



GOVERNO DO ESTADO DE SÃO PAULO  
SECRETARIA DE ESTADO DOS TRANSPORTES  
COMPANHIA DOCAS DE SÃO SEBASTIÃO



## CARACTERIZAÇÃO DA QUALIDADE DA ÁGUA MARINHA NAS IMEDIAÇÕES DO PORTO COM BASE EM DADOS PRIMÁRIOS

JANEIRO, 2009



## SUMÁRIO

2.1 - INTRODUÇÃO .....	5
2.2 - OBJETIVOS DO TRABALHO .....	5
2.3 - MATERIAL E MÉTODOS .....	5
2.3.1 - Identificação e localização dos pontos de coleta de água .....	6
2.3.2 - Procedimentos adotados para a amostragem de água superficial.....	10
2.3.3 - Procedimentos adotados para a amostragem de água sub-superficial .....	10
2.3.4 - Medidas físico-químicas realizadas <i>in-situ</i> nos corpos de água .....	12
2.4 – RESULTADOS E DISCUSSÃO .....	13
2.4.1 - Parâmetros físico-químicos .....	13
2.4.2 – Resultados obtidos para as amostras coletadas na maré de quadratura.....	13
2.4.3 – Resultados obtidos para as amostras coletadas na maré de Sízígia.....	18
2.4.4 - Controle de qualidade .....	22
2.4.4.1 - Procedimentos de descontaminação .....	22
2.4.4.2 - Controle de Qualidade dos Resultados Analíticos .....	23
2.4.4.3 - Avaliação dos Resultados Obtidos nas Amostras de Controle de Qualidade.....	24
2.5 - CONCLUSÕES .....	26
2.6 – REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	27
Anexos .....	28
Anexo 2.1.....	29
Dossiê fotográfico da coleta de água.....	29
Anexo 2.2.....	32
Localização dos pontos amostrais de água.....	32
Anexo 2.3.....	33
Protocolo de armazenamento para amostras de água .....	33
Anexo 2.4.....	35
Medições físico-químicas realizadas em campo pela cpea – Controle de qualidade das medidas..	35
multisonda hanna hi-9828.....	36
Anexo 2.5.....	39
Relatório de participação da CPEA em estudos interlaboratoriais para medições físico-químicas, junto à empresa RTC.....	39
Anexo 2.6.....	40
Laudos das análises físico-químicas realizadas em campo .....	40
Anexo 2.7.....	41
Laudos das análises realizadas em laboratório .....	41



## ÍNDICE DE TABELAS

Tabela 2.1 – Variação das amplitudes de ambas as marés.....	6
Tabela 2.2 - Identificação e coordenadas dos pontos amostrais de água, durante a maré de quadratura. ....	7
Tabela 2.3 - Identificação e coordenadas dos pontos amostrais de água, durante a maré de sizígia. ...	8
Tabela 2.4 - Profundidades da coluna de água para as amostragens de água superficial e sub-superficial, durante a maré de quadratura. ....	11
Tabela 2.5 - Profundidades da coluna de água para as amostragens de água superficial e sub-superficial, durante a maré de sizígia.....	12
Tabela 2.6 – Resultados obtidos para os pontos PA-01 e PA-03 durante a maré de quadratura.....	14
Tabela 2.7 – Resultados obtidos para o ponto PA-02 durante a maré de quadratura.....	14
Tabela 2.8 – Resultados obtidos para os pontos PA-04, PA-05, PA-06, PA-07, PA-10, PA-12, PA-13 e PA-14 durante a maré de quadratura .....	15
Tabela 2.9 – Resultados obtidos para os pontos PA-08A e PA-08B durante a maré de quadratura..	17
Tabela 2.10 – Resultados obtidos para os pontos PA-01 e PA-03 durante a maré de sizígia.....	19
Tabela 2.11 – Resultados obtidos para o ponto PA-02 durante a maré de sizígia.....	19
Tabela 2.12 – Resultados obtidos para os pontos PA-04, PA-05, PA-06, PA-07, PA-10, PA-12, PA-13 e PA-14 durante a maré de sizígia.....	20
Tabela 2.13 - Resultados obtidos na análise da amostra de controle de laboratório para os parâmetros determinados neste projeto. Valores expressos em % de recuperação.....	25
Tabela 2.14 – Resultados de precisão e exatidão para os parâmetros determinados neste projeto ....	25
Tabela 2.3.1 - Condições de armazenamento, preservação e estocagem das amostras de água. ....	34



## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 2.1 - Amostragem de água da camada superficial, através da imersão direta de um frasco sem preservante no corpo de água, com posterior transferência para os frascos contendo preservante.....	10
Figura 2.2 - Garrafa do tipo <i>van Dorn</i> utilizada para coleta de água em sub-superficial.....	10



## 2.1 - INTRODUÇÃO

O avanço tecnológico e a desocupação desordenada das cidades litorâneas, acrescidos ao uso indevido da natureza e a falta de noção da finitude dos recursos naturais, têm provocado mudanças significativas nos sistemas aquáticos marinhos. Tais mudanças, principalmente quando provocadas por ações inconseqüentes, tornam-se desfavoráveis ao interesse e a sobrevivência do homem. Quando isto ocorre, medidas mitigadoras fazem-se necessárias e são tomadas com base nas análises químicas, através de amostras biológicas, de água e sedimento.

Com relação especificamente à qualidade da água, torna-se fundamental uma caracterização completa desta matriz ambiental, visto que após a entrada de um contaminante em um sistema estuarino, por exemplo, seja por escoamento superficial da bacia de drenagem, seja por meio dos rios que deságuam nesta região ou ainda pelas atividades desenvolvidas na própria região costeira, o mesmo permanece por um determinado tempo na coluna d'água na forma dissolvida ou adsorvido no material particulado em suspensão.

Deve-se ressaltar que os processos diagenéticos que ocorrem na interface sedimento-coluna d'água, também podem alterar a mobilidade e a biodisponibilização de contaminantes, contribuindo assim para um aumento dos níveis de concentrações dos mesmos encontrados na água.

Neste sentido, uma avaliação da qualidade da água se torna uma ferramenta eficaz no que diz respeito à avaliação de possíveis fontes, sejam elas provenientes de efluentes domésticos ou de atividades industriais presentes em áreas estuarinas.

## 2.2 - OBJETIVOS DO TRABALHO

O objetivo deste trabalho é o atendimento às exigências técnicas estabelecidas pelo IBAMA, relacionadas à avaliação ambiental da qualidade da água marinha nas imediações do Porto de São Sebastião, com vistas à obtenção da Licença de Operação (LO) das atividades atualmente realizadas nas dependências do referido Porto.

Esta avaliação ambiental foi realizada por meio do mapeamento das principais fontes localizadas nas imediações do Porto, sejam elas provenientes de efluentes domésticos da cidade de São Sebastião ou provenientes das atividades desenvolvidas tanto nos procedimentos de carga e descarga quanto na retro-área do próprio Porto, com vista a avaliar a influência dessas fontes sobre a qualidade das águas marinhas

## 2.3 - MATERIAL E MÉTODOS

No Anexo 2.1, encontra-se o dossiê fotográfico referente aos procedimentos de coleta de água e de efluente, utilizados durante as campanhas de amostragem.



As coletas de água superficial, sub-superficial e de efluente foram realizadas, durante a maré de quadratura, entre os dias 09 e 10 de dezembro de 2008, sendo que as amostras foram enviadas para análise sempre nos mesmos dias de realização de cada amostragem, com exceção das amostras coletadas em 09 de dezembro para a realização dos ensaios de DBO e DQO, as quais foram enviadas ao laboratório no dia 10 de dezembro e, durante a maré de sizígia, entre os dias 15 e 16 de dezembro de 2008, cujas amostras foram enviadas aos laboratórios nos dias 16 e 17/12, pela manhã, respectivamente, de modo a atender o *holding time* de cada parâmetro. As amostragens foram realizadas pelos técnicos da Consultoria Paulista de Estudos Ambientais, sendo as análises realizadas pelos laboratórios CORPLAB do Brasil LTDA e TECAM Tecnologia Ambiental LTDA

### 2.3.1 - Identificação e localização dos pontos de coleta de água

Como anteriormente citado, as coletas foram realizadas contemplando os dois tipos de marés, ou seja, quadratura e sizígia, sempre no período de enchente para ambos os casos. A Tabela 2.1 a seguir mostra os dias os quais foram coletadas as amostras, as respectivas marés e os horários onde estavam ocorrendo os períodos de enchentes.

