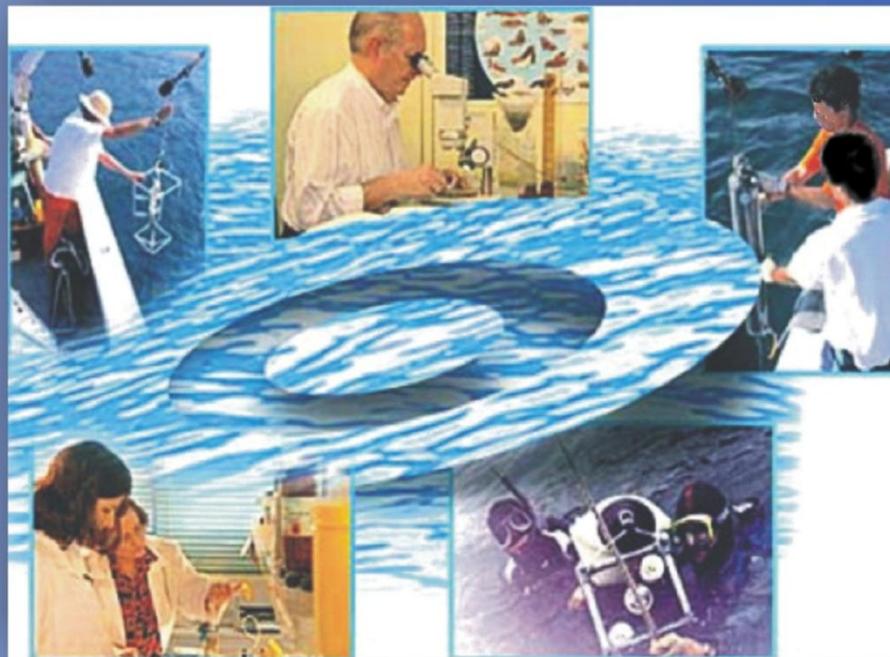


*PLANO BÁSICO AMBIENTAL DA  
DRAGAGEM DE APROFUNDAMENTO  
DO PORTO DE SANTOS*



 **FUNDESPA**  
Fundação de Estudos e Pesquisas Aquáticas

**21º Relatório do Monitoramento Ambiental  
Intensificado para a Dragagem do Trecho 4  
do Canal do Porto de Santos**

## **IDENTIFICAÇÃO**

---

**PRODUTO:** RMI-250811 - 21º Relatório do Monitoramento Ambiental Intensificado para a Dragagem do Trecho 4 do Canal do Porto de Santos.

**DATA:** 25 de Agosto 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 21º Relatório do Monitoramento Ambiental Intensificado para a Dragagem do Trecho 4 do Canal do Porto de Santos, consolidando os resultados obtidos até a vigésima segunda semana de monitoramento (Campanha XXVIII), referente ao período de 10 a 16 de agosto 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, XV, XVI, XVII, XVIII, XIX, XX, XXI, XXII, XXIII, XXIV, XXV, XXVI e XXVII).

## SUMÁRIO

<b>17. MONITORAMENTO AMBIENTAL INTENSIFICADO PARA A DRAGAGEM DO TRECHO 4 DO CANAL DO PORTO DE SANTOS.....</b>	<b>1</b>
17.1. INTRODUÇÃO E OBJETIVOS.....	1
17.2. ATIVIDADES DESENVOLVIDAS NO MONITORAMENTO INTENSIVO DO PDO .....	3
17.3. ATIVIDADES REALIZADAS.....	12
17.4. RESULTADOS.....	19
17.5. CONSIDERAÇÕES FINAIS .....	147
17.6. CRONOGRAMA .....	155
17.7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	157
17.8. ANEXOS .....	162

## **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 que os subtrechos 4B e 4D apresentam 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 as demais campanhas realizadas semanalmente após esta data. 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 sedimento 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 um 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 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 principal 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.

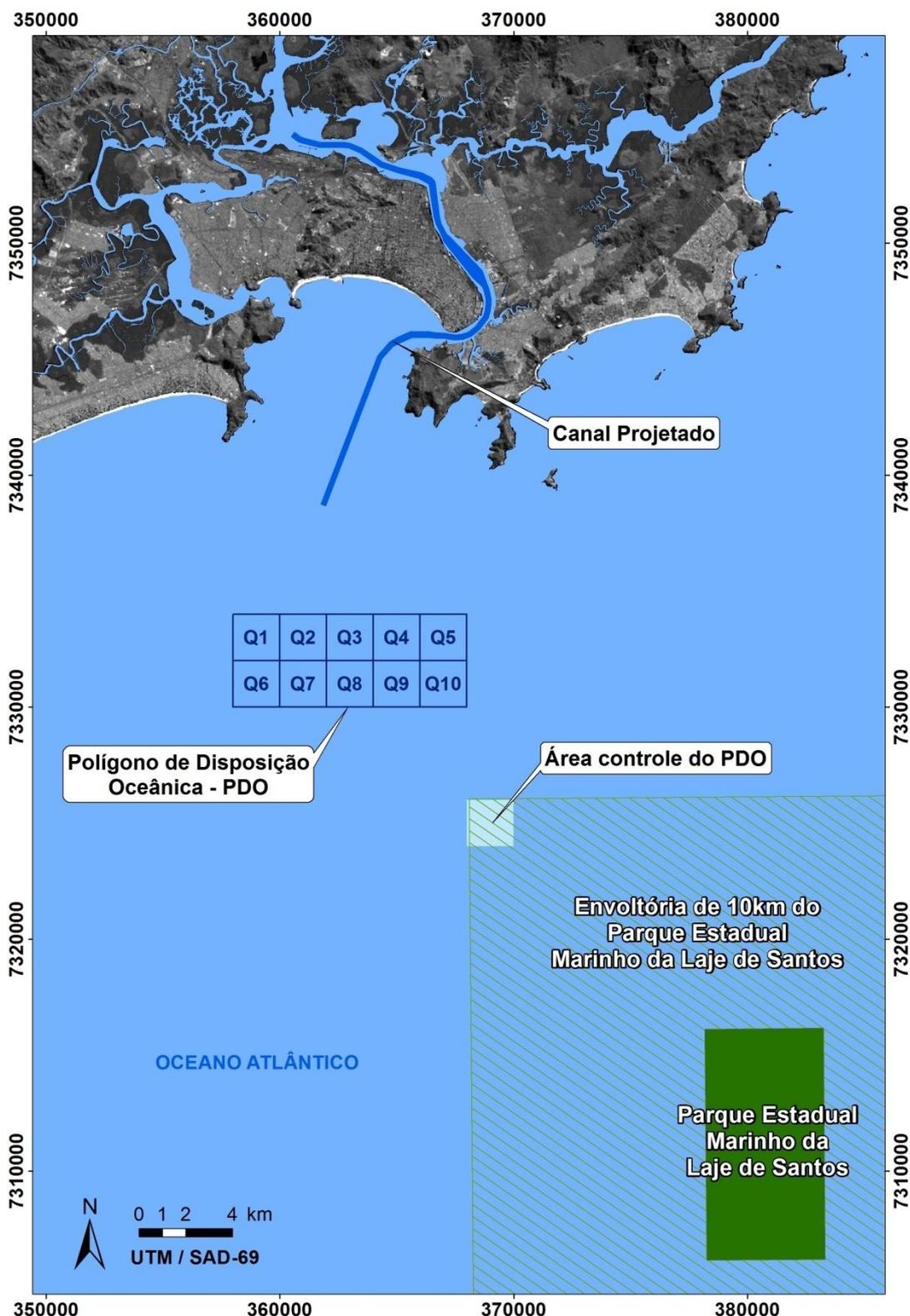


Figura 17.2.1-1. Mapa de localização do Parque Estadual Marinho da Laje de Santos e do Polígono de Disposição Oceânica (PDO).

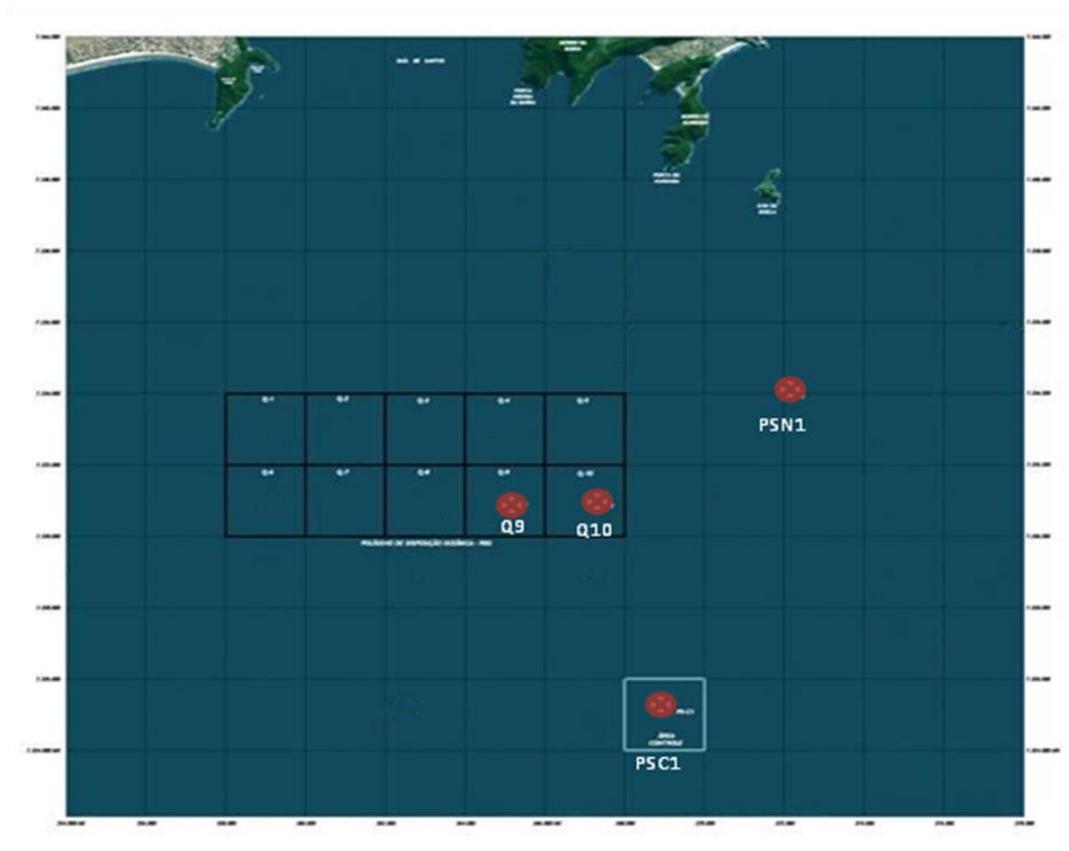


Figura 17.2.1-2. Imagem da região marinha da Baixada Santista, onde pode ser observado o polígono de disposição dos sedimentos dragados, com indicação das áreas monitoradas.

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  $\text{mg/kg}$  (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  $\mu\text{m}$  e acrescentada água marinha filtrada, elevando assim, o volume para 600 ml, este processo de lavagem dos óvulos é repetido por três vezes. Os espermatozóides 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  $25 \pm 2$  °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 30 campanhas, sendo uma prévia ao início da dragagem nas áreas AL 01 (subtrecho 4D) e AL 02 (subtrecho 4B) e outras 29 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;
- 19) Campanha XVIII – 15 de julho de 2011;
- 20) Campanha XIX – 19 de julho de 2011;
- 21) Campanha XX – 22 de julho de 2011;

- 22) Campanha XXI – 26 de julho de 2011;
- 23) Campanha XXII – 29 de julho de 2011;
- 24) Campanha XXIII – 02 de agosto de 2011;
- 25) Campanha XXIV – 05 de agosto de 2011;
- 26) Campanha XXV – 09 de agosto de 2011;
- 27) Campanha XXVI – 12 de agosto de 2011;
- 28) Campanha XXVII – 16 de agosto de 2011;
- 29) Campanha XXVIII – 19 de agosto de 2011;
- 30) Campanha XXIX – 23 de agosto de 2011.

Até o momento, nas Campanhas XVII, XIX, XXI, XXIII, XXV, XXVII e XXIX foram coletadas amostras de sedimento somente para análise de mercúrio, conforme solicitado pela CODESP/SEP na reunião, realizada na sede do IBAMA/DF, em 8 de julho de 2011, cuja ata encontra-se no Anexo 17.8-1. Dessa forma, nas semanas de 06 a 12/07, 13 a 19/07, 20 a 26/07, 27/07 a 02/08, 03 a 09/08 e 10 a 16/08/11 foram realizadas duas campanhas e na semana de 17 a 23 de agosto de 2011 também serão realizadas duas campanhas. Nas demais campanhas foram coletadas amostras para realização de todas as análises propostas.

O presente relatório consolida os resultados das análises de:

- Mercúrio das 29 primeiras campanhas (Campanhas Prévia, I, II, III, IV, V, VI, VII, VIII, IX, X, XI, XII, XIII, XIV, XV, XVI, XVII, XVIII, XIX, XX, XXI, XXII, XXIII, XXIV, XXV, XXVI, XXVII e XXVIII);
- Ensaios ecotoxicológicos no elutriato das 22 primeiras campanhas (Campanhas Prévia, I, II, III, IV, V, VI, VII, VIII, IX, X, XI, XII, XIII, XIV, XV, XVI, XVIII, XX, XXII, XXIV e XXVI) e;
- Ensaios ecotoxicológicos no sedimento total das 14 primeiras campanhas (Campanhas Prévia, I, II, III, IV, V, VI, VII, VIII, IX, X, XI, XII e XIII).

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	entregue	17º
XII	01 a 07/06/11	4D	Q10	10/06/11	Mercúrio	entregue	12º
					Ecotox. Elutriato	entregue	13/14º
					Ecotox. Sedimento	entregue	17º
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	entregue	18º
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	-
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	-

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			
XVI	29/06 a 05/07/11	4C e 4D	Q3	08/07/11	Mercúrio (Lab1)***	entregue	15º			
					Mercúrio (Lab3)***	entregue	15º			
					Ecotox. Elutriato	entregue	17º			
					Ecotox. Sedimento	em análise	-			
XVII	06 a 12/07/11	4C e 4D	Q3	12/07/11	Mercúrio (Lab1)***	entregue	16º			
				Mercúrio (Lab3)***	entregue	16º				
15/07/11				Mercúrio (Lab1)***	entregue	16º				
				Mercúrio (Lab3)***	entregue	16º				
				Ecotox. Elutriato	entregue	17º				
				Ecotox. Sedimento	em análise	-				
XIX	13 a 19/07/11	4C e 4D	Q3	19/07/11	Mercúrio (Lab1)***	entregue	17º			
				Mercúrio (Lab3)***	entregue	17º				
22/07/11				Mercúrio (Lab1)***	entregue	17º				
				Mercúrio (Lab3)***	entregue	17º				
				Ecotox. Elutriato	entregue	18º				
				Ecotox. Sedimento	em análise	-				
XXI				20 a 26/07/11	4C e 4D	Q3	26/07/11	Mercúrio (Lab1)***	entregue	18º
							Mercúrio (Lab3)***	entregue	18º	
29/07/11	Mercúrio (Lab1)***	entregue	18º							
	Mercúrio (Lab3)***	entregue	18º							
	Ecotox. Elutriato	entregue	19º							
	Ecotox. Sedimento	em análise	-							
XXIII	27/07 a 02/08/11	4C	Q3	02/08/11	Mercúrio (Lab1)***	entregue	19º			
				Mercúrio (Lab3)***	entregue	19º				
05/08/11				Mercúrio (Lab1)***	entregue	19º				
				Mercúrio (Lab3)***	entregue	19º				
				Ecotox. Elutriato	entregue	21º				
				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
XXV	03 a 09/08/11	4C	Q3	09/08/11	Mercúrio (Lab1)***	entregue	20º
Mercúrio (Lab3)***					entregue	20º	
XXVI				12/08/11	Mercúrio (Lab1)***	entregue	20º
					Mercúrio (Lab3)***	entregue	20º
Ecotox. Elutriato	entregue	21º					
Ecotox. Sedimento	em análise	-					
XXVII	10 a 16/08/11	4C	Q3	16/08/11	Mercúrio (Lab1)***	entregue	21º
Mercúrio (Lab3)***					entregue	21º	
XXVIII				19/08/11	Mercúrio (Lab1)***	entregue	21º
					Mercúrio (Lab3)***	entregue	21º
Ecotox. Elutriato	em análise	-					
Ecotox. Sedimento	em análise	-					
XXIX	17 a 23/08/11	-	Q3	23/08/11	Mercúrio (Lab1)***	em análise	-
Mercúrio (Lab3)***					em análise	-	
XXX				26/08/2011****	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, X, XI, XII e XIII** são apresentados os resultados das análises químicas de mercúrio e dos ensaios ecotoxicológicos, tanto no elutriato como no sedimento total.

Para as **Campanhas XIV, XV, XVI, XVIII, XX, XXII, XXIV e XXVI** são apresentados os resultados das análises químicas de mercúrio e dos ensaios ecotoxicológicos no elutriato.

Para as **Campanhas XVII, XIX, XXI, XXIII, XXV e XXVII** 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. No **15º Relatório** do Monitoramento Ambiental Intensificado foram apresentados os laudos das análises de mercúrio, da Campanha XVI, do laboratório Analytical Technology e CEIMIC e dos ensaios ecotoxicológicos no elutriato das Campanhas XIV e XV. No **16º Relatório** do Monitoramento Ambiental Intensificado foram apresentados os laudos das análises de mercúrio, das Campanhas XVII e XVIII, dos laboratórios Analytical Technology e CEIMIC. No **17º Relatório** do Monitoramento Ambiental Intensificado foram apresentados os laudos das análises de mercúrio, das Campanhas XIX e XX, dos laboratórios Analytical Technology e CEIMIC, os laudos dos ensaios ecotoxicológicos no elutriato das Campanhas XVI e XVIII e os laudos dos ensaios ecotoxicológicos no sedimento total das Campanhas XI e XII. No **18º Relatório** do Monitoramento Ambiental Intensificado foram apresentados os laudos das análises de mercúrio, das Campanhas XXI e XXII, dos laboratórios Analytical Technology e CEIMIC, os laudos dos ensaios ecotoxicológicos no elutriato da Campanha XX e os laudos dos ensaios ecotoxicológicos no

sedimento total da Campanha XIII. No **19º Relatório** do Monitoramento Ambiental Intensificado foram apresentados os laudos das análises de mercúrio, das Campanhas XXIII e XXIV, dos laboratórios Analytical Technology e CEIMIC e os laudos dos ensaios ecotoxicológicos no elutriato da Campanha XXII. No **20º Relatório** do Monitoramento Ambiental Intensificado foram apresentados os laudos das análises de mercúrio, das Campanhas XXV e XXVI, dos laboratórios Analytical Technology e CEIMIC.

Os laudos das análises de mercúrio da Campanha XXVII, emitidos pelos laboratórios Analytical Technology e CEIMIC, encontram-se, respectivamente, nos Anexos 17.8-2 e 17.8-3 e os laudos de mercúrio da Campanha XXVIII, emitidos pelos mesmos laboratórios, estão nos Anexos 17.8-4 e 17.8-5. Os laudos dos ensaios ecotoxicológicos no elutriato, das Campanhas XXIV e XXVI, são apresentados, respectivamente, nos Anexos 17.8-6 e 17.8-7. Enquanto, nos Anexos 17.8-8 e 17.8-9 é apresentado um dossiê fotográfico com imagens das amostras PS-Q9, PS-Q10, PS-N1 e PS-C1, respectivamente, das Campanhas XXVII e XXVIII.

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, XVII, XVIII, XIX, XX, XXI, XXII, XXIII, XXIV, XXV, XXVI, XXVII, XXVIII e XXIX.

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, XVII, XVIII, XIX, XX, XXI, XXII, XXIII, XXIV, XXV, XXVI, XXVII, XXVIII e XXIX). As amostras da Campanha XXIX 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 (PS-Q9 A, PS-Q9 B, PS-Q9 C e PS-Q9 D) e Q10 (PS-Q10 A, PS-Q10 B, PS-Q10 C e PS-Q10 D).

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, XVI, XVII, XVIII, XIX, XX, XXI, XXII, XXIII, XXIV, XXV, XXVI, XXVII e XXVIII 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). Em 8 campanhas (Campanhas VII, VIII, XI, XII, XVII, XVIII, XXII e XXVII) o mercúrio foi quantificado, porém apresentou concentração abaixo do nível 1, estabelecido pela resolução Conama 344/04 (Brasil, 2004). E em 12 campanhas (Campanhas XIII, XIV, XV, XVI, XIX, XX, XXI, XXIII, XXIV, XXV, XXVI e XXVIII) os valores registrados (0,367, 0,302, 0,186, 0,263, 0,253, 0,185, 0,178, 0,326, 0,452, 0,316, 0,617 e 0,274 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). Em 13 campanhas (Campanhas VII, VIII, IX, XI, XII, XIII, XV, XVII, XVIII, XX,

XXII, XXVII e XXVIII) o mercúrio foi quantificado, porém apresentou concentração abaixo do nível 1. E em 8 campanhas (Campanhas XIV, XVI, XIX, XXI, XXIII, XXIV, XXV e XXVI) o valor registrado (0,165, 0,244, 0,214, 0,446, 0,221, 0,226, 0,247 e 0,216 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, na maioria das campanhas realizadas até o momento (Campanha XXVIII). Exceção são as amostras PS-N1, das Campanhas XXIV e XXVIII, e PS-C1, da Campanha XXVIII, na qual, o mercúrio foi quantificado, porém abaixo do nível 1.

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 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).

Mercúrio Total								
Campanha	Data da Coleta	Resolução CONAMA 344/04		Unidade	PS-Q9	PS-Q10	PS-N1	PS-C1
		Nível 1	Nível 2					
Prévia	03/02/11	0,15	0,71	mg/Kg	< 0,0617	< 0,0613	< 0,0609	< 0,0619
I	24/03/11	0,15	0,71	mg/Kg	< 0,0446	< 0,0374	< 0,0429	< 0,0375
II	01/04/11	0,15	0,71	mg/Kg	< 0,0677	< 0,0867	< 0,0616	< 0,0775
III	07/04/11	0,15	0,71	mg/Kg	< 0,0434	< 0,0494	< 0,0489	< 0,0437
IV	12/07/11	0,15	0,71	mg/Kg	< 0,0384	< 0,0424	< 0,0392	< 0,0390
V	18/04/11	0,15	0,71	mg/Kg	< 0,0444	< 0,0380	< 0,0416	< 0,0397
VI	28/04/11	0,15	0,71	mg/Kg	< 0,0387	< 0,0418	< 0,0478	< 0,0400
VII	05/05/11	0,15	0,71	mg/Kg	0,116	0,146	< 0,0478	< 0,0455
VIII	09/05/11	0,15	0,71	mg/Kg	0,0992	0,104	< 0,0441	< 0,0405
IX	19/05/11	0,15	0,71	mg/Kg	< 0,0416	0,124	< 0,0471	< 0,0399
X	24/05/11	0,15	0,71	mg/Kg	< 0,0554	< 0,0524	< 0,0462	< 0,0397
XI	03/06/11	0,15	0,71	mg/Kg	0,0572	0,0643	< 0,0512	< 0,0404
XII	10/06/11	0,15	0,71	mg/Kg	0,108	0,0775	< 0,0508	< 0,0385
XIII	17/06/11	0,15	0,71	mg/Kg	<b>0,367</b>	0,0841	< 0,0417	< 0,0390
XIV	24/06/11	0,15	0,71	mg/Kg	<b>0,302</b>	<b>0,165</b>	< 0,0474	< 0,0364
XV	30/06/11	0,15	0,71	mg/Kg	<b>0,186</b>	0,140	< 0,0434	< 0,0363
XVI	08/07/11	0,15	0,71	mg/Kg	<b>0,263</b>	<b>0,244</b>	< 0,0470	< 0,0390
XVII	12/07/11	0,15	0,71	mg/Kg	0,144	0,110	< 0,0410	< 0,0387
XVIII	15/07/11	0,15	0,71	mg/Kg	0,0516	0,0666	< 0,0472	< 0,0467
XIX	19/07/11	0,15	0,71	mg/Kg	<b>0,253</b>	<b>0,214</b>	< 0,0425	< 0,0396
XX	22/07/11	0,15	0,71	mg/Kg	<b>0,185</b>	0,123	< 0,0725	< 0,0739
XXI	26/07/11	0,15	0,71	mg/Kg	<b>0,178</b>	<b>0,446</b>	< 0,0476	< 0,0472
XXII	29/07/11	0,15	0,71	mg/Kg	0,0831	0,0814	< 0,0451	< 0,0395
XXIII	02/08/11	0,15	0,71	mg/Kg	<b>0,326</b>	<b>0,221</b>	< 0,0769	< 0,0820
XXIV	05/08/11	0,15	0,71	mg/Kg	<b>0,452</b>	<b>0,226</b>	0,139	< 0,0730
XXV	09/08/11	0,15	0,71	mg/Kg	<b>0,316</b>	<b>0,247</b>	< 0,0457	< 0,0394
XXVI	12/08/11	0,15	0,71	mg/Kg	<b>0,617</b>	<b>0,216</b>	< 0,0483	< 0,0394
XXVII	16/08/11	0,15	0,71	mg/Kg	0,105	0,0931	< 0,0442	< 0,0384
XXVIII	19/08/11	0,15	0,71	mg/Kg	<b>0,274</b>	0,140	0,0514	0,0405

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

**Valor** Acima do Nível 2.

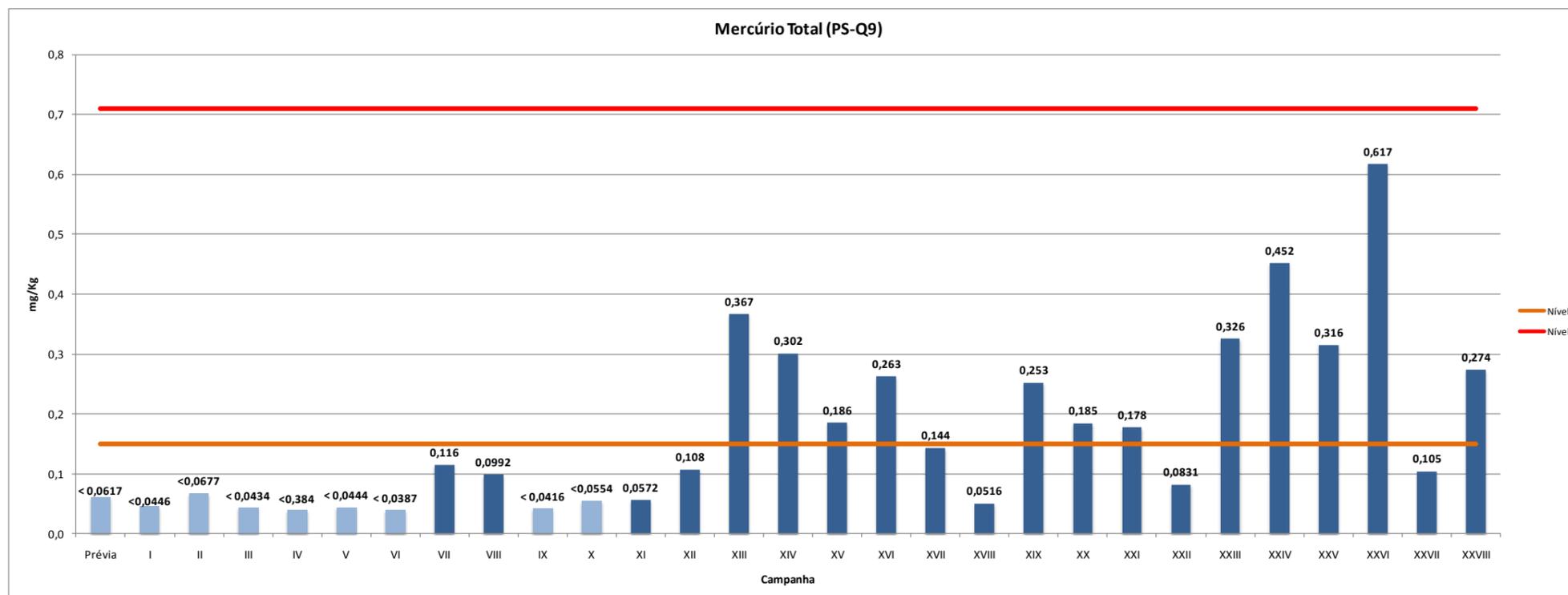


Figura 17.4.1-1. Concentração de mercúrio nas amostras de sedimento coletadas na quadrícula Q-9 (PS-Q9), referente às campanhas cujos resultados foram liberados até o momento.

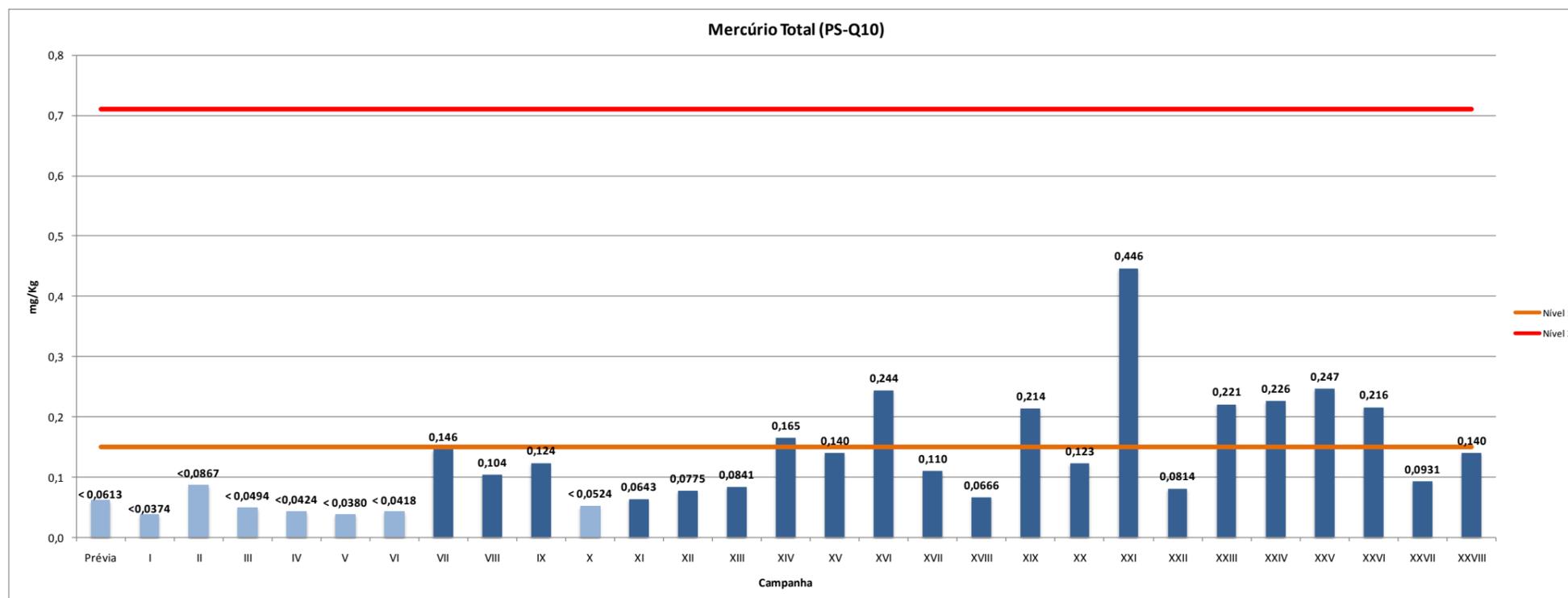


Figura 17.4.1-2. Concentração de mercúrio nas amostras de sedimento coletadas na quadrícula Q-10 (PS-Q10), referente às campanhas cujos resultados foram liberados até o momento.

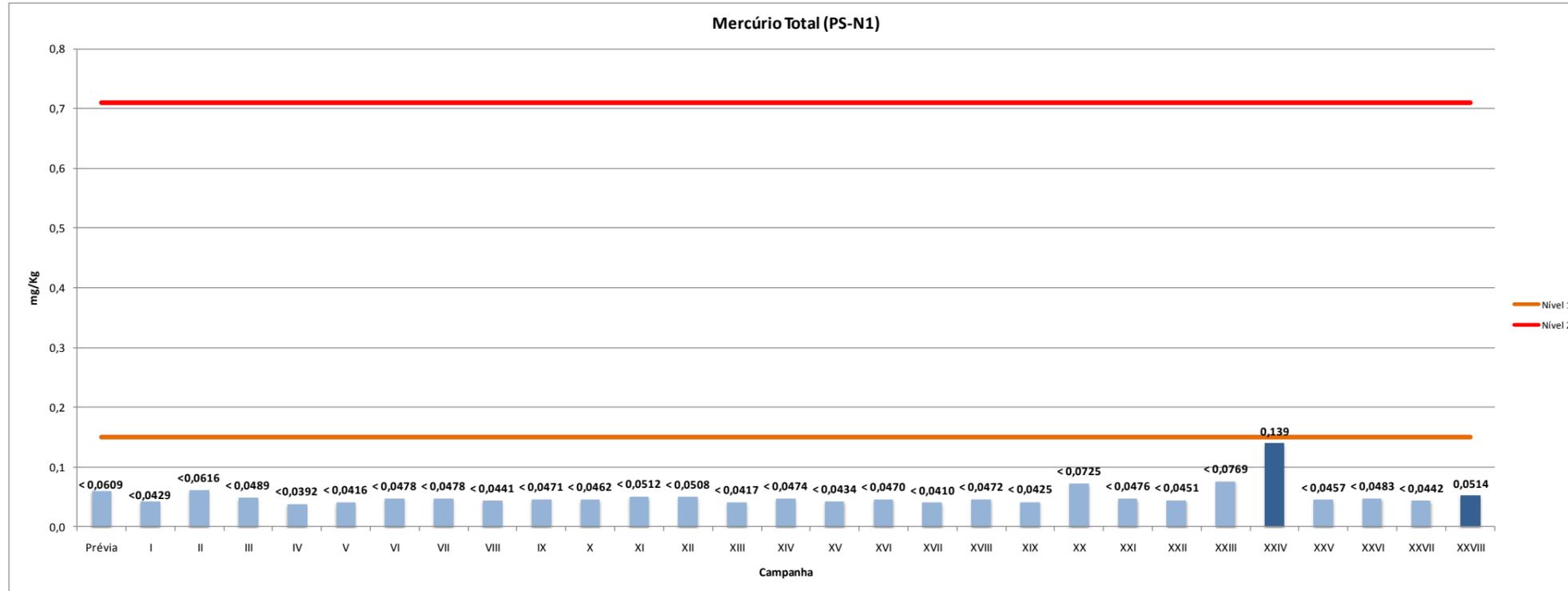


Figura 17.4.1-3. Concentração de mercúrio nas amostras de sedimento coletadas no ponto a nordeste do PDO (PS-N1), referente às campanhas cujos resultados foram liberados até o momento.

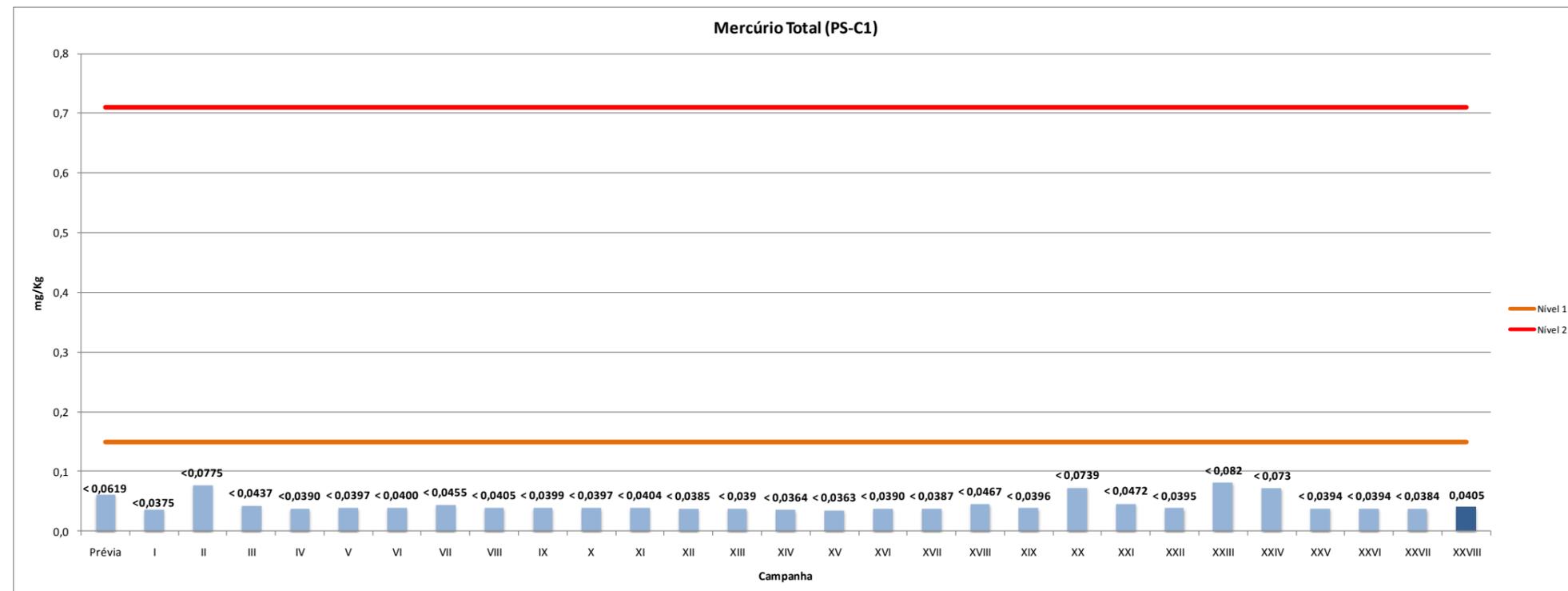


Figura 17.4.1-4. Concentração de mercúrio nas amostras de sedimento coletadas na área a ser controlada (PS-C1), referente às campanhas cujos resultados foram liberados até o momento.

