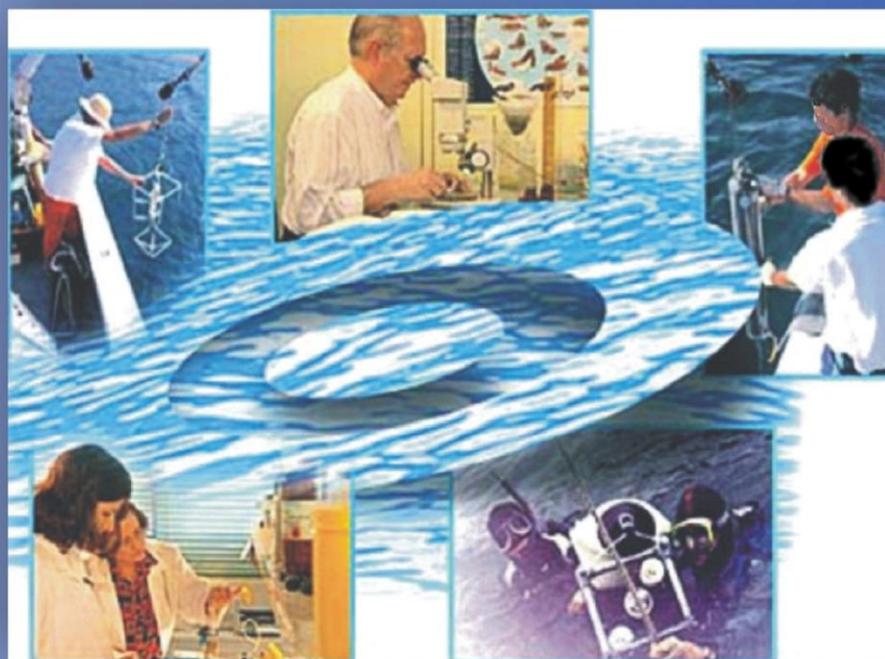


*RELATÓRIO DE CARACTERIZAÇÃO
DO SEDIMENTO DOS BERÇOS DE
ATRACAÇÃO E SUAS RESPECTIVAS
ÁREAS DE ACESSO AO CANAL DE
NAVEGAÇÃO DO PORTO DE SANTOS.*



 **FUNDESPA**
Fundação de Estudos e Pesquisas Aquáticas

Relatório
RC- 260811

IDENTIFICAÇÃO

PRODUTO: Relatório de Caracterização do sedimento dos berços de atracação e suas respectivas áreas de acesso ao canal de navegação do Porto de Santos.

DATA: 26 de Agosto de 2011.

CONTRATANTE:

Companhia Docas do Estado de São Paulo - Codesp

Av. Conselheiro Rodrigues Alves, S/ nº

Bairro do Macuco - Santos - SP

Fone: (13) 3202 6429

End. Elet.: dcqsuper@portodesantos.com.br

CONTRATADO:

Fundação de Estudos e Pesquisas Aquáticas – Fundespa

Av. Afrânio Peixoto, 412 – Cidade Universitária – São Paulo, SP

CEP: 05507-000

Fone: (11) 3816 2737

Prof. Dr. Luiz Roberto Tommasi

Diretor Presidente - Fundespa

End. Elet.: tommasi@fundespa.com.br

Contato: Dr. Roberto Ávila - avila@fundespa.com.br

APRESENTAÇÃO

A FUNDAÇÃO DE ESTUDOS E PESQUISAS AQUÁTICAS - FUNDESPA, constituída em 1989 pelos docentes, técnicos e alunos do Instituto Oceanográfico da Universidade de São Paulo - IOUSP, é uma instituição de caráter educacional e científico, de utilidade pública, de direito privado e sem fins lucrativos, voltada ao estudo, pesquisa e desenvolvimento de projetos ambientais.

A Fundespa executa projetos nas suas várias especialidades, celebra convênios, acordos ou contratos com pessoas físicas ou jurídicas, dispondo para execução dos estudos, de um corpo de técnicos e consultores de elevado nível, ligados fundamentalmente ao Instituto Oceanográfico da USP, atuando em diagnósticos e monitoramentos ambientais há mais de 20 anos, com diversas empresas localizadas em pólos industriais e regiões estuarinas e portuárias, em situações semelhantes ao do presente caso.

A Fundação dispõe de sede própria localizada em São Paulo, estrutura operacional, logística e administrativa, laboratórios, viaturas e equipamentos de última geração para coleta e análise de dados físicos, químicos, geológicos, meteorológicos e biológicos, e uma equipe de profissionais qualificados responsável pela elaboração, execução e gerenciamento dos projetos ambientais, tanto no Estado de São Paulo como em outras regiões do país. O objetivo dos estudos tem sido o monitoramento da qualidade ambiental, avaliação dos efeitos de lançamentos de efluentes, diagnósticos de ecossistemas marinhos, estudos oceanográficos, avaliação de áreas atingidas por vazamentos de petróleo, dragagens especiais, projetos em educação ambiental, de recuperação de áreas degradadas, além da elaboração de estudos de impactos ambientais e respectivo relatório de impacto do meio ambiente.

A Fundespa encaminha o Relatório de Caracterização dos Sedimentos dos berços de atracação e suas respectivas áreas de acesso do Porto de Santos.

SUMÁRIO

1. Introdução e Objetivos	1
2. Metodologia.....	1
3. Resultados	3
4. Considerações Finais.....	756
5. Referências Bibliográficas	762
6. Anexos.....	764

1. Introdução e Objetivos

O presente trabalho visa à caracterização dos sedimentos dos berços de atracação e das áreas de acesso aos berços do Porto Organizado do Estuário de Santos, a fim de orientar o gerenciamento da disposição do material a ser dragado nestes locais, conforme orientação da Resolução nº 344/04 do Conselho Nacional de Meio Ambiente – Conama (Brasil, 2004).

O objetivo da dragagem de manutenção é manter o calado dos berços de atracação e acessos aos berços na profundidade de projeto do Porto de Santos. Para isto, foi programada coleta de amostras de sedimento para a caracterização em 55 berços e 55 áreas de acesso aos berços distribuídos ao longo de todo o canal.

A caracterização dos sedimentos dar-se-á através de análises químicas e ecotoxicológicas em amostras de superfície e análises químicas em amostras de subsuperfície.

2. Metodologia

As amostras de sedimentos de superfície são coletadas com amostrador de fundo do tipo *Van Veen*. As amostras de subsuperfície são coletadas através de testemunhos com a técnica de sondagem, pela qual um testemunho é cravado no sedimento para que seja amostrada uma coluna de sedimento da superfície até a cota, ou cotas, que se pretende caracterizar. A amostra é coletada descartando a porção que entra em contato com as paredes metálicas do testemunho, de modo a evitar contaminação. Para as amostras mais profundas serão utilizados amostradores tipo *Shelby*.

Para todas as amostras coletadas, são realizadas análises de granulometria, assim como de metais pesados e arsênio, pesticidas organoclorados (POCs), Bifenilas Policloradas (PCBs) e Hidrocarbonetos Policíclicos Aromáticos (HPAs), como determinado pela Resolução nº 344/04 do Conama (Brasil, 2004). Também são analisados carbono orgânico total, nitrogênio Kjeldahl total e fósforo total.

Testes de toxicidade aguda com o sedimento total, utilizando-se anfípodas

escavadores, são realizados nas amostras. Os ensaios são realizados conforme metodologia padronizada na norma ABNT/NBR-15638, utilizando anfípoda da espécie *Leptocheirus plumulosus*, conforme indicação do órgão licenciador. O ensaio com este anfípoda é um método internacionalmente aplicado na avaliação ecotoxicológica de sedimentos marinhos.

Os testes de toxicidade aguda, com o anfípoda *L. 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 3500 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).

3. Resultados

Neste relatório são apresentados os resultados das análises químicas e ecotoxicológicas de todas as amostras de sedimento de superfície e também das análises químicas de todas as amostras de sedimento de subsuperfície, das cotas intermediárias e de projeto.

As análises ecotoxicológicas são realizadas apenas com as amostras de sedimento de superfície e demoram aproximadamente 60 dias para serem concluídas. Assim, com a finalidade de efetuar o trabalho de amostragem em menor tempo, a coleta de sedimento de superfície e de subsuperfície foram realizadas separadamente. As coletas de sedimento de superfície e de subsuperfície foram realizadas em dias diferentes e, por isso, a profundidade de coleta, dentro de um mesmo berço ou área de acesso, pode apresentar valores diferentes. Os pontos de coleta, tanto dos berços como dos acessos, possuem coordenadas geográficas para sua localização exata, entretanto alguns fatores como, precisão do GPS, utilização de dados de previsão de maré, deriva da embarcação, entre outros, interferem na coleta no ponto previsto.

Na Tabela 3-1 são apresentadas as informações sobre as coletas das amostras de sedimento de superfície (Figuras de 1 a 3 do Anexo 6-1) e na Tabela 3-2 as informações das amostras de subsuperfície, das cotas

intermediárias e de projeto (Figura 6 do Anexo 6-1). As duas tabelas citadas apresentam a lista de berços a áreas de acesso ordenadas conforme lista prioritária para a caracterização dos sedimentos, indicados pela Codesp. Os laudos das análises químicas são apresentados no Anexo 6-2 e dos ensaios ecotoxicológicos no sedimento total no Anexo 6-3.

Para discussão dos resultados obtidos nas análises químicas são utilizados os valores estabelecidos pela Resolução Conama 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 o limiar acima do qual é provável que efeitos adversos ocorram 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 encontram-se detalhados os níveis 1 e 2 de classificação da referida Resolução. Todos os limites de quantificação do método são inferiores aos padrões de classificação da Resolução Conama 344/04, sendo compatíveis com essa classificação.

Para a identificação das amostras nas tabelas a seguir se utilizou a codificação contendo o nome do berço, a identificação de berço (B) ou área de acesso ao berço (A), a camada da coluna sedimentar (em metros) e o número da camada sedimentar (estratificação), respectivamente.

Tabela 3-1. Informações sobre as coletas prioritárias de amostras de sedimento de superfície.

Prioridade	Nome dos Berços		Data da Coleta	Horário da Coleta	Profundidade de Coleta	Profundidade de Projeto
1	CURVA 23	Berço	08/02/2011	11:25	7,50-7,65	8,30
		Acesso	08/02/2011	11:40	12,60-12,75	8,30
	ARM FRIG	Berço	08/02/2011	11:55	11,95-12,10	8,30
		Acesso	08/02/2011	12:10	14,75-14,90	8,30
	ARM 25	Berço	08/02/2011	12:40	14,80-14,95	8,30
		Acesso	08/02/2011	13:10	14,35-14,50	8,30
	SUG 26	Berço	16/02/2011	11:25	14,25-14,40	8,30
		Acesso	16/02/2011	11:44	17,05-17,20	8,30
	ARM 27	Berço	16/02/2011	12:00	12,15-12,30	8,30
		Acesso	16/02/2011	12:15	13,95-14,10	8,30
MARINHA	Berço	18/11/2010	10:20	11,90-12,05	15,00	
	Acesso	18/11/2010	14:30	11,95-12,10	15,00	
2	CORTE	Berço	15/02/2011	12:00	9,10-9,25	10,70
		Acesso	15/02/2011	12:20	9,10-9,25	10,70
	VALONGO	Berço	16/02/2011	10:30	12,35-12,50	15,00
		Acesso	16/02/2011	10:45	11,75-11,90	15,00
	CS 04	Berço	14/11/2010	14:10	14,15-14,30	10,70
		Acesso	14/11/2010	15:40	14,50-14,65	10,70
	TERMAG	Berço	22/11/2010	14:50	16,00-16,15	14,20
		Acesso	22/11/2010	14:35	16,50-16,65	14,20
	TGG	Berço	19/11/2010	09:20	14,05-14,20	14,20
		Acesso	19/11/2010	11:30	14,85-15,00	14,20
TECON 3	Berço	25/11/2010	15:10	15,75-15,90	15,00	
	Acesso	01/12/2010	13:30	15,85-16,00	15,00	
TECON 4	Berço	30/11/2010	09:20	15,55-15,70	15,00	
	Acesso	01/12/2010	09:00	14,40-14,55	15,00	
3	ARM 12 A	Berço	07/02/2011	10:00	11,90-12,05	11,30
		Acesso	07/02/2011	10:30	12,50-12,65	11,30
	ARM 13/14	Berço	07/02/2011	10:40	11,50-11,65	11,30
		Acesso	07/02/2011	11:20	13,25-13,40	11,30
	ARM 15	Berço	07/02/2011	11:30	11,45-11,60	11,30
		Acesso	07/02/2011	11:50	13,65-13,80	11,30
	ARM 16/17	Berço	07/02/2011	12:10	13,25-13,40	13,00
		Acesso	07/02/2011	12:20	13,60-13,75	13,00
	ARM 19	Berço	07/02/2011	13:00	12,80-12,95	13,00
		Acesso	07/02/2011	13:20	13,55-13,70	13,00
	ARM 20/21	Berço	08/02/2011	09:40	12,90-13,05	13,00
		Acesso	08/02/2011	10:00	13,80-13,95	13,00
ARM 22	Berço	08/02/2011	10:15	13,00-13,15	13,00	
	Acesso	08/02/2011	10:30	13,55-13,70	11,30	
ARM 23	Berço	08/02/2011	10:40	11,05-11,20	11,30	
	Acesso	08/02/2011	10:55	12,90-13,05	11,30	

Tabela 3-1. (Continuação) Informações sobre as coletas prioritárias de amostras de sedimento de superfície.

Prioridade	Nome dos Berços		Data da Coleta	Horário da Coleta	Profundidade de Coleta	Profundidade de Projeto
4	IBSP	Berço	15/02/2011	13:30	8,05-8,20	10,30
		Acesso	15/02/2011	14:00	12,20-12,35	10,30
	IBBC	Berço	15/02/2011	12:40	11,20-11,35	10,30
		Acesso	15/02/2011	12:55	13,00-13,15	10,30
5	37 Pto 1	Berço	16/02/2011	12:40	13,15-13,30	12,50
		Acesso	16/02/2011	12:55	14,15-14,30	12,50
	37 Pto 2	Berço	16/02/2011	13:05	13,25-13,40	12,50
		Acesso	16/02/2011	13:20	13,90-14,05	12,50
6	AL 01	Berço	15/02/2011	10:10	10,40-10,55	12,70
		Acesso	15/02/2011	10:20	10,37-10,52	12,70
	AL 02	Berço	23/02/2011	10:15	12,80-12,95	12,70
		Acesso	23/02/2011	10:30	12,45-12,60	12,70
	AL 03	Berço	15/02/2011	10:45	12,40-12,55	12,70
		Acesso	15/02/2011	11:00	12,25-12,40	12,70
	AL 04	Berço	15/02/2011	11:20	11,25-11,40	12,70
		Acesso	15/02/2011	11:35	9,35-9,50	12,70
	PÍER DA BARCAÇA	Berço	23/02/2011	10:50	4,70-4,85	7,00
		Acesso	23/02/2011	11:05	8,50-8,65	7,00
7	CS 01	Berço	16/02/2011	10:00	11,10-11,25	10,70
		Acesso	16/02/2011	10:15	10,50-10,65	10,70
	CS 02	Berço	22/02/2011	10:25	10,45-10,60	10,70
		Acesso	22/02/2011	10:35	10,15-10,30	10,70
	CS 03	Berço	22/02/2011	10:47	12,30-12,45	10,70
		Acesso	22/02/2011	11:05	12,50-12,65	10,70
8	ARM 38	Berço	22/02/2011	13:05	11,90-12,05	13,70
		Acesso	22/02/2011	13:20	13,10-13,25	13,70
	ARM 39	Berço	22/02/2011	13:25	12,80-12,95	13,70
		Acesso	22/02/2011	13:40	13,40-13,55	13,70
9	ARM 29	Berço	22/02/2011	11:45	12,05-12,20	11,70
		Acesso	22/02/2011	11:55	12,90-13,05	11,70
	ARM 29/30	Berço	22/02/2011	12:05	12,10-12,25	11,70
		Acesso	22/02/2011	12:25	13,20-13,35	11,70
	ARM 30	Berço	23/02/2011	12:10	10,55-10,70	11,70
		Acesso	23/02/2011	12:20	12,80-12,95	11,70
	ARM 31	Berço	23/02/2011	12:30	10,60-10,75	11,70
		Acesso	23/02/2011	12:50	11,65-11,80	11,70
	ARM 31/32	Berço	23/02/2011	13:00	12,35-12,50	11,70
		Acesso	23/02/2011	13:10	12,75-12,90	11,70
	ARM 32	Berço	23/02/2011	13:25	10,65-10,80	11,70
		Acesso	23/02/2011	13:35	13,65-13,80	11,70
	ARM 33	Berço	15/03/2011	09:30	9,80-9,95	11,70
		Acesso	15/03/2011	09:45	13,50-13,65	11,70

Tabela 3-1. (Continuação) Informações sobre as coletas prioritárias de amostras de sedimento de superfície.

Prioridade	Nome dos Berços		Data da Coleta	Horário da Coleta	Profundidade de Coleta	Profundidade da coluna de água	Profundidade de Projeto	
9	ARM 33/34	Berço	15/03/2011	10:00	11,85-12,00	11,85	11,70	
		Acesso	15/03/2011	10:15	13,45-13,60	13,45	11,70	
	ARM 34	Berço	15/03/2011	10:25	14,10-14,25	14,10	11,70	
		Acesso	15/03/2011	10:40	14,00-14,15	14,00	11,70	
	ARM 35	Berço	15/03/2011	11:00	13,15-13,30	13,15	11,70	
		Acesso	15/03/2011	11:20	14,30-14,45	14,30	11,70	
	35 Pto 1	Berço	15/03/2011	11:35	13,00-13,15	13,00	13,50	
		Acesso	15/03/2011	11:50	13,65-13,80	13,65	13,50	
	35 Pto 2	Berço	15/03/2011	12:00	12,65-12,80	12,65	13,50	
		Acesso	15/03/2011	12:20	13,60-13,75	13,60	13,50	
	10	TECON 1	Berço	17/03/2011	09:10	13,10-13,25	13,10	13,70
			Acesso	17/03/2011	09:20	14,40-14,55	14,40	13,70
TECON 2		Berço	17/03/2011	09:40	13,10-13,25	13,10	13,70	
		Acesso	17/03/2011	09:55	14,00-14,15	14,00	13,70	
11	TEV	Berço	15/03/2011	09:00	13,95-14,10	13,95	13,70	
		Acesso	15/03/2011	09:16	13,85-14,00	13,85	13,70	
12	CARGILL 1	Berço	17/03/2011	10:20	14,00-14,15	14,00	13,00	
		Acesso	17/03/2011	10:30	15,60-15,75	15,60	13,00	
	CARGILL 2	Berço	17/03/2011	10:45	13,60-13,75	13,60	13,00	
		Acesso	17/03/2011	11:00	16,10-16,25	16,10	13,00	
13	ARM 10	Berço	16/03/2011	11:15	7,00-7,15	7,00	7,30	
		Acesso	16/03/2011	11:30	6,60-6,75	6,60	7,30	
	ARM 11	Berço	16/03/2011	12:40	7,45-7,60	7,45	7,30	
		Acesso	16/03/2011	13:00	7,40-7,55	7,40	7,30	
	ARM 12	Berço	16/03/2011	11:45	10,70-10,85	10,70	11,30	
		Acesso	16/03/2011	12:00	12,75-12,90	12,75	11,30	

Tabela 3-2. Informações sobre as coletas prioritárias de amostras de sedimento de subsuperfície, das cotas intermediárias e de projeto.

Prioridade	Nome dos Berços		Data de Coleta	Hora	Profundidade de coleta	Profundidade de projeto
1	MARINHA	Berço	18/11/2010	10:20	13,00-13,50	15,00
				10:20	14,50-15,00	
	Acesso	18/11/2010	14:55	13,00-13,50	15,00	
			15:25	14,50-15,00		
2	VALONGO	Berço	25/10/2010	12:20	14,50-15,00	15,00
		Acesso	27/10/2010	14:30	14,50-15,00	15,00
	TECON 4	Acesso	01/12/2010	9:00	14,50-15,00	15,00
3	ARM 12 A	Berço	16/02/2011	14:25	10,80-11,30	11,30
	ARM 13/14	Berço	21/02/2011	11:00	11,10-11,60	11,30
	ARM 19	Berço	22/02/2011	14:50	12,50-13,00	13,00
4	IBSP	Berço	10/03/2011	15:40	10,00-10,50	10,30
6	AL 01	Berço	30/03/2011	15:45	12,40-12,90	12,70
		Acesso	20/05/2011	11:00	12,20-12,70	12,70
	AL 04	Berço	16/03/2011	14:00	10,55-11,05	12,70
				14:20	12,45-12,95	
		Acesso	16/03/2011	15:20	10,70-11,20	12,70
				15:40	12,45-12,95	
	PÍER DA BARÇAÇA	Berço	01/04/2011	11:30	5,65-6,15	7,00
				11:45	6,75-7,25	
7	CS 01	Acesso	22/10/2010	12:00	8,30-8,80	10,70
				12:00	10,20-10,70	
8	ARM 38	Berço	06/04/2011	17:20	13,20-13,70	13,70
9	ARM 31/32	Berço	23/05/2011	16:45	11,55-12,05	11,70
	ARM 33	Berço	24/02/2011	14:20	11,20-11,70	11,70
10	TECON 1	Berço	10/06/2011	09:20	13,50-14,00	13,70
11	TEV	Berço	09/06/2011	10:10	13,20-13,70	13,70
13	ARM 10	Berço	17/05/2011	15:00	7,30-7,80	7,30

3.1. CAIS CURVA DO ARMAZÉM 23 (CURVA 23)

- **SUPERFÍCIE**

A. Granulometria

A composição granulométrica do sedimento de superfície amostrado no berço e acesso ao berço de atracação do Cais Curva do Armazém 23 está apresentada na Figura 3.1-1, e na Tabela 3.1-1.

Os resultados granulométricos mostraram predominância das frações silte (61,2%) e areia muito fina (24,5%), no sedimento coletado no berço do Cais Curva 23, e em menores porcentagens foram encontradas as frações argila (6,26%), areia fina (4,56%), areia grossa (2,46%) e areia média (0,737%). A fração areia muito grossa apresentou valores abaixo de 0,10%

No acesso ao berço de atracação as frações predominantes foram silte (40,3%) e areia muito fina (33,4%), seguido pelas frações argila (18,8%), areia fina (4,29%), areia média (1,73%) e areia grossa (1,3%). A fração areia muito grossa apresentou valor abaixo de 0,10%.

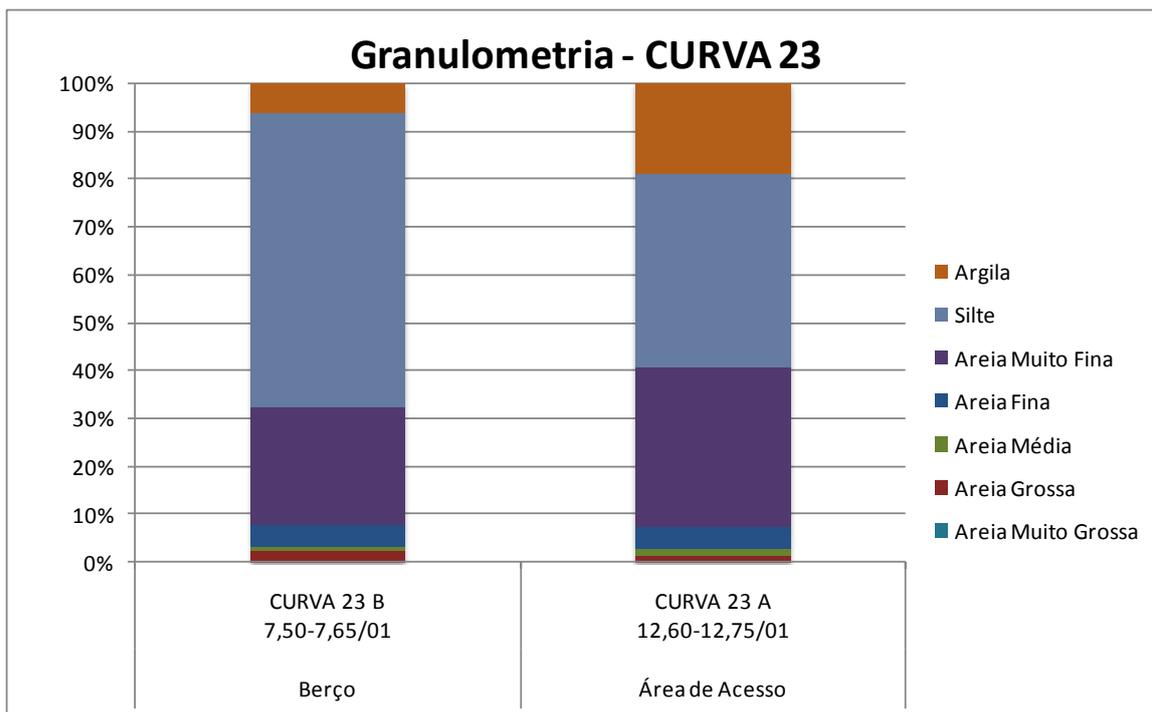


Figura 3.1-1. Composição granulométrica do sedimento de superfície do berço e área de acesso ao berço de atracação do Cais Curva do Armazém 23.

Tabela 3.1-1. Composição granulométrica do sedimento de superfície do berço e área de acesso ao berço de atracação do Cais Curva do Armazém 23.

Granulometria			
Fração	Unidade	Berço	Área de Acesso
		CURVA 23 B 7,50-7,65/01	CURVA 23 A 12,60-12,75/01
Argila	%	6,26	18,8
Silte	%	61,2	40,3
Areia Muito Fina	%	24,5	33,4
Areia Fina	%	4,56	4,29
Areia Média	%	0,737	1,73
Areia Grossa	%	2,46	1,3
Areia Muito Grossa	%	< 0,10	< 0,10
Areia Total	%	32,2	40,7

B. Parâmetros Químicos

Metais e Arsênio

Os resultados das análises dos metais nas amostras de sedimento de superfície coletadas no berço e acesso ao berço de atracação do Cais Curva do Armazém 23 estão apresentados na Tabela 3.1-2.

Dentre os parâmetros químicos analisados no sedimento de superfície, arsênio e cádmio registraram concentrações abaixo do limite de quantificação (<LQ) tanto no berço quanto na sua área de acesso.

Os metais chumbo, cobre, cromo, níquel e zinco foram quantificados nas amostras, de sedimento de superfície, coletadas tanto no berço quanto na sua área de acesso. Entretanto, nenhum destes elementos apresentou concentração acima do nível 1 da Resolução Conama 344/04 (Brasil, 2004).

O metal mercúrio apresentou concentração acima do nível 1, da referida Resolução, tanto no berço quanto na sua área de acesso. Entretanto, vale ressaltar que os valores encontrados, 0,152 e 0,225 mg/kg, no berço e área de acesso, respectivamente, ficaram próximos ao valor estabelecido como nível 1 (0,150 mg/kg) da Resolução Conama 344/04 (Brasil, 2004).

A Figura 3.1-2 apresenta a concentração de alguns metais analisados no sedimento de superfície coletados no berço do Cais Curva do Armazém 23 e na sua referida área de acesso.

Hidrocarbonetos Policíclicos Aromáticos (HPAs)

Os hidrocarbonetos aromáticos podem ser sintetizados por algumas bactérias, plantas ou fungos e, ainda, podem ser liberados no mar pelas fendas naturais nos fundos oceânicos. Entretanto, de maneira geral, acredita-se que as atividades antropogênicas são as maiores responsáveis pela entrada destes compostos no ambiente marinho (McElroy *et al.*, 1989).

A maioria dos HPAs analisados nas amostras de sedimento de superfície deste berço e de sua referida área de acesso apresentaram concentrações abaixo

do limite de quantificação, com exceção do parâmetro Fluoranteno e Pireno. Estes HPAs foram quantificados no sedimento do berço com concentrações inferiores ao valor alerta (nível 1) estabelecido pela Resolução Conama 344/04 (Brasil, 2004) (Tabela 3.1-3).

Bifenilas Policloradas (PCBs)

Os PCBs totais apresentaram concentrações inferiores aos limites de quantificação do método, tanto no berço quanto na sua área de acesso, enquadrando-se, portanto, nos valores de referência estabelecidos pela Resolução Conama 344/04 (Brasil, 2004) (Tabela 3.1-4).

Pesticidas Organoclorados

Assim como para os PCBs totais, os pesticidas organoclorados apresentaram, tanto no berço quanto na sua área de acesso, concentrações inferiores aos limites de quantificação do método (Tabela 3.1-5). Nenhuma das amostras analisadas, portanto, apresentou-se fora dos limites estabelecidos pela resolução citada.

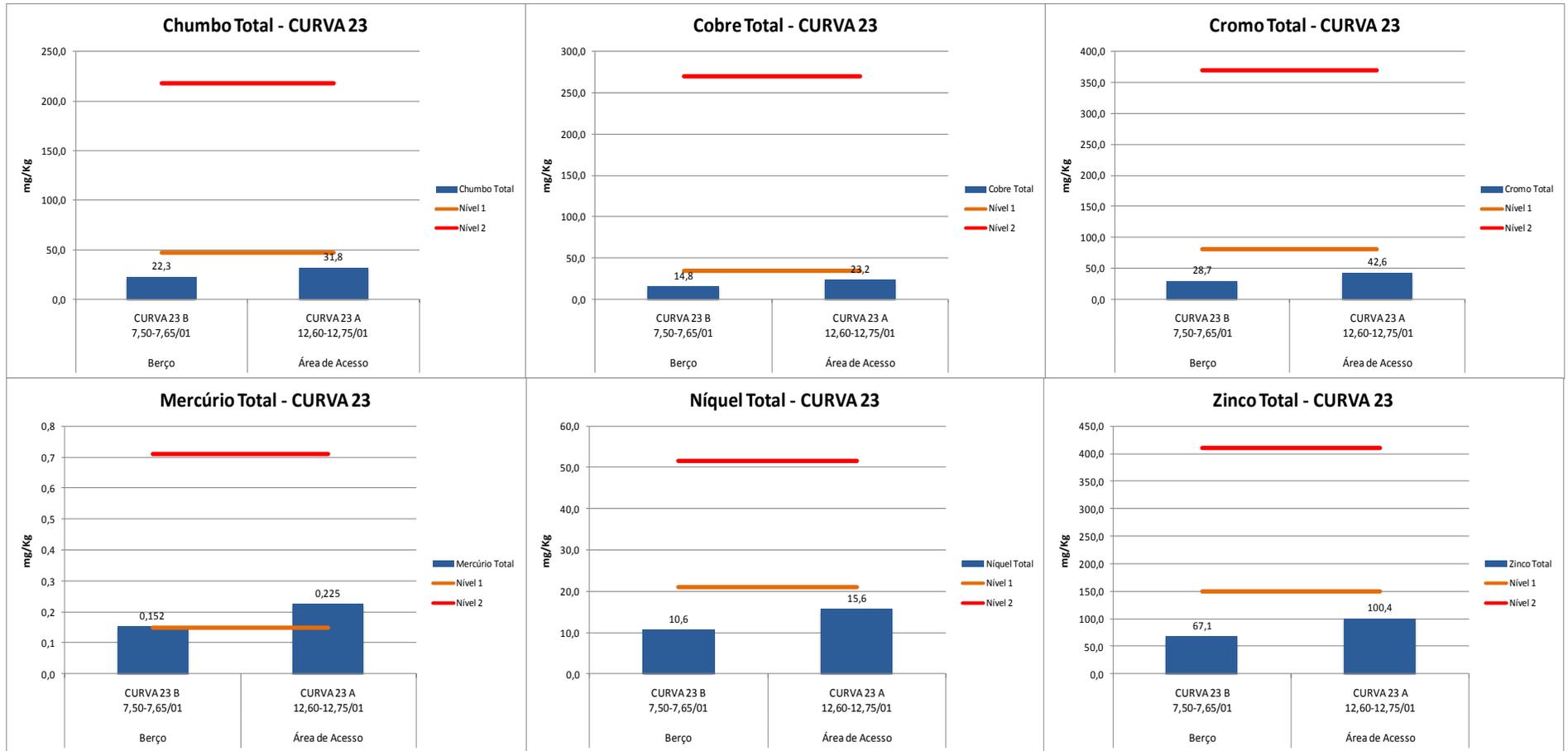


Figura 3.1-2. Concentração de alguns metais analisados nas amostras de sedimento de superfície coletadas no berço do Cais Curva do Armazém 23 e na sua referida área de acesso.

Tabela 3.1-2. Concentrações de metais e arsênio total nas amostras de sedimento de superfície coletadas no berço e acesso ao berço de atracação do Cais Curva do Armazém 23.

Metais e Arsênio					
Parâmetros	Unidade	Resolução CONAMA 344/04		Berço	Área de Acesso
		Nível 1	Nível 2	CURVA 23 B	CURVA 23 A
				7,50-7,65/01	12,60-12,75/01
Arsênio Total	mg/kg	8,2	70,0	< 1,12	< 1,33
Cádmio Total	mg/kg	1,2	9,6	< 0,746	< 0,887
Chumbo Total	mg/kg	46,7	218,0	22,3	31,8
Cobre Total	mg/kg	34,0	270,0	14,8	23,2
Cromo Total	mg/kg	81,0	370,0	28,7	42,6
Mercúrio Total	mg/kg	0,15	0,71	0,152	0,225
Níquel Total	mg/kg	20,9	51,6	10,6	15,6
Zinco Total	mg/kg	150,0	410,0	67,1	100,4

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

Tabela 3.1-3. Concentrações de HPAs nas amostras de sedimento de superfície coletadas no berço e acesso ao berço de atracação do Cais Curva do Armazém 23.

Hidrocarbonetos Policíclicos Aromáticos ou HPAs					
Parâmetros	Unidade	Resolução CONAMA 344/04		Berço	Área de Acesso
		Nível 1	Nível 2	CURVA 23 B	CURVA 23 A
				7,50-7,65/01	12,60-12,75/01
Benzo(a)antraceno	µg/kg	74,8	693,0	< 8,96	< 10,64
Benzo(a)pireno	µg/kg	88,8	763,0	< 8,96	< 10,64
Criseno	µg/kg	108,0	846,0	< 8,96	< 10,64
Dibenzo(a,h)antraceno	µg/kg	6,2	135,0	< 8,96	< 10,64
Acenafteno	µg/kg	16,0	500,0	< 8,96	< 10,64
Acenaftileno	µg/kg	44,0	640,0	< 8,96	< 10,64
Antraceno	µg/kg	85,3	1100,0	< 8,96	< 10,64
Fenantreno	µg/kg	240,0	1500,0	< 8,96	< 10,64
Fluoranteno	µg/kg	600,0	5100,0	24,09	< 10,64
Fluoreno	µg/kg	19,0	540,0	< 8,96	< 10,64
2-Metilnaftaleno	µg/kg	70,0	670,0	< 8,96	< 10,64
Naftaleno	µg/kg	160,0	2100,0	< 8,96	< 10,64
Pireno	µg/kg	665,0	2600,0	21,54	< 10,64

Tabela 3.1-4. Concentrações de PCBs nas amostras de sedimento de superfície coletadas no berço e acesso ao berço de atracação do Cais Curva do Armazém 23.

Bifenilas Policloradas ou PCBs					
Parâmetros	Unidade	Resolução CONAMA 344/04		Berço	Área de Acesso
		Nível 1	Nível 2	CURVA 23 B	CURVA 23 A
				7,50-7,65/01	12,60-12,75/01
Bifenilas Policloradas Totais	µg/kg	22,7	180	< 0,179	< 0,213

Tabela 3.1-5. Concentrações de Pesticidas Organoclorados nas amostras de sedimento de superfície coletadas no berço e acesso ao berço de atracação do Cais Curva do Armazém 23.

Pesticidas Organoclorados					
Parâmetros	Unidade	Resolução		Berço	Área de Acesso
		CONAMA 344/04		CURVA 23 B	CURVA 23 A
		Nível 1	Nível 2	7,50-7,65/01	12,60-12,75/01
a-BHC	µg/kg	0,32	0,99	< 0,179	< 0,213
b-BHC	µg/kg	0,32	0,99	< 0,179	< 0,213
d-BHC	µg/kg	0,32	0,99	< 0,179	< 0,213
g-BHC	µg/kg	0,32	0,99	< 0,179	< 0,213
a-Clordano	µg/kg	2,26	4,79	< 0,179	< 0,213
g-Clordano	µg/kg	2,26	4,79	< 0,179	< 0,213
DDD	µg/kg	1,22	7,81	< 0,179	< 0,213
DDE	µg/kg	2,07	374	< 0,179	< 0,213
DDT	µg/kg	1,19	4,77	< 0,179	< 0,213
Dieldrin	µg/kg	0,71	4,3	< 0,179	< 0,213
Endrin	µg/kg	2,67	62,4	< 0,179	< 0,213

Outros Parâmetros

Os parâmetros carbono orgânico total (COT), fósforo total e nitrogênio kjeldahl total (NKT) foram quantificados nas amostras de sedimento de superfície, tanto no berço quanto na área de acesso ao berço de atracação, entretanto apresentaram concentrações abaixo do valor alerta estabelecido pela Resolução Conama 344/04 (Brasil, 2004) (Tabela 3.1-6).

A Figura 3.1-3 apresenta a concentração de COT, fósforo total e NKT analisados no sedimento de superfície coletados no berço do Cais Curva do Armazém 23 e na sua referida área de acesso.

Tabela 3.1-6. Concentrações de COT, fósforo total e NKT nas amostras de sedimento coletadas no berço e acesso ao berço de atracação do Cais CURVA 23.

Outros Parâmetros						
Parâmetros	Unidade	Resolução	Berço	Área de Acesso		
			CONAMA 344/04		CURVA 23 B	CURVA 23 A
			10	2000	7,50-7,65/01	12,60-12,75/01
Carbono Orgânico Total	%	10	3,23	4,26		
Fósforo Total	mg/kg	2000	533,7	816,5		
Nitrogênio Kjeldahl Total	mg/kg	4800	653,4	941,5		

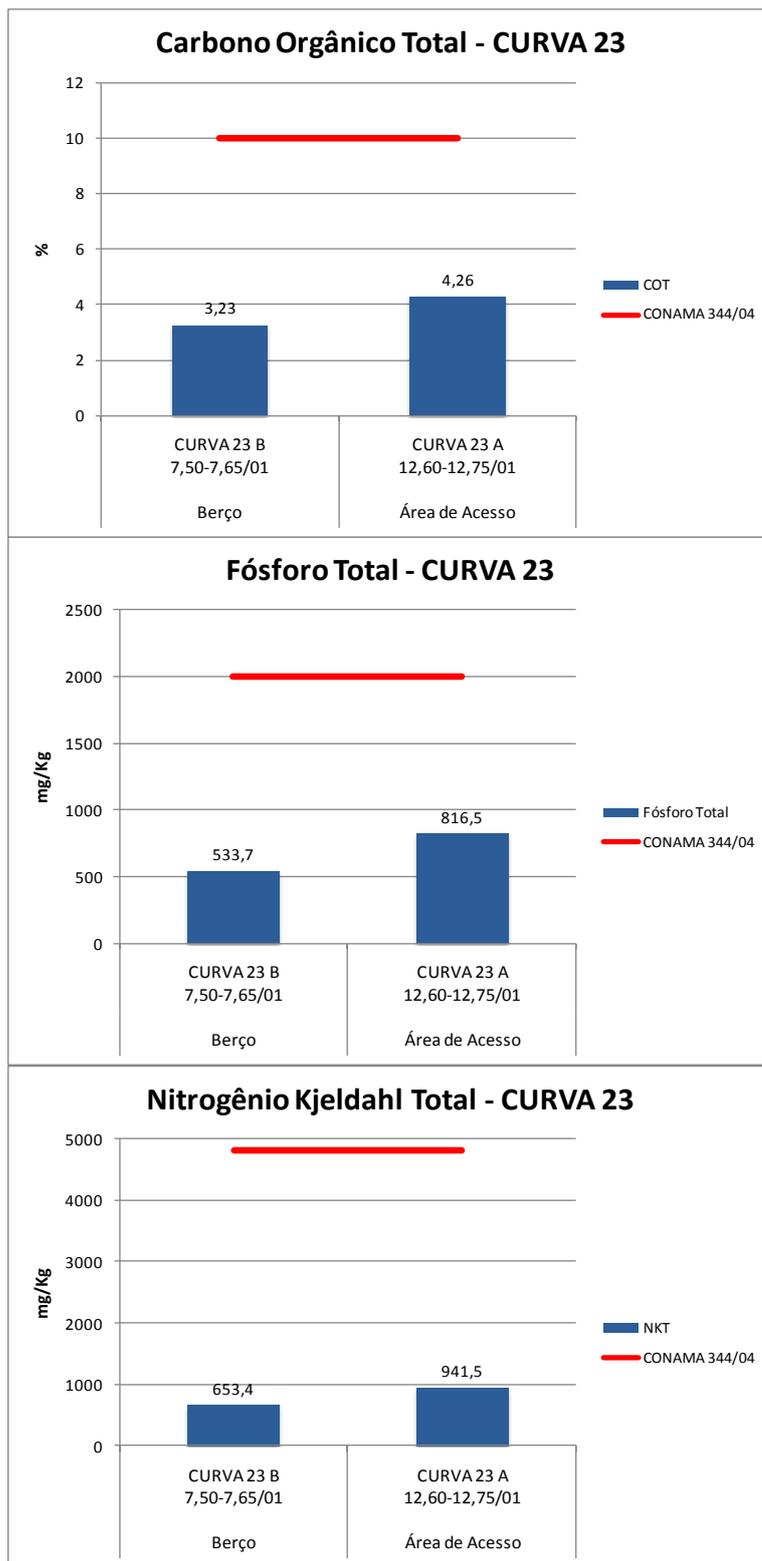


Figura 3.1-3. Concentrações de COT, fósforo total e NKT analisados nas amostras de sedimento de superfície coletadas no berço e acesso ao berço de atracação do Cais Curva do Armazém 23.

C. Análise Ecotoxicológica

Teste de Toxicidade Aguda com *Leptocheirus plumulosus*

A análise ecotoxicológica com o anfípoda *L. plumulosus* foi realizada com amostra de sedimento de superfície tanto do berço do Cais Curva do Armazém 23 quanto da área de acesso ao berço de atracação.

Os parâmetros físicos e químicos, como pH, salinidade (‰) e oxigênio dissolvido (mg/L), medidos na água de interface no início e fim do teste de toxicidade aguda estão apresentados na Tabela 3.1-7. Já as análises de pH, salinidade (‰), oxigênio dissolvido (mg/L), temperatura (°C), nitrogênio amoniacal (mg/L) e amônia não ionizada (NH₃ - mg/L), efetuadas na água intersticial dos sedimentos no início e fim do teste, estão apresentados na Tabela 3.1-8.

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

Tabela 3.1-7. Parâmetros físicos e químicos medidos na água de interface, no início e fim do teste de toxicidade aguda com *L. plumulosus*, para as amostras de sedimento de superfície do berço e área de acesso ao berço do Cais Curva do Armazém 23.

Amostra	pH		Salinidade (‰)		Oxigênio Dissolvido (mg/L)	
	Inicial	Final	Inicial	Final	Inicial	Final
Controle	7,88	7,97	21	21	5,85	6,10
CURVA 23 Berço	7,96	8,08	21	24	4,88	5,34
CURVA 23 Acesso	8,06	8,09	22	23	4,65	5,77

Tabela 3.1-8. Parâmetros físicos e químicos medidos na água intersticial, no início e fim do teste de toxicidade aguda com *L. plumulosus*, para as amostras de sedimento de superfície do berço e área de acesso ao berço do Cais Curva do Armazém 23.

Amostra	pH		Salinidade (‰)		Oxigênio Dissolvido (mg/L)		Temperatura (°C)		Nitrogênio amoniacal (mg/L)		Amônia não ionizada (mg/L)	
	Inicial	Final	Inicial	Final	Inicial	Final	Inicial	Final	Inicial	Final	Inicial	Final
Controle	7,84	7,85	23	21	5,73	5,45	24,2	24,0	1,50	-	0,048	-
CURVA 23 Berço	7,69	7,96	31	23	4,46	4,96	24,2	24,0	4,00	-	0,085	-
CURVA 23 Acesso	7,65	7,91	33	24	4,69	5,07	24,2	24,0	13,50	-	0,264	-

A Tabela 3.1-9 apresenta os resultados do teste de toxicidade aguda com *L. plumulosus* nas amostras de sedimento de superfície do Cais CURVA 23. Os valores obtidos estão dentro da faixa estabelecida para a aceitação dos resultados.

Tabela 3.1-9. Efeito tóxico observado nos testes de toxicidade aguda com *L. plumulosus* para as amostras de sedimento de superfície, do berço e área de acesso ao berço do Cais Curva do Armazém 23, em cada réplica após o período de exposição.

Amostra	Réplica	Nº final de animais por réplica		Mortalidade total (%)	Resultado
		Mortos	Total		
Controle	1	1	20	3	-
	2	0	20		
	3	1	20		
CURVA 23 Berço	1	0	20	5	Não Tóxico
	2	1	20		
	3	2	20		
CURVA 23 Acesso	1	1	20	2	Não Tóxico
	2	0	20		
	3	0	20		

De acordo com o tratamento estatístico aplicado, foi verificado que as amostras de sedimento de superfície, do berço do Cais Curva do Armazém 23 e da área de acesso ao berço de atracação, não apresentaram toxicidade aguda para *L. plumulosus*, em comparação com o controle.

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 essa espécie (USEPA, 2001).

A sensibilidade dos indivíduos de *L. plumulosus* 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} ; 96h) e respectivo intervalo de confiança obtido foram: 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, indica 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.

3.2. CAIS DO ARMAZÉM FRIGORÍFICO (ARM FRIG)

- **SUPERFÍCIE**

A. Granulometria

A composição granulométrica do sedimento de superfície amostrado no berço e acesso ao berço de atracação do Cais do Armazém Frigorífico está apresentada na Figura 3.2-1, e na Tabela 3.2-1.

Os resultados granulométricos mostraram predominância das frações silte (47,9%) e argila (42,5%), no sedimento coletado no berço do Cais do Armazém Frigorífico, e em menores porcentagens foram encontradas as frações areia muito fina (6,39%), areia fina (2,16%) e areia média (0,624%). As frações areia grossa e areia muito grossa apresentaram valores abaixo de 0,10%

No acesso ao berço de atracação as frações predominantes foram silte (37,8%), argila (25,3%) e areia muito fina (25,1%), seguido pelas frações areia fina (6,91%), areia média (3,36%) e areia grossa (1,36%). A fração areia muito grossa apresentou valor abaixo de 0,10%.

