

*PLANO BÁSICO AMBIENTAL DA
DRAGAGEM DE APROFUNDAMENTO
DO PORTO DE SANTOS*



 **FUNDESPA**
Fundação de Estudos e Pesquisas Aquáticas

**15º Relatório do Monitoramento Ambiental
Intensificado para a Dragagem do Trecho 4
do Canal do Porto de Santos**

IDENTIFICAÇÃO

PRODUTO: RMI-140711 - 15º Relatório do Monitoramento Ambiental Intensificado para a Dragagem do Trecho 4 do Canal do Porto de Santos.

DATA: 19 de Julho de 2011.

APRESENTAÇÃO

Contratada pela Companhia Docas do Estado de São Paulo – CODESP para coordenar e administrar os trabalhos de “GERENCIAMENTO E IMPLANTAÇÃO DO PLANO BÁSICO AMBIENTAL (PBA) DA DRAGAGEM DE APROFUNDAMENTO”, a FUNDESPA encaminha o 15º Relatório do Monitoramento Ambiental Intensificado para a Dragagem do Trecho 4 do Canal do Porto de Santos, consolidando os resultados obtidos até a décima sexta semana de monitoramento, referente ao período de 29 de junho a 05 de julho de 2011, bem como também apresenta os resultados de todas as demais campanhas anteriores ao período de referência deste monitoramento (Campanhas Prévia, I, II, III, IV, V, VI, VII, VIII, IX, X, XI, XII, XIII, XIV e XV).

SUMÁRIO

17. MONITORAMENTO AMBIENTAL INTENSIFICADO PARA A DRAGAGEM DO TRECHO 4 DO CANAL DO PORTO DE SANTOS.....	3
17.1. INTRODUÇÃO E OBJETIVOS.....	3
17.2. ATIVIDADES DESENVOLVIDAS NO MONITORAMENTO INTENSIVO DO PDO	5
17.3. ATIVIDADES REALIZADAS.....	13
17.4. RESULTADOS.....	18
17.5. CONSIDERAÇÕES FINAIS	92
17.6. CRONOGRAMA	97
17.8. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	99
17.9. ANEXOS	104

17. Monitoramento Ambiental Intensificado para a Dragagem do Trecho 4 do Canal do Porto de Santos

17.1. Introdução e Objetivos

O monitoramento ambiental intensificado para a dragagem de aprofundamento do Trecho 4 do Canal do Porto de Santos é um sub-programa complementar, que visa à intensificação do monitoramento na área de disposição oceânica para que se possa, de forma rápida e objetiva, dar subsídios para a tomada de decisão quanto à gestão da disposição dos sedimentos dragados da área em questão. Por isso, sua itemização é numerada como 17 e subitens, visto que tal relatório faz parte do Programa 17 do relatório geral do Monitoramento implantado para a dragagem de aprofundamento do canal.

Em 4 de outubro de 2010 foi retificada a Licença de Instalação nº 666/2009 autorizando a dragagem de aprofundamento do Trecho 4. Tendo em vista a presença de material de qualidade inferior na região da Alemoa, em particular das áreas identificadas como AL 01 (porção oeste) e AL 02 (porção leste) deste Trecho, o IBAMA, por meio da Nota Técnica nº 117/2010 COTRA/CGTMO/DILIC/IBAMA, solicitou a realização de monitoramentos adicionais durante a dragagem destas áreas, com coletas semanais de amostras para realização de ensaios ecotoxicológicos com as fases sólidas e líquidas do sedimento da área de disposição e análises químicas de mercúrio. Além destas análises semanais, foi solicitada a intensificação da avaliação de bioacumulação em tecidos de organismos demersais para periodicidade trimestral. Estes resultados serão apresentados juntamente com os demais resultados do Programa 17 – Monitoramento da área de Descarte em relatórios semestrais encaminhados ao IBAMA.

O Trecho 4 foi subdividido em quatro subtrechos (A, B, C e D) (Figura 17.1-1), sendo os subtrechos 4B e 4D com porções de sedimento de qualidade inferior, ou seja, sedimentos com concentrações de alguns elementos acima do nível 1 ou 2 da Resolução Conama 344/04 (Brasil, 2004).

Após a comprovação da viabilidade da dragagem de aprofundamento e posterior descarte oceânico dos sedimentos de qualidade inferior identificados no Trecho 4, a Retificação da Licença de Instalação (LI) nº 666/2009, condicionou a dragagem de aprofundamento do Trecho 4, nas áreas denominadas AL 01 (subtrecho 4D) e AL 02 (subtrecho 4B) (Figura 17.1-1), à não execução de *overflow* e determinou que a disposição de tais sedimentos na área de descarte marinho fosse condicionada à realização de monitoramento intensificado.

O Plano de Disposição Oceânica (aprovado pelo IBAMA e condicionante da LI) estabelece que o material dragado, proveniente das duas áreas (AL 01 e AL 02) na região da Alemoa, será destinado ao setor de uso restrito (SUR), correspondendo às quadrículas Q9 e Q10.

A dragagem no Trecho 4 iniciou em 28 de janeiro de 2011 e a dragagem nos subtrechos com sedimento de qualidade inferior iniciou em 16 de março de 2011, no subtrecho 4B. Anteriormente à dragagem do subtrecho 4B foi realizada a campanha prévia no dia 03 de fevereiro de 2011. A data de início de dragagem no subtrecho 4B marcou o início da contagem para o monitoramento intensificado, sendo a Campanha I realizada em 24 de março, e a periodicidade do mesmo semanal. No dia 26 de abril de 2011 foi iniciada a dragagem no subtrecho 4D (na área de sedimento de melhor qualidade), sendo que na AL 01 (porção oeste) a dragagem do sedimento de qualidade inferior iniciou no dia 28 de abril de 2011.

A segurança do processo de dragagem, das áreas AL 01 e AL 02, pode ser alcançada através deste plano de monitoramento intensificado com respostas rápidas o suficiente, de modo a permitir eventuais interrupções no processo. Desde que detectados rapidamente, os impactos na área de disposição poderão apresentar certo grau de controle através do recobrimento dos sedimentos lançados com sedimentos de melhor qualidade.



Figura 17.1-1. Localização do Trecho 4 e seus subtrechos (4A, 4B, 4C e 4D), em destaque para as manchas de material de sedimentação com qualidade inferior.

17.2. Atividades desenvolvidas no Monitoramento Intensivo do PDO

Serão realizados monitoramentos com respostas rápidas quanto à qualidade química e ecotoxicológica dos sedimentos da área de descarte para gerenciar a área de disposição oceânica atual, visando à mitigação de eventuais impactos à biota aquática e ao ambiente marinho, resultantes de efeitos dos contaminantes presentes nos sedimentos oriundos das áreas AL 01 e AL 02.

O presente monitoramento intensificado prevê a entrega semanal de laudos de análise química para mercúrio ao IBAMA. Os resultados dos ensaios ecotoxicológicos com elutriato são entregues em cerca de 10 dias, dado ao prazo de exposição e processamento das análises, enquanto que os resultados dos ensaios ecotoxicológicos com sedimento total são concluídos em 45 dias.

Iniciado o monitoramento intensificado, após 15 dias, é emitido relatório contendo os laudos bem como breves considerações acerca dos resultados encontrados. Após o primeiro relatório, é entregue semanalmente relatório de acompanhamento consolidando os resultados das campanhas realizadas.

17.2.1. Metodologia

As amostras de sedimento são coletadas com amostrador de fundo do tipo *Van Veen* nos seguintes locais, conforme Figura 17.2.1-1:

- 1) Quadrícula Q-9
- 2) Quadrícula Q-10
- 3) Ponto a Nordeste do Polígono de Disposição Oceânica - PS-N1
- 4) Ponto a ser controlado, próximo à Laje de Santos - PS-C1

Estes locais, constituídos por uma área de 1 milha quadrada, foram subdivididos em 4 sub-áreas de onde são obtidas subamostras. Estas subamostras são homogeneizadas para assim, formar uma amostra composta representativa daquela área.

Após coletadas, as amostras são acondicionadas e encaminhadas para análises conforme normas técnicas internacionalmente reconhecidas e padronizadas. Cadeias de custódia acompanham os processos de coleta e encaminhamento das amostras ao laboratório contratado.

O sedimento das áreas AL 01 e AL 02 com qualidade inferior é descartado no Setor de Uso Restrito (quadrículas Q-9 e Q-10), reservado para a disposição controlada dos sedimentos de qualidade inferior. O ponto de coleta localizado próximo ao Parque Estadual Marinho da Laje de Santos (PS-C1), (entre a Laje e o local de disposição), no limite da zona de amortecimento do parque (Figura 17.2.1-1), é monitorado visando verificar eventual dispersão de sedimento dragado nesta direção.

O ponto a nordeste do PDO (PS-N1) está posicionado fora da área de disposição e tem por finalidade identificar eventual contaminação da região, visto que o mesmo se encontra na direção do transporte e dispersão dos sedimentos, conforme mostrado por modelagem numérica apresentada no EIA/RIMA (FRF, 2008).

A Figura 17.2.1-2 apresenta esquema da malha amostral e as coordenadas geográficas dos pontos amostrais estão listadas na Tabela 17.2.1-1.

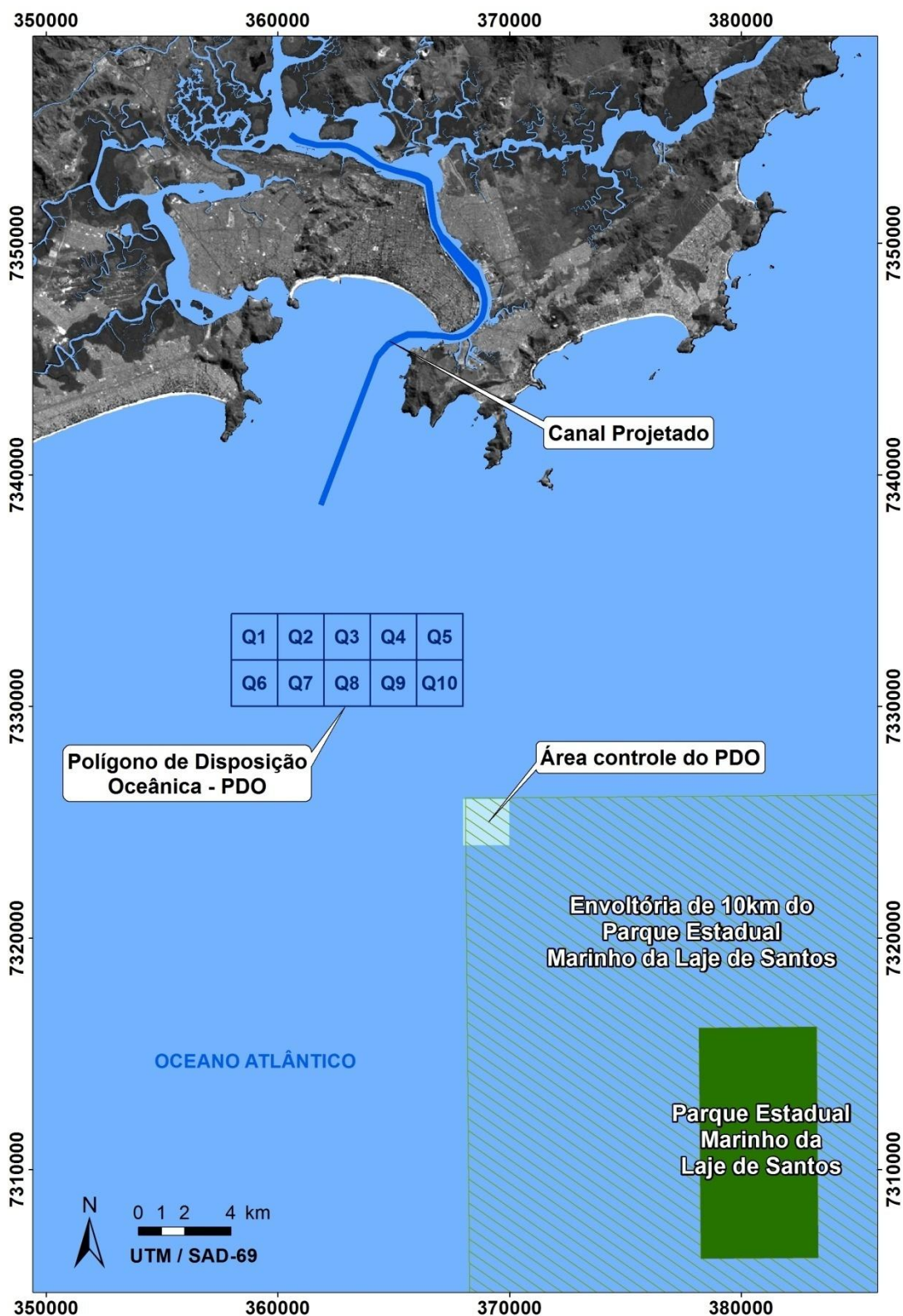


Figura 17.2.1-1. Mapa de localização do Parque Estadual Marinho da Laje de Santos e do Polígono de Disposição Oceânica (PDO).

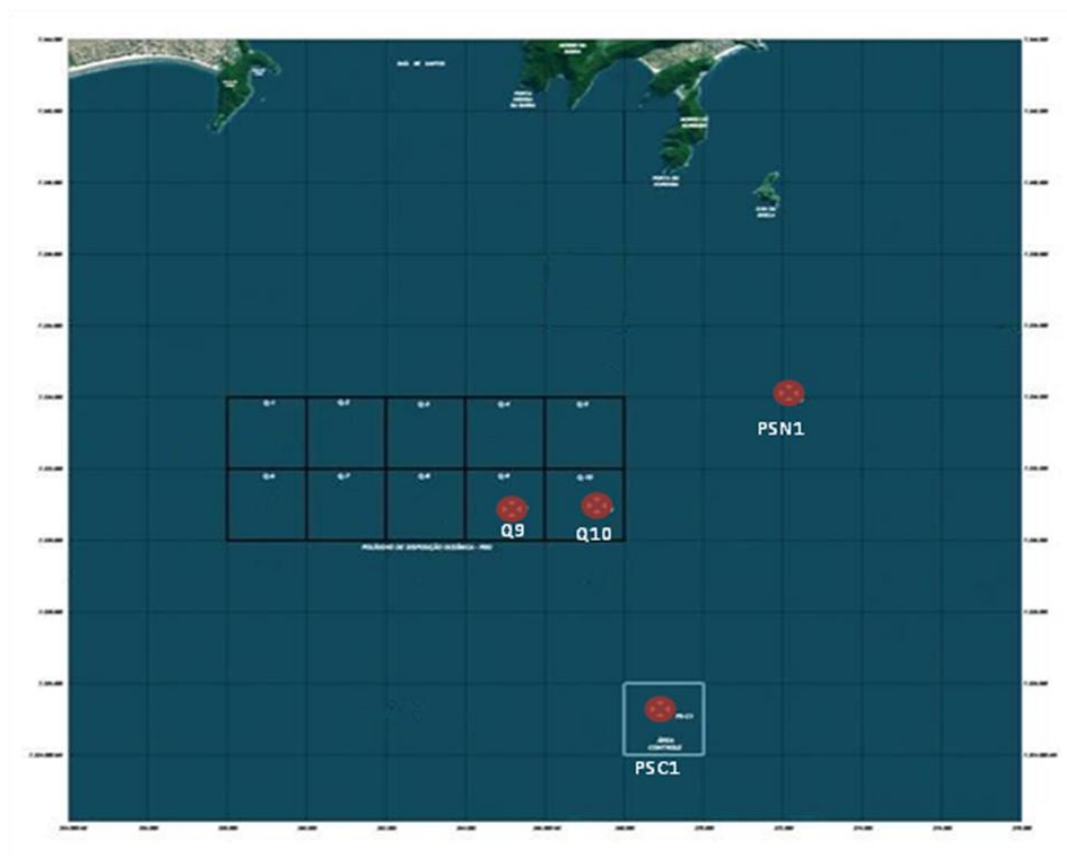


Figura 17.2.1-2. Imagem da região marinha da Baixada Santista, onde pode ser observado o polígono de disposição dos sedimentos dragados, com indicação das áreas monitoradas.

Tabela 17.2.1-1. Posição geográfica dos pontos de coleta. Projeção UTM. Datum horizontal: SAD 69.

PS-Q9	Leste (E)	Norte (N)	Fuso	PS-Q10	Leste (E)	Norte (N)	Fuso
A	364.552	7.331.369	23 J	A	366.573	7.331.331	23 J
B	364.645	7.330.469	23 J	B	366.744	7.330.452	23 J
C	365.564	7.330.578	23 J	C	367.614	7.330.603	23 J
D	365.426	7.331.517	23 J	D	367.451	7.331.498	23 J

PS-N1	Leste (E)	Norte (N)	Fuso	PS-C1	Leste (E)	Norte (N)	Fuso
A	371.522	7.334.381	Fuso	A	368.674	7.325.527	23 J
B	371.656	7.333.593	23 J	B	368.802	7.324.695	23 J
C	372.589	7.333.698	23 J	C	369.709	7.324.833	23 J
D	372.455	7.334.559	23 J	D	369.633	7.325.650	23 J

As coletas para análises de mercúrio e ensaios ecotoxicológicos são realizadas semanalmente, tendo sido iniciadas em cerca de 7 dias após início da dragagem na área AL 02, do Trecho 4.

Os dois ensaios ecotoxicológicos apresentam periodicidade semanal. A frequência amostral para estes ensaios pode ser reavaliada a partir dos resultados obtidos ao longo do monitoramento intensificado.

17.2.2. Análises

Mercúrio

A concentração de mercúrio total é analisada em laboratório acreditado na norma NBR ISO/IEC 17025:2005, seguindo o método SW 846 USEPA-7471B (preparação e análise), conforme vem sendo conduzido no monitoramento implantado.

A técnica analítica empregada para análise de mercúrio nos sedimentos apresenta excelente detectabilidade, sendo possível a quantificação deste elemento em nível de $\mu\text{g/Kg}$ (ppb – parte por bilhão). Os resultados obtidos são, portanto, expressos nesta unidade, estando a incerteza de medição associada ao terceiro algarismo significativo. No entanto, para facilitar ao usuário a comparação do resultado obtido com a Resolução CONAMA 344/04, que está expresso em mg/kg (ppm – parte por milhão), o laboratório converte o resultado obtido para esta unidade, gerando um resultado com quatro casas decimais.

Ensaio Ecotoxicológicos

- **Sedimento Total**

Os ensaios ecotoxicológicos são realizados conforme metodologia padronizada na norma ABNT/NBR-15638, utilizando anfípodos da espécie *Leptocheirus plumulosos*.

O ensaio com *L. plumulosos* é um método internacionalmente aplicado na

avaliação ecotoxicológica de sedimentos marinhos, e vem sendo utilizado no monitoramento mensal da área de disposição.

Os testes de toxicidade aguda, com o anfípoda *Leptocheirus plumulosus*, são realizados utilizando-se três réplicas para cada amostra. São transferidas alíquotas de cerca de 175,0 mL de sedimento em cada frasco-teste e adicionados 725,0 mL de água de diluição com auxílio de um disco plástico para minimizar a ressuspensão dos sedimentos. Em cada frasco é introduzida aeração suave na superfície da água e o conjunto é mantido sob repouso por 24 horas antes do início do teste.

Animais em boas condições são distribuídos aleatoriamente nos frascos-teste, sendo utilizados vinte animais em cada réplica. Grupos de vinte animais em três réplicas são colocados em um sedimento-controle, o mesmo utilizado na manutenção dos organismos.

Ao final de 10 dias de exposição, o sedimento contido em cada réplica é peneirado, através de uma malha de 0,5 mm, os organismos sobreviventes são contados e os organismos não encontrados são considerados mortos.

Nos dias 0, 7, 9 e 10 são realizadas análises de pH, salinidade e teor de oxigênio dissolvido da água de interface do controle e de cada amostra. As alíquotas de água para essas análises são cuidadosamente coletadas na interface água-sedimento, cerca de 1 cm acima da superfície do sedimento, formando uma amostra composta por alíquotas de cada réplica.

É preparada uma réplica adicional do controle e de cada amostra, sem adição de animais, para realização de análises de pH, salinidade, teor de oxigênio dissolvido da água intersticial do sedimento no início e no final dos testes, além de nitrogênio amoniacal e amônia não ionizada, no início do teste. Estas amostras de água intersticial são obtidas através da centrifugação do sedimento por 30 minutos a 3.500 rpm.

Os valores de amônia não ionizada são obtidos por cálculo a partir dos valores de nitrogênio amoniacal, pH, salinidade e temperatura de cada amostra conforme descrito por Bower & Bidwell (1978).

Após 10 dias de exposição, a mortalidade dos organismos das amostras é comparada com a do controle, utilizando-se as seguintes análises estatísticas:

- Teste de normalidade do Chi-Quadrado (Zar, 1999);
- Teste-F para homogeneidade de variância (Zar, 1999), e
- Teste de hipóteses por bioequivalência (Erickson & McDonald, 1995), com aplicação da constante de proporcionalidade (“r”) de 0,80, calculada para a espécie *Leptocheirus plumulosus* (Prósperi *et al.*, 2008).

- **Elutriato**

Os testes de toxicidade crônica são realizados segundo metodologia ABNT 15350 (2006), com o ouriço-do-mar *Lytechinus variegatus*, coletados por meio de mergulho livre, na Ilha das Palmas na cidade de Santos (São Paulo).

Machos e fêmeas adultos de ouriço do mar (mínimo três de cada sexo) são estimulados para a liberação de gametas por meio de choque elétrico (35v). Os gametas são coletados separadamente e os óvulos, caracterizados pela coloração amarelo alaranjado, são coletados utilizando-se um becker de 400ml contendo água de diluição marinha. Uma subamostra dos óvulos de cada fêmea é observado ao microscópio, a fim de confirmar seu formato e tamanho, os quais devem ser redondos, lisos e de tamanho homogêneo. Após a sedimentação dos óvulos, é descartado o sobrenadante, filtrado através de malha de 350 µm e acrescentada água marinha filtrada, elevando assim, o volume para 600 ml, este processo de lavagem dos óvulos é repetido por três vezes. Os espermatozoides de coloração branca são coletados diretamente dos gonopóros, utilizando uma micropipeta e depois mantidos em um béquer armazenado em um recipiente com gelo até o momento da fertilização. Uma solução de esperma, é preparada utilizando 1 a 2 ml de espermatozóide e 25 ml de água de diluição marinha, homogeneizando-se bem para dissolução dos grumos.

Para a fecundação são acrescentados 1 a 2 ml da solução de espermas ao recipiente contendo os óvulos, sempre mantendo uma leve agitação. Após 10 minutos, são tomadas três subamostras de 1 ml para contagem de ovos com o

auxílio de câmara de Sedgwick-Rafter. Calculada a média entre as três subamostras, é estimado o volume da solução que contém 300 ovos. Este volume é acrescentado aos recipientes teste utilizando-se uma pipeta automática, não ultrapassando 1% do volume da solução teste.

Elutriado é definido como um processo de homogeneização entre um certo volume de sedimento e um volume de diluente por um determinado período de tempo. Após esta homogeneização, a solução sedimento + água decanta e posteriormente é separado o sobrenadante para realização dos testes de toxicidade.

Os ensaios são conduzidos em tubos de ensaio de 15 ml nos quais, para cada amostra, são montadas 4 réplicas. Uma alíquota de 150 g de sedimento de cada amostra é homogeneizada por 30 minutos com 600 ml de água de diluição marinha filtrada, utilizando agitador Turbo-Floc/2c de marca Policontrol com velocidade constante de 105 rpm. Após agitação, as amostras permaneceram em repouso por 24h e posteriormente, são sifonados 10 ml do sobrenadante, e adicionados a cada réplica do teste, conforme (ABNT NBR 15350, 2006; USEPA, 2001).

Os experimentos são mantidos em câmara incubadora sob temperatura constante de 25 ± 2 °C e fotoperíodo de 12h/12h. Entre o período de 24 a 28 h, as larvas dos controles são analisadas quanto ao desenvolvimento. Os testes são encerrados assim que 80% das larvas atingiram o estágio de *pluteus*, sendo os embriões fixados pela adição de 0,5 ml de formaldeído tamponado com borax aos frascos teste.

Após a fixação, procede-se a leitura do estágio de desenvolvimento dos 100 primeiros organismos de cada réplica, onde é avaliado o desenvolvimento normal das larvas até o estágio equinopluteus. É anotado o número de larvas normais, bem como o número de larvas mal formadas ou com desenvolvimento anômalo para posterior análise estatística (teste t - Bioequivalência).

Durante os testes de toxicidade com *L. variegatus*, são realizadas as seguintes análises físico-químicas iniciais na fração aquosa:

- Temperatura (termômetro de vidro INCOTERM);

- Salinidade (refratômetro Shibuya 145);
- pH (peagâmetro *Laborgraf* – B474);
- Oxigênio dissolvido (método do eletrodo de membrana - Oxímetro *Oxi* WTW 3151);
- Amônia total (Método de destilação e titulação - 4500-C – APHA, 1998) e amônia não ionizada, estimada a partir dos valores de amônia total, de acordo com procedimento proposto por Whitfield 1974.

17.3. Atividades realizadas

Até o presente momento foram realizadas 18 campanhas, sendo uma prévia ao início da dragagem nas áreas AL 01 (subtrecho 4D) e AL 02 (subtrecho 4B) e outras 17 nas semanas seguintes ao início da dragagem no trecho em questão.

As campanhas foram realizadas nos dias:

- 1) Campanha Prévia – 03 de fevereiro de 2011;
- 2) Campanha I – 24 de março de 2011;
- 3) Campanha II – 1º de abril de 2011;
- 4) Campanha III – 07 de abril de 2011;
- 5) Campanha IV – 12 de abril de 2011;
- 6) Campanha V – 18 de abril de 2011;
- 7) Campanha VI – 28 de abril de 2011;
- 8) Campanha VII – 05 de maio de 2011;
- 9) Campanha VIII – 09 de maio de 2011;
- 10) Campanha IX – 19 de maio de 2011;
- 11) Campanha X – 24 de maio de 2011;
- 12) Campanha XI – 03 de junho de 2011;
- 13) Campanha XII – 10 de junho de 2011;
- 14) Campanha XIII – 17 de junho de 2011;

- 15) Campanha XIV – 24 de junho de 2011;
- 16) Campanha XV – 30 de junho de 2011;
- 17) Campanha XVI – 08 de julho de 2011;
- 18) Campanha XVII – 12 de julho de 2011.

Até o momento, apenas na Campanha XVII foram coletadas amostras de sedimento somente para análise de mercúrio, conforme solicitado pela CODESP/SEP na reunião, realizada na sede do IBAMA, em 8 de julho de 2011, cuja ata encontra-se no Anexo 17.8-1. Dessa forma, na semana de 06 a 12 de julho de 2011 serão realizadas duas campanhas: Campanha XVII (análise apenas de mercúrio) e Campanha XVIII (análise de mercúrio e ensaios ecotoxicológicos no elutriato e no sedimento total). Nas demais campanhas foram coletadas amostras para realização de todas as análises propostas.

O presente relatório consolida os resultados das análises de:

- Mercúrio das 17 primeiras campanhas (Campanhas Prévia, I, II, III, IV, V, VI, VII, VIII, IX, X, XI, XII, XIII, XIV, XV e XVI);
- Ensaios ecotoxicológicos no elutriato das 16 primeiras campanhas (Campanhas Prévia, I, II, III, IV, V, VI, VII, VIII, IX, X, XI, XII, XIII, XIV e XV) e;
- Ensaios ecotoxicológicos no sedimento total das 11 primeiras campanhas (Campanhas Prévia, I, II, III, IV, V, VI, VII, VIII, IX e X).

Os demais resultados ainda não foram liberados pelos laboratórios.

A Tabela 17.3-1 identifica a situação de entrega dos resultados das análises, assim como em que relatório de acompanhamento dos períodos de referência podem ser encontrados.

Tabela 17.3-1. Quadro de situação de entrega dos resultados das análises e relatórios de acompanhamento.

Campanha	Período de Dragagem	Áreas Dragadas no trecho 4*	Quadrículas utilizada para despejo**	Data da Coleta	Laudos	Situação dos laudos	Relatório
Prévia	Anterior ao início da dragagem nos subtrechos 4B e 4D	-	-	03/02/11	Mercúrio	entregue	1º
					Ecotox. Elutriato	entregue	1º
					Ecotox. Sedimento	entregue	3º
I	16 a 22/03/11	4A, 4B e 4C	Q3, Q5 e Q9	24/03/11	Mercúrio	entregue	1º
					Ecotox. Elutriato	entregue	1º
					Ecotox. Sedimento	entregue	Consolidado
II	23 a 29/03/11	4A, 4B e 4C	Q3, Q5, Q9 e Q10	01/04/11	Mercúrio	entregue	2º
					Ecotox. Elutriato	entregue	2º
					Ecotox. Sedimento	entregue	Consolidado
III	30 a 05/04/11	4A, 4B e 4C	Q3, Q5 e Q10	07/04/11	Mercúrio	entregue	3º
					Ecotox. Elutriato	entregue	4º
					Ecotox. Sedimento	entregue	Consolidado
IV	06 a 12/04/11	4A e 4C	Q3 e Q5	12/04/11	Mercúrio	entregue	4º
					Ecotox. Elutriato	entregue	4º
					Ecotox. Sedimento	entregue	Consolidado
V	13 a 19/04/11	4B e 4C	Q3, Q5 e Q10	18/04/11	Mercúrio	entregue	5º
					Ecotox. Elutriato	entregue	5º
					Ecotox. Sedimento	entregue	11º
VI	20 a 26/04/11	4B e 4C	Q9 e Q10	28/04/11	Mercúrio	entregue	6º
					Ecotox. Elutriato	entregue	7º
					Ecotox. Sedimento	entregue	12º
VII	27/04 a 03/05/11	4B, 4C e 4D	Q3 e Q9	05/05/11	Mercúrio	entregue	7º
					Ecotox. Elutriato	entregue	7º
					Ecotox. Sedimento	entregue	12º

Tabela 17.3-1. (Continuação) Quadro de situação de entrega dos resultados das análises e relatórios de acompanhamento.

Campanha	Período de Dragagem	Áreas Dragadas no trecho 4*	Quadrículas utilizada para despejo**	Data da Coleta	Laudos	Situação dos laudos	Relatório
VIII	04 a 10/05/11	4B, 4C e 4D	Q3 e Q9	09/05/11	Mercúrio	entregue	7º
					Ecotox. Elutriato	entregue	10º
					Ecotox. Sedimento	entregue	13/14º
IX	11 a 17/05/11	4B	Q9	19/05/11	Mercúrio	entregue	9º
					Ecotox. Elutriato	entregue	10º
					Ecotox. Sedimento	entregue	13/14º
X	18 a 24/05/11	4D	Q9 e Q10	24/05/11	Mercúrio	entregue	9º
					Ecotox. Elutriato	entregue	10º
					Ecotox. Sedimento	entregue	13/14º
XI	25 a 31/05/11	4D	Q9	03/06/11	Mercúrio	entregue	11º
					Ecotox. Elutriato	entregue	12º
					Ecotox. Sedimento	em análise	-
XII	01 a 07/06/11	4D	Q10	10/06/11	Mercúrio	entregue	12º
					Ecotox. Elutriato	entregue	13/14º
					Ecotox. Sedimento	em análise	-
XIII	08 a 14/06/11	4C e 4D	Q9 e Q10	17/06/11	Mercúrio	entregue	13/14º
					Ecotox. Elutriato	entregue	13/14º
					Ecotox. Sedimento	em análise	-
XIV	15 a 21/06/11	4C e 4D	Q9 e Q10	24/06/11	Mercúrio (Lab1)***	entregue	13/14º
					Mercúrio (Lab2)***	entregue	13/14º
					Ecotox. Elutriato	entregue	15º
					Ecotox. Sedimento	em análise	-

Tabela 17.3-1. (Continuação) Quadro de situação de entrega dos resultados das análises e relatórios de acompanhamento.

Campanha	Período de Dragagem	Áreas Dragadas no trecho 4*	Quadrículas utilizada para despejo**	Data da Coleta	Laudos	Situação dos laudos	Relatório
XV	22 a 28/06/11	4C e 4D	Q9 e Q10	30/06/11	Mercúrio (Lab1)***	entregue	13/14º
					Mercúrio (Lab2)***	entregue	13/14º
					Mercúrio (Lab3)***	entregue	13/14º
					Ecotox. Elutriato	entregue	15º
					Ecotox. Sedimento	em análise	-
XVI	29/06 a 05/07/11	4C e 4D	Q3	08/07/11	Mercúrio (Lab1)***	entregue	15º
					Mercúrio (Lab3)***	entregue	15º
					Ecotox. Elutriato	em análise	-
					Ecotox. Sedimento	em análise	-
XVII	06 a 12/07/11	4C	Q3	12/07/11	Mercúrio (Lab1)***	em análise	-
Mercúrio (Lab3)***					em análise	-	
XVIII				15/07/2011****	Mercúrio (Lab1)***	-	-
					Mercúrio (Lab3)***	-	-
					Ecotox. Elutriato	-	-
					Ecotox. Sedimento	-	-
* Informação obtida das planilhas dos fiscais embarcados nas dragas							
** Informação obtida a partir das planilhas da autotrac para Draga Xin Hai Hu							
*** Lab 1: Analytical Technology; Lab 2: Ecolabor e Lab 3: CEIMIC							
**** Previsão de coleta							

17.4. Resultados

A seguir são apresentados os resultados analíticos e dos ensaios ecotoxicológicos das amostras de sedimento coletadas nos pontos PS-Q9, PS-Q10, PS-N1 e PS-C1 para as campanhas realizadas até o momento. Todos os demais laudos ainda não foram liberados pelos laboratórios.

Para as **Campanhas Prévia, I, II, III, IV, V, VI, VII, VIII, IX e X** são apresentados os resultados das análises químicas de mercúrio e dos ensaios ecotoxicológicos, tanto no elutriato como no sedimento total.

Para as **Campanhas XI, XII, XIII, XIV e XV** são apresentados os resultados das análises químicas de mercúrio e dos ensaios ecotoxicológicos no elutriato.

Para a **Campanha XVI** são apresentados os resultados das análises químicas de mercúrio.