#### **17.4.1.1 Resultados para Mercúrio Total das Campanhas XIV, XV, XVI, XVII, XVIII, XIX, XX, XXI, XXII, XXIII, XXIV, XXV, XXVI, XXVII e XXVIII.**

Na Campanha XIII, realizada em 17 de julho de 2011, a 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, XVI, XVII, XVIII, XIX, XX, XXI, XXII, XXIII, XXIV, XXV, XXVI, XXVII e XXVIII.

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 quadriculas Q9 e Q10 que foram encaminhadas para os laboratórios Analytical Technology e Ecolabor. E para as Campanhas XVI, XVII, XVIII, XIX, XX, XXI, XXII, XXIII, XXIV, XXV, XXVI, XXVII e XVIII 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, 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	<b>0,302</b>	<b>0,165</b>	< 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.

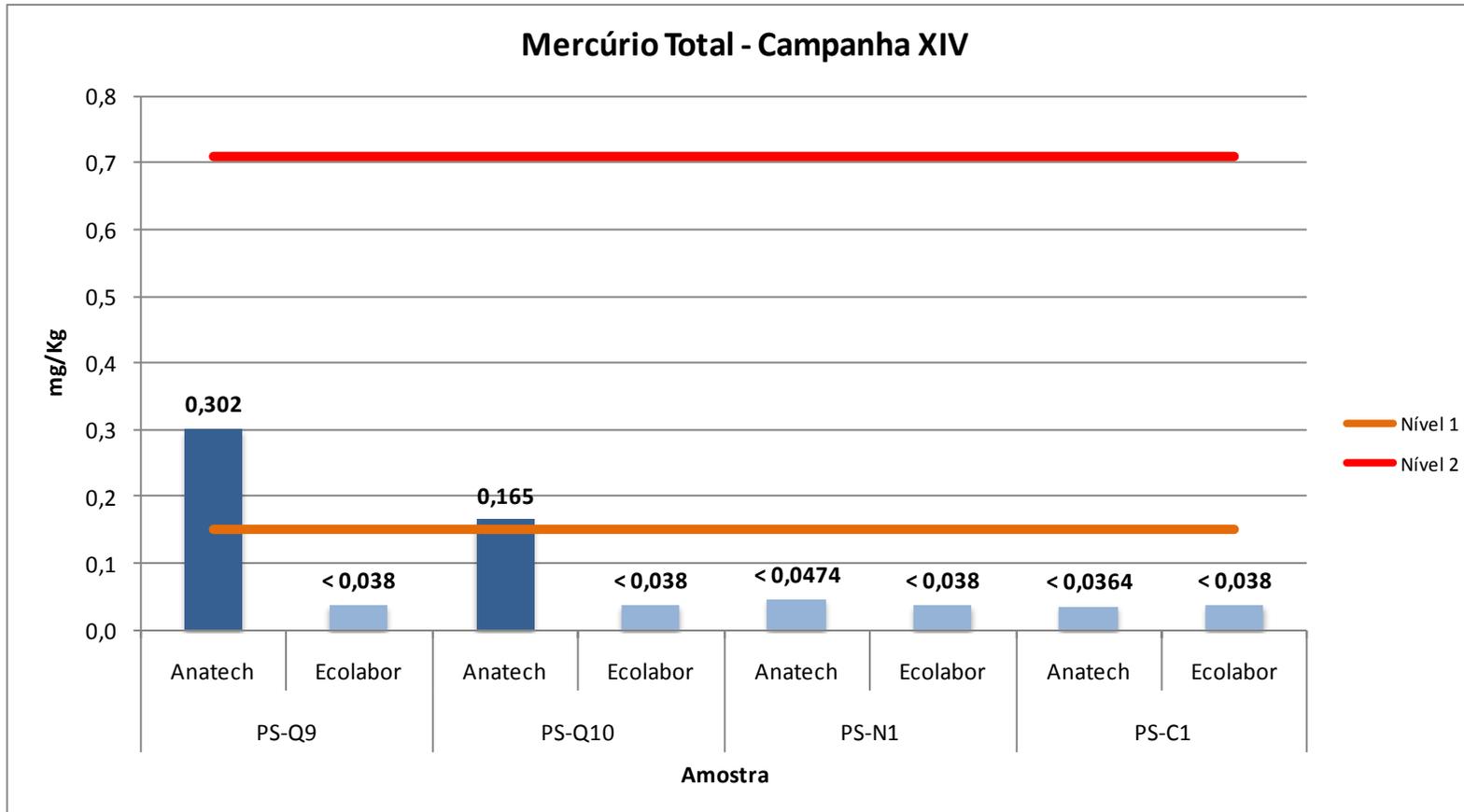


Figura 17.4.1.1-1. Concentração de mercúrio, nas amostras PS-Q9, PS-Q10, PS-N1 e PS-C1 da Campanha XIV, obtidas pelos laboratórios Anatech (Analytical Technology) e Ecolabor.

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

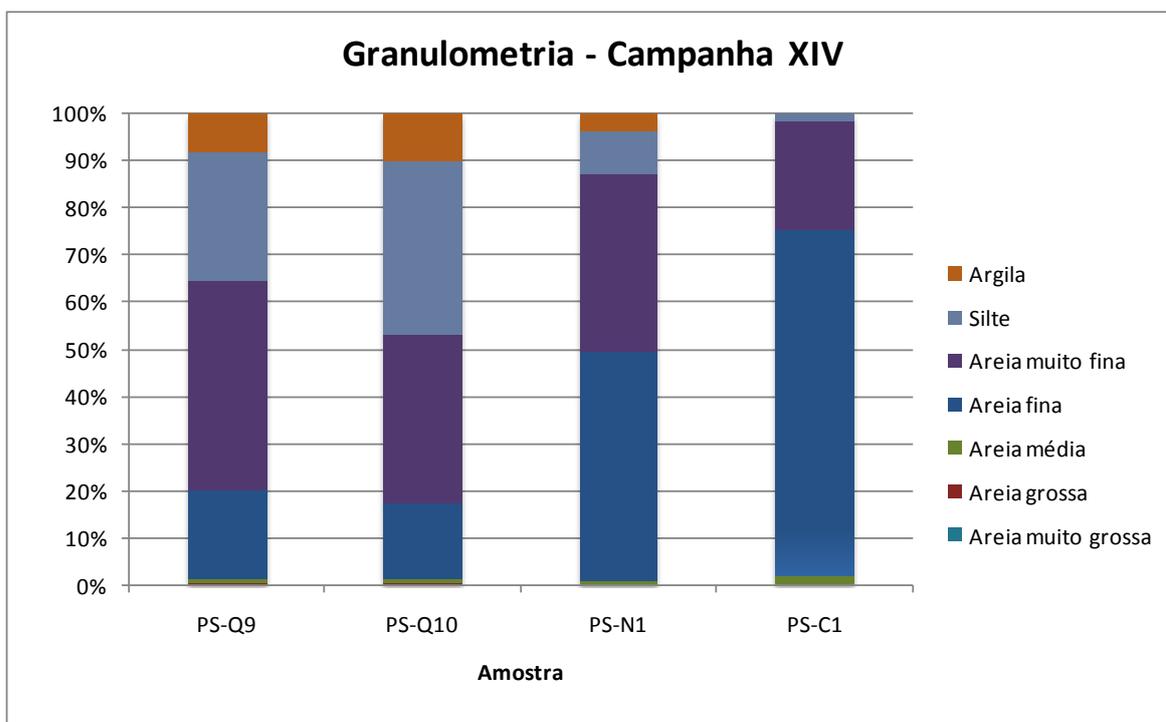


Figura 17.4.1.1-2. Composição granulométrica do sedimento das amostras PS-Q9, PS-Q10, PS-N1 e PS-C1 da Campanha XIV.

- **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. 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.

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	<b>0,186</b>	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	<b>0,260</b>	<b>0,200</b>	< 0,120	< 0,110

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

Valor Acima do Nível 2.

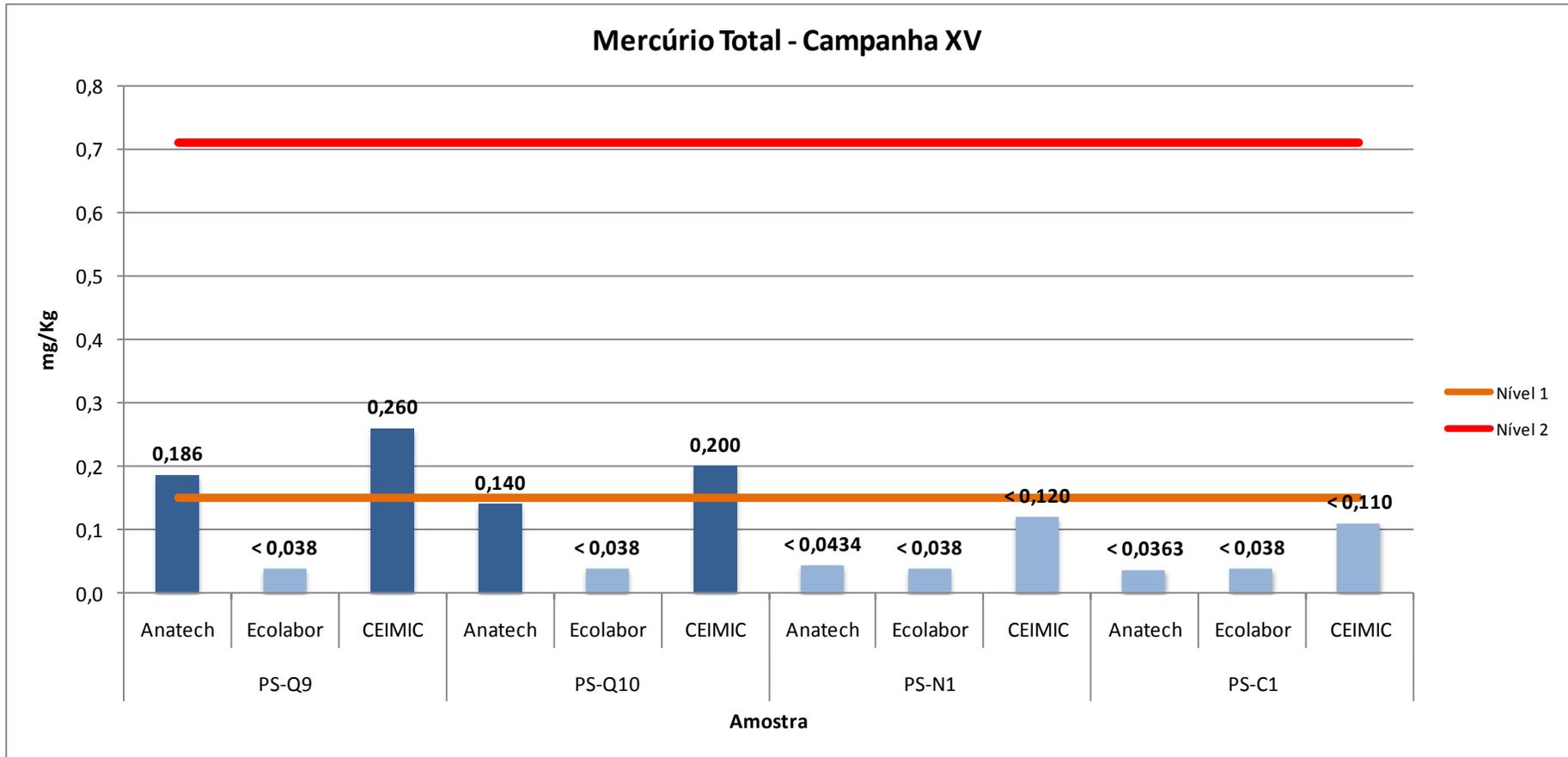


Figura 17.4.1.1-3. Concentração de mercúrio, das amostras PS-Q9, PS-Q10, PS-N1 e PS-C1 da Campanha XV, obtidas pelos laboratórios Analytical Technology, Ecolabor e CEIMIC.

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

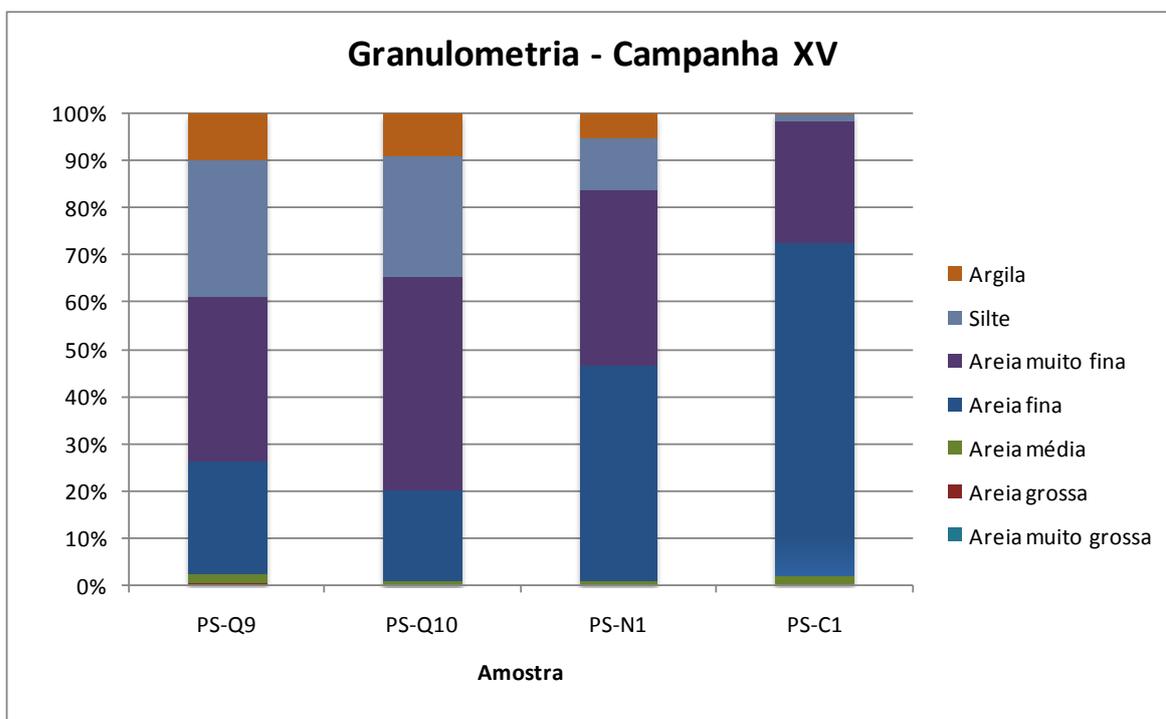


Figura 17.4.1.1-4. Composição granulométrica do sedimento das amostras PS-Q9, PS-Q10, PS-N1 e PS-C1 da Campanha XV.

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, 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%.

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	<b>0,238</b>	<b>0,217</b>	0,109	<b>0,168</b>	<b>0,186</b>
	Ecolabor	mg/Kg	0,15	0,71	<0,038	<0,038	<b>0,310</b>	<0,038	0,106	<0,038

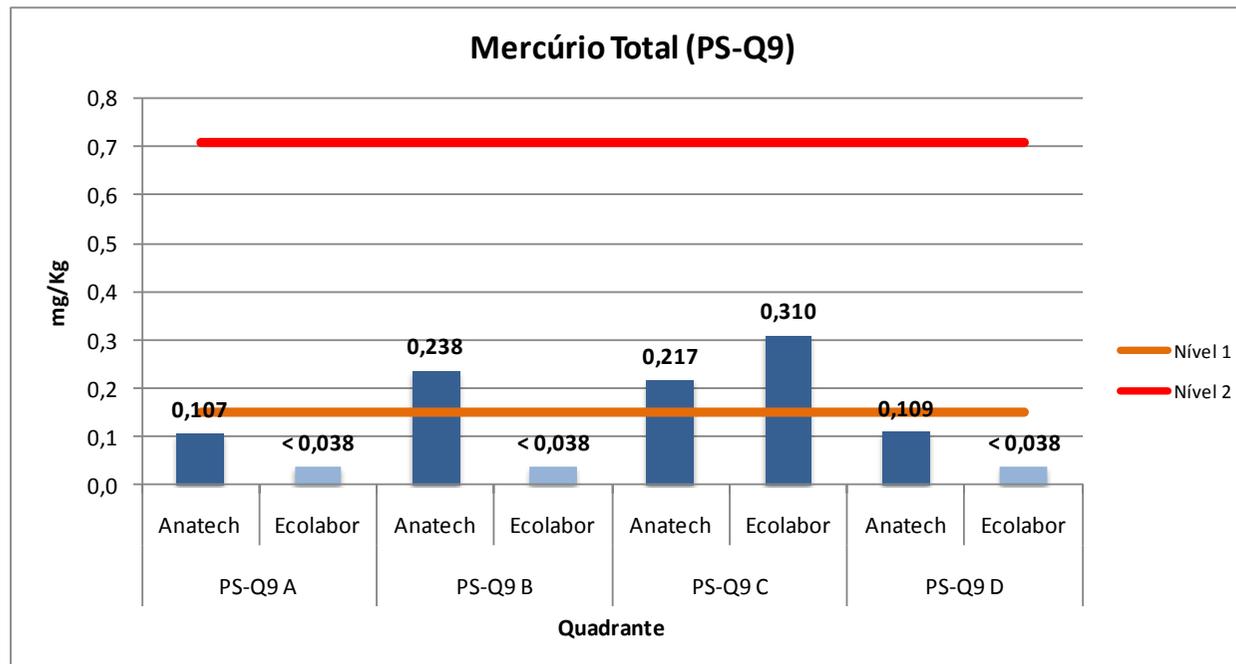


Figura 17.4.1.1-5. Concentração de mercúrio nas amostras de sedimentos coletadas nos quadrantes A, B, C e D, da quadrícula Q-9, durante a Campanha XV, obtidas pelos laboratórios Anatech (Analytical Technology) e Ecolabor.

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

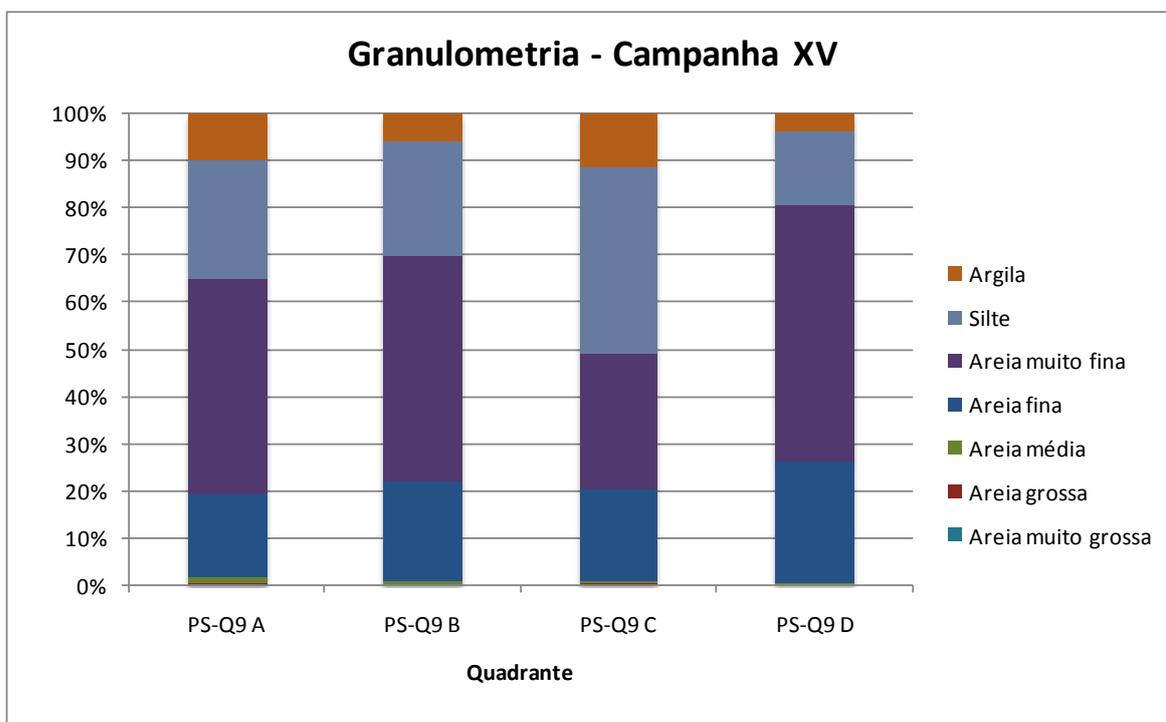


Figura 17.4.1.1-6. Composição granulométrica do sedimento das amostras PS-Q9 A, PS-Q9 B, PS-Q9 C e PS-Q9 D da Campanha XV.

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%.

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	<b>0,201</b>	0,139	<b>0,227</b>	<b>0,255</b>	<b>0,206</b>	0,140
	Ecolabor	mg/Kg	0,15	0,71	<0,038	<0,038	<0,038	<b>0,340</b>	0,114	<0,038

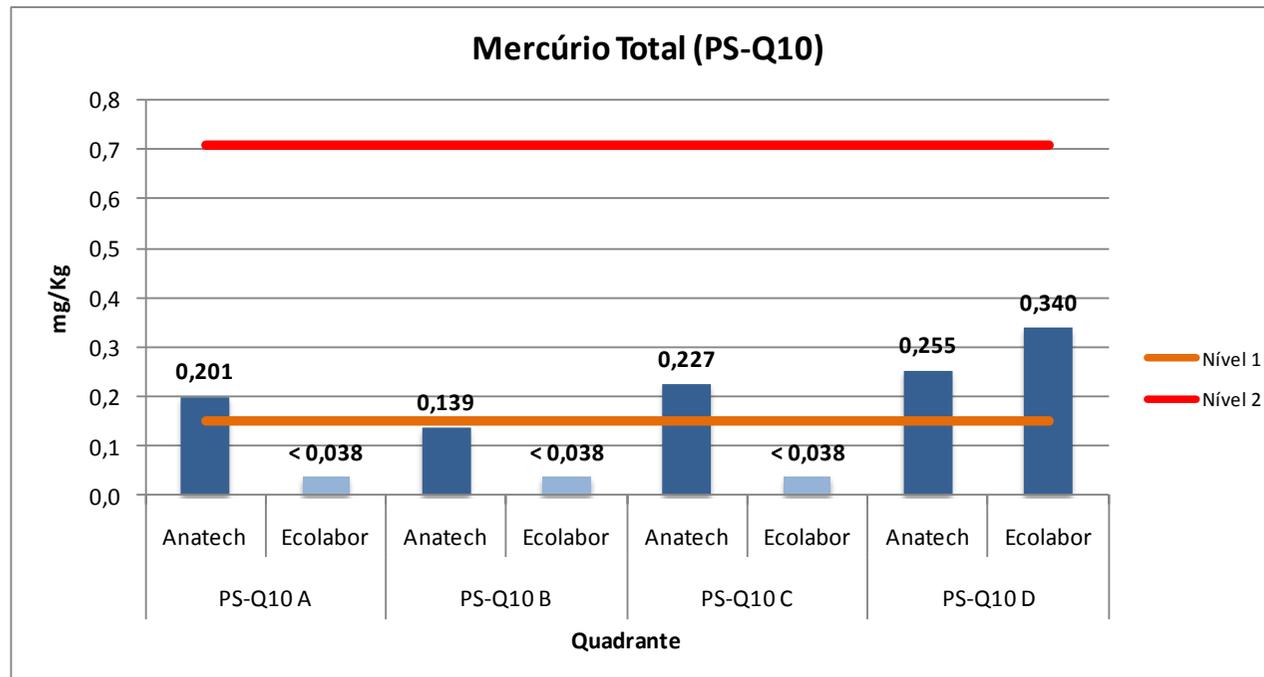


Figura 17.4.1.1-7. Concentração de mercúrio nas amostras de sedimentos coletadas nos quadrantes A, B, C e D, da quadrícula Q10, durante a Campanha XV, obtidas pelos laboratórios Anatech (Analytical Technology) e Ecolabor.

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

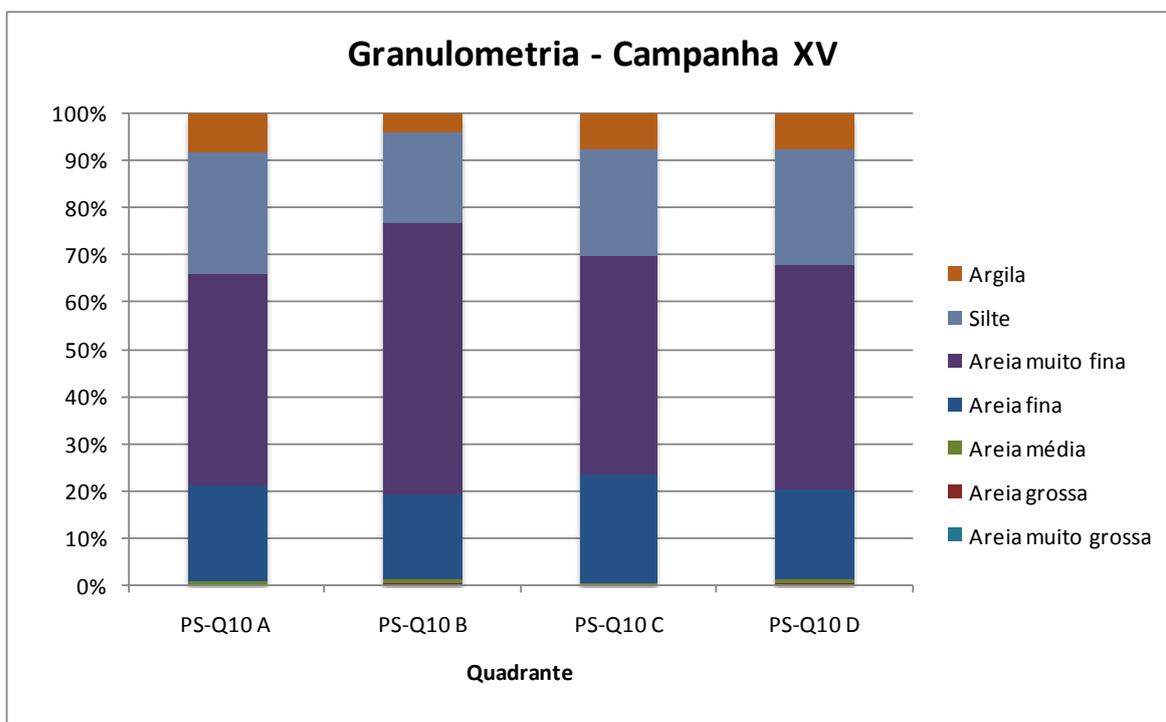


Figura 17.4.1.1-8. Composição granulométrica do sedimento das amostras PS-Q10 A, PS-Q10 B, PS-Q10 C e PS-Q10 D da Campanha XV.

- **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, 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, 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).

Nessa campanha foi realizada ainda análise granulométrica e os resultados são apresentados na Tabela 17.4.1.1-10 e Figura 17.4.1.1-10. Nas amostras PS-Q9 e PS-Q10 houve predominância das frações areia muito fina (45,5 e 43,3%) e silte (24,6 e 29,3%), e em menores porcentagens foram encontradas areia fina (17,5 e 14,9%) e argila (10,4 e 9,46%). As 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 (41,4 e 71,7%) e areia muito fina (38,4 e 24,4%). A fração silte contribuiu, respectivamente, com 12,0 e 1,6%, enquanto a fração argila com 7,21 e 0,272%. As frações areia média, areia grossa e areia muito grossa apresentaram valores menores que 2%, em ambas as amostras.

Tabela 17.4.1.1-9. 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) 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	<b>0,263</b>	<b>0,244</b>	<0,0470	<0,0390
	CEIMIC	mg/Kg	0,15	0,71	<b>0,160</b>	<b>0,200</b>	<0,120	<0,110

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

Valor Acima do Nível 2.

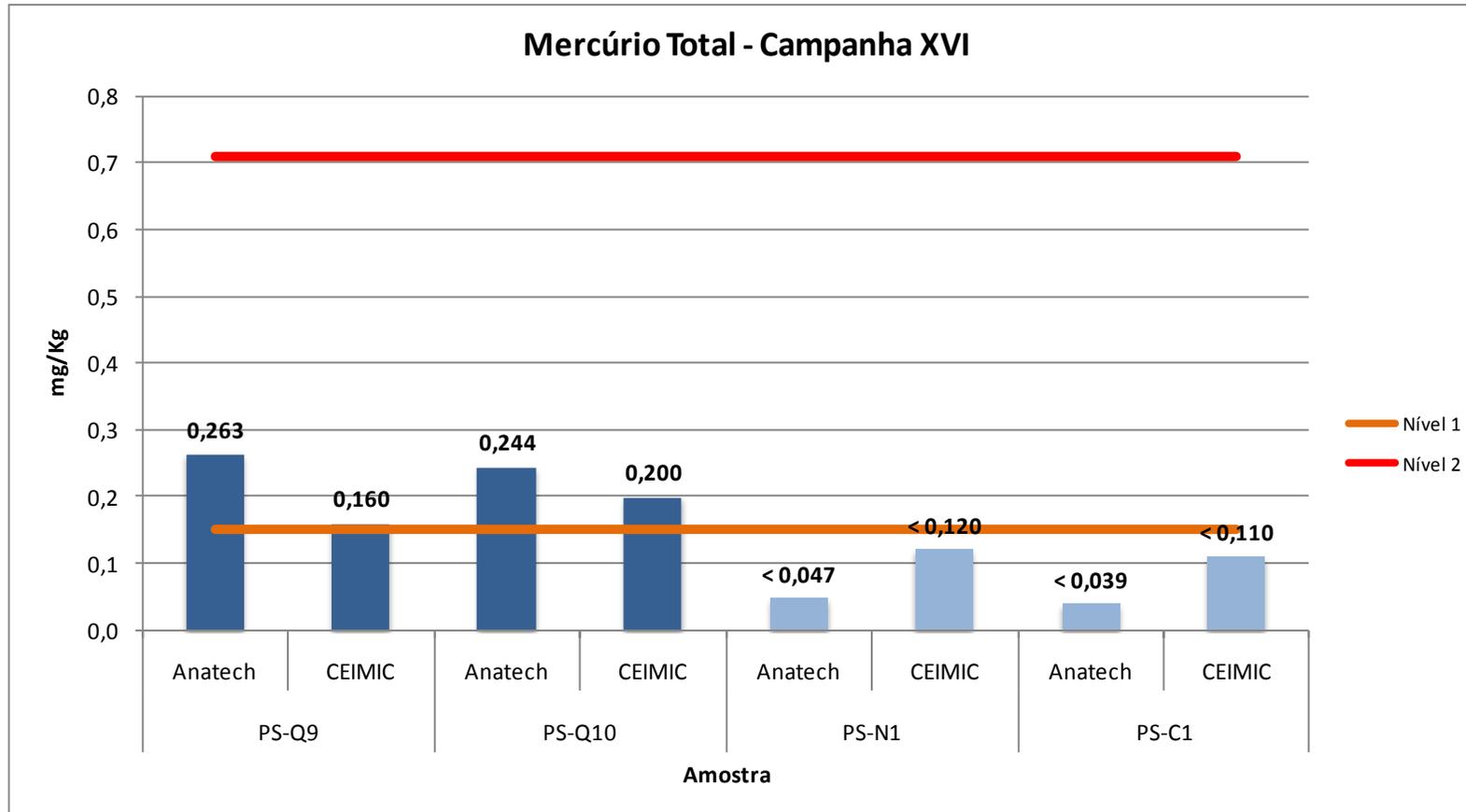


Figura 17.4.1.1-9. Concentração de mercúrio, nas amostras PS-Q9, PS-Q10, PS-N1 e PS-C1 da Campanha XVI, obtidas pelos laboratórios Anatech (Analytical Technology) e CEIMIC.

Tabela 17.4.1.1-10. Composição granulométrica do sedimento das amostras PS-Q9, PS-Q10, PS-N1 e PS-C1 da Campanha XVI.

Granulometria					
Fração	Unidade	Campanha XVI			
		PS-Q9	PS-Q10	PS-N1	PS-C1
Argila	%	10,4	9,46	7,21	0,272
Silte	%	24,6	29,3	12	1,6
Areia muito fina	%	45,5	43,3	38,4	24,4
Areia fina	%	17,5	14,9	41,4	71,7
Areia média	%	1,15	1,73	0,806	1,83
Areia grossa	%	0,665	0,896	0,127	< 0,10
Areia muito grossa	%	< 0,10	0,214	< 0,10	< 0,10
Areia Total	%	64,8	61,1	80,8	98

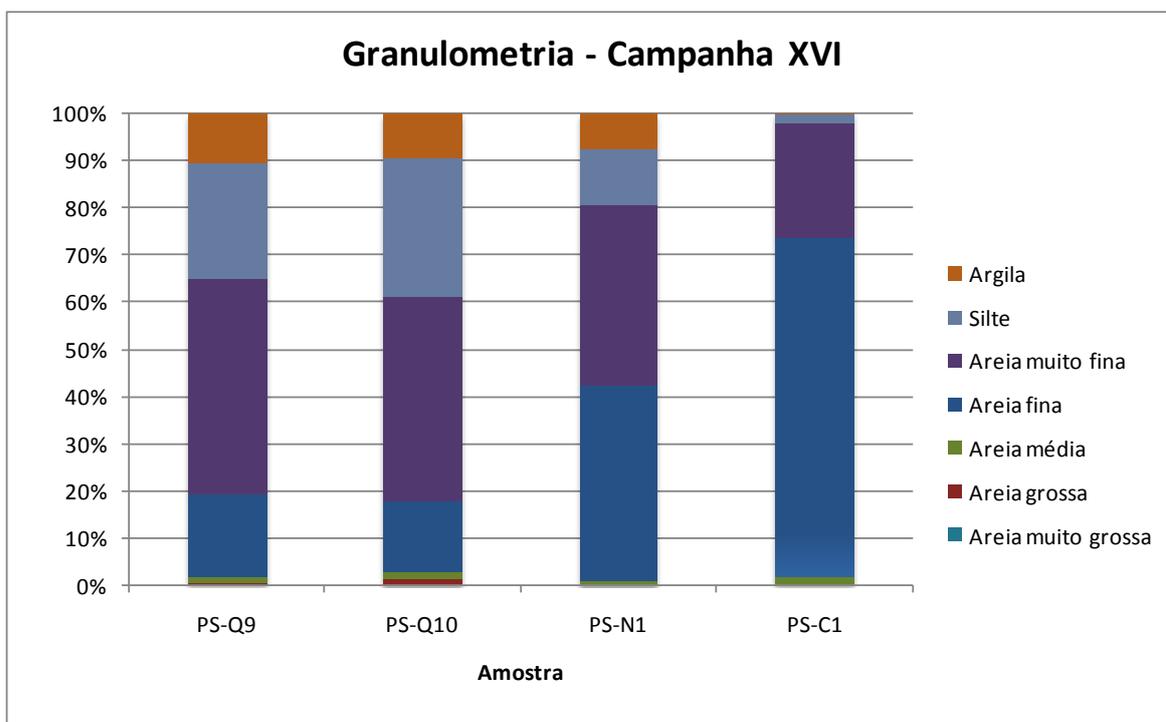


Figura 17.4.1.1-10. Composição granulométrica do sedimento das amostras PS-Q9, PS-Q10, PS-N1 e PS-C1 da Campanha XVI.

- **Campanha XVII**

Na Campanha XVII foi coletado sedimento apenas para análise de mercúrio total. Segundo o laboratório Analytical Technology (Anatech), o mercúrio foi quantificado nas amostras PS-Q9 e PS-Q10, entretanto com valores (0,144 e 0,110 mg/kg) abaixo do nível 1, estabelecido pela Resolução Conama 344/04. E nas amostras coletadas em PS-N1 e PS-C1 o mercúrio apresentou valores inferiores ao limite de quantificação do método (Tabela 17.4.1.1-11 e Figura 17.4.1.1-11).

Segundo as análises realizadas pelo laboratório CEIMIC a amostra PS-Q9 apresentou concentração de mercúrio (0,250 mg/kg) acima do nível 1, enquanto na amostra PS-Q10 o mercúrio foi quantificado (0,100 mg/kg), porém abaixo do nível 1. Nas amostras coletadas em PS-N1 e PS-C1 o mercúrio apresentou valores inferiores ao limite de quantificação do método (Tabela 17.4.1.1-11 e Figura 17.4.1.1-11).

Tabela 17.4.1.1-11. 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) da Campanha XVII, 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				
XVII	Anatech	mg/Kg	0,15	0,71	0,144	0,110	<0,0410	<0,0387
	CEIMIC	mg/Kg	0,15	0,71	<b>0,250</b>	0,100	<0,110	<0,090

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

Valor Acima do Nível 2.

