

9. PROGRAMA DE MONITORAMENTO DA QUALIDADE DA ÁGUA NAS ÁREAS DRAGADAS.....	1
9.1. INTRODUÇÃO E OBJETIVOS.....	1
9.2. METODOLOGIA.....	1
9.3. RESULTADOS E DISCUSSÕES	6
9.3.1. <i>Seleção dos pontos de amostragem de água superficial</i>	6
9.3.2. <i>Amostragem de água</i>	7
9.3.3. <i>Análises nas amostras de água</i>	10
9.4. CONSIDERAÇÕES FINAIS	17
9.6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	17
9.7. EQUIPE TÉCNICA.....	18
9.8. ANEXOS	19

9. Programa de Monitoramento da Qualidade da água nas áreas dragadas

9.1. Introdução e Objetivos

Visando o monitoramento da qualidade da água durante as atividades de dragagem de manutenção do canal do Porto de Santos, foi retomado o “Programa de Monitoramento da Qualidade da Água” como instrumento de suporte à mitigação de impacto das atividades de dragagem.

O foco do monitoramento de qualidade da água durante a dragagem é avaliar as possíveis alterações em sua qualidade nas adjacências da área de operação da draga, principalmente em decorrência da ressuspensão dos sedimentos, provocada pelo *overflow* da draga.

Este relatório apresenta a descrição dos procedimentos de coleta, armazenamento e preservação das amostras de água superficial, juntamente com o dossiê fotográfico e os resultados dos parâmetros analisados pelo laboratório contratado referente à campanha amostral realizada no mês de fevereiro de 2014. As amostras foram avaliadas quanto à qualidade das águas superficiais, de acordo com as diretrizes da Resolução CONAMA n° 357/05.

O objetivo deste monitoramento de qualidade da água durante a atividade de dragagem é avaliar as possíveis alterações no corpo d’água nas adjacências da área de operação da draga, principalmente em decorrência da ressuspensão dos sedimentos, provocada pelo processo de *overflow* da draga.

9.2. Metodologia

Procedimento de amostragem

A coleta é realizada com o auxílio de garrafa do tipo *van Dorn*, cujo funcionamento consiste na abertura da garrafa em superfície dentro da embarcação (armação) e, na profundidade desejada, a mesma é desarmada (fechada) por meio de um peso de metal (mensageiro), coletando a amostra correspondente na região pretendida.

As amostras coletadas são acondicionadas em frascarias apropriadas e mantidas sob refrigeração (entre 2 e 6°C) em caixas térmicas com gelo, desde o momento da coleta até a entrega ao laboratório, sendo respeitado o tempo de preservação (*holding time*) de cada análise.

Durante a amostragem de água é realizada a medição em triplicata *in situ* dos parâmetros físico-químicos (concentração de oxigênio dissolvido - OD, condutividade, salinidade, pH, E_H e temperatura) da água com uma sonda multiparamétrica.

A amostragem de água na pluma de *overflow* é realizada à popa da draga, a uma distância segura ou conforme estabelecido pelas regras de segurança de navegação vigentes no Porto de Santos, caso a limitação de distância entre embarcações for superior a esta (Figura 9.2-1).

A equipe de campo permanece em contato com a tripulação da draga para a comunicação do início do *overflow* para, então, dar início à coleta das amostras de água. A amostragem é realizada nas adjacências da área dragada durante período de atividade da dragagem.

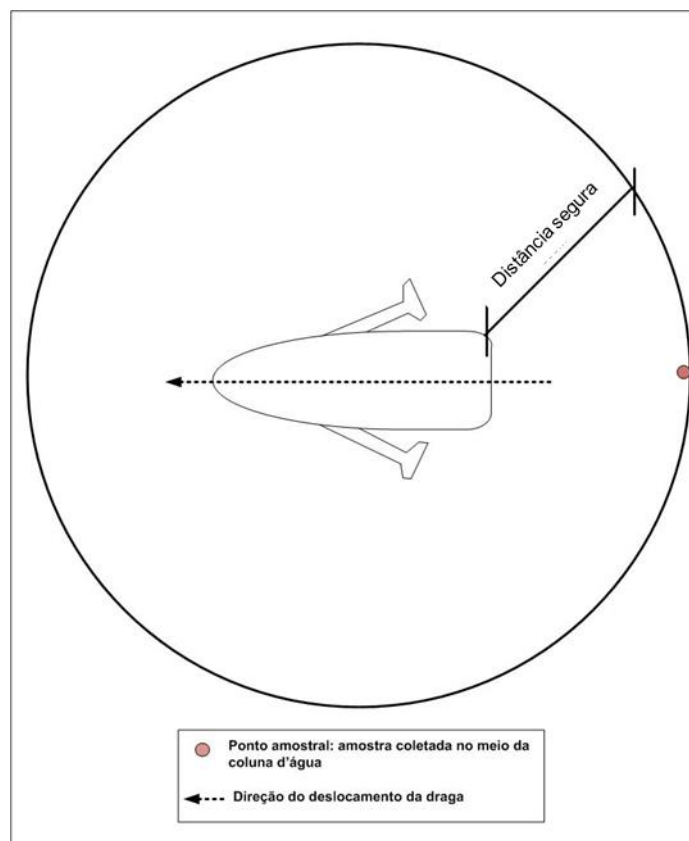


Figura 9.2-1. Desenho ilustrando o raio e posição entre a draga e a embarcação de coleta.

Ao iniciar a amostragem, a embarcação de coleta fixa-se no ponto desejado, sempre posicionada de acordo com a maré, a fim de que o deslocamento da pluma do *overflow* seja amostrado. Posteriormente, são realizadas as amostragens de água a cada 15 minutos, a partir do início do *overflow*. São coletadas cinco amostras até o instante de 60 minutos, sendo amostrados os instantes $t=0$ (início do *overflow* e/ou passagem da draga), $t=15$ minutos, $t=30$ minutos, $t=45$ minutos e $t=60$ minutos. A representação esquemática da operação de amostragem é apresentada na Figura 9.2-2.

Com este intervalo de 15 minutos e período de amostragem de 60 minutos, os resultados podem evidenciar de maneira mais eficaz, tanto o aumento como a diminuição nas concentrações dos parâmetros de qualidade de água analisados neste monitoramento, de forma a permitir melhores inferências sobre o impacto da ressuspensão do sedimento durante as atividades de dragagem e *overflow*.