No 1º Relatório do Monitoramento Ambiental Intensificado para a Dragagem do Trecho 4 do Canal do Porto de Santos foram apresentados os laudos das análises de mercúrio e ensaios ecotoxicológicos em elutriato da Campanha Prévia e da Campanha I. No 2º Relatório do Monitoramento Ambiental Intensificado foram apresentados os laudos das análises de mercúrio e ensaios ecotoxicológicos em elutriato da Campanha II. No 3º Relatório do Monitoramento Ambiental Intensificado foram apresentados os laudos das análises de mercúrio da Campanha III e ensaios ecotoxicológicos em sedimento total da Campanha Prévia. No 4º Relatório do Monitoramento Ambiental Intensificado foram apresentados os laudos das análises de mercúrio da Campanha IV e ensaios ecotoxicológicos em elutriato das Campanhas III e IV. No 5º Relatório do Monitoramento Ambiental Intensificado foram apresentados os laudos das análises de mercúrio e ensaios ecotoxicológicos em elutriato da Campanha V. No 6º Relatório do Monitoramento Ambiental Intensificado foi apresentado o laudo da análise de mercúrio da Campanha VI. No 7º Relatório do Monitoramento Ambiental Intensificado foram apresentados os laudos das análises de mercúrio das Campanhas VII e VIII e dos ensaios ecotoxicológicos em elutriato das Campanhas VI e VII. No 8º Relatório, Relatório Consolidado do Monitoramento Ambiental Intensificado foram apresentados os laudos dos ensaios

ecotoxicológicos em sedimento total das Campanhas I, II, III e IV. No 9º Relatório do Monitoramento Ambiental Intensificado foram apresentados os laudos das análises de mercúrio das Campanhas IX e X. No 10º Relatório do Monitoramento Ambiental Intensificado foram apresentados os laudos das análises dos ensaios ecotoxicológicos no elutriato das Campanhas VIII, IX e X. No 11º Relatório do Monitoramento Ambiental Intensificado foram apresentados os laudos das análises de mercúrio da Campanha XI e dos ensaios ecotoxicológicos no sedimento total da Campanha V. No 12º Relatório do Monitoramento Ambiental Intensificado foram apresentados os laudos das análises de mercúrio da Campanha XII, dos ensaios ecotoxicológicos no elutriato da Campanha XI e dos ensaios ecotoxicológicos no sedimento total das Campanhas VI e VII. No 13/14º Relatório do Monitoramento Ambiental Intensificado foram apresentados os laudos das análises de mercúrio das Campanhas XIII, XIV e XV do laboratório Analytical Technology, das Campanhas XIV e XV do laboratório Ecolabor e da Campanha XV do laboratório CEIMIC. Além disso, foram apresentados também os laudos das análises granulométricas da Campanha XIV, dos ensaios ecotoxicológicos no elutriato das Campanhas XII e XIII e dos ensaios ecotoxicológicos no sedimento total das Campanhas VIII, IX e X.

Os laudos das análises de mercúrio da Campanha XVI dos laboratórios Analytical Technology e CEIMIC encontram-se, respectivamente, nos Anexos 17.8-2 e 17.8-3. Os laudos dos ensaios ecotoxicológicos no elutriato, das Campanhas XIV e XV, encontram-se, respectivamente, nos Anexos 17.8-4 e 17.8-5. E no Anexo 17.8-6 é apresentado um dossiê fotográfico com imagens das amostras PS-Q9, PS-Q10, PS-N1 e PS-C1 da Campanha XVI.

Para discussão dos resultados obtidos na análise de mercúrio foram utilizados os valores estabelecidos pela Resolução Conama nº 344 (Brasil, 2004), a qual estabelece níveis de classificação do material a ser dragado em águas salinas/salobras e valores orientadores para alguns compostos presentes no sedimento. Esta legislação apresenta duas concentrações-limite, sendo a primeira o limiar abaixo do qual existe baixa probabilidade de ocorrer efeitos adversos à biota (Nível 1) e a segunda, cujo limiar acima é provável que ocorram efeitos negativos à biota (Nível 2). A classificação dos sedimentos na faixa entre estes

dois níveis é indicativo de que já existe a probabilidade de ocorrência de efeitos adversos sobre os organismos.

Assim, adicionalmente aos resultados apresentados, foram detalhados os níveis 1 e 2 de classificação daquela Resolução. Analisando os laudos referentes às análises químicas de mercúrio e aos ensaios ecotoxicológicos constatou-se que todos os limites de quantificação do método foram inferiores aos padrões de classificação da Resolução Conama nº 344/04.

17.4.1 Análise Química – Mercúrio Total

Foram coletadas amostra de sedimento de superfície nos pontos PS-Q9, PS-Q10, PS-N1 e PS-C1 para as Campanhas Prévia, I, II, III, IV, V, VI, VII, VIII, IX, X, XI, XII, XIII, XIV, XV, XVI e XVII.

Após a coleta, as amostras foram encaminhadas para o laboratório responsável pela análise (Analytical Technology). Além disso, algumas amostras foram enviadas para os laboratórios Ecolabor (Campanhas XIV e XV) e CEIMIC (Campanha XV, XVI e XVII). As amostras da Campanha XVII ainda estão em análise.

Para a Campanha XV, além das amostras compostas coletadas em cada ponto de coleta, também foram coletadas amostras em cada um dos 4 quadrantes das quadrículas Q9 e Q10.

Os resultados das análises de mercúrio total nas amostras de sedimento coletadas nos pontos PS-Q9, PS-Q10, PS-N1 e PS-C1, das Campanhas Prévia, I, II, III, IV, V, VI, VII, VIII, IX, X, XI, XII, XIII, XIV, XV e XVI são apresentados na Tabela 17.4.1-1 e nas Figuras 17.4.1-1, 17.4.1-2, 17.4.1-3 e 17.4.1-4.

A amostra PS-Q9 apresentou concentração de mercúrio abaixo do limite de quantificação do método em 9 campanhas (Campanhas Prévia, I, II, III, IV, V, VI, IX e X). Nas Campanhas VII, VIII, XI e XII o mercúrio foi quantificado, porém apresentou concentração abaixo do nível 1, estabelecido pela resolução Conama 344/04 (Brasil, 2004). E nas Campanhas XIII, XIV, XV e XVI os valores registrados (0,367, 0,302, 0,186 e 0,263 mg/kg, respectivamente) estiveram acima do nível 1 (0,150 mg/kg) da referida resolução.

A amostra PS-Q10 apresentou concentração de mercúrio abaixo do limite de quantificação do método em 8 campanhas (Campanhas Prévia, I, II, III, IV, V, VI e X). Nas Campanhas VII, VIII, IX, XI, XII, XIII e XV o mercúrio foi quantificado, porém apresentou concentração abaixo do nível 1, estabelecido pela resolução Conama 344/04 (Brasil, 2004). E nas Campanhas XIV e XVI o valor registrado (0,165 e 0,244 mg/kg) ficou acima do nível 1 (0,150 mg/kg) da referida resolução.

As amostras PS-N1 e PS-C1 apresentaram valores de mercúrio abaixo do limite de quantificação do método em todas as campanhas realizadas até o momento (Campanha XVI).

A validação das medidas de mercúrio foi realizada através da análise de sedimento de referência, cujos resultados indicaram que a porcentagem de recuperação atendeu ao critério de aceitação do método analítico.

Tabela 17.4.1-1. Concentração de mercúrio nas amostras de sedimentos coletadas nas quadriculas Q-9 e Q-10 (PS-Q9 e PS-Q10), no ponto a nordeste do PDO (PS-N1) e na área a ser controlada (PS-C1).

Mercúrio Total							
Campanha	Unidade	Resolução CONAMA 344/04		PS-Q9	PS-Q10	PS-N1	PS-C1
		Nível 1	Nível 2				
Prévia	mg/Kg	0,15	0,71	< 0,0617	< 0,0613	< 0,0609	< 0,0619
I	mg/Kg	0,15	0,71	< 0,0446	< 0,0374	< 0,0429	< 0,0375
II	mg/Kg	0,15	0,71	< 0,0677	< 0,0867	< 0,0616	< 0,0775
III	mg/Kg	0,15	0,71	< 0,0434	< 0,0494	< 0,0489	< 0,0437
IV	mg/Kg	0,15	0,71	< 0,0384	< 0,0424	< 0,0392	< 0,0390
V	mg/Kg	0,15	0,71	< 0,0444	< 0,0380	< 0,0416	< 0,0397
VI	mg/Kg	0,15	0,71	< 0,0387	< 0,0418	< 0,0478	< 0,0400
VII	mg/Kg	0,15	0,71	0,116	0,146	< 0,0478	< 0,0455
VIII	mg/Kg	0,15	0,71	0,0992	0,104	< 0,0441	< 0,0405
IX	mg/Kg	0,15	0,71	< 0,0416	0,124	< 0,0471	< 0,0399
X	mg/Kg	0,15	0,71	< 0,0554	< 0,0524	< 0,0462	< 0,0397
XI	mg/Kg	0,15	0,71	0,0572	0,0643	< 0,0512	< 0,0404
XII	mg/Kg	0,15	0,71	0,108	0,0775	< 0,0508	< 0,0385
XIII	mg/Kg	0,15	0,71	0,367	0,0841	< 0,0417	< 0,0390
XIV	mg/Kg	0,15	0,71	0,302	0,165	< 0,0474	< 0,0364
XV	mg/Kg	0,15	0,71	0,186	0,140	< 0,0434	< 0,0363
XVI	mg/Kg	0,15	0,71	0,263	0,244	< 0,0470	< 0,0390

Legenda: **Valor** Entre Nível 1 e Nível 2.
Valor Acima do Nível 2.

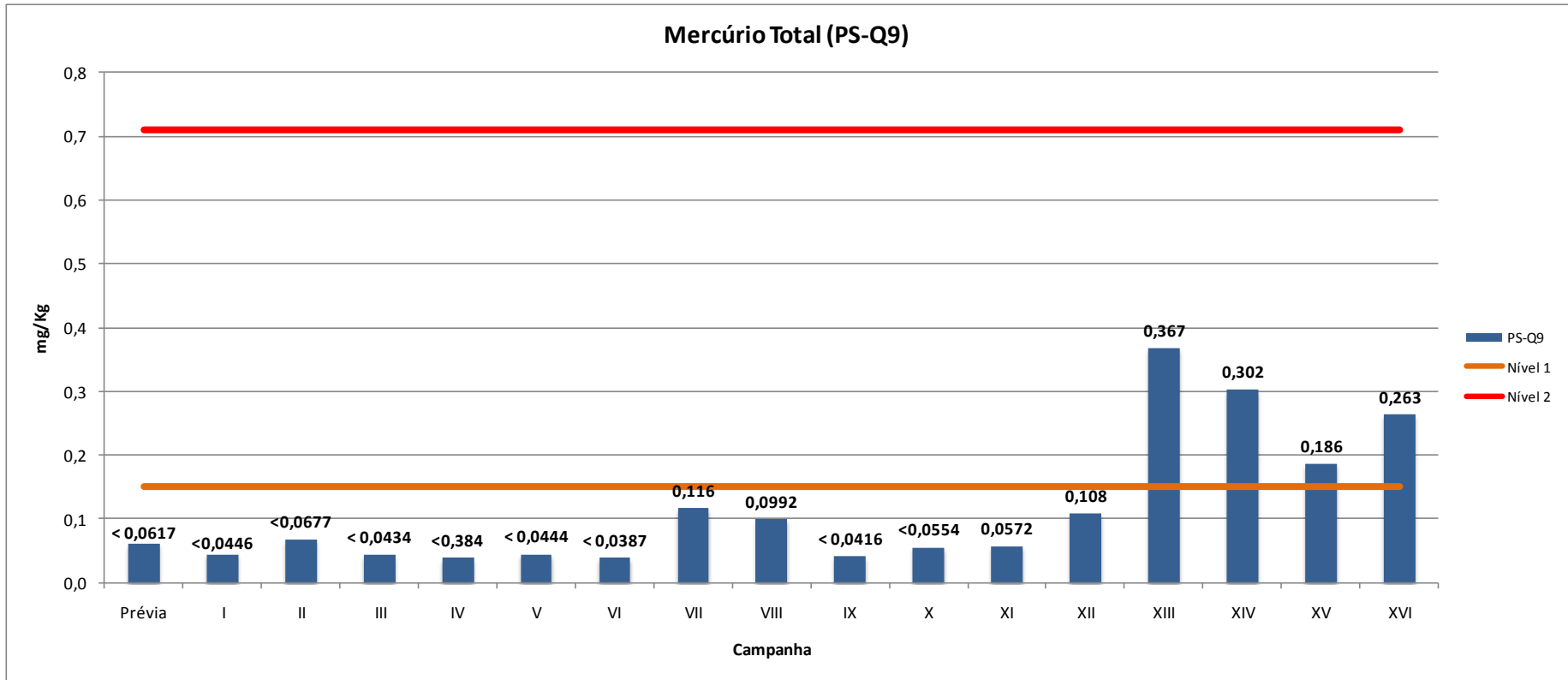


Figura 17.4.1-1. Concentração de mercúrio nas amostras de sedimento coletadas na quadrícula Q-9 (PS-Q9), referente às campanhas cujos resultados foram liberados até o momento.

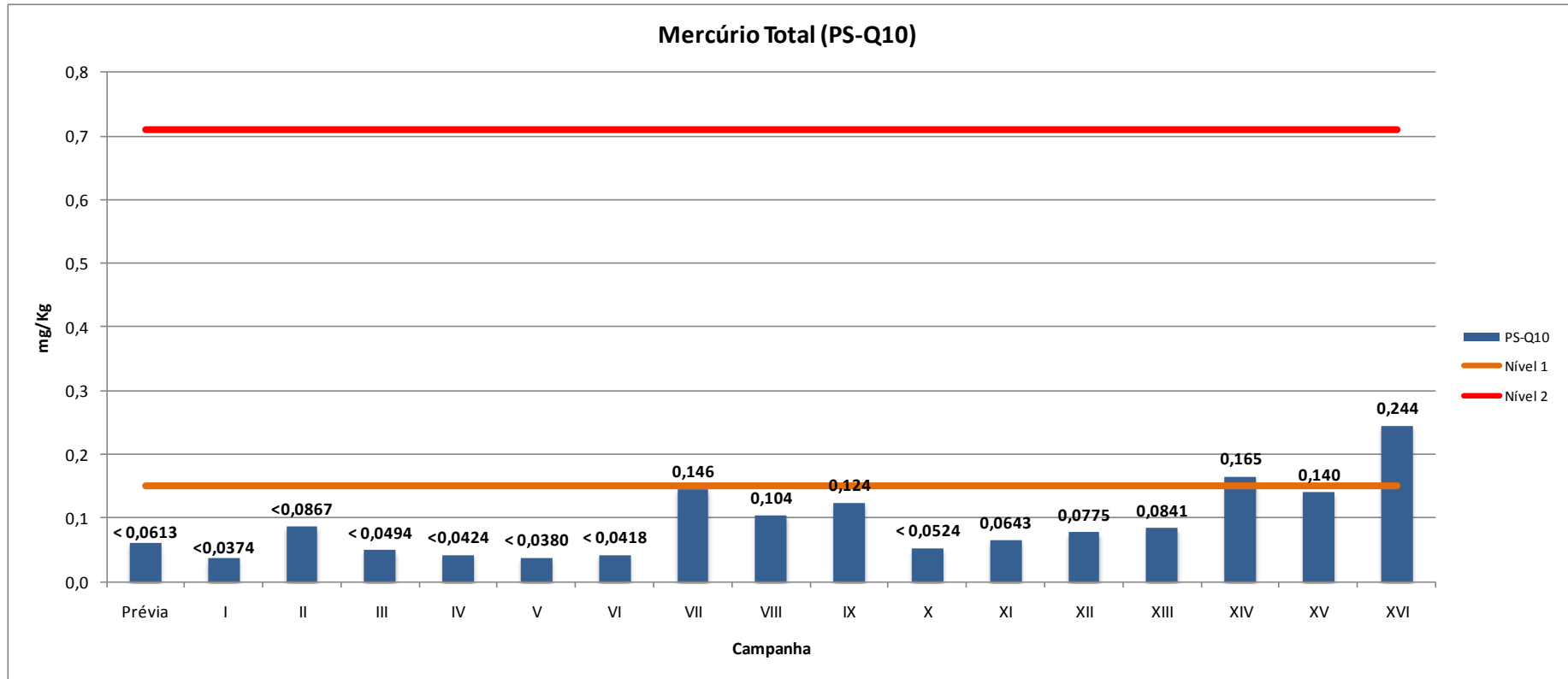


Figura 17.4.1-2. Concentração de mercúrio nas amostras de sedimento coletadas na quadrícula Q-10 (PS-Q10), referente às campanhas cujos resultados foram liberados até o momento.

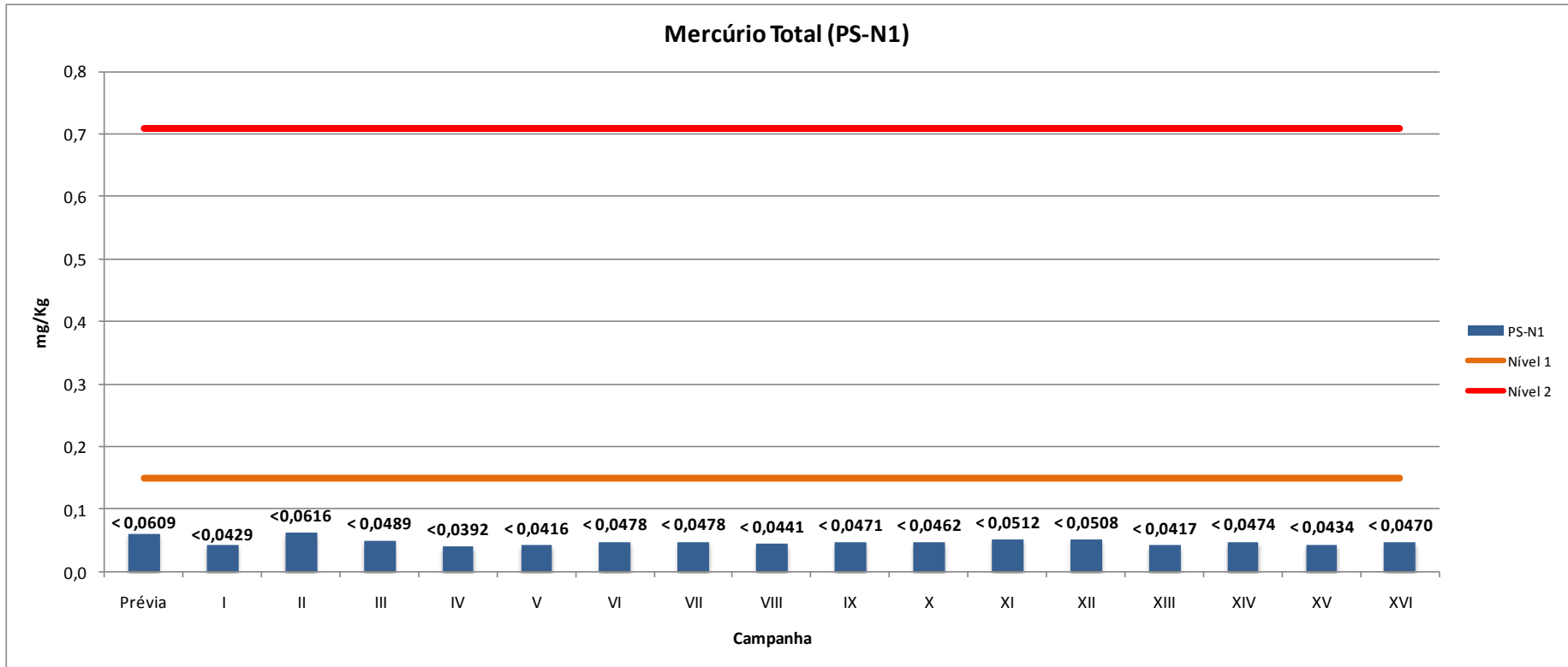


Figura 17.4.1-3. Concentração de mercúrio nas amostras de sedimento coletadas no ponto a nordeste do PDO (PS-N1), referente às campanhas cujos resultados foram liberados até o momento.

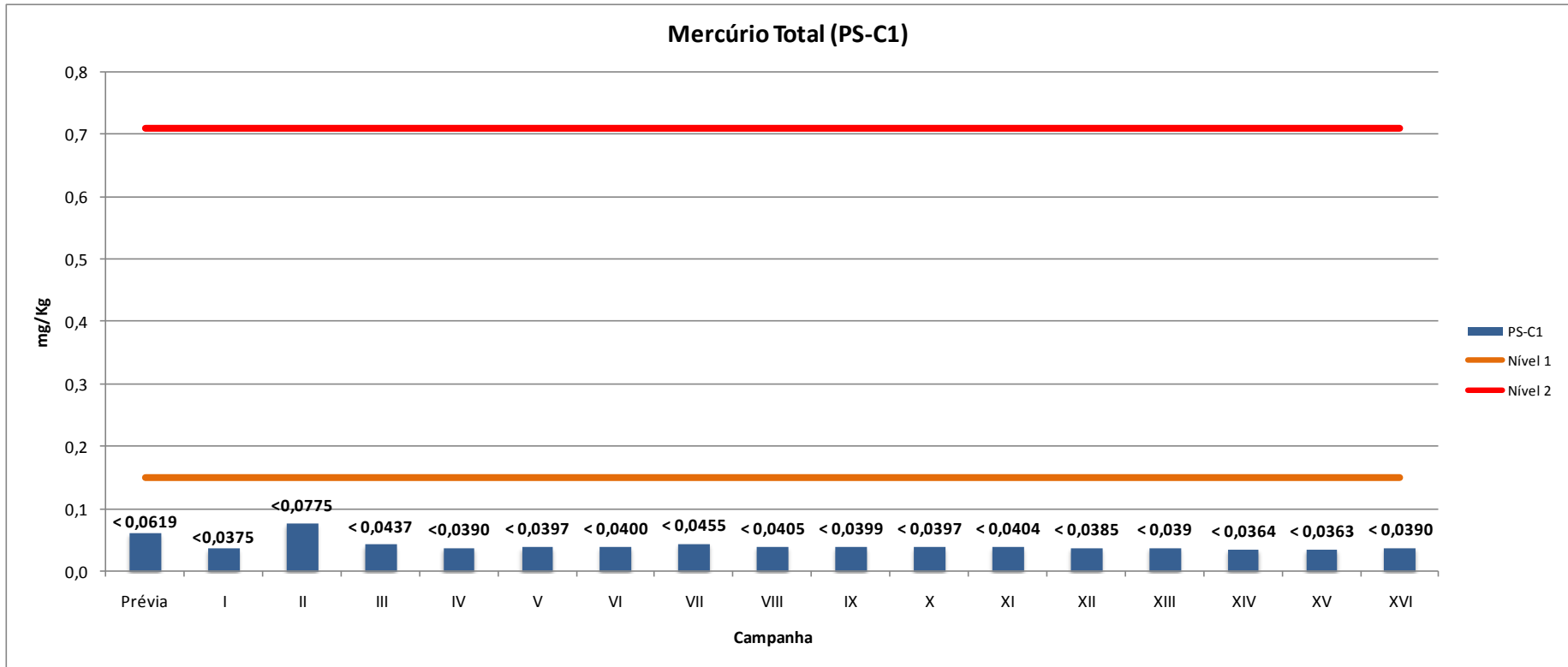


Figura 17.4.1-4. Concentração de mercúrio nas amostras de sedimento coletadas na área a ser controlada (PS-C1), referente às campanhas cujos resultados foram liberados até o momento.

17.4.1.1 Resultados para Mercúrio Total da Campanhas XIV, XV e XVI

Na Campanha XIII, realizada em 17 de julho de 2011 na amostra PS-Q9 apresentou concentração de mercúrio acima do nível 1, estabelecido pela Resolução Conama 344/04 (Brasil, 2004). Por esse motivo a dragagem de aprofundamento da área AL 01 do Trecho 4, foi paralisada pela Secretaria de Portos – SEP, como atendimento à Licença Ambiental do IBAMA. Após essa paralisação foram realizadas as Campanhas XIV, XV e XVI.

Para a Campanha XIV foram coletadas amostras com réplica e encaminhadas para os laboratórios Analytical Technology e Ecolabor e para a Campanha XV foram coletadas amostras com trélicas e encaminhadas para os laboratórios Analytical Technology, Ecolabor e CEIMIC. Ainda na Campanha XV foi feita amostragem com réplica de cada um dos quadrantes das quadrículas Q9 e Q10 que foram encaminhadas para os laboratórios Analytical Technology e Ecolabor. E para a Campanha XVI foram coletadas amostras com réplica e encaminhadas para os laboratórios Analytical Technology e CEIMIC.

- **Campanha XIV**

Segundo o laboratório Analytical Technology (Anatech), as amostras PS-Q9 e PS-Q10 apresentaram concentrações de mercúrio (0,302 e 0,165 mg/kg) acima do nível 1, estabelecido pela Resolução Conama 344/04 (Brasil,2004), enquanto as amostras coletadas em PS-N1 e PS-C1 apresentaram valores inferiores ao limite de quantificação do método (Tabela 17.4.1.1-1 e Figura 17.4.1.1-1).

Entretanto, segundo as análises realizadas pelo laboratório Ecolabor o mercúrio não foi detectado nas 4 amostras. Os limites de quantificação e de detecção do método obtidos foram, respectivamente, 0,038 e 0,012 mg/kg. Assim, os valores encontrados para o mercúrio, em todas as amostras, ficaram abaixo de 0,038 mg/kg (Tabela 17.4.1.1-1 e Figura 17.4.1.1-1)

As concentrações de mercúrio quantificadas para essa campanha são baixas, ou seja, próximas ao limite de quantificação do método, assim os valores muito diferentes podem ser explicados pela análise ter sido realizada em

diferentes laboratórios. Além disso, a heterogeneidade da amostra é um fator que também pode explicar as diferenças nas concentrações de mercúrio, encontradas em ambos os laboratórios, pois por melhor que tenha ocorrido o processo de homogeneização, as réplicas podem não ser idênticas.

Nessa campanha foi realizada ainda análise granulométrica e os resultados são apresentados na Tabela 17.4.1.1-2 e Figura 17.4.1.1-2. Nas amostras PS-Q9 e PS-Q10 houve predominância das frações areia muito fina (44,5 e 35,4%) e silte (27,3 e 36,8%), e em menores porcentagens foram encontradas areia fina (18,8 e 16%) e argila (8,16 e 10%). As frações areia média, areia grossa e areia muito grossa apresentaram valores menores que 1%, em ambas as amostras.

Os resultados granulométricos das amostras PS-N1 e PS-C1 mostraram predominância das frações areia fina (48,9 e 73,3%) e areia muito fina (37,3 e 22,8%). A fração silte contribuiu, respectivamente, com 9,27 e 1,7%, enquanto as frações argila, areia média, areia grossa e areia muito grossa apresentaram valores menores que 4%, em ambas as amostras.

Tabela 17.4.1.1-1. Concentração de mercúrio nas amostras de sedimentos coletadas nas quadrículas Q-9 e Q-10 (PS-Q9 e PS-Q10), no ponto a nordeste do PDO (PS-N1) e na área a ser controlada (PS-C1) da Campanha XIV, obtidas pelos laboratórios Anatech (Analytical Technology) e Ecolabor.

Mercúrio Total								
Campanha	Laboratório	Unidade	Resolução		PS-Q9	PS-Q10	PS-N1	PS-C1
			CONAMA 344/04					
			Nível 1	Nível 2				
XIV	Anatech	mg/Kg	0,15	0,71	0,302	0,165	< 0,0474	< 0,0364
	Ecolabor	mg/Kg	0,15	0,71	< 0,038	< 0,038	< 0,038	< 0,038

Legenda: Valor Entre Nível 1 e Nível 2.

Valor Acima do Nível 2.

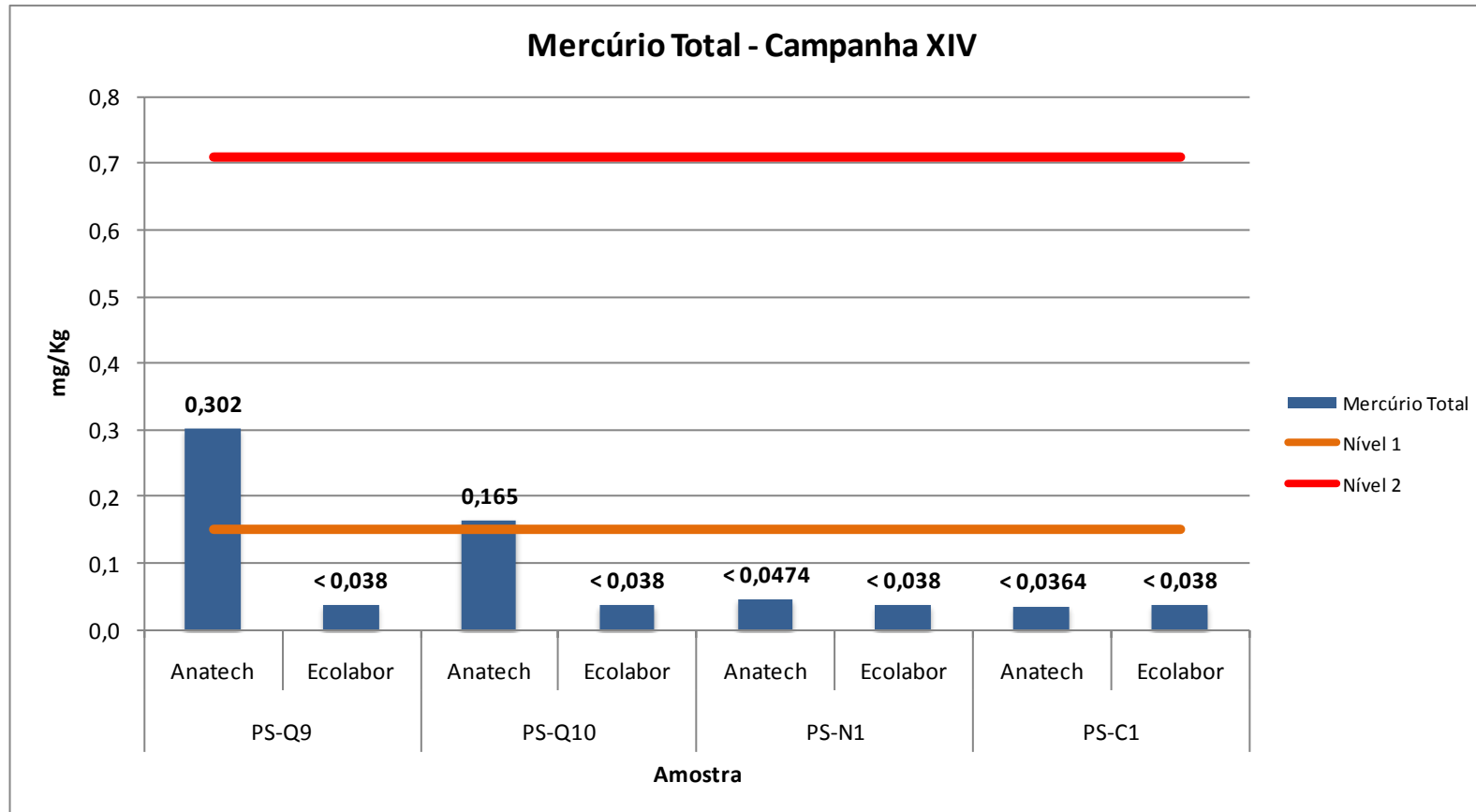


Figura 17.4.1.1-1. Concentração de mercúrio, nas amostras PS-Q9, PS-Q10, PS-N1 e PS-C1 da Campanha XIV, obtidas pelos laboratórios Anatech (Analytical Technology) e Ecolabor.

Tabela 17.4.1.1-2. Composição granulométrica do sedimento das amostras PS-Q9, PS-Q10, PS-N1 e PS-C1 da Campanha XIV.

Granulometria					
Fração	Unidade	Campanha XIV			
		PS-Q9	PS-Q10	PS-N1	PS-C1
Argila	%	8,16	10	3,6	< 0,100
Silte	%	27,3	36,8	9,27	1,7
Areia muito fina	%	44,5	35,4	37,3	22,8
Areia fina	%	18,8	16	48,9	73,3
Areia média	%	0,788	0,925	0,827	2,13
Areia grossa	%	0,324	0,523	< 0,10	< 0,10
Areia muito grossa	%	< 0,100	< 0,10	< 0,10	< 0,10
Areia Total	%	64,5	52,9	87	98,2

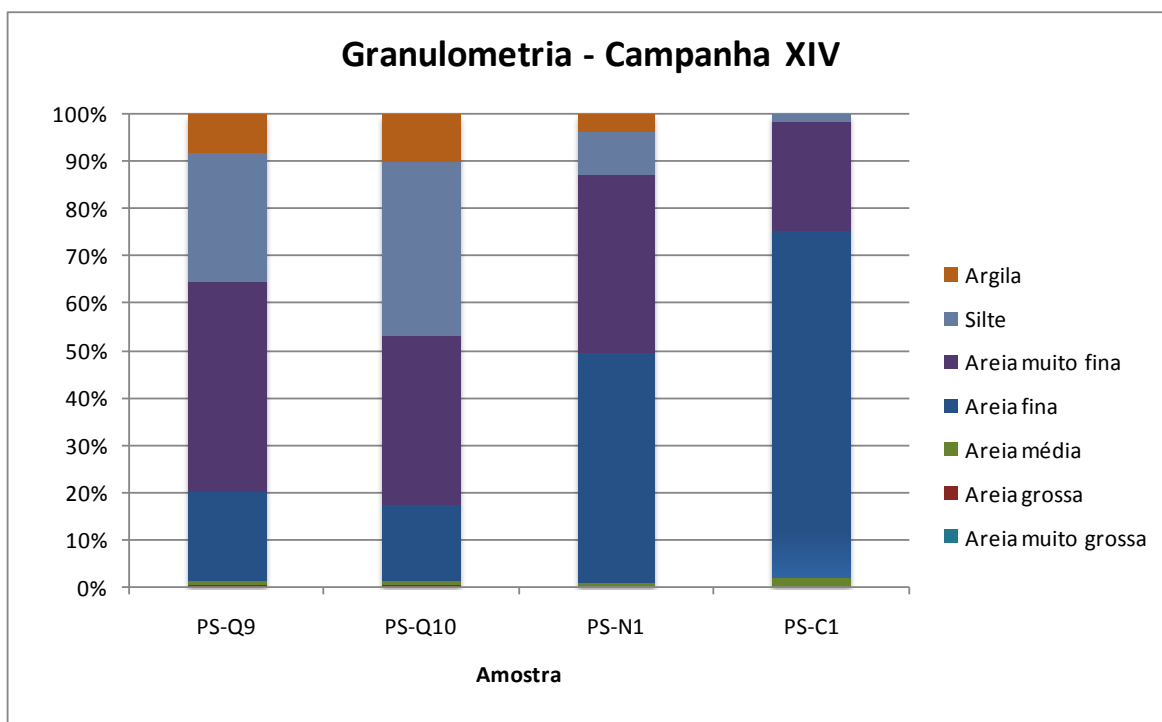


Figura 17.4.1.1-2. Composição granulométrica do sedimento das amostras PS-Q9, PS-Q10, PS-N1 e PS-C1 da Campanha XIV.

- **Campanha XV**

Para a análise de mercúrio total, desta campanha, as 4 amostras do monitoramento intensivo foram enviadas para três laboratórios: Analytical Technology, Ecolabor e CEIMIC.

Segundo o laboratório Analytical Technology (Anatech), apenas a amostra PS-Q9 apresentou concentração de mercúrio (0,186 mg/kg) acima do nível 1, estabelecido pela Resolução Conama 344/04 (Brasil,2004). A amostra PS-Q10 foi quantificada (0,140 mg/kg), porém com valor abaixo do nível 1, enquanto as amostras PS-N1 e PS-C1 apresentaram valores inferiores ao limite de quantificação do método (Tabela 17.4.1.1-3 e Figura 17.4.1.1-3).

Segundo as análises realizadas pelo laboratório Ecolabor o mercúrio não foi detectado nas 4 amostras. O limite de quantificação e detecção do método obtido foram, respectivamente, 0,038 e 0,012 mg/kg. Assim, os valores encontrados para o mercúrio, em todas as amostras, ficam abaixo de 0,038 mg/kg (Tabela 17.4.1.1-3 e Figura 17.4.1.1-3).

Por fim, segundo o laboratório CEIMIC o mercúrio foi quantificado acima do nível 1 nas amostras PS-Q9 e PS-Q10 e os valores encontrados foram, respectivamente, 0,260 e 0,200 mg/kg. As amostras PS-N1 e PS-C1 apresentaram valores inferiores ao limite de quantificação do método (Tabela 17.4.1.1-3 e Figura 17.4.1.1-3).