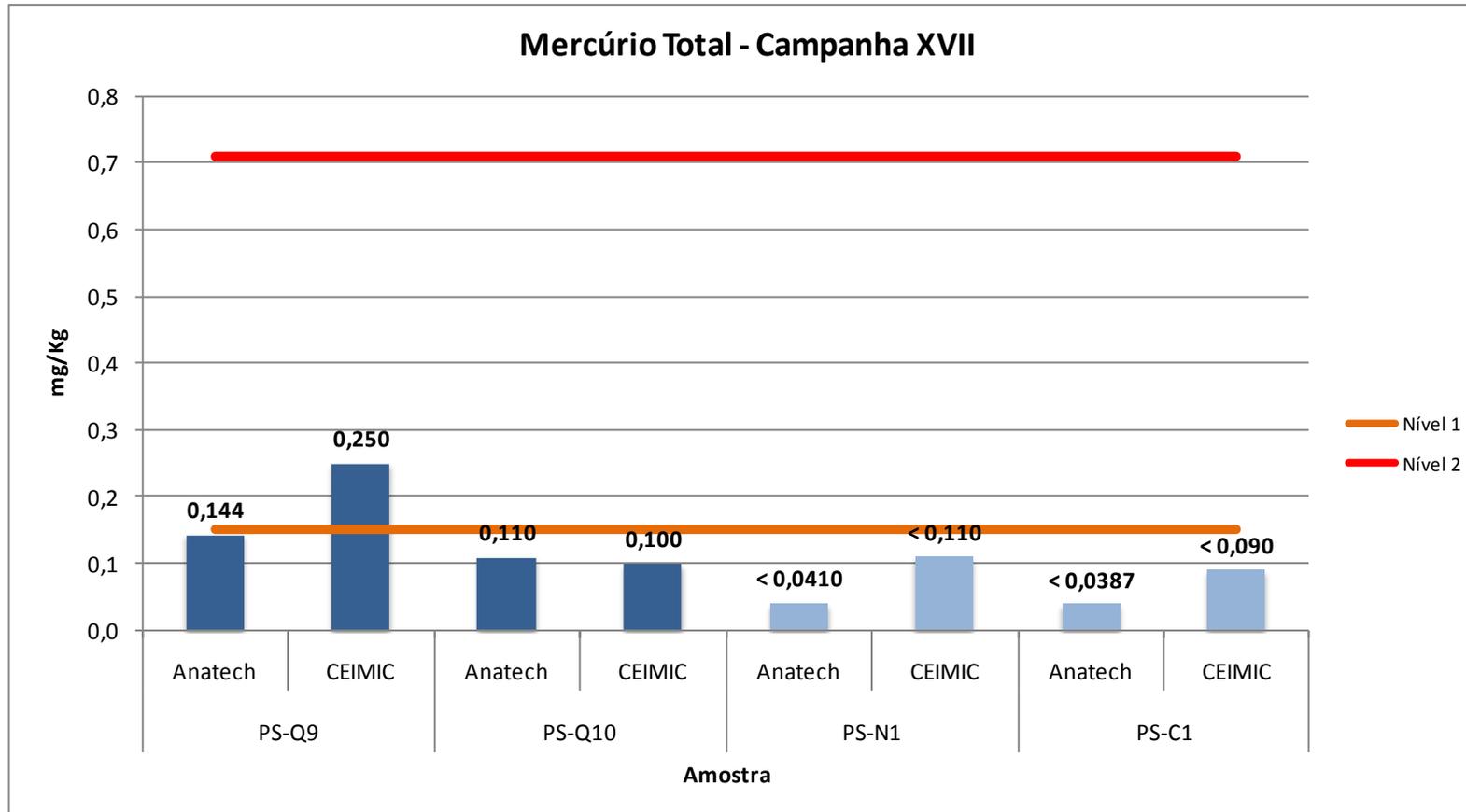


Figura 17.4.1.1-11. Concentração de mercúrio, nas amostras PS-Q9, PS-Q10, PS-N1 e PS-C1 da Campanha XVII, obtidas pelos laboratórios Anatech (Analytical Technology) e CEIMIC.

- **Campanha XVIII**

Segundo o laboratório Analytical Technology (Anatech), o mercúrio foi quantificado nas amostras PS-Q9 e PS-Q10, entretanto com valores (0,0516 e 0,0666 mg/kg) abaixo do nível 1, estabelecido pela Resolução Conama 344/04. E nas amostras coletadas em PS-N1 e PS-C1 o mercúrio apresentou valores inferiores ao limite de quantificação do método (Tabela 17.4.1.1-12 e Figura 17.4.1.1-12).

Entretanto, segundo as análises realizadas pelo laboratório CEIMIC, todas as amostras apresentaram valores de mercúrio abaixo do limite de quantificação do método (Tabela 17.4.1.1-12 e Figura 17.4.1.1-12).

Nessa campanha foi realizada ainda análise granulométrica e os resultados são apresentados na Tabela 17.4.1.1-13 e Figura 17.4.1.1-13. Nas amostras PS-Q9 e PS-Q10 houve predominância das frações areia muito fina (31,2 e 43,7%) e silte (44,9 e 24,9%), e em menores porcentagens foram encontradas areia fina (13,4 e 20,1%) e argila (5,1 e 6,08%). As frações areia média, areia grossa e areia muito grossa apresentaram valores menores que 4%, em ambas as amostras.

Os resultados granulométricos das amostras PS-N1 e PS-C1 mostraram predominância das frações areia fina (50,4 e 68,2%) e areia muito fina (39,7 e 26,3%), enquanto a fração silte contribuiu, respectivamente, com 6,99 e 2,88%. As frações argila, areia média, areia grossa e areia muito grossa apresentaram valores menores que 3%, em ambas as amostras.

Tabela 17.4.1.1-12. 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) da Campanha XVIII, obtidas pelos laboratórios Anatech (Analytical Technology) e CEIMIC.

Mercúrio Total								
Campanha	Laboratório	Unidade	Resolução		PS-Q9	PS-Q10	PS-N1	PS-C1
			CONAMA 344/04					
			Nível 1	Nível 2				
XVIII	Anatech	mg/Kg	0,15	0,71	0,0516	0,0666	< 0,0472	< 0,0467
	CEIMIC	mg/Kg	0,15	0,71	< 0,130	< 0,140	< 0,090	< 0,090

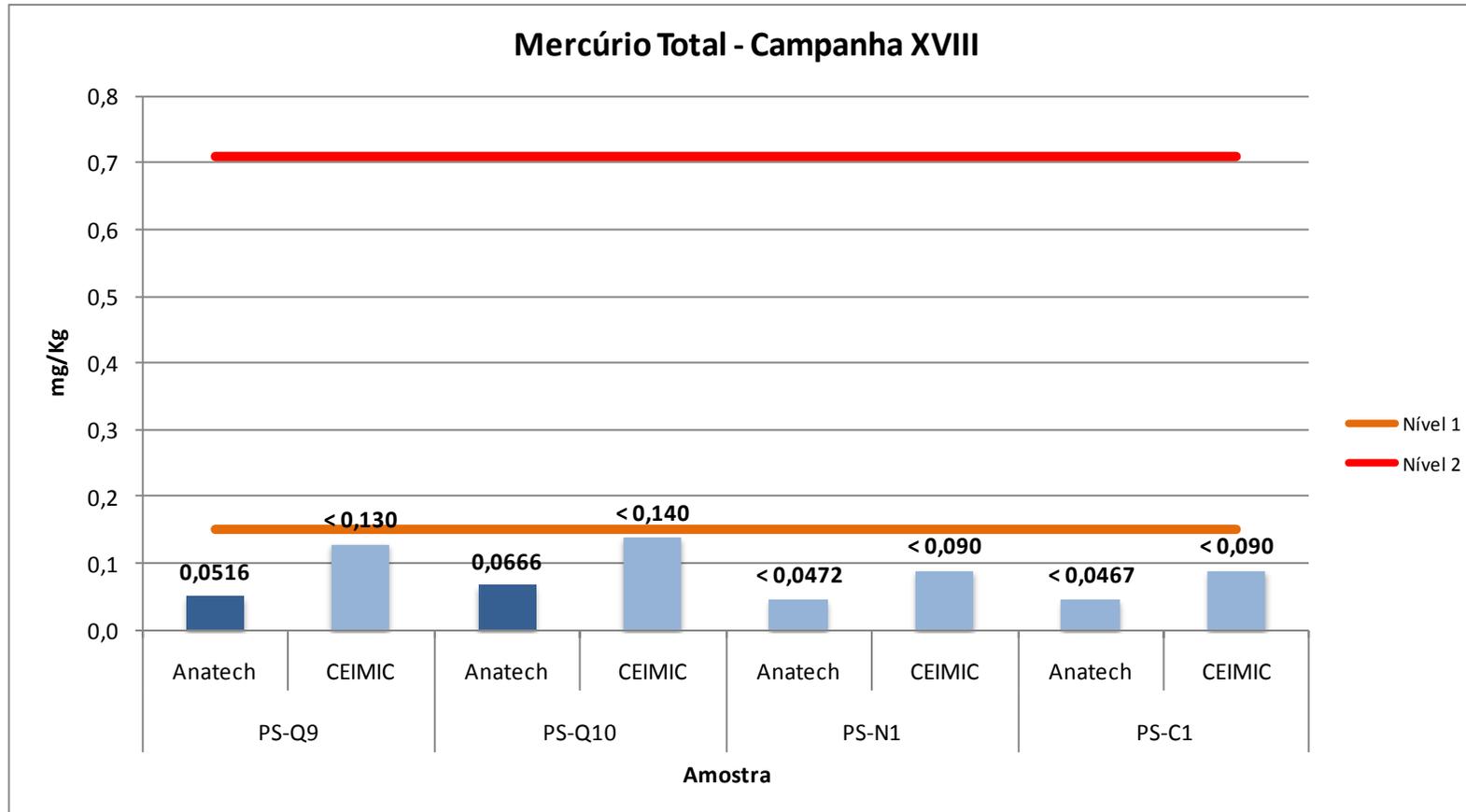


Figura 17.4.1.1-12. Concentração de mercúrio, nas amostras PS-Q9, PS-Q10, PS-N1 e PS-C1 da Campanha XVIII, obtidas pelos laboratórios Anatech (Analytical Technology) e CEIMIC.

Tabela 17.4.1.1-13. Composição granulométrica do sedimento das amostras PS-Q9, PS-Q10, PS-N1 e PS-C1 da Campanha XVIII.

Granulometria					
Fração	Unidade	Campanha XVIII			
		PS-Q9	PS-Q10	PS-N1	PS-C1
Argila	%	5,1	6,08	1,5	< 0,10
Silte	%	44,9	24,9	6,99	2,88
Areia muito fina	%	31,2	43,7	39,7	26,3
Areia fina	%	13,4	20,1	50,4	68,2
Areia média	%	2,62	3,58	1,38	2,08
Areia grossa	%	2,92	1,69	< 0,10	0,442
Areia muito grossa	%	< 0,10	< 0,10	< 0,10	< 0,10
Areia Total	%	50,1	69	91,5	97

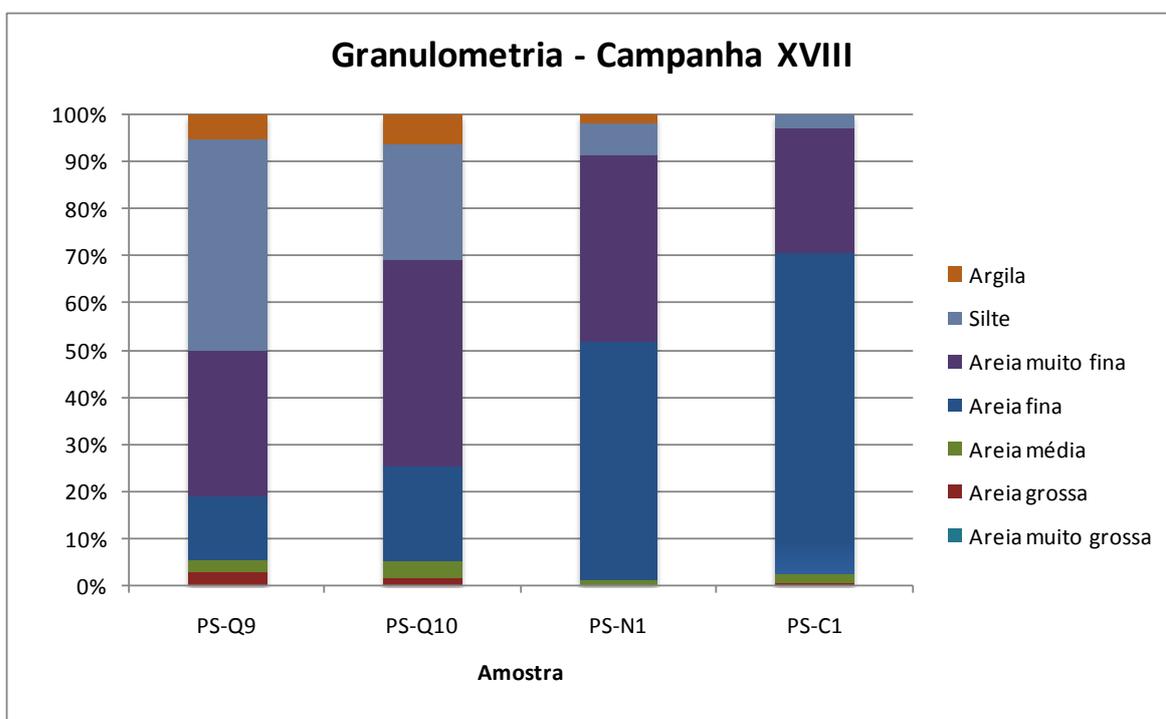


Figura 17.4.1.1-13. Composição granulométrica do sedimento das amostras PS-Q9, PS-Q10, PS-N1 e PS-C1 da Campanha XVIII.

- **Campanha XIX**

Na Campanha XIX foi coletado sedimento apenas para análise de mercúrio total. Segundo o laboratório Analytical Technology (Anatech), as amostras PS-Q9 e PS-Q10 apresentaram concentrações de mercúrio (0,253 e 0,214 mg/kg) acima do nível 1, estabelecido pela Resolução Conama 344/04, enquanto que as amostras coletadas em PS-N1 e PS-C1 apresentaram valores inferiores ao limite de quantificação do método (Tabela 17.4.1.1-14 e Figura 17.4.1.1-14).

Segundo as análises realizadas pelo laboratório CEIMIC, as amostras PS-Q9 e PS-Q10 também apresentaram concentrações de mercúrio (0,190 e 0,160 mg/kg) acima do nível 1, e as amostras coletadas em PS-N1 e PS-C1 apresentaram valores inferiores ao limite de quantificação do método (Tabela 17.4.1.1-14 e Figura 17.4.1.1-14).

Tabela 17.4.1.1-14. 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 XIX, 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				
XIX	Anatech	mg/Kg	0,15	0,71	<b>0,253</b>	<b>0,214</b>	< 0,0425	< 0,0396
	CEIMIC	mg/Kg	0,15	0,71	<b>0,190</b>	<b>0,160</b>	< 0,100	< 0,080

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

Valor Acima do Nível 2.

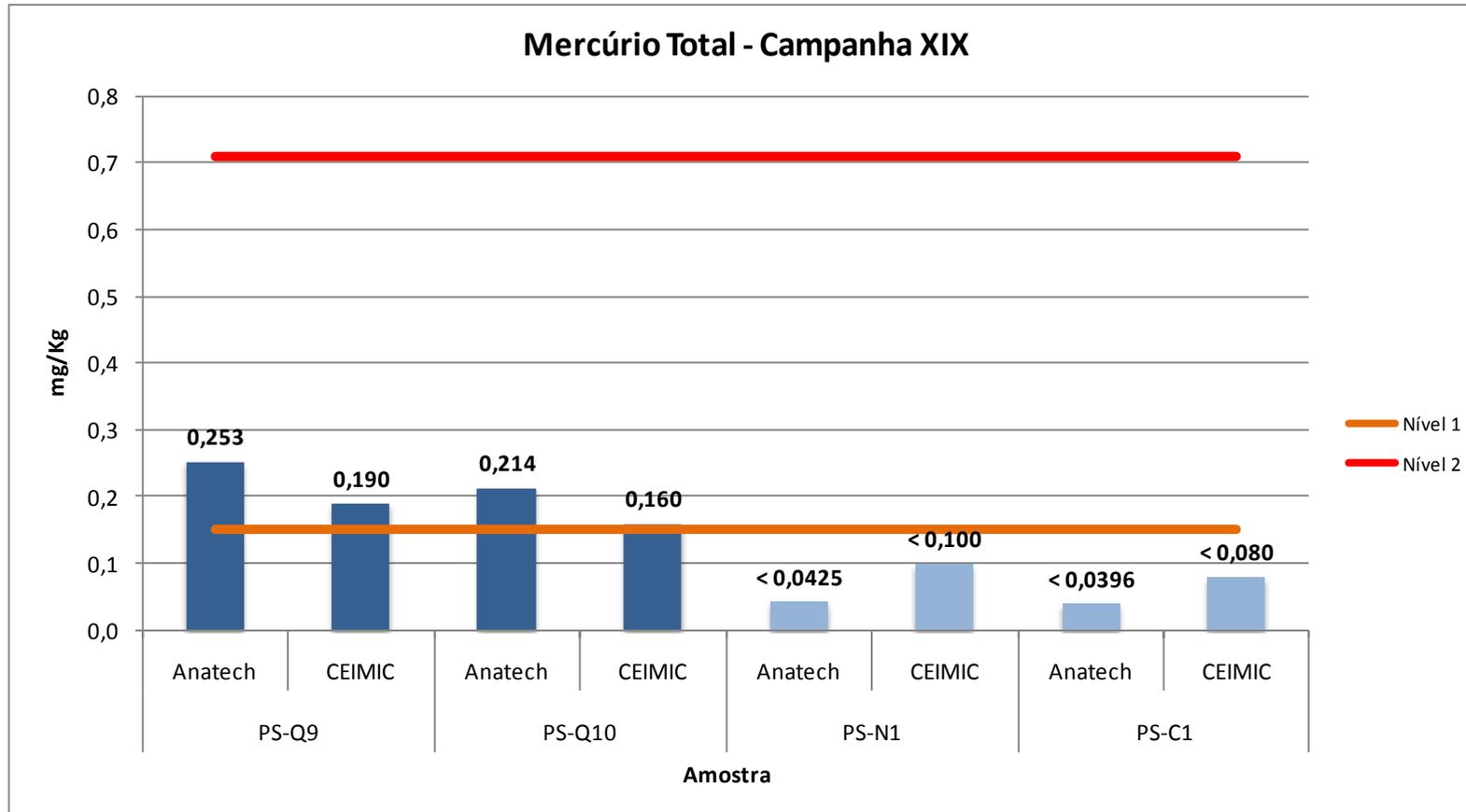


Figura 17.4.1.1-14. Concentração de mercúrio, nas amostras PS-Q9, PS-Q10, PS-N1 e PS-C1 da Campanha XIX, obtidas pelos laboratórios Anatech (Analytical Technology) e CEIMIC.

- **Campanha XX**

Segundo o laboratório Analytical Technology (Anatech), a amostra PS-Q9 apresentou concentração de mercúrio (0,185 mg/kg) acima do nível 1, estabelecido pela Resolução Conama 344/04, enquanto na amostra PS-Q10 o mercúrio foi quantificado (0,123 mg/kg), porém abaixo do nível 1. Nas amostras coletadas em PS-N1 e PS-C1 o mercúrio apresentou valores inferiores ao limite de quantificação do método (Tabela 17.4.1.1-15 e Figura 17.4.1.1-15).

Segundo as análises realizadas pelo laboratório CEIMIC, a amostra PS-Q9 também apresentou concentração de mercúrio (0,250 mg/kg) acima do nível 1, enquanto na amostra PS-Q10 o mercúrio foi quantificado (0,140 mg/kg), porém abaixo do nível 1. Nas amostras coletadas em PS-N1 e PS-C1 o mercúrio apresentou valores inferiores ao limite de quantificação do método (Tabela 17.4.1.1-15 e Figura 17.4.1.1-15).

Nessa campanha foi realizada ainda análise granulométrica e os resultados são apresentados na Tabela 17.4.1.1-16 e Figura 17.4.1.1-16. Nas amostras PS-Q9 e PS-Q10 houve predominância das frações areia muito fina (31,5 e 45,9%) e silte (37,7 e 18,3%), e em menores porcentagens foram encontradas argila (20,4 e 11,5%) e areia fina (8,71 e 23,5%). 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 (42,7 e 60,4%) e areia muito fina (37,9 e 35,4%). A fração argila contribuiu, respectivamente, com 10,2 e 2,29%, enquanto a fração silte com 7,93 e < 0,10%. As frações areia média, areia grossa e areia muito grossa apresentaram valores menores que 2%, em ambas as amostras.

Tabela 17.4.1.1-15. 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 XX, 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				
XX	Anatech	mg/Kg	0,15	0,71	<b>0,185</b>	0,123	<0,0725	<0,0739
	CEIMIC	mg/Kg	0,15	0,71	<b>0,250</b>	0,140	<0,100	<0,090

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

Valor Acima do Nível 2.

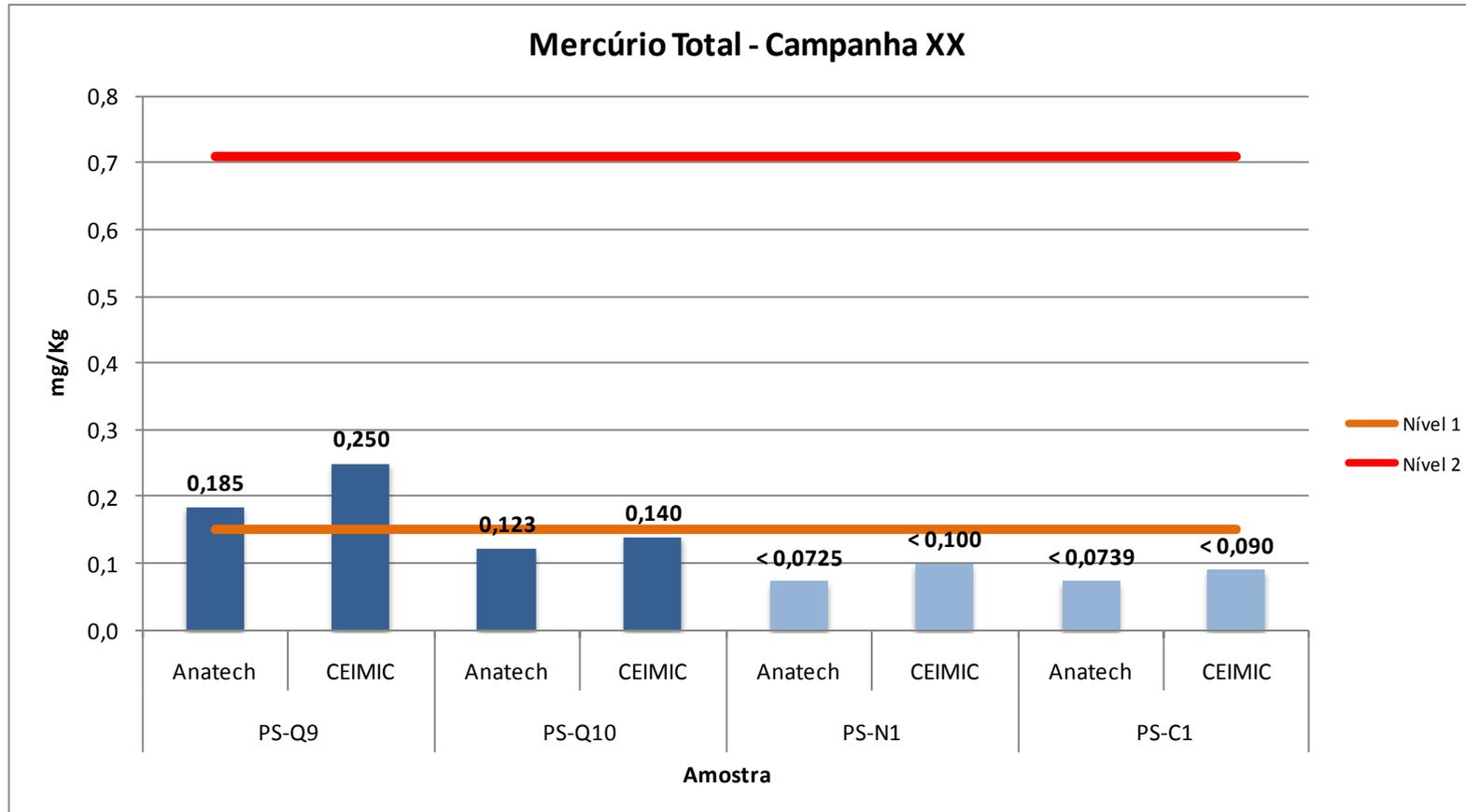


Figura 17.4.1.1-15. Concentração de mercúrio, nas amostras PS-Q9, PS-Q10, PS-N1 e PS-C1 da Campanha XX, obtidas pelos laboratórios Anatech (Analytical Technology) e CEIMIC.

Tabela 17.4.1.1-16. Composição granulométrica do sedimento das amostras PS-Q9, PS-Q10, PS-N1 e PS-C1 da Campanha XX.

Granulometria					
Fração	Unidade	Campanha XX			
		PS-Q9	PS-Q10	PS-N1	PS-C1
Argila	%	20,4	11,5	10,2	2,29
Silte	%	37,7	18,3	7,93	< 0,10
Areia muito fina	%	31,5	45,9	37,9	35,4
Areia fina	%	8,71	23,2	42,7	60,4
Areia média	%	0,761	0,753	0,93	1,78
Areia grossa	%	0,384	0,218	0,252	< 0,10
Areia muito grossa	%	0,129	< 0,10	< 0,10	< 0,10
Areia Total	%	41,5	70	81,8	97,6

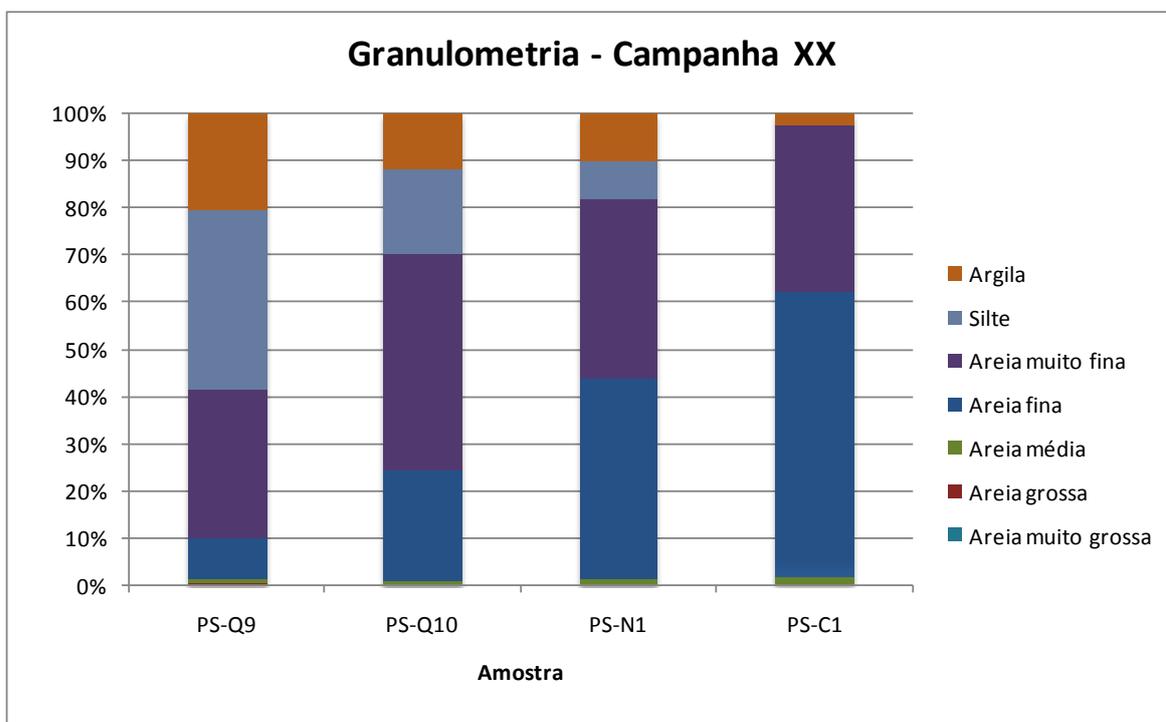


Figura 17.4.1.1-16. Composição granulométrica do sedimento das amostras PS-Q9, PS-Q10, PS-N1 e PS-C1 da Campanha XX.

- **Campanha XXI**

Na Campanha XXI foi coletado sedimento apenas para análise de mercúrio total. Segundo o laboratório Analytical Technology (Anatech), as amostras PS-Q9 e PS-Q10 apresentaram concentrações de mercúrio (0,178 e 0,446 mg/kg) acima do nível 1, estabelecido pela Resolução Conama 344/04, enquanto que as amostras coletadas em PS-N1 e PS-C1 apresentaram valores inferiores ao limite de quantificação do método (Tabela 17.4.1.1-17 e Figura 17.4.1.1-17).

Segundo as análises realizadas pelo laboratório CEIMIC, a amostra PS-Q9 apresentou concentração de mercúrio (0,180 mg/kg) acima do nível 1, , enquanto na amostra PS-Q10 o mercúrio foi quantificado (0,130 mg/kg), porém abaixo do nível 1. As amostras coletadas em PS-N1 e PS-C1 apresentaram valores inferiores ao limite de quantificação do método (Tabela 17.4.1.1-17 e Figura 17.4.1.1-17).

Tabela 17.4.1.1-17. 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) da Campanha XXI, 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				
XXI	Anatech	mg/Kg	0,15	0,71	<b>0,178</b>	<b>0,446</b>	<0,0476	<0,0472
	CEIMIC	mg/Kg	0,15	0,71	<b>0,180</b>	0,130	<0,130	<0,090

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

**Valor** Acima do Nível 2.

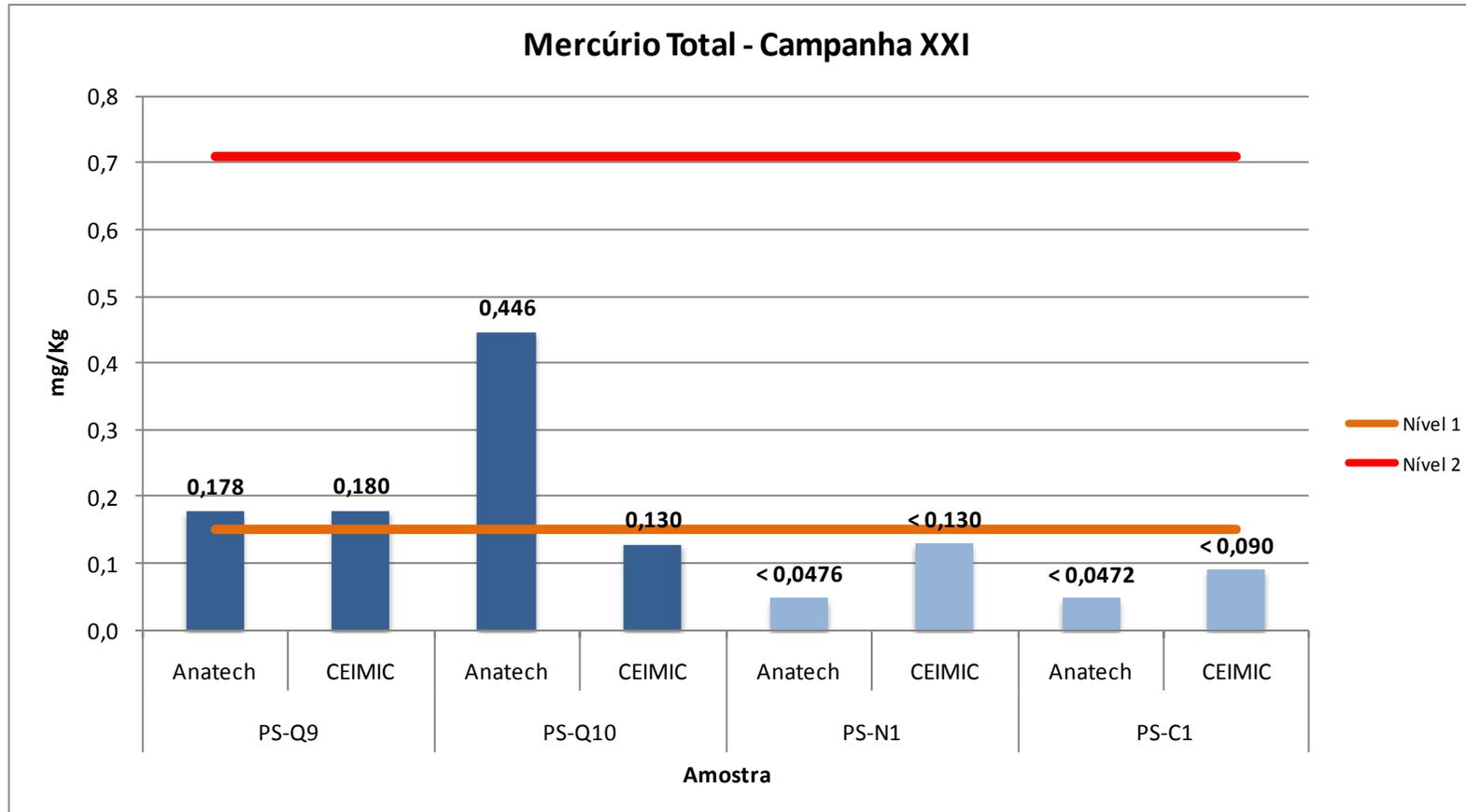


Figura 17.4.1.1-17. Concentração de mercúrio, nas amostras PS-Q9, PS-Q10, PS-N1 e PS-C1 da Campanha XXI, obtidas pelos laboratórios Anatech (Analytical Technology) e CEIMIC.

- **Campanha XXII**

Segundo o laboratório Analytical Technology (Anatech), o mercúrio foi quantificado nas amostras PS-Q9 e PS-Q10, entretanto com valores (0,0831 e 0,0814 mg/kg) abaixo do nível 1, estabelecido pela Resolução Conama 344/04. Nas amostras coletadas em PS-N1 e PS-C1 o mercúrio apresentou valores inferiores ao limite de quantificação do método (Tabela 17.4.1.1-18 e Figura 17.4.1.1-18).

Segundo as análises realizadas pelo laboratório CEIMIC, a amostra PS-Q10 apresentou concentração de mercúrio (0,180 mg/kg) acima do nível 1, enquanto nas amostras coletadas em PS-Q9, PS-N1 e PS-C1 o mercúrio apresentou valores inferiores ao limite de quantificação do método (Tabela 17.4.1.1-18 e Figura 17.4.1.1-18).

Nessa campanha foi realizada ainda análise granulométrica e os resultados são apresentados na Tabela 17.4.1.1-19 e Figura 17.4.1.1-19. Nas amostras PS-Q9 e PS-Q10 houve predominância das frações areia muito fina (35,4 e 41,0%) e silte (30,2 e 33,0%), e em menores porcentagens foram encontradas argila (23,8 e 9,68%) e areia fina (9,33 e 14,9%). 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 (52,9 e 49,6%) e areia muito fina (30,3 e 39,4%). A fração silte contribuiu, respectivamente, com 7,87 e 7,93%, enquanto a fração argila com 7,96 e 1,31%. As frações areia média, areia grossa e areia muito grossa apresentaram valores menores que 2%, em ambas as amostras.

Tabela 17.4.1.1-18. 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 XXII, 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				
XXII	Anatech	mg/Kg	0,15	0,71	0,0831	0,0814	< 0,0451	< 0,0395
	CEIMIC	mg/Kg	0,15	0,71	< 0,140	<b>0,180</b>	< 0,090	< 0,080

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

Valor Acima do Nível 2.

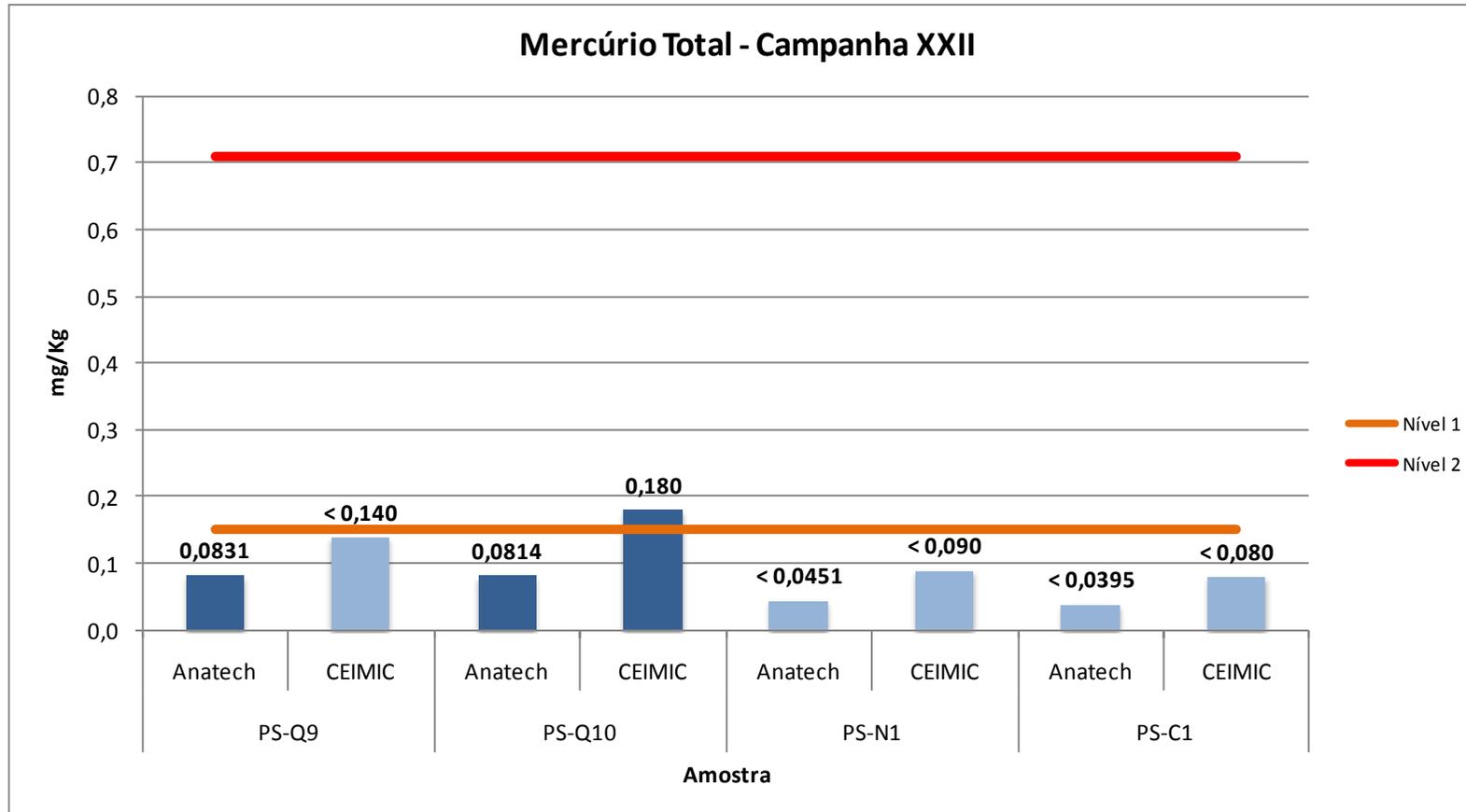


Figura 17.4.1.1-18. Concentração de mercúrio, nas amostras PS-Q9, PS-Q10, PS-N1 e PS-C1 da Campanha XXII, obtidas pelos laboratórios Anatech (Analytical Technology) e CEIMIC.