**Tabela 2.1 - Variação das amplitudes de ambas as marés**

Lua	Maré	Dia da coleta	Hora	Altitude
Crescente	Quadratura	09/12/2008	00:32	1.3
			05:56	0.2
			12:32	1.1
			18:30	0.3
		10/12/2008	01:21	1.3
			06:51	0.2
			13:09	1.1
			19:15	0.2
Cheia	Sizígia	15/12/2008	05:32	1.2
			11:00	0.5
			15:34	1.1
			23:28	0.1
		16/12/2008	06:15	1.1
			11:39	0.6
			16:02	1.1

• Fonte: Diretoria de Hidrografia e Navegação (DHN), Centro de Hidrografia da Marinha (CHM) e Banco Nacional de Dados Oceanográficos (BNDO). Disponível em: <http://www.mar.mil.br/dhn/chm/tabuas/50210Dez2008.htm>

• OBS: Nesta tabela não está sendo levado em consideração o horário de verão

Foram coletadas amostras de água em diferentes profundidades em cada ponto de coleta, variando entre superfície, em aproximadamente 0,1 m de profundidade, meio da coluna de água e



1,0 m acima da superfície do fundo. Nas Tabelas 2.2 e 2.3, a seguir, são apresentadas as coordenadas e nomenclaturas utilizadas para a identificação de cada ponto de coleta e as profundidades nas quais foram realizadas as amostragens, durante as marés de quadratura e sizígia, respectivamente.

**Tabela 2.2 - Identificação e coordenadas dos pontos amostrais de água, durante a maré de quadratura.**

Ponto amostral	Identificação	Profundidade de coleta	Data da coleta	Coordenadas (UTM)*	
				Eastings (mE)	Northings (mN)
PA-1-Q	PA-1-Q	superfície	9/12/2008	458.912	7.367.111
PA-2-Q	PA-2-Q	superfície	9/12/2008	458.633	7.366.897
PA-3-Q	PA-3-Q	superfície	9/12/2008	458.556	7.366.952
PA-4-Q	PA-4-Q	superfície	9/12/2008	458.975	7.366.588
PA-5-Q	PA-5-S-Q	superfície	10/12/2008	459.472	7.366.590
	PA-5-M-Q	sub-superfície			
	PA-5-F-Q	sub-superfície			
PA-6-Q	PA-6-S-Q	superfície	9/12/2008	459.590	7.366.647
	PA-6-M-Q	sub-superfície			
	PA-6-F-Q	sub-superfície			
PA-7-Q	PA-7-S-Q	superfície	9/12/2008	459.645	7.366.736
	PA-7-M-Q	sub-superfície			
	PA-7-F-Q	sub-superfície			
PA-8A-Q	PA-8-A-Q	superfície	10/12/2008	459.498	7.366.715
PA-8B-Q	PA-8-B-Q	superfície	10/12/2008		
PA-9-Q	PA-9-S-Q	superfície	-	-	-
PA-10-Q	PA-10-S-Q	superfície	9/12/2008	459.475	7.366.788
	PA-10-M-Q	sub-superfície			
	PA-10-F-Q	sub-superfície			
PA-11-Q	PA-11-S-Q	superfície	-	-	-
PA-12-Q	PA-12-S-Q	superfície	10/12/2008	459.428	7.366.759
	PA-12-M-Q	sub-superfície			
	PA-12-F-Q	sub-superfície			
PA-13-Q	PA-13-S-Q	superfície	11/12/2008	458.874	7.365.779
	PA-13-M-Q	sub-superfície			
	PA-13-F-Q	sub-superfície			
PA-14-Q	PA-14-S-Q	superfície	12/12/2008	458.922	7.365.349
	PA-14-M-Q	sub-superfície			
	PA-14-F-Q	sub-superfície			

\* Datum horizontal: SAD 69. Zona: 23K



Tabela 2.3 - Identificação e coordenadas dos pontos amostrais de água, durante a maré de sizígia.

Ponto amostral	Identificação	Profundidade de coleta	Data da coleta	Coordenadas (UTM)*	
				Eastings (mE)	Northings (mN)
PA-1-S	PA-1-SS	superfície	16/12/2008	458.912	7.367.111
PA-2-S	PA-2-SS	superfície	16/12/2008	458.633	7.366.897
PA-3-S	PA-3-SS	superfície	16/12/2008	458.556	7.366.952
PA-4-S	PA-4-SS	superfície	15/12/2008	458.975	7.366.588
PA-5-S	PA-5-SS	superfície	16/12/2008	458.491	7.366.611
	PA-5-SM	sub-superfície			
	PA-5-SF	sub-superfície			
PA-6-S	PA-6-SS	superfície	16/12/2008	459.587	7.366.612
	PA-6-SM	sub-superfície			
	PA-6-SF	sub-superfície			
PA-7-S	PA-7-SS	superfície	15/12/2008	459.647	7.366.728
	PA-7-SM	sub-superfície			
	PA-7-SF	sub-superfície			
PA-8-A-S	PA-8A-SS	superfície	-	-	-
PA-8-B-S	PA-8B-SS	superfície	-	-	-
PA-9-S	PA-9-SS	superfície	-	-	-
PA-10-S	PA-10-SS	superfície	15/12/2008	459.494	7.366.791
	PA-10-SM	sub-superfície			
	PA-10-SF	sub-superfície			
PA-11-S	PA-11-SS	superfície	-	-	-
PA-12-S	PA-12-SS	superfície	15/12/2008	459.440	7.366.746
	PA-12-SM	sub-superfície			
	PA-12-SF	sub-superfície			
PA-13-S	PA-13-SS	superfície	16/12/2008	458.878	7.365.766
	PA-13-SM	sub-superfície			
	PA-13-SF	sub-superfície			
PA-14-S	PA-14-SS	superfície	16/12/2008	458.950	7.365.422
	PA-14-SM	sub-superfície			
	PA-14-SF	sub-superfície			

\* Datum horizontal: SAD 69. Zona: 23K

As análises químicas realizadas nas amostras de água superficial e sub-superficial seguiram as diretrizes da Resolução CONAMA 357/05, a qual dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento, sendo que os pontos PA-1 e PA-3 foram classificados como água doce de classe 2 (artigo 15), o ponto PA-2 como água salobra de classe 1 (artigo 21) e PA-4, PA-5, PA-6, PS-07, PA-10, PA-12, PA-13 e PA-14 como água salina de classe 1 (artigo 18). Com relação ao ponto PA-08, o mesmo foi dividido em duas amostras, sendo que o PA-8-A foi coletado na saída da tubulação proveniente de um sistema de tratamento de um sanitário presente na área de carga e descarga do Porto e o ponto PA-8-B localizado no corpo d'água abaixo da mesma tubulação e, assim sendo, o PA-8-A foi considerado como efluente (artigo 34) e o PA-8-B como água salina de classe 1 (artigo 18).



Foram realizadas as seguintes análises nas amostras de água superficial e sub-superficial seguindo as diretrizes do plano de monitoramento já realizado nas águas do canal e extravasador para as atividades de dragagem do Porto de São Sebastião.

- Cor
- Turbidez
- Sólidos dissolvidos totais (mg/L)
- Sólidos suspensos totais (mg/L)
- Sólidos sedimentáveis totais (mg/L)
- DBO
- DQO
- Nitrato, Nitrito, Nitrogênio amoniacal
- Fósforo total
- Surfactantes (mg/L)
- Clorofila-a
- Coliformes termotolerantes
- Óleos e graxas

O mapa, mostrando a localização dos pontos amostrais de água superficial e sub-superficial, encontra-se na Figura 2.2.1 do Anexo 2.2. Pelo fato dos pontos PA-9 e PA-11 estarem localizados na saída de duas tubulações provenientes do escoamento superficial da retro-área do Porto, as amostragens não foram realizadas em ambas as marés, devido à ausência da vazão de efluentes. Ainda, nos pontos PA-8-A e PA-8-B, não foi realizada a amostragem durante a maré de sizígia, devido à amostragem já ter sido realizada na maré de quadratura, visto que o grau de contaminação dos efluentes lançados não apresenta influência da variação do ciclo de maré.

Todas as amostras coletadas foram enviadas aos laboratórios juntamente com as respectivas cadeias de custódias preenchidas de forma a atender o tempo de preservação (*holding time*) de cada análise (Anexo 2.3). As análises para DBO, DQO e coliformes termotolerantes foram realizadas pela TECAM Tecnologia Ambiental LTDA, enquanto que os demais parâmetros foram avaliados pela CORPLAB Brasil LTDA.

### 2.3.2 - Procedimentos adotados para a amostragem de água superficial

A amostragem de água na camada superficial foi realizada através da imersão direta dos frascos sem preservantes no corpo de água, a cerca de 0,1 m de profundidade, com posterior transferência destes para os frascos contendo preservantes, seguindo os procedimentos internos da Consultoria Paulista, conforme exibido na Figura 2.1 a seguir.



Figura 2.1 - Amostragem de água da camada superficial, através da imersão direta de um frasco sem preservante no corpo de água, com posterior transferência para os frascos contendo preservante.

### 2.3.3 - Procedimentos adotados para a amostragem de água sub-superficial

Para a coleta das amostras de água em profundidade, foi utilizada uma garrafa do tipo *van Dorn* (Figura 2.2), cujo funcionamento consiste na abertura da garrafa a bordo da embarcação, com conseqüente desarmamento na profundidade desejada, por meio de um peso de metal (mensageiro).

