	Máxima	0,2985	0,3187	0,4452	0,3317	0,1945	0,1204	0,1049	0,1454	0,1572	0,2059	0,2240	0,2978
Rio 15	Mínima	0,0313	0,0362	0,0359	0,0319	0,0302	0,0249	0,0214	0,0197	0,0198	0,0229	0,0272	0,0277
	Média	0,0798	0,0852	0,0978	0,0778	0,0550	0,0405	0,0337	0,0366	0,0423	0,0594	0,0649	0,0721
	Máxima	0,3331	0,3557	0,4968	0,3701	0,2170	0,1343	0,1170	0,1623	0,1754	0,2298	0,2499	0,3323
Rio 16	Mínima	0,0211	0,0245	0,0242	0,0215	0,0204	0,0168	0,0145	0,0133	0,0134	0,0154	0,0184	0,0187
	Média	0,0539	0,0575	0,0660	0,0526	0,0371	0,0274	0,0227	0,0247	0,0286	0,0401	0,0439	0,0487
	Máxima	0,2250	0,2402	0,3355	0,2500	0,1466	0,0907	0,0790	0,1096	0,1185	0,1552	0,1688	0,2244
Rio 17	Mínima	0,0195	0,0226	0,0224	0,0199	0,0188	0,0155	0,0134	0,0123	0,0123	0,0143	0,0170	0,0173
	Média	0,0498	0,0531	0,0610	0,0485	0,0343	0,0253	0,0210	0,0228	0,0264	0,0370	0,0405	0,0449
	Máxima	0,2077	0,2217	0,3097	0,2307	0,1353	0,0837	0,0730	0,1012	0,1093	0,1433	0,1558	0,2072
Rio 18	Mínima	0,0469	0,0544	0,0538	0,0478	0,0453	0,0374	0,0321	0,0296	0,0297	0,0343	0,0408	0,0416
	Média	0,1197	0,1278	0,1467	0,1168	0,0825	0,0608	0,0505	0,0549	0,0634	0,0890	0,0974	0,1081
	Máxima	0,4997	0,5335	0,7452	0,5552	0,3255	0,2015	0,1755	0,2435	0,2631	0,3447	0,3749	0,4985
Rio 19	Mínima	0,0377	0,0437	0,0433	0,0384	0,0364	0,0300	0,0258	0,0238	0,0239	0,0276	0,0328	0,0334
	Média	0,0962	0,1027	0,1179	0,0938	0,0663	0,0489	0,0406	0,0442	0,0510	0,0715	0,0783	0,0869
	Máxima	0,4015	0,4287	0,5988	0,4461	0,2616	0,1619	0,1411	0,1956	0,2114	0,2770	0,3013	0,4006
Rio 20	Mínima	0,0164	0,0190	0,0188	0,0167	0,0158	0,0131	0,0112	0,0104	0,0104	0,0120	0,0143	0,0145

Tabela de Vazões Mensais

Nome dos Rios	Vazões (m³/s)	Janeiro	Fevereiro	Março	Abril	Mai	Junho	Julho	Agosto	Setembro	Outubro	Novembro	Dezembro
	Média	0,0419	0,0447	0,0513	0,0408	0,0288	0,0213	0,0177	0,0192	0,0222	0,0311	0,0341	0,0378
	Máxima	0,1747	0,1865	0,2605	0,1941	0,1138	0,0704	0,0614	0,0851	0,0920	0,1205	0,1311	0,1742
Rio 21	Mínima	0,0250	0,0290	0,0287	0,0255	0,0242	0,0199	0,0171	0,0158	0,0158	0,0183	0,0218	0,0222
	Média	0,0639	0,0682	0,0783	0,0623	0,0440	0,0324	0,0270	0,0293	0,0338	0,0475	0,0520	0,0577
	Máxima	0,2666	0,2847	0,3976	0,2962	0,1737	0,1075	0,0937	0,1299	0,1404	0,1839	0,2000	0,2660
Rio 22	Mínima	0,0091	0,0105	0,0104	0,0092	0,0088	0,0072	0,0062	0,0057	0,0057	0,0066	0,0079	0,0080
	Média	0,0231	0,0247	0,0283	0,0226	0,0159	0,0117	0,0098	0,0106	0,0123	0,0172	0,0188	0,0209
	Máxima	0,0965	0,1031	0,1440	0,1073	0,0629	0,0389	0,0339	0,0470	0,0508	0,0666	0,0724	0,0963
Rio 23	Mínima	0,2373	0,2751	0,2724	0,2420	0,2292	0,1891	0,1626	0,1499	0,1502	0,1735	0,2066	0,2102
	Média	0,6058	0,6464	0,7422	0,5908	0,4173	0,3076	0,2556	0,2780	0,3210	0,4505	0,4929	0,5472
	Máxima	2,5282	2,6994	3,7701	2,8090	1,6469	1,0195	0,8882	1,2318	1,3312	1,7442	1,8969	2,5220
Rio 24	Mínima	0,0489	0,0566	0,0561	0,0498	0,0472	0,0389	0,0335	0,0309	0,0309	0,0357	0,0425	0,0433
	Média	0,1247	0,1331	0,1528	0,1216	0,0859	0,0633	0,0526	0,0572	0,0661	0,0927	0,1015	0,1127
	Máxima	0,5205	0,5558	0,7762	0,5783	0,3391	0,2099	0,1829	0,2536	0,2741	0,3591	0,3905	0,5192
Rio 25	Mínima	0,0271	0,0314	0,0311	0,0276	0,0262	0,0216	0,0186	0,0171	0,0171	0,0198	0,0236	0,0240
	Média	0,0692	0,0738	0,0847	0,0675	0,0476	0,0351	0,0292	0,0317	0,0366	0,0514	0,0563	0,0625
	Máxima	0,2886	0,3082	0,4304	0,3207	0,1880	0,1164	0,1014	0,1406	0,1520	0,1991	0,2166	0,2879
Rio 26	Mínima	0,0466	0,0541	0,0535	0,0476	0,0450	0,0372	0,0319	0,0295	0,0295	0,0341	0,0406	0,0413
	Média	0,1190	0,1270	0,1459	0,1161	0,0820	0,0605	0,0502	0,0546	0,0631	0,0885	0,0969	0,1075
	Máxima	0,4969	0,5305	0,7409	0,5520	0,3237	0,2004	0,1746	0,2421	0,2616	0,3428	0,3728	0,4956
Rio 27	Mínima	0,0165	0,0191	0,0189	0,0168	0,0159	0,0131	0,0113	0,0104	0,0104	0,0121	0,0144	0,0146

Tabela de Vazões Mensais

Nome dos Rios	Vazões (m ³ /s)	Janeiro	Fevereiro	Março	Abril	Maiο	Junho	Julho	Agosto	Setembro	Outubro	Novembro	Dezembro
	Média	0,0421	0,0449	0,0516	0,0411	0,0290	0,0214	0,0178	0,0193	0,0223	0,0313	0,0343	0,0380
	Máxima	0,1758	0,1877	0,2621	0,1953	0,1145	0,0709	0,0617	0,0856	0,0925	0,1213	0,1319	0,1753
Rio 28	Mínima	0,0102	0,0119	0,0117	0,0104	0,0099	0,0082	0,0070	0,0065	0,0065	0,0075	0,0089	0,0091
	Média	0,0261	0,0279	0,0320	0,0255	0,0180	0,0133	0,0110	0,0120	0,0138	0,0194	0,0212	0,0236
	Máxima	0,1090	0,1164	0,1625	0,1211	0,0710	0,0439	0,0383	0,0531	0,0574	0,0752	0,0818	0,1087
Rio 29	Mínima	0,0256	0,0297	0,0294	0,0261	0,0247	0,0204	0,0175	0,0162	0,0162	0,0187	0,0223	0,0227
	Média	0,0653	0,0697	0,0800	0,0637	0,0450	0,0332	0,0276	0,0300	0,0346	0,0486	0,0531	0,0590
	Máxima	0,2726	0,2910	0,4064	0,3028	0,1776	0,1099	0,0958	0,1328	0,1435	0,1880	0,2045	0,2719
Rio 30	Mínima	0,0153	0,0177	0,0175	0,0156	0,0148	0,0122	0,0105	0,0096	0,0097	0,0112	0,0133	0,0135
	Média	0,0390	0,0416	0,0478	0,0380	0,0269	0,0198	0,0165	0,0179	0,0207	0,0290	0,0317	0,0352
	Máxima	0,1628	0,1738	0,2427	0,1809	0,1060	0,0656	0,0572	0,0793	0,0857	0,1123	0,1221	0,1624
Rio 31	Mínima	0,0060	0,0070	0,0069	0,0062	0,0058	0,0048	0,0041	0,0038	0,0038	0,0044	0,0053	0,0054
	Média	0,0154	0,0165	0,0189	0,0150	0,0106	0,0078	0,0065	0,0071	0,0082	0,0115	0,0125	0,0139
	Máxima	0,0644	0,0687	0,0960	0,0715	0,0419	0,0260	0,0226	0,0314	0,0339	0,0444	0,0483	0,0642
Rio 32	Mínima	0,0268	0,0310	0,0307	0,0273	0,0258	0,0213	0,0183	0,0169	0,0169	0,0196	0,0233	0,0237
	Média	0,0683	0,0729	0,0837	0,0666	0,0470	0,0347	0,0288	0,0313	0,0362	0,0508	0,0556	0,0617
	Máxima	0,2850	0,3043	0,4250	0,3167	0,1857	0,1149	0,1001	0,1389	0,1501	0,1966	0,2138	0,2843
Rio 33	Mínima	0,0186	0,0215	0,0213	0,0189	0,0179	0,0148	0,0127	0,0117	0,0117	0,0136	0,0162	0,0164
	Média	0,0474	0,0505	0,0580	0,0462	0,0326	0,0240	0,0200	0,0217	0,0251	0,0352	0,0385	0,0428
	Máxima	0,1977	0,2110	0,2948	0,2196	0,1288	0,0797	0,0694	0,0963	0,1041	0,1364	0,1483	0,1972
Rio 34	Mínima	0,0041	0,0047	0,0047	0,0041	0,0039	0,0032	0,0028	0,0026	0,0026	0,0030	0,0035	0,0036

Tabela de Vazões Mensais

Nome dos Rios	Vazões (m ³ /s)	Janeiro	Fevereiro	Março	Abril	Mai	Junho	Julho	Agosto	Setembro	Outubro	Novembro	Dezembro
	Média	0,0104	0,0111	0,0127	0,0101	0,0071	0,0053	0,0044	0,0048	0,0055	0,0077	0,0084	0,0094
	Máxima	0,0433	0,0462	0,0645	0,0481	0,0282	0,0174	0,0152	0,0211	0,0228	0,0298	0,0325	0,0432
Rio 35	Mínima	0,0254	0,0294	0,0291	0,0259	0,0245	0,0202	0,0174	0,0160	0,0161	0,0186	0,0221	0,0225
	Média	0,0648	0,0691	0,0794	0,0632	0,0446	0,0329	0,0273	0,0297	0,0343	0,0482	0,0527	0,0585
	Máxima	0,2704	0,2887	0,4032	0,3004	0,1761	0,1090	0,0950	0,1317	0,1424	0,1865	0,2029	0,2697
Rio 36	Mínima	0,0585	0,0678	0,0671	0,0596	0,0565	0,0466	0,0401	0,0369	0,0370	0,0428	0,0509	0,0518
	Média	0,1493	0,1593	0,1829	0,1456	0,1028	0,0758	0,0630	0,0685	0,0791	0,1110	0,1215	0,1348
	Máxima	0,6230	0,6652	0,9290	0,6922	0,4058	0,2512	0,2189	0,3035	0,3280	0,4298	0,4674	0,6215

8.1.5.5. Atividades com Usos de Recursos Hídricos e Estruturas Hidráulicas existentes

8.1.5.5.1. Áreas sob Riscos de Inundação

Em grande parte da Baixada Santista, o sistema de drenagem é composto por pequenas galerias com curtas extensões, destinadas a conduzir a contribuição inicial de determinada sub-bacia até os canais a céu aberto. Estes são em grande quantidade, pois, com declividades baixas, são as seções hidráulicas mais adequadas ao regime de escoamento destas áreas, além da facilidade de manutenção e da constante convivência com os efeitos da maré, próximos ao lançamento (PRIMAC, 2002).

As principais causas de alagamentos e inundações observadas nas áreas são:

- Ausência ou insuficiência de microdrenagem com ou sem urbanização no sistema viário;
- Ausência de revestimento e/ou seção hidráulica inadequada em canais receptores de microdrenagem;
- Assoreamento ou obstrução da seção hidráulica seja ela natural ou artificial;
- Ocupações ou urbanizações irregulares e/ou inadequadas;
- Ausência ou insuficiência em sistemas de controle dos efeitos da maré.

De acordo com o Relatório do PRIMAC, as áreas com ausência ou insuficiência de microdrenagem, necessitam ser dotadas de captações e galerias, de forma a suprir as deficiências encontradas nas regiões.

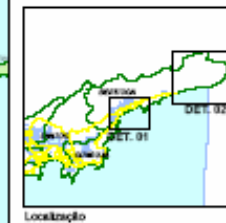
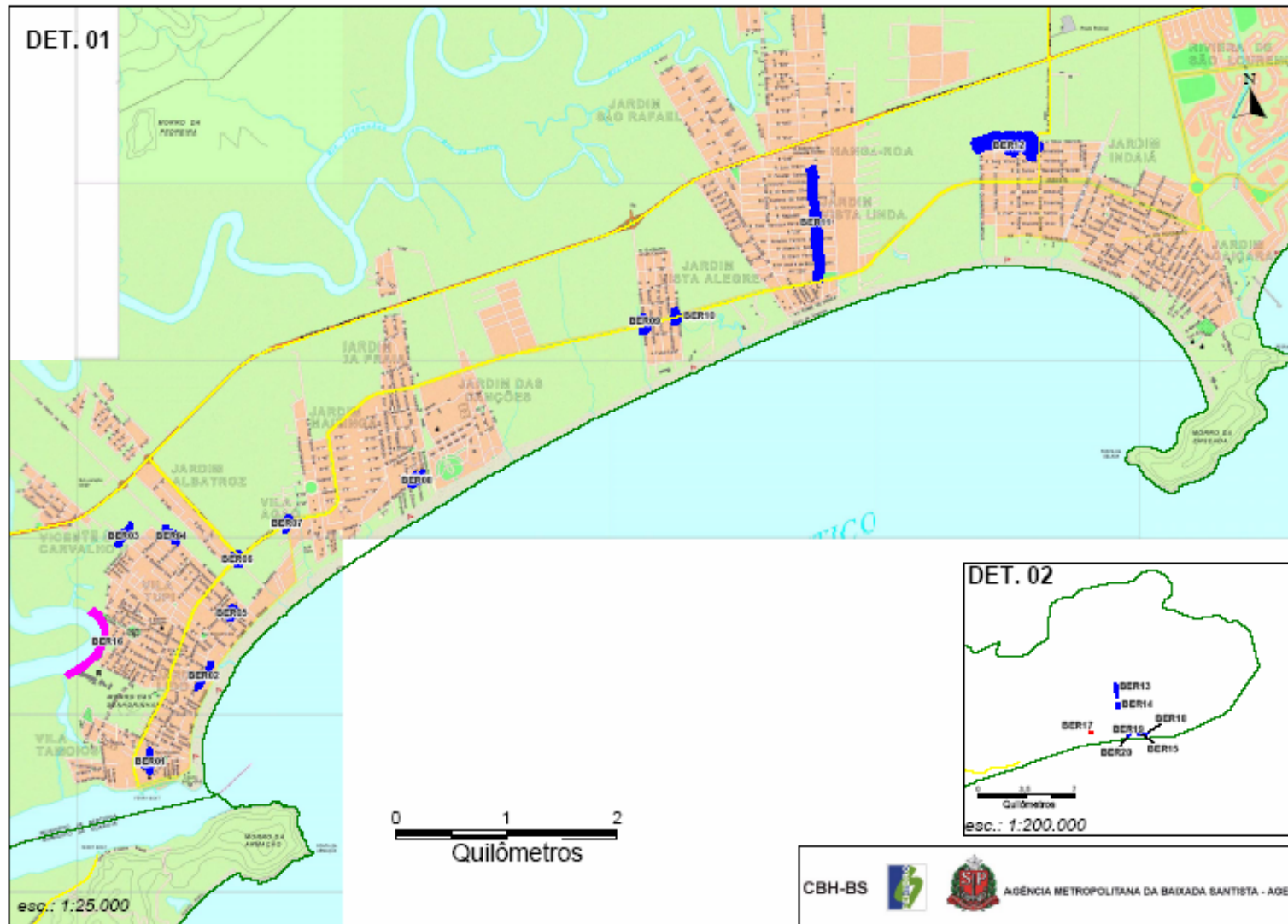
Os canais receptores de microdrenagem apresentam situações diversas de assoreamento e obstrução. Nestes casos, é necessário como proposta de mitigação, uma completa limpeza com desassoreamento e desobstrução dos canais.

O Relatório do PRIMAC também analisou as áreas invadidas por urbanização irregular, caracterizando-se por ocupações irregulares, as quais deverão ser desocupadas e, na seqüência, deverá haver uma completa limpeza e readequação dos elementos de drenagem necessários.

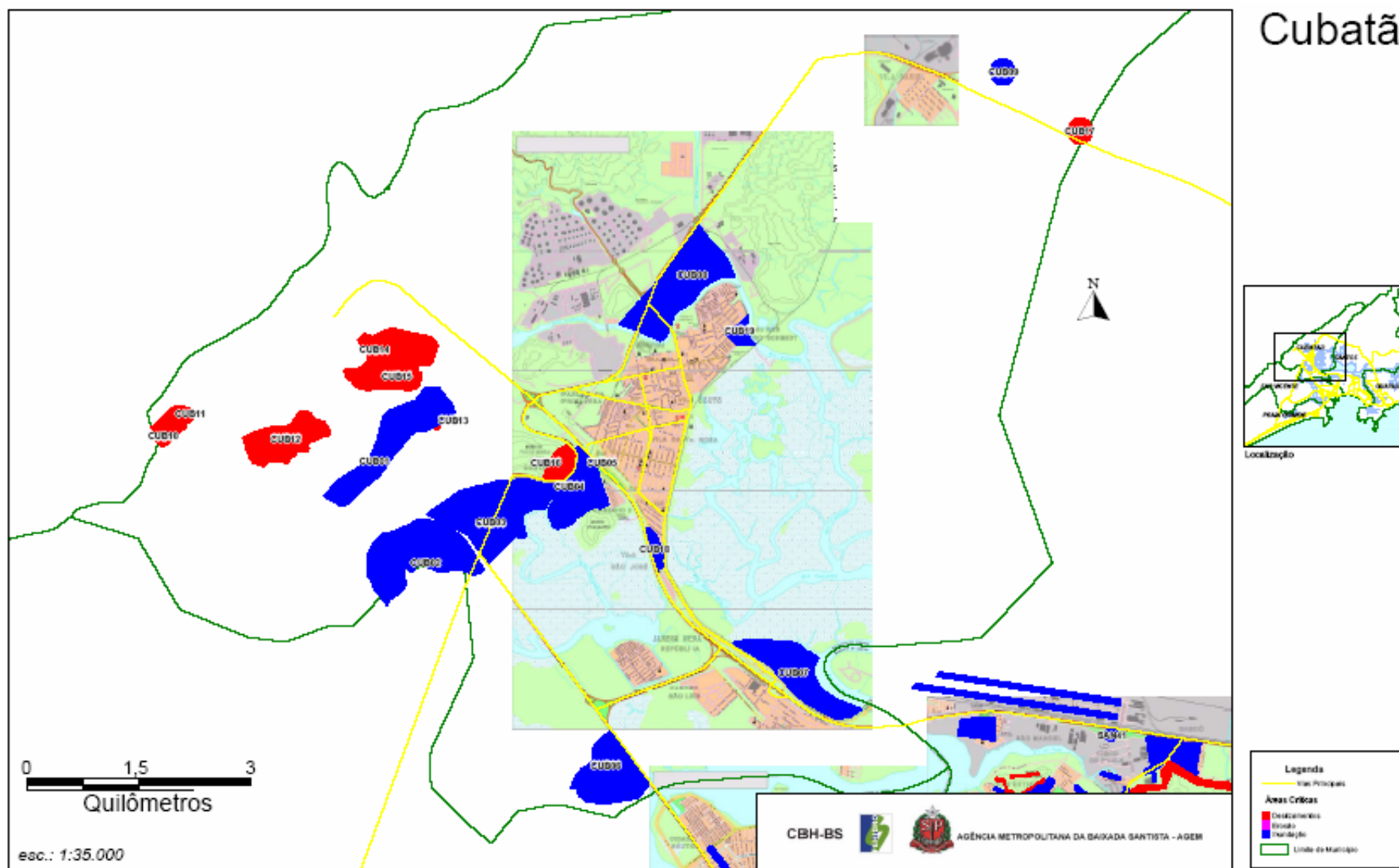
Já nas áreas afetadas pelos efeitos da maré o Relatório do Primac indica que deverá haver uma reformulação em sistemas de comportas existentes e, nos locais desprovidos destes sistemas, deverá haver a implantação de comportas novas com intervenção em todo o sistema de drenagem que converge para estas comportas.

As áreas sujeitas a inundações na Região Metropolitana da Baixada Santista encontram-se nas 9 (nove) Figuras das Áreas Inundáveis, apresentadas a seguir, elaboradas pelo Comitê de Bacias Hidrográficas – Baixada Santista, o qual caracteriza as áreas de acordo com cada município da Baixada Santista.

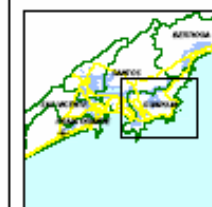
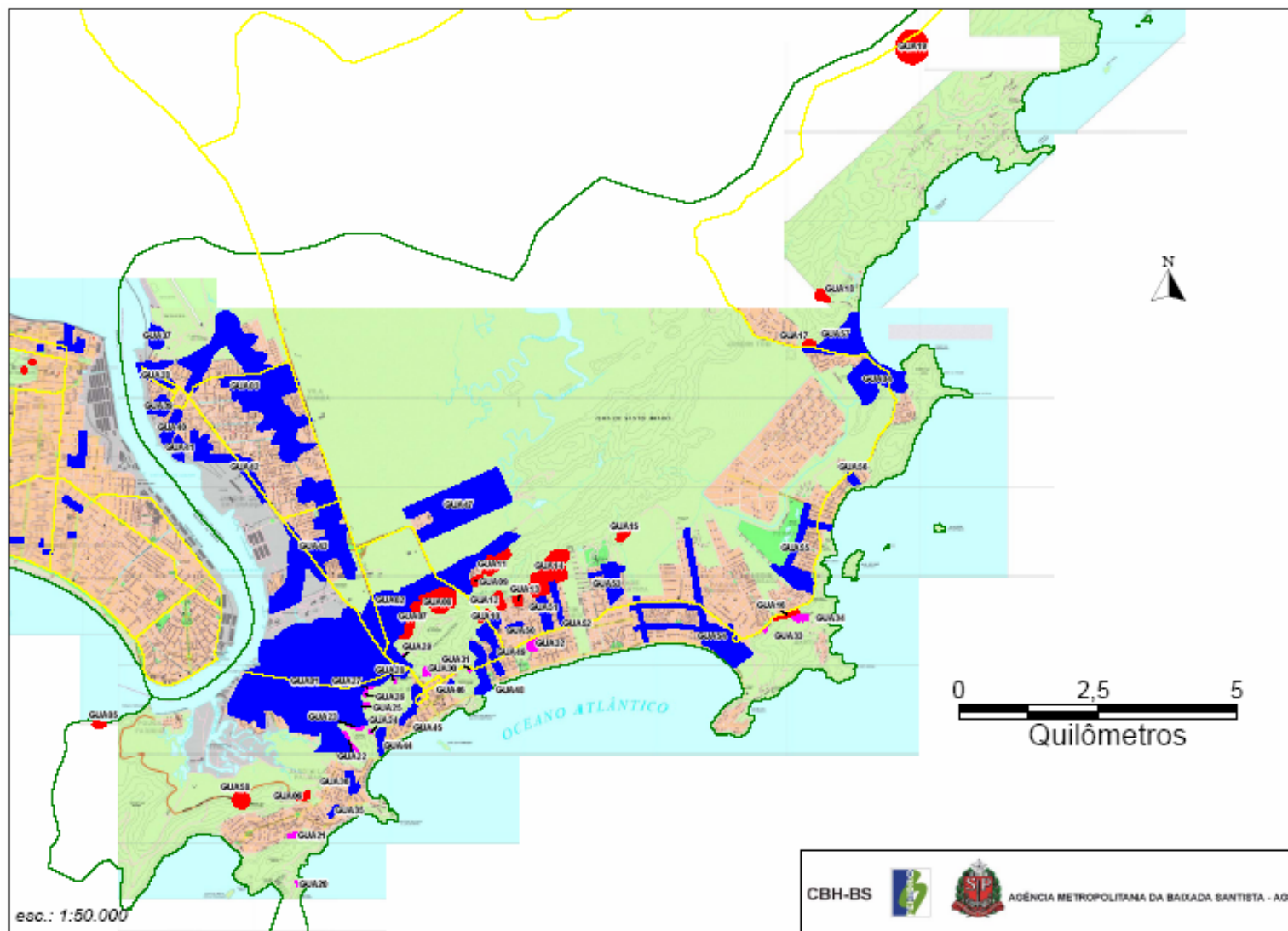
Bertioga



Cubatão



Guarujá



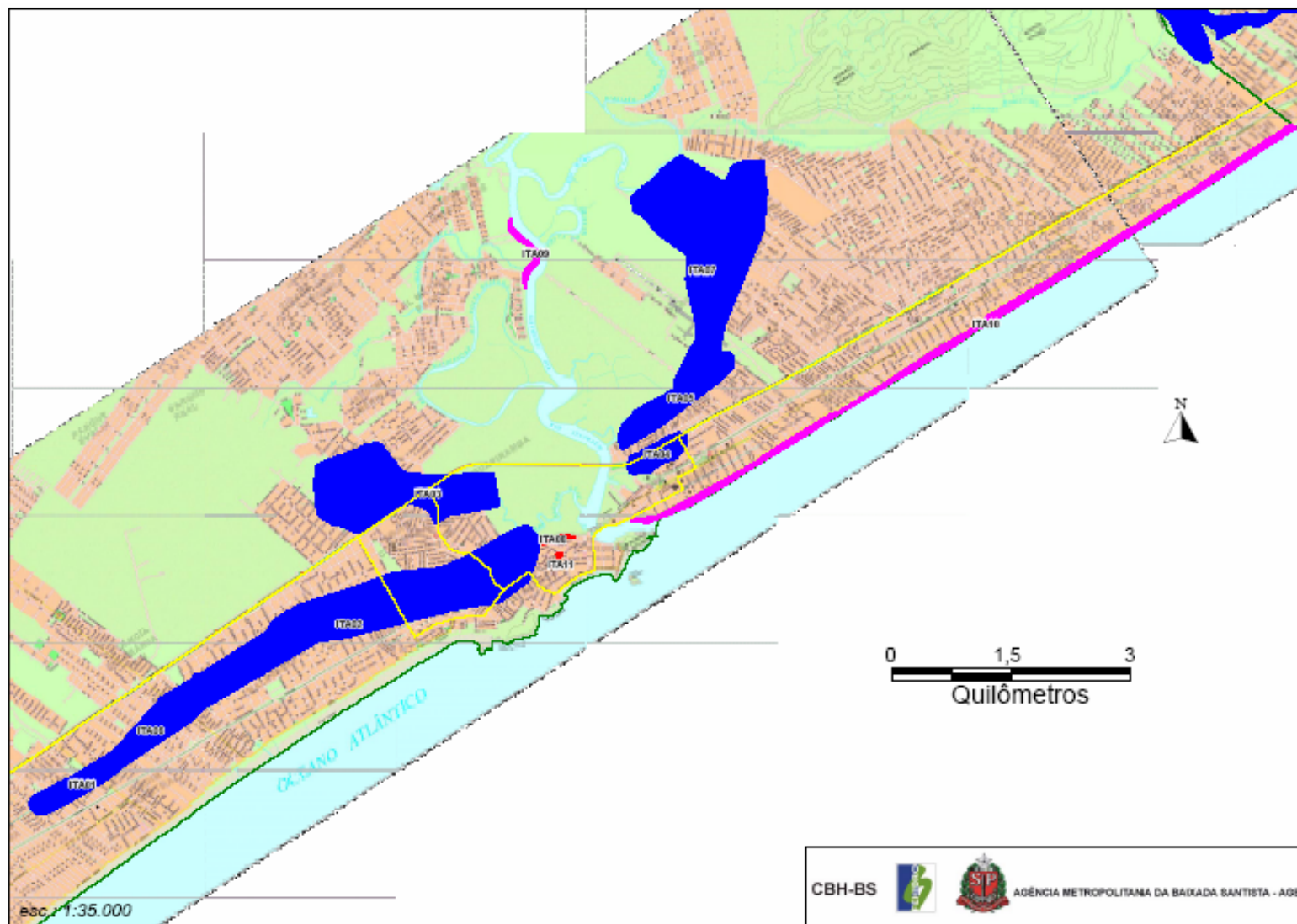
Localização

Legenda

- Ruas Principais
- Áreas Críticas
 - Derramamentos
 - Erosão
 - Inundação
- Limite do Município

CBH-BS  
 AGÊNCIA METROPOLITANA DA BAIXADA SANTISTA - AGEN

Itanhaém

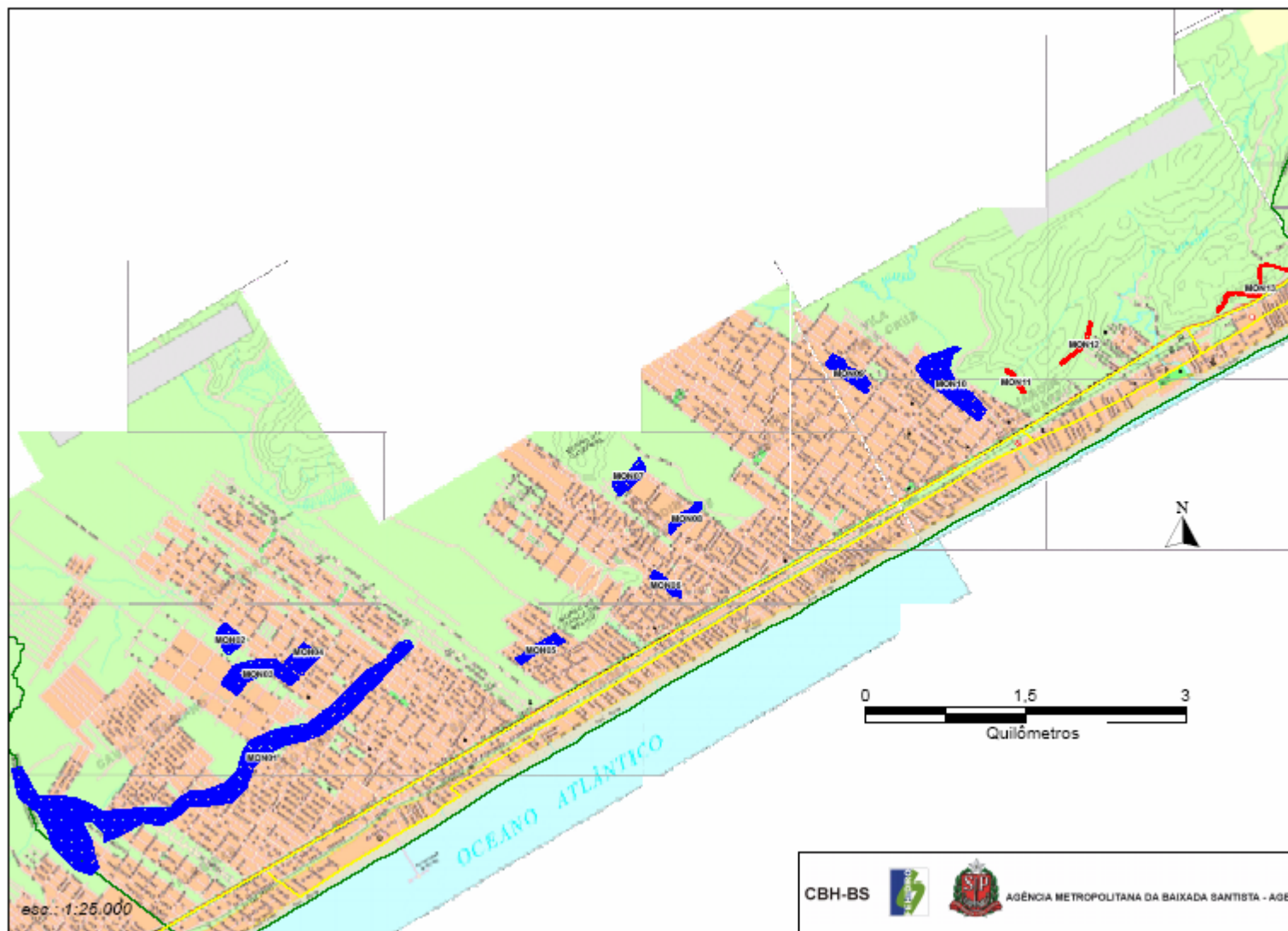


0 1,5 3
Quilômetros

Legenda

- Rod. Principais
- Áreas Críticas**
- Desmatamento
- Estrada
- Inundação
- Limite do Município

Mongaguá



esc.: 1:25.000

CBH-BS

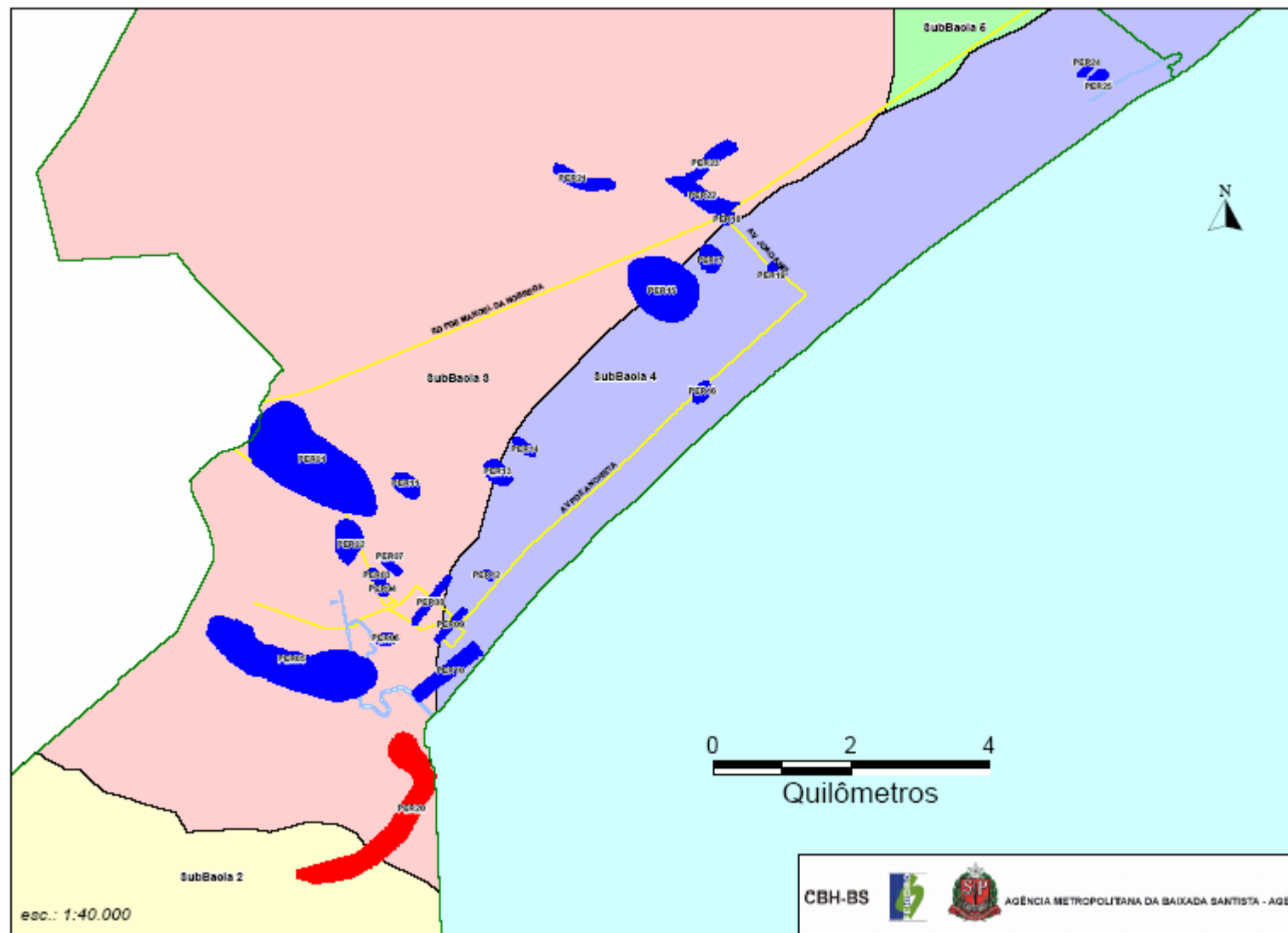


AGÊNCIA METROPOLITANA DA BAIXADA SANTISTA - AGEM

Legenda

- Vias Principais
- Áreas Críticas**
- Expostamento
- Erosão
- Inundação
- Limite de Município

Peruíbe

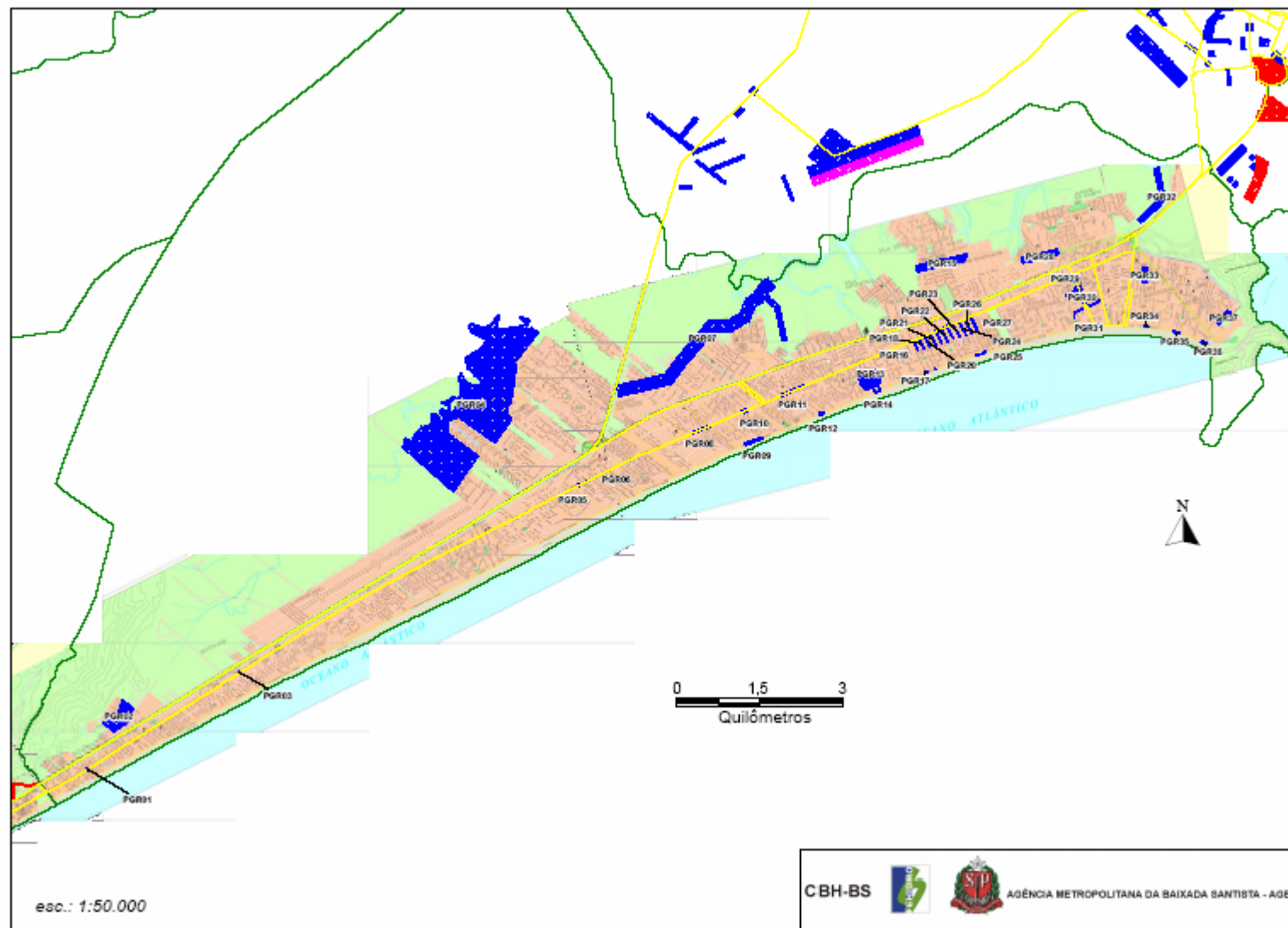


Localização

Legenda

- Vias Principais
- Áreas Críticas
 - Exatamento
 - Exatão
 - Exatão
- Sub Baía
 - 01 Rio Pequeno
 - 02 Rio Preto Sul
 - 03 Rio Andaraí
 - 04 Rio Preto
- Limite de Município

Praia Grande



Localização



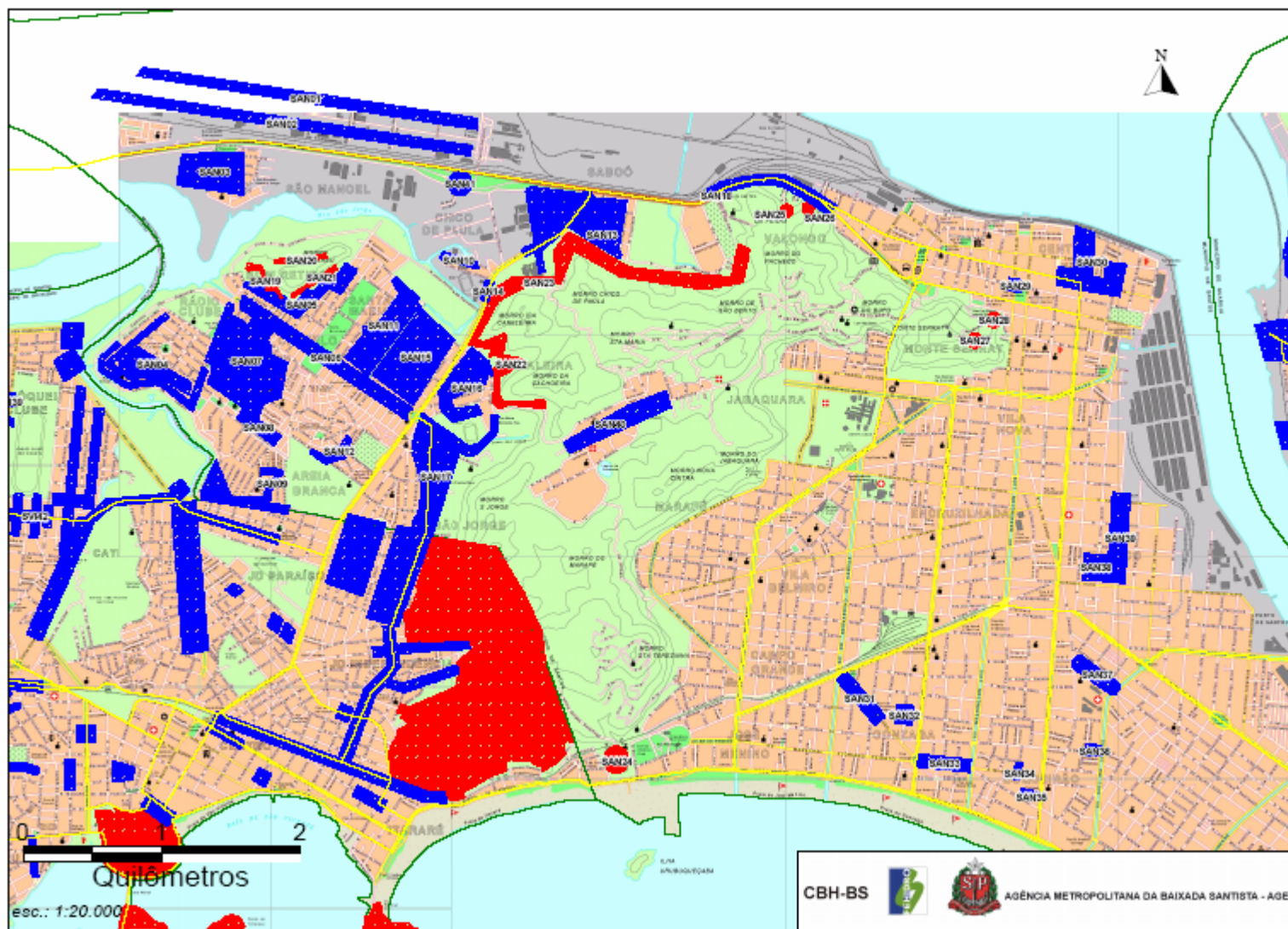
CBH-BS



AGÊNCIA METROPOLITANA DA BAIXADA SANTISTA - AGEM

esc.: 1:50.000

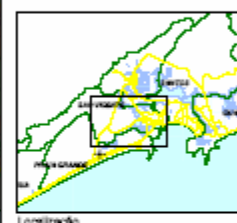
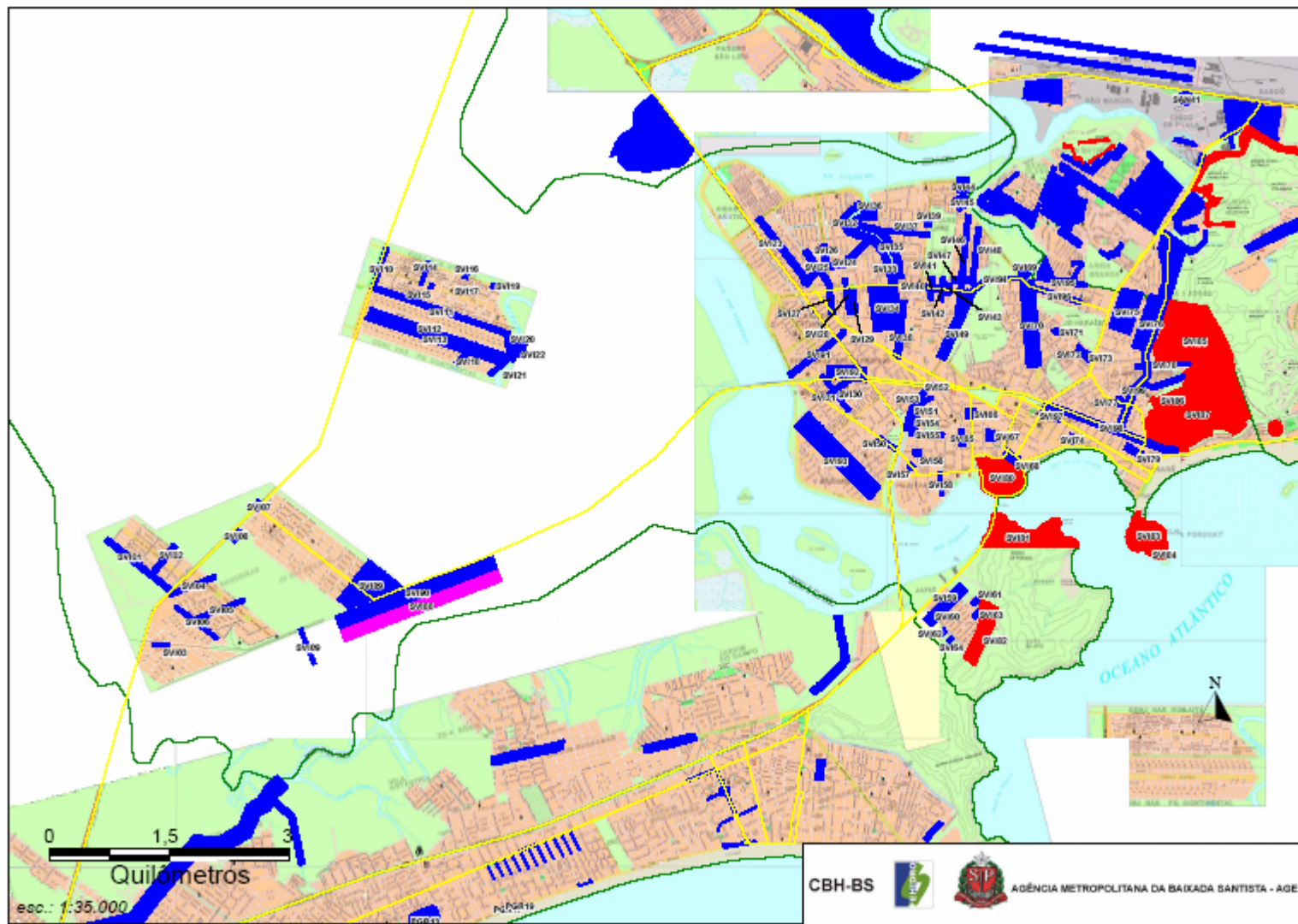
Santos



Legenda

- Vias Principais
- Áreas Críticas**
- Estruturação
- Inundação
- Limite do Município

São Vicente



Localização

Legenda

- Vias Principais
- Áreas Críticas
 - Residencial
 - Industrial
- Limite de Município

8.1.5.5.2. Estruturas Hidráulicas

A Baixada Santista vem sendo ocupada desde o início da colonização portuguesa, no século 16, com exploração de seu território na agricultura, levando à exaustão dos terrenos secos e férteis, e assim para adequação e expansão da ocupação, obras de aterros dos terrenos alagadiços e drenagens das áreas de planície, alteraram o perfil hidráulico das regiões hoje urbanizadas, após explosão demográfica observada na segunda metade do século 20. A partir de fins do século 19 as obras de interligação do Porto de Santos com o Planalto Paulista introduziram novas interferências nas instáveis encostas da Serra do Mar, levando à implantação de sistemas de drenagens e contenção, sem, no entanto, estarem associadas a grandes interferências no sistema hidrológico regional.

A conformação do relevo, com transições abruptas das íngremes e instáveis escarpas da Serra do Mar até a região plana da Planície Costeira, compreendendo curtas distâncias, não propicia a implantação de obras de represamento de cursos d'água para aproveitamento de seus potenciais hidroenergéticos ou armazenamento de água para consumo humano. Assim, não se observam na Baixada Santista grandes barragens ou reservatórios, sendo as obras existentes de pequenas dimensões utilizadas para a regularização de nível para captações de águas superficiais para uso no abastecimentos público ou privado.

A construção mais notável de aproveitamento hídrico na Baixada Santista é a Usina Henry Borden, citada anteriormente, importante pela transposição de águas da Bacia do Alto Tietê e sua contribuição aos caudais a jusante de seus canais de fuga no rio Cubatão, ressaltando a grandiosidade da obra no Planalto Paulista pela formação do reservatório Billings e a drenagem das várzeas do rio Pinheiros que teve seu fluxo revertido por duas barragens com usinas elevatórias. As interferências deste empreendimento na drenagem na vertente Atlântica são pequenas.

Ainda no campo da geração de energia elétrica, a CODESP mantém para consumo próprio uma usina hidroelétrica no rio Itatinga com capacidade de 15.000 kW, utilizando 3,2 m³/s de água e aproveitando um desnível em torno de 600 metros, nesta instalação.

A intensidade das chuvas, associadas aos riscos de inundação no Parque Industrial de Cubatão, levou a obras de retificação nos trechos baixos e estuarinos dos rios Cubatão, Perequê, Piaçaguera e Mogi durante as décadas de 70 e 80. Logo após, diante recomendações da Comissão Especial para Restauração da Serra do Mar - CERSM, criada pelo Governo do Estado conforme o Decreto n.º 23.547, de 11/6/85, para adoção de medidas de recuperação e controle de riscos das áreas castigadas pelo processo de degradação sofrido pela intensa poluição registrada nesta área, foram implantadas uma série de barragens para a redução de energia de eventuais corridas de lama (*debris flow*), fenômeno natural em encostas íngremes, porém com riscos acentuados pela degeneração da cobertura vegetal. Tais obras, entretanto, não alteram o regime de fluxo normal dos córregos onde foram implantados, funcionando apenas nos casos emergenciais.

Para o mapeamento das estruturas hidráulicas existentes na Baixada Santista, apresentado na Figura Bacias Hidrográficas, anexada no final deste Capítulo, já citados, utilizou-se dos dados publicados pelo DAEE em seu *site*, os quais encontram-se na Tabela Estruturas Existentes, contendo suas descrições e localizações definidas em coordenadas UTM.

A seguir, na Tabela 8.1.5.5-1, apresenta-se um resumo destas estruturas.

Tabela 8.1.5.5-1 – Resumo das Estruturas Outorgadas pelo DAEE

Estruturas	Quantidade
Barramento	76 pontos
Canalização	36 pontos
Captação Subterrânea	78 pontos
Captação Superficial	132 pontos
Lançamento Superficial	102 pontos
Pier	2 Pontos
Proteção de Leito	3 Pontos
Travessia	70 Pontos

Fonte: DAEE (2007)

Tabela das Estruturas Existentes Outorgadas pelo DAEE

Quant	Nome do Rio/Aquífero	Uso	UTM-Norte(Km)	UTM-Leste(Km)
1	CABUCU,RIB DO	BARRAMENTO	7,308.33	288.80
2	CATANDUVA,COR	BARRAMENTO	7,308.15	290.75
3	QUATINGA,RIB DO	BARRAMENTO	7,307.00	294.41
4	GRILO,COR DO	BARRAMENTO	7,307.25	292.73
5	CACHOEIRA DO MARTINS,COR/(SALGO,COR)	BARRAMENTO	7,308.50	287.95
6	SNA1 AGUAPEU,R(MASCOTE,R)	BARRAMENTO	7,333.76	323.70
7	SNA1 AGUAPEU,R(MASCOTE,R)	BARRAMENTO	7,333.81	323.64
8	SNA1 AGUAPEU,R	BARRAMENTO	7,335.21	320.74
9	SNA2 AGUAPEU,R	BARRAMENTO	7,335.23	320.71
10	SNA1 AGUAPEU,R/(MATAO,RIB)	BARRAMENTO	7,331.50	321.34
11	MAMBU,R	BARRAMENTO	7,340.83	314.62
12	MAMBU,R	BARRAMENTO	7,340.83	314.62
13	SNA1 MAMBU,R	BARRAMENTO	7,337.97	313.89
14	SNA1 ICANHEMA,R	BARRAMENTO	7,344.71	366.61
15	CUBATAO,R	BARRAMENTO	7,358.41	354.38
16	CUBATAO,R	BARRAMENTO	7,357.47	352.08
17	MOJI,R	BARRAMENTO	7,363.27	360.45
18	MOJI,R	BARRAMENTO	7,363.23	360.37
19	MOJI,R	BARRAMENTO	7,363.27	360.37
20	SNA1 MOJI,R/(INDIO C DO)	BARRAMENTO	7,363.85	359.13
21	SNA1 MOJI,R/(INDIO C DO)	BARRAMENTO	7,363.77	359.14
22	SNA1 MOJI,R	BARRAMENTO	7,364.97	361.07
23	SNA2 PIACAGUERA,R(CACHOEIRA MIRINDUBA)	BARRAMENTO	7,363.15	358.15
24	SNA2 PIACAGUERA,R(CACHOEIRA MIRINDUBA)	BARRAMENTO	7,362.76	357.88
25	SNA2 PIACAGUERA,R/(CACHOEIRA MANOEL JOSE,R)	BARRAMENTO	7,363.32	358.30
26	SNA2 PIACAGUERA,R/(CACHOEIRA MANOEL JOSE,R)	BARRAMENTO	7,363.18	358.41
27	SNA2 PIACAGUERA,R/(CACHOEIRA MANOEL JOSE,R)	BARRAMENTO	7,363.32	358.30
28	PEREQUE,R	BARRAMENTO	7,359.40	355.90
29	PEREQUE,R	BARRAMENTO	7,361.01	355.60
30	SNA1 PEREQUE,R/(PEDRAS,COR DAS)	BARRAMENTO	7,359.81	354.05
31	SNA1 PEREQUE,R/(PEDRAS,COR DAS)	BARRAMENTO	7,360.09	353.72

Tabela das Estruturas Existentes Outorgadas pelo DAEE

Quant	Nome do Rio/Aquífero	Uso	UTM-Norte(Km)	UTM-Leste(Km)
32	SNA1 PEREQUE,R/(PEDRAS,COR DAS)	BARRAMENTO	7,360.12	353.63
33	SNA1 PEREQUE,R/(PEDRAS,COR DAS)	BARRAMENTO	7,360.20	353.54
34	SNA1 PEREQUE,R/(PEDRAS,COR DAS)	BARRAMENTO	7,360.14	353.28
35	SNA2 PEREQUÊ,R	BARRAMENTO	7,360.23	353.34
36	SNA2 PEREQUÊ,R	BARRAMENTO	7,360.50	353.14
37	SNA2 PEREQUE,R	BARRAMENTO	7,361.25	357.02
38	SNA3 PEREQUE,R	BARRAMENTO	7,361.36	356.93
39	PITTOES,R/PILOES,RIB	BARRAMENTO	7,356.93	347.53
40	PASSAREUVA,RIB	BARRAMENTO	7,356.08	346.95
41	SNA1 CUBATAO,R	BARRAMENTO	7,359.41	353.26
42	SNA1 CUBATAO,R	BARRAMENTO	7,359.49	353.18
43	SNA2 CUBATAO,R	BARRAMENTO	7,359.82	353.23
44	CUBATAO DE CIMA,RIO	BARRAMENTO	7,358.80	339.85
45	QUILOMBO,R	BARRAMENTO	7,365.45	367.39
46	QUILOMBO,R	BARRAMENTO	7,365.45	367.45
47	SNA1 QUILOMBO,R	BARRAMENTO	7,362.00	364.10
48	SNA1 QUILOMBO,R	BARRAMENTO	7,362.24	364.00
49	JURUBATUBA,R	BARRAMENTO	7,361.25	370.15
50	SNA1 JURUBATUBA,R	BARRAMENTO	7,360.90	368.59
51	ITAPANHAU,R	BARRAMENTO	7,370.00	392.63
52	FURNAS,RIB DAS	BARRAMENTO	7,367.18	382.45
53	PELAES/FAZENDA,COR	BARRAMENTO	7,366.53	381.82
54	GUARATUBA,R	BARRAMENTO	7,382.35	408.60
55	SNA1 VERMELHO OU DA PEDRA BRANCA,RIB	BARRAMENTO	7,378.95	416.25
56	FORNALHA,RIB DA	BARRAMENTO	7,378.74	411.69
57	BOTUROCA/BRANCO/VARGEM GRANDE,R	BARRAMENTO	7,347.20	343.14
58	SNA1 BRANCO/VARGEM GRANDE,R	BARRAMENTO	7,342.87	340.17
59	SNA2 BRANCO/VARGEM GRANDE,R	BARRAMENTO	7,343.80	340.52
60	SNA2 BRANCO/VARGEM GRANDE,R	BARRAMENTO	7,344.43	340.84
61	ITU,COR	BARRAMENTO	7,349.94	347.48
62	SNA1 BRANCO OU VARGEM GRANDE,R	BARRAMENTO	7,346.79	342.60
63	SNA1 ITAGUARE,R	BARRAMENTO	7,374.54	396.77
64	SNA1 ONCA,R DA	BARRAMENTO	7,361.36	362.50
65	SNA1 ONCA,R DA	BARRAMENTO	7,361.45	362.53
66	MONGAGUA,R/MINEIRO,R	BARRAMENTO	7,335.55	335.54

Tabela das Estruturas Existentes Outorgadas pelo DAEE

Quant	Nome do Rio/Aquífero	Uso	UTM-Norte(Km)	UTM-Leste(Km)
67	GUARAU,RIB	BARRAMENTO	7,304.65	294.88
68	GUARAU,RIB	BARRAMENTO	7,304.65	294.88
69	GUARAU,RIB	BARRAMENTO	7,304.65	294.88
70	BERTIOGA,CANAL DE(MAR)	BARRAMENTO	7,359.40	382.75
71	BERTIOGA,CANAL DE(MAR)	BARRAMENTO	7,359.43	382.74
72	TRINDADE,R	BARRAMENTO	7,358.36	371.14
73	SNA1 BERTIOGA,CANAL DA	BARRAMENTO	7,359.30	377.41
74	SNA1 ATLANTICO,OC/(PRAIA DE IPORANGA,RIB DA)	BARRAMENTO	7,356.44	382.56
75	SNA1 ATLANTICO,OC/(PRAIA DE IPORANGA,RIB DA)	BARRAMENTO	7,356.45	381.37
76	SNA1 ATLANTICO,OC/(PRAIA DE IPORANGA,RIB DA)	BARRAMENTO	7,356.48	381.28
77	SANTO ANTONIO,RIB/ENGANO,RIB DO	CANALIZACAO	7,357.01	341.26
78	CAMBUITUBA,R	CANALIZACAO	7,329.10	322.91
79	MONTEVIDEO,RIB	CANALIZACAO	7,328.71	321.21
80	BICUDO,RIB	CANALIZACAO	7,324.27	316.12
81	SNA1 ATLANTICO,OC	CANALIZACAO	7,365.57	388.53
82	SNA1 ATLANTICO,OC	CANALIZACAO	7,365.72	389.28
83	PIACAGUERA,R(AREA LAGUNAR)	CANALIZACAO	7,360.59	358.17
84	SNA1 MOGI,R (BUGRE,COR DO)	CANALIZACAO	7,363.73	360.53
85	SNA1 MOJI,R	CANALIZACAO	7,364.69	361.29
86	SNA2 MOJI,R	CANALIZACAO	7,364.76	361.32
87	SNA2 MOJI,R	CANALIZACAO	7,364.87	361.40
88	SNA2 PIACAGUERA,R(CACHOEIRA MIRINDUBA)	CANALIZACAO	7,362.10	358.05
89	SNA2 PIACAGUERA,R/(CACHOEIRA MANOEL JOSE,R)	CANALIZACAO	7,362.66	358.83
90	SNA2 PIACAGUERA,R/(CACHOEIRA MANOEL JOSE,R)	CANALIZACAO	7,362.66	358.83
91	SNA3 PIACAGUERA,R	CANALIZACAO	7,362.94	358.97
92	SNA3 PIACAGUERA,R	CANALIZACAO	7,362.94	358.97
93	SNA1 PEREQUE,R/(PEDRAS,COR DAS)	CANALIZACAO	7,359.96	354.63
94	SNA1 PILOES,R	CANALIZACAO	7,357.90	347.79
95	PASSAREUVA,RIB	CANALIZACAO	7,356.16	340.83
96	SNA1 CUBATAO,R	CANALIZACAO	7,359.53	353.30

Tabela das Estruturas Existentes Outorgadas pelo DAEE

Quant	Nome do Rio/Aquífero	Uso	UTM-Norte(Km)	UTM-Leste(Km)
97	SNA1 CUBATAO,R	CANALIZACAO	7,359.49	353.18
98	SNA2 CUBATAO,R	CANALIZACAO	7,359.82	353.23
99	MAE MARIA,COR DA	CANALIZACAO	7,354.71	351.33
100	SNA1 MAE MARIA,COR DA	CANALIZACAO	7,355.22	351.02
101	SNA1 SAO JORGE,R	CANALIZACAO	7,352.87	361.28
102	BAGRES/CATARINA MORAES,R/SA CATARINA DE MORAES,CAN	CANALIZACAO	7,349.29	358.37
103	SNA1 MARIANA,R	CANALIZACAO	7,347.68	350.06
104	SNA1 BARREIROS,CANAL DOS	CANALIZACAO	7,346.45	356.76
105	GUARAMAR,R	CANALIZACAO	7,345.68	354.79
106	GUARAMAR,R	CANALIZACAO	7,346.14	354.68
107	SNA1 ATLANTICO,OC	CANALIZACAO	7,365.98	390.42
108	SNA1 ATLANTICO,OC	CANALIZACAO	7,366.30	392.42
109	PIACAGUERA/PARANAMIRIM,R	CANALIZACAO	7,316.75	307.15
110	SNA1 ATLANTICO,OC	CANALIZACAO	7,355.15	281.15
111	ITINGA,R	CANALIZACAO	7,336.73	338.13
112	GUARATUBA,R	CAPTACAO EM NASCENTE	7,360.50	383.57
113	FREATICO	CAPTACAO SUBTERRANEA	7,347.25	369.22
114	FREATICO	CAPTACAO SUBTERRANEA	7,347.24	369.22
115	FREATICO	CAPTACAO SUBTERRANEA	7,347.22	369.22
116	FREATICO	CAPTACAO SUBTERRANEA	7,347.23	369.22
117	FREATICO	CAPTACAO SUBTERRANEA	7,347.21	369.22
118	FREATICO	CAPTACAO SUBTERRANEA	7,347.17	369.21
119	FREATICO	CAPTACAO SUBTERRANEA	7,347.20	369.22
120	FREATICO	CAPTACAO SUBTERRANEA	7,347.20	369.22
121	FREATICO	CAPTACAO	7,347.19	369.21

Tabela das Estruturas Existentes Outorgadas pelo DAEE

Quant	Nome do Rio/Aquífero	Uso	UTM-Norte(Km)	UTM-Leste(Km)
		SUBTERRANEA		
122	FREATICO	CAPTACAO SUBTERRANEA	7,347.18	369.21
123	FREATICO	CAPTACAO SUBTERRANEA	7,347.16	369.21
124	FREATICO	CAPTACAO SUBTERRANEA	7,347.16	369.21
125	FREATICO	CAPTACAO SUBTERRANEA	7,347.15	369.20
126	ITARARE	CAPTACAO SUBTERRANEA	7,455.60	255.80
127	ITARARE	CAPTACAO SUBTERRANEA	7,440.87	259.81
128	CRISTALINO	CAPTACAO SUBTERRANEA	7,358.60	352.60
129		CAPTACAO SUBTERRANEA	7,348.76	369.22
130	CRISTALINO	CAPTACAO SUBTERRANEA	7,345.30	357.22
131	CRISTALINO	CAPTACAO SUBTERRANEA	7,350.15	363.00
132		CAPTACAO SUBTERRANEA	7,358.70	352.60
133	CRISTALINO	CAPTACAO SUBTERRANEA	7,345.07	357.22
134	CRISTALINO	CAPTACAO SUBTERRANEA	7,336.70	314.29
135	CRISTALINO	CAPTACAO SUBTERRANEA	7,357.50	355.00
136	CRISTALINO	CAPTACAO SUBTERRANEA	7,343.85	370.80
137		CAPTACAO SUBTERRANEA	7,347.68	370.66
138	CRISTALINO	CAPTACAO SUBTERRANEA	7,343.58	370.39
139	CRISTALINO	CAPTACAO	7,343.96	356.24

Tabela das Estruturas Existentes Outorgadas pelo DAEE

Quant	Nome do Rio/Aquífero	Uso	UTM-Norte(Km)	UTM-Leste(Km)
		SUBTERRANEA		
140	CRISTALINO	CAPTACAO SUBTERRANEA	7,341.74	347.94
141	CRISTALINO	CAPTACAO SUBTERRANEA	7,346.30	369.22
142	CRISTALINO	CAPTACAO SUBTERRANEA	7,346.36	369.04
143	CRISTALINO	CAPTACAO SUBTERRANEA	7,347.79	366.71
144	CRISTALINO	CAPTACAO SUBTERRANEA	7,347.71	366.82
145	CRISTALINO	CAPTACAO SUBTERRANEA	7,361.99	357.35
146	CRISTALINO	CAPTACAO SUBTERRANEA	7,349.00	370.77
147	CRISTALINO	CAPTACAO SUBTERRANEA	7,333.90	334.42
148	CRISTALINO	CAPTACAO SUBTERRANEA	7,350.65	358.72
149	CRISTALINO	CAPTACAO SUBTERRANEA	7,351.60	363.60
150	CRISTALINO	CAPTACAO SUBTERRANEA	7,357.50	375.30
151	CRISTALINO	CAPTACAO SUBTERRANEA	7,323.78	314.09
152	CRISTALINO	CAPTACAO SUBTERRANEA	7,358.24	355.09
153	CRISTALINO	CAPTACAO SUBTERRANEA	7,358.42	355.06
154	CRISTALINO	CAPTACAO SUBTERRANEA	7,358.28	354.98
155	CRISTALINO	CAPTACAO SUBTERRANEA	7,358.58	354.87
156	CRISTALINO	CAPTACAO SUBTERRANEA	7,358.27	355.16
157	CRISTALINO	CAPTACAO	7,349.08	360.90

Tabela das Estruturas Existentes Outorgadas pelo DAEE

Quant	Nome do Rio/Aquífero	Uso	UTM-Norte(Km)	UTM-Leste(Km)
		SUBTERRANEA		
158	CRISTALINO	CAPTACAO SUBTERRANEA	7,360.06	356.10
159	CRISTALINO	CAPTACAO SUBTERRANEA	7,360.36	356.20
160		CAPTACAO SUBTERRANEA	7,359.65	354.80
161		CAPTACAO SUBTERRANEA	7,359.90	355.40
162	CRISTALINO	CAPTACAO SUBTERRANEA	7,358.52	354.91
163	CRISTALINO	CAPTACAO SUBTERRANEA	7,345.45	356.82
164	CRISTALINO	CAPTACAO SUBTERRANEA	7,345.27	356.90
165	CRISTALINO	CAPTACAO SUBTERRANEA	7,351.15	356.09
166	CRISTALINO	CAPTACAO SUBTERRANEA	7,349.27	349.90
167	FREATICO	CAPTACAO SUBTERRANEA	7,353.39	351.32
168	CRISTALINO	CAPTACAO SUBTERRANEA	7,342.22	348.45
169	CRISTALINO	CAPTACAO SUBTERRANEA	7,539.57	356.00
170	CRISTALINO	CAPTACAO SUBTERRANEA	7,352.37	361.28
171	FREATICO	CAPTACAO SUBTERRANEA	7,358.53	355.07
172	FREATICO	CAPTACAO SUBTERRANEA	7,361.56	355.69
173	FREATICO	CAPTACAO SUBTERRANEA	7,361.55	355.68
174	FREATICO	CAPTACAO SUBTERRANEA	7,361.54	355.68
175	FREATICO	CAPTACAO	7,361.53	355.67

Tabela das Estruturas Existentes Outorgadas pelo DAEE

Quant	Nome do Rio/Aquífero	Uso	UTM-Norte(Km)	UTM-Leste(Km)
		SUBTERRANEA		
176	FREATICO	CAPTACAO SUBTERRANEA	7,361.52	355.67
177	FREATICO	CAPTACAO SUBTERRANEA	7,361.51	355.66
178	FREATICO	CAPTACAO SUBTERRANEA	7,361.50	355.66
179	FREATICO	CAPTACAO SUBTERRANEA	7,361.49	355.65
180	FREATICO	CAPTACAO SUBTERRANEA	7,361.48	355.65
181	FREATICO	CAPTACAO SUBTERRANEA	7,361.47	355.64
182	CRISTALINO	CAPTACAO SUBTERRANEA	7,359.40	382.45
183	CRISTALINO	CAPTACAO SUBTERRANEA	7,359.72	382.55
184	CRISTALINO	CAPTACAO SUBTERRANEA	7,323.95	314.00
185	CENOZOICO LITORANEO	CAPTACAO SUBTERRANEA	7,323.39	313.73
186	FREATICO	CAPTACAO SUBTERRANEA	7,324.54	303.10
187	FREATICO	CAPTACAO SUBTERRANEA	7,324.56	303.37
188	FREATICO	CAPTACAO SUBTERRANEA	7,324.54	303.30
189	FREATICO	CAPTACAO SUBTERRANEA	7,324.56	303.36
190		CAPTACAO SUBTERRANEA	7,329.45	324.30
191		CAPTACAO SUPERFICIAL	7,335.72	336.37
192		CAPTACAO SUPERFICIAL	7,331.05	323.40
193	RIBEIRA DO IGUAPE,R	CAPTACAO	7,279.86	783.17

Tabela das Estruturas Existentes Outorgadas pelo DAEE

Quant	Nome do Rio/Aquífero	Uso	UTM-Norte(Km)	UTM-Leste(Km)
	DA/RIBEIRA,R/RIBEIRINHA,R	SUPERFICIAL		
194	CABUCU,RIB DO	CAPTACAO SUPERFICIAL	7,309.20	291.60
195	CABUCU,RIB DO	CAPTACAO SUPERFICIAL	7,308.33	288.80
196	SAO JOAO,RIB	CAPTACAO SUPERFICIAL	7,307.25	294.82
197	QUATINGA,RIB DO	CAPTACAO SUPERFICIAL	7,307.60	294.25
198	QUATINGA,RIB DO	CAPTACAO SUPERFICIAL	7,307.00	294.41
199	GRILO,COR DO	CAPTACAO SUPERFICIAL	7,307.25	292.73
200	BRANCO/BRANCO DA CONCEICAO,R	CAPTACAO SUPERFICIAL	7,334.04	316.35
201	BRANCO/BRANCO DA CONCEICAO,R	CAPTACAO SUPERFICIAL	7,334.04	316.35
202	AGUAPEU,R	CAPTACAO SUPERFICIAL	7,333.90	323.70
203	MOENDA,COR DA	CAPTACAO SUPERFICIAL	7,334.75	324.02
204	MOENDA,COR DA	CAPTACAO SUPERFICIAL	7,334.94	323.92
205	MOENDA,COR DA	CAPTACAO SUPERFICIAL	7,334.90	322.95
206	SNA1 AGUAPEU,R	CAPTACAO SUPERFICIAL	7,335.21	320.74
207	SNA2 AGUAPEU,R	CAPTACAO SUPERFICIAL	7,335.23	320.71
208	SNA1 AGUAPEU,R/(MATAO,RIB)	CAPTACAO SUPERFICIAL	7,331.50	321.34
209	MAMBU,R	CAPTACAO SUPERFICIAL	7,340.83	314.62
210	MAMBU,R	CAPTACAO SUPERFICIAL	7,340.74	314.59
211	SNA1 MAMBU,R	CAPTACAO	7,337.97	313.89

Tabela das Estruturas Existentes Outorgadas pelo DAEE

Quant	Nome do Rio/Aquífero	Uso	UTM-Norte(Km)	UTM-Leste(Km)
		SUPERFICIAL		
212	SNA1 CAMBURI,R	CAPTACAO SUPERFICIAL	7,340.83	314.62
213	SNA1 TAMBOTICA,R	CAPTACAO SUPERFICIAL	7,330.28	312.62
214	SNA1 TAMBOTICA,R	CAPTACAO SUPERFICIAL	7,330.28	321.27
215	SNA1 TAMBOTICA,R	CAPTACAO SUPERFICIAL	7,330.24	312.10
216	SNA1 PRETO,R	CAPTACAO SUPERFICIAL	7,322.74	297.40
217	ICANHEMA,R	CAPTACAO SUPERFICIAL	7,343.84	367.13
218	ICANHEMA,R	CAPTACAO SUPERFICIAL	7,343.80	367.10
219	SNA1 ICANHEMA,R	CAPTACAO SUPERFICIAL	7,344.69	366.59
220	CUBATAO,R	CAPTACAO SUPERFICIAL	7,358.91	356.22
221	CUBATAO,R	CAPTACAO SUPERFICIAL	7,358.23	355.19
222	CUBATAO,R	CAPTACAO SUPERFICIAL	7,358.41	353.62
223	CUBATAO,R	CAPTACAO SUPERFICIAL	7,357.70	352.05
224	CUBATAO,R	CAPTACAO SUPERFICIAL	7,358.41	353.58
225	CUBATAO,R	CAPTACAO SUPERFICIAL	7,358.19	352.81
226	CUBATAO,R	CAPTACAO SUPERFICIAL	7,357.47	352.08
227	PIACAGUERA,R(AREA LAGUNAR)	CAPTACAO SUPERFICIAL	7,361.00	358.23
228	PIACAGUERA,R(AREA LAGUNAR)	CAPTACAO SUPERFICIAL	7,361.20	358.16
229	MOJI,R	CAPTACAO	7,360.10	359.55

Tabela das Estruturas Existentes Outorgadas pelo DAEE

Quant	Nome do Rio/Aquífero	Uso	UTM-Norte(Km)	UTM-Leste(Km)
		SUPERFICIAL		
230	MOJI,R	CAPTACAO SUPERFICIAL	7,360.60	359.35
231	MOJI,R	CAPTACAO SUPERFICIAL	7,361.03	359.25
232	MOJI,R	CAPTACAO SUPERFICIAL	7,361.15	359.25
233	MOJI,R	CAPTACAO SUPERFICIAL	7,363.22	360.34
234	MOJI,R	CAPTACAO SUPERFICIAL	7,363.22	360.34
235	MOJI,R	CAPTACAO SUPERFICIAL	7,363.27	360.45
236	MOJI,R	CAPTACAO SUPERFICIAL	7,363.27	360.37
237	MOJI,R	CAPTACAO SUPERFICIAL	7,363.23	360.37
238	MOJI,R	CAPTACAO SUPERFICIAL	7,363.77	360.90
239	MOJI,R	CAPTACAO SUPERFICIAL	7,362.74	360.43
240	BUGRE,COR DO	CAPTACAO SUPERFICIAL	7,363.85	360.46
241	SNA1 MOJI,R/(INDIO C DO)	CAPTACAO SUPERFICIAL	7,363.77	359.15
242	SNA1 MOGI,R (BUGRE,COR DO)	CAPTACAO SUPERFICIAL	7,364.97	360.31
243	SNA2 PIACAGUERA,R(CACHOEIRA MIRINDUBA)	CAPTACAO SUPERFICIAL	7,363.15	358.15
244	SNA2 PIACAGUERA,R(CACHOEIRA MIRINDUBA)	CAPTACAO SUPERFICIAL	7,362.76	357.88
245	SNA2 PIACAGUERA,R/(CACHOEIRA MANOEL JOSE,R)	CAPTACAO SUPERFICIAL	7,363.20	358.37
246	SNA2 PIACAGUERA,R/(CACHOEIRA MANOEL JOSE,R)	CAPTACAO SUPERFICIAL	7,363.18	358.41
247	PEREQUE,R	CAPTACAO	7,359.40	355.90