Nessa campanha foi realizada ainda análise granulométrica e os resultados são apresentados na Tabela 17.4.1.1-4 e Figura 17.4.1.1-4. Nas amostras PS-Q9 e PS-Q10 houve predominância das frações areia muito fina (34,7 e 45,0%), silte (29,0 e 25,8%) e areia fina (23,8 e 19,2%). A fração argila contribuiu, respectivamente, com 9,69 e 8,81%, enquanto frações areia média, areia grossa e areia muito grossa apresentaram valores menores que 2%, em ambas as amostras.

Os resultados granulométricos das amostras PS-N1 e PS-C1 mostraram predominância das frações areia fina (45,5 e 70,4%) e areia muito fina (37,4 e 25,6%). A fração silte contribuiu, respectivamente, com 11,0 e 1,33%, enquanto as frações argila, areia média, areia grossa e areia muito grossa apresentaram

valores menores que 6%, em ambas as amostras. No Anexo 17.8-7 pode ser observado o laudo da análise granulométrica da Campanha XV.

Tabela 17.4.1.1-3. Concentração de mercúrio nas amostras de sedimentos coletadas nas quadrículas Q-9 e Q-10 (PS-Q9 e PS-Q10), no ponto a nordeste do PDO (PS-N1) e na área a ser controlada (PS-C1) da Campanha XV, obtidas pelos laboratórios Anatech (Analytical Technology), Ecolabor e CEIMIC.

Mercúrio Total								
Campanha	Laboratório	Unidade	Resolução CONAMA 344/04		PS-Q9	PS-Q10	PS-N1	PS-C1
			Nível 1	Nível 2				
XV	Anatech	mg/Kg	0,15	0,71	0,186	0,140	< 0,0434	< 0,0363
	Ecolabor	mg/Kg	0,15	0,71	< 0,038	< 0,038	< 0,038	< 0,038
	CEIMIC	mg/Kg	0,15	0,71	0,260	0,200	< 0,120	< 0,110

Legenda: Valor Entre Nível 1 e Nível 2.

Valor Acima do Nível 2.

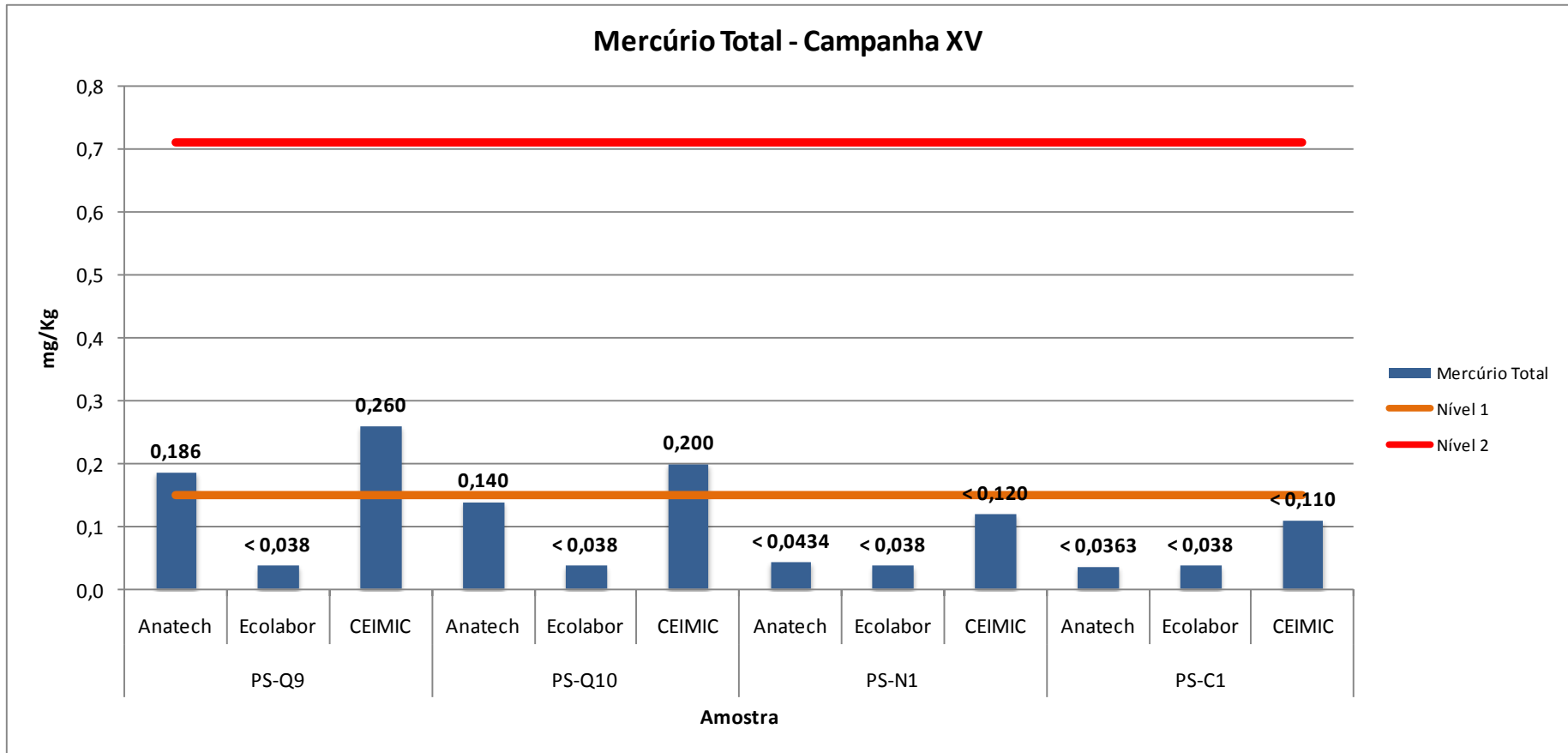


Figura 17.4.1.1-3. Concentração de mercúrio, das amostras PS-Q9, PS-Q10, PS-N1 e PS-C1 da Campanha XV, obtidas pelos laboratórios Analytical Technology, Ecolabor e CEIMIC.

Tabela 17.4.1.1-4. Composição granulométrica do sedimento das amostras PS-Q9, PS-Q10, PS-N1 e PS-C1 da Campanha XV.

Granulometria					
Fração	Unidade	Campanha XV			
		PS-Q9	PS-Q10	PS-N1	PS-C1
Argila	%	9,69	8,81	5,03	0,255
Silte	%	29	25,8	11	1,33
Areia muito fina	%	34,7	45	37,4	25,6
Areia fina	%	23,8	19,2	45,5	70,4
Areia média	%	1,79	0,66	0,898	2,15
Areia grossa	%	0,652	0,242	< 0,10	< 0,10
Areia muito grossa	%	< 0,10	< 0,10	< 0,10	< 0,10
Areia Total	%	61	65,1	83,8	98,2

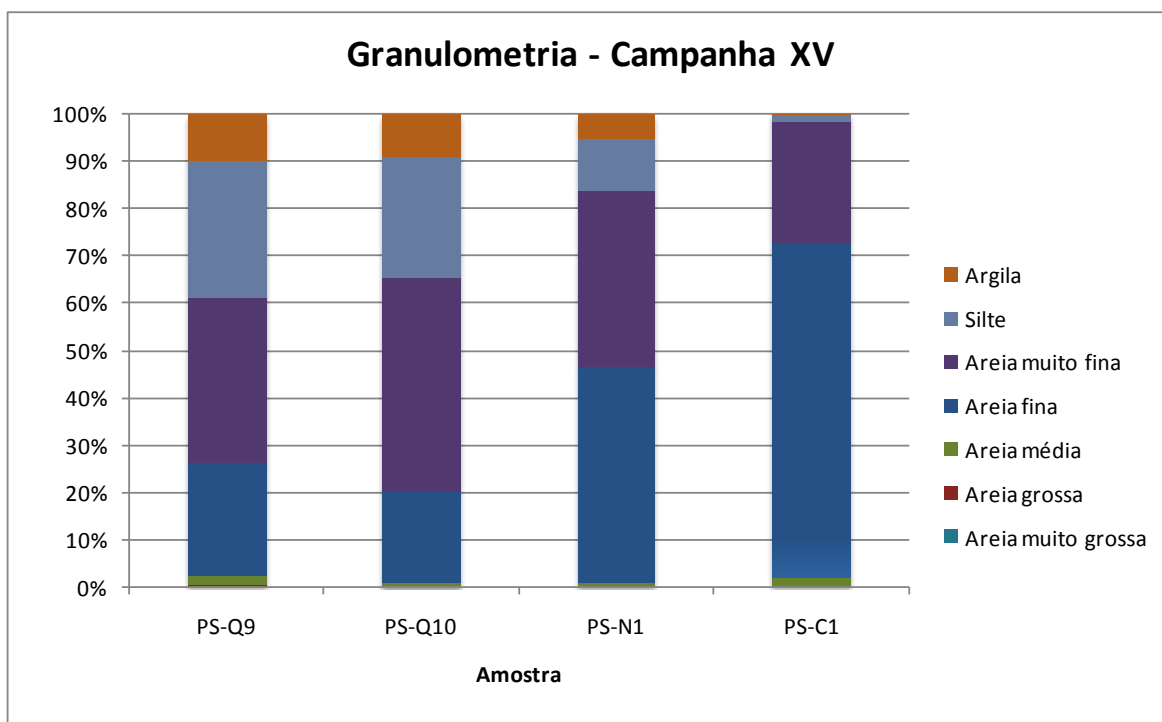


Figura 17.4.1.1-4. Composição granulométrica do sedimento das amostras PS-Q9, PS-Q10, PS-N1 e PS-C1 da Campanha XV.

Ainda na Campanha XV, foram realizadas análises de mercúrio para cada quadrante (A, B, C e D) das quadrículas Q9 e Q10 em dois laboratórios (Analytical Technology e Ecolabor).

Segundo o laboratório Analytical Technology, os quadrantes B e C, da quadrícula Q-9, apresentaram concentrações de mercúrio (0,238 e 0,217 mg/kg) acima do nível 1, estabelecido pela Resolução 344/04 (Brasil, 2004), enquanto os quadrantes A e D foram quantificados (0,107 e 0,109 mg/kg), porém abaixo do nível 1. Entretanto, segundo o laboratório Ecolabor apenas o quadrante C apresentou concentração de mercúrio (0,310 mg/kg) acima do nível 1, os demais quadrantes apresentaram valores abaixo do limite de quantificação do método (Tabela 17.4.1.1-5 e Figura 17.4.1.1-5).

A média da concentração de mercúrio, encontrada para as 4 amostras (PS-Q9 A, PS-Q9 B, PS-Q9 C e PS-Q9 D) da quadrícula Q-9, segundo a Analytical Technology foi 0,168 mg/kg, entretanto o valor da amostra composta (PS-Q9), para a mesma campanha, foi 0,186 mg/kg. Os resultados das mesmas amostras, segundo o laboratório Ecolabor, foi 0,106 mg/kg, para a média dos 4 quadrantes e o valor da amostra composta não foi quantificado (< 0,038 mg/kg) (Tabela 17.4.1.1-5 e Figura 17.4.1.1-5).

Nas 4 amostras da quadrícula Q-9 foi realizada análise granulométrica e os resultados são apresentados na Tabela 17.4.1.1-6 e Figura 17.4.1.1-6. Em todas as amostras houve predominância das frações areia muito fina, silte e areia fina. A fração argila variou de 3,37 a 11,2%, enquanto frações areia média, areia grossa e areia muito grossa apresentaram valores menores que 2%. No Anexo 17.8-7 pode ser observado o laudo da análise granulométrica da Campanha XV.

Tabela 17.4.1.1-5. Concentração de mercúrio nas amostras de sedimentos coletadas nos quadrantes A, B, C e D, da quadrícula Q-9, durante a Campanha XV, obtidas pelos laboratórios Anatech (Analytical Technology) e Ecolabor.

Mercúrio Total										
Campanha	Laboratório	Unidade	Resolução		Quadrantes					PS-Q9 Amostra Composta
			CONAMA 344/04		PS-Q9	PS-Q9	PS-Q9	PS-Q9	Média	
			Nível 1	Nível 2	A	B	C	D		
XV	Anatech	mg/Kg	0,15	0,71	0,107	0,238	0,217	0,109	0,168	0,186
	Ecolabor	mg/Kg	0,15	0,71	<0,038	<0,038	0,310	<0,038	0,106	<0,038

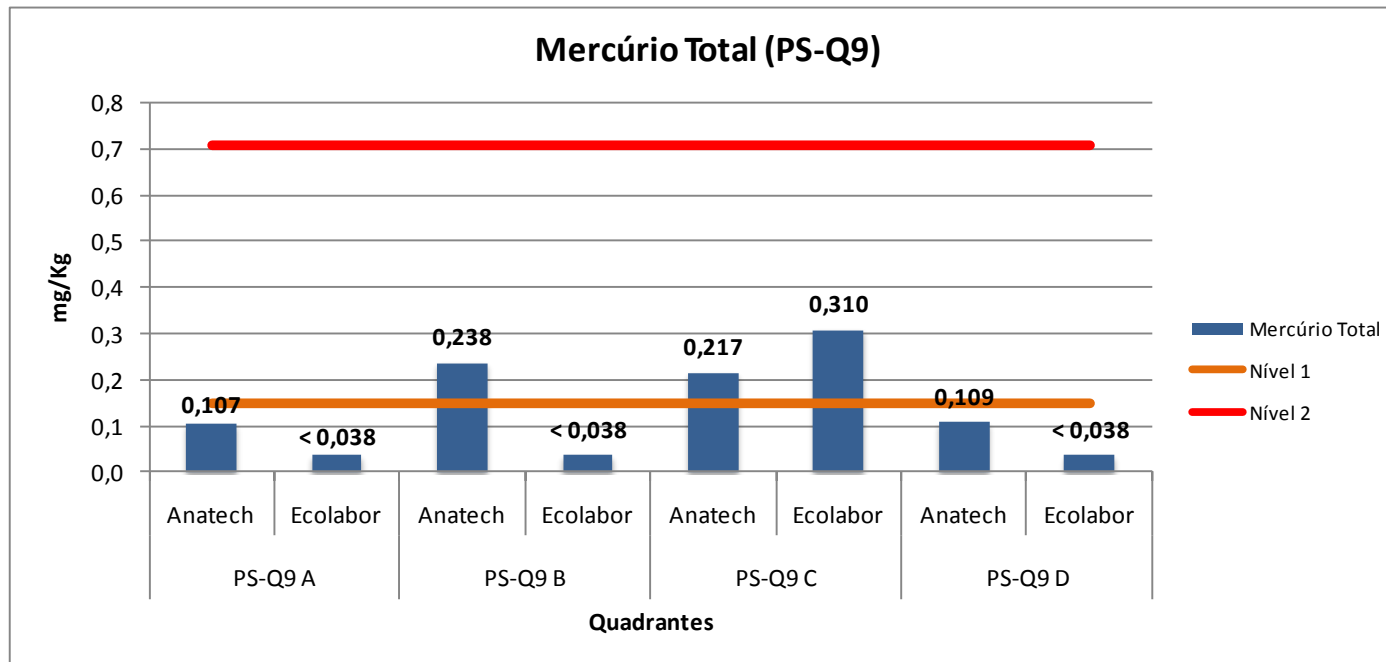


Figura 17.4.1.1-5. Concentração de mercúrio nas amostras de sedimentos coletadas nos quadrantes A, B, C e D, da quadrícula Q-9, durante a Campanha XV, obtidas pelos laboratórios Anatech (Analytical Technology) e Ecolabor.

Tabela 17.4.1.1-6. Composição granulométrica do sedimento das amostras PS-Q9 A, PS-Q9 B, PS-Q9 C e PS-Q9 D da Campanha XV.

Granulometria					
Fração	Unidade	Campanha XV			
		PS-Q9 A	PS-Q9 B	PS-Q9 C	PS-Q9 D
Argila	%	9,88	6,01	11,2	3,37
Silte	%	25,2	24	39,4	16
Areia muito fina	%	45,7	48	28,9	54,1
Areia fina	%	17,5	21,2	19,4	25,7
Areia média	%	1,01	0,916	0,573	0,567
Areia grossa	%	0,524	< 0,10	0,35	< 0,10
Areia muito grossa	%	0,13	< 0,10	< 0,10	< 0,10
Areia Total	%	64,8	70	49,2	80,3

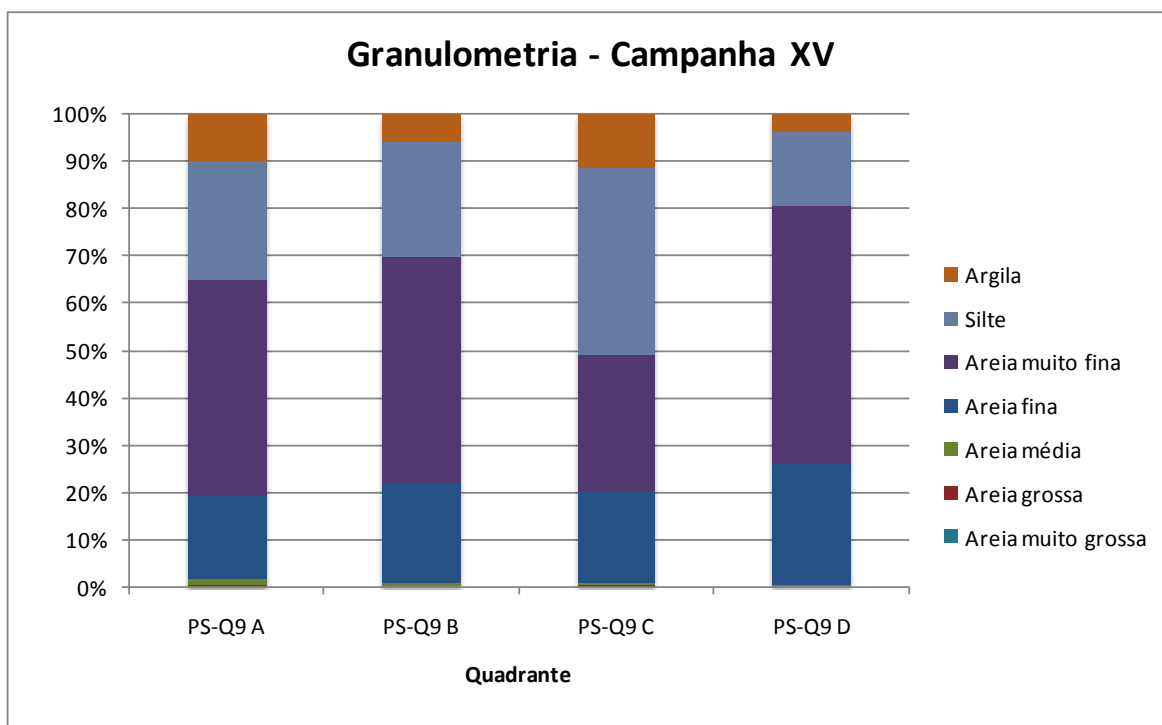


Figura 17.4.1.1-6. Composição granulométrica do sedimento das amostras PS-Q9 A, PS-Q9 B, PS-Q9 C e PS-Q9 D da Campanha XV.

Segundo o laboratório Analytical Technology, apenas o quadrante B, da quadrícula Q-10, apresentou concentração (0,139 mg/kg) abaixo do nível 1. Enquanto, as amostras dos demais quadrantes (A, C e D) apresentaram valores acima de nível 1 (0,201, 0,227 e 0,255 mg/kg). Entretanto, segundo o laboratório Ecolabor apenas a amostra do quadrante D foi quantificada (0,340 mg/kg) com valor acima do nível 1. As amostras dos demais quadrantes (A, B e C) não foram quantificadas (Tabela 17.4.1.1-7 e Figura 17.4.1.1-7).

A média da concentração de mercúrio, encontrada para as 4 amostras (PS-Q10 A, PS-Q10 B, PS-Q10 C e PS-Q10 D) da quadrícula Q-10, segundo a Analytical Technology foi 0,206 mg/kg, entretanto o valor da amostra composta (PS-Q10), para a mesma campanha, foi 0,140 mg/kg. Os resultados das mesmas amostras, segundo o laboratório Ecolabor, foi 0,114 mg/kg, para a média dos 4 quadrantes e o valor da amostra composta não foi quantificado (< 0,038 mg/kg) (Tabela 17.4.1.1-7 e Figura 17.4.1.1-7).

Nas 4 amostras da quadrícula Q-10 foi realizada análise granulométrica e os resultados são apresentados na Tabela 17.4.1.1-8 e Figura 17.4.1.1-8. Em todas as amostras houve predominância das frações areia muito fina, silte e areia fina. A fração argila variou de 3,97 a 8,25%, enquanto frações areia média, areia grossa e areia muito grossa apresentaram valores menores que 1%. No Anexo 17.8-7 pode ser observado o laudo da análise granulométrica da Campanha XV.

Tabela 17.4.1.1-7. Concentração de mercúrio nas amostras de sedimentos coletadas nos quadrantes A, B, C e D, da quadrícula Q-10, durante a Campanha XV, obtidas pelos laboratórios Anatech (Analytical Technology) e Ecolabor.

Mercúrio Total										
Campanha	Laboratório	Unidade	Resolução		Quadrantes					PS-Q10 Amostra Composta
			CONAMA 344/04		PS-Q10	PS-Q10	PS-Q10	PS-Q10	Média	
			Nível 1	Nível 2	A	B	C	D		
XV	Anatech	mg/Kg	0,15	0,71	0,201	0,139	0,227	0,255	0,206	0,140
	Ecolabor	mg/Kg	0,15	0,71	< 0,038	< 0,038	< 0,038	0,340		0,114

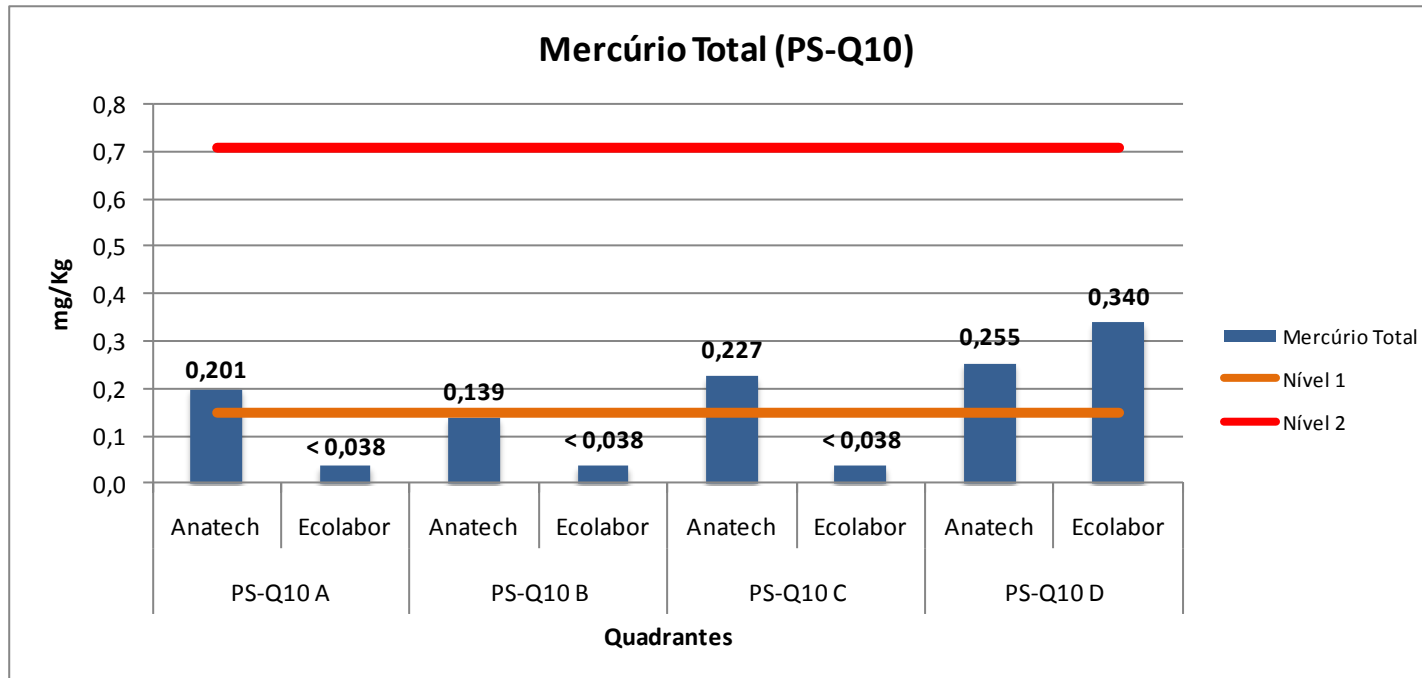


Figura 17.4.1.1-7. Concentração de mercúrio nas amostras de sedimentos coletadas nos quadrantes A, B, C e D, da quadrícula Q10, durante a Campanha XV, obtidas pelos laboratórios Anatech (Analytical Technology) e Ecolabor.

Tabela 17.4.1.1-8. Composição granulométrica do sedimento das amostras PS-Q10 A, PS-Q10 B, PS-Q10 C e PS-Q10 D da Campanha XV.

Granulometria					
Fração	Unidade	Campanha XV			
		PS-Q10 A	PS-Q10 B	PS-Q10 C	PS-Q10 D
Argila	%	8,25	3,97	7,41	7,26
Silte	%	25,6	18,9	22,5	24,5
Areia muito fina	%	44,8	57,7	46,3	47,8
Areia fina	%	20,3	18	23	19,1
Areia média	%	0,7	0,672	0,316	0,603
Areia grossa	%	< 0,10	0,319	0,112	0,393
Areia muito grossa	%	< 0,10	0,127	< 0,10	0,173
Areia Total	%	65,9	76,8	69,8	68

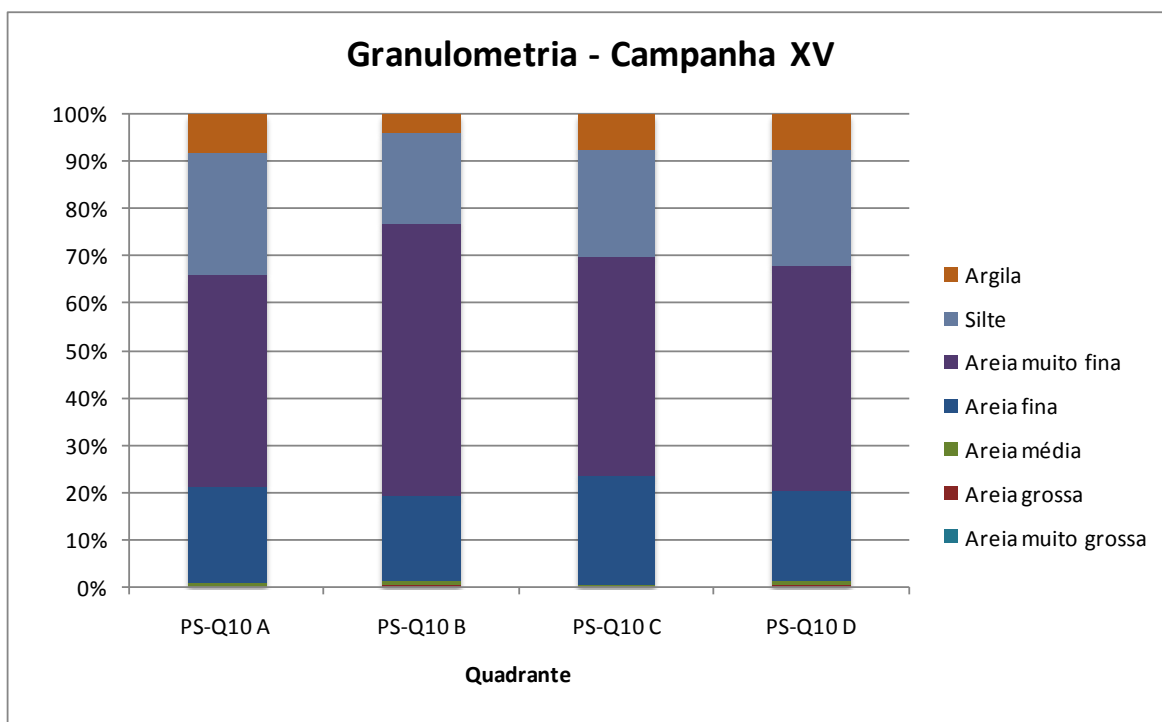


Figura 17.4.1.1-8. Composição granulométrica do sedimento das amostras PS-Q10 A, PS-Q10 B, PS-Q10 C e PS-Q10 D da Campanha XV.

- **Campanha XVI**

Segundo o laboratório Analytical Technology (Anatech), as amostras PS-Q9 e PS-Q10 apresentaram concentrações de mercúrio (0,263 e 0,244 mg/kg) acima do nível 1, estabelecido pela Resolução Conama 344/04 (Brasil,2004), enquanto as amostras coletadas em PS-N1 e PS-C1 apresentaram valores inferiores ao limite de quantificação do método (Tabela 17.4.1.1-9 e Figura 17.4.1.1-9).

E segundo as análises realizadas pelo laboratório CEIMIC as amostras PS-Q9 e PS-Q10 também apresentaram concentrações de mercúrio (0,160 e 0,200 mg/kg) acima do nível 1, estabelecido pela Resolução Conama 344/04 (Brasil,2004), e as amostras coletadas em PS-N1 e PS-C1 apresentaram valores inferiores ao limite de quantificação do método (Tabela 17.4.1.1-9 e Figura 17.4.1.1-9).

Tabela 17.4.1.1-9. Concentração de mercúrio nas amostras de sedimentos coletadas nas quadrículas Q-9 e Q-10 (PS-Q9 e PS-Q10), no ponto a nordeste do PDO (PS-N1) e na área a ser controlada (PS-C1) da Campanha XVI, obtidas pelos laboratórios Anatech (Analytical Technology) e CEIMIC.

Mercúrio Total								
Campanha	Laboratório	Unidade	Resolução CONAMA 344/04		PS-Q9	PS-Q10	PS-N1	PS-C1
			Nível 1	Nível 2				
XVI	Anatech	mg/Kg	0,15	0,71	0,263	0,244	<0,0470	<0,0390
	CEIMIC	mg/Kg	0,15	0,71	0,160	0,200	<0,120	<0,110

Legenda: Valor Entre Nível 1 e Nível 2.

Valor Acima do Nível 2.

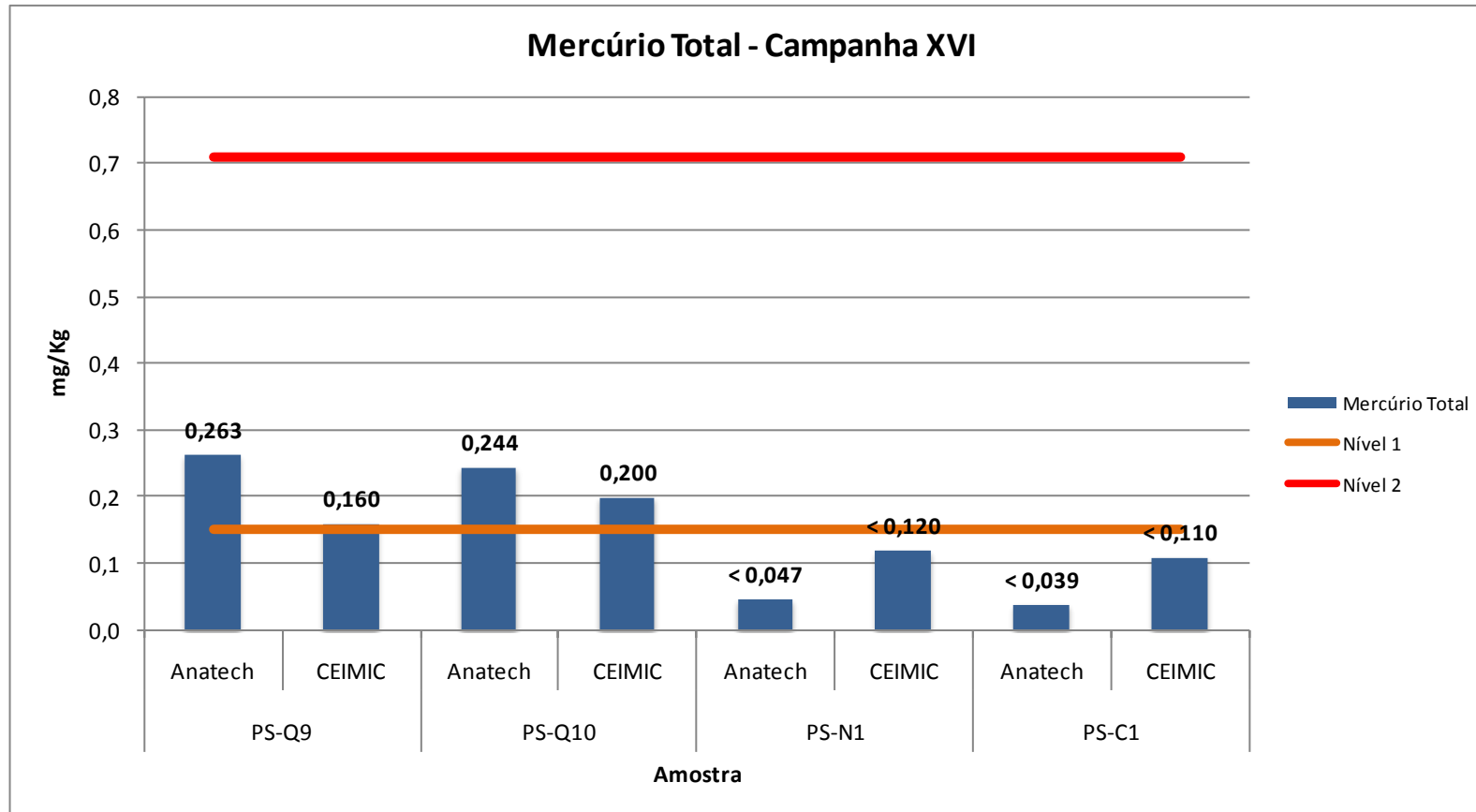


Figura 17.4.1.1-9. Concentração de mercúrio, nas amostras PS-Q9, PS-Q10, PS-N1 e PS-C1 da Campanha XVI, obtidas pelos laboratórios Anatech (Analytical Technology) e CEIMIC.

17.4.2 Ensaio Ecotoxicológicos - Elutriato

Foram coletadas amostra de sedimento de superfície nos pontos PS-Q9, PS-Q10, PS-N1 e PS-C1 para as Campanhas Prévia, I, II, III, IV, V, VI, VII, VIII, IX, X, XI, XII, XIII, XIV, XV e XVI. Após a coleta, as amostras foram encaminhadas para o laboratório responsável pela análise. As amostras da Campanha XVI ainda estão em análise.

Foram medidos parâmetros físico-químicos na fração aquosa, no início e no fim do teste de toxicidade crônica, como temperatura (°C), oxigênio dissolvido (mg/L), pH, salinidade (‰) amônia (NH_4^+ mg/L) e amônia não ionizada (NH_3 mg/L).

Nas Tabelas 17.4.2-1 e 17.4.2-2 são apresentados, respectivamente, os parâmetros físico-químicos e os resultados do teste de toxicidade crônica com *Lytechinus variegatus*. Nas Figuras 17.4.2-1, 17.4.2-2, 17.4.2-3 e 17.4.2-4 são apresentados as porcentagens de larvas normais, com seus respectivos desvios-padrão, calculadas a partir dos dados das quatro réplicas para as amostras PS-Q9, PS-Q10, PS-N1 e PS-C1, respectivamente.