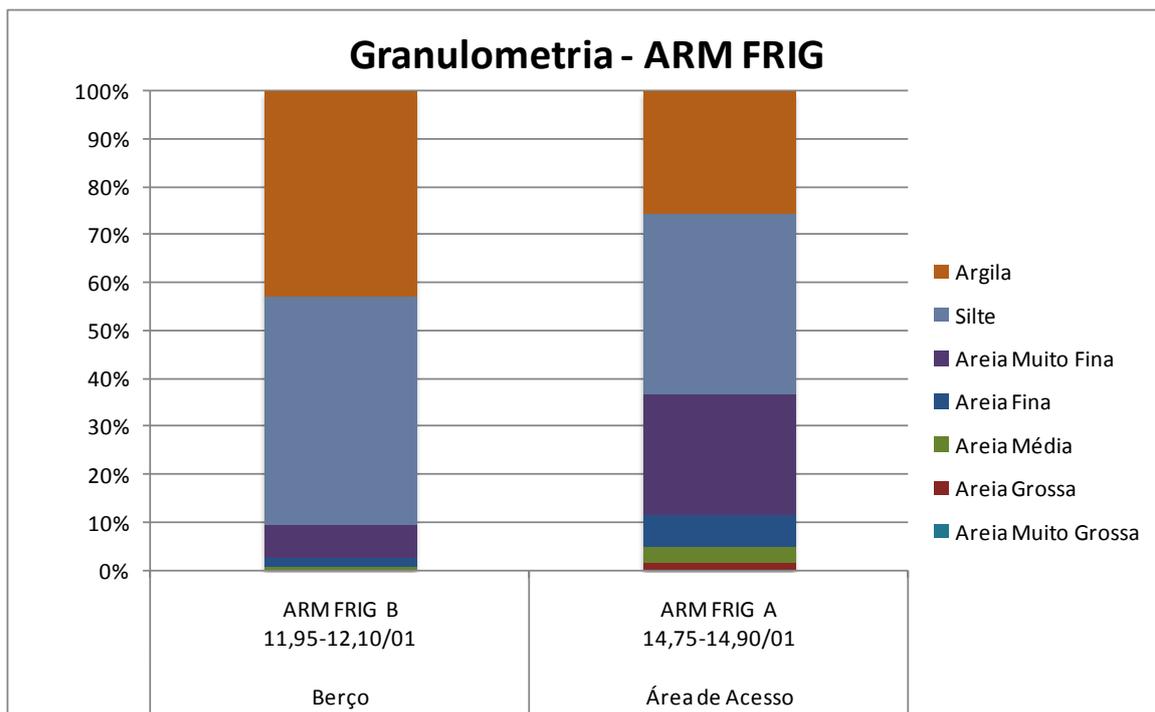


Figura 3.2-1. Composição granulométrica do sedimento de superfície do berço e área de acesso ao berço de atracação do Cais do Armazém Frigorífico.

Tabela 3.2-1. Composição granulométrica do sedimento de superfície do berço e área de acesso ao berço de atracação do Cais do Armazém Frigorífico.

Granulometria			
Fração	Unidade	Berço	Área de Acesso
		ARM FRIG B 11,95-12,10/01	ARM FRIG A 14,75-14,90/01
Argila	%	42,5	25,3
Silte	%	47,9	37,8
Areia Muito Fina	%	6,39	25,1
Areia Fina	%	2,16	6,91
Areia Média	%	0,624	3,36
Areia Grossa	%	< 0,10	1,36
Areia Muito Grossa	%	< 0,10	< 0,10
Areia Total	%	9,18	36,7

B. Parâmetros Químicos

Metais e Arsênio

Os resultados das análises dos metais nas amostras de sedimento de superfície coletadas no berço e acesso ao berço de atracação do Cais do Armazém Frigorífico estão apresentados na Tabela 3.2-2.

Dentre os parâmetros químicos, analisados no sedimento de superfície, arsênio e cádmio registraram concentrações abaixo do limite de quantificação (<LQ) tanto no berço quanto na sua área de acesso.

Os metais chumbo, cobre, cromo, níquel e zinco foram quantificados nas amostras, de sedimento de superfície, coletadas tanto no berço quanto na sua área de acesso. Entretanto, nenhum destes elementos apresentou concentração acima do nível 1 da Resolução Conama 344/04 (Brasil, 2004).

O metal mercúrio apresentou concentração acima do nível 1, da referida Resolução, no berço do Cais do Armazém Frigorífico. Entretanto, vale ressaltar que o valor encontrado (0,162 mg/kg) ficou próximo ao valor estabelecido como nível 1 (0,150 mg/kg), enquanto no acesso ao berço o valor encontrado foi 0,132 mg/kg, ficando assim abaixo do nível 1 da Resolução Conama 344/04 (Brasil, 2004).

A Figura 3.2-2 apresenta a concentração de alguns metais analisados no sedimento de superfície coletados no berço do Cais do Armazém Frigorífico e na sua referida área de acesso.

Hidrocarbonetos Policíclicos Aromáticos (HPAs)

Todos os HPAs, coletados no berço do Cais do Armazém Frigorífico e na sua área de acesso, apresentaram valores abaixo do limite de quantificação do método (Tabela 3.2-3).

Bifenilas Policloradas (PCBs)

Os PCBs totais apresentaram concentrações inferiores aos limites de quantificação do método, tanto no berço quanto na sua área de acesso, enquadrando-se, portanto, nos valores de referência estabelecidos pela Resolução Conama 344/04 (Brasil, 2004) (Tabela 3.2-4).

Pesticidas Organoclorados

Assim como para os PCBs totais, os pesticidas organoclorados apresentaram, tanto no berço quanto na sua área de acesso, concentrações inferiores aos limites de quantificação do método (Tabela 3.2-5). Nenhuma das amostras analisadas, portanto, apresentou-se fora dos limites estabelecidos pela resolução citada.

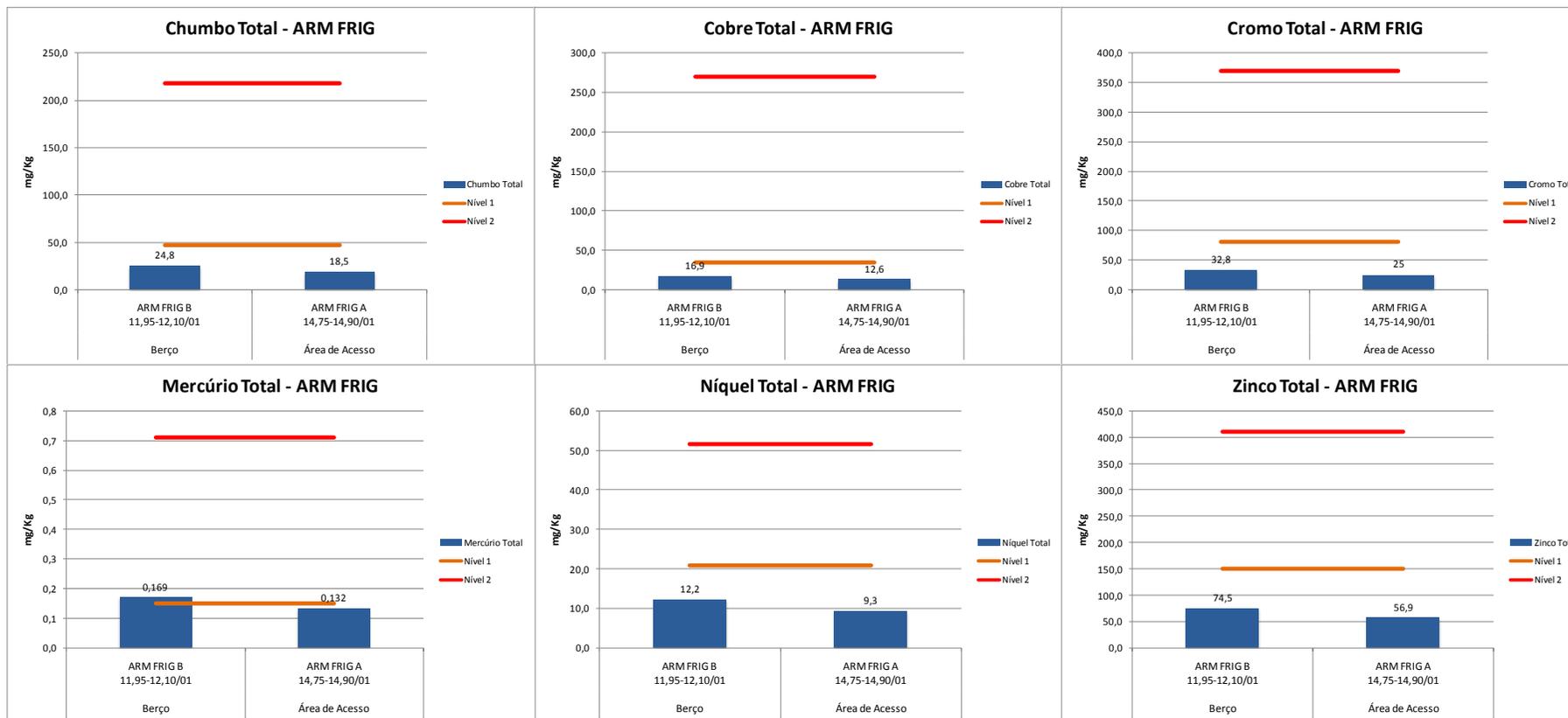


Figura 3.2-2. Concentração de alguns metais analisados nas amostras de sedimento de superfície coletadas no berço do Cais do Armazém Frigorífico e na sua referida área de acesso.

Tabela 3.2-2. Concentrações de metais e arsênio total nas amostras de sedimento de superfície coletadas no berço e acesso ao berço de atracação do Cais do Armazém Frigorífico.

Metais e Arsênio					
Parâmetros	Unidade	Resolução CONAMA 344/04		Berço	Área de Acesso
		Nível 1	Nível 2	ARM FRIG B	ARM FRIGA
				11,95-12,10/01	14,75-14,90/01
Arsênio Total	mg/kg	8,2	70,0	< 1,34	< 1,12
Cádmio Total	mg/kg	1,2	9,6	< 0,896	< 0,749
Chumbo Total	mg/kg	46,7	218,0	24,8	18,5
Cobre Total	mg/kg	34,0	270,0	16,9	12,6
Cromo Total	mg/kg	81,0	370,0	32,8	25
Mercurio Total	mg/kg	0,15	0,71	0,169	0,132
Níquel Total	mg/kg	20,9	51,6	12,2	9,3
Zinco Total	mg/kg	150,0	410,0	74,5	56,9

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

Tabela 3.2-3. Concentrações de HPAs nas amostras de sedimento de superfície coletadas no berço e acesso ao berço de atracação do Cais do Armazém Frigorífico.

Hidrocarbonetos Policíclicos Aromáticos ou HPAs					
Parâmetros	Unidade	Resolução CONAMA 344/04		Berço	Área de Acesso
		Nível 1	Nível 2	ARM FRIG B	ARM FRIGA
				11,95-12,10/01	14,75-14,90/01
Benzo(a)antraceno	µg/kg	74,8	693,0	< 10,75	< 8,98
Benzo(a)pireno	µg/kg	88,8	763,0	< 10,75	< 8,98
Criseno	µg/kg	108,0	846,0	< 10,75	< 8,98
Dibenzo(a,h)antraceno	µg/kg	6,2	135,0	< 10,75	< 8,98
Acenafteno	µg/kg	16,0	500,0	< 10,75	< 8,98
Acenaftileno	µg/kg	44,0	640,0	< 10,75	< 8,98
Antraceno	µg/kg	85,3	1100,0	< 10,75	< 8,98
Fenantreno	µg/kg	240,0	1500,0	< 10,75	< 8,98
Fluoranteno	µg/kg	600,0	5100,0	< 10,75	< 8,98
Fluoreno	µg/kg	19,0	540,0	< 10,75	< 8,98
2-Metilnaftaleno	µg/kg	70,0	670,0	< 10,75	< 8,98
Naftaleno	µg/kg	160,0	2100,0	< 10,75	< 8,98
Pireno	µg/kg	665,0	2600,0	< 10,75	< 8,98

Tabela 3.2-4. Concentrações de PCBs nas amostras de sedimento de superfície coletadas no berço e acesso ao berço de atracação do Cais do Armazém Frigorífico.

Bifenilas Policloradas ou PCBs					
Parâmetros	Unidade	Resolução CONAMA 344/04		Berço	Área de Acesso
		Nível 1	Nível 2	ARM FRIG B	ARM FRIGA
				11,95-12,10/01	14,75-14,90/01
Bifenilas Policloradas Totais	µg/kg	22,7	180	< 0,215	< 0,180

Tabela 3.2-5. Concentrações de Pesticidas Organoclorados nas amostras de sedimento de superfície coletadas no berço e acesso ao berço de atracação do Cais do Armazém Frigorífico.

Pesticidas Organoclorados					
Parâmetros	Unidade	Resolução CONAMA 344/04		Berço	Área de Acesso
		Nível 1	Nível 2	ARM FRIG B	ARM FRIG A
				11,95-12,10/01	14,75-14,90/01
a-BHC	µg/kg	0,32	0,99	< 0,215	< 0,180
b-BHC	µg/kg	0,32	0,99	< 0,215	< 0,180
d-BHC	µg/kg	0,32	0,99	< 0,215	< 0,180
g-BHC	µg/kg	0,32	0,99	< 0,215	< 0,180
a-Clordano	µg/kg	2,26	4,79	< 0,215	< 0,180
g-Clordano	µg/kg	2,26	4,79	< 0,215	< 0,180
DDD	µg/kg	1,22	7,81	< 0,215	< 0,180
DDE	µg/kg	2,07	374	< 0,215	< 0,180
DDT	µg/kg	1,19	4,77	< 0,215	< 0,180
Dieldrin	µg/kg	0,71	4,3	< 0,215	< 0,180
Endrin	µg/kg	2,67	62,4	< 0,215	< 0,180

Outros Parâmetros

Os parâmetros carbono orgânico total (COT), fósforo total e nitrogênio kjeldahl total (NKT) foram quantificados nas amostras de sedimento de superfície, tanto no berço quanto na área de acesso ao berço de atracação, entretanto apresentaram concentrações abaixo do valor alerta estabelecido pela Resolução Conama 344/04 (Brasil, 2004) (Tabela 3.2-6).

A Figura 3.2-3 apresenta a concentração de COT, fósforo total e NKT analisados no sedimento de superfície coletados no berço do Cais do Armazém Frigorífico e na sua referida área de acesso.

Tabela 3.2-6. Concentrações de COT, fósforo total e NKT nas amostras de sedimento coletadas no berço e acesso ao berço de atracação do Cais do Armazém Frigorífico.

Outros Parâmetros				
Parâmetros	Unidade	Resolução CONAMA 344/04	Berço	Área de Acesso
			ARM FRIG B	ARM FRIG A
			11,95-12,10/01	14,75-14,90/01
Carbono Orgânico Total	%	10	4,23	3,24
Fósforo Total	mg/kg	2000	551,3	481,4
Nitrogênio Kjeldahl Total	mg/kg	4800	931,9	1047,5

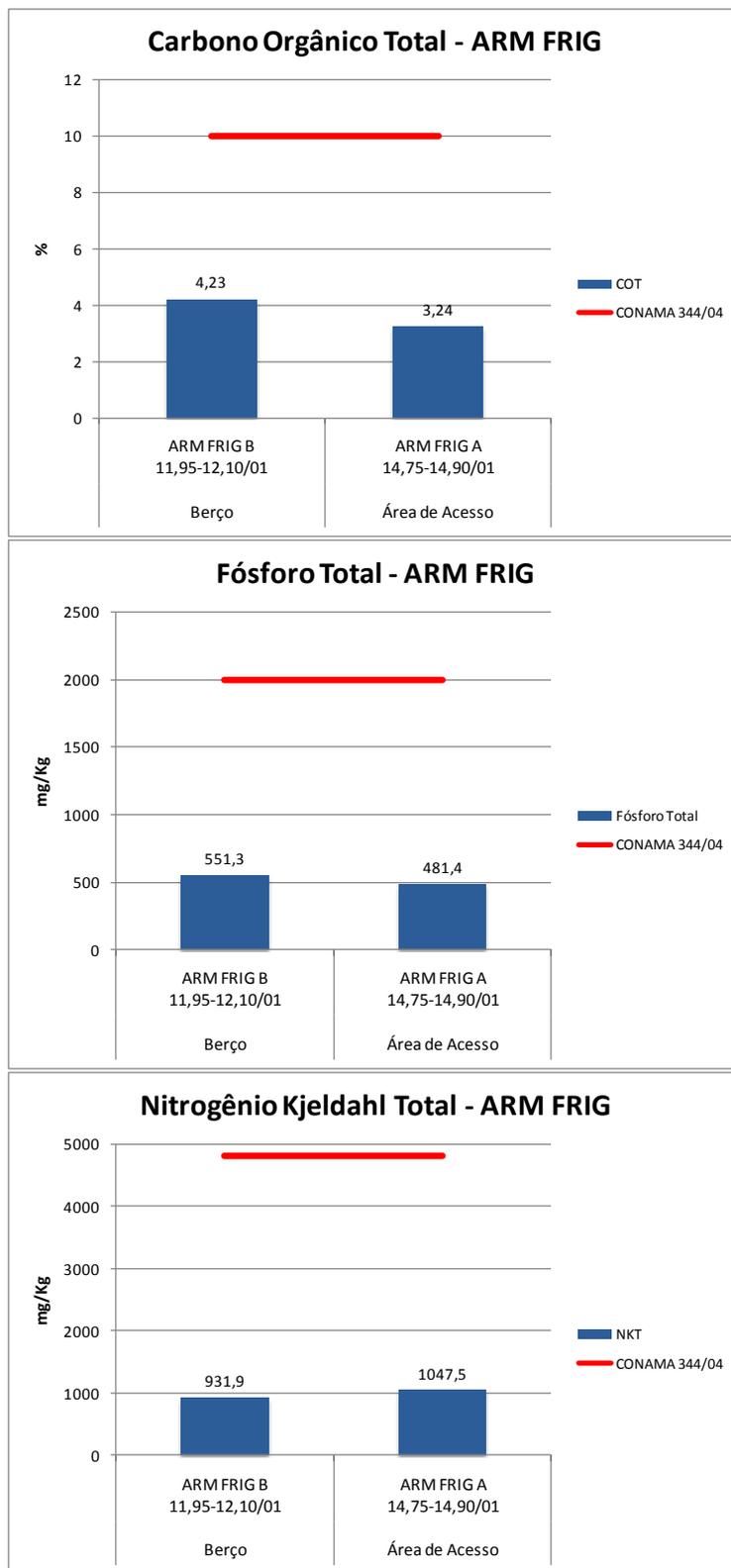


Figura 3.2-3. Concentrações de COT, fósforo total e NKT analisados nas amostras de sedimento de superfície coletadas no berço e acesso ao berço de atracação do Cais do Armazém Frigorífico.

C. Análise Ecotoxicológica

Teste de Toxicidade Aguda com *Leptocheirus plumulosus*

A análise Ecotoxicológica com o anfípoda *L. plumulosus* foi realizada com amostra de sedimento de superfície tanto do berço do Cais do Armazém Frigorífico quanto da área de acesso ao berço de atracação.

Os parâmetros físicos e químicos, como pH, salinidade (‰) e oxigênio dissolvido (mg/L), medidos na água de interface no início e fim do teste de toxicidade aguda estão apresentados na Tabela 3.2-7. Já as análises de pH, salinidade (‰), oxigênio dissolvido (mg/L), temperatura (°C), nitrogênio amoniacal (mg/L) e amônia não ionizada (NH₃ - mg/L), efetuadas na água intersticial dos sedimentos no início e fim do teste, estão apresentados na Tabela 3.2-8.

Paralelamente aos testes com as amostras coletadas foi realizado um controle laboratorial. Os resultados obtidos para esse controle também se encontram nas tabelas a seguir.

Tabela 3.2-7. Parâmetros físicos e químicos medidos na água de interface, no início e fim do teste de toxicidade aguda com *L. plumulosus*, para as amostras de sedimento de superfície do berço e área de acesso ao berço do Cais do Armazém Frigorífico.

Amostra	pH		Salinidade (‰)		Oxigênio Dissolvido (mg/L)	
	Inicial	Final	Inicial	Final	Inicial	Final
Controle	7,88	7,97	21	21	5,85	6,10
ARM FRIG Berço	7,93	8,18	22	24	4,68	5,84
ARM FRIG Acesso	8,04	8,13	22	24	5,32	5,90

Tabela 3.2-8. Parâmetros físicos e químicos medidos na água intersticial, no início e fim do teste de toxicidade aguda com *L. plumulosus*, para as amostras de sedimento de superfície do berço e área de acesso ao berço do Cais do Armazém Frigorífico.

Amostra	pH		Salinidade (‰)		Oxigênio Dissolvido (mg/L)		Temperatura (°C)		Nitrogênio amoniacal (mg/L)		Amônia não ionizada (mg/L)	
	Inicial	Final	Inicial	Final	Inicial	Final	Inicial	Final	Inicial	Final	Inicial	Final
Controle	7,84	7,85	23	21	5,73	5,45	24,2	24,0	1,50	-	0,048	-
ARM FRIG Berço	7,68	7,89	32	24	4,51	5,00	24,2	24,0	6,25	-	0,131	-
ARM FRIG Acesso	7,74	7,83	32	24	4,62	5,13	24,2	24,0	13,50	-	0,323	-

A Tabela 3.2-9 apresenta os resultados do teste de toxicidade aguda com *L. plumulosus* nas amostras de sedimento de superfície do Cais do Armazém Frigorífico. Os valores obtidos estão dentro da faixa estabelecida para a aceitação dos resultados.

Tabela 3.2-9. Efeito tóxico observado nos testes de toxicidade aguda com *L. plumulosus* para as amostras de sedimento de superfície, do berço e área de acesso ao berço do Cais do Armazém Frigorífico, em cada réplica após o período de exposição.

Amostra	Réplica	Nº final de animais por réplica		Mortalidade total (%)	Resultado
		Mortos	Total		
Controle	1	1	20	3	-
	2	0	20		
	3	1	20		
ARM FRIG Berço	1	4	20	10	Não Tóxico
	2	2	20		
	3	0	20		
ARM FRIG Acesso	1	20	20	98	Tóxico
	2	20	20		
	3	19	20		

De acordo com o tratamento estatístico aplicado, foi verificado que a amostra de sedimento de superfície do berço do Cais do Armazém Frigorífico não apresentou toxicidade aguda para *L. plumulosus*, em comparação com o controle, após 10 dias de exposição. Entretanto, a amostra de sedimento de superfície da área de acesso ao berço de atracação apresentou alta porcentagem de mortalidade dos organismos e, portanto, efeito tóxico.

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 essa espécie (USEPA, 2001).

A sensibilidade dos indivíduos de *L. plumulosus* 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} ; 96h) e respectivo intervalo de confiança obtidos foram: 0,75 mg Zn/L (I.C.: 0,56 a 1,01 mg Zn/L). A carta-controle de sensibilidade desse sistema-teste, utilizando dados acumulados de vários testes, indica 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.

3.3. CAIS DO ARMAZÉM 25 (ARM 25)

- **SUPERFÍCIE**

A. Granulometria

A composição granulométrica do sedimento de superfície amostrado no berço e acesso ao berço de atracação do Cais do Armazém 25 está apresentada na Figura 3.3-1, e na Tabela 3.3-1.

Os resultados granulométricos mostraram predominância das frações silte (35,3%), argila (22,4%) e areia muito fina (22,3%), no sedimento coletado no berço do Cais do Armazém 25, e em menores porcentagens foram encontradas as frações areia fina (12,9%) e areia média (6,6%). As frações areia grossa e areia muito grossa apresentaram valores abaixo de 0,10%.

No acesso ao berço de atracação as frações predominantes foram silte (35,0%) e areia muito fina (21,5%), seguido pelas frações argila (18,7%), areia fina (15,5%) e areia média (9,03%). As frações areia grossa e areia muito grossa apresentaram valores abaixo de 0,10%.

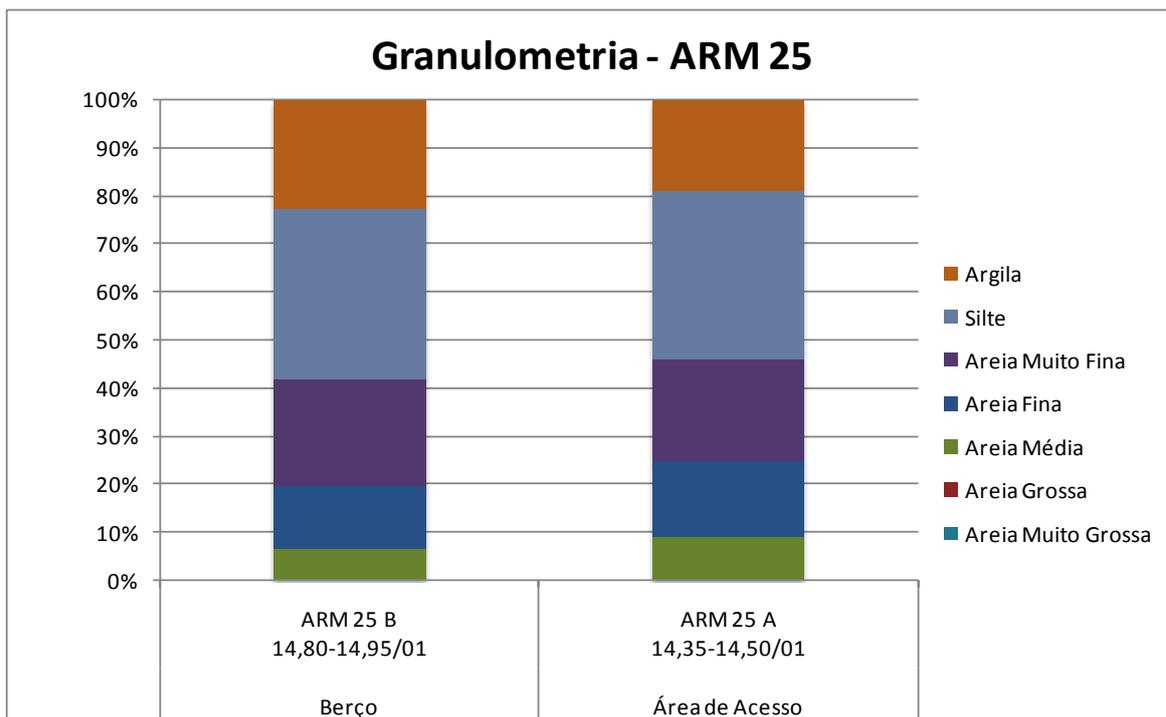


Figura 3.3-1. Composição granulométrica do sedimento de superfície do berço e área de acesso ao berço de atracação do Cais do Armazém 25.

Tabela 3.3-1. Composição granulométrica do sedimento de superfície do berço e área de acesso ao berço de atracação do Cais do Armazém 25.

Granulometria			
Fração	Unidade	Berço	Área de Acesso
		ARM 25 B 14,80-14,95/01	ARM 25 A 14,35-14,50/01
Argila	%	22,4	18,7
Silte	%	35,3	35
Areia Muito Fina	%	22,3	21,5
Areia Fina	%	12,9	15,5
Areia Média	%	6,6	9,03
Areia Grossa	%	< 0,10	< 0,10
Areia Muito Grossa	%	< 0,10	< 0,10
Areia Total	%	41,9	46

B. Parâmetros Químicos

Metais e Arsênio

Os resultados das análises dos metais nas amostras de sedimento de superfície coletadas no berço e acesso ao berço de atracação do Cais do Armazém 25 estão apresentados na Tabela 3.3-2.

Dentre os parâmetros químicos, analisados no sedimento de superfície, arsênio e cádmio registraram concentrações abaixo do limite de quantificação (<LQ) tanto no berço quanto na sua área de acesso.

Os metais chumbo, cobre, cromo, mercúrio, níquel e zinco foram quantificados nas amostras, de sedimento de superfície, coletadas tanto no berço quanto na sua área de acesso. Entretanto, nenhum destes elementos apresentou concentração acima do nível 1 da Resolução Conama 344/04 (Brasil, 2004).

A Figura 3.3-2 apresenta a concentração de alguns metais analisados no sedimento de superfície coletados no berço do Cais do Armazém 25 e na sua referida área de acesso.

Hidrocarbonetos Policíclicos Aromáticos (HPAs)

Todos os HPAs, coletados no berço do Cais do Armazém 25 e na sua área de acesso, apresentaram valores abaixo do limite de quantificação (<LQ) do método (Tabela 3.3-3).

Bifenilas Policloradas (PCBs)

Os PCBs totais apresentaram concentrações inferiores aos limites de quantificação do método, tanto no berço quanto na sua área de acesso, enquadrando-se, portanto, nos valores de referência estabelecidos pela Resolução Conama 344/04 (Brasil, 2004) (Tabela 3.3-4).

Pesticidas Organoclorados

Assim como para os PCBs totais, os pesticidas organoclorados apresentaram, tanto no berço quanto na sua área de acesso, concentrações inferiores aos limites de quantificação do método (Tabela 3.3-5). Nenhuma das amostras analisadas, portanto, apresentou-se fora dos limites estabelecidos pela resolução citada.

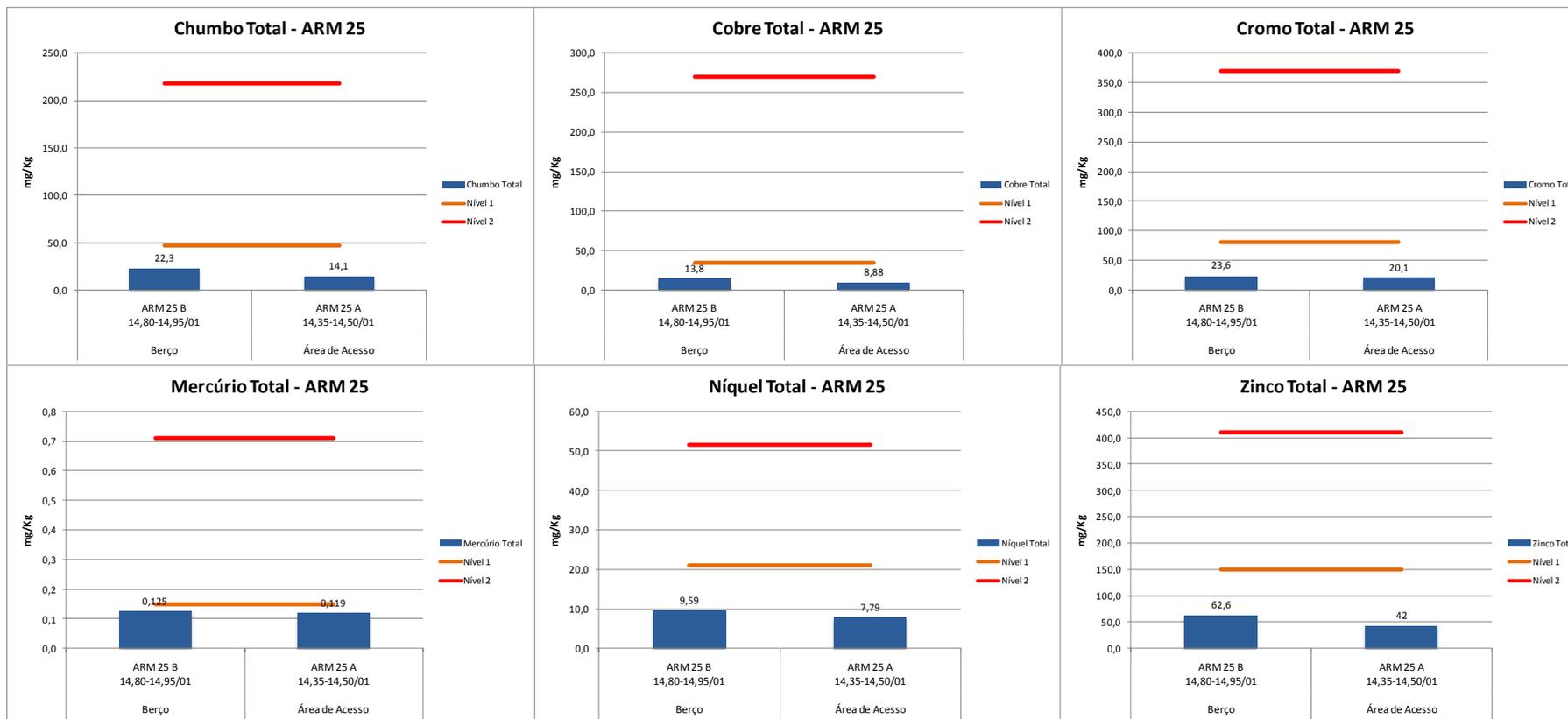


Figura 3.3-2. Concentração de alguns metais analisados nas amostras de sedimento de superfície coletadas no berço do Cais do Armazém 25 e na sua referida área de acesso.

Tabela 3.3-2. Concentrações de metais e arsênio total nas amostras de sedimento de superfície coletadas no berço e acesso ao berço de atracação do Cais do Armazém 25.

Metais e Arsênio					
Parâmetros	Unidade	Resolução CONAMA 344/04		Berço	Área de Acesso
		Nível 1	Nível 2	ARM 25 B	ARM 25 A
				14,80-14,95/01	14,35-14,50/01
Arsênio Total	mg/kg	8,2	70,0	< 1,01	< 1,07
Cádmio Total	mg/kg	1,2	9,6	< 0,676	< 0,712
Chumbo Total	mg/kg	46,7	218,0	22,3	14,1
Cobre Total	mg/kg	34,0	270,0	13,8	8,88
Cromo Total	mg/kg	81,0	370,0	23,6	20,1
Mercúrio Total	mg/kg	0,15	0,71	0,125	0,119
Níquel Total	mg/kg	20,9	51,6	9,59	7,79
Zinco Total	mg/kg	150,0	410,0	62,6	42

Tabela 3.3-3. Concentrações de HPAs nas amostras de sedimento de superfície coletadas no berço e acesso ao berço de atracação do Cais do Armazém 25.

Hidrocarbonetos Policíclicos Aromáticos ou HPAs					
Parâmetros	Unidade	Resolução CONAMA 344/04		Berço	Área de Acesso
		Nível 1	Nível 2	ARM 25 B	ARM 25 A
				14,80-14,95/01	14,35-14,50/01
Benzo(a)antraceno	µg/kg	74,8	693,0	< 8,11	< 8,55
Benzo(a)pireno	µg/kg	88,8	763,0	< 8,11	< 8,55
Criseno	µg/kg	108,0	846,0	< 8,11	< 8,55
Dibenzo(a,h)antraceno	µg/kg	6,2	135,0	< 8,11	< 8,55
Acenafteno	µg/kg	16,0	500,0	< 8,11	< 8,55
Acenaftileno	µg/kg	44,0	640,0	< 8,11	< 8,55
Antraceno	µg/kg	85,3	1100,0	< 8,11	< 8,55
Fenantreno	µg/kg	240,0	1500,0	< 8,11	< 8,55
Fluoranteno	µg/kg	600,0	5100,0	< 8,11	< 8,55
Fluoreno	µg/kg	19,0	540,0	< 8,11	< 8,55
2-Metilnaftaleno	µg/kg	70,0	670,0	< 8,11	< 8,55
Naftaleno	µg/kg	160,0	2100,0	< 8,11	< 8,55
Pireno	µg/kg	665,0	2600,0	< 8,11	< 8,55

Tabela 3.3-4. Concentrações de PCBs nas amostras de sedimento de superfície coletadas no berço e acesso ao berço de atracação do Cais do Armazém 25.

Bifenilas Policloradas ou PCBs					
Parâmetros	Unidade	Resolução CONAMA 344/04		Berço	Área de Acesso
		Nível 1	Nível 2	ARM 25 B	ARM 25 A
				14,80-14,95/01	14,35-14,50/01
Bifenilas Policloradas Totais	µg/kg	22,7	180	< 0,162	< 0,171

Tabela 3.3-5. Concentrações de Pesticidas Organoclorados nas amostras de sedimento de superfície coletadas no berço e acesso ao berço de atracação do Cais do Armazém 25.

Pesticidas Organoclorados					
Parâmetros	Unidade	Resolução		Berço	Área de Acesso
		CONAMA 344/04		ARM 25 B	ARM 25 A
		Nível 1	Nível 2	14,80-14,95/01	14,35-14,50/01
a-BHC	µg/kg	0,32	0,99	< 0,162	< 0,171
b-BHC	µg/kg	0,32	0,99	< 0,162	< 0,171
d-BHC	µg/kg	0,32	0,99	< 0,162	< 0,171
g-BHC	µg/kg	0,32	0,99	< 0,162	< 0,171
a-Clordano	µg/kg	2,26	4,79	< 0,162	< 0,171
g-Clordano	µg/kg	2,26	4,79	< 0,162	< 0,171
DDD	µg/kg	1,22	7,81	< 0,162	< 0,171
DDE	µg/kg	2,07	374	< 0,162	< 0,171
DDT	µg/kg	1,19	4,77	< 0,162	< 0,171
Dieldrin	µg/kg	0,71	4,3	< 0,162	< 0,171
Endrin	µg/kg	2,67	62,4	< 0,162	< 0,171

Outros Parâmetros

Os parâmetros carbono orgânico total (COT), fósforo total e nitrogênio kjeldahl total (NKT) foram quantificados nas amostras de sedimento de superfície, tanto no berço quanto na área de acesso ao berço de atracação, entretanto apresentaram concentrações abaixo do valor alerta estabelecido pela Resolução Conama 344/04 (Brasil, 2004) (Tabela 3.3-6).

A Figura 3.3-3 apresenta a concentração de COT, fósforo total e NKT analisados no sedimento de superfície coletados no berço do Cais do Armazém 25 e na sua referida área de acesso.

Tabela 3.3-6. Concentrações de COT, fósforo total e NKT nas amostras de sedimento coletadas no berço e acesso ao berço de atracação do Cais do Armazém 25.

Outros Parâmetros						
Parâmetros	Unidade	Resolução	Berço	Área de Acesso		
			CONAMA 344/04		ARM 25 B	ARM 25 A
					14,80-14,95/01	14,35-14,50/01
Carbono Orgânico Total	%	10	3,34	3,54		
Fósforo Total	mg/kg	2000	698,6	318,4		
Nitrogênio Kjeldahl Total	mg/kg	4800	741,9	789,5		

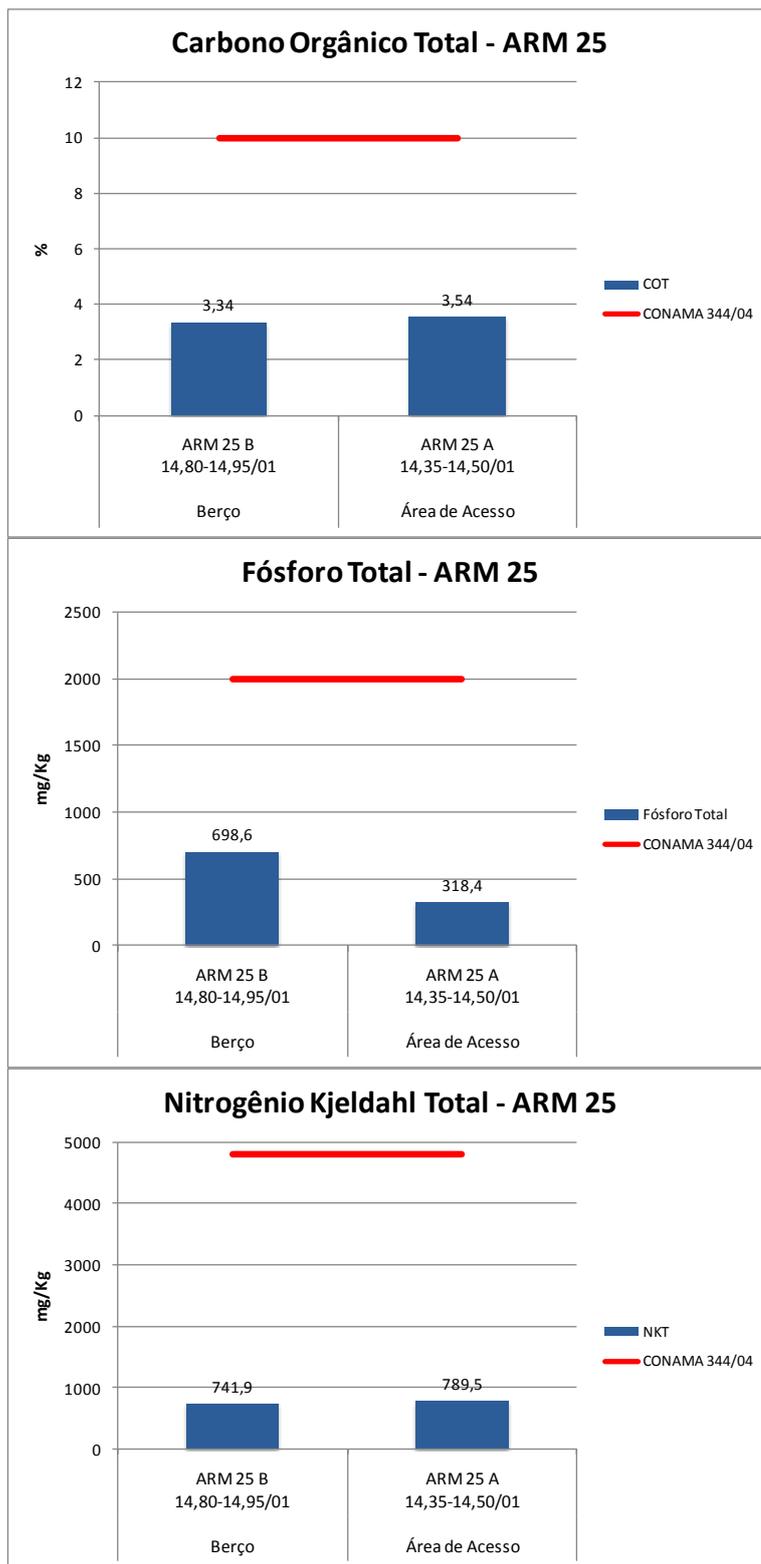


Figura 3.3-3. Concentrações de COT, fósforo total e NKT analisados nas amostras de sedimento de superfície coletadas no berço e acesso ao berço de atracação do Cais do Armazém 25.

C. Análise Ecotoxicológica

Teste de Toxicidade Aguda com *Leptocheirus plumulosus*

A análise Ecotoxicológica com o anfípoda *L. plumulosus* foi realizada com amostra de sedimento de superfície tanto do berço do Cais do Armazém 25 quanto da área de acesso ao berço de atracação.

Os parâmetros físicos e químicos, como pH, salinidade (‰) e oxigênio dissolvido (mg/L), medidos na água de interface no início e fim do teste de toxicidade aguda estão apresentados na Tabela 3.3-7. Já as análises de pH, salinidade (‰), oxigênio dissolvido (mg/L), temperatura (°C), nitrogênio amoniacal (mg/L) e amônia não ionizada (NH₃ - mg/L), efetuadas na água intersticial dos sedimentos no início e fim do teste, estão apresentados na Tabela 3.3-8.

Paralelamente aos testes com as amostras coletadas foi realizado um controle laboratorial. Os resultados obtidos para esse controle também se encontram nas tabelas a seguir.

Tabela 3.3-7. Parâmetros físicos e químicos medidos na água de interface, no início e fim do teste de toxicidade aguda com *L. plumulosus*, para as amostras de sedimento de superfície do berço e área de acesso ao berço do Cais do Armazém 25.

Amostra	pH		Salinidade (‰)		Oxigênio Dissolvido (mg/L)	
	Inicial	Final	Inicial	Final	Inicial	Final
Controle	7,88	7,97	21	21	5,85	6,10
ARM 25 Berço	7,97	8,23	22	24	4,97	5,87
ARM 25 Acesso	7,86	8,12	22	25	4,13	5,74

Tabela 3.3-8. Parâmetros físicos e químicos medidos na água intersticial, no início e fim do teste de toxicidade aguda com *L. plumulosus*, para as amostras de sedimento de superfície do berço e área de acesso ao berço do Cais do Armazém 25.

Amostra	pH		Salinidade (‰)		Oxigênio Dissolvido (mg/L)		Temperatura (°C)		Nitrogênio amoniacal (mg/L)		Amônia não ionizada (mg/L)	
	Inicial	Final	Inicial	Final	Inicial	Final	Inicial	Final	Inicial	Final	Inicial	Final
Controle	7,84	7,85	23	21	5,73	5,45	24,2	24,0	1,50	-	0,048	-
ARM 25 Berço	7,67	7,89	32	26	4,73	5,18	24,2	24,0	2,00	-	0,041	-
ARM 25 Acesso	7,71	7,81	34	25	4,50	4,62	24,2	24,0	10,50	-	0,229	-

A Tabela 3.3-9 apresenta os resultados do teste de toxicidade aguda com *L. plumulosus* nas amostras de sedimento de superfície do Cais do Armazém 25. Os valores obtidos estão dentro da faixa estabelecida para a aceitação dos resultados.

Tabela 3.3-9. Efeito tóxico observado nos testes de toxicidade aguda com *L. plumulosus* para as amostras de sedimento de superfície, do berço e área de acesso ao berço do Cais do Armazém 25, em cada réplica após o período de exposição.

Amostra	Réplica	Nº final de animais por réplica		Mortalidade total (%)	Resultado
		Mortos	Total		
Controle	1	1	20	3	-
	2	0	20		
	3	1	20		
ARM 25 Berço	1	2	20	17	Não Tóxico
	2	3	20		
	3	5	20		
ARM 25 Acesso	1	14	20	42	Não Tóxico
	2	4	20		
	3	7	20		

De acordo com o tratamento estatístico aplicado, foi verificado que as amostras de sedimento de superfície, do berço do Cais do Armazém 25 e da área de acesso ao berço de atracação, não apresentaram toxicidade aguda para *L. plumulosus*, em comparação com o controle, após 10 dias de exposição.

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 essa espécie (USEPA, 2001).

A sensibilidade dos indivíduos de *L. plumulosus* 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} ; 96h) e respectivo intervalo de confiança obtidos foram: 0,75 mg Zn/L (I.C.: 0,56 a 1,01 mg Zn/L). A carta-controle de sensibilidade desse sistema-teste, utilizando dados acumulados de vários testes, indica 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.

3.4. CAIS SUGADOR 26 (SUG 26)

- **SUPERFÍCIE**

A. Granulometria

A composição granulométrica do sedimento de superfície amostrado no berço e acesso ao berço de atracação do Cais Sugador 26 está apresentada na Figura 3.4-1, e na Tabela 3.4-1.

Os resultados granulométricos mostraram predominância das frações silte (34,3%), areia muito fina (28,1%) e argila (27,7%), no sedimento coletado no berço do Cais Sugador 26, e em menores porcentagens foram encontradas as frações areia fina (8,31%), areia média (0,638%) e areia grossa (0,817%). A fração areia muito grossa apresentou valor abaixo de 0,10%.

No acesso ao berço de atracação as frações predominantes foram silte (64,7%) e argila (30,3%), seguido pelas frações areia muito fina (4,16%), areia fina (0,374%) e areia grossa (0,284%). As frações areia média e areia muito grossa apresentaram valores abaixo de 0,10%.

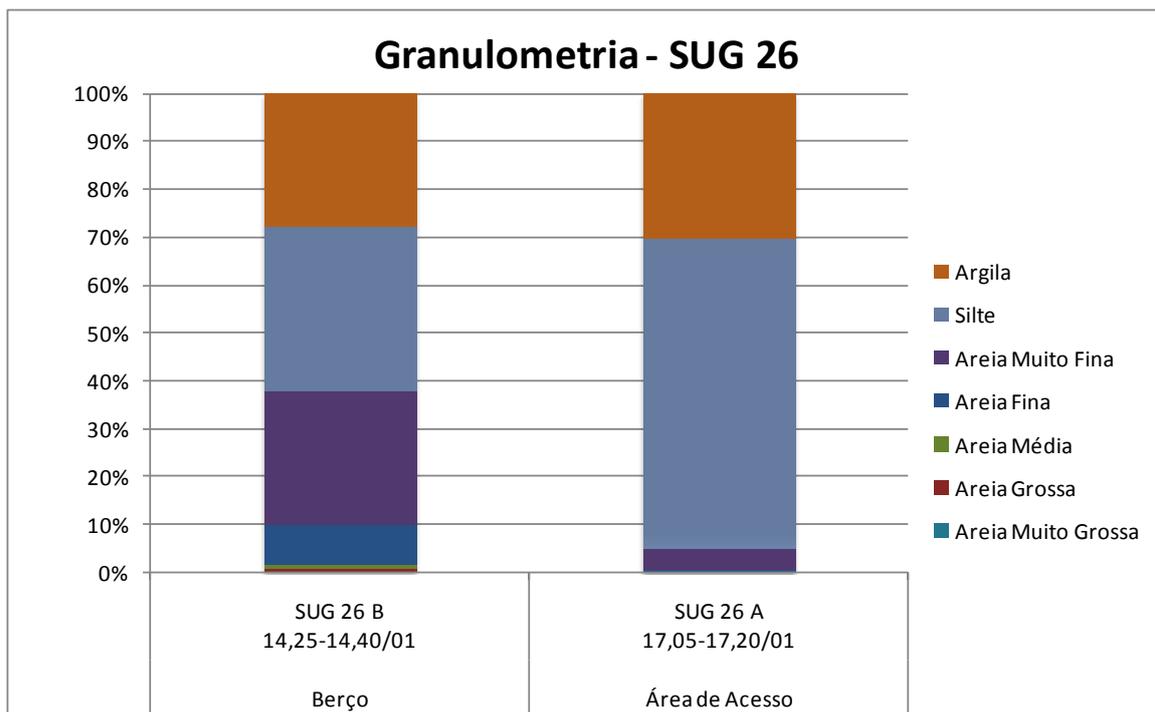


Figura 3.4-1. Composição granulométrica do sedimento de superfície do berço e área de acesso ao berço de atracação do Cais Sugador 26.