Tabela das Estruturas Existentes Outorgadas pelo DAEE

Quant	Nome do Rio/Aquífero	Uso	UTM-Norte(Km)	UTM-Leste(Km)
		SUPERFICIAL		
248	PEREQUE,R	CAPTACAO SUPERFICIAL	7,360.57	355.57
249	PEREQUE,R	CAPTACAO SUPERFICIAL	7,361.01	355.63
250	SNA1 PEREQUE,R/(PEDRAS,COR DAS)	CAPTACAO SUPERFICIAL	7,360.16	353.54
251	SNA2 PEREQUE,R	CAPTACAO SUPERFICIAL	7,361.25	357.02
252	SNA2 PEREQUE,R	CAPTACAO SUPERFICIAL	7,361.08	357.15
253	SNA3 PEREQUE,R	CAPTACAO SUPERFICIAL	7,361.36	356.93
254	PITTOES,R/PILOES,RIB	CAPTACAO SUPERFICIAL	7,356.85	347.54
255	PITTOES,R/PILOES,RIB	CAPTACAO SUPERFICIAL	7,356.93	347.53
256	PASSAREUVA,RIB	CAPTACAO SUPERFICIAL	7,356.20	347.09
257	SNA1 CUBATAO,R	CAPTACAO SUPERFICIAL	7,358.37	352.70
258	SNA1 CUBATAO DE CIMA,RIO	CAPTACAO SUPERFICIAL	7,357.88	339.98
259	SNA1 CUBATAO DE CIMA,RIO	CAPTACAO SUPERFICIAL	7,357.68	339.77
260	SNA1 CUBATAO DE CIMA,RIO	CAPTACAO SUPERFICIAL	7,357.96	339.75
261	QUILOMBO,R	CAPTACAO SUPERFICIAL	7,362.30	364.85
262	QUILOMBO,R	CAPTACAO SUPERFICIAL	7,365.45	367.45
263	QUILOMBO,R	CAPTACAO SUPERFICIAL	7,365.45	367.45
264	SNA1 QUILOMBO,R	CAPTACAO SUPERFICIAL	7,362.00	364.10
265	SNA1 QUILOMBO,R	CAPTACAO	7,362.24	364.00

Tabela das Estruturas Existentes Outorgadas pelo DAEE

Quant	Nome do Rio/Aquífero	Uso	UTM-Norte(Km)	UTM-Leste(Km)
		SUPERFICIAL		
266	JURUBATUBA,R	CAPTACAO SUPERFICIAL	7,361.25	370.15
267	JURUBATUBA,R	CAPTACAO SUPERFICIAL	7,361.39	370.42
268	SNA1 JURUBATUBA,R	CAPTACAO SUPERFICIAL	7,360.90	368.59
269	ITAPANHAU,R	CAPTACAO SUPERFICIAL	7,370.00	392.50
270	ITAPANHAU,R	CAPTACAO SUPERFICIAL	7,370.13	392.73
271	ITAPANHAU,R	CAPTACAO SUPERFICIAL	7,370.00	392.63
272	ITAPANHAU,R	CAPTACAO SUPERFICIAL	7,370.00	392.63
273	ITATINGA,R	CAPTACAO SUPERFICIAL	7,373.40	385.56
274	ITATINGA,R	CAPTACAO SUPERFICIAL	7,373.36	381.37
275	FURNAS,RIB DAS	CAPTACAO SUPERFICIAL	7,367.18	382.45
276	FURNAS,RIB DAS	CAPTACAO SUPERFICIAL	7,367.39	382.46
277	PELAES/FAZENDA,COR	CAPTACAO SUPERFICIAL	7,366.53	381.82
278	BANANAL,R	CAPTACAO SUPERFICIAL	7,371.90	389.80
279	GUARATUBA,R	CAPTACAO SUPERFICIAL	7,382.35	408.60
280	SNA1 VERMELHO OU DA PEDRA BRANCA,RIB	CAPTACAO SUPERFICIAL	7,378.95	416.25
281	FORNALHA,RIB DA	CAPTACAO SUPERFICIAL	7,378.74	411.69
282	FORNALHA,RIB DA	CAPTACAO SUPERFICIAL	7,378.74	411.69
283	BOTUROCA/BRANCO/VARGEM GRANDE,R	CAPTACAO	7,351.76	350.38

Tabela das Estruturas Existentes Outorgadas pelo DAEE

Quant	Nome do Rio/Aquífero	Uso	UTM-Norte(Km)	UTM-Leste(Km)
		SUPERFICIAL		
284	BOTUROCA/BRANCO/VARGEM GRANDE,R	CAPTACAO SUPERFICIAL	7,347.20	343.14
285	TAPUA,COR	CAPTACAO SUPERFICIAL	7,352.44	349.90
286	SNA1 BRANCO/VARGEM GRANDE,R	CAPTACAO SUPERFICIAL	7,342.87	340.21
287	SNA2 BRANCO/VARGEM GRANDE,R	CAPTACAO SUPERFICIAL	7,343.80	340.52
288	SNA2 BRANCO/VARGEM GRANDE,R	CAPTACAO SUPERFICIAL	7,343.76	340.50
289	SNA2 BRANCO/VARGEM GRANDE,R	CAPTACAO SUPERFICIAL	7,344.43	340.84
290	ITU,COR	CAPTACAO SUPERFICIAL	7,349.94	347.47
291	ITU,COR	CAPTACAO SUPERFICIAL	7,350.45	346.52
292	SNA1 BRANCO OU VARGEM GRANDE,R	CAPTACAO SUPERFICIAL	7,346.79	342.50
293	SNA1 SANTANA,R	CAPTACAO SUPERFICIAL	7,353.62	351.36
294	SNA1 SANTANA,R	CAPTACAO SUPERFICIAL	7,353.60	350.84
295	ITAGUARE,R	CAPTACAO SUPERFICIAL	7,372.60	397.24
296	SNA1 MONOS,RIB DOS	CAPTACAO SUPERFICIAL	7,374.55	402.80
297	SNA1 ITAGUARE,R	CAPTACAO SUPERFICIAL	7,374.54	396.77
298	SNA1 ONCA,R DA	CAPTACAO SUPERFICIAL	7,361.36	362.50
299	SNA1 ONCA,R DA	CAPTACAO SUPERFICIAL	7,361.45	362.53
300	MONGAGUA,R/MINEIRO,R	CAPTACAO SUPERFICIAL	7,335.55	335.54
301	MONGAGUA,R/MINEIRO,R	CAPTACAO	7,335.80	335.85

Tabela das Estruturas Existentes Outorgadas pelo DAEE

Quant	Nome do Rio/Aquífero	Uso	UTM-Norte(Km)	UTM-Leste(Km)
		SUPERFICIAL		
302	GUARAU,RIB	CAPTACAO SUPERFICIAL	7,304.65	294.88
303	GUARAU,RIB	CAPTACAO SUPERFICIAL	7,304.65	294.88
304	GUARAU,RIB	CAPTACAO SUPERFICIAL	7,304.65	294.88
305	SNA1 ATLANTICO,OC	CAPTACAO SUPERFICIAL	7,360.22	383.81
306	BERTIOGA,CANAL DE(MAR)	CAPTACAO SUPERFICIAL	7,356.40	379.22
307	BERTIOGA,CANAL DE(MAR)	CAPTACAO SUPERFICIAL	7,358.55	381.77
308	BERTIOGA,CANAL DE(MAR)	CAPTACAO SUPERFICIAL	7,359.64	382.76
309	BERTIOGA,CANAL DE(MAR)	CAPTACAO SUPERFICIAL	7,359.39	382.73
310	BERTIOGA,CANAL DE(MAR)	CAPTACAO SUPERFICIAL	7,359.40	382.75
311	BERTIOGA,CANAL DE(MAR)	CAPTACAO SUPERFICIAL	7,359.43	382.74
312	TRINDADE,R	CAPTACAO SUPERFICIAL	7,355.90	371.15
313	TRINDADE,R	CAPTACAO SUPERFICIAL	7,358.11	370.99
314	TRINDADE,R	CAPTACAO SUPERFICIAL	7,358.38	371.14
315	SNA1 BERTIOGA,CANAL DA	CAPTACAO SUPERFICIAL	7,356.50	379.87
316	SNA1 BERTIOGA,CANAL DA	CAPTACAO SUPERFICIAL	7,359.30	377.41
317	SNA1 ATLANTICO,OC/(PRAIA DE IPORANGA,RIB DA)	CAPTACAO SUPERFICIAL	7,356.44	382.56
318	SNA1 ATLANTICO,OC/(PRAIA DE IPORANGA,RIB DA)	CAPTACAO SUPERFICIAL	7,356.59	382.30
319	SNA1 ATLANTICO,OC/(PRAIA DE IPORANGA,RIB DA)	CAPTACAO SUPERFICIAL	7,356.45	381.37

Tabela das Estruturas Existentes Outorgadas pelo DAEE

Quant	Nome do Rio/Aquífero	Uso	UTM-Norte(Km)	UTM-Leste(Km)
	DA)	SUPERFICIAL		
320	SNA1 ATLANTICO,OC/(PRAIA DE IPORANGA,RIB DA)	CAPTACAO SUPERFICIAL	7,356.48	381.28
321	SNA2 ATLANTICO,OC	CAPTACAO SUPERFICIAL	7,358.26	383.73
322		LANCAMENTO SUPERFICIAL	7,360.57	383.12
323		LANCAMENTO SUPERFICIAL	7,346.76	375.26
324		LANCAMENTO SUPERFICIAL	7,346.83	377.14
325		LANCAMENTO SUPERFICIAL	7,324.30	303.60
326		LANCAMENTO SUPERFICIAL	7,324.34	303.61
327		LANCAMENTO SUPERFICIAL	7,324.33	303.56
328		LANCAMENTO SUPERFICIAL	7,324.38	303.57
329		LANCAMENTO SUPERFICIAL	7,324.36	303.52
330		LANCAMENTO SUPERFICIAL	7,324.41	303.53
331		LANCAMENTO SUPERFICIAL	7,324.39	303.49
332		LANCAMENTO SUPERFICIAL	7,324.44	303.49
333		LANCAMENTO SUPERFICIAL	7,324.42	303.45
334		LANCAMENTO SUPERFICIAL	7,324.47	303.45
335		LANCAMENTO SUPERFICIAL	7,335.57	336.49
336		LANCAMENTO SUPERFICIAL	7,343.80	371.00
337	ATLANTICO,OC	LANCAMENTO	7,347.00	362.83

Tabela das Estruturas Existentes Outorgadas pelo DAEE

Quant	Nome do Rio/Aquífero	Uso	UTM-Norte(Km)	UTM-Leste(Km)
		SUPERFICIAL		
338	ATLANTICO,OC	LANCAMENTO SUPERFICIAL	7,359.45	360.00
339	ATLANTICO,OC	LANCAMENTO SUPERFICIAL	7,359.20	360.32
340	PRETO,R	LANCAMENTO SUPERFICIAL	7,309.42	295.61
341	PRETO,R	LANCAMENTO SUPERFICIAL	7,309.43	295.61
342	PRETO,R	LANCAMENTO SUPERFICIAL	7,309.94	295.52
343	PRETO,R	LANCAMENTO SUPERFICIAL	7,309.43	295.61
344	PRETO,R	LANCAMENTO SUPERFICIAL	7,310.50	296.13
345	ITANHAEM,R	LANCAMENTO SUPERFICIAL	7,325.53	317.24
346	ITANHAEM,R	LANCAMENTO SUPERFICIAL	7,324.01	317.55
347	ITANHAEM,R	LANCAMENTO SUPERFICIAL	7,324.58	317.52
348	ITANHAEM,R	LANCAMENTO SUPERFICIAL	7,325.09	315.81
349	BRANCO/BRANCO DA CONCEICAO,R	LANCAMENTO SUPERFICIAL	7,335.10	315.95
350	AGUAPEU,R	LANCAMENTO SUPERFICIAL	7,333.30	324.00
351	MOENDA,COR DA	LANCAMENTO SUPERFICIAL	7,334.52	324.19
352	MOENDA,COR DA	LANCAMENTO SUPERFICIAL	7,334.69	324.05
353	MOENDA,COR DA	LANCAMENTO SUPERFICIAL	7,334.82	323.99
354	MOENDA,COR DA	LANCAMENTO SUPERFICIAL	7,334.84	323.98
355	MOENDA,COR DA	LANCAMENTO SUPERFICIAL	7,334.93	323.92

Tabela das Estruturas Existentes Outorgadas pelo DAEE

Quant	Nome do Rio/Aquífero	Uso	UTM-Norte(Km)	UTM-Leste(Km)
		SUPERFICIAL		
356	MOENDA,COR DA	LANCAMENTO SUPERFICIAL	7,335.01	323.91
357	TAMBOTICA,RIO	LANCAMENTO SUPERFICIAL	7,330.18	314.11
358	SNA1 PRETO,R	LANCAMENTO SUPERFICIAL	7,322.80	297.60
359	CUBATAO,R	LANCAMENTO SUPERFICIAL	7,358.70	356.30
360	CUBATAO,R	LANCAMENTO SUPERFICIAL	7,358.90	356.20
361	CUBATAO,R	LANCAMENTO SUPERFICIAL	7,357.96	356.65
362	CUBATAO,R	LANCAMENTO SUPERFICIAL	7,357.93	356.70
363	CUBATAO,R	LANCAMENTO SUPERFICIAL	7,358.25	355.92
364	CUBATAO,R	LANCAMENTO SUPERFICIAL	7,358.28	355.20
365	CUBATAO,R	LANCAMENTO SUPERFICIAL	7,358.34	353.29
366	CUBATAO,R	LANCAMENTO SUPERFICIAL	7,358.36	353.15
367	CUBATAO,R	LANCAMENTO SUPERFICIAL	7,358.33	354.34
368	CUBATAO,R	LANCAMENTO SUPERFICIAL	7,358.51	354.07
369	CUBATAO,R	LANCAMENTO SUPERFICIAL	7,358.47	353.75
370	CUBATAO,R	LANCAMENTO SUPERFICIAL	7,358.10	352.48
371	PIACAGUERA,R(AREA LAGUNAR)	LANCAMENTO SUPERFICIAL	7,361.87	358.42
372	PIACAGUERA,R(AREA LAGUNAR)	LANCAMENTO SUPERFICIAL	7,361.66	358.22
373	PIACAGUERA,R(AREA LAGUNAR)	LANCAMENTO	7,362.10	359.25

Tabela das Estruturas Existentes Outorgadas pelo DAEE

Quant	Nome do Rio/Aquífero	Uso	UTM-Norte(Km)	UTM-Leste(Km)
		SUPERFICIAL		
374	PIACAGUERA,R(AREA LAGUNAR)	LANCAMENTO SUPERFICIAL	7,361.24	358.40
375	MOJI,R	LANCAMENTO SUPERFICIAL	7,362.40	360.33
376	MOJI,R	LANCAMENTO SUPERFICIAL	7,363.70	360.84
377	MOJI,R	LANCAMENTO SUPERFICIAL	7,363.96	361.03
378	BUGRE,COR DO	LANCAMENTO SUPERFICIAL	7,363.76	360.46
379	SNA1 MOJI,R/(INDIO C DO)	LANCAMENTO SUPERFICIAL	7,362.04	359.74
380	SNA1 MOJI,R/(INDIO C DO)	LANCAMENTO SUPERFICIAL	7,362.04	359.74
381	SNA1 MOGI,R	LANCAMENTO SUPERFICIAL	7,363.06	360.05
382	SNA1 PIACAGUERA,R/(PERDIDO,R)	LANCAMENTO SUPERFICIAL	7,362.11	358.66
383	SNA2 PIACAGUERA,R/(CACHOEIRA MANOEL JOSE,R)	LANCAMENTO SUPERFICIAL	7,362.93	358.62
384	PEREQUE,R	LANCAMENTO SUPERFICIAL	7,359.47	355.93
385	PEREQUE,R	LANCAMENTO SUPERFICIAL	7,359.60	355.75
386	PEREQUE,R	LANCAMENTO SUPERFICIAL	7,360.50	355.55
387	PEREQUE,R	LANCAMENTO SUPERFICIAL	7,360.80	355.62
388	PEREQUE,R	LANCAMENTO SUPERFICIAL	7,361.44	355.61
389	SNA1 PEREQUE,R	LANCAMENTO SUPERFICIAL	7,360.36	356.04
390	SNA1 PEREQUE,R	LANCAMENTO SUPERFICIAL	7,360.37	356.05
391	SNA1 PEREQUE,R	LANCAMENTO SUPERFICIAL	7,361.86	357.33

Tabela das Estruturas Existentes Outorgadas pelo DAEE

Quant	Nome do Rio/Aquífero	Uso	UTM-Norte(Km)	UTM-Leste(Km)
		SUPERFICIAL		
392	SNA1 CUBATAO,R	LANCAMENTO SUPERFICIAL	7,358.77	353.42
393	SNA1 CUBATAO DE CIMA,RIO	LANCAMENTO SUPERFICIAL	7,357.68	339.77
394	ITAPANHAU,R	LANCAMENTO SUPERFICIAL	7,365.34	382.57
395	ITAPANHAU,R	LANCAMENTO SUPERFICIAL	7,365.35	382.56
396	ITAPANHAU,R	LANCAMENTO SUPERFICIAL	7,367.90	388.56
397	ITAPANHAU,R	LANCAMENTO SUPERFICIAL	7,370.00	392.55
398	ITAPANHAU,R	LANCAMENTO SUPERFICIAL	7,370.00	392.55
399	JOAO PEREIRA,R	LANCAMENTO SUPERFICIAL	7,368.51	390.95
400	JOAO PEREIRA,R	LANCAMENTO SUPERFICIAL	7,368.62	391.04
401	SANTANA,R(CANAL)PARANHOS,R	LANCAMENTO SUPERFICIAL	7,352.00	354.10
402	SANTANA,R(CANAL)PARANHOS,R	LANCAMENTO SUPERFICIAL	7,352.07	354.03
403	SANTANA,R(CANAL)PARANHOS,R	LANCAMENTO SUPERFICIAL	7,354.00	353.70
404	BOTUROCA/BRANCO/VARGEM GRANDE,R	LANCAMENTO SUPERFICIAL	7,351.80	350.55
405	BOTUROCA/BRANCO/VARGEM GRANDE,R	LANCAMENTO SUPERFICIAL	7,347.40	347.57
406	BOTUROCA/BRANCO/VARGEM GRANDE,R	LANCAMENTO SUPERFICIAL	7,347.40	347.57
407	SNA1 SANTANA,R	LANCAMENTO SUPERFICIAL	7,353.62	351.36
408	CASQUEIRO,R(CANAL)	LANCAMENTO SUPERFICIAL	7,353.24	358.28
409	MARIANA,R	LANCAMENTO	7,347.57	351.20

Tabela das Estruturas Existentes Outorgadas pelo DAEE

Quant	Nome do Rio/Aquífero	Uso	UTM-Norte(Km)	UTM-Leste(Km)
		SUPERFICIAL		
410	SNA1 MARIANA,R	LANCAMENTO SUPERFICIAL	7,349.99	352.47
411	ITAGUARE,R	LANCAMENTO SUPERFICIAL	7,371.20	399.60
412	ITAGUARE,R	LANCAMENTO SUPERFICIAL	7,372.58	397.33
413	SNA1 ATLANTICO,OC	LANCAMENTO SUPERFICIAL	7,315.21	298.85
414	SNA1 ATLANTICO,OC	LANCAMENTO SUPERFICIAL	7,333.70	333.76
415	ONCA,RIO DA	LANCAMENTO SUPERFICIAL	7,359.20	361.56
416	BERTIOGA,CANAL DE(MAR)	LANCAMENTO SUPERFICIAL	7,356.40	378.80
417	BERTIOGA,CANAL DE(MAR)	LANCAMENTO SUPERFICIAL	7,357.35	379.85
418	BERTIOGA,CANAL DE(MAR)	LANCAMENTO SUPERFICIAL	7,359.05	381.85
419	AGARI,R	LANCAMENTO SUPERFICIAL	7,350.81	369.60
420	AGARI,R	LANCAMENTO SUPERFICIAL	7,350.92	369.50
421	AGARI,R	LANCAMENTO SUPERFICIAL	7,350.46	369.94
422	SNA1 ATLANTICO,OC(MORRAO,R)	LANCAMENTO SUPERFICIAL	7,359.70	361.00
423	SNA1 ATLANTICO,OC(MORRAO,R)	LANCAMENTO SUPERFICIAL	7,359.51	361.04
424		PIER / CAIS	7,360.56	383.14
425	CUBATAO,R	PIER / CAIS	7,358.81	356.24
426	PEREQUE,R	PROTECAO DE LEITO / MARGE	7,361.01	355.63
427	SNA1 PILOES,R	PROTECAO DE LEITO /	7,357.90	347.78

Tabela das Estruturas Existentes Outorgadas pelo DAEE

Quant	Nome do Rio/Aquífero	Uso	UTM-Norte(Km)	UTM-Leste(Km)
		MARGE		
428	ONCA,RIO DA	PROTECAO DE LEITO / MARGE	7,360.55	362.57
429		TRAVESSIA	7,346.40	367.84
430		TRAVESSIA	7,346.40	367.84
431		TRAVESSIA	7,351.88	349.88
432		TRAVESSIA	7,349.13	348.58
433		TRAVESSIA	7,344.10	345.58
434	SNA1 ACARAU,R	TRAVESSIA	7,314.80	301.16
435	ITANHAEM,R	TRAVESSIA	7,324.58	317.61
436	BRANCO/BRANCO DA CONCEICAO,R	TRAVESSIA	7,335.48	316.73
437	AGUAPEU,R	TRAVESSIA	7,331.93	318.27
438	SNA1 MAMBU,R	TRAVESSIA	7,336.69	313.79
439	BICUDO,RIB	TRAVESSIA	7,324.13	315.16
440	ICANHEMA,R	TRAVESSIA	7,344.94	367.71
441	PEREQUE,R	TRAVESSIA	7,351.27	379.17
442	MEIO,R DO	TRAVESSIA	7,345.81	368.28
443	MEIO,R DO	TRAVESSIA	7,345.81	368.28
444	MEIO,R DO	TRAVESSIA	7,345.69	368.28
445	SANDI,R	TRAVESSIA	7,355.22	366.15
446	CUBATAO,R	TRAVESSIA	7,357.79	352.10
447	MOJI,R	TRAVESSIA	7,361.47	359.65
448	MOJI,R	TRAVESSIA	7,361.80	360.09
449	SNA1 MOJI,R/(INDIO C DO)	TRAVESSIA	7,361.96	359.79
450	SNA1 MOJI,R/(INDIO C DO)	TRAVESSIA	7,362.41	359.76
451	SNA1 MOJI,R	TRAVESSIA	7,361.57	359.49
452	SNA1 MOJI,R	TRAVESSIA	7,361.39	359.83
453	SNA1 PIACAGUERA,R/(PERDIDO,R)	TRAVESSIA	7,361.98	358.48
454	SNA1 PIACAGUERA,R/(PERDIDO,R)	TRAVESSIA	7,361.93	358.43
455	PEREQUE,R	TRAVESSIA	7,359.81	355.62
456	PEREQUE,R	TRAVESSIA	7,361.40	355.63
457	SNA1 PEREQUE,R/(PEDRAS,COR DAS)	TRAVESSIA	7,360.16	353.42
458	SNA1 CUBATAO,R	TRAVESSIA	7,358.42	352.73
459	PEDRAS,R DAS	TRAVESSIA	7,358.18	352.38

Tabela das Estruturas Existentes Outorgadas pelo DAEE

Quant	Nome do Rio/Aquífero	Uso	UTM-Norte(Km)	UTM-Leste(Km)
460	PEDRAS,R DAS	TRAVESSIA	7,358.22	352.38
461	PEDRAS,R DAS	TRAVESSIA	7,358.29	351.66
462	SNA1 MARIA RIBEIRA,R	TRAVESSIA	7,354.87	355.34
463	SNA1 CUBATAO,R	TRAVESSIA	7,357.66	352.85
464	SNA1 CUBATAO,R	TRAVESSIA	7,258.43	352.57
465	TACHINHOS,RIB	TRAVESSIA	7,369.72	386.50
466	FURNAS,RIB DAS	TRAVESSIA	7,366.93	383.00
467	JAGUAREGUAVA,R	TRAVESSIA	7,364.05	381.20
468	CANHABURA,COR	TRAVESSIA	7,365.20	381.75
469	PELAES/FAZENDA,COR	TRAVESSIA	7,366.15	382.20
470	JOAO PEREIRA,R	TRAVESSIA	7,368.80	392.25
471	CARAMBIU,RIB	TRAVESSIA	7,367.30	383.70
472	GUAXINDUVA,COR	TRAVESSIA	7,367.80	384.55
473	SANTANA,R(CANAL)PARANHOS,R	TRAVESSIA	7,354.05	353.60
474	SNA1 BOTUROCA/BRANCO,R(CANAL)	TRAVESSIA	7,347.17	347.76
475	SNA1 BOTUROCA/BRANCO/VARGEM GRANDE,R	TRAVESSIA	7,347.04	346.44
476	MAE MARIA,COR DA	TRAVESSIA	7,347.17	347.76
477	CASQUEIRO,R(CANAL)	TRAVESSIA	7,353.32	357.90
478	BAGRES/CATARINA MORAES,R/SA CATARINA DE MORAES,CAN	TRAVESSIA	7,350.61	358.85
479	BAGRES/CATARINA MORAES,R/SA CATARINA DE MORAES,CAN	TRAVESSIA	7,350.58	358.60
480	BAGRES/CATARINA MORAES,R/SA CATARINA DE MORAES,CAN	TRAVESSIA	7,350.47	358.40
481	BAGRES/CATARINA MORAES,R/SA CATARINA DE MORAES,CAN	TRAVESSIA	7,350.15	358.27
482	BAGRES/CATARINA MORAES,R/SA CATARINA DE MORAES,CAN	TRAVESSIA	7,349.67	358.07
483	BAGRES/CATARINA MORAES,R/SA CATARINA DE MORAES,CAN	TRAVESSIA	7,349.54	358.18
484	SNA1 CASQUEIRO,R	TRAVESSIA	7,353.76	359.51
485	MONGAGUA,R/MINEIRO,R	TRAVESSIA	7,334.55	335.05
486	TRINDADE,R	TRAVESSIA	7,356.29	371.12
487	TRINDADE,R	TRAVESSIA	7,356.32	371.07
488	TRINDADE,R	TRAVESSIA	7,356.49	370.92

Tabela das Estruturas Existentes Outorgadas pelo DAEE

Quant	Nome do Rio/Aquífero	Uso	UTM-Norte(Km)	UTM-Leste(Km)
489	TRINDADE,R	TRAVESSIA	7,357.04	371.01
490	TRINDADE,R	TRAVESSIA	7,358.04	371.02
491	CAIMBURA,COR	TRAVESSIA	7,359.30	380.80
492	SNA1 BERTIOGA,CANAL DA	TRAVESSIA	7,358.45	378.62
493	SNA2 BERTIOGA,CANAL DA	TRAVESSIA	7,358.45	379.46
494	SNA3 BERTIOGA,CANAL DA	TRAVESSIA	7,358.92	379.51
495	SNA2 BERTIOGA,CANAL DE	TRAVESSIA	7,354.80	368.68
496	DIANA,R	TRAVESSIA	7,355.98	367.95
497	SNA1 DIANA,R	TRAVESSIA	7,355.43	366.43
498	SNA1 ATLANTICO,OC	TRAVESSIA	7,355.15	381.15

8.1.5.5.3 Usina Henry Borden

A EMAE - Empresa Metropolitana de Águas e Energia S.A., empresa de economia mista do governo do Estado de São Paulo que tem suas origens em 1899 com a fundação da The São Paulo Railway, Light and Power Company Limited, em Toronto, Canadá, é a detentora da usina de geração hidroelétrica Henry Borden, a qual reverte as águas da Bacia do alto Tietê para a Baixada Santista.

A usina é composta de duas unidades geradoras, uma em superfície e outra em subsuperfície. A usina de superfície teve início de suas operações em 1926 com relevante papel na economia e industrialização pelo fornecimento de energia elétrica na região atendida tanto na Baixada Santista quanto na atual região metropolitana de São Paulo. A partir de 1956, quando da entrada em operação da seção subterrânea, a EMAE atingiu a capacidade instalada de geração de 880 MW e energia elétrica.

A concepção desta Usina contempla a reversão das águas do rio Tietê, na cota média de 715 m acima do nível do mar, pela inversão do sentido de fluxo do rio Pinheiros, por meio de duas usinas reversíveis elevatórias, Traição a 10 km da foz e em seqüência Pedreira a 25 km da foz e cujo barramento resultou na formação do reservatório Billings, com cota máxima de operação de 746,5 m acima do nível do mar. A Usina Henry Borden, localizada em Cubatão, na base da Serra do Mar, ao nível do mar, utiliza a energia hidráulica resultante para a geração de energia elétrica, desaguando no rio Cubatão.

Tendo em vista questões ambientais, relacionadas com a qualidade das águas transpostas dos rios Pinheiros e Tietê, a partir da década de 80 o regime operacional da Usina condiciona-se a restrições de operações das usinas elevatórias e à qualidade das águas de seu reservatório, registrando-se a partir de outubro de 92, com a promulgação de resolução conjunta N° 03/92 das Secretarias Estaduais de Meio Ambiente e Energia e Saneamento, a alimentação do reservatório Billings apenas para o controle de cheias na Região Metropolitana de São Paulo e no Médio Tietê.

A operação da Usina Henry Borden em sua capacidade máxima resulta em turbinamento de até 157 m³/s e a vazão mínima de 6 m³/s, conforme informações recebidas da EMAE.

A Usina possui uma seção externa composta de 8 geradores, sendo dois de 35 MW e seis de 65 MW, e uma seção subterrânea com seis turbinas de 70 MW. Esta composição permite alta flexibilidade no atendimento das curvas de demanda de energia em horários de pico, permitindo grande variação de vazões turbinadas, podendo durante o dia ocorrer desde o turbinamento mínimo, necessário para a manutenção do sincronismo com a rede de distribuição até a vazão máxima requerida para atender os horários de pico de consumo. Neste último caso, destaca-se a localização junto ao centro de carga mais importante do país (consumidores de energia elétrica) no papel de regulação nas oscilações e eventualidades nas redes de transmissão de energia, interligando os geradores localizados à grande distância.

A partir dos dados da série de vazões médias diárias turbinadas e lançadas no rio Cubatão ao longo dos anos de operação da Usina, disponibilizados pela EMAE, foram realizadas análises das distribuições de vazões, permitindo avaliar as perspectivas de interferências destas contribuições no regime hídrico local.

A Figura 8.1.5.5-1 apresenta a distribuição das vazões médias anuais, permitindo verificar:

- o histórico de evolução até a implantação das últimas turbinas em meados da década de 50;
- o regime de plenitude até o início dos anos 90 e
- a drástica redução devido às restrições ambientais na década de 90.

A Figura 8.1.5.5-2 apresenta os valores máximos, mínimos e médios das vazões a partir de 1995, demonstrando que apesar da acentuada queda da produção são registrados os picos máximos de capacidade e vazões.

Figura 8.1.5.5-1 – Usina Henry Borden - Vazões Médias Anuais 1926 – 2006

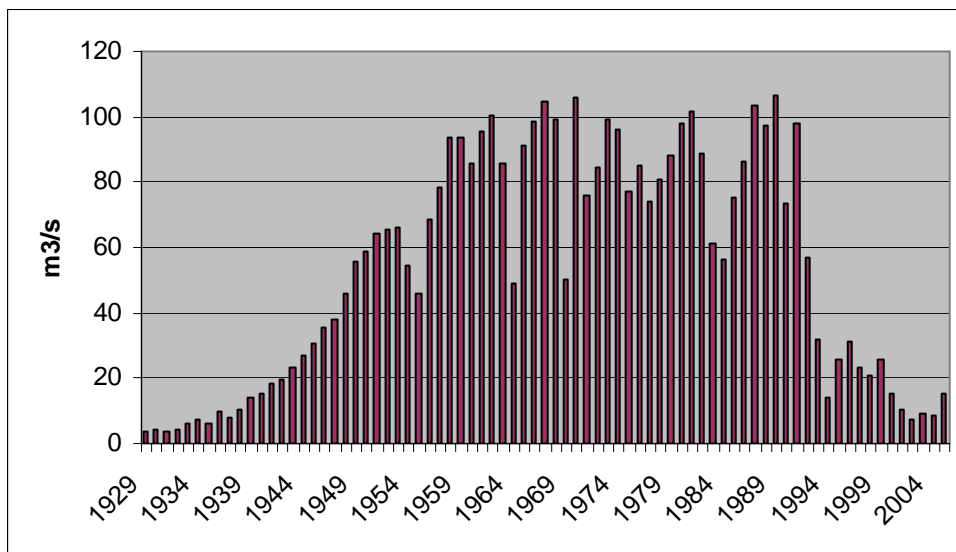


Figura 8.1.5.5-2 – Usina Henry Borden – Distribuição de Vazões Anuais 1995 - 2006

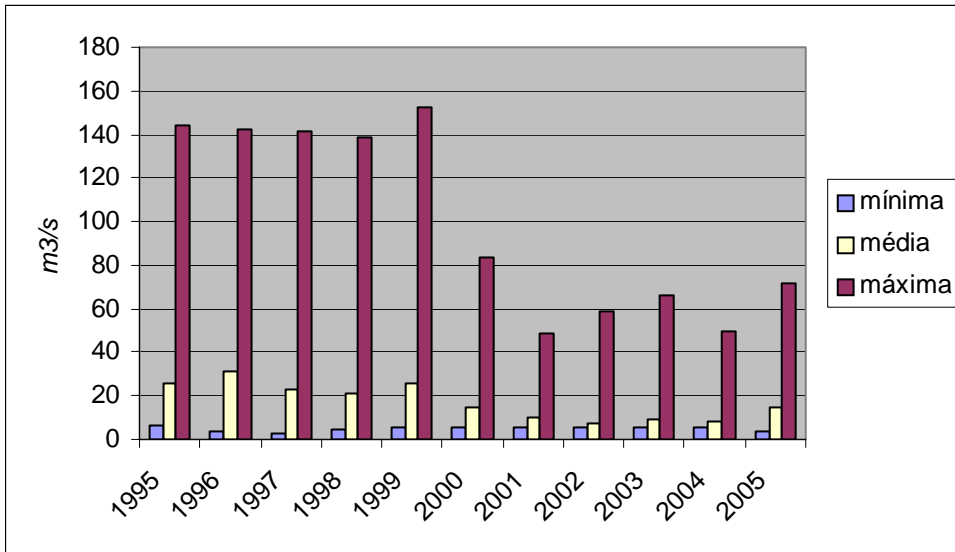


Figura 8.1.5.5-3- Usina Henry Borden – Vazões Médias - Variação Mensal

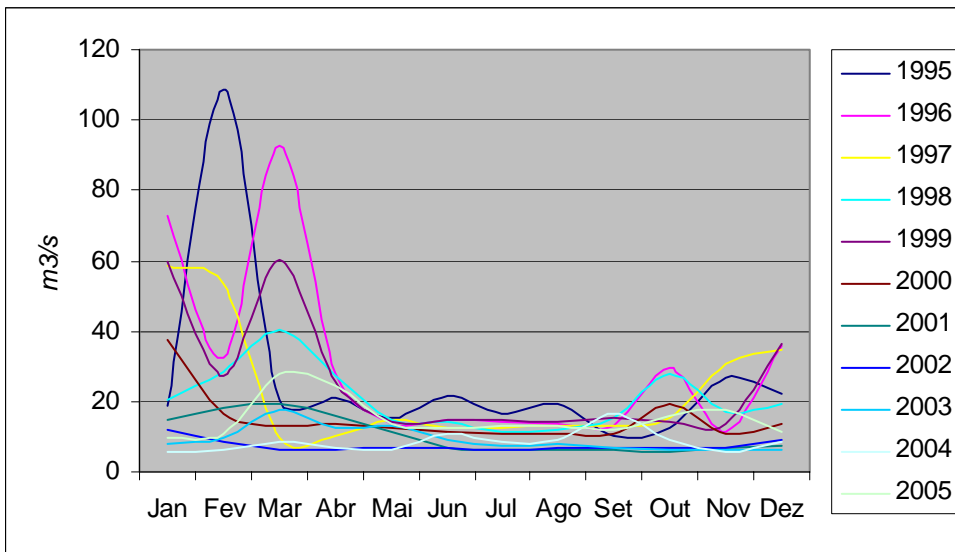
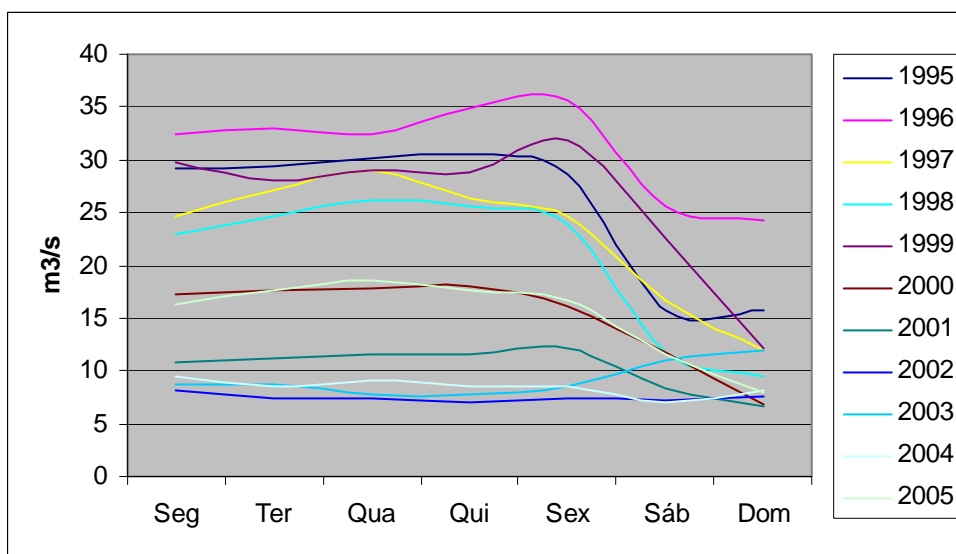


Figura 8.1.5.5-4- Usina Henry Borden – Variação de Vazões Médias Conforme Dias da Semana



A Figura 8.1.5.5-3 apresenta a sazonalidade da operação evidenciando, apesar de muita irregularidade, que as maiores vazões médias ocorrem nos meses chuvosos.

A Figura 8.1.5.5-4 evidencia o caráter de complementação da demanda de energia elétrica, apresentando forte retração nos fins de semana.

A Usina Henry Borden, por décadas, contribuiu com significativa vazão ao rio Cubatão, lançando a montante das captações da Sabesp - Estação de Tratamento de Água de Cubatão (ETA Cubatão), principal responsável pelo abastecimento público na Baixada Santista, e de grandes consumidores de água no Pólo Industrial de Cubatão. A mudança do regime operacional, a partir de 1992, evidenciou a criticidade e dependência do balanço hídrico destas contribuições hídricas.

Para o objeto do presente estudo deve ser considerada a contribuição média ao rio Cubatão que nos últimos anos manteve-se abaixo dos 20 m³/s, observando-se, entretanto, que tal vazão não atende qualquer padrão hidrológico, estando associado ao atendimento da demanda por energia elétrica, podendo operar de um mínimo de 6 m³/s a um máximo de 157 m³/s, onde a vazão mínima priorizará as necessidades do abastecimento público e a máxima a demanda de energia elétrica, associada aos horários de pico de consumo das 17:00 às 20:00 horas, nos dias úteis.

8.1.5.5.4 Abastecimento Público

O uso de recursos hídricos no saneamento básico da Baixada Santista é realizado sob a responsabilidade da Sabesp - Companhia de Saneamento Básico do Estado de São Paulo, empresa de economia mista mantida pelo Governo do Estado de São Paulo, com a concessão dos nove municípios que integram a região metropolitana.

A demanda por serviços de saneamento previstas pela Sabesp contempla uma população de 1.600.000 habitantes residentes à qual deve-se adicionar nos períodos de férias escolares e feriados uma população flutuante de 1.350.000 habitantes.

O sistema de abastecimento de água potável contempla captações, estações de tratamento e extensa rede de distribuição, interligadas ou isoladas mantidas pela empresa pública. Além disso, alguns loteamentos e empreendimentos mantêm seus próprios sistemas de tratamento e distribuição.

Conforme consulta à Sabesp, o Plano Diretor de Abastecimento de Água da Baixada Santista, elaborado, em maio de 1994, pelo consórcio Hidroconsult, Estática e Latin Consult, o abastecimento de água potável nos municípios da Baixada Santista apresenta as características dos sistemas produtores conforme a Tabela 8.1.5.5-2.

Tabela 8.1.5.5-2 - Abastecimento de Água na Baixada Santista

Município	Manancial / Sistema	Capactação (l/s)	ETA (l/s)
Bertioga	Furnas	54	100
	Pelaes	44	
	Riviera S. Lourenço *	200	136
	Pedra Branca	87	87
	Guaxinduva *	16	-
	Pereque Mirim *	39	-
Guarujá e V. Carvalho	Jurubatuba	933	1200
	Jurubatuba Mirim	308	
Santos São Vicente e Cubatão	Cubatão	4433	5000
	Pilões	435	600
Praia Grande	Itu	284	-
	Laranjal	201	1283
	Guariuma	391	
	Soldado	565	
	Serraria	141	
Mongaguá	Mineiro	358	-
Itanhaém	Moenda	60	90
	Matão	59	
	Raminho	106	-
	Mambu	4875	757
Peruíbe	Guará	22	-
	São João	96	320
	Quatinga	59	
	Cabuçu	13	

* Sistemas particulares

Com referência aos afluentes à área de influência direta do empreendimento, o Estuário de Santos, conforme Ofício RS-0333/06, de 24 de novembro de 2006, a Sabesp – Companhia de Saneamento Básico do Estado de São Paulo informa a disponibilização dos parâmetros de água bruta de entrada das Captações e das Estações de Tratamento de Águas, conforme tabelas 8.1.5.5-3 e 8.1.5.5-4.

Tabela 8.1.5.5-3 - Sistemas de Captação de Água Afluente ao Estuário de Santos

Instalação	Finalidade	Manancial	Cota	Bacia	Vazão	Tubulação	Qualidade da Água
Captação Jurubatuba	Barragem de Nível	Rio Jurubatuba	73,4 m	30 km ²	1800 l/s	900 mm	Classe 1
Captação Jurubatuba Mirim	Barragem de Nível	Rio Jurubatuba Mirim	9,3 m	11 km ²	300 l/s	500 mm	Classe 1

Fonte: Sabesp (2006)

Tabela 8.1.5.5-4 - Sistemas de Captação de Água Afluente ao Estuário de Santos

Instalação	Local	Finalidade	Produção	Vazão	Cota	Qualidade da Água
ETA 1 - Pilões	Estrada de Pilões s/nº	Tratamento Convencional	560.000 m ³ /mes	600 l/s	103 m	Classe 1
ETA 3 - Cubatão	Rod. Anchieta km 54,5	Tratamento Convencional	11.000.000 m ³ /mes	4000 l/s	6,25 m	Classe 2

Fonte: Sabesp (2006)

O sistema produtor da ETA-Cubatão ou ETA-3, possui duas fontes alternativas para a captação no rio Cubatão: a primeira a montante, constituída por uma barragem subálvea a 1,3 km da estação de tratamento; e a segunda, uma caixa de captação junto à estação em frente aos canais de fuga da Usina Hidroelétrica Henry Borden, pela margem oposta.

Segundo o referido relatório a captação da barragem subálvea responde em média por 85% da contribuição de água bruta que abastece a ETA-3, Nos meses de especial demanda ou período de estiagem a água da Billings é utilizada como captação alternativa, respondendo em média pelos 15% restantes de contribuição.

O sistema produtor de Melvi, em Praia Grande, é abastecido pela interligação das captações de Laranjal; Guariuma; Soldado e Serraria. No litoral sul as redes de adutoras permitem a interligação dos sistemas produtores desde Cubatão - São Vicente até Mambu em Itanhaém. Estas interligações permitem flexibilidade operacional para o abastecimento e otimização das capacidades dos sistemas produtores.

O balanço hídrico entre as demandas de produção de água para atender o município de Guarujá e as disponibilidades hídricas, respectivamente dos rios Jurubatuba e Jurubatuba Mirim que já são utilizados pela Sabesp demonstram a necessidade de reforçar o sistema produtor do Guarujá, sendo proposta a utilização do rio Itatinga. Este *déficit* evidencia-se com maior intensidade nos feriados de ano novo e Carnaval, obrigando a medidas de restrição ao consumo. A interligação da área do bairro de Vicente de Carvalho com a área insular de Santos, por meio de uma tubulação submarina é alternativa temporária para amenizar a situação.

A utilização do rio Itatinga como reforço ao abastecimento de água do Guarujá, prevê na época de temporada de verão (janeiro e fevereiro) um incremento de 1.000 l/s na disponibilidade de água potável para este município.

8.1.5.5.5 Esgotamento Sanitário

Quanto à coleta e tratamento de esgotos na Baixada Santista, são registrados os índices apontados na Tabela 8.1.5.5-5, e a descrição, capacidade e locais de lançamento de efluentes dos sistemas de saneamento são apontados na tabela 8.1.5.5-6.

Tabela 8.1.5.5-5 - Índices de Coleta e Tratamento de Esgoto por Município

Municípios	Coleta (%)	Tratamento (%)
Bertioga	28	100
Cubatão	31	100
Guarujá	58	100
Itanhaém	11	81
Mongaguá	21	100
Peruíbe	17	100
Praia Grande	46	100
Santos	98	100
São Vicente	61	100

Tabela 8.1.5.5-6 - Descrição e Quantificação dos Sistemas de Saneamento

Município	ETEs ²		Tipos de Tratamento ^{2,3}	Corpo Receptor ¹
	Qtde.	Cap. ⁴ m ³ /dia		
Bertioga	1	10.370	ETE Lodos Ativados	Rio Itapanhaú
Guarujá	1	200.000	EPC e 1 ES EPC + Emissário Submarino	Enseada / Estuário de Santos
Santos e S. Vicente (integrado)	1	259.200	EPC e 1 ES EPC + Emissário	Baía de Santos / Canal São Jorge
S. Vicente (Continental)	3	38.016 + 40.000	ETE Lodos Ativados	R.Mariana e R.Branco
Cubatão	1	17.280	ETE Lagoa Aerada	Rio Cubatão
Praia Grande	2	173.800	EPCs e 2 ES EPC + 2 Emissários	Mar
Mongaguá	1	12.100	ETE Lodos Ativados	Mar
Itanhaém	2	3.500	ETEs Lodos Ativados; outros	R. Poço e Itanhaém / Rio Curitiba
Peruíbe	1	5.620	ETE Sist. Australian (Lagoa de Estabili.)	Rio Preto

ETE – Estação de Tratamento de Esgotos;
EPC- Estação de pré-condicionamento;
ES – Emissário Submarino

Fontes: Relatório Zero

A análise dos sistemas existentes permite observar que as regiões de maiores concentrações populacionais da Baixada Santista, incluindo os locais de maior frequência pela população flutuante, são esgotados por emissários submarinos. As regiões atendidas por emissários submarinos estão localizadas na parte insular dos municípios de Santos e São Vicente, Guarujá - excluído o bairro de Vicente de Carvalho voltado para o estuário -, e Praia Grande, onde os esgoto recebem apenas o tratamento de pré-condicionamento, ou seja desarenador+peneiramento+cloração, e é lançado no mar.

Os municípios cujas drenagens ocorrem para o mar aberto (Peruíbe, Itanhaém, Mongaguá Praia Grande e Bertioga), ainda que apresentem os menores índices de coleta e tratamento de esgotos, não contribuem diretamente com suas cargas poluidoras para a área de influência do empreendimento, ou seja, o estuário de Santos.

Para o atendimento de uma população (residente e flutuante) de cerca de 3 milhões de habitantes, a Sabesp mantém 807 mil ligações de água potável e em 40,5 % das mesmas realiza coletas de esgoto. A Tabela 8.1.5.5-7 oferece os dados referentes ao número de ligações de água e esgoto na Baixada Santista.

Tabela 8.1.5.5-7 - Número de Ligações de Água e Esgotos na Baixada Santista

Município	Esgoto	Água	% s/ coleta
Bertioga	5.582	22.991	75,7
Cubatão	12.175	30.230	59,7
Guarujá	64.689	91.258	29,1
Itanhaém	4.721	56.203	91,6
Mongaguá	8.301	39.018	78,7
Peruíbe	8.672	36.268	76,1
Praia Grande	94.411	184.475	48,8
Santos	184.362	192.983	4,5
São Vicente	78.357	120.010	34,7
Vicente de Carvalho	19.148	34.013	43,7
TOTAL	480.418	807.449	40,5

Fonte: Sabesb 2007

O contingente populacional não atendido pelas redes públicas de água, em sua maioria concentra-se em áreas de ocupação irregular, como, por exemplo, os bairros-cota de Cubatão.

As contribuições de cargas de poluição por esgotos domésticos para a área de influência do empreendimento, o estuário de Santos, decorrem das populações concentradas no município de Cubatão, integralmente, com 107 mil habitantes; a área continental de Santos, com 4 mil habitantes; o bairro de Vicente de Carvalho, no município de Guarujá, com cerca de 140 mil habitantes; a área Continental de São Vicente, com 61 mil habitantes e alguns núcleos isolados, sem saneamento, esparsos nas ilhas de Santo Amaro e São Vicente. Nestas áreas a Sabesp mantém 3 estações de tratamento de esgotos (Humaitá (Gleba II); Parque das Bandeiras em São Vicente e Cubatão – Centro).

De acordo com a Sabesp, os sistemas de esgotamento sanitário dos municípios com drenagem para o Estuário de Santos, na Baixada Santista, apresentam-se da seguinte forma:

- Praia Grande

Os esgotos do município são tratados por meio do método de disposição oceânica. São levados por dois emissários submarinos, de 3 quilômetros de extensão cada um, para o mar. Os emissários estão nos bairros Canto do Forte e Vila Tupi. Têm capacidade e tratamento de uma média de 300 litros por segundo cada um. Característica das EPCs: gradeamento e cloração. Atendem os bairros Canto do Forte, Boqueirão e Vila Guilhermina; futuramente atenderá também os Bairros de Tude Bastos e Vila Antártica. E o outro emissário atende os bairros de Samambaia, parcialmente, e Vila Mirim, Ocean, Aviação e Tupy.

Está previsto para o município um Programa de Recuperação Ambiental, o qual beneficiará uma população estimada de 223 mil habitantes, e que propõe a implantação de 186 km de redes coletoras, coletores troncos e emissários, 28,56 mil ligações domiciliares e a construção de 14 Estações Elevatórias de Esgoto (EEE), 1 Estação de Pré-Condicionamento de Esgotos (EPC) com vazão de 1,4 m³/s e 1 Emissário Submarino de 4 km com 1000 mm de diâmetro.

- Guarujá

Em Guarujá funciona uma Estação de Pré-Condicionamento de Esgotos – EPC - da Vila Zilda que trata os esgotos antes de serem encaminhados para o emissário submarino na praia da Enseada. A EPC tem por finalidade remover o material sólido e o material flutuante, normalmente existente no esgoto. Depois desta remoção, o esgoto ainda recebe cloro para eliminar bactérias e odores. Após este tratamento é que o esgoto é direcionado para o emissário submarino, sendo despejado a 4.500 metros da praia. O emissário trata em média 1.100 litros por segundo.

Existe também o Programa de Recuperação Ambiental, que visa atender uma população estimada de 51 mil habitantes com a implantação de 77 km de redes coletoras, coletores troncos e emissários, 8,58 mil ligações domiciliares e a construção de 8 Estações Elevatórias de Esgoto (EEE) e 1 Estação de Tratamento (ETE).

- Santos / São Vicente

O tratamento é pelo método de disposição oceânica. Os esgotos de Santos (assim como os de São Vicente insular) são levados para a EPC – Estação de Tratamento de Esgotos, que fica no bairro do José Menino, em Santos. A EPC tem por finalidade remover o material sólido e o material flutuante, normalmente existente no esgoto. Depois desta remoção, o esgoto ainda recebe cloro para eliminar bactérias e odores. Após este tratamento é que é direcionado para o emissário submarino, sendo despejado a 4.000 metros da praia. O emissário em Santos tem capacidade para tratar em média 2.500 litros por segundo. A EPC tem por finalidade remover o material sólido e o material flutuante, normalmente existente no esgoto. Depois desta remoção ainda recebe uma certa quantidade de cloro para eliminar bactérias.

É composta por 4 unidades:

- Gradeamento grosseiro e fino – para remoção de sólidos grosseiros e finos, respectivamente;
- Caixas de Areia - para remoção de areia;
- Peneiras Rotativas – para remoção de sólidos até 1,5mm

- Cloração – para desinfecção de esgoto

Para Santos e São Vicente o Programa de Recuperação Ambiental previsto, irá atender uma população estimada de 51 mil habitantes com a implantação de 1 Interceptor com 2,3km de extensão, 1 Emissário Terrestre com 400m de extensão, ampliação da Estação de Pré-Condicionamento de 3,5m³/s para 5,3 m³/s, adequação dos difusores do Emissário Submarino e 3 Estações Elevatórias de Esgotos.

- Cubatão

O sistema de tratamento de esgoto em Cubatão conta com um par de lagoas que trabalham dentro do Sistema Tipo Australiano. Essa forma de tratamento é composto de uma lagoa anaeróbia que recebe o esgoto bruto, seguida de uma lagoa facultativa que complementa o tratamento por meio de um processo misto, ou seja, aeróbio e anaeróbio.

Está previsto para o município um Programa de Recuperação Ambiental, o qual beneficiará uma população estimada de 22 mil habitantes, o qual propõe a implantação de 44 km de redes coletoras, coletores troncos e emissários, 3,68 mil ligações domiciliares, construção de 5 Estações Elevatórias de Esgotos (EEE) e 1 Estação de Tratamento de Esgoto (ETE).

Tabela 8.1.5.5-8 - Carga Orgânica Doméstica na Baixada Santista

Município	População (2000)		Atendi-mento		Carga Poluidora		Corpo Receptor
	Total	Urbana	Co-leta	Tra-tam.	Poten-cial	Remanesc.	
Bertioga	30.903	30.039	28	100	1.622	1.259	Rio Itapanhaú
Cubatão	107.904	107.260	31	100	5.792	4.356	Rio Cubatão
Guarujá	265.155	265.076	58	100	14.314	7.672	Enseada Estuário
Itanhaém	71.947	71.100	11	81	3.839	3.566	Rios *1
Mongaguá	35.106	34.950	21	100	1.887	1.570	Mar
Peruíbe	51.384	50.297	17	100	2.716	2.347	Rio Preto
P.Grande	191.811	191.811	46	100	10.358	6.546	Mar
Santos	417.777	415.543	98	100	22.439	4.847	Baía e Canal *2
S. Vicente	302.678	302.541	52	100	16.337	9.541	Rio Mariana
Total	1474.665	1468.617	59	99	79.304	41.704	

Notas: (*1) Lançamentos em Itanhaém: Rios Poço, Itanhaém e Curitiba
 (*2) Lançamentos em Santos, Baía de Santos e Canal São Jorge

Fonte Cetesb - 2006

A Tabela 8.1.5.5-8 apresenta as cargas orgânicas potenciais e remanescentes na Baixada Santista, segundo o Relatório de Qualidade Ambiental do Estado de São Paulo, publicado em 2006. Estimando-se conservativamente que a carga remanescente dos municípios voltados ao Estuário de Santos (Cubatão; São Vicente; Guarujá e Santos) afluam totalmente ao mesmo, resultaria em uma contribuição de cerca de 25 toneladas de DBO por dia.

8.1.5.6. Balanço Hídrico

8.1.5.6.1. Balanço Hídrico Regional

O Estado de São Paulo em seus 248.209 km² de área (segundo a Portaria IBGE 05/2002), apresenta a chuva anual média em torno dos 1.380 mm/ano (10.840 m³/s) e segundo o relatório de Situação dos Recursos Hídricos do Estado de São Paulo (CRH/CORHI/DAEE, 1999; CORHI, 2004), apresenta perdas por evapotranspiração, calculadas pelas diferenças entre as precipitações e o escoamento total, de aproximadamente 980 mm/ano (7.716 m³/s), ou seja, somente 29% da precipitação pluviométrica, em média, correspondente a cerca de 3.120 m³/s, transforma-se em escoamento superficial.

A área de influência do empreendimento encontra-se inteiramente no território da UGRH 7 – Baixada Santista, que por sua vez tem 2.818 km², correspondente a 1,1 % da área do Estado, com uma precipitação média de 2.670 mm/ano (239 m³/s), onde as perdas por evapotranspiração são de aproximadamente 940 mm/ano (84 m³/s), ou seja, cerca de 65% da precipitação pluviométrica, correspondente a 155 m³/s, transforma-se em escoamento superficial. A vazão mínima anual de 7 dias consecutivos e 10 anos de período de retorno (Q_{7,10}) estimada é de 38 m³/s.

Ainda segundo esta fonte, a UGRH 07-Baixada Santista possui demanda global estimada de 23,29 m³/s, com 10,83 m³/s para uso urbano e 12,46 m³/s para uso industrial, sendo desprezível o uso agrícola.

Para se avaliar em uma primeira análise a criticidade da disponibilidade hídrica utiliza-se a relação estabelecida entre a demanda global superficial e subterrânea (De) e a produção hídrica superficial dentro dos limites de cada UGRHI, expressa pela vazão mínima Q_{7,10} (Di).

São consideradas **muito críticas** aquelas bacias onde a relação De/Di ultrapassa 0,8 como ocorre nas UGRHs paulistas: 05 - PCJ, 08 - Sapucaí/Grande; 09 - Mogi-Guaçu; 10 - Tietê Sorocaba e 06 - Alto Tietê.

O nível **crítico** é representado pela relação entre 0,5 e 0,8, como é o caso da UGRH 07 - Baixada Santista, onde esta relação situa-se em 0,61 (dados referidos a 2004).

A situação global do Estado de São Paulo é considerada como **regular** com índice de 0,41.

A análise da disponibilidade de água na Baixada Santista deve considerar a contribuição por reversão de aproximadamente 22,5 m³/s do Alto Tietê para a Baixada Santista, pela geração de energia por meio do Sistema Billings/Henry Borden.

8.1.5.6.2. Balanço Hídrico Afluente ao Estuário de Santos

Na região do Estuário de Santos a demanda global estimada é de 19,647 m³/s, com 7,187 m³/s para uso urbano e 12,46 m³/s para uso industrial, sendo desprezível o uso agrícola.

Esta demanda referente ao consumo urbano, provém das captações realizadas pela Sabesp/Sabesp, conforme Tabela 8.1.5.6-1.

Tabela 8.1.5.6-1 - Captações Superficiais para Abastecimento Urbano

Sub-bacia	Município	Vazão média captada (m ³ /s)
Rio Itapanhaú	Bertioga	0,347
Rio Cubatão	Santos/Cubatão	4,5
Rio Jurubatuba	Guarujá	2,18
Ilha de São Vicente	Santos/ São Vicente	0,16
Total		7,187

Fonte: Relatório Zero (2000)

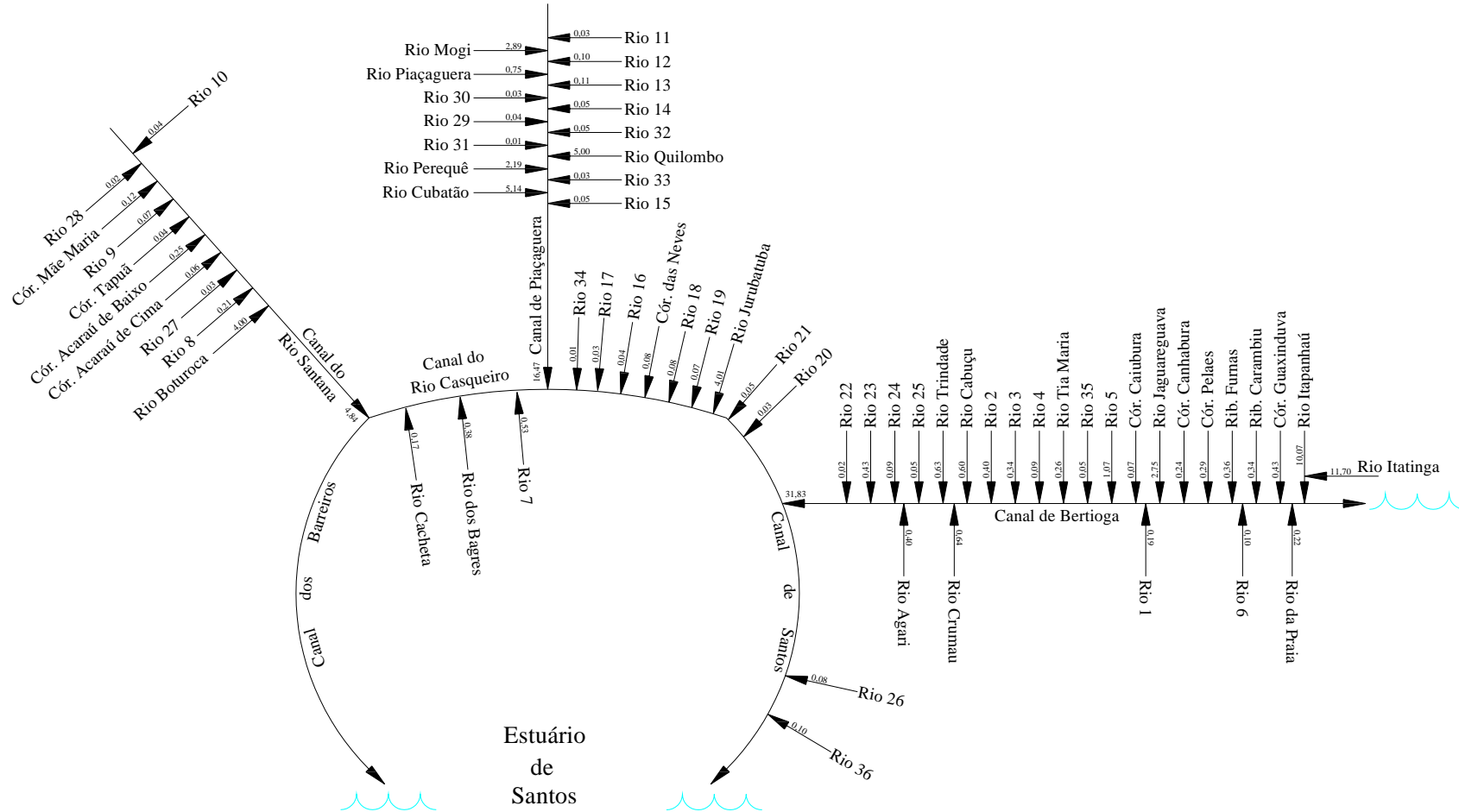
A demanda industrial da Baixada Santista é essencialmente composta pelas indústrias do Pólo de Cubatão, o qual está inteiramente inserido na área de drenagem do Estuário de Santos, e, portanto, esta demanda mantém-se a mesma para esta avaliação local.

Para estimativa da criticidade da disponibilidade hídrica referente ao Estuário de Santos, adotou-se o mesmo método citado no item anterior, utilizando-se da relação da demanda global (De) pela vazão mínima $Q_{7,10}$ (Di).

A relação de criticidade encontrada para o Estuário é de 1,36, evidenciando a necessidade de suprimento externo para seu abastecimento. Este abastecimento adicional é fornecido pela operação da Usina Henry Borden, que transpondo as águas da Bacia do Alto Tietê para o Rio Cubatão, abastece as captações da Sabesp e várias indústrias. Outra sub-bacia crítica é do Rio Jurubatuba de onde a Sabesp abastece o município de Guarujá, existindo iniciativas para atender o crescimento da demanda.

A Figura 8.1.5.6-1 mostra o diagrama unifilar dos rios que contribuem para o Sistema Estuarino de Santos.

Figura 8.1.5.6-1 - Diagrama Unifilar da Rede Hidrológica Afluente ao Estuário



Unidade: m³/s

8.1.5.7 Qualidade da água

As águas interiores, costeiras e oceânicas, são reconhecidas como sustentáculo de todo o desenvolvimento e manutenção da vida, e é também o meio através do qual se desenvolve o transporte efetivo de todos os bens produzidos no mundo. Atualmente, o transporte marítimo mundial mobiliza aproximadamente 80% do que é produzido no mundo. A crescente integração das economias e das sociedades, promovidas pela globalização, gerou uma demanda por navios cada vez maiores e mais rápidos, de modo a atender com maior eficiência o transporte dos mais variados produtos.

Os recursos ambientais continentais e costeiros (água, solos, subsolos, ar, biodiversidade e outros) devem ser administrados a partir de cada bacia hidrográfica como unidade mínima de ecossistema, ou seja, elemento constitutivo para estabelecer e desenvolver diretrizes de gestão da região costeira e à qual todas as ações secundárias devem estar subordinadas sob a macroobjetiva do gerenciamento ambiental; a partir de uma visão integrada e sistêmica do uso e da ocupação do solo, pode-se delinear o panorama de problemas e conflitos.

Neste contexto, ao se observar a área de ampliação e expansão do canal de acesso e bacias de evolução CODESP - Porto de Santos, na Estuário de Santos observa-se a montante um sistema potamográfico e uma baía, que por décadas sofreu prejuízos ambientais.

A zona costeira, embora ocupe uma faixa reduzida da crosta continental e oceânica, apresenta elevada produtividade e biodiversidade, contribuindo sensivelmente para a produção oceânica global, nessa mesma faixa *stricto sensu* concentra quase um quarto da população do País. Desta forma, a relevância desta região, tanto para a população quanto para os ecossistemas marinhos e continentais, o investimento em investigações com relações de submissão a qualquer domínio do conhecimento e da ação é de extrema relevância.

Figura 8.1.5.7 - 1 Região Costeira - Ações Naturais e Antropogênicas



Considerada uma região de contrastes, constitui-se, por isso mesmo, em local privilegiado às estratégias de gestão ambiental. Isto porque, são encontradas nessa região áreas onde coincidem intensa urbanização, atividades de pesca, atividades portuária e industrial relevantes, e exploração turística em larga escala. Em geral, o quadro é problemático do ponto de vista da gestão ambiental, demandando ações de caráter corretivo, com a mediação dos "múltiplos conflitos de uso" dos espaços e recursos comuns, e de controle do impacto sobre o ambiente estuarino, decorrente de poluição e contaminação por diferentes tipos e fontes.

O processo de industrialização e o desenvolvimento tornaram-se fonte de renda, gerando ciclos migracionais e riscos potenciais de poluição, na medida em que as atividades industriais desta região foram responsáveis pelo lançamento de várias substâncias potencialmente tóxicas na Estuário de Santos. Devendo-se ressaltar, contudo, no âmbito da competência do Órgão Ambiental, que vem exercendo ações efetivas de controle industrial, visando manter as atividades industriais e não industriais, no contexto ambiental, dentro da legislação pertinente.

Mais ainda, o desenvolvimento trouxe a migração populacional que resultou em questões de ordem física, tais como a destruição dos ecossistemas periféricos à Baía, os aterros, o uso desordenado do solo e seus efeitos impactantes, em termos de assoreamento dos corpos d'água, aumento da taxa de sedimentação e conseqüente inundação.

Partindo da proposta formal estabelecida no Termo de Referência, o item monitoramento da qualidade de água propiciou o início de obtenção de dados primários, tendo por fim o processo de licenciamento das atividades de dragagem no canal de acesso e na bacia de evolução do Porto de

Santos. Mesmo não sendo, o monitoramento da qualidade de água, no momento, de caráter permanente, permite estabelecer inter-relações e subsidiar análises integradas de questões complexas, nas quais se associam aspectos de qualidade ambiental a vetores sócio-econômicos.

Nada obstante, atualmente, o gerenciamento dos conflitos ambientais na região costeira, onde estão inseridas as atividades portuárias, entre outras, aparece com relevância e imprime urgência da gestão costeira por meio de políticas de intervenção e instrumentos legais para defrontar positivamente a ação pragmática de conflito.

Isto posto, e em consonância com o Termo de Referência, que trata das especificações técnicas para a elaboração dos estudos da baía de Santos e do planejamento e execução do Plano de Monitoramento da Área a ser Dragada e Adjacências da CODESP – Cia. DOCAS de São Paulo, a seguir será apresentado o item que discorrerá acerca da qualidade das águas da Estuário de Santos.

a. Metodologia

Em caráter preliminar, entre os dias 05 a 07 de março de 2007, foi realizada, na situação de marés de sizígia, no estofo da vazante, a medição do perfil vertical da coluna d'água em 16 pontos de medição para a avaliação dos parâmetros: temperatura; oxigênio dissolvido; salinidade; Potencial REDOX; e condutividade. A medição ao longo da coluna d'água teve a finalidade de observar as condições de mistura das águas da Estuário de Santos e outras possíveis interferências em função das atividades desenvolvidas nesse compartimento aquático.

A metodologia para as medições desses parâmetros foi executada da seguinte maneira: a cada 0,50m até a profundidade de 10m; e a partir dessa profundidade de metro em metro, sem chegar ao assoalho da baía sob influência da bacia drenante e das atividades implantadas ao longo do contorno e no interior dessa baía. Cabe destacar que o período corresponde no calendário climatológico ao final da estação chuvosa. Não obstante, ressalta-se que o período que antecedeu as medições em campo foi de clima seco, com seis dias consecutivos sem chuvas.

Em 17 de janeiro de 2008, foi procedida a coleta de amostras de água, nos mesmos pontos amostrados no mês de março de 2007, contudo, em condição de marés de quadratura, retratando o período no qual as marés apresentam as menores amplitudes, entre os períodos de vazante e enchente, principalmente nesta data, quando a quadratura apresenta condições de estabilidade em situação de preamar. As amostras, para as análises laboratoriais foram tomadas na profundidade de superfície e de fundo -, para a análise laboratorial de elementos traços – Arsênio, Cádmiio, Chumbo, Cobre dissolvido, Cromo Níquel, Zinco e Mercúrio - e Fósforo.

Essas amostras foram preservadas e acondicionadas, em conformidade com as metodologias vigentes e, segundo os preceitos exigidos para cada parâmetro a ser analisado, finalmente, dados por

entrega ao laboratório contratado dentro do prazo estabelecido pela técnica empregada, para levar a efeito as análises laboratoriais.

As tabelas a seguir, apresentam a localização, em coordenadas geográficas das estações de medições realizadas no campo e, também, onde foram tomadas as amostras de água. As demais tabelas fazem menção e esclarecem as condições das marés nas quais os trabalhos foram realizados.

Tabela 8.1.5.6-1 - Localização das Estações de Medições Realizadas no Campo Período de 05 a 07 de março de 2007

Estações de Medições de Campo	Coordenadas Geográficas	
	Latitude S	Longitude W
Canal de Acesso		
C-01	23° 55' 00"	046° 21' 50"
C-02	23° 55' 09"	046° 20' 33"
C-03	23° 55' 45"	046° 19' 26"
C-04	23° 56' 04"	046° 18' 40"
C-05	23° 57' 14"	046° 18' 27"
C-06	23° 58' 08"	046° 17' 39"
C-07	23° 58' 54"	046° 17' 21"
C-08	23° 59' 37"	046° 18' 12"
C-09	23° 59' 56"	046° 19' 54"
Braços		
B-01	23° 53' 35"	046° 22' 39"
B-02	23° 54' 45"	046° 22' 38"
B-03	23° 54' 30"	046° 20' 15"
B-04	23° 53' 18"	046° 19' 18"
B-05	23° 55' 32"	046° 18' 36"
São Vicente		
SV-01	23° 56' 17"	046° 24' 34"
SV-02	23° 58' 46"	046° 23' 58"

Tabela 8.1.5.6-2 - Tábua das Marés¹

- Período de 05 a 07 de março de 2007

Dia	Hora	Altura (m)
SEG 05/03/07	03:38	1.5
	09:47	0.3
	15:19	1.7
	22:08	0.2
TER 06/03/07	03:58	1.4
	10:17	0.3
	15:53	1.6
	22:34	0.3
QUA 07/03/07	04:13	1.4
	10:47	0.4
	16:19	1.5
	22:49	0.5

- Período de 17 de janeiro de 2008

DIA	Hora	Altura(m)
QUI 17/01/08	04:06	0.6
	08:56	0.8
	10:21	0.8
	12:43	0.8
	17:38	0.6

Para os parâmetros medidos em campo, perfil vertical - ao longo da coluna d'água - foi utilizado uma sonda multiparamétrica, de origem francesa, da marca PONSEL.

A metodologia adotada para a obtenção das amostras e quantificação dos parâmetros a serem analisados encontra-se descrita nos manuais do 21ª Edição do “Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater” – APHA, WEF, AWWA.

¹ Tábua das Marés, Porto de Santos – Torre Grande (Estado de São Paulo), Lat: 23° 57,3S Long:046°18',4W, Fuso +03.0, 45 Componentes, Nível Médio 0,79 DNPVN, Ano 2007, Carta 1701 – as horas listadas não são corrigidas para o horário de verão.

b. Resultados

Para fins de avaliação da qualidade de água, os resultados obtidos por meio do monitoramento sistemático das águas da Estuário de Santos foram comparados aos valores recomendados pela Classe 1, das águas salinas e salobras, RESOLUÇÃO CONAMA n° 357, de 17 de março de 2005. Optou-se ter como base essa categoria, na medida em que a mesma privilegia a proteção das comunidades aquáticas.

Destaca-se, porém, que o enquadramento dos corpos d'água deve estar baseado não necessariamente no seu estado atual, mas nos níveis de qualidade que deveriam possuir para atender às necessidades da comunidade; instrumentos para avaliar a evolução da qualidade das águas, em relação às classes estabelecidas no enquadramento, facilitam a fixação e controle de metas visando atingir gradativamente os objetivos propostos.

A Resolução CONAMA n.357/2005 adota as seguintes definições e critérios:

ÁGUAS	Valores
salobras	Salinidade > a 0,5 ‰ e < a 30 ‰
Salinas	Salinidade ≥ a 30 ‰

Das Águas Salinas

CLASSE ESPECIAL	a) à preservação dos ambientes aquáticos em unidades de conservação de proteção integral; e b) à preservação do equilíbrio natural das comunidades aquáticas.
CLASSE 1	a) à recreação de contato primário, conforme Resolução CONAMA no 274, de 2000; b) à proteção das comunidades aquáticas; e c) à aqüicultura e à atividade de pesca.
CLASSE 2	a) à pesca amadora; e b) à recreação de contato secundário
CLASSE 3	a) à navegação; e b) à harmonia paisagística

a) não verificação de efeito tóxico crônico a organismos, de acordo com os critérios estabelecidos pelo órgão ambiental competente, ou, na sua ausência, por instituições nacionais ou internacionais renomadas, comprovado pela realização de ensaio ecotoxicológico padronizado ou outro método cientificamente reconhecido;

- b) materiais flutuantes virtualmente ausentes;
- c) óleos e graxas: virtualmente ausentes;
- d) substâncias que produzem odor e turbidez: virtualmente ausentes;
- e) corantes provenientes de fontes antrópicas: virtualmente ausentes;

- f) resíduos sólidos objetáveis: virtualmente ausentes;
- g) coliformes termolerantes: para o uso de recreação de contato primário deverá ser obedecida a Resolução CONAMA n° 274, de 2000. Para o cultivo de moluscos bivalves destinados à alimentação humana, a média geométrica da densidade de coliformes termotolerantes, de um mínimo de 15 amostras coletadas no mesmo local, não deverá exceder 43 por 100 mililitros, e o percentil 90% não deverá ultrapassar 88 coliformes termolerantes por 100 mililitros. Esses índices deverão ser mantidos em monitoramento anual com um mínimo de 5 amostras. Para os demais usos não deverá ser excedido um limite de 1.000 coliforme termolerantes por 100 mililitros em 80% ou mais de pelo menos 6 amostras coletadas durante o período de um ano, com periodicidade bimestral. A E. Coli poderá ser determinada em substituição ao parâmetro coliformes termotolerantes, de acordo com limites estabelecidos pelo órgão ambiental competente;
- h) carbono orgânico total até 3 mg/L, como C;
- i) OD, em qualquer amostra, não inferior a 6 mg/L O₂; e
- j) pH: 6,5 a 8,5, não devendo haver uma mudança do pH natural maior do que 0,2 unidades.