Tabela 17.4.2-1. Parâmetros físico-químicos medidos na fração aquosa, no início e no fim do teste de toxicidade crônica com *Lytechinus variegatus*.

Campanha	Amostra	Análises Físico-Químicas	Análises					
			T °C	O.D (mg/L)	pH	Salinidade	NH ₄ ⁺ (mg/L)	NH ₃ (mg/L)
Prévia	Controle	Inicial	25	5,4	7,78	35	n.a	n.a
		Final	25	5,0	7,83	36	n.a	n.a
	PS-Q9	Inicial	25	4,8	7,64	36	0,14	0,030
		Final	25	4,1	7,60	36	n.a	n.a
	PS-Q10	Inicial	25	4,6	7,63	36	0,56	0,010
		Final	25	4,1	7,62	35	n.a	n.a
	PS-N1	Inicial	25	4,3	7,71	36	0,14	0,003
		Final	25	4,1	7,65	35	n.a	n.a
	PS-C1	Inicial	25	4,6	7,58	36	0,77	0,010
		Final	25	4,2	7,64	36	n.a	n.a
I	Controle	Inicial	25	5,4	7,41	33	n.d	n.d
		Final	25	5,4	7,76	32	n.a	n.a
	PS-Q9	Inicial	25	5,3	7,71	32	0,91	0,010
		Final	25	5,3	7,72	31	n.a	n.a
	PS-Q10	Inicial	25	5,4	7,50	32	1,89	0,028
		Final	25	5,4	7,75	32	n.a	n.a
	PS-N1	Inicial	25	5,4	7,41	33	1,47	0,020
		Final	25	5,4	7,78	31	n.a	n.a
	PS-C1	Inicial	25	5,5	7,48	33	1,82	0,026
		Final	25	5,5	7,70	32	n.a	n.a
II	Controle	Inicial	25	4,3	7,41	33	n.d	n.d
		Final	25	4,1	7,76	33	n.a	n.a
	PS-Q9	Inicial	25	4,6	7,66	33	0,98	0,020
		Final	25	4,4	7,74	33	n.a	n.a
	PS-Q10	Inicial	25	4,4	7,56	33	0,84	0,014
		Final	25	4,4	7,71	33	n.a	n.a
	PS-N1	Inicial	25	4,6	7,60	33	0,77	0,010
		Final	25	4,5	7,73	33	n.a	n.a
	PS-C1	Inicial	25	4,6	7,56	33	2,45	0,041
		Final	25	4,4	7,54	33	n.a	n.a
III	Controle	Inicial	25	7,4	7,92	33	n.d	n.d
		Final	25	7,0	7,37	33	n.a	n.a
	PS-Q9	Inicial	25	6,9	7,86	34	0,42	0,010
		Final	25	6,8	7,64	34	n.a	n.a
	PS-Q10	Inicial	25	6,9	7,85	34	0,21	0,010
		Final	25	6,5	7,76	34	n.a	n.a
	PS-N1	Inicial	25	6,7	7,82	33	0,77	0,020
		Final	25	5,5	7,68	33	n.a	n.a
	PS-C1	Inicial	25	6,9	7,72	33	1,12	0,030
		Final	25	6,6	7,72	33	n.a	n.a

na: não analisado e nd: não detectado.

Tabela 17.4.2-1. (Continuação) Parâmetros físico-químicos medidos na fração aquosa, no início e no fim do teste de toxicidade crônica com *Lytechinus variegatus*.

Campanha	Amostra	Análises Físico-Químicas	Análises					
			T °C	O.D (mg/L)	pH	Salinidade	NH ₄ ⁺ (mg/L)	NH ₃ (mg/L)
IV	Controle	Inicial	25	6,6	7,86	31	n.d	n.d
		Final	25	6,9	7,37	30	n.a	n.a
	PS-Q9	Inicial	25	6,9	7,93	32	0,35	0,014
		Final	25	5,3	7,69	32	n.a	n.a
	PS-Q10	Inicial	25	6,8	7,89	32	0,28	0,010
		Final	25	5,2	7,57	31	n.a	n.a
	PS-N1	Inicial	25	6,8	7,90	31	0,28	0,010
		Final	25	6,1	7,63	31	n.a	n.a
	PS-C1	Inicial	25	6,9	7,82	32	0,35	0,010
		Final	25	5,9	7,61	32	n.a	n.a
V	Controle	Inicial	25	7,2	7,26	31	n.a	n.a
		Final	25	7,1	7,53	32	n.a	n.a
	PS-Q9	Inicial	25	6,9	7,53	32	0,28	0,000
		Final	25	7,0	7,73	33	n.a	n.a
	PS-Q10	Inicial	25	7,1	7,57	32	0,56	0,010
		Final	25	7,0	7,62	32	n.a	n.a
	PS-N1	Inicial	25	6,8	7,71	33	0,63	0,010
		Final	25	7,0	7,74	34	n.a	n.a
	PS-C1	Inicial	25	6,8	7,61	33	0,49	0,009
		Final	25	7,0	7,69	33	n.a	n.a
VI	Controle	Inicial	25	7,5	7,74	33	n.a	n.a
		Final	25	7,0	7,04	33	n.a	n.a
	PS-Q9	Inicial	25	7,4	7,70	35	0,28	n.d
		Final	25	7,1	7,47	34	n.a	n.a
	PS-Q10	Inicial	25	7,1	7,75	35	0,7	0,016
		Final	25	7,0	7,38	34	n.a	n.a
	PS-N1	Inicial	25	7,0	7,76	35	1,12	0,030
		Final	25	6,8	7,44	34	n.a	n.a
	PS-C1	Inicial	25	7,2	7,52	34	0,63	0,010
		Final	25	6,9	7,21	33	n.a	n.a
VII	Controle	Inicial	25	7,0	7,54	33	n.a	n.a
		Final	25	7,0	7,65	34	n.a	n.a
	PS-Q9	Inicial	25	7,0	7,43	33	0,63	0,010
		Final	25	7,0	7,59	35	n.a	n.a
	PS-Q10	Inicial	25	7,0	7,29	33	1,05	0,011
		Final	25	7,1	7,56	35	n.a	n.a
	PS-N1	Inicial	25	7,1	7,52	33	0,63	0,010
		Final	25	7,0	7,65	35	n.a	n.a
	PS-C1	Inicial	25	7,3	7,34	33	1,19	0,011
		Final	25	6,9	7,61	35	n.a	n.a

na: não analisado e nd: não detectado.

Tabela 17.4.2-1. (Continuação) Parâmetros físico-químicos medidos na fração aquosa, no início e no fim do teste de toxicidade crônica com *Lytechinus variegatus*.

Campanha	Amostra	Análises Físico-Químicas	Análises					
			T °C	O.D (mg/L)	pH	Salinidade	NH ₄ ⁺ (mg/L)	NH ₃ (mg/L)
VIII	Controle	Inicial	25	7,6	7,33	32	n.a	n.a
		Final	25	7,0	7,34	32	n.a	n.a
	PS-Q9	Inicial	25	6,8	7,71	33	0,98	0,020
		Final	25	6,9	7,56	33	n.a	n.a
	PS-Q10	Inicial	25	7,9	7,85	33	2,66	0,086
		Final	25	7,3	7,51	32	n.a	n.a
	PS-N1	Inicial	25	6,9	7,98	33	0,49	0,020
		Final	25	7,0	7,67	32	n.a	n.a
	PS-C1	Inicial	25	7,7	7,55	34	0,49	0,008
		Final	25	7,1	7,64	33	n.a	n.a
	Controle	Inicial	25	7,4	7,71	33	n.a	n.a
		Final	25	6,7	7,68	33	n.a	n.a
	PS-Q10 Reanálise	Inicial	25	7,8	7,50	35	2,52	0,055
		Final	25	6,9	7,61	35	n.a	n.a
IX	Controle	Inicial	25	7,1	7,69	33	n.a	n.a
		Final	25	6,8	7,40	33	n.a	n.a
	PS-Q9	Inicial	25	7,3	7,63	34	15,12	0,290
		Final	25	6,7	7,79	34	n.a	n.a
	PS-Q10	Inicial	25	7,2	7,61	34	0,49	0,009
		Final	25	6,8	7,61	34	n.a	n.a
	PS-N1	Inicial	25	7,2	7,68	34	0,35	0,010
		Final	25	6,9	7,52	34	n.a	n.a
	PS-C1	Inicial	25	7,2	7,65	34	0,21	0,004
		Final	25	7,0	7,58	34	n.a	n.a
	Controle	Inicial	25	7,3	7,39	33	n.a	n.a
		Final	25	6,9	7,54	33	n.a	n.a
	PS-Q9 Reanálise	Inicial	25	7,2	7,70	34	14,21	0,320
		Final	25	6,9	7,79	35	n.a	n.a
X	Controle	Inicial	25	7,3	7,39	33	n.a	n.a
		Final	25	6,9	7,54	33	n.a	n.a
	PS-Q9	Inicial	25	7,2	7,60	35	0,84	0,020
		Final	25	6,9	7,78	35	n.a	n.a
	PS-Q10	Inicial	25	7,3	7,69	35	10,22	0,226
		Final	25	6,9	7,71	35	n.a	n.a
	PS-N1	Inicial	25	7,3	7,74	35	0,28	0,010
		Final	25	7,0	7,39	35	n.a	n.a
	PS-C1	Inicial	25	7,2	7,67	35	0,35	0,007
		Final	25	6,9	7,76	35	n.a	n.a
	Controle	Inicial	25	7,4	7,71	33	n.a	n.a
		Final	25	6,7	7,68	35	n.a	n.a
	PS-Q10 Reanálise	Inicial	25	7,4	7,63	35	1,89	0,037
		Final	25	6,7	7,61	35	n.a	n.a

na: não analisado e nd: não detectado.

Tabela 17.4.2-1. (Continuação) Parâmetros físico-químicos medidos na fração aquosa, no início e no fim do teste de toxicidade crônica com *Lytechinus variegatus*.

Campanha	Amostra	Análises Físico-Químicas	Análises					
			T °C	O.D (mg/L)	pH	Salinidade	NH ₄ ⁺ (mg/L)	NH ₃ (mg/L)
XI	Controle	Inicial	25	6,9	7,18	35	n.a	n.a
		Final	25	6,8	7,50	33	n.a	n.a
	PS-Q9	Inicial	25	6,9	7,55	34	0,21	n.d.
		Final	25	6,8	7,53	33	n.a	n.a
	PS-Q10	Inicial	25	6,9	7,75	35	6,93	0,176
		Final	25	6,9	7,60	33	n.a	n.a
	PS-N1	Inicial	25	7,3	7,47	35	0,42	0,010
		Final	25	6,7	7,59	34	n.a	n.a
	PS-C1	Inicial	25	7,0	7,58	34	0,28	0,005
		Final	25	6,7	7,24	33	n.a	n.a
XII	Controle	Inicial	25	7,7	7,76	35	n.a	n.a
		Final	25	7,5	7,49	36	n.a	n.a
	PS-Q9	Inicial	25	5,2	7,73	36	1,26	0,030
		Final	25	5,2	7,74	35	n.a	n.a
	PS-Q10	Inicial	25	5,4	7,82	35	13,72	0,407
		Final	25	5,2	7,79	35	n.a	n.a
	PS-N1	Inicial	25	5,7	7,80	35	0,28	0,010
		Final	25	5,4	7,76	35	n.a	n.a
	PS-C1	Inicial	25	5,6	7,63	36	0,28	0,005
		Final	25	5,5	7,81	35	n.a	n.a
XIII	Controle	Inicial	25	7,4	8,02	34	n.a	n.a
		Final	25	5,9	7,99	36	n.a	n.a
	PS-Q9	Inicial	25	7,3	7,84	34	0,49	0,020
		Final	25	6,1	8,12	35	n.a	n.a
	PS-Q10	Inicial	25	7,7	7,98	33	0,49	0,021
		Final	25	6,0	8,17	36	n.a	n.a
	PS-N1	Inicial	25	7,3	8,19	34	0,14	0,010
		Final	25	6,0	8,19	36	n.a	n.a
	PS-C1	Inicial	25	7,4	8,00	34	0,14	0,006
		Final	25	6,4	8,23	36	n.a	n.a
XIV	Controle	Inicial	25	7,4	8,02	34	n.a	n.a
		Final	25	5,9	7,99	36	n.a	n.a
	PS-Q9	Inicial	25	7,2	7,89	35	0,63	0,020
		Final	25	6,2	8,14	35	n.a	n.a
	PS-Q10	Inicial	25	7,3	7,87	34	1,75	0,058
		Final	25	5,8	8,12	35	n.a	n.a
	PS-N1	Inicial	25	8,09	7,10	34	0,21	0,010
		Final	25	8,16	6,00	35	n.a	n.a
	PS-C1	Inicial	25	7,2	7,94	35	0,28	0,011
		Final	25	5,9	8,14	36	n.a	n.a

Legenda: **Valor** Acima do limite (0,05 mg/L) para *Lytechinus variegatus*

Tabela 17.4.2-1. (Continuação) Parâmetros físico-químicos medidos na fração aquosa, no início e no fim do teste de toxicidade crônica com *Lytechinus variegatus*.

Campanha	Amostra	Análises Físico-Químicas	Análises					
			T °C	O.D (mg/L)	pH	Salinidade	NH ₄ ⁺ (mg/L)	NH ₃ (mg/L)
XV	Controle	Inicial	25	9,3	8,10	36	n.a	n.a
		Final	25	7,6	8,03	35	n.a	n.a
	PS-Q9	Inicial	25	8,2	7,65	35	0,49	0,010
		Final	25	7,8	7,81	35	n.a	n.a
	PS-Q10	Inicial	25	8,8	7,76	36	1,05	0,027
		Final	25	7,3	8,05	35	n.a	n.a
	PS-N1	Inicial	25	10,1	8,20	36	0,21	0,010
		Final	25	7,6	8,08	34	n.a	n.a
	PS-C1	Inicial	25	10,0	8,20	35	0,28	0,011
		Final	25	7,7	8,06	35	n.a	n.a

Legenda: **Valor** Acima do limite (0,05 mg/L) para *Lytechinus variegatus*

Tabela 17.4.2-2. Efeito tóxico observado nos testes de toxicidade crônica com *Lytechinus variegatus* para as amostras coletadas nos pontos PS-Q9, PS-Q10, PS-N1 e PS-C1.

Campanha	Amostra	Nº de larvas normais por réplica				Total Normais/ Total Observados	Média (%)	Desvio Padrão (%)	Resultado
		R1	R2	R3	R4				
Prévia	Controle	91	87	89	92	359/400	89,75	2,22	-
	PS-Q9	75	87	88	78	328/400	82,00	6,48	Não Tóxico
	PS-Q10	82	88	90	49	336/400	77,25	19,14	Não Tóxico
	PS-N1	78	75	76	73	302/400	75,50	2,08	Tóxico
	PS-C1	85	78	76	89	328/400	82,00	6,06	Não Tóxico
I	Controle	89	81	87	92	349/400	87,25	4,65	-
	PS-Q9	81	87	87	89	344/400	86,00	3,46	Não Tóxico
	PS-Q10	86	89	83	84	342/400	85,50	2,65	Não Tóxico
	PS-N1	80	88	83	82	333/400	83,25	3,40	Não Tóxico
	PS-C1	82	88	76	85	331/400	82,75	5,12	Não Tóxico
II	Controle	91	90	82	92	355/400	88,75	4,57	-
	PS-Q9	73	85	75	83	316/400	79,00	5,89	Não Tóxico
	PS-Q10	85	81	80	87	333/400	83,25	3,30	Não Tóxico
	PS-N1	85	89	80	80	334/400	83,50	4,36	Não Tóxico
	PS-C1	86	74	77	75	312/400	78,00	5,48	Não Tóxico
III	Controle	90	87	85	87	349/400	87,25	2,06	-
	PS-Q9	86	86	82	83	337/400	84,25	2,06	Não Tóxico
	PS-Q10	88	78	89	80	335/400	83,75	5,56	Não Tóxico
	PS-N1	81	86	70	75	312/400	78,00	6,98	Não Tóxico
	PS-C1	81	77	78	74	310/400	77,50	2,89	Não Tóxico
IV	Controle	88	91	90	90	359/400	89,75	1,26	-
	PS-Q9	73	80	83	85	321/400	80,25	5,25	Não Tóxico
	PS-Q10	89	85	78	81	333/400	83,25	4,79	Não Tóxico
	PS-N1	74	77	78	70	299/400	74,75	3,59	Tóxico
	PS-C1	68	75	77	77	297/400	74,25	4,27	Tóxico
V	Controle	85	86	86	92	355/400	87,25	3,20	-
	PS-Q9	88	85	83	89	345/400	86,25	2,75	Não Tóxico
	PS-Q10	91	90	91	89	361/400	90,25	0,96	Não Tóxico
	PS-N1	87	86	83	87	343/400	85,75	1,89	Não Tóxico
	PS-C1	81	80	86	92	339/400	84,75	5,50	Não Tóxico
VI	Controle	91	85	91	88	355/400	88,75	2,87	-
	PS-Q9	82	80	85	79	326/400	81,50	2,65	Não Tóxico
	PS-Q10	88	93	90	77	348/400	87,00	6,98	Não Tóxico
	PS-N1	97	90	88	91	366/400	91,50	3,87	Não Tóxico
	PS-C1	83	82	86	89	340/400	85,00	3,16	Não Tóxico
VII	Controle	87	90	88	86	351/400	87,75	1,71	-
	PS-Q9	82	92	84	88	346/400	86,50	4,43	Não Tóxico
	PS-Q10	83	86	82	92	343/400	85,75	4,50	Não Tóxico
	PS-N1	88	86	91	86	351/400	87,75	2,36	Não Tóxico
	PS-C1	81	83	86	88	338/400	84,50	3,11	Não Tóxico
VIII	Controle	90	86	90	92	358/400	89,50	2,52	-
	PS-Q9	91	92	92	89	364/400	91,00	1,41	Não Tóxico
	PS-Q10	10	2	4	10	26/400	6,50	4,12	Tóxico
	PS-N1	80	72	81	86	319/400	79,75	5,80	Não Tóxico
	PS-C1	90	86	84	85	345/400	86,25	2,63	Não Tóxico
	Controle	88	86	82	87	343/400	85,75	2,63	-
	PS-Q10 Reanálise	0	0	0	0	0/400	0,00	0,00	Tóxico

Tabela 17.4.2-2. (Continuação) Efeito tóxico observado nos testes de toxicidade crônica com *Lytechinus variegatus* para as amostras coletadas nos pontos PS-Q9, PS-Q10, PS-N1 e PS-C1.

Campanha	Amostra	Nº de larvas normais por réplica				Total Normais/ Total Observados	Média (%)	Desvio Padrão (%)	Resultado
		R1	R2	R3	R4				
IX	Controle	93	94	96	90	373/400	93,25	2,50	-
	PS-Q9	0	0	0	0	0/400	0,00	0,00	Tóxico
	PS-Q10	93	85	95	87	360/400	90,00	4,76	Não Tóxico
	PS-N1	87	89	90	82	348/400	87,00	3,56	Não Tóxico
	PS-C1	94	92	90	87	363/400	90,75	2,99	Não Tóxico
	Controle	89	90	87	89	355/400	88,75	1,26	-
	PS-Q9 Reanálise	0	0	0	0	0/400	0,00	0,00	Tóxico
X	Controle	89	90	87	89	355/400	88,75	1,26	-
	PS-Q9	91	86	90	89	356/400	89,00	2,16	Não Tóxico
	PS-Q10	0	0	0	0	0/400	0,00	0,00	Tóxico
	PS-N1	79	91	79	86	335/400	83,75	5,85	Não Tóxico
	PS-C1	86	89	81	87	343/400	85,75	3,40	Não Tóxico
	Controle	88	86	82	87	343/400	85,75	2,63	-
	PS-Q10 Reanálise	83	85	70	79	317/400	79,25	6,65	Não Tóxico
XI	Controle	90	93	92	89	364/400	91,00	1,83	-
	PS-Q9	91	87	89	83	350/400	87,50	3,42	Não Tóxico
	PS-Q10	0	0	0	0	0/400	0,00	0,00	Tóxico
	PS-N1	92	88	82	85	347/400	86,75	4,27	Não Tóxico
	PS-C1	84	86	86	90	346/400	86,50	2,52	Não Tóxico
XII	Controle	81	86	85	89	341/400	85,25	3,30	-
	PS-Q9	81	78	81	84	324/400	81,00	2,45	Não Tóxico
	PS-Q10	0	0	0	0	0/400	0,00	0,00	Tóxico
	PS-N1	85	88	80	78	331/400	82,75	4,57	Não Tóxico
	PS-C1	81	81	80	79	321/400	80,25	0,96	Não Tóxico
XIII	Controle	92	88	86	89	355/400	88,75	2,50	-
	PS-Q9	64	84	81	88	317/400	79,25	10,56	Não Tóxico
	PS-Q10	84	89	92	84	349/400	87,25	3,95	Não Tóxico
	PS-N1	89	86	88	96	359/400	89,75	4,35	Não Tóxico
	PS-C1	90	82	92	86	350/400	87,50	4,43	Não Tóxico
XIV	Controle	92	88	86	89	355/400	88,75	2,50	-
	PS-Q9	78	90	88	83	339/400	84,75	5,38	Não Tóxico
	PS-Q10	21	33	27	26	107/400	26,75	4,92	Tóxico
	PS-N1	93	90	95	94	372/400	93,00	2,16	Não Tóxico
	PS-C1	84	92	97	91	364/400	91,00	5,35	Não Tóxico
XV	Controle	92	84	83	83	342/400	85,50	4,36	-
	PS-Q9	76	74	74	78	302/400	75,50	1,91	Não Tóxico
	PS-Q10	83	90	92	87	352/400	88,00	3,92	Não Tóxico
	PS-N1	89	91	79	86	345/400	86,25	5,25	Não Tóxico
	PS-C1	86	92	77	80	335/400	83,75	6,65	Não Tóxico

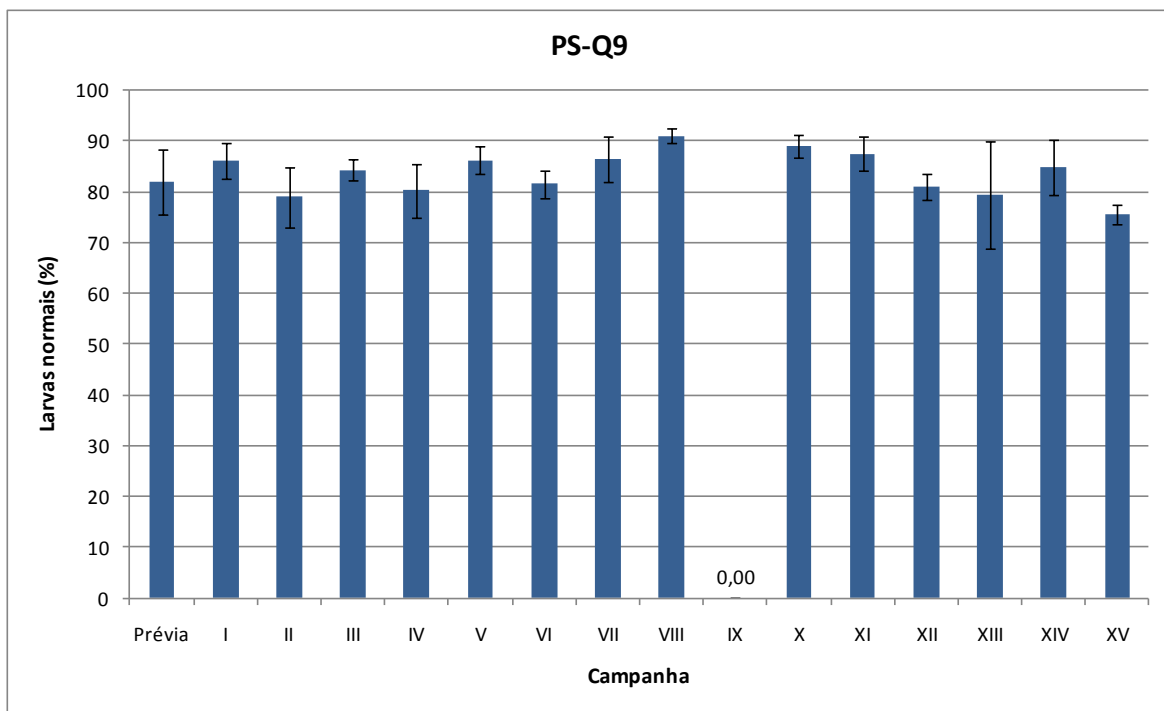


Figura 17.4.2-1. Porcentagens de larvas (*Lytechinus variegatus*) normais, com seus respectivos desvios-padrão, encontradas para a amostra PS-Q9 das campanhas cujos resultados foram liberados até o momento.

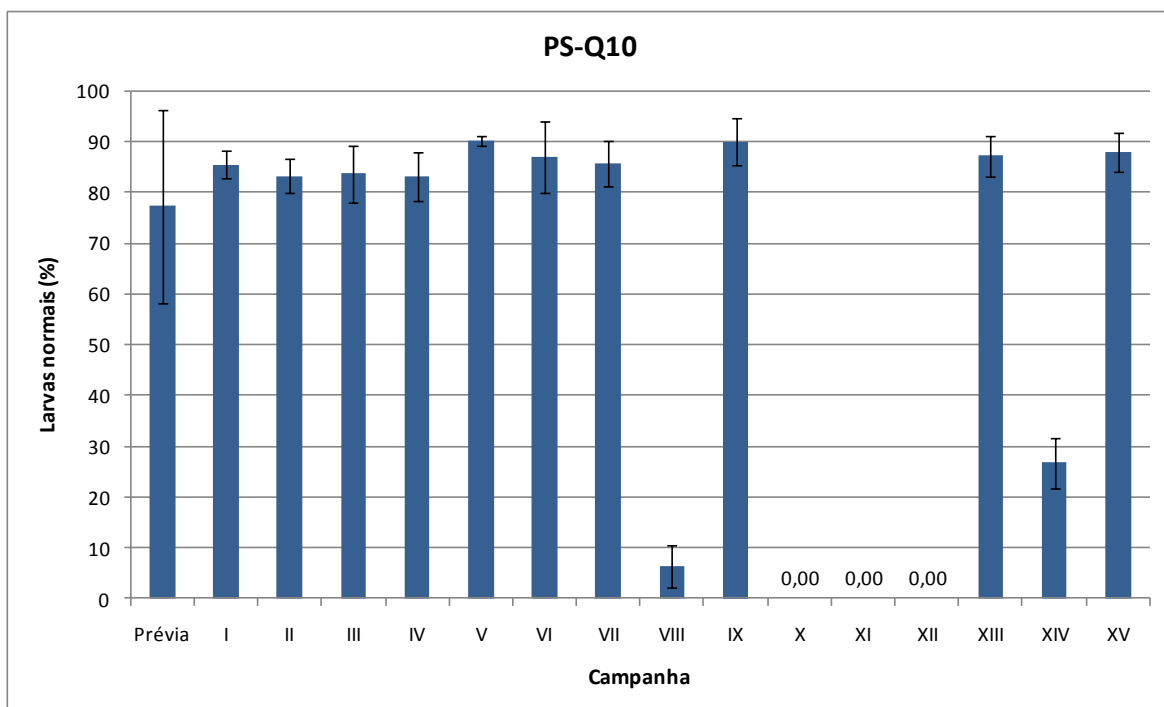


Figura 17.4.2-2. Porcentagens de larvas (*Lytechinus variegatus*) normais, com seus respectivos desvios-padrão, encontradas para a amostra PS-Q10 das campanhas cujos resultados foram liberados até o momento.

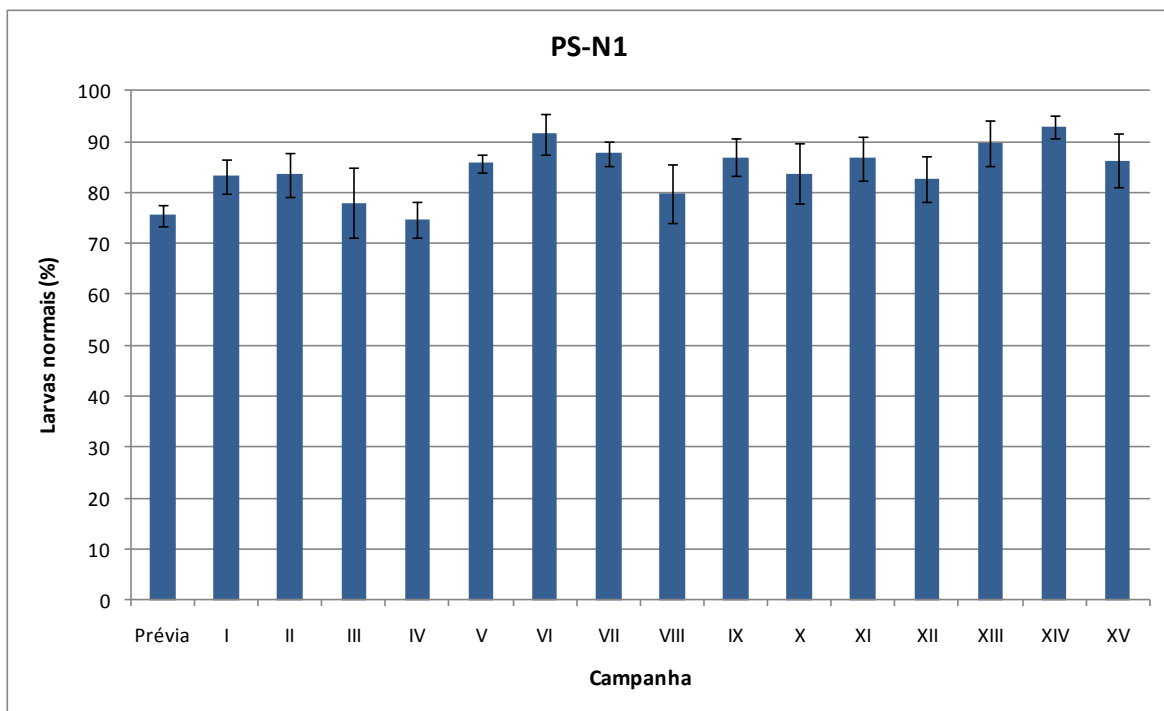


Figura 17.4.2-3. Porcentagens de larvas (*Lytechinus variegatus*) normais, com seus respectivos desvios-padrão, encontradas para a amostra PS-N1 das campanhas cujos resultados foram liberados até o momento.

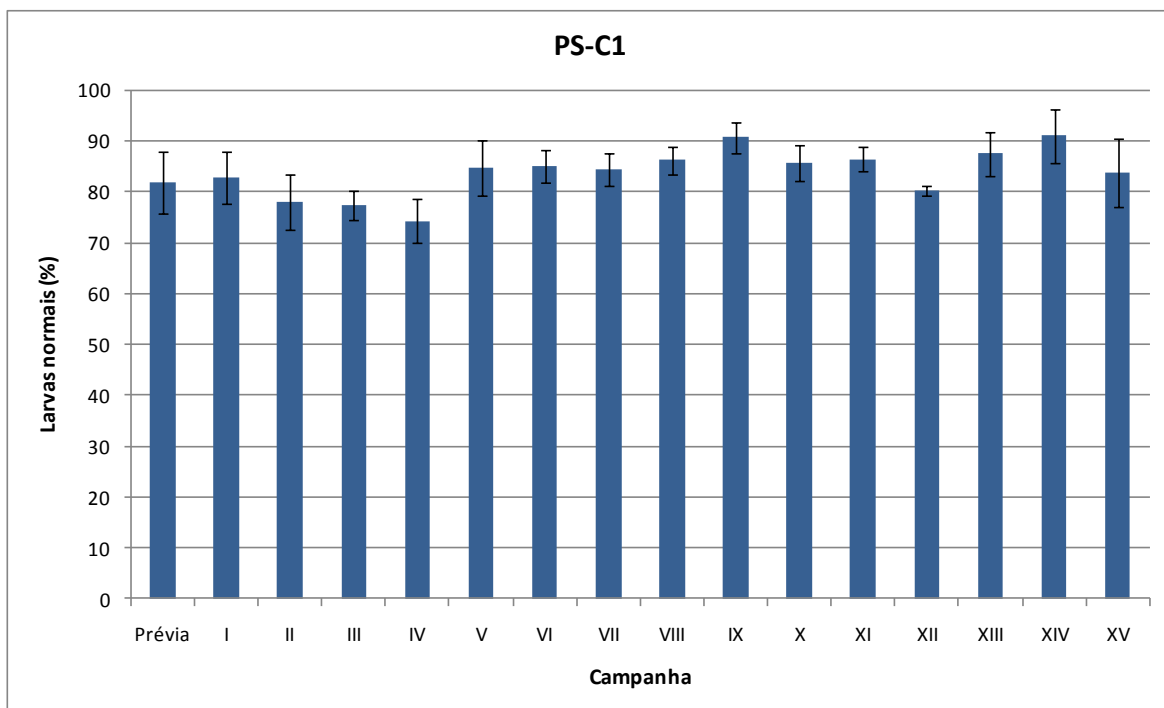


Figura 17.4.2-4. Porcentagens de larvas (*Lytechinus variegatus*) normais, com seus respectivos desvios-padrão, encontradas para a amostra PS-C1 das campanhas cujos resultados foram liberados até o momento.

- **Campanha Prévia**

De acordo com o tratamento estatístico aplicado, não foi observado efeito tóxico para as amostras dos pontos PS-Q9, PS-Q10 e PS-C1, enquanto que a amostra de sedimento do ponto PS-N1, nesta campanha prévia, apresentou toxicidade crônica para *Lytechinus variegatus* em comparação com o controle de laboratório. Não há aparente explicação para tal resultado, tendo em vista que as diferenças de sobrevivência em relação ao controle foram pequenas, indicando baixo efeito. Vale lembrar que tal campanha de coleta foi realizada anteriormente ao início da dragagem do trecho a ser monitorado.

A concentração recomendada de amônia não ionizada limite, no início do teste é de 0,05 mg/L para a espécie de ouriço-do-mar *Lytechinus variegatus* (Prósperi, 2002). Todas as amostras analisadas estiveram dentro deste limite.

A sensibilidade dos indivíduos de *Lytechinus variegatus* utilizados no teste com sedimento foi estimada por meio do teste com substância de referência – Sulfato de Zinco ($ZnSO_4$). A concentração letal mediana (CL_{50} ; 24h) obtida foi: 0,19 mg Zn/L. O valor obtido está dentro da faixa aceitável (0,06 – 0,22 mg/L $ZnSO_4$) conforme carta controle.

- **Campanha I**

De acordo com o tratamento estatístico aplicado, não foi verificada toxicidade crônica para nenhuma das amostras desta campanha, quando em comparação com o controle.

A concentração recomendada de amônia não ionizada limite, no início do teste é de 0,05 mg/L para a espécie de ouriço-do-mar *Lytechinus variegatus* (Prósperi, 2002). Todas as amostras analisadas estiveram dentro deste limite.

A sensibilidade dos indivíduos de *Lytechinus variegatus* utilizados no teste com sedimento foi estimada através do teste com substância de referência – Sulfato de Zinco ($ZnSO_4$). A concentração letal mediana (CL_{50} ; 24h) obtida foi: 0,18 mg Zn/L. O valor obtido está dentro da faixa aceitável (0,05 – 0,21 mg/L $ZnSO_4$) conforme carta controle.