Tabela 17.4.1.1-19. Composição granulométrica do sedimento das amostras PS-Q9, PS-Q10, PS-N1 e PS-C1 da Campanha XXII.

Granulometria					
Fração	Unidade	Campanha XXII			
		PS-Q9	PS-Q10	PS-N1	PS-C1
Argila	%	23,8	9,68	7,96	1,31
Silte	%	30,2	33	7,87	7,93
Areia muito fina	%	35,4	41	30,3	39,4
Areia fina	%	9,33	14,9	52,9	49,6
Areia média	%	0,637	0,645	0,902	1,71
Areia grossa	%	0,403	0,448	0,114	< 0,10
Areia muito grossa	%	< 0,10	0,102	< 0,10	< 0,10
Areia Total	%	45,8	57,1	84,2	90,7

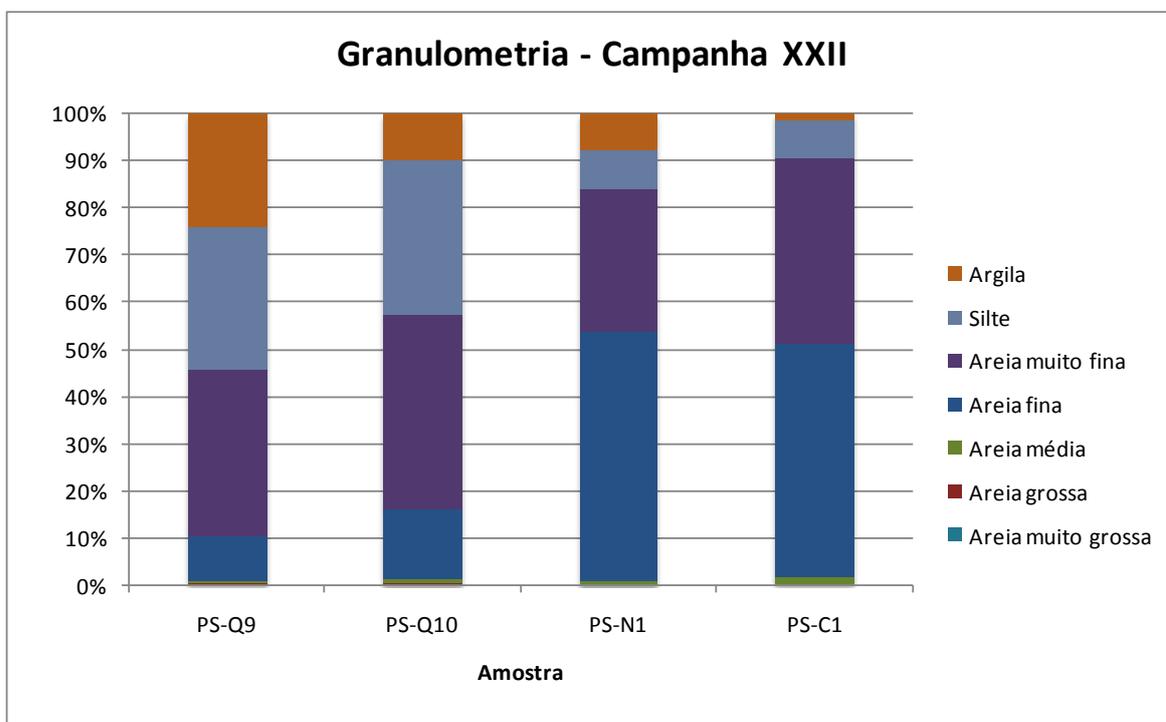


Figura 17.4.1.1-19. Composição granulométrica do sedimento das amostras PS-Q9, PS-Q10, PS-N1 e PS-C1 da Campanha XXII.

- **Campanha XXIII**

Na Campanha XXIII foi coletado sedimento apenas para análise de mercúrio total. Segundo o laboratório Analytical Technology (Anatech), as amostras PS-Q9 e PS-Q10 apresentaram concentrações de mercúrio (0,326 e 0,221 mg/kg) acima do nível 1, estabelecido pela Resolução Conama 344/04, enquanto que as amostras coletadas em PS-N1 e PS-C1 apresentaram valores inferiores ao limite de quantificação do método (Tabela 17.4.1.1-20 e Figura 17.4.1.1-20).

Segundo as análises realizadas pelo laboratório CEIMIC, apenas a amostra PS-Q9 apresentou concentração de mercúrio (0,200 mg/kg) acima do nível 1. As demais amostras (PS-Q10, PS-N1 e PS-C1) apresentaram valores inferiores ao limite de quantificação do método (Tabela 17.4.1.1-20 e Figura 17.4.1.1-20).

Tabela 17.4.1.1-20. 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) da Campanha XXIII, 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				
			XXIII	Anatech				
	CEIMIC	mg/Kg	0,15	0,71	<b>0,200</b>	< 0,12	< 0,080	< 0,090

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

Valor Acima do Nível 2.

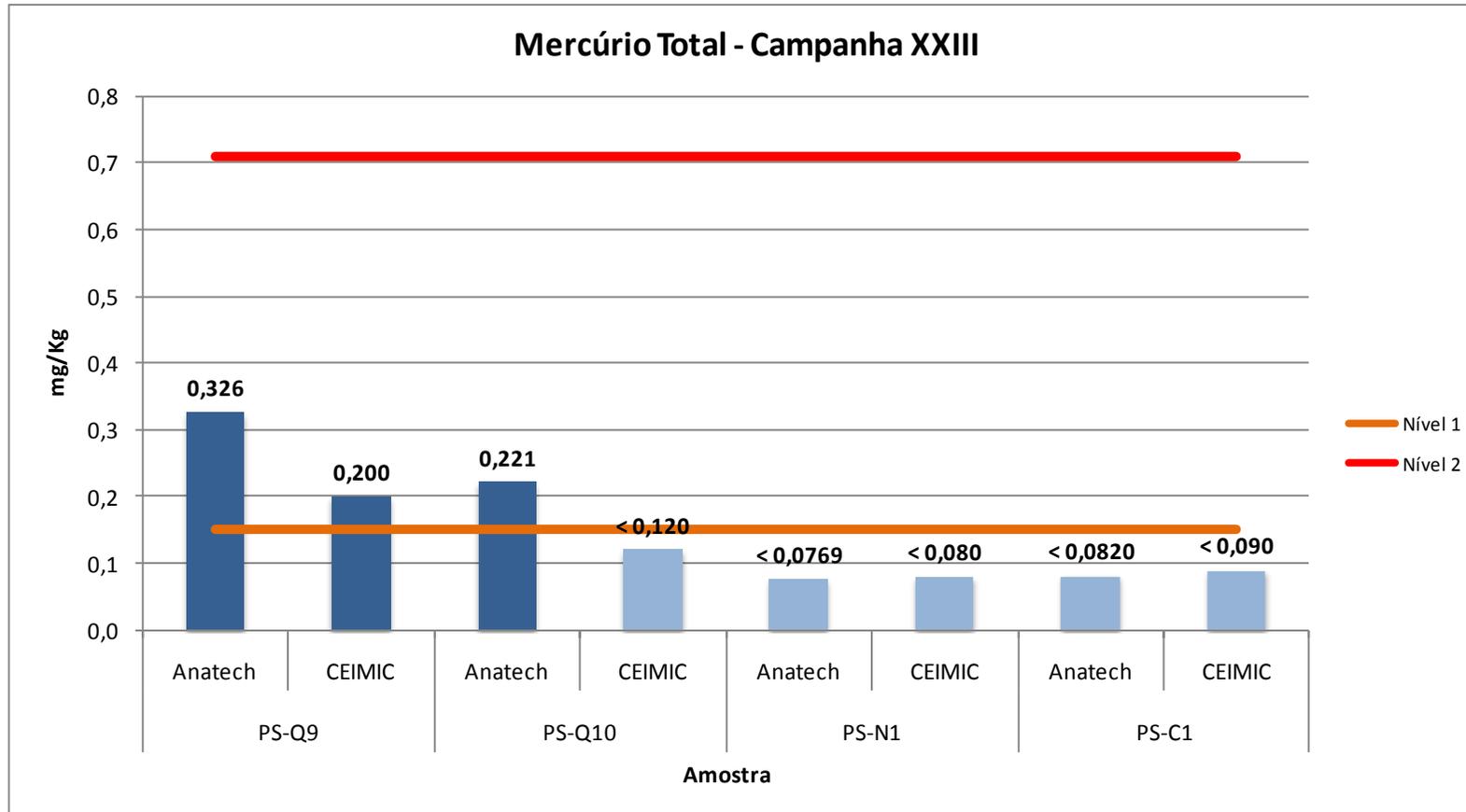


Figura 17.4.1.1-20. Concentração de mercúrio, nas amostras PS-Q9, PS-Q10, PS-N1 e PS-C1 da Campanha XXIII, obtidas pelos laboratórios Anatech (Analytical Technology) e CEIMIC.

- **Campanha XXIV**

Segundo o laboratório Analytical Technology (Anatech), as amostras PS-Q9 e PS-Q10 apresentaram concentrações de mercúrio (0,452 e 0,226 mg/kg) acima do nível 1, estabelecido pela Resolução Conama 344/04. Na amostra PS-N1 o mercúrio foi quantificado (0,139 mg/kg), porém abaixo do nível 1 e na amostra PS-C1 o mercúrio apresentou valor inferior ao limite de quantificação do método (Tabela 17.4.1.1-21 e Figura 17.4.1.1-21).

Segundo as análises realizadas pelo laboratório CEIMIC, as amostras PS-Q9 e PS-Q10 também apresentaram concentrações de mercúrio (0,270 e 0,230 mg/kg) acima do nível 1, enquanto que as amostras coletadas em PS-N1 e PS-C1 apresentaram valores inferiores ao limite de quantificação do método (Tabela 17.4.1.1-21 e Figura 17.4.1.1-21).

Nessa campanha foi realizada ainda análise granulométrica e os resultados são apresentados na Tabela 17.4.1.1-22 e Figura 17.4.1.1-22. Nas amostras PS-Q9 e PS-Q10 houve predominância das frações silte (38,0 e 40,3%) e argila (25,8 e 27,9%), e em menores porcentagens foram encontradas as frações areia muito fina (22,3 e 24,5%) e areia fina (12,7 e 6,56%). 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 (40,9 e 67,5%) e areia muito fina (38,8 e 27,6%). A fração argila contribuiu, respectivamente, com 9,6 e 2%, enquanto a fração silte com 9,62 e 0,497%. As frações areia média, areia grossa e areia muito grossa apresentaram valores menores que 2%, em ambas as amostras.

Tabela 17.4.1.1-21. 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 XXIV, 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				
XXIV	Anatech	mg/Kg	0,15	0,71	<b>0,452</b>	<b>0,226</b>	0,139	< 0,0730
	CEIMIC	mg/Kg	0,15	0,71	<b>0,270</b>	<b>0,230</b>	< 0,100	< 0,090

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

Valor Acima do Nível 2.

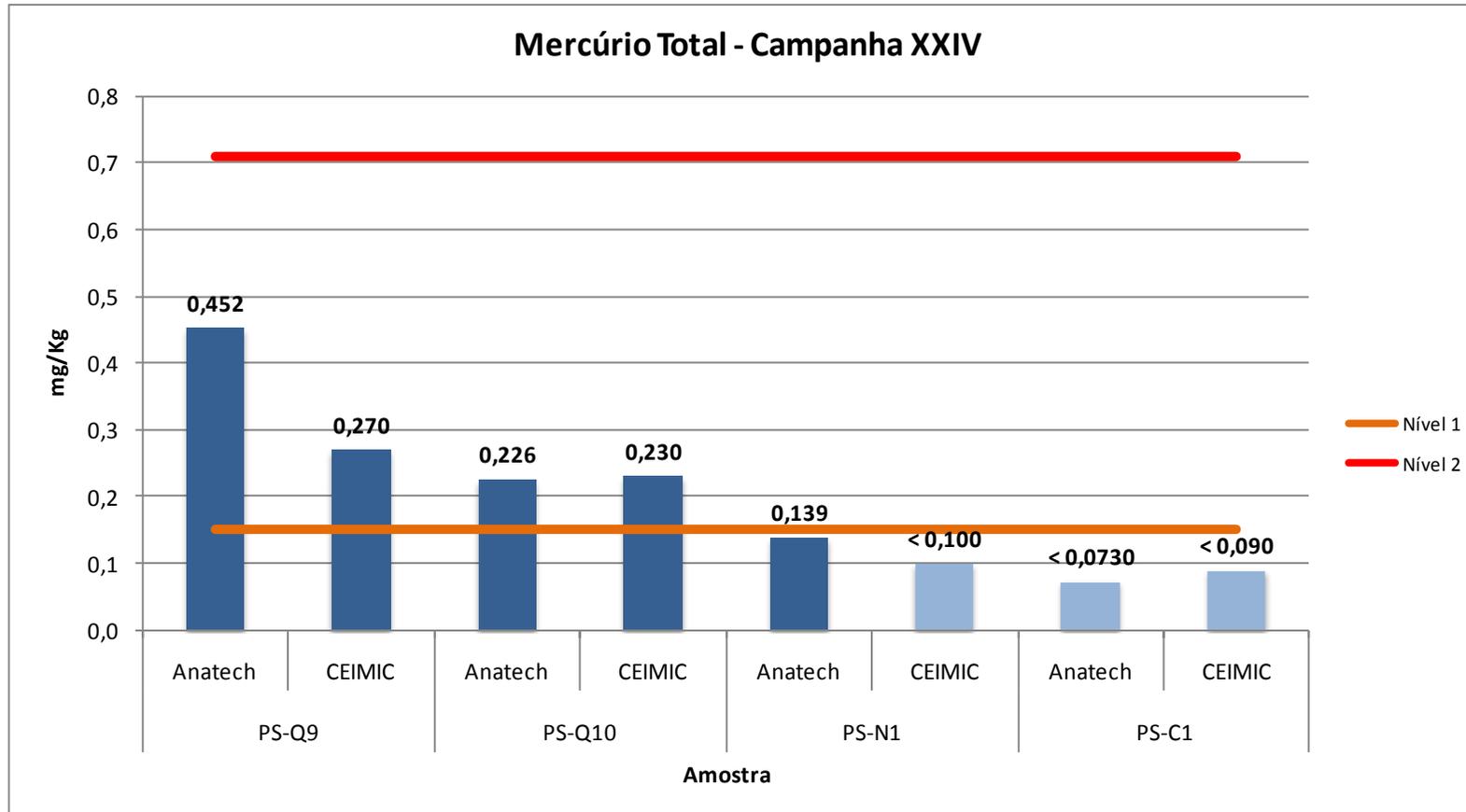


Figura 17.4.1.1-21. Concentração de mercúrio, nas amostras PS-Q9, PS-Q10, PS-N1 e PS-C1 da Campanha XXIV, obtidas pelos laboratórios Anatech (Analytical Technology) e CEIMIC.

Tabela 17.4.1.1-22. Composição granulométrica do sedimento das amostras PS-Q9, PS-Q10, PS-N1 e PS-C1 da Campanha XXIV.

Granulometria					
Fração	Unidade	Campanha XXIV			
		PS-Q9	PS-Q10	PS-N1	PS-C1
Argila	%	25,8	27,9	9,6	2
Silte	%	38	40,3	9,62	0,497
Areia muito fina	%	22,3	24,5	38,8	27,6
Areia fina	%	12,7	6,56	40,9	67,5
Areia média	%	0,56	0,336	0,71	1,37
Areia grossa	%	0,377	0,157	0,27	0,417
Areia muito grossa	%	0,217	< 0,10	< 0,10	0,345
Areia Total	%	36,2	31,7	80,6	97,2

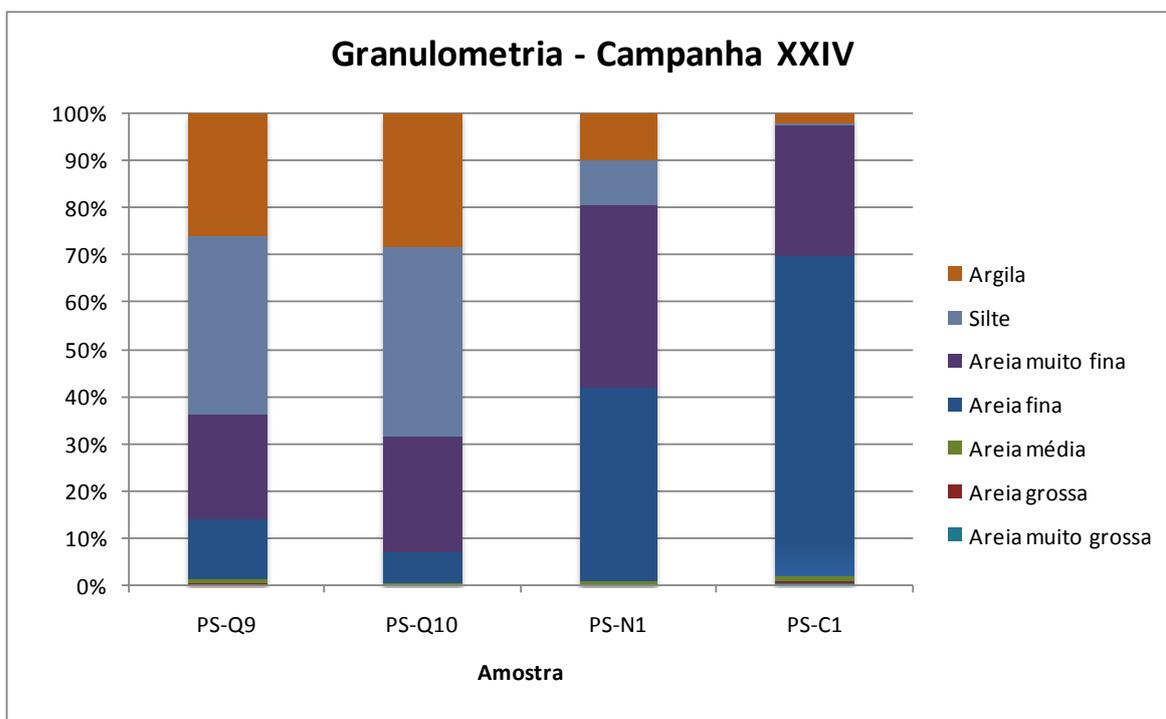


Figura 17.4.1.1-22. Composição granulométrica do sedimento das amostras PS-Q9, PS-Q10, PS-N1 e PS-C1 da Campanha XXIV.

- **Campanha XXV**

Na Campanha XXV foi coletado sedimento apenas para análise de mercúrio total. Segundo o laboratório Analytical Technology (Anatech), as amostras PS-Q9 e PS-Q10 apresentaram concentrações de mercúrio (0,316 e 0,247 mg/kg) acima do nível 1, estabelecido pela Resolução Conama 344/04, enquanto que as amostras coletadas em PS-N1 e PS-C1 apresentaram valores inferiores ao limite de quantificação do método (Tabela 17.4.1.1-23 e Figura 17.4.1.1-23).

Segundo as análises realizadas pelo laboratório CEIMIC, apenas a amostra PS-Q10 apresentou concentração de mercúrio (0,190 mg/kg) acima do nível 1. As demais amostras (PS-Q9, PS-N1 e PS-C1) apresentaram valores inferiores ao limite de quantificação do método (Tabela 17.4.1.1-23 e Figura 17.4.1.1-23).

Tabela 17.4.1.1-23. 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) da Campanha XXV, 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				
			XXV	Anatech				
	CEIMIC	mg/Kg	0,15	0,71	< 0,140	<b>0,190</b>	< 0,100	< 0,080

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

Valor Acima do Nível 2.

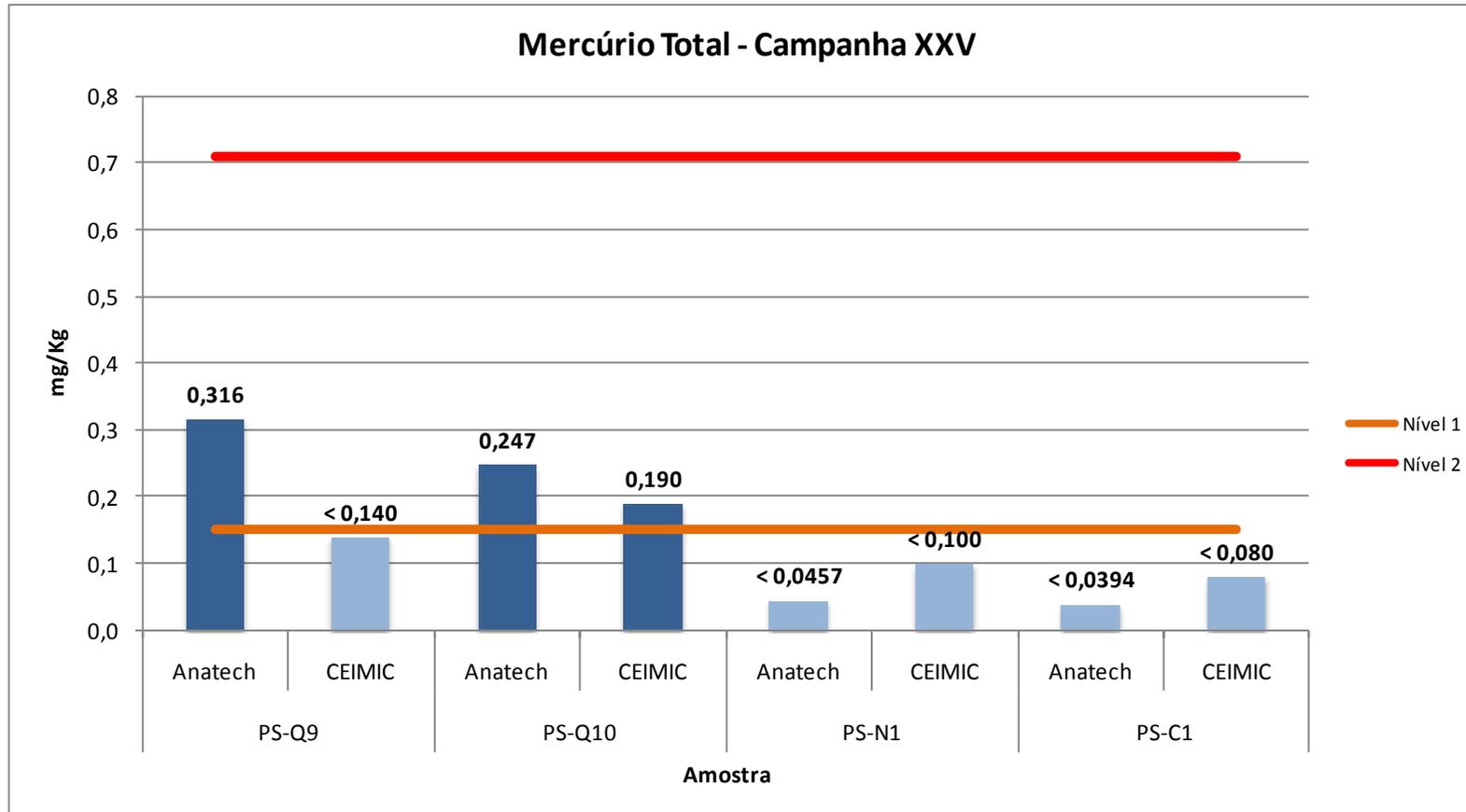


Figura 17.4.1.1-23. Concentração de mercúrio, nas amostras PS-Q9, PS-Q10, PS-N1 e PS-C1 da Campanha XXV, obtidas pelos laboratórios Anatech (Analytical Technology) e CEIMIC.

- **Campanha XXVI**

Segundo o laboratório Analytical Technology (Anatech), as amostras PS-Q9 e PS-Q10 apresentaram concentrações de mercúrio (0,617 e 0,216 mg/kg) acima do nível 1, estabelecido pela Resolução Conama 344/04, enquanto que as amostras coletadas em PS-N1 e PS-C1 apresentaram valores inferiores ao limite de quantificação do método (Tabela 17.4.1.1-24 e Figura 17.4.1.1-24).

Segundo as análises realizadas pelo laboratório CEIMIC, apenas a amostra PS-Q10 apresentou concentração de mercúrio (0,170 mg/kg) acima do nível 1. As demais amostras (PS-Q9, PS-N1 e PS-C1) apresentaram valores inferiores ao limite de quantificação do método (Tabela 17.4.1.1-24 e Figura 17.4.1.1-24).

Nessa campanha foi realizada ainda análise granulométrica e os resultados são apresentados na Tabela 17.4.1.1-25 e Figura 17.4.1.1-25. Nas amostras PS-Q9 e PS-Q10 houve predominância das frações areia muito fina (36,5 e 46,1%) e silte (25,5 e 22,9%), e em menores porcentagens foram encontradas as frações areia fina (19,4 e 15,7%) e argila (16,5 e 13,4%). As 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 (41,6 e 71,5%) e areia muito fina (38,9 e 24,0%). A fração argila contribuiu, respectivamente, com 10,4 e 2,18%, enquanto a fração silte com 8,11 e < 0,10%. As frações areia média, areia grossa e areia muito grossa apresentaram valores menores que 2%, em ambas as amostras. No Anexo 17.8-10 é apresentado o laudo da análise granulométrica da Campanha XXVI.

Tabela 17.4.1.1-24. 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 XXVI, 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				
XXVI	Anatech	mg/Kg	0,15	0,71	<b>0,617</b>	<b>0,216</b>	< 0,0483	< 0,0394
	CEIMIC	mg/Kg	0,15	0,71	< 0,130	<b>0,170</b>	< 0,090	< 0,080

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

**Valor** Acima do Nível 2.

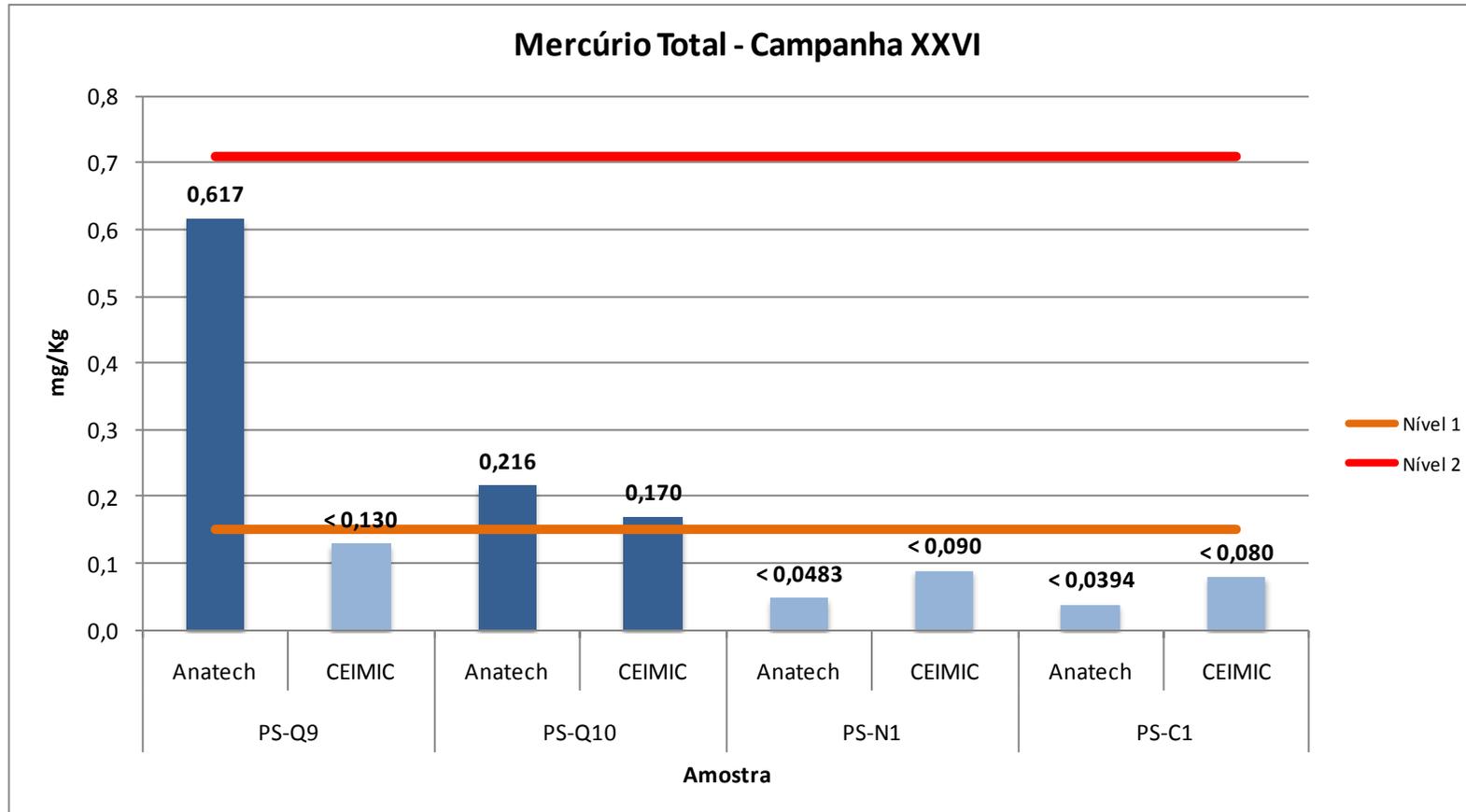


Figura 17.4.1.1-24. Concentração de mercúrio, nas amostras PS-Q9, PS-Q10, PS-N1 e PS-C1 da Campanha XXVI, obtidas pelos laboratórios Anatech (Analytical Technology) e CEIMIC.

Tabela 17.4.1.1-25. Composição granulométrica do sedimento das amostras PS-Q9, PS-Q10, PS-N1 e PS-C1 da Campanha XXVI.

Granulometria					
Fração	Unidade	Campanha XXVI			
		PS-Q9	PS-Q10	PS-N1	PS-C1
Argila	%	16,5	13,4	10,4	2,18
Silte	%	25,5	22,9	8,11	< 0,10
Areia muito fina	%	36,5	46,1	38,9	24
Areia fina	%	19,4	15,7	41,6	71,5
Areia média	%	1,32	0,664	0,771	1,81
Areia grossa	%	0,595	0,443	0,129	0,331
Areia muito grossa	%	< 0,10	0,692	< 0,10	< 0,10
Areia Total	%	57,9	63,6	81,4	97,7

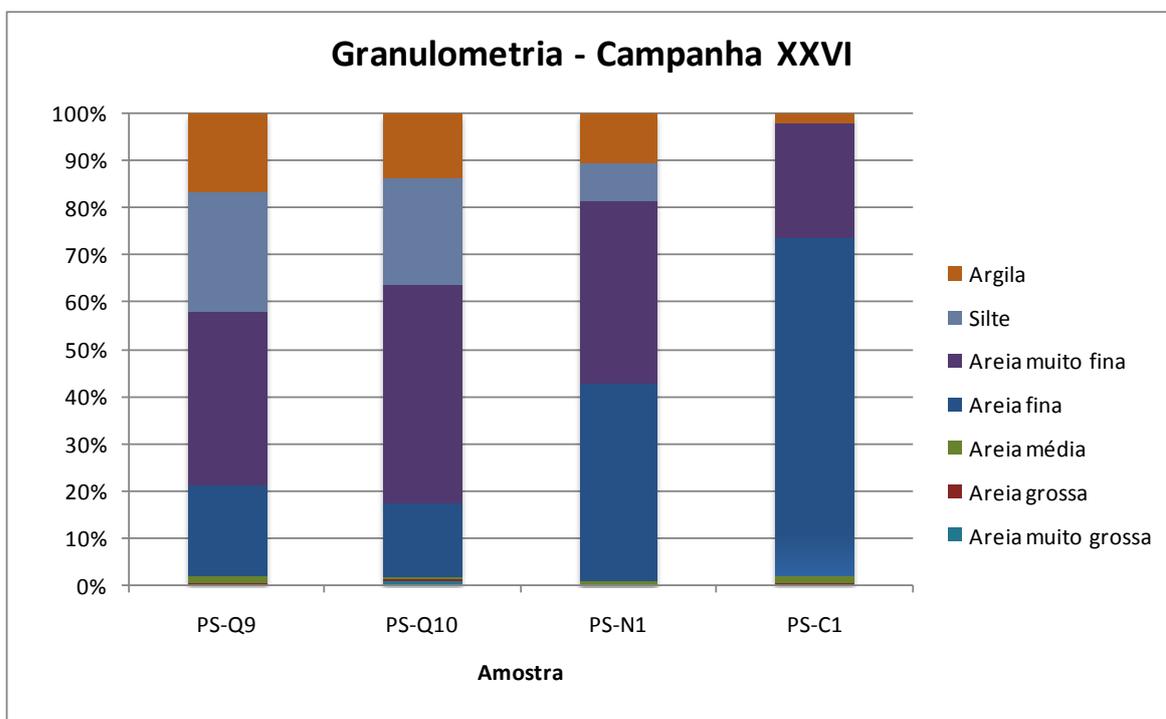


Figura 17.4.1.1-25. Composição granulométrica do sedimento das amostras PS-Q9, PS-Q10, PS-N1 e PS-C1 da Campanha XXVI.

- **Campanha XXVII**

Na Campanha XXVII foi coletado sedimento apenas para análise de mercúrio total. Segundo o laboratório Analytical Technology (Anatech), nas amostras PS-Q9 e PS-Q10 o mercúrio total foi quantificado (0,105 e 0,0931 mg/kg), porém abaixo do nível 1, estabelecido pela Resolução Conama 344/04, enquanto que as amostras coletadas em PS-N1 e PS-C1 apresentaram valores inferiores ao limite de quantificação do método (Tabela 17.4.1.1-26 e Figura 17.4.1.1-26).

Segundo as análises realizadas pelo laboratório CEIMIC, apenas a amostra PS-Q9 apresentou concentração de mercúrio (0,300 mg/kg) acima do nível 1. Enquanto, as demais amostras (PS-Q9, PS-N1 e PS-C1) apresentaram valores inferiores ao limite de quantificação do método (Tabela 17.4.1.1-26 e Figura 17.4.1.1-26).

Tabela 17.4.1.1-26. 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) da Campanha XXVII, 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				
XXVII	Anatech	mg/Kg	0,15	0,71	0,105	0,0931	<0,0442	<0,0384
	CEIMIC	mg/Kg	0,15	0,71	<b>0,300</b>	<0,150	<0,100	<0,080

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

Valor Acima do Nível 2.

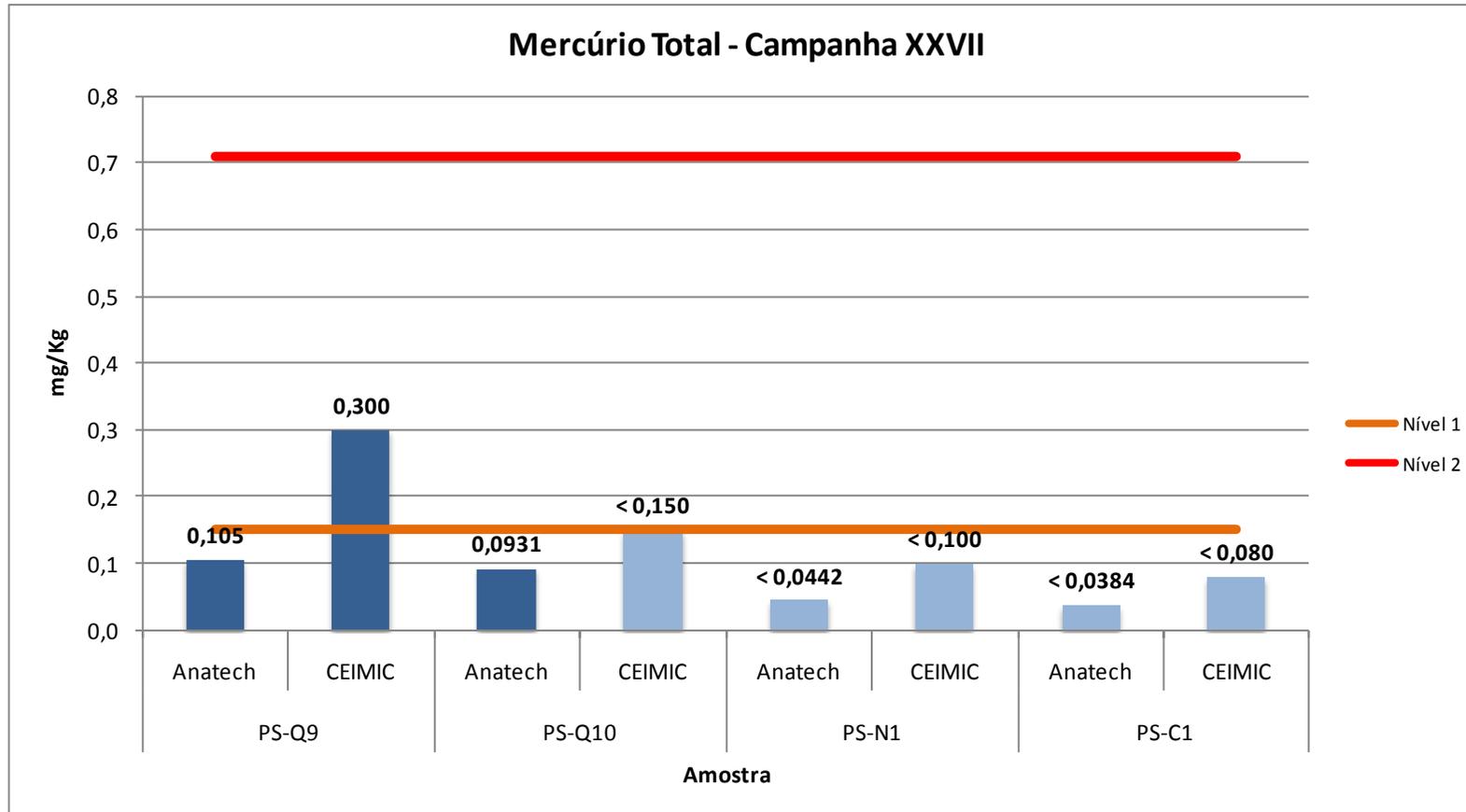


Figura 17.4.1.1-26. Concentração de mercúrio, nas amostras PS-Q9, PS-Q10, PS-N1 e PS-C1 da Campanha XXVII, obtidas pelos laboratórios Anatech (Analytical Technology) e CEIMIC.