ÁGUAS SALINAS

PARÂMETROS	VALOR MÁXIMO
PARÂMETROS INORGÂNICOS VALOR MÁXIMO	
Alumínio dissolvido	1,5 mg/L Al
Arsênio total	0,01 mg/L As
Bário total	1,0 mg/L Ba
Bérblio total	5,3 µg/L Be
Boro total	5,0 mg/L B
Cádmio total	0,005 mg/L Cd
Chumbo total	0,01 mg/L Pb
Cianeto livre	0,001 mg/L CN
Cloro residual total (combinado + livre)	0,01 mg/L Cl
Cobre dissolvido	0,005 mg/L Cu
Cromo total	0,05 mg/L Cr
Ferro dissolvido	0,3 mg/L Fe
Fluoreto total	1,4 mg/L F
Fósforo total	0,062 mg/L P
Manganês total	0,1 mg/L Mn
Merúrio total	0,0002 mg/L Hg
Níquel total	0,025 mg/L Ni
Nitrato	0,40 mg/L N
Nitrito	0,07 mg/L N
Nitrogênio amoniacal total	0,40 mg/L N
Prata total	0,005 mg/L Ag
Polifosfatos (determinado pela diferença entre fósforo), (ácido hidrolisável total e fósforo reativo total)	0,031 mg/L P
Selênio total	0,01 mg/L Se
Sulfeto (H ₂ S não dissociado)	0,002 mg/L S
Tálio Total	0,1 mg/L Tl
Urânio total	0,5 mg/L U
PARÂMETROS ORGÂNICOS VALOR MÁXIMO	
Aldrin + Dieldrin	0,0019 µg/L
Benzeno	700 µg/L
Carbaril	0,32 µg/L
Clordano (cis + trans)	0,004 µg/L
2,4-D	30,0 µg/L
Demeton (Demeton-O + Demeton-S)	0,1 µg/L
DDT (p,p'-DDT + p,p'-DDE + p,p'-DDD)	0,001 µg/L
Dodecacloro pentaciclodecano	0,001 µg/L
Endossulfan (a + + sulfato)	0,01 µg/L
Endrin	0,004 µg/L
Etilbenzeno	25 µg/L
Fenóis totais (substâncias que reagem com 4-aminoantipirina)	60 µg/L C ₆ H ₅ OH
Gutlon	0,01 µg/L
Heptacloro epóxido + Heptacloro	0,001 µg/L
Lindano (g-HCH)	0,004 µg/L
Malation	0,1 µg/L
Metoxicloro	0,03 µg/L
Monoclorobenzeno	25 µg/L
PCBs - Bifenilas policloradas	0,03 µg/L
Pentaclorofenol	7,9 µg/L
Substâncias tensoativas que reagem com o azul de metileno	0,2 mg/L LAS
2,4,5-T	10,0 µg/L
Tolueno	215 µg/L
Toxafeno	0,0002 µg/L
2,4,5-TP	10,0 µg/L
Tributilestanho	0,01 µg/L TBT
Triclorobenzeno (1,2,3-TCB + 1,2,4-TCB)	80 µg/L
Tricloroetano	30,0 µg/L

III - Nas águas salinas onde ocorrer pesca ou cultivo de organismos, para fins de consumo intensivo, além dos padrões estabelecidos no inciso II deste artigo, aplicam-se os seguintes valores:

ÁGUAS SALINAS

PADRÕES PARA CORPOS DE ÁGUA ONDE HAJA PESCA OU CULTIVO DE ORGANISMOS PARA FINS DE CONSUMO INTENSIVO

PARÂMETROS	VALOR MÁXIMO
PARÂMETROS INORGÂNICOS VALOR MÁXIMO	
Alumínio dissolvido	1,5 mg/L Al
Arsênio total	0,14 µg/L As
Bário total	1,0 mg/L Ba
Berílio total	5,3 µg/L Be
Boro total	5,0 mg/L B
Cádmio total	0,005 mg/L Cd
Chumbo total	0,01 mg/L Pb
Cianeto livre	0,001 mg/L CN
Cloro residual total (combinado + livre)	0,01 mg/L Cl
Cobre dissolvido	0,005 mg/L Cu
Cromo total	0,05 mg/L Cr
Ferro dissolvido	0,3 mg/L Fe
Fluoreto total	1,4 mg/L F
Fósforo total	0,062 mg/L P
Manganês total	0,1 mg/L Mn
Mercurio total	0,0002 mg/L Hg
Níquel total	0,025 mg/L Ni
Nitrato	0,40 mg/L N
Nitrito	0,07 mg/L N
Nitrogênio amoniacal total	0,40 mg/L N
Prata total	0,005 mg/L Ag
Polfosfatos (determinado pela diferença entre fósforo, ácido hidrolisável total e fósforo reativo total)	0,031 mg/L P
Selênio total	0,01 mg/L Se
Sulfeto (H ₂ S não dissociado)	0,002 mg/L S
Tálio Total	0,1 mg/L Tl
Urânio total	0,5 mg/L U
PARÂMETROS ORGÂNICOS VALOR MÁXIMO	
Aldrin + Dieldrin	0,0019 µg/L
Benzeno	700 µg/L
Carbaril	0,32 µg/L
Clordano (cis + trans)	0,004 µg/L
2,4-D	30,0 µg/L
Demeton (Demeton-O + Demeton-S)	0,1 µg/L
DDT (p,p'-DDT + p,p'-DDE + p,p'-DDD)	0,001 µg/L
Dodecacloro pentaciclodecano	0,001 µg/L
Endossulfan (a + sulfato)	0,01 µg/L
Endrin	0,004 µg/L
Etilbenzeno	25 µg/L
Fenóis totais (substâncias que reagem com 4-aminoantipirina)	60 µg/L C ₆ H ₅ OH
Gution	0,01 µg/L
Heptacloro epóxido + Heptacloro	0,001 µg/L
Lindano (γ-HCH)	0,004 µg/L
Malation	0,1 µg/L
Metoxicloro	0,03 µg/L
Monoclorobenzeno	25 µg/L
PCBs - Bifenilas policloradas	0,03 µg/L
Pentaclorofenol	7,9 µg/L
Substâncias tensoativas que reagem com o azul de metileno	0,2 mg/L LAS
2,4,5-T	10,0 µg/L
Tolueno	215 µg/L
Toxafeno	0,0002 µg/L
2,4,5-TP	10,0 µg/L
Tributilestanho	0,01 µg/L TBT
Triclorobenzeno (1,2,3-TCB + 1,2,4-TCB)	80 µg/L
Tricloroeteno	30,0 µg/L

No cômputo dos objetivos da avaliação da qualidade de água ponderou-se a conveniência de inserir informações relativas às atividades de dragagem realizadas nos três primeiros meses do primeiro semestre de 2007, em especial aquelas executadas nos meses, e nos dias que precederam as medições de campo, como possível indicador das modificações ambientais imposta pela atividade em questão, A potencial contaminação proveniente dos sedimentos coesivos e não coesivos dispersos durante a operação de dragagem pode implicar na alteração físico-química da qualidade da água da coluna d'água.

Tabela 8.1.5.6-3 - Tabela dos trechos dragados nos meses de Janeiro a Março

Mês/2007	Local de Dragagem	Tipo de Draga	Volume total de Material Dragado (m ³)
Janeiro	Alamoia	Brasil, Itaipu, Japuí e Tombo	23.273,7
	Saboó		
	Corredor de Exportação		
	TECON		
Fevereiro	TECON	Brasil, Itaipu, Japuí e Tombo	26.167,6
	Alamoia		
	Saboó		
	Corredor de Exportação		
	Ilha Barnabé		
Março	ARN-12	Brasil (operou nos dias 5, 6 e 7), Itaipu, Japuí (operou nos dias 5, 6 e 7) e Tombo (operou nos dias 5, 6 e 7)	30.444,13
	Corredor de Exportação		
	Libra		
	Saboó		
	Alamoia		

Draga Autotransportadora "BRASIL" - 400 m ³
Batelão Lameiro Autopropelido "Tombo" - 500 m ³
Batelão lameiro Autopropelido "Itaipu" - 300 m ³
Batelão lameiro Autopropelido "Japuí" - 300 m ³

c. Circulação das Águas e Sedimentação no Estuário de Santos

Na literatura técnica tem sido demonstrado o aspecto geomorfológico de semi-confinamento da Estuário de Santos e destacada, com relevância, a baixa movimentação de fundo e a gradual diminuição do seu espelho d'água. Dessa forma, infere-se que vem acontecendo um processo gradativo, e contínuo de assoreamento, em função da significativa contribuição do aporte terrígeno/fluvial, que tem como consequência o assoreamento de diversas regiões da Estuário de Santos.

Tal contribuição fluvial é confirmada pela observação de imagens de satélite que fornecem com clareza a visão da movimentação de sedimentos oriundos, da bacia drenante. Os fatores determinantes do padrão de circulação existente na Estuário de Santos são: amplitude de maré; morfologia costeira; batimetria; regime dos ventos; e o aporte de água doce proveniente das bacias hidrográficas.

A circulação regida pelo fluxo e refluxo das marés é predominante, com um regime semidiurno. Devido à topografia de fundo possuir um canal natural de maior batimetria, o escoamento é todo induzido para esta área, gerando correntes mais intensas. Na parte mais interna da Baía, onde as profundidades são menores, há uma perda progressiva de carga na circulação, acarretando uma mistura das águas oceânicas e interiores.

As correntes de densidade são geradas devido à diferença das águas salinas, provenientes dos oceanos, e das águas doces provenientes, da bacia hidrográfica e da mistura do fundo do Estuário de Santos, que provocam uma circulação diferenciada. A água oceânica, geralmente com índice de salinidade mais alto, de temperatura mais baixa e densidade mais elevada, penetra pelo fundo; sendo que a menos densa proveniente da mistura de águas salinas e da bacia hidrográfica tende a sair pela camada superficial.

d. Avaliação de Parâmetros Físico-Químicos

Os estuários são sistemas dinâmicos e de extrema complexidade, caracterizados pela mistura entre a água doce, de origem terrígena e a água salina, de origem marinha e apresentam grande variabilidade sazonal e espacial.

Os estuários, por caracterizar ambiente de transição, entremeio, de sistemas de água doce e o ambiente marinho torna perceptível vetores resultantes por uma função escalar, ou seja, possuem um gradiente bem definido em relação a diversas variáveis físicas e químicas, incluindo salinidade, temperatura, pH, oxigênio dissolvido, potencial redox, nutrientes, quantidade e composição de partículas, regidos pelas condições hidrogeoquímicas. Esses vetores mostram-se influenciar toda a extensão do estuário tanto horizontal quanto verticalmente (da coluna d'água ao sedimento).

- Salinidade

A concentração de sais minerais dissolvidos na água do mar é geralmente expressa como salinidade. A salinidade é uma convenção que se aproxima da massa em grama de sólidos obtidos a partir da secagem de 1 kg de água do mar a 480 °C até que seja atingido um peso constante.

- Potencial hidrogeniônico (pH)

Este parâmetro representa a concentração de íons hidrogênio H⁺, dando uma indicação sobre a condição de acidez, neutralidade e alcalinidade da água. O pH é um parâmetro fundamental na avaliação de ambientes aquáticos, podendo ser indutor de muitos fenômenos físicos, químicos e biológicos, ou mesmo pode ser a expressão quantitativa a um estímulo exterior a ele está imediatamente ligado.

O pH alcalino é responsável por uma maior concentração de amônia não ionizada na água. Alteração do potencial hidrogeniônico confere uma forte influência sobre a toxicidade de outros

compostos químicos; os metais pesados, cujos compostos tendem a se dissolver em meio ácido, tornando-os biodisponíveis.

Altos valores de pH podem em ambientes estuarinos estar associados a florações de microalgas ou macrófitas, pois com o aumento da fotossíntese, há consumo de gás carbônico e, portanto, diminuição do ácido carbônico da água e conseqüente aumento do pH.

- Oxigênio dissolvido

O oxigênio é um elemento químico essencial para a biota aquática e é mais abundante na água. Durante a decomposição da matéria orgânica, as bactérias demandam o oxigênio dissolvido na água em seus processos respiratórios, podendo produzir grave depleção de OD no meio aquático. Quanto maior for a depleção do oxigênio maior as condições de hipoxia ou até mesmo anoxia, tendo como conseqüência a mudança de um sistema químico oxidante para um redutor.

O nível de oxigênio dissolvido na água constitui um dos principais indicadores das condições sanitárias e da saúde de um corpo d'água dos níveis de poluição das águas.

- Potencial redox

Os ciclos biogeoquímicos dos elementos traços, os quais são fortemente influenciados pelas reações de oxi-redução e dependem do grau de oxidação do meio. A maioria dessas reações é realizada pelos organismos marinhos e alimentada pela energia derivada da radiação solar transformada pelos organismos fotossintetizantes em matéria orgânica com liberação de O₂.

Reações de oxi-redução nas águas são fortemente controladas pela redução de O₂ e pela oxidação da matéria orgânica, tendo em vista estes serem os mais abundantes agentes de oxidação e de redução encontrados no ambiente aquático.

- e. Avaliação dos Parâmetros Medidos nos Perfis Verticais

As tabelas e os gráficos de linha, apresentados a seguir, retratam as medições realizadas no campo em todas as estações de amostragem planejadas para a Estuário de Santos, para os parâmetros temperatura, oxigênio dissolvido, salinidade e condutividade. A medição ao longo da coluna d'água, o perfil vertical, como já mencionado anteriormente, tem a finalidade de observar as condições de mistura das águas dessa baía.

Os resultados obtidos, de modo geral, apontam tendências a condições de homogeneidade no que diz respeito ao oxigênio dissolvido das águas da Estuário de Santos, entretanto, em algumas estações pode-se perceber uma inclinação de concentrações que indicam situações de hipoxia nas camadas mais superficiais até as camadas mais junto ao fundo, especialmente nas estações mais próximas à linha de costa, e nas regiões leste e nordeste da Baía. Tal variabilidade é decorrente do aporte de águas contaminadas, principalmente por matéria orgânica, da bacia contribuinte. Desse modo, pode-se considerar a instabilidade do ambiente e um comportamento evolutivo típico de um sistema aquático progredindo para uma condição trófica adversa, rica em nutrientes.

De modo geral, quando se observa tanto condições de supersaturação do oxigênio dissolvido quanto de hipoxia, associa-se ao input excessivo de matéria orgânica, que por um lado, favorece os processos de florações de algas, e por outro, a decomposição anaeróbica, com conseqüências negativas para a biota e para o ecossistema como um todo.

A salinidade e a condutância específica (tanto verticalmente - ao longo da coluna d'água -, quanto na sua distribuição espacial, horizontalmente), em todas as camadas, apresentam um comportamento comum a maior parte das estações amostradas, apresentando uma homogeneidade ao longo dos perfis medidos. No entanto, nas estações influenciadas pelo deflúvio da bacia drenante, nota-se um decréscimo das concentrações nas medições, especialmente, nas camadas mais superficiais e a leste da Estuário de Santos.

Quanto à temperatura, verifica-se certa homogeneidade das águas, tanto na coluna d'água quanto na distribuição espacial, na coluna d'água no período amostrado, entretanto, condições sutis foram notadas, no que diz respeito à estratificação térmica.

Os resultados dos perfis verticais confirmaram o que foi postulado sobre a questão hidrodinâmica da Estuário de Santos, testificando a baixa energia, as descargas fluviais dos rios e canais. Em suma, essa homogenia é correlata a cada conjunto de compartimentos fisiográficos do Estuário de Santos, e às variáveis que compõem o sistema hidrogeoquímico.

Quanto à transparência que é medida em metros a partir do disco Secchi; observa-se que esse parâmetro, para os pontos localizados no canal de acesso e em São Vicente, apresenta medidas variando de 0,90m a 2,00m. Sendo assim, indica boas condições de penetração de luz em função da profundidade da coluna d'água. Nos pontos observados em Bertioiga as medidas variaram entre 0,10m a 0,80m

O parâmetro condutividade expressa numericamente a capacidade de uma água conduzir a corrente elétrica, entretanto, não fornece nenhuma indicação qualitativa, relativa aos componentes dissolvidos na água. Não obstante, revela um bom prognóstico acerca das modificações na composição de uma água, especialmente na sua concentração de sais minerais; à medida que mais sólidos dissolvidos são incorporados ao ambiente aquático mais a condutividade específica da água aumenta.

A salinidade do Estuário de Santos, no período avaliado, apresenta por análise estatística de tendência central ligeiramente abaixo de 30g/1000g. As maiores variações encontram-se na região norte, fortemente influenciada pelo afluxo da bacia drenante, seguida pela região leste.

Quanto ao oxigênio dissolvido, os valores medianos das concentrações assemelham-se em todas as regiões, no entanto, as maiores variações, entre condições hipoxia, baixa concentração de OD na água, são observadas nas regiões norte e leste, indicando uma tendência de alteração do nível trófico em função da atividade primária deste corpo d'água neste trecho.

Com relação ao parâmetro pH registram-se maiores variações nas regiões norte e leste, todavia nota-se, também, uma similaridade na estatística de tendência central.

Dessa maneira, pode-se deduzir que as condições de qualidade de água para esses parâmetros medidos no campo, não indicaram alterações senão aquelas promovidas por meio dos *inputs* gerados na bacia drenante e da própria região. Isso significa dizer, ainda, que a decisão de inserir informações relativas às atividades de dragagem realizadas no primeiro semestre de 2007, concernia no rastreamento de indícios de alterações promovidas por essa ação. Contudo, não foi detectado *output* que caracterizasse uma situação adversa, no caso, poluição adicional que possa ser atribuída diretamente a ações de dragagem.

Tabela 8.1.5.6-4 - Perfis Verticais da Coluna d'Água

Estação C - 01										
CANAL DE ACESSO										
Data	Hora	Profundidade da Coluna d'água (m)	Transparência Disco Secchi (m)	Profundidade (m)	Temperatura Água °C	Oxigênio Dissolvido mg/L	pH UpH	ORP mV	Salinidade	Condutividade mS/cm
06.03.07	09:00	7,00	1,10	Superfície	29,1	3,88	7,42	204	21,2	32,48
				0,50	29,1	3,66	7,41	205	21,4	33,06
				1,00	28,9	3,62	7,44	207	21,6	33,5
				1,50	28,9	3,32	7,41	205	22,7	33,9
				2,00	28,8	3,03	7,41	206	25,0	37,2
				2,50	28,7	2,55	7,54	206	25,2	37,4
				3,00	28,7	2,64	7,53	207	25,1	37,36
				3,50	28,7	2,67	7,53	208	25,5	37,72
				4,00	28,7	2,50	7,54	209	25,5	37,83
				4,50	28,7	2,13	7,53	210	25,5	37,83
				5,00	28,7	2,42	7,54	211	25,7	38,00
				5,50	28,7	2,44	7,54	211	25,8	38,13
				6,00	28,7	2,18	7,53	212	25,9	38,45
				6,50	28,7	2,17	7,53	213	26,2	38,8
7,00	28,7	2,18	7,53	213	26,4	38,92				

Tabela 8.1.5.6-5 - Perfis Verticais da Coluna d'Água

Estação C - 02										
CANAL										
Data	Hora	Profundidade da Coluna d'água (m)	Transparência Disco Secchi (m)	Profundidade (m)	Temperatura Água °C	Oxigênio Dissolvido mg/L	pH UpH	ORP mV	Salinidade	Condutividade mS/cm
06.03.07	09:00	8,00	1,20	Superfície	29,0	4,28	7,57	223	23,6	35,88
				0,50	29,0	4,17	7,54	223	23,9	36,44
				1,00	29,0	4,07	7,58	221	25,0	37,42
				1,50	29,0	3,89	7,57	221	25,3	37,58
				2,00	29,0	3,81	7,56	221	25,3	37,73
				2,50	29,0	3,01	7,54	220	26,2	38,79
				3,00	29,0	3,00	7,54	220	26,8	39,36
				3,50	29,0	2,88	7,58	220	27,0	39,77
				4,00	29,0	2,79	7,61	220	27,3	40,13
				4,50	29,0	2,70	7,68	220	27,7	40,74
				5,00	28,9	2,90	7,68	221	27,8	40,79
				5,50	28,9	2,89	7,70	221	27,9	40,81
				6,00	28,9	3,01	7,71	221	28,1	40,91
				6,50	28,9	2,69	7,72	224	28,5	41,25
				7,00	28,9	2,54	7,74	224	28,7	41,40
7,50	28,9	2,39	7,75	218	28,7	41,40				
8,00	28,9	2,15	7,77	218	28,7	41,40				

Tabela 8.1.5.6-6 - Perfis Verticais da Coluna d'Água

Estação C - 03										
CANAL										
Data	Hora	Profundidade	Transparência	Profundidade	Temperatura	Oxigênio	pH	ORP	Salinidade	Condutividade
		Da Coluna d'água	Disco Secchi		Água	Dissolvido				
		(m)	(m)	(m)	°C	mg/L	UpH	mV		mS/cm
05.03.07	06:40	13,00	0,90	Superfície	28,9	3,61	6,74	265	27,1	39,84
				0,50	28,9	3,70	6,87	260	27,2	40,10
				1,00	29,0	3,82	6,56	264	28,0	41,30
				1,50	29,0	4,00	7,00	262	28,0	41,10
				2,00	29,0	4,00	6,96	266	28,0	41,30
				2,50	28,9	3,90	6,98	267	28,1	41,40
				3,00	28,9	3,86	6,98	268	28,3	41,70
				3,50	28,9	3,86	7,02	268	28,5	42,00
				4,00	28,9	4,06	7,02	268	28,8	42,20
				4,50	28,9	4,06	7,02	269	28,8	42,20
				5,00	28,9	3,82	7,06	269	29,0	42,40
				5,50	28,9	3,83	7,06	269	29,0	42,46
				6,00	28,9	3,68	7,04	268	29,0	42,56
				7,00	28,8	3,46	7,12	268	29,5	42,88
				8,00	28,8	3,41	7,17	268	29,9	43,36
				9,00	28,8	3,17	7,22	266	30,0	43,42
				10,00	28,8	3,24	7,27	265	30,0	43,80
				11,00	28,8	3,19	7,29	264	30,0	43,80
				12,00	28,8	3,07	7,46	256	30,2	43,90
				13,00	28,8	3,08	7,42	260	30,7	44,34

Tabela 8.1.5.6-7 - Perfis Verticais da Coluna d'Água

Estação C - 04										
CANAL										
Data	Hora	Profundidade da Coluna d'água	Transparência Disco de Secchi	Profundidade	Temperatura Água	Oxigênio Dissolvido	pH	ORP	Salinidade	Condutividade
		(m)	(m)	(m)	°C	mg/L				
05.03.07	07:40	11,00	1,10	Superfície	29,1	2,70	7,04	267	27,2	40,24
				0,50	29,1	2,83	7,10	264	27,3	40,90
				1,00	29,1	2,85	7,14	265	27,4	41,06
				1,50	28,9	2,92	7,16	264	27,7	41,40
				2,00	28,9	2,96	7,20	260	27,9	41,50
				2,50	28,9	2,85	7,23	260	28,1	41,65
				3,00	28,9	2,99	7,21	264	28,1	41,65
				3,50	28,9	2,87	7,23	262	28,2	41,73
				4,00	28,9	2,92	7,25	264	28,2	41,70
				4,50	28,9	2,89	7,26	266	28,2	41,73
				5,00	28,9	2,86	7,23	268	28,2	41,72
				5,50	28,9	2,89	7,21	266	28,2	41,73
				6,00	28,9	2,99	7,24	265	28,2	41,72
				7,00	28,6	3,01	7,26	267	28,2	41,70
				8,00	28,6	3,10	7,37	266	28,5	41,91
				9,00	28,5	2,99	7,60	265	28,7	41,99
				10,00	28,3	3,10	7,26	267	29,0	42,36
				11,00	28,3	3,07	7,30	266	29,0	42,40

Tabela 8.1.5.6-8 - Perfis Verticais da Coluna d'Água

Estação C - 05										
CANAL										
Data	Hora	Profundidade	Transparência	Profundidade	Temperatura	Oxigênio	pH	ORP	Salinidade	Condutividade
		da Coluna d'água	Disco de Secchi		Água	Dissolvido				
		(m)	(m)	(m)	°C	mg/L				
05.03.07	08:20	13,50	1,20	Superfície	29,0	3,71	7,13	278	29,2	42,37
				0,50	29,0	3,72	7,11	288	29,2	42,37
				1,00	29,0	3,95	7,20	280	29,2	42,37
				1,50	28,9	4,04	7,27	277	29,5	42,54
				2,00	28,8	4,03	7,26	274	29,7	42,70
				2,50	28,8	3,83	7,31	271	29,7	42,70
				3,00	28,8	3,53	7,27	275	29,8	42,77
				3,50	28,8	3,60	7,26	273	29,8	42,78
				4,00	28,8	3,62	7,38	269	29,8	42,98
				4,50	28,7	3,57	7,38	269	29,9	42,98
				5,00	28,7	3,55	7,40	271	30,0	43,42
				5,50	28,7	3,55	7,40	271	30,1	43,42
				6,00	28,7	3,65	7,43	270	30,1	43,45
				7,00	28,6	3,7	7,42	269	30,1	43,45
				8,00	28,6	3,71	7,42	269	30,2	43,47
				9,00	28,6	3,71	7,51	270	30,2	43,56
				10,00	28,5	3,82	7,50	271	30,3	43,59
				11,00	28,5	3,82	7,61	273	30,3	43,70
				12,00	28,3	3,89	7,61	273	30,3	43,70
				13,00	28,3	3,89	7,62	273	30,5	43,91

Tabela 8.1.5.6-9 - Perfis Verticais da Coluna d'Água

Estação C - 06										
CANAL										
Data	Hora	Profundidade	Transparência	Profundidade	Temperatura	Oxigênio	pH	ORP	Salinidade	Condutividade
		da Coluna d'água	Disco de Secchi		Água	Dissolvido				
		(m)	(m)	(m)	°C	mg/L	UpH	mV		mS/cm
05.03.07	09:10	13,00	1,30	Superfície	28,9	4,79	7,27	269	29,9	43,37
				0,50	28,9	4,27	7,37	270	30	43,45
				1,00	28,8	4,47	7,36	271	30,1	43,55
				1,50	28,8	4,14	7,38	271	30,1	43,56
				2,00	28,7	4,41	7,41	268	30,2	43,58
				2,50	28,7	4,40	7,39	268	30,3	43,59
				3,00	28,7	4,27	7,47	269	30,5	43,75
				3,50	28,7	4,54	7,46	269	30,5	43,77
				4,00	28,6	4,21	7,49	268	30,7	43,89
				4,50	28,6	4,32	7,48	269	30,7	44,05
				5,00	28,6	4,42	7,49	270	30,7	44,05
				6,00	28,6	4,20	7,50	270	30,8	44,16
				7,00	28,6	4,09	7,50	268	30,8	44,15
				8,00	28,5	3,89	7,53	269	31	44,29
				9,00	28,5	3,69	7,57	268	31,2	44,64
				10,00	28,5	4,06	7,72	262	31,3	44,91
				11,00	28,5	4,20	7,64	268	31,5	45,22
				12,00	28,5	4,40	7,60	266	31,8	45,74
				13,00	28,3	4,08	7,74	264	32,1	47,00

Tabela 8.1.5.6-10 - Perfis Verticais da Coluna d'Água

Estação C - 07										
CANAL										
Data	Hora	Profundidade	Transparência	Profundidade	Temperatura	Oxigênio	pH	ORP	Salinidade	Condutividade
		da Coluna d'água	Disco de Secchi		Água	Dissolvido				
		(m)	(m)	(m)	°C	mg/L	UpH	mV		mS/cm
05.03.07	09:50	17,00	1,10	Superfície	29,2	3,92	7,52	273	30,2	43,52
				0,50	29,2	3,96	7,53	272	30,3	43,72
				1,00	28,8	3,65	7,66	270	30,4	43,92
				1,50	28,8	3,93	7,61	266	30,5	43,97
				2,00	28,8	3,99	7,68	265	30,5	43,96
				2,50	28,8	3,89	7,66	266	30,6	44,00
				3,00	28,6	3,59	7,66	271	30,7	44,32
				3,50	28,6	3,61	7,67	270	30,8	44,50
				4,00	28,6	3,50	7,68	267	30,8	44,55
				4,50	28,5	3,43	7,70	266	30,9	44,70
				5,00	28,5	3,79	7,70	267	31,1	45,15
				5,50	28,5	3,62	7,71	266	31,1	45,17
				6,00	28,4	3,54	7,73	266	31,2	45,24
				7,00	28,4	3,78	7,74	266	31,3	45,30
				8,00	28,4	4,00	7,74	266	31,4	45,34
				9,00	28,4	4,00	7,79	264	31,5	45,57
				10,00	28,4	4,00	7,75	266	31,6	45,63
				11,00	28,4	4,27	7,77	266	31,6	45,73
				12,00	28,4	4,16	7,77	265	31,7	45,82
				13,00	28,4	4,14	7,81	266	31,9	46,27
				14,00	28,3	4,16	7,81	269	32,4	46,88
				15,00	28,3	5,01	7,86	266	32,6	47,09
				16,00	28,3	5,01	7,86	266	32,8	47,22
				17,00	28,3	5,06	7,94	264	32,8	47,28

Tabela 8.1.5.6-11 - Perfis Verticais da Coluna d'Água Estação C - 08

CANAL										
Data	Hora	Profundidade	Transparência	Profundidade	Temperatura	Oxigênio	pH	ORP	Salinidade	Condutividade
		da Coluna d'água	Disco de Secchi		Água	Dissolvido				
		(m)	(m)	(m)	°C	mg/L	UpH	mV		mS/cm
07.03.07	08:30	21,00	2,10	Superfície	28,8	4,02	7,72	222	30,8	44,56
				0,50	28,8	3,99	7,72	220	30,9	44,67
				1,00	28,8	3,89	7,80	220	30,9	44,85
				1,50	28,8	3,80	7,82	220	30,9	44,80
				2,00	28,8	3,77	7,82	220	30,9	44,80
				2,50	28,8	3,72	7,95	211	31,0	44,90
				3,00	28,8	3,50	7,95	214	31,1	45,20
				3,50	28,8	3,50	7,92	215	31,1	45,20
				4,00	28,8	3,50	7,92	214	31,1	45,20
				4,50	28,8	3,50	7,92	213	31,1	45,26
				5,00	28,8	3,50	7,92	213	31,2	45,31
				5,50	28,8	3,52	7,95	213	31,2	45,36
				6,00	28,8	3,52	7,95	213	31,2	45,36
				6,50	28,8	3,52	7,95	213	31,2	45,37
				7,00	28,8	3,52	7,98	213	31,2	45,37
				8,00	28,8	3,55	7,99	212	31,4	45,42
				9,00	28,8	3,55	8,01	211	31,4	45,60
				10,00	28,8	3,67	8,06	211	31,5	45,91
				11,00	28,7	4,01	8,08	210	31,9	46,32
				12,00	28,6	4,56	8,14	212	32,2	47,80
				13,00	28,2	5,02	8,14	212	32,5	48,61
				14,00	28,2	5,10	8,20	212	33,0	48,57
				15,00	28,2	5,09	8,19	213	33,5	48,60
				16,00	28,1	4,90	8,17	213	33,6	48,73
				17,00	28,1	4,89	8,19	212	33,6	48,74
				18,00	28,1	4,90	8,19	212	33,6	48,74
				19,00	28,1	4,90	8,20	212	33,6	48,74
				20,00	28,1	4,84	8,20	213	33,7	48,85
				21,00	28,0	4,84	8,20	213	33,9	48,87

Tabela 8.1.5.6-12 - Perfis Verticais da Coluna d'Água

Estação C - 09										
CANAL										
Data	Hora	Profundidade	Transparência	Profundidade	Temperatura	Oxigênio	pH	ORP	Salinidade	Condutividade
		da Coluna d'água	Disco de Secchi		Água	Dissolvido				
		(m)	(m)	(m)	°C	mg/L	UpH	mV		mS/cm
07.03.07	08:10	13,50	2,00	Superfície	28,5	6,35	7,86	199	33,0	47,49
				0,50	28,5	6,26	7,96	196	33,0	47,63
				1,00	28,5	6,19	7,95	198	33,0	47,41
				1,50	28,4	6,30	7,98	199	33,2	48,39
				2,00	28,4	6,35	8,01	197	33,2	48,36
				2,50	28,4	6,02	8,05	197	33,2	48,42
				3,00	28,4	6,01	8,07	196	33,3	48,45
				3,50	28,4	6,02	8,08	196	33,3	48,47
				4,00	28,4	5,98	8,06	197	33,3	48,45
				4,50	28,4	6,00	8,06	197	33,4	48,47
				5,00	28,4	5,89	8,09	199	33,4	48,47
				5,50	28,4	5,79	8,08	198	33,4	48,47
				6,00	28,3	5,79	8,11	198	33,4	48,52
				6,50	28,3	5,80	8,11	198	33,5	48,57
				7,00	28,3	5,55	8,11	198	33,5	48,66
				7,50	28,3	5,54	8,11	198	33,5	48,67
				8,00	28,3	5,50	8,11	197	33,5	48,77
				8,50	28,3	5,49	8,11	197	33,6	48,80
				9,00	28,3	5,50	8,11	197	33,6	48,78
				9,50	28,3	5,48	8,11	197	33,6	48,80
				10,00	28,2	5,42	8,10	197	33,8	49,30
				11,00	27,8	4,99	8,11	197	33,9	49,45
				12,00	27,5	4,99	8,10	197	34,0	49,89
				13,00	27,0	4,90	8,10	197	34,0	49,97
				13,50	27,0	4,90	8,10	200	34,0	49,99

Tabela 8.1.5.6-13 - Perfis Verticais da Coluna d'Água

Estação B - 01										
BRAÇOS										
Data	Hora	Profundidade	Transparência	Profundidade	Temperatura	Oxigênio	pH	ORP	Salinidade	Condutividade
		da Coluna d'água	Disco de Secchi		Água	Dissolvido				
		(m)	(m)	(m)	°C	mg/L	UpH	mV		mS/cm
06.03.07	08:30	1,20	0,70	Superfície	28,4	3,85	7,15	209	15,3	23,8
				0,50	28,5	3,37	7,18	217	15,6	25,13
				1,00	28,5	4,07	7,20	217	19	29,45

Tabela 8.1.5.6-14 - Perfis Verticais da Coluna d'Água

Estação B - 02										
BRAÇOS										
Data	Hora	Profundidade	Transparência	Profundidade	Temperatura	Oxigênio	pH	ORP	Salinidade	Condutividade
		da Coluna d'água	Disco de Secchi		Água	Dissolvido				
		(m)	(m)	(m)	°C	mg/L	UpH	mV		mS/cm
06.03.07	08:40	2,00	0,60	Superfície	29,0	3,76	7,40	203	31,21	41,7
				0,50	29,0	3,19	7,41	203	31,45	41,8
				1,00	29,0	3,07	7,47	206	31,78	41,9
				1,50	29,0	3,01	7,50	208	35,31	42,0
				2,00	29,0	3,00	7,50	210	36	42,0

Tabela 8.1.5.6-15 - Perfis Verticais da Coluna d'Água

Estação B - 03										
BRAÇOS										
Data	Hora	Profundidade	Transparência	Profundidade	Temperatura	Oxigênio	pH	ORP	Salinidade	Condutividade
		da Coluna d'água	Disco de Secchi		Água	Dissolvido				
		(m)	(m)	(m)	°C	mg/L	UpH	mV		mS/cm
06.03.07	10:20	0,60	0,20	Superfície	32	4,47	7,52	223	24,5	37,29

Tabela 8.1.5.6-16 - Perfis Verticais da Coluna d'Água

Estação B - 04										
BRAÇOS										
Data	Hora	Profundidade	Transparência	Profundidade	Temperatura	Oxigênio	pH	ORP	Salinidade	Condutividade
		da Coluna d'água	Disco de Secchi		Água	Dissolvido				
		(m)	(m)	(m)	°C	mg/L	UpH	mV		mS/cm
06.03.07	11:00	0,50	0,10	Superfície	30,5	3,00	7,02	225	16,1	26,85

Tabela 8.1.5.6-17 - Perfis Verticais da Coluna d'Água

Estação B - 05										
BRAÇOS										
Data	Hora	Profundidade da Coluna d'água	Transparência Disco de Secchi	Profundidade	Temperatura Água	Oxigênio Dissolvido	pH	ORP	Salinidade	Condutividade
		(m)	(m)	(m)	°C	mg/L	UpH	mV		mS/cm
05.04.07	06:20	3,00	0,80	Superfície	28,8	4,00	7,05	239	28,6	41,7
				0,50	28,8	3,75	7,05	241	28,6	41,8
				1,00	28,7	3,64	6,93	244	28,7	41,9
				1,50	28,7	3,49	6,82	247	28,9	42,0
				2,00	28,7	3,20	6,79	251	28,9	42,0
				2,50	28,7	2,90	6,81	257	28,9	42,1
				3,00	28,7	3,05	6,8	257	28,9	42,1

Tabela 8.1.5.6-18 - Perfis Verticais da Coluna d'Água

Estação SV - 01										
SÃO VICENTE - Mar Pequeno										
Data	Hora	Profundidade da Coluna d'água	Transparência Disco de Secchi	Profundidade	Temperatura Água	Oxigênio Dissolvido	pH	ORP	Salinidade	Condutividade
		(m)	(m)	(m)	°C	mg/L	UpH	mV		mS/cm
7/3/2007	11:00	3,50	1,60	Superfície	29,8	3,84	7,43	247	25,1	37,30
				0,50	29,8	3,79	7,40	252	25,3	37,50
				1,00	29,8	3,65	7,40	247	25,4	37,52
				1,50	29,8	2,91	7,52	247	26,2	38,97
				2,00	29,7	3,05	7,56	247	26,2	38,97
				2,50	29,7	3,12	7,62	245	26,3	39,47
				3,00	29,6	3,40	7,61	245	26,3	39,46
				3,50	29,6	3,41	7,70	245	28,2	41,03

Tabela 8.1.5.6-19 - Perfis Verticais da Coluna d'Água

Estação SV - 02										
SÃO VICENTE - Pompeba										
Data	Hora	Profundidade da Coluna d'água	Transparência Disco de Secchi	Profundidade	Temperatura Água	Oxigênio Dissolvido	pH	ORP	Salinidade	Condutividade
		(m)	(m)	(m)	°C	mg/L	UpH	mV		mS/cm
7/3/2007	10:20	3,00	1,00	Superfície	29,7	2,65	7,40	241	20,6	31,30
				0,50	29,7	2,05	7,4	239	20,5	30,59
				1,00	29,5	2,34	7,47	237	23,9	35,41
				1,50	29,4	2,59	7,49	236	23,9	35,60
				2,00	29,2	1,61	7,50	236	24,2	36,26
				2,50	29,1	1,60	7,50	236	24,2	36,82
				3,00	29,1	1,60	7,50	236	24,2	36,88