Tabela 3.4-1. Composição granulométrica do sedimento de superfície do berço e área de acesso ao berço de atracação do Cais Sugador 26.

Granulometria			
Fração	Unidade	Berço	Área de Acesso
		SUG 26 B 14,25-14,40/01	SUG 26 A 17,05-17,20/01
Argila	%	27,7	30,3
Silte	%	34,3	64,7
Areia Muito Fina	%	28,1	4,16
Areia Fina	%	8,31	0,374
Areia Média	%	0,638	<0,10
Areia Grossa	%	0,817	0,284
Areia Muito Grossa	%	<0,10	<0,10
Areia Total	%	37,9	4,89

B. Parâmetros Químicos

Metais e Arsênio

Os resultados das análises dos metais nas amostras de sedimento de superfície coletadas no berço e acesso ao berço de atracação do Cais Sugador 26 estão apresentados na Tabela 3.4-2.

Dentre os parâmetros químicos, analisados no sedimento de superfície, arsênio e cádmio registraram concentrações abaixo do limite de quantificação (<LQ) tanto no berço quanto na sua área de acesso.

Os metais chumbo, cobre, cromo, níquel e zinco foram quantificados nas amostras, de sedimento de superfície, coletadas tanto no berço quanto na sua área de acesso. Entretanto, nenhum destes elementos apresentou concentração acima do nível 1 da Resolução Conama 344/04 (Brasil, 2004).

O metal mercúrio apresentou concentração acima do nível 1, da referida Resolução, na área de acesso ao berço de atracação. Entretanto, vale ressaltar que o valor encontrado (0,154 mg/kg) ficou próximo ao valor estabelecido como nível 1 (0,150 mg/kg), enquanto no berço do Cais Sugador 26 o valor encontrado foi 0,105 mg/kg, ficando assim abaixo do nível 1 da Resolução Conama 344/04 (Brasil, 2004).

A Figura 3.4-2 apresenta a concentração de alguns metais analisados no sedimento de superfície coletados no berço do Cais Sugador 26 e na sua referida área de acesso.

Hidrocarbonetos Policíclicos Aromáticos (HPAs)

Todos os HPAs, coletados no berço do Cais Sugador 26 e na sua área de acesso, apresentaram valores abaixo do limite de quantificação (<LQ) do método (Tabela 3.4-3).

Bifenilas Policloradas (PCBs)

Os PCBs totais apresentaram concentrações inferiores aos limites de quantificação do método, tanto no berço quanto na sua área de acesso, enquadrando-se, portanto, nos valores de referência estabelecidos pela Resolução Conama 344/04 (Brasil, 2004) (Tabela 3.4-4).

Pesticidas Organoclorados

Assim como para os PCBs totais, os pesticidas organoclorados apresentaram, tanto no berço quanto na sua área de acesso, concentrações inferiores aos limites de quantificação do método (Tabela 3.4-5). Nenhuma das amostras analisadas, portanto, apresentou-se fora dos limites estabelecidos pela resolução citada.

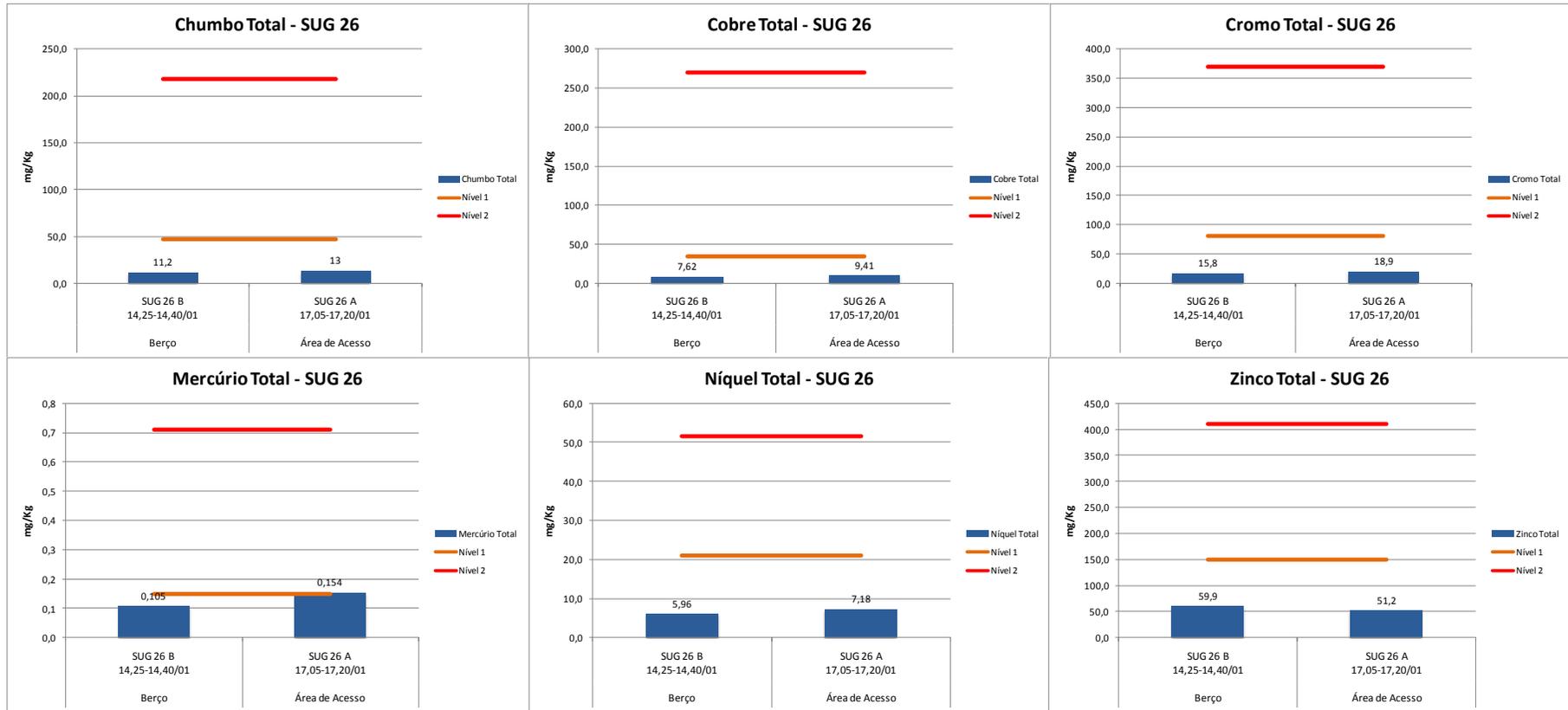


Figura 3.4-2. Concentração de alguns metais analisados nas amostras de sedimento de superfície coletadas no berço do Cais Sugador 26 e na sua referida área de acesso.

Tabela 3.4-2. Concentrações de metais e arsênio total nas amostras de sedimento de superfície coletadas no berço e acesso ao berço de atracação do Cais Sugador 26.

Metais e Arsênio					
Parâmetros	Unidade	Resolução CONAMA 344/04		Berço	Área de Acesso
		Nível 1	Nível 2	SUG 26 B	SUG 26 A
				14,25-14,40/01	17,05-17,20/01
Arsênio Total	mg/kg	8,2	70,0	< 0,884	< 0,949
Cádmio Total	mg/kg	1,2	9,6	< 0,590	< 0,633
Chumbo Total	mg/kg	46,7	218,0	11,2	13
Cobre Total	mg/kg	34,0	270,0	7,62	9,41
Cromo Total	mg/kg	81,0	370,0	15,8	18,9
Mercúrio Total	mg/kg	0,15	0,71	0,105	0,154
Níquel Total	mg/kg	20,9	51,6	5,96	7,18
Zinco Total	mg/kg	150,0	410,0	59,9	51,2

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

Valor Acima do Nível 2.

Tabela 3.4-3. Concentrações de HPAs nas amostras de sedimento de superfície coletadas no berço e acesso ao berço de atracação do Cais Sugador 26.

Hidrocarbonetos Policíclicos Aromáticos ou HPAs					
Parâmetros	Unidade	Resolução CONAMA 344/04		Berço	Área de Acesso
		Nível 1	Nível 2	SUG 26 B	SUG 26 A
				14,25-14,40/01	17,05-17,20/01
Benzo(a)antraceno	µg/kg	74,8	693,0	< 7,08	< 7,59
Benzo(a)pireno	µg/kg	88,8	763,0	< 7,08	< 7,59
Criseno	µg/kg	108,0	846,0	< 7,08	< 7,59
Dibenzo(a,h)antraceno	µg/kg	6,2	135,0	< 7,08	< 7,59
Acenafteno	µg/kg	16,0	500,0	< 7,08	< 7,59
Acenaftileno	µg/kg	44,0	640,0	< 7,08	< 7,59
Antraceno	µg/kg	85,3	1100,0	< 7,08	< 7,59
Fenantreno	µg/kg	240,0	1500,0	< 7,08	< 7,59
Fluoranteno	µg/kg	600,0	5100,0	< 7,08	< 7,59
Fluoreno	µg/kg	19,0	540,0	< 7,08	< 7,59
2-Metilnaftaleno	µg/kg	70,0	670,0	< 7,08	< 7,59
Naftaleno	µg/kg	160,0	2100,0	< 7,08	< 7,59
Pireno	µg/kg	665,0	2600,0	< 7,08	< 7,59

Tabela 3.4-4. Concentrações de PCBs nas amostras de sedimento de superfície coletadas no berço e acesso ao berço de atracação do Cais Sugador 26.

Bifenilas Policloradas ou PCBs					
Parâmetros	Unidade	Resolução CONAMA 344/04		Berço	Área de Acesso
		Nível 1	Nível 2	SUG 26 B	SUG 26 A
				14,25-14,40/01	17,05-17,20/01
Bifenilas Policloradas Totais	µg/kg	22,7	180	< 0,142	< 0,152

Tabela 3.4-5. Concentrações de Pesticidas Organoclorados nas amostras de sedimento de superfície coletadas no berço e acesso ao berço de atracação do Cais Sugador 26.

Pesticidas Organoclorados					
Parâmetros	Unidade	Resolução		Berço	Área de Acesso
		CONAMA 344/04		SUG 26 B	SUG 26 A
		Nível 1	Nível 2	14,25-14,40/01	17,05-17,20/01
a-BHC	µg/kg	0,32	0,99	< 0,142	< 0,152
b-BHC	µg/kg	0,32	0,99	< 0,142	< 0,152
d-BHC	µg/kg	0,32	0,99	< 0,142	< 0,152
g-BHC	µg/kg	0,32	0,99	< 0,142	< 0,152
a-Clordano	µg/kg	2,26	4,79	< 0,142	< 0,152
g-Clordano	µg/kg	2,26	4,79	< 0,142	< 0,152
DDD	µg/kg	1,22	7,81	< 0,142	< 0,152
DDE	µg/kg	2,07	374	< 0,142	< 0,152
DDT	µg/kg	1,19	4,77	< 0,142	< 0,152
Dieldrin	µg/kg	0,71	4,3	< 0,142	< 0,152
Endrin	µg/kg	2,67	62,4	< 0,142	< 0,152

Outros Parâmetros

Os parâmetros carbono orgânico total (COT), fósforo total e nitrogênio kjeldahl total (NKT) foram quantificados nas amostras de sedimento de superfície, tanto no berço quanto na área de acesso ao berço de atracação, entretanto apresentaram concentrações abaixo do valor alerta estabelecido pela Resolução Conama 344/04 (Brasil, 2004) (Tabela 3.4-6).

A Figura 3.4-3 apresenta a concentração de COT, fósforo total e NKT analisados no sedimento de superfície coletados no berço do Cais Sugador 26 e na sua referida área de acesso.

Tabela 3.4-6. Concentrações de COT, fósforo total e NKT nas amostras de sedimento coletadas no berço e acesso ao berço de atracação do Cais Sugador 26.

Outros Parâmetros					
Parâmetros	Unidade	Resolução	Berço	Área de Acesso	
			CONAMA 344/04		SUG 26 A
					17,05-17,20/01
Carbono Orgânico Total	%	10	2,94	3,63	
Fósforo Total	mg/kg	2000	329,7	341,4	
Nitrogênio Kjeldahl Total	mg/kg	4800	462,3	453,3	

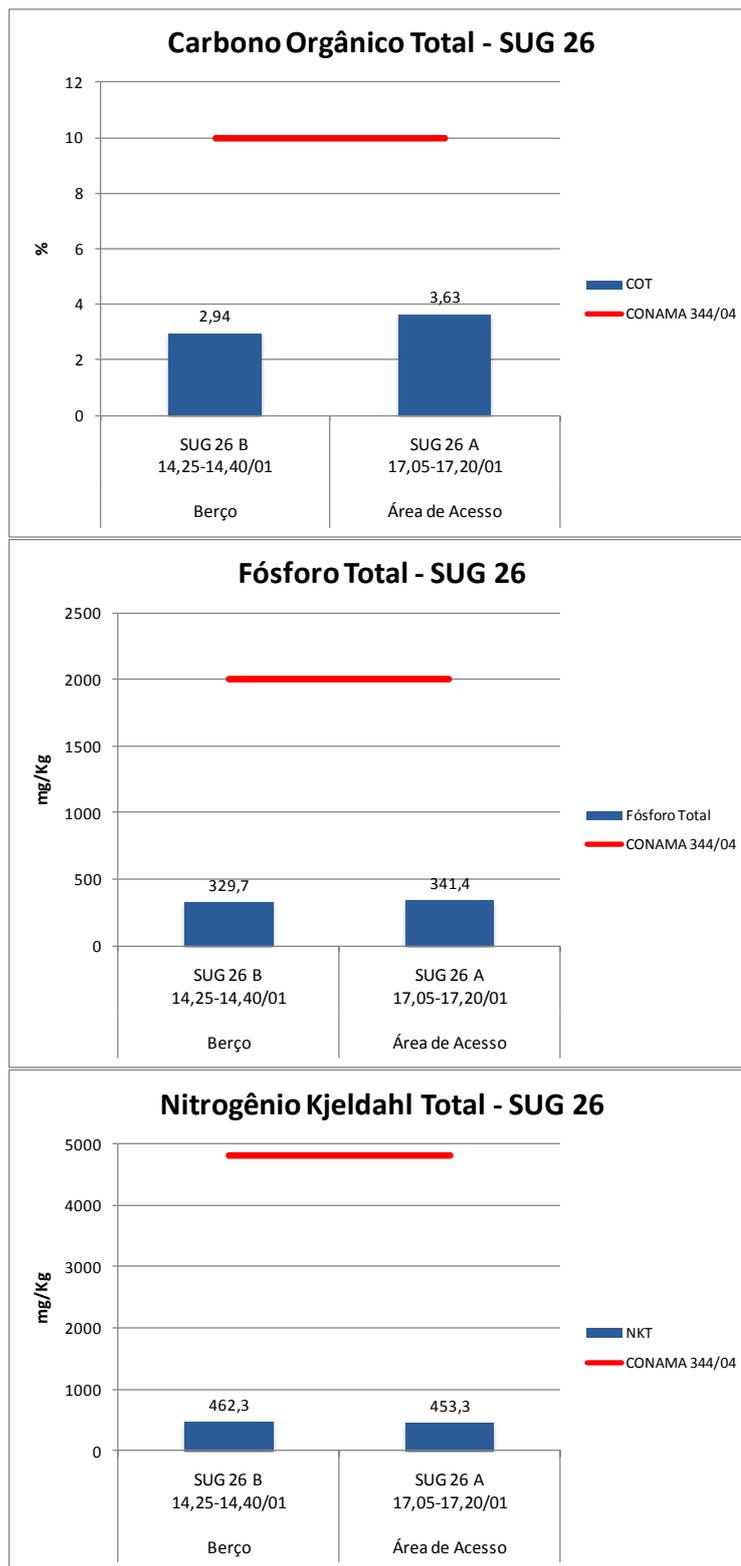


Figura 3.4-3. Concentrações de COT, fósforo total e NKT analisados nas amostras de sedimento de superfície coletadas no berço e acesso ao berço de atracação do Cais Sugador 26.

C. Análise Ecotoxicológica

Teste de Toxicidade Aguda com *Leptocheirus plumulosus*

A análise Ecotoxicológica com o anfípoda *L. plumulosus* foi realizada com amostra de sedimento de superfície tanto do berço do Cais Sugador 26 quanto da área de acesso ao berço de atracação.

Os parâmetros físicos e químicos, como pH, salinidade (‰) e oxigênio dissolvido (mg/L), medidos na água de interface no início e fim do teste de toxicidade aguda estão apresentados na Tabela 3.4-7. Já as análises de pH, salinidade (‰), oxigênio dissolvido (mg/L), temperatura (°C), nitrogênio amoniacal (mg/L) e amônia não ionizada (NH₃ - mg/L), efetuadas na água intersticial dos sedimentos no início e fim do teste, estão apresentados na Tabela 3.4-8.

Paralelamente aos testes com as amostras coletadas foi realizado um controle laboratorial. Os resultados obtidos para esse controle também se encontram nas tabelas a seguir.

Tabela 3.4-7. Parâmetros físicos e químicos medidos na água de interface, no início e fim do teste de toxicidade aguda com *L. plumulosus*, para as amostras de sedimento de superfície do berço e área de acesso ao berço do Cais Sugador 26.

Amostra	pH		Salinidade (‰)		Oxigênio Dissolvido (mg/L)	
	Inicial	Final	Inicial	Final	Inicial	Final
Controle	7,70	8,05	20	21	6,11	6,17
SUG 26 Berço	8,08	8,57	21	24	4,66	5,85
SUG 26 Acesso	8,13	8,45	21	25	4,67	5,93

Tabela 3.4-8. Parâmetros físicos e químicos medidos na água intersticial, no início e fim do teste de toxicidade aguda com *L. plumulosus*, para as amostras de sedimento de superfície do berço e área de acesso ao berço do Cais Sugador 26.

Amostra	pH		Salinidade (‰)		Oxigênio Dissolvido (mg/L)		Temperatura (°C)		Nitrogênio amoniacal (mg/L)		Amônia não ionizada (mg/L)	
	Inicial	Final	Inicial	Final	Inicial	Final	Inicial	Final	Inicial	Final	Inicial	Final
Controle	7,88	7,90	26	24	5,29	4,62	24,6	24,8	3,50	-	0,120	-
SUG 26 Berço	7,87	7,95	33	25	5,11	4,71	24,6	24,8	23,50	-	0,774	-
SUG 26 Acesso	7,93	7,93	32	25	4,93	4,76	24,6	24,8	27,50	-	1,035	-

A Tabela 3.4-9 apresenta os resultados do teste de toxicidade aguda com *L. plumulosus* nas amostras de sedimento de superfície do Cais Sugador 26. Os valores obtidos estão dentro da faixa estabelecida para a aceitação dos resultados.

Tabela 3.4-9. Efeito tóxico observado nos testes de toxicidade aguda com *L. plumulosus* para as amostras de sedimento de superfície, do berço e área de acesso ao berço do Cais Sugador 26, em cada réplica após o período de exposição.

Amostra	Réplica	Nº final de animais por réplica		Mortalidade total (%)	Resultado
		Mortos	Total		
Controle	1	0	20	2	-
	2	0	20		
	3	1	20		
SUG 26 Berço	1	0	20	15	Não Tóxico
	2	4	20		
	3	5	20		
SUG 26 Acesso	1	1	20	3	Não Tóxico
	2	1	20		
	3	0	20		

De acordo com o tratamento estatístico aplicado, foi verificado que as amostras de sedimento de superfície, do berço do Cais Sugador 26 e da área de acesso ao berço de atracação, não apresentaram toxicidade aguda para *L. plumulosus*, em comparação com o controle, após 10 dias de exposição.

Quanto à concentração de amônia não ionizada da água intersticial no início do teste, o valor da amostra de sedimento de superfície do acesso esteve acima do limite de 0,8 mg/L que, isoladamente, pode causar efeito tóxico para *Leptocheirus plumulosus* (USEPA, 2001), entretanto, tal efeito não foi observado.

A sensibilidade dos indivíduos de *L. plumulosus* 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} ; 96h) e respectivo intervalo de confiança obtidos foram: 0,71 mg Zn/L (I.C.: 0,62 a 0,81 mg Zn/L). A carta-controle de sensibilidade desse sistema-teste, utilizando dados acumulados de vários testes, indica 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.

3.5. CAIS DO ARMAZÉM 27 (ARM 27)

- **SUPERFÍCIE**

A. Granulometria

A composição granulométrica do sedimento de superfície amostrado no berço e acesso ao berço de atracação do Cais do Armazém 27 está apresentada na Figura 3.5-1, e na Tabela 3.5-1.

Os resultados granulométricos mostraram predominância das frações silte (38,8%) e areia muito fina (34,8%), no sedimento coletado no berço do Cais do Armazém 27, e em menores porcentagens foram encontradas as frações argila (19,9%), areia fina (5,04%), areia média (0,775%) e areia grossa (0,485%). A fração areia muito grossa apresentou valor abaixo de 0,10%.

No acesso ao berço de atracação as frações predominantes foram silte (34,3%) e areia muito fina (37,3%), seguido pelas frações argila (18,9%), areia fina (7,53%), areia média (1,13%) e areia grossa (0,817%). A fração areia muito grossa apresentou valor abaixo de 0,10%.

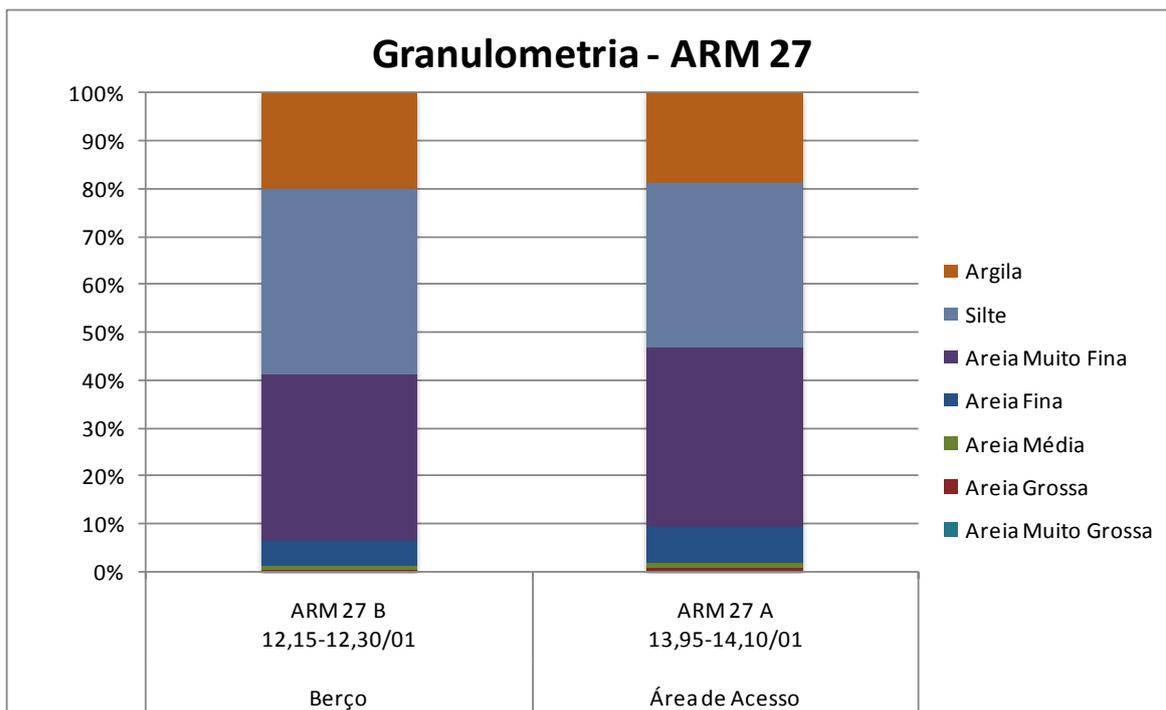


Figura 3.5-1. Composição granulométrica do sedimento de superfície do berço e área de acesso ao berço de atracação do Cais do Armazém 27.

Tabela 3.5-1. Composição granulométrica do sedimento de superfície do berço e área de acesso ao berço de atracação do Cais do Armazém 27.

Granulometria			
Fração	Unidade	Berço	Área de Acesso
		ARM 27 B 12,15-12,30/01	ARM 27 A 13,95-14,10/01
Argila	%	19,9	18,9
Silte	%	38,8	34,3
Areia Muito Fina	%	34,8	37,3
Areia Fina	%	5,04	7,53
Areia Média	%	0,775	1,13
Areia Grossa	%	0,485	0,817
Areia Muito Grossa	%	<0,10	<0,10
Areia Total	%	41,1	46,8

B. Parâmetros Químicos

Metais e Arsênio

Os resultados das análises dos metais nas amostras de sedimento de superfície coletadas no berço e acesso ao berço de atracação do Cais do Armazém 27 estão apresentados na Tabela 3.5-2.

Dentre os parâmetros químicos, analisados no sedimento de superfície, arsênio e cádmio registraram concentrações abaixo do limite de quantificação (<LQ) tanto no berço quanto na sua área de acesso.

Os metais chumbo, cobre, cromo, mercúrio, níquel e zinco foram quantificados nas amostras, de sedimento de superfície, coletadas tanto no berço quanto na sua área de acesso. Entretanto, nenhum destes elementos apresentou concentração acima do nível 1 da Resolução Conama 344/04 (Brasil, 2004).

A Figura 3.5-2 apresenta a concentração de alguns metais analisados no sedimento de superfície coletados no berço do Cais do Armazém 27 e na sua referida área de acesso.

Hidrocarbonetos Policíclicos Aromáticos (HPAs)

Todos os HPAs, coletados no berço do Cais do Armazém 27 e na sua área de acesso, apresentaram valores abaixo do limite de quantificação (<LQ) do método (Tabela 3.5-3).

Bifenilas Policloradas (PCBs)

Os PCBs totais apresentaram concentrações inferiores aos limites de quantificação do método, tanto no berço quanto na sua área de acesso, enquadrando-se, portanto, nos valores de referência estabelecidos pela Resolução Conama 344/04 (Brasil, 2004) (Tabela 3.5-4).

Pesticidas Organoclorados

Assim como para os PCBs totais, os pesticidas organoclorados apresentaram, tanto no berço quanto na sua área de acesso, concentrações inferiores aos limites de quantificação do método (Tabela 3.5-5). Nenhuma das amostras analisadas, portanto, apresentou-se fora dos limites estabelecidos pela resolução citada.

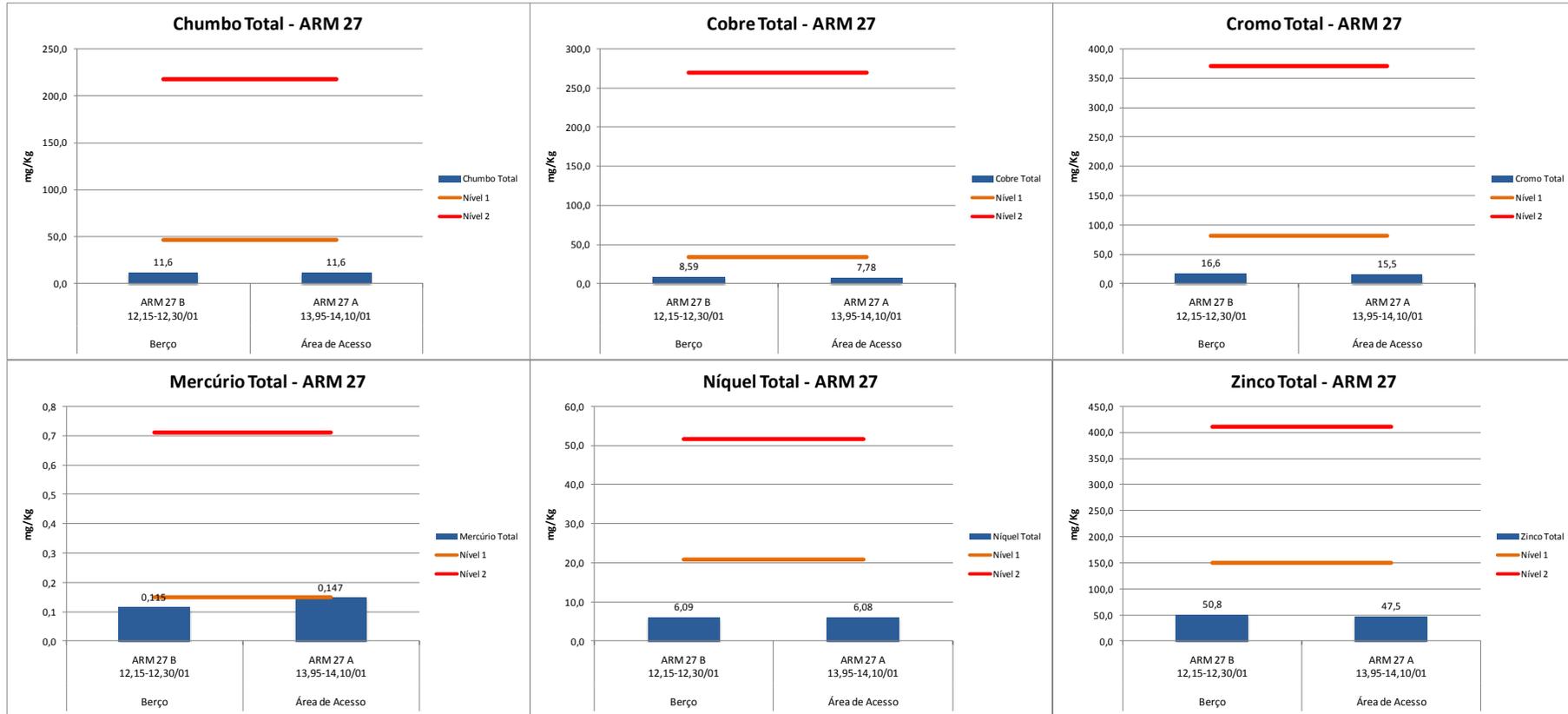


Figura 3.5-2. Concentração de alguns metais analisados nas amostras de sedimento de superfície coletadas no berço do Cais do Armazém 27 e na sua referida área de acesso.

Tabela 3.5-2. Concentrações de metais e arsênio total nas amostras de sedimento de superfície coletadas no berço e acesso ao berço de atracação do Cais do Armazém 27.

Metais e Arsênio					
Parâmetros	Unidade	Resolução CONAMA 344/04		Berço	Área de Acesso
		Nível 1	Nível 2	ARM 27 B	ARM 27 A
				12,15-12,30/01	13,95-14,10/01
Arsênio Total	mg/kg	8,2	70,0	< 0,891	< 0,959
Cádmio Total	mg/kg	1,2	9,6	< 0,594	< 0,639
Chumbo Total	mg/kg	46,7	218,0	11,6	11,6
Cobre Total	mg/kg	34,0	270,0	8,59	7,78
Cromo Total	mg/kg	81,0	370,0	16,6	15,5
Mercúrio Total	mg/kg	0,15	0,71	0,115	0,147
Níquel Total	mg/kg	20,9	51,6	6,09	6,08
Zinco Total	mg/kg	150,0	410,0	50,8	47,5

Tabela 3.5-3. Concentrações de HPA's nas amostras de sedimento de superfície coletadas no berço e acesso ao berço de atracação do Cais do Armazém 27.

Hidrocarbonetos Policíclicos Aromáticos ou HPA's					
Parâmetros	Unidade	Resolução CONAMA 344/04		Berço	Área de Acesso
		Nível 1	Nível 2	ARM 27 B	ARM 27 A
				12,15-12,30/01	13,95-14,10/01
Benzo(a)antraceno	µg/kg	74,8	693,0	< 7,13	< 7,67
Benzo(a)pireno	µg/kg	88,8	763,0	< 7,13	< 7,67
Criseno	µg/kg	108,0	846,0	< 7,13	< 7,67
Dibenzo(a,h)antraceno	µg/kg	6,2	135,0	< 7,13	< 7,67
Acenafteno	µg/kg	16,0	500,0	< 7,13	< 7,67
Acenaftileno	µg/kg	44,0	640,0	< 7,13	< 7,67
Antraceno	µg/kg	85,3	1100,0	< 7,13	< 7,67
Fenantreno	µg/kg	240,0	1500,0	< 7,13	< 7,67
Fluoranteno	µg/kg	600,0	5100,0	< 7,13	< 7,67
Fluoreno	µg/kg	19,0	540,0	< 7,13	< 7,67
2-Metilnaftaleno	µg/kg	70,0	670,0	< 7,13	< 7,67
Naftaleno	µg/kg	160,0	2100,0	< 7,13	< 7,67
Pireno	µg/kg	665,0	2600,0	< 7,13	< 7,67

Tabela 3.5-4. Concentrações de PCBs nas amostras de sedimento de superfície coletadas no berço e acesso ao berço de atracação do Cais do Armazém 27.

Bifenilas Policloradas ou PCBs					
Parâmetros	Unidade	Resolução CONAMA 344/04		Berço	Área de Acesso
		Nível 1	Nível 2	ARM 27 B	ARM 27 A
				12,15-12,30/01	13,95-14,10/01
Bifenilas Policloradas Totais	µg/kg	22,7	180	< 0,143	< 0,153

Tabela 3.5-5. Concentrações de Pesticidas Organoclorados nas amostras de sedimento de superfície coletadas no berço e acesso ao berço de atracação do Cais do Armazém 27.

Pesticidas Organoclorados					
Parâmetros	Unidade	Resolução CONAMA 344/04		Berço	Área de Acesso
		Nível 1	Nível 2	ARM 27 B	ARM 27 A
				12,15-12,30/01	13,95-14,10/01
a-BHC	µg/kg	0,32	0,99	< 0,143	< 0,153
b-BHC	µg/kg	0,32	0,99	< 0,143	< 0,153
d-BHC	µg/kg	0,32	0,99	< 0,143	< 0,153
g-BHC	µg/kg	0,32	0,99	< 0,143	< 0,153
a-Clordano	µg/kg	2,26	4,79	< 0,143	< 0,153
g-Clordano	µg/kg	2,26	4,79	< 0,143	< 0,153
DDD	µg/kg	1,22	7,81	< 0,143	< 0,153
DDE	µg/kg	2,07	374	< 0,143	< 0,153
DDT	µg/kg	1,19	4,77	< 0,143	< 0,153
Dieldrin	µg/kg	0,71	4,3	< 0,143	< 0,153
Endrin	µg/kg	2,67	62,4	< 0,143	< 0,153

Outros Parâmetros

Os parâmetros carbono orgânico total (COT), fósforo total e nitrogênio kjeldahl total (NKT) foram quantificados nas amostras de sedimento de superfície, tanto no berço quanto na área de acesso ao berço de atracação, entretanto apresentaram concentrações abaixo do valor alerta estabelecido pela Resolução Conama 344/04 (Brasil, 2004) (Tabela 3.5-6).

A Figura 3.5-3 apresenta a concentração de COT, fósforo total e NKT analisados no sedimento de superfície coletados no berço do Cais do Armazém 27 e na sua referida área de acesso.

Tabela 3.5-6. Concentrações de COT, fósforo total e NKT nas amostras de sedimento coletadas no berço e acesso ao berço de atracação do Cais do Armazém 27.

Outros Parâmetros				
Parâmetros	Unidade	Resolução CONAMA 344/04	Berço	Área de Acesso
			ARM 27 B	ARM 27 A
			12,15-12,30/01	13,95-14,10/01
Carbono Orgânico Total	%	10	2,93	2,58
Fósforo Total	mg/kg	2000	264,5	333,4
Nitrogênio Kjeldahl Total	mg/kg	4800	473	554,9

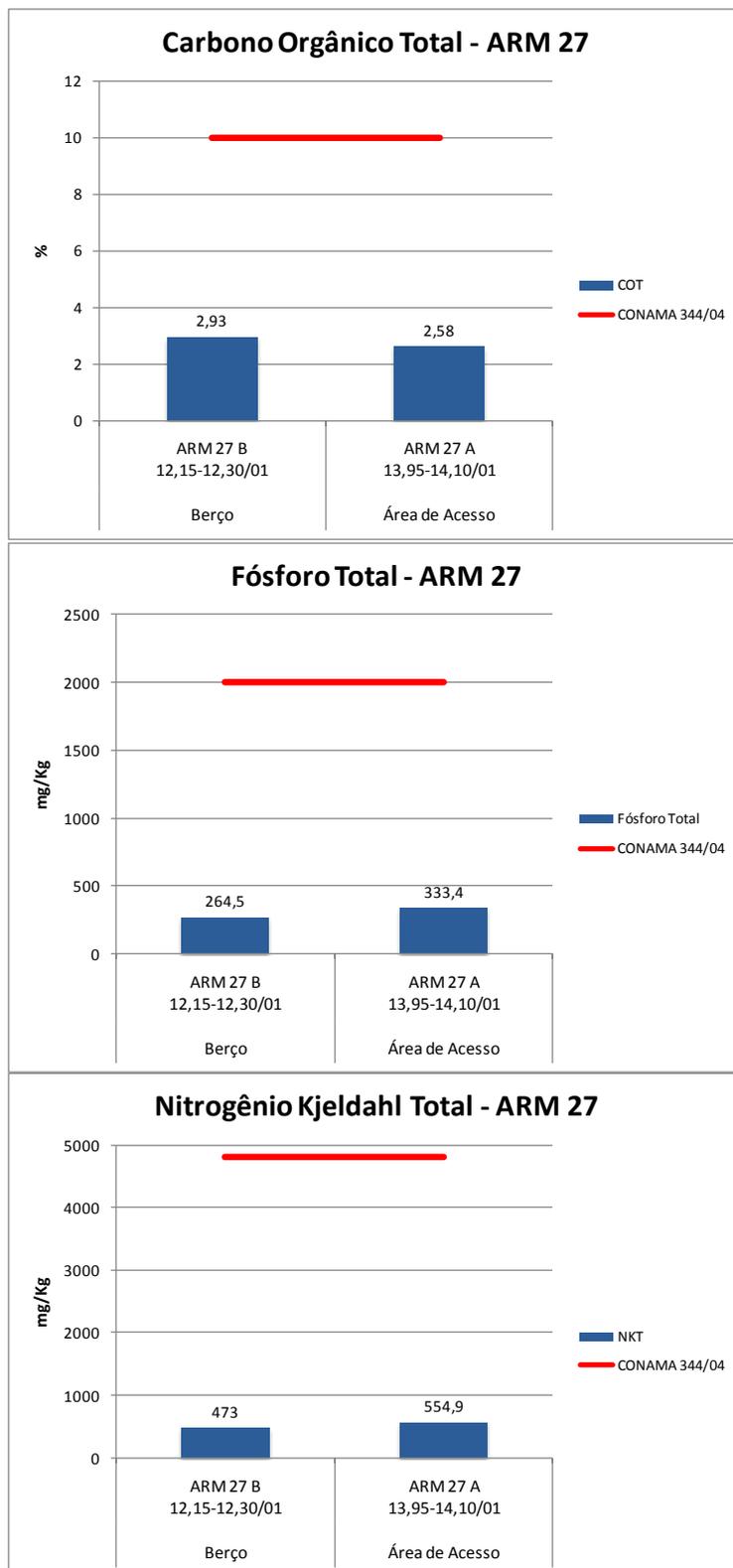


Figura 3.5-3. Concentrações de COT, fósforo total e NKT analisados nas amostras de sedimento de superfície coletadas no berço e acesso ao berço de atracação do Cais do Armazém 27.

C. Análise Ecotoxicológica

Teste de Toxicidade Aguda com *Leptocheirus plumulosus*

A análise Ecotoxicológica com o anfípoda *L. plumulosus* foi realizada com amostra de sedimento de superfície tanto do berço do Cais do Armazém 27 quanto da área de acesso ao berço de atracação.

Os parâmetros físicos e químicos, como pH, salinidade (‰) e oxigênio dissolvido (mg/L), medidos na água de interface no início e fim do teste de toxicidade aguda estão apresentados na Tabela 3.5-7. Já as análises de pH, salinidade (‰), oxigênio dissolvido (mg/L), temperatura (°C), nitrogênio amoniacal (mg/L) e amônia não ionizada (NH₃ - mg/L), efetuadas na água intersticial dos sedimentos no início e fim do teste, estão apresentados na Tabela 3.5-8.

Paralelamente aos testes com as amostras coletadas foi realizado um controle laboratorial. Os resultados obtidos para esse controle também se encontram nas tabelas a seguir.

Tabela 3.5-7. Parâmetros físicos e químicos medidos na água de interface, no início e fim do teste de toxicidade aguda com *L. plumulosus*, para as amostras de sedimento de superfície do berço e área de acesso ao berço do Cais do Armazém 27.

Amostra	pH		Salinidade (‰)		Oxigênio Dissolvido (mg/L)	
	Inicial	Final	Inicial	Final	Inicial	Final
Controle	7,70	8,05	20	21	6,11	6,17
ARM 27 Berço	8,04	8,35	22	25	4,99	5,89
ARM 27 Acesso	7,95	8,20	20	25	4,92	5,86

Tabela 3.5-8. Parâmetros físicos e químicos medidos na água intersticial, no início e fim do teste de toxicidade aguda com *L. plumulosus*, para as amostras de sedimento de superfície do berço e área de acesso ao berço do Cais do Armazém 27.

Amostra	pH		Salinidade (‰)		Oxigênio Dissolvido (mg/L)		Temperatura (°C)		Nitrogênio amoniacal (mg/L)		Amônia não ionizada (mg/L)	
	Inicial	Final	Inicial	Final	Inicial	Final	Inicial	Final	Inicial	Final	Inicial	Final
Controle	7,88	7,90	26	24	5,29	4,62	24,6	24,8	3,50	-	0,120	-
ARM 27 Berço	7,80	7,95	34	26	4,53	4,73	24,6	24,8	13,00	-	0,358	-
ARM 27 Acesso	7,86	7,73	33	26	5,28	4,76	24,6	24,8	14,00	-	0,451	-

A Tabela 3.5-9 apresenta os resultados do teste de toxicidade aguda com *L. plumulosus* nas amostras de sedimento de superfície do Cais do Armazém 27. Os valores obtidos estão dentro da faixa estabelecida para a aceitação dos resultados.

Tabela 3.5-9. Efeito tóxico observado nos testes de toxicidade aguda com *L. plumulosus* para as amostras de sedimento de superfície, do berço e área de acesso ao berço do Cais do Armazém 27, em cada réplica após o período de exposição.

Amostra	Réplica	Nº final de animais por réplica		Mortalidade total (%)	Resultado
		Mortos	Total		
Controle	1	0	20	2	-
	2	0	20		
	3	1	20		
ARM 27 Berço	1	2	20	3	Não Tóxico
	2	0	20		
	3	0	20		
ARM 27 Acesso	1	0	20	5	Não Tóxico
	2	0	20		
	3	3	20		

De acordo com o tratamento estatístico aplicado, foi verificado que as amostras de sedimento de superfície, do berço do Cais do Armazém 27 e da área de acesso ao berço de atracação, não apresentaram toxicidade aguda para *L. plumulosus*, em comparação com o controle, após 10 dias de exposição.

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 essa espécie (USEPA, 2001).

A sensibilidade dos indivíduos de *L. plumulosus* 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} ; 96h) e respectivo intervalo de confiança obtidos foram: 0,71 mg Zn/L (I.C.: 0,62 a 0,81 mg Zn/L). A carta-controle de sensibilidade desse sistema-teste, utilizando dados acumulados de vários testes, indica 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.

3.6. CAIS DA MARINHA

- **SUPERFÍCIE**

A. Granulometria

A composição granulométrica do sedimento de superfície amostrado no berço e acesso ao berço de atracação do Cais da Marinha está apresentada na Figura 3.6-1, e na Tabela 3.6-1.

Os resultados granulométricos mostraram predominância das frações silte (45,1%), areia muito fina (25,0%) e argila (24,4%), no sedimento coletado no berço do Cais da Marinha, e em menores porcentagens foram encontradas as frações areia fina (4,08%), areia média (0,832%), areia grossa (0,438%) e areia muito grossa (0,134%).

No acesso ao berço de atracação as frações predominantes foram silte (38,2%), areia muito fina (29,5%) e argila (26,9%), seguido pelas frações areia fina (4,03%) e areia média (0,932%). As frações areia grossa e areia muito grossa apresentaram valores abaixo de 0,10%.

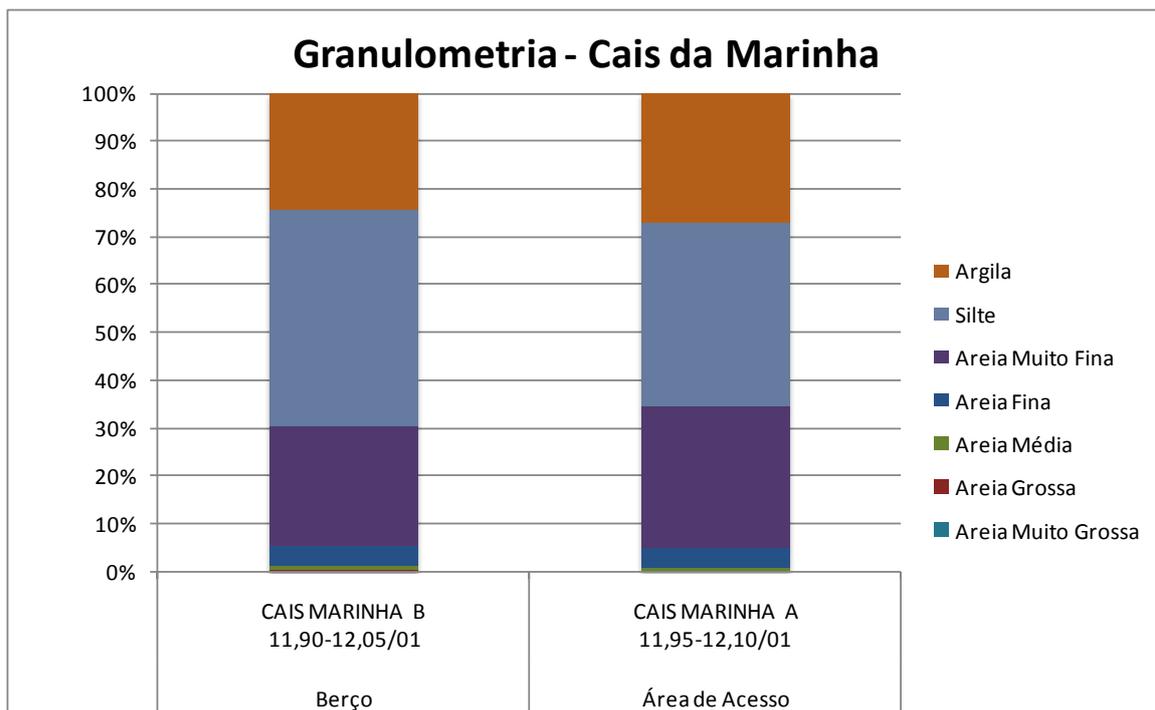


Figura 3.6-1. Composição granulométrica do sedimento de superfície do berço e área de acesso ao berço de atracação do Cais da Marinha.

Tabela 3.6-1. Composição granulométrica do sedimento de superfície do berço e área de acesso ao berço de atracação do Cais da Marinha.