- **Campanha II**

De acordo com o tratamento estatístico aplicado, não foi verificada toxicidade crônica para nenhuma amostra desta campanha, quando em comparação com o controle.

A concentração recomendada de amônia não ionizada limite, no início do teste é de 0,05 mg/L para a espécie de ouriço-do-mar *Lytechinus variegatus* (Prósperi, 2002). Todas as amostras analisadas estiveram dentro deste limite.

A sensibilidade dos indivíduos de *Lytechinus variegatus* utilizados no teste com sedimento foi estimada por meio do teste com substância de referência – Sulfato de Zinco (ZnSO₄). A concentração letal mediana (CL₅₀; 24h) obtida foi: 0,18 mg Zn/L. O valor obtido está dentro da faixa aceitável (0,05 – 0,21 mg/L ZnSO₄) conforme carta controle.

- **Campanha III**

De acordo com o tratamento estatístico aplicado aos dados obtidos, não foi verificada toxicidade crônica para *Lytechinus variegatus* em nenhuma amostra desta campanha, quando em comparação com o controle.

A concentração recomendada de amônia não ionizada limite, no início do teste é de 0,05 mg/L para a espécie de ouriço-do-mar *Lytechinus variegatus* (Prósperi, 2002). Todas as amostras analisadas estiveram dentro deste limite.

A sensibilidade dos indivíduos de *Lytechinus variegatus* utilizados no teste com sedimento foi estimada através do teste com substância de referência – Sulfato de Zinco (ZnSO₄). A concentração letal mediana (CL₅₀; 24h) obtida foi: 0,18 mg Zn/L. O valor obtido está dentro da faixa aceitável (0,05 – 0,21 mg/L ZnSO₄) conforme carta controle.

- **Campanha IV**

De acordo com o tratamento estatístico aplicado, foi verificado que as amostras de sedimento dos pontos onde os sedimentos estão sendo descartados, ou seja, PS-Q9 e PS-Q10 não apresentaram toxicidade. Entretanto, os pontos

PS-N1 e PS-C1, na campanha IV, apresentaram efeito tóxico em comparação com o controle de laboratório. Não há aparente explicação para tal resultado, visto que as análises de mercúrio realizadas nestas amostras apresentaram valores abaixo do limite de quantificação. As diferenças de sobrevivência médias nestas amostras em relação ao controle, considerando os desvios-padrão foram muito pequenas, indicando, se de fato puder se considerada a toxicidade, que esta é de mínimo efeito.

A concentração recomendada de amônia não ionizada limite, no início do teste é de 0,05 mg/L para a espécie de ouriço-do-mar *Lytechinus variegatus* (Prósperi, 2002). Todas as amostras analisadas estiveram dentro deste limite.

A sensibilidade dos indivíduos de *Lytechinus variegatus* utilizados no teste com sedimento foi estimada por meio do teste com substância de referência – Sulfato de Zinco ($ZnSO_4$). A concentração letal mediana (CL_{50} ; 24h) obtida foi: 0,18 mg Zn/L. O valor obtido está dentro da faixa aceitável (0,05 – 0,21 mg/L $ZnSO_4$) conforme carta controle.

- **Campanha V**

De acordo com o tratamento estatístico aplicado aos dados obtidos, não foi verificada toxicidade crônica para *Lytechinus variegatus* em nenhuma amostra desta campanha, quando em comparação com o controle.

A concentração recomendada de amônia não ionizada limite, no início do teste é de 0,05 mg/L para a espécie de ouriço-do-mar *Lytechinus variegatus* (Prósperi, 2002). Todas as amostras analisadas estiveram dentro deste limite.

A sensibilidade dos indivíduos de *Lytechinus variegatus* utilizados no teste com sedimento foi estimada por meio do teste com substância de referência – Sulfato de Zinco ($ZnSO_4$). A concentração letal mediana (CL_{50} ; 24h) obtida foi: 0,18 mg Zn/L. O valor obtido está dentro da faixa aceitável (0,05 – 0,21 mg/L $ZnSO_4$) conforme carta controle.

- **Campanha VI**

De acordo com o tratamento estatístico aplicado aos dados obtidos, não foi verificado toxicidade crônica para *Lytechinus variegatus* em nenhuma amostra desta campanha, quando em comparação com o controle.

A concentração recomendada de amônia não ionizada limite, no início do teste é de 0,05 mg/L para a espécie de ouriço-do-mar *Lytechinus variegatus* (Prósperi, 2002). Todas as amostras analisadas estiveram dentro deste limite.

A sensibilidade dos indivíduos de *Lytechinus variegatus* utilizados no teste com sedimento foi estimada por meio do teste com substância de referência – Sulfato de Zinco (ZnSO₄). A concentração letal mediana (CL₅₀; 24h) obtida foi: 0,18 mg Zn/L. O valor obtido está dentro da faixa aceitável (0,05 – 0,21 mg/L ZnSO₄) conforme carta controle.

- Considerações sobre a interferência do Ácido Sulfídrico (H₂S) nos ensaios ecotoxicológicos realizados.

Até a campanha VI apenas três amostras PS-N1 (da Campanha Prévia), PS-N1 e PS-C1 (da Campanha IV) apresentaram efeito ecotoxicológico em elutriato e como os dados não estavam claro nem mostravam relação direta de causa e efeito com os compostos analisados, decidiu-se avaliar se o sulfeto, ou mais especificamente, ácido sulfídrico, estava interferindo nos ensaios ecotoxicológicos.

Desta forma, foram realizadas análises dos sulfetos total nas 4 amostras da Campanha VI e a partir desse resultado foi calculado o ácido sulfídrico, baseado na equação presente em ASCE, 1989. Os dados de sulfeto e ácido sulfídrico estão apresentados na Tabela 17.4.2-3. O limite de sulfeto total para ouriço-do-mar é de 0,1 mg/L e o limite para H₂S é de 0,007 mg/L (Bay *et al.*, 1993; Knezovich *et al.*, 1996; Anderson *et al.*, 1998; Wang & Chapman, 1999). Os resultados mostraram que todas as amostras analisadas estiveram dentro deste limite.

Tabela 17.4.2-3. Concentração de sulfetos totais e ácido sulfídrico (H₂S) nas amostras PS-Q9, PS-Q10, PS-N1 e PS-C1 da Campanha VI.

Amostra (Campanha VI)	Sulfetos Total (mg/L)	H ₂ S (mg/L)
PS-Q9	n.d	n.d
PS-Q10	0,008	0,003
PS-N1	0,006	0,002
PS-C1	0,004	0,001

- **Campanha VII**

De acordo com o tratamento estatístico aplicado aos dados obtidos, não foi verificado toxicidade crônica para *Lytechinus variegatus* em nenhuma amostra desta campanha, quando em comparação com o controle.

A concentração recomendada de amônia não ionizada limite, no início do teste é de 0,05 mg/L para a espécie de ouriço-do-mar *Lytechinus variegatus* (Prósperi, 2002). Todas as amostras analisadas estiveram dentro deste limite.

A sensibilidade dos indivíduos de *Lytechinus variegatus* utilizados no teste com sedimento foi estimada por meio do teste com substância de referência – Sulfato de Zinco (ZnSO₄). A concentração letal mediana (CL₅₀; 24h) obtida foi: 0,18 mg Zn/L. O valor obtido está dentro da faixa aceitável (0,05 – 0,21 mg/L ZnSO₄) conforme carta controle.

- **Campanha VIII**

De acordo com o tratamento estatístico aplicado, não foi observado efeito tóxico para as amostras dos pontos PS-Q9, PS-N1 e PS-C1, enquanto que a amostra de sedimento do ponto PS-Q10, nesta campanha, apresentou toxicidade crônica para *Lytechinus variegatus* em comparação com o controle de laboratório.

Na amostra PS-Q10 foi observado apenas 6,5% de larvas normais, por esta razão decidiu realizar novo teste ecotoxicológico com essa amostra. No novo ensaio (PS-Q10 Reanálise) o efeito tóxico foi confirmado e todas as larvas encontradas estavam mal formadas ou com desenvolvimento anômalo

(Figura 17.4.2-5). Entretanto, vale ressaltar que os valores de amônia não ionizada encontrados, respectivamente, para as amostras PS-Q10 e PS-Q10 Reanálise foram 0,086 e 0,055 mg/L, ou seja, maiores que o limite de 0,05 mg/L, que isoladamente pode causar efeito tóxico.

As demais amostras (PS-Q9, PS-N1 e PS-C1) apresentaram valores de amônia não ionizada abaixo do limite para a espécie de ouriço-do-mar *Lytechinus variegatus* (Prósperi, 2002).

A sensibilidade dos indivíduos de *Lytechinus variegatus* utilizados no teste com sedimento foi estimada por meio do teste com substância de referência – Sulfato de Zinco (ZnSO₄). A concentração letal mediana (CL₅₀; 24h) obtida foi: 0,16 mg Zn/L. O valor obtido está dentro da faixa aceitável (0,05 – 0,21 mg/L ZnSO₄) conforme carta controle.

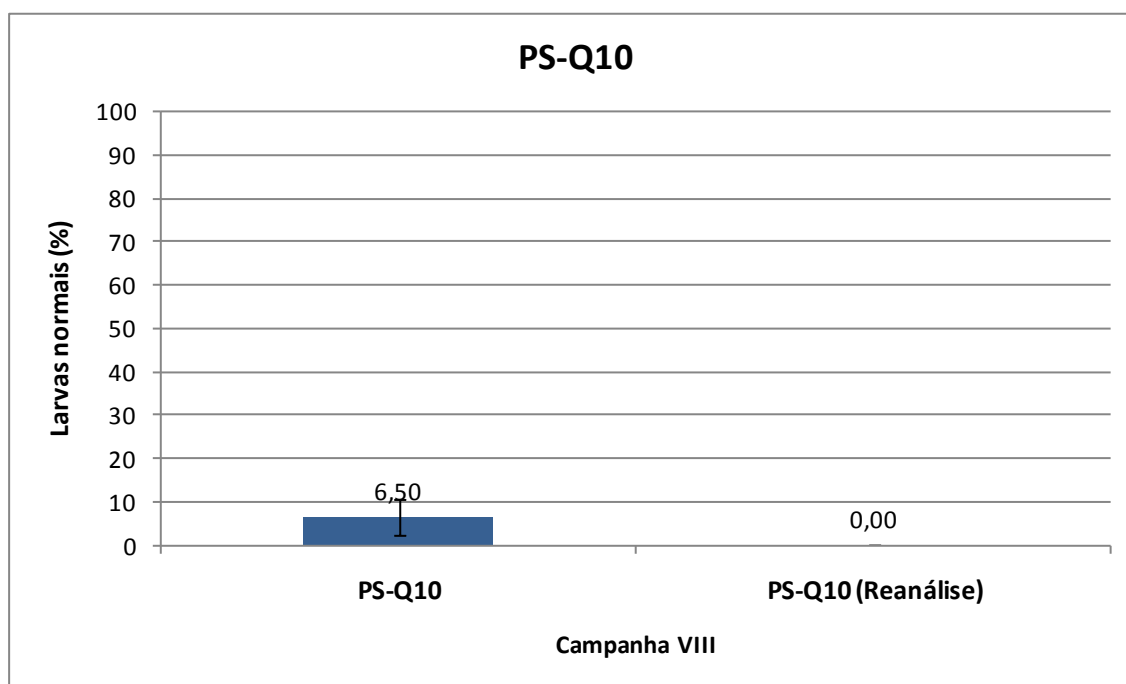


Figura 17.4.2-5. Porcentagens de larvas (*Lytechinus variegatus*) normais, com seus respectivos desvios-padrão, encontradas para as amostras PS-Q10 e PS-Q10 (Reanálise) da Campanha VIII.

- **Campanha IX**

De acordo com o tratamento estatístico aplicado, não foi observado efeito tóxico para as amostras dos pontos PS-Q10, PS-N1 e PS-C1, enquanto que a amostra de sedimento do ponto PS-Q9, nesta campanha, apresentou toxicidade crônica para *Lytechinus variegatus* em comparação com o controle de laboratório.

A amostra PS-Q9 apresentou 0% de larvas normais, ou seja, todas as larvas encontradas estavam mal formadas ou com desenvolvimento anômalo, por esta razão decidiu realizar novo teste ecotoxicológico com essa amostra. No novo ensaio (PS-Q9 Reanálise) o efeito tóxico foi confirmado e todas as larvas encontradas também estavam mal formadas ou com desenvolvimento anômalo. Entretanto, vale ressaltar que os valores de amônia não ionizada encontrados, respectivamente, para as amostras PS-Q9 e PS-Q9 Reanálise foram 0,29 e 0,32 mg/L, ou seja, maiores que o limite de 0,05 mg/L, que isoladamente pode causar efeito tóxico.

As demais amostras (PS-Q10, PS-N1 e PS-C1) apresentaram valores de amônia não ionizada abaixo do limite para a espécie de ouriço-do-mar *Lytechinus variegatus* (Prósperi, 2002).

A sensibilidade dos indivíduos de *Lytechinus variegatus* utilizados no teste com sedimento foi estimada por meio do teste com substância de referência – Sulfato de Zinco (ZnSO₄). A concentração letal mediana (CL₅₀; 24h) obtida foi: 0,16 mg Zn/L. O valor obtido está dentro da faixa aceitável (0,05 – 0,21 mg/L ZnSO₄) conforme carta controle.

- **Campanha X**

De acordo com o tratamento estatístico aplicado, não foi observado efeito tóxico para as amostras dos pontos PS-Q9, PS-N1 e PS-C1, enquanto que a amostra de sedimento do ponto PS-Q10, nesta campanha, apresentou toxicidade crônica para *Lytechinus variegatus* em comparação com o controle de laboratório.

A sensibilidade dos indivíduos de *Lytechinus variegatus* utilizados no teste com sedimento foi estimada por meio do teste com substância de referência –

Sulfato de Zinco ($ZnSO_4$). A concentração letal mediana (CL_{50} ; 24h) obtida foi: 0,16 mg Zn/L. O valor obtido está dentro da faixa aceitável (0,05 – 0,21 mg/L $ZnSO_4$) conforme carta controle.

Novamente foi observado na amostra PS-Q10, má formação ou desenvolvimento anômalo em todas as larvas de ouriço, juntamente com altas concentrações de amônia não ionizada (0,226 mg/L). Por este motivo, decidiu realizar novo ensaio ecotoxicológico, porém com aeração da amostra, na tentativa de reduzir a concentração deste composto.

Um das formas para se observar o grau de responsabilidade da amônia sobre os efeitos observados nos teste ecotoxicológicos é aplicando a metodologia conhecida como TIE – Avaliação e Identificação de Toxicidade, a qual consiste numa série de procedimentos padronizados pelas agências ambientais de todo o mundo, teses, manuais e amplamente aplicadas em monitoramentos e estudos acadêmicos (Amato *et al.*, 1992; Ankley, 1992; Badaró-Pedroso, 1999; Bailey, 1997; Bower & Bidwell, 1978; Burgess *et al.*, 1995; Burkhard & Jensen, 1993; Cherr & Higashi, 1997; Coombe *et al.*, 1999; Mount, 1997; Mount *et al.*, 1997; Rachid, 2002 e Rachid *et al.*, 2000).

Os processos consistem na manipulação físico-química da amostra induzindo-a a uma alteração controlada e direcionada na sua composição, ou seja, uma amostra é submetida a processos laboratoriais específicos que geram modificação para a identificação de agentes tóxicos, responsáveis pelo potencial tóxico da amostra.

Tal técnica é baseada no fato de que alguns processos, como alterações do pH, volatilização, eliminação de compostos orgânicos, entre outros, podem reduzir a concentração de compostos específicos, reduzindo ou eliminando a toxicidade de uma amostra.

Comparando os resultados dos ensaios ecotoxicológicos antes e depois das manipulações tem-se a indicação de que procedimentos foram responsáveis pela redução ou eliminação da toxicidade, visto a decorrente diminuição da concentração ou remoção de um composto potencialmente tóxico. Assim,

identifica-se um composto que, ao ser retirado da amostra, reduz a toxicidade da mesma.

Como o composto em questão suspeito por gerar o efeito é a amônia, visto que ela se encontra em concentração acima do nível de interferência da sobrevivência dos embriões de ouriço, foram avaliadas as possíveis manipulações que poderiam ser empregadas para redução deste composto. Entre eles a aeração da amostra.

Assim, no procedimento, uma subamostra é submetida à aeração induzida, visando à eliminação ou redução dos compostos voláteis ou oxidáveis, sendo então determinado, se a toxicidade pode ser atribuída à presença de hidrocarbonetos voláteis, H₂S, amônia, entre outros possíveis compostos voláteis ou oxidáveis.

Para tanto, o processo metodológico é conduzido em um béquer, onde acontece a aeração, com uma bomba de ar de aquário. O fluxo de ar é ajustado, através dos reguladores, para um modo suave, com produção de bolhas pequenas, por um período de 1 hora. Depois deste processo, a subamostra está pronta para ser utilizada no teste de toxicidade.

Infusão na amostra com a macroalga *Ulva lactuca*, alteração do pH, passagem por colunas específicas como de carvão ativado ou zeólitas também podem contribuir para a redução significativa da concentração da amônia, mas são processos mais complexos e, para este caso não foram conduzidos.

Na Figura 17.4.2-6 observa-se que no novo ensaio ecotoxicológico (PS-Q10 Reanálise) com a utilização de aeração da amostra, 79,25% das larvas encontradas estiveram normais e a concentração de amônia não ionizada reduziu para 0,037 mg/L, ou seja, abaixo do limite de 0,05 para a espécie de ouriço-dormar *Lytechinus variegatus* (Prósperi, 2002). As demais amostras (PS-Q9, PS-N1 e PS-C1) também apresentaram valores de amônia não ionizada abaixo deste limite.

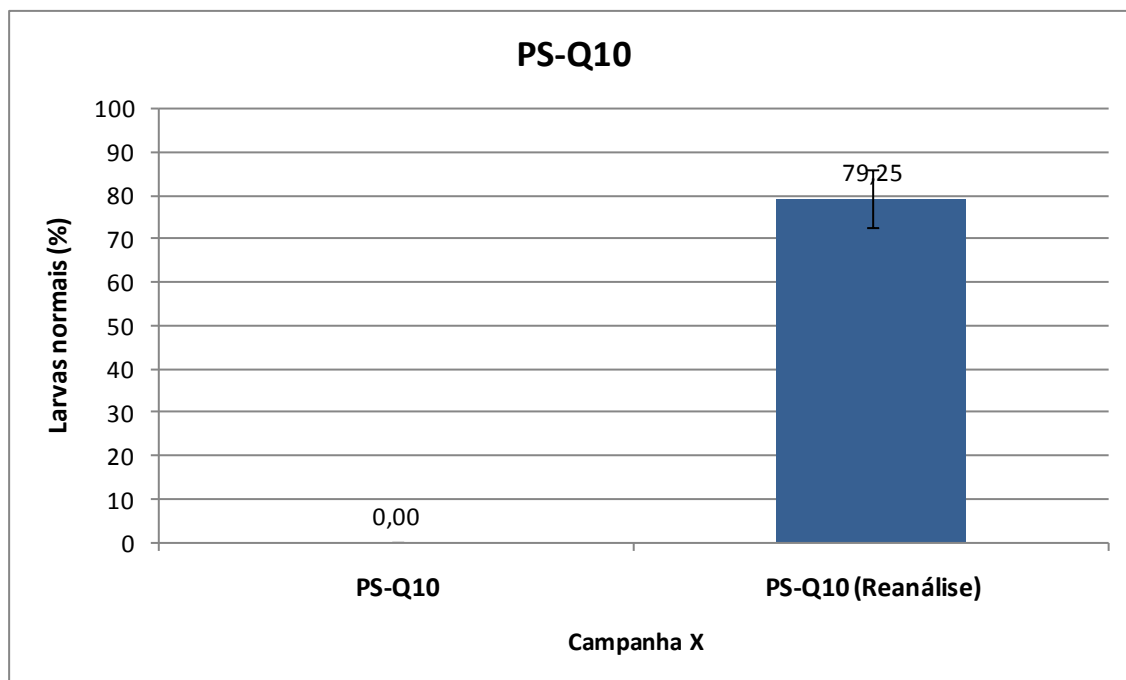


Figura 17.4.2-6. Porcentagens de larvas (*Lytechinus variegatus*) normais, com seus respectivos desvios-padrão, encontradas para as amostras PS-Q10 e PS-Q10 (Reanálise) da Campanha X.

Como se pode observar, a repetição do ensaio com a amostra submetida à aeração reduziu a concentração da amônia e eliminou a toxicidade da amostra.

Tal constatação pode ser de correlação direta, entretanto, eventuais compostos voláteis presentes na amostra também podem ter sido eliminados, promovendo o resultado observado. De todo modo, o interferente alvo desta avaliação, a amônia, foi medida antes e depois do procedimento, sendo observada redução para valores abaixo do indicado como interferente para o teste (reduzindo de 0,226 mg/L para 0,037 mg/L), resultando em um elevado percentual de desenvolvimento normal dos embriões (aumentando de 0% para 79,25%).

Este efeito já foi constatado em diversas situações. Em Rachid (2002) foram conduzidos ensaios com amostras coletadas na Baixada Santista onde foi apontada a amônia como umas das responsáveis pelo o efeito ecotoxicológico observado.

Quando se analisa amostras de efluentes, verifica-se que raramente mais de dois ou três compostos são responsáveis pela toxicidade, e, as interações, como adição, sinergismo ou antagonismo são menos efetivas do que se imagina.

Pequenos grupos de compostos são, em geral, responsáveis pela toxicidade dos efluentes, como amônia, pesticidas, certos metais, cloro, surfactantes ou íons orgânicos (Mount *et al.*, 1997).

O método TIE vem desmistificando a carga de responsabilidade de toxicidade que alguns compostos possuíam a priori, e identificam outros, até então sem muito “peso”, sobre a toxicidade de uma amostra complexa, por exemplo, onde a amônia e alguns outros íons podem causar efeitos ecotoxicológicos de maior intensidade do que compostos tidos inicialmente como mais críticos.

- **Campanha XI**

De acordo com o tratamento estatístico aplicado, não foi observado efeito tóxico para as amostras dos pontos PS-Q9, PS-N1 e PS-C1, enquanto que a amostra de sedimento do ponto PS-Q10, nesta campanha, apresentou toxicidade crônica para *Lytechinus variegatus* em comparação com o controle de laboratório.

A amostra PS-Q10 apresentou 0% de larvas normais, ou seja, todas as larvas encontradas estavam mal formadas ou com desenvolvimento anômalo. Entretanto, vale ressaltar que a concentração de amônia não ionizada encontrada foi 0,176 mg/L, ou seja, maior que o limite de 0,05 mg/L, que isoladamente pode causar efeito tóxico. Assim como visto na Campanha X, a amônia parece ter sido responsável pelo efeito tóxico apresentado na presente campanha.

As demais amostras (PS-Q9, PS-N1 e PS-C1) apresentaram valores de amônia não ionizada abaixo do limite para a espécie de ouriço-do-mar *Lytechinus variegatus* (Prósperi, 2002).

A sensibilidade dos indivíduos de *Lytechinus variegatus* utilizados no teste com sedimento foi estimada por meio do teste com substância de referência – Sulfato de Zinco (ZnSO₄). A concentração letal mediana (CL₅₀; 24h) obtida foi: 0,16 mg Zn/L. O valor obtido está dentro da faixa aceitável (0,05 – 0,21 mg/L ZnSO₄) conforme carta controle.

- **Campanha XII**

De acordo com o tratamento estatístico aplicado, não foi observado efeito tóxico para as amostras dos pontos PS-Q9, PS-N1 e PS-C1, enquanto que a amostra de sedimento do ponto PS-Q10, nesta campanha, apresentou toxicidade crônica para *Lytechinus variegatus* em comparação com o controle de laboratório.

A amostra PS-Q10 apresentou 0% de larvas normais, ou seja, todas as larvas encontradas estavam mal formadas ou com desenvolvimento anômalo. Entretanto, vale ressaltar que a concentração de amônia não ionizada encontrada foi 0,407 mg/L, ou seja, maior que o limite de 0,05 mg/L, que isoladamente pode causar efeito tóxico. Assim, como visto na Campanha X, a amônia parece ter sido responsável pelo efeito tóxico apresentado na presente campanha.

As demais amostras (PS-Q9, PS-N1 e PS-C1) apresentaram valores de amônia não ionizada abaixo do limite para a espécie de ouriço-do-mar *Lytechinus variegatus*.

A sensibilidade dos indivíduos de *Lytechinus variegatus* utilizados no teste com sedimento foi estimada por meio do teste com substância de referência – Sulfato de Zinco ($ZnSO_4$). A concentração letal mediana (CL_{50} ; 24h) obtida foi: 0,16 mg Zn/L. O valor obtido está dentro da faixa aceitável (0,05 – 0,21 mg/L $ZnSO_4$) conforme carta controle.

- **Campanha XIII**

De acordo com o tratamento estatístico aplicado aos dados obtidos, não foi verificado toxicidade crônica para *Lytechinus variegatus* em nenhuma amostra desta campanha, quando em comparação com o controle.

Vale ressaltar que a concentração de amônia não ionizada encontrada, em todas as amostras, ficou abaixo do limite de 0,05 mg/L para a espécie de ouriço-do-mar *Lytechinus variegatus* (Prósperi, 2002).

A sensibilidade dos indivíduos de *Lytechinus variegatus* utilizados no teste com sedimento foi estimada por meio do teste com substância de referência – Sulfato de Zinco ($ZnSO_4$). A concentração letal mediana (CL_{50} ; 24h) obtida foi:

0,18 mg Zn/L. O valor obtido está dentro da faixa aceitável (0,05 – 0,21 mg/L ZnSO₄) conforme carta controle.

- **Campanha XIV**

De acordo com o tratamento estatístico aplicado, não foi observado efeito tóxico para as amostras dos pontos PS-Q9, PS-N1 e PS-C1, enquanto que a amostra de sedimento do ponto PS-Q10, nesta campanha, apresentou toxicidade crônica para *Lytechinus variegatus* em comparação com o controle de laboratório.

A amostra PS-Q10 apresentou apenas 26,75% de larvas normais, entretanto, vale ressaltar que a concentração de amônia não ionizada encontrada foi 0,058 mg/L, ou seja, maior que o limite de 0,05 mg/L, que isoladamente pode causar efeito tóxico. Assim, como visto na Campanha X, a amônia parece ter sido responsável pelo efeito tóxico apresentado na presente campanha.

As demais amostras (PS-Q9, PS-N1 e PS-C1) apresentaram valores de amônia não ionizada abaixo do limite para a espécie de ouriço-do-mar *Lytechinus variegatus*.

A sensibilidade dos indivíduos de *Lytechinus variegatus* utilizados no teste com sedimento foi estimada por meio do teste com substância de referência – Sulfato de Zinco (ZnSO₄). A concentração letal mediana (CL₅₀; 24h) obtida foi: 0,18 mg Zn/L. O valor obtido está dentro da faixa aceitável (0,05 – 0,21 mg/L ZnSO₄) conforme carta controle.

- **Campanha XV**

De acordo com o tratamento estatístico aplicado aos dados obtidos, não foi verificada toxicidade crônica para *Lytechinus variegatus* em nenhuma amostra desta campanha, quando em comparação com o controle.

Vale ressaltar que a concentração de amônia não ionizada encontrada, em todas as amostras, ficou abaixo do limite de 0,05 mg/L para a espécie de ouriço-do-mar *Lytechinus variegatus* (Prósperi, 2002).

A sensibilidade dos indivíduos de *Lytechinus variegatus* utilizados no teste com sedimento foi estimada por meio do teste com substância de referência – Sulfato de Zinco ($ZnSO_4$). A concentração letal mediana (CL_{50} ; 24h) obtida foi: 0,18 mg Zn/L. O valor obtido está dentro da faixa aceitável (0,05 – 0,21 mg/L $ZnSO_4$) conforme carta controle.

17.4.3. Ensaios Ecotoxicológicos – Sedimento Total

Foram coletadas amostras de sedimento de superfície nos pontos PS-Q9, PS-Q10, PS-N1 e PS-C1 para as Campanhas Prévia, I, II, III, IV, V, VI, VII, VIII, IX, X, XI, XII, XIII, XIV, XV e XVI. Após a coleta as amostras foram encaminhadas para o laboratório responsável pela análise. As amostras das Campanhas XI, XII, XIII, XIV, XV e XVI ainda estão em análise.

Os parâmetros físicos e químicos medidos na água de interface no início e final do teste de toxicidade aguda, como pH, salinidade (‰) e oxigênio dissolvido (mg/L), estão apresentados na Tabela 17.4.3-1. Já as análises de pH, salinidade (‰), oxigênio dissolvido (mg/L), temperatura (°C), nitrogênio amoniacal (mg/L) e amônia não ionizada (NH_3 - mg/L), efetuadas na água intersticial dos sedimentos no início e final do teste, estão apresentados na Tabela 17.4.3-2.

Considerando que o organismo utilizado no experimento é exposto tanto à água intersticial quanto à de interface sedimento-água, são apresentados os valores dos descritores físico-químicos interferentes no ensaio para esses dois meios.

Tabela 17.4.3-1. Análises físico-químicas (iniciais e finais) da água de interface realizadas nos testes de toxicidade aguda com *Leptocheirus plumulosus* para as amostras de sedimentos coletadas nos pontos PS-Q9, PS-Q10, PS-N1 e PS-C1.

Campanha	Amostra	pH		Salinidade (‰)		Oxigênio Dissolvido (mg/L)	
		Inicial	Final	Inicial	Final	Inicial	Final
Prévia	Controle	7,88	7,97	21	21	5,85	6,10
	PS-Q9	7,93	8,16	21	23	5,33	5,77
	PS-Q10	7,93	8,19	21	24	5,43	5,80
	PS-N1	7,93	8,09	21	23	5,09	5,75
	PS-C1	7,72	8,15	21	23	4,17	5,82
I	Controle	7,91	7,99	20	23	6,64	6,75
	PS-Q9	7,96	8,13	22	24	6,39	7,53
	PS-Q10	8,00	8,11	22	24	6,33	6,65
	PS-N1	7,98	8,19	22	25	6,33	6,40
	PS-C1	7,98	8,10	22	25	6,34	6,69
II	Controle	7,91	7,99	20	23	6,64	6,75
	PS-Q9	7,95	8,19	22	25	6,12	6,64
	PS-Q10	7,89	8,12	22	25	6,00	6,64
	PS-N1	7,97	8,16	22	25	5,99	6,66
	PS-C1	7,78	8,12	22	25	4,94	6,63
III	Controle	7,91	7,99	20	23	6,64	6,75
	PS-Q9	7,72	8,08	22	24	5,26	6,74
	PS-Q10	7,80	8,19	22	25	5,87	6,45
	PS-N1	7,84	8,27	22	25	5,70	6,61
	PS-C1	7,93	8,10	23	25	5,69	6,64
IV	Controle	7,91	7,99	20	23	6,64	6,75
	PS-Q9	8,00	8,22	23	25	6,08	6,63
	PS-Q10	8,01	8,15	23	25	6,06	6,60
	PS-N1	7,93	8,30	23	25	5,13	6,54
	PS-C1	7,95	8,17	23	25	5,56	6,61
V	Controle	7,75	7,80	20	21	6,10	6,39
	PS-Q9	7,88	8,15	21	23	5,66	6,32
	PS-Q10	7,74	7,99	21	22	4,74	6,45
	PS-N1	7,73	7,99	21	22	4,75	6,52
	Controle	7,64	7,88	20	22	5,62	6,58
	PS-C1	7,85	8,12	21	22	6,25	6,61
VI	Controle	7,59	7,97	21	21	5,85	6,56
	PS-Q9	7,68	8,06	21	22	5,51	6,00
	PS-Q10	7,64	8,02	21	23	5,69	6,15
	PS-N1	7,74	8,11	21	23	5,48	6,43
	PS-C1	7,69	8,06	21	23	5,19	6,38
VII	Controle	7,59	7,97	21	21	5,85	6,56
	PS-Q9	7,69	7,97	20	24	5,58	6,39
	PS-Q10	7,60	7,98	21	23	5,25	6,20
	PS-N1	7,67	8,20	21	23	5,94	6,30
	PS-C1	7,65	8,14	21	22	5,46	6,31

Tabela 17.4.3-1. (Continuação) Análises físico-químicas (iniciais e finais) da água de interface realizadas nos testes de toxicidade aguda com *Leptocheirus plumulosus* para as amostras de sedimentos coletadas nos pontos PS-Q9, PS-Q10, PS-N1 e PS-C1.

Campanha	Amostra	pH		Salinidade (‰)		Oxigênio Dissolvido (mg/L)	
		Inicial	Final	Inicial	Final	Inicial	Final
VIII	Controle	7,67	8,17	21	21	6,06	6,75
	PS-Q9	7,77	8,20	22	23	6,00	6,64
	PS-Q10	7,76	8,15	22	23	5,84	6,62
	PS-N1	7,87	8,21	22	23	6,43	6,59
	PS-C1	7,77	8,19	21	22	6,04	6,62
IX	Controle	7,67	8,17	21	21	6,06	6,75
	PS-Q9	7,60	8,09	22	24	4,13	6,56
	PS-Q10	7,78	8,15	22	25	5,92	6,55
	PS-N1	7,82	8,22	22	25	6,02	6,58
	PS-C1	7,72	8,19	21	24	5,03	6,58
X	Controle	7,67	8,17	21	21	6,06	6,75
	PS-Q9	7,72	8,15	22	24	5,30	6,56
	PS-Q10	7,56	8,14	22	24	4,00	6,54
	PS-N1	7,77	8,12	22	23	5,71	6,26
	PS-C1	7,61	8,23	22	23	4,59	6,51

Tabela 17.4.3-2. Análises físico-químicas efetuadas na água intersticial dos sedimentos no início e final dos testes de toxicidade aguda com *Leptocheirus plumulosus* para as amostras de sedimentos coletadas nos pontos PS-Q9, PS-Q10, PS-N1 e PS-C1.