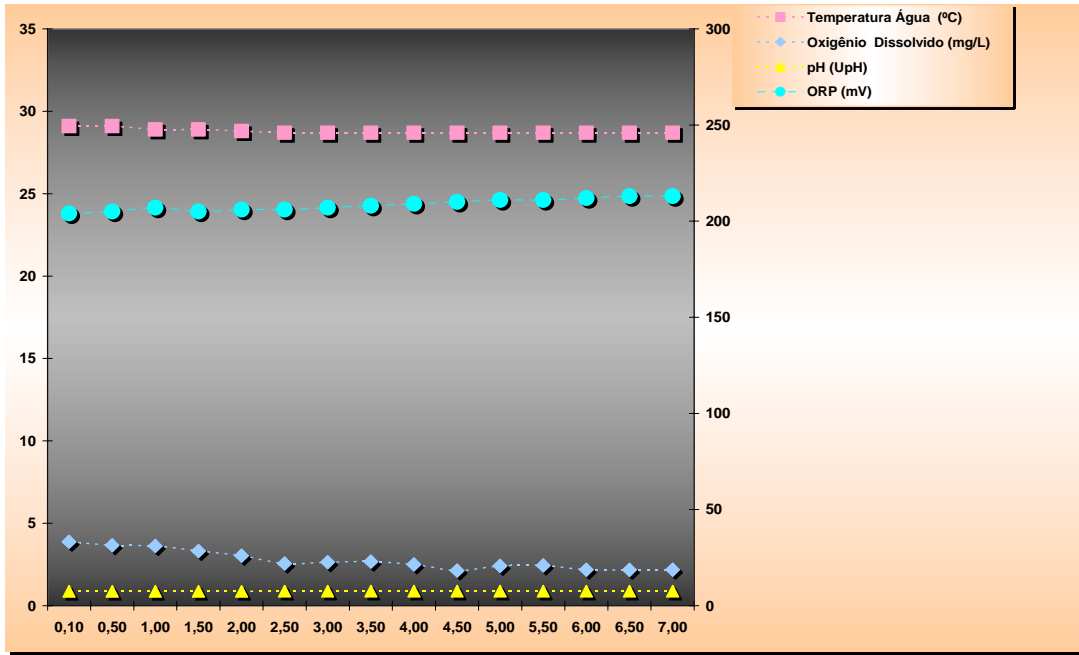


Figura 8.1.5.7 - 2 - Perfis Verticais da Coluna d'Água - Estação C-01

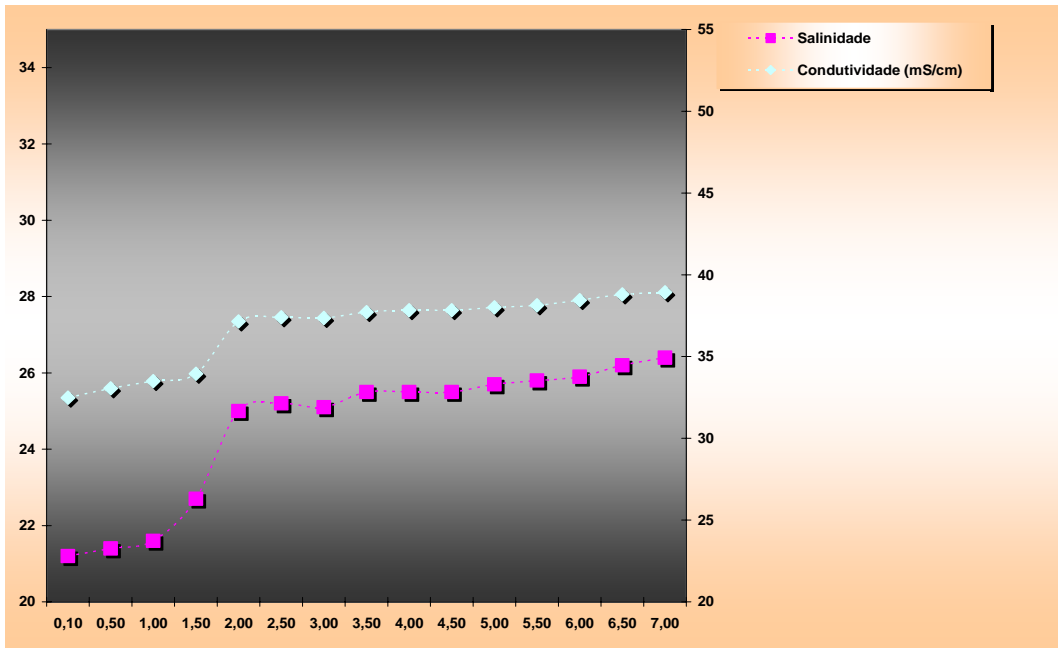


Figura 8.1.5.7 - 3 - Perfis Verticais da Coluna d'Água - Estação C-01

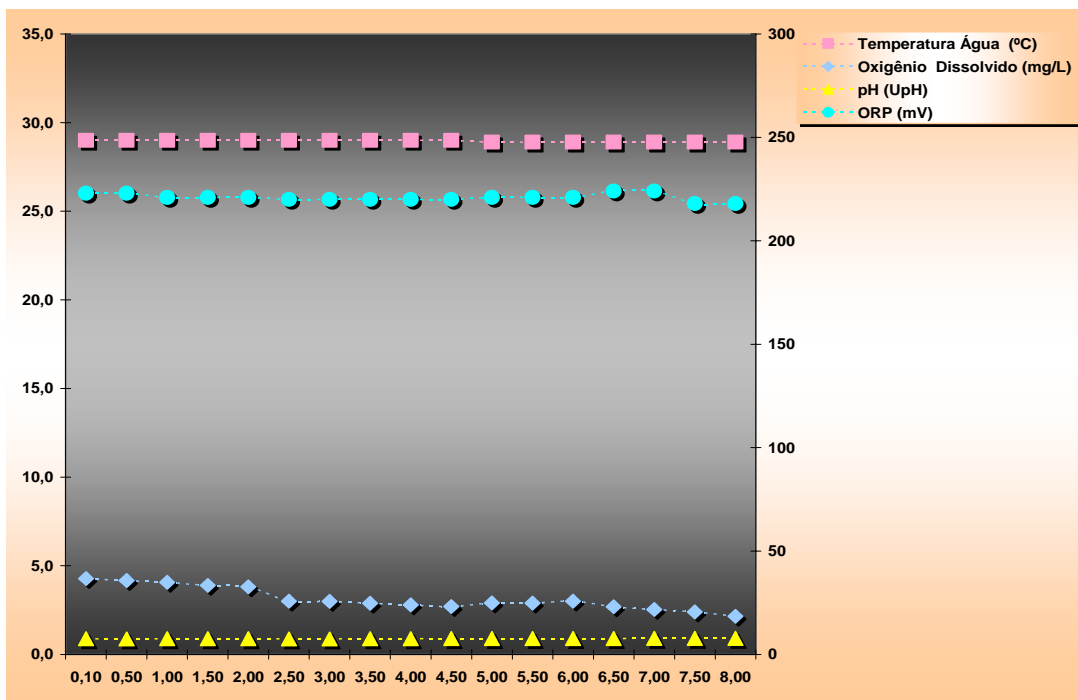


Figura 8.1.5.7 - 4 - Perfis Verticais da Coluna d'Água - Estação C-02

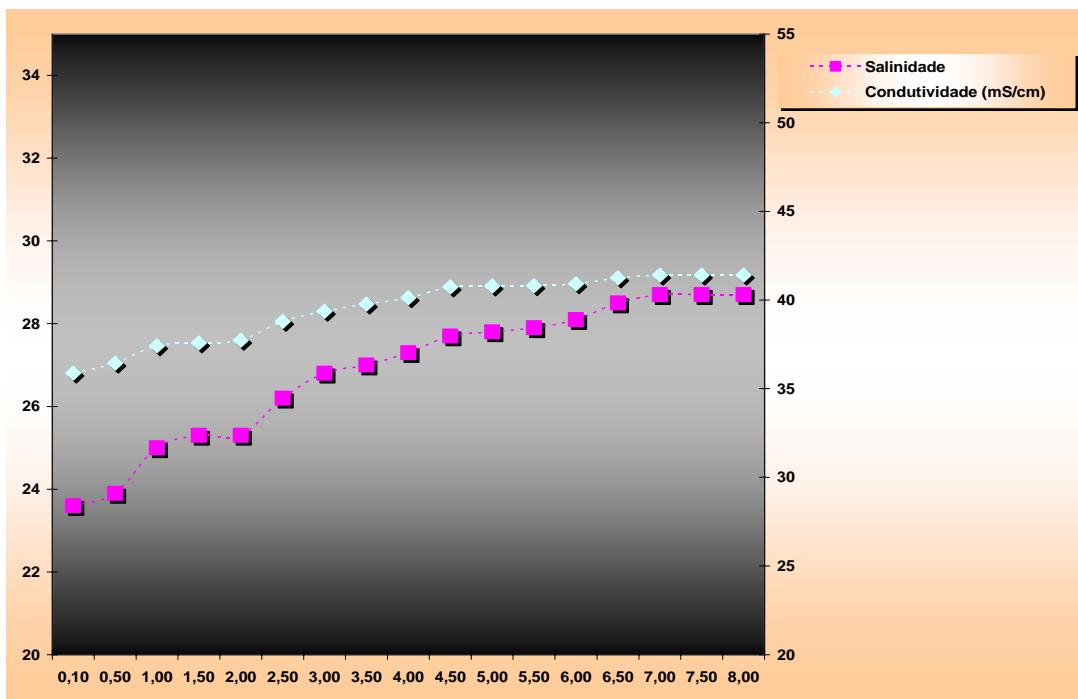


Figura 8.1.5.7 - 5 - Perfis Verticais da Coluna d'Água - Estação C-02

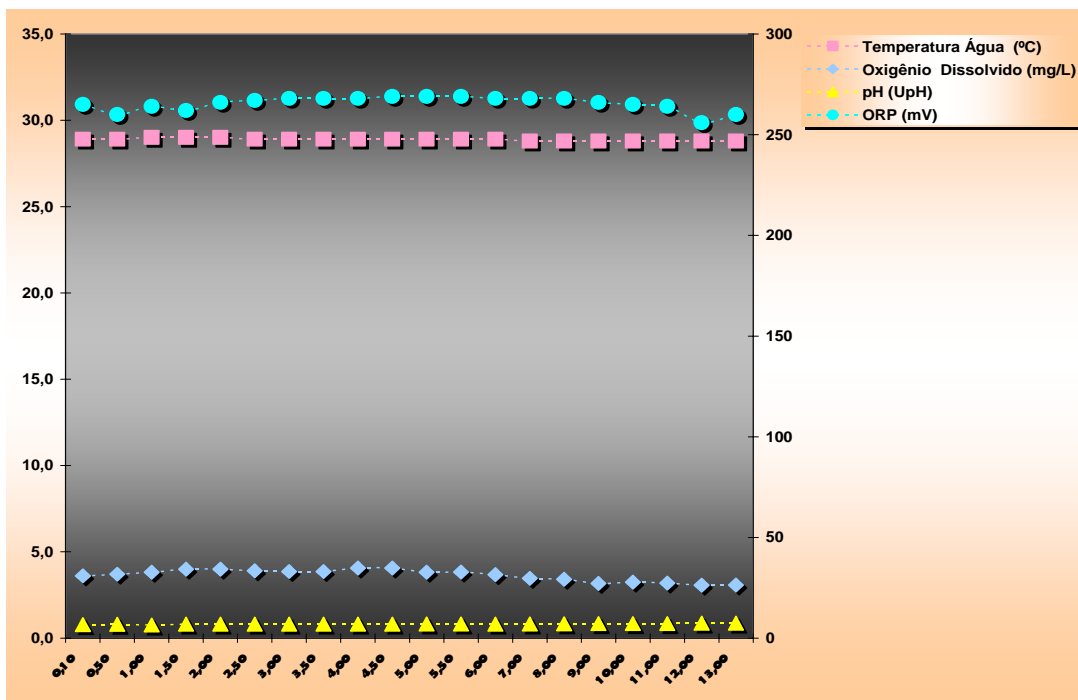


Figura 8.1.5.7 - 5 - Perfis Verticais da Coluna d'Água - Estação C-03

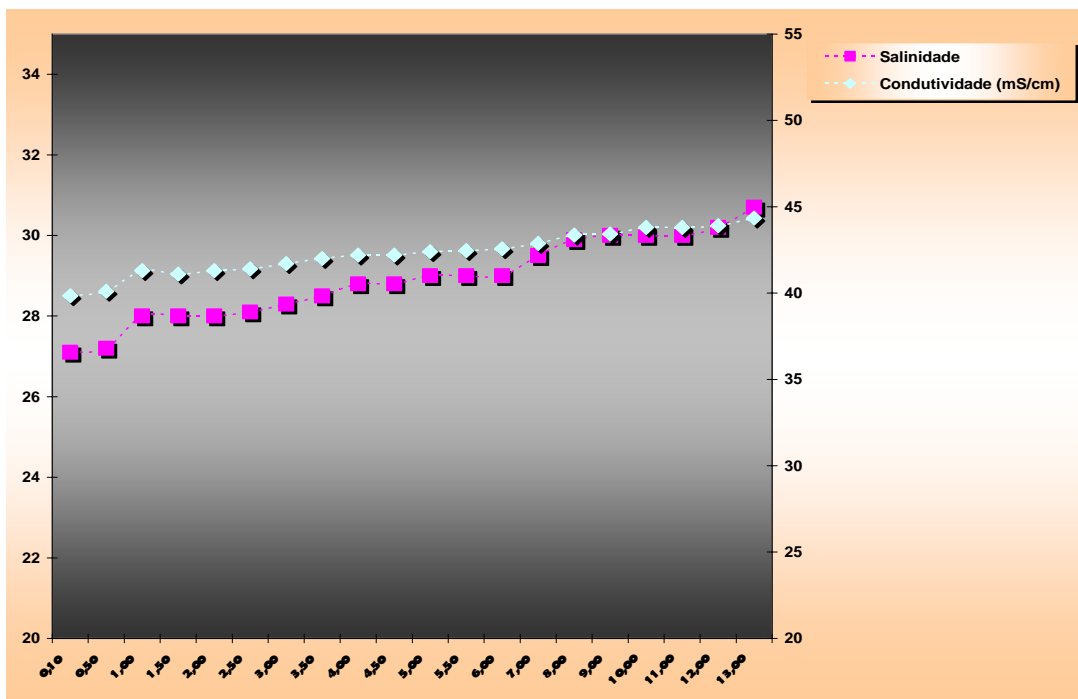


Figura 8.1.5.7 - 6 - Perfis Verticais da Coluna d'Água - Estação C-03

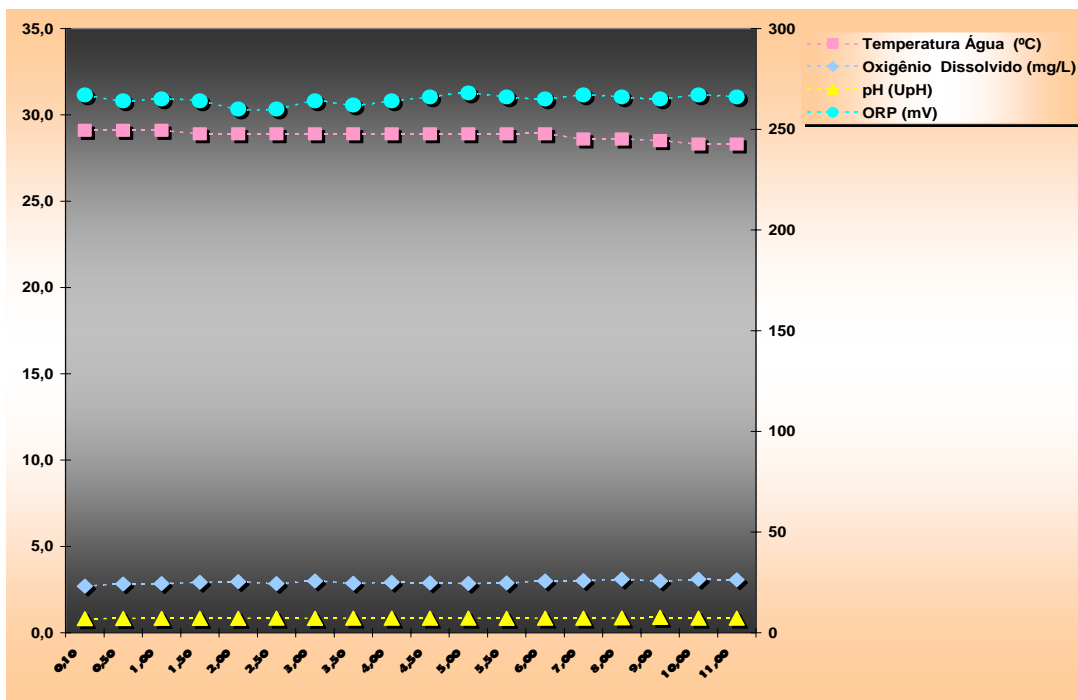


Figura 8.1.5.7 - 7 - Perfis Verticais da Coluna d'Água - Estação C-04

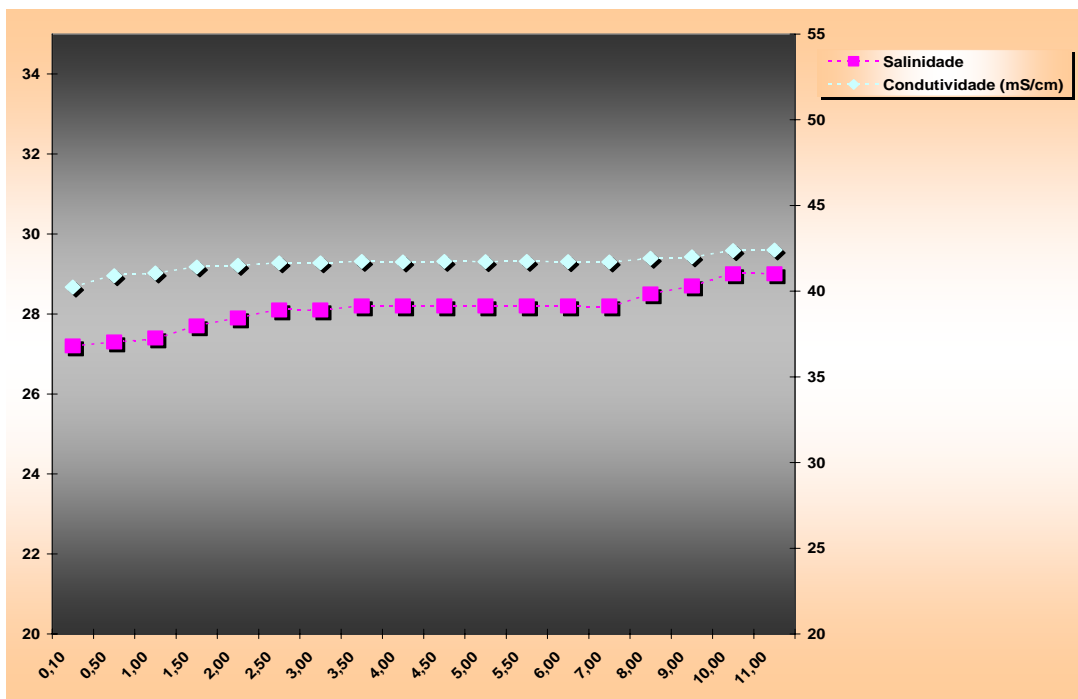


Figura 8.1.5.7 - 8 - Perfis Verticais da Coluna d'Água - Estação C-04

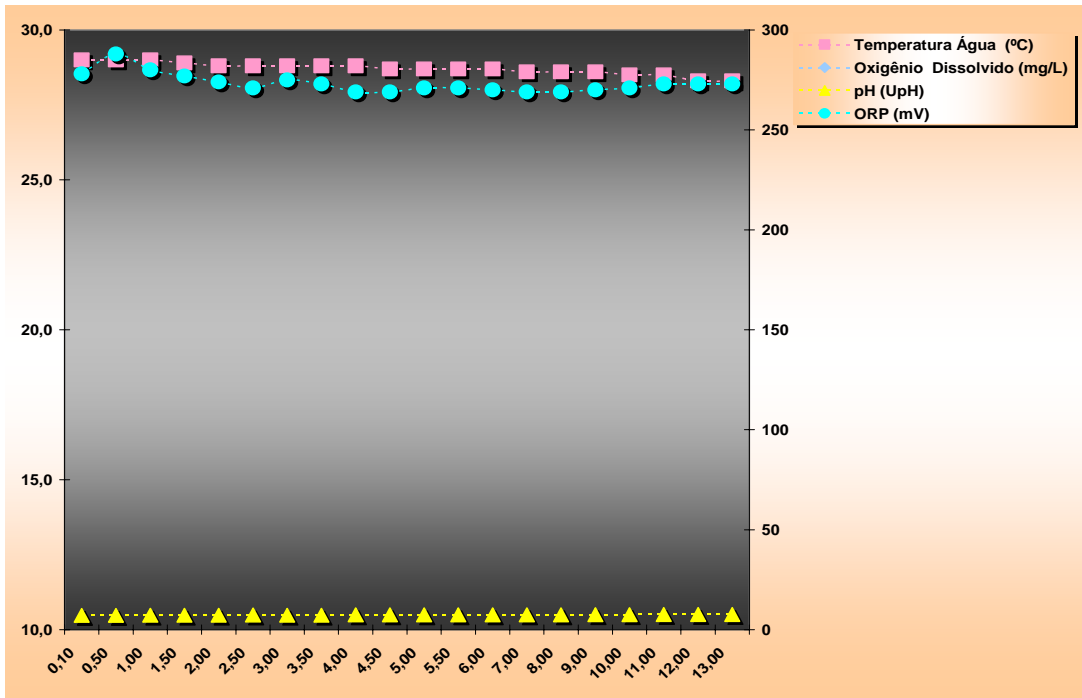


Figura 8.1.5.7 - 9 - Perfis Verticais da Coluna d'Água - Estação C-05

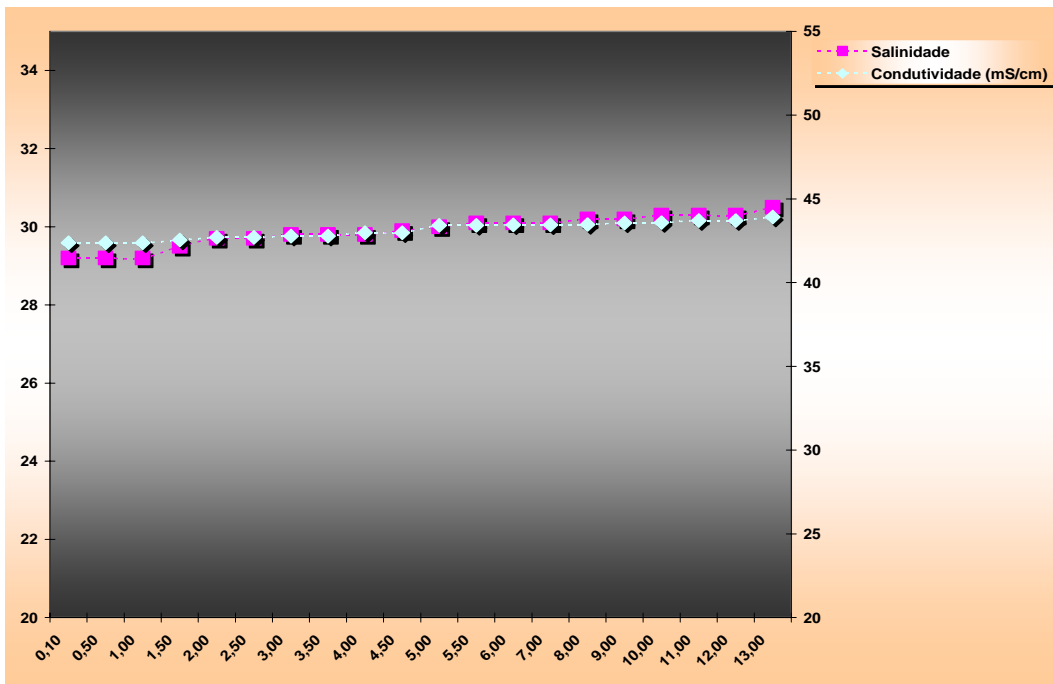


Figura 8.1.5.7 - 10 - Perfis Verticais da Coluna d'Água - Estação C-05

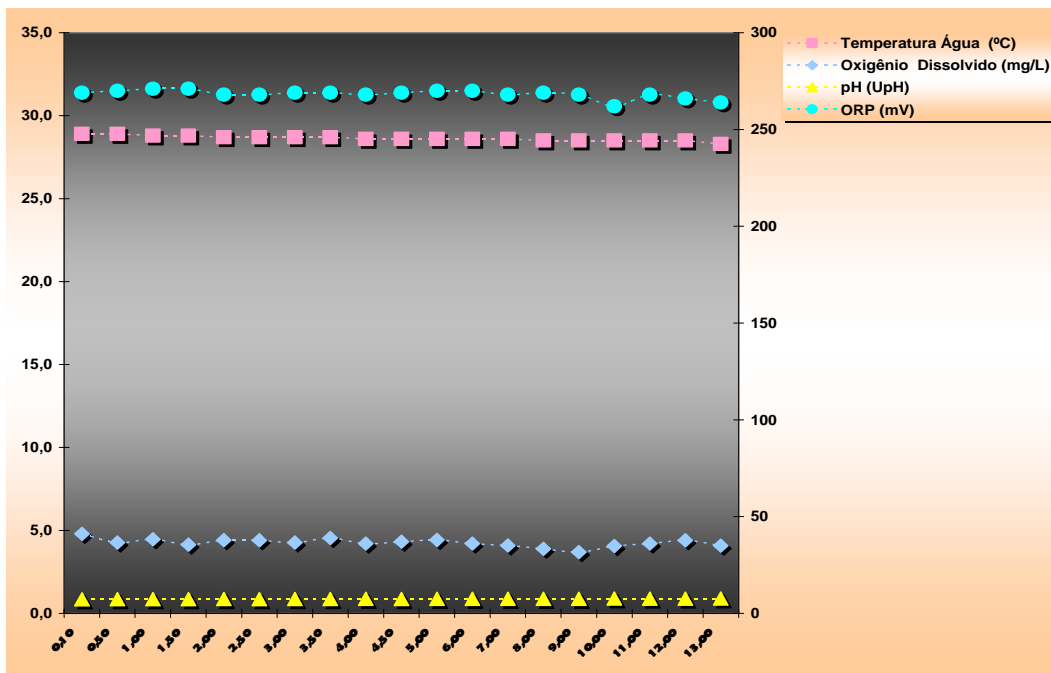


Figura 8.1.5.7 - 11 - Perfis Verticais da Coluna d'Água - Estação C-06

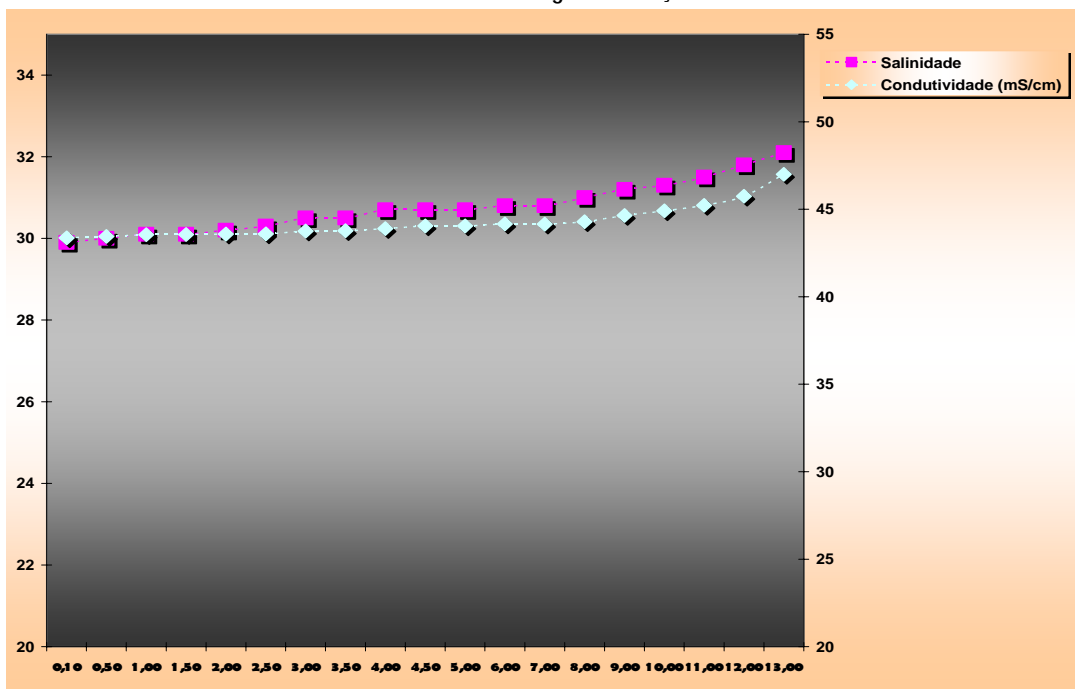


Figura 8.1.5.7 - 12 - Perfis Verticais da Coluna d'Água - Estação C-06

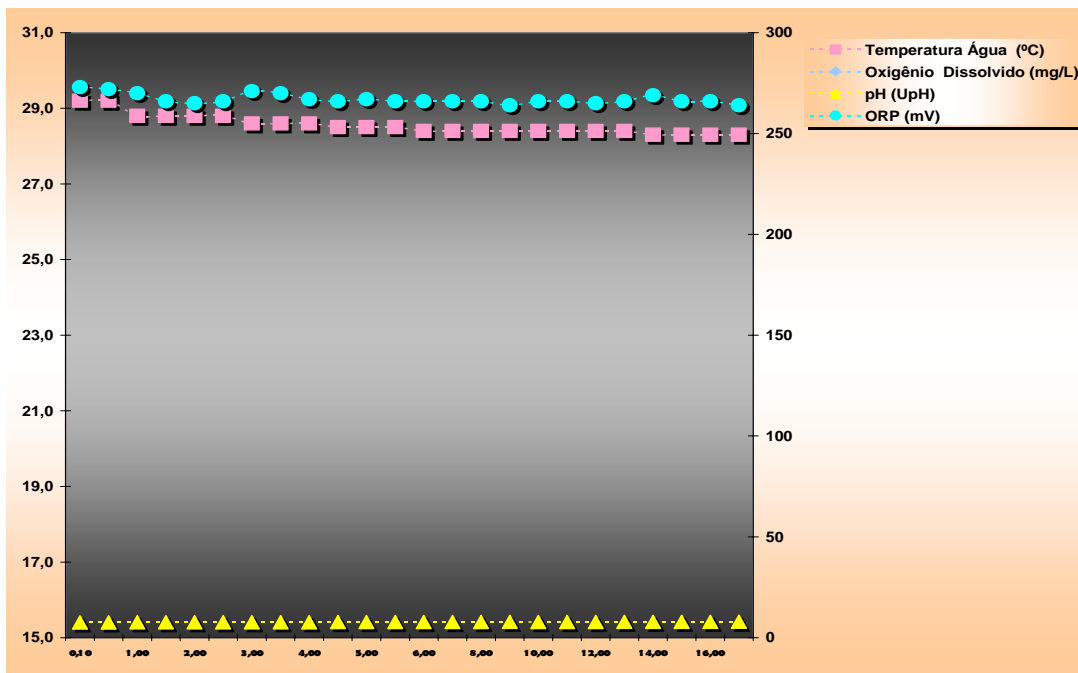


Figura 8.1.5.7 - 13 - Perfis Verticais da Coluna d'Água - Estação C-07

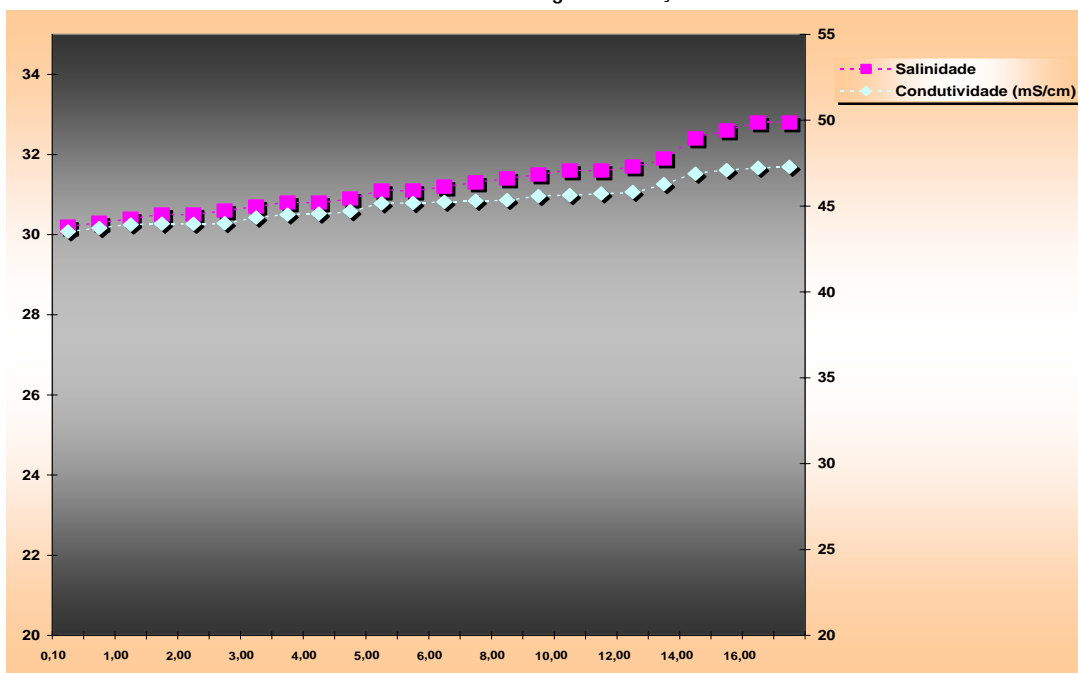


Figura 8.1.5.7 - 14 - Perfis Verticais da Coluna d'Água - Estação C-07

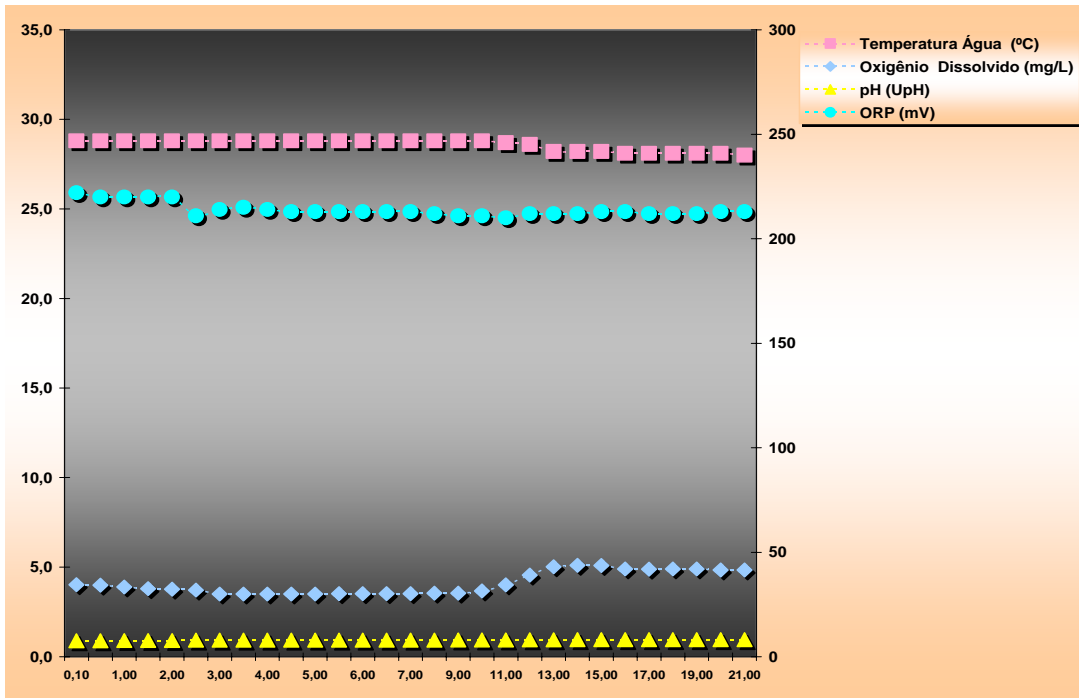


Figura 8.1.5.7 - 15 - Perfis Verticais da Coluna d'Água - Estação C-08

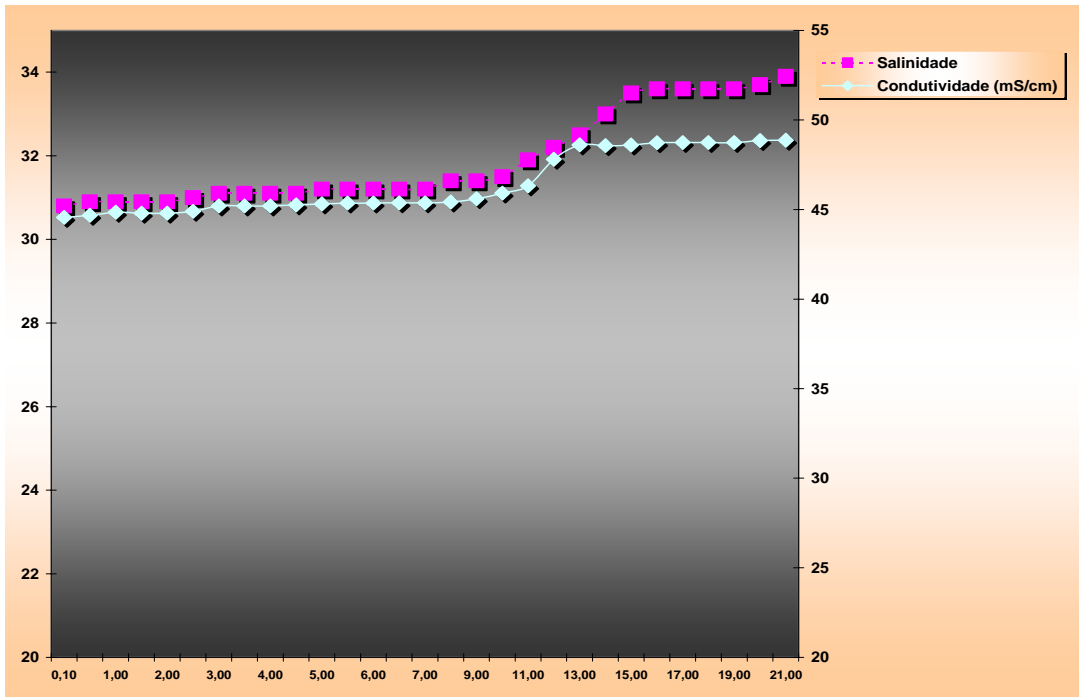


Figura 8.1.5.7 - 16 - Perfis Verticais da Coluna d'Água - Estação C-08

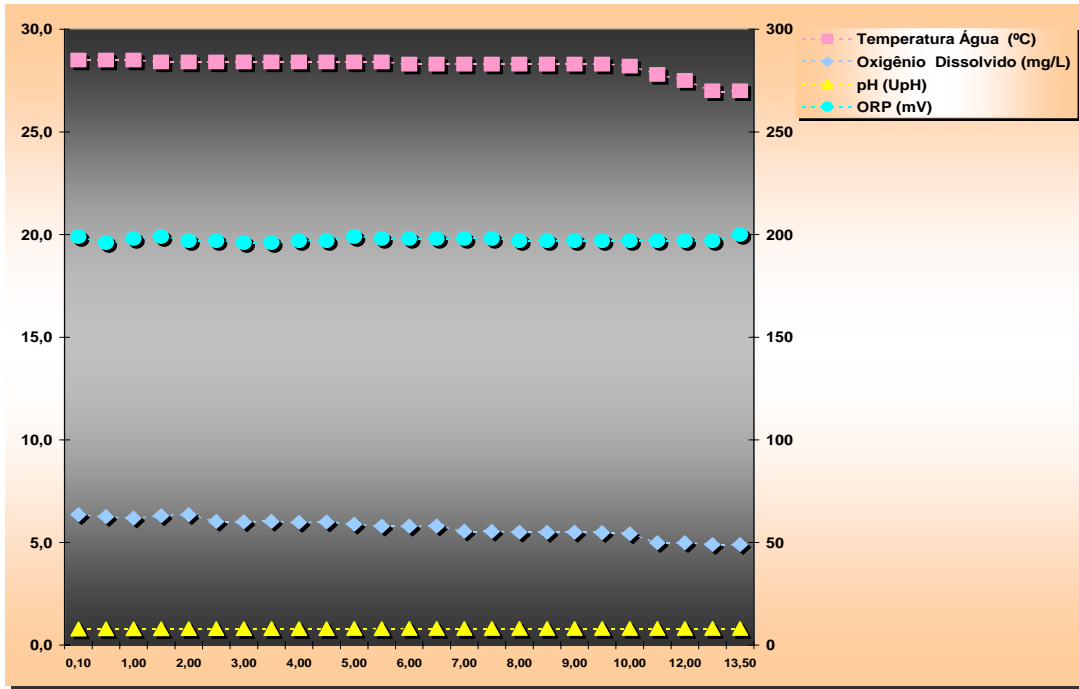


Figura 8.1.5.7 - 17 - Perfis Verticais da Coluna d'Água - Estação C-09

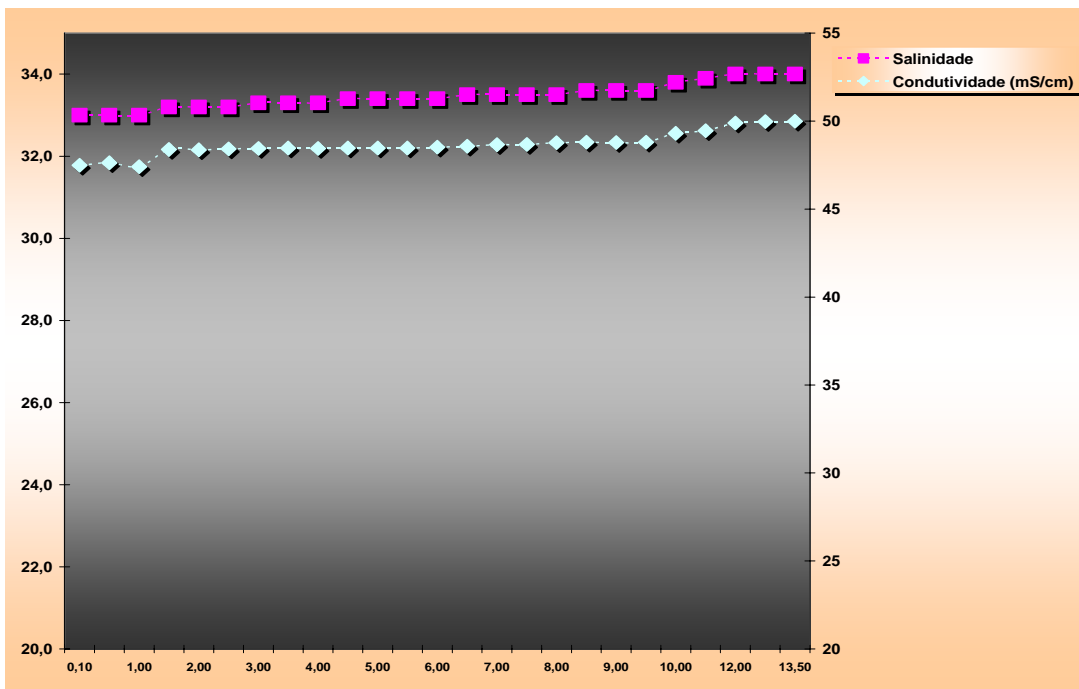


Figura 8.1.5.7 - 18 - Perfis Verticais da Coluna d'Água - Estação C-09

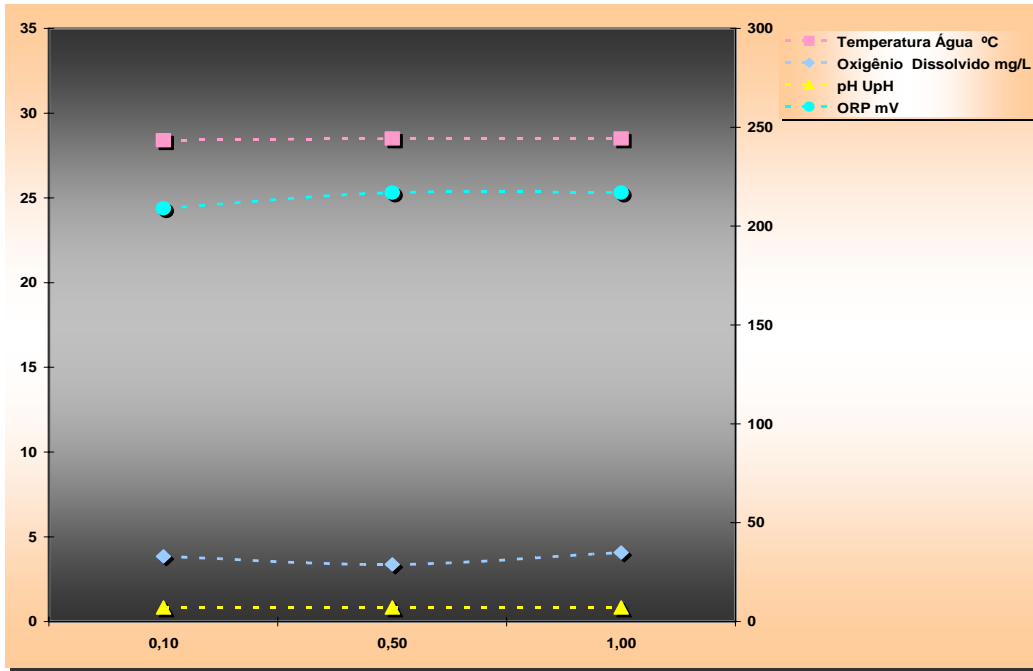


Figura 8.1.5.7 - 19 - Perfis Verticais da Coluna d'Água - Estação B-01

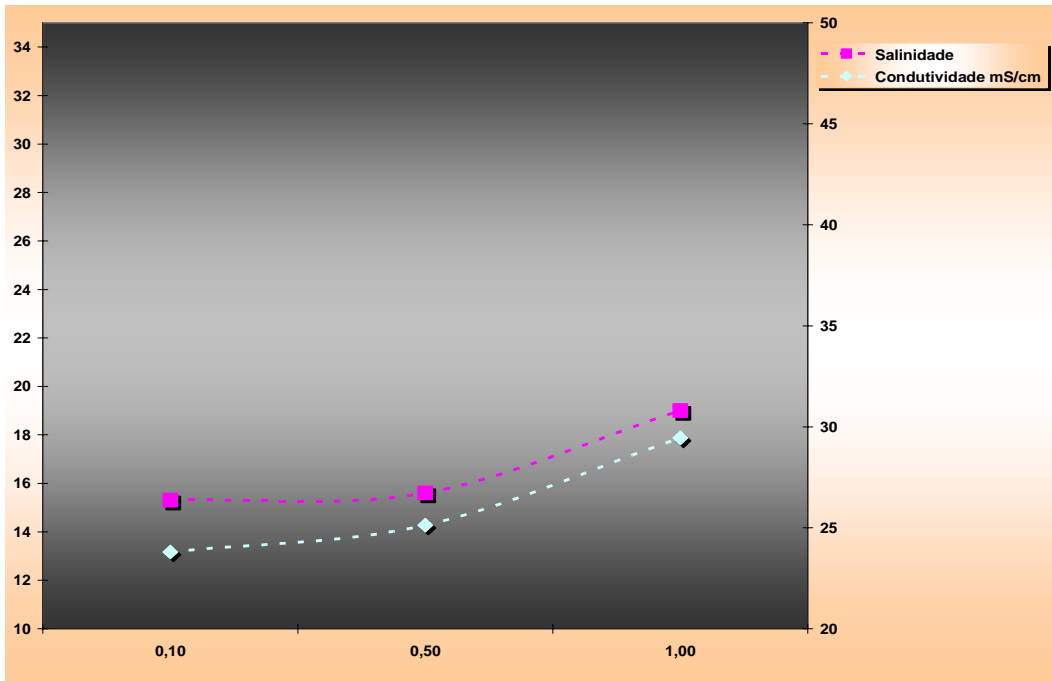


Figura 8.1.5.7 - 20 - Perfis Verticais da Coluna d'Água - Estação B-01

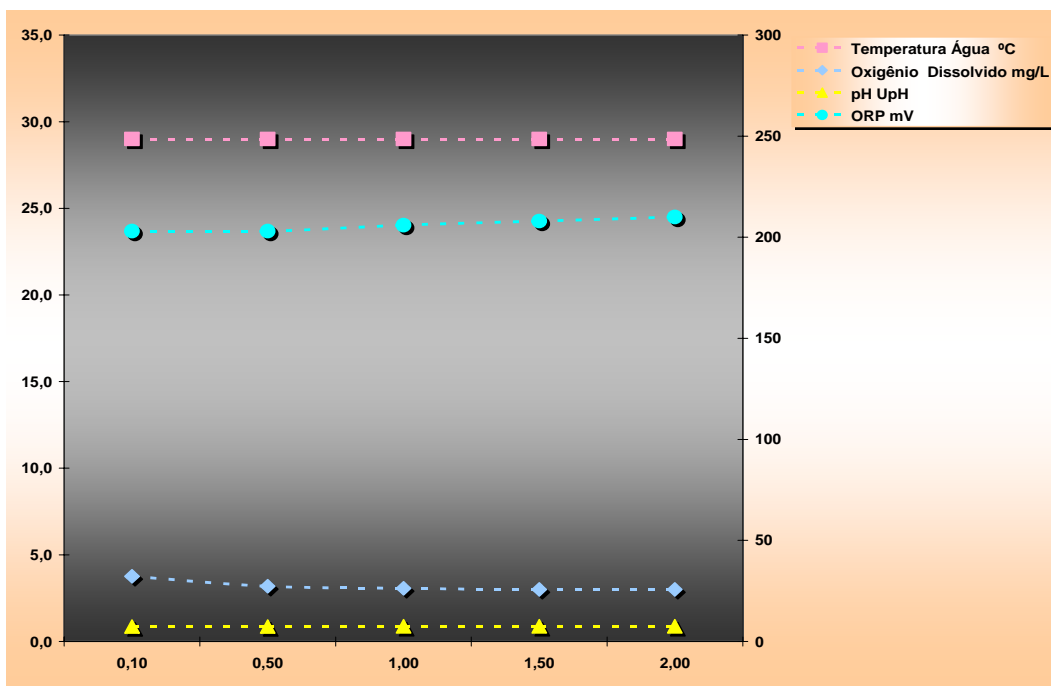


Figura 8.1.5.7 - 21 - Perfis Verticais da Coluna d'Água - Estação B-02

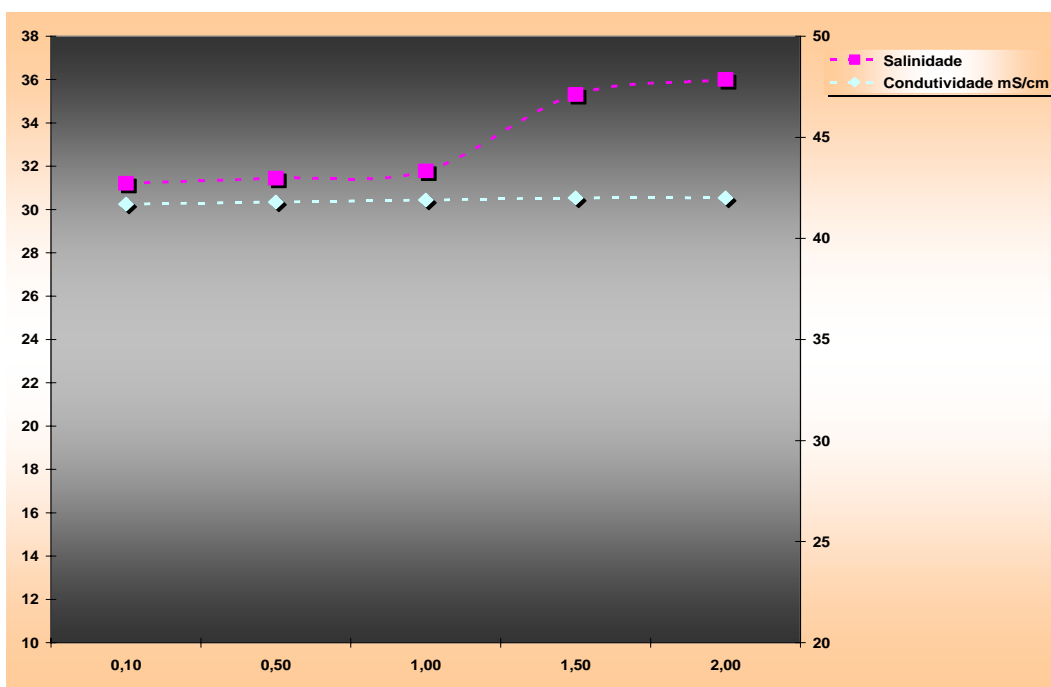


Figura 8.1.5.7 - 22 - Perfis Verticais da Coluna d'Água - Estação B-02

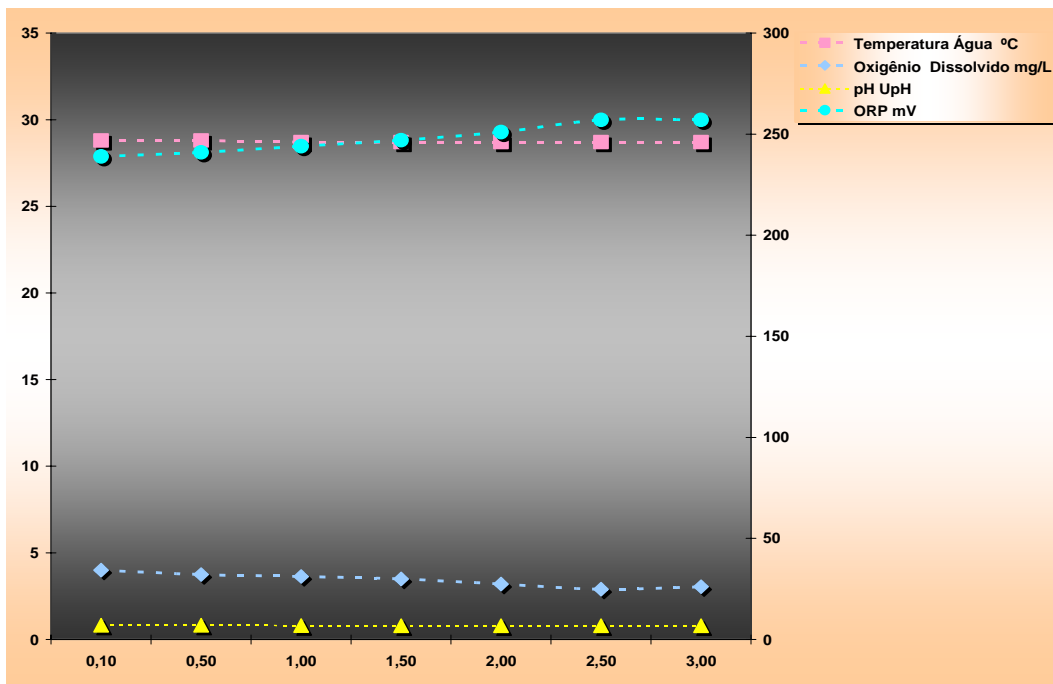


Figura 8.1.5.7 - 23 - Perfis Verticais da Coluna d'Água - Estação B-03

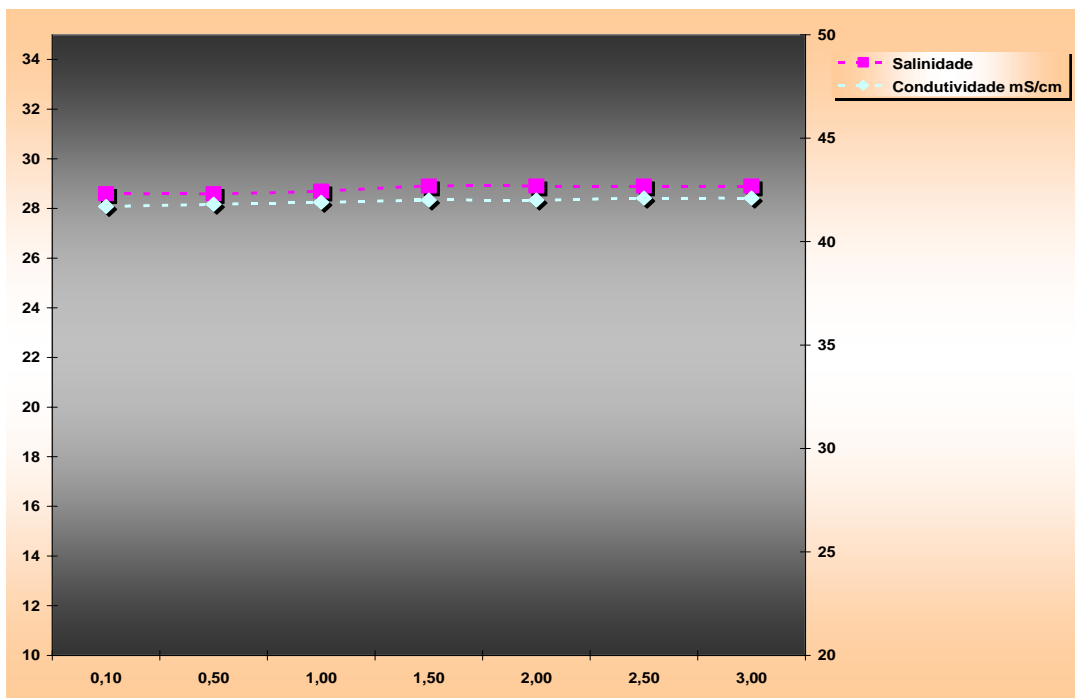


Figura 8.1.5.7 - 24 - Perfis Verticais da Coluna d'Água - Estação B-03

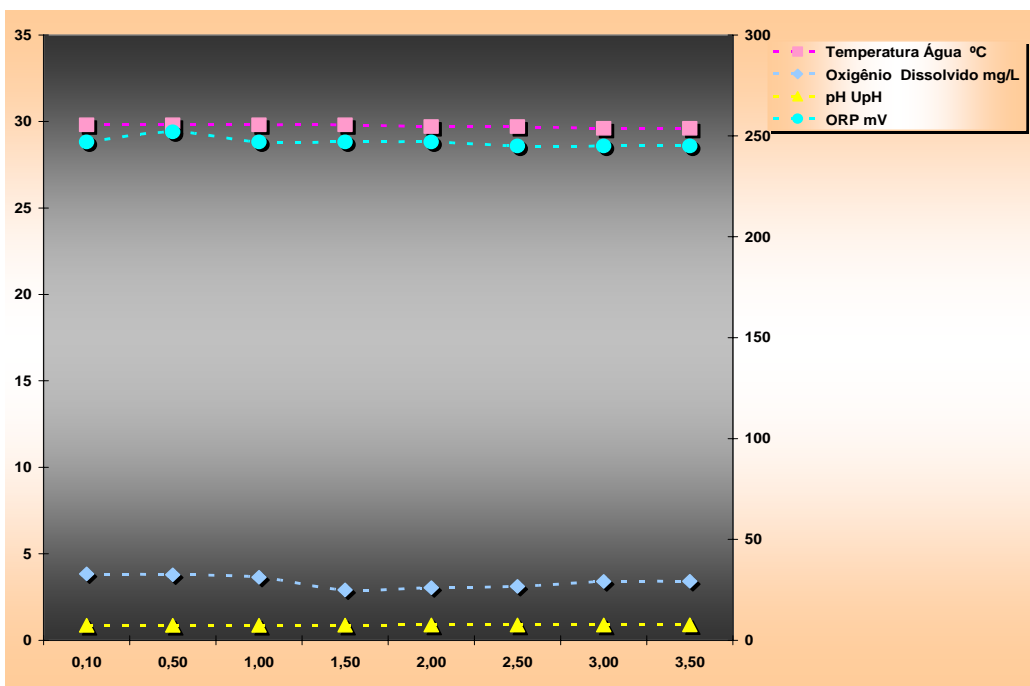


Figura 8.1.5.7 - 25 - Perfis Verticais da Coluna d'Água - Estação B-04

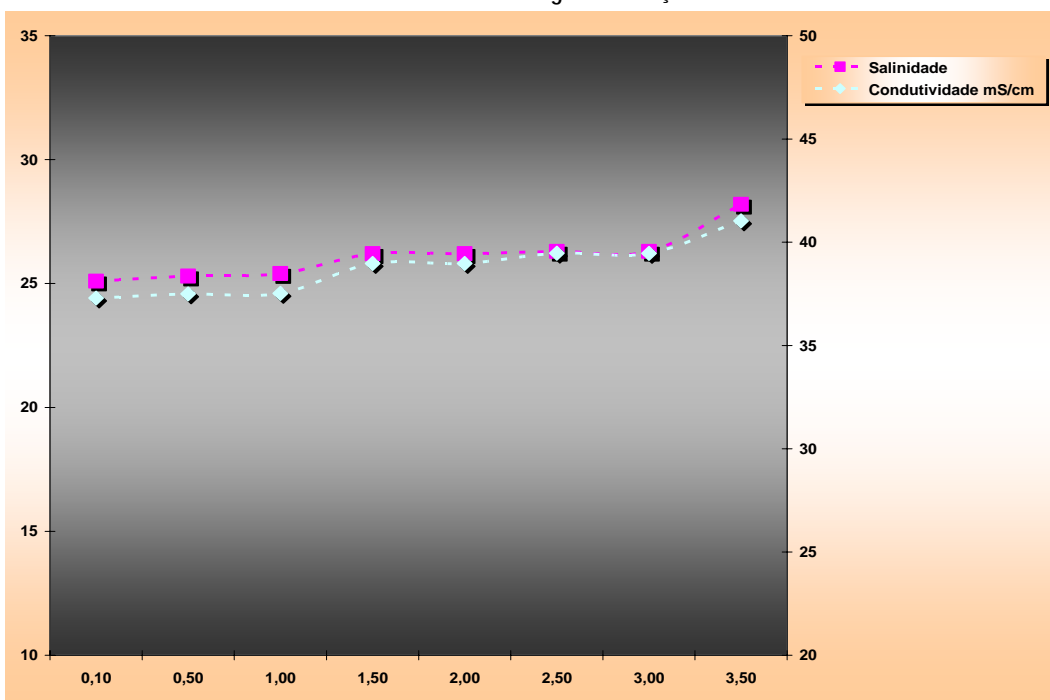


Figura 8.1.5.7 - 26 - Perfis Verticais da Coluna d'Água - Estação B-04

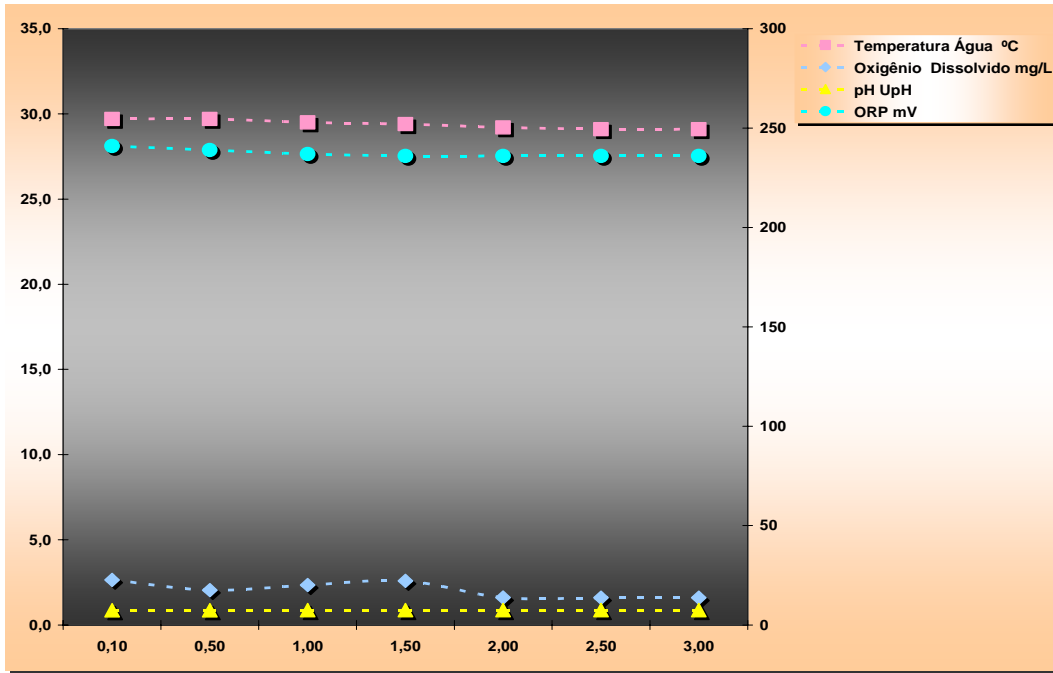


Figura 8.1.5.7 - 27 - Perfis Verticais da Coluna d'Água - Estação B-05

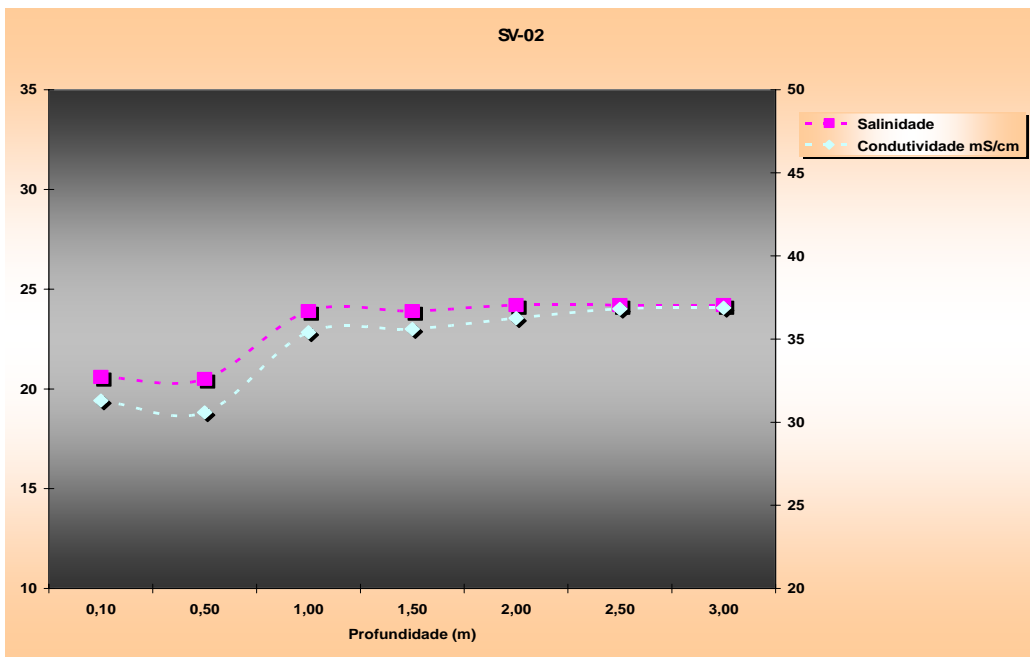


Figura 8.1.5.7 - 28 - Perfis Verticais da Coluna d'Água - Estação B-05

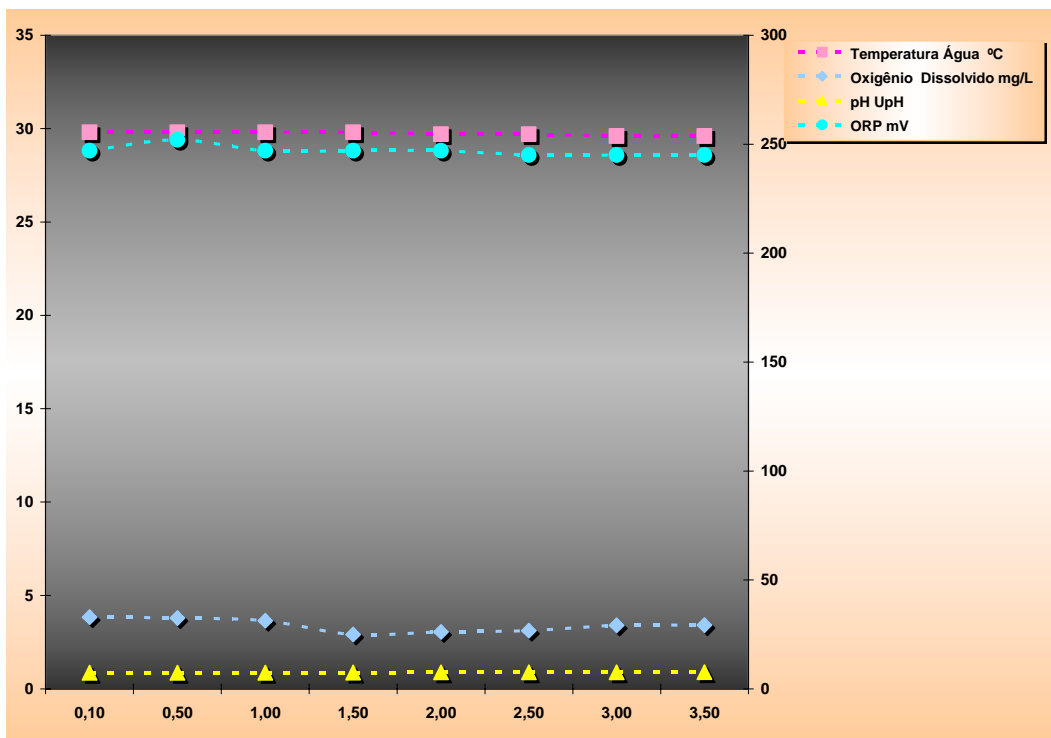


Figura 8.1.5.7 - 29 - Perfis Verticais da Coluna d'Água - Estação SV-01

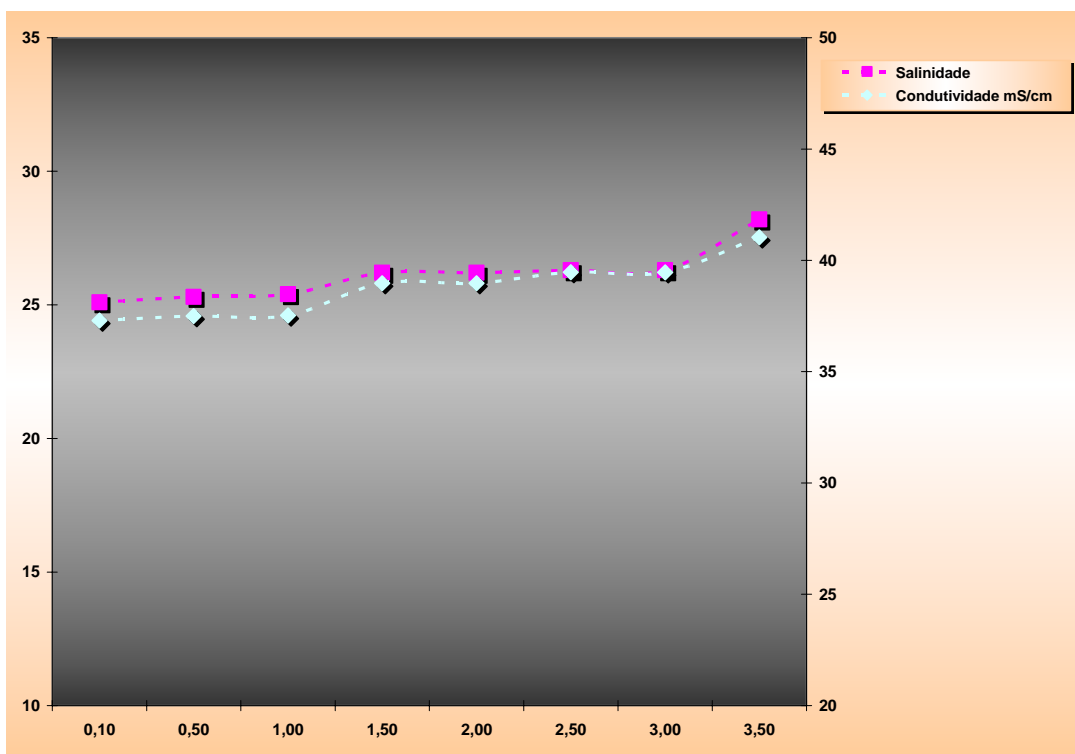


Figura 8.1.5.7 - 30 - Perfis Verticais da Coluna d'Água - Estação SV-01

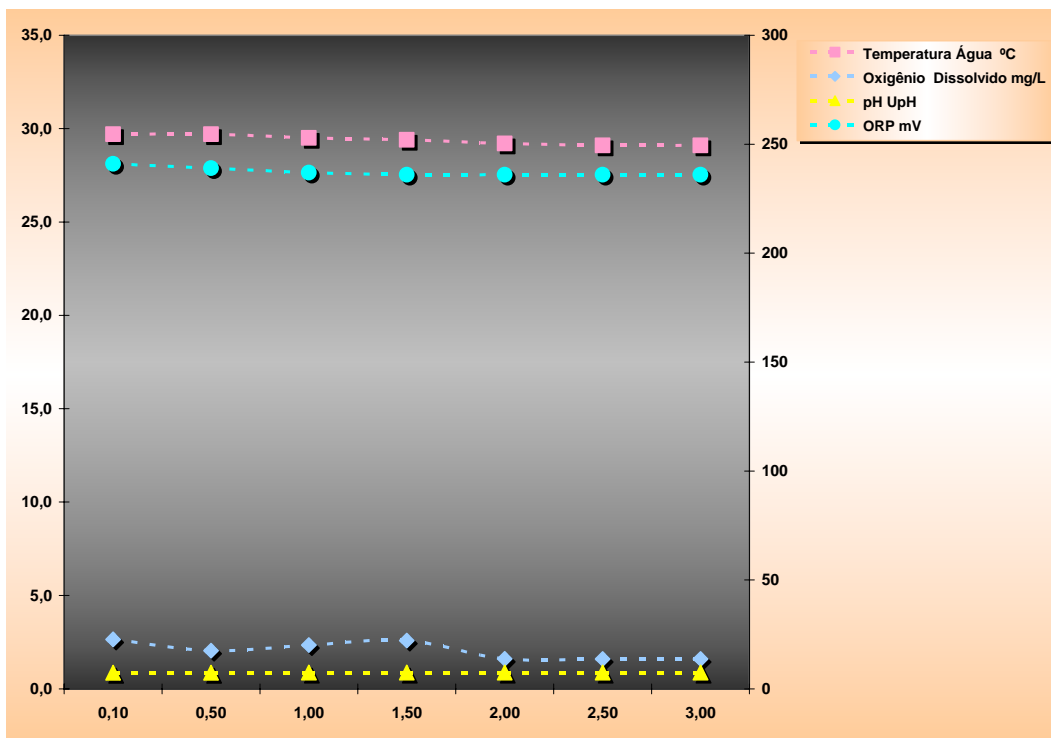


Figura 8.1.5.7 - 31 - Perfis Verticais da Coluna d'Água - Estação SV-02

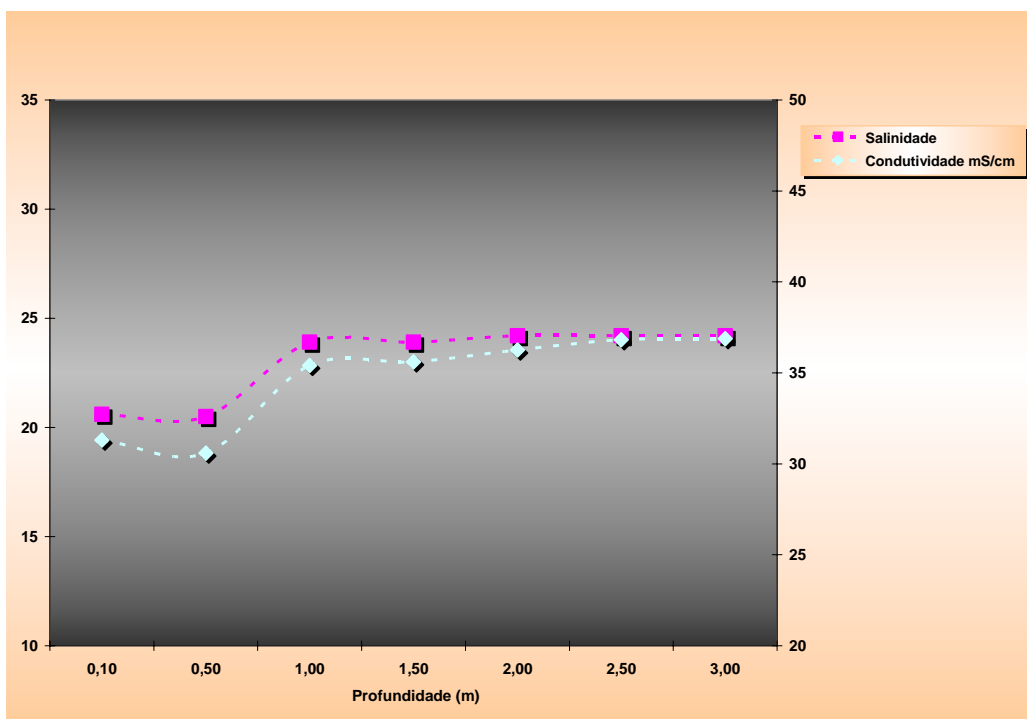


Figura 8.1.5.7 - 32 - Perfis Verticais da Coluna d'Água - Estação SV-02

f. Avaliação da Qualidade de Água

Uma das grandes preocupações ecológicas atuais refere-se ao impacto ambiental causado pela liberação antrópica de substâncias por seus efeitos adversos nos ambientes aquáticos e outras pelo seu potencial tóxico.

O aporte de substâncias potencialmente tóxicas para o sistema estuarino está indubitavelmente ligado ao uso e a ocupação do solo da região da bacia drenante, bem como, do tipo de ocupação da área costeira. Agregam-se, nesse aspecto, condições climáticas, hidrodinâmicas, e o tempo de residência da água. Sistemas semi-fechados, nos quais se observa um tempo de residência da água com uma taxa relativamente baixa de outflow, favorecem que boa parte de contaminantes ali permaneçam.

Por outro lado, o runoff é reconhecido como possível fonte de substâncias potencialmente tóxicas, que podem ser significativamente representativas do nível de poluição, contendo, em geral, a mais variada gama de poluentes que se acumulam nas ruas, galerias de águas pluviais, valas, e que são arrastados para os cursos d'água. Pode-se mencionar, ainda, os resíduos sólidos urbanos e industriais dispostos inadequadamente.

A área costeira vem recebendo uma contribuição significativa de sedimentos contaminados por substâncias tóxicas. A característica predominante dos rios que deságuam na área costeira é de percorrerem regiões de baixada, implicando, com isso, numa redução de velocidade, ao encontrar o ambiente estuarino, e na perda de habilidade do transporte de sedimentos mais grosseiros. Somando-se a isso, as variações das marés, pode-se constatar que o sistema estuarino tem sido submetido a adaptações morfológicas e batimétricas, que vem acarretando a definição de trechos deposicionais, predominantemente compostos por sedimentos finos e erosivos e/ou de entalhe fluvial.

No tocante à bacia e o própria Estuário de Santos, e não obstante os esforços que vêm sendo demandados, pode-se destacar como principais problemas a poluição das águas por lançamentos de efluentes domésticos e industriais. Deve-se mencionar, aqui, no entanto, que as detecções de certos parâmetros na água podem ser provenientes de lançamentos industriais, mas podem também ser provenientes de esgotos domésticos mimetizando as características típicas de despejos industriais.

O resultado dos dados obtidos por meio da coleta de amostras de água na Estuário de Santos reflete, indiscutivelmente, a vulnerabilidade deste Estuário frente à poluição oriunda de sua bacia drenante e da ocupação e uso do solo, conforme se pode observar a partir dos resultados obtidos ao longo do período estudado. As regiões norte e leste, influenciadas pelos rios que deságuam na baía de Santos, foram de todas as regiões monitoradas, as que apresentaram situação mais crítica.

Cumprе destacar, como conseqüência da poluição por matéria orgânica, a evolução das condições tróficas da Baía de Santos nas regiões mais interiores, que aliando-se a sua pouca profundidade e a

penetração de luminosidade, pode se traduzir em episódios, de floração de algas potencialmente tóxicas.

Este monitoramento teve como objetivo 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 Pombeba) e nos braços (bacia drenante) por meio da determinação de parâmetros indicadores de poluição provenientes de lançamentos industriais e domésticos.

Como era de se esperar, sob intensa influência de águas residuárias, ricas em matéria orgânica, oriundas de fontes urbanas e/ou industriais. No Estuário de Santos, o impacto antropogênico pode ser observado, principalmente, a partir dos parâmetros de natureza orgânica – OD, DBO, Nitrogênio e Fósforo, indicadores típicos do grau de degradação e/ou eutrofização do ambiente. O impacto antropogênico é evidenciado pela ocupação urbana desordenada que resulta no aporte de efluentes sem nenhum tipo de tratamento. Além disso, destacam-se os assoreamentos e aterros, causando o estrangulamento com o mar e, conseqüentemente, a baixa renovação de suas águas.

O oxigênio dissolvido, em todas as estações amostradas, as concentrações refletem certa similaridade. No entanto, as maiores variações concentram-se na faixa de condições de baixa concentração de OD, tanto na superfície, quanto no fundo. O ambiente sob esse aspecto mostra-se frágil indicando uma forte tendência de alteração do nível trófico. A presença de elevadas concentrações de matéria orgânica promove a depleção do oxigênio na água.

Empregando meios estatísticos para avaliar os resultados de DBO e TOC, obteve-se para os resultados obtidos nas duas profundidades uma correlação próxima de 1, induzindo a supor que o carbono orgânico total revela basicamente presença de lançamentos de despejos domésticos.

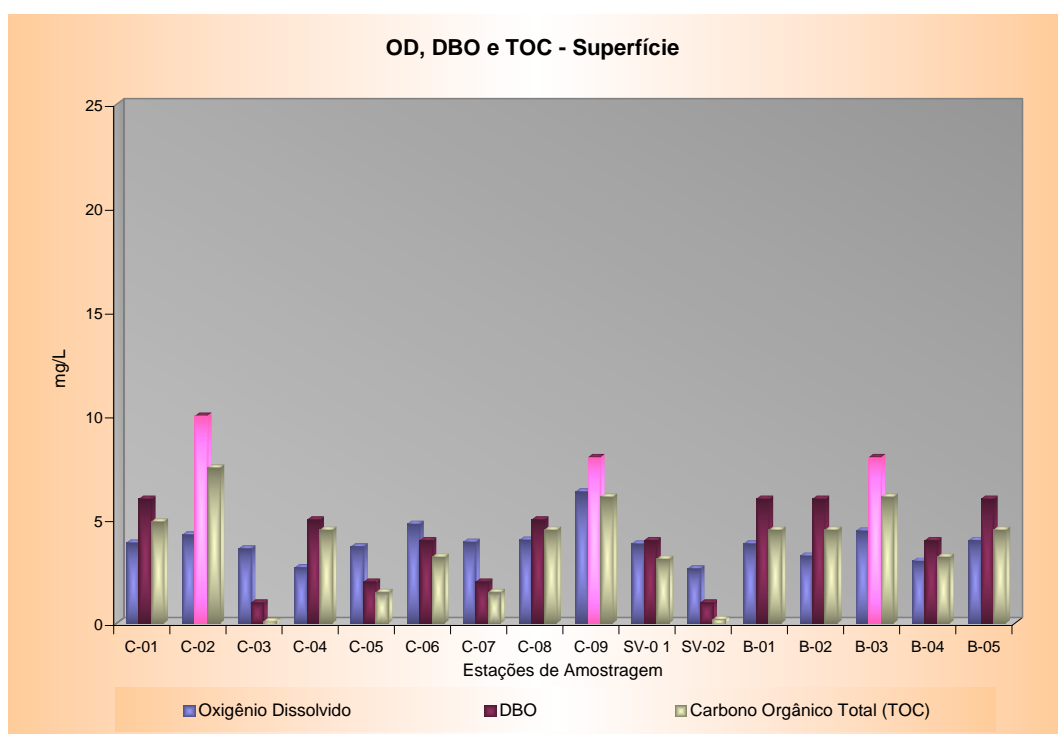


Figura 8.1.5.7 - 33 – Parâmetros OD, DBO e TOC na Profundidade de Superfície

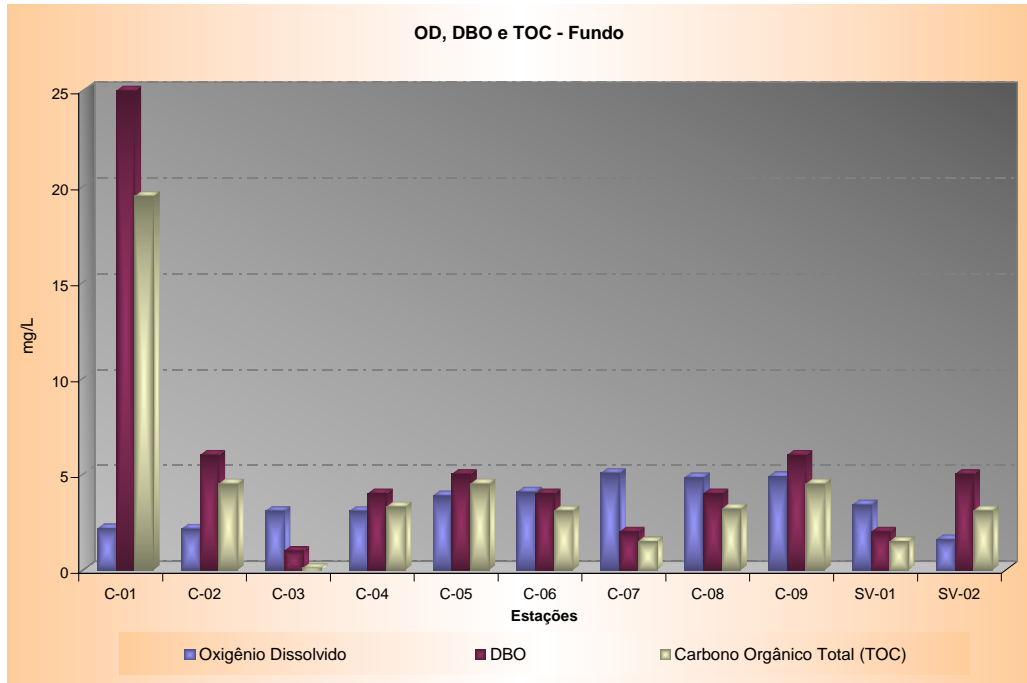


Figura 8.1.5.7 - 34 - Parâmetros OD, DBO e TOC na Profundidade de Fundo

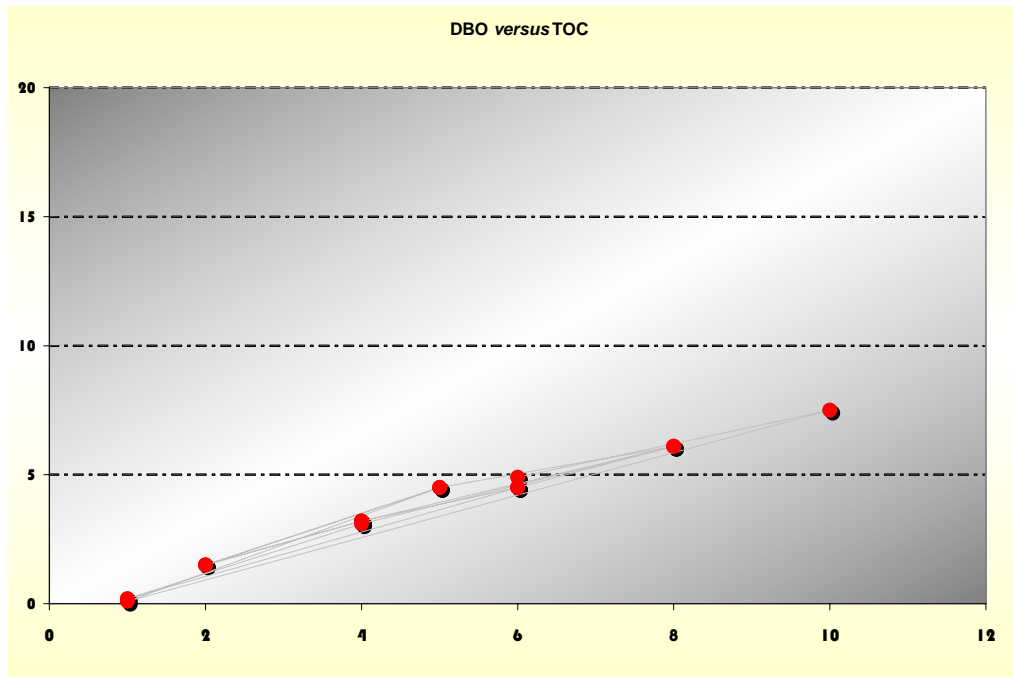


Figura 8.1.5.7 - 35 – Correlação DBO versus TOC (0,987) - Superfície

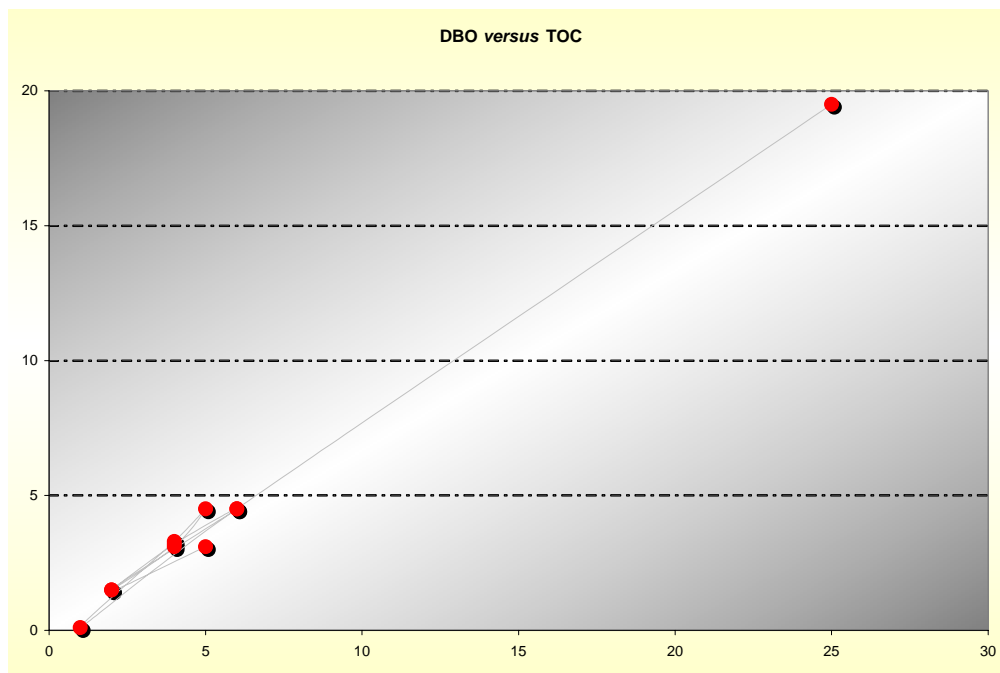


Figura 8.1.5.7 - 36 – Correlação DBO versus TOC (0,997) - Fundo

Os valores de nutrientes dissolvidos (nitrato, amônia, fósforo solúvel) e a soma das frações dissolvida e particulada (nitrogênio total e fósforo total) indicam enriquecimento do meio aquático a partir de impactos de origem antrópica. Esse processo de eutrofização artificial é diretamente proporcional ao crescimento urbano da região do entorno da Baía.

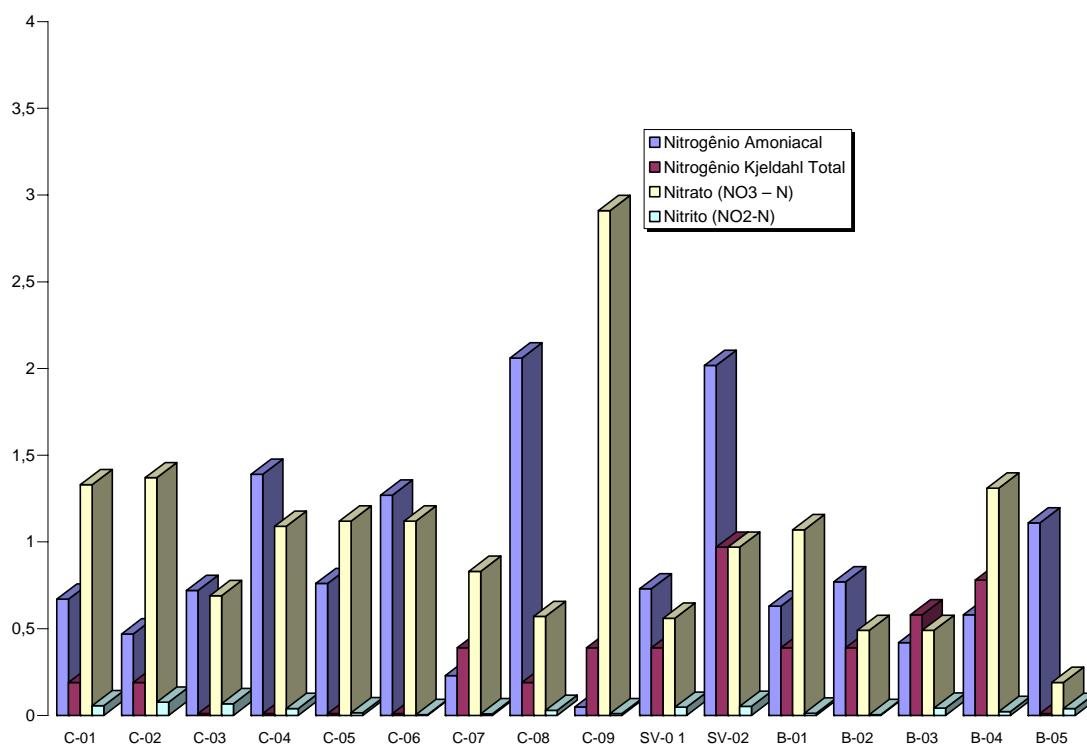


Figura 8.1.5.7 - 37 – Gráfico das formas químicas do nitrogênio na Profundidade de Superfície

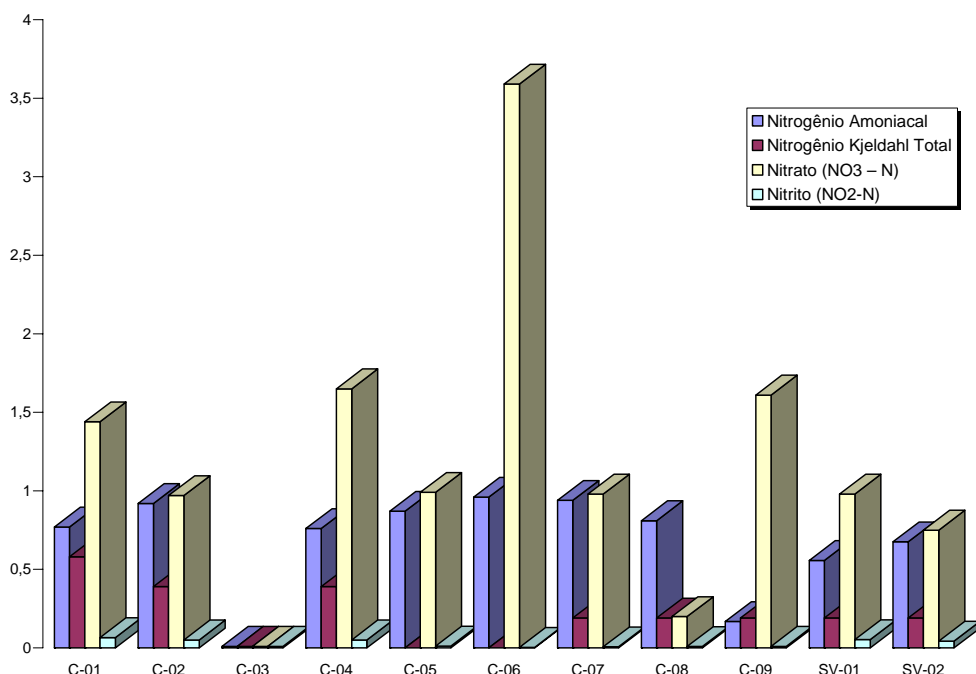


Figura 8.1.5.7 - 38 – Gráfico das formas químicas do nitrogênio na Profundidade de Fundo

Quanto aos resultados indicadores da presença de lançamentos de esgotos domésticos, foram detectadas concentrações das formas nitrogênio e de fósforo indicadoras de uma região com significativa precariedade ou inadequada infra-estrutura sanitária. A contribuição por esgotos domésticos representa fonte expressiva de nutrientes - séries nitrogenadas e fosforadas – no sistema estuarino da baía de Santos.

As diversas formas de nitrogênio são conseqüências do aporte desse nutriente pela bacia drenante e pela ocupação costeira. Com relação ao nitrogênio nitrato, principal forma de nitrogênio configurado, encontrado nas águas, percebe-se claramente, que vem sendo incorporado ao longo do tempo. Por outro lado as formas N-amoniacal e nitrito confirmam o contínuo aporte de matéria orgânica, ainda, lançada nesta Baía.

As concentrações de fósforo total mostraram-se extremamente elevadas em todos os compartimentos do estuário, revelando o avançado grau de eutrofização do corpo d'água, de origem predominantemente doméstica. O descompasso entre um crescimento demográfico acelerado e uma inadequada gestão dos esgotos sanitários e dos resíduos urbanos, resultou num aumento do lançamento desses efluentes nos corpos d'água da região. Parte da carga encontrada na baía é transportada pela bacia de drenagem, contudo, deve ser considerada a possibilidade da ocorrência de sua produção na própria Baía, em função da produtividade primária.

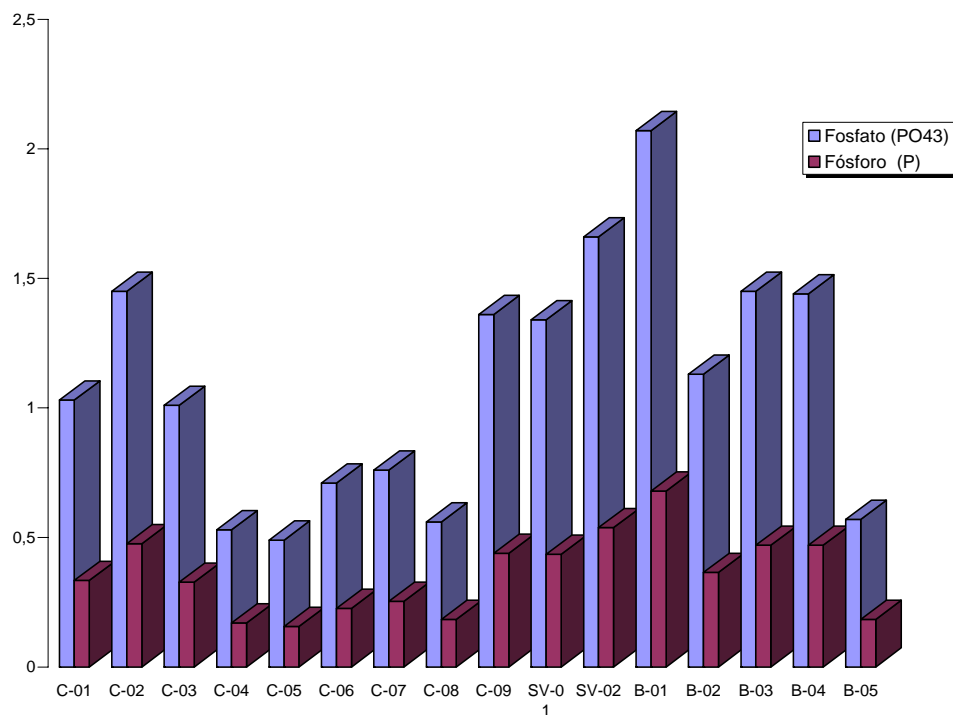


Figura 8.1.5.7 - 39 – Gráfico das Formas Químicas de Fósforo na Profundidade de Superfície

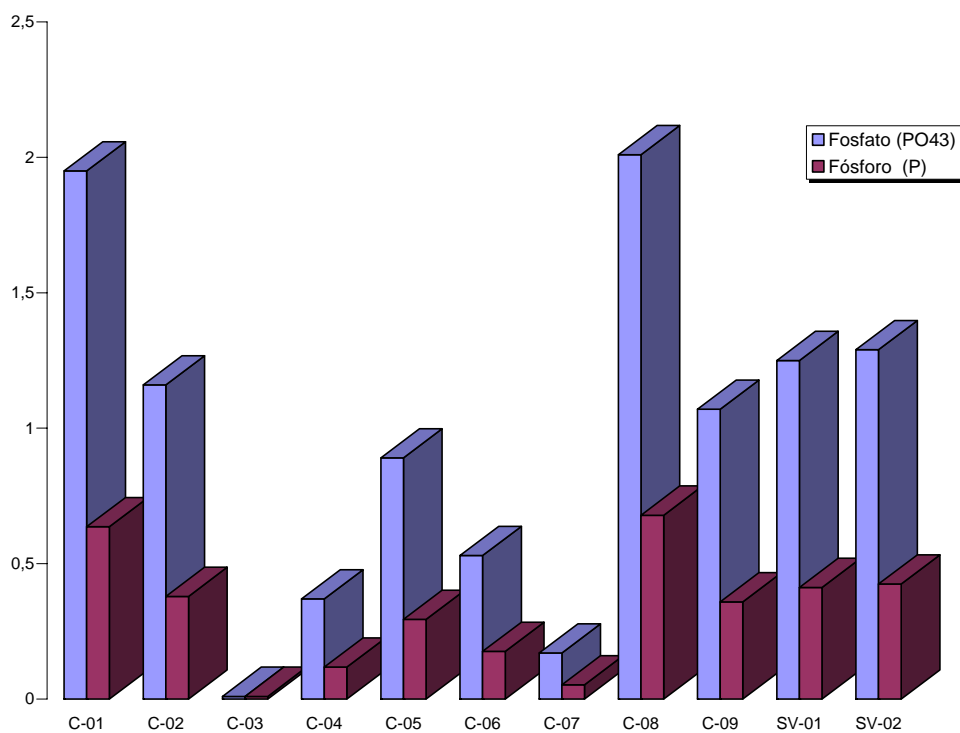


Figura 8.1.5.7 - 40 – Gráfico das Formas Químicas de Fósforo na Profundidade de Fundo

Os metais pesados têm a tendência de se adsorverem nas partículas em suspensão na água, que podem se sedimentar no leito dos corpos d'água. Por essa razão, os sedimentos funcionam como integrador da variação das concentrações de metais presentes na água ao longo do tempo, e também como um concentrador, verificando-se geralmente teores muito mais elevados nos sedimentos do que aqueles encontrados na água.

Sendo assim, a sua presença no compartimento água, está intrinsecamente relacionada com a afinidade e mobilidade de cada metal com o ambiente aquático. Assim, a maior preocupação em atividades de dragagem consiste exatamente quando um elemento passa de sistema redutor para um sistema oxidante, ocorre transferência e a sua forma química é modificada, fazendo também modificar sua dinâmica. Na nova condição oxidante o metal pode sair de uma forma indisponível para os organismos e passar para uma forma disponível, constituindo-se em risco para o ambiente e eventualmente para o homem.

O problema da mobilidade é particularmente importante quando é necessário prever os efeitos de modificações físico-químicas causadas por intervenções antropogênicas. Contudo, os procedimentos de aeração intensa causados pelos procedimentos de dragagem podem remobilizar os metais, mesmo aqueles que contaminaram o local há muitos anos.

Contudo, vale salientar que em todas as estações de coleta, os resultados obtidos para todos os elementos traços analisados encontraram-se dentro dos limites de detecção da metodologia analítica, por conseguinte, dentro dos padrões preconizados pela Resolução CONAMA 357/2005.

As análises referentes as bifenilas policloradas – PCB's e os organoclorados analisados indicaram concentrações abaixo do limite de detecção da metodologia analítica, o que significa dizer, abaixo dos padrões preconizados pela Resolução Conama 357/2005.

Por outro lado, os resultados de HPA's mostram concentrações acima do limite de detecção do método analítico, em especial os de natureza petrogênica, nas estações no início do canal de acesso ao porto de Santos. Contudo, ao contrário dos metais pesados, vale salientar que os HPA's não possuem a mesma capacidade de ressolubilização e disponibilização para a coluna d'água

g. CANAL DE ACESSO

RESULTADOS FÍSICO-QUÍMICOS										
ESTAÇÕES DE AMOSTRAGEM - SUPERFÍCIE										
PARÂMETROS	UNIDADE	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	C8	C9
pH	UpH	7,42	7,57	6,74	7,04	7,13	7,27	7,52	7,72	7,86
Temperatura da Amostra	°C	29,1	29	28,9	29,1	29	28,9	29,2	28,8	28,5
Condutividade	mS/cm	32,48	35,88	39,9	40,24	42,37	43,37	43,52	44,56	47,49
Oxigênio Dissolvido	O ₂ mg/L-	3,88	4,28	3,61	2,7	3,71	4,79	3,92	4,02	6,35
DBO	mg/L-O ₂	6	10	<1	5	2	4	2	5	8
Carbono Orgânico Total (TOC)	mg/L- C	4,9	7,5	0,1	4,5	1,5	3,2	1,5	4,5	6,1
Sólidos Suspensos Totais	mg/L	70	82	86	94	10	116	158	144	110
Sólidos Totais	mg/L	22828	30130	61630	56078	47480	35506	42932	64690	45794
Nitrogênio Amoniacal	mg/L	0,67	0,47	0,72	1,39	0,76	1,27	0,23	2,06	0,049
Nitrogênio Kjeldahl Total	mg/L	0,19	0,19	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	0,39	0,19	0,39
Nitrato (NO ₃ - N)	mg/L	1,33	1,37	0,69	1,09	1,12	1,12	0,83	0,57	2,91
Nitrito (NO ₂ -N)	mg/L	0,056	0,076	0,067	0,04	0,015	0,005	0,009	0,029	0,01
Cianetos (CN ⁻)	mg/L	0,006	0,005	< 0,001	< 0,001	0,007	0,008	0,01	0,001	0,001
Fenóis Totais	mg/L	0,022	0,017	0,024	0,03	0,013	0,01	0,026	0,041	0,011
Fosfato (PO ₄ ³⁻)	mg/L	1,03	1,45	1,01	0,53	0,49	0,71	0,76	0,56	1,36
Fósforo (P)	mg/L	0,334	0,476	0,327	0,170	0,157	0,226	0,253	0,184	0,439

RESULTADOS FÍSICO-QUÍMICOS										
ESTAÇÕES DE AMOSTRAGEM - FUNDO										
PARÂMETROS	UNIDADE	C-01	C-02	C-03	C-04	C-05	C-06	C-07	C-08	C-09
pH	UpH	7,53	7,77	7,42	7,3	7,62	7,74	7,94	8,2	8,1
Temperatura da Amostra	°C	28,7	28,9	28,8	28,3	28,3	28,3	28,3	28	27
Condutividade	mS/cm	38,92	41,4	44,34	42,4	43,91	47	47,28	48,87	49,97
Oxigênio Dissolvido	O ₂ mg/L	2,18	2,15	3,08	3,07	3,89	4,08	5,06	4,84	4,9
DBO	mg/L- O ₂	25	6	1	4	5	4	2	4	6
Carbono Orgânico Total (TOC)	mg/L- C	19,5	4,5	0,1	3,3	4,5	3,1	1,5	3,2	4,5
SST	mg/L	92	104	0,1	154	68	146	98	98	104
ST	mg/L	52118	37698	0,1	43346	35702	36916	37800	86480	64932
Nitrogênio Amoniacal	mg/L	0,77	0,92	0,01	0,76	0,87	0,96	0,94	0,81	0,168
Nitrogênio Kjeldahl Total	mg/L	0,58	0,39	0,01	0,39	< 0,01	< 0,01	0,19	0,19	0,19
Nitrato (NO ₃ - N)	mg/L	1,44	0,97	0,01	1,65	0,99	3,59	0,98	0,2	1,61
Nitrito (NO ₂ -N)	mg/L	0,066	0,051	0,01	0,051	0,012	0,004	0,007	0,009	0,01
Cianetos (CN-)	mg/L	0,002	0,004	0,001	0,001	0,005	0,006	0,003	0,007	< 0,001
Fenóis Totais	mg/L	0,06	0,025	0,001	0,006	0,005	0,011	0,03	0,03	0,022
Fosfato (PO ₄)	mg/L	1,95	1,16	0,01	0,37	0,89	0,53	0,17	2,01	1,07
Fósforo (P)	mg/L	0,636	0,379	0,01	0,118	0,294	0,176	0,053	0,679	0,359

Parâmetros mg/L	Art. 21 CONAMA 357/05	C-01 Sup	C-01 Fundo	C-02 Sup	C-02 Fundo	C-03 Sup	C-03 Fundo	C-04 Sup	C-04 Fundo	C-05 Sup	C-05 Fundo
Arsênio (As)	0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
Cádmio (Cd)	0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
Chumbo (Pb)	0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
Cobre diss (Cu)	0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
Cromo (Cr)	0,05	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
Níquel (Ni)	0,025	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
Zinco (Zn)	0,09	<0,09	<0,09	<0,09	<0,09	<0,09	<0,09	<0,09	<0,09	<0,09	<0,09
Merúrio (Hg)	0,0002	<0,20	<0,20	<0,20	<0,20	<0,20	<0,20	<0,20	<0,20	<0,20	<0,20

Parâmetros mg/L	Art. 21 CONAMA 357/05	C-06 Sup	C-06 Fundo	C-07 Sup	C-07 Fundo	C-08 Sup	C-08 Fundo	C-09 Sup	C-09 Fundo
Arsênio (As)	0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
Cádmio (Cd)	0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
Chumbo (Pb)	0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
Cobre diss (Cu)	0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
Cromo (Cr)	0,05	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
Níquel (Ni)	0,025	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
Zinco (Zn)	0,09	<0,09	<0,09	<0,09	<0,09	<0,09	<0,09	<0,09	<0,09
Mercurio (Hg)	0,0002	<0,20	<0,20	<0,20	<0,20	<0,20	<0,20	<0,20	<0,20

RESULTADOS DE PCB's										
ESTAÇÕES DE AMOSTRAGEM										
PAOFUNDIDADE	UNIDADE	C-01	C-02	C-03	C-04	C-05	C-06	C-07	C-08	C-09
Superfície	µg/L	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001
Fundo		< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001

PESTICIDAS ORGANOCORADOS										
ESTAÇÕES DE AMOSTRAGEM - SUPERFÍCIE										
PARÂMETROS	UNIDADE	C-01	C-02	C-03	C-04	C-05	C-06	C-07	C-08	C-09
BHC (alfa)	µg/L	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001
BHC (Beta)	µg/L	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002
BHC (Delta)	µg/L	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001
BHC (Gama)	µg/L	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002
Clordano (alfa)	µg/L	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001
Clordano (Gama)	µg/L	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001
DDD	µg/L	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002
DDE	µg/L	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002
DDT	µg/L	< 0,003	< 0,003	< 0,003	< 0,003	< 0,003	< 0,003	< 0,003	< 0,003	< 0,003
Dieldrin	µg/L	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002
Endrin	µg/L	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001

RESULTADOS DE HIDROCARBONETOS POLIAROMÁTICOS (PAH's)										
ESTAÇÕES DE AMOSTRAGEM - SUPERFÍCIE										
PARÂMETROS	UNIDADE	C-01	C-02	C-03	C-04	C-05	C-06	C-07	C-08	C-09
Benzo(a) antraceno	µg/L	< 0,01	< 0,01	< 0,01	0,01	< 0,01	0,78	< 0,01	< 0,01	13,96
Benzo(a)pireno	µg/L	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01
Criseno	µg/L	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	1,31
Dibenzo(a,b)antraceno	µg/L	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01
Acenafteno	µg/L	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01
Acenaftileno	µg/L	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01
Antraceno	µg/L	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01
Fenantreno	µg/L	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	0,59	< 0,01	0,6	0,73
Fluoranteno	µg/L	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01
Fluoreno	µg/L	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01
2-Metilnaftaleno	µg/L	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01
Naftaleno	µg/L	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	7,11
Pireno	µg/L	< 0,01	< 0,01	0,61	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	0,55	6,91

RESULTADOS DE HIDROCARBONETOS POLIAROMÁTICOS (PAH's)										
ESTAÇÕES DE AMOSTRAGEM - Fundo										
PARÂMETROS	UNIDADE	C-01	C-02	C-03	C-04	C-05	C-06	C-07	C-08	C-09
Benzo(a) antraceno	µg/L	< 0,01	< 0,01	0,01	0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	2,35	15,35
Benzo(a)pireno	µg/L	< 0,01	< 0,01	0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	0,9	0,9	< 0,01
Criseno	µg/L	< 0,01	< 0,01	0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	1,84
Dibenzo(a,b)antraceno	µg/L	< 0,01	< 0,01	0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01
Acenafteno	µg/L	< 0,01	< 0,01	0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01
Acenaftileno	µg/L	< 0,01	< 0,01	0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01
Antraceno	µg/L	< 0,01	< 0,01	0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	0,7	< 0,01
Fenantreno	µg/L	0,58	< 0,01	0,01	1,18	< 0,01	< 0,01	< 0,01	2,37	< 0,01
Fluoranteno	µg/L	< 0,01	< 0,01	0,01	0,08	< 0,01	< 0,01	< 0,01	3,45	4,63
Fluoreno	µg/L	< 0,01	< 0,01	0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01
2-Metilnaftaleno	µg/L	< 0,01	< 0,01	0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01
Naftaleno	µg/L	< 0,01	< 0,01	0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	10,36	20,26
Pireno	µg/L	< 0,01	< 0,01	0,01	0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	0,75	8,74

h. São Vicente

RESULTADOS FÍSICO-QUÍMICOS			
ESTAÇÕES DE AMOSTRAGEM - SUPERFÍCIE			
PARÂMETROS	UNIDADE	SV-01	SV-02
pH	UpH	7,43	7,4
Temperatura da Amostra	°C	29,8	29,7
Condutividade	mS/cm	37,3	31,3
Oxigênio Dissolvido	mg/L	3,84	2,65
DBO	mg/L- O ₂	4	< 1
Carbono Orgânico Total (TOC)	mg/L- C	3,1	0,2
Sólidos Suspensos Totais	mg/L	64	62
Sólidos Totais	mg/L	56326	55664
Nitrogênio Amoniacal	mg/L	0,73	2,017
Nitrogênio Kjeldahl Total	mg/L	0,39	0,97
Nitrato (NO ₃ - N)	mg/L	0,56	0,97
Nitrito (NO ₂ -N)	mg/L	0,047	0,052
Cianetos (CN ⁻)	mg/L	0,003	< 0,001
Fenóis Totais	mg/L	0,05	0,006
Fosfato (PO ₄ ³⁻)	mg/L	1,34	1,66
Fósforo (P)	mg/L	0,435	0,538

RESULTADOS FÍSICO-QUÍMICOS			
ESTAÇÕES DE AMOSTRAGEM - FUNDO			
PARÂMETROS	UNIDADE	SV-01	SV-02
pH	UpH	7,7	7,5
Temperatura da Amostra	°C	29,6	29,1
Condutividade	mS/cm	41,03	36,82
Oxigênio Dissolvido	mg/L	3,41	1,6
DBO	mg/L- O ₂	2	5
Carbono Orgânico Total (TOC)	mg/L- C	1,5	3,1
Sólidos Suspensos Totais	mg/L	72	110
Sólidos Totais	mg/L	57680	47414
Nitrogênio Amoniacal	mg/L	0,557	0,675
Nitrogênio Kjeldahl Total	mg/L	0,19	0,19
Nitrato (NO ₃ - N)	mg/L	0,98	0,75
Nitrito (NO ₂ -N)	mg/L	0,053	0,043
Cianetos (CN-)	mg/L	0,001	0,004
Fenóis Totais	mg/L	0,006	0,008
Fosfato (PO ₄ 3)	mg/L	1,25	1,29
Fósforo (P)	mg/L	0,412	0,425

Parâmetros mg/L	Art. 21 CONAMA 357/05	SV-01 Sup	SV-01 Fundo	SV-02 Sup	SV-02 Fundo
Arsênio (As)	0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
Cádmio (Cd)	0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
Chumbo (Pb)	0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
Cobre diss (Cu)	0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
Cromo (Cr)	0,05	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
Níquel (Ni)	0,025	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
Zinco (Zn)	0,09	<0,09	<0,09	<0,09	<0,09
Mercúrio (Hg mg/l)	0, 2	<0,20	<0,20	<0,20	<0,20

RESULTADOS DE PESTICIDAS ORGANOCLORADOS			
ESTAÇÕES DE AMOSTRAGEM - SUPERFÍCIE			
PARÂMETROS	UNIDADE	SV-01	SV-02
BHC (alfa)	µg/L	< 0,001	< 0,001
BHC (Beta)	µg/L	< 0,002	< 0,002
BHC (Delta)	µg/L	< 0,001	< 0,001
BHC (Gama)	µg/L	< 0,002	< 0,002
Clordano (alfa)	µg/L	< 0,001	< 0,001
Clordano (Gama)	µg/L	< 0,001	< 0,001
DDD	µg/L	< 0,002	< 0,002
DDE	µg/L	< 0,002	< 0,002
DDT	µg/L	< 0,003	< 0,003
Dieldrin	µg/L	< 0,002	< 0,002
Endrin	µg/L	< 0,001	< 0,001

RESULTADOS DE PESTICIDAS ORGANOCLORADOS			
ESTAÇÕES DE AMOSTRAGEM - FUNDO			
PARÂMETROS	UNIDADE	SV-01	SV-02
BHC (alfa)	µg/L	< 0,001	< 0,001
BHC (Beta)	µg/L	< 0,002	< 0,002
BHC (Delta)	µg/L	< 0,001	< 0,001
BHC (Gama)	µg/L	< 0,002	< 0,002
Clordano (alfa)	µg/L	< 0,001	< 0,001
Clordano (Gama)	µg/L	< 0,001	< 0,001
DDD	µg/L	< 0,002	< 0,002
DDE	µg/L	< 0,002	< 0,002
DDT	µg/L	< 0,003	< 0,003
Dieldrin	µg/L	< 0,002	< 0,002
Endrin	µg/L	< 0,001	< 0,001

RESULTADOS DE HIDROCARBONETOS POLIAROMÁTICOS (PAH's)			
ESTAÇÕES DE AMOSTRAGEM - SUPERFÍCIE			
PARÂMETROS	UNIDADE	SV-01	SV-02
Benzo(a) antraceno	µg/L	< 0,01	10,69
Benzo(a)pireno	µg/L	< 0,01	< 0,01
Criseno	µg/L	< 0,01	1,1
Dibenzo(a,b)antraceno	µg/L	< 0,01	< 0,01
Acenafteno	µg/L	< 0,01	< 0,01
Acenaftileno	µg/L	< 0,01	< 0,01
Antraceno	µg/L	< 0,01	< 0,01
Fenantreno	µg/L	0,71	< 0,01
Fluoranteno	µg/L	< 0,01	2,49
Fluoreno	µg/L	< 0,01	< 0,01
2-Metilnaftaleno	µg/L	< 0,01	< 0,01
Naftaleno	µg/L	< 0,01	6,81
Pireno	µg/L	< 0,01	6,07

RESULTADOS DE HIDROCARBONETOS POLIAROMÁTICOS (PAH's)			
ESTAÇÕES DE AMOSTRAGEM - FUNDO			
PARÂMETROS	UNIDADE	SV-01	SV-02
Benzo(a) antraceno	µg/L	< 0,01	< 0,01
Benzo(a)pireno	µg/L	< 0,01	< 0,01
Criseno	µg/L	< 0,01	< 0,01
Dibenzo(a,b)antraceno	µg/L	< 0,01	< 0,01
Acenafteno	µg/L	< 0,01	< 0,01
Acenaftileno	µg/L	< 0,01	< 0,01
Antraceno	µg/L	< 0,01	< 0,01
Fenantreno	µg/L	0,07	< 0,01
Fluoranteno	µg/L	< 0,01	< 0,01
Fluoreno	µg/L	< 0,01	< 0,01
2-Metilnaftaleno	µg/L	< 0,01	< 0,01
Naftaleno	µg/L	< 0,01	< 0,01
Pireno	µg/L	< 0,01	< 0,01

i. BRAÇOS

Resultados de Elementos Traços nas Estações Braços ESTAÇÕES DE AMOSTRAGEM						
PARÂMETROS	UNIDADE	B-01	B-02	B-03	B-04	B-05
pH	UpH	7,15	7,40	7,52	7,02	7,05
Temperatura da Amostra	°C	28,4	29,0	32,0	30,5	28,8
Condutividade	ms/cm	23,80	31,21	37,29	26,85	41,7
Oxigênio Dissolvido	mg/L	3,85	3,26	4,47	3,0	4,00
DBO	mg/L- O ₂	6	6	8	4	6
Carbono Orgânico Total (TOC)	mg/L- C	4,5	4,5	6,1	3,2	4,5
Sólidos Suspensos Totais	mg/L	82	42	226	46	36
Sólidos Totais	mg/L	18868	39376	30416	20340	52930
Nitrogênio Amoniacal	mg/L	0,63	0,77	0,42	0,58	1,11
Nitrogênio Kjeldahl Total	mg/L	0,39	0,39	0,58	0,78	< 0,01
Nitrato (NO ₃ - N)	mg/L	1,07	0,49	0,49	1,31	0,19
Nitrito (NO ₂ -N)	mg/L	0,013	0,005	0,042	0,022	0,04
Cianetos (CN-)	mg/L	0,009	0,005	0,003	0,004	0,001
Fenóis Totais	mg/L	0,03	0,062	0,04	0,031	0,001
Fosfato (PO ₄)	mg/L	2,07	1,13	1,45	1,44	0,57
Fósforo (P)	mg/L	0,679	0,365	0,47	0,47	0,184

Parâmetros mg/L	Art. 21 CONAMA 357/05	B-01	B-02	B-03	B-04	B-05	B-05 Fundo
Arsênio (As)	0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
Cádmio (Cd)	0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
Chumbo (Pb)	0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
Cobre diss (Cu)	0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
Cromo (Cr)	0,05	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
Níquel (Ni)	0,025	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
Zinco (Zn)	0,09	<0,09	<0,09	<0,09	<0,09	<0,09	<0,09
Mercúrio (Hg) mg/l)	0,0002	<0,20	<0,20	<0,20	<0,20	<0,20	<0,20

RESULTADOS DE PESTICIDAS ORGANOCLORADOS						
ESTAÇÕES DE AMOSTRAGEM						
PARÂMETROS	UNIDADE	B-01	B-02	B-03	B-04	B-05
BHC (alfa)	µg/L	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001
BHC (Beta)	µg/L	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002
BHC (Delta)	µg/L	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001
BHC (Gama)	µg/L	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002
Clordano (alfa)	µg/L	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001
Clordano (Gama)	µg/L	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001
DDD	µg/L	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002
DDE	µg/L	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002
DDT	µg/L	< 0,003	< 0,003	< 0,003	< 0,003	< 0,003
Dieldrin	µg/L	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002
Endrin	µg/L	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001

RESULTADOS DE HIDROCARBONETOS POLIAROMÁTICOS (PAH's)						
ESTAÇÕES DE AMOSTRAGEM						
PARÂMETROS	UNIDADE	B-01	B-02	B-03	B-04	B-05
Benzo(a) antraceno	µg/L	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01
Benzo(a)pireno	µg/L	< 0,01	0,81	< 0,01	< 0,01	< 0,01
Criseno	µg/L	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01
Dibenzo(a,b)antraceno	µg/L	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01
Acenafteno	µg/L	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01
Acenaftileno	µg/L	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01
Antraceno	µg/L	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01
Fenantreno	µg/L	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01
Fluoranteno	µg/L	< 0,01	< 0,01	0,05	< 0,01	< 0,01
Fluoreno	µg/L	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01
2-Metilnaftaleno	µg/L	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01
Naftaleno	µg/L	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01
Pireno	µg/L	< 0,01	< 0,01	< 0,01	0,54	0,64

j. Considerações Gerais e Recomendações

▪ Compartimento Água

O monitoramento de qualidade de água realizado para o EIA/RIMA, na Estuário de Santos reflete, indiscutivelmente, a vulnerabilidade desta Baía frente as potenciais fontes de poluição oriunda de sua bacia drenante, e das atividades exercidas no própria corpo d'água. Apesar de ser considerado um monitoramento modesto na sua essência constitui independentemente da sua extensão e complexidade e, de fato revela as condições já observadas por vários estudos e investigações realizadas anteriormente.