Granulometria			
Fração	Unidade	Berço	Área de Acesso
		CAIS MARINHA B 11,90-12,05/01	CAIS MARINHA A 11,95-12,10/01
Argila	%	24,4	26,9
Silte	%	45,1	38,2
Areia Muito Fina	%	25,0	29,5
Areia Fina	%	4,08	4,03
Areia Média	%	0,832	0,932
Areia Grossa	%	0,438	<0,10
Areia Muito Grossa	%	0,134	<0,10
Areia Total	%	30,5	34,5

B. Parâmetros Químicos

Metais e Arsênio

Os resultados das análises dos metais nas amostras de sedimento de superfície coletadas no berço e acesso ao berço de atracação do Cais da Marinha estão apresentados na Tabela 3.6-2.

Dentre os parâmetros químicos, analisados no sedimento de superfície, arsênio e cádmio registraram concentrações abaixo do limite de quantificação (<LQ) tanto no berço quanto na sua área de acesso.

Os metais chumbo, cobre, cromo, níquel e zinco foram quantificados nas amostras, de sedimento de superfície, coletadas tanto no berço quanto na sua área de acesso. Entretanto, nenhum destes elementos apresentou concentração acima do nível 1 da Resolução Conama 344/04 (Brasil, 2004).

A Figura 3.6-2 apresenta a concentração de alguns metais analisados no sedimento de superfície coletados no berço do Cais da Marinha e na sua referida área de acesso.

Hidrocarbonetos Policíclicos Aromáticos (HPAs)

Todos os HPAs, coletados no berço do Cais da Marinha e na sua área de acesso, apresentaram valores abaixo do limite de quantificação (<LQ) do método (Tabela 3.6-3).

Bifenilas Policloradas (PCBs)

Os PCBs totais apresentaram concentrações inferiores aos limites de quantificação do método, tanto no berço quanto na sua área de acesso, enquadrando-se, portanto, nos valores de referência estabelecidos pela Resolução Conama 344/04 (Brasil, 2004) (Tabela 3.6-4).

Pesticidas Organoclorados

Assim como para os PCBs totais, os pesticidas organoclorados apresentaram, tanto no berço quanto na sua área de acesso, concentrações inferiores aos limites de quantificação do método (Tabela 3.6-5). Nenhuma das amostras analisadas, portanto, apresentou-se fora dos limites estabelecidos pela resolução citada.

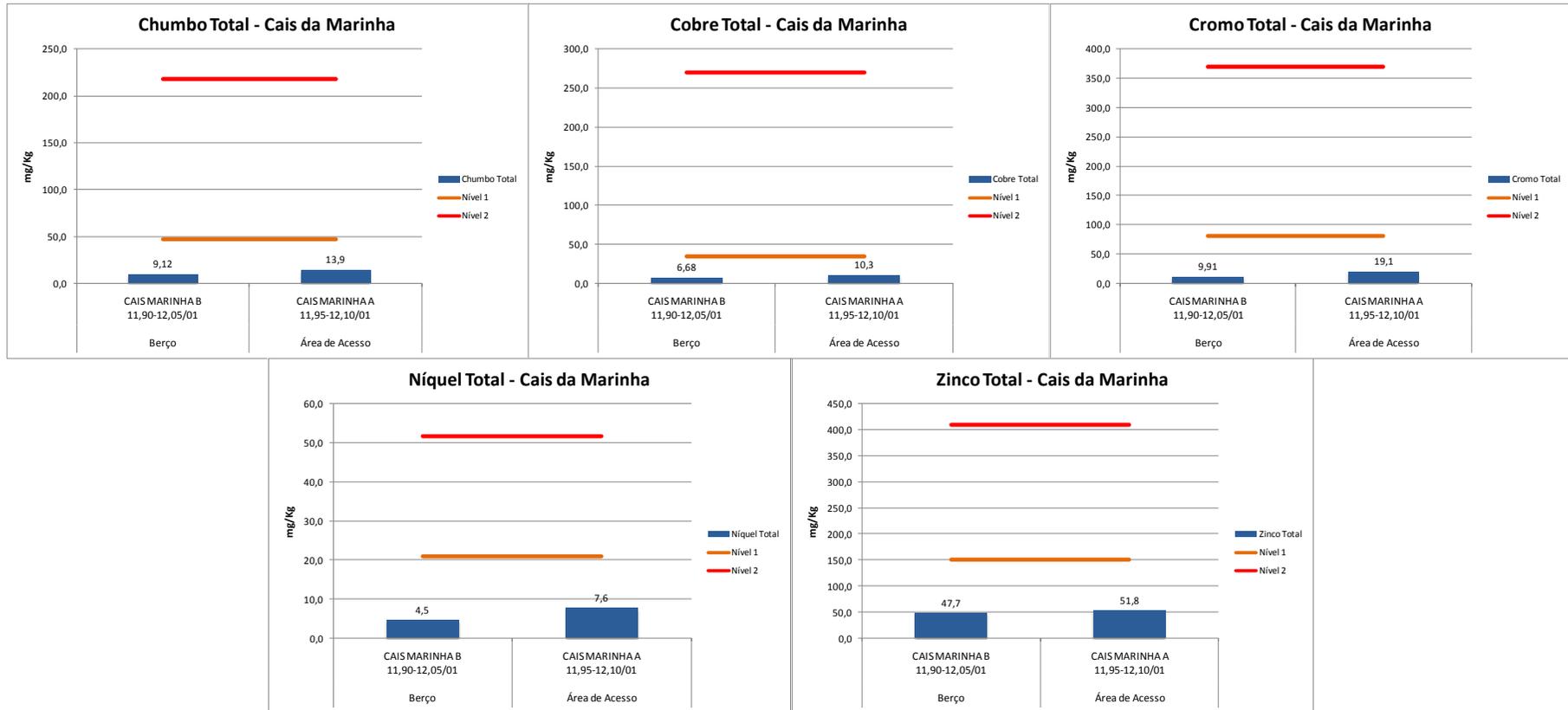


Figura 3.6-2. Concentração de alguns metais analisados nas amostras de sedimento de superfície coletadas no berço do Cais da Marinha e na sua referida área de acesso.

Tabela 3.6-2. Concentrações de metais e arsênio total nas amostras de sedimento de superfície coletadas no berço e acesso ao berço de atracação do Cais da Marinha.

Metais e Arsênio					
Parâmetros	Unidade	Resolução CONAMA 344/04		Berço	Área de Acesso
		Nível 1	Nível 2	CAIS MARINHA B 11,90-12,05/01	CAIS MARINHA A 11,95-12,10/01
Arsênio Total	mg/kg	8,2	70	< 0,995	< 1,00
Cádmio Total	mg/kg	1,2	9,6	< 0,663	< 0,667
Chumbo Total	mg/kg	46,7	218	9,12	13,9
Cobre Total	mg/kg	34	270	6,68	10,3
Cromo Total	mg/kg	81	370	9,91	19,1
Mercurio Total	mg/kg	0,15	0,71	< 0,132	< 0,089
Níquel Total	mg/kg	20,9	51,6	4,5	7,6
Zinco Total	mg/kg	150	410	47,7	51,8

Tabela 3.6-3. Concentrações de HPAs nas amostras de sedimento de superfície coletadas no berço e acesso ao berço de atracação do Cais da Marinha.

Hidrocarbonetos Policíclicos Aromáticos ou HPAs					
Parâmetros	Unidade	Resolução CONAMA 344/04		Berço	Área de Acesso
		Nível 1	Nível 2	CAIS MARINHA B 11,90-12,05/01	CAIS MARINHA A 11,95-12,10/01
Benzo(a)antraceno	µg/kg	74,8	693	< 7,96	< 8,00
Benzo(a)pireno	µg/kg	88,8	763	< 7,96	< 8,00
Criseno	µg/kg	108	846	< 7,96	< 8,00
Dibenzo(a,h)antraceno	µg/kg	6,22	135	< 2,65	< 2,67
Acenafteno	µg/kg	16	500	< 7,96	< 8,00
Acenaftileno	µg/kg	44	640	< 7,96	< 8,00
Antraceno	µg/kg	85,3	1100	< 7,96	< 8,00
Fenantreno	µg/kg	240	1500	< 7,96	< 8,00
Fluoranteno	µg/kg	600	5100	< 7,96	< 8,00
Fluoreno	µg/kg	19	540	< 7,96	< 8,00
2-Metilnaftaleno	µg/kg	70	670	< 7,96	< 8,00
Naftaleno	µg/kg	160	2100	< 7,96	< 8,00
Pireno	µg/kg	665	2600	< 7,96	< 8,00

Tabela 3.6-4. Concentrações de PCBs nas amostras de sedimento de superfície coletadas no berço e acesso ao berço de atracação do Cais da Marinha.

Bifenilas policloradas ou PCBs					
Parâmetros	Unidade	Resolução CONAMA 344/04		Berço	Área de Acesso
		Nível 1	Nível 2	CAIS MARINHA B 11,90-12,05/01	CAIS MARINHA A 11,95-12,10/01
Bifenilas Policloradas Totais	µg/kg	22,7	180	< 0,159	< 0,160

Tabela 3.6-5. Concentrações de Pesticidas Organoclorados nas amostras de sedimento de superfície coletadas no berço e acesso ao berço de atracação do Cais da Marinha.

Pesticidas Organoclorados					
Parâmetros	Unidade	Resolução CONAMA 344/04		Berço	Área de Acesso
		Nível 1	Nível 2	CAIS MARINHA B	CAIS MARINHA A
				11,90-12,05/01	11,95-12,10/01
a-BHC	µg/kg	0,32	0,99	< 0,159	< 0,160
b-BHC	µg/kg	0,32	0,99	< 0,159	< 0,160
d-BHC	µg/kg	0,32	0,99	< 0,159	< 0,160
g-BHC	µg/kg	0,32	0,99	< 0,159	< 0,160
a-Clordano	µg/kg	2,26	4,79	< 0,159	< 0,160
g-Clordano	µg/kg	2,26	4,79	< 0,159	< 0,160
4,4'-DDD	µg/kg	1,22	7,81	< 0,159	< 0,160
4,4'-DDE	µg/kg	2,07	374	< 0,159	< 0,160
4,4'-DDT	µg/kg	1,19	4,77	< 0,159	< 0,160
Dieldrin	µg/kg	0,71	4,3	< 0,159	< 0,160
Endrin	µg/kg	2,67	62,4	< 0,159	< 0,160

Outros Parâmetros

Os parâmetros carbono orgânico total (COT) e fósforo total foram quantificados nas amostras de sedimento de superfície, tanto no berço quanto na área de acesso ao berço de atracação, entretanto apresentaram concentrações abaixo do valor alerta estabelecido pela Resolução Conama 344/04 (Brasil, 2004). Já o nitrogênio kjeldahl total (NKT) apresentou concentrações inferiores aos limites de quantificação do método (<LQ), tanto no berço quanto na área de acesso (Tabela 3.6-6).

A Figura 3.6-3 apresenta a concentração de COT, fósforo total e NKT analisados no sedimento de superfície coletados no berço do Cais da Marinha e na sua referida área de acesso.

Tabela 3.6-6. Concentrações de COT, fósforo total e NKT nas amostras de sedimento coletadas no berço e acesso ao berço de atracação do Cais da Marinha.

Outros				
Parâmetros	Unidade	Resolução CONAMA 344/04	Berço	Área de Acesso
			CAIS MARINHA B	CAIS MARINHA A
			11,90-12,05/01	11,95-12,10/01
Carbono Orgânico Total	%	10	2,83	2,36
Fósforo Total	mg/kg	2000	191,4	871,3
Nitrogênio Kjeldahl Total	mg/kg	4800	< 132,6	< 133,3

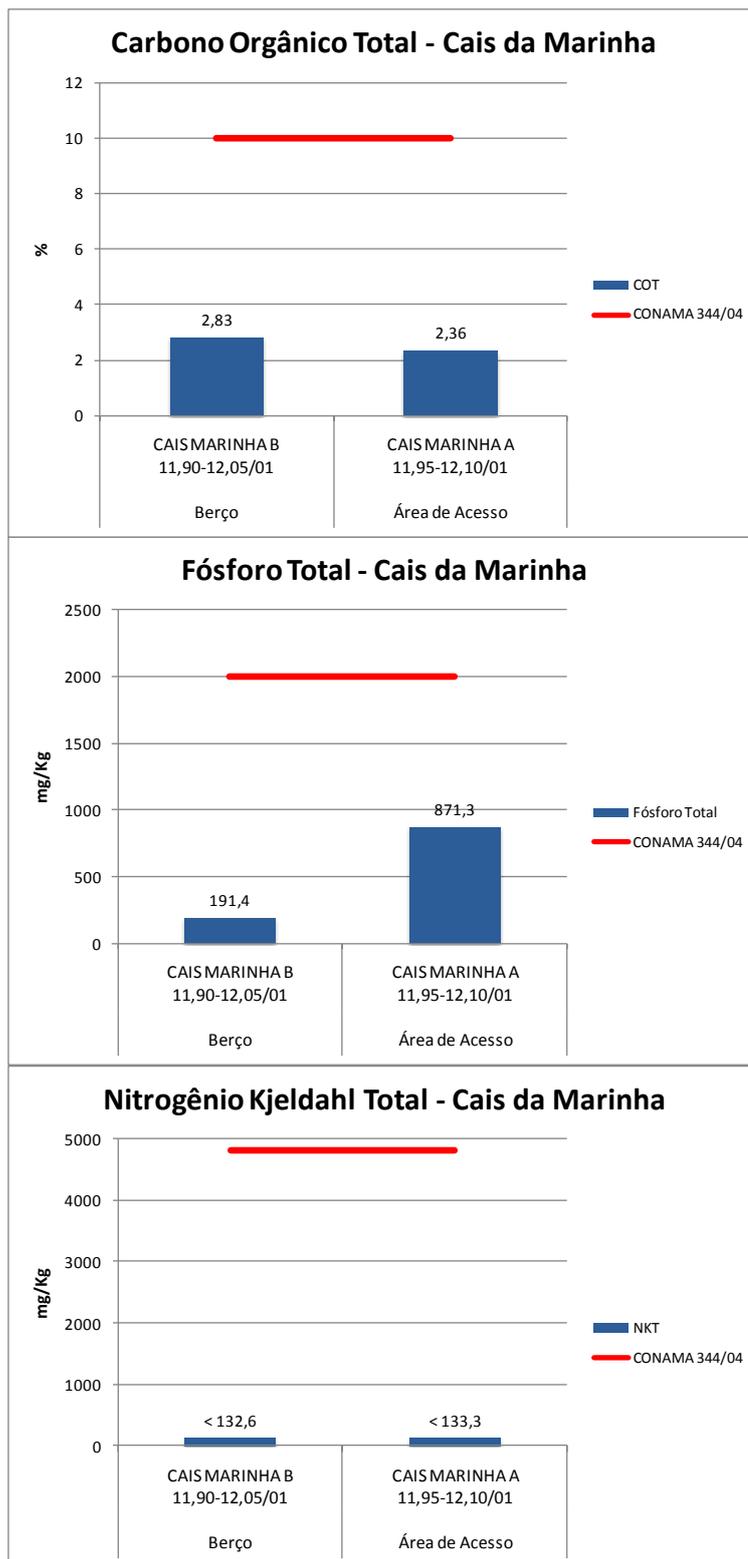


Figura 3.6-3. Concentrações de COT, fósforo total e NKT analisados nas amostras de sedimento de superfície coletadas no berço e acesso ao berço de atracação do Cais da Marinha.

C. Análise Ecotoxicológica

Teste de Toxicidade Aguda com *Leptocheirus plumulosus*

A análise Ecotoxicológica com o anfípoda *L. plumulosus* foi realizada com amostra de sedimento de superfície tanto do berço do Cais da Marinha quanto da área de acesso ao berço de atracação.

Os parâmetros físicos e químicos, como pH, salinidade (‰) e oxigênio dissolvido (mg/L), medidos na água de interface no início e fim do teste de toxicidade aguda estão apresentados na Tabela 3.6-7. Já as análises de pH, salinidade (‰), oxigênio dissolvido (mg/L), temperatura (°C), nitrogênio amoniacal (mg/L) e amônia não ionizada (NH₃ - mg/L), efetuadas na água intersticial dos sedimentos no início e fim do teste, estão apresentados na Tabela 3.6-8.

Paralelamente aos testes com as amostras coletadas foi realizado um controle laboratorial. Os ensaios ecotoxicológicos das amostras de sedimento do berço e da área de acesso ao berço do Cais da Marinha foram realizados em dias diferentes, portanto, foram realizados dois controles laboratoriais, um para cada teste. Os resultados obtidos para esses controles também se encontram nas tabelas a seguir.

Tabela 3.6-7. Parâmetros físicos e químicos medidos na água de interface, no início e fim do teste de toxicidade aguda com *L. plumulosus*, para as amostras de sedimento de superfície do berço e área de acesso ao berço do Cais da Marinha.

Amostra	pH		Salinidade (‰)		Oxigênio Dissolvido (mg/L)	
	Inicial	Final	Inicial	Final	Inicial	Final
Controle	8,12	8,04	23	24	6,47	6,13
Cais da Marinha Berço	8,20	8,33	21	25	6,53	5,96
Controle	7,88	8,17	21	25	5,28	5,96
Cais da Marinha Acesso	8,05	8,37	24	27	5,35	5,78

Tabela 3.6-8. Parâmetros físicos e químicos medidos na água intersticial, no início e fim do teste de toxicidade aguda com *L. plumulosus*, para as amostras de sedimento de superfície do berço e área de acesso ao berço do Cais da Marinha.

Amostra	pH		Salinidade (‰)		Oxigênio Dissolvido (mg/L)		Temperatura (°C)		Nitrogênio amoniacal (mg/L)		Amônia não ionizada (mg/L)	
	Inicial	Final	Inicial	Final	Inicial	Final	Inicial	Final	Inicial	Final	Inicial	Final
Controle	7,75	7,94	24	24	5,10	5,75	24,2	-	0,50	-	0,013	-
Cais da Marinha Berço	7,41	7,94	30	27	4,37	5,49	24,2	-	11,50	-	0,130	-
Controle	7,86	7,99	27	24	5,86	5,11	24,6	24,6	4,75	-	0,156	-
Cais da Marinha Acesso	7,83	7,99	28	25	5,63	5,17	24,6	24,6	12,00	-	0,370	-

A Tabela 3.6-9 apresenta os resultados do teste de toxicidade aguda com *L. plumulosus* nas amostras de sedimento de superfície do Cais da Marinha. Os valores obtidos estão dentro da faixa estabelecida para a aceitação dos resultados.

Tabela 3.6-9. Efeito tóxico observado nos testes de toxicidade aguda com *L. plumulosus* para as amostras de sedimento de superfície, do berço e área de acesso ao berço do Cais da Marinha, em cada réplica após o período de exposição.

Amostra	Réplica	Nº final de animais por réplica		Mortalidade total (%)	Resultado
		Mortos	Total		
Controle	1	0	20	0	-
	2	0	20		
	3	0	20		
Cais da Marinha Berço	1	5	20	18	Não Tóxico
	2	3	20		
	3	3	20		
Controle	1	0	20	0	-
	2	0	20		
	3	0	20		
Cais da Marinha Acesso	1	20	20	22	Não Tóxico
	2	20	20		
	3	7	20		

De acordo com o tratamento estatístico aplicado, foi verificado que as amostras de sedimento de superfície, do berço do Cais da Marinha e da área de acesso ao berço de atracação, não apresentaram toxicidade aguda para *L. plumulosus*, em comparação com o controle, após 10 dias de exposição.

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 essa espécie (USEPA, 2001).

A sensibilidade dos indivíduos de *L. plumulosus* 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} ; 96h) e respectivo intervalo de confiança obtidos foram: 1,06 mg Zn/L (I.C.: 0,80 a 1,41 mg Zn/L). A carta-controle de sensibilidade desse sistema-teste, utilizando dados acumulados de vários testes, indica uma CL_{50} ; 96h média de 0,88 mg Zn/L, com limites de controle (média \pm 2.desvio padrão) de 0,29 a 1,47 mg Zn/L. O valor obtido está dentro da faixa definida de avaliação do sistema-teste.

- **COTA DE PROJETO**

- Berço: 15,00 metros
 - Amostras: CAIS MARINHA B 13,00-13,50/02
CAIS MARINHA B 14,50-15,00/03
- Acesso: 15,00 metros
 - Amostras: CAIS MARINHA A 13,00-13,50/02
CAIS MARINHA A 14,50-15,00/03

A. Granulometria

A composição granulométrica do sedimento da cota intermediária (CAIS MARINHA B 13,00-13,50 e CAIS MARINHA A 13,00-13,50) e da cota de projeto (CAIS MARINHA B 14,50-15,00 e CAIS MARINHA A 14,50-15,00) amostrado no berço e acesso ao berço de atracação do Cais da Marinha está apresentada na Figura 3.6-4, e na Tabela 3.6-10.

Os resultados granulométricos mostraram dominância da fração silte (69,2 e 83,6%), no sedimento coletado nas amostras do berço (CAIS MARINHA B 13,00-13,50 e CAIS MARINHA B 14,50-15,00), e em menores porcentagens foram encontradas as frações areia muito fina (9,58 e 11,0%), argila (12,5 e 3,77%), areia fina (3,92 e 0,911%), areia grossa (1,87 e 0,128%), areia média (1,81 e 0,618%) e areia muito grossa (1,14 e <0,10%).

Nas amostras da área de acesso (CAIS MARINHA A 13,00-13,50 e CAIS MARINHA A 14,50-15,00) as frações predominantes foram silte (34,5 e 46,5%), argila (24,8 e 40,0%) e areia muito fina (31,3 e 12,9%), seguido pelas frações areia fina (8,08 e 0,54%) e areia média (0,87 e <0,10%). As frações areia grossa e areia muito grossa apresentaram valores abaixo de 0,10%.

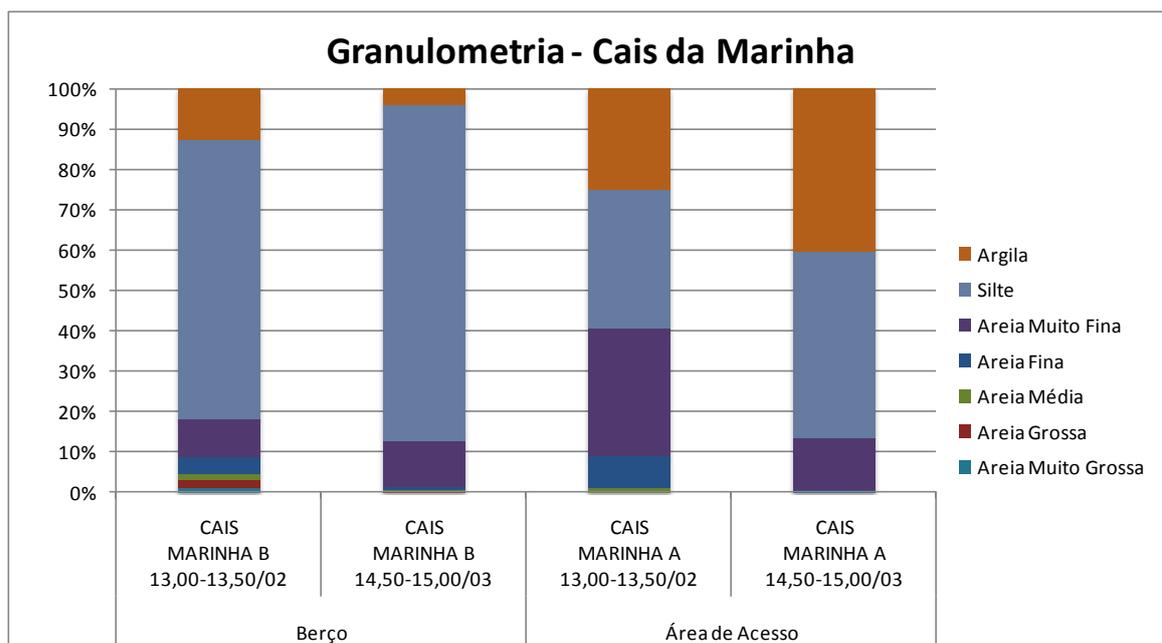


Figura 3.6-4. Composição granulométrica do sedimento, das cotas intermediária e de projeto, coletado no berço e área de acesso ao berço de atracação do Cais da Marinha.

Tabela 3.6-10. Composição granulométrica do sedimento, das cotas intermediária e de projeto, coletado no berço e área de acesso ao berço de atracação do Cais da Marinha.

Granulometria					
Fração	Unidade	Berço		Área de Acesso	
		CAIS MARINHA B 13,00-13,50/02	CAIS MARINHA B 14,50-15,00/03	CAIS MARINHA A 13,00-13,50/02	CAIS MARINHA A 14,50-15,00/03
Argila	%	12,5	3,77	24,8	40
Silte	%	69,2	83,6	34,5	46,5
Areia Muito Fina	%	9,58	11	31,3	12,9
Areia Fina	%	3,92	0,911	8,08	0,54
Areia Média	%	1,81	0,618	0,87	<0,10
Areia Grossa	%	1,87	0,128	<0,10	<0,10
Areia Muito Grossa	%	1,14	<0,10	<0,10	<0,10
Areia Total	%	18,3	12,6	40,3	13,4

B. Parâmetros Químicos

Metais e Arsênio

Os resultados das análises dos metais nas amostras de sedimento, das cotas intermediária e de projeto, coletadas no berço e acesso ao berço de atracação do Cais da Marinha estão apresentados na Tabela 3.6-11.

Dentre os parâmetros químicos analisados no sedimento, cádmio e mercúrio registraram concentrações abaixo do limite de quantificação (<LQ) tanto no berço quanto na sua área de acesso.

O arsênio foi quantificado nas duas amostras do berço, entretanto com valores inferiores ao nível 1, estabelecido pela Resolução Conama 344/04 (Brasil, 2004). Nas duas amostras da área de acesso as concentrações de arsênio ficaram abaixo do limite de quantificação do método.

Os metais chumbo, cobre, cromo, níquel e zinco foram quantificados nas amostras, tanto do berço quanto da sua área de acesso, entretanto, nenhum destes elementos apresentou concentração acima do nível 1 da Resolução Conama 344/04 (Brasil, 2004).

A Figura 3.6-5 apresenta a concentração de alguns metais analisados no sedimento, das cotas intermediária e de projeto, coletados no berço do Cais da Marinha e na sua referida área de acesso.

Hidrocarbonetos Policíclicos Aromáticos (HPAs)

A maioria dos HPAs, coletados no sedimento das amostras das cotas intermediária e de projeto, apresentaram valores abaixo do limite de quantificação do método. Exceção são os HPAs Criseno, Fluoranteno e Pireno que foram quantificados na amostra da cota intermediária da área de acesso (CAIS MARINHA A 13,00-13,50/02), porém com valores inferiores ao nível 1 estabelecido pela Resolução Conama 344/04 (Brasil, 2004) (Tabela 3.6-12).

Bifenilas Policloradas (PCBs)

Os PCBs totais apresentaram concentrações inferiores aos limites de quantificação do método, tanto no berço quanto na sua área de acesso, enquadrando-se, portanto, nos valores de referência estabelecidos pela Resolução Conama 344/04 (Brasil, 2004) (Tabela 3.6-13).

Pesticidas Organoclorados

Assim como para os PCBs totais, os pesticidas organoclorados apresentaram, tanto no berço quanto na sua área de acesso, concentrações inferiores aos limites de quantificação do método (Tabela 3.6-14). Nenhuma das amostras analisadas, portanto, apresentou-se fora dos limites estabelecidos pela resolução citada.

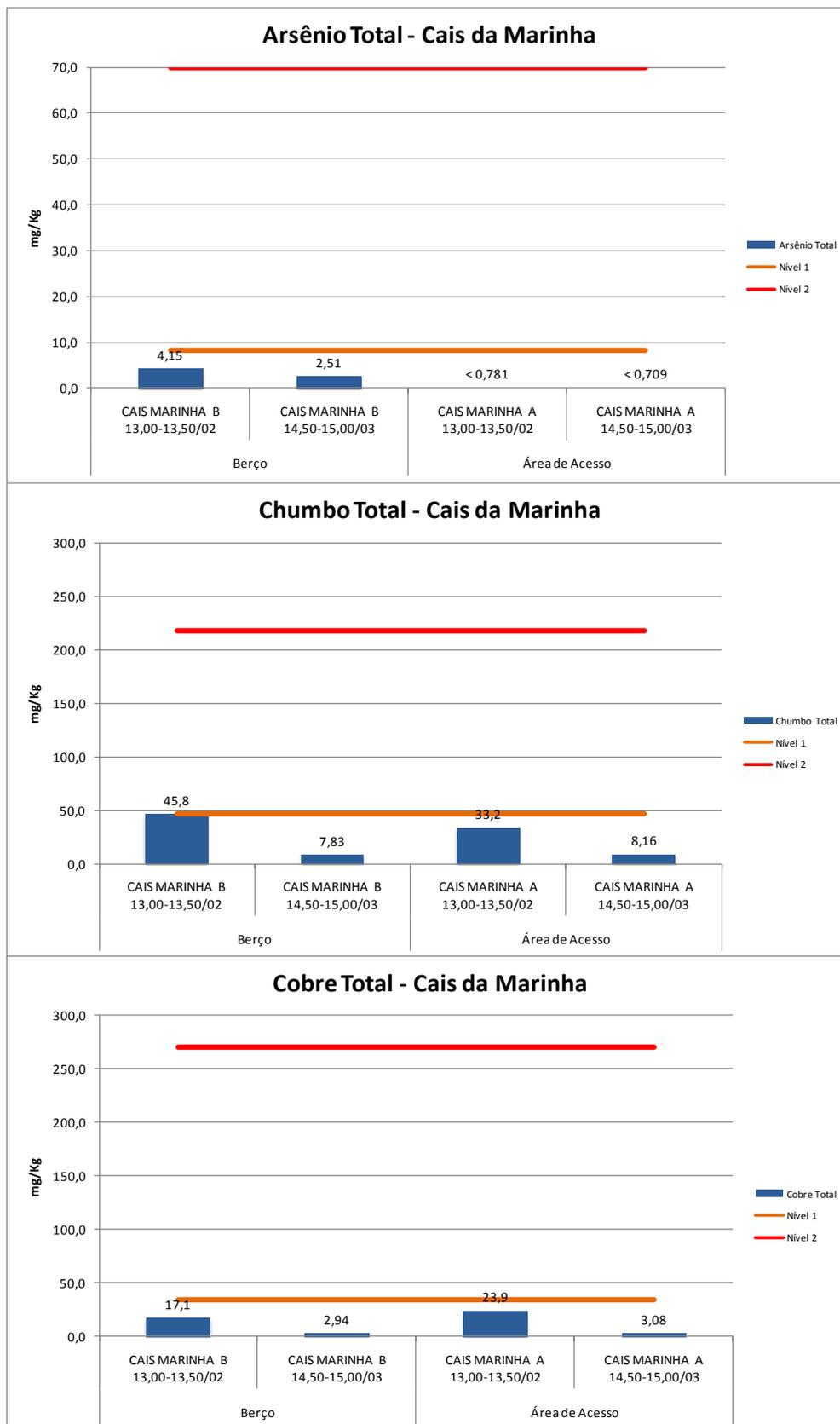


Figura 3.6-5. Concentração de alguns metais analisados nas amostras de sedimento, das cotas intermediária e de projeto, coletadas no berço do Cais da Marinha e na sua referida área de acesso.

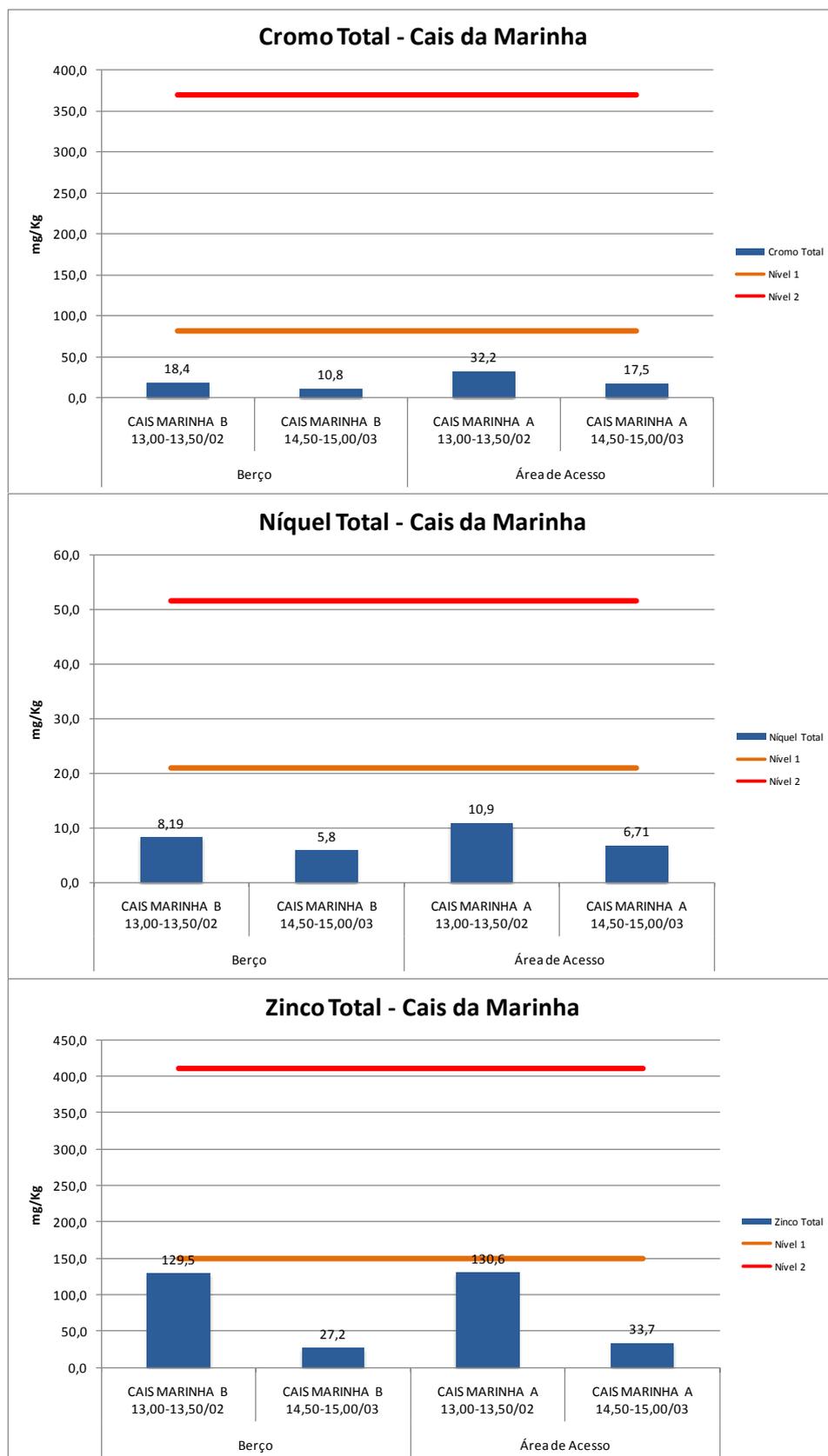


Figura 3.6-5. (Continuação) Concentração de alguns metais analisados nas amostras de sedimento, das cotas intermediária e de projeto, coletadas no berço do Cais da Marinha e na sua referida área de acesso.

Tabela 3.6-11. Concentrações de metais e arsênio total nas amostras de sedimento, das cotas intermediária e de projeto, coletadas no berço e acesso ao berço de atracação do Cais da Marinha.

Metais e Arsênio							
Parâmetros	Unidade	Resolução CONAMA 344/04		Berço		Área de Acesso	
				CAIS MARINHA B	CAIS MARINHA B	CAIS MARINHA A	CAIS MARINHA A
		Nível 1	Nível 2	13,00-13,50/02	14,50-15,00/03	13,00-13,50/02	14,50-15,00/03
Arsênio Total	mg/kg	8,2	70	4,15	2,51	< 0,781	< 0,709
Cádmio Total	mg/kg	1,2	9,6	< 0,572	< 0,435	< 0,521	< 0,473
Chumbo Total	mg/kg	46,7	218	45,8	7,83	33,2	8,16
Cobre Total	mg/kg	34	270	17,1	2,94	23,9	3,08
Cromo Total	mg/kg	81	370	18,4	10,8	32,2	17,5
Mercurio Total	mg/kg	0,15	0,71	< 0,114	< 0,087	< 0,104	< 0,095
Níquel Total	mg/kg	20,9	51,6	8,19	5,8	10,9	6,71
Zinco Total	mg/kg	150	410	129,5	27,2	130,6	33,7

Tabela 3.6-12. Concentrações de HPAs nas amostras de sedimento, das cotas intermediária e de projeto, coletadas no berço e acesso ao berço de atracação do Cais da Marinha.

Hidrocarbonetos Policíclicos Aromáticos ou HPAs							
Parâmetros	Unidade	Resolução CONAMA 344/04		Berço		Área de Acesso	
				CAIS MARINHA B 13,00-13,50/02	CAIS MARINHA B 14,50-15,00/03	CAIS MARINHA A 13,00-13,50/02	CAIS MARINHA A 14,50-15,00/03
		Nível 1	Nível 2				
Benzo(a)antraceno	µg/kg	74,8	693	< 6,86	< 5,22	< 6,25	< 5,67
Benzo(a)pireno	µg/kg	88,8	763	< 6,86	< 5,22	< 6,25	< 5,67
Criseno	µg/kg	108	846	< 6,86	< 5,22	20,28	< 5,67
Dibenzo(a,h)antraceno	µg/kg	6,22	135	< 2,29	< 5,22	< 2,08	< 5,67
Acenafteno	µg/kg	16	500	< 6,86	< 5,22	< 6,25	< 5,67
Acenaftileno	µg/kg	44	640	< 6,86	< 5,22	< 6,25	< 5,67
Antraceno	µg/kg	85,3	1100	< 6,86	< 5,22	< 6,25	< 5,67
Fenantreno	µg/kg	240	1500	< 6,86	< 5,22	< 6,25	< 5,67
Fluoranteno	µg/kg	600	5100	< 6,86	< 5,22	20,94	< 5,67
Fluoreno	µg/kg	19	540	< 6,86	< 5,22	< 6,25	< 5,67
2-Metilnaftaleno	µg/kg	70	670	< 6,86	< 5,22	< 6,25	< 5,67
Naftaleno	µg/kg	160	2100	< 6,86	< 5,22	< 6,25	< 5,67
Pireno	µg/kg	665	2600	< 6,86	< 5,22	35,7	< 5,67

Tabela 3.6-13. Concentrações de PCBs nas amostras de sedimento, das cotas intermediária e de projeto, coletadas no berço e acesso ao berço de atracação do Cais da Marinha.

Bifenilas policloradas ou PCBs							
Parâmetros	Unidade	Resolução CONAMA 344/04		Berço		Área de Acesso	
				CAIS MARINHA B 13,00-13,50/02	CAIS MARINHA B 14,50-15,00/03	CAIS MARINHA A 13,00-13,50/02	CAIS MARINHA A 14,50-15,00/03
		Nível 1	Nível 2				
Bifenilas Policloradas Totais	µg/kg	22,7	180	< 0,137	< 0,104	< 0,125	< 0,113

Tabela 3.6-14. Concentrações de Pesticidas Organoclorados nas amostras, das cotas intermediária e de projeto, coletadas no berço e acesso ao berço de atracação do Cais da Marinha.

Pesticidas Organoclorados							
Parâmetros	Unidade	Resolução CONAMA 344/04		Berço		Área de Acesso	
				CAIS MARINHA B	CAIS MARINHA B	CAIS MARINHA A	CAIS MARINHA A
		Nível 1	Nível 2	13,00-13,50/02	14,50-15,00/03	13,00-13,50/02	14,50-15,00/03
a-BHC	µg/kg	0,32	0,99	< 0,137	< 0,104	< 0,125	< 0,113
b-BHC	µg/kg	0,32	0,99	< 0,137	< 0,104	< 0,125	< 0,113
d-BHC	µg/kg	0,32	0,99	< 0,137	< 0,104	< 0,125	< 0,113
g-BHC	µg/kg	0,32	0,99	< 0,137	< 0,104	< 0,125	< 0,113
a-Clordano	µg/kg	2,26	4,79	< 0,137	< 0,104	< 0,125	< 0,113
g-Clordano	µg/kg	2,26	4,79	< 0,137	< 0,104	< 0,125	< 0,113
4,4'-DDD	µg/kg	1,22	7,81	< 0,137	< 0,104	< 0,125	< 0,113
4,4'-DDE	µg/kg	2,07	374	< 0,137	< 0,104	< 0,125	< 0,113
4,4'-DDT	µg/kg	1,19	4,77	< 0,137	< 0,104	< 0,125	< 0,113
Dieldrin	µg/kg	0,71	4,3	< 0,137	< 0,104	< 0,125	< 0,113
Endrin	µg/kg	2,67	62,4	< 0,137	< 0,104	< 0,125	< 0,113

Outros Parâmetros

Os parâmetros carbono orgânico total (COT) e fósforo total foram quantificados nas amostras de sedimento, das cotas intermediária e de projeto, tanto do berço quanto da área de acesso, entretanto apresentaram concentrações abaixo do valor alerta estabelecido pela Resolução Conama 344/04 (Brasil, 2004) (Tabela 3.6-15).

O nitrogênio kjeldahl total (NKT) apresentou concentração abaixo do limite de quantificação do método em todas as amostras, tanto do berço quanto da área de acesso (Tabela 3.6-15).

A Figura 3.6-6 apresenta a concentração de COT e fósforo total analisados no sedimento, das cotas intermediária e de projeto, coletados no berço do Cais da Marinha e na sua referida área de acesso.

Tabela 3.6-15. Concentrações de COT, fósforo total e NKT nas amostras, das cotas intermediária e de projeto, coletadas no berço e acesso ao berço de atracação do Cais da Marinha.

Outros					
Parâmetros	Unidade	Resolução CONAMA 344/04		Berço	
		Nível 1	Nível 2	CAIS MARINHA B	CAIS MARINHA B
				13,00-13,50/02	14,50-15,00/03
Carbono Orgânico Total	%	10		2,58	1,66
Fósforo Total	mg/kg	2000		673,9	224,1
Nitrogênio Kjeldahl Total	mg/kg	4800		< 114,4	< 87,0

Outros					
Parâmetros	Unidade	Resolução CONAMA 344/04		Área de Acesso	
		Nível 1	Nível 2	CAIS MARINHA A	CAIS MARINHA A
				13,00-13,50/02	14,50-15,00/03
Carbono Orgânico Total	%	10		3,59	2,08
Fósforo Total	mg/kg	2000		1275,5	584,6
Nitrogênio Kjeldahl Total	mg/kg	4800		< 104,2	< 94,5

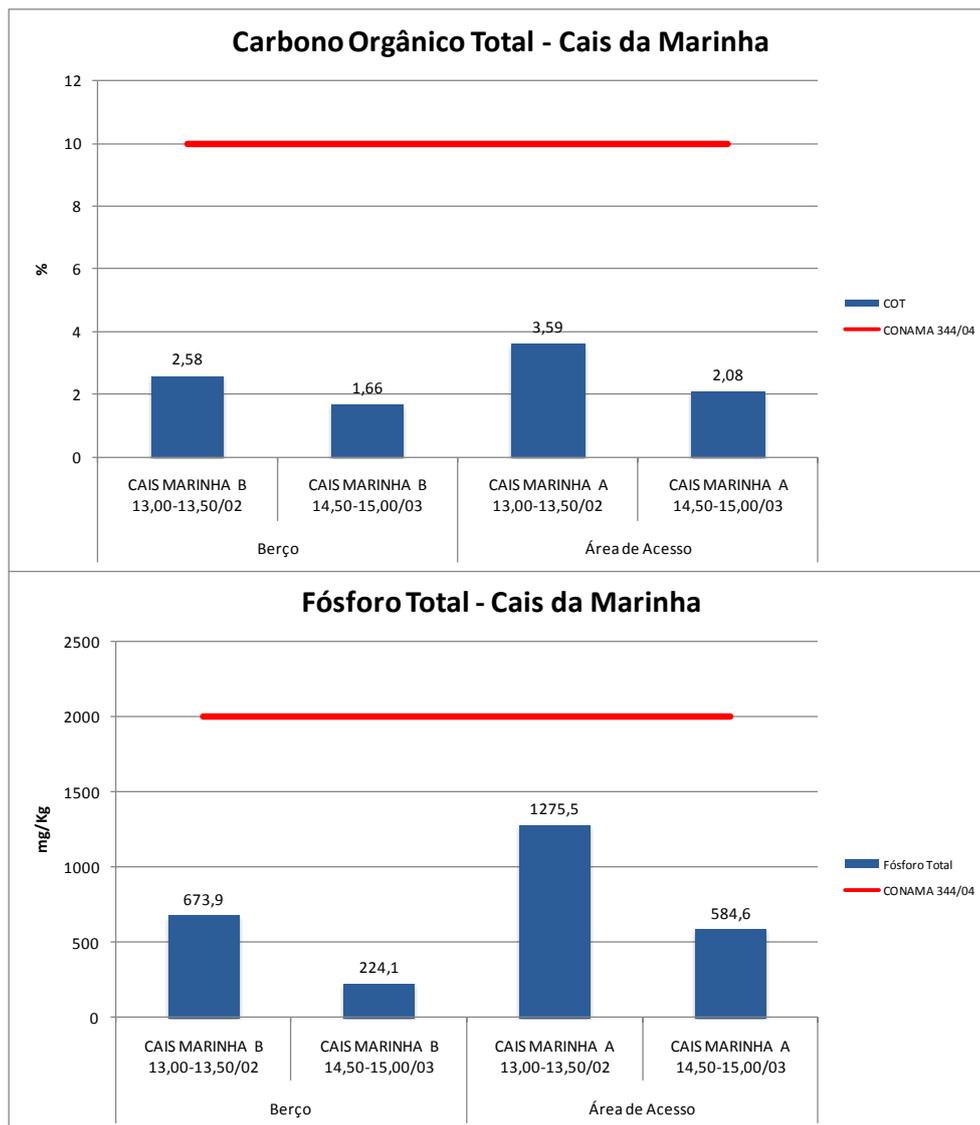


Figura 3.6-6. Concentrações de COT e fósforo total analisados nas amostras de sedimento, das cotas intermediária e de projeto, coletadas no berço e acesso ao berço de atracação do Cais da Marinha.

3.7. CAIS CORTE

- **SUPERFÍCIE**

A. Granulometria

A composição granulométrica do sedimento de superfície amostrado no berço e acesso ao berço de atracação do Cais CORTE está apresentada na Figura 3.7-1, e na Tabela 3.7-1.

Os resultados granulométricos mostraram predominância das frações silte (55,5%) e argila (37,1%), no sedimento coletado no berço do Cais CORTE, e em menores porcentagens foram encontradas as frações areia muito fina (5,93%), areia fina (1,25%) e areia média (0,215%). As frações areia grossa e areia muito grossa apresentaram valores abaixo de 0,10%.

No acesso ao berço de atracação as frações predominantes foram silte (56,5%) e argila (31,1%), seguido pelas frações areia muito fina (6,54%), areia grossa (2,93%), areia fina (2,28%) e areia média (0,542%). A fração areia muito grossa apresentou valor abaixo de 0,10%.