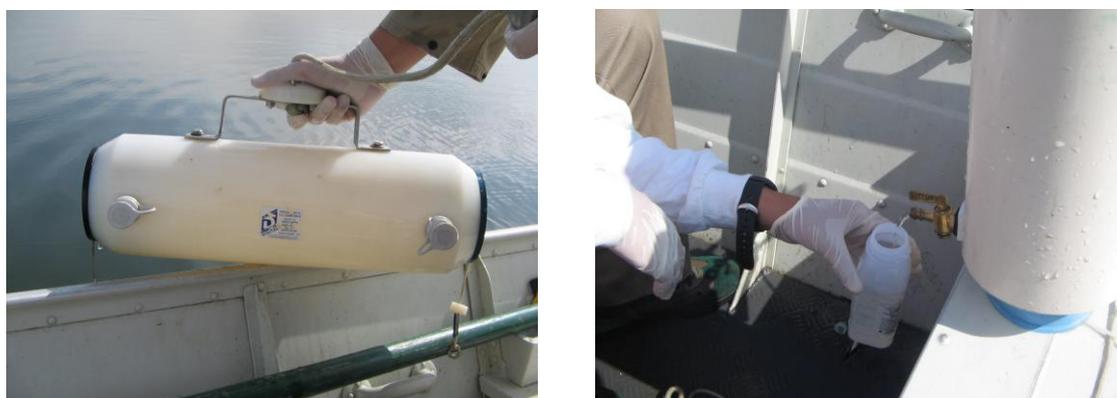


Figura 2.2 - Garrafa do tipo *van Dorn* utilizada para coleta de água em sub-superficial.

Nas Tabelas 2.4 e 2.5, a seguir, são apresentadas as profundidades da coluna de água para cada ponto amostral, assim como as respectivas profundidades de coleta, para as amostragens realizadas durante as marés de quadratura e sizígia, respectivamente.



Tabela 2.4 - Profundidades da coluna de água para as amostragens de água superficial e sub-superficial, durante a maré de quadratura.

Ponto amostral	Profundidade de amostragem (m)	Profundidade coluna d'água (m)
PA-1-Q	0,1	*
PA-2-Q	0,1	*
PA-3-Q	0,1	*
PA-4-Q	0,1	*
PA-5-S-Q	0,1	2,6
PA-5-M-Q	1,0	
PA-5-F-Q	2,0	
PA-6-S-Q	0,1	8,0
PA-6-M-Q	3,5	
PA-6-F-Q	7,0	
PA-7-S-Q	0,1	8,0
PA-7-M-Q	3,5	
PA-7-F-Q	7,0	
PA-8A-Q	**	**
PA-8B-Q	0,1	*
PA-9-Q	-	-
PA-10-S-Q	0,1	7,5
PA-10-M-Q	3,0	
PA-10-F-Q	6,0	
PA-11-Q	-	-
PA-12-S-Q	0,1	7,0
PA-12-M-Q	3,0	
PA-12-F-Q	6,0	
PA-13-S-Q	0,1	3,0
PA-13-M-Q	1,0	
PA-13-F-Q	2,0	
PA-14-S-Q	0,1	20,9
PA-14-M-Q	9,5	
PA-14-F-Q	19,0	

\* Profundidades inferiores a 0,5m.

\*\* Amostragem de efluente.

- Não realizado



Tabela 2.5 - Profundidades da coluna de água para as amostragens de água superficial e sub-superficial, durante a maré de sizígia.

Ponto amostral	Profundidades de amostragem (m)	Profundidade coluna d'água (m)
PA-1-SS	0,1	*
PA-2-SS	0,1	*
PA-3-SS	0,1	*
PA-4-SS	0,1	*
PA-5-SS	0,1	3,5
PA-5-SM	1,0	
PA-5-SF	2,0	
PA-6-SS	0,1	8,0
PA-6-SM	3,5	
PA-6-SF	7,0	
PA-7-SS	0,1	8,6
PA-7-SM	3,5	
PA-7-SF	7,0	
PA-8A-Q	**	**
PA-8B-Q	0,1	*
PA-9-Q	-	-
PA-10-SS	0	7,7
PA-10-SM	3,5	
PA-10-SF	7,0	
PA-11-Q	-	-
PA-12-SS	0,1	6,8
PA-12-SM	3,0	
PA-12-SF	6,0	
PA-13-SS	0,1	4,0
PA-13-SM	1,5	
PA-13-SF	3,0	
PA-14-SS	0,1	21
PA-14-SM	9,0	
PA-14-SF	18,0	

\* Profundidades inferiores a 0,5m.

\*\* Amostragem de efluente.

- Coleta não realizada.

As amostragens de água nos pontos PA-1, PA-2, PA-3, PA-4, para ambas as marés, e o PA-8-B, devido às profundidades inferiores a 0,5 m, foram realizadas somente na camada superficial.

#### 2.3.4 - Medidas físico-químicas realizadas *in-situ* nos corpos de água

Foram realizadas medidas *in-situ* de pH, potencial Redox ( $E_H$ ), condutividade, salinidade e temperatura nas amostras de água coletadas, compreendendo tanto a camada superficial quanto a em profundidade. Para a medição destes parâmetros, foi utilizada uma sonda multiparamétrica modelo



9828 da marca HANNA, devidamente calibrada seguindo os procedimentos internos da Consultoria Paulista (Anexo 2.4).

Como controle de qualidade das medidas realizadas *in-situ*, no Anexo 2.5 está apresentado o relatório de participação da CPEA em estudos interlaboratoriais para medições físico-químicas, junto à empresa RTC, nos EUA.

## 2.4 - RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os laudos referentes às análises físico-químicas realizadas em campo encontram-se no Anexo 2.6 e os laudos e cadeias de custódia referentes às análises químicas realizadas em laboratório estão apresentados nos Anexos 2.7.

### 2.4.1 - Parâmetros físico-químicos

Com relação aos resultados obtidos para as amostras coletadas durante a maré de quadratura, observa-se que para o ponto PA-1-Q foi obtida uma concentração de oxigênio dissolvido igual a 0,75 mg/L, abaixo do valor permitido de 5 mg/L, sendo que este resultado condiz com a grande quantidade de matéria orgânica em decomposição proveniente do arraste superficial de uma região fora das dependências do Porto, observado neste ponto amostral. Ainda, no ponto PA-14-F-Q, foram obtidos valores de oxigênio dissolvido e pH além dos limites estabelecidos pela Resolução CONAMA 357/05, podendo indicar que na profundidade coletada, aproximadamente 19 m, a qualidade da água pode estar sofrendo a influência do descarte de efluente pelo emissário submarino em função das correntes e da batimetria do local, visto que este ponto amostral está localizado na direção do mesmo.

Para as amostras coletadas durante a maré de sizígia, somente o oxigênio dissolvido esteve fora dos limites estabelecidos para praticamente todas as amostras, com exceção de PA-4-SS, PA-10-SF, PA-13-SS, PA-13-SM, PA-13-SF, PA-14-SS e PA-14-SM. Os pontos PA-1-SS e PA-2-SS estiveram bem abaixo do limite, porém nestes locais também foi observada uma grande quantidade de matéria orgânica em decomposição. Com relação aos demais pontos, destaca-se novamente o PA-14-SF cujo valor obtido foi praticamente nulo, corroborando o baixo valor encontrado na maré de quadratura, com possível relação com o lançamento de efluente pelo emissário submarino.

### 2.4.2 - Resultados obtidos para as amostras coletadas na maré de quadratura

Na Tabela 2.6, a seguir, estão apresentados os resultados obtidos para os pontos PA-01 e PA-03, comparados com o artigo 15 da Resolução CONAMA 357 (água doce, classe 2).



**Tabela 2.6 - Resultados obtidos para os pontos PA-01 e PA-03 durante a maré de quadratura**

Parâmetro	CONAMA 357 artigo 15	PA-1-Q	PA-3-Q
Cor (mg Pt/L)	75	31,1	53,3
Turbidez (NTU)	100	1,5	3,5
Sólidos dissolvidos totais (mg/L)	500	1409	739
Sólidos suspensos totais (mg/L)		<50,0	<50,0
Sólidos sedimentáveis totais (mL/L)		0,100	<0,10
D.B.O. (mg/L)	5	<1,0	9,0
D.Q.O. (mg/L)		2,0	28,0
Nitrato (mg/L)	10	<0,30	<0,30
Nitrito (mg/L)	1	0,02	0,02
Nitrogênio amoniacal (mg/L)	3,7	0,7	4,75
Fósforo total (mg/L)	0,03	0,0363*J	0,234
Surfactantes (mg/L)		<0,10	<0,10
Clorofila-a (µg/L)	30	1,8	22,6
Coliformes termotolerantes (unid/100mL)	1000	110	920
Óleos e graxas (mg/L)	ausentes	5,80	5,40

Na Tabela 2.7, a seguir, estão apresentados os resultados obtidos para o ponto PA-02, comparados com o artigo 21 da Resolução CONAMA 357 (água salobra, classe 1).