Considera-se, contudo, apropriado e de extrema relevância que seja planejado e executado no âmbito dos Programas Básicos Ambientais – PBA, o monitoramento da qualidade de água durante e após as atividades de dragagem e disposição final do material dragado.

Na contemporaneidade, os indicadores biológicos vêm se mostrando um instrumento valioso por representar um parâmetro sensível cujas respostas integram diferentes variáveis em sua expressão quali-quantitativa; constituindo, junto com o monitoramento sistemático convencional, a base de qualquer instrumento de gestão. O monitoramento biológico, portanto, vem se consagrando como balizador fundamental para o gerenciamento de riscos ambientais para os diversos usos benéficos de água.

Destaca-se, ainda, a possibilidade de florações de algas a partir da atividade de dragagem fundamentando-se na reflexão de que cistos de microalgas podem ser recrutados e levados para a coluna d'água, e ao encontrar condições favoráveis, o sucesso e a dominância, geralmente, nesse caso específico é composta por algas resistentes a ambientes degradados e na maior parte das vezes composta por florações de algas potencialmente tóxicas. Por isso, recomenda-se um monitoramento da comunidade fitoplanctônica com ênfase para os dinoflagelados e as cianobactérias.

8.1.5.8 Caracterização da qualidade dos sedimentos a serem dragados

a. Aspectos legais referentes à dragagem

O enquadramento legal das atividades de dragagem tem um papel fundamental como norteador do processo de avaliação do material dragado e da seleção de alternativas de disposição, uma vez que auxiliam no gerenciamento desta atividade.

A questão da dragagem e disposição de material dragado, em ambientes marinhos e estuarinos, é abordada na legislação brasileira pela NORMAM 11/DPC (norma da Marinha do Brasil) que dispõe sobre “Procedimentos para solicitação de parecer para realização de obras sob, sobre e às margens das águas jurisdicionais brasileiras”, aprovada pela Portaria nº 109/DPC, de 16 de dezembro de 2003 (que cancela a Portaria nº 52/DPC, de 04 de setembro de 2001), e pelo Decreto nº 87.566, de 16 de setembro de 1982, que promulga o texto da Convenção sobre Prevenção da Poluição Marinha por Alijamento de Resíduos e Outras Matérias, concluída em Londres, a 29 de dezembro de 1972 (London Convention 1972 – LC 72), da qual o Brasil é signatário desde sua adesão em 1982. A disposição de dejetos no mar está regulamentada no mundo inteiro pela Convenção de Londres de 1972 cujos objetivos são prever, reduzir e onde cabível, eliminar a poluição causada pela disposição de dejetos no mar. A LC 72 também se aplica em algumas nações que não ratificaram nem aceitaram a convenção.

Segundo a NORMAM 11, é de competência do Diretor de Portos e Costas (DPC), como Representante da Autoridade Marítima para a Segurança do Tráfego Aquaviário, “determinar a elaboração das normas da Autoridade Marítima relativas à execução de obras, dragagens, (...) sob, sobre e às margens das águas sob jurisdição nacional, no que concerne ao ordenamento do espaço aquaviário e à segurança da navegação.”

O Capítulo 2 desta Norma estabelece “normas e procedimentos para padronizar a autorização para as atividades de dragagem e de emissão de parecer atinente a aterros, em águas jurisdicionais brasileiras (AJB)”, e esclarece que a autorização para a dragagem está vinculada a “obtenção, pelo interessado, do respectivo licenciamento ambiental junto ao órgão ambiental competente.”

Nos Anexos do Decreto 87.566 que promulga a Convenção de Londres de 1972, estão listadas as substâncias não permitidas para alijamento e as condições para este alijamento. O material de dragagem é apenas mencionado no Item 9 do Anexo I do Decreto que determina que: “O presente Anexo não se aplicará a resíduos ou outras substâncias, por exemplo à lama de águas residuais e entulhos de dragagens que contenham as substâncias (...), como vestígios de contaminantes. Tais resíduos estarão sujeitos às disposições do Anexo 2 ou 3.”

O Anexo 2 trata de substâncias que requerem especial atenção quando encontradas em concentrações consideráveis e, o Anexo 3, trata dos fatores que deverão ser examinados ao

estabelecer critérios que regulem a concessão de permissões para o alijamento de substâncias no mar. Portanto, atualmente no Brasil, não existem restrições para a disposição de material dragado no mar baseadas apenas nos tipos de contaminantes presentes neste material (“quais”). Embora o Decreto seja muito vago, o critério para definir alguma restrição ao alijamento de material de dragagem baseia-se nas concentrações destes contaminantes (“quanto”). A LC 72 não traz nenhuma definição específica, quantitativa, para os termos “quantidades consideráveis” de contaminantes ou para o termo “vestígios de contaminantes”, ambos utilizados no Decreto 87.566.

Por volta de 1996, o conhecimento dos efeitos da poluição marinha e a eficácia das opções de controle tinham melhorado suficientemente, garantindo e atualizando algumas previsões realizadas pela Convenção de Londres de 1972 (IMO, 2001).

A Convenção de Londres (LC 72) tem como emenda o Protocolo de 1996 que consiste em uma revisão e atualização da LC 72 sob a forma de uma série de Resoluções complementares com a substituição de alguns artigos e definições (IMO, 2002).

O Protocolo deverá ser incorporado por todas as partes contratantes da Convenção e deverá entrar em vigor quando:

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

Ambas condições já ocorreram e o protocolo ratificado pelo Brasil.

O Anexo 1 do Protocolo de 1996 trata de resíduos e outros materiais que podem ser considerados para disposição marinha, sendo o material de dragagem o primeiro item desta lista.

Na 18a Reunião Consultiva entre as partes contratantes da Convenção de Londres de 1972 (4 - 8 dezembro de 1995) foi adotada a “Escopo para avaliação de material de dragagem” (Dredged Material Assessment Framework) através da Resolução LC.52 (18). Esta Resolução foi revista em 1997 e em 2000 foram adotadas “Diretrizes para a avaliação de material de dragagem”, durante a 22a Reunião Consultiva entre as partes contratantes da Convenção de Londres de 1972, que substituiu o “Escopo” proposto em 1995.

Diretrizes específicas para tratar a questão da dragagem no contexto da LC 72 já estavam sendo delineadas desde 1986 (“Guidelines for the Application of the Annexes to the Disposal of Dredged Material” - adotadas em 1986 durante a 10a Reunião Consultiva - Resolução LDC.23 (10)).

O esquema da Figura 8.1.5.8 - 1 a seguir compõe a diretriz de 2000 e estabelece os passos para avaliação e tomada de decisão quanto à disposição do material de dragagem. Destaca-se a etapa que se refere à necessidade de determinar os impactos potenciais da disposição e estabelecer “hipóteses de impacto” que deverão ser avaliadas.

procedimentos mínimos para a avaliação do material a ser dragado visando ao gerenciamento de sua disposição em águas jurisdicionais brasileiras.”

b. A “hipótese de impacto” a partir da legislação brasileira

Para a realização deste trabalho partiu-se da premissa de que era necessária a criação de uma “hipótese de impacto”, como definido no item 1.1, que satisfatoriamente respondesse ao que está destacado no Art. 13 da Resolução Conama 344 transcrito a seguir:

“Art. 13: A caracterização ecotoxicológica prevista no inciso III do art. 7, desta Resolução poderá, sem prejuízo das outras exigências e condições previstas nesta Resolução e nas demais normas aplicáveis, ser dispensada pelos órgãos ambientais competentes, por período improrrogável de até dois anos, contados a partir da publicação desta Resolução, permitindo-se a disposição deste material em águas jurisdicionais brasileiras, desde que cumpridas as seguintes condições:

I - o local de disposição seja monitorado de forma a verificar a existência de danos à biota advindos de poluentes presentes no material disposto, segundo procedimentos estabelecidos pelo órgão ambiental competente, com apresentação de relatórios periódicos;

II - o local de disposição tenha recebido, nos últimos três anos, volume igual ou superior de material dragado de mesma origem e com características físicas e químicas equivalentes, resultante de dragagens periódicas, e que a disposição do material dragado não tenha produzido evidências de impactos significativos por poluentes ao meio ambiente no local de disposição.”

Foi necessária a avaliação dos instrumentos legais para que fosse definida a “hipótese de impacto” tratada neste relatório a fim de esclarecer os objetivos deste trabalho e os meios para atingi-los.

O artigo 225 da Constituição Federal dispõe:

Art. 225 – Todos têm direito ao meio ambiente ecologicamente equilibrado, bem de uso comum do povo e essencial à sadia qualidade de vida, impondo-se ao Poder Público e à coletividade o dever de defendê-lo e preservá-lo para as presentes e futuras gerações.

Portanto a Constituição lança o conceito de “meio ambiente ecologicamente equilibrado” que em termos das ciências biológicas e da ecologia desdobra-se em uma definição muito mais complexa do que possa indicar as leis. Este conceito é repetidamente utilizado em outros instrumentos normativos carecendo sempre de uma definição mais precisa.

Com o advento da Lei nº 6.938, de 31 de agosto de 1981, procurou-se unificar as ações destinadas à preservação e proteção do meio ambiente e instituir a chamada Política Nacional do Meio Ambiente. O artigo 2º desse diploma legislativo estabelece que devam ser asseguradas as condições para o desenvolvimento sócio-econômico, dentre outras, seguindo princípios que incluem novamente, a manutenção do “equilíbrio ecológico”, como visto a seguir:

Art. 2º – A Política Nacional do Meio ambiente tem por objetivo a preservação, melhoria e recuperação da qualidade ambiental propícia à vida, visando assegurar, no País, condições ao

desenvolvimento sócio-econômico, aos interesses da segurança nacional e à proteção da dignidade da vida humana, atendidos os seguintes princípios.

Ação governamental na manutenção do equilíbrio ecológico, considerando o meio ambiente como um patrimônio público a ser necessariamente assegurado e protegido, tendo em vista o uso coletivo (...).

Outro termo largamente utilizado no bojo das leis ambientais brasileiras e, da mesma forma subjetivo, é o “impacto ambiental significativo”. É necessário salientar que a Resolução nº 1 do CONAMA, de 23 de janeiro de 1986 define impacto ambiental como "qualquer alteração das propriedades físicas, químicas e biológicas do meio ambiente, causada por qualquer forma de material ou energia resultante das atividades humanas que, direta ou indiretamente, afete a saúde, a segurança e o bem-estar da população, as atividades sociais e econômicas, a biota, as condições estéticas e sanitárias do meio ambiente e a qualidade dos recursos ambientais". No entanto, o peso da subjetividade está na quantificação de um impacto “significativo”.

De certa forma, seguindo estritamente aquilo que os instrumentos normativos definem, pode-se entender que um impacto seja “significativo” quando prejudicar a manutenção do “equilíbrio ecológico”. Portanto, é de extrema importância que haja um mínimo entendimento deste conceito, principalmente se o objetivo de uma avaliação ambiental é medir este equilíbrio.

O equilíbrio, em termos biológicos, é desdobrado em “equilíbrio dinâmico estável”, isto é, um equilíbrio que na realidade varia no tempo e no espaço. Em termos temporais existe a oscilação em determinadas escalas (horas, dias, meses, anos), definidas por ciclos biológicos naturais presentes em todos os níveis de organização das unidades ecológicas. Do indivíduo (organismo) passando pelas populações, comunidades até os ecossistemas como um todo, os sistemas biológicos operam em ciclos: ciclos reprodutivos, ciclos de hibernação, ciclos que obedecem as estações do ano e etc. Especialmente as populações e comunidades se distribuem em gradientes geográficos que obedecem a uma ordenação e a transições entre um ambiente e outro (um ecossistema, um nicho ecológico, etc.). Estas zonas de transição são denominadas ecótonos onde pode haver sobreposição de populações e zonas de tensão, tornando difícil a delimitação espacial dos limites de distribuição das espécies (Odum, 1983).

Pimm (1984) propôs formas bem objetivas para medir tanto o equilíbrio quanto a complexidade das comunidades. Estas formas estão sumarizadas na Tabela 8.1.5.8 - 1 a seguir:

Tabela 8.1.5.8 - 1. Principais formas de mensuração da complexidade e da estabilidade em comunidades naturais.

Complexidade	Riqueza	Número de espécies presentes
	Conectância	Número de interações tróficas existentes relacionado ao número de interações tróficas possíveis
	Força de interação	Efeito da densidade de uma espécie na taxa de crescimento de outra espécie
	Equitatividade	O quão igualmente estão distribuídas as abundâncias das espécies
Estabilidade	Estabilidade	Um sistema é estável se todas as variáveis retornam ao estado de equilíbrio após um distúrbio
	Resiliência	Rapidez com a qual o sistema retorna ao equilíbrio após um distúrbio
	Persistência	O tempo em que uma variável permanece inalterada após um distúrbio
	Resistência	O grau de mudança exibido por uma variável após um distúrbio
	Variabilidade	Qualquer medida de dispersão associada às variações das densidades populacionais no tempo (variância, desvio padrão e etc.)
Variáveis de interesse	Abundância	Densidades (número de indivíduos) por unidade de área ou volume
	Composição	O catálogo específico das espécies da comunidade
	Abundância de um nível trófico	O somatório das densidades de um dado nível trófico.

Bertollo (2001) propõe alguns parâmetros chave para chegar a um diagnóstico de qualidade ambiental tais como ausência de sintomas de estresse e de fatores de risco, sustentabilidade, biodiversidade, resiliência e equilíbrio.

Segundo Cairns (1991) o controle de qualidade dos ecossistemas requer uma ciência integradora que empregue uma visão holística dos múltiplos estresses, subsídios e interações nos complexos ecossistemas aquáticos e terrestres. Essa ciência integradora requer que estes sistemas multivariados complexos sejam considerados na sua integridade e não apenas fragmento a fragmento.

c. Histórico dos estudos realizados na área

A caracterização dos sedimentos apresentada no presente relatório segue as diretrizes da Resolução Conama 344/04. Esta caracterização refere-se ao detalhamento do trecho do canal do porto de Santos compreendido entre a Barra até a região do antigo aterro sanitário da Alemoa.

Diversos estudos já foram realizados anteriormente no sentido de caracterizar esta área em relação à contaminação da água, sedimento e biota, sendo que alguns estudos referentes especificamente aos sedimentos estão resumidamente apresentados a seguir.

Para caracterizar a contaminação de sedimentos na região do estuário de Santos foi realizado um levantamento de dados secundários com coletas nos períodos de 1997 a 2002. Os relatórios utilizados para a compilação dos dados foram:

- CODESP (2002), com coletas realizadas em 2002

- CETESB (2001), com coletas realizadas em 1997 e 1999
- Abessa (2002), com coletas realizadas em 1998
- CETESB (1998), com coletas realizadas em 1998

Para comparação entre os resultados, os pontos de coleta foram agrupados em micro-regiões que compreendem os seguintes trechos do estuário:

- Micro-região A e B: Ilha das Palmas e Ponta da Praia - Barra
- Micro-região C: Dow Química – Armazém 38 e 39
- Micro-região D: TEFER
- Micro-região E: TECON
- Micro-região F: Vicente de Carvalho
- Micro-região G: DIROP
- Micro-região H: Ilha Barnabé
- Micro-região I: Saboó e lixão Ilha dos Bagres
- Micro-região J: Alamoia

Na época da emissão dos relatórios consultados não havia no Brasil uma legislação que classificasse a contaminação de sedimentos marinhos, portanto a maioria dos trabalhos faz uma comparação, principalmente no que diz respeito às concentrações de metais, entre os resultados obtidos com valores orientadores (TEL e PEL) fornecidos pela agência de proteção ambiental canadense (Canadian Council of Minister of the Environment). No entanto, em 2004 o Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA) publicou a Resolução nº 344 que estabelece as diretrizes gerais e os procedimentos mínimos para a avaliação do material a ser dragado em águas jurisdicionais brasileiras. Desta forma, os resultados resumidamente apresentados a seguir, foram comparados com os dois níveis classificatórios para água salina-salobra estabelecidos pela Resolução 344/04, a saber:

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

c.1 Metais e semi-metais

O cobre foi quantificado acima do **Nível 1** nas micro-regiões C, F, I e J. As maiores concentrações foram obtidas na micro-região F, localizada no distrito de Vicente de Carvalho, com um valor médio de 32,2 mg/kg de Cu, sendo que a maior concentração foi quantificada pela CODESP (2002), 101,7 mg/kg. A menor concentração obtida de Cu no sedimento foi na micro-região A (Ilha das Palmas e Ponta da Praia) por CETESB. (2001), 1,7 mg/kg

O zinco foi quantificado acima do **Nível 1** nas micro-regiões F, G, H e J. As maiores concentrações amostradas foram na micro-região J (Alamoia) com uma média de 128 mg/kg. A maior e a menor concentração foram obtidas na micro-região H (Ilha Barnabé): 284 mg/kg por Abessa (2002) e 13 mg/kg pela CODESP (2002), respectivamente.

O níquel foi quantificado acima do **Nível 1** na maioria das micro-regiões com exceção para A (Ilha das Palmas e Ponta da Praia) e E (TECON).

Cetesb (1998) quantificou Ni acima do **Nível 2** em apenas uma amostra na micro-região D, localizada próximo à Dow Química, obtendo uma concentração de 100 mg/kg. Pela análise dos resultados obtidos pela CODESP (2002), as maiores concentrações foram evidenciadas nas micro-regiões D (Tefer) e J (Alamoia), com valores médios de 23,9 e 23,4 mg/kg, respectivamente, e a menor concentração quantificada foi de 2,2 mg/kg na micro-região B, localizada na Ponta da Praia.

O chumbo foi quantificado acima do **Nível 1** na maioria das micro-regiões, com exceção das micro-regiões I (Saboó e Ilha dos Bagres) e B (Ponta da Praia-Barra), sendo que esta última apresentou também um resultado acima do **Nível 2** na amostra coletada pela CODESP (2002) com 2.330 mg/kg. Desconsiderando este resultado por estar muito acima da média das demais amostras, a micro-região que apresentou as maiores concentrações foi a G (Dirop) com 59,9 mg/kg. A menor concentração obtida foi de 7,8 mg/kg por CETESB (2001).

O cromo foi quantificado na maior parte das amostras, porém apenas uma amostra da micro-região H (Ilha Barnabé) apresentou concentrações superiores ao **Nível 1** (170mg/kg), em estudo realizado pela Cetesb (1998).

O mercúrio foi quantificado acima do **Nível 1** nas micro-regiões B, F, H, I e J, e acima do **Nível 2** nas micro-regiões G (DIROP) e H (Ilha Barnabé). A maior concentração de Hg encontrada no sedimento foi de 0,76 mg/kg (micro-região H) e a menor 0,021 mg/kg (micro-região A – Ilha das Palmas e Ponta da Praia), sendo que ambos os resultados são provenientes de CETESB. (2001).

O cádmio foi quantificado acima do **Nível 1** nas micro-regiões A, E, F, I e J, sendo que a média das maiores concentrações foi obtida na micro-região E (TECON) com 1,14 mg/kg, seguido da micro-região I (Saboó e lixão Ilha dos Bagres) com 1,10 mg/kg. A maior concentração quantificada foi de 1,92 mg/kg, obtida pela CODESP (2002).

c.2 Bifenilas policloradas (PCB)

Os PCB totais não foram quantificados em nenhuma amostra acima do **Nível 1**, porém na micro-região E (TECON) a somatória destes compostos foi quantificada acima do **Nível 2** pela CODESP (2002), cuja concentração obtida foi de 289 ug/kg. As maiores concentrações estão na micro-região E, apresentando um valor médio de 50 ug/kg (o valor do **Nível 1** para a somatória é de 22,7 ug/kg).

c.3 Hidrocarbonetos policíclicos aromáticos (HPA)

Os HPA estão divididos em dois grupos pelo Conama 344/04, de acordo com a toxicidade dos compostos: grupo A (criseno, benzo(a)antraceno, benzo(a)pireno e dibenzo(a,h)antraceno) e grupo B (acenafteno, acenaftileno, antraceno, fenantreno, fluoranteno, fluoreno, 2-metilnaftaleno e pireno).

O acenafteno e o fenantreno foram quantificados acima do **Nível 1** em dois pontos de coleta por Abessa (2002). Na micro-região H (Ilha Barnabé) foram obtidas concentrações de acenafteno de 210 ug/kg e fenantreno de 3.050 ug/kg, sendo que na micro-região J (Alamoia), foram obtidas concentrações de 40 ug/kg para acenafteno e 590 ug/kg para fenantreno.

O acenaftileno e o fluoranteno foram quantificados acima do **Nível 2**, também por Abessa (2002), nos mesmos pontos de coleta, com concentrações de 2.140 ug/kg de acenaftileno e 22.510 ug/kg de fluoranteno na micro-região H e 4.450 ug/kg de acenaftileno e 15.850 ug/kg de fluoranteno na micro-região J. A micro-região H (Alamoia) apresentou ainda fluoreno acima do **Nível 2**, cuja concentração obtida foi de 880 ug/kg.

O antraceno foi quantificado acima do **Nível 1** nas micro-regiões H e J por Abessa (2002) com concentrações de 170 e 820 ug/kg respectivamente. Na micro-região H foi quantificada, pelo mesmo autor, apenas uma amostra acima do **Nível 2**, com concentração 1.170 ug/kg.

O 2-metilnaftaleno foi quantificado acima do **Nível 1** pela CODESP (2002) nas micro-regiões A, B, C, e J, sendo a maior concentração obtida na micro-região B (Barra) com 106 ug/kg.

O pireno foi quantificado na micro-região I (Saboó e lixão Ilha dos Bagres) pela CODESP (2002) acima do **Nível 1** com 1.500 ug/kg e acima do **Nível 2** nas micro-regiões H e J, com concentrações de 5.670 e 4.300 ug/kg, respectivamente (Abessa, 2002).

O benzo(a)antraceno foi quantificado em duas amostras acima do **Nível 1** na micro-região B pela CODESP (2002), sendo que a maior concentração obtida foi 105 ug/kg. O dibenzo(a,h)antraceno foi quantificado pela CODESP (2002) acima do **Nível 1** nas micro-regiões B, C, G, I e J sendo a maior concentração obtida de 30,9 ug/kg

O criseno foi quantificado acima do **Nível 1** nas micro-regiões G, H e J e acima do **Nível 2** na micro-região F, com 860 ug/kg (Vicente de Carvalho) por Abessa (2002).

O benzo(a)pireno foi quantificado por CETESB (2001) acima do **Nível 1** nas micro-regiões B, F, H, I e J e acima do **Nível 2** somente na micro-região J (Alamoia), com 1.210 ug/kg.

Através da análise dos dados pretéritos dos contaminantes acima citados, observa-se que o sedimento do estuário de Santos já apresenta problemas de contaminação há pelo menos uma década. Em estudos anteriores realizados pela CETESB (2001) no sistema estuarino de Santos e São Vicente, além de também encontrar no sedimento níveis de concentrações elevados para vários contaminantes, aponta alguns fatores que podem contribuir para o aporte destes contaminantes:

- escoamento da água superficial
- lançamento de efluentes líquidos industriais, portuários e domésticos
- vazamentos e acidentes ambientais
- deposição atmosférica
- disposição inadequada de resíduos sólidos domésticos e industriais

Embora já estejam sendo realizadas medidas compensatórias com intuito de diminuir o aporte de contaminantes no sistema estuarino, o sedimento ainda permanece impactado em função justamente deste aporte desenfreado em décadas passadas.

d. Objetivos

O presente relatório tem como objetivo a caracterização detalhada do trecho do canal do porto de Santos compreendido entre os pontos PSS-01 e PSS-67, que corresponde ao trecho da saída do canal de Piaçaguera, canal do porto de Santos até a Barra (próximo às áreas de fundeio). A coleta e caracterização química, assim como a avaliação ecotoxicológica de sedimentos, visam à análise das condições atuais dos sedimentos que servirão como base para inferir a respeito de alternativas de disposição, incluindo o lançamento na área de disposição oceânica do porto de Santos e/ou a definição de alternativas de disposição ambientalmente seguras.

e. Materiais e métodos

Neste item, serão apresentadas as metodologias adotadas para todas as campanhas de coleta de sedimento. Por motivos contratuais, nas 03 campanhas que seguiram, diferentes laboratórios realizaram as análises químicas das amostras coletadas. Vale ressaltar que, independente do laboratório, os mesmos procedimentos, tanto de coleta, armazenamento das amostras em frascos, acondicionamento e preservação do material coletado foram idênticos para todas as campanhas.

A seguir apresenta-se o dossiê fotográfico dos procedimentos adotados para todas as coletas de sedimento.

Dossiê fotográfico das coletas para amostragem de sedimento

<u>COLETA DE SEDIMENTO</u>	
	
<p>Foto 01. Ponto PSS-06, próximo à travessia do Ferry Boat.</p>	<p>Foto 02. Equipe de coleta da 1ª Campanha.</p>
	
<p>Foto 03. Sonda multi-parâmetros utilizada para as medidas físico-químicas na água.</p>	<p>Foto 04. Técnico retirando a draga <i>Van Veen</i> com amostra superficial de sedimento</p>
	
<p>Foto 05. Tubos de alumínio ou "Core" utilizados durante as coletas</p>	<p>Foto 06. Lançamento do Core para encamisamento no fundo</p>

Dossiê fotográfico das coletas para amostragem de sedimento

<u>COLETA DE SEDIMENTO</u>	
	
<p>Foto 07. Retirada do Core pelo mergulhador para equipe de superfície</p>	<p>Foto 08. Lançamento por pressão do sedimento em bandejas de alumínio</p>
	
<p>Foto 09. Análise "in situ" de pH e E_H</p>	<p>Foto 10. Acondicionamento do material coletado em frascaria fornecida pelo laboratório</p>
	
<p>Foto 11. Amostras sendo acondicionadas para posterior análise de ECOTOX</p>	<p>Foto 12. Kit do ponto PSS-16 coletado e em seguida acondicionado em caixas de isopor com gelo</p>

e.1 Localização dos pontos de coleta de sedimento

As amostras de sedimento foram coletadas em 03 etapas: 1ª campanha realizada entre os dias 09 e 11 de outubro de 2006, onde foram coletadas amostras referentes aos pontos PSS-01 ao PSS-15, a 2ª campanha realizada nos dias 08, 09, 22 e 23 de fevereiro de 2007 com coleta nos pontos PSS-16 ao PSS-50 e por último os pontos PSS-51 ao PSS-67, coletados nos dias 20/08 e 20/09 de 2007, completando-se assim a caracterização do local de estudo. No total, foram coletadas na área a ser dragada no trecho do canal do porto de Santos, 67 amostras de sedimento superficial, 52 amostras de sedimento até a profundidade de 1 m e 52 amostras de sedimento até a profundidade de 2 m, totalizando assim 171 amostras de sedimento. Anexada no final deste Capítulo é apresentada a Figura onde está indicada a localização dos pontos de coleta e na Tabela 8.1.5.8 - 2 a seguir as coordenadas dos pontos amostrados.

Tabela 8.1.5.8 - 2. Coordenadas dos pontos de coleta (UTM / SAD 69)

Pontos	Eastings (mE)	Northings (mN)	Pontos	Eastings (mE)	Northings (mN)
PSS-01	364.243	7.342.570	PSS-35	366.601	7.351.729
PSS-02	364.587	7.343.656	PSS-36	366.421	7.352.000
PSS-03	365.514	7.345.615	PSS-37	366.373	7.352.749
PSS-04	365.053	7.346.057	PSS-38	365.657	7.352.941
PSS-05	368.881	7.346.654	PSS-39	365.295	7.353.122
PSS-06	368.576	7.346.812	PSS-40	364.926	7.353.195
PSS-07	368.827	7.348.443	PSS-41	364.462	7.353.330
PSS-08	368.427	7.348.255	PSS-42	364.121	7.353.505
PSS-09	367.688	7.349.946	PSS-43	363.730	7.353.979
PSS-10	367.306	7.349.713	PSS-44	363.252	7.354.225
PSS-11	366.992	7.352.522	PSS-45	362.305	7.354.291
PSS-12	366.399	7.352.544	PSS-46	361.938	7.354.191
PSS-13	366.405	7.353.183	PSS-47	361.746	7.354.193
PSS-14	365.322	7.353.365	PSS-48	361.419	7.354.241
PSS-15	363.729	7.353.503	PSS-49	360.963	7.354.393
PSS-16	362.036	7.338.759	PSS-50	360.614	7.354.663
PSS-17	362.252	7.339.573	PSS-51	362.327	7.339.728
PSS-18	362.439	7.340.273	PSS-52	362.505	7.340.565
PSS-19	362.829	7.341.409	PSS-53	362.941	7.341.364
PSS-20	363.067	7.342.048	PSS-54	363.864	7.343.778
PSS-21	363.282	7.342.662	PSS-55	363.873	7.344.215
PSS-22	363.706	7.343.700	PSS-56	364.319	7.344.896
PSS-23	363.941	7.344.381	PSS-57	364.623	7.345.632
PSS-24	364.333	7.345.036	PSS-58	365.112	7.345.737
PSS-25	365.280	7.345.953	PSS-59	367.682	7.346.057
PSS-26	365.985	7.346.038	PSS-60	368.802	7.347.823
PSS-27	367.973	7.346.087	PSS-61	368.503	7.348.698
PSS-28	368.726	7.347.150	PSS-62	367.936	7.349.111
PSS-29	368.750	7.348.430	PSS-63	367.595	7.349.726
PSS-30	368.267	7.349.031	PSS-64	366.705	7.351.202
PSS-31	367.803	7.349.440	PSS-65	366.553	7.352.031
PSS-32	367.446	7.349.918	PSS-66	366.035	7.352.840
PSS-33	367.047	7.350.413	PSS-67	362.731	7.354.233
PSS-34	366.707	7.351.015			

Os pontos de coleta de sedimentos foram posicionados a partir da Barra, próximos a uma das 08 áreas de Fundeio (especificamente o fundeadouro 03) até o ponto entre o Largo do Casqueiro e Largo do Canéu, na região do antigo aterro sanitário da Alemoa. Na Tabela 8.1.5.8 - 3, a seguir, é apresentada a nomenclatura dos pontos coletados.

Tabela 8.1.5.8 - 3. Nomenclatura dos pontos (PSS = Ponto Superficial de Sedimento; ST = Ponto de Sedimento com Testemunho (ou seja, de profundidade), podendo ser PSST-1 (até 1 metro) e PSST-2 (entre 1 e 2 metros) com o número à que se refere o ponto)

SEÇÃO	PONTO DE COLETA	PROFUNDIDADE
1ª CAMPANHA		
Barra - Fortaleza	PSS-01	superfície
	PSS-02	superfície
	PSS-03	superfície
	PSS-04	superfície
Fortaleza - Torre Grande	PSS-05	superfície
	PSS-06	superfície
	PSS-07	superfície
	PSS-08	superfície
	PSS-09	superfície
	PSS-10	superfície
Torre Grande - Alemoa	PSS-11	superfície
	PSS-12	superfície
	PSS-13	superfície
	PSS-14	superfície
	PSS-15	superfície
2ª CAMPANHA		
Barra - Fortaleza	PSS-16	superfície
	PSST-16-1	0 a 1 m
	PSST-16-2	1 a 2 m
	PSS-17	superfície
	PSST-17-1	0 a 1 m
	PSST-17-2	1 a 2 m
	PSS-18	superfície
	PSST-18-1	0 a 1 m
	PSST-18-2	1 a 2 m
	PSS-19	superfície
	PSST-19-1	0 a 1 m
	PSST-19-2	1 a 2 m

Tabela 8.1.5.8 - 3 (continuação): Nomenclatura dos pontos

SEÇÃO	PONTO DE COLETA	PROFUNDIDADE
Barra - Fortaleza	PSS-20	superfície
	PSST-20-1	0 a 1 m
	PSST-20-2	1 a 2 m
	PSS-21	superfície
	PSST-21-1	0 a 1 m
	PSST-21-2	1 a 2 m
	superfície	PSS-22
	0 a 1 m	PSST-22-1
	1 a 2 m	PSST-22-2
	superfície	PSS-23
Fortaleza - Torre Grande	0 a 1 m	PSST-23-1
	1 a 2 m	PSST-23-2
	superfície	PSS-24
	0 a 1 m	PSST-24-1
	1 a 2 m	PSST-24-2
	superfície	PSS-25
	0 a 1 m	PSST-25-1
	1 a 2 m	PSST-25-2
	superfície	PSS-26
	0 a 1 m	PSST-26-1
1 a 2 m	PSST-26-2	
Fortaleza - Torre Grande	superfície	PSS-27
	0 a 1 m	PSST-27-1
	1 a 2 m	PSST-27-2
	superfície	PSS-28
	0 a 1 m	PSST-28-1
	1 a 2 m	PSST-28-2
	superfície	PSS-29
	0 a 1 m	PSST-29-1
	1 a 2 m	PSST-29-2
	superfície	PSS-30
0 a 1 m	PSST-30-1	
1 a 2 m	PSST-30-2	

Tabela 8.1.5.8 - 3 (continuação): Nomenclatura dos pontos

SEÇÃO	PONTO DE COLETA	PROFUNDIDADE
Fortaleza - Torre Grande	superfície	PSS-31
	0 a 1 m	PSST-31-1
	1 a 2 m	PSST-31-2
	superfície	PSS-32
	0 a 1 m	PSST-32-1
	1 a 2 m	PSST-32-2
	superfície	PSS-33
	0 a 1 m	PSST-33-1
	1 a 2 m	PSST-33-2
Torre Grande - Alemoa	superfície	PSS-34
	0 a 1 m	PSST-34-1
	1 a 2 m	PSST-34-2
	superfície	PSS-35
	0 a 1 m	PSST-35-1
	1 a 2 m	PSST-35-2
	superfície	PSS-36
	0 a 1 m	PSST-36-1
	1 a 2 m	PSST-36-2
	superfície	PSS-37
	0 a 1 m	PSST-37-1
	1 a 2 m	PSST-37-2
	superfície	PSS-38
	0 a 1 m	PSST-38-1
	1 a 2 m	PSST-38-2
	superfície	PSS-39
	0 a 1 m	PSST-39-1
	1 a 2 m	PSST-39-2
	superfície	PSS-40
	0 a 1 m	PSST-40-1
	1 a 2 m	PSST-40-2
	superfície	PSS-41
	0 a 1 m	PSST-41-1
	1 a 2 m	PSST-41-2
superfície	PSS-42	
0 a 1 m	PSST-42-1	

Tabela 8.1.5.8 - 3 (continuação): Nomenclatura dos pontos

SEÇÃO	PONTO DE COLETA	PROFUNDIDADE
Torre Grande - Alemoa	superfície	PSS-42
	0 a 1 m	PSST-42-1
	1 a 2 m	PSST-42-2
	superfície	PSS-43
	0 a 1 m	PSST-43-1
	1 a 2 m	PSST-43-2
	superfície	PSS-44
	0 a 1 m	PSST-44-1
	1 a 2 m	PSST-44-2
	superfície	PSS-45
	0 a 1 m	PSST-45-1
	1 a 2 m	PSST-45-2
	superfície	PSS-46
	0 a 1 m	PSST-46-1
	1 a 2 m	PSST-46-2
	superfície	PSS-47
	0 a 1 m	PSST-47-1
	1 a 2 m	PSST-47-2
	superfície	PSS-48
	0 a 1 m	PSST-48-1
	1 a 2 m	PSST-48-2
	superfície	PSS-49
	0 a 1 m	PSST-49-1
	1 a 2 m	PSST-49-2
superfície	PSS-50	
0 a 1 m	PSST-50-1	
1 a 2 m	PSST-50-2	
3ª CAMPANHA		
Barra - Fortaleza	superfície	PSS-51
	0 a 1 m	PSST-51-1
	1 a 2 m	PSST-51-2
	superfície	PSS-52
	0 a 1 m	PSST-52-1
	1 a 2 m	PSST-52-2

Tabela 8.1.5.8 - 3 (continuação): Nomenclatura dos pontos

SEÇÃO	PONTO DE COLETA	PROFUNDIDADE
Barra - Fortaleza	superfície	PSS-53
	0 a 1 m	PSST-53-1
	1 a 2 m	PSST-53-2
	superfície	PSS-54
	0 a 1 m	PSST-54-1
	1 a 2 m	PSST-54-2
	superfície	PSS-55
	0 a 1 m	PSST-55-1
	1 a 2 m	PSST-55-2
	superfície	PSS-56
	0 a 1 m	PSST-56-1
	1 a 2 m	PSST-56-2
	superfície	PSS-57
	0 a 1 m	PSST-57-1
	1 a 2 m	PSST-57-2
	superfície	PSS-58
	0 a 1 m	PSST-58-1
	1 a 2 m	PSST-58-2
Fortaleza - Torre Grande	superfície	PSS-59
	0 a 1 m	PSST-59-1
	1 a 2 m	PSST-59-2
	superfície	PSS-60
	0 a 1 m	PSST-60-1
	1 a 2 m	PSST-60-2
	superfície	PSS-61
	0 a 1 m	PSST-61-1
	1 a 2 m	PSST-61-2
	superfície	PSS-62
	0 a 1 m	PSST-62-1
	1 a 2 m	PSST-62-2
	superfície	PSS-63
	0 a 1 m	PSST-63-1
	1 a 2 m	PSST-63-2

Tabela 8.1.5.8 - 3 (continuação): Nomenclatura dos pontos

SEÇÃO	PONTO DE COLETA	PROFUNDIDADE
Torre Grande - Alemoa	superfície	PSS-64
	0 a 1 m	PSST-64-1
	1 a 2 m	PSST-64-2
	superfície	PSS-65
	0 a 1 m	PSST-65-1
	1 a 2 m	PSST-65-2
	superfície	PSS-66
	0 a 1 m	PSST-66-1
	1 a 2 m	PSST-66-2
	superfície	PSS-67
	0 a 1 m	PSST-67-1
	1 a 2 m	PSST-67-2

e.2 Procedimentos adotados para amostragem de sedimento

- 1ª campanha - Para cada ponto amostrado foi coletada somente 01 amostra de sedimento superficial, sendo que esta amostra corresponde a aproximadamente 20 cm de profundidade.
- 2ª e 3ª campanhas - Para cada ponto amostrado foram coletadas 03 amostras de sedimento: uma amostra de superfície e duas amostras em profundidade. Como anteriormente explicado, as amostras de superfície correspondem aos sedimentos dos primeiros centímetros (aproximadamente 20 cm) e as amostras de profundidade correspondem às porções do testemunho de 0 a 1 metro e de 1 a 2 metros, variando de acordo com a cota atual e a cota pretendida com a dragagem.

Após a coleta, as amostras de sedimento foram colocadas em uma bandeja de material plástico branco inerte, onde foram homogeneizadas, com auxílio de uma pá para posteriormente serem acondicionadas em frascos de vidro ou plástico, previamente limpos, conforme o parâmetro a ser determinado. Os frascos foram mantidos em caixas térmicas com gelo, de forma a manter a temperatura entre 4 ± 2 °C, desde o momento da coleta até o envio ao laboratório. A Tabela 8.1.5.8-4 a seguir mostra as datas de coletas e envios das amostras para análise nos respectivos laboratórios:

Tabela 8.1.5.8-4. Datas das coletas e de envio das amostras para análise nos laboratórios para as respectivas campanhas de amostragem

Campanhas	Laboratório responsável	Data de coleta	Data de envio para análise
1ª campanha	Corplab	09 a 11/10/2006	11/10/2006
	TECAM e Unesp	09 a 11/10/2006	11/10/2006
2ª campanha	Controlab	08 e 09/02/2007	10/2/2007
		22 e 23/02/2007	24/2/2007
	TECAM e Unesp	08 e 09/02/2007	09 e 12/02/2007
		22 e 23/02/2007	23 e 26/02/2007
3ª campanha	Ecolabor	20 e 21/8/2007	28/8/2007
		20/9/2007	21/9/2007
	TECAM e Unesp	20 e 21/08/2007	22/8/2007
		20/9/2007	21/9/2007

Para todas as campanhas, as amostras foram enviadas aos laboratórios juntamente com as respectivas cadeias de custódias preenchidas de forma a atender o tempo de preservação (holding time) de todos os analitos em questão.

e.3 Sedimento superficial

Os sedimentos superficiais foram coletados com auxílio de um amostrador de fundo tipo “Van Veen” construído em aço inoxidável e correspondem à amostra composta de 03 lançamentos do equipamento de coleta, ou seja, para cada ponto amostral, a draga foi lançada em três pontos próximos, perfazendo assim um triângulo, sendo que os sedimentos coletados foram homogeneizados nas bandejas de plástico com pás de teflon.

e.3.1 Medidas *in situ*

Equipamentos utilizados:

1ª campanha:

- Potencial Hidrogênionico (pH): BERNAUER – F4000
- Potencial Redox (E_H): DIGIMED – Mod. DM-2

2ª campanha:

- Potencial Hidrogênionico (pH): BERNAUER – F4000
- Potencial Redox (E_H): DIGIMED – Mod. DM-2

Nesta campanha, especificamente, não foi possível a realização das medidas *in-situ* do potencial redox nas amostras referentes aos pontos PSS 16 a PSS 40, devido a um mau funcionamento do equipamento. Pelo fato do potencial redox ser uma medida indireta do estado de oxidação o qual a amostra se encontra, sendo assim, valores obtidos após um intervalo de tempo grande depois da amostragem podem não condizer com o valor real. Por este motivo, para estas amostras não foram realizadas as medidas deste parâmetro.

Com relação às medidas de pH, para as amostras referentes aos pontos 16 a 38, as medidas foram realizadas pelo laboratório responsável pelas análises químicas, sendo que não foi possível a realização das medidas deste parâmetro para os pontos 39 e 40.

3ª campanha:

Para as coletas de sedimento do dia 20 e 21/08/07 foram utilizados os seguintes equipamentos:

- Potencial Hidrogênionico (pH): Instrutemp - Mod. ITPH-2500
- Potencial Redox (E_H): DIGIMED – Mod. DM-2

Para as coletas do dia 20/09/07 foram realizadas as medições com os seguintes equipamentos:

- Potencial Hidrogeniônico (pH): Instrutemp - Mod. ITPH-2500
- Potencial Redox (E_H): Hanna – Mod. HI 98120

Na Tabela 8.1.5.8 – 5 a seguir são apresentados os resultados de pH e E_H das amostras de sedimento, tanto superficial como em profundidade.

Tabela 8.1.5.8 - 5. Medidas físico-químicas dos sedimentos

Pontos	Profundidade	Data Coleta	Hora Coleta	pH	E _H (mV)
PSS-01	superfície	9/10/06	07:55	5,8	154
PSS-02	superfície	9/10/06	09:00	5,5	135
PSS-03	superfície	9/10/06	10:00	6,2	-142
PSS-04	superfície	9/10/06	10:55	6	-82
PSS-05	superfície	9/10/06	11:45	6,2	-148
PSS-06	superfície	9/10/06	12:30	6,3	-224
PSS-07	superfície	9/10/06	13:10	6,1	-162
PSS-08	superfície	9/10/06	13:15	6	-226
PSS-09	superfície	9/10/06	14:40	6,2	-272
PSS-10	superfície	9/10/06	15:10	6,1	-171
PSS-11	superfície	10/10/06	14:10	6,4	-124
PSS-12	superfície	10/10/06	13:25	6,2	-160
PSS-13	superfície	10/10/06	13:05	6,3	-194
PSS-14	superfície	10/10/06	12:40	6,25	-173
PSS-15	superfície	10/10/06	10:40	6	-225
PSS-16	superfície	22/02/07	10:38	7,12	NA
	1 metro	22/02/07	10:40	7,78	NA
	2 metros	22/02/07	11:00	7,65	NA
PSS-17	superfície	22/02/07	11:17	7,35	NA
	1 metro	22/02/07	11:32	8,3	NA
	2 metros	22/02/07	11:51	7,46	NA
PSS-18	superfície	22/02/07	12:12	7,28	NA
	1 metro	22/02/07	12:17	8,22	NA
	2 metros	22/02/07	12:35	8,28	NA
PSS-19	superfície	22/02/07	12:53	7,23	NA
	1 metro	22/02/07	13:10	7,55	NA
	2 metros	22/02/07	13:26	7,67	NA
PSS-20	superfície	22/02/07	13:34	7,01	NA
	1 metro	22/02/07	13:52	7,43	NA
	2 metros	22/02/07	14:01	7,33	NA
PSS-21	superfície	22/02/07	14:15	7,09	NA
	1 metro	22/02/07	14:23	7,62	NA
	2 metros	22/02/07	14:28	7,5	NA

Tabela 8.1.5.8 - 5 (continuação): Medidas físico-químicas do sedimento

Pontos	Profundidade	Data Coleta	Hora Coleta	pH	E _H (mV)
PSS-22	superfície	22/02/07	14:53	7,54	NA
	1 metro	22/02/07	15:04	7,34	NA
	2 metros	22/02/07	15:20	7,55	NA
PSS-23	superfície	22/02/07	15:42	7,22	NA
	1 metro	22/02/07	15:48	7,17	NA
	2 metros	22/02/07	16:03	7,17	NA
PSS-24	superfície	22/02/07	16:15	7,1	NA
	1 metro	22/02/07	16:22	7,03	NA
	2 metros	22/02/07	16:34	7,38	NA
PSS-25	superfície	22/02/07	16:38	7,28	NA
	1 metro	22/02/07	16:42	7,63	NA
	2 metros	22/02/07	17:00	7,03	NA
PSS-26	superfície	23/02/07	09:50	7,42	NA
	1 metro	23/02/07	10:00	7,52	NA
	2 metros	23/02/07	10:07	7,84	NA
PSS-27	superfície	23/02/07	10:31	7,35	NA
	1 metro	23/02/07	10:42	7,43	NA
	2 metros	23/02/07	10:55	7,48	NA
PSS-28	superfície	23/02/07	12:24	7,05	NA
	1 metro	23/02/07	12:40	7,55	NA
	2 metros	23/02/07	12:54	8,04	NA
PSS-29	superfície	23/02/07	13:05	8,01	NA
	1 metro	23/02/07	13:20	8,15	NA
	2 metros	23/02/07	13:33	7,77	NA
PSS-30	superfície	23/02/07	13:57	8,07	NA
	1 metro	23/02/07	14:15	8,21	NA
	2 metros	23/02/07	14:31	7,94	NA
PSS-31	superfície	23/02/07	15:51	8,02	NA
	1 metro	23/02/07	16:05	8,19	NA
	2 metros	23/02/07	16:20	8,2	NA
PSS-32	superfície	23/02/07	14:51	8,01	NA
	1 metro	23/02/07	15:10	7,92	NA
	2 metros	23/02/07	15:25	7,92	NA

Tabela 8.1.5.8 - 5 (continuação): Medidas físico-químicas do sedimento

Pontos	Profundidade	Data Coleta	Hora Coleta	pH	E _H (mV)
PSS-33	superfície	23/02/07	16:30	8,1	NA
	1 metro	23/02/07	16:42	8,3	NA
	2 metros	23/02/07	16:57	8,09	NA
PSS-34	superfície	23/02/07	17:04	7,78	NA
	1 metro	23/02/07	17:22	8,01	NA
	2 metros	23/02/07	17:38	7,78	NA
PSS-35	superfície	09/02/07	09:32	8,36	NA
	1 metro	09/02/07	09:40	8,34	NA
	2 metros	09/02/07	09:52	8,47	NA
PSS-36	superfície	09/02/07	10:28	8,81	NA
	1 metro	09/02/07	11:10	8,84	NA
	2 metros	09/02/07	12:20	8,67	NA
PSS-37	superfície	09/02/07	14:26	8,69	NA
	1 metro	09/02/07	14:37	8,7	NA
	2 metros	09/02/07	14:48	8,62	NA
PSS-38	superfície	09/02/07	15:08	8,37	NA
	1 metro	09/02/07	15:10	8,37	NA
	2 metros	09/02/07	15:15	8,64	NA
PSS-39	superfície	09/02/07	15:32	NA	NA
	1 metro	09/02/07	15:39	NA	NA
	2 metros	09/02/07	15:47	NA	NA
PSS-40	superfície	09/02/07	16:00	NA	NA
	1 metro	09/02/07	16:08	NA	NA
	2 metros	09/02/07	16:15	NA	NA
PSS-41	superfície	08/02/07	15:47	6,7	-370
	1 metro	08/02/07	15:52	6,4	-347
	2 metros	08/02/07	15:58	6,4	-361
PSS-42	superfície	08/02/07	15:15	6,4	-292
	1 metro	08/02/07	15:19	6,1	-382
	2 metros	08/02/07	15:24	6,2	-353
PSS-43	superfície	08/02/07	14:42	6,4	-322
	1 metro	08/02/07	14:49	6,8	-415
	2 metros	08/02/07	14:54	6,6	-307

Tabela 8.1.5.8 - 5 (continuação). Medidas físico-químicas do sedimento

Pontos	Profundidade	Data Coleta	Hora Coleta	pH	E _H (mV)
PSS-44	superfície	08/02/07	14:10	6,1	-277
	1 metro	08/02/07	14:20	6,5	-124
	2 metros	08/02/07	14:25	6,2	-274
PSS-45	superfície	08/02/07	13:29	6,4	-364
	1 metro	08/02/07	13:25	4,5	-328
	2 metros	08/02/07	13:42	6,6	-356
PSS-46	superfície	08/02/07	11:55	6,5	-250
	1 metro	08/02/07	12:10	6,4	-327
	2 metros	08/02/07	12:25	6,5	-166
PSS-47	superfície	08/02/07	11:20	6,7	-333
	1 metro	08/02/07	11:32	6,7	-399
	2 metros	08/02/07	11:36	6,7	-378
PSS-48	superfície	08/02/07	10:48	6,6	-344
	1 metro	08/02/07	11:03	6,7	-340
	2 metros	08/02/07	11:09	6,4	-409
PSS-49	superfície	08/02/07	10:21	6,6	-314
	1 metro	08/02/07	10:23	6,5	-348
	2 metros	08/02/07	10:33	6,6	-352
PSS-50	superfície	08/02/07	10:04	6,4	-370
	1 metro	08/02/07	09:37	6,8	-170
	2 metros	08/02/07	09:47	6,5	-276
PSS-51	superfície	20/09/07	18:28	6,4	-36
	1 metro	20/09/07	19:40	6,2	170
	2 metros	20/09/07	19:47	6,2	-85
PSS-52	superfície	20/09/07	17:05	6,5	-155
	1 metro	20/09/07	17:22	6,4	-189
	2 metros	20/09/07	17:30	6,4	-179
PSS-53	superfície	20/09/07	16:20	6,3	-148
	1 metro	20/09/07	16:37	6,4	-213
	2 metros	20/09/07	16:47	6,4	-183
PSS-54	superfície	20/09/07	14:15	6,6	-164
	1 metro	20/09/07	14:30	6,6	-197
	2 metros	20/09/07	14:40	6,6	-187

Tabela 8.1.5.8 - 5 (continuação): Medidas físico-químicas do sedimento

Pontos	Profundidade	Data Coleta	Hora Coleta	pH	E _H (mV)
PSS-55	superfície	20/09/07	13:00	6,4	-116
	1 metro	20/09/07	13:10	6,8	-38
	2 metros	20/09/07	13:20	6,6	-145
PSS-56	superfície	20/09/07	12:04	6,4	-248
	1 metro	20/09/07	12:15	6,5	-165
	2 metros	20/09/07	12:20	6,2	-168
PSS-57	superfície	20/09/07	11:00	6,4	-203
	1 metro	20/09/07	11:20	6,4	-276
	2 metros	20/09/07	11:30	6,6	-188
PSS-58	superfície	20/09/07	10:00	6,5	-110
	1 metro	20/09/07	10:10	5,8	-290
	2 metros	20/09/07	10:05	6,4	-283
PSS-59	superfície	20/09/07	10:10	6,6	-130
	1 metro	21/08/07	10:18	6	-113
	2 metros	21/08/07	10:26	6,2	-180
PSS-60	superfície	21/08/07	12:29	6	-320
	1 metro	21/08/07	12:32	6,2	-342
	2 metros	21/08/07	12:40	6,6	-273
PSS-61	superfície	21/08/07	11:17	6,5	-279
	1 metro	21/08/07	11:30	6,1	-390
	2 metros	21/08/07	11:40	6,2	-335
PSS-62	superfície	21/08/07	11:52	6,5	-376
	1 metro	21/08/07	11:58	6,4	-179
	2 metros	21/08/07	12:05	6,2	-192
PSS-63	superfície	20/08/07	16:10	6,4	-249
	1 metro	20/08/07	16:15	6,7	-275
	2 metros	20/08/07	17:15	6,4	-287
PSS-64	superfície	20/08/07	15:08	6,2	-187
	1 metro	20/08/07	15:13	6,8	-160
	2 metros	20/08/07	15:16	6,5	-129
PSS-65	superfície	20/08/07	14:23	6,6	-147
	1 metro	20/08/07	14:26	6,9	-179
	2 metros	20/08/07	14:40	6,5	-106

Tabela 8.1.5.8 - 5 (continuação): Medidas físico-químicas do sedimento

PSS-66	superfície	20/08/07	13:33	6,2	-119
	1 metro	20/08/07	13:39	6,6	-48
	2 metros	20/08/07	14:00	6,7	-161
PSS-67	superfície	20/08/07	10:56	6,8	-160
	1 metro	20/08/07	11:00	6,9	-165
	2 metros	20/08/07	11:19	6,5	-176

e.3.2 Análises químicas

Após a homogeneização do sedimento coletado, as amostras foram acondicionadas em frascaria própria, fornecida pelos laboratórios responsáveis pelas análises (Corplab, Controlab e Ecolabor) e devidamente etiquetados. O protocolo de preservação e armazenamento das amostras consta na Tabela 8.1.5.8 - 6 apresentada a seguir.

Tabela 8.1.5.8 - 6. Condições de armazenamento, preservação e estocagem das amostras de água e sedimento.

Parâmetro	Método	Quantidade Mínima	Tipo de Frasco	Preservante	Validade
Metais totais	EPA 6010	10g	100 mL P	Refrigerar a 4°C / HNO ₃	06 meses
Hidrocarbonetos policíclicos aromáticos (PAH)	EPA 8270	30g	100 mL V	Manter em ambiente escuro. Refrigerar a 4°C.	07 dias até a extração; 40 dias após a extração.
Pesticidas organoclorados e PCB's	EPA 8081 / 8082	30g	100 mL V	Refrigerar a 4°C	07 dias até a extração; 40 dias após a extração
Nitrogênio Kjeldahl total	SM 4500 Norg C	20g	100 mL V	Refrigerar a 4°C, pH<2	28 dias
Carbono orgânico	K.H.Tan	10g	100 mL V	Refrigerar a 4°C / H ₂ SO ₄	28 dias

Os parâmetros analisados seguiram o CONAMA 344/04 como mostrado a seguir:

- metais e semi-metais (arsênio, cádmio, chumbo, cobre, cromo, mercúrio, níquel e zinco),
- HPA (benzo(a)antraceno, benzo(a)pireno, criseno, dibenzo(a,h)antraceno, acenafteno, acenaftileno, antraceno, fenantreno, fluoranteno, fluoreno, 2-metilnaftaleno, naftaleno, pireno),
- PCB totais (somatória das sete bifenilas),
- POC (Pesticidas Organoclorados),
- carbono orgânico total,
- nitrogênio Kjeldhal total,
- fósforo total,
- granulometria.

Os laudos analíticos da caracterização dos sedimentos são apresentados no final deste Capítulo.

e.4.3 Ensaio de toxicidade

Além das análises físicas e químicas, os sedimentos superficiais foram submetidos aos testes de toxicidade crônica com o organismo *Lytechinus variegatus* e toxicidade aguda com o organismo *Tiburonella viscana*.

Para os ensaios de toxicidade, as amostras foram encaminhadas para os laboratórios TECAM (teste de toxicidade crônica) e UNESP (teste de toxicidade aguda).

e.5 Sedimento em profundidade

Para todas as 03 campanhas a mesma metodologia foi adotada tanto no que diz respeito aos trabalhos de campo (coleta e acondicionamento) quanto ao encaminhamento das amostras para os respectivos laboratórios. Essa amostragem é constituída da coleta de sedimento em colunas indeformadas, utilizando para isto um coletor do tipo “testemunhador”.

Para a coleta de sedimento proveniente da camada de 0 a 1 m, foi utilizado, por dentro do encamisamento, um tubo de alumínio de 3 polegadas de diâmetro e 1,5 m de comprimento com um sistema de “bate-estaca” na extremidade superior. Este tubo foi introduzido até 1 m dentro do solo por um mergulhador, sendo que, logo após o mesmo sair do sedimento sua extremidade superior foi rapidamente vedada pelo próprio mergulhador com intuito de reter o sedimento coletado, sendo então o tubo erguido até a superfície para o processamento da amostra. O procedimento se repetiu para a coleta de material de 1 a 2 m, colocando-se outro tubo de alumínio com o mesmo diâmetro, porém com 3,0 m de comprimento contendo também um sistema de bate-estaca.

Dentro da embarcação, as amostras retiradas do tubo foram colocadas em bandejas de plástico para homogeneização e realização das medições físico-químicas *in-situ* com posterior acondicionamento em frascos previamente descontaminados, fornecidos pelo laboratório responsável pelas análises químicas ou ecotoxicológicas.

e.5.1 Medidas *in situ*

Como anteriormente explicado, alguns pontos amostrais referentes à 2ª campanha não puderam ter os valores de pH medidos *in situ*. Assim sendo, para este caso, as amostras foram encaminhadas para o laboratório para que estas análises fossem realizadas.

Com exceção do material mandado para análise em laboratório, as medidas físicas e químicas realizadas *in-situ* foram realizadas seguindo os mesmos procedimentos adotados para as medidas das amostras de sedimento superficial para as 03 campanhas.

e.5.2 Análises químicas

Os mesmos parâmetros citados para a análise dos sedimentos de superfície também foram analisados nos sedimentos de profundidade. Ressalta-se que para os sedimentos em profundidade não foram realizados os ensaios ecotoxicológicos.

f. Resultados e discussões

Foi realizada uma distribuição em 03 micro regiões de acordo com a divisão adotada pela própria CODESP (Companhia Docas do Estado de São Paulo), visando trabalhar melhor os dados coletados nos 67 pontos e assim, discutir comparativamente os resultados obtidos tentando-se caracterizar cada região de acordo com o grau de contaminação encontrado.

Cabe ressaltar que existem fatores inerentes dos locais amostrados que podem influenciar na concentração de poluentes, tais como: a topografia de fundo, a hidrodinâmica do canal e a influência do aporte de sedimentos dos rios bem como a remobilização e transporte de sedimentos através do arraste do fundo pela passagem de alguns navios. Os pontos onde foram coletadas as amostras analisadas estão representados por três micro regiões com o intuito de verificar a influência de cada ponto para a discussão dos resultados obtidos.

1. Barra - Fortaleza: 1ª Campanha - PSS-01 ao PSS-04, 2ª Campanha - PSS-16 ao PSS-26 e 3ª Campanha - PSS-51 ao PSS-58;
2. Fortaleza – Torre Grande: 1ª Campanha - PSS-05 ao PSS-10; 2ª Campanha - PSS-27 ao PSS-33 e 3ª Campanha - PSS-59 ao PSS-63;
3. Torre Grande – Alemoa: 1ª campanha - PSS-11 ao PSS-15; 2ª Campanha - PSS-34 ao PSS-50 e 3ª Campanha - PSS-64 ao PSS-67;

f.1 Caracterização do sedimento

Os dados apresentados a seguir são referentes à caracterização dos sedimentos somente da profundidade o qual será feito o pedido de licença para o aprofundamento do canal, visto que a CODESP já obteve uma licença de operação de manutenção da Secretaria de Meio Ambiente de São Paulo para a realização da dragagem de uma determinada cota do canal. Na Figura 8.1.5.8 - 2 apresentada a seguir é mostrada a superfície da cota atual, a cota já autorizada para dragagem de manutenção e a cota alvo para pedido da licença prévia do aprofundamento. Observa-se que no trecho compreendido entre a Barra e a Fortaleza (micro região 1) somente será caracterizada as amostras de sedimento referentes a profundidade entre 1 e 2 m (PSS 16 ao PSS 26 e PSS 51 ao PSS 58) , para o trecho da Fortaleza até a Torre Grande, serão caracterizados os sedimentos das profundidades até 1 m e entre 1 e 2 m (PSS 27 ao PSS 33 e PSS 59 ao PSS 63) e, finalmente, no

trecho entre a Torre Grande e a Alemoa, serão caracterizados os sedimentos referentes a todas as profundidades (PSS 11 ao PSS 15, PSS 34 ao PSS 50 e PSS 64 ao PSS 67). Cabe ressaltar que nos pontos PSS 01 ao PSS 15 somente foi coletado sedimento superficial.

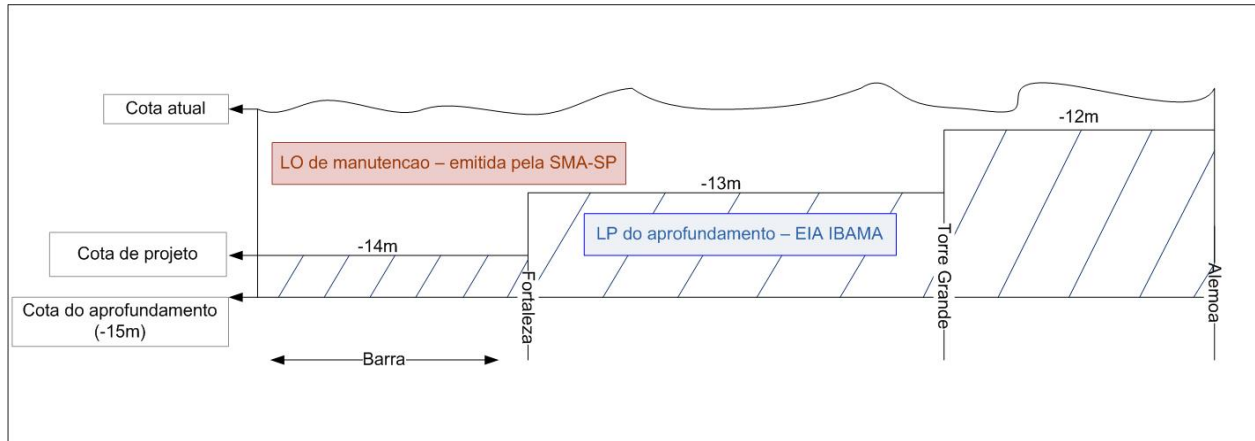


Figura 8.1.5.8-2. Esquema mostrando a cota atual, a cota já autorizada para dragagem de manutenção pela Secretaria de Meio Ambiente e a cota para aprofundamento do canal

Nas Tabelas 8.1.5.8 – 7 e Tabela 8.1.5.8 – 8 a seguir são apresentados os resultados da caracterização tanto para o sedimento superficial quanto para em profundidade, somente para as amostras incluídas no projeto de aprofundamento do canal.