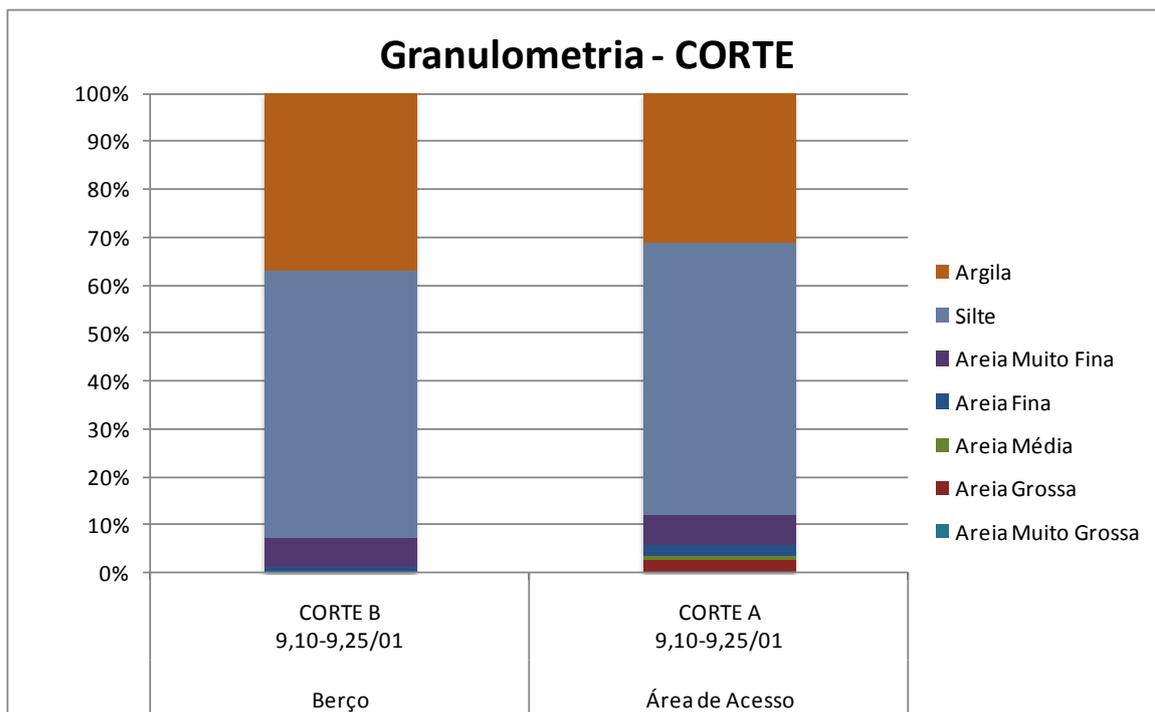


Figura 3.7-1. Composição granulométrica do sedimento de superfície do berço e área de acesso ao berço de atracação do Cais CORTE.

Tabela 3.7-1. Composição granulométrica do sedimento de superfície do berço e área de acesso ao berço de atracação do Cais CORTE.

Granulometria			
Fração	Unidade	Berço	Área de Acesso
		CORTE B 9,10-9,25/01	CORTE A 9,10-9,25/01
Argila	%	37,1	31,1
Silte	%	55,5	56,5
Areia Muito Fina	%	5,93	6,54
Areia Fina	%	1,25	2,28
Areia Média	%	0,215	0,542
Areia Grossa	%	<0,10	2,93
Areia Muito Grossa	%	<0,10	<0,10
Areia Total	%	7,39	12,3

B. Parâmetros Químicos

Metais e Arsênio

Os resultados das análises dos metais nas amostras de sedimento de superfície coletadas no berço e acesso ao berço de atracação do Cais CORTE estão apresentados na Tabela 3.7-2.

Dentre os parâmetros químicos, analisados no sedimento de superfície, arsênio e cádmio registraram concentrações abaixo do limite de quantificação (<LQ) tanto no berço quanto na sua área de acesso.

Os metais chumbo, cobre, cromo, níquel e zinco foram quantificados nas amostras, de sedimento de superfície, coletadas tanto no berço quanto na sua área de acesso. Entretanto, nenhum destes elementos apresentou concentração acima do nível 1 da Resolução Conama 344/04 (Brasil, 2004).

O metal mercúrio apresentou concentração acima do nível 1, da referida Resolução, tanto no berço do Cais CORTE quanto na sua área de acesso. Entretanto, vale ressaltar que os valores encontrados, 0,227 e 0,209 mg/kg, no berço e área de acesso, respectivamente ficaram próximos ao valor estabelecido como nível 1 (0,150 mg/kg) da Resolução Conama 344/04 (Brasil, 2004).

A Figura 3.7-2 apresenta a concentração de alguns metais analisados no sedimento de superfície coletados no berço do Cais CORTE e na sua referida área de acesso.

Hidrocarbonetos Policíclicos Aromáticos (HPAs)

Todos os HPAs, coletados no berço do Cais CORTE e na sua área de acesso, apresentaram valores abaixo do limite de quantificação (<LQ) do método (Tabela 3.7-3).

Bifenilas Policloradas (PCBs)

Os PCBs totais apresentaram concentrações inferiores aos limites de quantificação do método, tanto no berço quanto na sua área de acesso, enquadrando-se, portanto, nos valores de referência estabelecidos pela Resolução Conama 344/04 (Brasil, 2004) (Tabela 3.7-4).

Pesticidas Organoclorados

Assim como para os PCBs totais, os pesticidas organoclorados apresentaram, tanto no berço quanto na sua área de acesso, concentrações inferiores aos limites de quantificação do método (Tabela 3.7-5). Nenhuma das amostras analisadas, portanto, apresentou-se fora dos limites estabelecidos pela resolução citada.

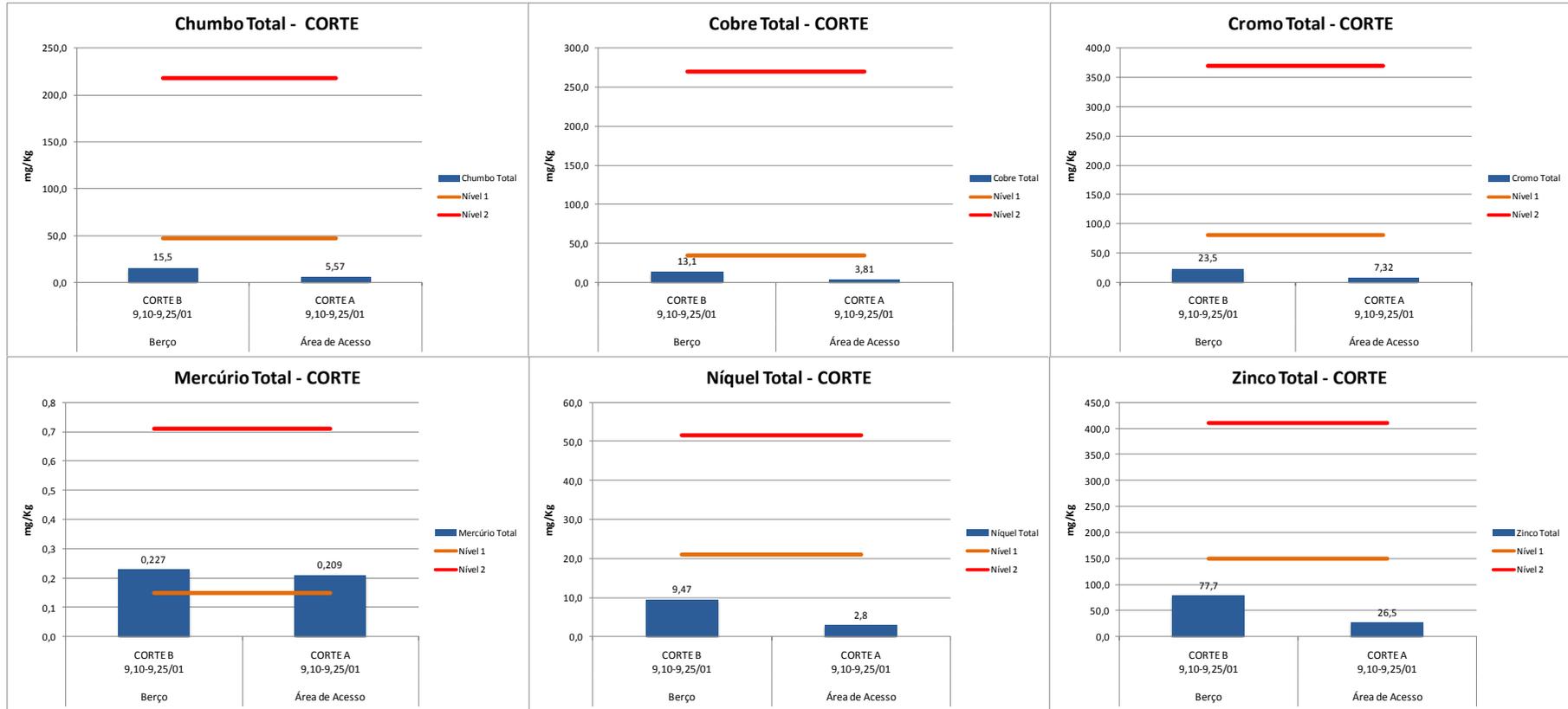


Figura 3.7-2. Concentração de alguns metais analisados nas amostras de sedimento de superfície coletadas no berço do Cais CORTE e na sua referida área de acesso.

Tabela 3.7-2. Concentrações de metais e arsênio total nas amostras de sedimento de superfície coletadas no berço e acesso ao berço de atracação do Cais CORTE.

Metais e Arsênio					
Parâmetros	Unidade	Resolução CONAMA 344/04		Berço	Área de Acesso
		Nível 1	Nível 2	CORTE B	CORTE A
				9,10-9,25/01	9,10-9,25/01
Arsênio Total	mg/kg	8,2	70,0	< 1,08	< 0,933
Cádmio Total	mg/kg	1,2	9,6	< 0,723	< 0,622
Chumbo Total	mg/kg	46,7	218,0	15,5	5,57
Cobre Total	mg/kg	34,0	270,0	13,1	3,81
Cromo Total	mg/kg	81,0	370,0	23,5	7,32
Mercúrio Total	mg/kg	0,15	0,71	0,227	0,209
Níquel Total	mg/kg	20,9	51,6	9,47	2,8
Zinco Total	mg/kg	150,0	410,0	77,7	26,5

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

Tabela 3.7-3. Concentrações de HPAs nas amostras de sedimento de superfície coletadas no berço e acesso ao berço de atracação do Cais CORTE.

Hidrocarbonetos Policíclicos Aromáticos ou HPAs					
Parâmetros	Unidade	Resolução CONAMA 344/04		Berço	Área de Acesso
		Nível 1	Nível 2	CORTE B	CORTE A
				9,10-9,25/01	9,10-9,25/01
Benzo(a)antraceno	µg/kg	74,8	693,0	< 8,67	< 7,46
Benzo(a)pireno	µg/kg	88,8	763,0	< 8,67	< 7,46
Criseno	µg/kg	108,0	846,0	< 8,67	< 7,46
Dibenzo(a,h)antraceno	µg/kg	6,2	135,0	< 8,67	< 7,46
Acenafteno	µg/kg	16,0	500,0	< 8,67	< 7,46
Acenaftileno	µg/kg	44,0	640,0	< 8,67	< 7,46
Antraceno	µg/kg	85,3	1100,0	< 8,67	< 7,46
Fenantreno	µg/kg	240,0	1500,0	< 8,67	< 7,46
Fluoranteno	µg/kg	600,0	5100,0	< 8,67	< 7,46
Fluoreno	µg/kg	19,0	540,0	< 8,67	< 7,46
2-Metilnaftaleno	µg/kg	70,0	670,0	< 8,67	< 7,46
Naftaleno	µg/kg	160,0	2100,0	< 8,67	< 7,46
Pireno	µg/kg	665,0	2600,0	< 8,67	< 7,46

Tabela 3.7-4. Concentrações de PCBs nas amostras de sedimento de superfície coletadas no berço e acesso ao berço de atracação do Cais CORTE.

Bifenilas Policloradas ou PCBs					
Parâmetros	Unidade	Resolução CONAMA 344/04		Berço	Área de Acesso
		Nível 1	Nível 2	CORTE B	CORTE A
				9,10-9,25/01	9,10-9,25/01
Bifenilas Policloradas Totais	µg/kg	22,7	180	< 0,173	< 0,149

Tabela 3.7-5. Concentrações de Pesticidas Organoclorados nas amostras de sedimento de superfície coletadas no berço e acesso ao berço de atracação do Cais CORTE.

Pesticidas Organoclorados					
Parâmetros	Unidade	Resolução		Berço	Área de Acesso
		CONAMA 344/04		CORTE B	CORTE A
		Nível 1	Nível 2	9,10-9,25/01	9,10-9,25/01
a-BHC	µg/kg	0,32	0,99	< 0,173	< 0,149
b-BHC	µg/kg	0,32	0,99	< 0,173	< 0,149
d-BHC	µg/kg	0,32	0,99	< 0,173	< 0,149
g-BHC	µg/kg	0,32	0,99	< 0,173	< 0,149
a-Clordano	µg/kg	2,26	4,79	< 0,173	< 0,149
g-Clordano	µg/kg	2,26	4,79	< 0,173	< 0,149
DDD	µg/kg	1,22	7,81	< 0,173	< 0,149
DDE	µg/kg	2,07	374	< 0,173	< 0,149
DDT	µg/kg	1,19	4,77	< 0,173	< 0,149
Dieldrin	µg/kg	0,71	4,3	< 0,173	< 0,149
Endrin	µg/kg	2,67	62,4	< 0,173	< 0,149

Outros Parâmetros

Os parâmetros carbono orgânico total (COT), fósforo total e nitrogênio kjeldahl total (NKT) foram quantificados nas amostras de sedimento de superfície, tanto no berço quanto na área de acesso ao berço de atracação, entretanto apresentaram concentrações abaixo do valor alerta estabelecido pela Resolução Conama 344/04 (Brasil, 2004) (Tabela 3.7-6).

A Figura 3.7-3 apresenta a concentração de COT, fósforo total e NKT analisados no sedimento de superfície coletados no berço do Cais CORTE e na sua referida área de acesso.

Tabela 3.7-6. Concentrações de COT, fósforo total e NKT nas amostras de sedimento coletadas no berço e acesso ao berço de atracação do Cais CORTE.

Outros Parâmetros						
Parâmetros	Unidade	Resolução	Berço	Área de Acesso		
			CONAMA 344/04		CORTE B	CORTE A
					9,10-9,25/01	9,10-9,25/01
Carbono Orgânico Total	%	10	4,14	3,97		
Fósforo Total	mg/kg	2000	460,1	146,8		
Nitrogênio Kjeldahl Total	mg/kg	4800	887,4	641,3		

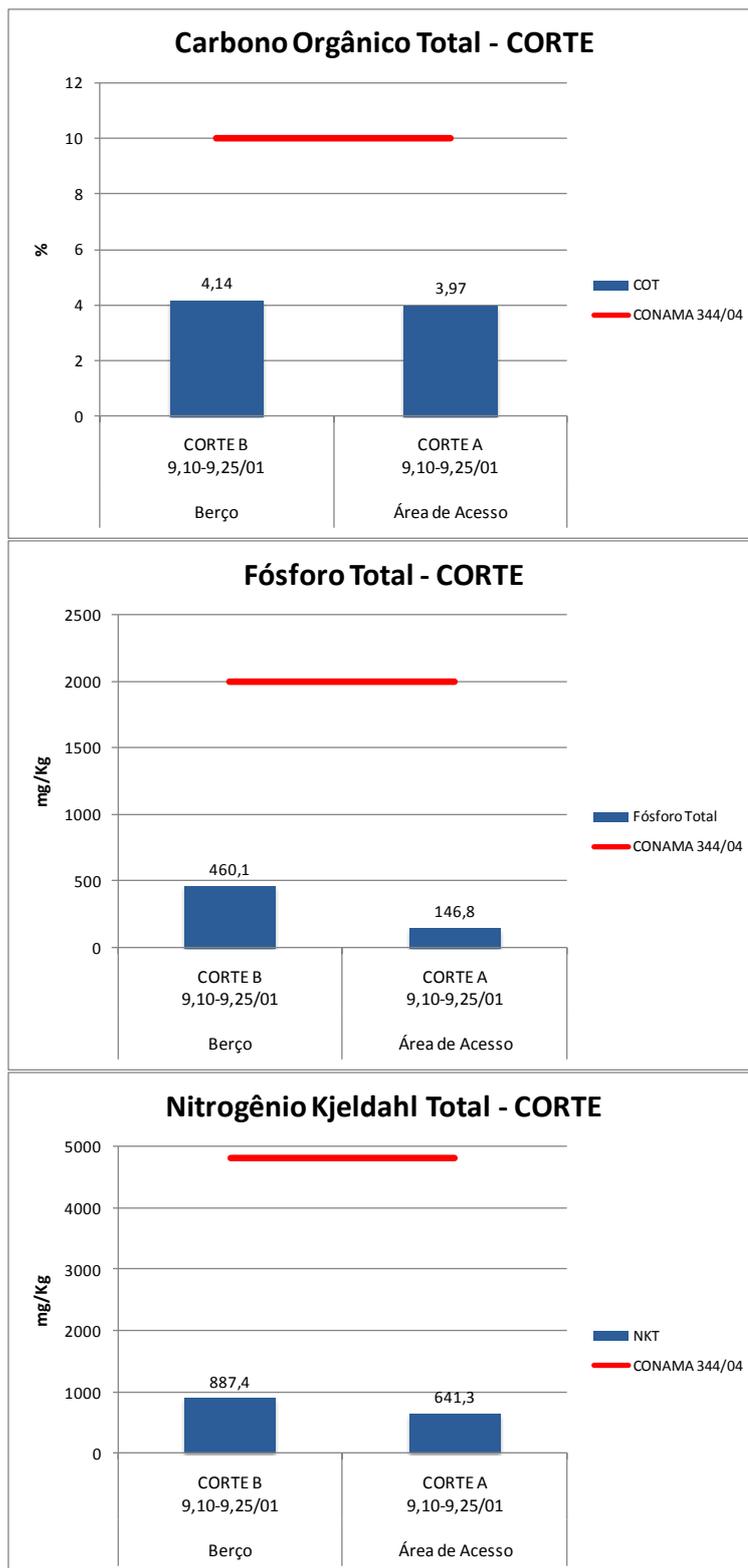


Figura 3.7-3. Concentrações de COT, fósforo total e NKT analisados nas amostras de sedimento de superfície coletadas no berço e acesso ao berço de atracação do Cais CORTE.

C. Análise Ecotoxicológica

Teste de Toxicidade Aguda com *Leptocheirus plumulosus*

A análise Ecotoxicológica com o anfípoda *L. plumulosus* foi realizada com amostra de sedimento de superfície tanto do berço do Cais CORTE quanto da área de acesso ao berço de atracação.

Os parâmetros físicos e químicos, como pH, salinidade (‰) e oxigênio dissolvido (mg/L), medidos na água de interface no início e fim do teste de toxicidade aguda estão apresentados na Tabela 3.7-7. Já as análises de pH, salinidade (‰), oxigênio dissolvido (mg/L), temperatura (°C), nitrogênio amoniacal (mg/L) e amônia não ionizada (NH₃ - mg/L), efetuadas na água intersticial dos sedimentos no início e fim do teste, estão apresentados na Tabela 3.7-8.

Paralelamente aos testes com as amostras coletadas foi realizado um controle laboratorial. Os resultados obtidos para esse controle também se encontram nas tabelas a seguir.

Tabela 3.7-7. Parâmetros físicos e químicos medidos na água de interface, no início e fim do teste de toxicidade aguda com *L. plumulosus*, para as amostras de sedimento de superfície do berço e área de acesso ao berço do Cais CORTE.

Amostra	pH		Salinidade (‰)		Oxigênio Dissolvido (mg/L)	
	Inicial	Final	Inicial	Final	Inicial	Final
Controle	7,70	8,05	20	21	6,11	6,17
CORTE Berço	8,08	8,55	22	22	4,73	5,95
CORTE Acesso	8,06	8,47	21	23	5,01	5,99

Tabela 3.7-8. Parâmetros físicos e químicos medidos na água intersticial, no início e fim do teste de toxicidade aguda com *L. plumulosus*, para as amostras de sedimento de superfície do berço e área de acesso ao berço do Cais CORTE.

Amostra	pH		Salinidade (‰)		Oxigênio Dissolvido (mg/L)		Temperatura (°C)		Nitrogênio amoniacal (mg/L)		Amônia não ionizada (mg/L)	
	Inicial	Final	Inicial	Final	Inicial	Final	Inicial	Final	Inicial	Final	Inicial	Final
Controle	7,88	7,90	26	24	5,29	4,62	24,6	24,8	3,50	-	0,120	-
CORTE Berço	7,65	7,85	31	26	4,34	4,85	24,6	24,8	22,00	-	0,442	-
CORTE Acesso	7,78	7,75	30	25	4,48	4,34	24,6	24,8	18,50	-	0,498	-

A Tabela 3.7-9 apresenta os resultados do teste de toxicidade aguda com *L. plumulosus* nas amostras de sedimento de superfície do Cais CORTE. Os valores obtidos estão dentro da faixa estabelecida para a aceitação dos resultados.

Tabela 3.7-9. Efeito tóxico observado nos testes de toxicidade aguda com *L. plumulosus* para as amostras de sedimento de superfície, do berço e área de acesso ao berço do Cais CORTE, em cada réplica após o período de exposição.

Amostra	Réplica	Nº final de animais por réplica		Mortalidade total (%)	Resultado
		Mortos	Total		
Controle	1	0	20	2	-
	2	0	20		
	3	1	20		
CORTE Berço	1	0	20	3	Não Tóxico
	2	0	20		
	3	2	20		
CORTE Acesso	1	0	20	5	Não Tóxico
	2	2	20		
	3	1	20		

De acordo com o tratamento estatístico aplicado, foi verificado que as amostras de sedimento de superfície, do berço do Cais CORTE e da área de acesso ao berço de atracação, não apresentaram toxicidade aguda para *L. plumulosus*, em comparação com o controle, após 10 dias de exposição.

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 essa espécie (USEPA, 2001).

A sensibilidade dos indivíduos de *L. plumulosus* 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} ; 96h) e respectivo intervalo de confiança obtidos foram: 0,71 mg Zn/L (I.C.: 0,62 a 0,81 mg Zn/L). A carta-controle de sensibilidade desse sistema-teste, utilizando dados acumulados de vários testes, indica 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.

3.8. CAIS VALONGO

- **SUPERFÍCIE**

A. Granulometria

A composição granulométrica do sedimento de superfície amostrado no berço e acesso ao berço de atracação do Cais VALONGO está apresentada na Figura 3.8-1, e na Tabela 3.8-1.

Os resultados granulométricos mostraram dominância da fração silte (78,6%), no sedimento coletado no berço do Cais VALONGO, e em menores porcentagens foram encontradas as frações argila (11,8%), areia muito fina (5,08%), areia fina (3,82%), areia grossa (0,342%) e areia média (0,148%). A fração areia muito grossa apresentou valor abaixo de 0,10%.

No acesso ao berço de atracação as frações predominantes foram silte (51,2%) e argila (37,4%), seguido pelas frações areia muito fina (6,48%), areia fina (4,38%), areia grossa (0,326%) e areia média (0,282%). A fração areia muito grossa apresentou valor abaixo de 0,10%.

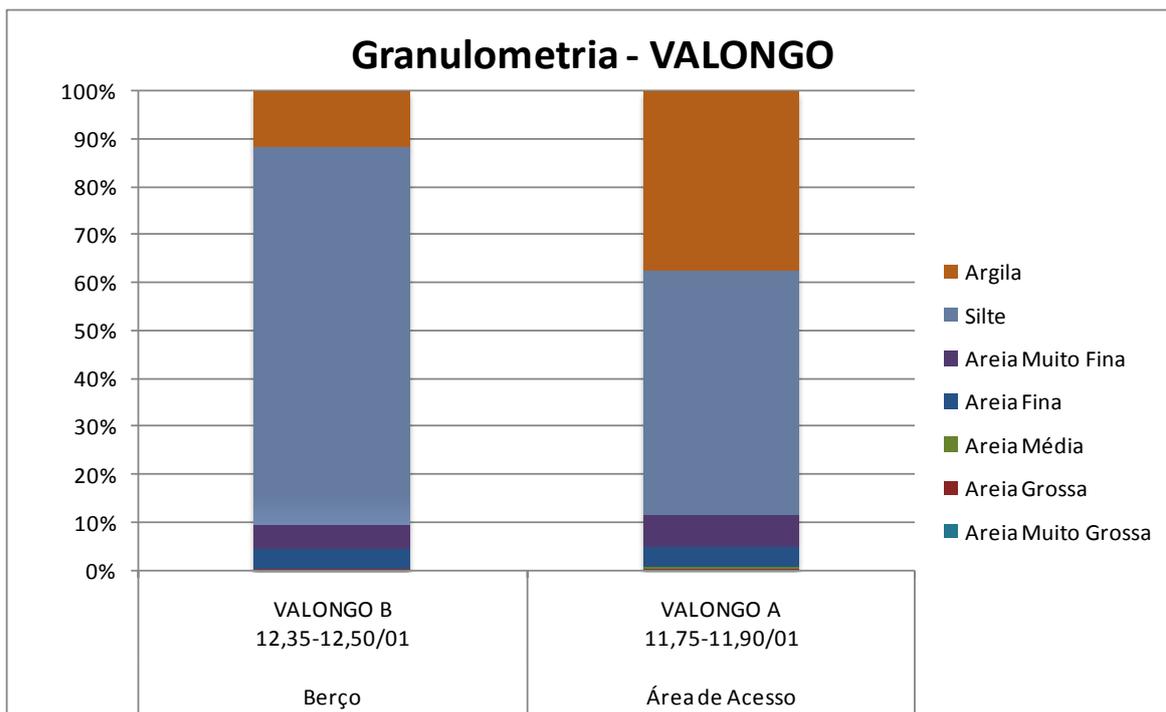


Figura 3.8-1. Composição granulométrica do sedimento de superfície do berço e área de acesso ao berço de atracação do Cais VALONGO.

Tabela 3.8-1. Composição granulométrica do sedimento de superfície do berço e área de acesso ao berço de atracação do Cais VALONGO.

Granulometria			
Fração	Unidade	Berço	Área de Acesso
		VALONGO B 12,35-12,50/01	VALONGO A 11,75-11,90/01
Argila	%	11,8	37,4
Silte	%	78,6	51,2
Areia Muito Fina	%	5,08	6,48
Areia Fina	%	3,82	4,38
Areia Média	%	0,148	0,282
Areia Grossa	%	0,342	0,326
Areia Muito Grossa	%	<0,10	<0,10
Areia Total	%	9,39	11,5

B. Parâmetros Químicos

Metais e Arsênio

Os resultados das análises dos metais nas amostras de sedimento de superfície coletadas no berço e acesso ao berço de atracação do Cais VALONGO estão apresentados na Tabela 3.8-2.

Dentre os parâmetros químicos, analisados no sedimento de superfície, arsênio e cádmio registraram concentrações abaixo do limite de quantificação (<LQ) tanto no berço quanto na sua área de acesso.

Os metais chumbo, cobre, cromo, níquel e zinco foram quantificados nas amostras, de sedimento de superfície, coletadas tanto no berço quanto na sua área de acesso. Entretanto, nenhum destes elementos apresentou concentração acima do nível 1 da Resolução Conama 344/04 (Brasil, 2004).

O metal mercúrio apresentou concentração acima do nível 1, da referida Resolução, no berço do Cais VALONGO. Entretanto, vale ressaltar que o valor encontrado (0,192 mg/kg) ficou próximo ao valor estabelecido como nível 1 (0,150 mg/kg), enquanto na área de acesso ao berço o valor encontrado foi 0,0957 mg/kg, ficando assim abaixo do nível 1 da Resolução Conama 344/04 (Brasil, 2004).

A Figura 3.8-2 apresenta a concentração de alguns metais analisados no sedimento de superfície coletados no berço do Cais VALONGO e na sua referida área de acesso.

Hidrocarbonetos Policíclicos Aromáticos (HPAs)

Todos os HPAs, coletados no berço do Cais VALONGO e na sua área de acesso, apresentaram valores abaixo do limite de quantificação (<LQ) do método (Tabela 3.8-3).

Bifenilas Policloradas (PCBs)

Os PCBs totais apresentaram concentrações inferiores aos limites de quantificação do método, tanto no berço quanto na sua área de acesso, enquadrando-se, portanto, nos valores de referência estabelecidos pela Resolução Conama 344/04 (Brasil, 2004) (Tabela 3.8-4).

Pesticidas Organoclorados

Assim como para os PCBs totais, os pesticidas organoclorados apresentaram, tanto no berço quanto na sua área de acesso, concentrações inferiores aos limites de quantificação do método (Tabela 3.8-5). Nenhuma das amostras analisadas, portanto, apresentou-se fora dos limites estabelecidos pela resolução citada.

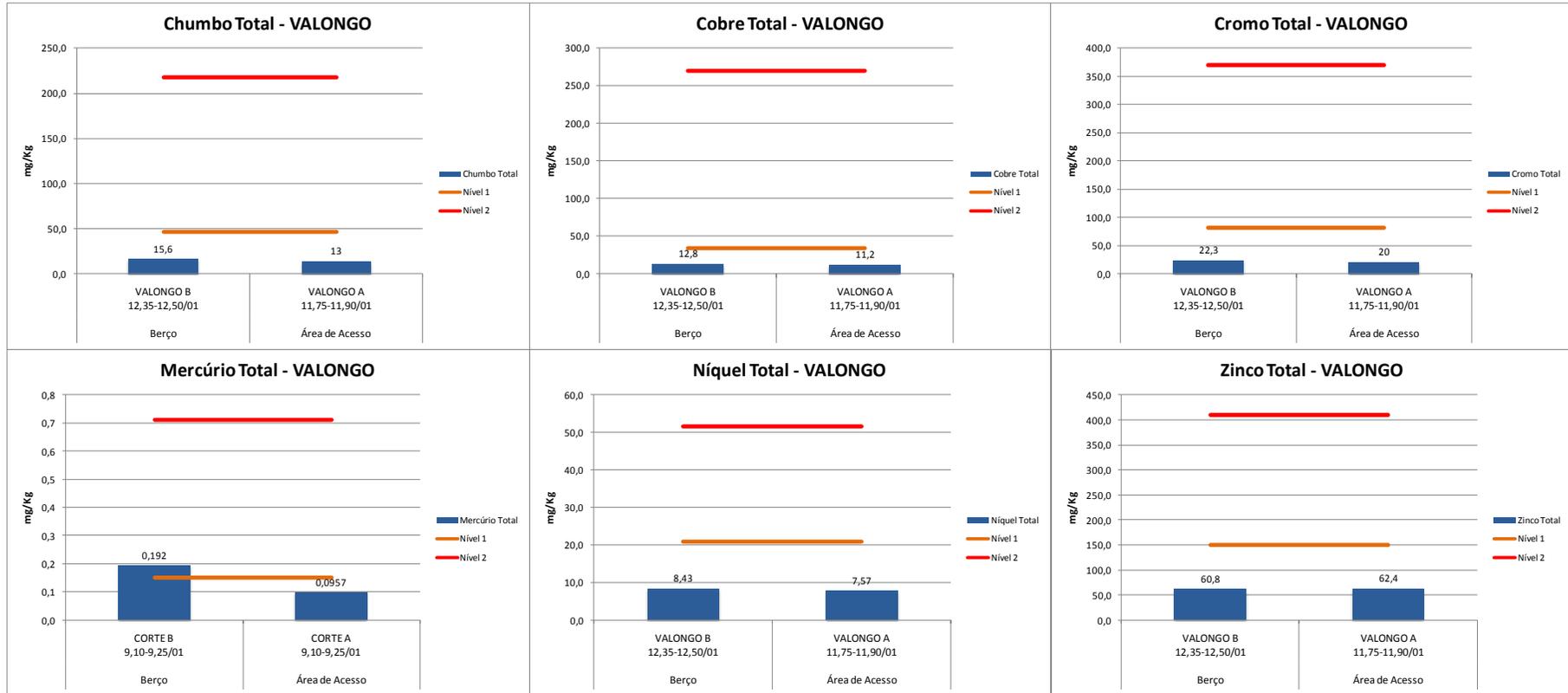


Figura 3.8-2. Concentração de alguns metais analisados nas amostras de sedimento de superfície coletadas no berço do Cais VALONGO e na sua referida área de acesso.

Tabela 3.8-2. Concentrações de metais e arsênio total nas amostras de sedimento de superfície coletadas no berço e acesso ao berço de atracação do Cais VALONGO.

Metais e Arsênio					
Parâmetros	Unidade	Resolução		Berço	Área de Acesso
		CONAMA 344/04		VALONGO B	VALONGO A
		Nível 1	Nível 2	12,35-12,50/01	11,75-11,90/01
Arsênio Total	mg/kg	8,2	70,0	< 0,926	< 0,776
Cádmio Total	mg/kg	1,2	9,6	< 0,617	< 0,518
Chumbo Total	mg/kg	46,7	218,0	15,6	13
Cobre Total	mg/kg	34,0	270,0	12,8	11,2
Cromo Total	mg/kg	81,0	370,0	22,3	20
Mercúrio Total	mg/kg	0,15	0,71	0,192	0,0957
Níquel Total	mg/kg	20,9	51,6	8,43	7,57
Zinco Total	mg/kg	150,0	410,0	60,8	62,4

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

Tabela 3.8-3. Concentrações de HPAs nas amostras de sedimento de superfície coletadas no berço e acesso ao berço de atracação do Cais VALONGO.

Hidrocarbonetos Policíclicos Aromáticos ou HPAs					
Parâmetros	Unidade	Resolução		Berço	Área de Acesso
		CONAMA 344/04		VALONGO B	VALONGO A
		Nível 1	Nível 2	12,35-12,50/01	11,75-11,90/01
Benzo(a)antraceno	µg/kg	74,8	693,0	< 7,41	< 6,21
Benzo(a)pireno	µg/kg	88,8	763,0	< 7,41	< 6,21
Criseno	µg/kg	108,0	846,0	< 7,41	< 6,21
Dibenzo(a,h)antraceno	µg/kg	6,2	135,0	< 7,41	< 6,21
Acenafteno	µg/kg	16,0	500,0	< 7,41	< 6,21
Acenaftileno	µg/kg	44,0	640,0	< 7,41	< 6,21
Antraceno	µg/kg	85,3	1100,0	< 7,41	< 6,21
Fenantreno	µg/kg	240,0	1500,0	< 7,41	< 6,21
Fluoranteno	µg/kg	600,0	5100,0	< 7,41	< 6,21
Fluoreno	µg/kg	19,0	540,0	< 7,41	< 6,21
2-Metilnaftaleno	µg/kg	70,0	670,0	< 7,41	< 6,21
Naftaleno	µg/kg	160,0	2100,0	< 7,41	< 6,21
Pireno	µg/kg	665,0	2600,0	< 7,41	< 6,21

Tabela 3.8-4. Concentrações de PCBs nas amostras de sedimento de superfície coletadas no berço e acesso ao berço de atracação do Cais VALONGO.

Bifenilas Policloradas ou PCBs					
Parâmetros	Unidade	Resolução		Berço	Área de Acesso
		CONAMA 344/04		VALONGO B	VALONGO A
		Nível 1	Nível 2	12,35-12,50/01	11,75-11,90/01
Bifenilas Policloradas Totais	µg/kg	22,7	180	< 0,148	< 0,124

Tabela 3.8-5. Concentrações de Pesticidas Organoclorados nas amostras de sedimento de superfície coletadas no berço e acesso ao berço de atracação do Cais VALONGO.

Pesticidas Organoclorados					
Parâmetros	Unidade	Resolução		Berço	Área de Acesso
		CONAMA 344/04		VALONGO B	VALONGO A
		Nível 1	Nível 2	12,35-12,50/01	11,75-11,90/01
a-BHC	µg/kg	0,32	0,99	< 0,148	< 0,124
b-BHC	µg/kg	0,32	0,99	< 0,148	< 0,124
d-BHC	µg/kg	0,32	0,99	< 0,148	< 0,124
g-BHC	µg/kg	0,32	0,99	< 0,148	< 0,124
a-Clordano	µg/kg	2,26	4,79	< 0,148	< 0,124
g-Clordano	µg/kg	2,26	4,79	< 0,148	< 0,124
DDD	µg/kg	1,22	7,81	< 0,148	< 0,124
DDE	µg/kg	2,07	374	< 0,148	< 0,124
DDT	µg/kg	1,19	4,77	< 0,148	< 0,124
Dieldrin	µg/kg	0,71	4,3	< 0,148	< 0,124
Endrin	µg/kg	2,67	62,4	< 0,148	< 0,124

Outros Parâmetros

Os parâmetros carbono orgânico total (COT), fósforo total e nitrogênio kjeldahl total (NKT) foram quantificados nas amostras de sedimento de superfície, tanto no berço quanto na área de acesso ao berço de atracação, entretanto apresentaram concentrações abaixo do valor alerta estabelecido pela Resolução Conama 344/04 (Brasil, 2004) (Tabela 3.8-6).

A Figura 3.8-3 apresenta a concentração de COT, fósforo total e NKT analisados no sedimento de superfície coletados no berço do Cais VALONGO e na sua referida área de acesso.

Tabela 3.8-6. Concentrações de COT, fósforo total e NKT nas amostras de sedimento coletadas no berço e acesso ao berço de atracação do Cais VALONGO.

Outros Parâmetros				
Parâmetros	Unidade	Resolução	Berço	Área de Acesso
			VALONGO B	VALONGO A
			12,35-12,50/01	11,75-11,90/01
Carbono Orgânico Total	%	10	4,23	5,63
Fósforo Total	mg/kg	2000	407,9	378,1
Nitrogênio Kjeldahl Total	mg/kg	4800	551,3	384,7

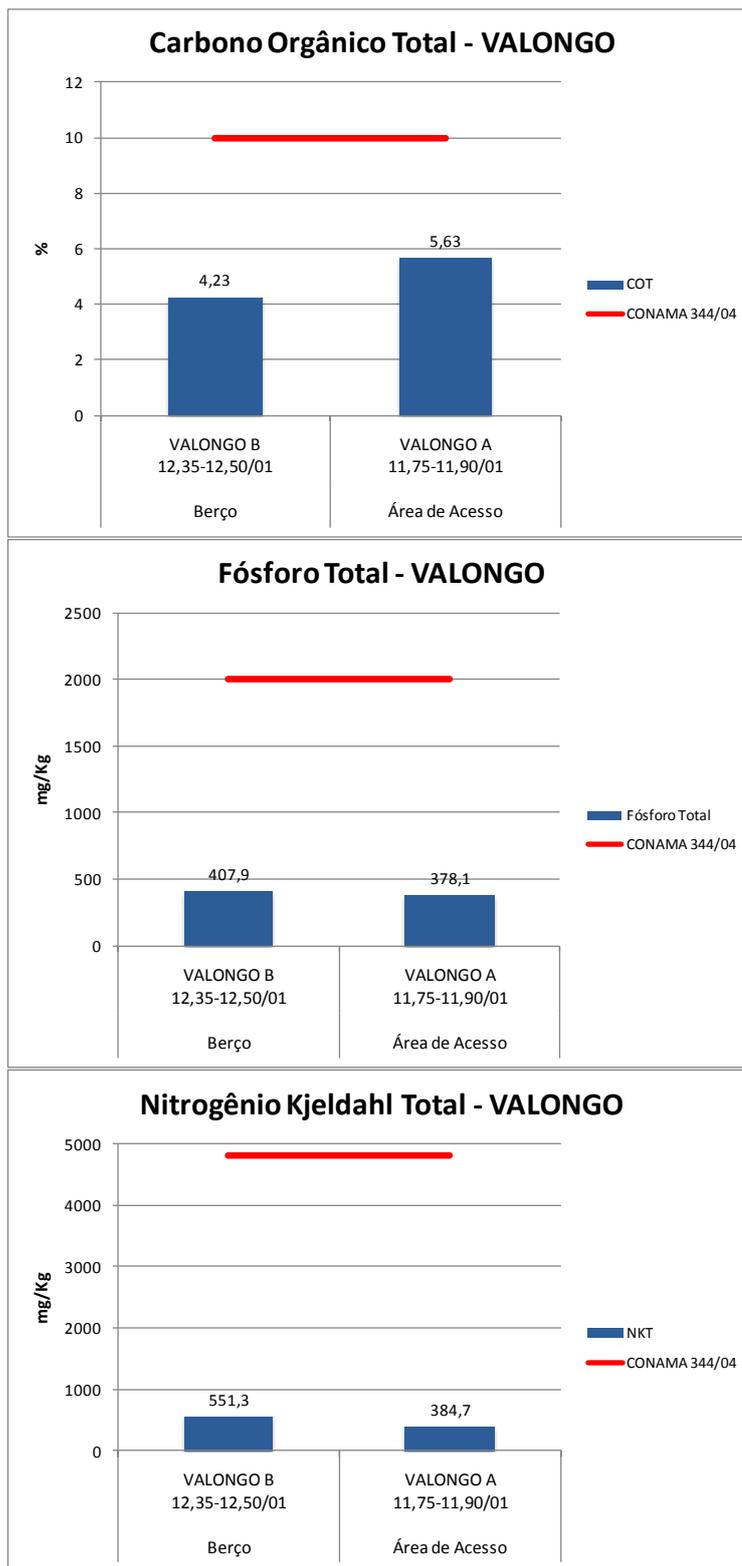


Figura 3.8-3. Concentrações de COT, fósforo total e NKT analisados nas amostras de sedimento de superfície coletadas no berço e acesso ao berço de atracação do Cais VALONGO.

C. Análise Ecotoxicológica

Teste de Toxicidade Aguda com *Leptocheirus plumulosus*

A análise Ecotoxicológica com o anfípoda *L. plumulosus* foi realizada com amostra de sedimento de superfície tanto do berço do Cais VALONGO quanto da área de acesso ao berço de atracação.

Os parâmetros físicos e químicos, como pH, salinidade (‰) e oxigênio dissolvido (mg/L), medidos na água de interface no início e fim do teste de toxicidade aguda estão apresentados na Tabela 3.8-7. Já as análises de pH, salinidade (‰), oxigênio dissolvido (mg/L), temperatura (°C), nitrogênio amoniacal (mg/L) e amônia não ionizada (NH₃ - mg/L), efetuadas na água intersticial dos sedimentos no início e fim do teste, estão apresentados na Tabela 3.8-8.

Paralelamente aos testes com as amostras coletadas foi realizado um controle laboratorial. Os resultados obtidos para esse controle também se encontram nas tabelas a seguir.

Tabela 3.8-7. Parâmetros físicos e químicos medidos na água de interface, no início e fim do teste de toxicidade aguda com *L. plumulosus*, para as amostras de sedimento de superfície do berço e área de acesso ao berço do Cais VALONGO.

Amostra	pH		Salinidade (‰)		Oxigênio Dissolvido (mg/L)	
	Inicial	Final	Inicial	Final	Inicial	Final
Controle	7,70	8,05	20	21	6,11	6,17
VALONGO Berço	8,12	8,37	21	25	4,32	5,70
VALONGO Acesso	8,11	8,42	22	24	4,25	5,71

Tabela 3.8-8. Parâmetros físicos e químicos medidos na água intersticial, no início e fim do teste de toxicidade aguda com *L. plumulosus*, para as amostras de sedimento de superfície do berço e área de acesso ao berço do Cais VALONGO.

Amostra	pH		Salinidade (‰)		Oxigênio Dissolvido (mg/L)		Temperatura (°C)		Nitrogênio amoniacal (mg/L)		Amônia não ionizada (mg/L)	
	Inicial	Final	Inicial	Final	Inicial	Final	Inicial	Final	Inicial	Final	Inicial	Final
Controle	7,88	7,90	26	24	5,29	4,62	24,6	24,8	3,50	-	0,120	-
VALONGO Berço	7,76	7,99	32	25	4,48	5,14	24,6	24,8	22,00	-	0,566	-
VALONGO Acesso	8,00	7,84	32	25	4,37	4,66	24,6	24,8	25,00	-	1,098	-

A Tabela 3.8-9 apresenta os resultados do teste de toxicidade aguda com *L. plumulosus* nas amostras de sedimento de superfície do Cais VALONGO. Os valores obtidos estão dentro da faixa estabelecida para a aceitação dos resultados.

Tabela 3.8-9. Efeito tóxico observado nos testes de toxicidade aguda com *L. plumulosus* para as amostras de sedimento de superfície, do berço e área de acesso ao berço do Cais VALONGO, em cada réplica após o período de exposição.

Amostra	Réplica	Nº final de animais por réplica		Mortalidade total (%)	Resultado
		Mortos	Total		
Controle	1	0	20	2	-
	2	0	20		
	3	1	20		
VALONGO Berço	1	0	20	3	Não Tóxico
	2	1	20		
	3	1	20		
VALONGO Acesso	1	3	20	8	Não Tóxico
	2	1	20		
	3	1	20		

De acordo com o tratamento estatístico aplicado, foi verificado que as amostras de sedimento de superfície, do berço do Cais VALONGO e da área de acesso ao berço de atracação, não apresentaram toxicidade aguda para *L. plumulosus*, em comparação com o controle, após 10 dias de exposição.

Quanto à concentração de amônia não ionizada da água intersticial no início do teste, o valor da amostra de sedimento de superfície do acesso esteve acima do limite de 0,8 mg/L que, isoladamente, pode causar efeito tóxico para *Leptocheirus plumulosus* (USEPA, 2001), entretanto, tal efeito não foi observado.

A sensibilidade dos indivíduos de *L. plumulosus* 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} ; 96h) e respectivo intervalo de confiança obtidos foram: 0,71 mg Zn/L (I.C.: 0,62 a 0,81 mg Zn/L). A carta-controle de sensibilidade desse sistema-teste, utilizando dados acumulados de vários testes, indica 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.

- **COTA DE PROJETO**

- Berço: 15,00 metros
 - Amostra: VALONGO B 14,50-15,00/02
- Acesso: 15,00 metros
 - Amostra: VALONGO A 14,50-15,00/02

A. Granulometria

A composição granulométrica do sedimento da cota de projeto amostrado no berço e acesso ao berço de atracação do Cais VALONGO está apresentada na Figura 3.8-4, e na Tabela 3.8-10.

Os resultados granulométricos mostraram predominância das frações areia muito fina (45,6%) e silte (36,9%), no sedimento coletado no berço, e em menores porcentagens foram encontradas as frações areia fina (7,08%), argila (4,81%), areia média (3,21%), areia grossa (1,28%) e areia muito grossa (1,06%). No acesso ao berço de atracação a fração dominante foi o silte (50,4%), seguido pelas frações areia muito fina (15,0%), areia fina (14,0%), argila (5,96%), areia muito grossa (5,17%), areia grossa (4,57%) e areia média (4,54%).

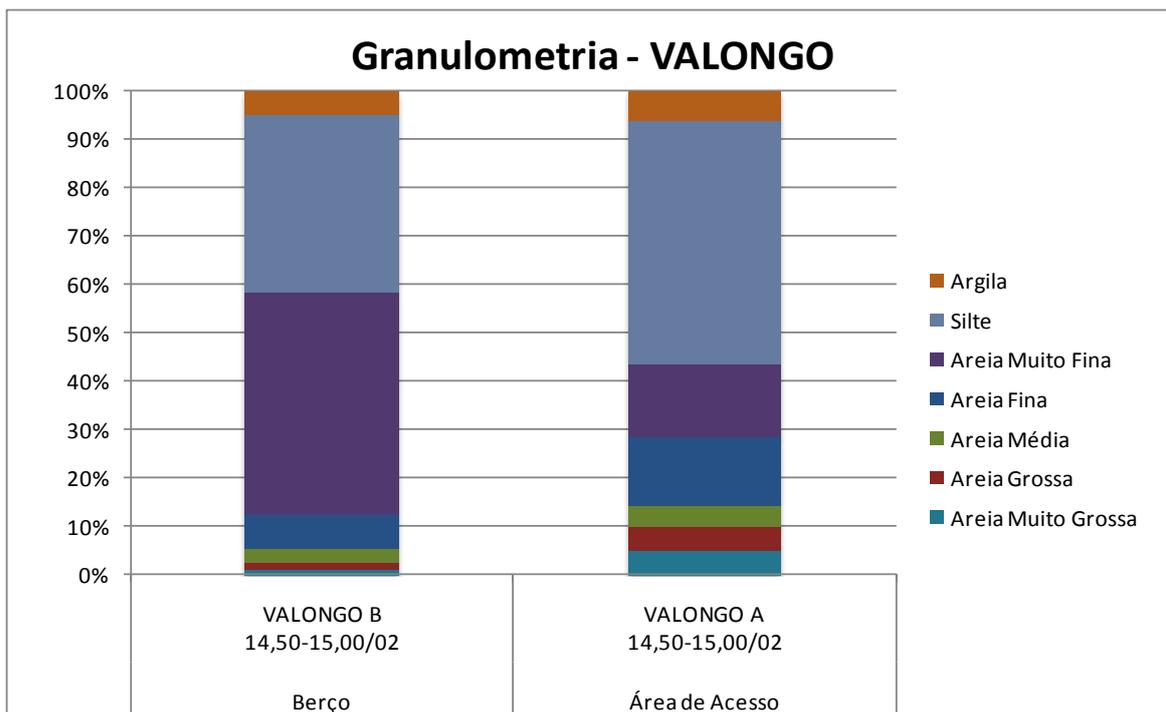


Figura 3.8-4. Composição granulométrica do sedimento da cota de projeto, coletado no berço e área de acesso ao berço de atracação do Cais VALONGO.