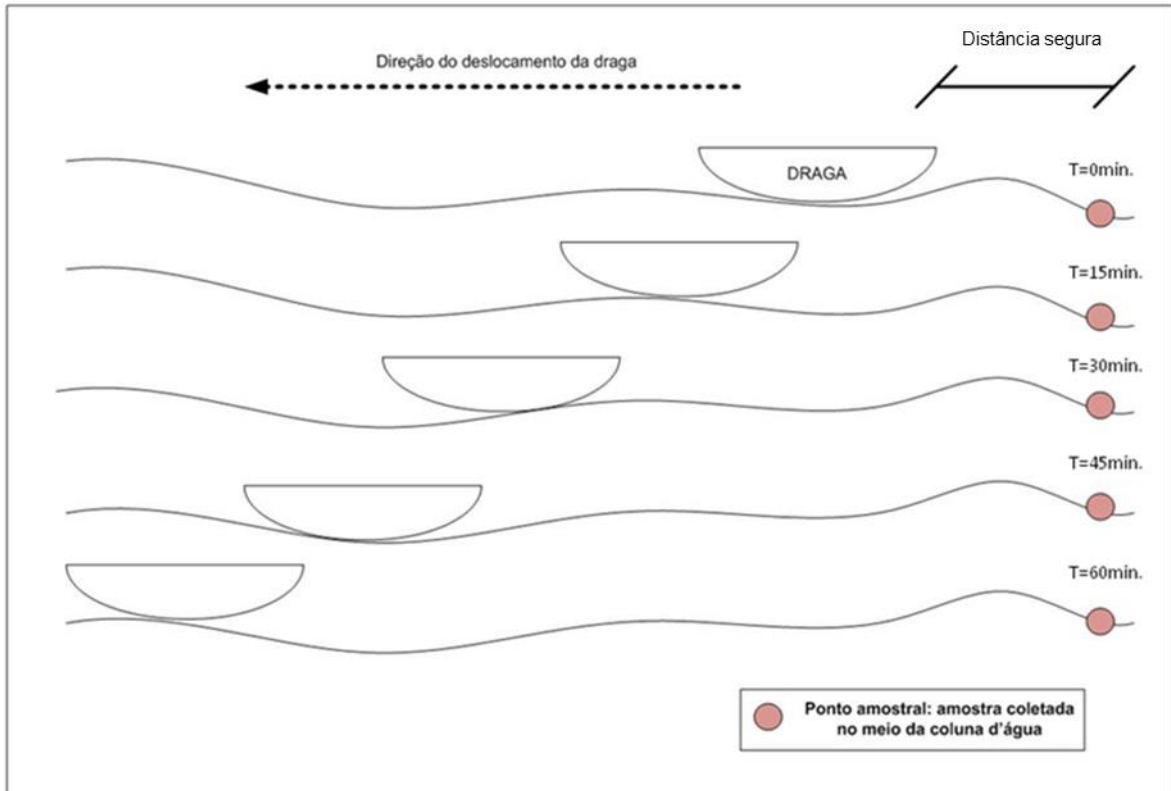


Figura 9.2-2. Desenho esquemático ilustrando o deslocamento da draga, a posição da embarcação de coleta em relação a esta em cada instante de coleta de amostras de água.

Após as amostragens de água na pluma de *overflow* da draga e o término do ciclo de dragagem, são realizadas coletas em três pontos nas imediações da área de dragagem dentro dos limites do trecho dragado. Esta coleta é realizada no mínimo trinta minutos após a embarcação ter deixado a área ou até trinta minutos antes do seu regresso.

Os parâmetros de qualidade de água que foram analisados nas campanhas deste monitoramento são apresentados na Tabela 9.2-1. As amostras foram enviadas para o laboratório responsável (*Analytical Technology*) no mesmo dia da coleta, atendendo o *holding time* para todos os parâmetros avaliados.

Os resultados dos parâmetros analisados foram comparados com os da CONAMA 357/2005 (Brasil, 2005).

Tabela 9.2-1. Protocolos para armazenamento, preservação e prazos para análises dos parâmetros a serem analisados na água.

Parâmetros	Método de análise	Recipiente de armazenamento	Preservação	Quantidade de amostra	Prazo para análise
Orgânicos					
Semivoláteis (incluindo HPAs)	EPA 3510C (preparação) ; EPA 8270D (análise)	Vidro âmbar c/ septo teflon	Refrigerar a 4±2° C	1000 mL	7 dias (extração) , 40 dias (análise) depois da extração
Carbono Orgânico Total	SW 846 EPA 9060A (análise)	Vidro âmbar	Refrigerar a 4±2°C; H2SO4 (pH<2)	250 mL	28 dias (análise)
Química Clássica					
DBO	SM 5210	plástico / vidro	Refrigerar a 4±2°C	1000 mL	48 h (para análise)
N amoniacal	EPA 9056A	plástico	Refrigerar a 4±2°C; H2SO4 (pH<2)	100 mL	28 dias (análise)
Nitrato como N	EPA 9056A	plástico	Refrigerar a 4±2°C	30 mL	48 horas (análise)
Nitrito como N	EPA 9056A	plástico	Refrigerar a 4±2°C	30 mL	48 horas (análise)
Nitrogenio Kjeldahl	SM - 4500.Norg.E	plástico	Refrigerar a 4±2°C; H2SO4 (pH<2)	250 mL	28 dias (análise)
Sólidos totais, dissolvidos, suspensos, fixos e voláteis	SM - 2540	plástico / vidro	Refrigerar a 4±2°C	200 mL	7 dias (análise)
Turbidez	SM - 2130B	Plástico / vidro	Refrigerar a 4±2°C	100ml	48 horas (análise)
Metais					
Metais totais (exceto Hg e CrVI)	EPA 3005A (preparação) ; EPA 6010C (análise)	plástico	Refrigerar a 4±2°C; HNO3 (pH<2)	250 mL	6 meses (análise)
P total	EPA 3005A (preparação) ; EPA 6010C (análise)	plástico	Refrigerar a 4±2°C; HNO3 (pH<2)	500 mL	28 dias (para análise)
Mercurio (Hg) total	EPA 7470A ou EPA 7473	plástico (acidificados)	Refrigerar a 4±2°C ; HNO3 (pH<2)	200 mL	28 dias (análise)
P dissolvido (filtrado em laboratório)	EPA 6010C	plástico	Refrigerar a 4±2°C	100 mL	24 horas (filtração) e 28 dias (análise)
Pigmentos fotossintéticos					
Clorofila a	SM 10.200H	Vidro âmbar	Amostra não filtrada: 4±2°C ± 2C°	1 L	24 horas para filtrar em laboratório; 28 dias (para análise)
Feoftina	SM 10.200H	Vidro âmbar	Amostra não filtrada: 4±2°C ± 2C°	1 L	24 horas para filtrar em laboratório; 28 dias (para análise)
Ensaio Ecotoxicológicos					
Toxicidade crônica com ouriço do mar	ABNT NBR 15350	Frasco plástico	Até 24 h: Enviar amostra sob refrigeração entre 4°C e 10°C. Após 24 h: Enviar amostra congelada em alíquotas de 500 ml.	2 L	60 dias