- **Campanha XXVIII**

Segundo o laboratório Analytical Technology (Anatech), somente a amostra PS-Q9 apresentou concentração de mercúrio (0,274 mg/kg) acima do nível 1, estabelecido pela Resolução Conama 344/04, enquanto que nas amostras coletadas em PS-Q10, PS-N1 e PS-C1 o mercúrio foi quantificado, porém abaixo do nível 1 (Tabela 17.4.1.1-27 e Figura 17.4.1.1-27).

Segundo as análises realizadas pelo laboratório CEIMIC, as amostras PS-Q9 e PS-Q10 apresentaram concentração de mercúrio (0,180 e 0,150 mg/kg) acima/igual ao nível 1. As demais amostras (PS-N1 e PS-C1) apresentaram valores inferiores ao limite de quantificação do método (Tabela 17.4.1.1-27 e Figura 17.4.1.1-27).

Nas amostras PS-N1 e PS-C1, baseado nos resultados do laboratório Analytical Technology, o mercúrio foi quantificado em níveis de traço, ou seja, com valores muito próximos ao limite de quantificação. Dessa forma, tais valores devem ser avaliados com cautela, devido a eleva incerteza analítica que pode estar associada. O limite de quantificação é originado a partir do limite de detecção, o qual apresenta uma incerteza de 100% (Figura 17.4.1.1-28). A precisão do limite de quantificação dependerá do fator de multiplicação aplicado ao limite de detecção. Quanto maior o fator, menor a incerteza. Embora o Standard Methods, na seção 1030C, recomende que este fator seja de 5, muitos laboratórios aplicam um fator de 3, o que contribui para elevação da incerteza dos resultados obtidos próximos ao LQ.

Tabela 17.4.1.1-27. 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 XXVIII, 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				
XXVIII	Anatech	mg/Kg	0,15	0,71	<b>0,274</b>	0,140	0,0514	0,0405
	CEIMIC	mg/Kg	0,15	0,71	<b>0,180</b>	<b>0,150</b>	< 0,090	< 0,080

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

Valor Acima do Nível 2.

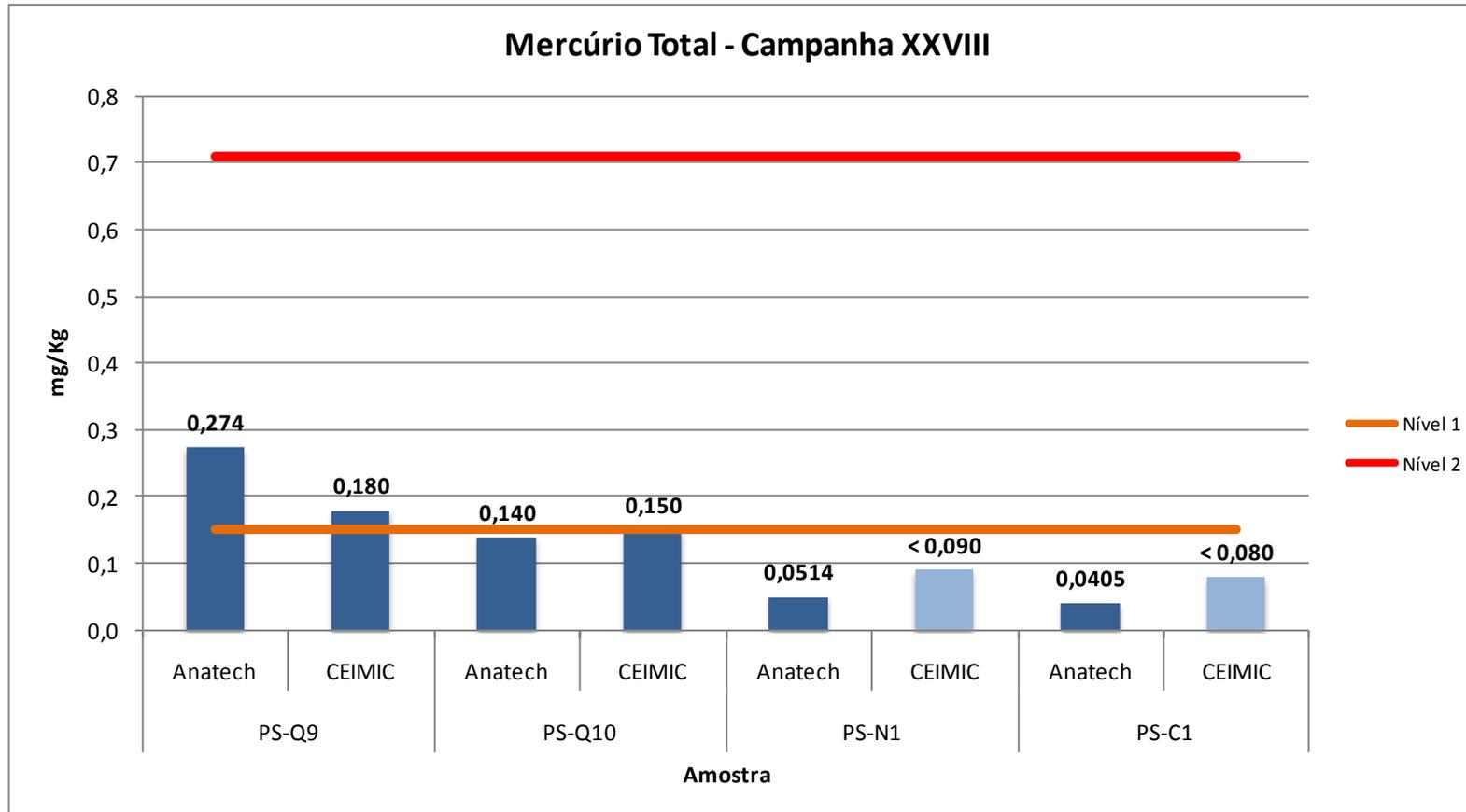


Figura 17.4.1.1-27. Concentração de mercúrio, nas amostras PS-Q9, PS-Q10, PS-N1 e PS-C1 da Campanha XXVIII, obtidas pelos laboratórios Anatech (Analytical Technology) e CEIMIC.

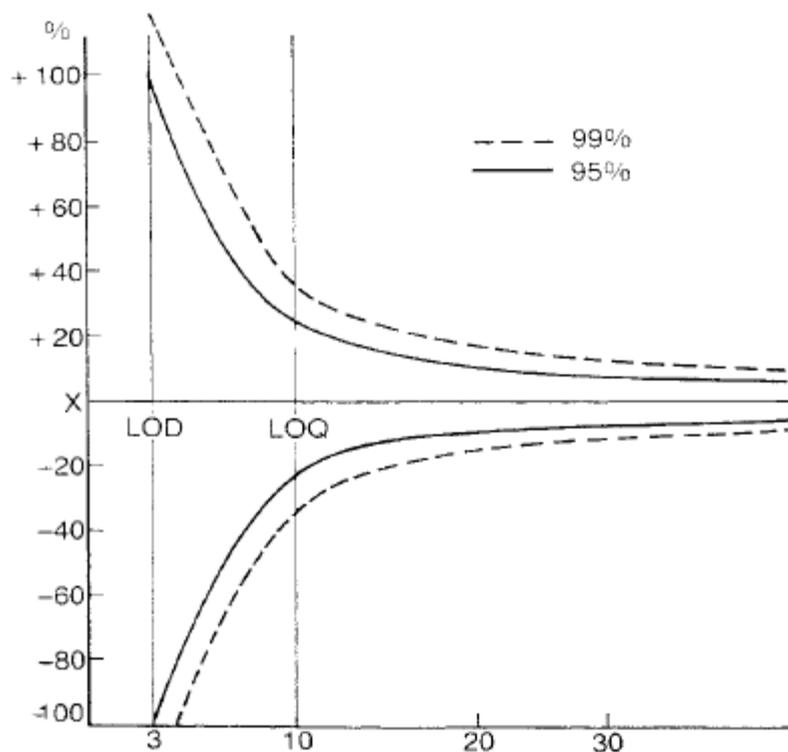


Figura 17.4.1.1-28. Medida de incerteza próxima ao limite de detecção (Taylor, 1987).

#### 17.4.2 Ensaios 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, XVI, XVIII, XX, XXII, XXIV, XXVI e XXVIII. Após a coleta, as amostras foram encaminhadas para o laboratório responsável pela análise. As amostras da Campanha XXVIII 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 ( $\text{NH}_4^+$  mg/L) e amônia não ionizada ( $\text{NH}_3$  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 <sub>4</sub> <sup>+</sup> (mg/L)	NH <sub>3</sub> (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	

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 <sub>4</sub> <sup>+</sup> (mg/L)	NH <sub>3</sub> (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

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 <sub>4</sub> <sup>+</sup> (mg/L)	NH <sub>3</sub> (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	<b>0,086</b>
		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	<b>0,055</b>
		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	<b>0,290</b>
		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	<b>0,320</b>
		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	<b>0,226</b>
		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

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 <sub>4</sub> <sup>+</sup> (mg/L)	NH <sub>3</sub> (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	<b>0,176</b>
		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	<b>0,407</b>
		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	<b>0,058</b>
		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

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 <sub>4</sub> <sup>+</sup> (mg/L)	NH <sub>3</sub> (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	
	XVI	Controle	Inicial	25	8,1	8,09	35	n.a	n.a
			Final	25	6,8	8,12	35	n.a	n.a
PS-Q9		Inicial	25	6,6	7,73	35	4,06	<b>0,110</b>	
		Final	25	6,6	8,08	35	n.a	n.a	
PS-Q10		Inicial	25	7,3	7,75	35	1,82	0,049	
		Final	25	6,8	8,13	35	n.a	n.a	
PS-N1		Inicial	25	7,7	8,03	35	0,56	0,010	
		Final	25	6,8	8,09	35	n.a	n.a	
PS-C1		Inicial	25	8,1	7,95	34	0,21	0,007	
		Final	25	6,9	7,91	35	n.a	n.a	
XVII*		-	-	-	-	-	-	-	-
XVIII		Controle	Inicial	25	7,8	8,24	35	n.a	n.a
	Final		25	7,2	7,83	36	n.a	n.a	
	PS-Q9	Inicial	25	6,1	8,03	35	7,7	<b>0,360</b>	
		Final	25	6,1	8,05	35	n.a	n.a	
	PS-Q10	Inicial	25	6,1	7,96	36	2,38	<b>0,096</b>	
		Final	25	5,9	7,93	36	n.a	n.a	
	PS-N1	Inicial	25	6,3	8,04	34	1,12	<b>0,050</b>	
		Final	25	6,3	8,00	35	n.a	n.a	
	PS-C1	Inicial	25	6,8	7,88	35	0,42	0,014	
		Final	25	6,1	7,89	36	n.a	n.a	
	XIX*	-	-	-	-	-	-	-	-
	XX	Controle	Inicial	25	7,8	8,24	35	n.a	n.a
Final			25	7,2	7,83	36	n.a	n.a	
PS-Q9		Inicial	25	7,1	7,55	35	0,42	0,010	
		Final	25	5,3	8,27	35	n.a	n.a	
PS-Q10		Inicial	25	7,2	7,56	35	1,26	0,021	
		Final	25	4,7	8,27	35	n.a	n.a	
PS-N1		Inicial	25	6,8	7,92	35	0,21	0,010	
		Final	25	6,7	7,94	36	n.a	n.a	
PS-C1		Inicial	25	7,2	7,66	35	n.d	n.d	
		Final	25	6,9	8,28	35	n.a	n.a	

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 <sub>4</sub> <sup>+</sup> (mg/L)	NH <sub>3</sub> (mg/L)
XXI*	-	-	-	-	-	-	-	-
XXII	Controle	Inicial	25	8,3	8,25	35	n.a	n.a
		Final	25	7,0	8,05	35	n.a	n.a
	PS-Q9	Inicial	25	8,7	7,86	36	3,36	<b>0,110</b>
		Final	25	6,9	8,19	35	n.a	n.a
	PS-Q10	Inicial	25	8,6	7,75	36	1,82	0,046
		Final	25	6,9	8,24	35	n.a	n.a
	PS-N1	Inicial	25	8,8	8,02	36	0,42	0,020
		Final	25	6,8	8,13	36	n.a	n.a
	PS-C1	Inicial	25	8,6	7,96	36	0,56	0,023
		Final	25	7,0	8,04	35	n.a	n.a
	XXIII*	-	-	-	-	-	-	-
	XXIV	Controle	Inicial	25	6,7	8,23	35	n.a
Final			25	5,5	8,34	36	n.a	n.a
PS-Q9		Inicial	25	6,9	8,01	35	1,33	<b>0,060</b>
		Final	25	4,8	8,30	36	n.a	n.a
PS-Q10		Inicial	25	6,8	7,93	36	0,84	0,032
		Final	25	4,9	8,30	36	n.a	n.a
PS-N1		Inicial	25	7,5	8,03	36	0,14	0,010
		Final	25	4,3	8,25	35	n.a	n.a
PS-C1		Inicial	25	7,4	7,90	36	0,07	0,002
		Final	25	4,7	8,22	36	n.a	n.a
XXV*		-	-	-	-	-	-	-
XXVI		Controle	Inicial	25	6,7	8,23	35	n.a
	Final		25	5,5	8,34	36	n.a	n.a
	PS-Q9	Inicial	25	7,2	8,12	36	2,24	<b>0,130</b>
		Final	25	5,3	8,31	36	n.a	n.a
	PS-Q10	Inicial	25	6,7	8,05	36	2,59	<b>0,128</b>
		Final	25	5,4	8,27	36	n.a	n.a
	PS-N1	Inicial	25	7,5	8,22	36	0,21	0,010
		Final	25	5,4	8,32	36	n.a	n.a
	PS-C1	Inicial	25	6,8	8,14	36	0,28	0,017
		Final	25	4,9	8,28	36	n.a	n.a

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

\* Campanha sem ensaio ecotoxicológico no elutriato

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
XVI	Controle	87	90	89	86	352/400	88,00	1,83	-
	PS-Q9	0	1	0	0	1/400	0,25	0,50	Tóxico
	PS-Q10	75	90	88	90	343/400	85,75	7,23	Não Tóxico
	PS-N1	88	89	94	94	365/400	91,25	3,20	Não Tóxico
	PS-C1	87	90	90	85	352/400	88,00	2,45	Não Tóxico
XVII*	-	-	-	-	-	-	-	-	-

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				
XVIII	Controle	89	84	85	86	344/400	86,00	2,16	-
	PS-Q9	0	0	0	0	0/400	0,00	0,00	Tóxico
	PS-Q10	60	52	55	57	224/400	56,00	3,37	Tóxico
	PS-N1	30	69	36	54	189/400	47,25	17,73	Tóxico
	PS-C1	85	85	77	84	331/400	82,75	3,86	Não Tóxico
XIX*	-	-	-	-	-	-	-	-	-
XX	Controle	87	89	84	91	351/400	87,75	2,99	-
	PS-Q9	84	82	88	91	345/400	86,25	4,03	Não Tóxico
	PS-Q10	94	93	82	93	362/400	90,50	5,69	Não Tóxico
	PS-N1	88	81	84	87	340/400	85,00	3,16	Não Tóxico
	PS-C1	87	87	89	91	354/400	88,50	1,91	Não Tóxico
XXI*	-	-	-	-	-	-	-	-	-
XXII	Controle	93	92	92	90	367/400	91,75	1,26	-
	PS-Q9	64	60	68	62	254/400	63,50	3,42	Tóxico
	PS-Q10	84	85	78	85	332/400	83,00	3,37	Não Tóxico
	PS-N1	78	78	81	81	318/400	79,50	1,73	Tóxico
	PS-C1	86	79	81	86	332/400	83,00	3,56	Não Tóxico
XXIII*	-	-	-	-	-	-	-	-	-
XXIV	Controle	93	91	97	93	374/400	93,50	2,52	-
	PS-Q9	87	90	87	86	350/400	87,50	1,73	Não Tóxico
	PS-Q10	89	82	85	91	347/400	86,75	4,03	Não Tóxico
	PS-N1	92	95	89	89	365/400	91,25	2,87	Não Tóxico
	PS-C1	85	90	89	87	351/400	87,75	2,22	Não Tóxico
XXV*	-	-	-	-	-	-	-	-	-
XXVI	Controle	93	91	97	93	374/400	93,50	2,52	-
	PS-Q9	18	24	14	15	71/400	17,75	4,50	Tóxico
	PS-Q10	25	20	20	18	83/400	20,75	2,99	Tóxico
	PS-N1	91	90	92	87	360/400	90,00	2,16	Não Tóxico
	PS-C1	83	90	93	88	354/400	88,50	4,20	Não Tóxico

\* Campanha sem ensaio ecotoxicológico no elutriato

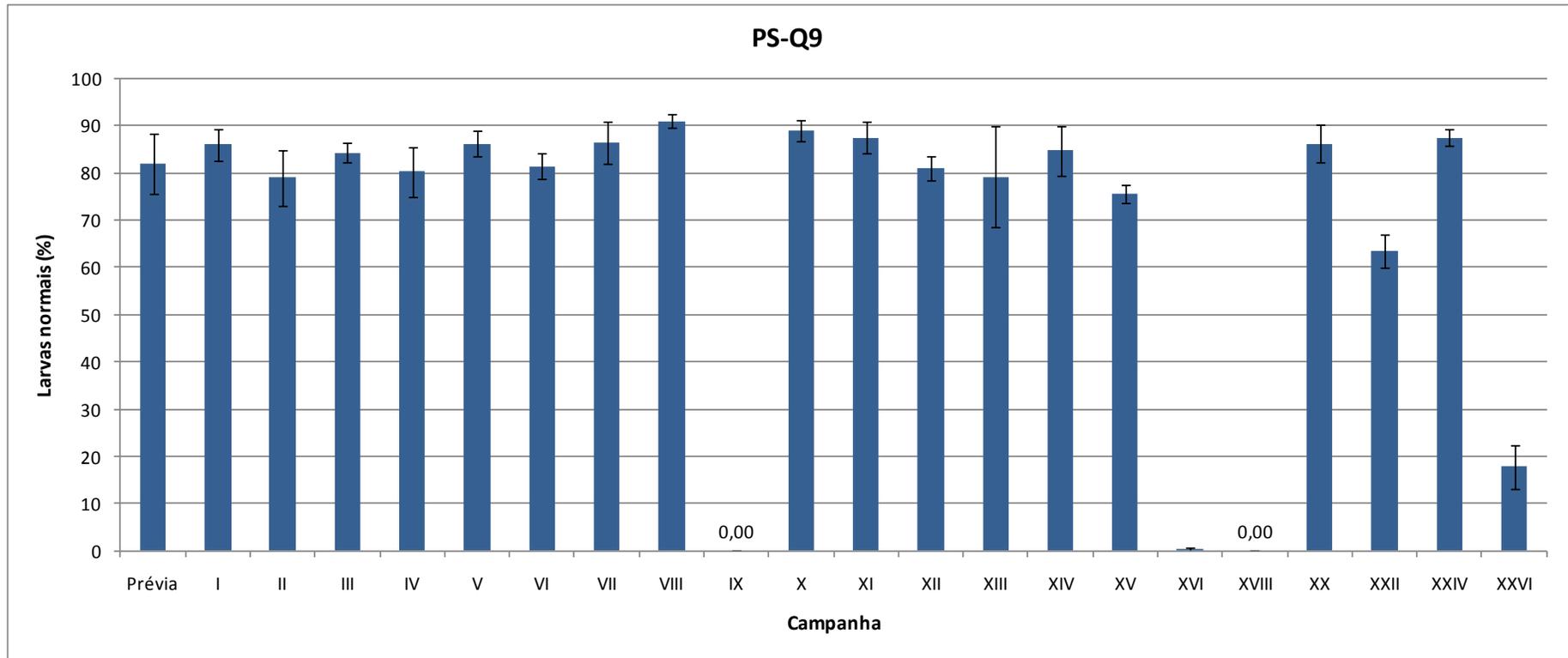


Figura 17.4.2-1. Porcentagens de larvas (*Lytechinus variegatus*) normais, com seus respectivos desvios-padrão, encontradas para a amostra PS-Q9 das campanhas cujos resultados foram liberados até o momento.

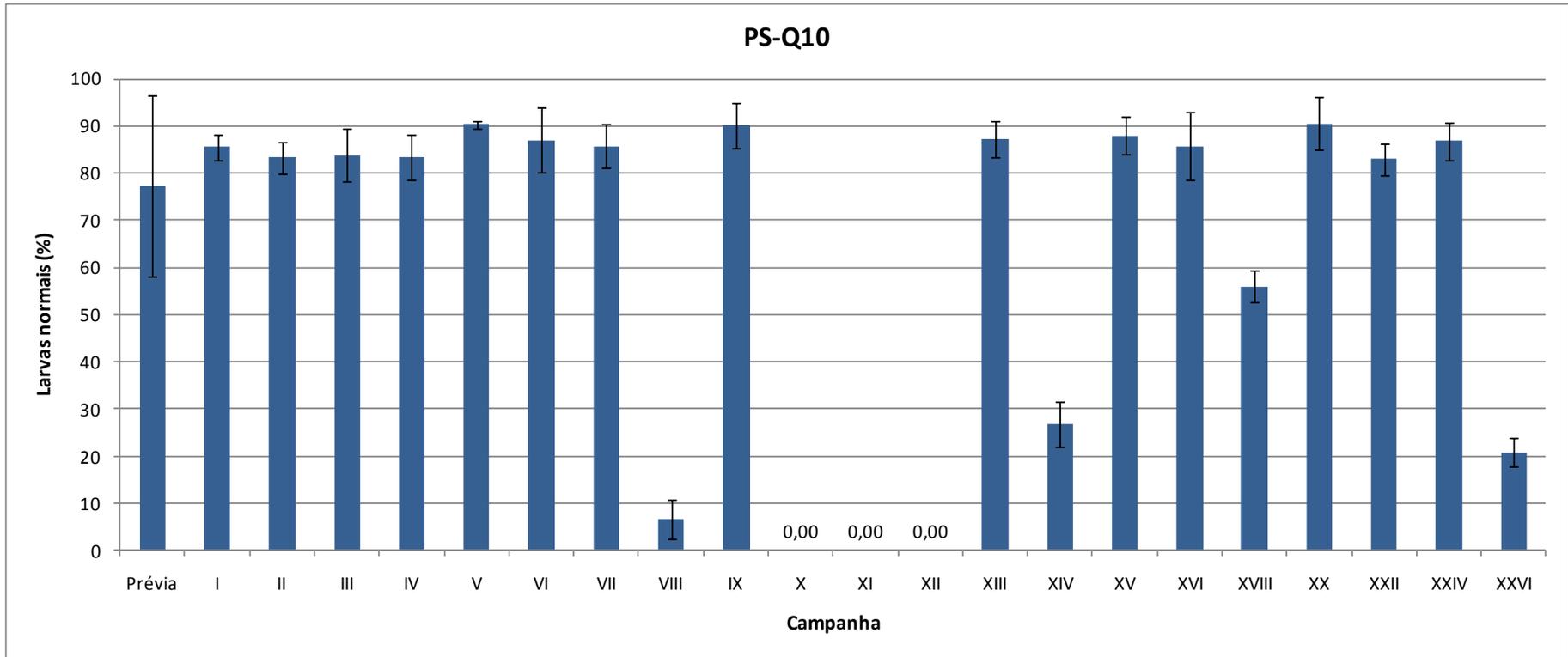


Figura 17.4.2-2. Porcentagens de larvas (*Lytechinus variegatus*) normais, com seus respectivos desvios-padrão, encontradas para a amostra PS-Q10 das campanhas cujos resultados foram liberados até o momento.

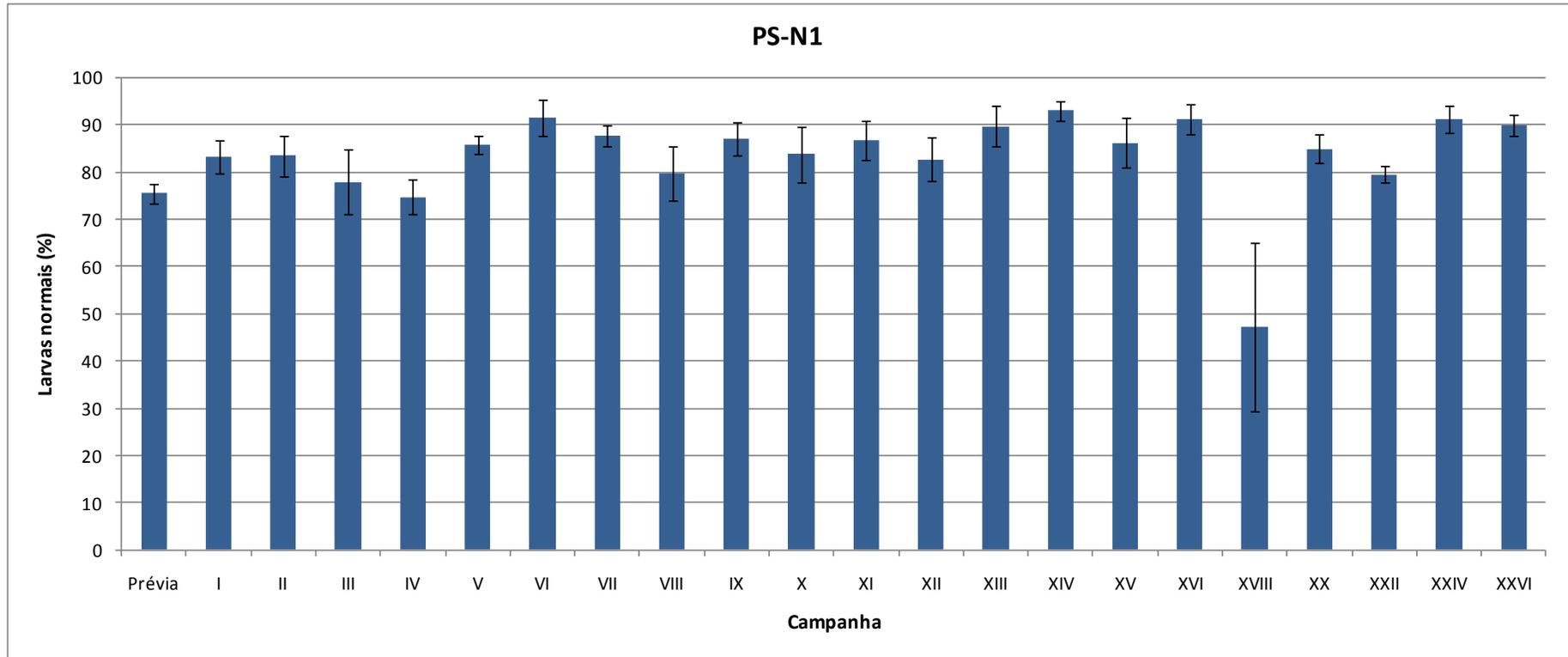


Figura 17.4.2-3. Porcentagens de larvas (*Lytechinus variegatus*) normais, com seus respectivos desvios-padrão, encontradas para a amostra PS-N1 das campanhas cujos resultados foram liberados até o momento.

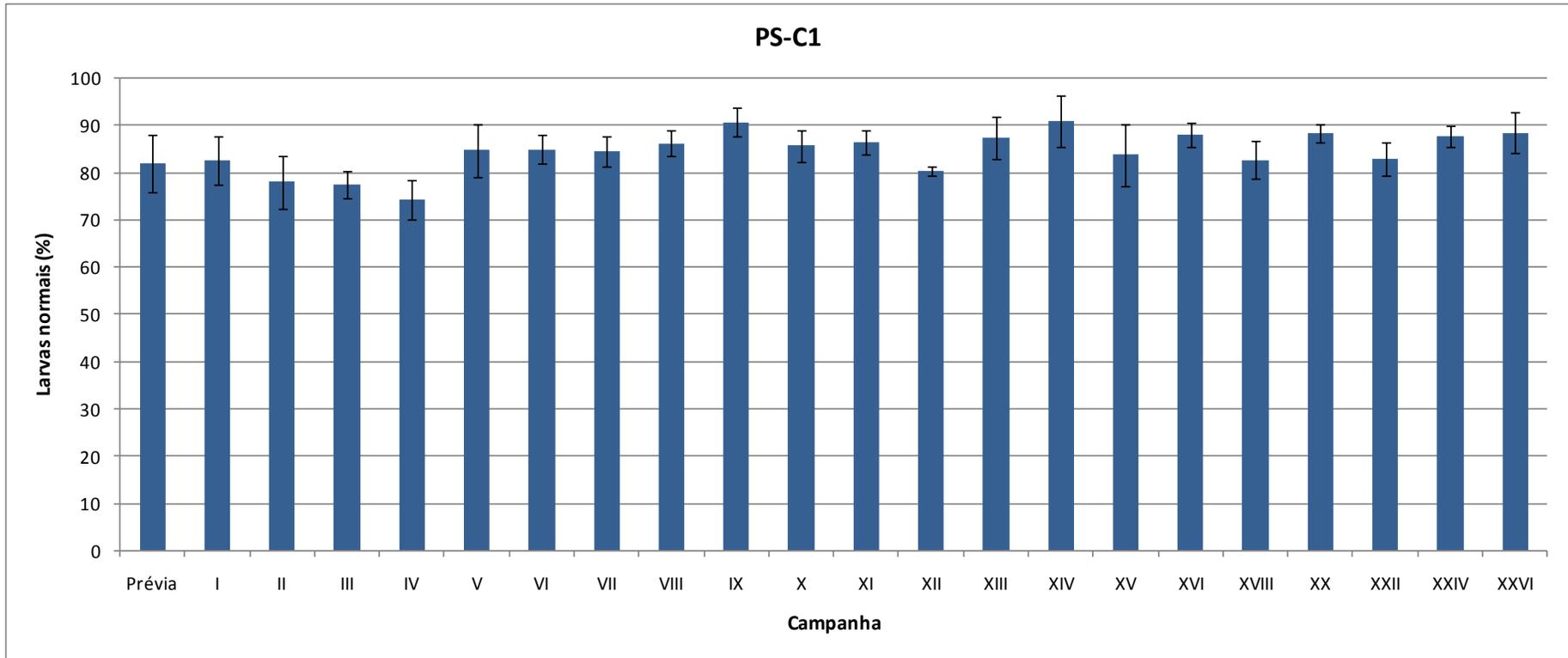


Figura 17.4.2-4. Porcentagens de larvas (*Lytechinus variegatus*) normais, com seus respectivos desvios-padrão, encontradas para a amostra PS-C1 das campanhas cujos resultados foram liberados até o momento.

- **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 (ZnSO<sub>4</sub>). A concentração letal mediana (CL<sub>50</sub>; 24h) obtida foi: 0,18 mg Zn/L. O valor obtido está dentro da faixa aceitável (0,05–0,21 mg/L ZnSO<sub>4</sub>) 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 (ZnSO<sub>4</sub>). A concentração letal mediana (CL<sub>50</sub>; 24h) obtida foi: 0,18 mg Zn/L. O valor obtido está dentro da faixa aceitável (0,05 – 0,21 mg/L ZnSO<sub>4</sub>) 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 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<sub>4</sub>). A concentração letal mediana (CL<sub>50</sub>; 24h) obtida foi: 0,18 mg Zn/L. O valor obtido está dentro da faixa aceitável (0,05 – 0,21 mg/L ZnSO<sub>4</sub>) conforme carta controle.

- Considerações sobre a interferência do Ácido Sulfídrico (H<sub>2</sub>S) 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 claros 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 H<sub>2</sub>S 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 (H<sub>2</sub>S) nas amostras PS-Q9, PS-Q10, PS-N1 e PS-C1 da Campanha VI.

Amostra (Campanha VI)	Sulfetos Total (mg/L)	H <sub>2</sub> 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 (ZnSO<sub>4</sub>). A concentração letal mediana (CL<sub>50</sub>; 24h) obtida foi: 0,18 mg Zn/L. O valor obtido está dentro da faixa aceitável (0,05 – 0,21 mg/L ZnSO<sub>4</sub>) conforme carta controle.

- **Campanha VIII**

De acordo com o tratamento estatístico aplicado, não foi observado efeito tóxico para as amostras PS-Q9, PS-N1 e PS-C1, enquanto que a amostra de sedimento 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 (ZnSO<sub>4</sub>). A concentração letal mediana (CL<sub>50</sub>; 24h) obtida foi: 0,16 mg Zn/L. O valor obtido está dentro da faixa aceitável (0,05 – 0,21 mg/L ZnSO<sub>4</sub>) conforme carta controle.

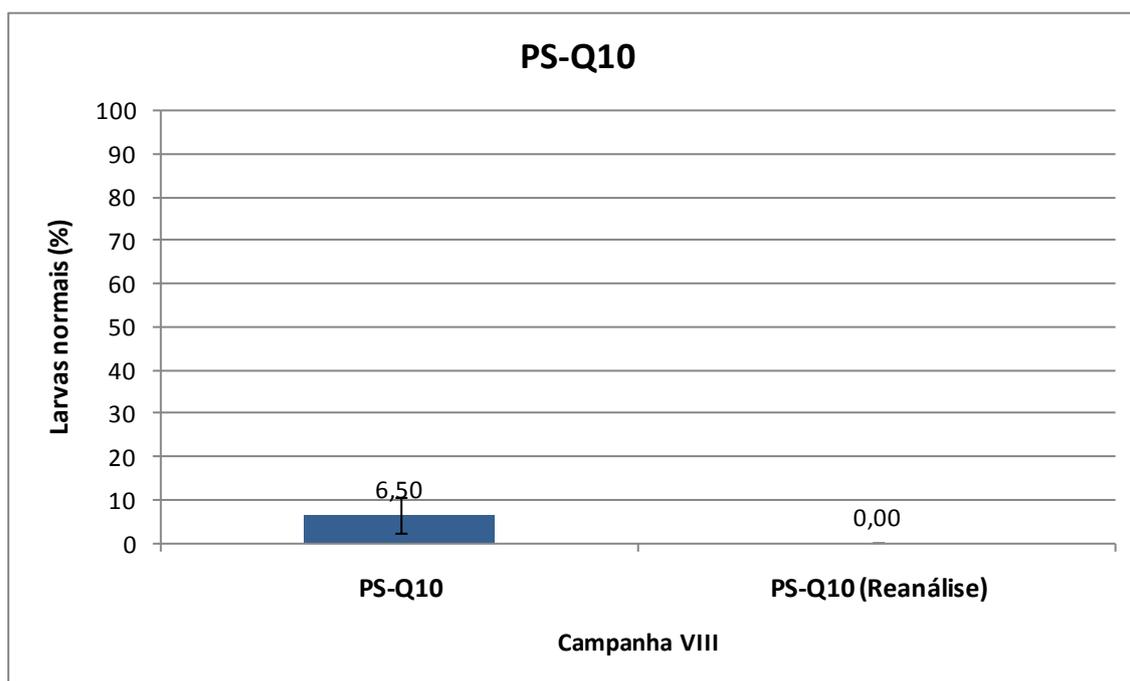


Figura 17.4.2-5. Porcentagens de larvas (*Lytechinus variegatus*) normais, com seus respectivos desvios-padrão, encontradas para as amostras PS-Q10 e PS-Q10 (Reanálise) da Campanha VIII.

- **Campanha IX**

De acordo com o tratamento estatístico aplicado, não foi observado efeito tóxico para as amostras PS-Q10, PS-N1 e PS-C1, enquanto que a amostra de sedimento 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 ( $ZnSO_4$ ). 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 X**

De acordo com o tratamento estatístico aplicado, não foi observado efeito tóxico para as amostras PS-Q9, PS-N1 e PS-C1, enquanto que a amostra de sedimento 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, H<sub>2</sub>S, 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.