Tabela 3.8-10. Composição granulométrica do sedimento da cota de projeto, coletado no berço e da área de acesso ao berço de atracação do Cais VALONGO.

Granulometria			
Fração	Unidade	Berço	Área de Acesso
		VALONGO B 14,50-15,00/02	VALONGO A 14,50-15,00/02
Argila	%	4,81	5,96
Silte	%	36,9	50,4
Areia Muito Fina	%	45,6	15,0
Areia Fina	%	7,08	14,0
Areia Média	%	3,21	4,54
Areia Grossa	%	1,28	4,57
Areia Muito Grossa	%	1,06	5,17
Areia Total	%	58,3	43,3

B. Parâmetros Químicos

Metais e Arsênio

Os resultados das análises dos metais nas amostras de sedimento da cota de projeto, coletadas no berço e acesso ao berço de atracação do Cais VALONGO estão apresentados na Tabela 3.8-11.

Dentre os parâmetros químicos analisados no sedimento, cádmio e mercúrio registraram concentrações abaixo do limite de quantificação (<LQ) tanto no berço quanto na sua área de acesso.

O arsênio foi quantificado na amostra da área de acesso, entretanto com valor inferior ao nível 1 estabelecido pela Resolução Conama 344/04 (Brasil, 2004). E na amostra do berço a concentração de arsênio ficou abaixo do limite de quantificação do método.

Os metais chumbo, cobre, cromo, níquel e zinco foram quantificados nas amostras, tanto do berço quanto da sua área de acesso, entretanto, nenhum destes elementos apresentou concentração acima do nível 1 da Resolução Conama 344/04 (Brasil, 2004).

A Figura 3.8-5 apresenta a concentração de alguns metais analisados no sedimento da cota de projeto, coletados no berço do Cais VALONGO e na sua referida área de acesso.

Hidrocarbonetos Policíclicos Aromáticos (HPAs)

Todos os HPAs, coletados no sedimento da cota de projeto do berço e da sua área de acesso, apresentaram valores abaixo do limite de quantificação do método (Tabela 3.8-12).

Bifenilas Policloradas (PCBs)

Os PCBs totais apresentaram concentrações inferiores aos limites de quantificação do método, tanto no berço quanto na sua área de acesso,

enquadrando-se, portanto, nos valores de referência estabelecidos pela Resolução Conama 344/04 (Brasil, 2004) (Tabela 3.8-13).

Pesticidas Organoclorados

Assim como para os PCBs totais, os pesticidas organoclorados apresentaram, tanto no berço quanto na sua área de acesso, concentrações inferiores aos limites de quantificação do método (Tabela 3.8-14). Nenhuma das amostras analisadas, portanto, apresentou-se fora dos limites estabelecidos pela resolução citada.

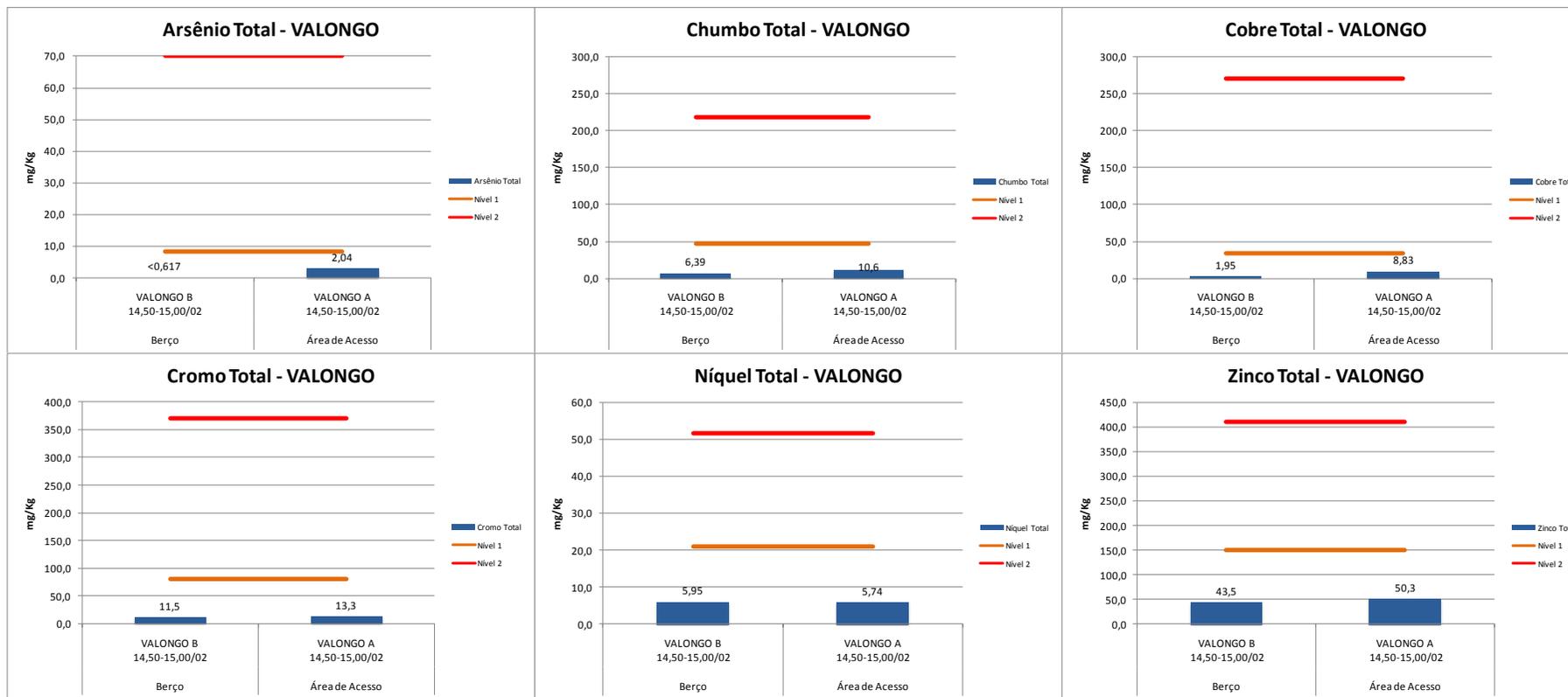


Figura 3.8-5. Concentração de alguns metais analisados nas amostras de sedimento da cota de projeto coletadas no berço do Cais VALONGO e na sua referida área de acesso.

Tabela 3.8-11. Concentrações de metais e arsênio total nas amostras de sedimento da cota de projeto coletadas no berço e acesso ao berço de atracação do Cais VALONGO.

Metais e Arsênio					
Parâmetros	Unidade	Resolução		Berço	Área de Acesso
		CONAMA 344/04		VALONGO B	VALONGO A
		Nível 1	Nível 2	14,50-15,00/02	14,50-15,00/02
Arsênio Total	mg/kg	8,2	70	< 0,617	2,83
Cádmio Total	mg/kg	1,2	9,6	< 0,411	< 0,459
Chumbo Total	mg/kg	46,7	218	6,39	10,6
Cobre Total	mg/kg	34	270	1,95	8,83
Cromo Total	mg/kg	81	370	11,5	13,3
Mercúrio Total	mg/kg	0,15	0,71	< 0,054	< 0,061
Níquel Total	mg/kg	20,9	51,6	5,95	5,74
Zinco Total	mg/kg	150	410	43,5	50,3

Tabela 3.8-12. Concentrações de HPAs nas amostras de sedimento da cota de projeto coletadas no berço e acesso ao berço de atracação do Cais VALONGO.

Hidrocarbonetos Policíclicos Aromáticos ou HPAs					
Parâmetros	Unidade	Resolução		Berço	Área de Acesso
		CONAMA 344/04		VALONGO B	VALONGO A
		Nível 1	Nível 2	14,50-15,00/02	14,50-15,00/02
Benzo(a)antraceno	µg/kg	74,8	693	< 4,93	< 5,50
Benzo(a)pireno	µg/kg	88,8	763	< 4,93	< 5,50
Criseno	µg/kg	108	846	< 4,93	< 5,50
Dibenzo(a,h)antraceno	µg/kg	6,22	135	< 4,93	< 5,50
Acenafteno	µg/kg	16	500	< 4,93	< 5,50
Acenaftileno	µg/kg	44	640	< 4,93	< 5,50
Antraceno	µg/kg	85,3	1100	< 4,93	< 5,50
Fenantreno	µg/kg	240	1500	< 4,93	< 5,50
Fluoranteno	µg/kg	600	5100	< 4,93	< 5,50
Fluoreno	µg/kg	19	540	< 4,93	< 5,50
2-Metilnaftaleno	µg/kg	70	670	< 4,93	< 5,50
Naftaleno	µg/kg	160	2100	< 4,93	< 5,50
Pireno	µg/kg	665	2600	< 4,93	< 5,50

Tabela 3.8-13. Concentrações de PCBs nas amostras de sedimento da cota de projeto coletadas no berço e acesso ao berço de atracação do Cais VALONGO.

Bifenilas policloradas ou PCBs					
Parâmetros	Unidade	Resolução		Berço	Área de Acesso
		CONAMA 344/04		VALONGO B	VALONGO A
		Nível 1	Nível 2	14,50-15,00/02	14,50-15,00/02
Bifenilas Policloradas Totais	µg/kg	22,7	180	< 0,329	< 0,367

Tabela 3.8-14. Concentrações de Pesticidas Organoclorados nas amostras da cota de projeto de superfície coletadas no berço e acesso ao berço de atracação do Cais VALONGO.

Pesticidas Organoclorados					
Parâmetros	Unidade	Resolução		Berço	Área de Acesso
		CONAMA 344/04		VALONGO B	VALONGO A
		Nível 1	Nível 2	14,50-15,00/02	14,50-15,00/02
a-BHC	µg/kg	0,32	0,99	< 0,329	< 0,367
b-BHC	µg/kg	0,32	0,99	< 0,329	< 0,367
d-BHC	µg/kg	0,32	0,99	< 0,329	< 0,367
g-BHC	µg/kg	0,32	0,99	< 0,329	< 0,367
a-Clordano	µg/kg	2,26	4,79	< 0,329	< 0,367
g-Clordano	µg/kg	2,26	4,79	< 0,329	< 0,367
4,4'-DDD	µg/kg	1,22	7,81	< 0,329	< 0,367
4,4'-DDE	µg/kg	2,07	374	< 0,329	< 0,367
4,4'-DDT	µg/kg	1,19	4,77	< 0,329	< 0,367
Dieldrin	µg/kg	0,71	4,3	< 0,329	< 0,367
Endrin	µg/kg	2,67	62,4	< 0,329	< 0,367

Outros Parâmetros

Os parâmetros carbono orgânico total (COT) e fósforo total foram quantificados nas amostras de sedimento da cota de projeto, tanto do berço quanto da área de acesso, entretanto apresentaram concentrações abaixo do valor alerta estabelecido pela Resolução Conama 344/04 (Brasil, 2004) (Tabela 3.8-15).

O nitrogênio kjeldahl total (NKT) apresentou concentração abaixo do limite de quantificação do método tanto na amostra do berço quanto na da área de acesso (Tabela 3.8-15).

A Figura 3.8-6 apresenta a concentração de COT e fósforo total analisados no sedimento da cota de projeto coletados no berço do Cais VALONGO e na sua referida área de acesso.

Tabela 3.8-15. Concentrações de COT, fósforo total e NKT nas amostras da cota de projeto coletadas no berço e acesso ao berço de atracação do Cais VALONGO.

Outros				
Parâmetros	Unidade	Resolução CONAMA 344/04	Berço	Área de Acesso
			VALONGO B 14,50-15,00/02	VALONGO A 14,50-15,00/02
Carbono Orgânico Total	%	10	1,91	4,44
Fósforo Total	mg/kg	2000	258,6	265,8
Nitrogênio Kjeldahl Total	mg/kg	4800	< 82,2	< 91,7

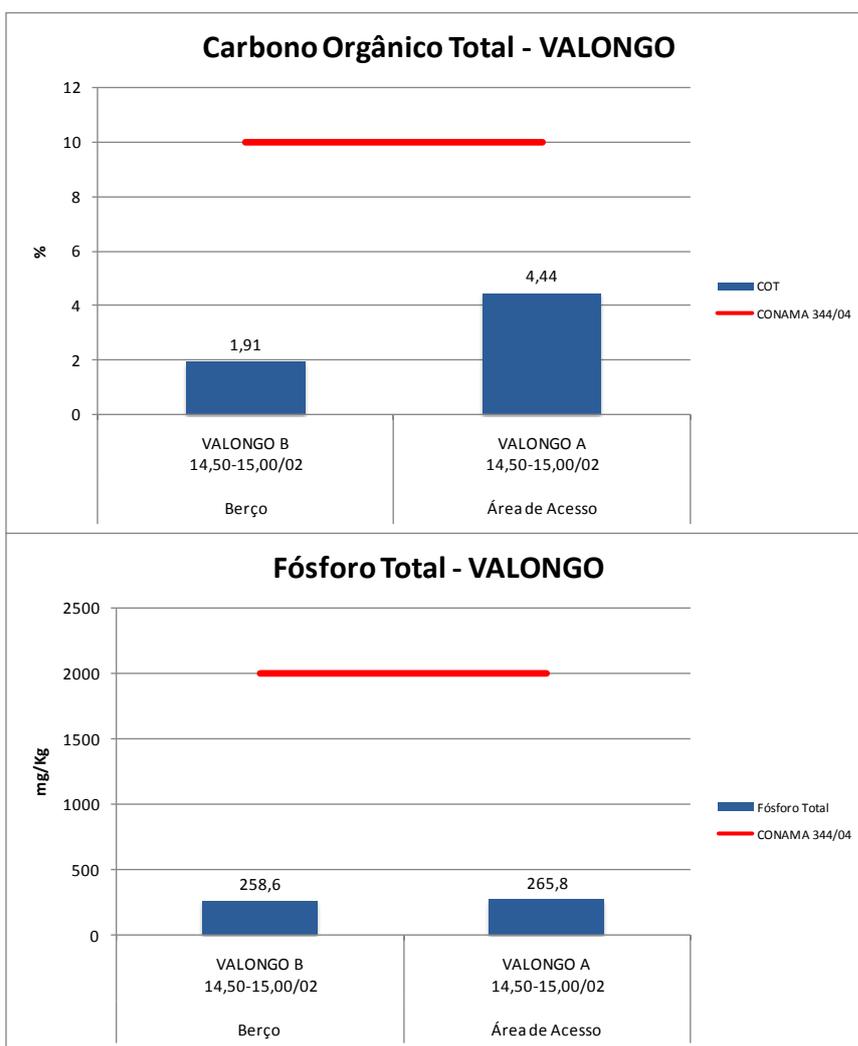


Figura 3.8-6. Concentrações de COT e fósforo total analisados nas amostras de sedimento da cota de projeto coletadas no berço e acesso ao berço de atracação do Cais VALONGO.

3.9. CAIS SABOÓ 04 (CS 04)

- **SUPERFÍCIE**

A. Granulometria

A composição granulométrica do sedimento de superfície amostrado no berço e acesso ao berço de atracação do Cais Saboó 04 está apresentada na Figura 3.9-1, e na Tabela 3.9-1.

Os resultados granulométricos mostraram predominância das frações silte (51,4%) e argila (32,5%), no sedimento coletado no berço do Cais Saboó 04, e em menores porcentagens foram encontradas as frações areia muito fina (11,4%), areia fina (2,55%), areia média (0,796%), areia muito grossa (0,7) e areia grossa (0,608%).

No acesso ao berço de atracação as frações predominantes foram silte (72,2%) e argila (20,7%), seguido pelas frações areia muito fina (4,56%), areia fina (1,72%), areia média (0,315%) e areia grossa (0,363%). A fração areia muito grossa apresentou valor abaixo de 0,10%.

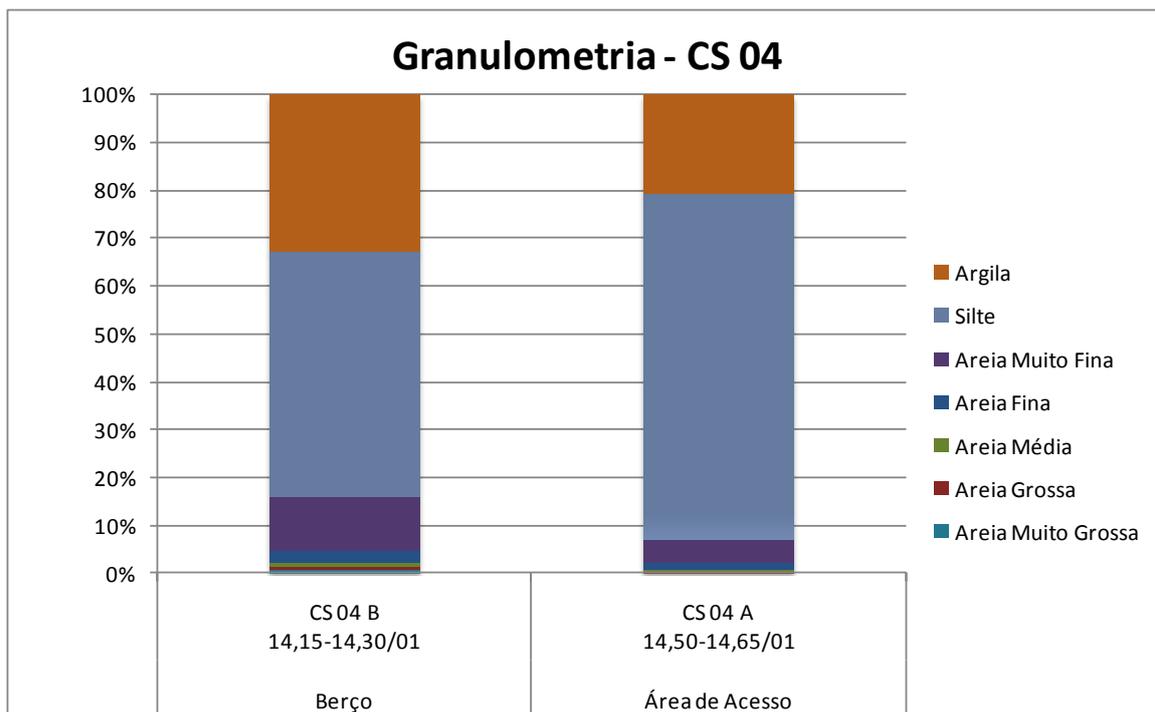


Figura 3.9-1. Composição granulométrica do sedimento de superfície do berço e área de acesso ao berço de atracação do Cais Sabóó 04.

Tabela 3.9-1. Composição granulométrica do sedimento de superfície do berço e área de acesso ao berço de atracação do Cais Sabóó 04.

Granulometria			
Fração	Unidade	Berço	Área de Acesso
		CS 04 B 14,15-14,30/01	CS 04 A 14,50-14,65/01
Argila	%	32,5	20,7
Silte	%	51,4	72,2
Areia Muito Fina	%	11,4	4,56
Areia Fina	%	2,55	1,72
Areia Média	%	0,796	0,315
Areia Grossa	%	0,608	0,363
Areia Muito Grossa	%	0,7	<0,10
Areia Total	%	16	6,96

B. Parâmetros Químicos

Metais e Arsênio

Os resultados das análises dos metais nas amostras de sedimento de superfície coletadas no berço e acesso ao berço de atracação do Cais Saboó 04 estão apresentados na Tabela 3.9-2.

Dentre os parâmetros químicos, analisados no sedimento de superfície, arsênio e cádmio registraram concentrações abaixo do limite de quantificação (<LQ) tanto no berço quanto na sua área de acesso.

Os metais chumbo, cobre, cromo, níquel e zinco foram quantificados nas amostras, de sedimento de superfície, coletadas tanto no berço quanto na sua área de acesso. Entretanto, nenhum destes elementos apresentou concentração acima do nível 1 da Resolução Conama 344/04 (Brasil, 2004).

A Figura 3.9-2 apresenta a concentração de alguns metais analisados no sedimento de superfície coletados no berço do Cais Saboó 04 e na sua referida área de acesso.

Hidrocarbonetos Policíclicos Aromáticos (HPAs)

A maioria dos HPAs apresentou valores abaixo do limite de quantificação do método (<LQ) no berço do Cais Saboó 04 e na área de acesso ao berço de atracação. Somente o HPA Dibenzo(a,h)antraceno foi quantificado, porém abaixo do limite estabelecido pela Resolução Conama 344/04 (Brasil, 2004), no berço do Cais Saboó 04 (Tabela 3.9-3).

Bifenilas Policloradas (PCBs)

Os PCBs totais apresentaram concentrações inferiores aos limites de quantificação do método, tanto no berço quanto na sua área de acesso, enquadrando-se, portanto, nos valores de referência estabelecidos pela Resolução Conama 344/04 (Brasil, 2004) (Tabela 3.9-4).

Pesticidas Organoclorados

Assim como para os PCBs totais, os pesticidas organoclorados apresentaram, tanto no berço quanto na sua área de acesso, concentrações inferiores aos limites de quantificação do método (Tabela 3.9-5). Nenhuma das amostras analisadas, portanto, apresentou-se fora dos limites estabelecidos pela resolução citada.

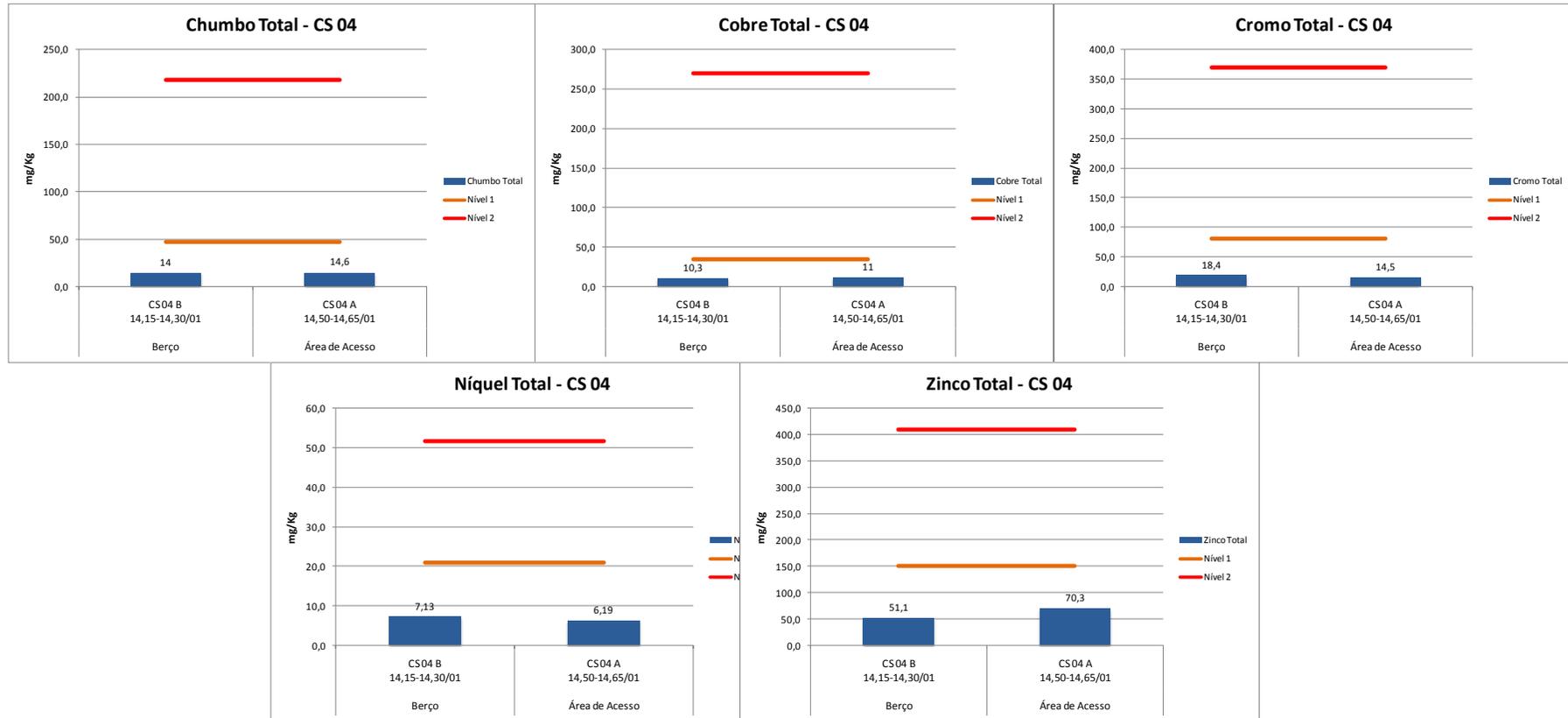


Figura 3.9-2. Concentração de alguns metais analisados nas amostras de sedimento de superfície coletadas no berço do Cais Saboó 04 e na sua referida área de acesso.

Tabela 3.9-2. Concentrações de metais e arsênio total nas amostras de sedimento de superfície coletadas no berço e acesso ao berço de atracação do Cais Saboó 04.

Metais e Arsênio					
Parâmetros	Unidade	Resolução CONAMA 344/04		Berço	Área de Acesso
		Nível 1	Nível 2	CS 04 B	CS 04 A
				14,15-14,30/01	14,50-14,65/01
Arsênio Total	mg/kg	8,2	70	< 1,25	4,04
Cádmio Total	mg/kg	1,2	9,6	< 0,833	< 0,842
Chumbo Total	mg/kg	46,7	218	14	14,6
Cobre Total	mg/kg	34	270	10,3	11
Cromo Total	mg/kg	81	370	18,4	14,5
Mercúrio Total	mg/kg	0,15	0,71	< 0,111	< 0,168
Níquel Total	mg/kg	20,9	51,6	7,13	6,19
Zinco Total	mg/kg	150	410	51,1	70,3

Tabela 3.9-3. Concentrações de HPAs nas amostras de sedimento de superfície coletadas no berço e acesso ao berço de atracação do Cais Saboó 04.

Hidrocarbonetos Policíclicos Aromáticos ou HPAs					
Parâmetros	Unidade	Resolução CONAMA 344/04		Berço	Área de Acesso
		Nível 1	Nível 2	CS 04 B	CS 04 A
				14,15-14,30/01	14,50-14,65/01
Benzo(a)antraceno	µg/kg	74,8	693	< 10,00	< 10,10
Benzo(a)pireno	µg/kg	88,8	763	< 10,00	< 10,10
Criseno	µg/kg	108	846	< 10,00	< 10,10
Dibenzo(a,h)antraceno	µg/kg	6,22	135	3,33	< 3,37
Acenafteno	µg/kg	16	500	< 10,00	< 10,10
Acenaftileno	µg/kg	44	640	< 10,00	< 10,10
Antraceno	µg/kg	85,3	1100	< 10,00	< 10,10
Fenantreno	µg/kg	240	1500	< 10,00	< 10,10
Fluoranteno	µg/kg	600	5100	< 10,00	< 10,10
Fluoreno	µg/kg	19	540	< 10,00	< 10,10
2-Metilnaftaleno	µg/kg	70	670	< 10,00	< 10,10
Naftaleno	µg/kg	160	2100	< 10,00	< 10,10
Pireno	µg/kg	665	2600	< 10,00	< 10,10

Tabela 3.9-4. Concentrações de PCBs nas amostras de sedimento de superfície coletadas no berço e acesso ao berço de atracação do Cais Saboó 04.

Bifenilas policloradas ou PCBs					
Parâmetros	Unidade	Resolução CONAMA 344/04		Berço	Área de Acesso
		Nível 1	Nível 2	CS 04 B	CS 04 A
				14,15-14,30/01	14,50-14,65/01
Bifenilas Policloradas Totais	µg/kg	22,7	180	< 0,200	< 0,202

Tabela 3.9-5. Concentrações de Pesticidas Organoclorados nas amostras de sedimento de superfície coletadas no berço e acesso ao berço de atracação do Cais Saboó 04.

Pesticidas Organoclorados					
Parâmetros	Unidade	Resolução CONAMA 344/04		Berço	Área de Acesso
		Nível 1	Nível 2	CS 04 B	CS 04 A
				14,15-14,30/01	14,50-14,65/01
a-BHC	µg/kg	0,32	0,99	< 0,200	< 0,202
b-BHC	µg/kg	0,32	0,99	< 0,200	< 0,202
d-BHC	µg/kg	0,32	0,99	< 0,200	< 0,202
g-BHC	µg/kg	0,32	0,99	< 0,200	< 0,202
a-Clordano	µg/kg	2,26	4,79	< 0,200	< 0,202
g-Clordano	µg/kg	2,26	4,79	< 0,200	< 0,202
4,4'-DDD	µg/kg	1,22	7,81	< 0,200	< 0,202
4,4'-DDE	µg/kg	2,07	374	< 0,200	< 0,202
4,4'-DDT	µg/kg	1,19	4,77	< 0,200	< 0,202
Dieldrin	µg/kg	0,71	4,3	< 0,200	< 0,202
Endrin	µg/kg	2,67	62,4	< 0,200	< 0,202

Outros Parâmetros

Os parâmetros carbono orgânico total (COT) e fósforo total foram quantificados nas amostras de sedimento de superfície, tanto no berço quanto na área de acesso ao berço de atracação, entretanto apresentaram concentrações abaixo do valor alerta estabelecido pela Resolução Conama 344/04 (Brasil, 2004). Já o nitrogênio kjeldahl total (NKT) apresentou concentrações inferiores aos limites de quantificação do método (<LQ), tanto no berço quanto na área de acesso (Tabela 3.9-6).

A Figura 3.9-3 apresenta a concentração de COT, fósforo total e NKT analisados no sedimento de superfície coletados no berço do Cais Saboó 04 e na sua referida área de acesso.

Tabela 3.9-6. Concentrações de COT, fósforo total e NKT nas amostras de sedimento coletadas no berço e acesso ao berço de atracação do Cais Saboó 04.

Outros					
Parâmetros	Unidade	Resolução CONAMA 344/04		Berço	Área de Acesso
				CS 04 B	CS 04 A
				14,15-14,30/01	14,50-14,65/01
Carbono Orgânico Total	%	10		3,84	4,53
Fósforo Total	mg/kg	2000		929,2	433,2
Nitrogênio Kjeldahl Total	mg/kg	4800		< 166,7	< 168,4

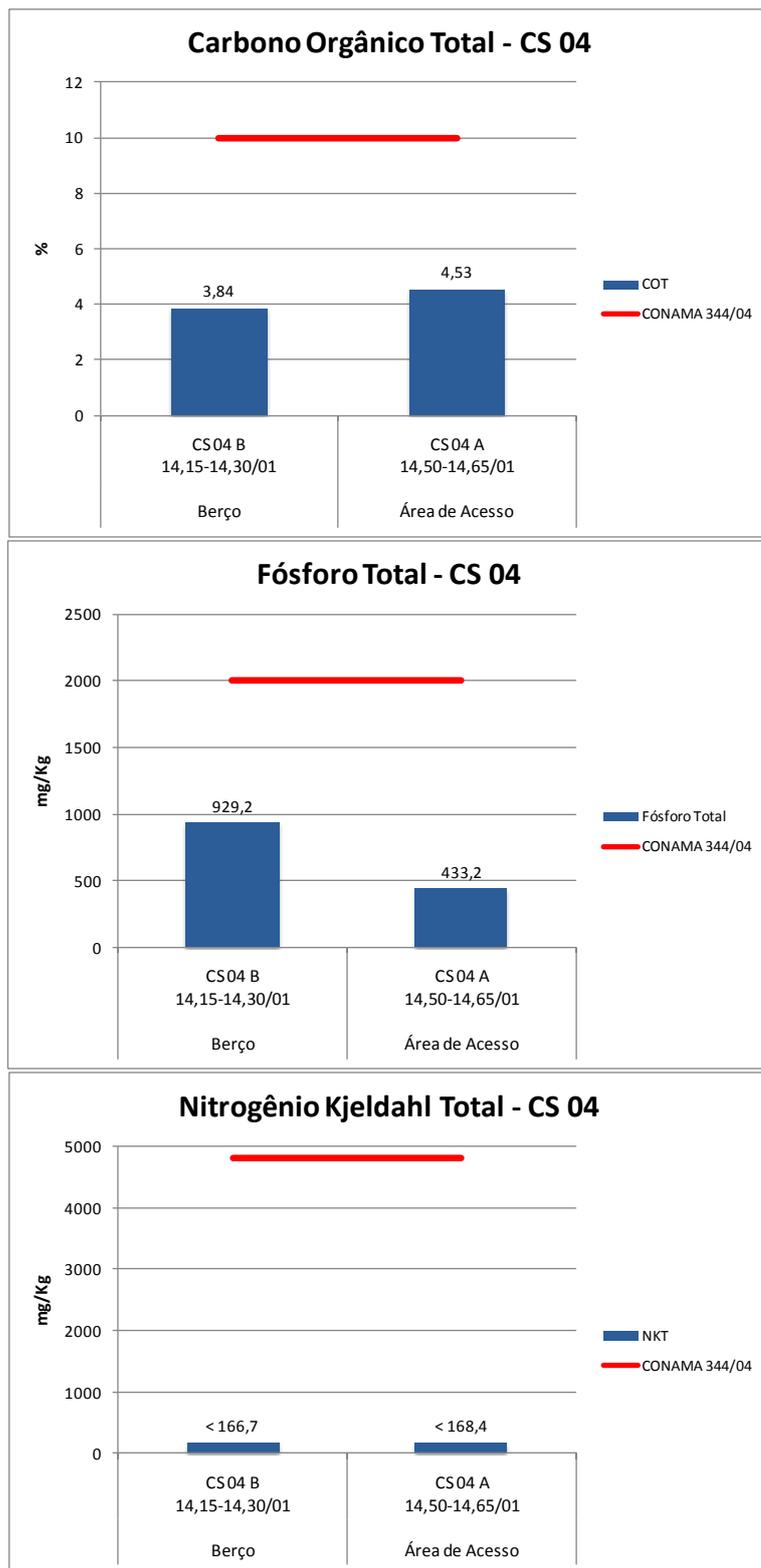


Figura 3.9-3. Concentrações de COT, fósforo total e NKT analisados nas amostras de sedimento de superfície coletadas no berço e acesso ao berço de atracação do Cais Saboó 04.

C. Análise Ecotoxicológica

Teste de Toxicidade Aguda com *Leptocheirus plumulosus*

A análise Ecotoxicológica com o anfípoda *L. plumulosus* foi realizada com amostra de sedimento de superfície tanto do berço do Cais Saboó 04 quanto da área de acesso ao berço de atracação.

Os parâmetros físicos e químicos, como pH, salinidade (‰) e oxigênio dissolvido (mg/L), medidos na água de interface no início e fim do teste de toxicidade aguda estão apresentados na Tabela 3.9-7. Já as análises de pH, salinidade (‰), oxigênio dissolvido (mg/L), temperatura (°C), nitrogênio amoniacal (mg/L) e amônia não ionizada (NH₃ - mg/L), efetuadas na água intersticial dos sedimentos no início e fim do teste, estão apresentados na Tabela 3.9-8.

Paralelamente aos testes com as amostras coletadas foi realizado um controle laboratorial. Os resultados obtidos para esse controle também se encontram nas tabelas a seguir.

Tabela 3.9-7. Parâmetros físicos e químicos medidos na água de interface, no início e fim do teste de toxicidade aguda com *L. plumulosus*, para as amostras de sedimento de superfície do berço e área de acesso ao berço do Cais Saboó 04.

Amostra	pH		Salinidade (‰)		Oxigênio Dissolvido (mg/L)	
	Inicial	Final	Inicial	Final	Inicial	Final
Controle	8,12	8,04	23	24	6,47	6,13
CS 04 Berço	8,19	7,96	21	24	6,54	5,64
CS 04 Acesso	8,18	8,08	21	24	6,55	5,98

Tabela 3.9-8. Parâmetros físicos e químicos medidos na água intersticial, no início e fim do teste de toxicidade aguda com *L. plumulosus*, para as amostras de sedimento de superfície do berço e área de acesso ao berço do Cais Saboó 04.

Amostra	pH		Salinidade (‰)		Oxigênio Dissolvido (mg/L)		Temperatura (°C)		Nitrogênio amoniacal (mg/L)		Amônia não ionizada (mg/L)	
	Inicial	Final	Inicial	Final	Inicial	Final	Inicial	Final	Inicial	Final	Inicial	Final
Controle	7,75	7,94	24	24	5,10	5,75	24,2	-	0,50	-	0,013	-
CS 04 Berço	7,61	7,71	31	28	4,67	4,67	24,2	-	10,50	-	0,187	-
CS 04 Acesso	7,49	7,96	30	28	4,67	5,66	24,2	-	14,50	-	0,197	-

A Tabela 3.9-9 apresenta os resultados do teste de toxicidade aguda com *L. plumulosus* nas amostras de sedimento de superfície do Cais Saboó 04. Os valores obtidos estão dentro da faixa estabelecida para a aceitação dos resultados.

Tabela 3.9-9. Efeito tóxico observado nos testes de toxicidade aguda com *L. plumulosus* para as amostras de sedimento de superfície, do berço e área de acesso ao berço do Cais Saboó 04, em cada réplica após o período de exposição.

Amostra	Réplica	Nº final de animais por réplica		Mortalidade total (%)	Resultado
		Mortos	Total		
Controle	1	0	20	0	-
	2	0	20		
	3	0	20		
CS 04 Berço	1	1	20	8	Não Tóxico
	2	2	20		
	3	2	20		
CS 04 Acesso	1	4	20	17	Não Tóxico
	2	4	20		
	3	2	20		

De acordo com o tratamento estatístico aplicado, foi verificado que as amostras de sedimento de superfície, do berço do Cais Saboó 04 e da área de acesso ao berço de atracação, não apresentaram toxicidade aguda para *L. plumulosus*, em comparação com o controle, após 10 dias de exposição.

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 essa espécie (USEPA, 2001).

A sensibilidade dos indivíduos de *L. plumulosus* 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} ; 96h) e respectivo intervalo de confiança obtidos foram: 1,06 mg Zn/L (I.C.: 0,80 a 1,41 mg Zn/L). A carta-controle de sensibilidade desse sistema-teste, utilizando dados acumulados de vários testes, indica uma CL_{50} ; 96h média de 0,88 mg Zn/L, com limites de controle (média \pm 2.desvio padrão) de 0,29 a 1,47 mg Zn/L. O valor obtido está dentro da faixa definida de avaliação do sistema-teste.

3.10. CAIS TERMAG

- **SUPERFÍCIE**

A. Granulometria

A composição granulométrica do sedimento de superfície amostrado no berço e acesso ao berço de atracação do Cais TERMAG está apresentada na Figura 3.10-1, e na Tabela 3.10-1.

Os resultados granulométricos mostraram predominância das frações silte (39,3%), areia muito fina (28,2%) e argila (23,1%), no sedimento coletado no berço do Cais TERMAG, e em menores porcentagens foram encontradas as frações areia fina (8,64%) e areia média (0,704%). As frações areia grossa e areia muito grossa apresentaram valores abaixo de 0,10%.

No acesso ao berço de atracação as frações predominantes foram silte (53,5%) e argila (37,6%), seguido pelas frações areia muito fina (6,14%), areia fina (2,1%) e areia média (0,273%). As frações areia grossa e areia muito grossa apresentaram valores abaixo de 0,10%.

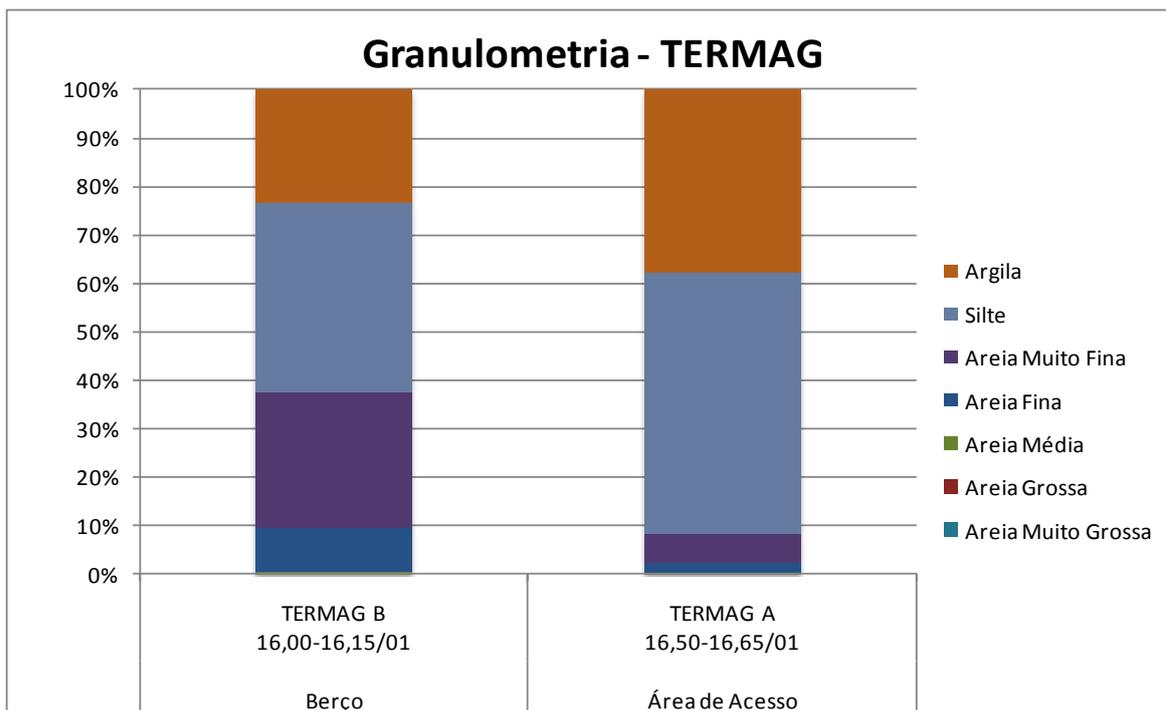


Figura 3.10-1. Composição granulométrica do sedimento de superfície do berço e área de acesso ao berço de atracação do Cais TERMAG.

Tabela 3.10-1. Composição granulométrica do sedimento de superfície do berço e área de acesso ao berço de atracação do Cais TERMAG.

Granulometria			
Fração	Unidade	Berço	Área de Acesso
		TERMAG B 16,00-16,15/01	TERMAG A 16,50-16,65/01
Argila	%	23,1	37,6
Silte	%	39,3	53,5
Areia Muito Fina	%	28,2	6,14
Areia Fina	%	8,64	2,1
Areia Média	%	0,704	0,273
Areia Grossa	%	<0,10	<0,10
Areia Muito Grossa	%	<0,10	<0,10
Areia Total	%	37,5	8,51

B. Parâmetros Químicos

Metais e Arsênio

Os resultados das análises dos metais nas amostras de sedimento de superfície coletadas no berço e acesso ao berço de atracação do Cais TERMAG estão apresentados na Tabela 3.10-2.

Dentre os parâmetros químicos, analisados no sedimento de superfície, arsênio e cádmio registraram concentrações abaixo do limite de quantificação (<LQ) tanto no berço quanto na sua área de acesso.

Os metais chumbo, cobre, cromo, níquel e zinco foram quantificados nas amostras, de sedimento de superfície, coletadas tanto no berço quanto na sua área de acesso. Entretanto, nenhum destes elementos apresentou concentração acima do nível 1 da Resolução Conama 344/04 (Brasil, 2004).

A Figura 3.10-2 apresenta a concentração de alguns metais analisados no sedimento de superfície coletados no berço do Cais TERMAG e na sua referida área de acesso.

Hidrocarbonetos Policíclicos Aromáticos (HPAs)

Todos os HPAs, coletados no berço do Cais TERMAG e na sua área de acesso, apresentaram valores abaixo do limite de quantificação (<LQ) do método (Tabela 3.10-3).

Bifenilas Policloradas (PCBs)

Os PCBs totais apresentaram concentrações inferiores aos limites de quantificação do método, tanto no berço quanto na sua área de acesso, enquadrando-se, portanto, nos valores de referência estabelecidos pela Resolução Conama 344/04 (Brasil, 2004) (Tabela 3.10-4).

Pesticidas Organoclorados

Assim como para os PCBs totais, os pesticidas organoclorados apresentaram, tanto no berço quanto na sua área de acesso, concentrações inferiores aos limites de quantificação do método (Tabela 3.10-5). Nenhuma das amostras analisadas, portanto, apresentou-se fora dos limites estabelecidos pela resolução citada.

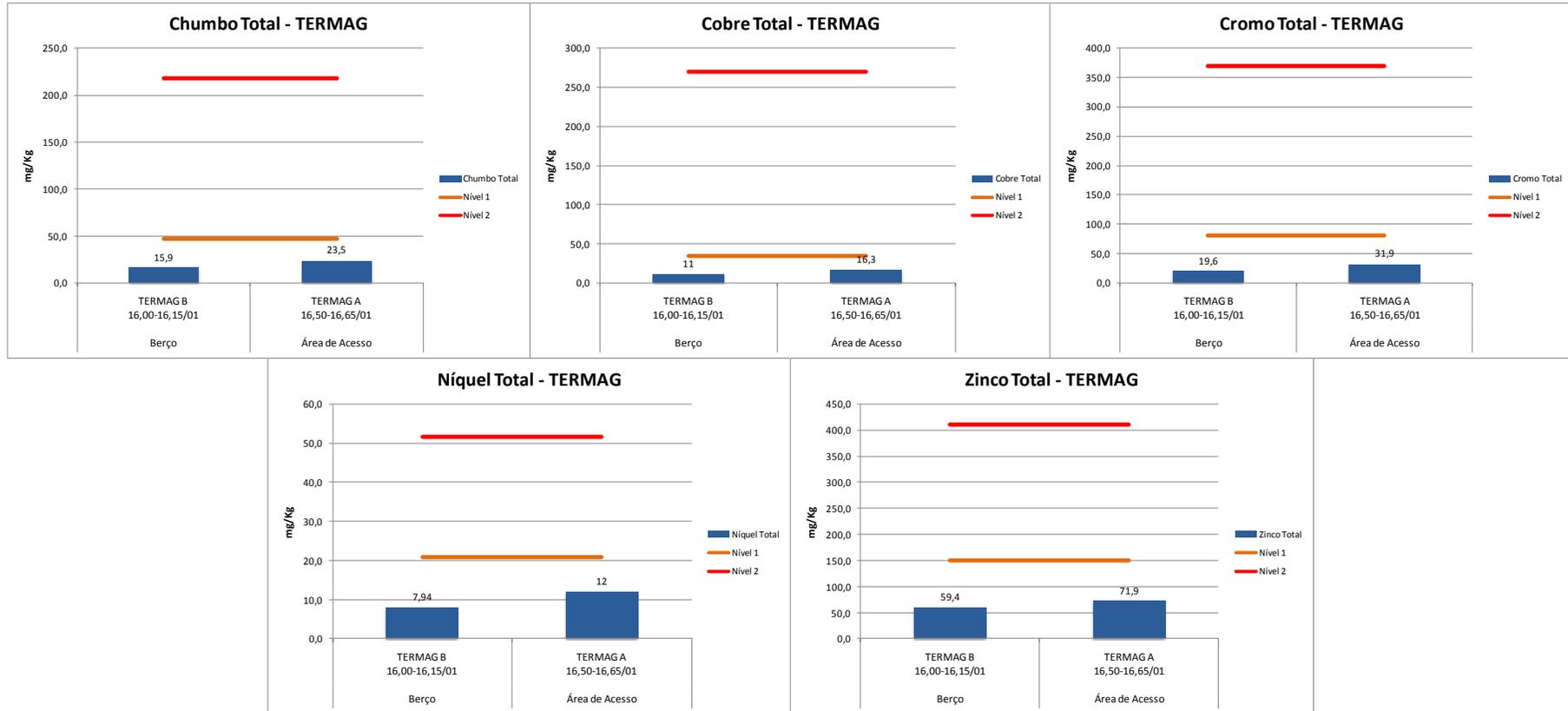


Figura 3.10-2. Concentração de alguns metais analisados nas amostras de sedimento de superfície coletadas no berço do Cais TERMAG e na sua referida área de acesso.