9.3. Resultados e Discussões

A campanha de amostragem de água ocorreu no dia 10 de fevereiro de 2014 e totalizou a coleta de oito (08) amostras distribuídas dentro da área de influência do trecho dragado (trecho 4) e sobre a área de influência da pluma de sedimentos formada pelo *overflow* da draga *Hang Jun 5001* durante um ciclo de dragagem. A seguir, são apresentados os resultados das análises físico-químicas realizadas *in situ* e das análises químicas realizadas em laboratório referentes a essa campanha.

9.3.1. Seleção dos pontos de amostragem de água superficial

Os pontos amostrais foram distribuídos considerando a localização geográfica da draga em operação (*Hang Jun 5001*) e os limites do trecho dragado. Os pontos foram determinados e marcados em campo, sendo cinco (05) amostragens realizadas em diferentes instantes na pluma de *overflow* durante a dragagem e três depois de 30 minutos do término do ciclo de dragagem e saída da draga para área de disposição.

As coordenadas georreferenciadas dos pontos de coleta e a nomenclatura e a descrição das amostras coletadas estão apresentadas na Tabela 9.3.1-1. Já a localização geográfica destes é apresentada no Anexo 9.8-1. Para o georreferenciamento dos pontos, foi utilizado um receptor GPS da marca Garmin, modelo GPS map 60CSx.

A localização da draga *Hang Jun 5001* no início do processo de *overflow* foi: Zona 23K; 361.846 E; 7.359.3.106 N (*Datum* horizontal: SAD-69). O ponto fixo no qual foram realizadas as amostragens de água estava localizado a, aproximadamente, 150 metros da draga no início do *overflow*.

Tabela 9.3.1-1. Pontos amostrados e suas respectivas coordenadas de localização geográfica.

Data	Ponto amostral	Coordenadas UTM			Descrição
		Zona	Eastings (mE)	Northings (mN)	
10/2/2014	PA-95	23K	362.010	7.354.060	Ponto fixo - instante 0 min.
	PA-96	23K	362.010	7.354.060	Ponto fixo - instante 15 min.
	PA-97	23K	362.010	7.354.060	Ponto fixo - instante 30 min.
	PA-98	23K	362.010	7.354.060	Ponto fixo - instante 45 min.
	PA-99	23K	362.010	7.354.060	Ponto fixo - instante 60 min.
	PA-100	23K	361.721	7.354.155	Ponto aleatório no Trecho 4
	PA-101	23K	361.847	7.354.227	Ponto aleatório no Trecho 4
	PA-102	23K	361.949	7.354.081	Ponto aleatório no Trecho 4

A Tabela 9.3.1-2, a seguir, mostra a variação das amplitudes da maré de quadratura para o dia no qual as amostras foram obtidas, de acordo com a Tábua das Marés no Porto de Santos – Torre Grande/SP (DHN, 2014). Cabe ressaltar que a maré é a principal forçante ambiental no sistema estuarino responsável pela dispersão da pluma de sedimentos gerada pelo processo de dragagem e *overflow*.

As amostras de água foram coletadas durante a maré vazante de quadratura. Para a efetiva caracterização da pluma gerada pelo *overflow* da draga, a amostragem foi realizada com a draga posicionada a montante da embarcação de coleta, conforme ilustrado no Anexo 9.8-1.

Tabela 9.3.1-2. Variação das amplitudes das marés durante realização da Campanha de fevereiro de 2014.

Data	Maré	Hora *	Amplitude (M)
10/02/2014	Vazante de quadratura	01:56	1.2
		06:47	0.6
		13:28	1.0
		19:38	0.4

* Horários corrigidos de acordo com o horário de verão.

9.3.2. Amostragem de água

A amostragem de água para este monitoramento ocorreu sobre a pluma de sedimentos formada pelo *overflow* da draga, sendo que embarcação utilizada para coleta posicionou-se a uma distância segura da draga.

O início da amostragem ocorreu mediante comunicação com a equipe que estava embarcada na draga e repassou para a equipe de amostragem o instante exato em que se iniciou o *overflow* e auxiliou no posicionamento da embarcação sobre a pluma de sedimentos.

A Figura 9.3.2-1 (A e B) mostra o momento em que a embarcação de coleta se posicionou na pluma do rastro da draga para realização da amostragem de água. O Anexo 9.8-2 apresenta o dossiê fotográfico dos procedimentos realizados para as coletas das amostras de água.

Ao iniciar a amostragem, a embarcação fixou-se no ponto de coleta, e posicionou-se de acordo com a maré, a fim de que o deslocamento da pluma do *overflow* fosse amostrado. As amostragens de água ocorreram a cada 15 min, a partir do início do *overflow*. Foram coletadas cinco amostras até o instante de 60 min, sendo amostrados os instantes $t= 0$ min, $t= 15$ min, $t= 30$ min, $t= 45$ min e $t= 60$ min.

Após a amostragem de água na pluma de *overflow* da draga foram realizadas coletas em três pontos nas imediações da operação de dragagem dentro dos limites do trecho dragado, após o término do ciclo de dragagem, momento no qual a draga encontra-se distante do trecho dragado, realizando procedimentos de transporte e descarte do material dragado.

Todas as amostras foram coletadas em profundidade correspondente ao meio da coluna de água e acondicionadas em frascaria apropriada (previamente limpas e fornecidas pelo laboratório responsável) com seus respectivos preservantes, conforme o parâmetro analisado nas amostras. Os frascos com as amostras foram armazenados em caixas térmicas com gelo e mantidas sob refrigeração (temperatura $< 6^{\circ}\text{C}$), desde o momento da coleta até o seu processamento em laboratório.