Tabela 8.1.5.8 - 7 (continuação). Resultados da caracterização dos sedimentos para via clássica e PCB

	Nível 1	Nível 2	PSST-50-2	PSST-51-2	PSST-52-2	PSST-53-2	PSST-54-2	PSST-55-2	PSST-56-2	PSST-57-2	PSST-58-2	PSST-59-1
Via Clássica												
Fósforo (mg/Kg)	2000*		427,98	76,8	564	154	248	49	239	147	71	55
Carbono Orgânico Total (%)	10		5,3	1,1	1,9	3,7	2,6	1,8	4,8	7,6	4,5	0,4
Nitrogênio Kjeldahl (mg/Kg)	4800		1234,16	530	884	535	1010	886	1146	1436	1208	183
PCB												
2,4,4-triclorobifenil			< 3,0	< 4,7	< 4,7	< 4,7	< 4,7	< 4,7	< 4,7	< 4,7	< 4,7	< 4,7
2,2,5,5-tetraclorobifenil			< 3,0	< 4,7	< 4,7	< 4,7	< 4,7	< 4,7	< 4,7	< 4,7	< 4,7	< 4,7
2,2,4,5,5-pentaclorobifenil			< 3,0	< 4,7	< 4,7	< 4,7	< 4,7	< 4,7	< 4,7	< 4,7	< 4,7	< 4,7
2,3,4,4,5-pentaclorobifenil			< 3,0	< 4,7	< 4,7	< 4,7	< 4,7	< 4,7	< 4,7	< 4,7	< 4,7	< 4,7
2,2,3,4,4,5-hexaclorobifenil			< 3,0	< 4,7	< 4,7	< 4,7	< 4,7	< 4,7	< 4,7	< 4,7	< 4,7	< 4,7
2,2,4,4,5,5-hexaclorobifenil			< 3,0	< 4,7	< 4,7	< 4,7	< 4,7	< 4,7	< 4,7	< 4,7	< 4,7	< 4,7
2,2,3,4,4,5,5-heptaclorobifenil			< 3,0	< 4,7	< 4,7	< 4,7	< 4,7	< 4,7	< 4,7	< 4,7	< 4,7	< 4,7
PCB total	22,7	180	nq	nq	nq	nq	nq	nq	nq	nq	nq	nq
	Nível 1	Nível 2	PSST-59-2	PSST-60-1	PSST-60-2	PSST-61-1	PSST-61-2	PSST-62-1	PSST-62-2	PSST-63-1	PSST-63-2	PSS-64
Via Clássica												
Fósforo (mg/Kg)	2000*		78	498	430	826	304	764	456	52	228	133
Carbono Orgânico Total (%)	10		n.d	1,7	1,8	1,8	2,4	3,5	2,3	0,5	2,7	1,9
Nitrogênio Kjeldahl (mg/Kg)	4800		323	600	1074	1200	390	868	468	287	259	245
PCB												
2,4,4-triclorobifenil			< 4,7	< 4,7	< 4,7	< 4,7	< 4,7	< 4,7	< 4,7	< 4,7	< 4,7	< 4,7
2,2,5,5-tetraclorobifenil			< 4,7	< 4,7	< 4,7	< 4,7	< 4,7	< 4,7	< 4,7	< 4,7	< 4,7	< 4,7
2,2,4,5,5-pentaclorobifenil			< 4,7	< 4,7	< 4,7	< 4,7	< 4,7	< 4,7	< 4,7	< 4,7	< 4,7	< 4,7
2,3,4,4,5-pentaclorobifenil			< 4,7	< 4,7	< 4,7	< 4,7	< 4,7	< 4,7	< 4,7	< 4,7	< 4,7	< 4,7
2,2,3,4,4,5-hexaclorobifenil			< 4,7	< 4,7	< 4,7	< 4,7	< 4,7	< 4,7	< 4,7	< 4,7	< 4,7	< 4,7
2,2,4,4,5,5-hexaclorobifenil			< 4,7	< 4,7	< 4,7	< 4,7	< 4,7	< 4,7	< 4,7	< 4,7	< 4,7	< 4,7
2,2,3,4,4,5,5-heptaclorobifenil			< 4,7	< 4,7	< 4,7	< 4,7	< 4,7	< 4,7	< 4,7	< 4,7	< 4,7	< 4,7
PCB total	22,7	180	nq	nq	nq	nq	nq	nq	nq	nq	nq	nq

Tabela 8.1.5.8 - 7 (continuação). Resultados da caracterização dos sedimentos para via clássica e PCB

	Nível	Nível 2	PSST-64-1	PSST-64-2	PSS-65	PSST-65-1	PSST-65-2	PSS-66	PSST-66-1	PSST-66-2	PSS-67	PSST-67-1
--	-------	---------	-----------	-----------	--------	-----------	-----------	--------	-----------	-----------	--------	-----------

	1											
Via Clássica												
Fósforo (mg/Kg)	2000*		562	117	554	442	525	383	133	447	264	136
Carbono Orgânico Total (%)	10		0,5	0,2	0,8	1,5	3,	1,7	0,7	1,4	1,2	2,2
Nitrogênio Kjeldahl (mg/Kg)	4800		613	232	585	728	712	484	223	515	327	329
PCB												
2,4,4-triclorobifenil			< 4,7	< 4,7	< 4,7	< 4,7	< 4,7	< 4,7	< 4,7	< 4,7	< 4,7	< 4,7
2,2,5,5-tetraclorobifenil			< 4,7	< 4,7	< 4,7	< 4,7	< 4,7	< 4,7	< 4,7	< 4,7	< 4,7	< 4,7
2,2,4,5,5-pentaclorobifenil			< 4,7	< 4,7	< 4,7	< 4,7	< 4,7	< 4,7	< 4,7	< 4,7	< 4,7	< 4,7
2,3,4,4,5-pentaclorobifenil			< 4,7	< 4,7	< 4,7	< 4,7	< 4,7	< 4,7	< 4,7	< 4,7	< 4,7	< 4,7
2,2,3,4,4,5-hexaclorobifenil			< 4,7	< 4,7	< 4,7	< 4,7	< 4,7	< 4,7	< 4,7	< 4,7	< 4,7	< 4,7
2,2,4,4,5,5-hexaclorobifenil			< 4,7	< 4,7	< 4,7	< 4,7	< 4,7	< 4,7	< 4,7	< 4,7	< 4,7	< 4,7
2,2,3,4,4,5,5-heptaclorobifenil			< 4,7	< 4,7	< 4,7	< 4,7	< 4,7	< 4,7	< 4,7	< 4,7	< 4,7	< 4,7
PCB total	22,7	180	nq	nq	nq	nq	nq	nq	nq	nq	nq	nq
	Nível 1	Nível 2	PSST-67-2									
Via Clássica												
Fósforo (mg/Kg)	2000*		148									
Carbono Orgânico Total (%)	10		1,8									
Nitrogênio Kjeldahl (mg/Kg)	4800		604									
PCB												
2,4,4-triclorobifenil			< 4,7									
2,2,5,5-tetraclorobifenil			< 4,7									
2,2,4,5,5-pentaclorobifenil			< 4,7									
2,3,4,4,5-pentaclorobifenil			< 4,7									
2,2,3,4,4,5-hexaclorobifenil			< 4,7									
2,2,4,4,5,5-hexaclorobifenil			< 4,7									
2,2,3,4,4,5,5-heptaclorobifenil			< 4,7									
PCB total	22,7	180	nq									

Tabela 8.1.5.8 - 8. Resultados da caracterização dos sedimentos para HPA (ug/kg) e pesticidas organoclorados (ug/kg)

	Nível 1	Nível 2	PSS-11	PSS-12	PSS-13	PSS-14	PSS-15	PSST-16-2	PSST-17-2	PSST-18-2	PSST-19-2	PSST-20-2
--	---------	---------	--------	--------	--------	--------	--------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------

PAHs												
Acenaftileno	44	640	7,2	8,6	8,3	<6,1	<5,9	<5,0	<5,0	<5,0	<5,0	<5,0
Acenafteno	16	500	10	32	10,1	<6,1	9,3	<5,0	<5,0	<5,0	<5,0	<5,0
Antraceno	85,3	1100	9	<5,8	9,5	<6,1	<5,9	<5,0	<5,0	<5,0	<5,0	<5,0
Benzo(a)antraceno	74,8	693	7,8	<5,8	16,7	<6,1	<5,9	<5,0	<5,0	<5,0	<5,0	<5,0
Benzo(a)pireno	88,8	763	11	6,9	22	<6,1	6,4	<5,0	<5,0	<5,0	<5,0	<5,0
Criseno	108	846	6,6	<5,8	13,1	<6,1	<5,9	<5,0	<5,0	<5,0	<5,0	<5,0
Dibenzo(a,h)antraceno	6,22	135	<6,1	<5,8	10,7	<6,1	<5,9	<5,0	<5,0	<5,0	<5,0	<5,0
Fluoranteno	600	5100	14,4	<5,8	26	<6,1	<5,9	<5,0	<5,0	<5,0	<5,0	<5,0
Fluoreno	19	540	4,8	<5,8	<6,1	<6,1	<5,9	<5,0	<5,0	<5,0	<5,0	<5,0
Naftaleno	160	2100	<6,1	24,5	10,7	<6,1	<5,9	<5,0	<5,0	<5,0	<5,0	<5,0
Fenantreno	240	1500	9	<5,8	8,9	<6,1	<5,9	<5,0	<5,0	<5,0	<5,0	<5,0
Pireno	665	2600	11	<5,8	23	<6,1	<5,9	<5,0	<5,0	<5,0	<5,0	<5,0
2-metilnaftaleno	70	670	<6,1	54	27	<6,1	<5,9	<5,0	<5,0	<5,0	<5,0	<5,0
Somatória de PAH	3000		90,8	126	186	nq	15,7	nq	nq	nq	nq	nq
Pesticidas Organoclorados												
alfa-BHC	0,32	0,99	<0,33	<0,33	<0,33	<0,33	<0,33	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05
beta-BHC	0,32	0,99	<0,33	<0,33	<0,33	<0,33	<0,33	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05
delta-BHC	0,32	0,99	<0,33	<0,33	<0,33	<0,33	<0,33	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05
gama-BHC (lindano)	0,32	0,99	<0,33	<0,33	<0,33	<0,33	<0,33	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05
alfa-clordano	2,26	4,79	<0,33	<0,33	<0,33	<0,33	<0,33	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05
gama-clordano	2,26	4,79	<0,33	<0,33	<0,33	<0,33	<0,33	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05
DDD	1,22	7,81	<0,33	<0,33	<0,33	<0,33	<0,33	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05
DDE	2,07	374	<0,33	<0,33	<0,33	<0,33	<0,33	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05
DDT	1,19	4,77	<0,33	<0,33	<0,33	<0,33	<0,33	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05
Dieldrin	0,71	4,3	<0,33	<0,33	<0,33	<0,33	<0,33	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05
Endrin	2,67	62,4	<0,33	<0,33	<0,33	<0,33	<0,33	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05

Tabela 8.1.5.8 - 8 (continuação). Resultados da caracterização dos sedimentos para HPA (ug/kg) e pesticidas organoclorados (ug/kg)

	Nível 1	Nível 2	PSST-21-2	PSST-22-2	PSST-23-2	PSST-24-2	PSST-25-2	PSST-26-2	PSST-27-1	PSST-27-2	PSST-28-1	PSST-28-2
PAHs												
Acenaftileno	44	640	<5,0	<5,0	<5,0	<5,0	7,38	<5,0	<5,0	8,56	5,13	10,23
Acenafteno	16	500	<5,0	<5,0	<5,0	<5,0	9,56	5,98	5,23	9,65	5,89	11,24

Antraceno	85,3	1100	7,13	7,76	<5,0	<5,0	19,34	<5,0	<5,0	5,62	<5,0	6,1
Benzo(a)antraceno	74,8	693	<5,0	5,12	<5,0	<5,0	<5,0	15,38	9,21	21,24	10,02	19,52
Benzo(a)pireno	88,8	763	<5,0	<5,0	<5,0	<5,0	<5,0	8,34	<5,0	<5,0	<5,0	13,76
Criseno	108	846	<5,0	<5,0	<5,0	<5,0	8,56	5,34	<5,0	7,26	5,13	8,13
Dibenzo(a,h)antraceno	6,22	135	<5,0	<5,0	<5,0	<5,0	11,3	11,4	8,7	16,5	8,6	20,1
Fluoranteno	600	5100	<5,0	<5,0	<5,0	8,56	<5,0	<5,0	<5,0	5,69	<5,0	6,03
Fluoreno	19	540	5,03	11,78	<5,0	9,23	5,33	<5,0	<5,0	5,25	<5,0	7,11
Naftaleno	160	2100	<5,0	<5,0	<5,0	<5,0	<5,0	<5,0	<5,0	<5,0	<5,0	<5,0
Fenantreno	240	1500	5,46	11,36	<5,0	<5,0	17,4	5,33	<5,0	7,45	<5,0	8,12
Pireno	665	2600	<5,0	18,54	<5,0	6,34	13,7	8,33	5,99	8,12	8,97	9,12
2-metilnaftaleno	70	670	<5,0	<5,0	<5,0	<5,0	<5,0	<5,0	<5,0	<5,0	<5,0	<5,0
Somatória de PAH	3000		17,6	54,6	nq	24,1	92,6	60,1	29,1	95,4	43,7	120
Pesticidas Organoclorados												
alfa-BHC	0,32	0,99	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05
beta-BHC	0,32	0,99	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05
delta-BHC	0,32	0,99	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05
gama-BHC (lindano)	0,32	0,99	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05
alfa-clordano	2,26	4,79	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05
gama-clordano	2,26	4,79	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05
DDD	1,22	7,81	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05
DDE	2,07	374	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05
DDT	1,19	4,77	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05
Dieldrin	0,71	4,3	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05
Endrin	2,67	62,4	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05

Tabela 8.1.5.8 - 8 (continuação). Resultados da caracterização dos sedimentos para HPA (ug/kg) e pesticidas organoclorados (ug/kg)

	Nível 1	Nível 2	PSST-29-1	PSST-29-2	PSST-30-1	PSST-30-2	PSST-31-1	PSST-31-2	PSST-32-1	PSST-32-2	PSST-33-1	PSST-33-2
PAHs												
Acenaftileno	44	640	<5,0	<5,0	<5,0	<5,0	3,9	<5,0	<5,0	<5,0	16,5	14,5
Acenafteno	16	500	<5,0	5,1	6,1	6,0	5,8	6,1	<5,0	<5,0	21,4	19,6
Antraceno	85,3	1100	<5,0	<5,0	<5,0	<5,0	<5,0	<5,0	<5,0	<5,0	41,2	34,5
Benzo(a)antraceno	74,8	693	7,2	6,8	7,4	6,8	6,7	6,0	<5,0	<5,0	41,2	34,2
Benzo(a)pireno	88,8	763	<5,0	<5,0	<5,0	<5,0	<5,0	<5,0	<5,0	<5,0	31,0	26,1
Criseno	108	846	<5,0	5,1	<5,0	<5,0	5,2	5,6	<5,0	<5,0	21,6	18,6

Dibenzo(a,h)antraceno	6,22	135	8,2	7,6	8,2	8,0	9,12	9,0	<5,0	<5,0	18,6	15,6
Fluoranteno	600	5100	<5,0	<5,0	<5,0	<5,0	<5,0	<5,0	<5,0	<5,0	10,3	9,0
Fluoreno	19	540	<5,0	<5,0	<5,0	<5,0	<5,0	<5,0	<5,0	<5,0	11,2	9,6
Naftaleno	160	2100	<5,0	<5,0	<5,0	<5,0	<5,0	<5,0	<5,0	<5,0	<5,0	<5,0
Fenantreno	240	1500	<5,0	<5,0	<5,0	<5,0	<5,0	<5,0	<5,0	<5,0	17,6	14,6
Pireno	665	2600	6,6	6,0	6,8	6,1	7,3	5,3	<5,0	<5,0	20,3	15,3
2-metilnaftaleno	70	670	<5,0	<5,0	<5,0	<5,0	<5,0	<5,0	<5,0	<5,0	<5,0	<5,0
Somatória de PAH	3000		22,0	30,7	28,5	27,0	38,2	33,0	nq	nq	250,99	212
Pesticidas Organoclorados												
alfa-BHC	0,32	0,99	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05
beta-BHC	0,32	0,99	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05
delta-BHC	0,32	0,99	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05
gama-BHC (lindano)	0,32	0,99	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05
alfa-clordano	2,26	4,79	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05
gama-clordano	2,26	4,79	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05
DDD	1,22	7,81	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05
DDE	2,07	374	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05
DDT	1,19	4,77	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05
Dieldrin	0,71	4,3	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05
Endrin	2,67	62,4	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05

Tabela 8.1.5.8 - 8 (continuação). Resultados da caracterização dos sedimentos para HPA (ug/kg) e pesticidas organoclorados (ug/kg)

	Nível 1	Nível 2	PSS-34	PSST-34-1	PSST-34-2	PSS-35	PSST-35-1	PSST-35-2	PSS-36	PSST-36-1	PSST-36-2	PSS-37
PAHs												
Acenaftileno	44	640	<5,0	<5,0	<5,0	<5,0	<5,0	<5,0	<5,0	<5,0	<5,0	<5,0
Acenafteno	16	500	5,83	<5,0	<5,0	<5,0	<5,0	<5,0	<5,0	<5,0	<5,0	<5,0
Antraceno	85,3	1100	<5,0	<5,0	<5,0	<5,0	<5,0	<5,0	<5,0	<5,0	<5,0	<5,0
Benzo(a)antraceno	74,8	693	6,75	<5,0	<5,0	<5,0	<5,0	<5,0	24,26	30,12	22,13	<5,0
Benzo(a)pireno	88,8	763	<5,0	<5,0	<5,0	<5,0	<5,0	<5,0	<5,0	<5,0	<5,0	<5,0
Criseno	108	846	5,23	<5,0	<5,0	<5,0	<5,0	<5,0	<5,0	<5,0	<5,0	<5,0
Dibenzo(a,h)antraceno	6,22	135	9,12	<5,0	<5,0	<5,0	<5,0	<5,0	<5,0	<5,0	<5,0	<5,0
Fluoranteno	600	5100	<5,0	<5,0	<5,0	<5,0	<5,0	<5,0	<5,0	<5,0	<5,0	<5,0
Fluoreno	19	540	<5,0	<5,0	<5,0	<5,0	<5,0	<5,0	21,34	15,27	19,23	<5,0
Naftaleno	160	2100	<5,0	<5,0	<5,0	<5,0	<5,0	<5,0	<5,0	<5,0	<5,0	<5,0
Fenantreno	240	1500	<5,0	<5,0	<5,0	<5,0	<5,0	<5,0	<5,0	<5,0	<5,0	<5,0
Pireno	665	2600	7,35	<5,0	<5,0	<5,0	<5,0	<5,0	31,25	37,85	19,65	<5,0
2-metilnaftaleno	70	670	<5,0	<5,0	<5,0	<5,0	<5,0	<5,0	<5,0	<5,0	<5,0	<5,0
Somatória de PAH	3000		34,28	nq	nq	nq	nq	nq	76,85	83,24	61,01	nq
Pesticidas Organoclorados												
alfa-BHC	0,32	0,99	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05
beta-BHC	0,32	0,99	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05
delta-BHC	0,32	0,99	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05
gama-BHC (lindano)	0,32	0,99	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05
alfa-clordano	2,26	4,79	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05
gama-clordano	2,26	4,79	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05
DDD	1,22	7,81	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05
DDE	2,07	374	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05
DDT	1,19	4,77	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05
Dieldrin	0,71	4,3	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05
Endrin	2,67	62,4	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05

Tabela 8.1.5.8 - 8 (continuação). Resultados da caracterização dos sedimentos para HPA (ug/kg) e pesticidas organoclorados (ug/kg)

	Nível 1	Nível 2	PSST-37-1	PSST-37-2	PSS-38	PSST-38-1	PSST-38-2	PSS-39	PSST-39-1	PSST-39-2	PSS-40	PSST-40-1
--	---------	---------	-----------	-----------	--------	-----------	-----------	--------	-----------	-----------	--------	-----------

PAHs												
Acenaftileno	44	640	<5,0	<5,0	5,24	<5,0	<5,0	5,21	<5,0	8,56	27,35	31,26
Acenafteno	16	500	<5,0	<5,0	11,57	5,23	<5,0	8,46	6,42	13,26	34,16	30,36
Antraceno	85,3	1100	<5,0	<5,0	<5,0	<5,0	<5,0	13,43	11,23	23,5	42,31	38,37
Benzo(a)antraceno	74,8	693	<5,0	<5,0	25,61	21,23	14,24	42,32	51,33	47,23	102,26	12,13
Benzo(a)pireno	88,8	763	<5,0	<5,0	24,68	32,16	26,34	24,28	12,33	17,26	42,36	37,12
Criseno	108	846	<5,0	<5,0	11,34	7,23	<5,0	<5,0	<5,0	5,68	21,66	16,24
Dibenzo(a,h)antraceno	6,22	135	<5,0	<5,0	37,17	46,36	43,27	9,56	6,35	10,27	35,27	21,35
Fluoranteno	600	5100	<5,0	<5,0	54,27	71,26	6,32	67,15	75,49	80,26	41,02	32,33
Fluoreno	19	540	<5,0	<5,0	35,17	14,27	11,25	28,41	34,49	21,37	15,21	21,33
Naftaleno	160	2100	<5,0	<5,0	<5,0	<5,0	<5,0	<5,0	<5,0	<5,0	<5,0	<5,0
Fenantreno	240	1500	<5,0	<5,0	16,52	13,24	8,52	31,25	42,36	65,13	62,37	71,35
Pireno	665	2600	<5,0	<5,0	59,46	71,25	50,13	48,35	58,86	46,25	73,15	<5,0
2-metilnaftaleno	70	670	<5,0	<5,0	<5,0	<5,0	<5,0	<5,0	<5,0	<5,0	<5,0	<5,0
Somatória de PAH	3000		nq	nq	281,03	282,23	160,07	278,42	298,86	338,77	497,12	311,84
Pesticidas Organoclorados												
alfa-BHC	0,32	0,99	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05
beta-BHC	0,32	0,99	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05
delta-BHC	0,32	0,99	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05
gama-BHC (lindano)	0,32	0,99	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05
alfa-clordano	2,26	4,79	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05
gama-clordano	2,26	4,79	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05
DDD	1,22	7,81	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05
DDE	2,07	374	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05
DDT	1,19	4,77	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05
Dieldrin	0,71	4,3	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05
Endrin	2,67	62,4	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05

Tabela 8.1.5.8 - 8 (continuação). Resultados da caracterização dos sedimentos para HPA (ug/kg) e pesticidas organoclorados (ug/kg)

	Nível 1	Nível 2	PSST-40-2	PSS-41	PSST-41-1	PSST-41-2	PSS-42	PSST-42-1	PSST-42-2	PSS-43	PSST-43-1	PSST-43-2
PAHs												
Acenaftileno	44	640	35,26	<5,0	<5,0	<5,0	26,94	15,21	18,26	<5,0	<5,0	23,14
Acenafteno	16	500	40,02	<5,0	<5,0	<5,0	32,66	21,31	31,24	9,25	15,64	22,38

Antraceno	85,3	1100	45,11	<5,0	<5,0	<5,0	31,21	9,56	13,26	7,56	5,32	<5,0
Benzo(a)antraceno	74,8	693	115,13	5,23	<5,0	5,86	70,26	61,23	74,16	31,25	27,16	32,56
Benzo(a)pireno	88,8	763	38,26	8,13	7,45	9,12	61,21	46,27	51,25	55,62	49,24	56,32
Criseno	108	846	25,68	<5,0	<5,0	<5,0	37,26	21,35	11,34	32,43	42,32	37,26
Dibenzo(a,h)antraceno	6,22	135	42,16	7,62	<5,0	8,23	55,27	40,12	52,35	11,35	13,26	18,56
Fluoranteno	600	5100	29,61	<5,0	<5,0	<5,0	62,16	32,14	27,47	13,56	9,26	11,38
Fluoreno	19	540	23,14	<5,0	<5,0	<5,0	55,24	42,21	49,68	52,31	61,34	52,35
Naftaleno	160	2100	<5,0	<5,0	<5,0	<5,0	<5,0	<5,0	<5,0	<5,0	<5,0	<5,0
Fenantreno	240	1500	57,15	<5,0	<5,0	10,1	23,15	12,34	14,59	52,64	<5,0	6,24
Pireno	665	2600	82,68	9,25	12,26	10,35	109,23	88,25	92,32	94,62	113,47	82,32
2-metilnaftaleno	70	670	<5,0	<5,0	<5,0	<5,0	<5,0	<5,0	<5,0	<5,0	<5,0	<5,0
Somatória de PAH	3000		534,2	30,23	19,71	43,66	564,59	389,99	435,92	360,59	337,01	342,51
Pesticidas Organoclorados												
alfa-BHC	0,32	0,99	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05
beta-BHC	0,32	0,99	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05
delta-BHC	0,32	0,99	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05
gama-BHC (lindano)	0,32	0,99	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05
alfa-clordano	2,26	4,79	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05
gama-clordano	2,26	4,79	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05
DDD	1,22	7,81	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05
DDE	2,07	374	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05
DDT	1,19	4,77	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05
Dieldrin	0,71	4,3	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05
Endrin	2,67	62,4	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05

Tabela 8.1.5.8 - 8 (continuação). Resultados da caracterização dos sedimentos para HPA (ug/kg) e pesticidas organoclorados (ug/kg)

	Nível 1	Nível 2	PSS-44	PSST-44-1	PSST-44-2	PSS-45	PSST-45-1	PSST-45-2	PSS-46	PSST-46-1	PSST-46-2	PSS-47
PAHs												
Acenaftileno	44	640	<5,0	<5,0	<5,0	21,34	25,32	25,32	<5,0	<5,0	<5,0	<5,0
Acenafteno	16	500	<5,0	<5,0	<5,0	15,42	20,34	11,35	<5,0	<5,0	<5,0	<5,0
Antraceno	85,3	1100	<5,0	<5,0	<5,0	41,31	31,28	37,45	<5,0	<5,0	<5,0	<5,0
Benzo(a)antraceno	74,8	693	<5,0	<5,0	<5,0	102,35	97,16	115,33	<5,0	<5,0	<5,0	23,75

Benzo(a)pireno	88,8	763	<5,0	<5,0	<5,0	32,16	28,64	39,2	5,64	<5,0	<5,0	21,55
Criseno	108	846	<5,0	<5,0	<5,0	5,23	8,57	14,27	<5,0	<5,0	<5,0	8,23
Dibenzo(a,h)antraceno	6,22	135	<5,0	<5,0	<5,0	24,31	29,36	31,24	<5,0	<5,0	<5,0	16,25
Fluoranteno	600	5100	<5,0	<5,0	<5,0	41,28	34,26	50,17	<5,0	<5,0	<5,0	6,21
Fluoreno	19	540	<5,0	<5,0	<5,0	12,38	16,23	23,15	<5,0	<5,0	<5,0	12,42
Naftaleno	160	2100	<5,0	<5,0	<5,0	<5,0	<5,0	<5,0	<5,0	<5,0	<5,0	<5,0
Fenantreno	240	1500	<5,0	<5,0	<5,0	26,51	11,27	33,29	<5,0	<5,0	<5,0	<5,0
Pireno	665	2600	<5,0	<5,0	<5,0	46,38	61,23	51,26	<5,0	<5,0	<5,0	11,26
2-metilnaftaleno	70	670	<5,0	<5,0	<5,0	<5,0	<5,0	<5,0	<5,0	<5,0	<5,0	<5,0
Somatória de PAH	3000		nq	nq	nq	368,67	363,66	432,03	5,64	nq	nq	99,67
Pesticidas Organoclorados												
alfa-BHC	0,32	0,99	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05
beta-BHC	0,32	0,99	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05
delta-BHC	0,32	0,99	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05
gama-BHC (lindano)	0,32	0,99	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05
alfa-clordano	2,26	4,79	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05
gama-clordano	2,26	4,79	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05
DDD	1,22	7,81	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05
DDE	2,07	374	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05
DDT	1,19	4,77	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05
Dieldrin	0,71	4,3	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05
Endrin	2,67	62,4	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05

Tabela 8.1.5.8 - 8 (continuação). Resultados da caracterização dos sedimentos para HPA (ug/kg) e pesticidas organoclorados (ug/kg)

	Nível 1	Nível 2	PSST-47-1	PSST-47-2	PSS-48	PSST-48-1	PSST-48-2	PSS-49	PSST-49-1	PSST-49-2	PSS-50	PSST-50-1
PAH												
Acenaftileno	44	640	<5,0	<5,0	<5,0	<5,0	<5,0	26,16	34,25	35,26	6,82	<5,0
Acenafteno	16	500	<5,0	<5,0	<5,0	<5,0	<5,0	35,26	22,31	41,39	<5,0	<5,0
Antraceno	85,3	1100	<5,0	1,35	<5,0	<5,0	<5,0	81,23	67,26	92,66	10,38	5,62
Benzo(a)antraceno	74,8	693	25,25	21,26	12,26	11,53	10,26	65,32	59,34	71,24	<5,0	<5,0
Benzo(a)pireno	88,8	763	21,03	18,27	15,27	17,27	18	74,26	81,25	71,26	12,15	6,24
Criseno	108	846	5,24	6,32	<5,0	<5,0	<5,0	61,23	65,86	52,64	<5,0	<5,0

Dibenzo(a,h)antraceno	6,22	135	12,36	14,53	8,56	9,23	10,65	85,3	79,3	72,1	6,52	<5,0
Fluoranteno	600	5100	6,21	5,23	<5,0	<5,0	<5,0	39,27	52,32	40,35	13,46	12,34
Fluoreno	19	540	14,23	16,26	8,59	7,83	8,24	42,4	46,5	62,3	<5,0	<5,0
Naftaleno	160	2100	<5,0	<0,01	<5,0	<5,0	<5,0	<5,0	<5,0	<5,0	<5,0	<5,0
Fenantreno	240	1500	<5,0	3,12	<5,0	<5,0	<5,0	52,34	39,16	61,2	21,4	8,56
Pireno	665	2600	20	15,2	20,2	16,3	13,5	113	103	97,3	32,6	16,5
2-metilnaftaleno	70	670	<5,0	<0,01	<5,0	<5,0	<5,0	<5,0	<5,0	<5,0	<5,0	<5,0
Somatória de PAH	3000		104	102	64,84	62,2	60,6	677	651	698	103	49,3
Pesticidas Organoclorados												
alfa-BHC	0,32	0,99	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05
beta-BHC	0,32	0,99	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05
delta-BHC	0,32	0,99	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05
gama-BHC (lindano)	0,32	0,99	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05
alfa-clordano	2,26	4,79	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05
gama-clordano	2,26	4,79	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05
DDD	1,22	7,81	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05
DDE	2,07	374	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05
DDT	1,19	4,77	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05
Dieldrin	0,71	4,3	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05
Endrin	2,67	62,4	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05

Tabela 8.1.5.8 - 8 (continuação). Resultados da caracterização dos sedimentos para HPA (ug/kg) e pesticidas organoclorados (ug/kg)

	Nível 1	Nível 2	PSST-50-2	PSST-51-2	PSST-52-2	PSST-53-2	PSST-54-2	PSST-55-2	PSST-56-2	PSST-57-2	PSST-58-2	PSST-59-1	
PAHs													
Acenaftileno	44	640	<5,0	< 0,6	< 0,6	< 0,6	< 0,6	< 0,6	< 0,6	< 0,6	< 0,6	3,00	
Acenafteno	16	500	<5,0	< 1,0	< 1,0	< 1,0	< 1,0	< 1,0	< 1,0	< 1,0	< 1,0	6,40	
Antraceno	85,3	1100	6,25	< 0,9	< 0,9	< 0,9	< 0,9	8,5	< 0,9	< 0,9	< 0,9	145	
Benzo(a)antraceno	74,8	693	<5,0	< 1,4	< 1,4	< 1,4	< 1,4	43,9	4,6	10	< 1,4	485	
Benzo(a)pireno	88,8	763	6,87	< 0,8	< 0,8	< 0,8	5,1	48,8	9,4	11,4	< 0,8	360	
Criseno	108	846	<5,0	< 0,4	< 0,4	< 0,4	2,20	39,4	< 0,4	< 0,4	< 0,4	321	
Dibenzo(a,h)antraceno	6,22	135	<5,0	< 0,9	< 0,9	< 0,9	< 0,9	< 0,9	< 0,9	< 0,9	6,0	< 0,9	63,4
Fluoranteno	600	5100	8,05	< 0,6	< 0,6	< 0,6	3,8	82,3	6,3	15,8	2,3	791	

Fluoreno	19	540	<5,0	< 1,3	< 1,3	< 1,3	< 1,3	< 1,3	< 1,3	< 1,3	< 1,3	30
Naftaleno	160	2100	<5,0	< 1,0	< 1,0	< 1,0	< 1,0	< 1,0	< 1,0	< 1,0	< 1,0	8,70
Fenantreno	240	1500	7,13	< 0,8	< 0,8	< 0,8	< 0,8	< 0,8	< 0,8	< 0,8	< 0,8	233
Pireno	665	2600	21,4	< 0,9	< 0,9	< 0,9	2,2	67,2	4,5	11,6	< 0,9	802
2-metilnaftaleno	70	670	<5,0	< 30	< 30	< 30	< 30	< 30	< 30	< 30	< 30	< 30
Somatória de PAH	3000		49,68	nq	nq	nq	13,3	290,1	24,8	54,8	2,3	3248
Pesticidas Organoclorados												
alfa-BHC	0,32	0,99	<0,05	< 0,3	< 0,3	< 0,3	< 0,3	< 0,3	< 0,3	< 0,3	< 0,3	< 0,3
beta-BHC	0,32	0,99	<0,05	< 0,3	< 0,3	< 0,3	< 0,3	< 0,3	< 0,3	< 0,3	< 0,3	< 0,3
delta-BHC	0,32	0,99	<0,05	< 0,3	< 0,3	< 0,3	< 0,3	< 0,3	< 0,3	< 0,3	< 0,3	< 0,3
gama-BHC (lindano)	0,32	0,99	<0,05	< 0,9	< 0,9	< 0,9	< 0,9	< 0,9	< 0,9	< 0,9	< 0,9	< 0,9
alfa-clordano	2,26	4,79	<0,05	< 0,3	< 0,3	< 0,3	< 0,3	< 0,3	< 0,3	< 0,3	< 0,3	< 0,3
gama-clordano	2,26	4,79	<0,05	< 0,3	< 0,3	< 0,3	< 0,3	< 0,3	< 0,3	< 0,3	< 0,3	< 0,3
DDD	1,22	7,81	<0,05	< 3,0	< 3,0	< 3,0	< 3,0	< 3,0	< 3,0	< 3,0	< 3,0	< 3,0
DDE	2,07	374	<0,05	< 3,0	< 3,0	< 3,0	< 3,0	< 3,0	< 3,0	< 3,0	< 3,0	< 3,0
DDT	1,19	4,77	<0,05	< 3,0	< 3,0	< 3,0	< 3,0	< 3,0	< 3,0	< 3,0	< 3,0	< 3,0
Dieldrin	0,71	4,3	<0,05	< 0,15	< 0,15	< 0,15	< 0,15	< 0,15	< 0,15	< 0,15	< 0,15	1,57
Endrin	2,67	62,4	<0,05	< 3,0	< 3,0	< 3,0	< 3,0	< 3,0	< 3,0	< 3,0	< 3,0	< 3,0

Tabela 8.1.5.8 - 8 (continuação). Resultados da caracterização dos sedimentos para HPA (ug/kg) e pesticidas organoclorados (ug/kg)

	Nível 1	Nível 2	PSST-59-2	PSST-60-1	PSST-60-2	PSST-61-1	PSST-61-2	PSST-62-1	PSST-62-2	PSST-63-1	PSST-63-2	PSS-64
PAHs												
Acenaftileno	44	640	1,50	5,10	13,10	8,90	9,40	20,3	7,6	<0,6	5,6	3,1
Acenafteno	16	500	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	1,3
Antraceno	85,3	1100	0,80	32,7	9,00	49,80	44,20	194	52,3	54,9	37,2	3,2
Benzo(a)antraceno	74,8	693	9,70	16,3	46,80	25,10	19,10	105	26,8	11,4	24,1	17,9
Benzo(a)pireno	88,8	763	20,5	64,0	121	104	81,4	152	79	55,7	62,6	18,9
Criseno	108	846	4,90	12,1	43,5	20,7	13,70	86,7	20,6	8,5	14,8	13,5
Dibenzo(a,h)antraceno	6,22	135	5,60	6,40	14,4	13,	11,50	50,6	42,4	25,8	23,7	6,6
Fluoranteno	600	5100	11,30	19,10	58,00	34,40	23,80	181	24,8	16,1	24	25,6
Fluoreno	19	540	3,30	5,10	8,50	9,70	6,60	13	6,5	8,1	6,9	4,0
Naftaleno	160	2100	8,10	12,70	15,20	13,00	15,20	19,7	22,5	18	10,4	13,7

Fenantreno	240	1500	2,80	4,80	14,20	9,80	7,30	45,7	8,8	6,2	6,5	9,1
Pireno	665	2600	14,40	31,60	113,00	53,20	39,80	244	53,2	31,2	50,7	30,9
2-metilnaftaleno	70	670	< 30	< 30	< 30	< 30	< 30	< 30	< 30	< 30	< 30	< 30
Somatória de PAH	3000		82,9	209,9	456,7	341,9	272	1112	344,5	235,9	266,5	147,8
Pesticidas Organoclorados												
alfa-BHC	0,32	0,99	< 0,3	< 0,3	< 0,3	< 0,3	< 0,3	< 0,3	< 0,3	< 0,3	< 0,3	< 0,3
beta-BHC	0,32	0,99	< 0,3	< 0,3	< 0,3	< 0,3	< 0,3	< 0,3	< 0,3	< 0,3	< 0,3	< 0,3
delta-BHC	0,32	0,99	< 0,3	< 0,3	< 0,3	< 0,3	< 0,3	< 0,3	< 0,3	< 0,3	< 0,3	< 0,3
gama-BHC (lindano)	0,32	0,99	< 0,9	< 0,9	< 0,9	< 0,9	< 0,9	< 0,9	< 0,9	< 0,9	< 0,9	< 0,9
alfa-clordano	2,26	4,79	< 0,3	< 0,3	2,00	< 0,3	< 0,3	0,800	< 0,3	< 0,3	< 0,3	< 0,3
gama-clordano	2,26	4,79	< 0,3	< 0,3	< 0,3	< 0,3	< 0,3	< 0,3	< 0,3	< 0,3	< 0,3	< 0,3
DDD	1,22	7,81	< 3,0	< 3,0	< 3,0	< 3,0	< 3,0	< 3,0	< 3,0	< 3,0	< 3,0	< 3,0
DDE	2,07	374	< 3,0	< 3,0	< 3,0	< 3,0	< 3,0	< 3,0	< 3,0	< 3,0	< 3,0	< 3,0
DDT	1,19	4,77	< 3,0	< 3,0	< 3,0	< 3,0	< 3,0	< 3,0	< 3,0	< 3,0	< 3,0	< 3,0
Dieldrin	0,71	4,3	< 0,15	< 0,15	< 0,15	< 0,15	< 0,15	< 0,15	< 0,15	< 0,15	< 0,15	< 0,15
Endrin	2,67	62,4	< 3,0	< 3,0	1,00	< 3,0	< 3,0	< 3,0	< 3,0	< 3,0	< 3,0	< 3,0

Tabela 8.1.5.8 - 8 (continuação). Resultados da caracterização dos sedimentos para HPA (ug/kg) e pesticidas organoclorados (ug/kg)

	Nível 1	Nível 2	PSST-64-1	PSST-64-2	PSS-65	PSST-65-1	PSST-65-2	PSS-66	PSST-66-1	PSST-66-2	PSS-67	PSST-67-1	PSST-67-2
PAHs													
Acenaftileno	44	640	<0,6	1,6	4,5	6	9,7	<0,6	<0,6	<0,6	3,6	9,3	<0,6
Acenafteno	16	500	1,5	<1,0	2,2	3,4	2,0	2,2	1,1	1,5	<1,0	<1,0	<1,0
Antraceno	85,3	1100	<0,9	<0,9	2,8	6,2	10,5	2,1	1,8	<0,9	2,2	7,9	1,3
Benzo(a)antraceno	74,8	693	9,3	7,2	20,5	38,1	49,1	10	3,4	8,0	10,9	19,4	5,7
Benzo(a)pireno	88,8	763	10,3	19,6	27,2	38,7	50,6	25,9	<0,8	<0,8	34,8	55,3	22,2
Criseno	108	846	5,7	2,9	11,7	23,7	16,8	9,1	1,5	<0,4	4,7	14,2	3,1
Dibenzo(a,h)antraceno	6,22	135	3,4	11	8,8	12,3	12,7	4,8	2,9	3,4	n.d	9,4	3,0
Fluoranteno	600	5100	13,9	4,5	31	50,5	59,6	17,9	3,0	8,6	12,4	35,1	7,9
Fluoreno	19	540	1,7	1,1	4,7	9,3	6	9,4	2,4	4,5	n.d	3,8	3,9
Naftaleno	160	2100	19,2	6,8	17,4	14,7	13,8	13,1	10,1	13,8	11,2	13,4	10,4
Fenantreno	240	1500	5,7	2,5	11,8	16	10,4	7,5	3,1	5,2	5,9	12,9	3,8
Pireno	665	2600	16,2	6,2	42,2	62,4	64,8	25,9	4,6	12,4	20,1	66,5	12,3

Assim sendo, na micro região 1, foram caracterizadas 19 amostras na profundidade entre 1 e 2 m, na micro região 2, foram caracterizadas 12 amostras na profundidade até 1 m e 12 entre 1 e 2 m e para a micro região 3, foram 26 superficiais, 21 até 1 m e 21 entre 1 e 2 m.

Na Tabela 8.1.5.8 - 9 apresentada a seguir são mostrados os resultados do pH tanto para o sedimento superficial quanto para o sedimento coletado em profundidade. Os valores reportados são referentes ao mínimo e ao máximo encontrados para as amostras dentro de uma determinada região.

Tabela 8.1.5.8 - 9. Resultados comparativos de pH para os sedimentos, tanto superficial quanto em profundidade, para as três micro regiões amostradas neste projeto.

Micro regiões	pH					
	superfície		1 metro		2 metros	
	mín.	máx.	mín.	máx.	mín.	máx.
Barra - Fortaleza	-	-	-	-	6,2	8,3
Fortaleza – Torre Grande	-	-	6	8,3	6,2	8,2
Torre Grande - Alemoa	6	8,8	6,6	8,9	6,2	8,7

De um modo geral os resultados de pH variaram desde valores levemente ácidos até básicos. Valores muito ácidos de pH podem acarretar em uma maior disponibilização de metais e outros contaminantes para a coluna d'água, além de poder apresentar toxicidade para diversos componentes da biota aquática, no entanto, embora alguns pontos tenha apresentado valores ácidos de pH, aproximadamente 6, este valor não chega a causar problemas de remobilização de contaminantes, sendo ainda que algumas amostras apresentaram pH básico, em alguns casos acima de 8.

O pH é um importante parâmetro a ser determinado pelo fato do mesmo ser controlador tanto para especiação como para o equilíbrio para muitas espécies químicas, tais como sulfetos, amônia, cianetos, metais e todas aquelas que se ionizam sob influência deste parâmetro. Como exemplo, a amônia, um importante parâmetro para estabelecimento de critérios de qualidade, é dependente do pH, ou seja, em pH superior a 8 pode haver a ocorrência e, conseqüentemente, a liberação deste contaminante para a coluna d'água. No entanto, especificamente para este parâmetro, para que ocorra esta liberação, outros fatores devem estar atrelados ao pH, como por exemplo a quantidade de oxigênio dissolvido no sedimento, ou seja, quanto mais anóxico, maior a produção dos elementos reduzidos da série nitrogenada, facilitando a ocorrência com conseqüente liberação de amônia à coluna d'água.

Sendo assim, pelos valores encontrados de pH, provavelmente os sedimentos analisados não tem características para ocasionar a remobilização de contaminantes para a coluna d'água.

Na Tabela 8.1.5.8 - 10 apresentada a seguir são mostrados os resultados de E_H tanto para o sedimento superficial quanto para o sedimento coletado em profundidade. Os valores reportados

também são referentes ao mínimo e ao máximo encontrados para as amostras dentro de uma determinada região.

Tabela 8.1.5.8-10. Resultados comparativos de E_H para os sedimentos, tanto superficial quanto em profundidade, para as três micro regiões amostradas neste projeto.

Micro regiões	E_H (mV)					
	superfície		1 metro		2 metros	
	mín.	máx.	mín.	máx.	mín.	máx.
Barra - Fortaleza	-	-	-	-	-283	-85
Fortaleza – Torre Grande	-	-	-342	-113	-335	-180
Torre Grande - Alemoa	-370	-119	-415	-48	-409	-106

Nota-se pelos dados obtidos de E_H que os sedimentos se apresentam com características de anoxia, sendo que em alguns pontos este parâmetro pode alcançar valores na ordem de -400 mV. Observando-se os dados brutos, ou seja, sem qualquer tipo de correlação estatística, os valores mais negativos de E_H foram obtidos na região da Alemoa, porém há muita heterogeneidade nos dados obtidos, podendo-se inferir que, de uma maneira geral, os sedimentos ao longo de todo o canal se apresentam bastante reduzidos.

Uma das características de ambientes reduzidos, como é o caso destes sedimentos, é a possibilidade de liberação de alguns tipos de contaminantes que podem causar impacto na coluna d'água, como é o caso da amônia, no entanto, como já anteriormente citado, esta remobilização só acontece quando vários fatores atuam de uma maneira conjunta, ou seja, por si só o fato do ambiente ser reduzido não significa que ele vai ocasionar a liberação dos contaminantes à coluna d'água

f.1.2 Granulometria

Na Tabela 8.1.5.8 - 11 a seguir são apresentados os resultados obtidos na avaliação da granulometria dos sedimentos coletados nas seções do canal. Para a formulação desta tabela foram somadas, para cada ponto amostral, as seguintes frações granulométricas:

- Argila + Silte = somatória da % de argila (< 0,004 mm) mais a % de silte (0,062 - 0,004 mm).
- Areia = somatória das % de areia total (2,00 - 0,062 mm), muito grossa (2,00 - 1,00 mm), grossa (1,00 - 0,50 mm), média (0,50 - 0,250 mm), fina (0,250 - 0,125 mm) e muito fina (0,125 - 0,062 mm).

De uma forma geral, a área amostrada apresenta característica argilosa na maioria dos pontos amostrados. Segundo Förstner e Salomons (1980) os poluentes associam-se preferencialmente às frações finas dos sedimentos (silte e argila). Portanto, em termos de granulometria, os pontos

amostrados possuem, teoricamente, capacidades de agregar contaminantes através de processos como adsorção e complexação ocasionado pela fração fina presente.

Embora exista a possibilidade de remobilização dos contaminantes agregados a fração fina do sedimento para a coluna d'água, somente eventos drásticos como, por exemplo, a diminuição do pH para valores muito baixos, poderiam promover esta remobilização.

Tabela 8.1.5.8 - 11. Dados da caracterização granulométrica dos sedimentos coletados no canal (%)

Ponto amostral	Silte + argila	Areia Total	Classificação	Ponto amostral	Silte + argila	Areia Total	Classificação
PSS 01	56,7	43,3	franco-argilosa	PSS 22	42,3	57,7	arenosa
PSS 02	6	94,1	areia	PSS 22-1	35,5	64,5	arenosa
PSS 03	20,6	79,4	franco-arenosa	PSS 22-2	44,7	55,3	arenosa
PSS 04	92,5	7,5	argila	PSS 23	15,1	84,8	arenosa
PSS 05	46,4	51,7	franco-argiloarenosa	PSS 23-1	11,1	88,8	arenosa
PSS 06	86,9	13,2	argila	PSS 23-2	12,3	87,7	arenosa
PSS 07	45,3	54,7	franco-argiloarenosa	PSS 24	48,1	51,9	arenosa
PSS 08	93,7	6,2	muito argilosa	PSS 24-1	46,3	53,6	arenosa
PSS 09	25,4	74,6	franco-arenosa	PSS 24-2	60,1	39,9	argilosa
PSS 10	82,9	17,1	argila	PSS 25	70,1	29,9	argilosa
PSS 11	80,3	19,8	argila	PSS 25-1	76,7	23,3	argilosa
PSS 12	88,6	11,5	muito argilosa	PSS 25-2	77,7	22,9	argilosa
PSS 13	82,3	17,8	argila	PSS 26	69	31	argilosa
PSS 14	80,3	19,9	argila	PSS 26-1	79,4	20,6	argilosa
PSS 15	91,5	8,4	argila	PSS 26-2	71,1	28,9	argilosa
PSS 16	4,41	95,6	arenosa	PSS 27	20,8	79,2	arenosa
PSS 16-1	3,59	96,4	arenosa	PSS 27-1	22,3	77,7	arenosa
PSS 16-2	5,7	94,3	arenosa	PSS 27-2	24,2	75,8	arenosa
PSS 17	20,9	79,1	arenosa	PSS 28	61,9	38,1	argilosa
PSS 17-1	4,47	95,5	arenosa	PSS 28-1	82,4	17,6	argilosa
PSS 17-2	2,88	97,1	arenosa	PSS 28-2	78,1	21,9	argilosa
PSS 18	8,43	91,5	arenosa	PSS 29	43,9	56,1	argiloarenosa
PSS 18-1	1,85	98,1	arenosa	PSS 29-1	77,3	22,7	argilosa
PSS 18-2	14,6	85,4	arenosa	PSS 29-2	78,1	21,9	argilosa
PSS 19	15,3	84,7	arenosa	PSS 30	86,5	13,5	argilosa
PSS 19-1	6,5	93,5	arenosa	PSS 30-1	50,4	49,6	argiloarenosa
PSS 19-2	4,7	95,3	arenosa	PSS 30-2	47,9	51,8	argiloarenosa
PSS 20	26,4	73,6	arenosa	PSS 31	52,8	47,2	argiloarenosa
PSS 20-1	23,9	76	arenosa	PSS 31-1	59,4	40,6	argilosa
PSS 20-2	9	91	arenosa	PSS 31-2	63,6	36,4	argilosa
PSS 21	20,7	79,3	arenosa	PSS 32	42,2	57,8	argiloarenosa
PSS 21-1	51,5	48,5	argiloarenosa	PSS 32-1	51	49	argiloarenosa
PSS 21-2	71,2	28,8	argilosa	PSS 32-2	46	54	argiloarenosa

Tabela 8.1.5.8 - 11 (continuação) . Dados da caracterização granulométrica dos sedimentos coletados no canal (%)

Ponto amostral	Silte + argila	Areia Total	Classificação	Ponto amostral	Silte + argila	Areia Total	Classificação
PSS 33	42,1	57,9	argiloarenosa	PSS 44	70,3	29,7	argilosa
PSS 33-1	27,3	72,7	argiloarenosa	PSS 44-1	67	33	argilosiltoso
PSS 33-2	41,8	58,2	argiloarenosa	PSS 44-2	77,1	22,6	argilosa
PSS 34	47,7	52,3	argiloarenosa	PSS 45	81,3	16,7	argilosa
PSS 34-1	47,6	52,4	argiloarenosa	PSS 45-1	79,1	20,9	argilosa
PSS 34-2	55,3	44,7	argiloarenosa	PSS 45-2	67,4	33,6	argilosa
PSS 35	75,6	24,4	argilosa	PSS 46	69,5	30,5	argilosa
PSS 35-1	73,4	26,6	argilosa	PSS 46-1	63,9	16,1	argilosa
PSS 35-2	79,1	20,9	argilosa	PSS 46-2	55,1	44,9	argilosa
PSS 36	69,1	30,9	argilosa	PSS 47	55,5	44,5	argiloarenoso
PSS 36-1	58,8	41,2	argilosa	PSS 47-1	64,1	15,9	argilosa
PSS 36-2	72,6	27,4	argilosa	PSS 47-2	76,2	21,7	argilosa
PSS 37	85,2	14,8	argilosa	PSS 48	67	13	argilosa
PSS 37-1	75,9	24,1	argilosa	PSS 48-1	69,5	10,4	argilosa
PSS 37-2	70,9	29,1	argilosa	PSS 48-2	63,3	16,6	argilosa
PSS 38	80,3	19,7	argilosa	PSS 49	91	9	argilosa
PSS 38-1	86,3	13,3	argilosa	PSS 49-1	90,1	9,9	argilosa
PSS 38-2	85,8	14,2	argilosa	PSS 49-2	76,5	23,4	argilosa
PSS 39	66,8	33,3	argilosa	PSS 50	67,7	12,3	argilosa
PSS 39-1	80,3	19,6	argilosa	PSS 50-1	76,7	21,3	argilosa
PSS 39-2	75,1	24,9	argilosa	PSS 50-2	77,9	22,1	argilosa
PSS 40	87,3	12,7	argilosa	PSS 51	2,46	96,4	Arenoso
PSS 40-1	80,8	19,2	argilosa	PSS 51-1	14,1	76,1	Franco arenoso
PSS 40-2	71,5	28,4	argilosa	PSS 51-2	2,6	96,4	Arenoso
PSS 41	83,2	16,8	argilosa	PSS 52	48	52,1	Franco siltoso
PSS 41-1	85,1	14,9	argilosa	PSS 52-1	26,6	70,7	Franco arenoso
PSS 41-2	75,4	24,6	argilosa	PSS 52-2	16,6	81,4	Franco arenoso
PSS 42	72,8	27,2	argilosa	PSS 53	15,2	85,3	Arenoso franco
PSS 42-1	66,1	33,9	argilosa	PSS 53-1	26,6	71,5	Franco arenoso
PSS 42-2	74,8	25,2	argilosa	PSS 53-2	15,6	84,6	Arenoso franco
PSS 43	83,4	16,6	argilosa	PSS 54	40,2	59	Franco arenoso
PSS 43-1	74,5	25,5	argilosa	PSS 54-1	58,4	41,1	Franco siltoso
PSS 43-2	71,2	28,8	argilosa	PSS 54-2	33,7	66	Franco siltoso

Tabela 8.1.5.8 - 11 (continuação). Dados da caracterização granulométrica dos sedimentos coletados no canal (%)

Ponto amostral	Silte + argila	Areia Total	Classificação	Ponto amostral	Silte + argila	Areia Total	Classificação
PSS 55	24,1	76,1	Franco arenoso	PSS 62	61,9	23,9	Franco siltoso
PSS 55-1	17,8	81,7	Franco arenoso	PSS 62-1	36,7	59,9	Franco
PSS 55-2	25,7	73,3	Franco arenoso	PSS 62-2	33,1	63,9	Franco
PSS 56	41,1	58	Franco siltoso	PSS 63	55,4	44,8	Franco siltoso
PSS 56-1	34	62,7	Franco siltoso	PSS 63-1	41,4	56,1	Franco
PSS 56-2	58,8	38,8	Franco siltoso	PSS 63-2	57	40,2	Franco siltoso
PSS 57	69,5	25,5	Franco siltoso	PSS 64	59,1	40,7	Franco siltoso
PSS 57-1	71	27,5	Franco siltoso	PSS 64-1	41,9	57,8	Franco siltoso
PSS 57-2	76,4	21,8	Franco siltoso	PSS 64-2	17,7	82,2	Franco arenoso
PSS 58	20,6	78,4	Franco arenoso	PSS 65	62,9	36,5	Franco siltoso
PSS 58-1	72,5	26,2	Franco siltoso	PSS 65-1	73	24,6	Franco siltoso
PSS 58-2	75,3	23,8	Franco siltoso	PSS 65-2	62,1	37,5	Franco siltoso
PSS 59	48,7	50,7	Franco siltoso	PSS 66	65,8	27,6	Franco siltoso
PSS 59-1	11	88,2	Arenoso franco	PSS 66-1	81,7	17,4	Franco siltoso
PSS 59-2	8,8	91,3	Arenoso	PSS 66-2	76,8	19	Argilo siltoso
PSS 60	59,7	33,9	Franco siltoso	PSS 67	64,6	34,4	Franco siltoso
PSS 60-1	56,5	41,8	Franco siltoso	PSS 67-1	52,2	45,9	Franco siltoso
PSS 60-2	52,3	46,8	Franco siltoso	PSS 67-2	53,4	44,7	Franco siltoso
PSS 61	60,8	38,5	Franco siltoso				
PSS 61-1	50,1	48,5	Franco siltoso				
PSS 61-2	45,4	53,8	Franco siltoso				

f.1.3 Nutrientes

Foram realizadas análises de carbono orgânico total (TOC), nitrogênio Kjeldhal total (TKN) e fósforo total nos sedimentos superficiais e de profundidade.

Com relação especificamente às amostras coletadas na 2ª campanha (PSS-16 ao PSS-50), o laboratório responsável pelas análises realizou a determinação do teor de matéria orgânica por ignição, seguindo o procedimento estabelecido pela NBR 13600. No entanto, a Resolução Conama 344 preconiza carbono orgânico total e assim sendo, para fazer a conversão dos dados obtidos de matéria orgânica, os mesmos foram multiplicados por um fator de correção (0,35) utilizado para o caso de sedimentos estuarinos, segundo explicado por Casado-Matinez *et al.* (2006).

Das 111 amostras coletadas nas 03 profundidades (26 de superfície, 33 até 1 m e 52 entre 1 e 2 m), 6 amostras (5 de superfície e 1 de 0 a 1 metro) apresentaram valores de TOC acima do valor de alerta estabelecido pelo CONAMA, e apenas 01 ponto na profundidade de 1 a 2 metros apresentou nitrogênio Kjeldhal acima do valor de alerta. A seguir, nas Tabelas 8.1.5.8 - 6 e 8.1.5.8 - 7 são mostrados os pontos cujas concentrações excederam o CONAMA 344/04 para TOC e TKN.

Como evidenciado, carbono orgânico total (TOC) e nitrogênio Kjeldhal apresentaram resultados superiores aos valores de alerta estabelecidos pela Resolução CONAMA 344/04 em alguns poucos pontos. Estes analitos encontrados são um indicativo de contaminação oriunda, principalmente de esgoto doméstico, embora algumas indústrias podem descartar estes nutrientes pelos seus efluentes, no entanto, contaminação proveniente destas fontes já é bem retratada por diversos estudos já feitos neste trecho do canal, como por exemplo, o realizado pela CETESB (2001). Com relação ao fósforo, em nenhum ponto amostral os valores encontrados excederam os valores de alerta estabelecidos pela mesma Resolução.

Tabela 8.1.5.8-12. Pontos amostrais com concentrações acima do Nível 1 para TOC

Região	Pontos amostrais
Barra – Fortaleza	nd
Fortaleza – Torre Grande	nd
Torre Grande - Alemoa	PSST 42, PSST 43, PSST 47, PSST 50

nd: não detectado

Tabela 8.1.5.8-13. Pontos amostrais com concentrações acima do Nível 1 para NKT

Região	Pontos amostrais
Barra - Fortaleza	PSST 26-2
Fortaleza – Torre Grande	nd
Torre Grande - Alemoa	nd

nd: não detectado

Observa-se que foram encontrados valores de TOC acima do **Nível 1** para poucos pontos amostrais e, para os que foram encontrados, a maioria para os sedimentos superficiais

compreendidos na região da Torre Grande até Alemoa, ou seja, a porção mais interna do canal. A concentração de TKN foi diagnosticada somente em uma amostra de 1 a 2 m na região compreendida entre a Barra e a Fortaleza.

f.1.4 Metais e semi-metais

Devido a problemas com a metodologia inadequada utilizada pelo laboratório responsável pelas análises, foram suprimidos os dados de metais referentes às amostras da 2ª campanha, ou seja, os dados referentes aos pontos amostrais PSS 16 ao PSS 50. No entanto, em virtude desta diminuição dos pontos amostrais, com intuito de melhorar a caracterização dos sedimentos do canal com relação aos metais, foi realizado um levantamento dos dados históricos com possibilidade de serem utilizados como dados secundários existentes de estudos realizados neste trecho. A seguir é apresentada esta caracterização.

f.1.4.1 Potenciais fontes de poluição na baía de Santos

As principais fontes de poluição direta são os esgotos lançados pelo emissário submarino de Santos e dos canais de drenagem urbana, e os sedimentos dragados do canal portuário, os quais foram, no passado, lançados indevidamente dentro da baía (CETESB, 2001).

Segundo o Programa Primário de Controle de Poluentes implementado pela CETESB, 90 % das fontes de poluição foram autuadas e devidamente controladas até o final do período, em 1990. Ao longo deste Programa foram levantadas 44 fontes, das quais 39 foram devidamente controladas, atingindo-se um nível de 88% de controle das fontes de poluição. As fontes levantadas eram responsáveis pela emissão de 62 t/dia de carga orgânica, 4,0 t/dia de metais pesados, 3,0 t/dia de fluoretos, 73,0 t/dia de fenóis e 591m³ de resíduos sedimentáveis. Como resultado do Programa Primário de Controle de Poluentes foram reduzidos em 93% para carga orgânica, 97% metais pesados, 92% para fluoretos, 79% para fenóis e 90% para metais resíduos sedimentáveis. Quanto ao esgoto urbano foram construídas duas lagoas de tratamento e em andamento, através da concessionária desse serviço em conjunto com a municipalidade, a interligação das residências às redes coletoras implantadas. As indústrias desenvolveram planos de controle analisados e aprovados pela CETESB quanto à tecnologia adotada e ao prazo de implantação, abrangendo todas as fontes identificadas (CETESB, 1990).

f.1.4.2 Levantamento da informação disponível

O sistema estuarino de Santos abriga, além do maior porto da América Latina (Porto de Santos), um vasto pólo industrial, situado em Cubatão. Isto acarreta em um histórico de contaminação que tem sido estudado e documentado desde os anos 50, quando as primeiras indústrias ali se instalaram.

A última compilação oficial de dados levantados para a avaliação do sistema estuarino foi realizada pela Companhia de Tecnologia e Saneamento Ambiental (CETESB) em 1999 cujos

resultados foram publicados em 2001 através do relatório “Sistema Estuarino de Santos e São Vicente”.

Desde então, outros trabalhos foram desenvolvidos nesta região com intuito de um melhor entendimento tanto da atual situação do estuário, assim como uma avaliação do comportamento histórico dos contaminantes presentes nos sedimentos deste estuário.

f.1.4.3 Dados de contaminação do sedimento no estuário de Santos

Para o desenvolvimento deste relatório, especificamente com relação às concentrações de metais presentes nesta região, foi realizado um levantamento de dados históricos de contaminação dos sedimentos na região do Porto de Santos provenientes de coletas realizadas nos períodos de 1998 a 2008. Os trabalhos utilizados para a compilação destes dados foram:

- Abessa (2002), com coletas realizadas em 1998
- CETESB (2001), com coletas realizadas em 1999
- CODESP-DTA (TECON II) (2004a), com coletas realizadas em 2004
- CODESP-DTA (TECON I) (2004b), com coletas realizadas em 2004
- CODESP-DTA (Alamoia / 6-ME) (2005a), com coletas realizadas em 2005
- CODESP-DTA (Canal Acesso) (2005b), com coletas realizadas em 2005
- EMBRAPORT-CPEA (2005), com coletas realizadas em 2005
- CODESP-DTA (Barra) (2006), com coletas realizadas 2006
- COSIPA-CPEA (2006), com coletas realizadas em 2006
- BTP-CPEA (em andamento), com coletas realizadas em 2008

Assim como anteriormente explicado, cabe ressaltar que os trabalhos consultados que foram realizados até 2004, ou seja, Abessa (2002) e CETESB (2001) tiveram seus resultados comparados aos critérios de classificação de acordo com a abordagem canadense de critério de qualidade de sedimentos que define dois valores: Nível Limiar de Efeito (Threshold Effect Level - TEL) e Nível de Efeito Provável (Probable Effects Level - PEL). Efeitos adversos são raramente ocasionados abaixo do TEL e freqüentemente encontrados acima do PEL. Valores entre TEL e PEL representam o intervalo de concentração que poderia potencialmente estar associado a efeitos biológicos adversos (CCME, 1995).

A partir de março de 2004 foi instituída a Resolução CONAMA nº 344 que estabelece as diretrizes gerais e os procedimentos mínimos para a avaliação do material a ser dragado em águas

jurisdicionais brasileiras, e dá outras providências. A partir desta Resolução, para efeito de classificação do material a ser dragado, são definidos critérios de qualidade, a partir de dois níveis

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

Na Tabela 8.1.5.8-14 são mostrados os valores comparativos para alguns metais, entre os critérios Canadenses e a Resolução CONAMA.

Tabela 8.1.5.8-14. Valores comparativos entre os critérios Canadenses e a Resolução CONAMA 344 para metais (mg/kg)

Classificação	Zinco	Níquel	Chumbo	Cromo	Mercúrio	Cádmio	Cobre	Arsênio
TEL	124	15,9	30,2	52,3	0,13	0,7	18,7	7,24
PEL	271	42,8	122	160	0,696	4,2	108	41,6
Nível 1	150	20,9	46,7	81	0,15	1,2	34	8,2
Nível 2	410	51,6	218	370	0,71	9,6	270	70

Nota-se que os valores da Resolução CONAMA são menos restritivos que os critérios Canadenses, no entanto, cabe ressaltar que os valores estabelecidos pelo CONAMA 344 são baseados nos critérios americanos (ERL e ERM) cujos valores são maiores que os adotados pelo Canadá.

O primeiro trabalho realizado com vistas à caracterização dos sedimentos do estuário de Santos foi feito por Abessa (2002), cujas coletas foram realizadas em março de 1998. Nesta coleta foram analisados somente a fração superficial do sedimento (2 cm), sendo que para cada ponto amostral o material utilizado para as análises sedimentológicas, químicas e ecotoxicológicas foi composto por cerca de 10 pegadas, utilizando-se de um pegador de fundo do tipo “Petersen”, construído em aço inoxidável.

Neste trabalho foi realizada a caracterização de 28 pontos amostrais, compreendendo todo o sistema estuarino de Santos e São Vicente, assim como a baía de Santos. No entanto, para a confecção deste relatório, foram abordados somente seis pontos amostrais utilizados do trabalho citado, pelo fato dos mesmos estarem situados desde a Barra até a região do aterro da Alemoa, ou seja, compreendendo quase toda a extensão do porto.

Comparando-se os resultados de metais obtidos com os valores Canadenses de TEL e PEL (disponível na época do estudo), foram encontradas concentrações acima do TEL para zinco, níquel, mercúrio e cádmio, sendo que acima do PEL, foram encontradas concentrações para zinco, chumbo e mercúrio.

O trabalho conclui que a possível origem destes contaminantes, principalmente na porção mediana do canal, está relacionada às atividades industriais e portuárias, e em menor grau, das descargas de resíduos domésticos.

A última avaliação oficial das condições ambientais do estuário de Santos tiveram as coletas de sedimento realizadas em 1998 e publicada em 2001, pela CETESB (Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental) de São Paulo (CETESB, 2001)

Este projeto de avaliação abrangeu 26 pontos de amostragem, incluindo rios, o estuário e o mar em toda a região de influência da poluição hídrica. Foram determinados cerca de 120 parâmetros envolvendo, também para este caso, análises sedimentológicas, química e ecotoxicológicas. Para cada ponto de coleta de sedimento foram analisadas três réplicas. Em função do grande volume de sedimento necessário para a determinação de todos os parâmetros, para cada réplica foram efetuadas várias tomadas de sedimento, com um pegador do tipo “Van Veen”.

Foram selecionados quatro pontos de coleta de sedimentos para a elaboração deste relatório, sendo que os mesmos estão localizados entre as regiões do futuro terminal da EMBRAPORT e a região do antigo aterro da Alemoa.

Dentre os metais avaliados, acima dos valores orientadores de TEL foram encontradas concentrações de chumbo, cobre, cromo, mercúrio e zinco sendo que nenhum metal foi quantificado acima de PEL. Um ponto amostral localizado próximo a margem da Ilha dos Bagres no largo do Caneu, foi o que apresentou a maior quantidade de metais acima do TEL (chumbo, cobre, mercúrio e zinco), sendo que o próprio relatório da CETESB aponta como possíveis fontes de poluição os terminais que estão próximos assim como fontes diversas, como por exemplo, as fontes industriais.

Como conclusão, o relatório da CETESB apresenta que o sedimento foi o compartimento que apresentou a maior variedade de contaminantes, bem como a maior frequência de detecção, em relação à água e aos organismos. Por este fato, estes contaminantes podem ser disponibilizados para a coluna d'água mediante condições drásticas de alterações ambientais.

Outro estudo realizado no porto de Santos foi desenvolvido pela CODESP (Companhia Docas do Estado de São Paulo) na região do terminal de containers II (TECON II). As coletas foram realizadas em março de 2004 em três pontos amostrais: o primeiro localizado próximo ao final do píer, o segundo próximo ao dolfin central do píer e o terceiro afastado aproximadamente 100 m do costado do píer. O sedimento coletado corresponde à fração superficial do mesmo, sendo coletado com auxílio de uma draga do tipo “Ekman”, construída em aço inoxidável.

Nas amostras de sedimento foram realizadas análises físicas, químicas, granulometria, metais e compostos orgânicos. O único metal encontrado nos resultados analíticos dos três pontos amostrados e analisados pelo laboratório, estando situado entre os níveis 1 e 2, foi o mercúrio (Hg). O trabalho destaca que, em vista da presença deste elemento, os sedimentos dos três pontos amostrais foram submetidos a testes complementares de toxicidade crônica com embriões de ouriço do mar (*Lytechinus variegatus*) (CODESP - DTA Consultoria, 2004a)

A CODESP realizou também outro trabalho junto ao terminal de containers I (TECON I), situado ao lado do TECON II. Neste trabalho foram amostrados três pontos de sedimento localizados na margem esquerda da seção 5 do canal, sendo que a campanha para coleta de sedimento foi realizada em abril de 2004. Foram coletadas amostras em três profundidades em cada ponto: superficial, com auxílio de uma draga do tipo “Van Veen”, a 0,50 m abaixo da superfície de deposição recente, com a utilização de tubos de PVC e tampas para vedação quando do mergulho e submersão, preservando o material coletado e entre 1 e 2 m de profundidade, com a utilização do amostrador de coluna DTA, o qual recolhe uma coluna indeformada de sedimento consolidado, com a preservação da água intersticial e sem contaminação pela vasa marinha sobrejacente.

Assim com o ocorrido no estudo anterior, nas amostras de sedimento também foram realizadas análises físicas, químicas, granulometria, metais e compostos orgânicos.

De acordo com os resultados obtidos para metais, o único elemento encontrado acima do **Nível 1** foi o níquel na profundidade entre 1 e 2 m. No entanto, o trabalho ressalta que segundo a Resolução CONAMA nº 344, o fato deste metal estar presente nos sedimentos não impossibilita a disposição do material dragado em águas jurisdicionais brasileiras (CODESP - DTA Consultoria, 2004b).

Em janeiro de 2005, novamente a CODESP realizou um projeto para caracterização física, química e ecotoxicológica, em atendimento às exigências apresentadas pelo Termo de Referência e utilizando padrões e/ou procedimentos aceitos pela CETESB, dos sedimentos das seções Alamoia e 06 – ME (margem esquerda) do canal de navegação do porto de Santos.

As coletas foram realizadas em 14 pontos amostrais ao longo desta região, sendo que em cada ponto foi coletado sedimento superficial de vasa marinha, com a utilização de uma draga do tipo “Van Veen” convencional, denominado de sub-ponto S, sedimento do nível intermediário da coluna, com a utilização do amostrador “DTA”, denominado sub-ponto I, e sedimento na cota de projeto, também com a utilização do amostrador de coluna “DTA”.

Com relação à região da seção 6 (margem esquerda), os resultados das análises de metais indicaram baixos níveis de concentração, todas enquadradas no **Nível 1** do CONAMA nº 344, dispensando assim, a execução de ensaios de toxicidade.

Para a região da Alamoia, em um único ponto situado entre os berços do píer da Alamoia, embora tenha apresentado cobre com teor compatível com as demais amostras analisadas na região, este metal foi o único que excedeu em cerca de 2 mg/kg o limite do **Nível 1**. No entanto, o estudo destaca que considerando-se a concentração e o metal em questão, não se deve esperar efeitos deletérios sobre a biota marinha (CODESP - DTA Consultoria, 2005a)

Novamente em janeiro de 2005, a CODESP realizou uma campanha para coleta de sedimentos nas seções 1, 2 e 3 do canal de acesso do porto de Santos, cujos resultados serviram para subsidiar o monitoramento ambiental das atividades de dragagem desta seção do canal. Foram coletadas amostras de sedimento em 12 pontos, sendo que em cada ponto foram realizadas amostragens na camada superficial, com a utilização de uma draga do tipo “Van Veen” convencional, na superfície

do projeto (-14 m DHN), com um amostrador de coluna do tipo “DTA”, o qual recolhe uma coluna indeformada de sedimento consolidado e 1 m abaixo da superfície do projeto, também utilizando um amostrado do tipo “DTA”.

Os dados obtidos por este estudo para metais demonstraram baixos níveis de contaminação, sendo que todos os resultados enquadraram-se abaixo do **Nível 1** da resolução CONAMA nº 344.

Assim sendo, este trabalho ressalta a condição existente antes do início das operações de dragagem, permitindo seu emprego como base de partida para avaliação temporal dos impactos da dragagem sobre a área e, por este motivo, os sedimentos de dragagem das seções 1, 2 e 3 podem ser dispostos em mar (CODESP - DTA Consultoria, 2005b)

A EMBRAPORT (Empresa Brasileira de Terminais Portuários) realizou um estudo na área estuarina de Santos com a finalidade de caracterizar e avaliar o sedimento a ser dragado para subsidiar o processo de tomada de decisão quanto à disposição do material a ser dragado.

A definição dos pontos amostrais foi determinada em função do volume previsto para a dragagem e de informações pré-existentes das unidades geológicas identificadas através de sondagens marinhas em profundidade. Como o perfil geológico já era conhecido através das sondagens, priorizou-se a escolha dos pontos amostrais de coleta de sedimento que coincidisse com os pontos da sondagem.

Foram realizadas coletas em um total de 12 pontos amostrais, divididos em quatro campanhas para amostragem compreendidas entre setembro e outubro de 2005. Para coleta de sedimento superficial foi utilizada uma draga do tipo “Van Veen”, sendo que para as amostras de sedimento em profundidade foram utilizados amostradores de alumínio (testemunhos) extraídos com as técnicas de “vibracore”, “vibracore” com bate-estaca e finalmente por percussão, de acordo com a profundidade pretendida.

Com relação às amostras de sedimento superficial, foram encontradas concentrações de arsênio acima do **Nível 1** em sete pontos amostrais, de um total de doze pontos. Nos sedimentos coletados em profundidade foram encontradas concentrações acima do **Nível 1** para arsênio (onze pontos), chumbo (dois pontos) e mercúrio (seis pontos), além disso, foram encontradas concentrações acima do **Nível 2** para mercúrio (sete pontos) e para zinco em somente um ponto amostral.

Os metais encontram-se sob diversas formas nos ambientes aquáticos, como aquo-complexos, complexos com ligantes inorgânicos, como por exemplo, cloretos e carbonatos, sulfetos e como complexos com moléculas orgânicas.

Os metais associados aos materiais das diversas fontes naturais (lixiviação de solos e intemperização de rochas) e antropogênicas (efluentes e resíduos domésticos e industriais) ao serem descarregados nos ambientes aquáticos, sofrem uma partição entre a água e os particulados suspensos, sendo que parte desta carga é metabolizada pela biota (animal e vegetal) e parte terá como destino final os sedimentos de fundo desses ambientes.

Pelo fato dos sedimentos agirem como um reservatório de contaminantes para o ambiente e para os organismos que vivem sob ou estão em contato direto com este compartimento, os sedimentos

contaminados representam um grande risco para a biota. Uma avaliação eficaz desse risco requer o entendimento das relações entre concentrações de contaminantes nos sedimentos e a ocorrência de efeitos adversos à biota (Silvério, 2003).

Levando-se em consideração esta premissa acima citada, a Resolução CONAMA orienta que sedimentos que contenham concentrações entre os níveis 1 e 2 para alguns metais (mercúrio, cádmio, chumbo e arsênio) em conjunto com os hidrocarbonetos policíclicos aromáticos (HPA) do grupo A, testes adicionais de toxicidade devem ser conduzidos para confirmar a contaminação e conseqüente efeito adverso para a biota que vive nestes sedimentos.

Assim sendo, e após a realização dos testes adicionais de toxicidade, o estudo conclui que a qualidade dos sedimentos a serem dragados na área da EMBRAPORT mostra que uma parte destes sedimentos apresenta características físico-químicas e ecotoxicológicas que podem estar relacionadas a efeitos adversos a biota aquática e, portanto deverão ser isolados ou confinados não sendo recomendada a disposição destes em área marinha. No entanto, a realização da dragagem em etapas permitiria que o sedimento em profundidade pudesse ser avaliado quanto a sua toxicidade após um período de estabilização físico-química e, desta forma, os volumes a serem confinados ou lançados em área marinha poderão ser calculados com mais precisão (EMBRAPORT – CPEA, 2005)

Em dezembro de 2006, a CODESP realizou uma nova caracterização física, química e ecotoxicológica dos sedimentos a serem dragados no trecho das seções 1 e 2, com objetivo de após avaliação dos resultados obtidos, solicitar ao órgão ambiental competente, autorização para dragagem deste trecho, denominado Barra, sempre que necessário e sem limite de volume. Essas duas seções citadas correspondem aos segmentos do porto de Santos, sendo que a seção 1 é denominada barra, abrangendo o início do canal de acesso ao porto até a ponta da fortaleza localizada na baía de Santos e a seção 2 corresponde à porção de estreitamento do canal de acesso no ponto de curva.

Foram coletadas amostras de sedimento superficial (vasa marinha recente) através de um amostrador do tipo “Van Veen” e amostras de sedimento na cota de dragagem (14 m DH) utilizando um amostrador do tipo “sediment corer”, que consiste de um tubo de alumínio o qual é levado ao fundo com auxílio de mergulhadores e introduzido no sedimento.

Os resultados de metais demonstraram que uma amostra de sedimento superficial e três de sedimentos em profundidade apresentaram concentrações acima do **Nível 1** (8,2 mg/kg) para arsênio, porém com valores muito próximos, entre 8,52 e 13,26 mg/kg e bem abaixo do **Nível 2** (70 mg/kg).

Como conclusão, especificamente com relação aos resultados obtidos para metais, os mesmos demonstraram uma contaminação baixa dos sedimentos destas seções do canal. Considerando-se ainda os pressupostos presentes na Resolução CONAMA nº 344 a caracterização do sedimento nestas seções indicam que a probabilidade da disposição dos sedimentos da Barra causar impacto à biota na área de descarte e adjacências é baixa, restrita e temporária (CODESP – DTA , 2007)

Outro estudo realizado no canal de Santos foi desenvolvido pela COSIPA (Companhia Siderúrgica Paulista) em agosto de 2006, cujo objetivo foi avaliar a qualidade do canal de Piaçaguera, considerando os compartimentos água, sedimentos e biota antes do início de qualquer atividade de dragagem, de forma que os resultados desta campanha sejam utilizados como “linha de base” na tomada de decisões durante as operações de dragagem no canal.

O sedimento foi coletado com uma draga do tipo “Van Veen”, sendo que em cada ponto amostral foi realizada a coleta de amostras compostas, ou seja, cada amostra de sedimento superficial foi constituída de três sub-amostras coletadas nos vértices de um triângulo imaginário, com uma distância aproximada de 50 m entre si. Foram coletadas amostras em um total de dez pontos amostrais, desde a bacia de evolução até próximo a ilha Barnabé, no entanto, para efeito de comparação com os estudos aqui citados, foram considerados somente os pontos compreendidos entre a região da Alemoa e do futuro terminal da EMBRAPORT, ou seja, sete pontos.

Dentre os metais analisados no sedimento, arsênio apresentou concentrações acima do **Nível 1** em cinco amostras, níquel em uma amostra e mercúrio em cinco amostras, ao passo que em duas amostras, mercúrio apresentou valores de concentração superiores ao limite estabelecido para o **Nível 2**.

Como conclusão da caracterização dos sedimentos com relação aos metais, os pontos que apresentaram maiores concentrações foram aqueles localizados próximos a saída do canal de Piaçaguera (região da Alemoa) e próximo a EMBRAPORT. O estudo destaca ainda, que nestes pontos há predominância de sedimentos de textura argilo-siltosa, o que corrobora os resultados obtidos. Especificamente com relação ao mercúrio, as amostras que apresentaram concentrações acima do **Nível 2** também foram aqueles cuja distribuição granulométrica encontra-se predominantemente nas frações argila e silte, frações estas que também foram determinadas pelo mesmo estudo (COSIPA – CPEA, 2006)

A BTP (Brasil Terminais Portuários) tem por objetivo implantar e operar um terminal portuário privado de uso múltiplo no porto de Santos. O empreendimento está projetado para uma área localizada no complexo portuário de Santos, a qual foi utilizada por muitos anos para lançamento de resíduos sólidos gerados no porto, devido a esse fato a localidade ficou conhecida como “lixão da Alemoa”, situada no bairro de mesmo nome, na margem direita do estuário de Santos.

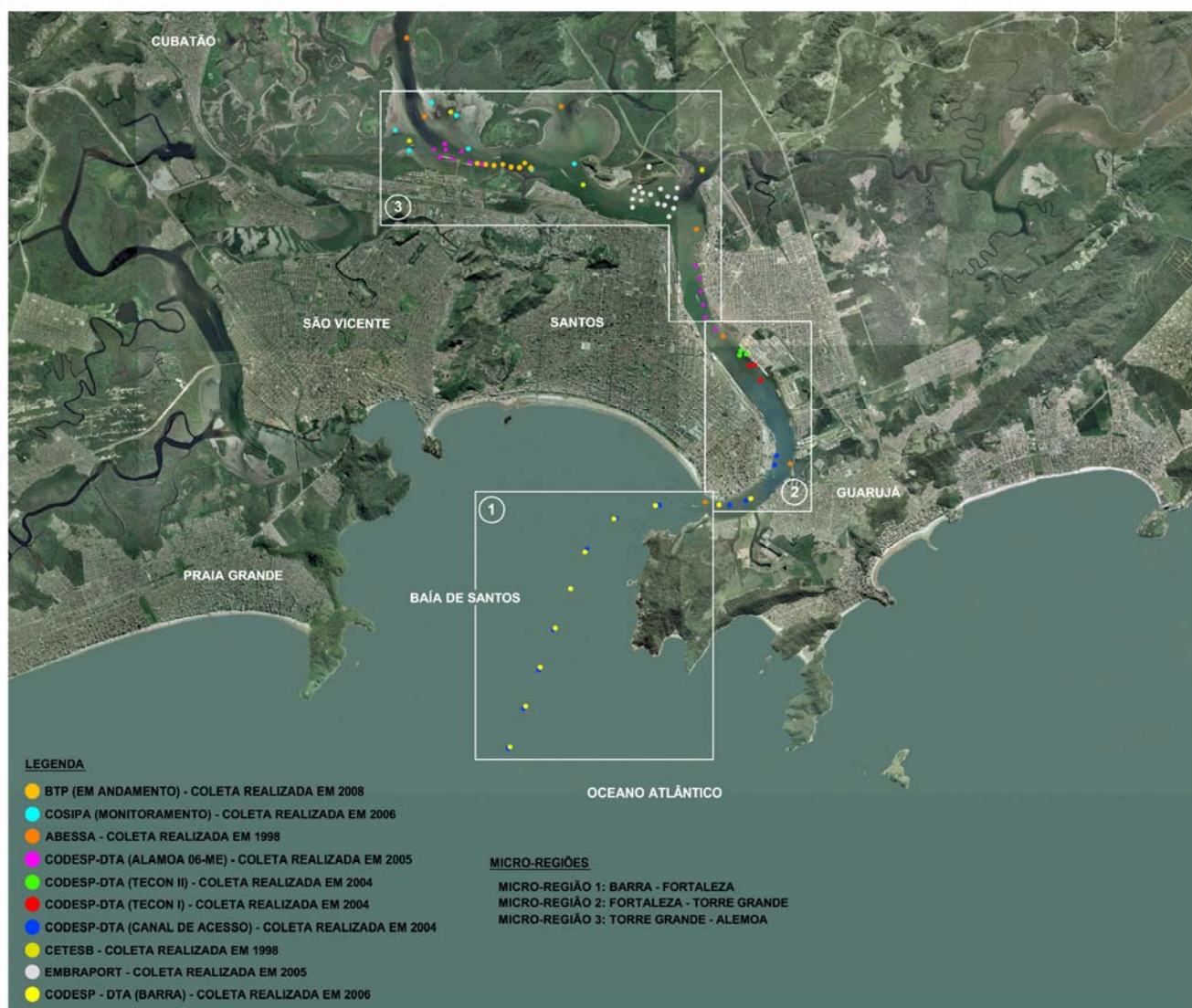
Por este fato, está sendo realizada a caracterização, além de outras matrizes, dos sedimentos localizados em pontos amostrais situados na frente do futuro terminal. Foram selecionados oito locais para amostragem, sendo que foram coletados sedimentos da camada superficial utilizando uma draga do tipo “Van Veen” e em profundidade, utilizando um tubo de alumínio, inserido por meio de um sistema de bate estaca. Para este último caso, a profundidade de amostragem variou entre os pontos, ou seja, alguns pontos tiveram amostras retiradas até 2 m, enquanto outros pontos tiveram amostras retiradas até 5 m, sempre sub-amostrando em 1 m.

Pelas análises dos resultados preliminares de metais em sedimento, arsênio foi encontrado em duas amostras de um mesmo ponto, em 1 e 2 m de profundidade, porém com valores muito

próximos ao **Nível 1**, 8,84 e 8,43 mg/kg, respectivamente. Chumbo também foi encontrado em um ponto amostral acima do **Nível 1** em uma profundidade de 1 m, enquanto que cobre também foi encontrado em um ponto amostral nas profundidades de 1 e 2 m, também com valores muito próximos ao **Nível 1**, 38,4 e 37,3 mg/kg, respectivamente.

Como dito anteriormente, este projeto encontra-se em andamento e, por este motivo, ainda não há conclusões a respeito da caracterização dos sedimentos (BTP – CPEA, 2008).

Após este levantamento histórico de contaminação de sedimentos por metais no porto de Santos, para uma melhor comparação, a seguir são apresentados os dados secundários existentes divididos nas três micro regiões do estudo do aprofundamento do canal, priorizando as áreas mais contaminadas de outras menos contaminadas, com intuito de poder ter um melhor detalhamento de toda a região do porto. Na Figura a seguir são mostrados os locais de coletas dos vários trabalhos aqui citados, assim como a divisão nas três micro regiões.