Tabela 3.10-2. Concentrações de metais e arsênio total nas amostras de sedimento de superfície coletadas no berço e acesso ao berço de atracação do Cais TERMAG.

Metais e Arsênio					
Parâmetros	Unidade	Resolução CONAMA 344/04		Berço	Área de Acesso
		Nível 1	Nível 2	TERMAG B	TERMAG A
				16,00-16,15/01	16,50-16,65/01
Arsênio Total	mg/kg	8,2	70	< 1,01	< 1,27
Cádmio Total	mg/kg	1,2	9,6	< 0,674	< 0,845
Chumbo Total	mg/kg	46,7	218	15,9	23,5
Cobre Total	mg/kg	34	270	11	16,3
Cromo Total	mg/kg	81	370	19,6	31,9
Mercurio Total	mg/kg	0,15	0,71	< 0,090	< 0,113
Níquel Total	mg/kg	20,9	51,6	7,94	12
Zinco Total	mg/kg	150	410	59,4	71,9

Tabela 3.10-3. Concentrações de HPAs nas amostras de sedimento de superfície coletadas no berço e acesso ao berço de atracação do Cais TERMAG.

Hidrocarbonetos Policíclicos Aromáticos ou HPAs					
Parâmetros	Unidade	Resolução CONAMA 344/04		Berço	Área de Acesso
		Nível 1	Nível 2	TERMAG B	TERMAG A
				16,00-16,15/01	16,50-16,65/01
Benzo(a)antraceno	µg/kg	74,8	693	< 8,09	< 10,14
Benzo(a)pireno	µg/kg	88,8	763	< 8,09	< 10,14
Criseno	µg/kg	108	846	< 8,09	< 10,14
Dibenzo(a,h)antraceno	µg/kg	6,22	135	< 2,70	< 3,38
Acenafteno	µg/kg	16	500	< 8,09	< 10,14
Acenaftileno	µg/kg	44	640	< 8,09	< 10,14
Antraceno	µg/kg	85,3	1100	< 8,09	< 10,14
Fenantreno	µg/kg	240	1500	< 8,09	< 10,14
Fluoranteno	µg/kg	600	5100	< 8,09	< 10,14
Fluoreno	µg/kg	19	540	< 8,09	< 10,14
2-Metilnaftaleno	µg/kg	70	670	< 8,09	< 10,14
Naftaleno	µg/kg	160	2100	< 8,09	< 10,14
Pireno	µg/kg	665	2600	< 8,09	< 10,14

Tabela 3.10-4. Concentrações de PCBs nas amostras de sedimento de superfície coletadas no berço e acesso ao berço de atracação do Cais TERMAG.

Bifenilas policloradas ou PCBs					
Parâmetros	Unidade	Resolução CONAMA 344/04		Berço	Área de Acesso
		Nível 1	Nível 2	TERMAG B	TERMAG A
				16,00-16,15/01	16,50-16,65/01
Bifenilas Policloradas Totais	µg/kg	22,7	180	< 0,162	< 0,203

Tabela 3.10-5. Concentrações de Pesticidas Organoclorados nas amostras de sedimento de superfície coletadas no berço e acesso ao berço de atracação do Cais TERMAG.

Pesticidas Organoclorados					
Parâmetros	Unidade	Resolução CONAMA 344/04		Berço	Área de Acesso
		Nível 1	Nível 2	TERMAG B	TERMAG A
				16,00-16,15/01	16,50-16,65/01
a-BHC	µg/kg	0,32	0,99	< 0,162	< 0,203
b-BHC	µg/kg	0,32	0,99	< 0,162	< 0,203
d-BHC	µg/kg	0,32	0,99	< 0,162	< 0,203
g-BHC	µg/kg	0,32	0,99	< 0,162	< 0,203
a-Clordano	µg/kg	2,26	4,79	< 0,162	< 0,203
g-Clordano	µg/kg	2,26	4,79	< 0,162	< 0,203
4,4'-DDD	µg/kg	1,22	7,81	< 0,162	< 0,203
4,4'-DDE	µg/kg	2,07	374	< 0,162	< 0,203
4,4'-DDT	µg/kg	1,19	4,77	< 0,162	< 0,203
Dieldrin	µg/kg	0,71	4,3	< 0,162	< 0,203
Endrin	µg/kg	2,67	62,4	< 0,162	< 0,203

Outros Parâmetros

Os parâmetros carbono orgânico total (COT) e fósforo total foram quantificados nas amostras de sedimento de superfície, tanto no berço quanto na área de acesso ao berço de atracação, entretanto apresentaram concentrações abaixo do valor alerta estabelecido pela Resolução Conama 344/04 (Brasil, 2004). Já o nitrogênio kjeldahl total (NKT) apresentou concentrações inferiores aos limites de quantificação do método (<LQ), tanto no berço quanto na área de acesso (Tabela 3.10-6).

A Figura 3.10-3 apresenta a concentração de COT, fósforo total e NKT analisados no sedimento de superfície coletados no berço do Cais TERMAG e na sua referida área de acesso.

Tabela 3.10-6. Concentrações de COT, fósforo total e NKT nas amostras de sedimento coletadas no berço e acesso ao berço de atracação do Cais TERMAG.

Outros				
Parâmetros	Unidade	Resolução CONAMA 344/04	Berço	Área de Acesso
			TERMAG B	TERMAG A
			16,00-16,15/01	16,50-16,65/01
Carbono Orgânico Total	%	10	2,83	2,69
Fósforo Total	mg/kg	2000	862,5	1246,6
Nitrogênio Kjeldahl Total	mg/kg	4800	< 134,8	< 168,9

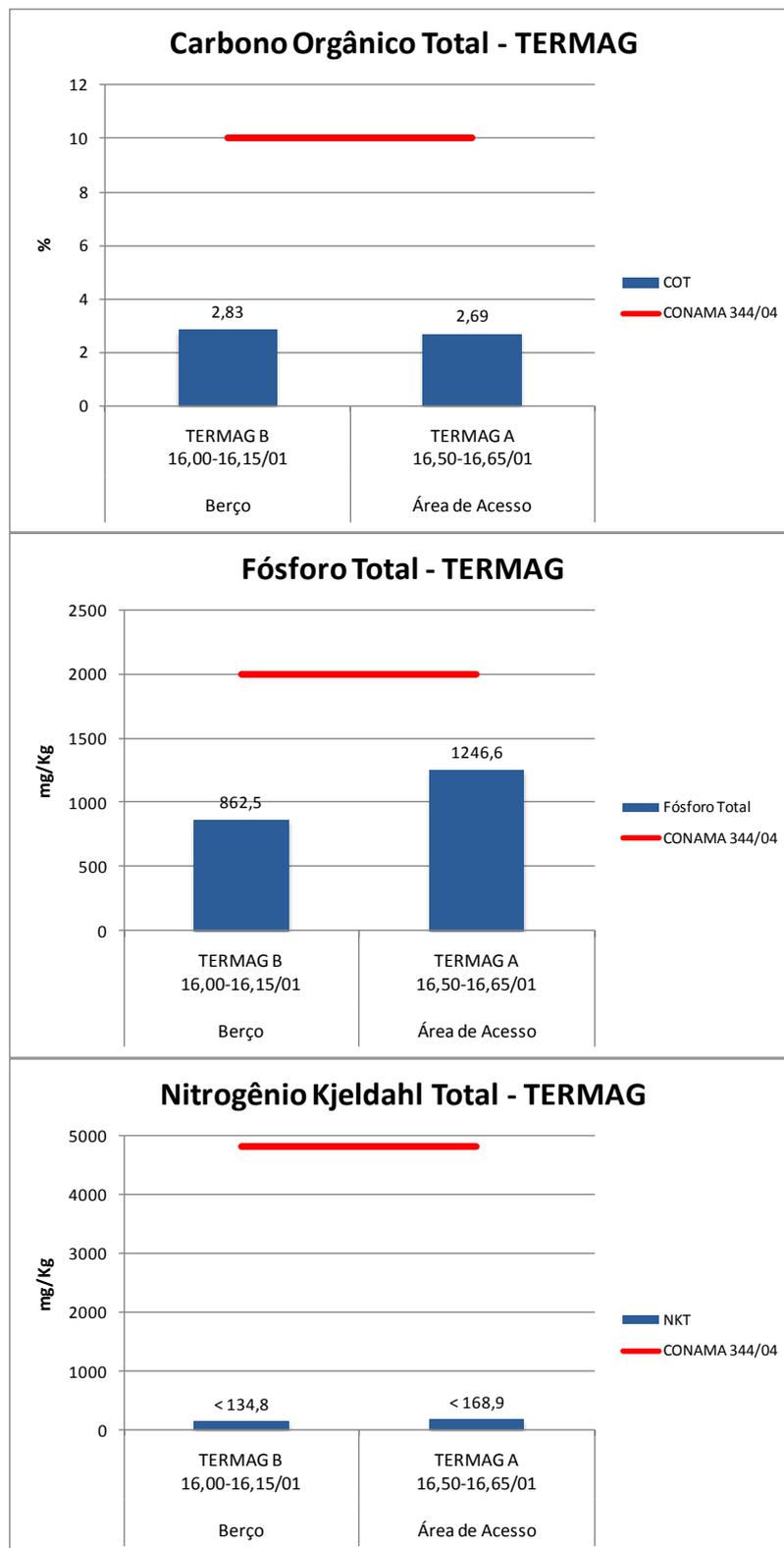


Figura 3.10-3. Concentrações de COT, fósforo total e NKT analisados nas amostras de sedimento de superfície coletadas no berço e acesso ao berço de atracação do Cais TERMAG.

C. Análise Ecotoxicológica

Teste de Toxicidade Aguda com *Leptocheirus plumulosus*

A análise Ecotoxicológica com o anfípoda *L. plumulosus* foi realizada com amostra de sedimento de superfície tanto do berço do Cais TERMAG quanto da área de acesso ao berço de atracação.

Os parâmetros físicos e químicos, como pH, salinidade (‰) e oxigênio dissolvido (mg/L), medidos na água de interface no início e fim do teste de toxicidade aguda estão apresentados na Tabela 3.10-7. Já as análises de pH, salinidade (‰), oxigênio dissolvido (mg/L), temperatura (°C), nitrogênio amoniacal (mg/L) e amônia não ionizada (NH₃ - mg/L), efetuadas na água intersticial dos sedimentos no início e fim do teste, estão apresentados na Tabela 3.10-8.

Paralelamente aos testes com as amostras coletadas foi realizado um controle laboratorial. Os resultados obtidos para esse controle também se encontram nas tabelas a seguir.

Tabela 3.10-7. Parâmetros físicos e químicos medidos na água de interface, no início e fim do teste de toxicidade aguda com *L. plumulosus*, para as amostras de sedimento de superfície do berço e área de acesso ao berço do Cais TERMAG.

Amostra	pH		Salinidade (‰)		Oxigênio Dissolvido (mg/L)	
	Inicial	Final	Inicial	Final	Inicial	Final
Controle	7,88	8,17	21	25	5,28	5,96
TERMAG Berço	8,05	8,54	23	28	5,25	5,67
TERMAG Acesso	8,08	8,49	24	28	5,22	5,67

Tabela 3.10-8. Parâmetros físicos e químicos medidos na água intersticial, no início e fim do teste de toxicidade aguda com *L. plumulosus*, para as amostras de sedimento de superfície do berço e área de acesso ao berço do Cais TERMAG.

Amostra	pH		Salinidade (‰)		Oxigênio Dissolvido (mg/L)		Temperatura (°C)		Nitrogênio amoniacal (mg/L)		Amônia não ionizada (mg/L)	
	Inicial	Final	Inicial	Final	Inicial	Final	Inicial	Final	Inicial	Final	Inicial	Final
Controle	7,86	7,99	27	24	5,86	5,11	24,6	24,6	4,75	-	0,156	-
TERMAG Berço	7,92	7,99	30	25	5,66	4,88	24,6	24,6	7,25	-	0,267	-
TERMAG Acesso	7,85	7,94	28	26	5,62	5,03	24,6	24,6	11,25	-	0,362	-

A Tabela 3.10-9 apresenta os resultados do teste de toxicidade aguda com *L. plumulosus* nas amostras de sedimento de superfície do Cais TERMAG. Os valores obtidos estão dentro da faixa estabelecida para a aceitação dos resultados.

Tabela 3.10-9. Efeito tóxico observado nos testes de toxicidade aguda com *L. plumulosus* para as amostras de sedimento de superfície, do berço e área de acesso ao berço do Cais TERMAG, em cada réplica após o período de exposição.

Amostra	Réplica	Nº final de animais por réplica		Mortalidade total (%)	Resultado
		Mortos	Total		
Controle	1	0	20	0	-
	2	0	20		
	3	0	20		
TERMAG Berço	1	19	20	15	Não Tóxico
	2	17	20		
	3	15	20		
TERMAG Acesso	1	20	20	20	Não Tóxico
	2	16	20		
	3	12	20		

De acordo com o tratamento estatístico aplicado, foi verificado que as amostras de sedimento de superfície, do berço do Cais TERMAG e da área de acesso ao berço de atracação, não apresentaram toxicidade aguda para *L. plumulosus*, em comparação com o controle, após 10 dias de exposição.

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 essa espécie (USEPA, 2001).

A sensibilidade dos indivíduos de *L. plumulosus* 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} ; 96h) e respectivo intervalo de confiança obtidos foram: 1,06 mg Zn/L (I.C.: 0,80 a 1,41 mg Zn/L). A carta-controle de sensibilidade desse sistema-teste, utilizando dados acumulados de vários testes, indica uma CL_{50} ; 96h média de 0,88 mg Zn/L, com limites de controle (média \pm 2.desvio padrão) de 0,29 a 1,47 mg Zn/L. O valor obtido está dentro da faixa definida de avaliação do sistema-teste.

3.11. CAIS TGG

- **SUPERFÍCIE**
- **COTA DE PROJETO**
 - Berço: 14,20 metros
 - Amostras: TGG B 14,05-14,20/01
 - Acesso: 14,20 metros

A. Granulometria

A composição granulométrica do sedimento de superfície amostrado no berço e acesso ao berço de atracação do Cais TGG está apresentada na Figura 3.11-1, e na Tabela 3.11-1.

Os resultados granulométricos mostraram predominância das frações silte (35,6%), areia muito fina (27,8%) e argila (25,4%), no sedimento coletado no berço do Cais TGG, e em menores porcentagens foram encontradas as frações areia fina (9,85%), areia média (0,539%) e areia grossa (0,421%). A fração areia muito grossa apresentou valor abaixo de 0,10%.

No acesso ao berço de atracação a fração dominante foi argila (55,7%), seguido pelas frações areia muito fina (14,6%), silte (14,5%), areia fina (6,06%), areia grossa (5,33 %) e areia média (3,26%). A fração areia muito grossa apresentou valor abaixo de 0,10%.

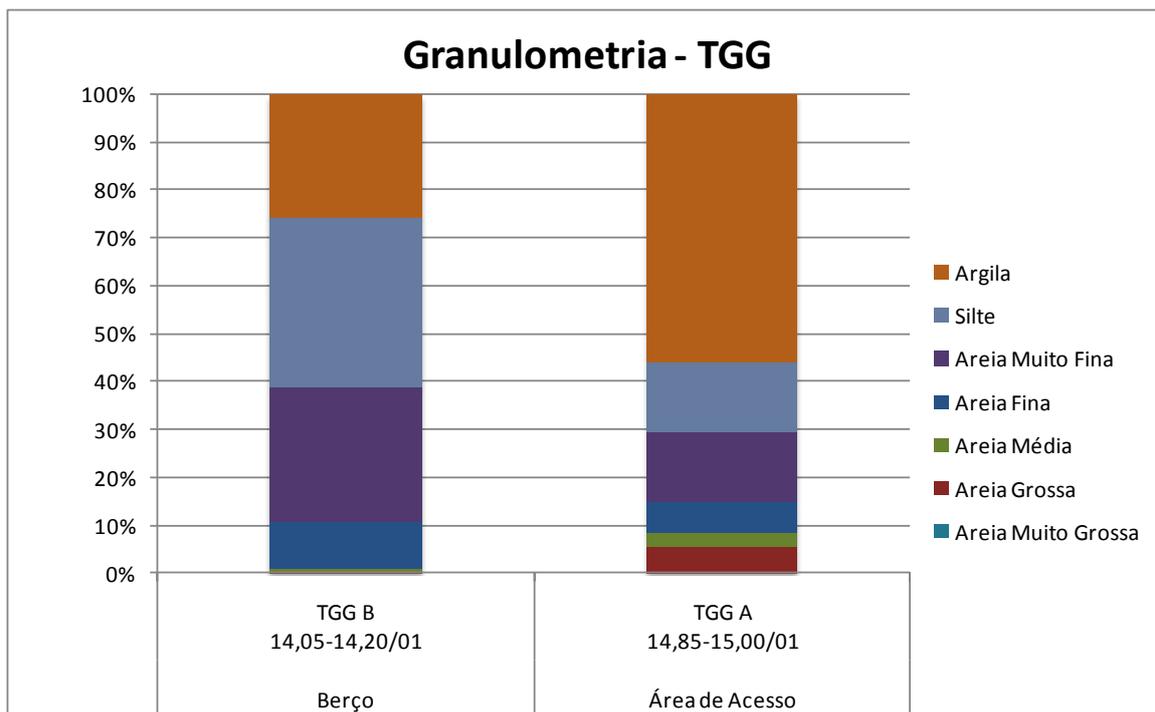


Figura 3.11-1. Composição granulométrica do sedimento de superfície do berço e área de acesso ao berço de atracação do Cais TGG.

Tabela 3.11-1. Composição granulométrica do sedimento de superfície do berço e área de acesso ao berço de atracação do Cais TGG.

Granulometria			
Fração	Unidade	Berço	Área de Acesso
		TGG B 14,05-14,20/01	TGG A 14,85-15,00/01
Argila	%	25,4	55,7
Silte	%	35,6	14,5
Areia Muito Fina	%	27,8	14,6
Areia Fina	%	9,85	6,06
Areia Média	%	0,539	3,26
Areia Grossa	%	0,421	5,33
Areia Muito Grossa	%	<0,10	<0,10
Areia Total	%	38,6	29,3

B. Parâmetros Químicos

Metais e Arsênio

Os resultados das análises dos metais nas amostras de sedimento de superfície coletadas no berço e acesso ao berço de atracação do Cais TGG estão apresentados na Tabela 3.11-2.

Dentre os parâmetros químicos, analisados no sedimento de superfície, arsênio e cádmio registraram concentrações abaixo do limite de quantificação (<LQ) tanto no berço quanto na sua área de acesso.

Os metais chumbo, cobre, cromo, níquel e zinco foram quantificados nas amostras, de sedimento de superfície, coletadas tanto no berço quanto na sua área de acesso. Entretanto, nenhum destes elementos apresentou concentração acima do nível 1 da Resolução Conama 344/04 (Brasil, 2004).

A Figura 3.11-2 apresenta a concentração de alguns metais analisados no sedimento de superfície coletados no berço do Cais TGG e na sua referida área de acesso.

Hidrocarbonetos Policíclicos Aromáticos (HPAs)

Todos os HPAs, coletados no berço do Cais TGG e na sua área de acesso, apresentaram valores abaixo do limite de quantificação (<LQ) do método (Tabela 3.11-3).

Bifenilas Policloradas (PCBs)

Os PCBs totais apresentaram concentrações inferiores aos limites de quantificação do método, tanto no berço quanto na sua área de acesso, enquadrando-se, portanto, nos valores de referência estabelecidos pela Resolução Conama 344/04 (Brasil, 2004) (Tabela 3.11-4).

Pesticidas Organoclorados

Assim como para os PCBs totais, os pesticidas organoclorados apresentaram, tanto no berço quanto na sua área de acesso, concentrações inferiores aos limites de quantificação do método (Tabela 3.11-5). Nenhuma das amostras analisadas, portanto, apresentou-se fora dos limites estabelecidos pela resolução citada.

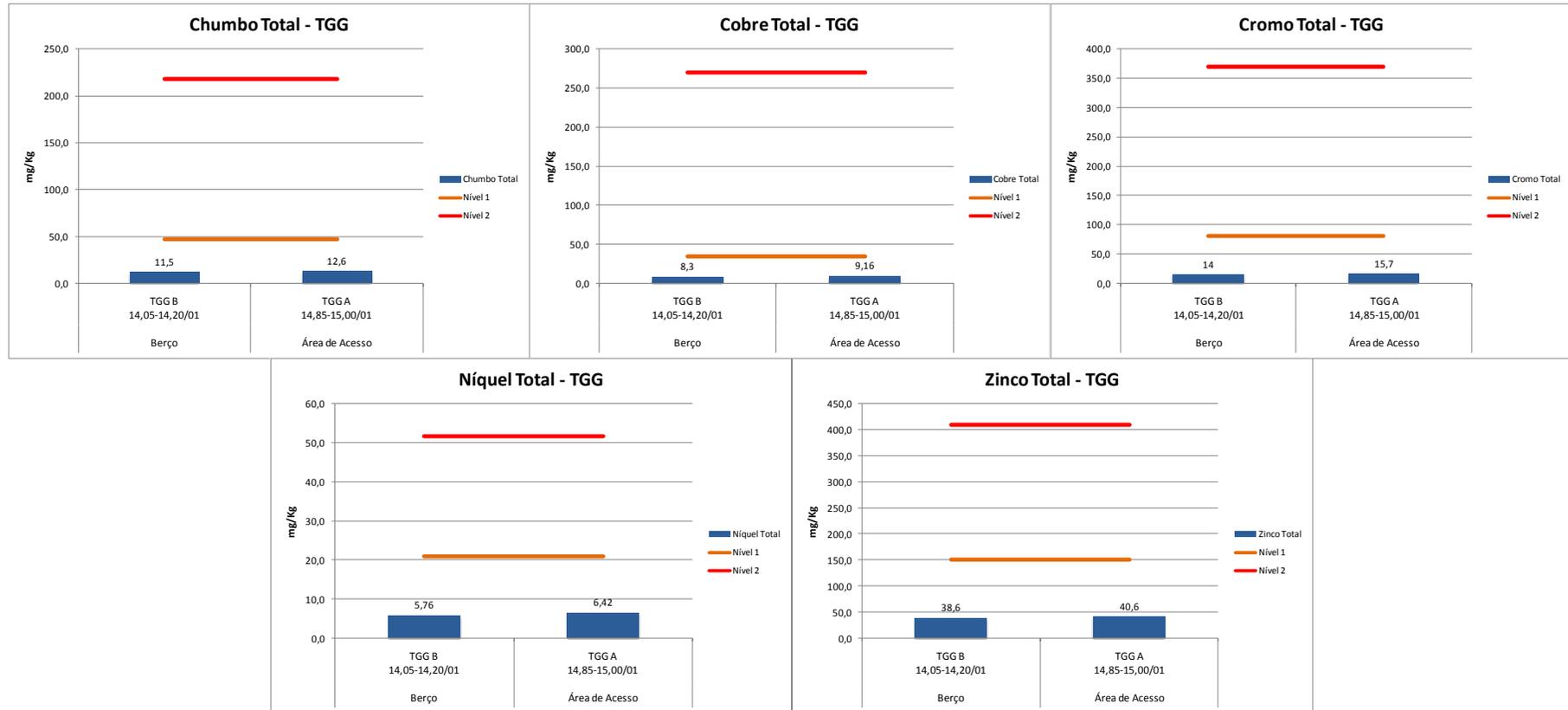


Figura 3.11-2. Concentração de alguns metais analisados nas amostras de sedimento de superfície coletadas no berço do Cais TGG e na sua referida área de acesso.

Tabela 3.11-2. Concentrações de metais e arsênio total nas amostras de sedimento de superfície coletadas no berço e acesso ao berço de atracação do Cais TGG.

Metais e Arsênio					
Parâmetros	Unidade	Resolução CONAMA 344/04		Berço	Área de Acesso
		Nível 1	Nível 2	TGG B	TGG A
				14,05-14,20/01	14,85-15,00/01
Arsênio Total	mg/kg	8,2	70	< 0,908	< 0,884
Cádmio Total	mg/kg	1,2	9,6	< 0,605	< 0,590
Chumbo Total	mg/kg	46,7	218	11,5	12,6
Cobre Total	mg/kg	34	270	8,3	9,16
Cromo Total	mg/kg	81	370	14	15,7
Mercúrio Total	mg/kg	0,15	0,71	< 0,121	< 0,118
Níquel Total	mg/kg	20,9	51,6	5,76	6,42
Zinco Total	mg/kg	150	410	38,6	40,6

Tabela 3.11-3. Concentrações de HPA's nas amostras de sedimento de superfície coletadas no berço e acesso ao berço de atracação do Cais TGG.

Hidrocarbonetos Policíclicos Aromáticos ou HPA's					
Parâmetros	Unidade	Resolução CONAMA 344/04		Berço	Área de Acesso
		Nível 1	Nível 2	TGG B	TGG A
				14,05-14,20/01	14,85-15,00/01
Benzo(a)antraceno	µg/kg	74,8	693	< 7,26	< 7,08
Benzo(a)pireno	µg/kg	88,8	763	< 7,26	< 7,08
Criseno	µg/kg	108	846	< 7,26	< 7,08
Dibenzo(a,h)antraceno	µg/kg	6,22	135	< 2,42	< 2,36
Acenafteno	µg/kg	16	500	< 7,26	< 7,08
Acenaftileno	µg/kg	44	640	< 7,26	< 7,08
Antraceno	µg/kg	85,3	1100	< 7,26	< 7,08
Fenantreno	µg/kg	240	1500	< 7,26	< 7,08
Fluoranteno	µg/kg	600	5100	< 7,26	< 7,08
Fluoreno	µg/kg	19	540	< 7,26	< 7,08
2-Metilnaftaleno	µg/kg	70	670	< 7,26	< 7,08
Naftaleno	µg/kg	160	2100	< 7,26	< 7,08
Pireno	µg/kg	665	2600	< 7,26	< 7,08

Tabela 3.11-4. Concentrações de PCBs nas amostras de sedimento de superfície coletadas no berço e acesso ao berço de atracação do Cais TGG.

Bifenilas policloradas ou PCBs					
Parâmetros	Unidade	Resolução CONAMA 344/04		Berço	Área de Acesso
		Nível 1	Nível 2	TGG B	TGG A
				14,05-14,20/01	14,85-15,00/01
Bifenilas Policloradas Totais	µg/kg	22,7	180	< 0,145	< 0,142

Tabela 3.11-5. Concentrações de Pesticidas Organoclorados nas amostras de sedimento de superfície coletadas no berço e acesso ao berço de atracação do Cais TGG.

Pesticidas Organoclorados					
Parâmetros	Unidade	Resolução CONAMA 344/04		Berço	Área de Acesso
		Nível 1	Nível 2	TGG B	TGG A
				14,05-14,20/01	14,85-15,00/01
a-BHC	µg/kg	0,32	0,99	< 0,145	< 0,142
b-BHC	µg/kg	0,32	0,99	< 0,145	< 0,142
d-BHC	µg/kg	0,32	0,99	< 0,145	< 0,142
g-BHC	µg/kg	0,32	0,99	< 0,145	< 0,142
a-Clordano	µg/kg	2,26	4,79	< 0,145	< 0,142
g-Clordano	µg/kg	2,26	4,79	< 0,145	< 0,142
4,4'-DDD	µg/kg	1,22	7,81	< 0,145	< 0,142
4,4'-DDE	µg/kg	2,07	374	< 0,145	< 0,142
4,4'-DDT	µg/kg	1,19	4,77	< 0,145	< 0,142
Dieldrin	µg/kg	0,71	4,3	< 0,145	< 0,142
Endrin	µg/kg	2,67	62,4	< 0,145	< 0,142

Outros Parâmetros

Os parâmetros carbono orgânico total (COT) e fósforo total foram quantificados nas amostras de sedimento de superfície, tanto no berço quanto na área de acesso ao berço de atracação, entretanto apresentaram concentrações abaixo do valor alerta estabelecido pela Resolução Conama 344/04 (Brasil, 2004). Já o nitrogênio kjeldahl total (NKT) apresentou concentrações inferiores aos limites de quantificação do método (<LQ), tanto no berço quanto na área de acesso (Tabela 3.11-6).

A Figura 3.11-3 apresenta a concentração de COT, fósforo total e NKT analisados no sedimento de superfície coletados no berço do Cais TGG e na sua referida área de acesso.

Tabela 3.11-6. Concentrações de COT, fósforo total e NKT nas amostras de sedimento coletadas no berço e acesso ao berço de atracação do Cais TGG.

Outros				
Parâmetros	Unidade	Resolução CONAMA 344/04	Berço	Área de Acesso
			TGG B	TGG A
			14,05-14,20/01	14,85-15,00/01
Carbono Orgânico Total	%	10	2,13	2,7
Fósforo Total	mg/kg	2000	648,3	740,6
Nitrogênio Kjeldahl Total	mg/kg	4800	< 121,1	< 117,9

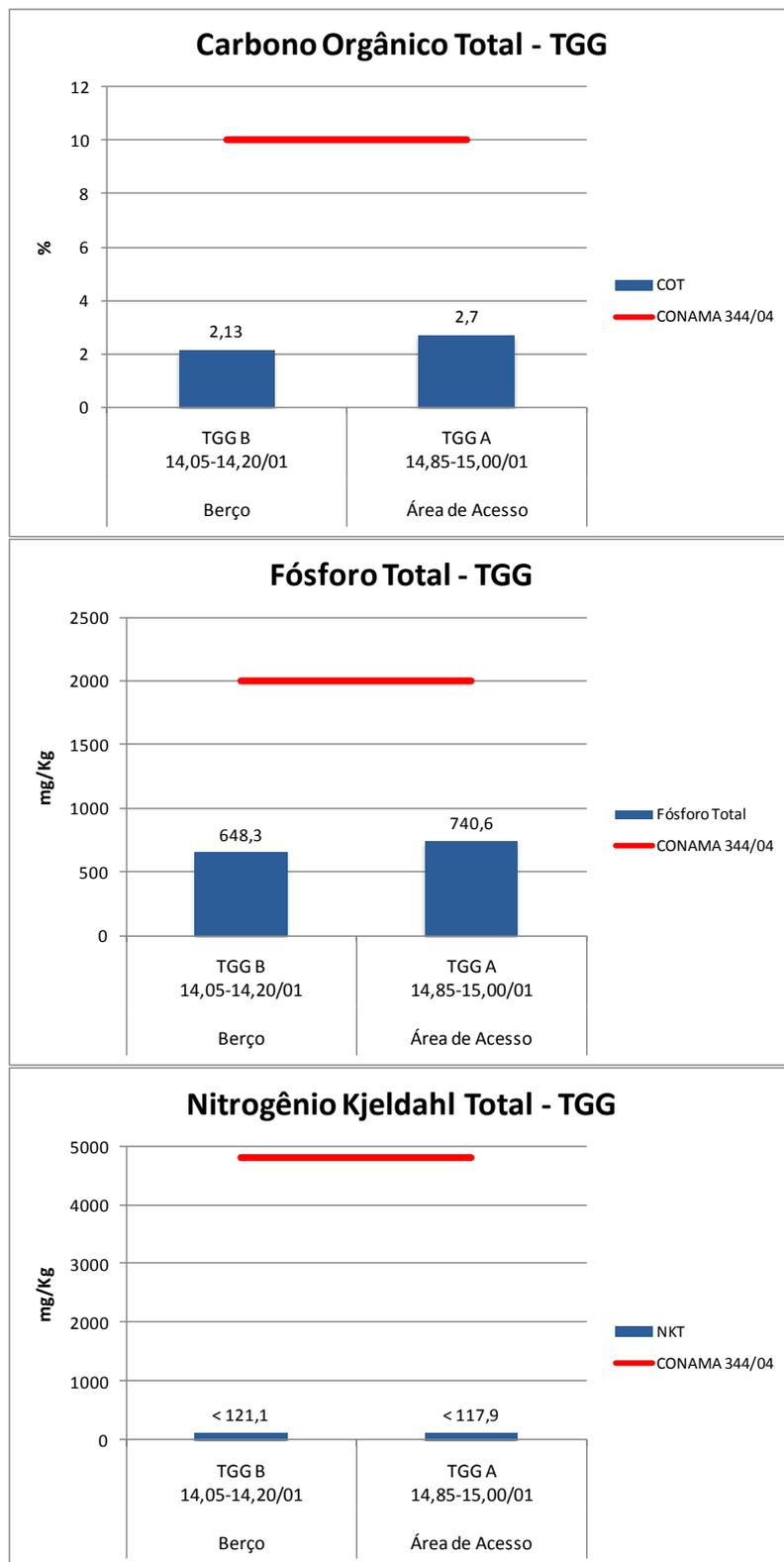


Figura 3.11-3. Concentrações de COT, fósforo total e NKT analisados nas amostras de sedimento de superfície coletadas no berço e acesso ao berço de atracação do Cais TGG.

C. Análise Ecotoxicológica

Teste de Toxicidade Aguda com *Leptocheirus plumulosus*

A análise Ecotoxicológica com o anfípoda *L. plumulosus* foi realizada com amostra de sedimento de superfície tanto do berço do Cais TGG quanto da área de acesso ao berço de atracação.

Os parâmetros físicos e químicos, como pH, salinidade (‰) e oxigênio dissolvido (mg/L), medidos na água de interface no início e fim do teste de toxicidade aguda estão apresentados na Tabela 3.11-7. Já as análises de pH, salinidade (‰), oxigênio dissolvido (mg/L), temperatura (°C), nitrogênio amoniacal (mg/L) e amônia não ionizada (NH₃ - mg/L), efetuadas na água intersticial dos sedimentos no início e fim do teste, estão apresentados na Tabela 3.11-8.

Paralelamente aos testes com as amostras coletadas foi realizado um controle laboratorial. Os resultados obtidos para esse controle também se encontram nas tabelas a seguir.

Tabela 3.11-7. Parâmetros físicos e químicos medidos na água de interface, no início e fim do teste de toxicidade aguda com *L. plumulosus*, para as amostras de sedimento de superfície do berço e área de acesso ao berço do Cais TGG.

Amostra	pH		Salinidade (‰)		Oxigênio Dissolvido (mg/L)	
	Inicial	Final	Inicial	Final	Inicial	Final
Controle	7,88	8,17	21	25	5,28	5,96
TGG Berços	7,93	8,57	21	26	5,08	5,81
TGG Acesso	7,83	8,54	22	28	4,52	5,81

Tabela 3.11-8. Parâmetros físicos e químicos medidos na água intersticial, no início e fim do teste de toxicidade aguda com *L. plumulosus*, para as amostras de sedimento de superfície do berço e área de acesso ao berço do Cais TGG.

Amostra	pH		Salinidade (‰)		Oxigênio Dissolvido (mg/L)		Temperatura (°C)		Nitrogênio amoniacal (mg/L)		Amônia não ionizada (mg/L)	
	Inicial	Final	Inicial	Final	Inicial	Final	Inicial	Final	Inicial	Final	Inicial	Final
Controle	7,86	7,99	27	24	5,86	5,11	24,6	24,6	4,75	-	0,156	-
TGG Berços	7,98	8,06	28	25	5,79	5,22	24,6	24,6	8,50	-	0,365	-
TGG Acesso	7,93	8,12	29	26	5,73	5,35	24,6	24,6	7,50	-	0,288	-

A Tabela 3.11-9 apresenta os resultados do teste de toxicidade aguda com *L. plumulosus* nas amostras de sedimento de superfície do Cais TGG. Os valores obtidos estão dentro da faixa estabelecida para a aceitação dos resultados.

Tabela 3.11-9. Efeito tóxico observado nos testes de toxicidade aguda com *L. plumulosus* para as amostras de sedimento de superfície, do berço e área de acesso ao berço do Cais TGG, em cada réplica após o período de exposição.

Amostra	Réplica	Nº final de animais por réplica		Mortalidade total (%)	Resultado
		Mortos	Total		
Controle	1	0	20	0	-
	2	0	20		
	3	0	20		
TGG Berço	1	19	20	23	Não Tóxico
	2	11	20		
	3	16	20		
TGG Acesso	1	*	*	18	Não Tóxico
	2	15	20		
	3	18	20		

* Réplica cancelada.

De acordo com o tratamento estatístico aplicado, foi verificado que as amostras de sedimento de superfície, do berço do Cais TGG e da área de acesso ao berço de atracação, não apresentaram toxicidade aguda para *L. plumulosus*, em comparação com o controle, após 10 dias de exposição.

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 essa espécie (USEPA, 2001).

A sensibilidade dos indivíduos de *L. plumulosus* 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} ; 96h) e respectivo intervalo de confiança obtidos foram: 1,06 mg Zn/L (I.C.: 0,80 a 1,41 mg Zn/L). A carta-controle de sensibilidade desse sistema-teste, utilizando dados acumulados de vários testes, indica uma CL_{50} ; 96h média de 0,88 mg Zn/L, com limites de controle (média \pm 2.desvio padrão) de 0,29 a 1,47 mg Zn/L. O valor obtido está dentro da faixa definida de avaliação do sistema-teste.

3.12. CAIS TECON 3

- **SUPERFÍCIE**

A. Granulometria

A composição granulométrica do sedimento de superfície amostrado no berço e acesso ao berço de atracação do Cais TECON 3 está apresentada na Figura 3.12-1, e na Tabela 3.12-1.

Os resultados granulométricos mostraram predominância das frações silte (47,7%), argila (26,0%) e areia muito fina (14,0%), no sedimento coletado no berço do Cais TECON 3, e em menores porcentagens foram encontradas as frações areia fina (9,45%), areia média (1,19%) e areia grossa (1,27). A fração areia muito grossa apresentou valor abaixo de 0,10%.

No acesso ao berço de atracação as frações predominantes foram areia muito fina (32,5%), silte (28,6%), areia fina (18,5%) e argila (17,8%), seguido pelas frações areia média (1,25 %), areia grossa (0,629%) e areia muito grossa (0,338%).

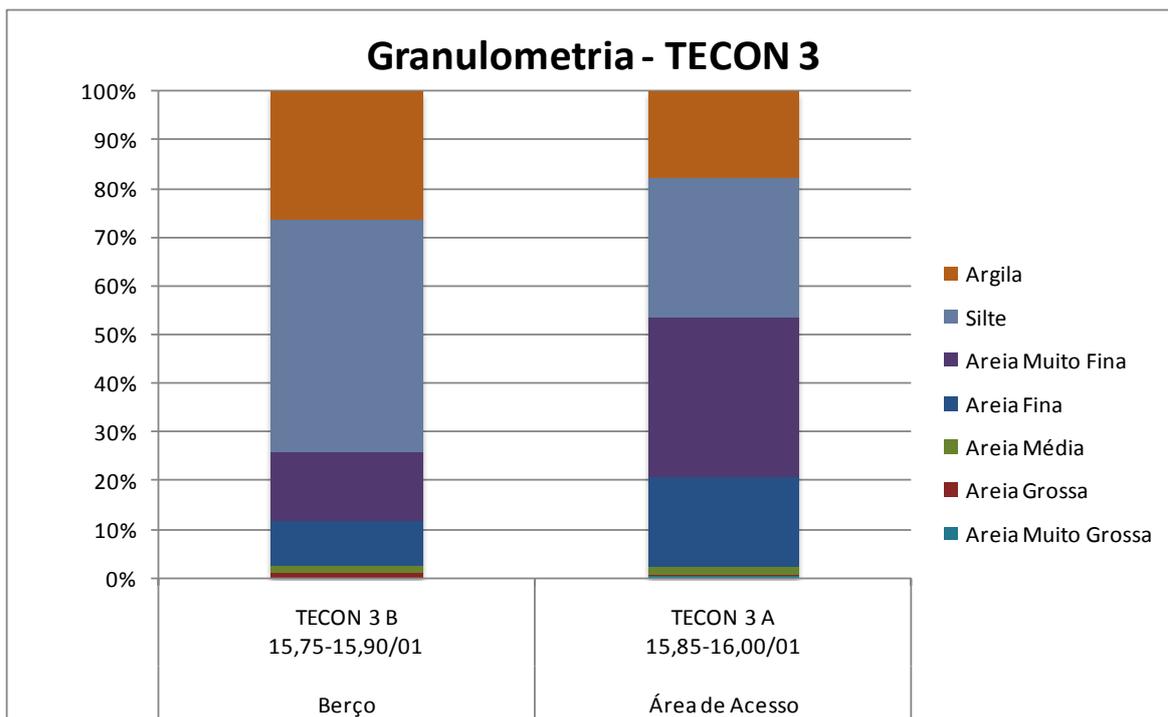


Figura 3.12-1. Composição granulométrica do sedimento de superfície do berço e área de acesso ao berço de atracação do Cais TECON 3.

Tabela 3.12-1. Composição granulométrica do sedimento de superfície do berço e área de acesso ao berço de atracação do Cais TECON 3.

Granulometria			
Fração	Unidade	Berço	Área de Acesso
		TECON 3 B 15,75-15,90/01	TECON 3 A 15,85-16,00/01
Argila	%	26	17,8
Silte	%	47,7	28,6
Areia Muito Fina	%	14	32,5
Areia Fina	%	9,45	18,5
Areia Média	%	1,19	1,25
Areia Grossa	%	1,27	0,629
Areia Muito Grossa	%	<0,10	0,338
Areia Total	%	25,9	53,2

B. Parâmetros Químicos

Metais e Arsênio

Os resultados das análises dos metais nas amostras de sedimento de superfície coletadas no berço e acesso ao berço de atracação do Cais TECON 3 estão apresentados na Tabela 3.12-2.

Dentre os parâmetros químicos, analisados no sedimento de superfície, arsênio e cádmio registraram concentrações abaixo do limite de quantificação (<LQ) tanto no berço quanto na sua área de acesso.

Os metais chumbo, cobre, cromo, níquel e zinco foram quantificados nas amostras, de sedimento de superfície, coletadas tanto no berço quanto na sua área de acesso. Entretanto, nenhum destes elementos apresentou concentração acima do nível 1 da Resolução Conama 344/04 (Brasil, 2004).

A Figura 3.12-2 apresenta a concentração de alguns metais analisados no sedimento de superfície coletados no berço do Cais TECON 3 e na sua referida área de acesso.

Hidrocarbonetos Policíclicos Aromáticos (HPAs)

Todos os HPAs, coletados no berço do Cais TECON 3 e na sua área de acesso, apresentaram valores abaixo do limite de quantificação (<LQ) do método (Tabela 3.12-3).

Bifenilas Policloradas (PCBs)

Os PCBs totais apresentaram concentrações inferiores aos limites de quantificação do método, tanto no berço quanto na sua área de acesso, enquadrando-se, portanto, nos valores de referência estabelecidos pela Resolução Conama 344/04 (Brasil, 2004) (Tabela 3.12-4).

Pesticidas Organoclorados

Assim como para os PCBs totais, os pesticidas organoclorados apresentaram, tanto no berço quanto na sua área de acesso, concentrações inferiores aos limites de quantificação do método (Tabela 3.12-5). Nenhuma das amostras analisadas, portanto, apresentou-se fora dos limites estabelecidos pela resolução citada.

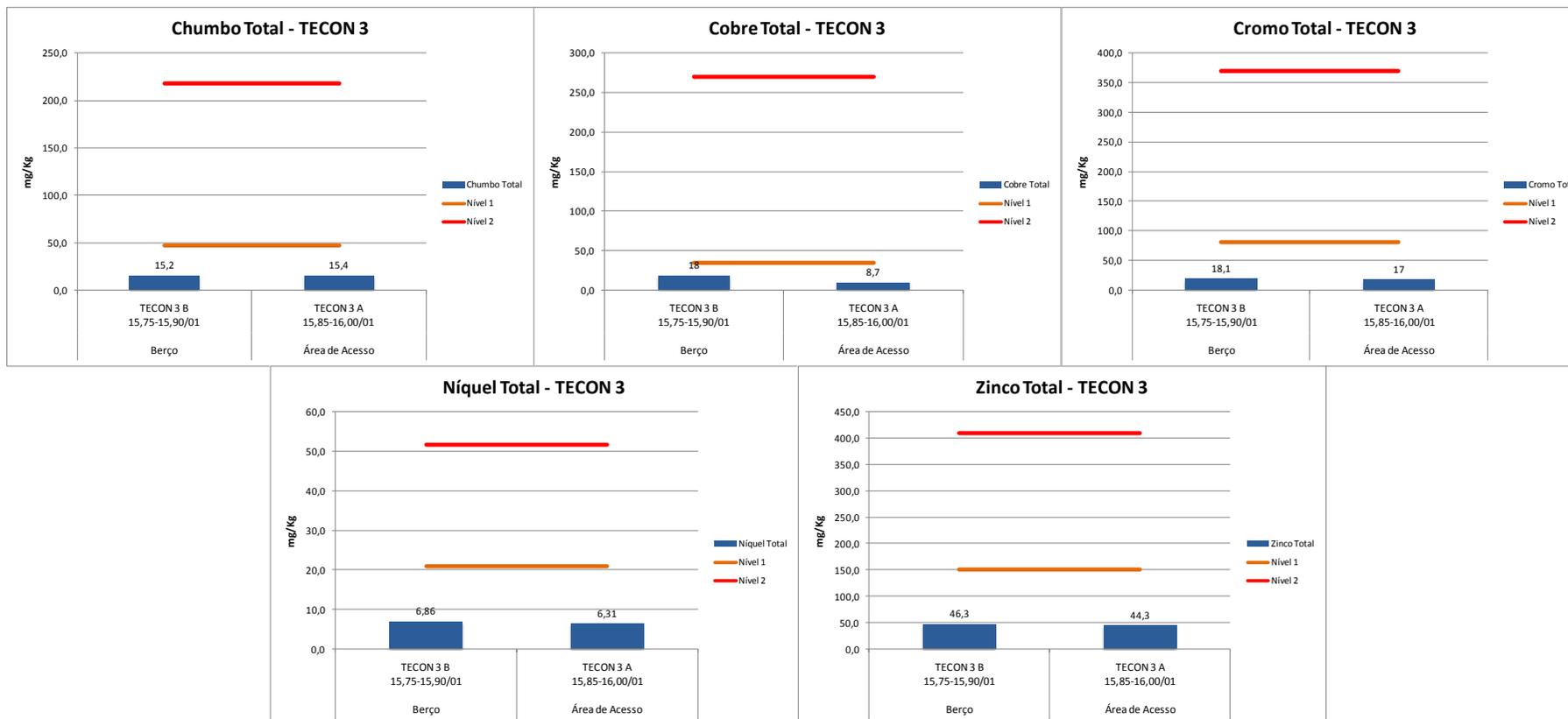


Figura 3.12-2. Concentração de alguns metais analisados nas amostras de sedimento de superfície coletadas no berço do Cais TECON 3 e na sua referida área de acesso.

Tabela 3.12-2. Concentrações de metais e arsênio total nas amostras de sedimento de superfície coletadas no berço e acesso ao berço de atracação do Cais TECON 3.