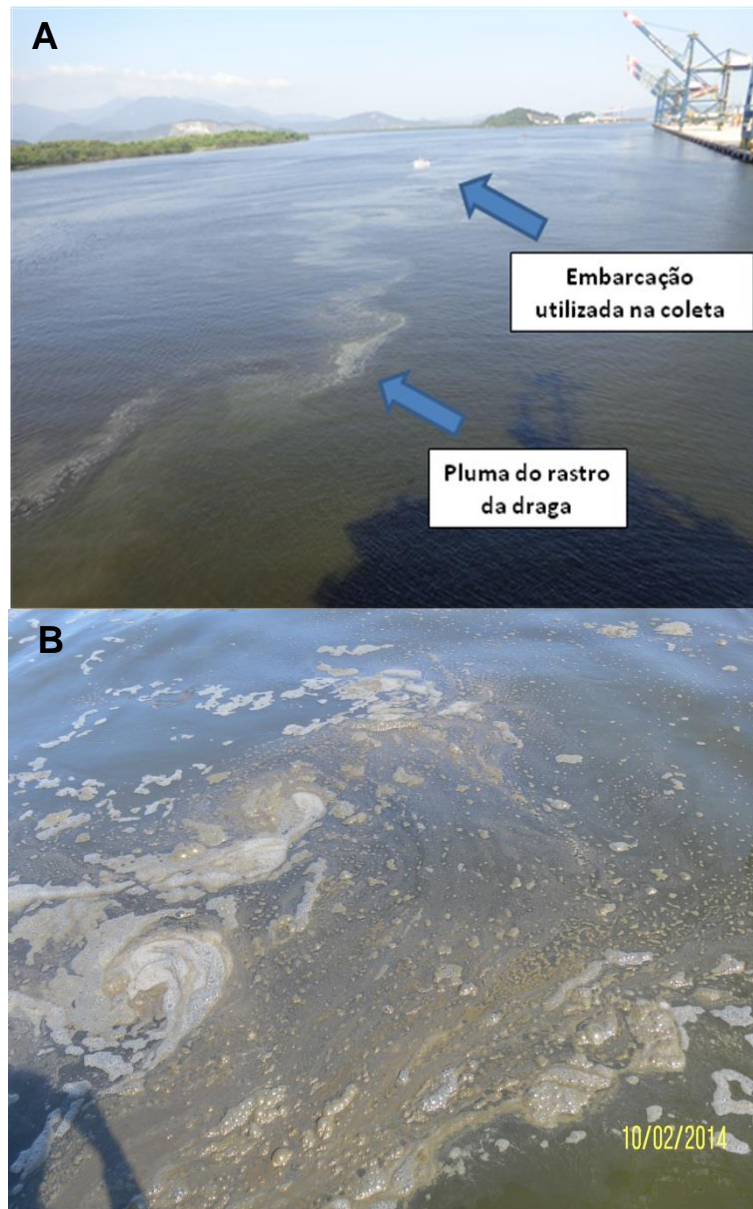


Figura 9.3.2-1. Embarcação de coleta se posicionando na pluma do rastro da draga (A) e embarcação posicionada no ponto de coleta (B), durante Campanha de fevereiro de 2014.

A seguir, são apresentados os resultados obtidos nas amostras coletadas durante Campanha de fevereiro de 2014. As cadeias de custódia das amostras encaminhadas ao laboratório *Analytical Technology* e os resultados obtidos nas análises *in situ* e laboratoriais são apresentados nos Anexos 9.8-3, 9.8-4 e 9.8-5, respectivamente.

9.3.3. Análises nas amostras de água

A. Medições físico-químicas *in situ*

Os resultados obtidos nas medições *in situ* com sonda multiparamétrica durante a Campanha de fevereiro de 2014 durante *overflow* da draga *Hang Jun 5001*, no Trecho 4, são apresentados na Tabela 9.3.3-1. O laudo com os resultados físico-químicos é apresentado no Anexo 9.8-4.

Tabela 9.3.3-1. Parâmetros físico-químicos medidos *in situ* nas amostras de água da Campanha de fevereiro de 2014 coletadas durante atividade de dragagem da draga *Hang Jun 5001*, no Trecho 4.

Ponto de coleta	Resolução CONAMA 357 Art. 21	PA-95	PA-98	PA-99	PA-100	PA-101
Profundidade da coluna d'água (m)		15,00	15,00	15,00	15,00	15,00
Data da coleta		10/2/2014	10/2/2014	10/2/2014	10/2/2014	10/2/2014
Hora da coleta		17:07	17:52	18:07	18:35	18:46
Condições ambientais nas últimas 24hs		Sem chuva	Sem chuva	Sem chuva	Sem chuva	Sem chuva
Oxigênio Dissolvido (mg/L)	Não inferior a 5	5,49	6,61	4,71	6,58	5,68
Oxigênio Dissolvido (%)	-	82	99	71	99	85
Potencial de oxidação/redução - E _H (mV)	-	117	116	105	123	102
Potencial hidrogeniônico - pH	Entre 6,5 e 8,5	8,09	8,27	8,15	8,32	8,27
Condutividade (µS/cm)	-	45900	42560	43947	41147	41793
Salinidade	-	29,66	27,24	28,25	26,23	26,69
Temperatura (°C)	-	28,1	28,7	28,4	29,0	28,8
Ponto de coleta	Resolução CONAMA 357 Art. 21	PA-102	Resolução CONAMA 357 Art. 18	PA-96	PA-97	
Profundidade da coluna d'água (m)		15,00		15,00	15,00	
Data da coleta		10/2/2014		10/2/2014	10/2/2014	
Hora da coleta		18:56		17:22	17:37	
Condições ambientais nas últimas 24hs		Sem chuva		Sem chuva	Sem chuva	
Oxigênio Dissolvido (mg/L)	Não inferior a 5	3,70	Não inferior a 6	3,50	4,28	
Oxigênio Dissolvido (%)	-	56	-	53	64	
Potencial de oxidação/redução - E _H (mV)	-	99	-	107	108	
Potencial hidrogeniônico - pH	Entre 6,5 e 8,5	8,12	Entre 6,5 e 8,5	8,04	8,13	
Condutividade (µS/cm)	-	44173	-	47973	47367	
Salinidade	-	28,41	-	31,18	30,73	
Temperatura (°C)	-	28,2	-	27,6	27,8	

■ Valor em desacordo com a condição de qualidade estabelecido pelo artigo 18 ou 21 da Resolução CONAMA 357/05.