Cabe ressaltar que alguns trabalhos foram desenvolvidos ao longo de todo o canal do porto e, assim sendo, os mesmos acabam sendo enquadrados dentro das várias micro regiões, a saber:

- 1 Micro região da Barra até a Fortaleza: os pontos amostrais referentes a esta região foram estudado por Abessa (2002), CODESP - DTA Consultoria (2005) e CODESP – DTA Consultoria (2007)

Levando-se em consideração os resultados obtidos pelo primeiro estudo, as coletas de 1998 realizadas por Abessa (2002), revelaram que não há presença de metal cuja concentração esteja acima dos valores orientadores na Resolução CONAMA nº 344, o mesmo encontrado pelas coletas realizadas em 2004 pela CODESP - DTA Consultoria (2005), no entanto, nas coletas realizadas em 2006 foram encontradas concentrações de arsênio acima, porém muito próximas, do **Nível 1**. Devido a estes fatos, os sedimentos desta micro região, de acordo com os trabalhos consultados, não apresentam características que indiquem probabilidade dos mesmos causarem impacto à biota em áreas de descarte e adjacências.

Cabe ressaltar que nesta região está presente o fundeadouro número 2 da Capitania dos Portos, o que pode explicar o possível aparecimento de contaminantes nos sedimentos, seja orgânico ou inorgânico, devido a vazamentos pequenos, porém intermitentes, dos navios que ficam fundeados nesta região aguardando autorização para atracar no porto de Santos.

- 2 Micro região compreendida entre a Fortaleza até Torre Grande: os trabalhos cujos pontos amostrais estão dentro desta região são Abessa (2002), CODESP - DTA Consultoria (2004a), CODESP - DTA Consultoria (2004b) e CODESP - DTA Consultoria (2005b)

Para esta micro região, as coletas realizadas em 1998 não revelaram a presença de algum contaminante. Com relação às coletas de março de 2004, foram encontradas concentrações de mercúrio para os três pontos amostrais entre os níveis 1 e 2, sendo então estes sedimentos submetidos a testes adicionais de toxicidade. Analisando-se os dados das coletas de abril de 2004, foi encontrado níquel na profundidade de 1 e 2 m. No entanto, como anteriormente discutido, o trabalho ressalta que segundo a Resolução CONAMA nº 344, o fato deste metal estar presente nos sedimentos não impossibilita a disposição do material dragado em águas jurisdicionais brasileiras. Nas coletas de 2005, também não foram encontradas concentrações acima dos valores orientadores do CONAMA nº 344.

Analisando os resultados desta micro região, observa-se que embora tenham sido encontradas concentrações para alguns metais, não caracteriza, segundo estes estudos, que os sedimentos possam ser considerados contaminados ou passíveis de ocasionar contaminação em locais de disposição dos mesmos.

- 3 Micro região entre a Torre Grande até o aterro sanitário da Alemoa: referem-se a esta micro região os trabalhos desenvolvidos por, Abessa (2002), CETESB (2001), CODESP - DTA

Consultoria (2005a) e EMBRAPORT – CPEA (2005), COSIPA – CPEA (2006) e BTP – CPEA (2008)

As coletas realizadas em 1998 por Abessa (2002) com relação ao sedimento superficial revelaram a presença de zinco, níquel, mercúrio e cádmio acima de TEL sendo que zinco, chumbo e mercúrio foram também encontrados acima de PEL.

A CETESB (2001), através das coletas realizadas em 1998, revelou a presença de cromo, chumbo, mercúrio e zinco acima do TEL, no entanto, não foram encontradas concentrações de metais que ultrapassassem os valores orientadores de PEL.

A CODESP –DTA Consultoria (2005a), para as coletas realizadas em 2005 na região da Alemoa e da margem esquerda da seca 6 do canal, encontrou valores de concentrações muito baixos para os metais analisados, sendo que em nenhum caso os resultados obtidos excederam os valores orientadores do CONAMA nº 344.

No entanto, nos estudos realizados pela EMBRAPORT – CPEA (2005) referentes às coletas de outubro e novembro de 2005, acima do **Nível 1** foram obtidas concentrações de cobre, cromo e níquel para os sedimentos superficiais e para os sedimentos em profundidade, foram encontrados valores para arsênio, chumbo, cromo e mercúrio. Acima do **Nível 2**, mercúrio e zinco foram os únicos quantificados em sedimentos em profundidade.

Para as coletas realizadas em 2008 pela BTP – CPEA (2008) foram quantificados metais somente acima do nível 1, sendo eles: cobre, arsênio e chumbo, sendo que estes valores correspondem à fração de sedimento em profundidade.

Nota-se, por estes resultados que, conforme as coletas são realizadas em pontos amostrais próximos a saída do canal de Piaçaguera, são encontradas maiores concentrações de metais que extrapolam os limites dos valores orientadores, o que leva a conclusão que nesta região já são sentidos os efeitos de contaminações oriundas tanto da área onde há a presença de uma maior número de indústrias, assim como devido ao aporte de rios que carregam uma quantidade considerável de esgotos domésticos, como é o caso dos rios Casqueiro e Cubatão.

A seguir são apresentados alguns gráficos com intuito de fazer uma comparação da evolução da concentração de alguns metais ao longo dos anos onde houveram coletas para caracterização dos sedimentos superficiais.

É possível verificar que a contaminação não possui um padrão de comportamento ao longo destes anos de amostragem. Por exemplo, em alguns casos amostras coletadas no mesmo ano apresentam concentrações e contaminantes diferentes para uma mesma micro-região, como é o caso da micro região 3, onde coletas realizadas no mesmo ano de 2005 pela CODESP - DTA Consultoria (2005a) e pela EMBRAPORT – CPEA (2005), encontraram valores de concentrações diferentes.

Este padrão de variação se deve ao fato do sedimento superficial do fundo do estuário, devido a sua baixa densidade e granulometria muito fina, corresponder a um substrato muito móvel e instável, facilmente ressuspensão e transportado na coluna d'água. A contaminação que este sedimento carrega não deve ser, portanto, estática e dificilmente serão encontrados padrões bem definidos na

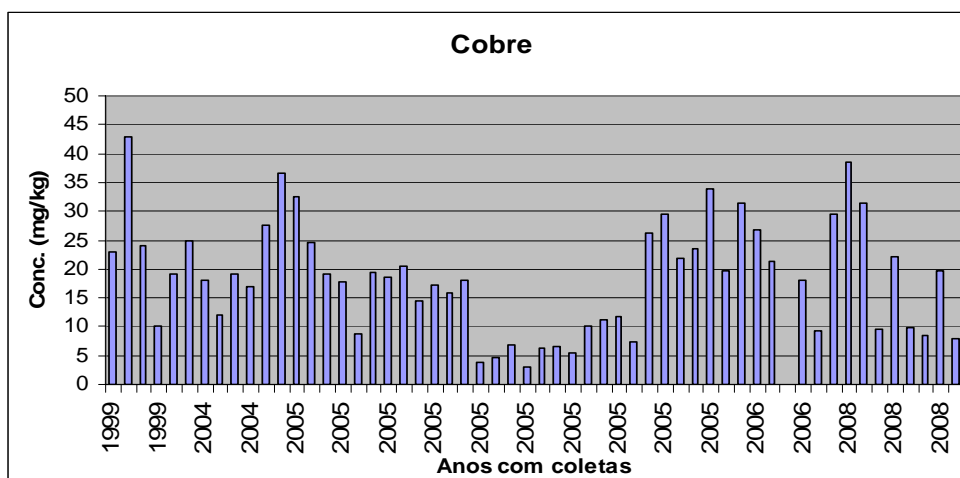


Figura 8.1.5.8-4. Evolução da concentração de cobre durante o período de amostragem considerado de sedimento superficial

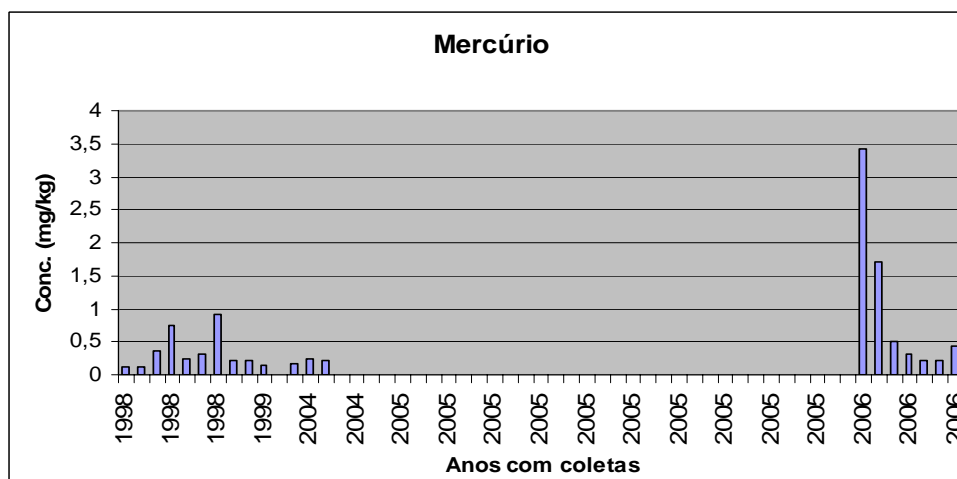


Figura 8.1.5.8-5. Evolução da concentração de mercúrio durante o período de amostragem considerado de sedimento superficial

Nota-se que para o caso do mercúrio, no período compreendido entre 2004 e 2005 não foi observada a presença do mesmo nos sedimentos superficiais, sendo que em 2006 ele foi quantificado.

Cabe ressaltar que nesta análise de evolução histórica foram consideradas as concentrações obtidas em todo canal, não fazendo assim uma distinção entre as micro regiões. Isto se deve ao fato de estar somente interessado em tentar avaliar se há ou não uma tendência em diminuir ou aumentar os valores de concentrações dos metais ao longo dos anos.

Como conclusões dos dados levantados aqui nesta compilação de resultados históricos, deve-se salientar que o canal do porto de Santos vem sendo, há algum tempo, constantemente monitorado no que diz respeito à qualidade dos sedimentos, o que pode servir como base para estudos atuais onde estes dados secundários podem ser levados em consideração para o levantamento de um diagnóstico mais preciso, quando se leva em consideração somente um determinado trecho do canal.

f.1.4.4 Comparação dos dados históricos com os dados atuais levantados para o EIA/RIMA do aprofundamento do canal

Com intuito de fazer uma comparação para verificar se existem diferenças significativas entre o conjunto de dados pré existentes de metais levantados pelos estudos pretéritos e o conjunto de dados obtidos somente para o estudo referente ao aprofundamento do canal, foi realizado um tratamento estatístico cujos resultados são apresentados a seguir. Para esta comparação foram levados em consideração para o caso dos metais somente mercúrio e arsênio, pois estes analitos são encontrados na maioria dos trabalhos e com concentrações muitas vezes acima do **Nível 2**, principalmente o mercúrio, além do que estes metais fazem parte da lista de contaminantes prioritários da Resolução CONAMA nº344, pois a quantificação destes acima do **Nível 1**, resulta na determinação da realização de testes complementares de ecotoxicidade. Devido a um histórico existente de contaminação por dibenzo(a,h)antraceno neste trecho do canal e, pelo fato do mesmo fazer parte da lista de contaminantes prioritários da Resolução CONAMA 344, aqui neste tratamento também foram comparados os conjuntos de dados deste analito.

Nas Tabelas 8.1.5.8-15 a 8.1.5.8-17 a seguir, são mostrados os resultados obtidos pelo tratamento estatístico entre as médias das concentrações dos dados históricos e atuais. Para os três casos os dados não apresentaram uma distribuição normal e, por este motivo, foi aplicado o teste de Mann-Whitney. Cabe ressaltar que para todos testes foram realizados a um nível de significância de 0,005, ou seja, 95 % de confiabilidade.

Tabela 8.1.5.8-15 - Resultado do tratamento estatístico entre o conjunto de dados históricos e atuais para mercúrio

Hg	Dados históricos	Dados atuais
n	66	35
média	0,3000	0,0820
Verificação de normalidade	$g_1 = 5,5150$ ** distr. não normal $g_2 = -31,8510$ leptocúrtica à esq. **	$g_1 = 2,4450$ ** distr. não normal $g_2 = -1,4000$ platicúrtica à esquerda **
Verificação de homocedasticidade das variâncias das amostras	$F_c = 1,1012$ **	
Teste de Mann-Whitney (Concentração atual é menor que a histórica)	$Z = 6,4121$ **	

Tabela 8.1.5.8-16. Resultado do tratamento estatístico entre o conjunto de dados históricos e atuais para dibenzo(a,h)antraceno

DBZ	Dados históricos	Dados atuais
N	55	111
Médias	15,4470	14,1960
Verificação de normalidade	$g_1 = -0,1940$ ** distr. normal	$g_1 = 2,3310$ ** distr. não normal
DISTRIBUIÇÕES ANORMAIS, executar teste não paramétrico	$g_2 = 3,7140$ ** simétrica	$g_2 = -2,3430$ ** leptocúrtica
Teste de Mann-Whitney (Concentração atual é menor que a histórica)	$Z = -3,9493$ **	

Tabela 8.1.5.8-17. Resultado do tratamento estatístico entre os dados históricos e atuais para arsênio

As	Dados históricos	Dados atuais
n	55	35
Médias	4,5630	4,0610
Verificação de normalidade	$g_1 = 0,7250$ ** distr. não normal	$g_1 = 2,1340$ ** distr. não normal
	$g_2 = 4,0600$ platicúrtica à esq. **	$g_2 = -0,3470$ leptocúrtica à esq. **
Verificação de homocedasticidade das variâncias das amostras	$F_c = 1,0770$ **	
Teste de Mann-Whitney (concentrações iguais)	$Z = -0,3973$ **	

Os resultados obtidos para mercúrio e dibenz(a,h)antraceno demonstraram que para estes dois casos há uma diminuição dos valores de concentrações dos dados atuais quando é realizada a comparação entre as médias dos dois conjuntos de dados (histórico e atual), ao passo que os resultados para arsênio demonstraram que as concentrações permaneceram iguais. Estes resultados demonstram que, provavelmente, a implantação do Programa Primário de Controle de Poluentes (anteriormente citado) onde segundo a CETESB houve uma redução do lançamento de 93 % da carga orgânica e 97 % de metais esteja contribuindo para esta diminuição ou estabilização dos valores de concentrações encontrados para estes analitos. Além disto, deve-se salientar que as atividades de dragagem que já foram realizadas no porto de Santos contribuem, teoricamente, para a remoção de parte do sedimento superficial contaminado, servindo este tipo de atividade por si só como um possível tipo específico de remediação.

Embora os resultados serviram para mostrar que não está mais ocorrendo o aporte de contaminantes neste trecho do canal que seja significativo para aumentar os níveis de concentrações

nos sedimentos, algumas considerações devem ser feitas para que esta comparação seja melhor embasada:

- os métodos de extração para análise de metais utilizados em anos anteriores não eram tão eficientes como os utilizados hoje, como por exemplo, a não utilização de corretores interelementares para evitar sobreposição de resultados, ocasionando erros de quantificação;
- as técnicas utilizadas para quantificação atualmente são mais sensíveis, podendo-se detectar quantidades menores de contaminante;
- os limites de quantificação empregados em anos anteriores são maiores que os empregados atualmente, sendo que, em alguns casos, são maiores até que os valores orientadores do **Nível 1**, ocasionando pouca sensibilidade para a obtenção de concentrações baixas;
- estão sendo comparadas amostras coletadas em diferentes pontos amostrais e, também, entre diferentes profundidades, porém todas elas dentro do trecho do canal do porto de Santos;
- não está sendo levada em consideração a dinâmica dos sedimentos dentro do estuário, pois pelo fato do mesmo ser composto, em sua maior parte, de material de composição fina (silte e argila), o mesmo tende a percorrer o canal mais facilmente, ocorrendo a sedimentação em locais diferentes da mesma fração de sedimento, o que pode ocasionar diferenças nos valores de concentrações encontrados para amostras coletadas no mesmo ponto amostral com diferença de apenas alguns meses.

Após levar estes fatores em consideração, os dados históricos de metais foram utilizados como dados secundários para completar a lacuna deixada pelos pontos que foram descartados devido a metodologia inadequada utilizada pelo laboratório responsável pelas análises para quantificação dos mesmos.

f.1.4.5 Levantamento das concentrações de metais para o EIA/RIMA do aprofundamento do canal

Após o levantamento histórico dos dados de metais existentes no canal, e comprovando-se que é viável a utilização dos mesmos como dados secundários, foram adicionados, para efeito de uma melhor caracterização dos sedimentos, dados secundários referentes à micro região 3 pelo fato desta micro região ter ficado com poucos pontos amostrais devido a retirada dos pontos referentes a 2ª campanha de amostragem.

Os estudos pré existentes que tiveram pontos de coletas nesta micro região foram:

- Abessa (2002), com coletas realizadas em 1998
- CETESB (2001), com coletas realizadas em 1999

- CODESP-DTA (Alamoia / 6-ME) (2005a), com coletas realizadas em 2005
- EMBRAPORT-CPEA (2005), com coletas realizadas em 2005
- COSIPA-CPEA (2006), com coletas realizadas em 2006
- BTP-CPEA (em andamento), com coletas realizadas em 2008

Para efeito de uma melhor comparação, os pontos referentes aos dados secundários foram identificados como PSS 68 a PSS 109. Na Tabela 8.1.5.8-18 a seguir, são mostradas as designações originais destes pontos, o projeto original o qual os mesmos pertencem e a nova designação para a atual caracterização do sedimento para o aprofundamento do canal.

Tabela 8.1.5.8-18. Denominação dos pontos amostrais utilizados como secundários

Projeto	Denominação no projeto original	Denominação deste projeto de aprofundamento	Projeto	Denominação no projeto original	Denominação deste projeto de aprofundamento
BTP	PS-06-S	PSS 68	BTP	PS-01-S	PSS 68
	PS-07-S	PSS 69		PS-02-S	PSS 68
	PS-08-S	PSS 70		PS-03-S	PSS 68
Cosipa	SD-7	PSS 71		PS-04-S	PSS 68
	SD-8	PSS 68		PS-05-S	PSS 68
Abessa	5	PSS 68	Cosipa	SD-3	PSS 68
CETESB	VII	PSS 68		SD-4	PSS 68
	VIII	PSS 68		SD-5	PSS 68
Embraport	2	PSS 68		SD-5A	PSS 68
	19	PSS 68		SD-6	PSS 68
	21	PSS 68	Abessa	6	PSS 68
	23	PSS 68		7	PSS 68
	24	PSS 68	Codesp/Alamoia	1	PSS 68
	26	PSS 68		2	PSS 68
	29	PSS 68		3	PSS 68
	31	PSS 68		4	PSS 68
	33	PSS 68		5	PSS 68
	34	PSS 68		6	PSS 68
	35	PSS 68		7	PSS 68
	36	PSS 68	8	PSS 68	
		PSS 68	CETESB	V	PSS 68
		PSS 68		VI	PSS 68

Na Tabela 8.1.5.8 – 19 a seguir são mostrados os resultados de metais, tanto os levantados pela atual caracterização, quanto os dados secundários acima citados, utilizados para a caracterização do sedimento para o aprofundamento do canal.

Tabela 8.1.5.8 - 19. Resultados de metais para os pontos do aprofundamento juntamente com os dados secundários

	Pontos amostrais		PSS 11	PSS 12	PSS 13	PSS 14	PSS 15	PSST-51-2
	Profundidade		superfície	superfície	superfície	superfície	superfície	superfície
	CONAMA							
	Nível 1	Nível 2						
Arsênio	8,2	70	14,4	13,6	13,1	12,6	18,1	< 3,7
Cádmio	1,2	9,6	<0,81	< 0,68	<0,89	<0,93	<0,93	< 0,4
Chumbo	46,7	218	40,0	20,4	28,6	29,4	29,4	4,7
Cromo	81	370	31,3	35,3	37,7	38,9	37,4	10,0
Cobre	34	270	26,6	15,8	28,2	32,6	29,8	< 1,1
Níquel	20,9	51,6	14,0	15,0	17,1	16,9	16,9	2,90
Zinco	150	410	131	70	104	109	109	22,2
Mercúrio	0,15	0,71	0,40	< 0,15	0,37	0,38	0,42	< 0,04
	Pontos amostrais		PSST-52-2	PSST-53-2	PSST-54-2	PSST-55-2	PSST-56-2	PSST-57-2
	Profundidade		Prof 1 a 2 m	Prof 1 a 2 m	Prof 1 a 2 m	Prof 1 a 2 m	Prof 1 a 2 m	Prof 1 a 2 m
	CONAMA							
	Nível 1	Nível 2						
Arsênio	8,2	70	< 3,7	< 3,7	< 3,7	< 3,7	< 3,7	< 3,7
Cádmio	1,2	9,6	< 0,4	< 0,4	< 0,4	< 0,4	< 0,4	< 0,4
Chumbo	46,7	218	7,50	6,40	11,10	6,90	15,40	18,20
Cromo	81	370	11,7	11,4	17,9	16,4	19,9	29,3
Cobre	34	270	0,50	< 1,1	3,00	0,80	5,60	7,80
Níquel	20,9	51,6	4,0	3,9	6,7	5,9	7,2	11,2
Zinco	150	410	25,7	26,5	39,2	37,4	44,1	56,5
Mercúrio	0,15	0,71	< 0,04	< 0,04	< 0,04	< 0,04	< 0,04	< 0,04
	Pontos amostrais		PSST-58-2	PSST-59-1	PSST-59-2	PSST-60-1	PSST-60-2	PSST-61-1
	Profundidade		Prof 1 a 2 m	Prof 0 a 1 m	Prof 0 a 1 m	Prof 0 a 1 m	Prof 0 a 1 m	Prof 0 a 1 m
	CONAMA							
	Nível 1	Nível 2						
Arsênio	8,2	70	< 3,7	1,90	1,70	1,70	3,30	1,90
Cádmio	1,2	9,6	< 0,4	0,20	<0,4	<0,4	<0,4	0,10
Chumbo	46,7	218	12,0	7,0	4,7	17,6	18,7	18,4
Cromo	81	370	33,4	8,2	7,9	26,9	30,7	23,3
Cobre	34	270	4,30	2,60	3,20	9,40	10,10	9,60
Níquel	20,9	51,6	11,90	3,40	3,20	10,10	11,90	9,00
Zinco	150	410	54,0	25,	19,1	57,8	66,7	60,6
Mercúrio	0,15	0,71	< 0,04	<0,038	<0,038	<0,038	<0,038	<0,038

Tabela 8.1.5.8 - 19 (continuação). Resultados de metais para os pontos do aprofundamento juntamente com os dados secundários

	Pontos amostrais		PSST-61-2	PSST-62-1	PSST-62-2	PSST-63-1	PSST-63-2	PSS-64
	Profundidade		Prof 1 a 2 m	Prof 0 a 1 m	Prof 1 a 2 m	Prof 0 a 1 m	Prof 1 a 2 m	superfície
CONAMA								
	Nível 1	Nível 2						
Arsênio	8,2	70	1,70	2,00	1,90	1,80	1,50	1,80
Cádmio	1,2	9,6	0,10	0,10	<0,4	<0,4	<0,4	0,30
Chumbo	46,7	218	20,0	26,5	23,8	17,6	17,7	22,0
Cromo	81	370	28,3	31,0	30,9	24,2	24,8	23,5
Cobre	34	270	10,9	16,8	14,5	14,2	11,5	14,1
Níquel	20,9	51,6	10,7	12,0	11,9	9,4	9,6	9,2
Zinco	150	410	66,0	89,1	80,8	65,4	63,2	67,5
Mercurio	0,15	0,71	<0,038	<0,038	<0,038	<0,038	<0,038	<0,038
	Pontos amostrais		PSST-64-1	PSST-64-2	PSS-65	PSST-65-1	PSST-65-2	PSS-66
	Profundidade		Prof 0 a 1 m	Prof 1 a 2 m	superfície	Prof 0 a 1 m	Prof 1 a 2 m	superfície
CONAMA								
	Nível 1	Nível 2						
Arsênio	8,2	70	1,60	1,60	1,70	1,70	1,90	1,90
Cádmio	1,2	9,6	<0,4	<0,4	<0,4	0,10	<0,4	1,20
Chumbo	46,7	218	12,3	6,6	21,6	22,2	20,0	16,8
Cromo	81	370	15,6	8,7	26,5	29,5	28,8	28,7
Cobre	34	270	7,8	2,8	15,4	17,2	11,2	9,6
Níquel	20,9	51,6	6,2	3,5	10,5	11,6	11,2	11,0
Zinco	150	410	41,4	20,4	79,3	88,0	70,1	61,3
Mercurio	0,15	0,71	<0,038	<0,038	<0,038	<0,038	<0,038	<0,038
	Pontos amostrais		PSST-66-1	PSST-66-2	PSS-67	PSST-67-1	PSST-67-2	PSS 68
	Profundidade		Prof 0 a 1 m	Prof 1 a 2 m	superfície	Prof 0 a 1 m	Prof 1 a 2 m	superfície
CONAMA								
	Nível 1	Nível 2						
Arsênio	8,2	70	1,80	1,80	1,8	1,80	1,90	6,64
Cádmio	1,2	9,6	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,47
Chumbo	46,7	218	10,8	13,0	11,8	11,5	10,9	10,4
Cromo	81	370	25,4	32,0	32,9	23,2	22,8	23,9
Cobre	34	270	3,3	5,3	5,5	4,9	3,7	8,49
Níquel	20,9	51,6	9,6	11,8	12,3	9,0	8,7	8,87
Zinco	150	410	43,4	52,9	53,9	43,0	39,7	33,8
Mercurio	0,15	0,71	<0,038	<0,038	<0,038	<0,038	<0,038	n feito

Tabela 8.1.5.8 - 19 (continuação). Resultados de metais para os pontos do aprofundamento juntamente com os dados secundários

	Pontos amostrais		PSS 69	PSS 70	PSS 71	PSS 72	PSS 73	PSS 74	PSS 75
	Profundidade		superfície	superfície	superfície	superfície	superfície	superfície	superfície
	CONAMA								
	Nível 1	Nível 2							
Arsênio	8,2	70	5,65	5,85	6,75	12,5	n feito	n feito	n feito
Cádmio	1,2	9,6	<0,54	<0,45	<0,42	<0,89	0,92	< 0,5	< 0,5
Chumbo	46,7	218	18,4	9,64	14,1	32,5	23,5	37	< 25
Cromo	81	370	29,5	21,2	15,4	40,4	44,1	75	< 30
Cobre	34	270	19,7	8,00	9,3	29,6	n feito	24	10
Níquel	20,9	51,6	12,3	7,55	6,4	16,6	22,2	< 6	< 6
Zinco	150	410	62,4	26,8	51,4	121	284	93	40
Mercúrio	0,15	0,71	n feito	n feito	0,21	0,43	0,23	0,15	< 0,04
	Pontos amostrais		PSS 76	PSS 77	PSS 78	PSS 79	PSS 80	PSS 81	PSS 82
	Profundidade		superfície	superfície	superfície	superfície	superfície	superfície	superfície
	CONAMA								
	Nível 1	Nível 2							
Arsênio	8,2	70	2,54	6,25	6,67	5,88	6,53	12,4	12,9
Cádmio	1,2	9,6	< 0,36	< 0,44	< 0,41	< 0,44	< 0,42	< 0,76	< 0,8
Chumbo	46,7	218	7,25	18,7	14,6	18,5	29,8	30,5	33,8
Cromo	81	370	7,61	17,6	19,2	17,1	13,9	35,3	43
Cobre	34	270	6,74	10	11,2	11,8	7,46	26,2	29,6
Níquel	20,9	51,6	4,28	8,68	9,71	8,16	6,69	17,4	20,2
Zinco	150	410	30,4	92	79,1	63,5	47,7	144	114
Mercúrio	0,15	0,71	< 0,18	< 0,23	< 0,25	< 0,23	< 0,22	< 0,38	< 0,39
	Pontos amostrais		PSS 83	PSS 84	PSS 85	PSS 86	PSS 87	PSS 88	PSS 89
	Profundidade		superfície	superfície	superfície	superfície	superfície	superfície	superfície
	CONAMA								
	Nível 1	Nível 2							
Arsênio	8,2	70	10,5	12,7	14,0	11,4	11,1	<5,17	<5,36
Cádmio	1,2	9,6	< 0,66	< 0,64	< 0,96	< 0,68	< 0,57	<0,86	<0,89
Chumbo	46,7	218	26,3	34,2	37,9	24,3	30,6	29,8	26,1
Cromo	81	370	32,8	38,1	45,2	38,1	34,4	41,4	36,8
Cobre	34	270	21,8	23,6	34	19,7	26,9	38,6	31,4
Níquel	20,9	51,6	15,9	18,7	21,9	17,7	15,7	16,4	14,5
Zinco	150	410	91,3	103	127	78,2	82,2	122	94,5
Mercúrio	0,15	0,71	< 0,33	< 0,34	< 0,51	< 0,65	< 0,29	n feito	n feito

Tabela 8.1.5.8 - 19 (continuação). Resultados de metais para os pontos do aprofundamento juntamente com os dados secundários

	Pontos amostrais		PSS 90	PSS 91	PSS 92	PSS 93	PSS 94	PSS95	PSS 96
	Profundidade		superfície	superfície	superfície	superfície	superfície	superfície	superfície
	CONAMA								
	Nível 1	Nível 2							
Arsênio	8,2	70	5,67	<3,41	<2,88	12,3	11,5	9,77	7,93
Cádmio	1,2	9,6	<0,48	<0,57	<0,48	<0,57	<0,83	<0,58	<0,54
Chumbo	46,7	218	12,9	17,8	10,5	23,5	28,8	20,8	<1,09
Cromo	81	370	28,0	25,0	21,3	42,0	40,5	33,6	25,7
Cobre	34	270	9,62	22,2	9,90	31,4	26,8	21,4	<3,26
Níquel	20,9	51,6	10,5	9,77	8,08	21,9	18,5	15,8	<1,09
Zinco	150	410	38,5	60,2	38,6	93,3	118	99,4	<5,43
Mercúrio	0,15	0,71	n feito	n feito	n feito	3,43	1,71	0,51	0,31
	Pontos amostrais		PSS 97	PSS 98	PSS 99	PSS 100	PSS 101	PSS 102	PSS 103
	Profundidade		superfície	superfície	superfície	superfície	superfície	superfície	superfície
	CONAMA								
	Nível 1	Nível 2							
Arsênio	8,2	70	10,3	n feito	n feito	< 0,50	< 0,50	< 0,50	< 0,50
Cádmio	1,2	9,6	<0,51	0,99	0,42	< 0,20	< 0,20	< 0,20	< 0,20
Chumbo	46,7	218	15,3	19,2	39,7	8,44	9,55	11,7	11,2
Cromo	81	370	29,5	44,8	65,8	16,5	17,5	23,6	22,9
Cobre	34	270	18,0	n feito	n feito	27,5	36,5	32,5	24,7
Níquel	20,9	51,6	14,3	25,0	34,10	4,54	4,58	5,93	5,84
Zinco	150	410	73,6	86,9	152,8	41,7	47,5	54,6	52,9
Mercúrio	0,15	0,71	0,21	0,32	0,92	< 0,15	< 0,15	< 0,15	< 0,15
	Pontos amostrais		PSS 104	PSS 105	PSS 106	PSS 107	PSS 108	PSS 109	
	Profundidade		superfície	superfície	superfície	superfície	superfície	superfície	
	CONAMA								
	Nível 1	Nível 2							
Arsênio	8,2	70	< 0,50	< 0,50	< 0,50	< 0,50	n feito	n feito	
Cádmio	1,2	9,6	< 0,20	< 0,20	< 0,20	< 0,20	< 0,5	< 0,5	
Chumbo	46,7	218	12,2	9,86	9,45	11,1	30	84	
Cromo	81	370	23,6	18,7	13,7	21	40	37	
Cobre	34	270	19,2	17,8	8,67	19,4	23	43	
Níquel	20,9	51,6	7,11	4,74	5,4	5,63	< 6	< 6	
Zinco	150	410	63,3	46	42,4	51,7	93	159	
Mercúrio	0,15	0,71	< 0,15	< 0,15	< 0,15	< 0,15	0,22	0,22	

Pelo fato de alguns estudos pretéritos terem sido realizados em períodos anteriores a Resolução CONAMA 344, como já citado anteriormente, os mesmos foram comparados aos critérios canadenses de TEL e PEL, no entanto, para efeito de comparação com os dados do atual estudo de caracterização, adotou-se os valores orientadores de **Nível 1** e **Nível 2**, visto que estes são os critérios atualmente utilizados

Cabe ressaltar que os dados secundários apresentados são referentes somente a fração superficial do sedimento, sendo assim, somando-se os pontos dos dados secundários e os pontos da caracterização atual, são consideradas para a caracterização total dos sedimentos, 51 amostras para sedimento superficial (9 do atual projeto e 42 dos dados secundários), 09 amostras de sedimento referentes à profundidade até 1 m e 17 amostras de sedimento referentes à profundidade de 1 a 2 m, totalizando assim 95 amostras

Com relação especificamente aos dados secundários para metais foram encontradas concentrações nos sedimentos superficiais acima do **Nível 1** para arsênio em 12 pontos amostrais, cádmio em 2 pontos, chumbo em 2 pontos, cobre em 2 pontos, cromo em 2 pontos, níquel em 5 pontos, zinco em 2 pontos e mercúrio em 10 pontos e, acima do **Nível 2** foram obtidas concentrações de zinco em 1 ponto e mercúrio em 3 pontos.

Levando-se em consideração os dados obtidos pela presente caracterização de um total de 35 amostras (9 de superfície, 9 até 1 m e 17 entre 1 e 2 m) foram encontradas concentrações de metais acima do **Nível 1** para arsênio em 5 amostras e mercúrio foi encontrado acima do **Nível 2** em 4 amostras.

Nas Tabelas 8.1.5.8-20 e 8.1.5.8-21 são mostrados os pontos cujas concentrações de metais excederam o **Nível 1** da Resolução CONAMA 344/04, somente para os metais encontrados no estudo atual de caracterização do sedimento.

Tabela 8.1.5.8-20. Pontos amostrais com concentrações acima do Nível 1 para arsênio

Região	Pontos amostrais
Barra - Fortaleza	nd
Fortaleza – Torre Grande	nd
Torre Grande - Alemoa	PSS 11, PSS 12, PSS 13, PSS 14, PSS 15

nd: não detectado

Tabela 8.1.5.8-21. Pontos amostrais com concentrações acima do Nível 1 para mercúrio

Região	Pontos amostrais
Barra - Fortaleza	nd
Fortaleza – Torre Grande	nd
Torre Grande - Alemoa	PSS 11, PSS 13, PSS 14, PSS 15

nd: não detectado

Na Tabela 8.1.5.8-22 a seguir, são mostradas as concentrações dos metais acima do **Nível 1** existentes nos estudos pretéritos para a micro região 3.

Tabela 8.1.5.8-22. Pontos amostras com concentrações de metais acima do **Nível 1** para os dados secundários de estudos pretéritos

Metal	Torre Grande - Alemoa
Arsênio	PSS 72, PSS 81, PSS 82, PSS 83, PSS 84, PSS PSS 85, PSS 86, PSS 87, PSS 93, PSS 94, PSS 95, PSS 97
Chumbo	PSS 109
Cobre	PSS 88, PSS 101, PSS 109
Níquel	PSS 73, PSS 85, PSS 93, PSS 98, PSS 99
Mercúrio	PSS 71, PSS 72, PSS 73, PSS 95, PSS 96, PSS 97, PSS 98, PSS 108, PSS 109
Zinco	PSS 99, PSS 109

Na Tabela 8.1.5.8-23 a seguir são mostradas os pontos cujas concentrações de mercúrio foram acima do **Nível 2** nos estudos pretéritos para a micro região 3.

Tabela 8.1.5.8-23. Pontos amostras com concentrações de metais acima do **Nível 2** para os dados secundários de estudos pretéritos

Metal	Torre Grande - Alemoa
Mercúrio	PSS 93, PSS 94, PSS 99

Os metais Arsênio, Cádmio, Chumbo e Mercúrio são considerados prioritários pela Resolução Conama 344/01 e, quando encontrados acima do **Nível 1**, conseqüentemente há necessidade de estudos complementares para a avaliação do comportamento destes metais nos sedimentos, principalmente no que diz respeito a sua disponibilidade. No entanto, ressalta-se que encontrando-se concentrações acima do **Nível 2** para outros metais diferentes destes acima citados, estudos complementares também podem ser necessários. Cabe ressaltar que a concentração estabelecida para arsênio para **Nível 1** é inferior às concentrações consideradas background por Turekian e Wedepohl (1961) para o folhelho médio e para argila marinha profunda (13 mg/kg), e muito próxima ao valor de background (Bowen, 1979) para o sedimento médio (7,7 mg/kg). Em relação às concentrações background de mercúrio, para o sedimento médio, Bowen (1979) apresenta o valor de 0,19 mg/kg, que é superior ao valor estabelecido para o **Nível 1**. Assim, como já preconizado na Resolução CONAMA 344/04, estudos complementares devem ser realizados para confirmar a biodisponibilidade e a toxicidade destes elementos, ao menos nos sedimentos que apresentam concentrações destes contaminantes entre os níveis 1 e 2.

De forma geral, ao longo do trecho investigado, a contaminação de metais parece ser uniforme nos sedimentos das 3 profundidades (superfície, 0 a 1 metro e 1 a 2 metros).

Com relação especificamente ao mercúrio, a presença do mesmo nos sedimentos do estuário de Santos é bem relatada desde 1979. Diversos trabalhos apontam para a presença deste elemento em concentrações superiores ao **Nível 2** da Resolução CONAMA 344/04 (0,71 mg/kg), como por exemplo Tommasi (1979), CETESB. (2001), Luiz-Silva *et al.* (2002) e Siqueira *et al.* (2005).

Luiz-Silva *et al.* (2006) também realizou um trabalho em alguns rios e tributários ao longo do estuário de Santos com a finalidade de identificar valores de background para vários metais. Entre os elementos estudados, o valor estimado de background para arsênio esteve entre 12 e 14 mg/kg, para cádmio entre 0,11 e 0,12 mg/kg, para chumbo entre 14 e 15 mg/kg e para mercúrio entre 0,08 e 0,17 mg/kg. Ressalta-se que para alguns metais, estes valores de background são superiores aos apresentados como nível 01, como por exemplo o arsênio e o mercúrio.

f.1.5 Bifenilas policloradas (PCB)

Nenhuma das sete bifenilas analisadas foi quantificada acima dos respectivos limites de quantificação nas amostras de sedimento coletadas e, conseqüentemente, não foram encontrados PCB totais nas amostras coletadas nas seções do canal.

f.1.6 Hidrocarbonetos policíclicos aromáticos - HPA

Os HPA, segundo a Resolução Conama 344/04, são divididos em dois grupos de compostos. Os compostos do grupo A são considerados prioritários e despertam maior preocupação que os demais compostos do grupo B, mesmo quando os elementos deste grupo são encontrados acima do **Nível 1**. Havendo a intenção de disposição marinha dos sedimentos dragados, assim como ocorre para o caso dos metais, se houver a detecção dos HPA nesta matriz ambiental (grupo A acima do **Nível 1** ou grupo B acima do **Nível 2**), é necessária a realização de estudos complementares para a observação de uma possível disponibilidade destes compostos à biota aquática..

Entre os compostos orgânicos semi-voláteis analisados nas amostras de sedimento de superfície, de 0 a 1 metro e de 1 a 2 metros na região do porto de Santos, alguns dos compostos foram quantificados acima do **Nível 1** do CONAMA 344/2004. As tabelas mostradas a seguir, trazem os pontos amostras cujas concentrações de dibenzo(a,h)antraceno, fluoreno, acenafteno, benzo(a)antraceno e antraceno excederam os limites do **Nível 1**.

Tabela 8.1.5.8-24. Pontos amostrais com concentrações acima do Nível 1 para dibenzo(a,h)antraceno

Região	Pontos amostrais
Barra - Fortaleza	PSS 25-2, PSS 26-2
Fortaleza – Torre Grande	PSS 31-2, PSS 33-1, PSS 33-2, PSS 59-1, PSS 60-1, PSS 60-2, PSS 61-1, PSS 61-2, PSS 62-1, PSS 62-2, PSS 63-1, PSS 63-2
Torre Grande - Alemoa	PSS 13, PSS 34, PSS 38, PSS 38-1, PSS 38-2, PSS 39, PSS 39-1, PSS 39-2, PSS 40, PSS 40-1, PSS 40-2, PSS 41, PSS 41-2, PSS 42, PSS 42-1, PSS 42-2, PSS 43, PSS 43-1, PSS 43-2, PSS 45, PSS 45-1, PSS 45-2, PSS 47, PSS 47-1, PSS 47-2, PSS 48, PSS 48-1, PSS 48-2, PSS 49, PSS 49-1, PSS 49-2, PSS 64, PSS 65, PSS 65-1, PSS 65-2, PSS 67-1

nd: não detectado

Tabela 8.1.5.8-25. Pontos amostrais com concentrações acima do Nível 1 para fluoreno

Região	Pontos amostrais
Barra - Fortaleza	nd
Fortaleza – Torre Grande	PSS 59-1
Torre Grande - Alemoa	PSS 36, PSS 36-2, PSS 38, PSS 39, PSS 39, PSS 39-1, PSS 39-2, PSS 40-1, PSS 40-2, PSS 42, PSS 42-1, PSS 42-2, PSS 43, PSS 43-1, PSS 43-2, PSS 45-2, PSS 49, PSS 49-1, PSS 49-2

nd: não detectado

Tabela 8.1.5.8-26. Pontos amostrais com concentrações acima do Nível 1 para acenafteno

Região	Pontos amostrais
Barra - Fortaleza	nd
Fortaleza – Torre Grande	PSS 33-1, PSS 33-2
Torre Grande - Alemoa	PSS 12, PSS 40, PSS 40-1, PSS 40-2, PSS 42, PSS 42-1, PSS 42-2, PSS 43-2, PSS 45-1, PSS 49, PSS 49-1, PSS 49-2

nd: não detectado

Tabela 8.1.5.8-27. Pontos amostrais com concentrações acima do Nível 1 para benzo(a)antraceno

Região	Pontos amostrais
Barra - Fortaleza	nd
Fortaleza – Torre Grande	PSS 59-1, PSS 62-1
Torre Grande - Alemoa	PSS 40, PSS 40-2, PSS 45, PSS 45-1, PSS 45-2

nd: não detectado

Tabela 8.1.5.8-28. Pontos amostrais com concentrações acima do Nível 1 para antraceno

Região	Pontos amostrais
Barra - Fortaleza	nd
Fortaleza – Torre Grande	PSS 59-1, PSS 62-1
Torre Grande - Alemoa	PSST 49-2

nd: não detectado

Tabela 8.1.5.8-29. Pontos amostrais com concentrações acima do Nível 1 para benzo(a)pireno

Região	Pontos amostrais
Barra - Fortaleza	nd
Fortaleza – Torre Grande	PSS 59-1, PSS 60-2, PSS 61-1, PSS 62-6PSS 62-1
Torre Grande - Alemoa	nd

nd: não detectado

Com relação especificamente ao ponto amostral 59 na profundidade até 1 m, localizado na micro região da Fortaleza até a Torre Grande, foram encontradas concentrações acima do **Nível 1** para criseno, fluoranteno, pireno e fenantreno.

Segundo CETESB (2001), as principais fontes dos hidrocarbonetos policíclicos aromáticos para o ambiente são a atividade microbiana, descarte de resíduos originados da incineração do lixo, produção de asfalto e óleo cresoto, queima de combustíveis fósseis e o aporte de esgotos domésticos e efluentes industriais. É bem conhecido que o canal do porto de Santos recebe, há décadas, a maioria dos esgotos oriundos da cidade de Cubatão, assim como o efluente do pólo industrial e petroquímico instalado no entorno do canal. Esta premissa corrobora o fato de ter sido encontrado concentrações de HPA em quase toda a extensão com canal.

É observado, também, um gradiente nas concentrações dos HPA, com aumento acentuado na direção interna do canal de Santos, mais especificamente, na região da Torre Grande até Alemoa, sendo que este mesmo padrão já foi observado por outros estudos realizados no mesmo local (Abessa, 2002; Medeiros, 2000)

f.1.7 Pesticidas organoclorados – POC

Conforme apresentado nas Tabelas acima, somente dieldrin foi quantificado no ponto PSS 59-1 (Fortaleza – Torre Grande) e no ponto amotral 65-2 (Torre Grande – Alemoa) acima dos valores orientadores do **Nível 1**.

A presença de Dieldrin já foi detectada nos sedimentos por Tommasi em 1979, sendo que as prováveis fontes deste composto halogenado (1979) são os aterros irregulares presentes na região, assim como os efluentes industriais (CETESB, 2001).

f.2 Resultados ecotoxicológicos no sedimento

f.2.1 Teste de toxicidade crônica com *Lytechinus variegatus* e toxicidade aguda com *Tiburonella viscana*

Os laudos contendo os resultados do teste de toxicidade crônica e aguda estão apresentados no Anexo no final deste Capítulo.

Retirando os pontos amostrais referentes à cota inserida dentro da licença de operação já emitida pela Secretaria de Meio Ambiente, e pelo fato dos testes terem sido realizados somente na fração superficial do sedimento, aqui serão reportados os testes de toxicidade, tanto crônica como aguda, realizados somente em 26 amostras, correspondentes a micro região da Torre Grande até a Alemoa.

Das amostras analisadas 18 (ou 69 % do total de pontos superficiais) apresentaram toxicidade crônica para o ensaio empregado com *Lytechinus variegatus*. Para os testes de toxicidade aguda com *Tiburonella viscana* realizados nos mesmos pontos para toxicidade crônica, 22 das 26 amostras (ou 85 % do total de amostras) apresentaram toxicidade para o ensaio empregado.

Nas Tabelas 8.1.5.8-30 e 8.1.5.8-31 apresentadas a seguir são mostrados os pontos onde foram encontradas toxicidade aguda e crônica para a fração superficial dos sedimentos.

Tabela 8.1.5.8-30. Pontos amostrais que apresentaram toxicidade crônica para *Lytechinus variegatus* para os sedimentos superficiais

Região	Pontos amostrais
Barra - Fortaleza	nr
Fortaleza – Torre Grande	nr
Torre Grande - Alemoa	PSS 12, PSS 13, PSS 15, PSS 34, PSS 35, PSS 36, PSS 37, PSS 38, PSS 39, PSS 40, PSS 42, PSS 43, PSS 44, PSS 47, PSS 48, PSS 49, PSS 50, PSS 64

nr: não realizados

Tabela 8.1.5.8-31. Pontos amostrais que apresentaram toxicidade aguda para *Tiburonella viscana* para os sedimentos superficiais

Região	Pontos amostrais
Barra - Fortaleza	nr
Fortaleza – Torre Grande	nr
Torre Grande - Alemoa	PSS 13, PSS 15, PSS 35, PSS 36, PSS 37, PSS 38, PSS 39, PSS 40, PSS 41, PSS 42, PSS 43, PSS 44, PSS 45, PSS 46, PSS 47, PSS 48, PSS 49, PSS 64, PSS 65, PSS 66, PSS 67

nr: não realizados

De acordo com a Resolução CONAMA 344, testes de toxicidade devem ser realizados em pontos amostrais onde são encontrados os contaminantes prioritários. Para o presente caso, independente de ter encontrado ou não estes contaminantes, os testes de toxicidade foram realizados para todos os sedimentos superficiais em todos os pontos amostrais. Sendo assim, devido ao fato que em alguns pontos foi encontrada toxicidade e não foram encontradas concentrações destes contaminantes prioritários acima dos níveis orientadores, acaba tornando, para estes

determinados pontos, a relação toxicidade e contaminação inconclusiva para poder inferir a respeito do destino do sedimento.

Cabe ressaltar que pelo fato destes sedimentos serem caracterizados como reduzidos, devido aos valores de E_H obtidos, uma das conseqüências pode ser a produção de amônia e, segundo a ABNT (2006) altos valores deste analito, por si só, pode causar efeito tóxico sobre os organismos utilizados para os testes de toxicidade. Além disto, a granulometria fina característica destes sedimentos também pode interferir, ocasionando resultados falsos positivos.

g. Mapas de contaminações

Com intuito de uma melhor visualização das áreas contidas dentro do canal de Santos onde há a incidência de contaminantes abaixo do **Nível 1**, entre os níveis 1 e 2 e acima do **Nível 2** do CONAMA 344/04, foram feitos mapas de contaminações para arsênio, mercúrio e dibenzo(a,h)antraceno, pelo fato destes terem sido encontrados em um maior número de pontos amostrais com concentrações acima do **Nível 1**, além de fazerem parte da lista de contaminantes prioritários da resolução. Nas Figuras 8.1.5.8-6 a 8.1.5.8-14 são mostrados os mapas feitos para os três contaminantes separados por profundidade, levando-se em consideração somente a cota para profundamento do canal.

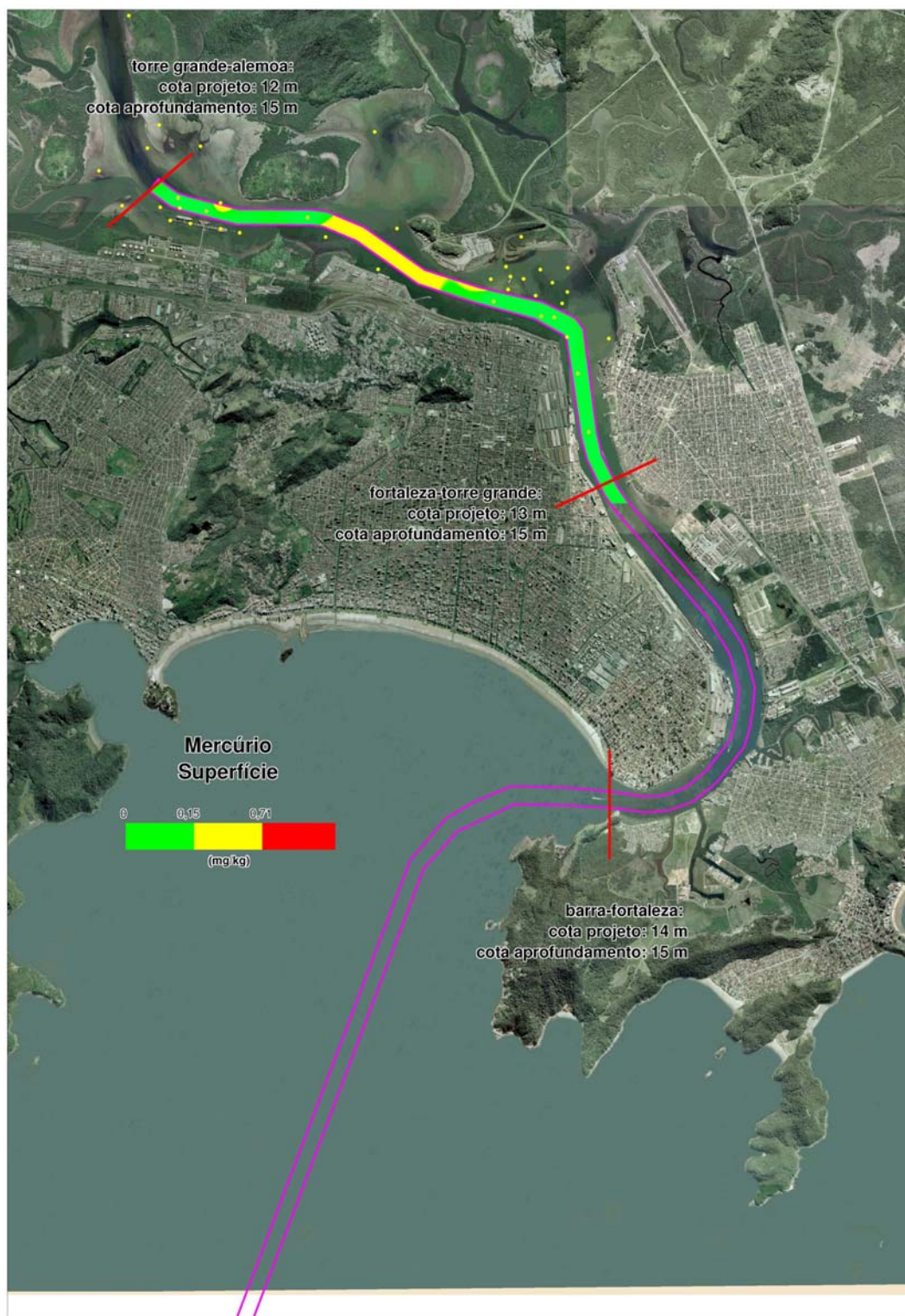


Figura 8.1.5.8-6. Mapa de contaminação para mercúrio para o sedimento superficial

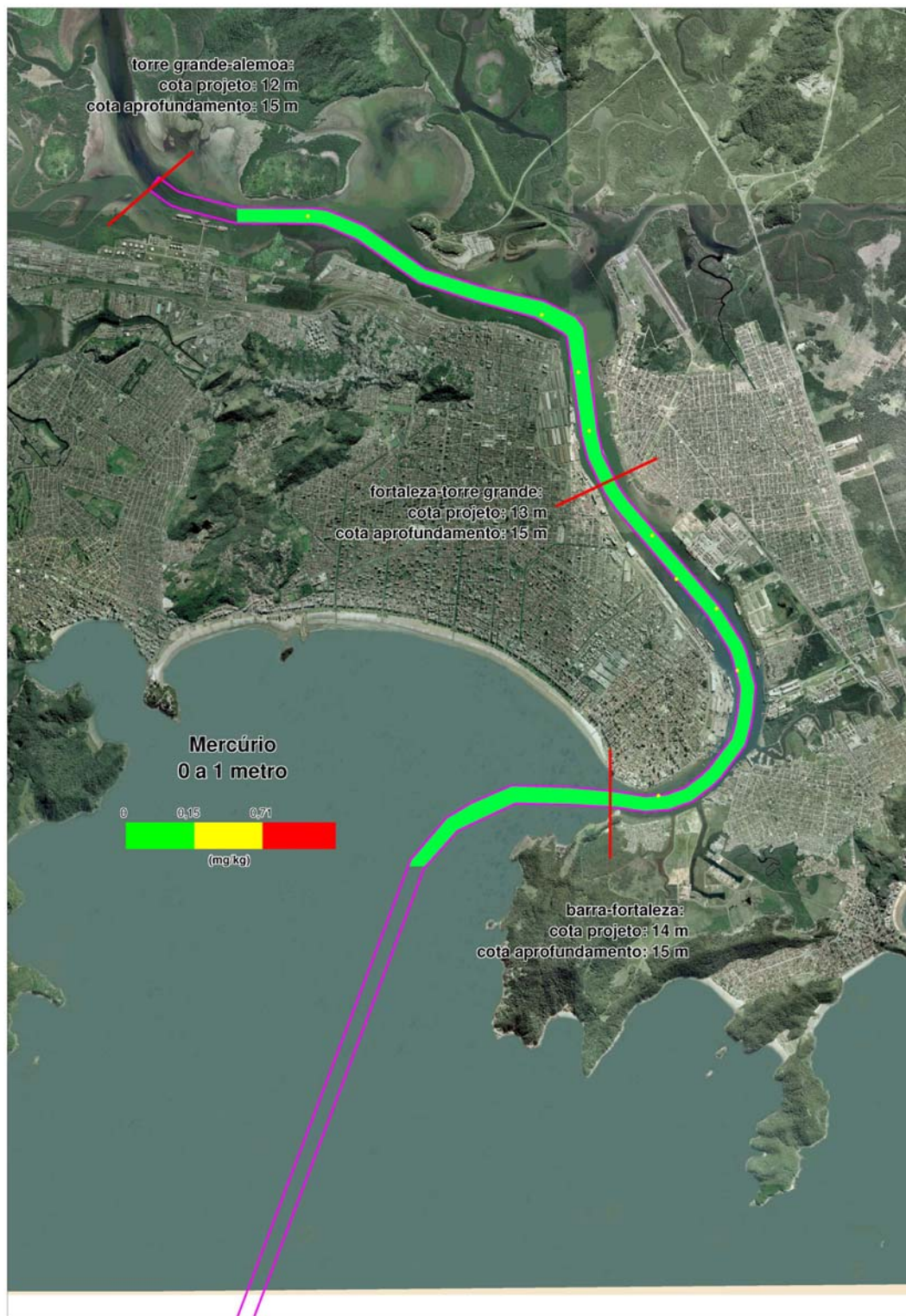


Figura 8.1.5.8-7. Mapa de contaminação para mercúrio para o sedimento na profundidade entre 0 e 1 m

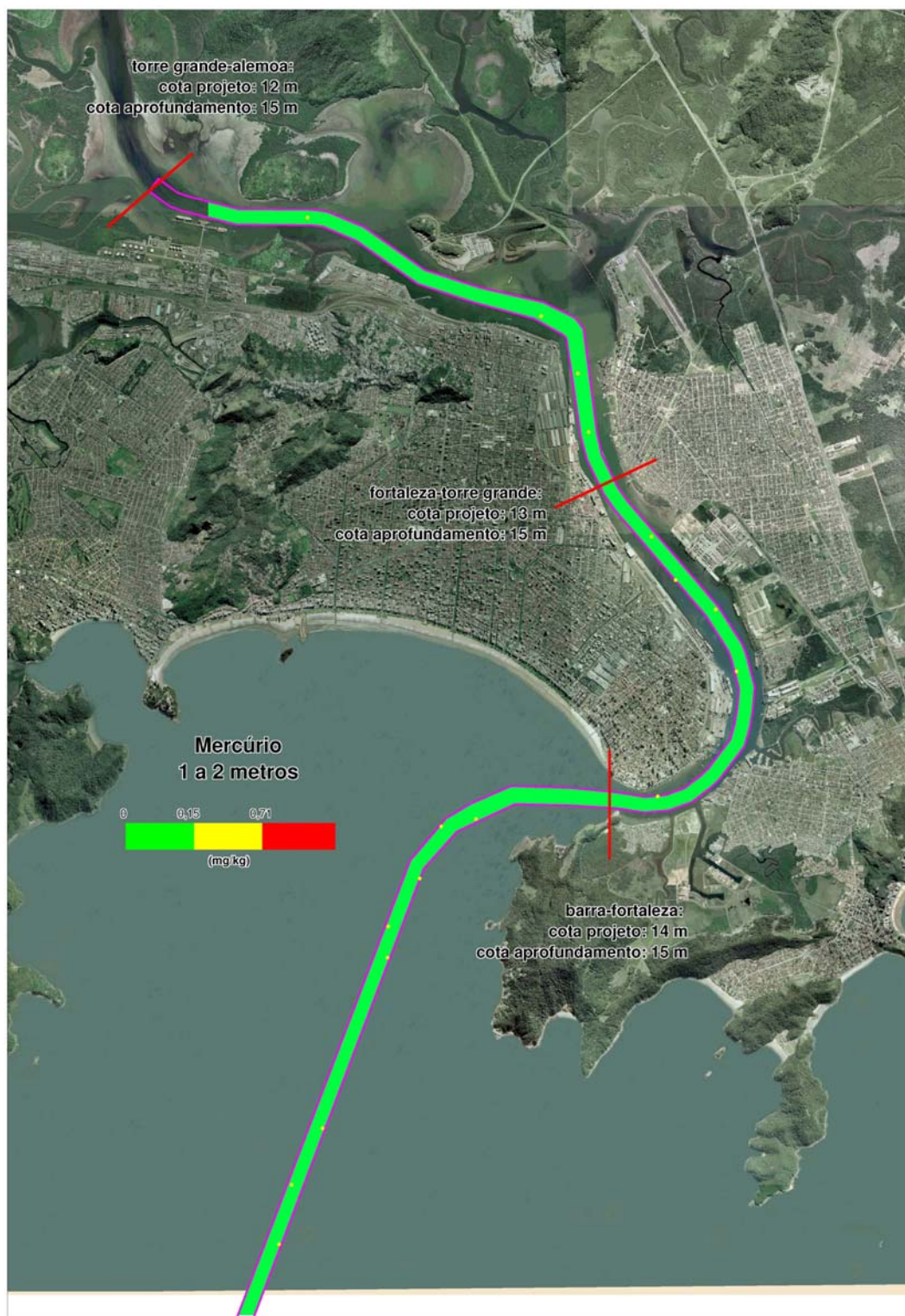


Figura 8.1.5.8-8. Mapa de contaminação para mercúrio para o sedimento na profundidade entre 1 e 2 m

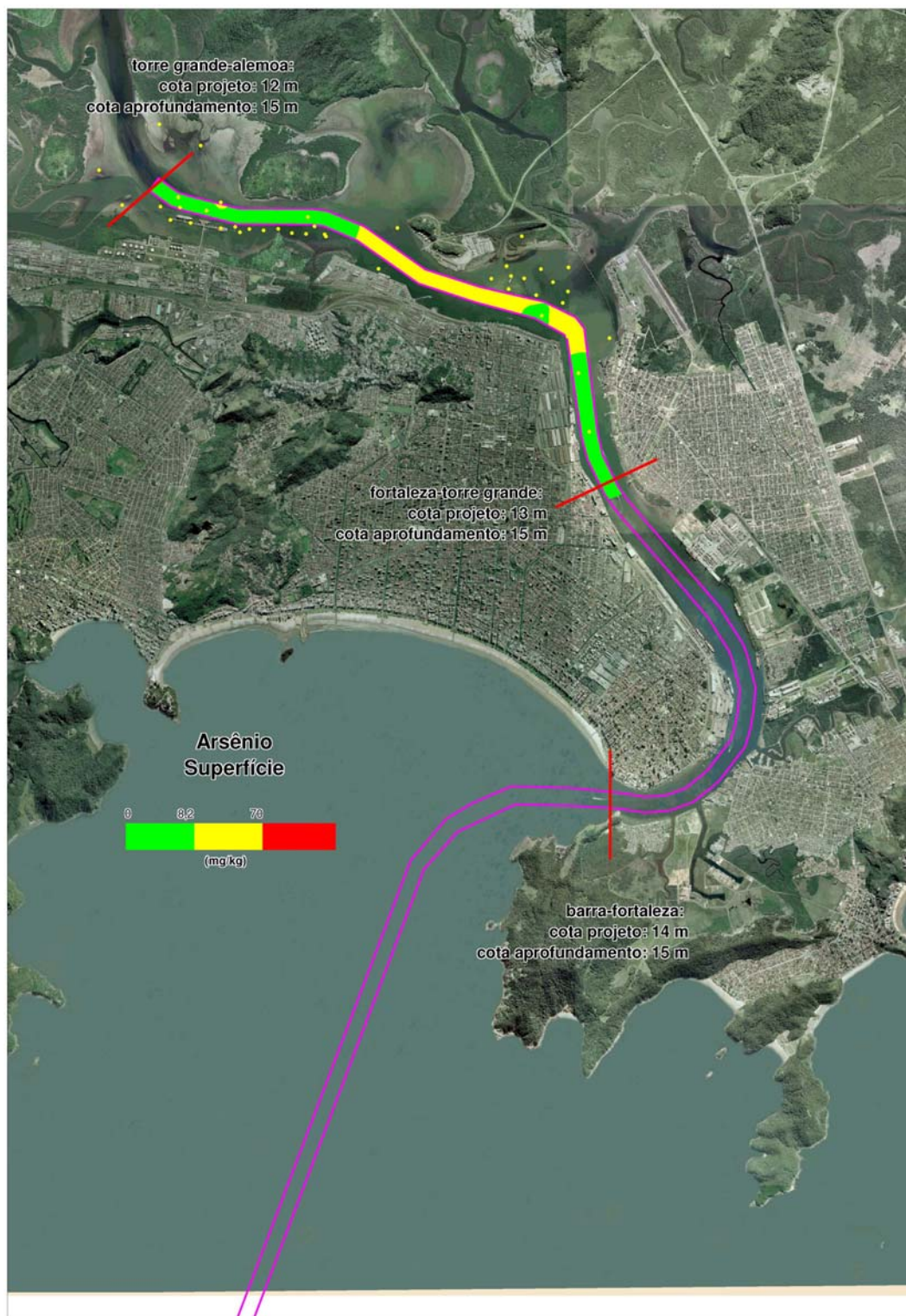


Figura 8.1.5.8-9. Mapa de contaminação para arsênio para o sedimento superficial

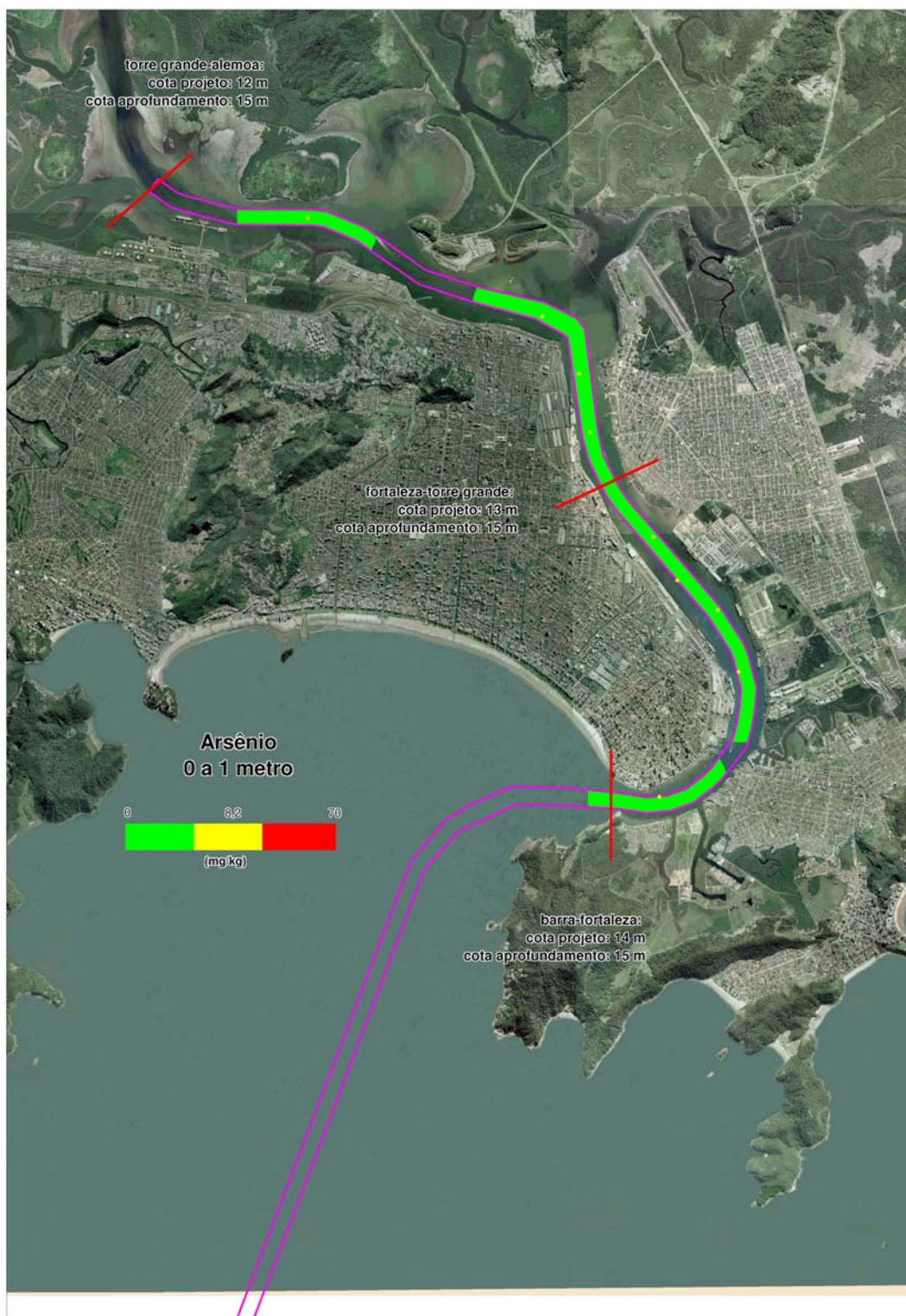


Figura 8.1.5.8-10. Mapa de contaminação de arsênio para o sedimento na profundidade entre 0 e 1 m

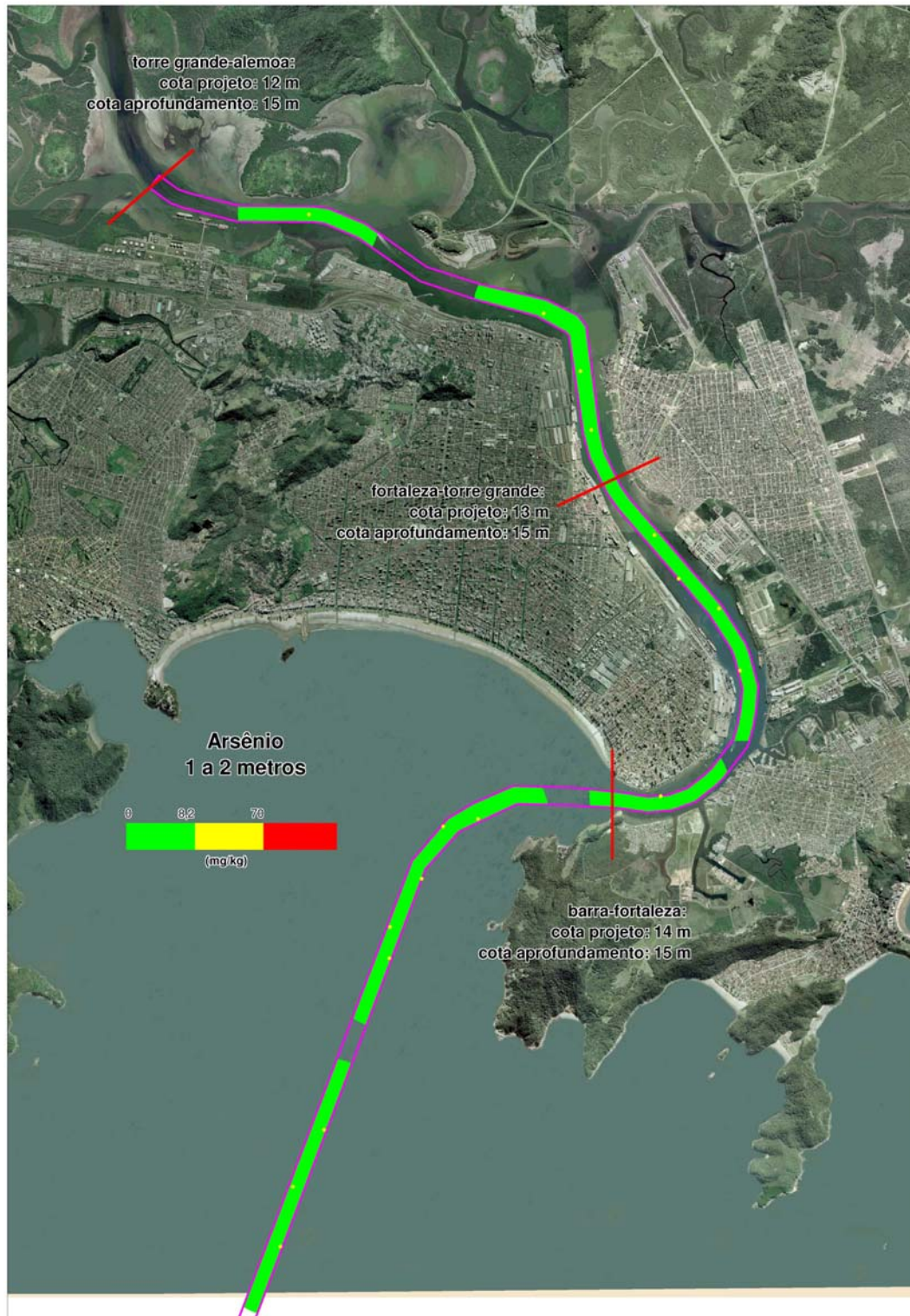


Figura 8.1.5.6-11. Mapa de contaminação para arsênio para o sedimento na profundidade entre 1 e 2 m

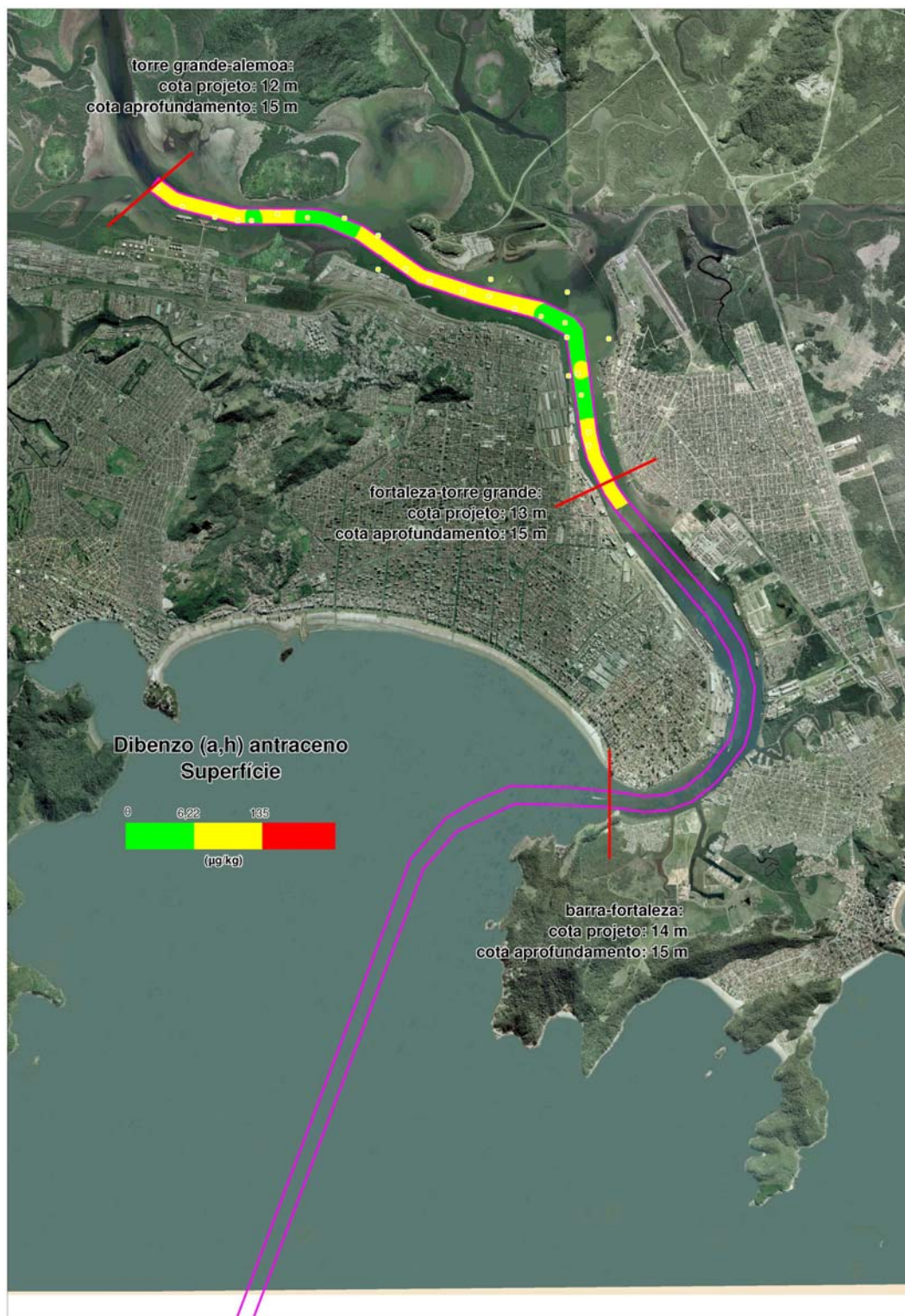


Figura 8.1.5.8-12. Mapa de contaminação para dibenzo(a,h)antraceno para o sedimento superficial

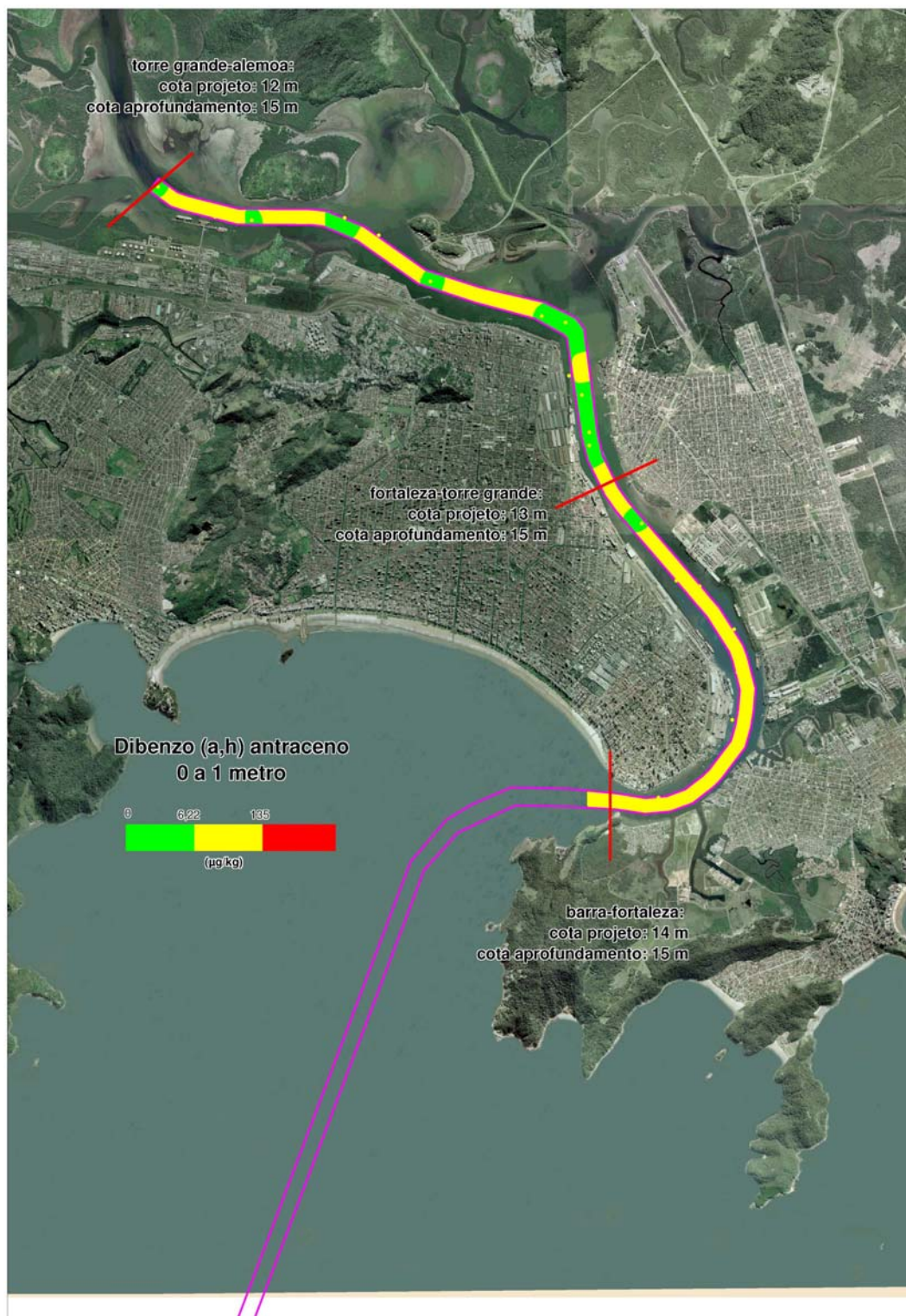


Figura 8.1.5.8-13. Mapa de contaminação para dibenzo(a,h)antraceno para o sedimento na profundidade entre 0 e 1 m

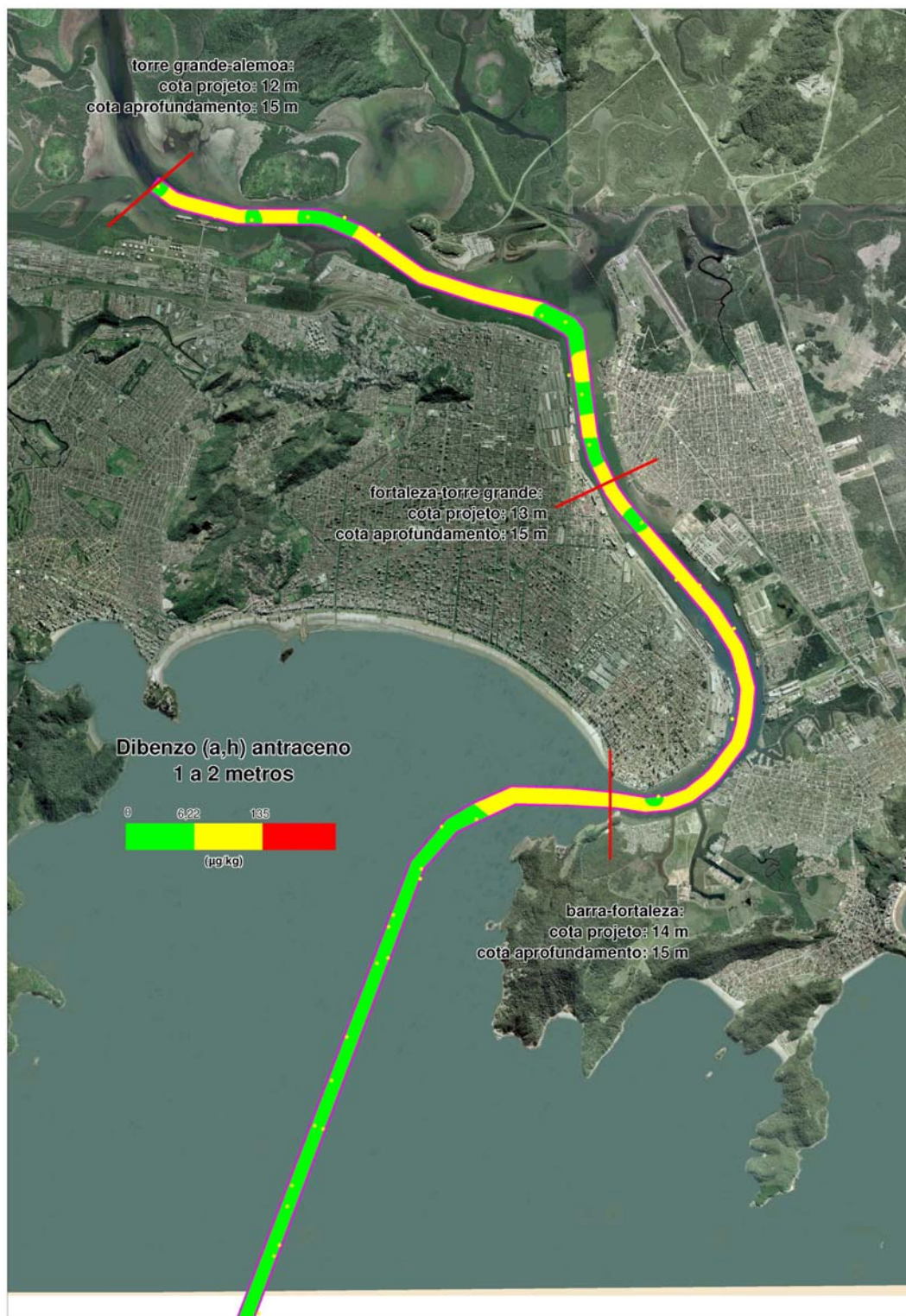


Figura 8.1.5.8-14. Mapa de contaminação para dibenzo(a,h)antraceno para o sedimento na profundidade entre 1 e 2 m

Com relação aos dados de superfície, somente está contemplada a micro região compreendida entre a Torre Grande e a Alemoa, sendo que não foram obtidas concentrações acima do **Nível 2** para os três contaminantes. Para o caso do arsênio e mercúrio, entre a Ilha Barnabé e a Ilha dos Bagres foram encontradas concentrações acima do **Nível 1**, enquanto que para o dibenzo(a,h)antraceno, além desta região, em fente ao Largo do Caneu e próximo a Torre Grande também foram obtidas concentrações acima do **Nível 1**.