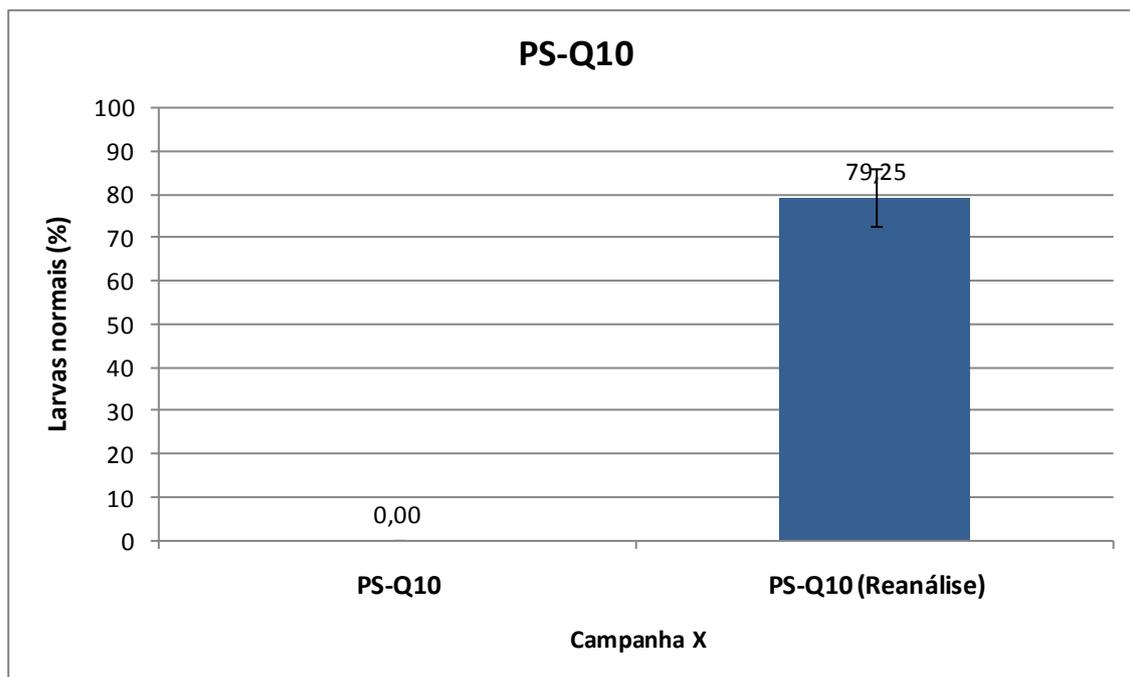


Figura 17.4.2-6. Porcentagens de larvas (*Lytechinus variegatus*) normais, com seus respectivos desvios-padrão, encontradas para as amostras PS-Q10 e PS-Q10 (Reanálise) da Campanha X.

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 PS-Q9, PS-N1 e PS-C1, enquanto que a amostra de sedimento 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, onde foi aplicada a metodologia conhecida como TIE – Avaliação e Identificação de Toxicidade, 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 (ZnSO<sub>4</sub>). A concentração letal mediana (CL<sub>50</sub>; 24h) obtida foi: 0,16 mg Zn/L. O valor obtido está dentro da faixa aceitável (0,05 – 0,21 mg/L ZnSO<sub>4</sub>) conforme carta controle.

- **Campanha XII**

De acordo com o tratamento estatístico aplicado, não foi observado efeito tóxico para as amostras PS-Q9, PS-N1 e PS-C1, enquanto que a amostra de sedimento 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, onde foi aplicada a metodologia conhecida como TIE – Avaliação e Identificação de Toxicidade, 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<sub>4</sub>). A concentração letal mediana (CL<sub>50</sub>; 24h) obtida foi: 0,16 mg Zn/L. O valor obtido está dentro da faixa aceitável (0,05 – 0,21 mg/L ZnSO<sub>4</sub>) conforme carta controle.

- **Campanha XIII**

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.

- **Campanha XIV**

De acordo com o tratamento estatístico aplicado, não foi observado efeito tóxico para as amostras PS-Q9, PS-N1 e PS-C1, enquanto que a amostra de sedimento 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, onde foi aplicada a metodologia conhecida como TIE – Avaliação e Identificação de Toxicidade, 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: 0,18 mg Zn/L. O valor obtido está dentro da faixa aceitável (0,05 – 0,21 mg/L  $ZnSO_4$ ) 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<sub>4</sub>). A concentração letal mediana (CL<sub>50</sub>; 24h) obtida foi: 0,18 mg Zn/L. O valor obtido está dentro da faixa aceitável (0,05 – 0,21 mg/L ZnSO<sub>4</sub>) conforme carta controle.

- **Campanha XVI**

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

A amostra PS-Q9 apresentou apenas 0,25% de larvas normais, entretanto, vale ressaltar que a concentração de amônia não ionizada encontrada foi 0,110 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, onde foi aplicada a metodologia conhecida como TIE – Avaliação e Identificação de Toxicidade, a amônia parece ter sido responsável pelo efeito tóxico apresentado na presente campanha.

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*.

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 XVII**

Na Campanha XVII não foi realizado ensaio ecotoxicológico no elutriato. Nesta campanha foi coletado sedimento apenas para análise de mercúrio total.

- **Campanha XVIII**

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

As amostras PS-Q9, PS-Q10 e PS-N1 apresentaram, respectivamente, 0,00%, 56,00% e 47,25% de larvas normais, entretanto, vale ressaltar que as concentrações de amônia não ionizada encontradas foram, respectivamente, 0,360, 0,096 e 0,050 mg/L, ou seja, maior ou igual o limite de 0,05 mg/L, que isoladamente pode causar efeito tóxico. Assim, como visto na Campanha X, onde foi aplicada a metodologia conhecida como TIE – Avaliação e Identificação de Toxicidade, a amônia parece ter sido responsável pelo efeito tóxico apresentado na presente campanha.

A amostra PS-C1 apresentou valor 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: 0,18 mg Zn/L. O valor obtido está dentro da faixa aceitável (0,05 – 0,21 mg/L  $ZnSO_4$ ) conforme carta controle.

- **Campanha XX**

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<sub>4</sub>). A concentração letal mediana (CL<sub>50</sub>; 24h) obtida foi: 0,18 mg Zn/L. O valor obtido está dentro da faixa aceitável (0,05 – 0,21 mg/L ZnSO<sub>4</sub>) conforme carta controle.

- **Campanha XXII**

De acordo com o tratamento estatístico aplicado, não foi observado efeito tóxico para as amostras PS-Q10 e PS-C1, enquanto que as amostras de sedimento PS-Q9 e PS-N1 apresentaram toxicidade crônica para *Lytechinus variegatus* em comparação com o controle de laboratório.

A amostra PS-Q9 apresentou 63,50% de larvas normais, entretanto, vale ressaltar que a concentração de amônia não ionizada encontrada foi 0,11 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, onde foi aplicada a metodologia conhecida como TIE – Avaliação e Identificação de Toxicidade, a amônia parece ter sido, mais uma vez, responsável pelo efeito tóxico apresentado na presente amostra.

Já a amostra PS-N1 apresentou 79,50% de larvas normais e a concentração de amônia não ionizada encontrada (0,02 mg/L) esteve abaixo do limite (0,05 mg/L) para esta espécie de ouriço-do-mar. Não há aparente explicação para tal resultado, visto que a análise de mercúrio realizada nesta amostra apresentou valor abaixo do limite de quantificação. As diferenças de sobrevivência médias

nesta amostra em relação ao controle, considerando os desvios-padrão foram muito pequenas, indicando, que se de fato puder ser considerada a toxicidade, que esta é de mínimo efeito. Vale ressaltar ainda, que as amostras PS-Q10 e PS-C1 apresentaram 83,00% de larvas normais cada e, segundo as análises estatísticas, foram consideradas não tóxicas.

As amostras PS-Q10 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: 0,18 mg Zn/L. O valor obtido está dentro da faixa aceitável (0,05 – 0,21 mg/L  $ZnSO_4$ ) conforme carta controle.

- **Campanha XXIV**

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 de amônia não ionizada na amostra PS-Q9 apresentou valor de 0,06 mg/L, ou seja, um pouco acima do limite (0,05mg/L) para a espécie de ouriço-do-mar *Lytechinus variegatus* (Prósperi, 2002), entretanto não foi observado efeito tóxico. Nas demais amostras (PS-Q10, PS-N1 e PS-C1) a amônia ficou abaixo do 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: 0,11 mg Zn/L. O valor obtido está dentro da faixa aceitável (0,05 – 0,21 mg/L  $ZnSO_4$ ) conforme carta controle.

- **Campanha XXVI**

De acordo com o tratamento estatístico aplicado, não foi observado efeito tóxico para as amostras PS-N1 e PS-C1, enquanto que as amostras de sedimento PS-Q9 e PS-Q10 apresentaram toxicidade crônica para *Lytechinus variegatus* em comparação com o controle de laboratório.

As amostras PS-Q9 e PS-Q10 apresentaram, respectivamente, 17,75 e 20,75% de larvas normais, entretanto, vale ressaltar que as concentrações de amônia não ionizada encontradas foram, respectivamente, 0,130 e 0,128 mg/L, ou seja, maior ou igual o limite de 0,05 mg/L, que isoladamente pode causar efeito tóxico. Assim, como visto na Campanha X, onde foi aplicada a metodologia conhecida como TIE – Avaliação e Identificação de Toxicidade, a amônia parece ter sido responsável pelo efeito tóxico apresentado na presente campanha.

As amostras 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: 0,11 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. Ensaio 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, XVI, XVIII, XX, XXII, XXIV, XXVI e XXVIII. Após a coleta as amostras foram encaminhadas para o laboratório responsável pela análise. As amostras das Campanhas XIV, XV, XVI, XVIII, XX, XXII, XXIV, XXVI e XXVIII 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<sub>3</sub> - 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
XI	Controle	7,80	8,09	21	22	6,21	6,55
	PS-Q9	7,84	8,05	21	24	6,17	6,44
	PS-Q10	7,43	7,96	21	24	5,77	6,21
	PS-N1	7,75	8,35	21	24	5,56	6,34
	PS-C1	7,50	8,22	21	23	5,31	6,46
XII	Controle	7,80	8,09	21	22	6,21	6,55
	PS-Q9	7,55	8,11	21	23	5,02	6,38
	PS-Q10	7,84	8,03	21	23	4,68	6,36
	PS-N1	7,76	8,27	21	23	4,67	6,40
	PS-C1	7,64	8,12	21	23	5,27	6,41
XIII	Controle	8,33	8,03	21	22	6,48	6,67
	PS-Q9	8,33	7,98	21	24	5,73	6,15
	PS-Q10	8,34	8,08	21	24	5,76	6,38
	PS-N1	8,37	8,11	21	24	6,08	6,40
	PS-C1	8,39	8,11	21	24	5,92	6,37

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	*	-	*	-
XI	Controle	7,79	7,82	24	23	6,20	5,91	25,6	25,2	1,25	-	0,040	-
	PS-Q9	7,41	7,64	37	24	4,73	5,32	25,6	25,2	3,25	-	0,040	-
	PS-Q10	7,65	7,75	36	26	5,23	5,35	25,6	25,2	22,00	-	0,465	-
	PS-N1	7,71	7,84	38	26	4,76	5,19	25,6	25,2	8,50	-	0,206	-
	PS-C1	7,65	7,69	40	27	4,80	4,74	25,6	25,2	18,00	-	0,381	-
XII	Controle	7,79	7,82	24	23	6,20	5,91	25,6	25,2	1,25	-	0,040	-
	PS-Q9	7,61	7,76	39	25	4,75	5,43	25,6	25,2	7,00	-	0,135	-
	PS-Q10	7,73	7,77	35	25	4,96	5,55	25,6	25,2	55,00	-	1,392	-
	PS-N1	7,83	7,83	36	25	5,12	5,05	25,6	25,2	6,50	-	0,206	-
	PS-C1	7,71	7,58	40	28	5,04	4,50	25,6	25,2	14,00	-	0,339	-
XIII	Controle	8,20	7,83	24	25	6,20	5,95	25,6	26	1,00	-	0,079	-
	PS-Q9	8,26	7,68	34	26	5,11	5,59	25,6	26	3,50	-	0,287	-
	PS-Q10	8,40	7,74	38	30	5,57	5,54	25,6	26	4,00	-	0,439	-
	PS-N1	8,47	7,81	37	29	5,44	5,68	25,6	26	7,25	-	0,917	-
	PS-C1	*	7,67	*	26	*	5,53	25,6	26	*	-	*	-

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			
XI	Controle	1	2	20	10	5	5,00	-
		2	0	20	0			
		3	1	20	5			
	PS-Q9	1	4	20	20	7	11,55	Não Tóxico
		2	0	20	0			
		3	0	20	0			
	PS-Q10	1	4	20	20	18	7,64	Não Tóxico
		2	5	20	25			
		3	2	20	10			
	PS-N1	1	3	20	15	20	5,00	Não Tóxico
		2	5	20	25			
		3	4	20	20			
	PS-C1	1	2	20	10	7	5,77	Não Tóxico
		2	2	20	10			
		3	0	20	0			

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				
XII	Controle	1	2	20	10	5	5,00	-
		2	0	20	0			
		3	1	20	5			
	PS-Q9	1	3	20	15	12	2,89	Não Tóxico
		2	2	20	10			
		3	2	20	10			
	PS-Q10	1	0	20	0	0	0,00	Não Tóxico
		2	0	20	0			
		3	0	20	0			
	PS-N1	1	2	20	10	7	5,77	Não Tóxico
		2	0	20	0			
		3	2	20	10			
PS-C1	1	0	20	0	0	0,00	Não Tóxico	
	2	0	20	0				
	3	0	20	0				
XIII	Controle	1	0	20	0	3	5,77	-
		2	0	20	0			
		3	2	20	10			
	PS-Q9	1	2	20	10	12	2,89	Não Tóxico
		2	3	20	15			
		3	2	20	10			
	PS-Q10	1	3	20	15	12	2,89	Não Tóxico
		2	2	20	10			
		3	2	20	10			
	PS-N1	1	3	20	15	18	5,77	Não Tóxico
		2	5	20	25			
		3	3	20	15			
	PS-C1	1	4	20	20	18	2,89	Não Tóxico
		2	3	20	15			
		3	4	20	20			

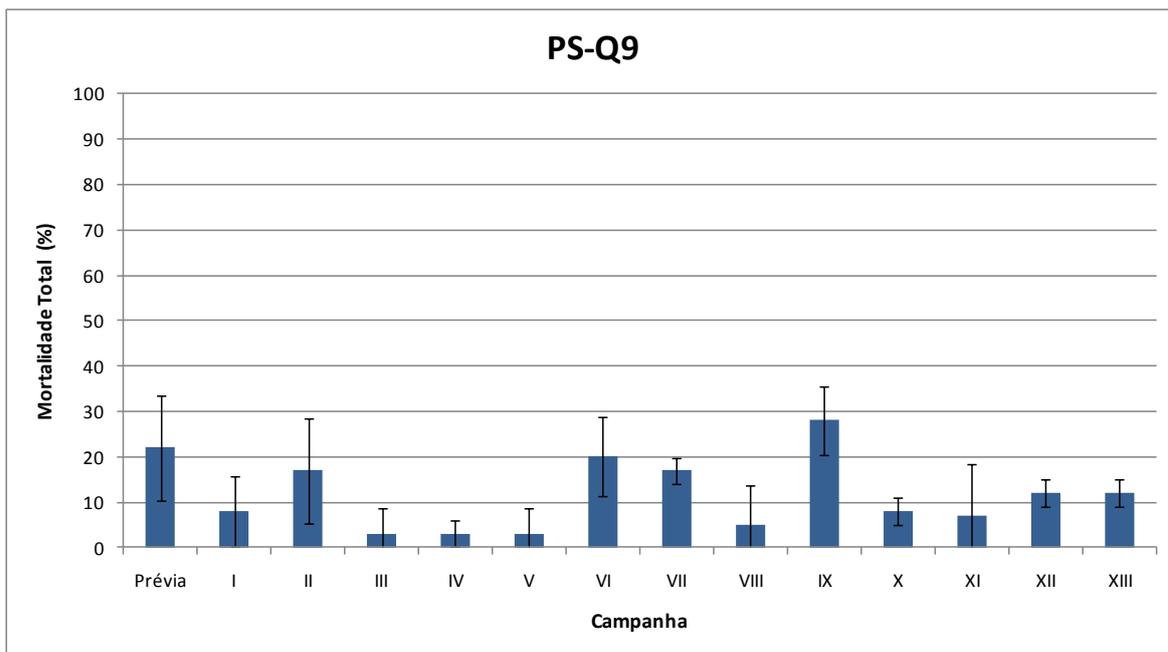


Figura 17.4.3-1. Mortalidade total (*Leptocheirus plumulosus*), com seus respectivos desvios-padrão, encontrada para a amostra PS-Q9 das campanhas cujos resultados foram liberados até o momento.

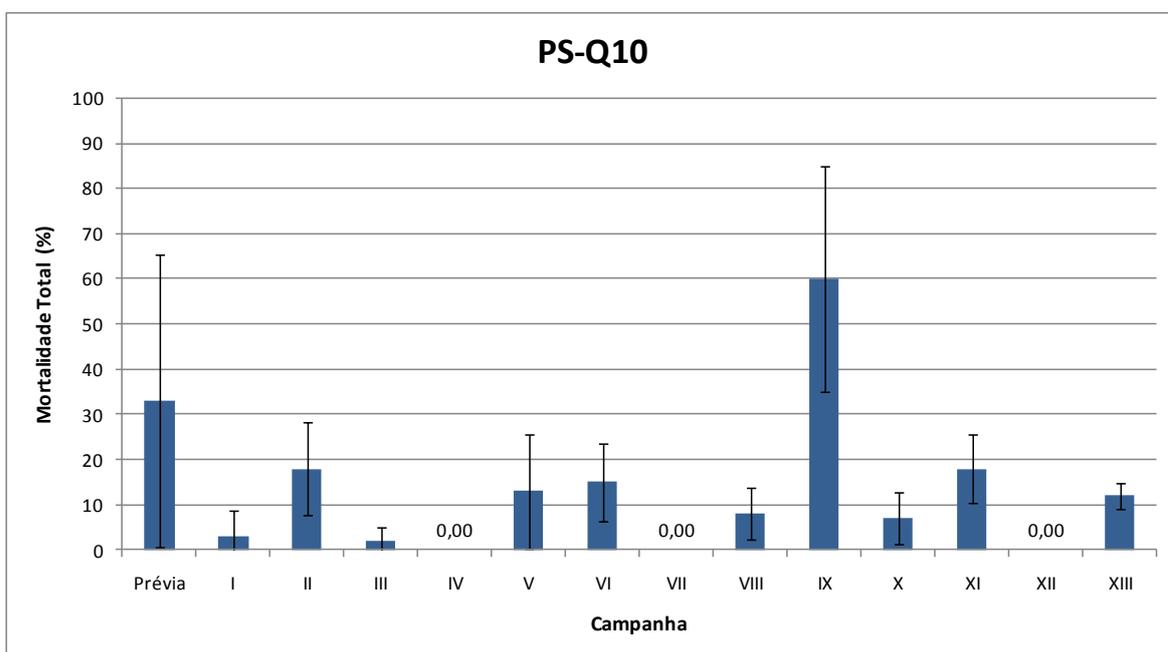


Figura 17.4.3-2. Mortalidade total (*Leptocheirus plumulosus*), com seus respectivos desvios-padrão, encontrada para a amostra PS-Q10 das campanhas cujos resultados foram liberados até o momento.

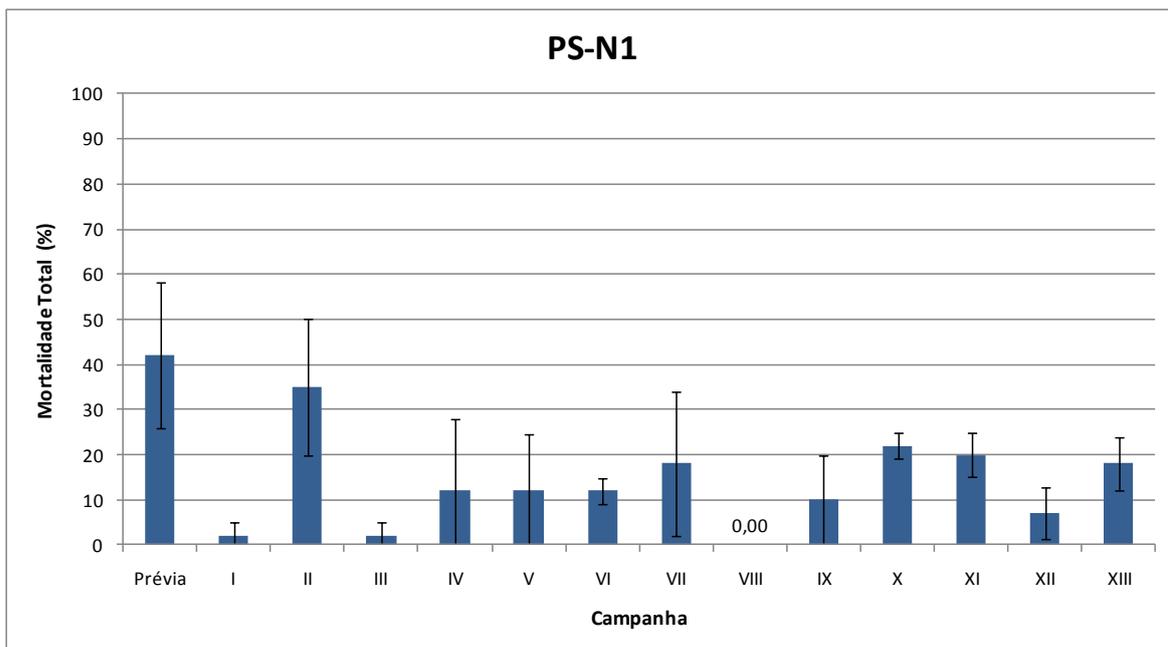


Figura 17.4.3-3. Mortalidade total (*Leptocheirus plumulosus*), com seus respectivos desvios-padrão, encontrada para a amostra PS-N1 das campanhas cujos resultados foram liberados até o momento.

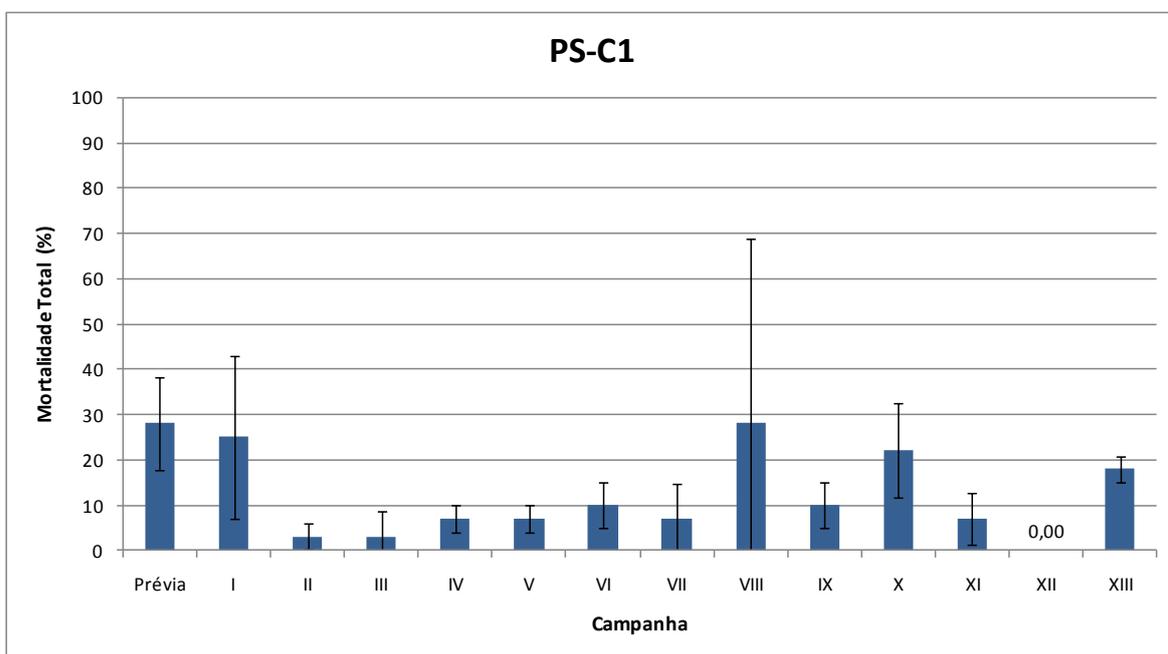


Figura 17.4.3-4. Mortalidade total (*Leptocheirus plumulosus*), com seus respectivos desvios-padrão, encontrada para a amostra PS-C1 das campanhas cujos resultados foram liberados até o momento.

- **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 (ZnSO<sub>4</sub>). A concentração letal mediana (CL<sub>50</sub>; 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<sub>50</sub>; 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 (ZnSO<sub>4</sub>). A concentração letal mediana (CL<sub>50</sub>; 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 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 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 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 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 XI**

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 XI 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: 0,93 mg Zn/L (I.C.: 0,79 a 1,10 mg Zn/L). A carta-controle de sensibilidade deste sistema-teste, utilizando dados acumulados de vários testes, indicou uma  $CL_{50}$ ; 96h média de 0,82 mg Zn/L, com limites de controle (média  $\pm$  2 desvio padrão) de 0,33 a 1,31 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 XII**

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 XII 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: 0,93 mg Zn/L (I.C.: 0,79 a 1,10 mg Zn/L). A carta-controle de sensibilidade deste sistema-teste, utilizando dados acumulados de vários testes, indicou uma  $CL_{50}$ ; 96h média de 0,82 mg Zn/L, com limites de controle (média  $\pm$  2 desvio padrão) de 0,33 a 1,31 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-Q10 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 XIII**

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 XIII 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: 1,04 mg Zn/L (I.C.: 0,83 a 1,29 mg Zn/L). A carta-controle de sensibilidade deste sistema-teste, utilizando dados acumulados de vários testes, indicou uma  $CL_{50}$ ; 96h média de 0,82 mg Zn/L, com limites de

controle (média  $\pm$  2 desvio padrão) de 0,33 a 1,31 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-N1 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.

#### **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, 17.4.4-11, 17.4.4-12, 17.4.4-13 e 17.4.4-14 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, X, XI, XII e XIII, respectivamente. Nas figuras 17.4.4-15, 17.4.4-16, 17.4.4-17, 17.4.4-19, 17.4.4-21, 17.4.4-23, 17.4.4-25 e 17.4.4-27 são apresentadas as variações espaciais das concentrações de mercúrio e dos ensaios ecotoxicológicos no elutriato encontradas nos pontos de coleta durante as Campanhas XIV, XV, XVI, XVIII, XX, XXII, XXIV e XXVI respectivamente. Nas Figuras 17.4.4-18, 17.4.4-20, 17.4.4-22, 17.4.4-24, 17.4.4-26, 17.4.4-28 e 17.4.4-29 são apresentadas as variações espaciais das concentrações de mercúrio encontradas nos pontos de coleta durante as Campanhas XVII, XIX, XXI, XXIII, XXV, XXVII e XXVIII.

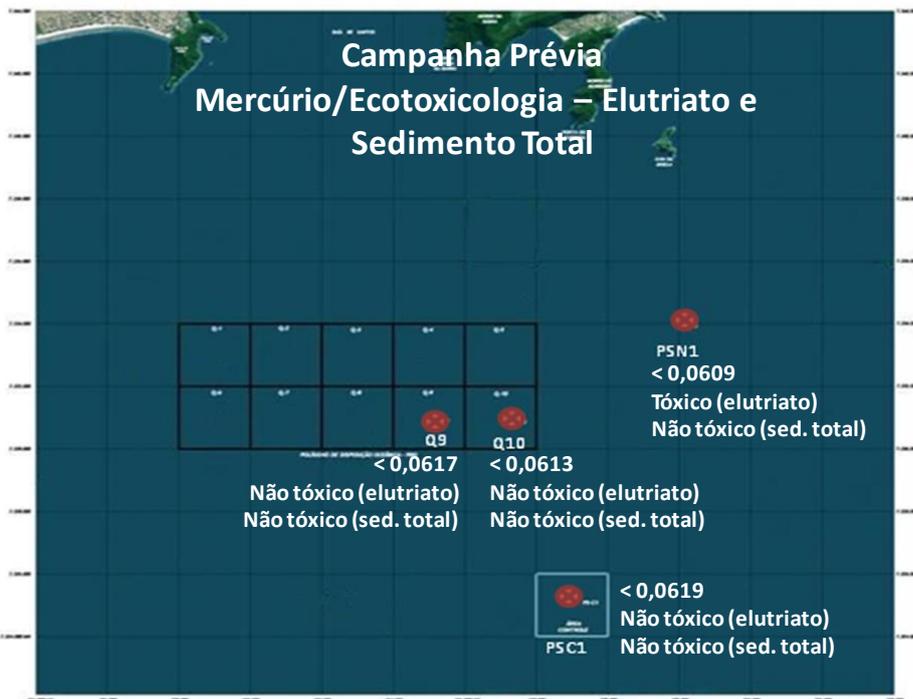


Figura 17.4.4-1. Variação espacial das concentrações de mercúrio e ensaios ecotoxicológicos no elutriato e no sedimento total, coletadas nos pontos PS-Q9, PS-Q10, PS-N1 e PS-C1, durante a Campanha Prévia, realizada no dia 3 de fevereiro de 2011.

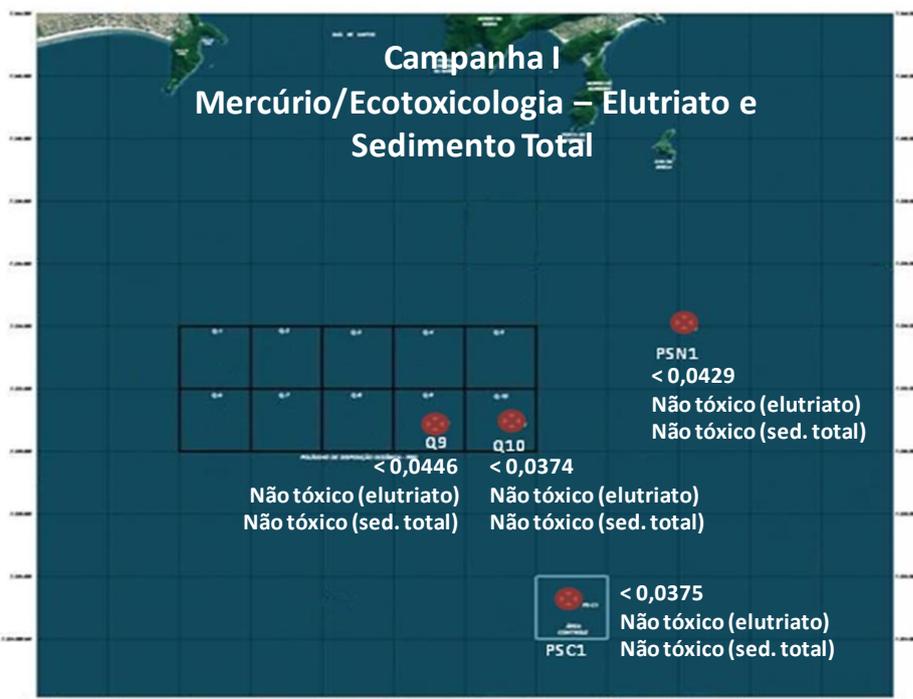


Figura 17.4.4-2. Variação espacial das concentrações de mercúrio e ensaios ecotoxicológicos no elutriato e no sedimento total, coletadas nos pontos PS-Q9, PS-Q10, PS-N1 e PS-C1, durante a Campanha I, realizada no dia 24 de março de 2011.

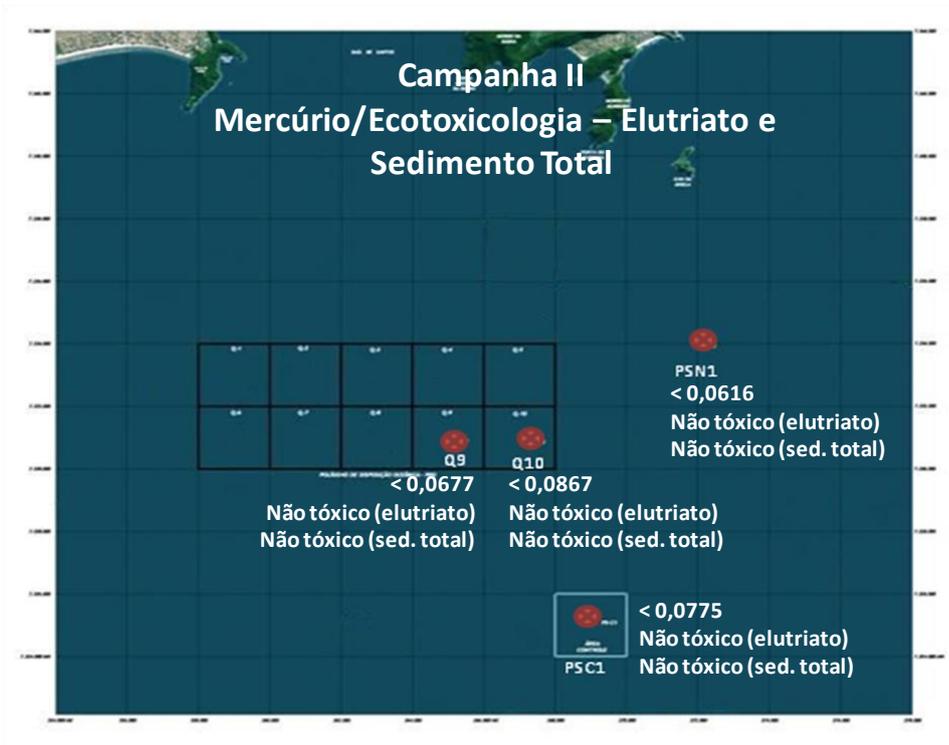


Figura 17.4.4-3. Variação espacial das concentrações de mercúrio e ensaios ecotoxicológicos no elutriato e no sedimento total, coletadas nos pontos PS-Q9, PS-Q10, PS-N1 e PS-C1, durante a Campanha II, realizada no dia 1º de abril de 2011.

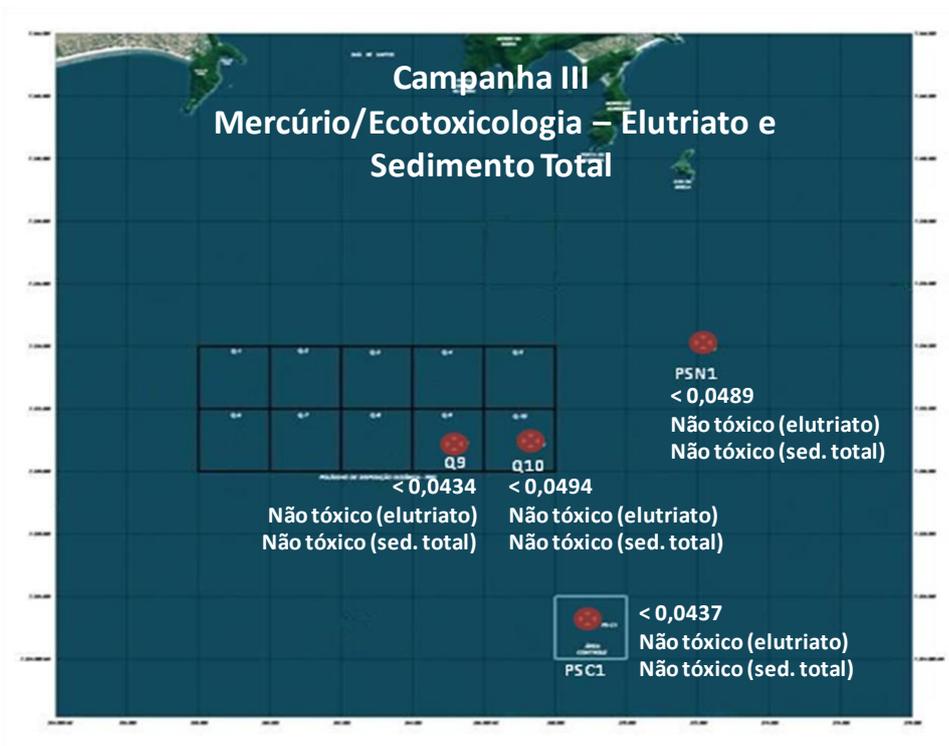


Figura 17.4.4-4. Variação espacial das concentrações de mercúrio e ensaios ecotoxicológicos no elutriato e no sedimento total, coletadas nos pontos PS-Q9, PS-Q10, PS-N1 e PS-C1, durante a Campanha III, realizada no dia 7 de abril de 2011.

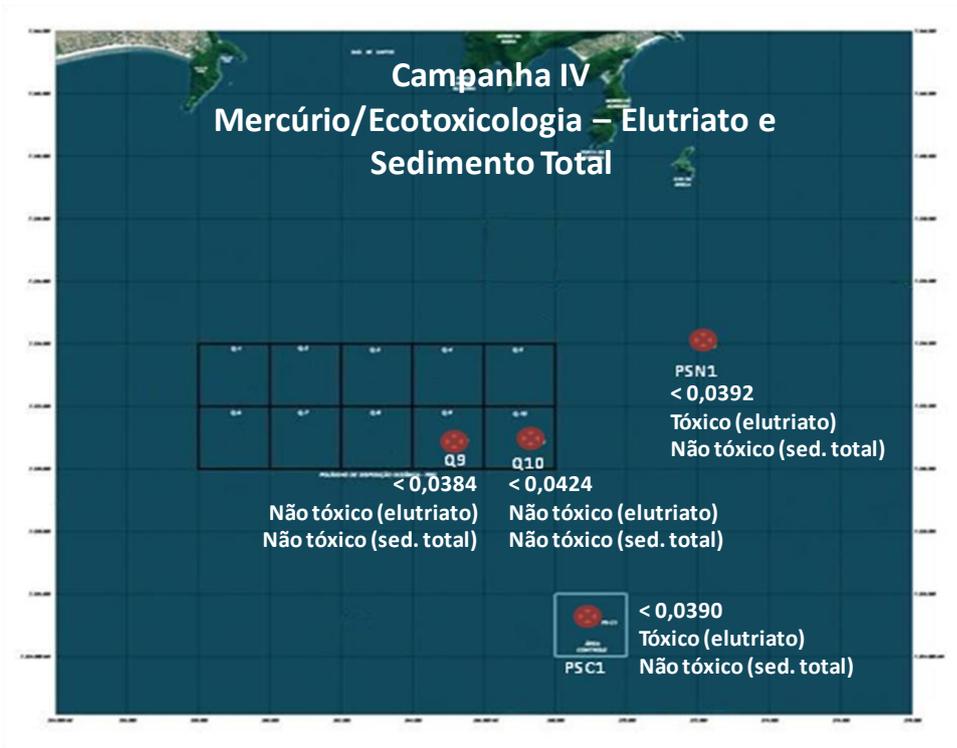


Figura 17.4.4-5. Variação espacial das concentrações de mercúrio e ensaios ecotoxicológicos no elutriato e no sedimento total, coletadas nos pontos PS-Q9, PS-Q10, PS-N1 e PS-C1, durante a Campanha IV, realizada no dia 12 de abril de 2011.