Campanha	Amostra	pH		Salinidade (‰)		Oxigênio Dissolvido		Temperatura (°C)		Nitrogênio Amoniacal		Amônia não ionizada	
		Inicial	Final	Inicial	Final	Inicial	Final	Inicial	Final	Inicial	Final	Inicial	Final
Prévia	Controle	7,84	7,85	23	21	5,73	5,45	24,2	24,0	1,50	-	0,048	-
	PS-Q9	*	8,02	*	23	*	5,55	24,2	24,0	*	-	*	-
	PS-Q10	*	7,97	*	25	*	5,15	24,2	24,0	*	-	*	-
	PS-N1	*	8,03	*	24	*	5,33	24,2	24,0	*	-	*	-
	PS-C1	*	8,06	*	30	*	5,38	24,2	24,0	*	-	*	-
I	Controle	7,35	7,88	23	21	6,05	6,63	24,4	25,0	1,75	-	0,019	-
	PS-Q9	*	7,85	*	24	*	6,42	24,4	25,0	*	-	*	-
	PS-Q10	*	7,80	*	24	*	6,29	24,4	25,0	*	-	*	-
	PS-N1	6,99	7,92	38	24	5,85	6,18	24,4	25,0	11,00	-	0,047	-
	PS-C1	7,60	7,80	36	25	4,59	6,25	24,4	25,0	15,00	-	0,259	-
II	Controle	7,85	7,88	23	21	6,05	6,63	24,4	25,4	1,75	-	0,058	-
	PS-Q9	7,97	7,91	40	26	5,10	6,18	24,4	25,4	20,00	-	0,793	-
	PS-Q10	7,94	7,88	36	25	5,71	5,95	24,4	25,4	15,00	-	0,556	-
	PS-N1	*	7,96	*	25	*	6,28	24,4	25,4	*	-	*	-
	PS-C1	7,59	7,83	36	25	4,62	5,97	24,4	25,4	17,50	-	0,296	-
III	Controle	7,85	7,88	23	21	6,05	6,63	24,4	25,4	1,75	-	0,058	-
	PS-Q9	7,82	7,81	39	25	5,51	5,90	24,4	25,4	5,00	-	0,142	-
	PS-Q10	7,77	7,94	36	26	5,70	6,11	24,4	25,4	4,50	-	0,114	-
	PS-N1	7,77	7,95	38	26	5,42	5,23	24,4	25,4	8,00	-	0,203	-
	PS-C1	7,72	7,78	36	30	5,00	5,20	24,4	25,4	20,00	-	0,454	-
IV	Controle	7,85	7,88	23	21	6,05	6,63	24,4	25,4	1,75	-	0,058	-
	PS-Q9	7,94	7,89	34	27	5,96	5,86	24,4	25,4	10,00	-	0,371	-
	PS-Q10	7,95	7,90	36	26	5,74	5,76	24,4	25,4	8,00	-	0,303	-
	PS-N1	7,80	7,89	36	27	5,43	5,61	24,4	25,4	20,00	-	0,543	-
	PS-C1	7,78	7,86	36	27	5,77	5,65	24,4	25,4	8,00	-	0,208	-
V	Controle	7,76	7,90	25	24	5,94	6,64	24,2	25,6	1,50	-	0,038	-
	PS-Q9	7,81	7,96	36	25	5,24	6,69	24,2	25,6	7,00	-	0,192	-
	PS-Q10	7,80	7,85	36	25	5,80	6,05	24,2	25,6	7,00	-	0,187	-
	PS-N1	*	7,99	*	25	*	6,70	24,2	25,6	*	-	*	-
	Controle	7,82	7,69	22	23	6,12	4,79	25,2	25,4	3,00	-	0,099	-
	PS-C1	7,89	7,63	35	25	5,76	4,38	25,2	25,4	7,50	-	0,264	-
VI	Controle	7,79	7,84	22	23	6,19	6,41	25,6	25,8	3,25	-	0,103	-
	PS-Q9	7,81	7,88	37	25	5,36	6,43	25,6	25,8	10,75	-	0,325	-
	PS-Q10	7,66	7,88	36	25	5,07	6,35	25,6	25,8	5,00	-	0,108	-
	PS-N1	7,82	7,94	37	24	5,05	6,32	25,6	25,8	9,00	-	0,279	-
	PS-C1	*	7,86	*	25	*	6,22	25,6	25,8	*	-	*	-
VII	Controle	7,79	7,84	22	23	6,19	6,41	25,6	25,8	3,25	-	0,103	-
	PS-Q9	7,54	7,86	36	25	4,81	6,30	25,6	25,8	6,25	-	0,103	-
	PS-Q10	7,58	7,88	36	26	5,08	6,52	25,6	25,8	6,50	-	0,117	-
	PS-N1	7,62	7,81	36	26	4,56	6,44	25,6	25,8	5,00	-	0,099	-
	PS-C1	8,00	7,90	38	23	5,93	6,40	25,6	25,8	12,25	-	0,565	-

* Não foi obtida água intersticial suficiente para a leitura dos parâmetros físico-químicos, após a centrifugação do sedimento.

Tabela 17.4.3-2. (Continuação) Análises físico-químicas efetuadas na água intersticial dos sedimentos no início e final dos testes de toxicidade aguda com *Leptocheirus plumulosus* para as amostras de sedimentos coletadas nos pontos PS-Q9, PS-Q10, PS-N1 e PS-C1.

Campanha	Amostra	pH		Salinidade (‰)		Oxigênio Dissolvido		Temperatura (°C)		Nitrogênio Amoniacal		Amônia não ionizada	
		Inicial	Final	Inicial	Final	Inicial	Final	Inicial	Final	Inicial	Final	Inicial	Final
VIII	Controle	7,92	7,81	23	24	5,80	6,09	25,8	25,8	3,50	-	0,150	-
	PS-Q9	7,48	7,82	31	26	4,80	5,96	25,8	25,8	7,50	-	0,112	-
	PS-Q10	7,55	7,95	36	26	4,84	5,91	25,8	25,8	7,00	-	0,120	-
	PS-N1	7,88	8,02	36	25	5,74	5,83	25,8	25,8	6,00	-	0,215	-
	PS-C1	*	7,98	*	26	*	5,53	25,8	25,8	*	-	*	-
IX	Controle	7,92	7,81	23	24	5,80	6,09	25,8	25,8	3,50	-	0,150	-
	PS-Q9	7,74	7,86	35	26	4,85	5,96	25,8	25,8	52,50	-	1,379	-
	PS-Q10	7,52	7,79	35	31	3,99	5,54	25,8	25,8	3,50	-	0,056	-
	PS-N1	7,75	7,93	36	26	4,41	5,62	25,8	25,8	5,25	-	0,141	-
	PS-C1	*	7,99	*	25	*	5,62	25,8	25,8	*	-	*	-
X	Controle	7,92	7,81	23	24	5,80	6,09	25,8	25,8	3,50	-	0,150	-
	PS-Q9	7,39	7,91	36	26	3,74	6,41	25,8	25,8	4,50	-	0,054	-
	PS-Q10	7,45	7,89	36	26	3,74	5,70	25,8	25,8	31,00	-	0,423	-
	PS-N1	7,68	8,02	36	26	4,25	5,91	25,8	25,8	4,25	-	0,098	-
	PS-C1	*	7,98	*	27	*	5,76	25,8	25,8	*	-	*	-

Legenda: Valor Acima do limite (0,8 mg/L) para *Leptocheirus plumulosus*

* Não foi obtida água intersticial suficiente para a leitura dos parâmetros físico-químicos, após a centrifugação do sedimento.

A Tabela 17.4.3-3 apresenta os resultados do teste de toxicidade aguda com *Leptocheirus plumulosus* nas amostras de superfície nos pontos PS-Q9, PS-Q10, PS-N1 e PS-C1. Os valores obtidos até o momento estão dentro da faixa estabelecida para a aceitação dos resultados. Nas Figuras 17.4.3-1, 17.4.3-2, 17.4.3-3 e 17.4.3-4 são apresentadas a mortalidade total, com seus respectivos desvios-padrão, calculadas a partir dos dados de três réplicas para as amostras PS-Q9, PS-Q10, PS-N1 e PS-C1, respectivamente.

Paralelamente aos testes com as amostras coletadas foi realizado um controle laboratorial. Os resultados obtidos para este controle também se encontram na tabela a seguir.

Tabela 17.4.3-3. Efeito tóxico observado nos testes de toxicidade aguda com *Leptocheirus plumulosus* para as amostras de sedimento coletadas nos pontos PS-Q9, PS-Q10, PS-N1 e PS-C1.

Campanha	Amostra	Réplica	Nº de animais por Réplica		Mortalidade (%)	Mortalidade Total (%)	Desvio Padrão (%)	Resultado
			Mortos	Total				
Prévia	Controle	1	1	20	5	3	2,89	-
		2	0	20	0			
		3	1	20	5			
	PS-Q9	1	3	20	15	22	11,55	Não Tóxico
		2	3	20	15			
		3	7	20	35			
	PS-Q10	1	0	20	0	33	32,53	Não Tóxico
		2	13	20	65			
		3	7	20	35			
	PS-N1	1	12	20	60	42	16,07	Não Tóxico
		2	7	20	35			
		3	6	20	30			
PS-C1	1	8	20	40	28	10,41	Não Tóxico	
	2	5	20	25				
	3	4	20	20				
I	Controle	1	0	20	0	5	5,00	-
		2	1	20	5			
		3	2	20	10			
	PS-Q9	1	0	20	0	8	7,64	Não Tóxico
		2	3	20	15			
		3	2	20	10			
	PS-Q10	1	0	20	0	3	5,77	Não Tóxico
		2	2	20	10			
		3	0	20	0			
	PS-N1	1	1	20	5	2	2,89	Não Tóxico
		2	0	20	0			
		3	0	20	0			
	PS-C1	1	2	20	10	25	18,03	Não Tóxico
		2	4	20	20			
		3	9	20	45			
II	Controle	1	0	20	0	5	5,00	-
		2	1	20	5			
		3	2	20	10			
	PS-Q9	1	2	20	10	17	11,55	Não Tóxico
		2	2	20	10			
		3	6	20	30			
	PS-Q10	1	3	20	15	18	10,41	Não Tóxico
		2	6	20	30			
		3	2	20	10			
	PS-N1	1	4	20	20	35	15,00	Não Tóxico
		2	7	20	35			
		3	10	20	50			
	PS-C1	1	1	20	5	3	2,89	Não Tóxico
		2	0	20	0			
		3	1	20	5			

Tabela 17.4.3-3. (Continuação) Efeito tóxico observado nos testes de toxicidade aguda com *Leptocheirus plumulosus* para as amostras de sedimento coletadas nos pontos PS-Q9, PS-Q10, PS-N1 e PS-C1.

Campanha	Amostra	Réplica	Nº de animais por Réplica		Mortalidade (%)	Mortalidade Total (%)	Desvio Padrão (%)	Resultado
			Mortos	Total				
III	Controle	1	0	20	0	5	5,00	-
		2	1	20	5			
		3	2	20	10			
	PS-Q9	1	0	20	0	3	5,77	Não Tóxico
		2	2	20	10			
		3	0	20	0			
	PS-Q10	1	0	20	0	2	2,89	Não Tóxico
		2	0	20	0			
		3	1	20	5			
	PS-N1	1	0	20	0	2	2,89	Não Tóxico
		2	1	20	5			
		3	0	20	0			
PS-C1	1	0	20	0	3	5,77	Não Tóxico	
	2	2	20	10				
	3	0	20	0				
IV	Controle	1	0	20	0	5	5,00	-
		2	1	20	5			
		3	2	20	10			
	PS-Q9	1	0	20	0	3	2,89	Não Tóxico
		2	1	20	5			
		3	1	20	5			
	PS-Q10	1	0	20	0	0	0,00	Não Tóxico
		2	0	20	0			
		3	0	20	0			
	PS-N1	1	1	20	5	12	16,07	Não Tóxico
		2	6	20	30			
		3	0	20	0			
PS-C1	1	2	20	10	7	2,89	Não Tóxico	
	2	1	20	5				
	3	1	20	5				
V	Controle	1	0	20	0	8	7,64	-
		2	2	20	10			
		3	3	20	15			
	PS-Q9	1	0	20	0	3	5,77	Não Tóxico
		2	2	20	10			
		3	0	20	0			
	PS-Q10	1	0	20	0	13	12,58	Não Tóxico
		2	5	20	25			
		3	3	20	15			
	PS-N1	1	0	20	0	12	12,58	Não Tóxico
		2	2	20	10			
		3	5	20	25			
Controle	1	3	20	15	7	7,64	-	
	2	1	20	5				
	3	0	20	0				
PS-C1	1	1	20	5	7	2,89	Não Tóxico	
	2	2	20	10				
	3	1	20	5				

Tabela 17.4.3-3. (Continuação) Efeito tóxico observado nos testes de toxicidade aguda com *Leptocheirus plumulosus* para as amostras de sedimento coletadas nos pontos PS-Q9, PS-Q10, PS-N1 e PS-C1.

Campanha	Amostra	Réplica	Nº de animais por Réplica		Mortalidade (%)	Mortalidade Total (%)	Desvio Padrão (%)	Resultado
			Mortos	Total				
VI	Controle	1	1	20	5	3	2,89	-
		2	0	20	0			
		3	1	20	5			
	PS-Q9	1	5	20	25	20	8,66	Não Tóxico
		2	5	20	25			
		3	2	20	10			
	PS-Q10	1	2	20	10	15	8,66	Não Tóxico
		2	2	20	10			
		3	5	20	25			
	PS-N1	1	2	20	10	12	2,89	Não Tóxico
		2	2	20	10			
		3	3	20	15			
PS-C1	1	1	20	5	10	5,00	Não Tóxico	
	2	2	20	10				
	3	3	20	15				
VII	Controle	1	1	20	5	3	2,89	-
		2	0	20	0			
		3	1	20	5			
	PS-Q9	1	3	20	15	17	2,89	Não Tóxico
		2	3	20	15			
		3	4	20	20			
	PS-Q10	1	0	20	0	0	0,00	Não Tóxico
		2	0	20	0			
		3	0	20	0			
	PS-N1	1	0	20	0	18	16,07	Não Tóxico
		2	6	20	30			
		3	5	20	25			
PS-C1	1	3	20	15	7	7,64	Não Tóxico	
	2	0	20	0				
	3	1	20	5				
VIII	Controle	1	1	20	5	10	5,00	-
		2	2	20	10			
		3	3	20	15			
	PS-Q9	1	0	20	0	5	8,66	Não Tóxico
		2	0	20	0			
		3	3	20	15			
	PS-Q10	1	3	20	15	8	5,77	Não Tóxico
		2	1	20	5			
		3	1	20	5			
	PS-N1	1	0	20	0	0	0,00	Não Tóxico
		2	0	20	0			
		3	0	20	0			
PS-C1	1	0	20	0	28	40,72	Não Tóxico	
	2	2	20	10				
	3	15	20	75				

Tabela 17.4.3-3. (Continuação) Efeito tóxico observado nos testes de toxicidade aguda com *Leptocheirus plumulosus* para as amostras de sedimento coletadas nos pontos PS-Q9, PS-Q10, PS-N1 e PS-C1.

Campanha	Amostra	Réplica	Nº de animais por Réplica		Mortalidade (%)	Mortalidade Total (%)	Desvio Padrão (%)	Resultado
			Mortos	Total				
IX	Controle	1	1	20	5	10	5,00	-
		2	2	20	10			
		3	3	20	15			
	PS-Q9	1	6	20	30	28	7,64	Não Tóxico
		2	4	20	20			
		3	7	20	35			
	PS-Q10	1	12	20	60	60	25,00	Tóxico
		2	17	20	85			
		3	7	20	35			
	PS-N1	1	2	20	10	10	10,00	Não Tóxico
		2	0	20	0			
		3	4	20	20			
PS-C1	1	3	20	15	10	5,00	Não Tóxico	
	2	1	20	5				
	3	2	20	10				
X	Controle	1	1	20	5	10	5,00	-
		2	2	20	10			
		3	3	20	15			
	PS-Q9	1	2	20	10	8	2,89	Não Tóxico
		2	1	20	5			
		3	2	20	10			
	PS-Q10	1	2	20	10	7	5,77	Não Tóxico
		2	0	20	0			
		3	2	20	10			
	PS-N1	1	4	20	20	22	2,89	Não Tóxico
		2	5	20	25			
		3	4	20	20			
	PS-C1	1	6	20	30	22	10,41	Não Tóxico
		2	2	20	10			
		3	5	20	25			

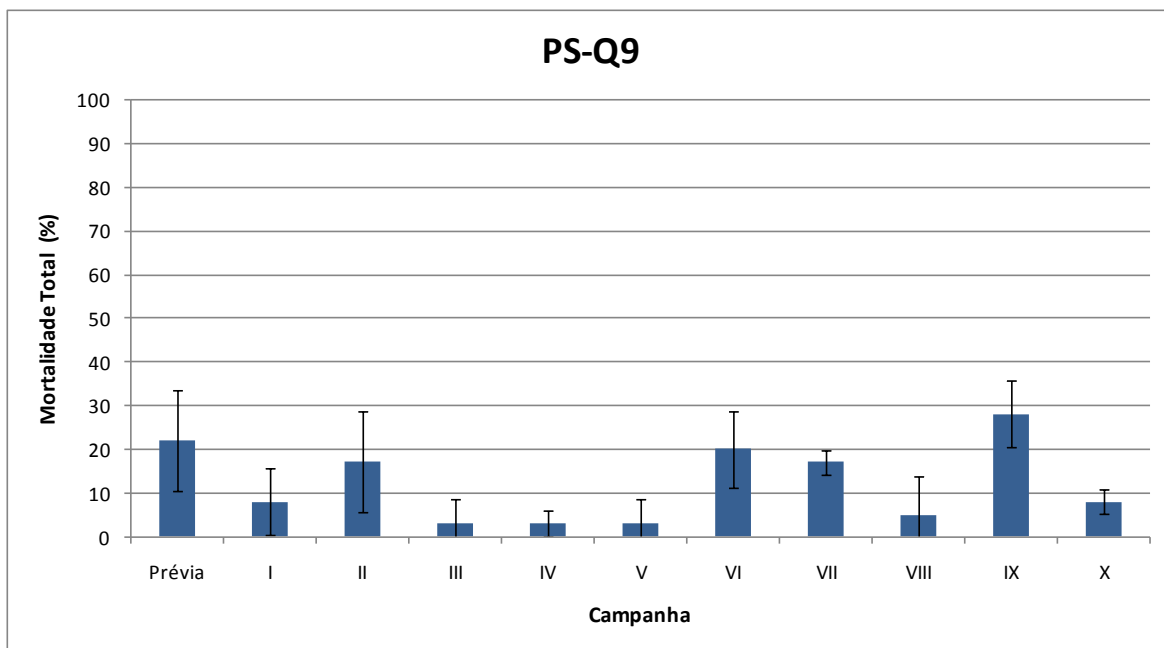


Figura 17.4.3-1. Mortalidade total (*Leptocheirus plumulosus*), com seus respectivos desvios-padrão, encontrada para a amostra PS-Q9 das campanhas cujos resultados foram liberados até o momento.

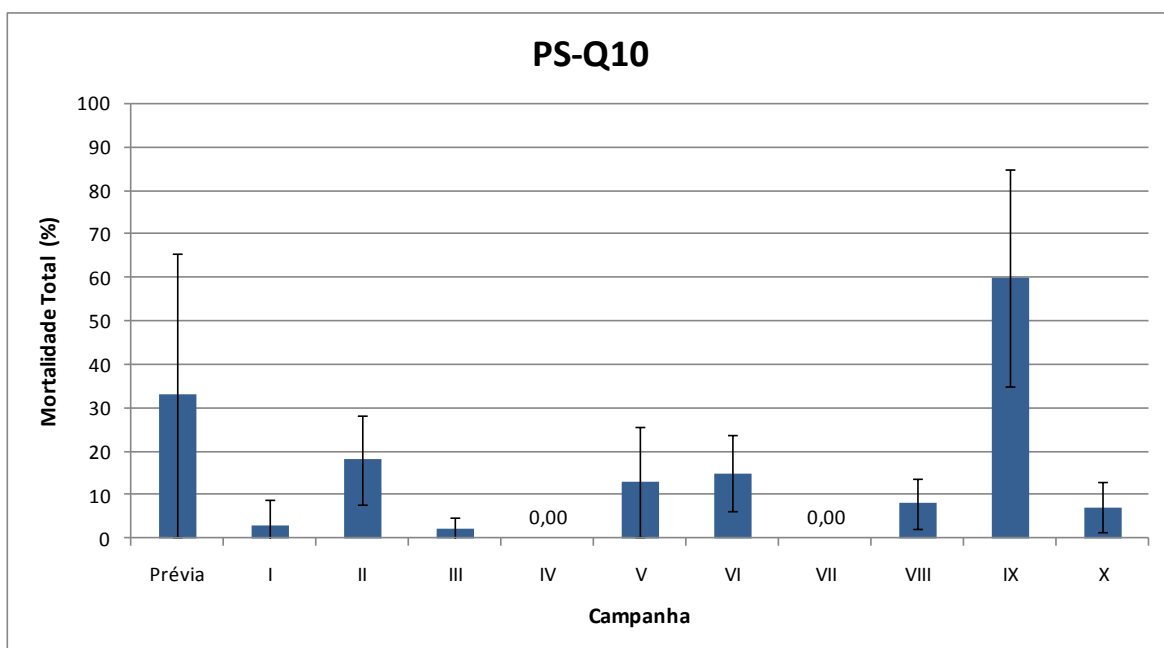


Figura 17.4.3-2. Mortalidade total (*Leptocheirus plumulosus*), com seus respectivos desvios-padrão, encontrada para a amostra PS-Q10 das campanhas cujos resultados foram liberados até o momento.

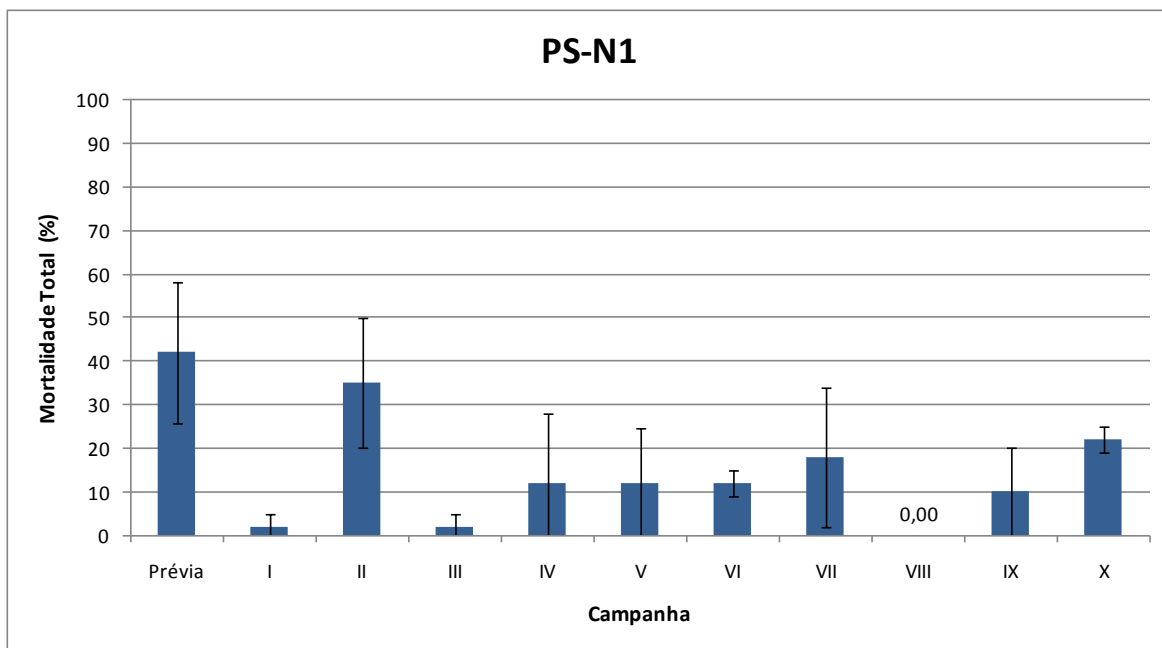


Figura 17.4.3-3. Mortalidade total (*Leptocheirus plumulosus*), com seus respectivos desvios-padrão, encontrada para a amostra PS-N1 das campanhas cujos resultados foram liberados até o momento.

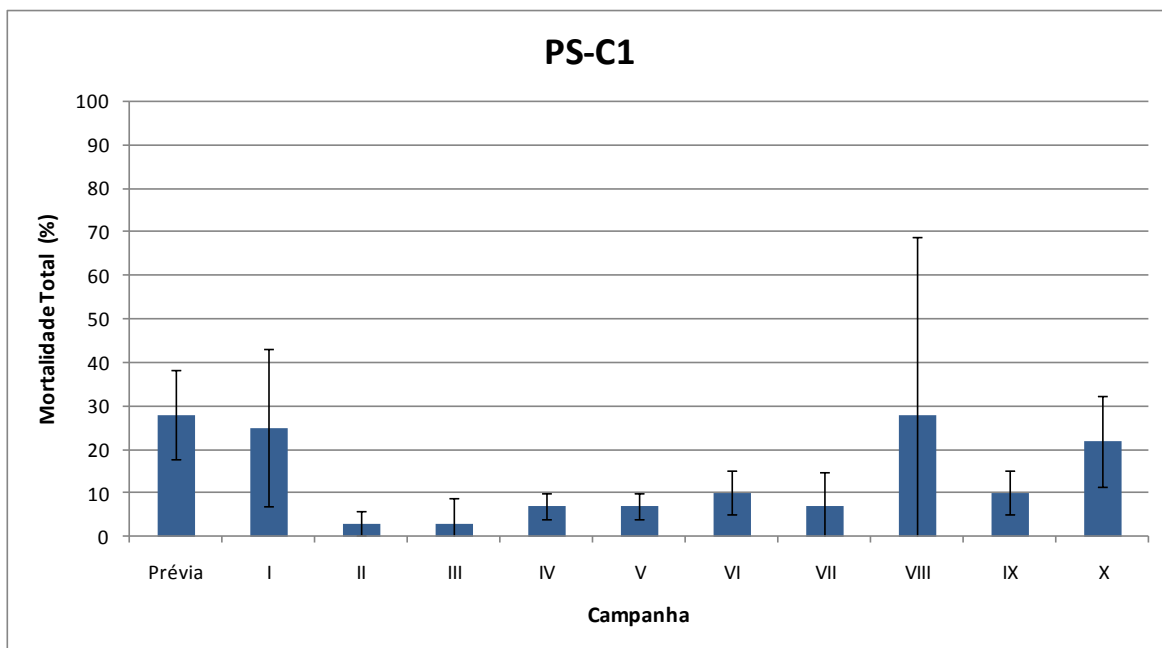


Figura 17.4.3-4. Mortalidade total (*Leptocheirus plumulosus*), com seus respectivos desvios-padrão, encontrada para a amostra PS-C1 das campanhas cujos resultados foram liberados até o momento.

- **Campanha Prévia**

De acordo com o tratamento estatístico aplicado, foi verificado que as amostras de sedimento de superfície nos pontos PS-Q9, PS-Q10, PS-N1 e PS-C1 para a Campanha Prévia não apresentaram toxicidade aguda para *Leptocheirus plumulosus*, em comparação com o controle, após 10 dias de exposição.

A sensibilidade dos indivíduos de *Leptocheirus plumulosus* utilizados no teste com sedimento foi estimada por meio do teste com substância de referência – Sulfato de Zinco ($ZnSO_4$). A concentração letal mediana (CL_{50} ; 96h) obtida foi: 0,75 mg Zn/L (I.C.: 0,56 a 1,01 mg Zn/L). A carta-controle de sensibilidade deste sistema-teste, utilizando dados acumulados de vários testes, indicou uma CL_{50} ; 96h média de 0,72 mg Zn/L, com limites de controle (média \pm 2 desvio padrão) de 0,06 a 1,38 mg Zn/L. O valor obtido está dentro da faixa definida de avaliação do sistema-teste.

Quanto à concentração de amônia não ionizada da água intersticial no início do teste, os valores obtidos foram inferiores ao limite de 0,8 mg/L aceito para esta espécie (USEPA, 2001).

- **Campanha I**

De acordo com o tratamento estatístico aplicado, foi verificado que as amostras de sedimento de superfície nos pontos PS-Q9, PS-Q10, PS-N1 e PS-C1 para a Campanha I não apresentaram toxicidade aguda para *Leptocheirus plumulosus*, em comparação com o controle, após 10 dias de exposição.

A sensibilidade dos indivíduos de *Leptocheirus plumulosus* utilizados no teste com sedimento foi estimada por meio do teste com substância de referência – Sulfato de Zinco ($ZnSO_4$). A concentração letal mediana (CL_{50} ; 96h) e respectivo intervalo de confiança obtidos foram: 0,81 mg Zn/L (I.C.: 0,57 a 1,16 mg Zn/L). A carta-controle de sensibilidade deste sistema-teste, utilizando dados acumulados de vários testes, indicou uma CL_{50} ; 96h média de 0,72 mg Zn/L, com limites de controle (média \pm 2 desvio padrão) de 0,06 a 1,38 mg Zn/L. O valor obtido está dentro da faixa definida de avaliação do sistema-teste.

Quanto à concentração de amônia não ionizada da água intersticial no início do teste, os valores obtidos foram inferiores ao limite de 0,8 mg/L aceito para esta espécie (USEPA, 2001).

- **Campanha II**

De acordo com o tratamento estatístico aplicado, foi verificado que as amostras de sedimento de superfície nos pontos PS-Q9, PS-Q10, PS-N1 e PS-C1 para a Campanha II não apresentaram toxicidade aguda para *Leptocheirus plumulosus*, em comparação com o controle, após 10 dias de exposição.

A sensibilidade dos indivíduos de *Leptocheirus plumulosus* utilizados no teste com sedimento foi estimada por meio do teste com substância de referência – Sulfato de Zinco (ZnSO₄). A concentração letal mediana (CL₅₀; 96h) e respectivo intervalo de confiança obtidos foram: 0,81 mg Zn/L (I.C.: 0,57 a 1,16 mg Zn/L). A carta-controle de sensibilidade deste sistema-teste, utilizando dados acumulados de vários testes, indicou uma CL₅₀; 96h média de 0,72 mg Zn/L, com limites de controle (média ± 2 desvio padrão) de 0,06 a 1,38 mg Zn/L. O valor obtido está dentro da faixa definida de avaliação do sistema-teste.

Quanto à concentração de amônia não ionizada da água intersticial no início do teste, os valores obtidos foram inferiores ao limite de 0,8 mg/L aceito para esta espécie (USEPA, 2001).

- **Campanha III**

De acordo com o tratamento estatístico aplicado, foi verificado que as amostras de sedimento de superfície nos pontos PS-Q9, PS-Q10, PS-N1 e PS-C1 para a Campanha III não apresentaram toxicidade aguda para *Leptocheirus plumulosus*, em comparação com o controle, após 10 dias de exposição.

A sensibilidade dos indivíduos de *Leptocheirus plumulosus* utilizados no teste com sedimento foi estimada por meio do teste com substância de referência – Sulfato de Zinco (ZnSO₄). A concentração letal mediana (CL₅₀; 96h) e respectivo intervalo de confiança obtidos foram: 0,81 mg Zn/L (I.C.: 0,57 a 1,16 mg Zn/L). A

carta-control de sensibilidade deste sistema-teste, utilizando dados acumulados de vários testes, indicou uma CL_{50} ; 96h média de 0,72 mg Zn/L, com limites de controle (média \pm 2 desvio padrão) de 0,06 a 1,38 mg Zn/L. O valor obtido está dentro da faixa definida de avaliação do sistema-teste.

Quanto à concentração de amônia não ionizada da água intersticial no início do teste, os valores obtidos foram inferiores ao limite de 0,8 mg/L aceito para esta espécie (USEPA, 2001).

- **Campanha IV**

De acordo com o tratamento estatístico aplicado, foi verificado que as amostras de sedimento de superfície nos pontos PS-Q9, PS-Q10, PS-N1 e PS-C1 para a Campanha IV não apresentaram toxicidade aguda para *Leptocheirus plumulosus*, em comparação com o controle, após 10 dias de exposição.

A sensibilidade dos indivíduos de *Leptocheirus plumulosus* utilizados no teste com sedimento foi estimada por meio do teste com substância de referência – Sulfato de Zinco ($ZnSO_4$). A concentração letal mediana (CL_{50} ; 96h) e respectivo intervalo de confiança obtidos foram: 0,81 mg Zn/L (I.C.: 0,57 a 1,16 mg Zn/L). A carta-control de sensibilidade deste sistema-teste, utilizando dados acumulados de vários testes, indicou uma CL_{50} ; 96h média de 0,72 mg Zn/L, com limites de controle (média \pm 2 desvio padrão) de 0,06 a 1,38 mg Zn/L. O valor obtido está dentro da faixa definida de avaliação do sistema-teste.

Quanto à concentração de amônia não ionizada da água intersticial no início do teste, os valores obtidos foram inferiores ao limite de 0,8 mg/L aceito para esta espécie (USEPA, 2001).

- **Campanha V**

De acordo com o tratamento estatístico aplicado, foi verificado que as amostras de sedimento de superfície nos pontos PS-Q9, PS-Q10, PS-N1 e PS-C1 para a Campanha V não apresentaram toxicidade aguda para *Leptocheirus plumulosus*, em comparação com o controle, após 10 dias de exposição.

A sensibilidade dos indivíduos de *Leptocheirus plumulosus* utilizados no teste com sedimento foi estimada por meio do teste com substância de referência – Sulfato de Zinco ($ZnSO_4$). A concentração letal mediana (CL_{50} ; 96h) e respectivos intervalos de confiança obtidos para as amostras PS-Q9, PS-Q10 e PS-N1 foram: 1,29 mg Zn/L (I.C.: 1,09 a 1,54 mg Zn/L) e para a amostra PS-C1 foram: 1,31 mg Zn/L (I.C.: 1,14 a 1,51 mg Zn/L). A carta-controle de sensibilidade deste sistema-teste, utilizando dados acumulados de vários testes, indicou uma CL_{50} ; 96h média de 0,72 mg Zn/L, com limites de controle (média \pm 2 desvio padrão) de 0,06 a 1,38 mg Zn/L. O valor obtido está dentro da faixa definida de avaliação do sistema-teste.

Quanto à concentração de amônia não ionizada da água intersticial no início do teste, os valores obtidos foram inferiores ao limite de 0,8 mg/L aceito para esta espécie (USEPA, 2001).

- **Campanha VI**

De acordo com o tratamento estatístico aplicado, foi verificado que as amostras de sedimento de superfície nos pontos PS-Q9, PS-Q10, PS-N1 e PS-C1 para a Campanha VI não apresentaram toxicidade aguda para *Leptocheirus plumulosus*, em comparação com o controle, após 10 dias de exposição.

A sensibilidade dos indivíduos de *Leptocheirus plumulosus* utilizados no teste com sedimento foi estimada por meio do teste com substância de referência – Sulfato de Zinco ($ZnSO_4$). A concentração letal mediana (CL_{50} ; 96h) e respectivo intervalo de confiança obtidos foram: 0,65 mg Zn/L (I.C.: 0,51 a 0,83 mg Zn/L). A carta-controle de sensibilidade deste sistema-teste, utilizando dados acumulados de vários testes, indicou uma CL_{50} ; 96h média de 0,72 mg Zn/L, com limites de controle (média \pm 2 desvio padrão) de 0,51 a 0,83 mg Zn/L. O valor obtido está dentro da faixa definida de avaliação do sistema-teste.

Quanto à concentração de amônia não ionizada da água intersticial no início do teste, os valores obtidos foram inferiores ao limite de 0,8 mg/L aceito para esta espécie (USEPA, 2001).

- **Campanha VII**

De acordo com o tratamento estatístico aplicado, foi verificado que as amostras de sedimento de superfície nos pontos PS-Q9, PS-Q10, PS-N1 e PS-C1 para a Campanha VII não apresentaram toxicidade aguda para *Leptocheirus plumulosus*, em comparação com o controle, após 10 dias de exposição.

A sensibilidade dos indivíduos de *Leptocheirus plumulosus* utilizados no teste com sedimento foi estimada por meio do teste com substância de referência – Sulfato de Zinco ($ZnSO_4$). A concentração letal mediana (CL_{50} ; 96h) e respectivo intervalo de confiança obtidos para foram: 0,65 mg Zn/L (I.C.: 0,51 a 0,83 mg Zn/L). A carta-controle de sensibilidade deste sistema-teste, utilizando dados acumulados de vários testes, indicou uma CL_{50} ; 96h média de 0,72 mg Zn/L, com limites de controle (média \pm 2 desvio padrão) de 0,51 a 0,83 mg Zn/L. O valor obtido está dentro da faixa definida de avaliação do sistema-teste.