Observando-se os mapas referentes à profundidade até 1 m, somente foram obtidas concentrações de dibenzo(a,h)antraceno acima do **Nível 1**, praticamente ao longo de todo o canal, sendo que próximo a Fortaleza foram obtidos os maiores valores. Cabe ressaltar que a região entre a Barra até a Fortaleza não são contemplados os pontos nesta profundidade, devido justamente ao fato de estar levando em consideração somente a cota para aprofundamento.

Para o caso da profundidade entre 1 e 2 m, o mesmo padrão foi obtido que o caso anterior, ou seja, somente foram obtidas concentrações acima do **Nível 1** para o dibenzo(a,h)antraceno praticamente ao longo de quase todo o canal. Para esta profundidade, foi levado em consideração todo o canal, inclusive a Barra, também em função da cota de aprofundamento.

Fazendo uma análise dos resultados obtidos pelos mapas de contaminações em conjunto com os resultados do tratamento estatístico realizado entre os dados históricos e os dados do aprofundamento do canal, pode-se inferir que, apesar de ter sido encontrada concentrações acima do **Nível 1** para dibenzo(a,h)antraceno em praticamente todas as profundidades, os resultados obtidos pelo estudo atual são iguais, como é o caso do arsênio, ou menores, caso do mercúrio e do próprio dibenzo(a,h)antraceno, que os resultados da caracterização histórica. Por este motivo, pode-se inferir sobre a possibilidade destes sedimentos poderem ser dispostos no oceano em virtude dos mesmos apresentarem um potencial de diminuição dos níveis de contaminação que proporcionem efeitos adversos à biota, tanto por causa tanto da implantação do Programa Primário de Controle de Poluentes pela CETESB, quanto das dragagens anteriormente realizadas, que serviram como um processo de remediação com a retirada do sedimento superficial com maior nível de contaminação.

8.1.5.9 Conclusões

Com base nos resultados da caracterização dos sedimentos do Canal do Porto de Santos pode-se concluir preliminarmente que, com relação à granulometria, os sedimentos apresentam grande predominância de silte e argila, ou seja, favorecem a adsorção e complexação de alguns tipos de contaminantes, como por exemplo, os metais. Os hidrocarbonetos policíclicos aromáticos foram a classe de contaminantes encontrados em maior quantidade ao longo do trecho do canal, o que indica o aporte de esgotos domésticos e industriais, oriundos tanto da cidade de Cubatão como do pólo industrial petroquímico instalado no entorno do canal.

Pelos resultados obtidos, a porção interna do canal, próximo a saída do canal de Piaçaguera, é a que apresenta os maiores níveis de concentrações de contaminantes, refletindo assim a influência de

uma porção do canal que recebe um grande aporte tanto de esgotos domésticos quanto o oriundo do pólo industrial presente nesta região.

Os testes de toxicidade por si só podem ser inconclusivos, visto que em vários pontos amostrais que demonstraram toxicidade, não foram obtidas concentrações de outros contaminantes. Deve-se levar em consideração que existem outros fatores que podem influenciar nos testes de toxicidade, como, por exemplo, a granulometria do sedimento utilizado para a realização dos testes.

O tratamento estatístico revelou uma tendência à diminuição dos valores de concentrações de contaminantes quando comparados aos dados pretéritos, podendo-se inferir a eficiência, entre outras providências, da implantação do Programa Primário de Controle de Poluentes pela CETESB. Isto demonstra uma melhora na qualidade dos sedimentos, mesmo que ainda são encontradas concentrações acima do **Nível 1** da Resolução CONAMA 344.

8.1.6 Fontes Potenciais de Poluição

As fontes potenciais de poluição com interferência no sistema hídrico da Baixada Santista estão relacionadas à pela presença de atividades portuárias e industriais bem como pela ocupação humana, não sendo relevantes as cargas oriundas das atividades agrícolas.

A análise das cargas potenciais e remanescentes decorrentes do uso público da água e esgotamento sanitário é apresentada em detalhes no item referente às Estruturas Hidráulicas – Item 8.1.5 - Recursos Hídricos e Qualidade das Águas deste EIA.

Cabendo à Cetesb o controle das fontes potenciais de poluição, inclusive a relativa aos recursos hídricos, em consulta realizada à sua Agência Ambiental de Santos, foram informadas as fontes industriais, não públicas, em sua área de atuação, conforme a Tabela 8.1.5.7-1.

Tabela 8.1.5.7-1 - Fontes de Poluição não Públicas sob Controle da Cetesb - Santos

Empresa	Município	Atividade	Carga Poluidora
Aliança Sociedade Comercial de Pesca Ltda.	Guarujá	Preparação de Pescado	3,4786 t/ano (orgânica)
Companhia Nacional de Frigoríficos – CONFRIO	Guarujá	Beneficiamento de Pescado	Encerrou as atividades
Cooperativa Mista de Pesca Nipo-Brasileira	Guarujá	Beneficiamento de Pescado	Encerrou as atividades
Multimares Reciclagem Agro Industrial Ltda.	Itanhaém	Fabricação de Farinha de Peixe	22,475 t/ano (orgânica)
Fragata Comércio de Pescados Ltda.	Santos	Beneficiamento de Pescado	Encerrou as atividades
Sociedade Anônima Alcyon Indústria de Pesca	Santos	Beneficiamento de Pescado	1,45 t/ano (orgânica)
Taiyo Indústria de pesca S.A.	Santos	Industrialização de Pescado	6,5584 t/ano (orgânica)

Para o detalhamento apresentado a seguir, os dados e informações foram obtidos em publicações disponibilizadas pela Cetesb, destacando-se entre outros o Relatório de Qualidade Ambiental do Estado de São Paulo (2006) e o Relatório Técnico Sistema Estuarino de Santos e São Vicente – Procop (2001).

Para a interpretação do comportamento dos compostos industriais, domésticos e portuários presentes no sistema estuarino, e a identificação das possíveis origens desses poluentes, foram identificadas as fontes locais com potencial de emissão de possíveis poluentes. No entanto, deve-se ressaltar que não há, a priori, vínculo obrigatório entre o poluente detectado no ambiente e uma fonte potencial de poluição específica.

Os dados relativos às fontes potenciais de poluição encontram-se na Tabela 8.1.5.7-2 (indústrias), Tabela 8.1.5.7-3 (terminais portuários) e Tabela 8.1.5.7-4 (áreas contaminadas e locais de disposição de resíduos sólidos). A localização dessas fontes pode ser visualizada nas Figuras 8.1.5.7-1, 8.1.5.7-2 e 8.1.5.7-3.

Deve ser ressaltado que os dados apresentados nas Tabelas 8.1.5.7-2, 8.1.5.7-3 e 8.1.5.7-4, foram extraídas do Relatório da PROCOP (2001), os quais foram disponibilizadas pela Cetesb. Para outras substâncias, como por exemplo, Hidrocarbonetos Poliaromáticos - PAHs, Dioxinas e Furanos, não existem informações para discriminar suas fontes, estando, no entanto, associadas a diversos processos produtivos existentes na região. Com relação aos Bifenis Policlorados - PCBs, sua presença pode estar associada ao uso pretérito de Ascarel em transformadores de energia.

Tabela 8.1.5.7-2 - Caracterização das Fontes de Poluição Industrial na Baixada Santista.

Indústria	Produção Principal	Metais Pesados																		
		Fósforo	Nitrogênio	Cianeto	Fluoreto	Fenóis	Solventes Aromáticos	Solventes Halogenados	Organoclorados Aromáticos	Pesticidas Organoclorados	Carbamatos	Arsênio	Cádmio	Chumbo	Cobre	Cromo Total + Cr ⁶⁺	Manganês	Mercurio	Níquel	Zinco
Alba ⁽¹⁾	Resinas, formol		A			D									D					
Carbocloro	Cloro, soda, EDC					D		B							D		D			D
CBE	Estireno		E			D	A							E	D		E			D
Cia. Santista de Papel	Papel					D							D		D	D	D	D	D	D
CIEL	Coque verde (beneficiamento)															*		*		*
Columbia	Negro de fumo																			
Copebrás	Ácido fosfórico, fertilizantes(P)	D	A		D										E		E			E
Cosipa	Aços		D	D	D	D	B				B	E	E	D	A	D	E	D	D	D
Dow Química	Latex, polióis, poliestireno		D	E	D	B	A	A			E	D	D	D	E	D	D	D	D	D
IFC	Fertilizantes (mistura)	A	A		B															
Liquid Química	Ácido benzóico		D			D	A										A	D		
Manah ⁽²⁾	Fertilizantes (P)	D	D		D															
Petrobrás (RPBC)	Derivados de petróleo		D	D	A	D	A					E	A	D	D		D	D	D	D
Petrocoque	Coque verde (beneficiamento)		E			D					E				E	D			D	D
Rhodia – Agro ⁽¹⁾	Pesticidas carbamatos									A										
Rhodia – UQC ⁽¹⁾	Organoclorados					D		B	B	B										
Serrana	Fertilizantes (N, P)	A	A		B															
Solorríco	Fertilizantes (N, P)	D	D		D							D								
Ultrafertil – CB	Fertilizantes (N)	D	D		D	D					E		D	E	E	E			D	D
Ultrafertil – PG	Fertilizantes (N, P)	D	D		D															
Union Carbide	Polietileno				D	B				D							A			D

(1) Indústrias paralisadas

(2) Indústrias com circuito fechado dos efluentes líquidos

* Contaminante presente na matéria prima / produto

Critérios de classificação

A - O poluente constitui matéria prima, produto ou insumo do processo produtivo

B - O poluente é resíduo (líquido ou sólido) obrigatório do processo produtivo

D - O poluente foi verificado em análises químicas dos efluentes (mesmo dentro dos padrões legais) – entre 1979 e 1999.

E - O poluente foi verificado em análises químicas dos efluentes cujos resultados apresentaram valores menores que (<)

Tabela 8.1.5.7-3 - Caracterização das Fontes de Poluição nos Terminais Portuários da Baixada Santista.

Empresa	Metais Pesados																
	Fósforo	Nitrogênio	Enxofre	Cianeto	Fluoreto	Sulfeto	Solventes Aromáticos (BTX)	Solventes Halogenados	Fenóis	Cádmio	Chumbo	Cobre	Cromo Total + Cr ⁶⁺	Manganês	Mercurio	Níquel	Zinco
Brasterminais		D		E	D	E	A	A	D	E	E	D	E	D	E		D
Dibal		D		D	D	D	A	A	D	E	E	D	D	D	D		D
Granel Química		D		E	D	D	A	A	D	E	E	E	E	D	E	E	D
Hamilton Fox ⁽¹⁾							A										
Maia ⁽²⁾		D		E	D	D	D	E	D	D	D	E	D	D	E	D	D
Móbil		D		E	D	E	A	E	D	E	E	E	D	D	E	E	D
Petrobrás/DTCS - Alemoa		D		E	D	E	A		D	E	D	E	E	D	E		D
Petrobrás/DTCS - Cubatão		D		D			A		D		D						
Stolthaven		D		E	D	D	A	A	D	E	E	E	E	D	E		D
Tefer			A			D											
Ultrafértil - Terminal Marítimo	A	A												D			
União	A	D		E	D	E	A	A	D	E	E	E	E	D	D		D

(1) Terminal de granéis líquidos paralisados

(2) Empresa de lavagem de isocontainers

Critérios de classificação

A - O poluente constitui matéria prima, produto ou insumo manipulado ou armazenado.

D - O poluente foi verificado em análises químicas dos efluentes (mesmo dentro dos padrões legais)

E - O poluente foi verificado em análises químicas dos efluentes cujos resultados apresentaram valores menores que (<) entre 1979 e 1998

Tabela 8.1.5.7-4 - Caracterização das Fontes de Poluição Relacionadas às Áreas Contaminadas na Baixada Santista.

Natureza da Área Contaminada	Empresa / Local											Metais Pesados								
		Fósforo	Nitrogênio	Cianeto	Fluoreto	Sulfeto	Fenóis	Solventes Aromáticos	Solventes Halogenados	Organoclorados Aromáticos	Pesticidas Organoclorados	Arsênio	Cádmio	Chumbo	Cobre	Cromo Total + Cr ⁶⁺	Manganês	Mercurio	Níquel	Zinco
Disposição de Resíduos Sólidos Domésticos	Aterro Sanitário / Guarujá																			
	Aterro Sanitário / Cubatão																			
	Lixão de Praia Grande																			
	Lixão de Santos																			
	Lixão de São Vicente																			
	Lixão de Pilões ⁽¹⁾																			
Áreas Industriais Contaminadas	Carbocloro																			
	Dow Química																			
	CBE																			
	Cosipa (Carboquímica)																			
	Petrobrás / RPBC																			
	Profundir ⁽²⁾																			
Disposição Irregular de Resíduos Sólidos Industriais	Petrobrás / DTCS / Cubatão																			
	Rhodia - UQC																			
	Rhodia - Perequê																			
	Rhodia - km 67																			
	Rhodia - km 69																			
	Rhodia Quarentenário																			
	Rhodia P I - 05																			
	Rhodia P I - 06																			
Disposição de Sedimentos Contaminados	Cosipa - Dique do Furadinho																			
	Polígono 1 (até 1974)																			
	Polígono 2 (1974-1996)																			
	Polígono 3 (após 1996)																			
Pilhas de Gesso	Copebrás																			
	Ultrafertil																			

(1) Inclui a disposição conjunta de resíduos industriais perigosos

(2) Indústrias desativadas

 - Indica presença do poluente

Os dados relativos às fontes de poluição não refletem, necessariamente, a situação atual dos efluentes líquidos lançados no sistema hídrico, já que algumas não mais existem ou se encontram com sistemas que permitem a recirculação total de seus efluentes no processo produtivo (circuito fechado). No entanto, o lançamento dos poluentes, mesmo que temporariamente ou definitivamente suspenso, contribuiu para a contaminação do sistema hídrico, já que existe uma tendência de acumulação nos sedimentos e nos organismos aquáticos. Outro aspecto a ser considerado é que na maior parte dos casos em que foram encontrados os poluentes nos efluentes controlados, estes encontravam-se dentro dos padrões legais de lançamento. Assim, pode-se inferir que os resultados de contaminação observados são devidos a um lançamento contínuo de poluentes, de diferentes fontes que vão sendo acumulados nos diferentes compartimentos dos ecossistemas atingidos (PROCOP, 2001).

De acordo com as Tabelas, constata-se que a região da bacia hidrográfica do Cubatão e o canal da Cosipa encerram a principal contribuição de fontes industriais para o estuário. A poluição de origem industrial constitui a principal fonte de contaminantes químicos para o sistema estuarino, não só pela diversidade dos poluentes envolvidos como pelo volume lançado, muito superior ao de outras fontes como os terminais e áreas contaminadas.

As fontes de origem portuária são, também, bastante diversificadas em virtude da ampla gama de produtos manipulados pelos terminais, especialmente os de granéis líquidos. O potencial de contaminação por estas fontes, salvo em casos de acidentes, é inferior ao das indústrias, por apresentarem uma vazão de efluentes muito inferior.

A contribuição por esgotos domésticos constitui uma grande fonte de nutrientes, matéria orgânica e microrganismos para o sistema estuarino e baía de Santos, levando à eutrofização do ambiente aquático e o comprometimento da qualidade das águas para banho. A contribuição difusa por áreas não servidas por coleta e tratamento de esgotos diretamente para o estuário é bastante significativa (Figura 8.1.5.7-2). Os emissários submarinos trazem uma grande contribuição de nutrientes e de carga orgânica para o ambiente marinho, mas os poluentes tendem a se dispersar na coluna d'água tornando o impacto menor do que aquele observado em áreas confinadas como os estuários.

Deve-se, no entanto, lembrar que os efluentes domésticos também veiculam alguns contaminantes químicos como metais pesados, fenóis, clorofórmio e outros compostos presentes em produtos domésticos ou hospitalares.

A represa Billings representou uma outra fonte potencial de poluição para o sistema estuarino. Até 1988, a represa recebia contaminação por esgotos e efluentes industriais de praticamente toda a Região Metropolitana de São Paulo, situada na bacia do alto Tietê, devido à reversão do fluxo do rio Pinheiros. Parte destes poluentes era transferida para o rio Cubatão pelas águas utilizadas na geração de energia elétrica pela Usina Henry Borden e contribuiu para a poluição do estuário de Santos. A partir de 1992, a Billings teve reduzida drasticamente a contribuição de águas poluídas devido à suspensão do bombeamento das águas do rio Pinheiros.

As áreas com solos contaminados na Baixada Santista constituem fontes de alto risco para o ambiente estuarino e marinho devido, sobretudo, à alta toxicidade, persistência e potencial de bioacumulação de alguns dos resíduos industriais depositados de forma irregular em diversos pontos da região. Destacam-se como áreas mais críticas os depósitos de organoclorados da indústria Rhodia, nos municípios de Cubatão e São Vicente, e o lixão de Pilões, utilizado indevidamente para disposição de resíduos industriais contendo organoclorados e metais pesados, além de outros poluentes. O lixão de Pilões, por estar localizado no rio Cubatão, a montante da principal captação de água da Baixada Santista, aumenta significativamente seu potencial de risco para a região (Figura 8.1.5.7-3). Devem ser ressaltadas, ainda, aquelas fontes relacionadas à contaminação do solo em áreas industriais e que vêm sendo alvo de pesquisa e remediação por parte das respectivas indústrias.

A disposição irregular de resíduos sólidos domésticos constitui outra importante fonte de poluentes para o solo e para as águas superficiais e subterrâneas, o que acaba contribuindo para a contaminação do sistema estuarino. Nesses resíduos, muitas vezes, são adicionados produtos e substâncias sem qualquer controle e que podem constituir uma fonte significativa de poluentes perigosos como o mercúrio e outros metais pesados presentes, por exemplo, em lâmpadas, baterias e outros resíduos de origem doméstica. A decomposição da matéria orgânica contida no lixo também pode contribuir com poluentes tóxicos como cianeto e certos compostos fenólicos. O risco de contaminação é tanto maior quanto mais precária for a forma de disposição final do lixo. Assim, os lixões são fontes de poluentes mais expressivas do que os aterros sanitários os quais reduzem a lixiviação de poluentes e promovem o tratamento do seu chorume.

A contribuição de poluentes para o sistema hídrico não ocorre somente pelo lançamento de efluentes contaminados. Pode ocorrer também por duas outras formas de contribuição: 1- a deposição atmosférica, que pode ser uma das principais formas de contaminação do ambiente aquático por poluentes como PCBs, PAHs, dioxinas e furanos, gerados por processos de combustão em grande parte das indústrias, muitas vezes ausentes dos efluentes líquidos. 2- a contribuição pelas águas de drenagem superficial, que carregam partículas e substâncias dissolvidas para os cursos d'água, especialmente dos grandes pátios de estocagem de matérias primas e produtos a céu aberto, como ocorre nas indústrias de fertilizantes (inclusive as que possuem sistema de efluente zero) (PROCOP, 2001).

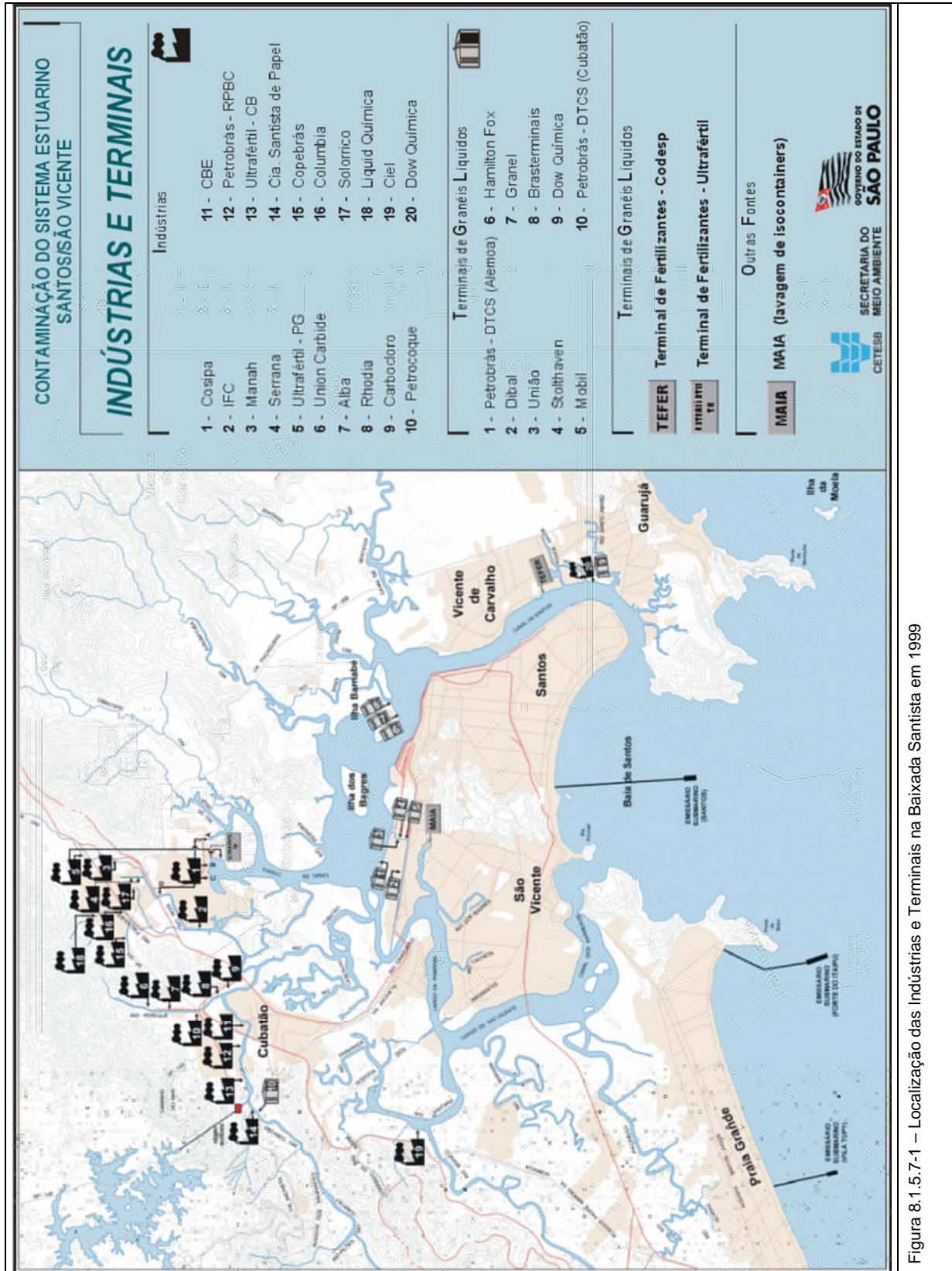


Figura 8.1.5.7-1 – Localização das Indústrias e Terminais na Baixada Santista em 1999

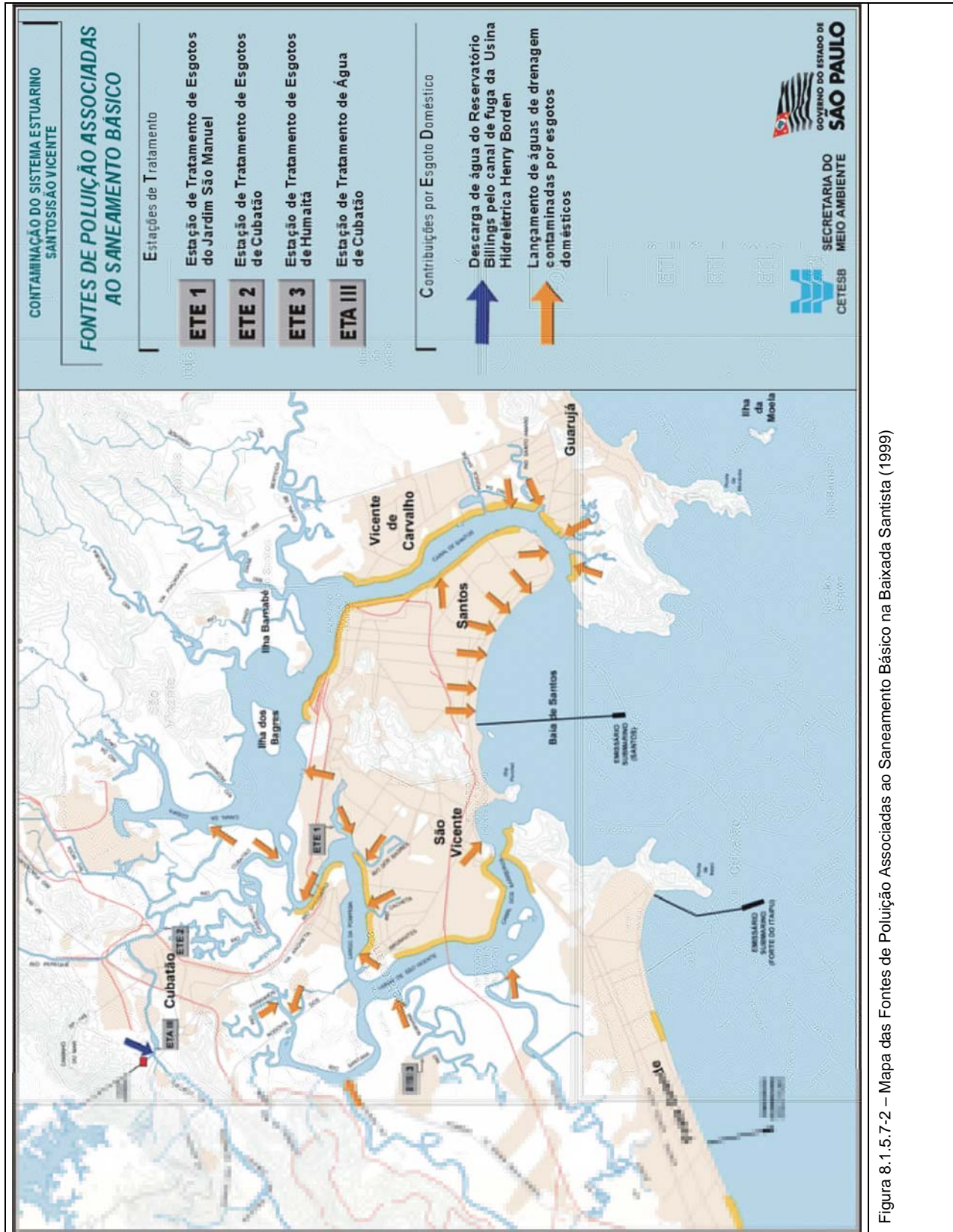


Figura 8.1.5.7-2 – Mapa das Fontes de Poluição Associadas ao Saneamento Básico na Baixada Santista (1999)

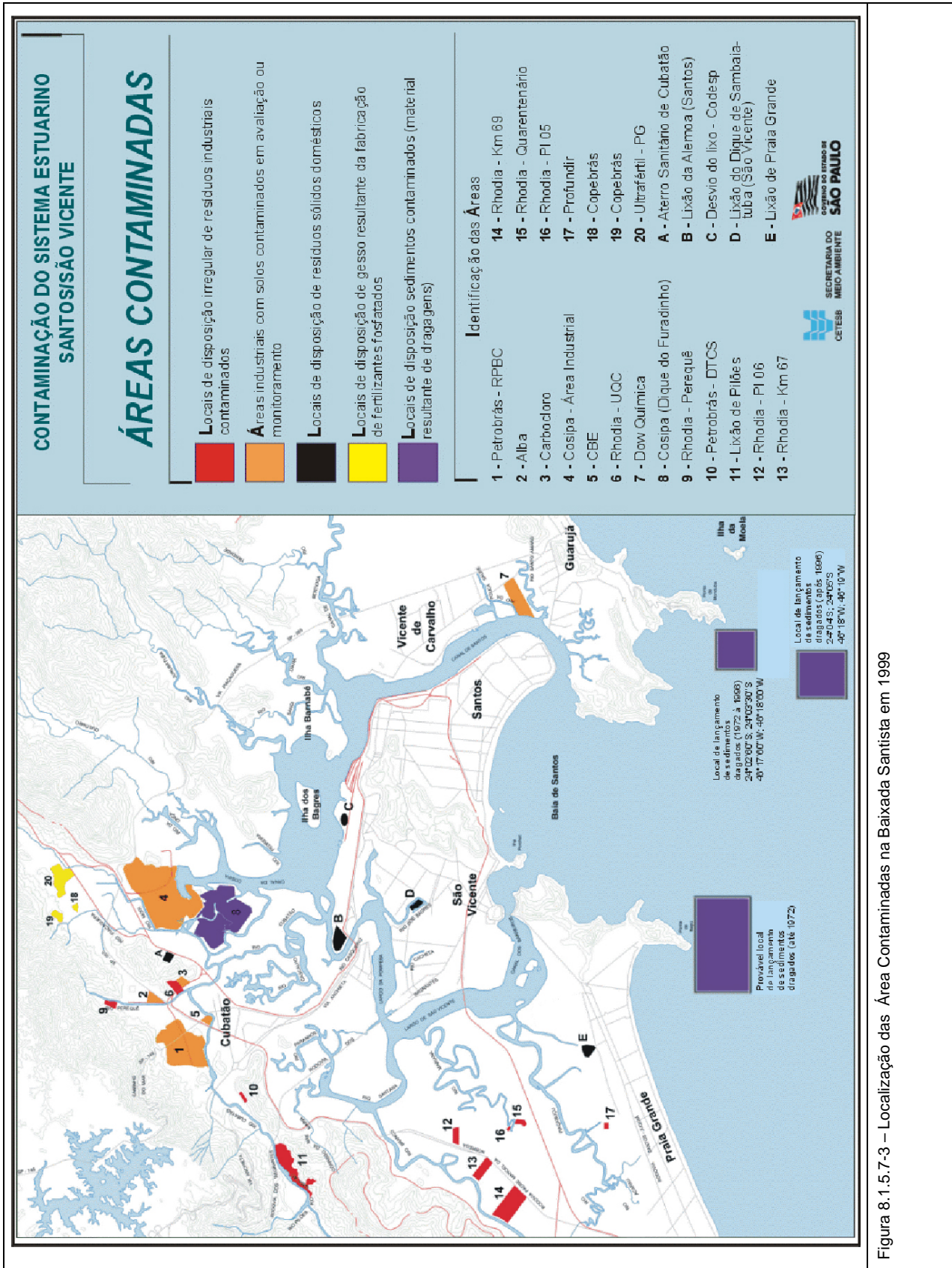


Figura 8.1.5.7-3 – Localização das Área Contaminadas na Baixada Santista em 1999

Tais dados apresentados ilustram a situação degradante da Baixada Santista com a localização das principais fontes potenciais de poluição no ano de 1999. Para as condições atuais, tais pontos de contaminação persistem, porém com novos casos. De acordo com a Cetesb no Relatório das Áreas Contaminadas no Estado de São Paulo de Nov/2006, disponível no site www.cetesb.sp.gov.br, apresenta-se um fichário de empresas que possuem suas áreas contaminadas, desde postos de combustíveis a indústrias. A seguir na Tabela 8.1.5.7-5, apresenta-se a situação das empresas que possuem áreas contaminadas na Baixada Santista.

Tabela 8.1.5.7-5 – Áreas Contaminadas na Baixada Santista

Empresa	Local	Atividade	Contaminantes																
			Combustíveis Líquidos	Metais	Outros Inorgânicos	Solventes Halogenados	Solventes Aromáticos	Solventes Aromáticos Halogenados	PAHs	PCBs	Metano/Outros Vapores/Gases	Fenóis	Biocidas	Ftalatos	Dioxinas e Furanos	Anilinas	Radionuclídeos	Microbiológicos	Outros
A. Santos e Filho Ltda	Santos	Posto de Combustível																	
Adonai Química S/A	Santos	Comércio																	
Alba Quím.Ind.e Com. Ltda	Cubatão	Comércio																	
Ancora Constr. E Inc. Ltda	Praia Grande	Indústria																	
Auto Center Miyazi Ltda	Praia Grande	Posto de Combustível																	
Auto Posto Acaraú Ltda	Guarujá	Posto de Combustível																	
Auto Posto Authamar Ltda	Santos	Posto de Combustível																	
Auto Posto Arara Thuany Ltda	Guarujá	Posto de Combustível																	
Auto Posto Arratão Ltda	Santos	Posto de Combustível																	
Auto Posto Avalanche Ltda	São Vicente	Posto de Combustível																	
Auto Posto Baleia Ltda	Guarujá	Posto de Combustível																	
Auto Posto Baln. Maracanã Ltda	Praia Grande	Posto de Combustível																	
Auto Posto Carga Pesada do Guarujá Ltda	Guarujá	Posto de Combustível																	
Auto Posto Cubatão Ltda	Cubatão	Posto de Combustível																	
Auto Posto Cunhas do Guarujá Ltda	Guarujá	Posto de Combustível																	
Auto Posto D. Pedro I	Guarujá	Posto de Combustível																	
Auto Posto da Balança Ltda	Santos	Posto de Combustível																	
Auto Posto e Lanch. Holandês Ltda	Bertioga	Posto de Combustível																	
Auto Posto e Lanch. Imigrantes Ltda	São Vicente	Posto de Combustível																	
Auto Posto Fórmula 11 Ltda	Santos	Resíduo																	
Auto Posto Fórmula Indy Ltda	Santos	Posto de Combustível																	
Auto Posto Jabuca Ltda	Santos	Comércio																	

Empresa	Local	Atividade	Contaminantes															
			Combustíveis Líquidos	Metais	Outros Inorgânicos	Solventes Halogenados	Solventes Aromáticos	Solventes Aromáticos Halogenados	PAHs	PCBs	Metano/Outros Vapores/Gases	Fenóis	Biocidas	Ftalatos	Dioxinas e Furanos	Anilinas	Radionuclídeos	Microbiológicos
Auto Posto La Caniza Ltda	Guarujá	Posto de Combustível																
Auto Posto Mar Báltico Ltda	Praia Grande	Posto de Combustível																
Auto Posto Maré Alta Ocian Ltda	Praia Grande	Posto de Combustível																
Auto Posto Mathias Ltda	Cubatão	Posto de Combustível																
Auto Posto Miraldo Ltda	Cubatão	Posto de Combustível																
Auto Posto Pedro Lessa Ltda	Santos	Posto de Combustível																
Auto Posto Praia Azul Ltda	Mongaguá	Posto de Combustível																
Auto Posto Praia de São Lourenço Ltda	Bertioga	Posto de Combustível																
Auto Posto Riviera de São Lourenço Ltda	Bertioga	Posto de Combustível																
Auto Posto Santour Ltda	Santos	Posto de Combustível																
Auto Posto São Vitor Ltda	Santos	Posto de Combustível																
Auto Posto Só Alegria de Praia Grande Ltda	Praia Grande	Posto de Combustível																
Auto Posto Xixová Ltda	Praia Grande	Posto de Combustível																
AutoPosto Sagres	Praia Grande	Posto de Combustível																
Benzoato do Brasil Ltda	Cubatão	Indústria																
Bunge Fertilizantes S/A	Cubatão	Indústria																
Bunge Fertilizantes S/A	Cubatão	Indústria																
Carbocloro S/A Ind. Químicas	Cubatão	Indústria																
Cargill Fertilizantes S/A	Cubatão	Indústria																
Centro Automotivo Jaguar Ltda	Santos	Posto de Combustível																
Ciesp-Dir. Reg. De Cubatão	Cubatão	Resíduo																
Cimento rio Branco S/A	Cubatão	Indústria																
Codesp-Comp. Docas do Est. De São Paulo	Santos	Posto de Combustível																
Columbian Chemicals	Cubatão	Indústria																

Empresa	Local	Atividade	Contaminantes															
			Combustíveis Líquidos	Metais	Outros Inorgânicos	Solventes Halogenados	Solventes Aromáticos	Solventes Aromáticos Halogenados	PAHs	PCBs	Metano/Outros Vapores/Gases	Fenóis	Biocidas	Ftalatos	Dioxinas e Furanos	Anilinas	Radionuclídeos	Microbiológicos
Posto de Ser. Martins Fontes	Santos	Posto de Combustível	■															
Posto do Coqueiro Ltda	Cubatão	Posto de Combustível	■															
Posto Mont Mar Ltda	Mongaguá	Posto de Combustível	■															
Posto Motoristas Ltda	Santos	Posto de Combustível	■						■									
Posto Santo Antonio Ltda	Santos	Posto de Combustível	■															
Profundir S/A Prod. P/Aciaria e Fundição	Praia Grande	Indústria		■	■													
Rhodia Brasil Ltda	Cubatão	Indústria				■						■						
Rhodia Brasil Ltda	Cubatão	Indústria				■												
Rhodia Brasil Ltda	Itanhaém	Resíduo				■						■	■					
Rhodia Brasil Ltda	Itanhaém	Resíduo				■						■	■					
Rhodia Brasil Ltda	Itanhaém	Resíduo				■						■	■					
Rhodia Brasil Ltda	Itanhaém	Resíduo				■						■	■					
Rhodia Brasil Ltda	São Vicente	Resíduo				■						■	■					
Rhodia Brasil Ltda	São Vicente	Resíduo				■						■	■					
Rhodia Brasil Ltda	São Vicente	Resíduo				■						■	■					
Rhodia Brasil Ltda	São Vicente	Resíduo				■						■	■					
Rhodia Brasil Ltda	São Vicente	Resíduo				■						■	■					
Saint Gobain Vidros S/A	São Vicente	Indústria							■									
Santos Tank Containers Ltda	Santos	Comércio		■			■											
Stolthaven Santos Ltda	Santos	Comércio	■															
Tecondi Terminal p/ Containers Margem Direita S/A	Santos	Comércio																■
Terminal Químico Aratu S/A - Tequimar	Santos	Indústria		■			■											
Ultrafertil S/A	Cubatão	Comércio			■				■									■
Ultrafertil S/A	Cubatão	Indústria			■											■		
Ultrafertil S/A	Cubatão	Indústria		■	■				■									
União Terminais e Armazéns Gerais Ltda	Santos	Comércio			■	■	■											

Empresa	Local	Atividade	Contaminantes																
			Combustíveis Líquidos	Metais	Outros Inorgânicos	Solventes Halogenados	Solventes Aromáticos	Solventes Aromáticos Halogenados	PAHs	PCBs	Metano/Outros Vapores/Gases	Fenóis	Biocidas	Ftalatos	Dioxinas e Furanos	Anilinas	Radionuclídeos	Microbiológicos	Outros
Vopak-Brasterminais Armazéns Gerais Ltda	Santos	Comércio																	

Fonte: Cetesb (2007)

8.1.5.8. Dados da Qualidade da Água

Índices de Águas Superficiais

Os índices e indicadores ambientais nasceram como resultado da crescente preocupação social com os aspectos ambientais do desenvolvimento, processo que requer um número elevado de informações em graus de complexidade cada vez maiores. Por outro lado, os indicadores tornaram-se fundamentais no processo decisório das políticas públicas e no acompanhamento de seus efeitos. Esta dupla vertente apresenta-se como um desafio permanente de gerar indicadores e índices que tratem um número cada vez maior de informações, de forma sistemática e acessível, para os tomadores de decisão.

As principais vantagens do índice são a facilidade de comunicação com o público leigo, o status maior do que as variáveis isoladas e o fato de representar uma média de diversas variáveis em um único número, combinando unidades de medidas diferentes em uma única unidade. No entanto, sua principal desvantagem consiste na perda de informação das variáveis individuais e da sua interação. O índice, apesar de fornecer uma avaliação integrada, jamais substituirá uma avaliação detalhada da qualidade das águas de uma determinada bacia hidrográfica.

Índice de Qualidade das Águas – IQA

A partir de um estudo realizado em 1970 pela "National Sanitation Foundation" dos Estados Unidos, a Cetesb adaptou e desenvolveu o IQA - Índice de Qualidade das Águas, que incorpora 9 parâmetros considerados relevantes para a avaliação da qualidade das águas, tendo como determinante principal a utilização das mesmas para abastecimento público.

A criação do IQA baseou-se numa pesquisa de opinião junto a especialistas em qualidade de águas, que indicaram os parâmetros a serem avaliados, o peso relativo dos mesmos e a condição com que se apresenta cada parâmetro, segundo uma escala de valores "rating". Dos 35 parâmetros indicadores de qualidade de água inicialmente propostos, somente 9 foram selecionados (Figura

8.1.5.8-1). Para estes, a critério de cada profissional, foram estabelecidas curvas de variação da qualidade das águas de acordo com o estado ou a condição de cada parâmetro.

O IQA é calculado pelo produtório ponderado das qualidades de água correspondentes aos parâmetros: temperatura da amostra, pH, oxigênio dissolvido, demanda bioquímica de oxigênio (5 dias, 20°C), coliformes termotolerantes, nitrogênio total, fósforo total, resíduo total e turbidez.

A seguinte fórmula é utilizada:

$$IQA = \prod_{i=1}^n q_i^{w_i}$$

Onde:

IQA: Índice de Qualidade das Águas, um número entre 0 e 100;

q_i : qualidade do i -ésimo parâmetro, um número entre 0 e 100, obtido da respectiva "curva média de variação de qualidade", em função de sua concentração ou medida;

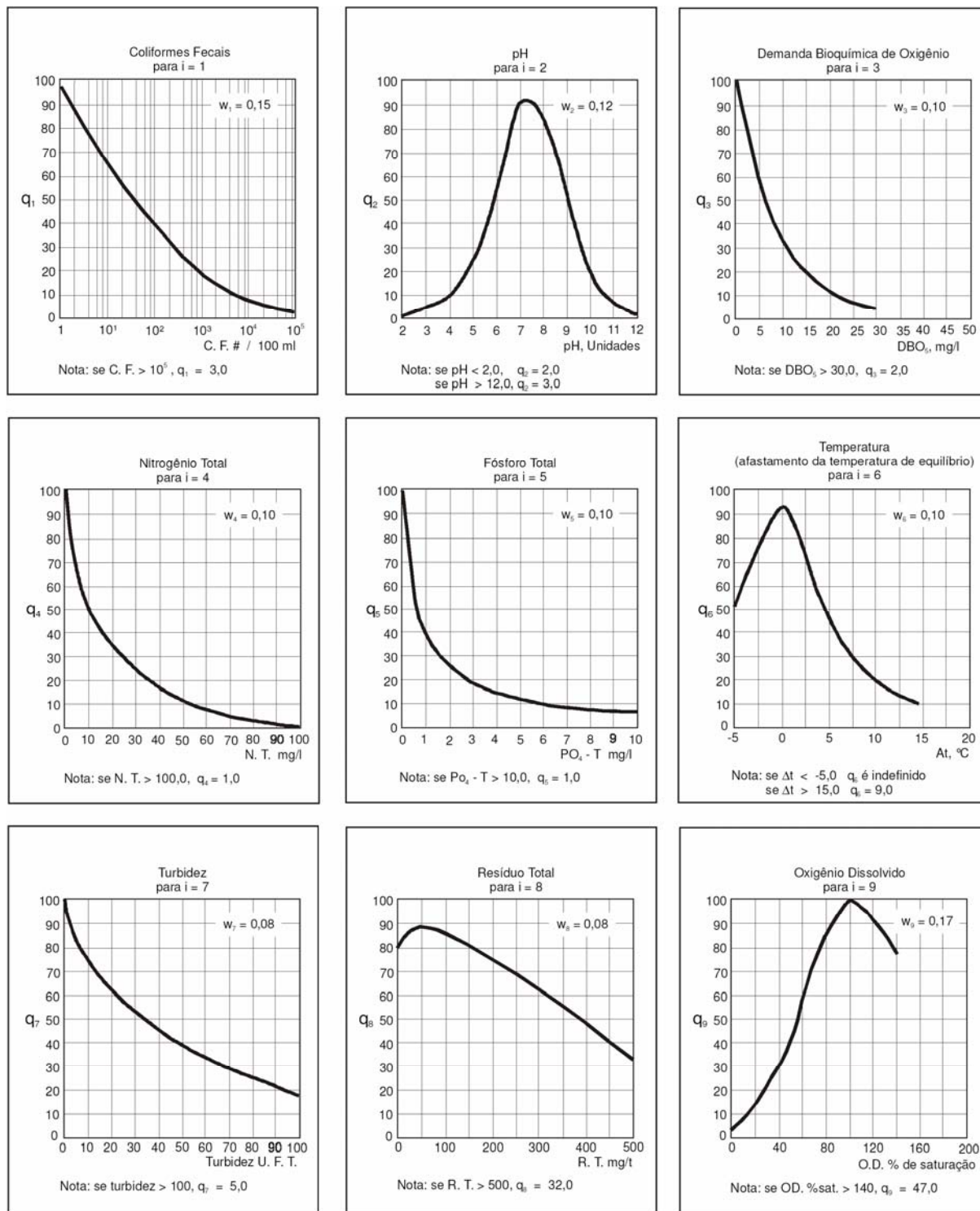
w_i : peso correspondente ao i -ésimo parâmetro, um número entre 0 e 1, atribuído em função da sua importância para a conformação global de qualidade, sendo que:

$$\sum_{i=1}^n w_i = 1$$

Em que:

n : número de parâmetros que entram no cálculo do IQA.

Figura 8.1.5.8-1 - Curvas Médias de Variação de Qualidade das Águas



Fonte: Cetesb (2006)

A partir do cálculo efetuado, pode-se determinar a qualidade das águas brutas, que é indicada pelo IQA, variando numa escala de 0 a 100, representada na Tabela 8.1.5.8-1.

Tabela 8.1.5.8-1 - Classificação do IQA

Categoria	Ponderação
Ótima	$79 < IQA \leq 100$
Boa	$51 < IQA \leq 79$
Regular	$36 < IQA \leq 51$
Ruim	$19 < IQA \leq 36$
Péssima	$IQA \leq 19$

Fonte: Cetesb (2006)

Índice de Qualidade de Água Bruta para fins de Abastecimento Público - IAP

O índice é composto por três grupos principais de parâmetros:

- IQA - grupo de parâmetros básicos (temperatura da água, pH, oxigênio dissolvido, demanda bioquímica de oxigênio, coliforme fecal, nitrogênio total, fósforo total, resíduo total e turbidez);
- Parâmetros que indicam a presença de substâncias tóxicas (teste de mutagenicidade, potencial de formação de trihalometanos, cádmio, chumbo, cromo total, mercúrio e níquel);
- Grupo de parâmetros que afetam a qualidade organoléptica (fenóis, ferro, manganês, alumínio, cobre e zinco).

O índice descreverá cinco classificações, conforme Tabela 8.1.5.8-2.

Tabela 8.1.5.8-2 - Classificação do IAP

Categoria	Ponderação
Ótima	$79 < IAP \leq 100$
Boa	$51 < IAP \leq 79$
Regular	$36 < IAP \leq 51$
Ruim	$19 < IAP \leq 36$
Péssima	$IAP \leq 19$

Fonte: Cetesb (2006)

O IAP é calculado segundo a seguinte expressão:

$$IAP = IQA \times ISTO$$

O IAP é o produto da ponderação dos resultados atuais do IQA (Índice de Qualidade de Águas) e do ISTO (Índice de Substâncias Tóxicas e Organolépticas), que é composto pelo grupo de

substâncias que afetam a qualidade organoléptica da água, bem como de substâncias tóxicas, incluindo metais, além de resultados do teste de Ames (Genotoxicidade) e do Potencial de Formação de Trihalometanos (THMPF). Assim, o índice será composto pelos seguintes parâmetros:

IQA – Grupo de parâmetros básicos (temperatura da água, pH, oxigênio dissolvido, demanda bioquímica de oxigênio, coliformes termotolerantes, nitrogênio total, fósforo total, resíduo total e turbidez);

ISTO – Parâmetros que indicam a presença de substâncias tóxicas (teste de mutagenicidade, potencial de formação de trihalometanos, cádmio, chumbo, cromo total, mercúrio e níquel). Grupo de parâmetros que afetam a qualidade organoléptica (fenóis, ferro, manganês, alumínio, cobre e zinco).

O IAP completo é designado como sendo aquele que inclui no grupo de Substâncias Tóxicas (ST) do ISTO, o Teste de Ames e o Potencial de Formação de THM, e é aplicado para todos os pontos da Rede de Monitoramento que são utilizados para abastecimento público.

Índice de Qualidade de Água para a Proteção da Vida Aquática – IVA

O IVA tem o objetivo de avaliar a qualidade das águas para fins de proteção da fauna e flora em geral, diferenciado, portanto, de um índice para avaliação da água para o consumo humano e recreação de contato primário. O IVA leva em consideração a presença e concentração de contaminantes químicos tóxicos, seu efeito sobre os organismos aquáticos (toxicidade) e dois dos parâmetros considerados essenciais para a biota (pH e oxigênio dissolvido), parâmetros esses agrupados no IPMCA - Índice de Parâmetros Mínimos para a Preservação da Vida Aquática, bem como o IET - Índice do Estado Trófico.. Desta forma, o IVA fornece informações não só sobre a qualidade da água em termos ecotoxicológicos, como também sobre o seu grau de trofia.

De acordo com as legislações estaduais (Regulamento da Lei 997/76, aprovado pelo Decreto Estadual 8468/76) e federal (Resolução CONAMA 20/86), a proteção das comunidades aquáticas está prevista para corpos d'água enquadrados nas classes 1, 2 e 3, sendo, portanto, pertinente a aplicação do IVA somente para esses ambientes. Assim sendo, para os corpos d'água enquadrados na classe 4 não será aplicado o IVA. O índice descreverá cinco classificações de qualidade, conforme Tabela 8.1.5.8-3.

Tabela 8.1.5.8-3 - Classificação do IVA

Categoria	Ponderação
Ótima	$IVA \leq 2,5$
Boa	$2,6 < IVA \leq 3,3$
Regular	$3,4 < IVA \leq 4,5$
Ruim	$4,6 < IVA \leq 6,7$
Péssima	$6,8 \leq IVA$

Fonte: Cetesb (2006)

O IVA deverá ser calculado a partir do IPMCA e do IET, segundo a expressão:

$$\text{IVA} = (\text{IPMCA} \times 1,2) + \text{IET}$$

Na ausência do valor do IET, para efeito dos cálculos, o mesmo deverá ser igual à unidade.

Se em uma dada amostra não estiverem disponíveis os resultados do teste de toxicidade, mas existirem resultados de oxigênio dissolvido e pH, o IVA será calculado nos seguintes casos:

Quando não está prevista a realização do teste de toxicidade, e a concentração do oxigênio dissolvido é menor do que 3 mg/L;

Quando o teste de toxicidade é semestral.

Nesses casos, a ausência de resultados do grupo de Substâncias Tóxicas do IPMCA não implica na inviabilidade do cálculo do IVA.

Qualidade das Águas da Baixada Santista

Para a avaliação da situação da qualidade das águas na Baixada Santista, a Cetesb publicou no ano de 2006, o Relatório de Qualidade das Águas Interiores no Estado de São Paulo, no qual apresenta os pontos de amostragem conforme segue na Tabela 8.1.5.8-4 e ilustrado na Figura 8.1.5.8-2. Com estas amostragens obteve-se os resultados do ano de 2006 e pode-se realizar um comparativo com os últimos 10 anos para as principais variáveis sanitárias, conforme demonstrado nas Tabelas 8.1.5.8-5 e 8.1.5.8-6.

Tabela 8.1.5.8-4 - Pontos de Amostragem

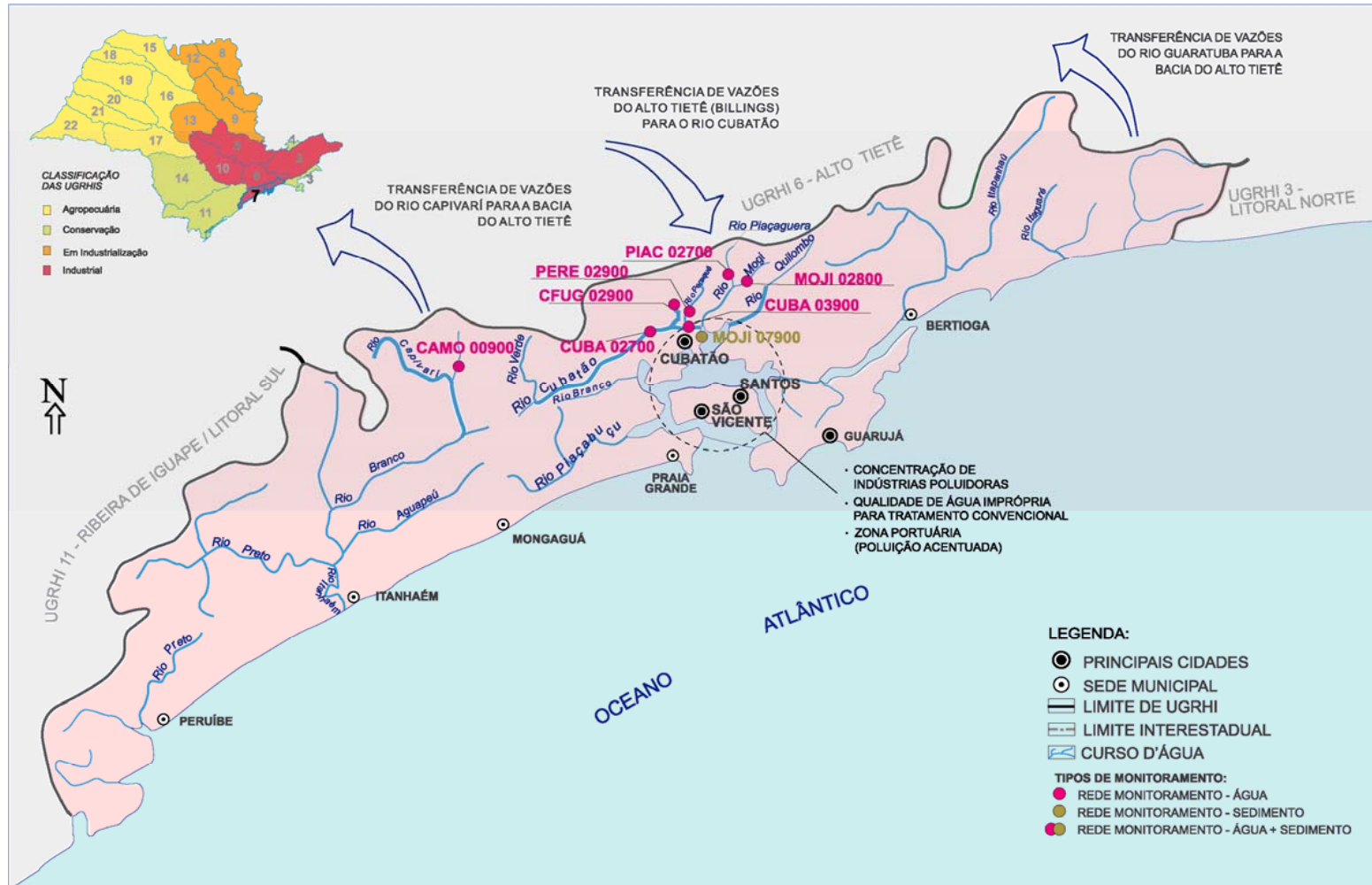
Cód. Cetesb	Corpo Hídrico	Projeto	Lat.	Long.	Local de Amostragem	Município
CAMO 00900	Res. Capivari-Monos	RB	23 55 21	46 43 46	Junto à Estação de Recalque da SABESP	Embu-Guaçu
CFUG 02900	Canal de Fuga II da UHE Henry Borden	RB	23 52 36	46 27 09	Canal de fuga II da Usina Hidroelétrica Henry Borden, na saída da turbina da Usina Externa	Cubatão
CUBA 02700	Rio Cubatão	RB	23 53 18	46 27 19	Na ponte Preta, em frente à antiga Estação de Tratamento de Água do Rio Cubatão	Cubatão
CUBA 03900	Rio Cubatão	RB	23 52 58	46 24 49	Ponte da estrada de ferro Santos-Jundiá cerca de 1,5 Km a jusante da confluência com o Perequê	Cubatão
MOJI 02800	Rio Moji	RB	23 51 11	46 22 51	Ponte na Rodovia Piaçaguera-Guarujá, que liga Cubatão a Guarujá	Cubatão
MOJI 07900	Rio Moji	SED	23 54 59	46 22 37	Na foz do rio Moji, em frente ao dique do Furadinho, perto de um poste de madeira, a montante do Largo do Caneú	Cubatão
PERE 02900	Rio Perequê	RB	23 52 06	46 25 04	No Rio Perequê, junto a captação da Carbocloro	Cubatão
PIAC 02700	Rio Piaçaguera	RB	23 51 27	46 23 33	Ponte localizada na COSIPA, continuação da Antiga Rua 3, Vila Parisi, 300m jusante Adubos Trevo	Cubatão

RB = Rede Básica de Monitoramento

SED = Rede de Sedimento

Fonte: Cetesb (2006)

Figura 8.1.5.8-2 - Mapa Esquemático dos Principais Corpos de Água e Localização dos Pontos de Amostragem



Fonte: Cetesb (2006)

Tabela 8.1.5.8-5 - Média das Principais Variáveis Sanitárias

Nome do Ponto	Condutividade		Turbidez		COD		PFTHM		Nitrato		Nitrog. Amon.		OD		DBO(5,20)		PT		Coliforme Termot.		Clorofila	
	Média 1996-2005	Média 2006	Média 1996-2005	Média 2006	Média 1996-2005	Média 2006	Média 1996-2005	Média 2006	Média 1996-2005	Média 2006	Média 1996-2005	Média 2006	Média 1996-2005	Média 2006	Média 1996-2005	Média 2006	Média 1996-2005	Média 2006	Média 1996-2005	Média 2006	Média 1996-2005	Média 2006
CAMO00900	24	27	12	5	5,35	3,67	388	382	0,23	0,24	0,09	0,10	6,8	6,7	3,0	3,0	0,074	0,308	2,0E+2	5,9E+1	6,28	1,68
CFUG02900	142	147	3	4	7,48	7,20	271	329	0,42	0,26	0,10	0,17	7,4	7,3	2,6	6,5	0,082	0,062	6,0E+1	4,6E+1	23,67	24,60
CUBA02700	43	40	8	8	4,06	4,37	188	410	0,66	0,46	0,06	0,10	7,1	6,7	1,9	5,8	0,060	0,153	1,3E+3	1,9E+3	0,69	0,81
CUBA03900	1629	681	8	14					0,80	0,43	0,66	0,29	6,5	6,4	3,3	6,8	0,364	0,097	1,2E+4	1,4E+4		
MOJI02800	254	172	7	9					5,23	2,18	7,34	8,43	6,5	6,7	2,3	5,5	2,979	0,670	2,4E+3	8,2E+2		
PERE02900	108	43	5	11					0,88	0,68	0,09	0,08	6,5	7,0	2,3	5,8	0,454	0,050	2,8E+2	4,0E+2		
PIAC02700	1581	3461	16	52					1,95	1,34	6,36	4,52	4,0	5,0	4,7	7,8	40,388	13,480	7,0E+3	1,3E+4		

Fonte: Cetesb (2006)

Tabela 8.1.5.8-6 - Resultados não Conformes para Metais, Toxicidade, Nutrientes e Clorofila

Nome do Ponto	Nitrog. Amoniacal				Fósforo Total				Manganês				Níquel				Zinco				Toxicidade				Mercúrio				Clorofila				N.o de Cél. Cianobactéria			
	NC 2006	NT 2006	%NC 2006	%NC 1996-2005	NC 2006	NT 2006	%NC 2006	%NC 1996-2005	NC 2006	NT 2006	%NC 2006	%NC 1996-2005	NC 2006	NT 2006	%NC 2006	%NC 1996-2005	NC 2006	NT 2006	%NC 2006	%NC 1996-2005	NC 2006	NT 2006	%NC 2006	%NC 1996-2005	NC 2006	NT 2006	%NC 2006	%NC 1996-2005	NC 2006	NT 2006	%NC 2006	%NC 1996-2005				
CAMO00900	0	6	0	0	3	6	50	69	0	6	0	10	0	6	0	4	0	6	0	0	3	5	60	40	0	6	0	20	0	2	0	4	0	1	0	
CFUG02900	0	6	0	0	1	6	17	9	2	6	33	11	0	6	0	8	0	6	0	2	6	6	100	59	0	6	0	14	3	6	50	28	5	6	83	100
CUBA02700	0	6	0	0	1	6	17	13	0	6	0	9	0	6	0	9	0	6	0	2	2	6	33	41	0	6	0	3	0	2	0	0				
CUBA03900	0	6	0	0	1	6	17	18	0	6	0	2	1	6	17	14	0	6	0	0				21	0	6	0	0								
MOJI02800	3	6	50	59	5	6	83	99	5	6	83	96	1	6	17	9	0	6	0	0	2	6	33	38	0	6	0	20								
PERE02900	0	6	0	0	1	6	17	38	2	6	33	25	1	6	17	0	1	6	17	0	4	6	67	88	0	6	0	0								
PIAC02700	3	6	50	47	5	6	83	95	5	6	83	99	2	6	33	53	0	6	0	0	1	6	17	49	0	6	0	24								

NC: Número de Resultados Não Conformes

NT: Número Total de Resultados Considerados

Fonte: Cetesb (2006)

Para fins de abastecimento público seguem na Tabela 8.1.5.8-7 e 8.1.5.8-8, as situações referentes aos índices do IAP e IQA.

Tabela 8.1.5.8-7 - Resultados Mensais e Média Anual do IAP - 2006

Código do Ponto	Corpo d'água	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	Méd
CAMO00900	Reservatório Capivari-Monos							19						19
CFUG02900	Canal de Fuga II da UHE Henry Borden		68				39		33				38	45
CUBA02700	Rio Cubatão		3				65		51				36	39
CUBA03900	Rio Cubatão		41		61		51		56		55		62	54
MOJI02800	Rio Moji		30		60		42				57		54	49
PERE02900	Rio Perequê		53		71		0		68		60		79	55
PIAC02700	Rio Piaçaguera		22		29		25		24		40		35	29

Classificação					
		Ótima	Boa	Regular	Ruim

Fonte: Cetesb (2006)

Tabela 8.1.5.8-8 - Resultados Mensais e Média Anual do IQA - 2006

Código do Ponto	Corpo d'água	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	Méd
CAMO00900	Reservatório Capivari-Monos	81		75		81		53		73		75		73
CFUG02900	Canal de Fuga II da UHE Henry Borden		85		72		78		71		78		79	77
CUBA02700	Rio Cubatão		48		72		65		66		63		73	65
CUBA03900	Rio Cubatão		52		61		51		56		55		62	56
MOJI02800	Rio Moji		41		66		47				61		58	55
PERE02900	Rio Perequê		64		71		61		68		61		79	67
PIAC02700	Rio Piaçaguera		32		37		25		30		45		41	35

Classificação					
		Ótima	Boa	Regular	Ruim

Fonte: Cetesb (2006)

O Rio Cubatão recebe as águas advindas do Reservatório Billings, por meio do Canal de Fuga da Usina Hidroelétrica de Henry Borden, localizada na Baixada Santista, existindo, portanto, uma reversão das águas da UGRHI (Alto Tietê). Nesta condição, as águas do Rio Cubatão têm a sua qualidade influenciada pelo regime operacional adotado no Sistema do Alto Tietê, que controla o

nível de bombeamento das suas águas para o Reservatório Billings, por meio da Estação Elevatória de Pedreira. O regime operacional que tem predominado, desde outubro de 1992, restringiu acentuadamente o bombeamento das águas do Rio Pinheiros para o Reservatório Billings, sendo que tal operação propiciou uma recuperação significativa na qualidade da água, constatado pela maioria dos parâmetros avaliados. O ponto de amostragem (CUBA 02700) situa-se no Rio Cubatão, a montante do Canal de Fuga, na captação da SABESP. O outro (CUBA 03900) está localizado a jusante do Canal de Fuga (CFUG 02900) e, portanto, sofre influência dessa operação.

Tanto a água proveniente do Reservatório Rio das Pedras quanto à do trecho inicial do Rio Cubatão apresentaram qualidade Regular para o abastecimento público da Baixada Santista, de acordo com a média anual do IAP. Embora a qualidade dos dois mananciais tenha sido Regular, a variável responsável pelo nível de qualidade foi, no Canal de Fuga, o número de células de cianobactérias e, no Rio Cubatão, o potencial de formação de trihalometanos. No caso do Rio Cubatão, embora o ano de 2006 tenha se mostrado bem seco, a média do potencial de formação de trihalometanos mostrou-se superior à série histórica, denotando um maior aporte de matéria orgânica na sua calha (Cetesb, 2006).

O potencial de formação de trihalometanos do Reservatório do Capivari Monos seguiu a tendência histórica, acusando em alguns períodos do ano valores elevados.

A Tabela 8.1.5.8-9 e 8.1.5.8-10 mostram o IVA – Índice de Qualidade das águas para proteção da vida aquática e do IET – Índice de Estado Trófico, respectivamente.

Tabela 8.1.5.8-9 - Resultados Mensais e Média Anual do IVA - 2006

Código do Ponto	Corpo d'água	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	Méd
CAMO00900	Reservatório Capivari-Monos	3,4				4,4		5,2		4,4		3,2		4,1
CFUG02900	Canal de Fuga II da UHE Henry Borden		6,4		6,4		7,4		6,4		7,4		6,4	6,7
CUBA02700	Rio Cubatão		4,2		3,4		3,2		1,7		3,4		2,2	3,0
MOJI02800	Rio Moji		8,6		3,4		7,4		5,2		6,2		7,4	6,4
PERE02900	Rio Perequê		4,4		4,4		4,4				4,1		1,7	3,8
PIAC02700	Rio Piaçaguera		7,4		7,4		8,6				6,2		6,2	7,2

Classificação					
	Ótima	Boa	Regular	Ruim	Péssima

Fonte: Cetesb (2006)

Tabela 8.1.5.8-10 - Resultados Mensais e Média Anual do IET - 2006

Código do Ponto	Corpo d'água	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	Méd
CAMO00900	Reservatório Capivari-Monos	51		53		53		64		58		55		54
CFUG02900	Canal de Fuga II da UHE Henry Borden		63		64		61		66		67		67	65
CUBA02700	Rio Cubatão		60		52		54		45		52		52	50
CUBA03900	Rio Cubatão		65		54		53		49		56		53	55
MOJI02800	Rio Moji		69		52		71		67		67		69	66
PERE02900	Rio Perequê		91		78		75		54		76		80	76
PIAC02700	Rio Piaçaguera		58		53		57		54		46		46	52

Classificação						
		Ultraoligotrófico	Oligotrófico	Mesotrófico	Eutrófico	Supereutrófico

Fonte: Cetesb (2006)

Os Rios Perequê, Mogi e Piaçaguera apresentaram um IVA médio anual Ruim. A toxicidade e a eutrofização foram os fatores que mais interferiram nos seus valores; no entanto, valores baixos de pH e de oxigênio dissolvido, além da presença de substâncias tóxicas, também foram responsáveis por essa qualidade.

Com relação à eutrofização, os dois pontos do Rio Cubatão, de montante para jusante, apresentaram um IET médio anual, respectivamente, oligotrófico e mesotrófico. No ponto de jusante (CUBA03900), os valores de coliformes termotolerantes estiveram acima do limite estabelecido para classe 3 pela Resolução CONAMA 357/05.

No Canal de Fuga II, a média anual do índice de estado trófico indicou estado supereutrófico, com elevado valor de fósforo total e alta concentração de clorofila a, indicando eutrofização, proveniente do Reservatório Rio das Pedras, localizado no Complexo Billings.

Com relação ao Reservatório Capivari-Monos, o índice de estado trófico indicou, na média, condições mesotróficas, sendo a pior condição registrada no mês de julho (supereutrófica).

8.4.5.9. Usos dos Recursos Hídricos - Demandas Atuais e Futuras

Conforme apresentado no balanço hídrico as demandas por recursos hídricos na Baixada Santista e aos afluentes ao estuário de Santos, são respectivamente de: Demanda global 23,29 m³/s e 19,647 m³/s; uso urbano 10,83 m³/s e 7,187 m³/s e uso Industrial 12,46 m³/s para ambos os casos, visto a coincidência de localização dos usuários, sendo desprezível o uso agrícola. Observando-se que a disponibilidade em períodos de estiagem, $Q_{7,10}$, inferior à demanda na região estuarina, evidenciou-se a necessidade da contribuição da transposição de águas da Bacia do Alto Tietê, por meio da usina Henry Borden para o atendimento destas demandas, em particular à

captação da ETA-3 – Cubatão pela Sabesp, responsável pelo abastecimento de água potável da região central da Baixada Santista.

A geração de energia elétrica pela Codesp no rio Itatinga tem um panorama de estabilidade nas vazões atuais.

Já o regime operacional da Usina Henry Borden é condicionado por questões da política de proteção ambiental e matriz energética, havendo pela EMAE esforços no sentido de encontrar-se tecnologia e meios para o retorno, ao menos parcialmente, das operações de geração.

O cenário de utilização de recursos hídricos no setor industrial é de estabilidade, não sendo anunciados empreendimentos industriais que potencializem o aumento da demanda, ao contrário noticiam-se empreendimentos, como o sistema de geração de energia da Petrobrás, em que aponta-se a redução da dependência de água pela modificação dos sistemas de refrigeração industrial, como um dos fatores ambientais positivos.

Para o transporte e diluição dos poluentes, com a implementação dos programas de controle das fontes de poluição e atuação dos agentes ambientais observa-se a crescente melhoria dos parâmetros de qualidade das águas.

Com a implementação da cobrança pelo uso da água, definida pela Lei Estadual N° 12.183, de 29 de dezembro de 2005, que em sua regulamentação prevê a realização de um cadastro de usuários de recursos hídricos, com base em declarações dos próprios usuários interessados, é esperada uma relação mais real dos dados disponibilizados pela Cetesb e DAEE, sendo presumível uma redução das vazões outorgadas.

Desta forma as evoluções no uso de recursos hídricos ficam por conta do atendimento ao saneamento básico, pelas necessidades presentes e crescimento demográfico.

Merece destaque o projeto de implantação pela Sabesp de uma nova captação de água no rio Itatinga e ampliação em 1 m³/s do tratamento de água potável, em reforço à ETA de Jurubatuba, para regularização do abastecimento no município do Guarujá.

Ressalta-se também a iniciativa da Sabesp que, em suas metas de implantar novas tecnologias e aumentar seus sistemas de atendimento à população, lançou o Programa de Recuperação Ambiental da Região Metropolitana da Baixada Santista, o qual conta com o financiamento do Japan Bank International Cooperation (JBIC) e a contrapartida da Sabesp e do BNDES, para empreendimentos de coleta e tratamento de esgotos e em aprimoramentos dos sistemas de abastecimento de água.

O Programa abrangerá os nove municípios que contemplam toda a Região Metropolitana da Baixada Santista (Bertioga, Cubatão, Guarujá, Itanhaém, Mongaguá, Peruíbe, Praia Grande, Santos e São Vicente), beneficiando a população residente e flutuante e cerca de 3 milhões de habitantes e melhorando a qualidade das 82 praias distribuídas em 162,5 km existente na região. Após a implantação das obras de melhorias, os índices de atendimento com rede de esgotos deverão subir do patamar de 62% a 95%.

O Programa de Recuperação Ambiental da Baixada Santista implantará os seguintes sistemas:

1100 km de assentamento de redes coletoras, coletores tronco, interceptores, emissários;

Dragagem de aprofundamento do canal de navegação, bacias de evolução e berços de atracação do Porto Organizado de Santos – São Paulo

- 125.000 ligações domiciliares;
- 85 estações elevatórias;
- 7 estações de tratamento de esgotos;
- 1 emissário submarino - Praia Grande;
- Melhorias e ampliação - emissário submarino de Santos.

Desta forma destacam-se as ações em curso e propostas para usos de recursos hídricos na Baixada Santista e em particular nas bacias afluentes ao estuário de Santos que resultarão na redução de aporte de poluentes, pela implementação de saneamento básico e fiscalização dos órgãos ambientais. O aumento de demandas será verificado apenas para uso urbano, na correção das deficiências existentes e no crescimento demográfico.