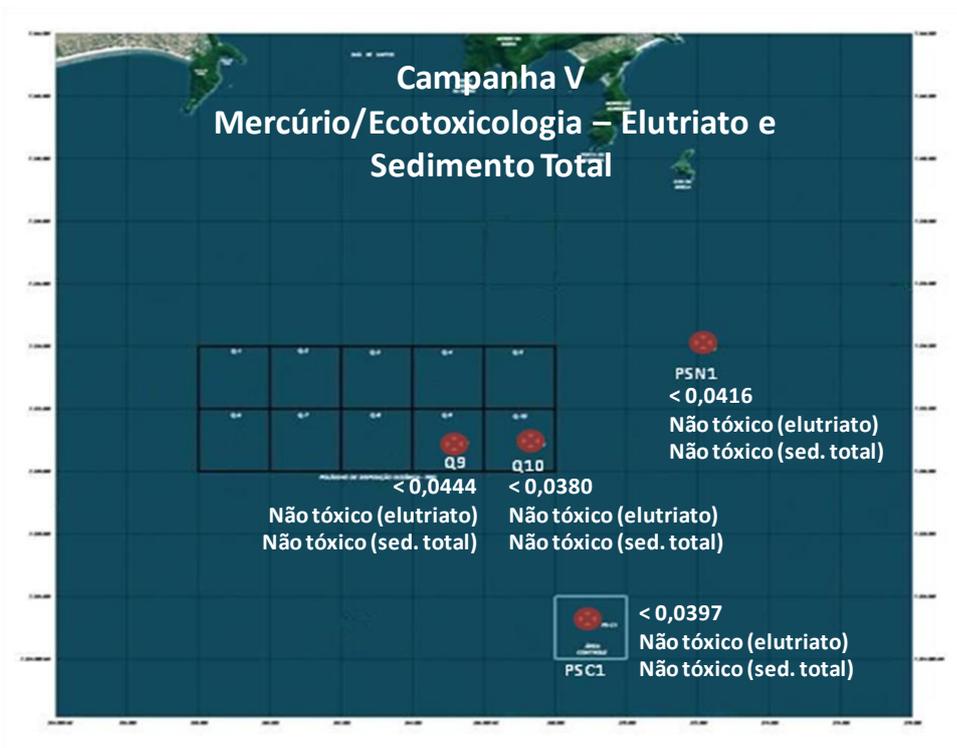


Figura 17.4.4-6. Variação espacial das concentrações de mercúrio e ensaios ecotoxicológicos no elutriato e no sedimento total, coletadas nos pontos PS-Q9, PS-Q10, PS-N1 e PS-C1, durante a Campanha V, realizada no dia 18 de abril de 2011.

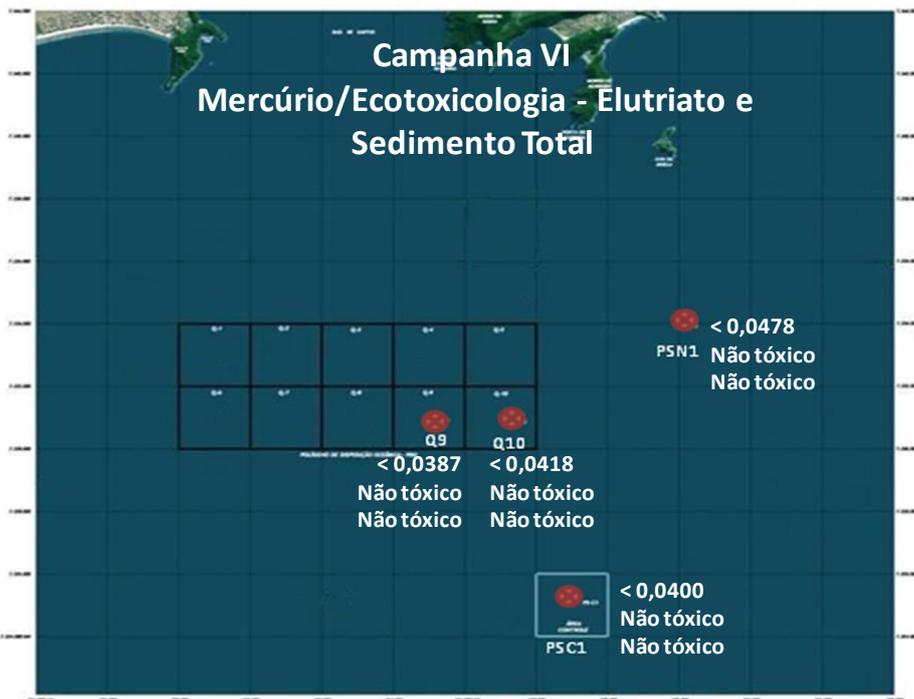


Figura 17.4.4-7. Variação espacial das concentrações de mercúrio e ensaios ecotoxicológicos no elutriato e no sedimento total, coletadas nos pontos PS-Q9, PS-Q10, PS-N1 e PS-C1, durante a Campanha VI, realizada no dia 28 de abril de 2011.

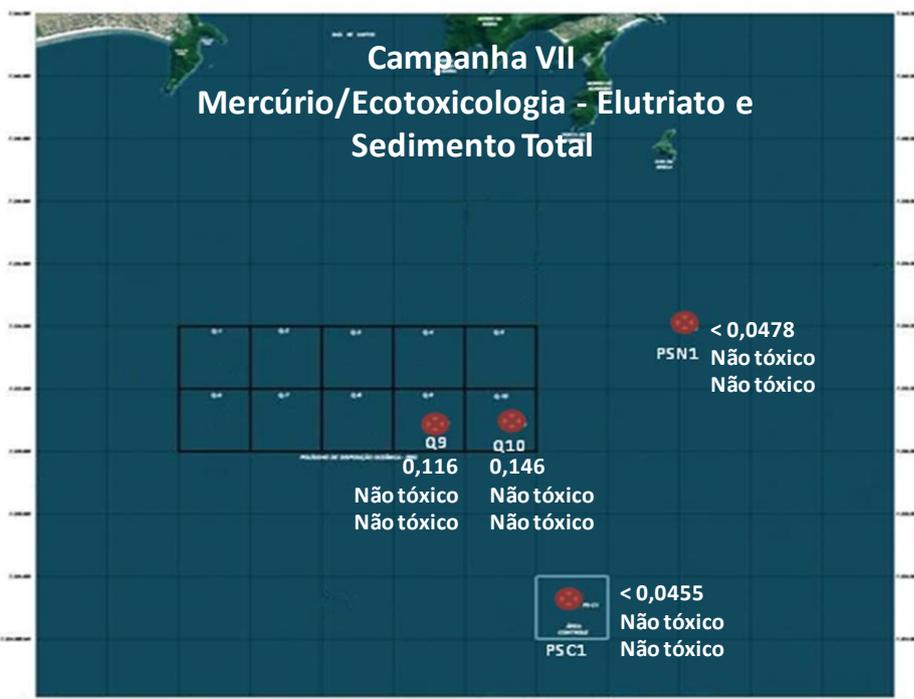


Figura 17.4.4-8. Variação espacial das concentrações de mercúrio e ensaios ecotoxicológicos no elutriato e no sedimento total, coletadas nos pontos PS-Q9, PS-Q10, PS-N1 e PS-C1, durante a Campanha VII, realizada no dia 05 de maio de 2011.

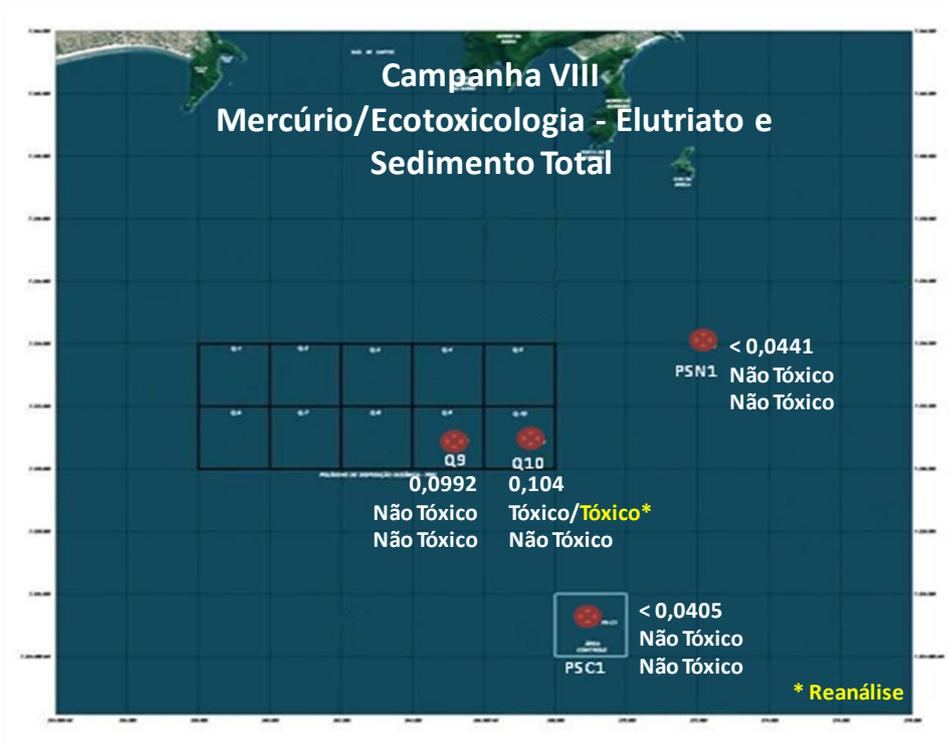


Figura 17.4.4-9. Variação espacial das concentrações de mercúrio e ensaios ecotoxicológicos no elutriato e no sedimento total, coletadas nos pontos PS-Q9, PS-Q10, PS-N1 e PS-C1, durante a Campanha VIII, realizada no dia 09 de maio de 2011.

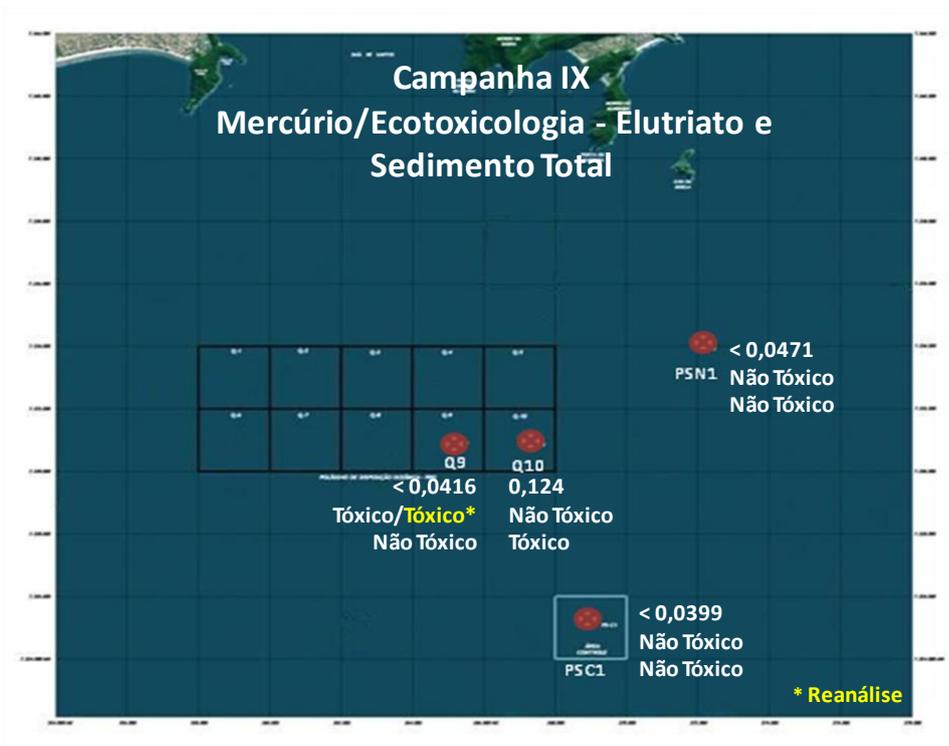


Figura 17.4.4-10. Variação espacial das concentrações de mercúrio e ensaios ecotoxicológicos no elutriato e no sedimento total, coletadas nos pontos PS-Q9, PS-Q10, PS-N1 e PS-C1, durante a Campanha IX, realizada no dia 19 de maio de 2011.

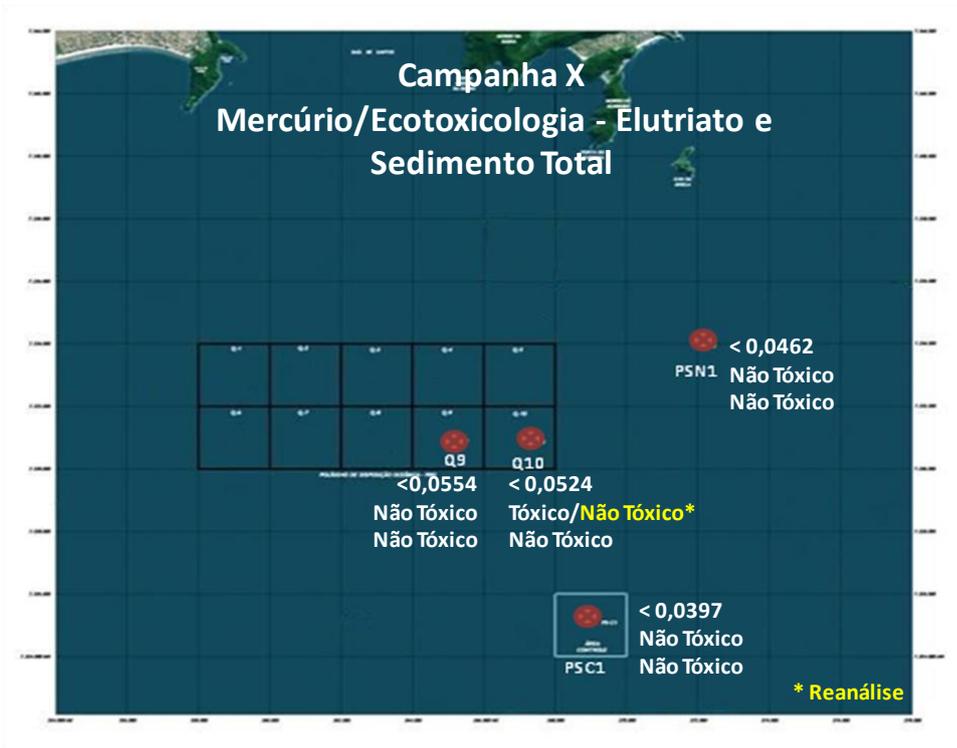


Figura 17.4.4-11. Variação espacial das concentrações de mercúrio e ensaios ecotoxicológicos no elutriato e no sedimento total, coletadas nos pontos PS-Q9, PS-Q10, PS-N1 e PS-C1, durante a Campanha X, realizada no dia 24 de maio de 2011.

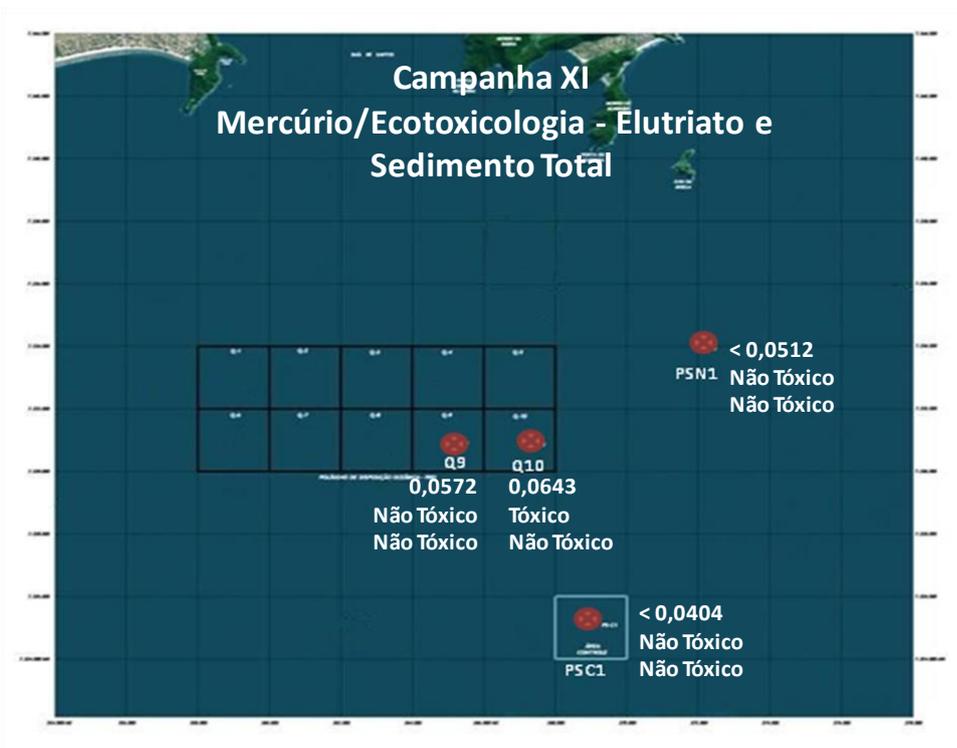


Figura 17.4.4-12. Variação espacial das concentrações de mercúrio e ensaios ecotoxicológicos no elutriato e no sedimento total, coletadas nos pontos PS-Q9, PS-Q10, PS-N1 e PS-C1, durante a Campanha XI, realizada no dia 03 de junho de 2011.

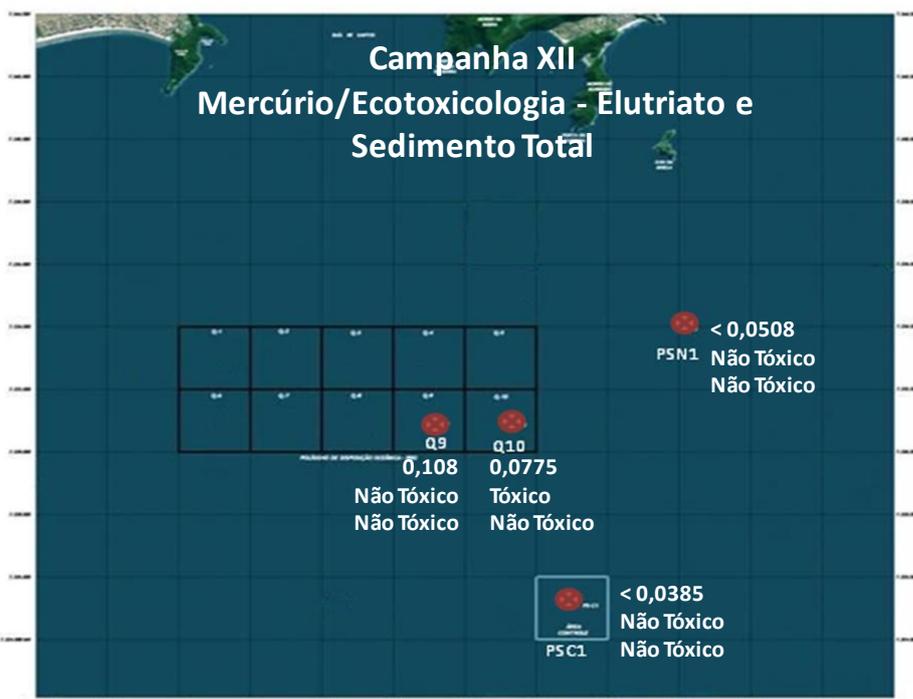


Figura 17.4.4-13. Variação espacial das concentrações de mercúrio e ensaios ecotoxicológicos no elutriato e no sedimento total, coletadas nos pontos PS-Q9, PS-Q10, PS-N1 e PS-C1, durante a Campanha XII, realizada no dia 10 de junho de 2011.

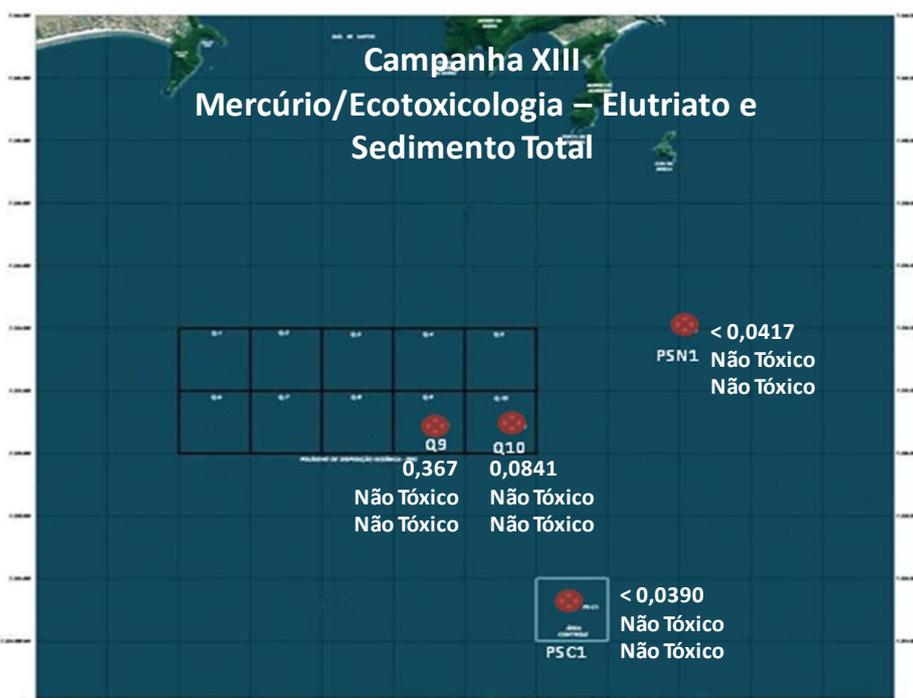


Figura 17.4.4-14. Variação espacial das concentrações de mercúrio e ensaios ecotoxicológicos no elutriato e no sedimento total, coletadas nos pontos PS-Q9, PS-Q10, PS-N1 e PS-C1, durante a Campanha XIII, realizada no dia 17 de junho de 2011.

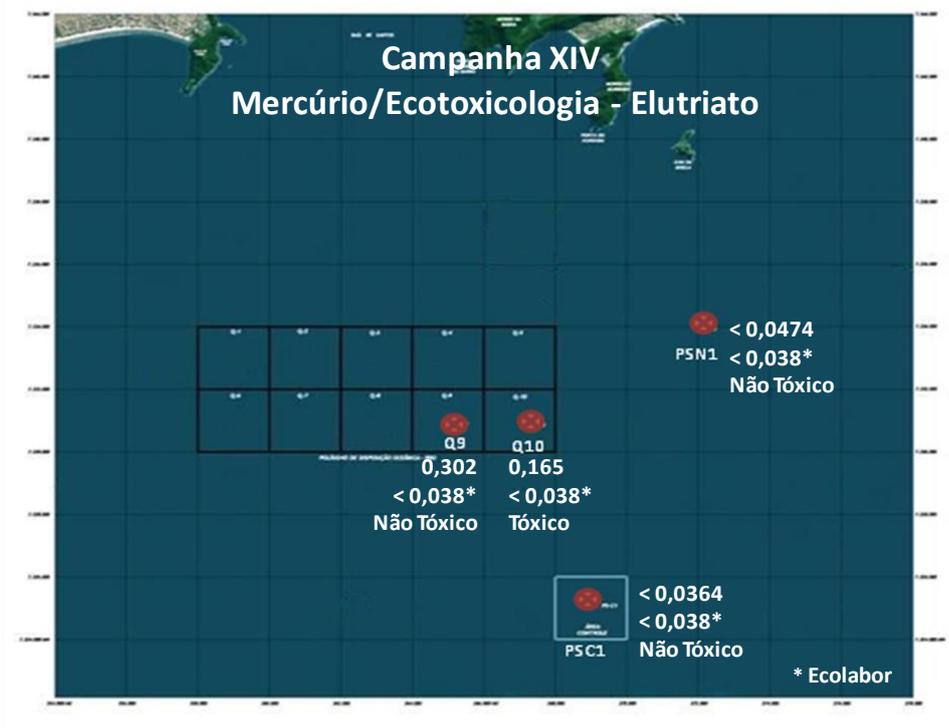


Figura 17.4.4-15. Variação espacial das concentrações de mercúrio e ensaios ecotoxicológicos no elutriato, coletadas nos pontos PS-Q9, PS-Q10, PS-N1 e PS-C1, durante a Campanha XIV, realizada no dia 24 de junho de 2011.

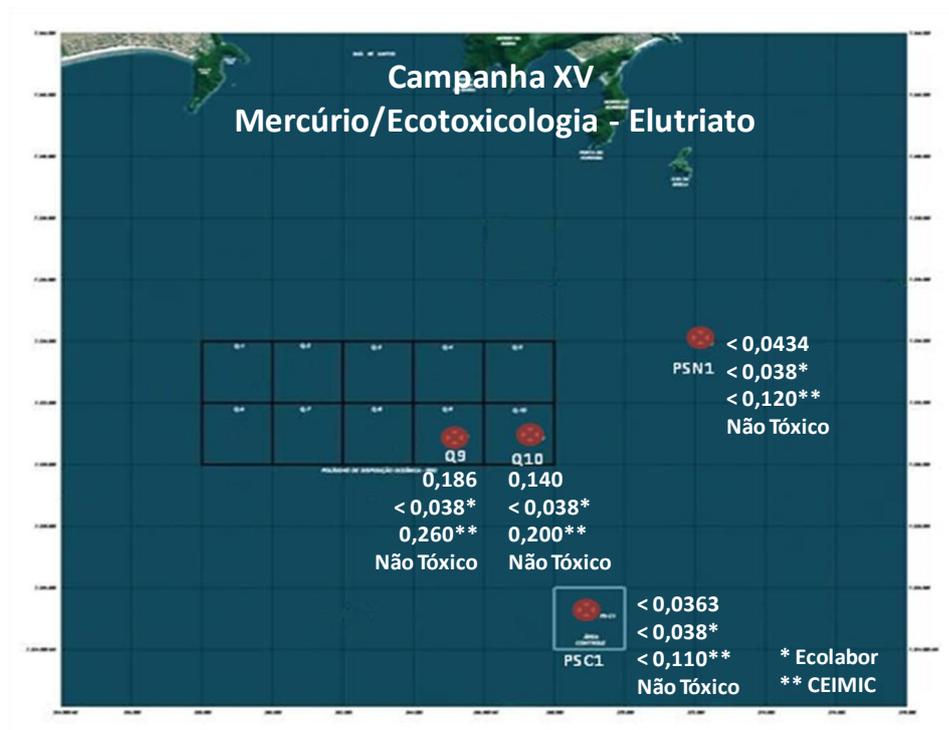


Figura 17.4.4-16. Variação espacial das concentrações de mercúrio e ensaios ecotoxicológicos no elutriato, coletadas nos pontos PS-Q9, PS-Q10, PS-N1 e PS-C1, durante a Campanha XV, realizada no dia 30 de junho de 2011.

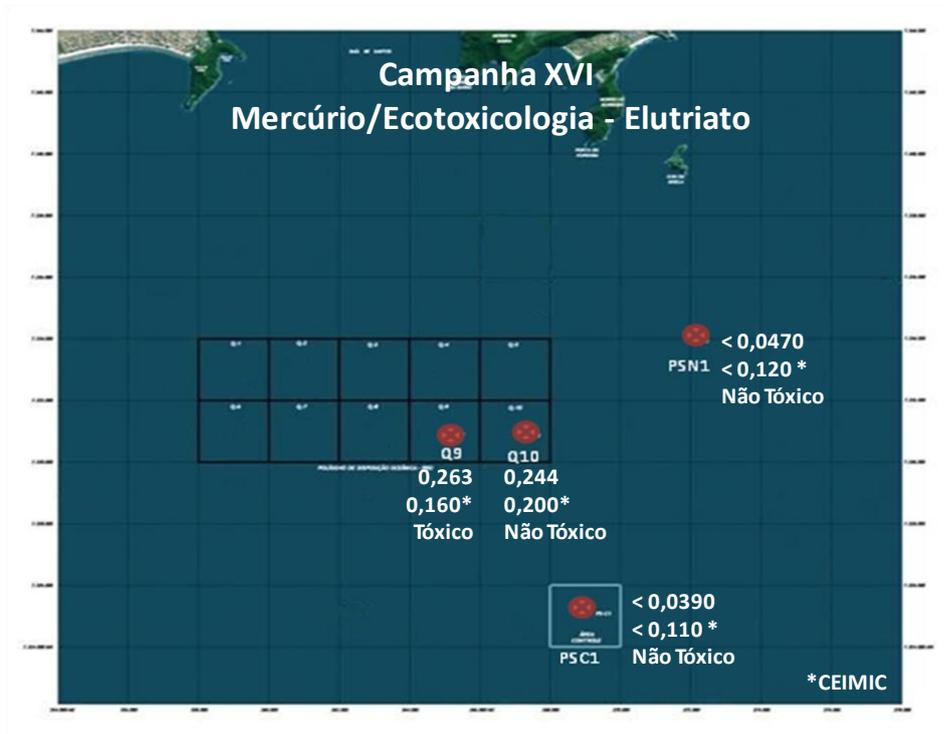


Figura 17.4.4-17. Variação espacial das concentrações de mercúrio e ensaios ecotoxicológicos no elutriado, coletadas nos pontos PS-Q9, PS-Q10, PS-N1 e PS-C1, durante a Campanha XVI, realizada no dia 08 de julho de 2011.

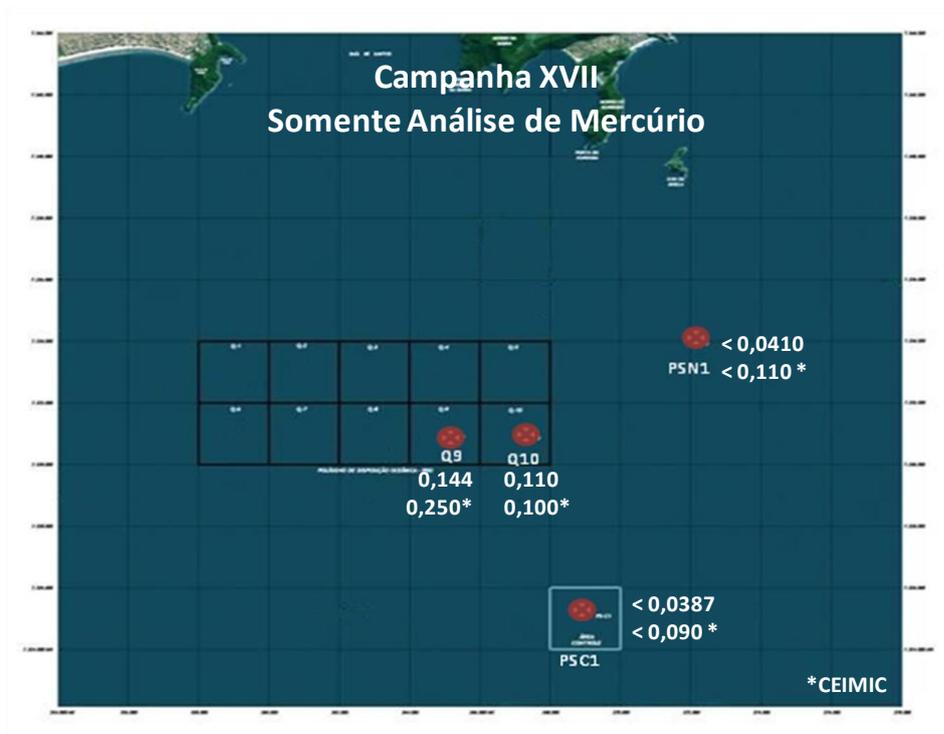


Figura 17.4.4-18. Variação espacial das concentrações de mercúrio, coletadas nos pontos PS-Q9, PS-Q10, PS-N1 e PS-C1, durante a Campanha XVII, realizada no dia 12 de julho de 2011.

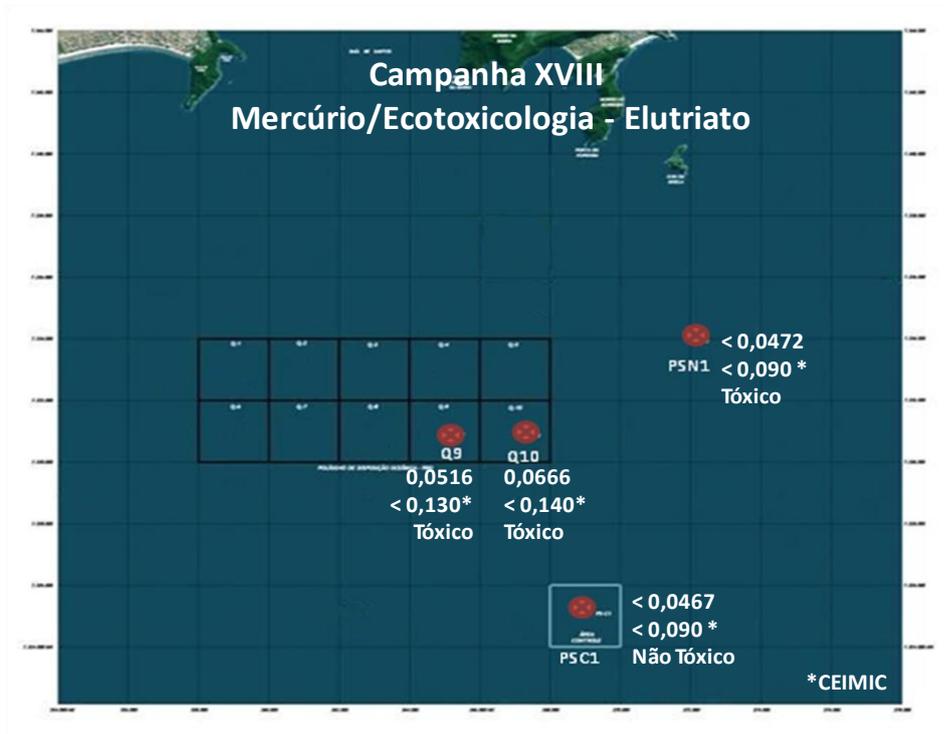


Figura 17.4.4-19. Variação espacial das concentrações de mercúrio e ensaios ecotoxicológicos no elutriato, coletadas nos pontos PS-Q9, PS-Q10, PS-N1 e PS-C1, durante a Campanha XVIII, realizada no dia 15 de julho de 2011.

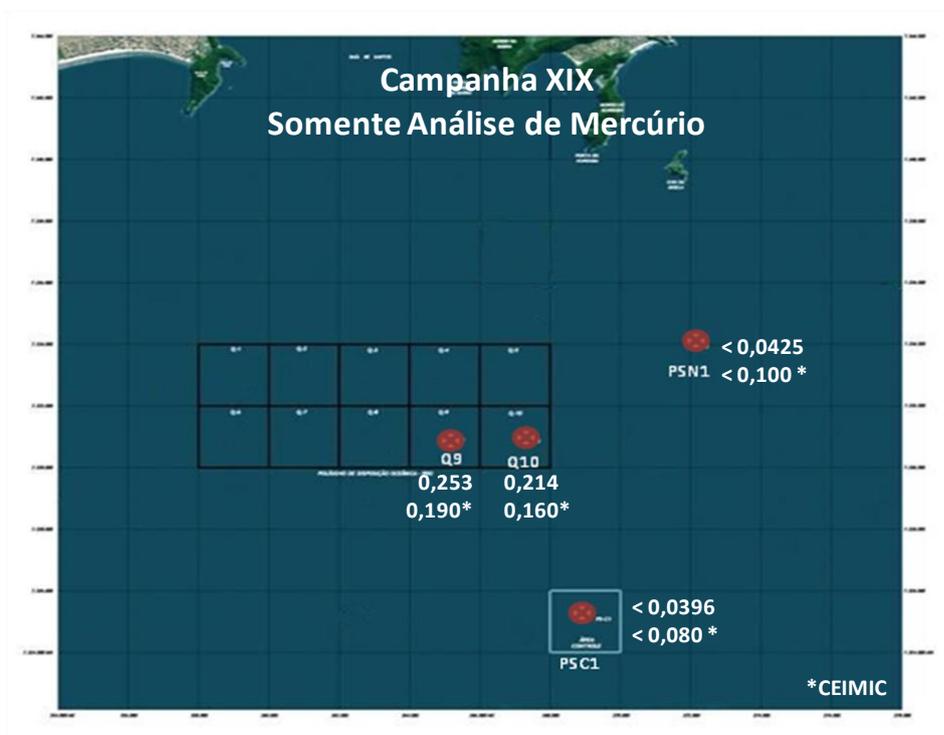


Figura 17.4.4-20. Variação espacial das concentrações de mercúrio, coletadas nos pontos PS-Q9, PS-Q10, PS-N1 e PS-C1, durante a Campanha XIX, realizada no dia 19 de julho de 2011.