**Tabela 2.7 - Resultados obtidos para o ponto PA-02 durante a maré de quadratura**

Parâmetro	CONAMA 357 artigo 21	PA-2-Q
Cor (mg Pt/L)	ausentes	78
Turbidez (NTU)	ausentes	8,2
Sólidos dissolvidos totais (mg/L)		2156
Sólidos suspensos totais (mg/L)		<50,0
Sólidos sedimentáveis totais (mL/L)		<0,1
D.B.O. (mg/L)		7,0
D.Q.O. (mg/L)		43,0
Nitrato (mg/L)	0,4	<0,30
Nitrito (mg/L)	0,07	0,024
Nitrogênio amoniacal (mg/L)	0,4	4,81
Fósforo total (mg/L)	0,124	0,356
Surfactantes (mg/L)		<0,10
Clorofila-a (µg/L)		5,2
Coliformes termotolerantes (unid/100mL)	1000	9400
Óleos e graxas (mg/L)	ausentes	6,60

Na Tabela 2.8, a seguir, estão apresentados os resultados obtidos para o ponto PA-02, comparados com o artigo 21 da Resolução CONAMA 357 (água salobra, classe 1).



**Tabela 2.8 - Resultados obtidos para os pontos PA-04, PA-05, PA-06, PA-07, PA-10, PA-12, PA-13 e PA-14 durante a maré de quadratura**

Parâmetro	CONAMA 357 artigo 18	PA-4-Q	PA-05-S-Q	PA-05-M-Q	PA-05-F-Q	PA-06-S-Q
Cor (mg Pt/L)		13,1	5,90	5,9	4,00	3,7
Turbidez (NTU)	ausentes	2,2	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0
Sólidos dissolvidos totais (mg/L)		42600	46850	43650	47350	49520
Sólidos suspensos totais (mg/L)		337	315	237	309	306
Sólidos sedimentáveis totais (mL/L)		0,100	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
D.B.O. (mg/L)		231	135	83,0	332	332
D.Q.O. (mg/L)		2430	1530	1470	1610	1610
Nitrato (mg/L)	0,4	<0,30	<0,30	<0,30	<0,30	<0,30
Nítrito (mg/L)	0,07	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02
Nitrogênio amoniacal (mg/L)	0,4	0,86	0,54	0,36	0,36	0,62
Fósforo total (mg/L)	0,062	0,0426*J	0,103	0,101	0,106	0,0909*J
Surfactantes (mg/L)		<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10
Clorofila-a (µg/L)		3,7	2,5	2,7	2,2	2,2
Coliformes termotolerantes (unid/100mL)	10000	<18	1	2	2	1
Óleos e graxas (mg/L)	ausentes	<5,0	<5,0	<5,0	<5,0	<5,0
Parâmetro	CONAMA 357 artigo 18	PA-06-M-Q	PA-06-F-Q	PA-07-S-Q	PA-07-M-Q	PA-07-F-Q
Cor (mg Pt/L)		3,60	35,6	8,2	4,60	8,20
Turbidez (NTU)	ausentes	<1,00	8,50	<1,00	<1,00	1,40
Sólidos dissolvidos totais (mg/L)		57369	57322	35545	41250	39672
Sólidos suspensos totais (mg/L)		265	468	300	304	259
Sólidos sedimentáveis totais (mL/L)		<0,1	0,7	<0,1	<0,1	<0,1
D.B.O. (mg/L)		206	121	306	133	276
D.Q.O. (mg/L)		1550	1470	1870	1490	1900
Nitrato (mg/L)	0,4	<0,30	<0,30	<0,30	<0,30	<0,30
Nítrito (mg/L)	0,07	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02
Nitrogênio amoniacal (mg/L)	0,4	0,49	0,42	0,54	0,64	0,72
Fósforo total (mg/L)	0,062	0,0972*J	0,0764*J	0,0403*J	0,0389*J	0,0405*J
Surfactantes (mg/L)		<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10
Clorofila-a (µg/L)		2	4,9	1,7	2,5	2,5
Coliformes termotolerantes (unid/100mL)	10000	4	<180	3	23	4
Óleos e graxas (mg/L)	ausentes	<5,0	<5,0	<5,0	<5,0	<5,0



**Tabela 2.8 (continuação) - Resultados obtidos para os pontos PA-04, PA-05, PA-06, PA-07, PA-10, PA-12, PA-13 e PA-14 durante a maré de quadratura**

Parâmetro	CONAMA 357 artigo 18	PA-10-S-Q	PA-10-M-Q	PA-10-F-Q	PA-12-S-Q	PA-12-M-Q
Cor (mg Pt/L)		7,40	6,90	5,40	4,10	6,70
Turbidez (NTU)	ausentes	<1,0	1,1	<1,0	<1,0	<1,0
Sólidos dissolvidos totais (mg/L)		40894	41585	49277	43580	45847
Sólidos suspensos totais (mg/L)		209	227	297	278	275
Sólidos sedimentáveis totais (mL/L)		<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
D.B.O. (mg/L)		104	143	215	210	242
D.Q.O. (mg/L)		2090	1650	1860	1860	1710
Nitrato (mg/L)	0,4	<0,30	<0,30	<0,30	<0,30	<0,30
Nítrito (mg/L)	0,07	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02
Nitrogênio amoniacal (mg/L)	0,4	0,46	0,7	0,65	0,57	0,61
Fósforo total (mg/L)	0,062	0,038*J	0,0375*J	0,0396*J	0,0381*J	0,0377*J
Surfactantes (mg/L)		<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10
Clorofila-a (µg/L)		<1,0	2,5	1	2,5	2,7
Coliformes termotolerantes (unid/L)	10000	4	10	24	8	29
Óleos e graxas (mg/L)	ausentes	<5,0	5,0	<5,0	<5,0	<5,0
Parâmetro	CONAMA 357 artigo 18	PA-12-F-Q	PA-13-S-Q	PA-13-M-Q	PA-13-F-Q	PA-14-S-Q
Cor (mg Pt/L)		7,10	2,20	2,10	2,50	20,0
Turbidez (NTU)	ausentes	1,1	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0
Sólidos dissolvidos totais (mg/L)		42510	40520	59697	43250	46520
Sólidos suspensos totais (mg/L)		391	309	232	255	236
Sólidos sedimentáveis totais (mL/L)		<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
D.B.O. (mg/L)		316	134	285	230	90,0
D.Q.O. (mg/L)		2620	1330	1560	1220	1260
Nitrato (mg/L)	0,4	<0,30	<0,30	<0,30	<0,30	<0,30
Nítrito (mg/L)	0,07	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02
Nitrogênio amoniacal (mg/L)	0,4	0,42	0,43	0,70	0,41	0,42
Fósforo total (mg/L)	0,062	0,0392*J	0,121	0,0959*J	0,0964*J	0,0949*J
Surfactantes (mg/L)		<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10
Clorofila-a (µg/L)		0,2	2	1,6	1,4	0,8
Coliformes termotolerantes (unid/L)	10000	8	55	40	12	ausentes
Óleos e graxas (mg/L)	ausentes	<5,0	<5,0	39,6	<5,0	<5,0



**Tabela 2.8 (continuação) - Resultados obtidos para os pontos PA-04, PA-05, PA-06, PA-07, PA-10, PA-12, PA-13 e PA-14 durante a maré de quadratura**

Parâmetro	CONAMA 357 artigo 18	PA-14-M-Q	PA-14-F-Q			
Cor (mg Pt/L)		1,00	4,30			
Turbidez (NTU)	ausentes	<1,0	<1,0			
Sólidos dissolvidos totais (mL/L)		45125	39835			
Sólidos suspensos totais (mg/L)		222	263			
Sólidos sedimentáveis totais (mg/L)		<0,1	<0,1			
D.B.O. (mg/L)		421	291			
D.Q.O. (mg/L)		1800	1540			
Nitrato (mg/L)	0,4	<0,30	<0,30			
Nitrito (mg/L)	0,07	<0,02	<0,02			
Nitrogênio amoniacal (mg/L)	0,4	0,56	0,59			
Fósforo total (mg/L)	0,062	0,0949*J	0,105			
Surfactantes (mg/L)		<0,10	<0,10			
Clorofila-a (µg/L)		3,0	3,5			
Coliformes termotolerantes (unid/L)	10000	ausentes	<180			
Óleos e graxas (mg/L)	ausentes	<5,0	<5,0			

Na Tabela 2.9, a seguir, estão apresentados os resultados obtidos para os pontos PA-8-A e PA-8-B, comparados com os artigos 34 (efluente) e 18 (água doce, classe 2), respectivamente, da Resolução CONAMA 357.