(-) parâmetros não considerados na Resolução CONAMA 357/05.

Segundo o artigo 2º da Resolução CONAMA 357/05, os corpos d'água com salinidade entre 0,5 e 30 são classificados como água salobra e com salinidade acima de 30 como água salina. Seguindo tais critérios, as amostras PA-95, PA-98, PA-99, PA-100, PA-101 e PA-102 foram classificadas como água salobra, pois apresentaram salinidade entre 26,23 e 29,66. Sendo assim, os resultados foram comparados às condições e aos padrões de qualidade estabelecidos pelo artigo 21 da Resolução CONAMA 357/05 (águas salobras de classe 1). Por outro lado, as amostras PA-96 e PA-97 foram classificadas como água salina

(apresentaram salinidade entre 30,73 e 31,18), e seus resultados foram comparados com as condições e padrões de qualidade do artigo 18 da referida resolução.

De acordo com o artigo 18 da Resolução CONAMA 357/05, as concentrações de oxigênio dissolvido (OD) na água salina não devem ser inferiores a 6,0 mg/L e o pH deve estar entre 6,5 e 8,5. No artigo 21 da mesma resolução, é estabelecido que as concentrações de oxigênio dissolvido na água salobra não devem ser inferiores a 5,0 mg/L e o pH deve estar entre 6,5 e 8,5.

Dentre as cinco amostras de água coletadas no *overflow*, três apresentaram concentrações de OD em desacordo com as condições de qualidade estabelecidas pela Resolução CONAMA 357/05, nos instantes 15 min, 30 min e 60 min após o início do *overflow* (PA-96, PA-97 e PA-99, respectivamente). Por outro lado, as cinco amostras apresentaram valores de pH em conformidade com a referida resolução.

No que se refere às três amostras coletadas nas imediações da área dragada, apenas uma apresentou concentração de OD em desacordo com a Resolução CONAMA 357/05 (PA-102). Em contrapartida, as três amostras apresentaram valores de pH em conformidade com a referida resolução (Tabela 9.3.3-1).

B. Análises laboratoriais

Os resultados obtidos nas análises físico-químicas e químicas realizadas em laboratório referentes à Campanha de fevereiro de 2014 são apresentados na Tabela 9.3.3-2. Os parâmetros analisados foram comparados às condições e padrões de qualidade de água estabelecidos nos artigos 18 (águas salinas de classe 1) e 21 (águas salobras de classe 1) da Resolução CONAMA 357/05, assim como já explanado no item anterior.

Tabela 9.3.3-2. Parâmetros físico-químicos e químicos analisados em laboratório nas amostras de água da Campanha de fevereiro de 2014 coletadas durante atividade de dragagem da draga *Hang Jun 5001*, no Trecho 4.

Parâmetros		PA-95	PA-98	PA-99	PA-100	PA-101
Profundidade da coluna d'água	Resolução CONAMA 357/05 Art. 21	15,00	15,00	15,00	15,00	15,00
Data de coleta		10/2/2014	10/2/2014	10/2/2014	10/2/2014	10/2/2014
Hora de coleta		17:07	17:52	18:07	18:35	18:46
Condições ambientais		Sem chuva	Sem chuva	Sem chuva	Sem chuva	Sem chuva
ID do relatório de ensaio do laboratório AT		1984	1984	1984	1984	1984
Condições de qualidade						
Sólidos suspensos totais, em mg/L	-	79,3	219,3	484,0	60,7	111,3
Turbidez, em NTU	virtualmente ausentes	11,0	90,0	228,0	6,00	6,00
Carbono Orgânico Total, em mg/L	3	4,54	6,40	7,34	6,80	5,18
DBO, em mgO ₂ /L	-	107,0	100,5	114,0	71,3	54,9
Padrões de qualidade						
Série Nitrogenada						
Nitrato como N, em mg/L	0,40	0,1160	0,1100	0,0660	0,1552	0,1636
Nitrito como N, em mg/L	0,07	< 0,0600	< 0,0600	< 0,0600	< 0,0600	< 0,0600
Nitrogênio Amoniacal total, em mg/L	0,40	< 0,060	< 0,060	< 0,060	< 0,060	< 0,060
Nitrogênio Kjeldahl total, em mg/L	-	< 0,300	0,368	< 0,300	< 0,300	< 0,300
Fósforo, em mg/L						
Fósforo Total	0,124	0,717	0,564	0,649	0,447	0,678
Fósforo Dissolvido	-	0,491	0,412	0,620	0,420	0,670
Polifosfato	0,062	0,226	0,152	0,029	0,027	0,008
Metais e semimetais, em mg/L						
Arsênio	0,01	< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,010
Mercúrio	0,0002	< 0,0002	< 0,0002	< 0,0002	< 0,0002	< 0,0002
Pigmentos Fotossintéticos, em µg/L						
Clorofila a	-	3,54	3,22	3,39	5,78	3,09
Feoftina a	-	30,0	53,8	43,7	70,3	42,6
HPA, em µg/L						
Dibenzo (a,h) antraceno	0,018	< 0,006	< 0,006	< 0,006	< 0,006	< 0,006
Parâmetros		PA-102		PA-96	PA-97	
Profundidade da coluna d'água	Resolução CONAMA 357/05 Art. 21	15,00	Resolução CONAMA 357/05 Art. 18	15,00	15,00	
Data de coleta		10/2/2014		10/2/2014	10/2/2014	
Hora de coleta		18:56		17:22	17:37	
Condições ambientais		Sem chuva		Sem chuva	Sem chuva	
ID do relatório de ensaio do laboratório AT		1984		1984	1984	
Condições de qualidade						
Sólidos suspensos totais, em mg/L	-	98,0	-	294,0	122,7	
Turbidez, em NTU	virtualmente ausentes	6,00	virtualmente ausentes	107,0	37,0	
Carbono Orgânico Total, em mg/L	3	3,94	3	7,51	5,36	
DBO, em mgO ₂ /L	-	192,8	-	108,5	113,5	
Padrões de qualidade						
Série Nitrogenada						
Nitrato como N, em mg/L	0,40	0,2492	0,40	0,1056	0,1540	
Nitrito como N, em mg/L	0,07	< 0,0600	0,07	< 0,0600	< 0,0600	
Nitrogênio Amoniacal total, em mg/L	0,40	0,076	0,40	0,095	0,150	
Nitrogênio Kjeldahl total, em mg/L	-	0,300	-	< 0,300	0,301	
Fósforo, em mg/L						
Fósforo Total	0,124	0,509	0,062	0,359	0,674	
Fósforo Dissolvido	-	0,501	-	0,330	0,538	
Polifosfato	0,062	0,008	0,031	0,029	0,136	
Metais e semimetais, em mg/L						
Arsênio	0,01	< 0,010	0,01	< 0,010	< 0,010	
Mercúrio	0,0002	< 0,0002	0,0002	< 0,0002	< 0,0002	
Pigmentos Fotossintéticos, em µg/L						
Clorofila a	-	10,0	-	2,43	7,43	
Feoftina a	-	137,3	-	22,7	74,7	
HPA, em µg/L						
Dibenzo (a,h) antraceno	0,018	< 0,006	0,018	< 0,006	< 0,006	