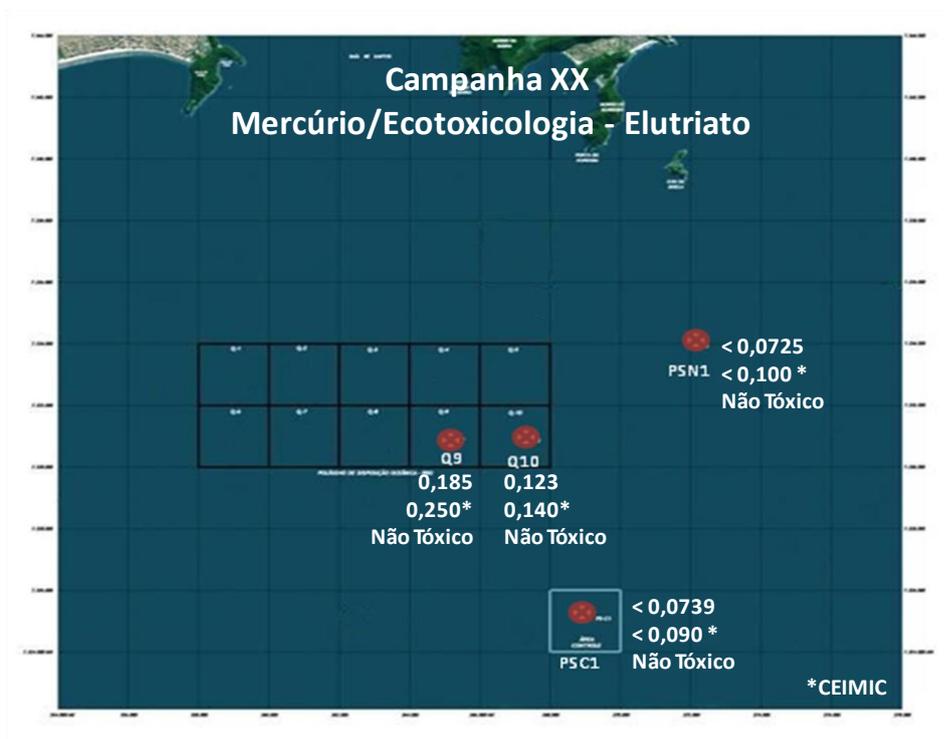


Figura 17.4.4-21. Variação espacial das concentrações de mercúrio e ensaios ecotoxicológicos no elutriado, coletadas nos pontos PS-Q9, PS-Q10, PS-N1 e PS-C1, durante a Campanha XX, realizada no dia 22 de julho de 2011.

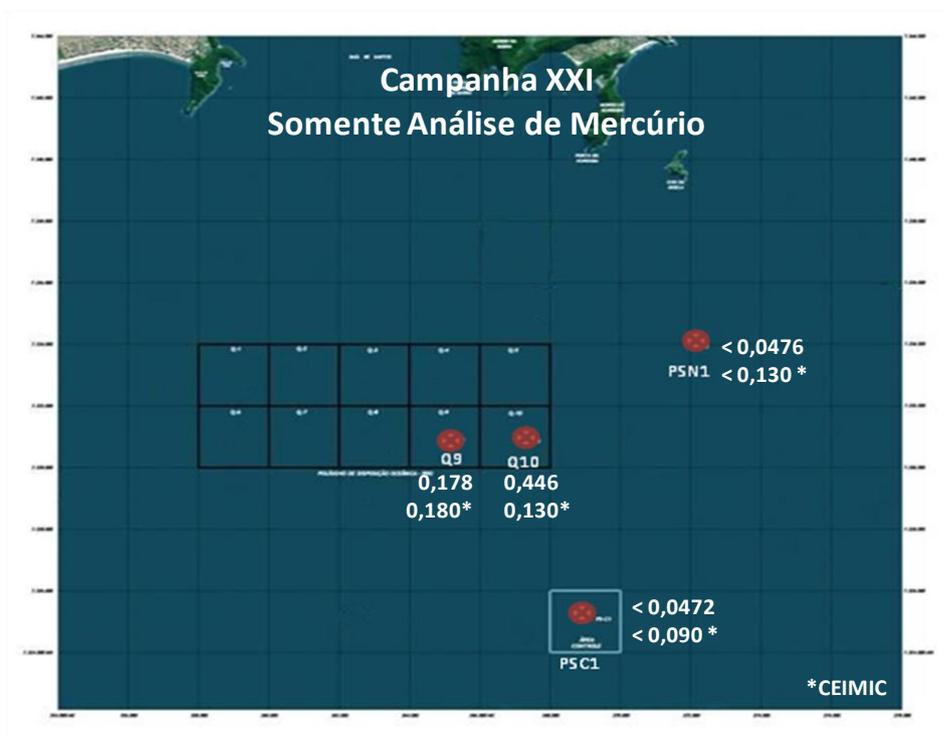


Figura 17.4.4-22. Variação espacial das concentrações de mercúrio, coletadas nos pontos PS-Q9, PS-Q10, PS-N1 e PS-C1, durante a Campanha XXI, realizada no dia 26 de julho de 2011.

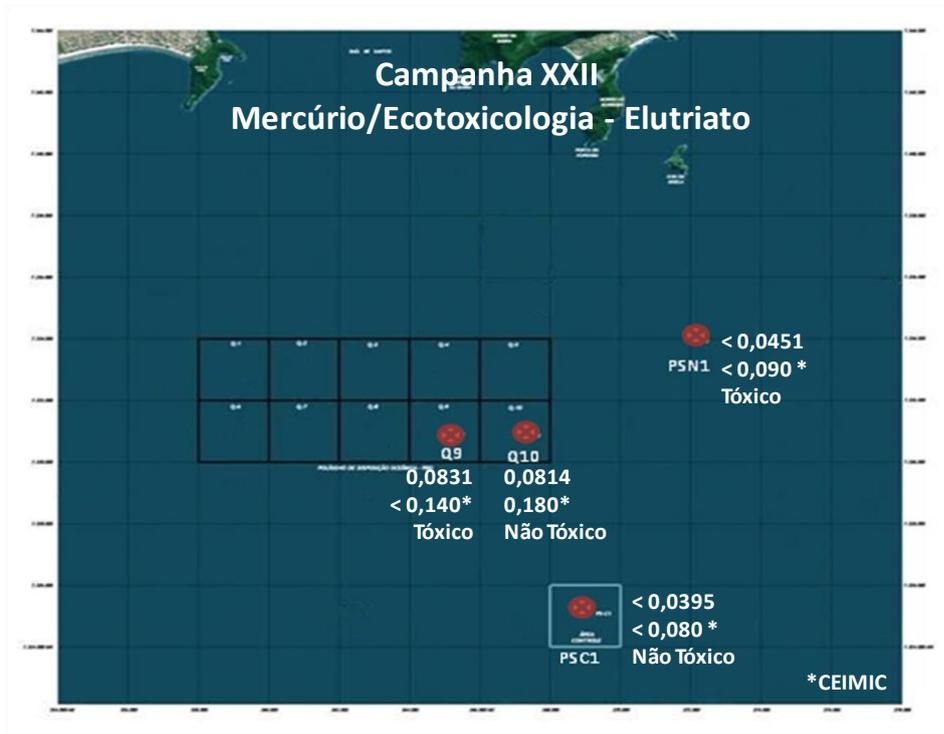


Figura 17.4.4-23. Variação espacial das concentrações de mercúrio e ensaios ecotoxicológicos no elutriato, coletadas nos pontos PS-Q9, PS-Q10, PS-N1 e PS-C1, durante a Campanha XXII, realizada no dia 29 de julho de 2011.

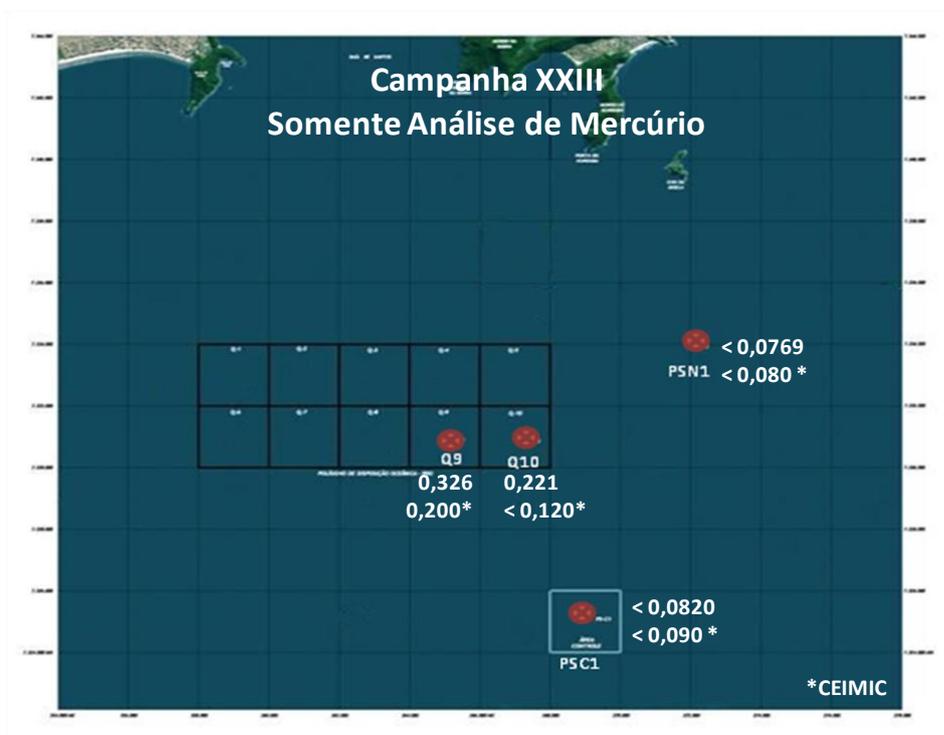


Figura 17.4.4-24. Variação espacial das concentrações de mercúrio, coletadas nos pontos PS-Q9, PS-Q10, PS-N1 e PS-C1, durante a Campanha XXIII, realizada no dia 02 de agosto de 2011.

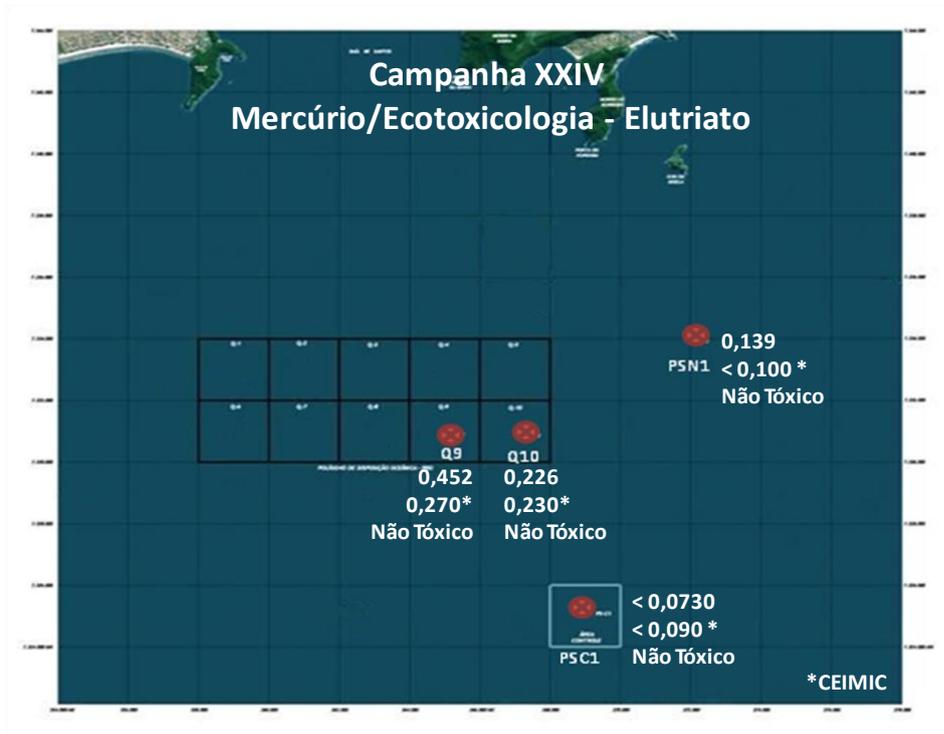


Figura 17.4.4-25. Variação espacial das concentrações de mercúrio e ensaios ecotoxicológicos no elutriado, coletadas nos pontos PS-Q9, PS-Q10, PS-N1 e PS-C1, durante a Campanha XXIV, realizada no dia 05 de agosto de 2011.

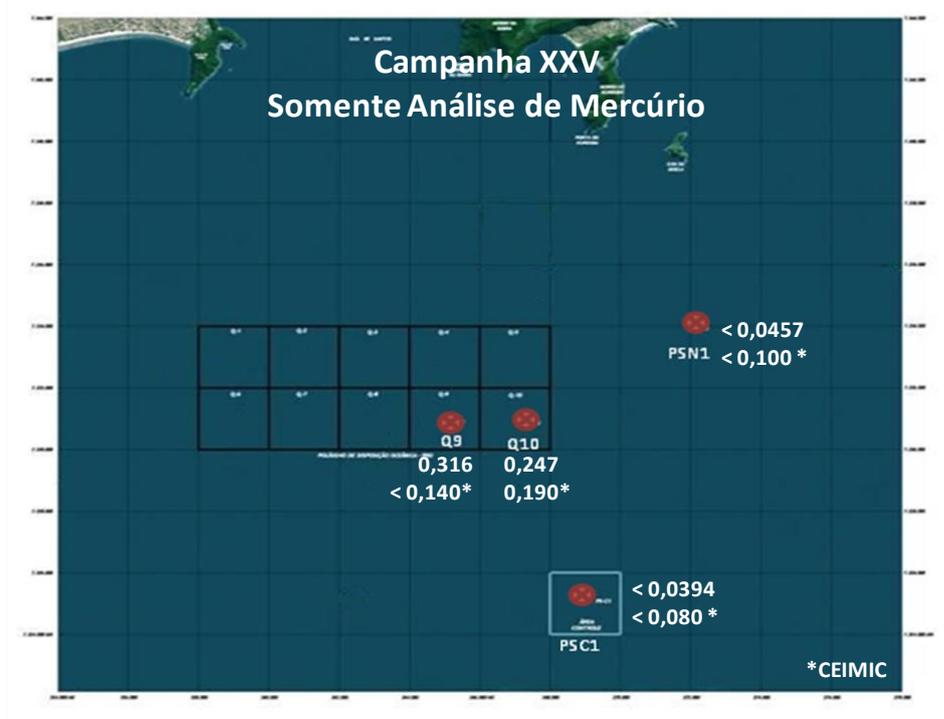


Figura 17.4.4-26. Variação espacial das concentrações de mercúrio, coletadas nos pontos PS-Q9, PS-Q10, PS-N1 e PS-C1, durante a Campanha XXV, realizada no dia 09 de agosto de 2011.

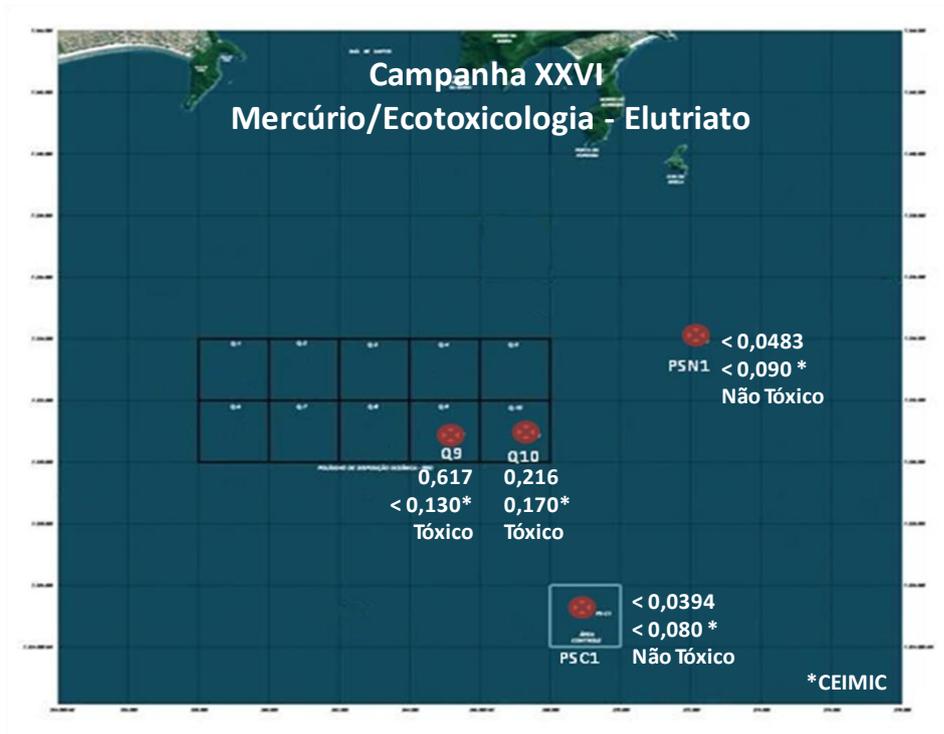


Figura 17.4.4-27. Variação espacial das concentrações de mercúrio e ensaios ecotoxicológicos no elutriato, coletadas nos pontos PS-Q9, PS-Q10, PS-N1 e PS-C1, durante a Campanha XXVI, realizada no dia 12 de agosto de 2011.

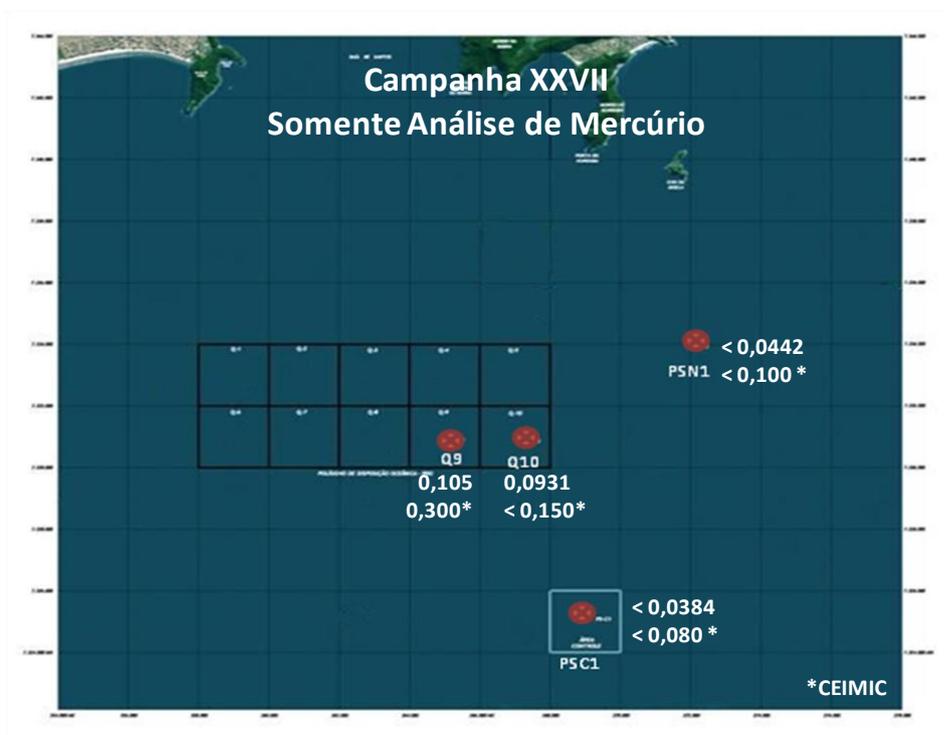


Figura 17.4.4-28. Variação espacial das concentrações de mercúrio, coletadas nos pontos PS-Q9, PS-Q10, PS-N1 e PS-C1, durante a Campanha XXVII, realizada no dia 16 de agosto de 2011.

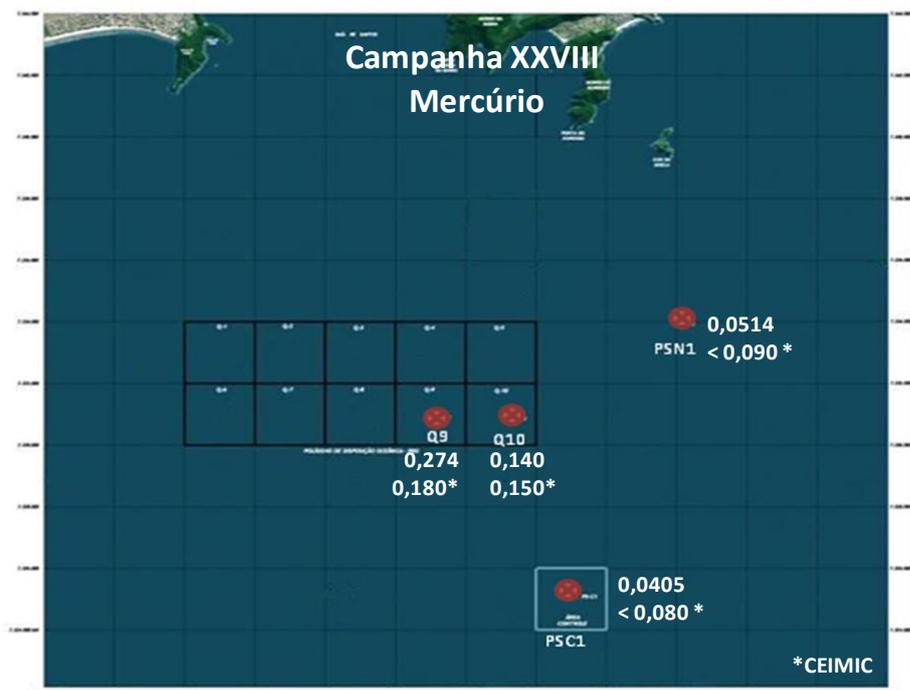


Figura 17.4.4-29. Variação espacial das concentrações de mercúrio, coletadas nos pontos PS-Q9, PS-Q10, PS-N1 e PS-C1, durante a Campanha XXVIII, realizada no dia 19 de agosto de 2011.

## 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, XVII, XVIII, XIX, XX, XXI, XXII, XXIII, XXIV, XXV, XXVI, XXVII, XXVIII e XXIX 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.

Na Campanha XVII o mercúrio foi analisado por dois laboratórios (Analytical Technology e CEIMIC). Nas amostras PS-Q9 e PS-Q10 o mercúrio total foi quantificado, nos dois laboratórios, entretanto apenas a amostra PS-Q9, baseado no resultado do laboratório CEIMIC, apresentou concentração acima do nível 1. As amostras PS-N1 e PS-C1 apresentaram concentrações de mercúrio abaixo do limite de quantificação do método em ambos os laboratórios.

Na Campanha XVIII o mercúrio foi analisado por dois laboratórios (Analytical Technology e CEIMIC). Nas amostras PS-Q9 e PS-Q10 o mercúrio total foi

quantificado abaixo do nível 1 e as amostras PS-N1 e PS-C1 apresentaram concentrações abaixo do limite de quantificação do método, segundo o laboratório Analytical Technology. Segundo os resultados do laboratório CEIMIC, todas as amostras apresentaram valores de mercúrio abaixo do limite de quantificação do método.

Na Campanha XIX 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.

Na Campanha XX o mercúrio foi analisado por dois laboratórios (Analytical Technology e CEIMIC). Em ambos os laboratórios, a amostra PS-Q9 apresentou concentração de mercúrio acima do nível 1 e a amostra PS-Q10 foi quantificada, porém com valor abaixo do nível 1. As amostras PS-N1 e PS-C1 apresentaram concentrações de mercúrio abaixo do limite de quantificação do método nos dois laboratórios.

Na Campanha XXI o mercúrio foi analisado por dois laboratórios (Analytical Technology e CEIMIC). Nas amostras PS-Q9 e PS-Q10 o mercúrio total foi quantificado, nos dois laboratórios, sendo que, as amostras PS-Q9 e PS-Q-10, segundo o laboratório Analytical Technology, e a amostra PS-Q9, segundo o laboratório CEIMIC, apresentaram concentrações acima do nível 1. As amostras PS-N1 e PS-C1 apresentaram concentrações de mercúrio abaixo do limite de quantificação do método em ambos os laboratórios.

Na Campanha XXII o mercúrio foi analisado por dois laboratórios (Analytical Technology e CEIMIC). Na amostra PS-Q9 o mercúrio total foi quantificado, porém abaixo do nível 1, segundo o laboratório Analytical Technology, e não foi quantificado, segundo o laboratório CEIMIC. Na amostra PS-Q10 o mercúrio total foi quantificado em ambos os laboratórios, porém abaixo de nível 1, baseado no laboratório Analytical Technology, e acima do nível 1, baseado no laboratório CEIMIC. As amostras PS-N1 e PS-C1 apresentaram concentrações de mercúrio abaixo do limite de quantificação do método em ambos os laboratórios.

Na Campanha XXIII o mercúrio foi analisado por dois laboratórios (Analytical Technology e CEIMIC). Nas amostras PS-Q9 e PS-Q10 o mercúrio total foi quantificado, nos dois laboratórios, sendo que, as amostras PS-Q9 e PS-Q-10, do laboratório Analytical Technology, e a amostra PS-Q9, do laboratório CEIMIC, apresentaram concentrações acima do nível 1. As amostras PS-N1 e PS-C1 apresentaram concentrações de mercúrio abaixo do limite de quantificação do método em ambos os laboratórios.

Na Campanha XXIV 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. Na amostra PS-N1 o mercúrio foi quantificado, porém abaixo do nível 1, segundo o laboratório Analytical Technology e apresentou valor abaixo do limite de quantificação do método, segundo o laboratório CEIMIC. E a amostra PS-C1 apresentou concentração abaixo do limite de quantificação do método em ambos os laboratórios.

Na Campanha XXV o mercúrio foi analisado por dois laboratórios (Analytical Technology e CEIMIC). Nas amostras PS-Q9 e PS-Q10 o mercúrio total foi quantificado, nos dois laboratórios, sendo que, as amostras PS-Q9 e PS-Q-10, do laboratório Analytical Technology, e a amostra PS-Q10, do laboratório CEIMIC, apresentaram concentrações acima do nível 1. As amostras PS-N1 e PS-C1 apresentaram concentrações de mercúrio abaixo do limite de quantificação do método em ambos os laboratórios.

Na Campanha XXVI o mercúrio foi analisado por dois laboratórios (Analytical Technology e CEIMIC). Nas amostras PS-Q9 e PS-Q10 o mercúrio total foi quantificado, nos dois laboratórios, sendo que, as amostras PS-Q9 e PS-Q-10, do laboratório Analytical Technology, e a amostra PS-Q10, do laboratório CEIMIC, apresentaram concentrações acima do nível 1. As amostras PS-N1 e PS-C1 apresentaram concentrações de mercúrio abaixo do limite de quantificação do método em ambos os laboratórios.

Na Campanha XXVII o mercúrio foi analisado por dois laboratórios (Analytical Technology e CEIMIC). Na amostra PS-Q9 o mercúrio total foi quantificado, porém abaixo do nível 1, segundo o laboratório Analytical

Technology, e acima do nível, segundo o laboratório CEIMIC. Na amostra PS-Q10 o mercúrio total foi quantificado, porém abaixo de nível 1, baseado no laboratório Analytical Technology, e não foi quantificado segundo o laboratório CEIMIC. As amostras PS-N1 e PS-C1 apresentaram concentrações de mercúrio abaixo do limite de quantificação do método em ambos os laboratórios.

Na Campanha XXVIII o mercúrio foi analisado por dois laboratórios (Analytical Technology e CEIMIC). Nas amostras PS-Q9 e PS-Q10 o mercúrio total foi quantificado, nos dois laboratórios, sendo que, a amostra PS-Q9, do laboratório Analytical Technology, e as amostras PS-Q9 e PS-Q10, do laboratório CEIMIC, apresentaram concentrações acima do nível 1. Nas amostras PS-N1 e PS-C1 o mercúrio foi quantificado, segundo o laboratório Analytical Technology, porém abaixo do nível 1 e segundo o laboratório CEIMIC as duas amostras 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*.

A amostra PS-N1 da Campanha XXII também apresentou efeito tóxico para *Lytechinus variegatus*, entretanto, assim como discutido no 4º Relatório do Monitoramento Ambiental Intensificado, cabe observar que os valores do desvio padrão das amostras de controle laboratorial foram extremamente pequenos. O teste estatístico empregado considera, para a indicação ou não de toxicidade, a comparação das variâncias do controle laboratorial com as variâncias de cada amostra, indicando haver toxicidade caso haja diferença estatisticamente significativa entre elas. Em casos de significativa homogeneidade das réplicas do controle, implicando em baixas variâncias, como no caso desta campanha, o critério estatístico para a indicação de efeito é aumentado, levando a um rigor de

comparação, onde mesmo amostras com resultados extremamente semelhantes sejam considerados diferentes.

Basta, para tanto, observar que a diferença das médias de desenvolvimento normal entre as amostras foram pequenas. Nesta campanha (XXII), por exemplo, amostra com 83,00% de desenvolvimento normal, como é o caso das amostras PS-Q10 e PS-C1, foram indicadas como não apresentando efeitos ecotoxicológicos, enquanto que uma amostra com desenvolvimento normal médio de 79,50%, como é o caso da amostra PS-N1, já foi indicada como diferente do controle, e, portanto, tóxica. Tal artefato estatístico deve ser ponderado à luz de entendimentos ecológicos e de relevância, bem como em consideração conjunta de fatores, como já questionado por Rachid (2002).

Além das amostras acima, foi observado efeito tóxico para *Lytechinus variegatus*, nos pontos PS-Q9, das Campanhas IX, XVI, XVIII, XXII e XXVI, PS-Q10 das Campanhas VIII, X, XI, XII, XIV, XVIII e XXVI e PS-N1, da Campanha XVIII. Tal efeito tóxico esteve relacionado com as altas concentrações de amônia não ionizada, pois em todas as amostras citadas o valor da amônia não ionizada ficou acima do limite de 0,05 mg/L, que isoladamente pode causar efeito tóxico. As Campanhas I, II, III, V, VI, VII, XIII, XV, XX e XXIV não apresentaram toxicidade aguda para *Lytechinus variegatus*.

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, X, XI, XII e XIII) não apresentaram toxicidade crônica para *Leptocheirus plumulosus*.

As amostras de sedimento coletadas para análise de mercúrio da Campanha XXIX, para os ensaios ecotoxicológicos no elutriato da Campanha XXVIII e para os ensaios ecotoxicológicos no sedimento total das Campanhas XIV, XV, XVI, XVIII, XX, XXII, XXIV, XXVI e XXVIII foram enviadas para os laboratórios responsáveis e os resultados serão apresentados em relatórios futuros.

Até o momento foram apresentados os resultados de mercúrio de 172 amostras, considerando 29 campanhas (Campanha Prévia até a Campanha XXVIII), inclusive as análises de réplicas/tréplica em diferentes laboratórios.

Desse total, 34 amostras (19,77%), registraram concentração de mercúrio acima do nível 1, estabelecido pela Resolução Conama 344/04 (Brasil, 2004).

Do total de 147 amostras, considerando os resultados dos ensaios ecotoxicológicos no elutriato de 22 campanhas (Campanha Prévia até a Campanha XXVI), mais as 3 reanálises realizadas nas amostras PS-Q9 (Campanha IX) e PS-Q10 (Campanhas VIII e X) e no sedimento total de 14 campanhas (Campanha Prévia até a Campanha XIII), 20 amostras apresentaram toxicidade, ou seja, 13,60%. 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 (por exemplo, amônia não ionizada).

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, XV, XVI, XVIII, XX, XXII, XXIV e XXVI. Nas Campanhas XIII, XV, XX e XXIV não foram registrados efeito ecotoxicológico em nenhuma amostra. Na Campanha XIV somente a amostra PS-Q10 apresentou efeito ecotoxicológico no elutriato, sendo que foi observado mercúrio acima de nível 1 em PS-Q9 e PS-Q10 (segundo o laboratório Analytical Technology). Na Campanha XVI somente a amostra PS-Q9 apresentou efeito ecotoxicológico no elutriato, sendo que foi observado mercúrio acima de nível 1 em PS-Q9 e PS-Q10 (segundo os laboratórios Analytical Technology e CEIMIC). Na Campanha XVIII as amostras PS-Q9, PS-Q10 e PS-N1 apresentaram efeito ecotoxicológico no elutriato, entretanto todas as amostras apresentaram concentração de mercúrio abaixo do nível 1 (segundo o laboratório Analytical Technology). Na Campanha XXII as amostras PS-Q9 e PS-N1 apresentaram efeito ecotoxicológico no elutriato, entretanto apenas a amostra PS-Q10 apresentou concentração de mercúrio acima do nível 1 (segundo o laboratório CEIMIC). E na Campanha XXVI as amostras PS-Q9 e PS-Q10 apresentaram efeito ecotoxicológico no elutriato, e ambas as amostras apresentaram concentração de mercúrio acima do nível 1 (segundo o laboratório Analytical Technology). Entretanto, segundo o laboratório CEIMIC a concentração de mercúrio na amostra PS-Q9 ficou abaixo do limite de quantificação do método.

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 anfípodas (*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, não sendo, portanto, elevada a sua eficiência em prever a toxicidade de sedimentos

Os dados utilizados por MacDonald (1994) para gerar as referências de concentração e efeitos ecotoxicológicos em sedimentos, incluem 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).

Wolfe *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 - Programa 17 Monitoramento Intensivo		2011																																				
		MÊS																																				
		fev				mar				abr					mai				jun					jul				ago										
CAMPANHA	SEMANA	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	16 a 22/03							X																														
Coleta da Campanha II	23 a 29/03									X																												
Coleta da Campanha III	30/03 a 05/04										X																											
Coleta da Campanha IV	06 a 12/04											X																										
Coleta da Campanha V	13 a 19/04												X																									
Coleta da Campanha VI	20 a 26/04													X																								
Coleta da Campanha VII	27/04 a 03/05														X																							
Coleta da Campanha VIII	04 a 10/05															X																						
Coleta da Campanha IX	11 a 17/05																X																					
Coleta da Campanha X	18 a 24/05																	X																				
Coleta da Campanha XI	25 a 31/05																		X																			
Coleta da Campanha XII	01 a 07/06																			X																		
Coleta da Campanha XIII	08 a 14/06																				X																	
Coleta da Campanha XIV	15 a 21/06																					X																
Coleta da Campanha XV	22 a 28/06																						X															
Coleta da Campanha XVI	29/06 a 05/07																							X														
Coleta da Campanha XVII	06 a 12/07																							X														
Coleta da Campanha XVIII																								X														
Coleta da Campanha XIX	13 a 19/07																								X													
Coleta da Campanha XX																									X													
Coleta da Campanha XXI	20 a 26/07																									X												
Coleta da Campanha XXII																										X												
Coleta da Campanha XXIII	27/07 a 02/08																										X											
Coleta da Campanha XXIV																											X											
Coleta da Campanha XXV	03 a 09/08																											X										
Coleta da Campanha XXVI																												X										
Coleta da Campanha XXVII	10 a 16/08																												X									
Coleta da Campanha XXVIII																													X									
Coleta da Campanha XXIX	17 a 23/08																																				X	
Campanha XXX																																					X	
Relatório Semanal																																						
Relatório Consolidado																																						

X Atividades Realizadas

## 17.7. 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.

Jaagumagi, R., 1993, Development of the Ontario provincial sediment quality guidelines for arsenic, cadmium, chromium, copper, lead, manganese, mercury, nickel, and zinc: Ontario Ministry of Environment and Energy, Water Resources Branch, 10 p., plus appendices.

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 D. D. (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 N° 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 N° 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.
- Taylor, J. K. 1987. Quality assurance of chemical measurements. 1st ed. Lewis Publishers. Boca Raton, Fla.: CRC Press, 328 p.
- 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.

## 17.8. Anexos

- Anexo 17.8-1. Ata da Reunião realizada no IBAMA/DF no dia 08 de julho de 2011.
- Anexo 17.8-2. Laudo das análises químicas de mercúrio nas amostras de sedimento da Campanha XXVII, do laboratório Analytical Technology.
- Anexo 17.8-3. Laudo das análises químicas de mercúrio, nas amostras de sedimento da Campanha XXVII, do laboratório CEIMIC.
- Anexo 17.8-4. Laudo das análises químicas de mercúrio nas amostras de sedimento da Campanha XXVIII, do laboratório Analytical Technology.
- Anexo 17.8-5. Laudo das análises químicas de mercúrio, nas amostras de sedimento da Campanha XXVIII, do laboratório CEIMIC.
- Anexo 17.8-6. Laudo das análises ecotoxicológicas no elutriato da Campanha XXIV.
- Anexo 17.8-7. Laudo das análises ecotoxicológicas no elutriato da Campanha XXVI.
- Anexo 17.8-8. Dossiê fotográfico – amostras da Campanha XXVII.
- Anexo 17.8-9. Dossiê fotográfico – amostras da Campanha XXVIII.
- Anexo 17.8-10. Laudo das análises de granulometria nas amostras da Campanha XXVI.

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

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

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

ANEXO 17.8-4. LAUDO DAS ANÁLISES QUÍMICAS DE MERCÚRIO NAS AMOSTRAS DE SEDIMENTO DA CAMPANHA XXVIII, DO LABORATÓRIO ANALYTICAL TECHNOLOGY.

ANEXO 17.8-5. LAUDO DAS ANÁLISES QUÍMICAS DE MERCÚRIO, NAS AMOSTRAS DE SEDIMENTO DA CAMPANHA XXVIII, DO LABORATÓRIO CEIMIC.

ANEXO 17.8-6. LAUDO DAS ANÁLISES ECOTOXICOLÓGICAS NO ELUTRIATO  
DA CAMPANHA XXIV.

ANEXO 17.8-7. LAUDO DAS ANÁLISES ECOTOXICOLÓGICAS NO ELUTRIATO  
DA CAMPANHA XXVI.

ANEXO 17.8-8. DOSSIÊ FOTOGRÁFICO – AMOSTRAS DA CAMPANHA XXVII.

ANEXO 17.8-9. DOSSIÊ FOTOGRÁFICO – AMOSTRAS DA CAMPANHA XXVIII.

ANEXO 17.8-10. LAUDO DAS ANÁLISES DE GRANULOMETRIA NAS AMOSTRAS DA CAMPANHA XXVI.