**Tabela 2.9 - Resultados obtidos para os pontos PA-08A e PA-08B durante a maré de quadratura**

Parâmetro	CONAMA 357 artigo 34	CONAMA 357 artigo 18	PA-8A-Q	PA-08B-Q
Cor (mg Pt/L)			92,4	6,2
Turbidez (NTU)		ausentes	6,50	1,1
Sólidos dissolvidos totais (mg/L)			2786	35648
Sólidos suspensos totais (mg/L)			17	268
Sólidos sedimentáveis totais (mL/L)	1		<0,1	<0,1
D.B.O. (mg/L)			47,0	332
D.Q.O. (mg/L)			320	3130
Nitrato (mg/L)		0,4	<0,30	<0,30
Nitrito (mg/L)		0,07	<0,02	<0,02
Nitrogênio amoniacal (mg/L)	20	0,4	0,51	0,62
Fósforo total (mg/L)		0,062	4,009	0,105
Surfactantes (mg/L)			<0,10	<0,10
Clorofila-a (µg/L)			0,5	3,8
Coliformes termotolerantes (unid/L)		10000	140000	60
Óleos e graxas (mg/L)	20	ausentes	<5,0	11,9



Pelos resultados apresentados, observa-se que predominantemente foram obtidas concentrações para quase todas as amostras de fósforo total e nitrogênio amoniacal.

Para o caso do fósforo, segundo a CETESB (2009), o mesmo aparece em águas naturais devido principalmente às descargas de esgotos sanitários. Nestes, os detergentes superfosfatados empregados em larga escala domesticamente constituem a principal fonte, além da própria matéria fecal, a qual é rica em proteínas. Com relação ao nitrogênio, de acordo com este mesmo órgão ambiental, são diversas as fontes para as águas naturais. Os esgotos sanitários constituem em geral a principal fonte, lançando nas águas nitrogênio orgânico devido à presença de proteínas e nitrogênio amoniacal, devido à hidrólise sofrida pela uréia na água. Como consequência, o demasiado aporte de fósforo e nitrogênio em águas pode ocasionar em um aumento no processo de eutrofização.

Especificamente, para os pontos PA-1-Q e PA-3-Q, foram obtidos também níveis elevados de sólidos dissolvidos totais, óleos e graxas. O aparecimento destes elementos está relacionado ao fato que estes dois pontos amostrais recebem uma alta carga de matéria orgânica provenientes da cidade de São Sebastião, sendo que este padrão é confirmado pelo valor de DBO obtido para o ponto PA-3-Q, visto que um aumento nos teores deste parâmetro em um corpo d'água é provocado por despejos de origem predominantemente orgânica.

O ponto PA-2-Q está localizado em uma região a qual recebe, também, uma alta carga de matéria orgânica proveniente de esgotos domésticos e, por este motivo, foram obtidas, além de fósforo, nitrogênio, óleos e graxas, níveis elevados de cor, turbidez, e coliformes termotolerantes, confirmando assim o aporte de efluentes domésticos.

No ponto PA-8-A foi obtida uma alta concentração de coliformes termotolerantes, padrão este esperado visto que este ponto trata-se da saída de um sanitário presente na área do Porto, no entanto, na análise do ponto PA-8-B, localizado no corpo d'água logo abaixo do PA-8-A, este parâmetro foi obtido abaixo do respectivo valor orientador e, sendo assim, conclui-se que o efluente o qual está sendo descartado não está influenciando na qualidade do corpo d'água.

#### **2.4.3 - Resultados obtidos para as amostras coletadas na maré de Sizígia**

Na Tabela 2.10, a seguir, estão apresentados os resultados obtidos para os pontos PA-1-SS e PA-3-SS, comparados com o artigo 15 da Resolução CONAMA 357 (água doce, classe 2).



**Tabela 2.10 - Resultados obtidos para os pontos PA-01 e PA-03 durante a maré de sizígia**

Parâmetro	CONAMA 357 artigo 15	PA-1-SS	PA-3-SS
Cor (mg Pt/L)	75	6,0	45,9
Turbidez (NTU)	100	1,4	4,0
Sólidos dissolvidos totais (mg/L)	500	1146	294
Sólidos suspensos totais (mg/L)		10*J	100
Sólidos sedimentáveis totais (mL/L)		0,100	0,100
D.B.O. (mg/L)	5	23,0	12,0
D.Q.O. (mg/L)		115	45,0
Nitrato (mg/L)	10	0,38	54
Nitrito (mg/L)	1	<0,02	<0,02
Nitrogênio amoniacal (mg/L)	3,7	0,35	0,65
Fósforo total (mg/L)	0,03	0,128	0,85
Surfactantes (mg/L)		<0,10	<0,10
Clorofila-a (µg/L)	30	5,5	62,5
Coliformes termotolerantes (unid/L)	10000	19000	Ausente
Óleos e graxas (mg/L)	ausentes	9,40	<5,0

Na Tabela 2.11, a seguir, estão apresentados os resultados obtidos para o ponto PA-02, comparados com o artigo 21 da Resolução CONAMA 357 (água salobra, classe 1).

**Tabela 2.11 - Resultados obtidos para o ponto PA-02 durante a maré de sizígia**

Parâmetro	CONAMA 357 artigo 21	PA-2-SS
Cor (mg Pt/L)	ausentes	6,2
Turbidez (NTU)	ausentes	1,4
Sólidos dissolvidos totais (mg/L)		3731
Sólidos suspensos totais (mg/L)		86
Sólidos sedimentáveis totais (mL/L)		0,100
D.B.O. (mg/L)		15,0
D.Q.O. (mg/L)		50,0
Nitrato (mg/L)	0,4	<0,30
Nitrito (mg/L)	0,07	<0,02
Nitrogênio amoniacal (mg/L)	0,4	0,68
Fósforo total (mg/L)	0,124	0,979
Surfactantes (mg/L)		<0,10
Clorofila-a (µg/L)		13,7
Coliformes termotolerantes (unid/L)	10000	4600
Óleos e graxas (mg/L)	ausentes	6,60

Na Tabela 2.12, a seguir, estão apresentados os resultados obtidos para o ponto PA-02, comparados com o artigo 21 da Resolução CONAMA 357 (água salobra, classe 1).



**Tabela 2.12 - Resultados obtidos para os pontos PA-04, PA-05, PA-06, PA-07, PA-10, PA-12, PA-13 e PA-14 durante a maré de sizígia**

Parâmetro	CONAMA 357 artigo 18	PA-04-SS	PA-05-SS	PA-05-SM	PA-05-SF	PA-06-SS
Cor (mg Pt/L)		7,5	102	60,8	1,00	<1,0
Turbidez (NTU)	ausentes	<1,0	7,4	5,20	<1,0	<1,0
Sólidos dissolvidos totais (mg/L)		51290	41860	41352	55189	40388
Sólidos suspensos totais (mg/L)		474	229	269	255	313
Sólidos sedimentáveis totais (mL/L)		0,100	<0,1	<0,10	<0,1	<0,10
D.B.O. (mg/L)		63,0		95,0	58,0	31,0
D.Q.O. (mg/L)		95,0		230	275	165
Nitrato (mg/L)	0,4	<0,30	<0,30	<0,30	<0,30	<0,30
Nitrito (mg/L)	0,07	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02
Nitrogênio amoniacal (mg/L)	0,4	0,32	0,62	0,24	0,42	0,3
Fósforo total (mg/L)	0,062	0,119	0,0733*J	0,0704*J	0,0808*J	0,0777*J
Surfactantes (mg/L)		<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10
Clorofila-a (µg/L)		4,9	4,6	2,2	2,7	2,0
Coliformes termotolerantes (unid/L)	10000	ausente	ausente	13	14	35
Óleos e graxas (mg/L)	ausentes	<5,0	5,30	<5,0	5,00	<5,0
Parâmetro	CONAMA 357 artigo 18	PA-06-SM	PA-06-SF	PA-07-SS	PA-07-SM	PA-07-SF
Cor (mg Pt/L)		3,60	2,80	3,40	3,10	3,50
Turbidez (NTU)	Ausentes	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0
Sólidos dissolvidos totais (mg/L)		33755	38556	45290	66621	52500
Sólidos suspensos totais (mg/L)		253	309	594	528	620
Sólidos sedimentáveis totais (mL/L)		<0,10	<0,1	<0,10	<0,10	<0,1
D.B.O. (mg/L)		488	98	64,0	32,0	75,0
D.Q.O. (mg/L)		2020	260	140	120	235
Nitrato (mg/L)	0,4	<0,30	<0,30	<0,30	<0,30	<0,30
Nitrito (mg/L)	0,07	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02
Nitrogênio amoniacal (mg/L)	0,4	0,29	0,3	0,51	0,27	0,28
Fósforo total (mg/L)	0,062	0,0977*J	0,0738*J	0,102	0,0978*J	0,0961*J
Surfactantes (mg/L)		<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10
Clorofila-a (µg/L)		1,5	1,1	3,1	2,7	2,2
Coliformes termotolerantes (unid/L)	10000	29	ausente	ausente	Ausente	8
Óleos e graxas (mg/L)	ausentes	7,20	5,90	<5,0	<5,0	<5,0



**Tabela 2.12 (continuação) - Resultados obtidos para os pontos PA-04, PA-05, PA-06, PA-07, PA-10, PA-12, PA-13 e PA-14 durante a maré de sizígia**