■ Concentração em desacordo com o padrão e/ou condição de qualidade estabelecido pelo artigo 21 da Resolução CONAMA 357/05.

(-) parâmetros não considerados na Resolução CONAMA 357/05.

Quanto ao parâmetro turbidez, a condição de qualidade estabelecida pelos artigos 18 e 21 da Resolução CONAMA 357/05 é “virtualmente ausente”. Sendo assim, considerou-se a condição “presente” nos casos em que foram quantificadas concentrações superiores ao limite de quantificação do laboratório (0,9 NTU). Todas as amostras coletadas, tanto na pluma do *overflow* quanto nas imediações da área dragada, apresentaram valores de turbidez superiores ao limite de quantificação. Os maiores valores foram obtidos na pluma de *overflow* (PA-99, PA-96 e PA-97) e os menores nas imediações do Trecho 4. A Figura 9.3.3-1 apresenta os valores de turbidez e sólidos totais em suspensão obtidos nas amostras coletadas durante *overflow* da draga.

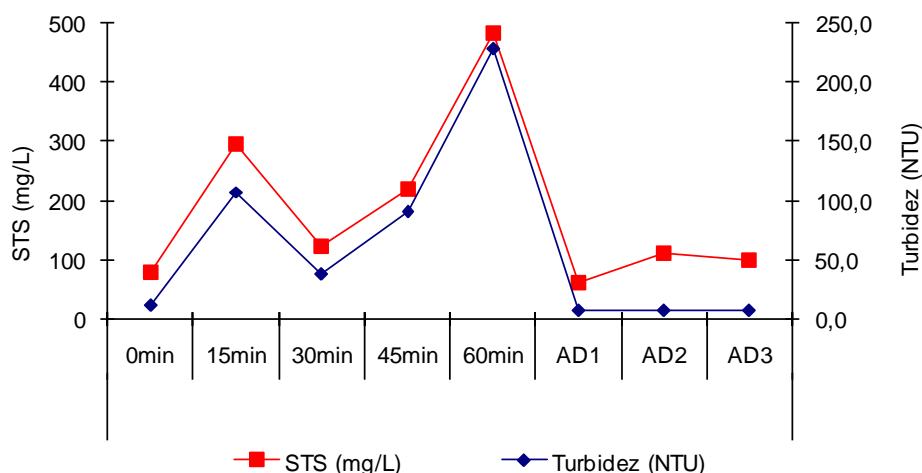


Figura 9.3.3-1. Variação da turbidez (NTU) e das concentrações de sólidos totais em suspensão (STS) durante atividade de dragagem da draga *Hang Jun 5001*, no Trecho 4. AD – pontos de coleta na adjacência da área dragada (PA-100 a PA-102).

As maiores concentrações de STS e turbidez foram observadas nos instantes 60 min (PA-99) e 15 min (PA-96), na pluma do *overflow*, enquanto que as menores foram obtidas nas três amostras coletadas na adjacência da área dragada e no instante 0 min, cujas concentrações estiveram abaixo de 120 mg/L (STS) e 15 NTU (turbidez). Observou-se uma tendência de aumento das concentrações de STS e turbidez com o passar do tempo após o início do *overflow*, atingindo valor máximo no instante 60 min (484 mg/L). Após 30 minutos da saída da draga do trecho, observou-se uma diminuição nos valores de STS e turbidez nas imediações da área de dragagem, atingindo valores semelhantes ao

obtido no instante 0 min. Ressalta-se, ainda, que os resultados de STS e turbidez apresentaram uma relação diretamente proporcional, com coeficiente de correlação de 0,89 ($p = 0,05$).

Carbono orgânico total (COT) foi quantificado em todas as amostras em concentrações superiores aos valores de condição de qualidade estabelecidos pelos artigos 18 e 21 da Resolução CONAMA 357/05, apresentado valores entre 3,94 e 7,51 mg/L (Tabela 9.3.3-2). Estas concentrações estão dentro da faixa observada no EIA realizado para o projeto de aprofundamento do canal de navegação do Porto de Santos (FRF, 2008), no qual foram obtidas concentrações de COT de 0,1 a 7,5 mg/L no canal do Porto de Santos.

Os parâmetros fósforo total e polifosfato foram quantificados em todas as amostras coletadas tanto na pluma de sedimentos proveniente do *overflow* da draga (PA-95 a PA-99) quanto nas amostras coletadas nos pontos aleatórios dentro da área dragada (PA-100 a PA-102). Todas as amostras apresentaram concentrações de fósforo total em desacordo com os padrões de qualidade estabelecidos pelos artigos 18 e 21 da CONAMA 357/05. Fósforo dissolvido foi quantificado em todas as amostras, em concentrações entre 0,33 e 0,67 mg/L. A variação das concentrações de fósforo total e fósforo dissolvido nas amostras coletadas no *overflow* da draga é exibida na Figura 9.3.3-2.