Quanto à concentração de amônia não ionizada da água intersticial no início do teste, os valores obtidos foram inferiores ao limite de 0,8 mg/L aceito para esta espécie (USEPA, 2001).

- **Campanha VIII**

De acordo com o tratamento estatístico aplicado, foi verificado que as amostras de sedimento de superfície nos pontos PS-Q9, PS-Q10, PS-N1 e PS-C1 para a Campanha VIII não apresentaram toxicidade aguda para *Leptocheirus plumulosus*, em comparação com o controle, após 10 dias de exposição.

A sensibilidade dos indivíduos de *Leptocheirus plumulosus* utilizados no teste com sedimento foi estimada por meio do teste com substância de referência – Sulfato de Zinco ($ZnSO_4$). A concentração letal mediana (CL_{50} ; 96h) e respectivo intervalo de confiança obtidos para foram: 0,83 mg Zn/L (I.C.: 0,70 a 0,98 mg Zn/L). A carta-controle de sensibilidade deste sistema-teste, utilizando dados acumulados de vários testes, indicou uma CL_{50} ; 96h média de 0,72 mg Zn/L, com limites de controle (média \pm 2 desvio padrão) de 0,06 a 1,38 mg Zn/L. O valor obtido está dentro da faixa definida de avaliação do sistema-teste.

Quanto à concentração de amônia não ionizada da água intersticial no início do teste, os valores obtidos foram inferiores ao limite de 0,8 mg/L aceito para esta espécie (USEPA, 2001).

- **Campanha IX**

De acordo com o tratamento estatístico aplicado, foi verificado que a amostra PS-Q10 apresentou toxicidade para *Leptocheirus plumulosus*, em comparação com o controle, após 10 dias de exposição. As demais amostras (PS-Q9, PS-N1 e PS-C1) não apresentaram toxicidade aguda para o mesmo organismo.

A sensibilidade dos indivíduos de *Leptocheirus plumulosus* utilizados no teste com sedimento foi estimada por meio do teste com substância de referência – Sulfato de Zinco ($ZnSO_4$). A concentração letal mediana (CL_{50} ; 96h) e respectivo intervalo de confiança obtidos para foram: 0,83 mg Zn/L (I.C.: 0,70 a 0,98 mg Zn/L). A carta-controle de sensibilidade deste sistema-teste, utilizando dados acumulados de vários testes, indicou uma CL_{50} ; 96h média de 0,72 mg Zn/L, com limites de controle (média \pm 2 desvio padrão) de 0,06 a 1,38 mg Zn/L. O valor obtido está dentro da faixa definida de avaliação do sistema-teste.

Quanto à concentração de amônia não ionizada da água intersticial no início do teste, o valor da amostra PS-Q9 esteve acima do limite de 0,8 mg/L que, isoladamente, pode causar efeito tóxico para *Leptocheirus plumulosus* (USEPA, 2001), entretanto tal interferente é menos sensível para este tipo de análise com o organismos em questão, não sendo registrado efeito ecotoxicológico para esta amostra.

- **Campanha X**

De acordo com o tratamento estatístico aplicado, foi verificado que as amostras de sedimento de superfície nos pontos PS-Q9, PS-Q10, PS-N1 e PS-C1 para a Campanha X não apresentaram toxicidade aguda para *Leptocheirus plumulosus*, em comparação com o controle, após 10 dias de exposição.

A sensibilidade dos indivíduos de *Leptocheirus plumulosus* utilizados no teste com sedimento foi estimada por meio do teste com substância de referência – Sulfato de Zinco ($ZnSO_4$). A concentração letal mediana (CL_{50} ; 96h) e respectivo intervalo de confiança obtidos para foram: 0,83 mg Zn/L (I.C.: 0,70 a 0,98 mg Zn/L). A carta-controle de sensibilidade deste sistema-teste, utilizando dados acumulados de vários testes, indicou uma CL_{50} ; 96h média de 0,72 mg Zn/L, com limites de controle (média \pm 2 desvio padrão) de 0,06 a 1,38 mg Zn/L. O valor obtido está dentro da faixa definida de avaliação do sistema-teste.

Quanto à concentração de amônia não ionizada da água intersticial no início do teste, os valores obtidos foram inferiores ao limite de 0,8 mg/L aceito para esta espécie (USEPA, 2001).

17.4.4. Variação Espacial

Nas Figuras 17.4.4-1, 17.4.4-2, 17.4.4-3, 17.4.4-4, 17.4.4-5, 17.4.4-6, 17.4.4-7, 17.4.4-8, 17.4.4-9, 17.4.4-10 e 17.4.4-11 são apresentadas as variações espaciais das concentrações de mercúrio e dos ensaios ecotoxicológicos no elutriato e no sedimento total encontradas nos pontos de coleta durante as Campanhas Prévia, I, II, III, IV, V, VI, VII, VIII, IX e X, respectivamente. Nas figuras 17.4.4-12, 17.4.4-13, 17.4.4-14, 17.4.4-15 e 17.4.4-16 são apresentadas as variações espaciais das concentrações de mercúrio e dos ensaios ecotoxicológicos no elutriato encontradas nos pontos de coleta durante as Campanhas XI, XII, XIII, XIV e XV, respectivamente. E na figura 17.4.4-17 são apresentadas as variações espaciais das concentrações de mercúrio encontradas nos pontos de coleta durante a Campanha XVI.

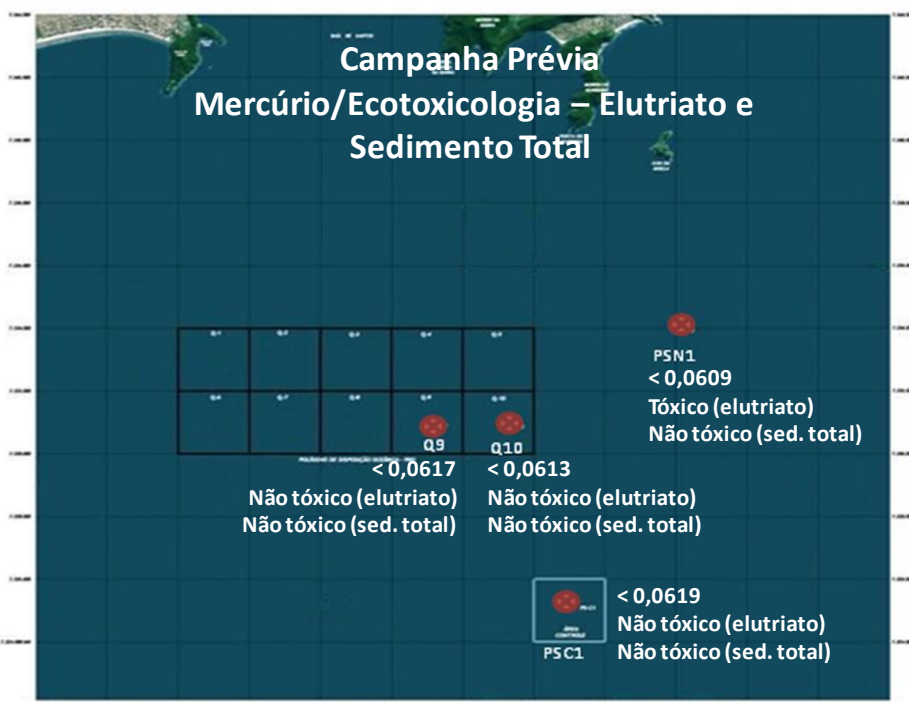


Figura 17.4.4-1. Variação espacial das concentrações de mercúrio e ensaios ecotoxicológicos no elutriato e no sedimento total, coletadas nos pontos PS-Q9, PS- Q10, PS-N1 e PS-C1, durante a Campanha Prévia, realizada no dia 3 de fevereiro de 2011.

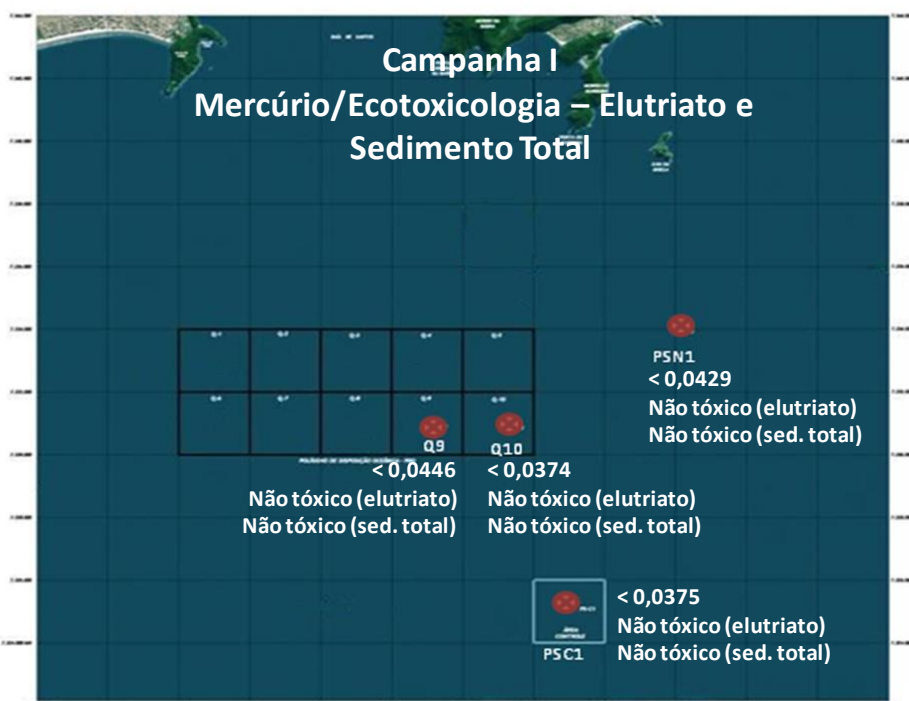


Figura 17.4.4-2. Variação espacial das concentrações de mercúrio e ensaios ecotoxicológicos no elutriato e no sedimento total, coletadas nos pontos PS-Q9, PS- Q10, PS-N1 e PS-C1, durante a Campanha I, realizada no dia 24 de março de 2011.

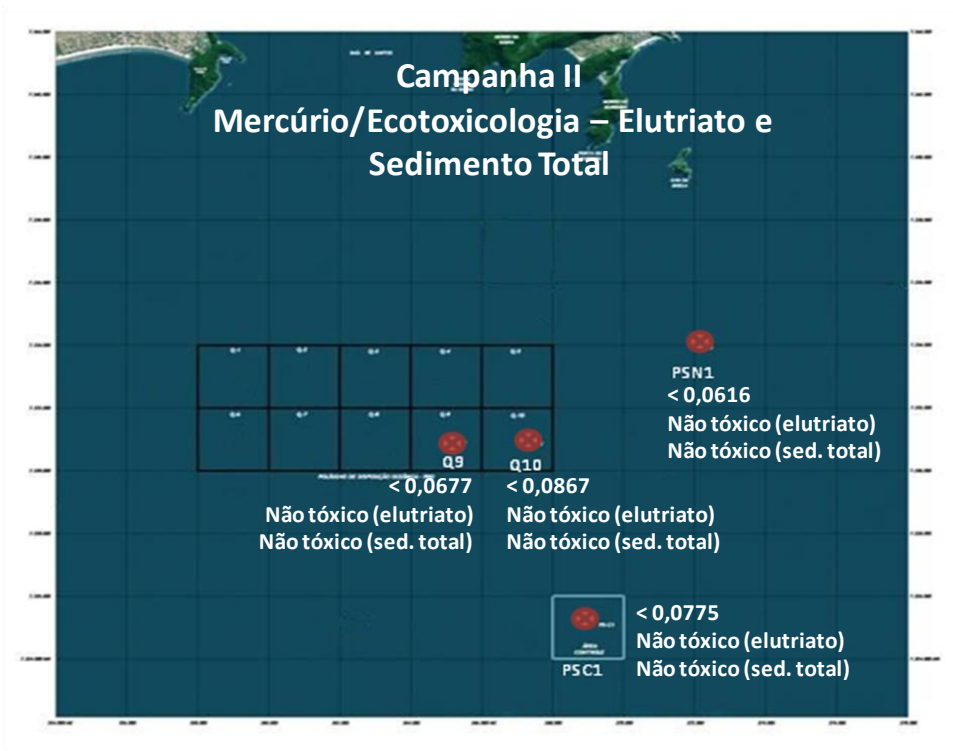


Figura 17.4.4-3. Variação espacial das concentrações de mercúrio e ensaios ecotoxicológicos no elutriato e no sedimento total, coletadas nos pontos PS-Q9, PS- Q10, PS-N1 e PS-C1, durante a Campanha II, realizada no dia 1º de abril de 2011.

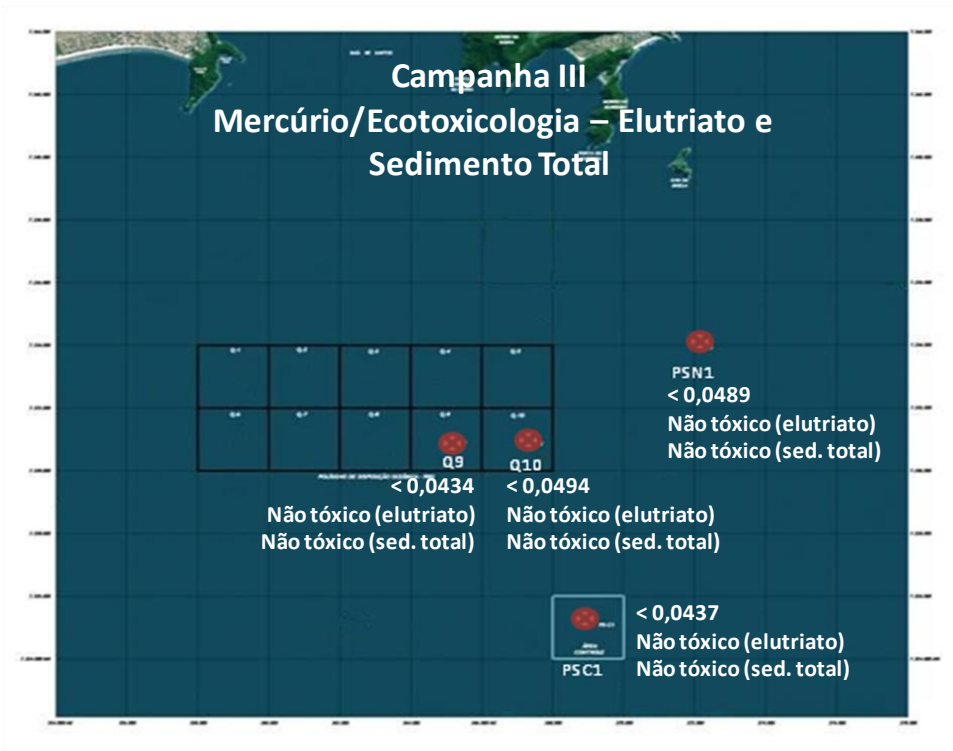


Figura 17.4.4-4. Variação espacial das concentrações de mercúrio e ensaios ecotoxicológicos no elutriato e no sedimento total, coletadas nos pontos PS-Q9, PS- Q10, PS-N1 e PS-C1, durante a Campanha III, realizada no dia 7 de abril de 2011.

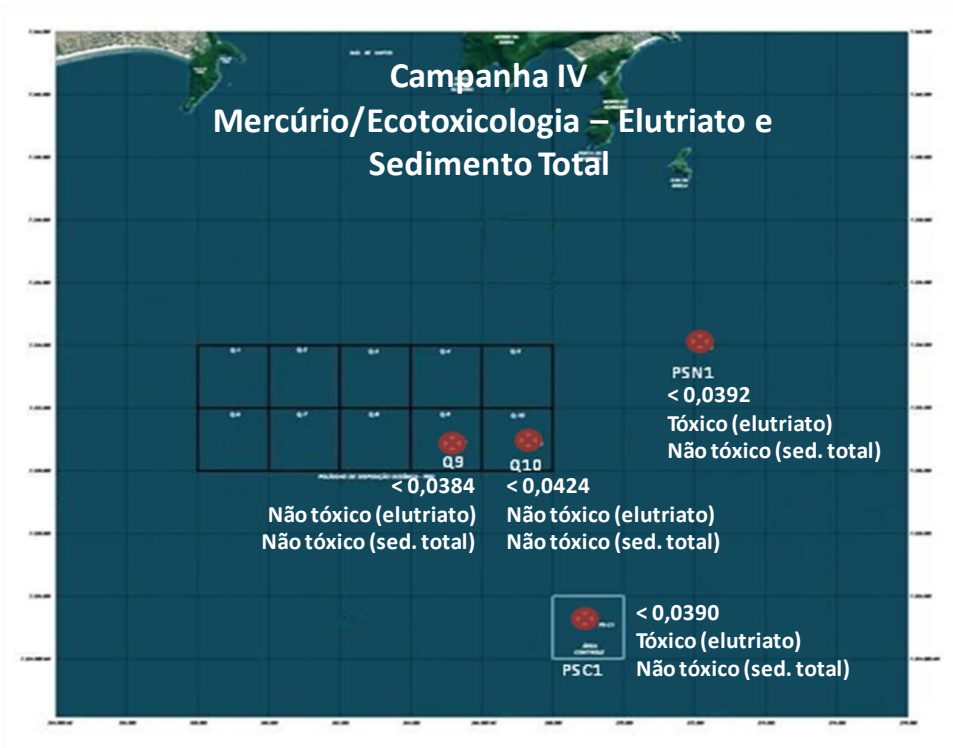


Figura 17.4.4-5. Variação espacial das concentrações de mercúrio e ensaios ecotoxicológicos no elutriato e no sedimento total, coletadas nos pontos PS-Q9, PS- Q10, PS-N1 e PS-C1, durante a Campanha IV, realizada no dia 12 de abril de 2011.

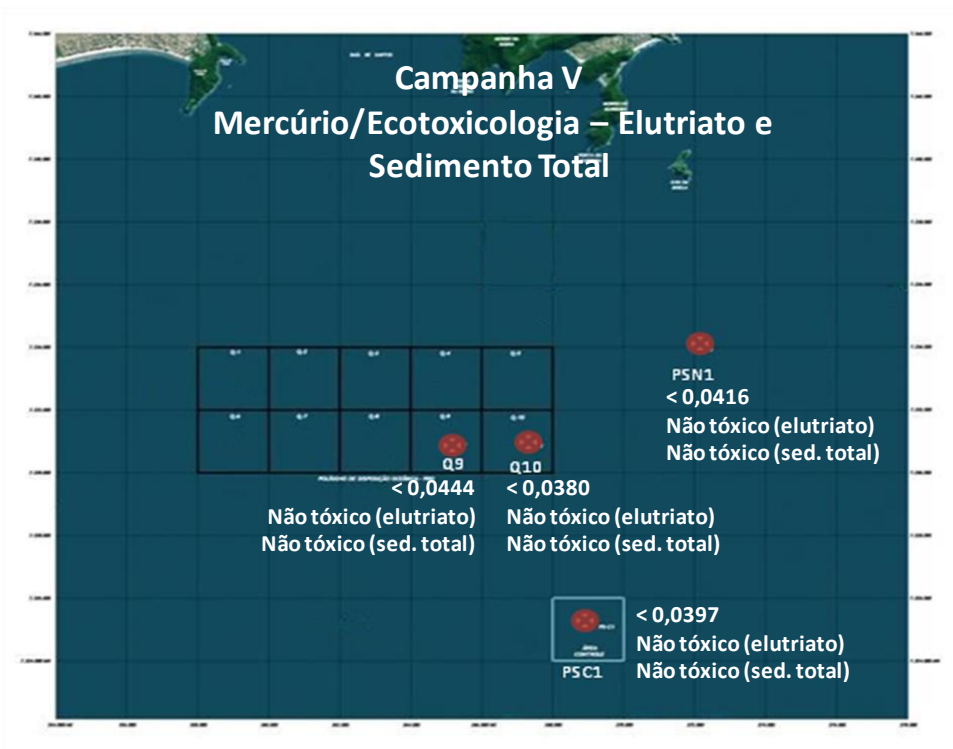


Figura 17.4.4-6. Variação espacial das concentrações de mercúrio e ensaios ecotoxicológicos no elutriato e no sedimento total, coletadas nos pontos PS-Q9, PS- Q10, PS-N1 e PS-C1, durante a Campanha V, realizada no dia 18 de abril de 2011.

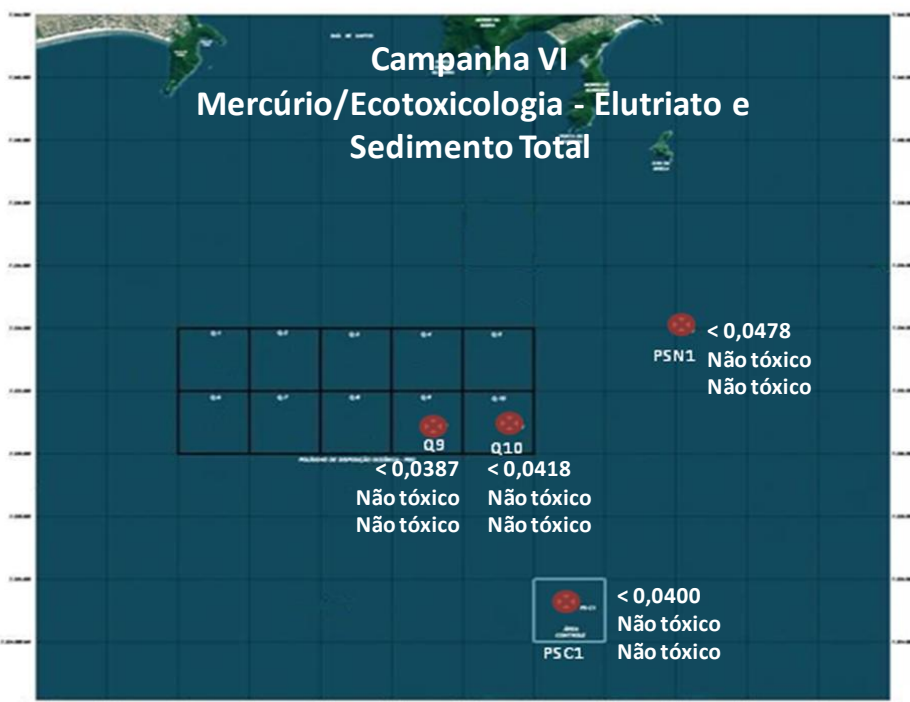


Figura 17.4.4-7. Variação espacial das concentrações de mercúrio e ensaios ecotoxicológicos no elutriato e no sedimento total, coletadas nos pontos PS-Q9, PS- Q10, PS-N1 e PS-C1, durante a Campanha VI, realizada no dia 28 de abril de 2011.

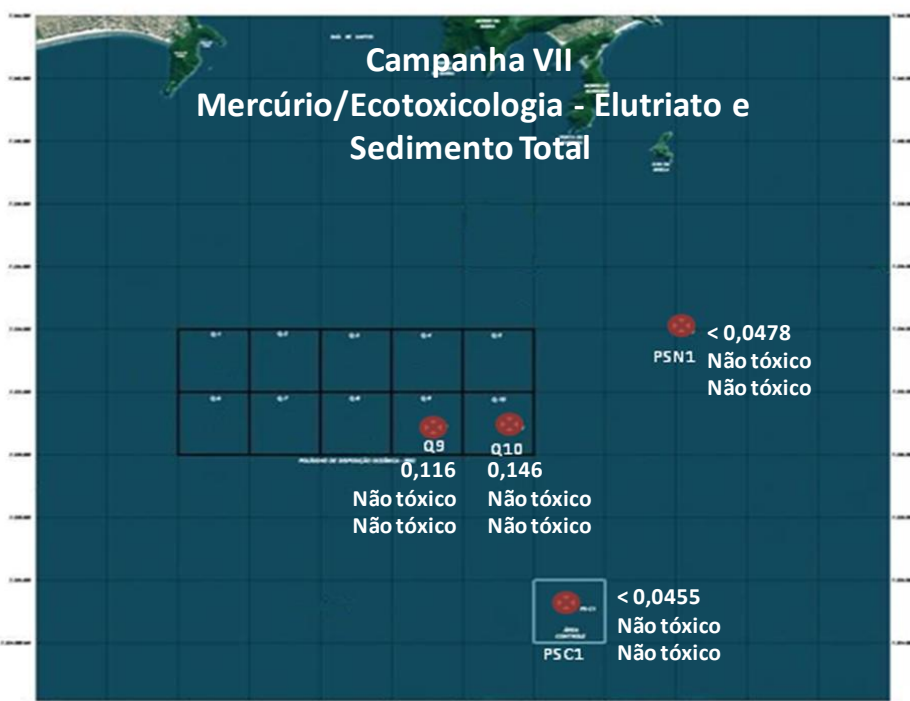


Figura 17.4.4-8. Variação espacial das concentrações de mercúrio e ensaios ecotoxicológicos no elutriato e no sedimento total, coletadas nos pontos PS-Q9, PS- Q10, PS-N1 e PS-C1, durante a Campanha VII, realizada no dia 05 de maio de 2011.

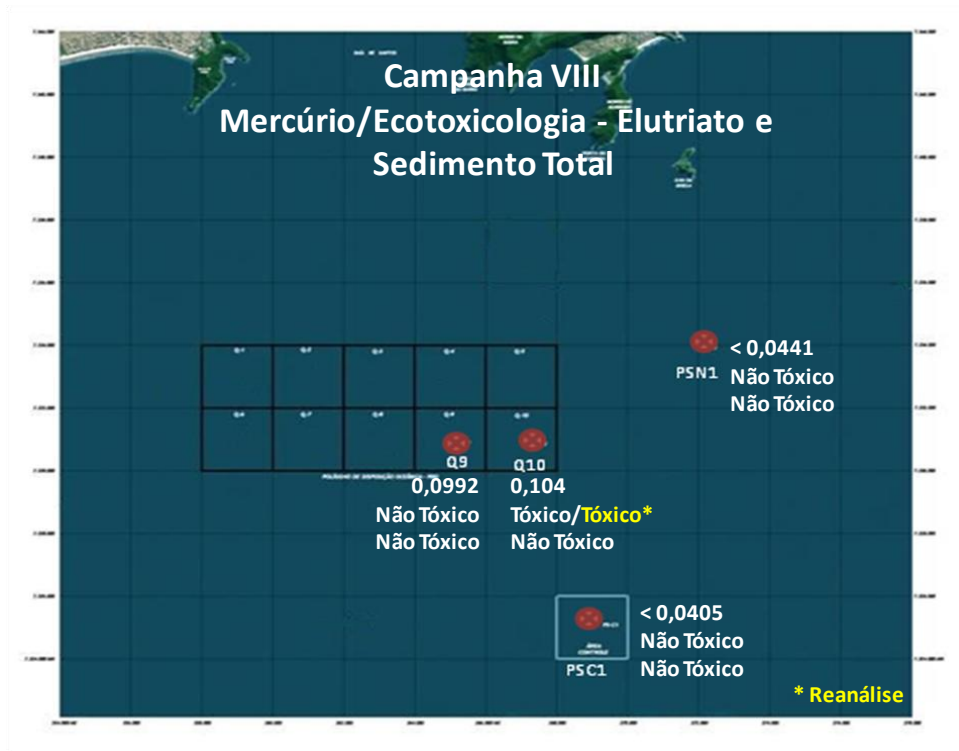


Figura 17.4.4-9. Variação espacial das concentrações de mercúrio e ensaios ecotoxicológicos no elutriato e no sedimento total, coletadas nos pontos PS-Q9, PS- Q10, PS-N1 e PS-C1, durante a Campanha VIII, realizada no dia 09 de maio de 2011.

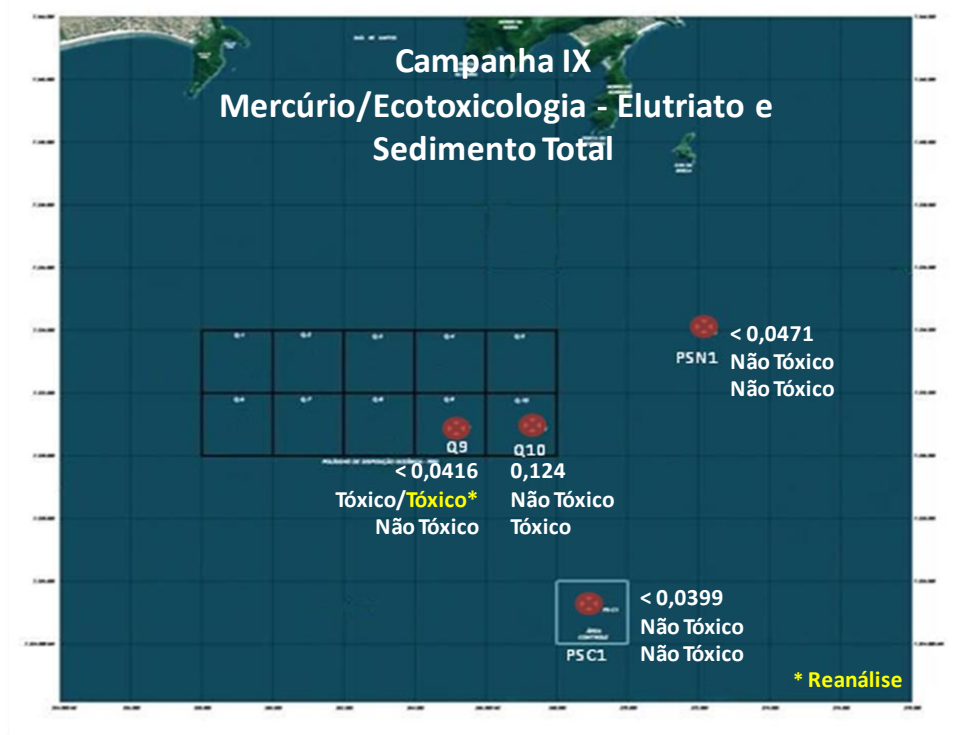


Figura 17.4.4-10. Variação espacial das concentrações de mercúrio e ensaios ecotoxicológicos no elutriato e no sedimento total, coletadas nos pontos PS-Q9, PS- Q10, PS-N1 e PS-C1, durante a Campanha IX, realizada no dia 19 de maio de 2011.

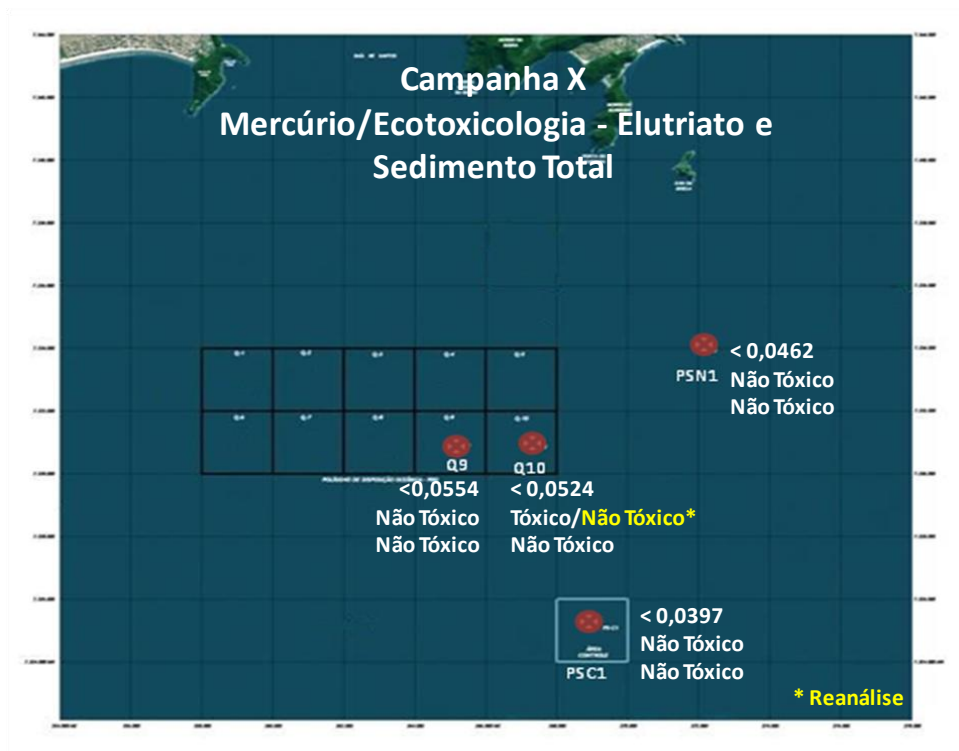


Figura 17.4.4-11. Variação espacial das concentrações de mercúrio e ensaios ecotoxicológicos no elutriato e no sedimento total, coletadas nos pontos PS-Q9, PS- Q10, PS-N1 e PS-C1, durante a Campanha X, realizada no dia 24 de maio de 2011.

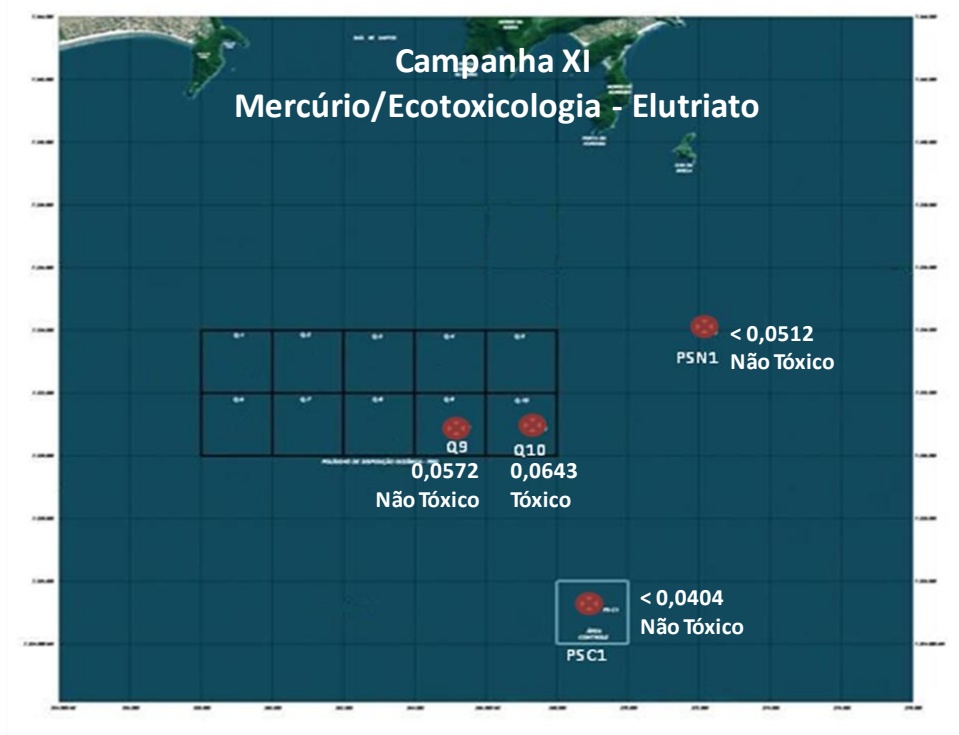


Figura 17.4.4-12. Variação espacial das concentrações de mercúrio e ensaios ecotoxicológicos no elutriato, coletadas nos pontos PS-Q9, PS- Q10, PS-N1 e PS-C1, durante a Campanha XI, realizada no dia 03 de junho de 2011.