Parâmetro	CONAMA 357 artigo 18	PA-10-SS	PA-10-SM	PA-10-SF	PA-12-SS	PA-12-SM
Cor (mg Pt/L)		3,60	3,50	2,70	6,70	7,00
Turbidez (NTU)	Ausentes	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0
Sólidos dissolvidos totais (mg/L)		57114	55762	50200	41040	41778
Sólidos suspensos totais (mg/L)		482	576	650	560	502
Sólidos sedimentáveis totais (mL/L)		<0,10	<0,10	<0,1	<0,1	<0,10
D.B.O. (mg/L)		6,0	17,0	19,0	1,0	36,0
D.Q.O. (mg/L)		50,0	215	180	55,0	150
Nitrato (mg/L)	0,4	<0,30	<0,30	<0,30	<0,30	<0,30
Nitrito (mg/L)	0,07	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02
Nitrogênio amoniacal (mg/L)	0,4	0,29	<0,20	0,65	0,53	0,35
Fósforo total (mg/L)	0,062	0,0983*J	0,0937*J	0,0935*J	0,102	0,103
Surfactantes (mg/L)		<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10
Clorofila-a (µg/L)		3,3	2,7	2,4	2,7	3,1
Coliformes termotolerantes (unid/L)	10000	Ausente	Ausente	Ausente	Ausente	Ausente
Óleos e graxas (mg/L)	ausentes	<5,0	5,60	<5,0	<5,0	<5,0
Parâmetro	CONAMA 357 artigo 18	PA-12-SF	PA-13-SS	PA-13-SM	PA-013-SF	PA-14-SS
Cor (mg Pt/L)		7,20	1,80	1,60	5,30	1,50
Turbidez (NTU)	Ausentes	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0
Sólidos dissolvidos totais (mg/L)		34006	39999	53808	50678	40800
Sólidos suspensos totais (mg/L)		503	300	269	239	316
Sólidos sedimentáveis totais (mL/L)		<0,1	<0,1	<0,10	<0,10	<0,10
D.B.O. (mg/L)		3,0	41,0	70,0	94,0	15,0
D.Q.O. (mg/L)		100	185	210	285	190
Nitrato (mg/L)	0,4	<0,30	<0,30	<0,30	<0,30	<0,30
Nitrito (mg/L)	0,07	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02
Nitrogênio amoniacal (mg/L)	0,4	0,42	0,42	0,36	0,42	0,48
Fósforo total (mg/L)	0,062	0,0909*J	0,0993*J	0,128	0,080*J	0,0463*J
Surfactantes (mg/L)		<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10
Clorofila-a (µg/L)		3,1	2,5	1,5	1,5	2,5
Coliformes termotolerantes (unid/L)	10000	Ausente	Ausente	2100	Ausente	Ausente
Óleos e graxas (mg/L)	ausentes	<5,0	<5,0	5,5	<5,0	<5,0



**Tabela 2.12 (continuação) - Resultados obtidos para os pontos PA-04, PA-05, PA-06, PA-07, PA-10, PA-12, PA-13 e PA-14 durante a maré de sizígia**

Parâmetro	CONAMA 357 artigo 18	PA-14-SM	PA-14-SF			
Cor (mg Pt/L)		1,60	1,80			
Turbidez (NTU)	ausentes	<1,0	<1,0			
Sólidos dissolvidos totais (mL/L)		40364	41290			
Sólidos suspensos totais (mg/L)		263	245			
Sólidos sedimentáveis totais (mg/L)		<0,10	<0,10			
D.B.O. (mg/L)		86	54,0			
D.Q.O. (mg/L)		480	350			
Nitrato (mg/L)	0,4	<0,30	<0,30			
Nitrito (mg/L)	0,07	<0,02	<0,02			
Nitrogênio amoniacal (mg/L)	0,4	0,36	0,39			
Fósforo total (mg/L)	0,062	0,0944*J	0,0574*J			
Surfactantes (mg/L)		<0,10	<0,10			
Clorofila-a (µg/L)		1,5	<0,1			
Coliformes termotolerantes (unid/L)	10000	ausente	ausente			
Óleos e graxas (mg/L)	ausentes	<5,0	<5,0			

As concentrações obtidas para as amostras coletadas durante a maré de sizígia seguiram os mesmos padrões dos resultados obtidos durante a maré de quadratura. Para a maioria das amostras presentes no entorno no Porto de São Sebastião foram obtidas concentrações de fósforo total e nitrogênio amoniacal, demonstrando a influência do aporte de efluentes domésticos por meio das concentrações obtidas nos pontos amostrais PA-1-SS, PA-2-SS e PA-3-SS, onde além

#### 2.4.4 - Controle de qualidade

No processo de investigação de um local com indícios de contaminação, o controle de qualidade das atividades de campo e análises químicas é necessário para verificar a conformidade dos resultados com os padrões e normas pertinentes. Como as tomadas de decisão são baseadas nos resultados analíticos, é importante a credibilidade e confiança nos resultados obtidos. Desta forma, para a investigação da qualidade da água marinha no entorno do Porto de São Sebastião Córrego, preocupou-se desde o início do trabalho com o processo de aquisição de dados primários: amostragem água superficial e análises químicas, conforme apresentado nos itens a seguir.

##### 2.4.4.1 - Procedimentos de descontaminação

Dentre os diversos equipamentos utilizados nos trabalhos de campo desenvolvidos no local, a maioria deles é utilizada com certa frequência, ou seja, não são descartados após o uso. Assim a limpeza do equipamento é necessária para evitar contaminações de outras áreas (sites onde o equipamento foi utilizado anteriormente) e/ou interferências de locais mais contaminados para locais menos contaminados.



Para isto, foi estabelecido como procedimento interno da CPEA, que todos os equipamentos de coleta de água ou equipamentos utilizados em coletas, quando não descartáveis devem ser lavados com sabão neutro e água mineral três vezes e enxaguado com água destilada antes do próximo uso.

#### **2.4.4.2 - Controle de Qualidade dos Resultados Analíticos**

Com o intuito de obter resultados fidedignos para as amostras de água superficial do projeto CPEA-685, o laboratório contratado aplicou um Programa de Qualidade Assegurada/Controle de Qualidade, por meio de atividades que demonstram exatidão (proximidade do valor verdadeiro) e precisão (reprodutibilidade dos resultados). Os seguintes controles de qualidade foram realizados:

1. Branco do Método: é uma amostra de água destilada que é processada junto com o lote de amostras reais, passando por todas as etapas analíticas. O branco do método é fundamental para monitorar interferência analítica causada por uma possível contaminação proveniente do laboratório, que poderia induzir a resultados falsos positivos nas amostras reais; esta contaminação pode ser proveniente da manipulação das amostras, dos reagentes utilizados (solventes, ácidos), vidraria, do ambiente de laboratório, equipamento analítico, etc. O valor encontrado para o branco do método deve ser menor que o limite de quantificação praticável.
2. Amostras de controle laboratorial (LCS – *laboratory control sample*) – são brancos fortificados com uma quantidade conhecida de analitos-alvo. O desempenho de uma técnica analítica é avaliado pelos resultados de LCS. Se não se obtém resultados aceitáveis de LCS (dentro dos critérios de qualidade do laboratório), significa que os resultados das amostras reais são questionáveis e uma ação corretiva deve ser tomada imediatamente. LCS é usado para testar a exatidão do método.
3. Amostras MS/MSD (*matrix spike/matrix spike duplicate*) – uma amostra “matrix spike” (MS) é uma alíquota de uma amostra real, na qual é adicionada uma quantidade conhecida de analito-alvo; são analisadas para acessar o efeito ou exatidão da matriz da amostra nos resultados analíticos. “Matrix spike duplicate” (MSD) é uma segunda alíquota da mesma amostra utilizada como matrix Spike. Os resultados de MSD são comparados com os resultados de MS para obter precisão. Neste trabalho, o laboratório preparou MS/MSD para as amostras de água (PA-07-S-Q) em duplicata para o ensaio de (ensaios realizados).

Com a realização de ensaios químicos nas amostras de qualidade descritas acima, viabilizou-se o monitoramento da precisão e exatidão analíticas do laboratório contratado, bem como avaliação de possível interferência nos resultados por manipulação, preparação e análise das amostras.

A precisão pode ser definida como a concordância entre medidas de uma mesma amostra obtidas em um mesmo dia, nas mesmas condições de rotina (repetitividade) ou em dias diferentes, com



condições variáveis, tais como analista, temperatura, calibração (reprodutibilidade). Já a exatidão é definida como o grau de concordância de um valor medido com o valor verdadeiro, a qual foi obtida pela realização de análises de amostras LCS e *surrogates*.

#### **2.4.4.3 - Avaliação dos Resultados Obtidos nas Amostras de Controle de Qualidade**

##### 1. Branco do método ou de análise

Foi utilizada água destilada e deionizada para ensaios inorgânicos e água mineral, para ensaios orgânicos (para similar amostra de água superficial) como amostra de branco do método, sendo que estas foram processadas juntamente com as amostras reais. Os resultados analíticos das amostras de água referentes ao branco do método encontram-se nos laudos analíticos (Anexo 2.7):

- Relatório de Ensaio nº 0841208
- Relatório de Ensaio nº 0981208
- Relatório de Ensaio nº 1791208
- Relatório de Ensaio nº 1991208

Todos os resultados obtidos estiveram abaixo do limite de quantificação do laboratório, comprovando que não houve qualquer tipo de contaminação oriunda de procedimentos de manipulação, preparação e análise das amostras.