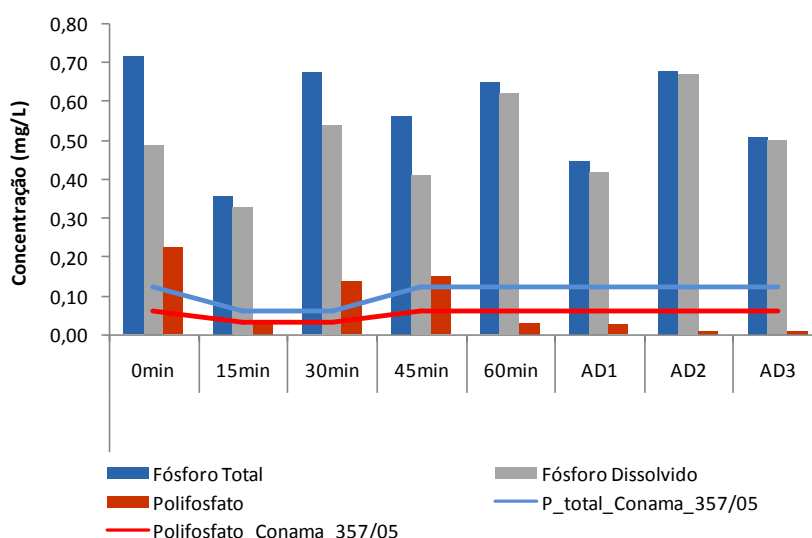


Figura 9.3.3-2. Variação das concentrações de fósforo total, fósforo dissolvido e polifosfato, durante atividade de dragagem da draga *Hang Jun 5001*, no Trecho 4. AD – pontos de coleta na adjacência da área dragada (PA-100 a PA-102).

No Estudo de Impacto Ambiental (EIA) da dragagem de aprofundamento do canal de navegação do Porto de Santos (FRF, 2008), foram quantificadas concentrações de fósforo total de 0,157 a 0,476 mg/L nas amostras de água do canal do Porto de Santos. Nas amostras da campanha prévia, realizada em janeiro de 2010, anteriormente ao início da dragagem, foi quantificada a concentração de 0,114 mg/L de fósforo total na amostra realizada na sizígia baixa do Trecho 4 (PA-04-SB), sugerindo que o ambiente apresenta concentrações elevadas para este parâmetro devido a outras possíveis fontes.

A CETESB monitora a qualidade das águas superficiais na Baixada Santista regularmente. No último relatório de qualidade das águas superficiais (CETESB, 2014), observou-se piora da qualidade das águas da UGRHI 7 (Baixada Santista), com elevados teores de fósforo, estando estes relacionados, segundo o relatório, a efluentes sanitários e outras fontes de empreendimentos de fertilizantes na região. É importante lembrar que cidades como Guarujá (com apenas 24% do esgoto tratado) e São Vicente (18% de esgoto tratado) lançam o esgoto sanitário diretamente no estuário santista. Ainda, ABIPLA et al. (2010) relataram que as concentrações de fósforo elevadas na UGRHI 7 (Baixada Santista) também são atribuídas as fontes industriais associadas a fósforo.

A concentração de polifosfato apresentou valor acima do estabelecido pelos artigos 18 e 21 da Resolução CONAMA 357/05 em três das cinco amostras coletadas na pluma do *overflow*, nos instantes 0 min (PA-95), 30 min (PA-97) e 45 min (PA-98) (Tabela 9.3.3-2 e Figura 9.3.3-2).

Quanto à série nitrogenada, foram quantificados os parâmetros nitrogênio Kjeldahl em três amostras (instantes t=30 min, t=45 min e AD3) e de nitrogênio amoniacal em três amostras (instantes t=15 min, t=30 min e AD3). As demais amostras apresentaram concentrações inferiores ao limite de quantificação do método analítico (Figura 9.3.3-3). Nitrato foi quantificado em todas as amostras, porém em concentrações inferiores aos padrões de qualidade estabelecidos pelos artigos 18 e 21 da Resolução CONAMA 357/05. Já o parâmetro nitrito apresentou concentrações inferiores ao limite de quantificação do método analítico.

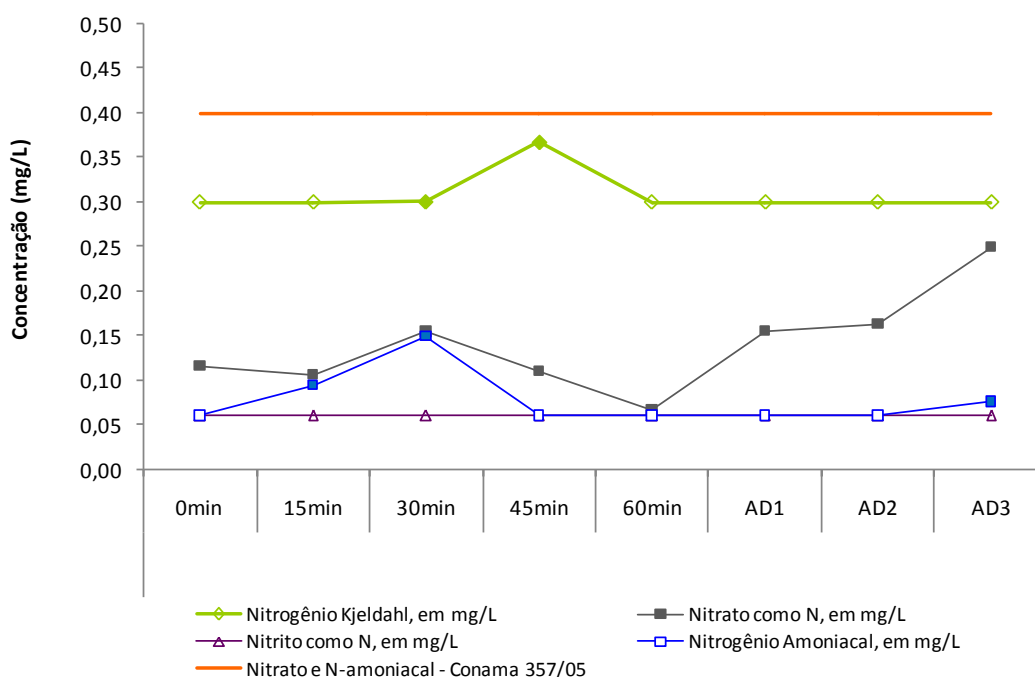


Figura 9.3.3-3. Variação das concentrações da série nitrogenada (nitrogênio TKN, nitrogênio amoniacal, nitrito, nitrato e amônia), durante atividade de dragagem da draga *Hang Jun 5001*, no Trecho 4. AD – pontos de coleta na adjacência da área dragada (PA-100 a PA-102). Marcadores com preenchimento em branco indicam valores abaixo do limite de quantificação do método analítico.