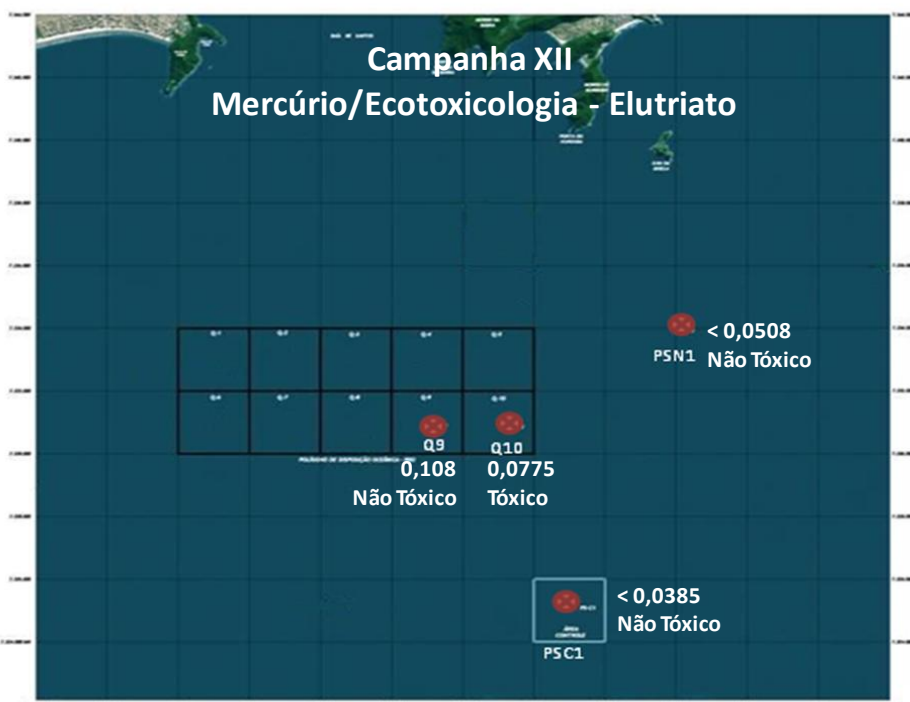


Figura 17.4.4-13. Variação espacial das concentrações de mercúrio e ensaios ecotoxicológicos no elutriato, coletadas nos pontos PS-Q9, PS- Q10, PS-N1 e PS-C1, durante a Campanha XII, realizada no dia 10 de junho de 2011.

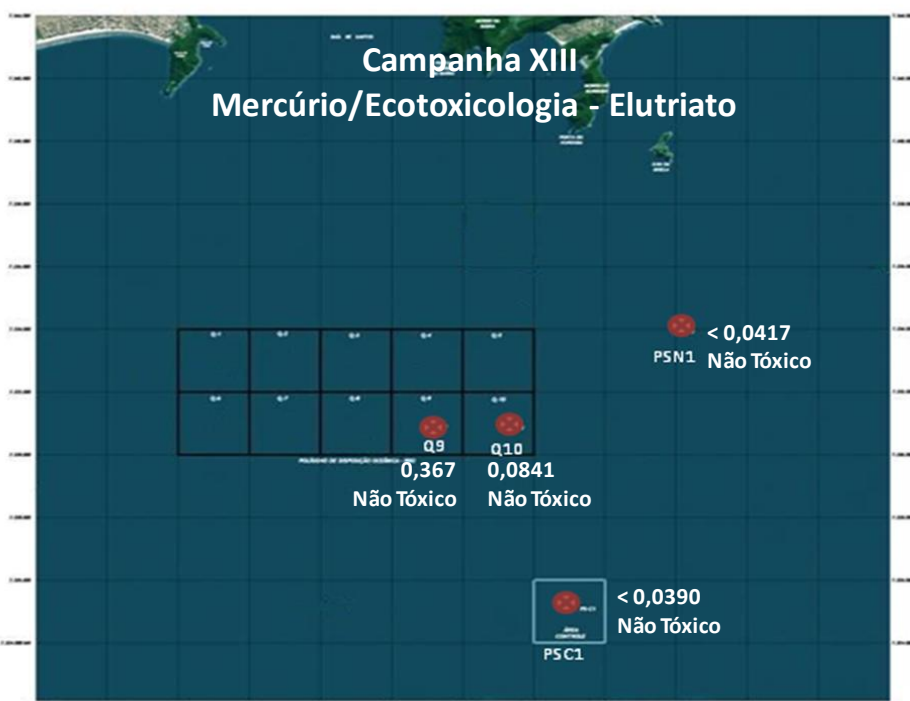


Figura 17.4.4-14. Variação espacial das concentrações de mercúrio e ensaios ecotoxicológicos no elutriato, coletadas nos pontos PS-Q9, PS- Q10, PS-N1 e PS-C1, durante a Campanha XIII, realizada no dia 17 de junho de 2011.

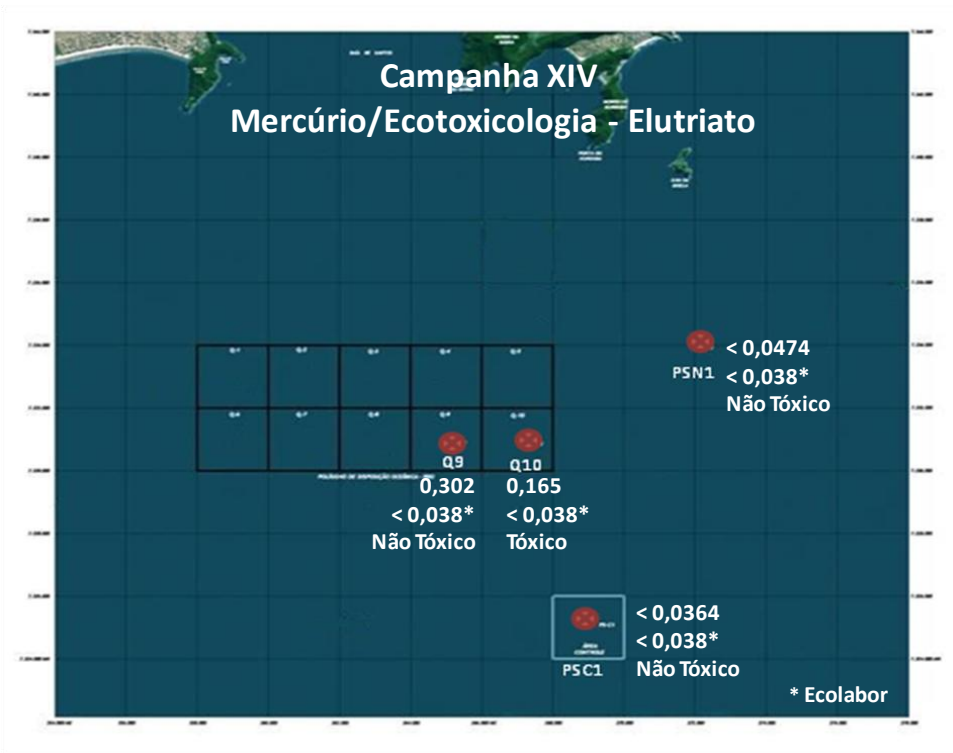


Figura 17.4.4-15. Variação espacial das concentrações de mercúrio e ensaios ecotoxicológicos no elutriato, coletadas nos pontos PS-Q9, PS- Q10, PS-N1 e PS-C1, durante a Campanha XIV, realizada no dia 24 de junho de 2011.

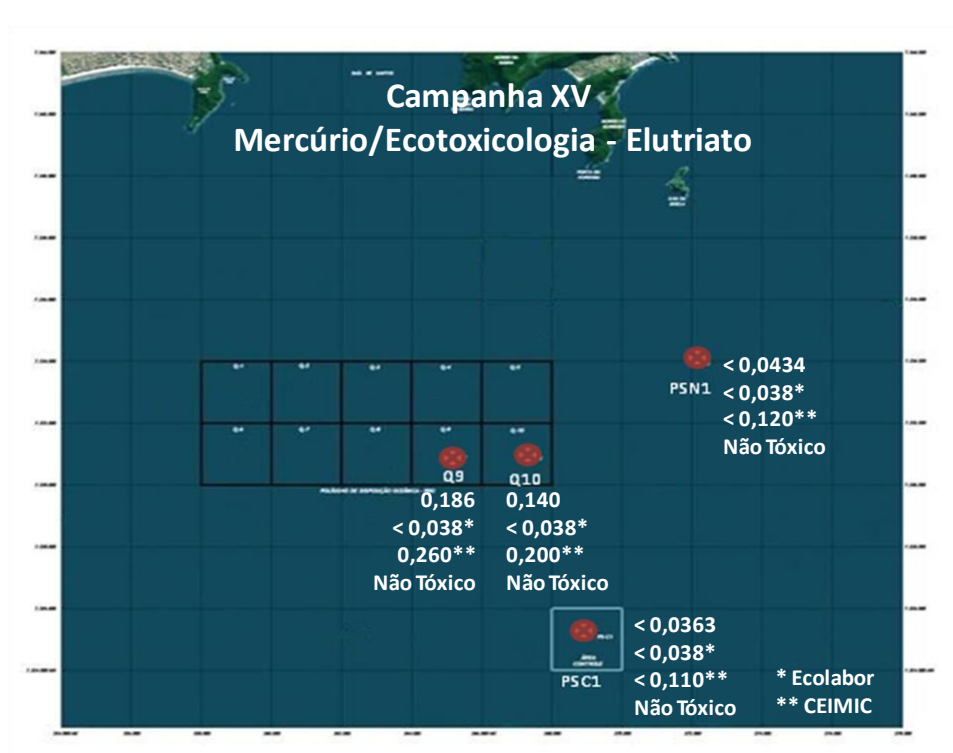


Figura 17.4.4-16. Variação espacial das concentrações de mercúrio e ensaios ecotoxicológicos no elutriato, coletadas nos pontos PS-Q9, PS- Q10, PS-N1 e PS-C1, durante a Campanha XV, realizada no dia 30 de junho de 2011.

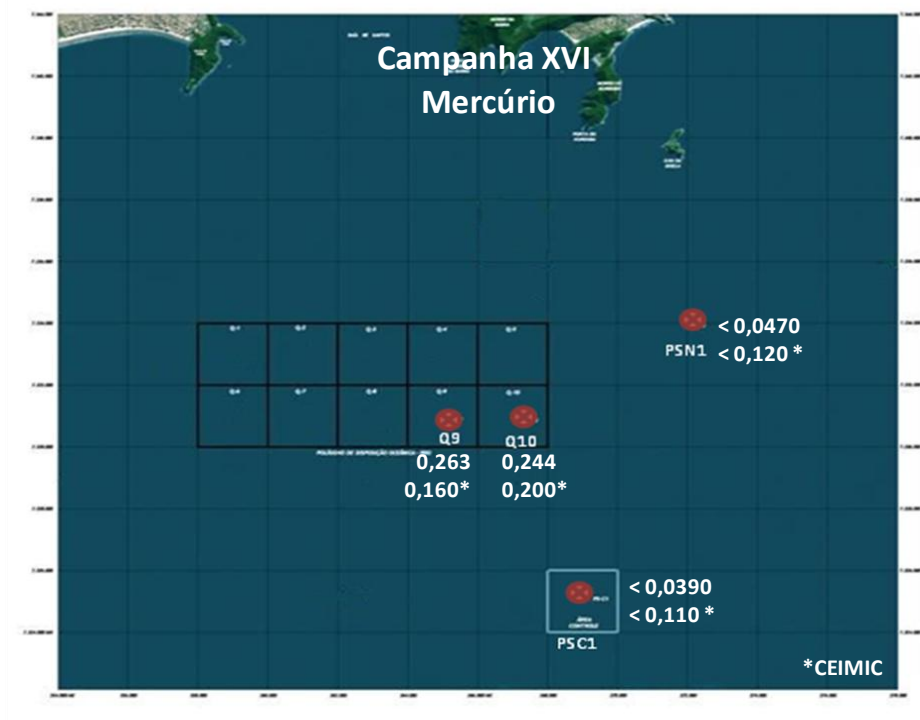


Figura 17.4.4-17. Variação espacial das concentrações de mercúrio, coletadas nos pontos PS-Q9, PS-Q10, PS-N1 e PS-C1, durante a Campanha XVI, realizada no dia 08 de julho de 2011.

17.5. Considerações Finais

As atividades realizadas neste período contemplam as Campanhas Prévia, I, II, III, IV, V, VI, VII, VIII, IX, X, XI, XII, XIII, XIV, XV, XVI e XVII do monitoramento intensivo do setor de uso restrito (quadrículas Q-9 e Q-10) do PDO, além do ponto a nordeste da área do PDO (PS-N1) e da área a ser controlada (PS-C1).

Nas Campanhas Prévia, I, II, III, IV, V, VI, VII, VIII, IX, X, XI e XII as concentrações de mercúrio apresentaram valores abaixo do limite de quantificação do método na maioria das amostras, com exceção dos pontos PS-Q9, das Campanhas VII, VIII, XI e XII, e PS-Q10, das Campanhas VII, VIII, IX, XI e XII. Entretanto, os valores encontrados apresentaram concentrações abaixo do nível 1 estabelecido pela Resolução Conama 344/04 (Brasil, 2004).

Na Campanha XIII a amostra PS-Q9 apresentou concentração de mercúrio acima do nível 1, enquanto na amostra PS-Q10 o mercúrio foi quantificado, porém abaixo do nível 1. Nas amostras PS-N1 e PS-C1 o mercúrio apresentou concentrações abaixo do limite de quantificação do método.

Na Campanha XIV o mercúrio foi analisado por dois laboratórios (Analytical Technology e Ecolabor). As amostras PS-Q9 e PS-Q10 apresentaram concentração de mercúrio acima do nível 1, segundo resultado do laboratório Analytical Technology, entretanto segundo os resultados do laboratório Ecolabor o mercúrio apresentou concentrações abaixo do limite de quantificação do método. Nas amostras PS-N1 e PS-C1 o mercúrio apresentou concentrações abaixo do limite de quantificação do método em ambos os laboratórios.

Na Campanha XV o mercúrio foi analisado por três laboratórios (Analytical Technology, Ecolabor e CEIMIC). Segundo o laboratório Analytical Technology a amostra PS-Q9 apresentou concentração de mercúrio acima do nível 1 e na amostra PS-Q10 o mercúrio foi quantificado, porém abaixo do nível 1. Segundo os resultados do laboratório Ecolabor todas as amostras dessa campanha apresentaram concentrações de mercúrio abaixo do limite de quantificação do método. E por fim, segundo o laboratório CEIMIC as amostras PS-Q9 e PS-Q10 apresentaram concentrações de mercúrio acima do nível 1. Nas amostras PS-N1 e PS-C1 o mercúrio apresentou concentrações abaixo do limite de quantificação do método nos três os laboratórios

Na Campanha XVI o mercúrio foi analisado por dois laboratórios (Analytical Technology e CEIMIC). Em ambos os laboratórios, as amostras PS-Q9 e PS-Q10 apresentaram concentração de mercúrio acima do nível 1 e as amostras PS-N1 e PS-C1 apresentaram concentrações abaixo do limite de quantificação do método.

Os resultados das análises ecotoxicológicas no elutriato apresentaram toxicidade para *Lytechinus variegatus* no ponto PS-N1 da Campanha Prévia e nos pontos PS-N1 e PS-C1 da Campanha IV. As considerações apresentadas no 4º Relatório do Monitoramento Ambiental Intensificado para a Dragagem do Trecho 4 do Canal do Porto de Santos buscaram trazer entendimento aos fatos. Além disto, os resultados das análises ecotoxicológicas no sedimento total, para estas campanhas (Campanha Prévia e Campanha IV), não apresentaram toxicidade aguda para *Leptocheirus plumulosus*.

Além das amostras PS-N1 da Campanha Prévia e PS-N1 e PS-C1 da Campanha IV, foi observado efeito tóxico para *Lytechinus variegatus*, nos pontos PS-Q9 da Campanha IX e PS-Q10 das Campanhas VIII, X, XI, XII e XIV. Tal

efeito tóxico esteve relacionado com as altas concentrações de amônia não ionizada encontradas nessas amostras.

Os resultados das análises ecotoxicológicas no sedimento total apresentaram toxicidade apenas em uma amostra (PS-Q10) da Campanha IX. As demais Campanhas (Prévia, I, II, III, IV, V, VI VII, VIII e X) não apresentaram toxicidade crônica para *Leptocheirus plumulosus*.

As amostras de sedimento coletadas para os ensaios ecotoxicológicos no elutriato da Campanha XVI e para os ensaios ecotoxicológicos no sedimento total das Campanhas XI, XII, XIII, XIV, XV e XVI foram enviadas para os laboratórios responsáveis e os resultados serão apresentados em relatórios futuros.

Até o momento foram apresentados os resultados de mercúrio de 84 amostras, considerando 17 campanhas (Campanha Prévia até a Campanha XVI), inclusive as análises de réplicas/tréplica em diferentes laboratórios. Desse total, 10 amostras (11,90%), registraram concentração de mercúrio acima do nível 1, estabelecido pela Resolução Conama 344/04 (Brasil, 2004).

Do total de 111 amostras, considerando os resultados dos ensaios ecotoxicológicos no elutriato de 16 campanhas (Campanha Prévia até a Campanha XV), mais as 3 reanálises realizadas nas amostras PS-Q9 (Campanha IX) e PS-Q10 (Campanhas VIII e X) e no sedimento total de 11 campanhas (Campanha Prévia até a Campanha X), 12 amostras apresentaram toxicidade, ou seja, 10,81%. Entretanto, vale ressaltar que o efeito tóxico de ambas as análises (no elutriato e sedimento total) não foi observado em uma mesma amostra, não se mostra correlacionada aos valores de mercúrio e estavam influenciadas por interferentes (amônia).

Para as amostras, cujas concentrações de mercúrio apresentaram valores acima de nível 1, foram liberados pelo laboratório responsável os resultados dos ensaios ecotoxicológicos em elutriato das Campanhas XIII, XIV e XV. Nas Campanhas XIII e XV não foram registrados efeito ecotoxicológico em nenhuma amostra. Na Campanha XIV somente a amostra PS-Q10 apresentou efeito ecotoxicológico em elutriato, entretanto o valor de amônia não ionizada ficou acima do limite para a espécie *Lytechinus variegatus*, que isoladamente pode

causar efeito tóxico. Como visto em outras campanhas (VIII, X, XI, XII e XIV) a amônia não ionizada parecer ser a responsável pelo efeito ecotoxicológico observado. Outro fato que corrobora com essa suposição é que nessa mesma campanha (Campanha XIV) a amostra PS-Q9 apresentou concentração de mercúrio maior que na amostra PS-Q10, entretanto não foi observado efeito ecotoxicológico no elutriato.

Dessa forma, os resultados acima corroboram o que vários autores tem reportado em trabalhos científicos, onde mostram baixa correlação entre concentração de mercúrio e resultados de ensaios ecotoxicológicos em amostra de sedimentos estuarinos e marinhos, principalmente na faixa de concentração dos níveis 1 e 2 da Resolução CONAMA 344/04. MacDonald *et al* (1996) já citava a baixa confiabilidade dos índices TEL - “Threshold Effect Concentration” (nível limiar de efeitos) e PEL - “Probable Effect Level” (nível provável de efeitos) para alguns metais, incluindo o mercúrio, no que se refere a previsão de efeitos ecotoxicológicos.

Em uma avaliação ecotoxicológica com sedimentos contaminados com mercúrio em região estuarina da Louisiana, Sferra *et al* (1999) sugere que quando observado efeito ecotoxicológico, esse não foi atribuído ao mercúrio. O trabalho avaliou diluições seriadas do sedimento, não indicando efeitos ecotoxicológicos em amostras com até 2,8 mg/Kg de mercúrio. Mesmo acima deste valor, o efeito foi mínimo, com sobrevivências entre 70% a 80% em relação ao controle. O trabalho cita que o limiar de efeito para anfípodes (*Leptocheirus plumulosus*) está acima de 4,1 mg/Kg de mercúrio pelas amostras avaliadas. O mesmo autor informa que as diretrizes de qualidade de sedimentos indicam uma faixa que varia, para mercúrio, de 0,13 mg/kg (MacDonald, 1994) a 2 mg/kg (Jaagumagi 1993). Estas referências são baseadas em compilações de dados associando concentrações de mercúrio com medidas de toxicidade e que seu sucesso em predizer toxicidade de sedimentos não é elevado.

Os dados utilizados por MacDonald (1994) para gerar as referências de concentração e efeitos ecotoxicológicos em sedimentos, inclui estudos em que as concentrações de mercúrio foi da ordem de 254 mg/kg em sedimento sem gerar efeitos (Salazar *et al.* 1980), podendo indicar assim, pequena capacidade de

previsão de efeitos com base em concentrações médias do mercúrio. Tal fato pode se dar pelas características específicas do sedimento, do mercúrio ou até mesmo da sinergia entre compostos, podendo refletir a baixa fração biodisponível do mercúrio total analisado (Sferra *et al.* 1999).

Wolf *et al.* (1996) também avaliaram os efeitos ecotoxicológicos em função dos valores de referência para a concentração de alguns metais. Para chumbo e zinco as amostras apresentaram efeitos ecotoxicológicos em valores próximos dos valores de ERM – “Effect Range-Median” (intervalo de efeito-médio). Entretanto, os efeitos ecotoxicológicos foram observados, em média, para valores de mercúrio cerca de 3 a 4,5 acima do valor ERM, apesar de ter sido encontrado correlação entre toxicidade e concentração de mercúrio para os valores obtidos.

Em um trabalho de Horne *et al.* (1999), foram conduzidos ensaios com sedimentos com concentração de mercúrio variando de 15 a 170 mg/Kg, não tendo sido encontrado efeitos ecotoxicológicos para *Leptocheirus plumulosus*.

Um estudo com diluição de sedimentos não mostrou efeitos observados de toxicidade mesmo em concentrações de 390 mg/kg (PTI, 1998; apud Sferra, *et al.* 1999). Estudos realizados com sedimentos de uma baía do Texas, não mostraram evidência de efeitos sobre a estrutura da comunidade de macroinvertebrados bentônicos associados ao mercúrio e ausência de toxicidade para *Leptocheirus* sp. em concentrações que variam de 0,3 a 4,6 mg/kg (Sferra *et al.* 1999).

17.6. Cronograma

Em função do cronograma de dragagem para o Trecho 4, disponibilizado pela Codesp, o início da dragagem na área AL 02 (subtrecho 4B) ocorreu no dia 16 de março de 2011 e na área AL 01 (subtrecho 4D) ocorreu no dia 28 de abril de 2011. A partir do início da dragagem da área AL 02 (subtrecho 4B) o monitoramento deste programa está seguindo o cronograma apresentado na Tabela 17.6-1.

Tabela 17.6-1. Cronograma de atividades para o Programa de Monitoramento Ambiental Intensificado para a Dragagem do Trecho 4 do Porto de Santos.

ATIVIDADES	2011																																	
	MÊS																																	
	fev				mar				abr					mai				jun					jul				ago							
Programa 17 Monitoramento Intensivo	S1	S2	S3	S4	S1	S2	S3	S4	S1	S2	S3	S4	S5	S1	S2	S3	S4	S1	S2	S3	S4	S5	S1	S2	S3	S4	S1	S2	S3	S4	S1	S2	S3	S4
Coleta da Campanha Prévia	X																																	
Coleta da Campanha I							X																											
Coleta da Campanha II								X																										
Coleta da Campanha III									X																									
Coleta da Campanha IV										X																								
Coleta da Campanha V											X																							
Coleta da Campanha VI												X																						
Coleta da Campanha VII													X																					
Coleta da Campanha VIII														X																				
Coleta da Campanha IX															X																			
Coleta da Campanha X																X																		
Coleta da Campanha XI																	X																	
Coleta da Campanha XII																		X																
Coleta da Campanha XIII																			X															
Coleta da Campanha XIV																				X														
Coleta da Campanha XV																					X													
Coleta da Campanha XVI																						X												
Coleta da Campanha XVII																							X											
Campanha XVIII																							X											
Campanha XIX																								X										
Campanha XX																									X									
Campanha XXI																										X								
Campanha XXII																											X							
Campanha XXIII																												X						
Campanha XXIV																													X					
Relatório Semanal										1º	2º	3º	4º	5º	6º	7º		9º	10º	11º	12º	13º/14º	15º	X	X	X	X	X	X	X	X			
Relatório Consolidado																	X																	

X Atividades Realizadas

17.8. Referências Bibliográficas

- ABNT/NBR 15350 – Ecotoxicologia aquática – Toxicidade crônica de curta duração – Método de ensaio do ouriço-do-mar (Echinodermata: Echinoidea), Rio de Janeiro, 2006.
- ABNT/NBR 15638 – Qualidade da água – Determinação da toxicidade aguda de sedimentos marinhos ou estuarino com anfípodos. Rio de Janeiro, 2008.
- ABNT/NBR ISO/IEC 17025. Requisitos gerais para a competência de laboratórios de ensaio e calibração. Rio de Janeiro, 2005.
- ASCE (American Society of Civil Engineers). 1989. Sulfide in wastewater collection and treatment systems. Manuals and reports on engineering practice No. 69, New York.
- Amato, J. R.; Mount, D. I.; Drhan, E. J.; Lukasewycz, M. T.; Ankley, G. T.; Robert, E. D. 1992 An exemple of identification of diazinon as a primary toxicant in na effluent. Environ. Toxicol. Chem. Vol. 11 p. 209 – 216
- Anderson, B. S., Hunt, B. M., Phillips, S., Newman, J., Tjeerdema, R. S., Fairey, R., Oakden, J., Wilson, C. J., Kapahi, G., Stephenson, M. D., Puckett, Lyons, M. and Birosik, S.: 1998, 'Chemistry, Toxicity and Benthic Community Conditions in Selected Sediments of the Los Angeles Region', *Final Report*, State Water Resources Control Board, Sacramento California. pp 232.
- Ankley, G.; Burkhard, L. P. (1992). Identification of surfactants as toxicants in primary effluent. Environmental Toxicology and Chemistry, v.11, p.1235-1248.
- Badaró-Pedroso, C. 1999 Avaliação dos efeitos e identificação da toxicidade da água de produção de petróleo sobre algumas espécies marinhas. Tese de doutorado. Escola de Engenharia de São Carlos. Universidade de São Paulo. 248 p.
- Bailey, H. 1997 Cost-effective TIEs through "fingerprint". SETAC News, Vol. 17(1):p 19.
- Bay, S.; Burgess, R.; Nacci, D. 1993. Status and applications of echinoid (Phylum Echinodermata) toxicity test methods. In: Landis W, Hughes JS, Lewis MA

(eds) Environmental toxicity and risk assessment, ASTM STP 1179. American Society for Testing and Materials, Philadelphia, PA, 281-321.

Bower, C. E.; Bidwell, J. P. 1978 Ionization of ammonia in seawater: Effects of temperature, pH, and salinity. J. Fish. Res. Board Can., Vol. 35, 1012 – 1016.

Brasil, 2004. Resolução Conama nº 344, de 25 de março de 2004. Estabelece as diretrizes gerais e os procedimentos mínimos para a avaliação do material a ser dragado em águas jurisdicionais brasileiras, e dá outras providências. Ministério do Meio Ambiente. Conselho Nacional do Meio Ambiente – Conama.

Burgess, R. M.; Ho, K. T.; Morrison, G. E.; Chapman, G.; Denton, D. L. 1996 Marine Toxicity Identification Evaluation (TIE) Phase I Guidance Document. EPA/600/R-96/054. U. S. Environmental Protection Agency. Narragansett, Rhode Island. 54p.

Burgess, R., M.; Ho, K., T.; Tagliabue, M. D.; Kuhn, A.; Comeleo, R.; Comeleo, P.; Modica, G.; Morrison, G. E. 1995 Toxicity characterization of an industrial and municipal effluent discharge to the marine environment. Mar. Poll. Bull., Vol. 30 nº 8, p. 524 – 535.

Burkhard, L., P.; Jensen, J., J. 1993 Identification of ammonia, chlorine, and diazinon as toxicant in a municipal effluent. Arch. Environ. Contam. Toxicol., Vol. 25, p. 506 – 515.

Cherr, G. N.; Higashi, R. M. 1997 TIEs are inherently research projects. SETAC News, Vol. 17(1):p 19 - 20.

Coombe, V. T.; Moore, K. W.; Hutchings, M. J. 1999 TIE and TER: An abbreviated guide to dealing with Toxicity. Wat. Sci. Tech., Vol. 39, nº 10-11, pp 91 – 97.

Erickson, W.P. & McDonald, L.L. 1995. Tests for bioequivalence of control media and test media in studies of toxicity. Environ. Toxicol. Chem., v. 14, p. 1274-1256.

- 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.
- Horne, M. T., Finley, N. J., and Sprenger, M. D. (1999) Polychlorinated Biphenyl- and Mercury-Associated Alterations on Benthic Invertebrate Community Structure in a Contaminated Salt Marsh in Southeast Georgia. *Archives of Environmental Contamination and Toxicology* 37, 317-325.
- Knezovich, J. P.; Steichen, D. J.; Jelinski, J. A.; Anderson, S. L. 1996. Sulfide tolerance of four marine species used to evaluate sediment and porewater toxicity. *Bull. Environ. Contam. Toxicol* 57:450–457.
- Licença Prévia Nº 290/2008. Brasília, 03 de junho de 2008.
- MacDonald DD (1994) Approach to the assessment of sediment quality in Florida coastal waters, volume 1—Development and evaluation of sediment quality guidelines. Prepared for Florida Department of Environmental Protection, Tallahassee, FL. MacDonald Environmental Sciences Ltd, Ladysmith, BC
- MacDonald, D. D., Carr, R. S., Calder, F. D., Long, E. R., and Ingersoll, C. G. (1996) DEVELOPMENT AND EVALUATION OF SEDIMENT QUALITY GUIDELINES FOR FLORIDA COASTAL WATERS. *Ecotoxicology* 5, 253-278.
- Mount, D. 1997 Properly done TIEs are cost-effective and work. *SETAC News*, Vol. 17 (1): 17 – 18.
- Mount, D. R; Ankley, G. T.; Norberg-King, T. J. 1997 Development and application of the TIEs to effluent toxicity: A retrospective. *SETAC News*, Vol. 17 (1): 18 – 19.
- Mount, D.R.; GulleY, D.D.; Hockett, J.R.; Garrison, T.D.; Evans, J.M. 1997. Statistical models to predict the toxicity of major ions to *C. dubia*, *D. magna*, and *P. promelas* (Fathead minnows). *Environmental Toxicology and Chemistry*. 16 (10): 2009-2019.

Nota Técnica Nº 117/2010-COTRA/CGTMO/DILIC/IBAMA. Monitoramento intensificado da dragagem de trecho 4 do Porto de Santos. Brasília, 23 de setembro de 2010.

Prósperi, V. A. 2002. Comparação de métodos ecotoxicológicos na avaliação de sedimentos marinhos e estuarinos. Tese de Doutorado. Escola de Engenharia de São Carlos - USP. São Carlos.

Prósperi, V. A.; Romanelli, M. F.; Buratini, S. V.; Cachattori, D. ; Sáfadi, R. S. ; Tiritan, A.R. 2008. Determinação da constante de proporcionalidade utilizada no Teste t por bioequivalência para o ensaio com o anfípoda estuarino *Leptocheirus plumulosus*. In: X Congresso Brasileiro de Ecotoxicologia. Livro de Resumos. Bento Gonçalves, RS. p. 158.

PTI (1998) Ecological risk assessment of the marsh area of the LCP chemical site in Brunswick, Georgia. Prepared for Allied Signal Inc. by PTI Environmental Services, Bellevue,WA.

Rachid, B. R. F., Sousa E. C. P. M., Abessa, D. M. S. & Zaroni, L. P. 2000 Avaliação e Identificação de Toxicidade (TIE) – Aplicação em Área Afetada por Efluente de Esgoto Doméstico. Resumo VI Encontro de Ecotoxicologia, 3 - 6/9/00, São Carlos, SP.

Rachid, B.R.F. 2002 Avaliação ecotoxicológica dos efluentes domésticos lançados pelos sistemas de disposição oceânica da Baixada Santista, SP. Tese de Doutorado. Instituto Oceanográfico da Universidade de São Paulo. 286 p.

Retificação de Licença da Instalação Nº 666/2009. Brasília, 04 de outubro de 2010.

Salazar M, U'ren S, Steinert S (1980) Sediment bioassays for NAVSTA San Diego dredging project. Technical Report 570, Naval Ocean Systems Center, San Diego, CA

Sferra JC, Fuchsman PC, Wenning RJ, Barber TR (1999) A Site-Specific Evaluation of Mercury Toxicity in Sediment. Archives of Environmental Contamination and Toxicology 37:488-495.

- USEPA (United States Environmental Protection Agency). 2001. Supplemental Guidance for Developing Soil Screening Levels for Superfund Sites – Peer Review Draft. Washington DC.
- Wang, F.; Chapman, P. M. Biological implications of sulfide in sediment – a review focusing on sediment toxicity. Environmental Toxicology and Chemistry. 1999. V.18, n. 11, p.2526-2532
- Whitfield, M. 1974. The hydrolysis of ammonia ions in sea water - a theoretical study, Journal of Marine Biology. Ass. U.K., 54: 565-580.
- Wolfe, D.A., Long, E.R. and Thursby, G.B. (1996) Sediment toxicity in the Hudson–Raritan estuary distribution and correlations with chemical contamination, Estuaries 19 (4) 901–912.
- Zar, J.H. 1999. Biostatistical Analysis. 4.ed. Upper Saddle River, New Jersey, Prentice-Hall, Inc.

17.9. Anexos

- 17.8-1. Ata da Reunião realizada no IBAMA/DF no dia 08 de julho de 2011.
- 17.8-2. Laudo das análises químicas de mercúrio nas amostras de sedimento da Campanha XVI, do laboratório Analytical Technology.
- 17.8-3. Laudo das análises químicas de mercúrio, nas amostras de sedimento da Campanha XVI, do laboratório CEIMIC.
- 17.8-4. Laudo das análises ecotoxicológicas no elutriato da Campanha XIV.
- 17.8-5. Laudo das análises ecotoxicológicas no elutriato da Campanha XV.
- 17.8-6. Dossiê fotográfico – amostras da Campanha XVI.
- 17.8-7. Laudo das análises de granulometria nas amostras da Campanha XV.
- 17.8-8. Documento do laboratório Analytical Technology.

17.8-1. ATA DA REUNIÃO REALIZADA NO IBAMA/DF NO DIA 08 DE JULHO DE 2011.

17.8-2. LAUDO DAS ANÁLISES QUÍMICAS DE MERCÚRIO NAS AMOSTRAS DE SEDIMENTO DA CAMPANHA XVI, DO LABORATÓRIO ANALYTICAL TECHNOLOGY.

17.8-3. LAUDO DAS ANÁLISES QUÍMICAS DE MERCÚRIO, NAS AMOSTRAS DE SEDIMENTO DA CAMPANHA XVI, DO LABORATÓRIO CEIMIC.

17.8-4. LAUDO DAS ANÁLISES ECOTOXICOLÓGICAS NO ELUTRIATO DA CAMPANHA XIV.

17.8-5. LAUDO DAS ANÁLISES ECOTOXICOLÓGICAS NO ELUTRIATO DA CAMPANHA XV.

17.8-6. DOSSIÊ FOTOGRÁFICO – AMOSTRAS DA CAMPANHA XVI.

17.8-7. LAUDO DAS ANÁLISES DE GRANULOMETRIA NAS AMOSTRAS DA CAMPANHA XV.

17.8-8. DOCUMENTO DO LABORATÓRIO ANALYTICAL TECHNOLOGY.