##### 2. Amostra de controle laboratorial (LCS) ou spike

À água destilada e deionizada, para ensaios inorgânicos (para similar amostra de água superficial), adicionou-se quantidade conhecida de analitos-alvo. Estas amostras foram processadas e analisadas juntamente com as amostras reais, assim como o branco do método. Os resultados analíticos das amostras de água referentes ao LCS (Spike) são apresentados nas Tabelas 2.13

Todos os resultados obtidos estiveram dentro dos limites de controle de qualidade do laboratório, os quais são estabelecidos a partir de análise crítica das cartas-controle, comprovando, assim, a exatidão dos métodos analíticos empregados pelo laboratório.



**Tabela 2.13 - Resultados obtidos na análise da amostra de controle de laboratório para os parâmetros determinados neste projeto. Valores expressos em % de recuperação**

Elementos	0841208	0981208	1791208	1991208	Intervalo de aceitação
Nitrogênio amoniacal	105	105	105	105	75 - 125
Cor	96	93	97	98	75 - 125
Nitrato como N	101	101	101	98	75 - 125
Nitrito como N	103	101	90	89	75 - 125
Óleos e graxas	74	70	68	68	75 - 125
Surfactantes	81	84	91	88	60 - 140
Turbidez	86	94	97	97	75 - 125
Fósforo	102	112	88	95	75 - 125

### 3. Amostras MS/MSD (matrix spike/matrix spike duplicate)

Foi eleita a amostra de água (PA-7-S-Q) para preparação das amostras MS/MSD (matrix spike/matrix spike duplicate). Esta amostra foi analisada para fósforo, nitrogênio amoniacal, nitrato como N, nitrito como N, óleos e graxas, surfactantes e turbidez.

Na Tabela 2.14 são apresentados os resultados obtidos para precisão, a partir do desvio-padrão relativo, e de exatidão, a partir da recuperação. Usou-se como referência os intervalos estabelecidos pelo laboratório, comprovando a qualidade analítica e fidedignidade dos resultados.

**Tabela 2.14 - Resultados de precisão e exatidão para os parâmetros determinados neste projeto**

Elementos	Exatidão			Precisão	
	% Rec MS	% Rec MSD	Interv. aceitável	% DPR	Interv. aceitável
Fósforo	105	106	75 - 125	1,0	≤20
Nitrogênio amoniacal	79	80	75 - 125	1,3	≤20
Nitrato como N	95	97	75 - 125	201	≤20
Nitrito como N	105	110	75 - 125	4,7	≤20
Óleos e graxas	64	78	60 - 140	20	≤20
Surfactantes	80	81	75 - 125	1,2	≤20
Turbidez	88	89	75 - 125	1,1	≤20

Com os resultados obtidos para as amostras de controle de qualidade utilizadas neste projeto, pode-se validar e garantir a veracidade dos valores apresentados para as amostras de água superficial coletadas para o projeto CPEA-685.



## 2.5 - CONCLUSÕES

O intuito principal deste estudo foi verificar se as atividades portuárias desenvolvidas pelo Porto de São Sebastião poderiam estar influenciando na qualidade da água marinha no entorno do referido Porto.

Pelos resultados obtidos, nota-se que os principais contaminantes obtidos foram fósforo e nitrogênio e, como é bem sabido que estes elementos são característicos de efluentes domésticos, pode-se concluir que a principal contribuição para a qualidade da água marinha está relacionada ao aporte de esgotos de origem doméstica.

Alguns pontos amostrais localizados no entorno do Porto apresentaram concentrações de óleos e graxas acima do respectivo valor orientador, levando a concluir que a presença de embarcações, assim como oficinas de reparo de embarcações, localizadas ao lado do Porto também podem estar influenciando na qualidade da água.

No entanto, em vista das concentrações obtidas de fósforo e nitrogênio em quase todos os pontos amostrais, observa-se que a contribuição das atividades portuárias é mínima, concluindo-se que a qualidade da água está sendo interferida, em sua maior parte, pelos efluentes domésticos que são descartados na Baía do Araçá, por meio do Córrego da Mãe Isabel e pelo emissário submarino localizado na mesma Baía.

Ressalta-se que os pontos localizados a montante do Porto (PA-1, PA-2 e PA-3) foram os que apresentaram maiores quantidades de contaminantes, inclusive relacionados a esgotos, tais como os próprios fósforo e nitrogênio, assim como coliformes termotolerantes, DBO e clorofila-a.



GOVERNO DO ESTADO DE SÃO PAULO  
SECRETARIA DE ESTADO DOS TRANSPORTES  
COMPANHIA DOCAS DE SÃO SEBASTIÃO



## 2.6 - REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

CETESB (2209). <http://www.cetesb.sp.gov.br/Agua/rios/variaveis.asp>. Acessado em Janeiro de 2009.



GOVERNO DO ESTADO DE SÃO PAULO  
SECRETARIA DE ESTADO DOS TRANSPORTES  
COMPANHIA DOCAS DE SÃO SEBASTIÃO



## ANEXOS



GOVERNO DO ESTADO DE SÃO PAULO  
SECRETARIA DE ESTADO DOS TRANSPORTES  
COMPANHIA DOCAS DE SÃO SEBASTIÃO



## ANEXO 2.1

### DOSSIÊ FOTOGRÁFICO DA COLETA DE ÁGUA



Figura 2.1.1 - Amostragem no ponto PA-1, evidenciando a influência de lixo doméstico, provenientes de atividades externas às do Porto.

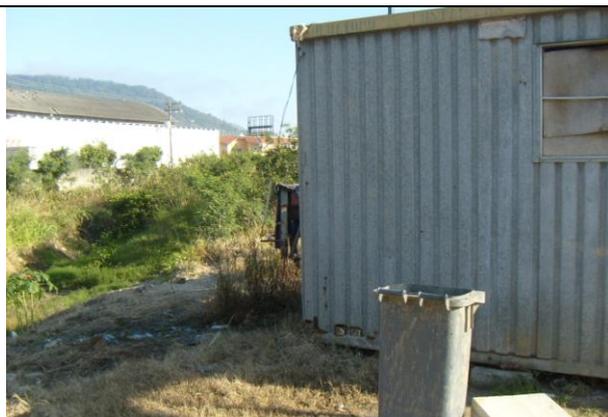


Figura 2.1.2 - Área adjacente ao ponto PA-2, mostrando a influência de descargas de esgoto no corpo de água.



Figura 2.1.3 - Amostragem no ponto PA-2, mostrando a tubulação que liga o córrego ao corpo de água marinho.



Figura 2.1.4 - Localização do ponto PA-3, evidenciando a alta produtividade primária do local.



Figura 2.1.5 - Região onde se localiza o ponto PA-4, no corpo de água marinho adjacente ao Porto em frente ao extravasador.



Figura 2.1.6 - Amostragem realizada no ponto PA-8A, referente ao efluente doméstico proveniente das atividades do Porto.



Figura 2.1.7 - Amostragem de água superficial, através da imersão direta dos frascos no corpo de água.

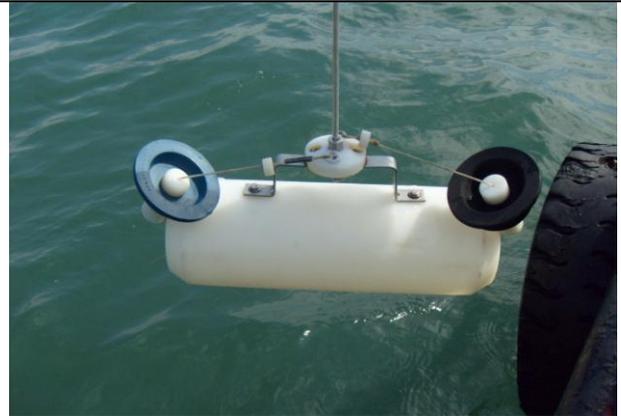


Figura 2.1.8 - Utilização da garrafa de van Dorn para a amostragem de água em sub-superfície.



Figura 2.1.9 - Acondicionamento das amostras de água em frascos apropriados.



Figura 2.1.10 - Frascaria utilizada para o acondicionamento de água.



Figura 2.1.11 - Sonda multiparamétrica da marca HANNA, utilizada para as medições físico-químicas *in situ* na água.