Com relação aos contaminantes analisados, todas as amostras apresentaram concentrações de arsênio, mercúrio e dibenzo(a,h)antraceno inferiores ao limite de quantificação do método analítico. Além disso, os pigmentos fotossintéticos (clorofila-a e feofitina) foram quantificados em todas as amostras, com concentrações variando entre 2,43 e 10,0 $\mu\text{g/L}$ (clorofila-a) e entre 22,7 e 137,3 $\mu\text{g/L}$ (feofitina). No entanto, a Resolução CONAMA 357/05 não estabelece condições ou padrões de qualidade para esses parâmetros.

9.4. Considerações Finais

Este relatório apresentou as atividades realizadas e os resultados obtidos entre janeiro e agosto de 2014, referentes ao “Programa de Monitoramento da Qualidade da Água nas Áreas Dragadas”. Neste período foi realizada Campanha de fevereiro de 2014. Esta campanha foi realizada durante atividade de dragagem e overflow da draga Hang Jun 5001 no Trecho 4 do canal de navegação do Porto de Santos.

Os resultados obtidos até o momento sugerem que a dragagem de sedimentos do canal de navegação do Porto de Santos não gera alterações significativas nas características físicas e químicas da coluna d’água na área dragada, uma vez que todas as alterações observadas são temporárias e sua amplitude é compatível com valores obtidos na área de estudo anteriormente à operação do empreendimento.

Conclui-se que apesar de uma possível remobilização dos nutrientes causada pelo *overflow* da draga e pela atividade de dragagem, não foi verificada a remobilização de contaminantes (As, Hg e HPA) nas amostras de água durante o presente monitoramento.

9.6. Referências Bibliográficas

ABIPLA, ANA, CETESB, CONAMA, IAP, IBAMA, IGAM, MMA & SABESP. 2010. Relatório Final: Grupo Técnico de Monitoramento do Fósforo - Resolução CONAMA 359/05. Disponível em: http://www.mma.gov.br/port/conama/reuniao/dir1242/RelatFinalFosforo_99R_O_25e26ago10.pdf. Acesso em 24 de julho de 2013.

Brasil 2005. Resolução CONAMA Nº 357, de 17 de março de 2005. Dispõe sobre a classificação dos corpos d’água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento, bem como estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes, e dá outras providências. Diário Oficial da União, Brasília, Edição nº 53. Seção 1, p. 58-63.

CETESB, Companhia Ambiental do Estado de São Paulo, 2014. Relatório de qualidade das águas superficiais no estado de São Paulo 2014 [recurso eletrônico] / Cetesb. - São Paulo : Cetesb, 2010. 310 p. Disponível em: <<http://www.cetesb.sp.gov.br/userfiles/file/agua/aguas-superficiais/relatorio-aguas-superficiais-2013-parte1.pdf>>. Acesso em 2014.

CETESB, Companhia Ambiental do Estado de São Paulo 2010. Relatório de qualidade das águas superficiais no Estado de São Paulo 2009 Relatório Técnico, Cetesb, São Paulo, 310p. Disponível em: <<http://www.cetesb.sp.gov.br/publicacoes/publicacoes.asp>>.

FRF- Fundação Ricardo Franco 2008. Estudo de Impacto Ambiental (EIA) e Relatório de Impacto Ambiental (RIMA): projeto de aprofundamento do canal de navegação do Porto de Santos, Santos, SP. São Paulo.

ISO 5667-6 2005. Water quality – Sampling – Part 6: Guidance on sampling of rivers and streams.

9.7. Equipe Técnica

Dra. MSc. Mariana Beraldo Masutti - Química

MSc, Cristina Gonçalves - Química

Carlos Eduardo Neves Consulim – Oceanógrafo

Dra. MSc. Daniela Cambeses Pareschi - Bióloga

Clarice Yumi Hiramatsu - Química

Cristal Coelho Gomes - Bióloga

Gimel Roberto Zanin – Oceanógrafo

Lívia Huln Fenili - Oceanógrafa

Luis Augusto Maia Marques - Biólogo

MSc. Priscilla Bosa - Oceanógrafa

Tábata Sarti Prado - Oceanógrafa

Vanessa Ferreira Rocha - Técnica em saneamento

9.8. Anexos

- Anexo 9.8-1. Localização geográfica dos pontos amostrais da Campanha de fevereiro de 2014;
- Anexo 9.8-2. Dossiê Fotográfico dos procedimentos de coletas das amostras de água da Campanha de fevereiro de 2014;
- Anexo 9.8-3. Cadeias de custódia das amostras encaminhadas ao laboratório *Analytical Technology* referentes à Campanha de fevereiro de 2014.
- Anexo 9.8-4. Laudo das análises físico-químicas realizadas *in situ* nas amostras de água da Campanha de fevereiro de 2014;
- Anexo 9.8-5. Laudo analítico das análises laboratoriais nas amostras de água da Campanha de fevereiro de 2014.

**ANEXO 9.8-1. LOCALIZAÇÃO GEOGRÁFICA DOS PONTOS AMOSTRAIS DA
CAMPANHA DE FEVEREIRO DE 2014**

**ANEXO 9.8-2. DOSSIÊ FOTOGRÁFICO DOS PROCEDIMENTOS DE COLETAS
DAS AMOSTRAS DE ÁGUA DA CAMPANHA DE FEVEREIRO DE 2014**

ANEXO 9.8-3. CADEIAS DE CUSTÓDIA DAS AMOSTRAS ENCAMINHADAS AO LABORATÓRIO *ANALYTICAL TECHNOLOGY* REFERENTES À CAMPANHA DE FEVEREIRO DE 2014

ANEXO 9.8-4. LAUDO DAS ANÁLISES FÍSICO-QUÍMICAS REALIZADAS *IN SITU* NAS AMOSTRAS DE ÁGUA DA CAMPANHA DE FEVEREIRO DE 2014

ANEXO 9.8-5. LAUDO ANALÍTICO DAS ANÁLISES LABORATORIAIS NAS
AMOSTRAS DE ÁGUA DA CAMPANHA DE FEVEREIRO DE 2014