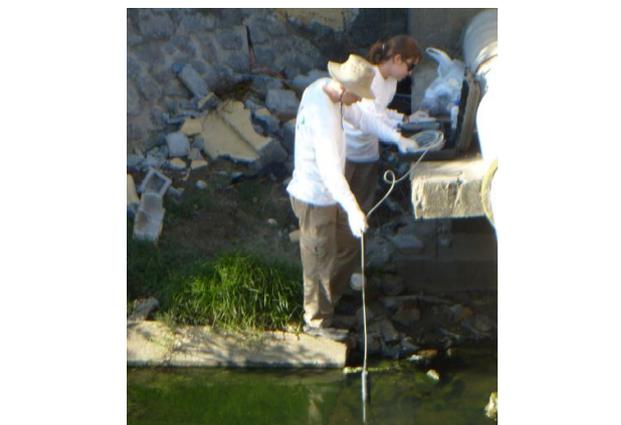


Figura 2.1.12 - Realização das medidas físico-químicas *in situ* no corpo de água (PA-3).



GOVERNO DO ESTADO DE SÃO PAULO  
SECRETARIA DE ESTADO DOS TRANSPORTES  
COMPANHIA DOCAS DE SÃO SEBASTIÃO



## ANEXO 2.2

### LOCALIZAÇÃO DOS PONTOS AMOSTRAIS DE ÁGUA



GOVERNO DO ESTADO DE SÃO PAULO  
SECRETARIA DE ESTADO DOS TRANSPORTES  
COMPANHIA DOCAS DE SÃO SEBASTIÃO



## ANEXO 2.3

### PROTOCOLO DE ARMAZENAMENTO PARA AMOSTRAS DE ÁGUA



Tabela 2.3.1 - Condições de armazenamento, preservação e estocagem das amostras de água.

Parâmetros	Recipiente de armazenamento	Preservação	Prazo para análise
Cor	plástico / vidro	Refrigeração a 4°C	48 horas
Turbidez	plástico / vidro	Refrigeração a 4°C	48 horas
Sólidos dissolvidos totais (mg/L)	plástico / vidro	Refrigeração a 4°C	7 dias
Sólidos suspensos totais (mg/L)	plástico / vidro	Refrigeração a 4° C	7 dias
Sólidos sedimentáveis totais (mg/L)	plástico / vidro	Refrigeração a 4°C	48 horas
D.B.O.	plástico / vidro	Refrigeração a 4°C	48 horas
D.Q.O.	plástico / vidro	Refrigeração a 4°C	28 dias
Nitrato	plástico	Refrigeração a 4°C	48 horas
Nitrito	plástico	Refrigeração a 4°C	48 horas
Nitrogênio amoniacal	plástico	Refrigeração a 4°C	28 dias
Fósforo total	plástico	Refrigeração a 4°C	28 dias
Surfactantes (mg/L)	plástico / vidro	Refrigeração a 4°C	48 horas
Clorofila-a	vidro âmbar	Refrigeração a 4°C	48 horas
Coliformes termotolerantes	plástico	Refrigeração a 4°C	24 horas
Óleos e graxas	vidro âmbar	Refrigeração a 4°C	28 dias



GOVERNO DO ESTADO DE SÃO PAULO  
SECRETARIA DE ESTADO DOS TRANSPORTES  
COMPANHIA DOCAS DE SÃO SEBASTIÃO



## ANEXO 2.4

### MEDIÇÕES FÍSICO-QUÍMICAS REALIZADAS EM CAMPO PELA CPEA - CONTROLE DE QUALIDADE DAS MEDIDAS

## MULTISONDA HANNA HI-9828

### 2.4.1 - Características do Equipamento

- Sonda Multiparamétrica, equipada com medidores de pH, oxigênio dissolvido, condutividade, salinidade, temperatura,  $E_H$ .

#### 2.4.1.1. Métodos:

**pH:** determinação potenciométrica com eletrodo padrão de vidro (US EPA Method 150.1)

**$E_H$ :** determinação potenciométrica com eletrodo de Pt/PtO (SM 2580B, Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater, 21a. edição, 2005);

**Oxigênio dissolvido:** determinação polarográfica com eletrodo de membrana (SM 4500-O G, Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater, 21a. edição, 2005);

**Condutividade:** determinação com eletrodo (US EPA Method 120.1)

**Salinidade:** determinação pela condutividade elétrica - (Salinity SM 2520B, Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater, 21a. edição, 2005);

**Temperatura:** determinação por termistor (SM 2550B, Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater, 21a. edição, 2005);

#### 2.4.1.2 - Observações:

- O eletrodo de  $E_H$  deve ser acondicionado em solução oxidante ou redutora, conforme o ambiente a ser avaliado, segundo Tabela 01 abaixo;
- Regra geral, se a leitura  $E_H$ /ORP correspondente ao valor de pH da solução é superior à dos valores na tabela abaixo, é necessário um pré-tratamento oxidante; caso contrário é necessário um pré-tratamento redutor:

pH	mV										
0	990	1	920	2	860	3	800	4	740	5	680
6	640	7	580	8	520	9	460	10	400	11	340
12	280	13	220	14	160						

Para pré-tratamento redutor: mergulhe o eletrodo alguns minutos em HI 7091L.

Para pré-tratamento oxidante: mergulhe o eletrodo alguns minutos em HI 7092L.



#### 2.4.2 - Controle de qualidade

- **Frequência de calibração:** O equipamento é calibrado previamente à sua utilização e a cada 20 medições, ou quando são observados resultados anômalos.
- **Frequência de verificação:** a verificação é realizada com a solução de calibração rápida, após o procedimento de calibração (diariamente, no início e no final dos trabalhos de campo).
- **Replicatas:** deve-se sempre realizar três medidas por amostra e obter a média para expressão do resultado final.
- **Ações corretivas par**
- **a medidas anômalas:** Deve ser realizada a re-calibração do equipamento ou utilização de outro equipamento com mesma função.
- **Reprodutibilidade dos resultados:** As medidas são realizadas em triplicata para cada amostra. O número de replicatas deve ser ampliado quando da ocorrência de desvios elevados e os resultados extremos descartados.
- **Faixa de trabalho e acuracidade:** A faixa de trabalho para cada medida é apresentada na Tabela 1 abaixo.
- **Procedimentos de limpeza geral e manutenção:** Previamente e após o seu uso, a sonda é lavada com água em abundância, rinsada com água destilada e seca com papel macio. Periodicamente o equipamento é enviado para a realização da manutenção preventiva pelo representante do fabricante.
- **Amostragem e armazenamento:** As amostras não devem ser armazenadas, mas analisadas na coleta. O contato atmosférico e a demora nas análises devem ser minimizados.



Tabela 2.4.1. Especificações dos parâmetros físico-químicos avaliados

Parâmetros	Princípio	Faixa	Precisão	Compensação da Temperatura
pH	Eletrodo de vidro	0,00 – 14	$\pm 0,02$	-5 – 55°C
Condutividade (mS/cm)	Eletrodos Alternados	0,00 – 200	Resultados até 100 $\mu\text{S/cm}$ = $\pm 1$ $\mu\text{S/cm}$ Resultados acima de 100 $\mu\text{S/cm}$ = $\pm 1\%$ da leitura	-5 – 55°C
Oxigênio Dissolvido (mg/L)	Membrana/Célula +Galvânica	0,0 até 500,0%; 0,00 até 50,00mg/L	0,0 a 66 % = $\pm 1,0\%$ da leitura 67 a 300% = $\pm 1,5\%$ da leitura 300,0 a 500,0% = $\pm 3\%$ da leitura  0,00 a 6,6 mg/L = $\pm 0,10$ mg/L 6,7 a 30 mg/L = $\pm 1,5\%$ da leitura 30,00 mg/L a 50 mg/L = $\pm 3\%$ da leitura	-5 – 55°C
EH	Eletrodo Pt/PtO	$\pm 2000\text{mV}$	$\pm 1,0$ mV	-5 – 55°C
Temperatura (°C)	Termistor	-5 – 55°C	$\pm 0,15$	–
Salinidade (‰)	Eletrodos Alternados	0,00 – 70	0,00 a 0,5 = $\pm 0,01$ PSU 0,5 a 70 = $\pm 2\%$ da leitura	–



GOVERNO DO ESTADO DE SÃO PAULO  
SECRETARIA DE ESTADO DOS TRANSPORTES  
COMPANHIA DOCAS DE SÃO SEBASTIÃO



## ANEXO 2.5

### RELATÓRIO DE PARTICIPAÇÃO DA CPEA EM ESTUDOS INTERLABORATORIAIS PARA MEDIÇÕES FÍSICO-QUÍMICAS, JUNTO À EMPRESA RTC



GOVERNO DO ESTADO DE SÃO PAULO  
SECRETARIA DE ESTADO DOS TRANSPORTES  
COMPANHIA DOCAS DE SÃO SEBASTIÃO



## ANEXO 2.6

### LAUDOS DAS ANÁLISES FÍSICO-QUÍMICAS REALIZADAS EM CAMPO



GOVERNO DO ESTADO DE SÃO PAULO  
SECRETARIA DE ESTADO DOS TRANSPORTES  
COMPANHIA DOCAS DE SÃO SEBASTIÃO



## ANEXO 2.7

### LAUDOS DAS ANÁLISES REALIZADAS EM LABORATÓRIO