Metais e Arsênio					
Parâmetros	Unidade	Resolução CONAMA 344/04		Berço	Área de Acesso
		Nível 1	Nível 2	TECON 3 B	TECON 3 A
				15,75-15,90/01	15,85-16,00/01
Arsênio Total	mg/kg	8,2	70	< 0,977	< 0,770
Cádmio Total	mg/kg	1,2	9,6	< 0,651	< 0,513
Chumbo Total	mg/kg	46,7	218	15,2	15,4
Cobre Total	mg/kg	34	270	18	8,7
Cromo Total	mg/kg	81	370	18,1	17
Mercúrio Total	mg/kg	0,15	0,71	< 0,065	< 0,051
Níquel Total	mg/kg	20,9	51,6	6,86	6,31
Zinco Total	mg/kg	150	410	46,3	44,3

Tabela 3.12-3. Concentrações de HPAs nas amostras de sedimento de superfície coletadas no berço e acesso ao berço de atracação do Cais TECON 3.

Hidrocarbonetos Policíclicos Aromáticos ou HPAs					
Parâmetros	Unidade	Resolução CONAMA 344/04		Berço	Área de Acesso
		Nível 1	Nível 2	TECON 3 B	TECON 3 A
				15,75-15,90/01	15,85-16,00/01
Benzo(a)antraceno	µg/kg	74,8	693	< 7,81	< 6,16
Benzo(a)pireno	µg/kg	88,8	763	< 7,81	< 6,16
Criseno	µg/kg	108	846	< 7,81	< 6,16
Dibenzo(a,h)antraceno	µg/kg	6,22	135	< 2,60	< 6,16
Acenafteno	µg/kg	16	500	< 7,81	< 6,16
Acenaftileno	µg/kg	44	640	< 7,81	< 6,16
Antraceno	µg/kg	85,3	1100	< 7,81	< 6,16
Fenantreno	µg/kg	240	1500	< 7,81	< 6,16
Fluoranteno	µg/kg	600	5100	< 7,81	< 6,16
Fluoreno	µg/kg	19	540	< 7,81	< 6,16
2-Metilnaftaleno	µg/kg	70	670	< 7,81	< 6,16
Naftaleno	µg/kg	160	2100	< 7,81	< 6,16
Pireno	µg/kg	665	2600	< 7,81	< 6,16

Tabela 3.12-4. Concentrações de PCBs nas amostras de sedimento de superfície coletadas no berço e acesso ao berço de atracação do Cais TECON 3.

Bifenilas policloradas ou PCBs					
Parâmetros	Unidade	Resolução CONAMA 344/04		Berço	Área de Acesso
		Nível 1	Nível 2	TECON 3 B	TECON 3 A
				15,75-15,90/01	15,85-16,00/01
Bifenilas Policloradas Totais	µg/kg	22,7	180	< 0,156	< 0,123

Tabela 3.12-5. Concentrações de Pesticidas Organoclorados nas amostras de sedimento de superfície coletadas no berço e acesso ao berço de atracação do Cais TECON 3.

Pesticidas Organoclorados					
Parâmetros	Unidade	Resolução CONAMA 344/04		Berço	Área de Acesso
		Nível 1	Nível 2	TECON 3 B	TECON 3 A
				15,75-15,90/01	15,85-16,00/01
a-BHC	µg/kg	0,32	0,99	< 0,156	< 0,123
b-BHC	µg/kg	0,32	0,99	< 0,156	< 0,123
d-BHC	µg/kg	0,32	0,99	< 0,156	< 0,123
g-BHC	µg/kg	0,32	0,99	< 0,156	< 0,123
a-Clordano	µg/kg	2,26	4,79	< 0,156	< 0,123
g-Clordano	µg/kg	2,26	4,79	< 0,156	< 0,123
4,4'-DDD	µg/kg	1,22	7,81	< 0,156	< 0,123
4,4'-DDE	µg/kg	2,07	374	< 0,156	< 0,123
4,4'-DDT	µg/kg	1,19	4,77	< 0,156	< 0,123
Dieldrin	µg/kg	0,71	4,3	< 0,156	< 0,123
Endrin	µg/kg	2,67	62,4	< 0,156	< 0,123

Outros Parâmetros

Os parâmetros carbono orgânico total (COT) e fósforo total foram quantificados nas amostras de sedimento de superfície, tanto no berço quanto na área de acesso ao berço de atracação, entretanto apresentaram concentrações abaixo do valor alerta estabelecido pela Resolução Conama 344/04 (Brasil, 2004). Já o nitrogênio kjeldahl total (NKT) apresentou concentrações inferiores aos limites de quantificação do método (<LQ), tanto no berço quanto na área de acesso (Tabela 3.12-6).

A Figura 3.12-3 apresenta a concentração de COT, fósforo total e NKT analisados no sedimento de superfície coletados no berço do Cais TECON 3 e na sua referida área de acesso.

Tabela 3.12-6. Concentrações de COT, fósforo total e NKT nas amostras de sedimento coletadas no berço e acesso ao berço de atracação do Cais TECON 3.

Outros				
Parâmetros	Unidade	Resolução CONAMA 344/04	Berço	Área de Acesso
			TECON 3 B	TECON 3 A
			15,75-15,90/01	15,85-16,00/01
Carbono Orgânico Total	%	10	2,18	2,52
Fósforo Total	mg/kg	2000	423,2	363,3
Nitrogênio Kjeldahl Total	mg/kg	4800	< 78,1	< 61,6

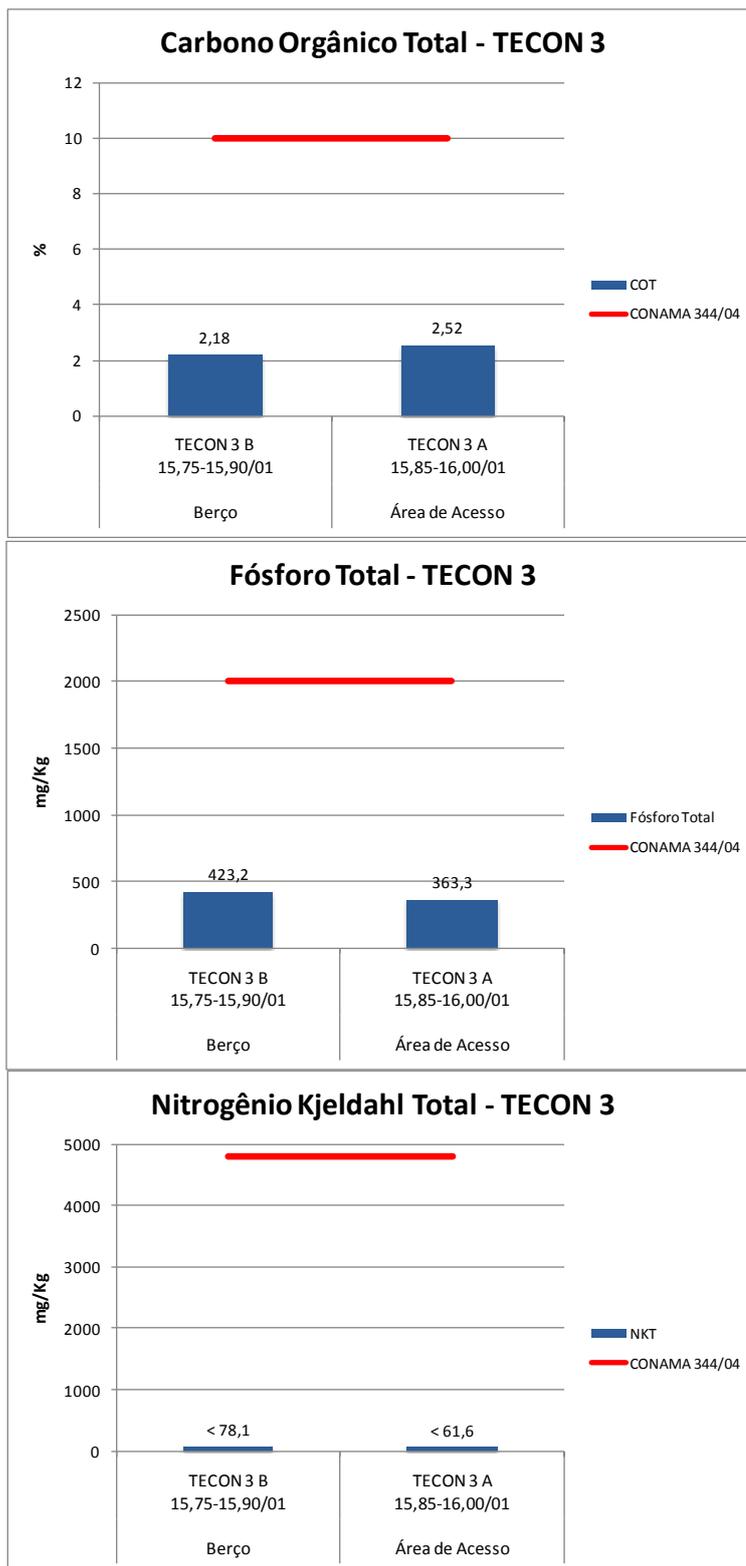


Figura 3.12-3. Concentrações de COT, fósforo total e NKT analisados nas amostras de sedimento de superfície coletadas no berço e acesso ao berço de atracação do Cais TECON 3.

C. Análise Ecotoxicológica

Teste de Toxicidade Aguda com *Leptocheirus plumulosus*

A análise Ecotoxicológica com o anfípoda *L. plumulosus* foi realizada com amostra de sedimento de superfície tanto do berço do Cais TECON 3 quanto da área de acesso ao berço de atracação.

Os parâmetros físicos e químicos, como pH, salinidade (‰) e oxigênio dissolvido (mg/L), medidos na água de interface no início e fim do teste de toxicidade aguda estão apresentados na Tabela 3.12-7. Já as análises de pH, salinidade (‰), oxigênio dissolvido (mg/L), temperatura (°C), nitrogênio amoniacal (mg/L) e amônia não ionizada (NH₃ - mg/L), efetuadas na água intersticial dos sedimentos no início e fim do teste, estão apresentados na Tabela 3.12-8.

Paralelamente aos testes com as amostras coletadas foi realizado um controle laboratorial. Os resultados obtidos para esse controle também se encontram nas tabelas a seguir.

Tabela 3.12-7. Parâmetros físicos e químicos medidos na água de interface, no início e fim do teste de toxicidade aguda com *L. plumulosus*, para as amostras de sedimento de superfície do berço e área de acesso ao berço do Cais TECON 3.

Amostra	pH		Salinidade (‰)		Oxigênio Dissolvido (mg/L)	
	Inicial	Final	Inicial	Final	Inicial	Final
Controle	7,12	8,15	22	24	5,21	6,13
TECON 3 Berço	7,81	8,33	22	26	5,14	5,86
TECON 3 Acesso	7,73	8,57	22	25	4,71	5,96

Tabela 3.12-8. Parâmetros físicos e químicos medidos na água intersticial, no início e fim do teste de toxicidade aguda com *L. plumulosus*, para as amostras de sedimento de superfície do berço e área de acesso ao berço do Cais TECON 3.

Amostra	pH		Salinidade (‰)		Oxigênio Dissolvido (mg/L)		Temperatura (°C)		Nitrogênio amoniacal (mg/L)		Amônia não ionizada (mg/L)	
	Inicial	Final	Inicial	Final	Inicial	Final	Inicial	Final	Inicial	Final	Inicial	Final
Controle	7,05	7,78	30	23	5,60	5,65	25,6	24,8	4,25	-	0,023	-
TECON 3 Berço	8,19	7,63	35	25	5,93	3,71	25,6	24,8	9,75	-	0,679	-
TECON 3 Acesso	8,30	7,67	38	25	5,87	4,19	25,6	24,8	14,00	-	1,232	-

A Tabela 3.12-9 apresenta os resultados do teste de toxicidade aguda com *L. plumulosus* nas amostras de sedimento de superfície do Cais TECON 3. Os valores obtidos estão dentro da faixa estabelecida para a aceitação dos resultados.

Tabela 3.12-9. Efeito tóxico observado nos testes de toxicidade aguda com *L. plumulosus* para as amostras de sedimento de superfície, do berço e área de acesso ao berço do Cais TECON 3, em cada réplica após o período de exposição.

Amostra	Réplica	Nº final de animais por réplica		Mortalidade total (%)	Resultado
		Mortos	Total		
Controle	1	0	20	0	-
	2	0	20		
	3	0	20		
TECON 3 Berço	1	15	20	87	Tóxico
	2	17	20		
	3	20	20		
TECON 3 Acesso	1	2	20	20	Não Tóxico
	2	10	20		
	3	0	20		

De acordo com o tratamento estatístico aplicado, foi verificado que a amostra de sedimento da área de acesso do Cais TECON 3 não apresentou toxicidade aguda para *L. plumulosus*, em comparação com o controle, após 10 dias de exposição. Entretanto, a amostra de sedimento do berço apresentou alta porcentagem de mortalidade dos organismos e, portanto, efeito tóxico.

Quanto à concentração de amônia não ionizada da água intersticial no início do teste, o valor da amostra de sedimento de superfície do acesso esteve acima

do limite de 0,8 mg/L que, isoladamente, pode causar efeito tóxico para *Leptocheirus plumulosus* (USEPA, 2001), entretanto, tal efeito não foi observado.

A sensibilidade dos indivíduos de *L. plumulosus* 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} ; 96h) e respectivo intervalo de confiança obtidos foram: 0,86 mg Zn/L (I.C.: 0,41 a 1,81 mg Zn/L). A carta-control de sensibilidade desse sistema-teste, utilizando dados acumulados de vários testes, indica uma CL_{50} ; 96h média de 0,90 mg Zn/L, com limites de controle (média \pm 2.desvio padrão) de 0,44 a 1,37 mg Zn/L. O valor obtido está dentro da faixa definida de avaliação do sistema-teste.

3.13. CAIS TECON 4

- **SUPERFÍCIE**

A. Granulometria

A composição granulométrica do sedimento de superfície amostrado no berço e acesso ao berço de atracação do Cais TECON 4 está apresentada na Figura 3.13-1, e na Tabela 3.13-1.

Os resultados granulométricos mostraram predominância das frações silte (53,2%) e argila (21,9%), no sedimento coletado no berço do Cais TECON 4, e em menores porcentagens foram encontradas as frações areia muito fina (18,3%), areia fina (5,81%) e areia média (0,642%). As frações areia grossa e areia muito grossa apresentaram valores abaixo de 0,10%.

No acesso ao berço de atracação as frações predominantes foram silte (35,6%), areia muito fina (26,6%) e argila (26,3%), seguido pelas frações areia fina (10,0%) e areia média (1,2%). As frações areia grossa e areia muito grossa apresentaram valores abaixo de 0,10%.

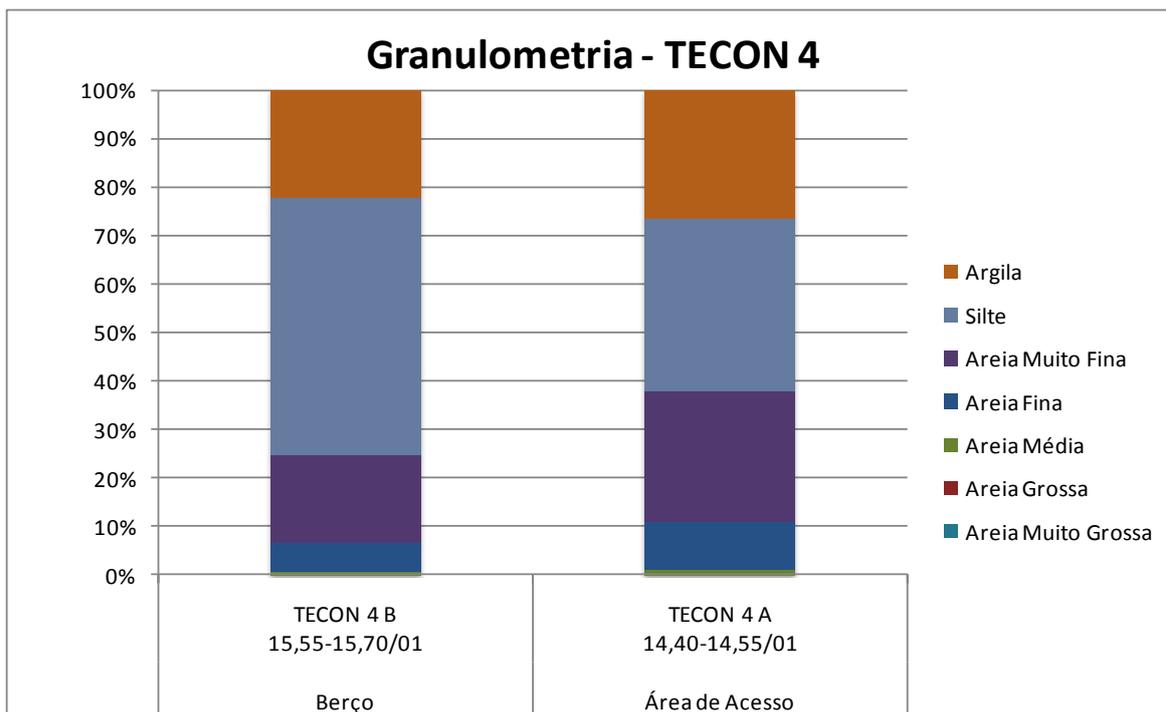


Figura 3.13-1. Composição granulométrica do sedimento de superfície do berço e área de acesso ao berço de atracação do Cais TECON 4.

Tabela 3.13-1. Composição granulométrica do sedimento de superfície do berço e área de acesso ao berço de atracação do Cais TECON 4.

Granulometria			
Fração	Unidade	Berço	Área de Acesso
		TECON 4 B 15,55-15,70/01	TECON 4 A 14,40-14,55/01
Argila	%	21,9	26,3
Silte	%	53,2	35,6
Areia Muito Fina	%	18,3	26,6
Areia Fina	%	5,81	10
Areia Média	%	0,642	1,2
Areia Grossa	%	<0,10	<0,10
Areia Muito Grossa	%	<0,10	<0,10
Areia Total	%	24,7	37,8

B. Parâmetros Químicos

Metais e Arsênio

Os resultados das análises dos metais nas amostras de sedimento de superfície coletadas no berço e acesso ao berço de atracação do Cais TECON 4 estão apresentados na Tabela 3.13-2.

Dentre os parâmetros químicos, analisados no sedimento de superfície, arsênio e cádmio registraram concentrações abaixo do limite de quantificação (<LQ) tanto no berço quanto na sua área de acesso.

Os metais chumbo, cobre, cromo, níquel e zinco foram quantificados nas amostras, de sedimento de superfície, coletadas tanto no berço quanto na sua área de acesso. Entretanto, nenhum destes elementos apresentou concentração acima do nível 1 da Resolução Conama 344/04 (Brasil, 2004).

A Figura 3.13-2 apresenta a concentração de alguns metais analisados no sedimento de superfície coletados no berço do Cais TECON 4 e na sua referida área de acesso.

Hidrocarbonetos Policíclicos Aromáticos (HPAs)

Todos os HPAs, coletados no berço do Cais TECON 4 e na sua área de acesso, apresentaram valores abaixo do limite de quantificação (<LQ) do método (Tabela 3.13-3).

Bifenilas Policloradas (PCBs)

Os PCBs totais apresentaram concentrações inferiores aos limites de quantificação do método, tanto no berço quanto na sua área de acesso, enquadrando-se, portanto, nos valores de referência estabelecidos pela Resolução Conama 344/04 (Brasil, 2004) (Tabela 3.13-4).

Pesticidas Organoclorados

Assim como para os PCBs totais, os pesticidas organoclorados apresentaram, tanto no berço quanto na sua área de acesso, concentrações inferiores aos limites de quantificação do método (Tabela 3.13-5). Nenhuma das amostras analisadas, portanto, apresentou-se fora dos limites estabelecidos pela resolução citada.

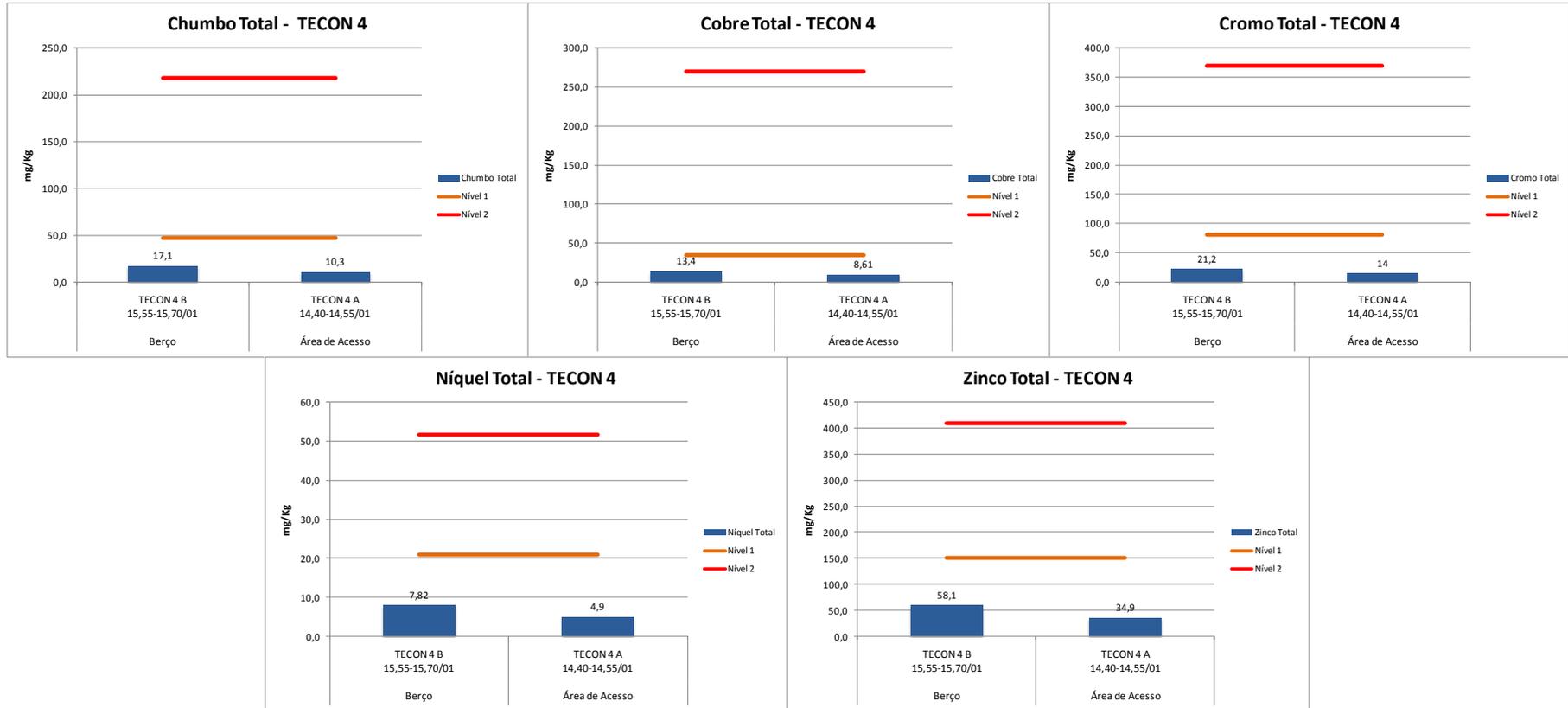


Figura 3.13-2. Concentração de alguns metais analisados nas amostras de sedimento de superfície coletadas no berço do Cais TECON 4 e na sua referida área de acesso.

Tabela 3.13-2. Concentrações de metais e arsênio total nas amostras de sedimento de superfície coletadas no berço e acesso ao berço de atracação do Cais TECON 4.

Metais e Arsênio					
Parâmetros	Unidade	Resolução		Berço	Área de Acesso
		CONAMA 344/04		TECON 4 B	TECON 4 A
		Nível 1	Nível 2	15,55-15,70/01	14,40-14,55/01
Arsênio Total	mg/kg	8,2	70	< 1,34	< 0,977
Cádmio Total	mg/kg	1,2	9,6	< 0,896	< 0,651
Chumbo Total	mg/kg	46,7	218	17,1	10,3
Cobre Total	mg/kg	34	270	13,4	8,61
Cromo Total	mg/kg	81	370	21,2	14
Mercurio Total	mg/kg	0,15	0,71	< 0,090	< 0,065
Níquel Total	mg/kg	20,9	51,6	7,82	4,9
Zinco Total	mg/kg	150	410	58,1	34,9

Tabela 3.13-3. Concentrações de HPAs nas amostras de sedimento de superfície coletadas no berço e acesso ao berço de atracação do Cais TECON 4.

Hidrocarbonetos Policíclicos Aromáticos ou HPAs					
Parâmetros	Unidade	Resolução		Berço	Área de Acesso
		CONAMA 344/04		TECON 4 B	TECON 4 A
		Nível 1	Nível 2	15,55-15,70/01	14,40-14,55/01
Benzo(a)antraceno	µg/kg	74,8	693	< 10,75	< 7,81
Benzo(a)pireno	µg/kg	88,8	763	< 10,75	< 7,81
Criseno	µg/kg	108	846	< 10,75	< 7,81
Dibenzo(a,h)antraceno	µg/kg	6,22	135	< 3,58	< 2,60
Acenafteno	µg/kg	16	500	< 10,75	< 7,81
Acenaftileno	µg/kg	44	640	< 10,75	< 7,81
Antraceno	µg/kg	85,3	1100	< 10,75	< 7,81
Fenantreno	µg/kg	240	1500	< 10,75	< 7,81
Fluoranteno	µg/kg	600	5100	< 10,75	< 7,81
Fluoreno	µg/kg	19	540	< 10,75	< 7,81
2-Metilnaftaleno	µg/kg	70	670	< 10,75	< 7,81
Naftaleno	µg/kg	160	2100	< 10,75	< 7,81
Pireno	µg/kg	665	2600	< 10,75	< 7,81

Tabela 3.13-4. Concentrações de PCBs nas amostras de sedimento de superfície coletadas no berço e acesso ao berço de atracação do Cais TECON 4.

Bifenilas policloradas ou PCBs					
Parâmetros	Unidade	Resolução		Berço	Área de Acesso
		CONAMA 344/04		TECON 4 B	TECON 4 A
		Nível 1	Nível 2	15,55-15,70/01	14,40-14,55/01
Bifenilas Policloradas Totais	µg/kg	22,7	180	< 0,215	< 0,156

Tabela 3.13-5. Concentrações de Pesticidas Organoclorados nas amostras de sedimento de superfície coletadas no berço e acesso ao berço de atracação do Cais TECON 4.

Pesticidas Organoclorados					
Parâmetros	Unidade	Resolução		Berço	Área de Acesso
		CONAMA 344/04		TECON 4 B	TECON 4 A
		Nível 1	Nível 2	15,55-15,70/01	14,40-14,55/01
a-BHC	µg/kg	0,32	0,99	< 0,215	< 0,156
b-BHC	µg/kg	0,32	0,99	< 0,215	< 0,156
d-BHC	µg/kg	0,32	0,99	< 0,215	< 0,156
g-BHC	µg/kg	0,32	0,99	< 0,215	< 0,156
a-Clordano	µg/kg	2,26	4,79	< 0,215	< 0,156
g-Clordano	µg/kg	2,26	4,79	< 0,215	< 0,156
4,4'-DDD	µg/kg	1,22	7,81	< 0,215	< 0,156
4,4'-DDE	µg/kg	2,07	374	< 0,215	< 0,156
4,4'-DDT	µg/kg	1,19	4,77	< 0,215	< 0,156
Dieldrin	µg/kg	0,71	4,3	< 0,215	< 0,156
Endrin	µg/kg	2,67	62,4	< 0,215	< 0,156

Outros Parâmetros

Os parâmetros carbono orgânico total (COT) e fósforo total foram quantificados nas amostras de sedimento de superfície, tanto no berço quanto na área de acesso ao berço de atracação, entretanto apresentaram concentrações abaixo do valor alerta estabelecido pela Resolução Conama 344/04 (Brasil, 2004). Já o nitrogênio kjeldahl total (NKT) apresentou concentrações inferiores aos limites de quantificação do método (<LQ), tanto no berço quanto na área de acesso (Tabela 3.13-6).

A Figura 3.13-3 apresenta a concentração de COT, fósforo total e NKT analisados no sedimento de superfície coletados no berço do Cais TECON 4 e na sua referida área de acesso.

Tabela 3.13-6. Concentrações de COT, fósforo total e NKT nas amostras de sedimento coletadas no berço e acesso ao berço de atracação do Cais TECON 4.

Outros						
Parâmetros	Unidade	Resolução	Berço	Área de Acesso		
			CONAMA 344/04		TECON 4 B	TECON 4 A
					15,55-15,70/01	14,40-14,55/01
Carbono Orgânico Total	%	10	4,57	2,09		
Fósforo Total	mg/kg	2000	485,8	256,5		
Nitrogênio Kjeldahl Total	mg/kg	4800	< 107,5	< 78,1		

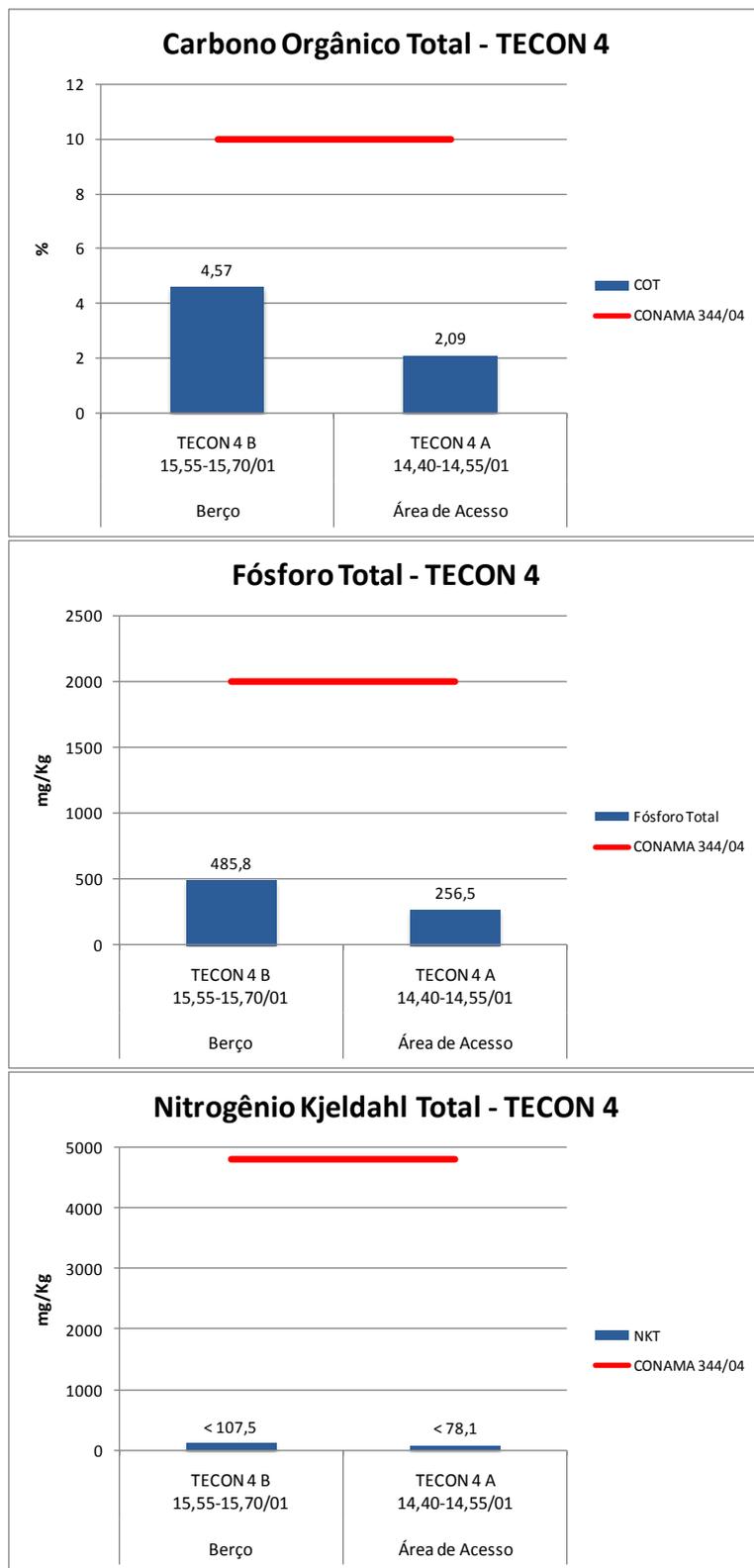


Figura 3.13-3. Concentrações de COT, fósforo total e NKT analisados nas amostras de sedimento de superfície coletadas no berço e acesso ao berço de atracação do Cais TECON 4.

C. Análise Ecotoxicológica

Teste de Toxicidade Aguda com *Leptocheirus plumulosus*

A análise Ecotoxicológica com o anfípoda *L. plumulosus* foi realizada com amostra de sedimento de superfície tanto do berço do Cais TECON 4 quanto da área de acesso ao berço de atracação.

Os parâmetros físicos e químicos, como pH, salinidade (‰) e oxigênio dissolvido (mg/L), medidos na água de interface no início e fim do teste de toxicidade aguda estão apresentados na Tabela 3.13-7. Já as análises de pH, salinidade (‰), oxigênio dissolvido (mg/L), temperatura (°C), nitrogênio amoniacal (mg/L) e amônia não ionizada (NH₃ - mg/L), efetuadas na água intersticial dos sedimentos no início e fim do teste, estão apresentados na Tabela 3.13-8.

Paralelamente aos testes com as amostras coletadas foi realizado um controle laboratorial. Os resultados obtidos para esse controle também se encontram nas tabelas a seguir.

Tabela 3.13-7. Parâmetros físicos e químicos medidos na água de interface, no início e fim do teste de toxicidade aguda com *L. plumulosus*, para as amostras de sedimento de superfície do berço e área de acesso ao berço do Cais TECON 4.

Amostra	pH		Salinidade (‰)		Oxigênio Dissolvido (mg/L)	
	Inicial	Final	Inicial	Final	Inicial	Final
Controle	7,12	8,15	22	24	5,21	6,13
TECON 4 Berço	7,78	8,47	22	26	4,38	5,95
TECON 4 Acesso	7,83	8,47	23	24	5,00	6,00

Tabela 3.13-8. Parâmetros físicos e químicos medidos na água intersticial, no início e fim do teste de toxicidade aguda com *L. plumulosus*, para as amostras de sedimento de superfície do berço e área de acesso ao berço do Cais TECON 4.

Amostra	pH		Salinidade (‰)		Oxigênio Dissolvido (mg/L)		Temperatura (°C)		Nitrogênio amoniacal (mg/L)		Amônia não ionizada (mg/L)	
	Inicial	Final	Inicial	Final	Inicial	Final	Inicial	Final	Inicial	Final	Inicial	Final
Controle	7,05	7,78	30	23	5,60	5,65	25,6	24,8	4,25	-	0,023	-
TECON 4 Berço	8,30	7,74	39	25	5,78	4,85	25,6	24,8	17,50	-	1,540	-
TECON 4 Acesso	8,26	7,41	37	25	5,83	3,80	25,6	24,8	15,00	-	1,213	-

A Tabela 3.13-9 apresenta os resultados do teste de toxicidade aguda com *L. plumulosus* nas amostras de sedimento de superfície do Cais TECON 4. Os valores obtidos estão dentro da faixa estabelecida para a aceitação dos resultados.

Tabela 3.13-9. Efeito tóxico observado nos testes de toxicidade aguda com *L. plumulosus* para as amostras de sedimento de superfície, do berço e área de acesso ao berço do Cais TECON 4, em cada réplica após o período de exposição.

Amostra	Réplica	Nº final de animais por réplica		Mortalidade total (%)	Resultado
		Mortos	Total		
Controle	1	0	20	0	-
	2	0	20		
	3	0	20		
TECON 4 Berço	1	11	20	58	Tóxico
	2	18	20		
	3	6	20		
TECON 4 Acesso	1	9	20	28	Não Tóxico
	2	2	20		
	3	*	20		

De acordo com o tratamento estatístico aplicado, foi verificado que a amostra de sedimento da área de acesso do Cais TECON 4 não apresentou toxicidade aguda para *L. plumulosus*, em comparação com o controle, após 10 dias de exposição. Entretanto, a amostra de sedimento do berço apresentou alta porcentagem de mortalidade dos organismos e, portanto, efeito tóxico.

O efeito tóxico encontrado no sedimento do berço do Cais TECON 4 possivelmente pode estar relacionado ao alto teor de amônia não ionizada encontrado na água intersticial desta amostra. Concentrações acima do limite de

0,8 mg/L desse parâmetro, isoladamente, pode causar efeito tóxico para *Leptocheirus plumulosus* (USEPA, 2001). Apesar do teor da amônia não ionizada ter se apresentado acima do limite na água intersticial do sedimento da área de acesso, não foi constatado efeito tóxico, não indicando relação desse parâmetro com a toxicidade nesta amostra especificamente.

A sensibilidade dos indivíduos de *L. plumulosus* 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} ; 96h) e respectivo intervalo de confiança obtidos foram: 0,86 mg Zn/L (I.C.: 0,41 a 1,81 mg Zn/L). A carta-control de sensibilidade desse sistema-teste, utilizando dados acumulados de vários testes, indica uma CL_{50} ; 96h média de 0,90 mg Zn/L, com limites de controle (média \pm 2.desvio padrão) de 0,44 a 1,37 mg Zn/L. O valor obtido está dentro da faixa definida de avaliação do sistema-teste.

- **COTA DE PROJETO**

- Berço: 15,00 metros
- Acesso: 15,00 metros
 - Amostra: TECON 4 A 14,50-15,00/02

A. Granulometria

A composição granulométrica do sedimento da cota de projeto (TECON 4 A 14,50-15,00/02) amostrado na área de acesso do Cais TECON 4 está apresentada na Figura 3.13-4, e na Tabela 3.13-10.

Os resultados granulométricos mostraram dominância da fração silte (91,0%), e em menores porcentagens foram encontradas as frações argila (5,9%), areia muito fina (1,74%) e areia fina (1,26%). As frações areia média, areia grossa e areia muito grossa apresentaram valores abaixo de 0,10%.

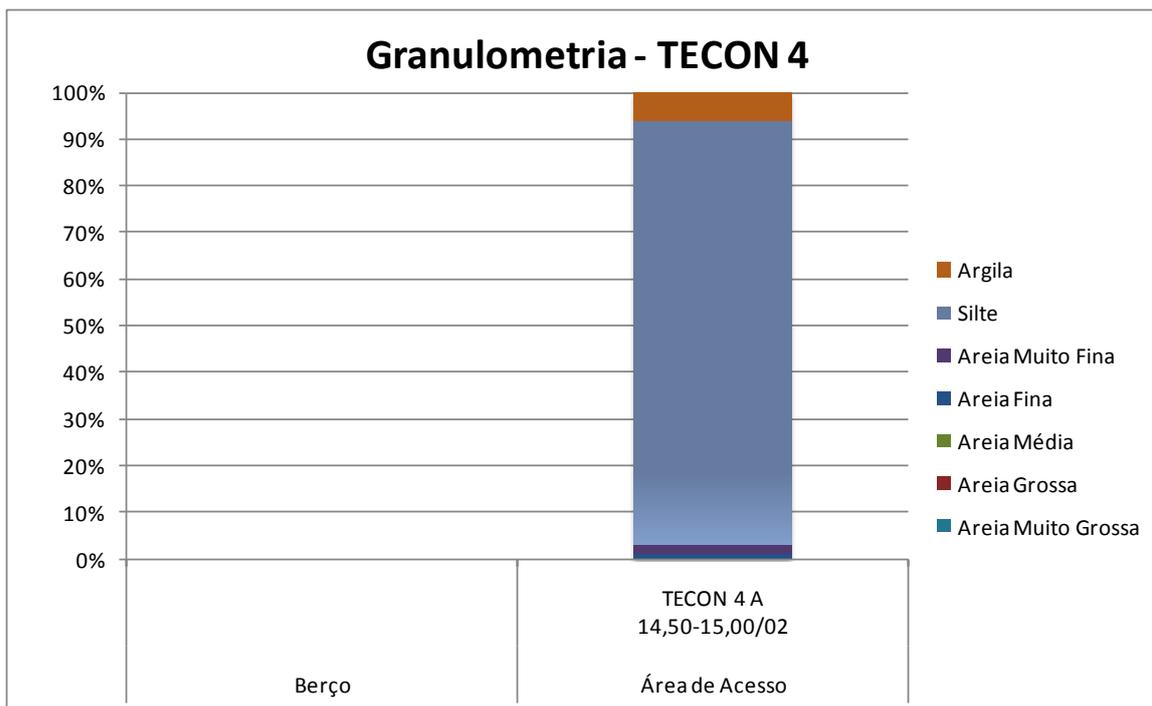


Figura 3.13-4. Composição granulométrica do sedimento da cota de projeto, coletado na área de acesso ao berço de atracação do Cais TECON 4.

Tabela 3.13-10. Composição granulométrica do sedimento da cota de projeto, coletado na área de acesso ao berço de atracação do Cais TECON 4.

Granulometria		
Fração	Unidade	Área de Acesso
		TECON 4 A 14,50-15,00/02
Argila	%	5,9
Silte	%	91
Areia Muito Fina	%	1,74
Areia Fina	%	1,26
Areia Média	%	<0,10
Areia Grossa	%	<0,10
Areia Muito Grossa	%	<0,10
Areia Total	%	3

B. Parâmetros Químicos

Metais e Arsênio

Os resultados das análises dos metais na amostra de sedimento, da cota de projeto, coletada na área de acesso ao berço de atracação do Cais TECON 4 estão apresentados na Tabela 3.13-11.

Dentre os parâmetros químicos analisados no sedimento, cádmio e mercúrio registraram concentrações abaixo do limite de quantificação do método. O arsênio total apresentou concentração (15,8 mg/kg) acima do nível 1 (8,2 mg/kg) estabelecido pela Resolução Conama 344/04 (Brasil, 2004). E os metais chumbo, cobre, cromo, níquel e zinco foram quantificados na amostra de sedimento da cota de projeto, entretanto, nenhum destes elementos apresentou concentração acima do nível 1 da Resolução Conama 344/04 (Brasil, 2004).

A Figura 3.13-5 apresenta a concentração de alguns metais analisados no sedimento coletado, na cota de projeto, da área de acesso do Cais TECON 4.

Hidrocarbonetos Policíclicos Aromáticos (HPAs)

Todos os HPAs, coletados no sedimento da cota de projeto, apresentaram valores abaixo do limite de quantificação do método (Tabela 3.13-12).

Bifenilas Policloradas (PCBs)

Os PCBs totais apresentaram concentrações inferiores aos limites de quantificação do método na amostra de sedimento da cota de projeto, enquadrando-se, portanto, nos valores de referência estabelecidos pela Resolução Conama 344/04 (Brasil, 2004) (Tabela 3.13-13).

Pesticidas Organoclorados

Assim como para os PCBs totais, os pesticidas organoclorados apresentaram, na amostra de sedimento da cota de projeto, concentrações inferiores aos limites de quantificação do método (Tabela 3.13-14). Nenhuma das amostras analisadas, portanto, apresentou-se fora dos limites estabelecidos pela resolução citada.

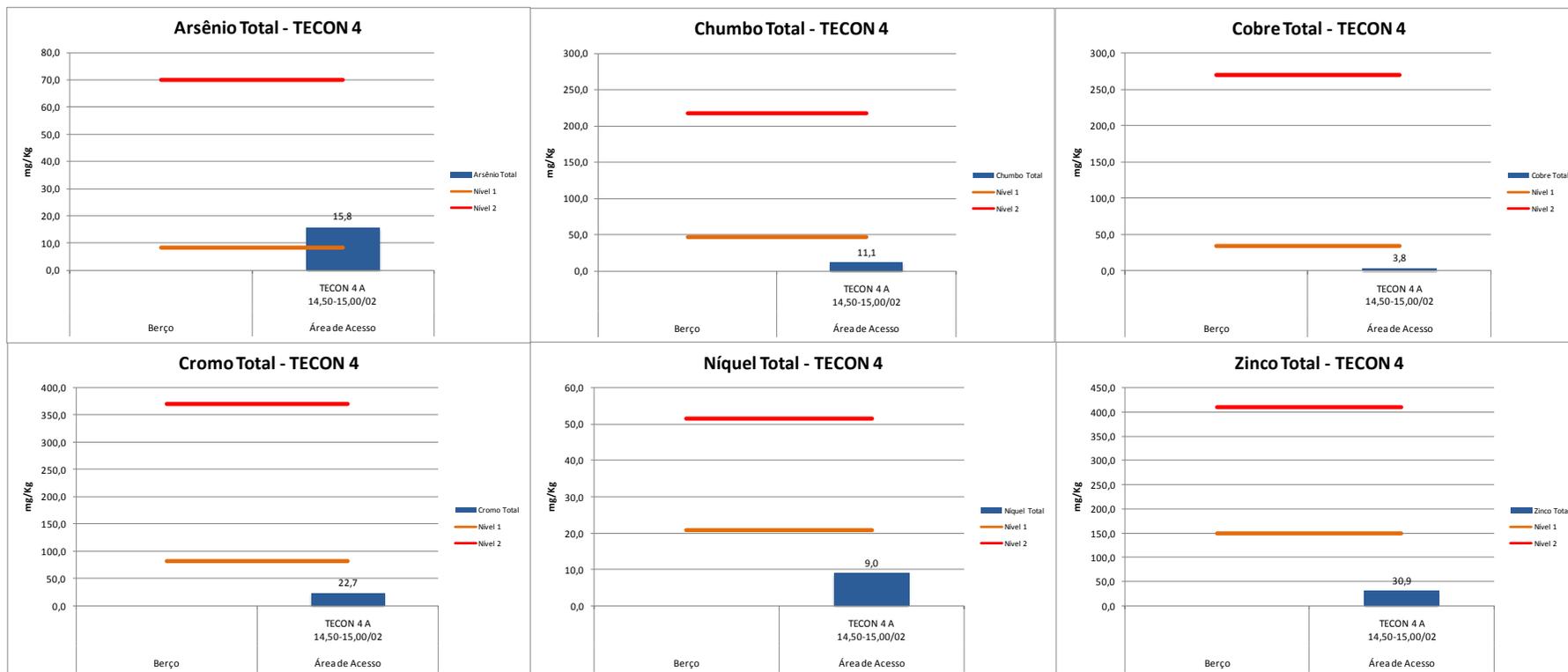


Figura 3.13-5. Concentração de alguns metais analisados na amostra de sedimento, da cota de projeto, coletada na área de acesso do Cais TECON 4.

Tabela 3.13-11. Concentrações de metais e arsênio total na amostra de sedimento, da cota de projeto, coletada na área de acesso ao berço de atracação do Cais TECON 4.

Metais e Arsênio				
Parâmetros	Unidade	Resolução CONAMA 344/04		Área de Acesso
		Nível 1	Nível 2	TECON 4 A
				14,50-15,00/02
Arsênio Total	mg/kg	8,2	70	15,8
Cádmio Total	mg/kg	1,2	9,6	< 0,488
Chumbo Total	mg/kg	46,7	218	11,1
Cobre Total	mg/kg	34	270	3,8
Cromo Total	mg/kg	81	370	22,7
Mercúrio Total	mg/kg	0,15	0,71	< 0,048
Níquel Total	mg/kg	20,9	51,6	8,99
Zinco Total	mg/kg	150	410	30,9

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

Tabela 3.13-12. Concentrações de HPAs na amostra de sedimento, da cota de projeto, coletada na área de acesso ao berço de atracação do Cais TECON 4.

Hidrocarbonetos Policíclicos Aromáticos ou HPAs				
Parâmetros	Unidade	Resolução CONAMA 344/04		Área de Acesso
		Nível 1	Nível 2	TECON 4 A
				14,50-15,00/02
Benzo(a)antraceno	µg/kg	74,8	693	< 5,86
Benzo(a)pireno	µg/kg	88,8	763	< 5,86
Criseno	µg/kg	108	846	< 5,86
Dibenzo(a,h)antraceno	µg/kg	6,22	135	< 5,86
Acenafteno	µg/kg	16	500	< 5,86
Acenaftileno	µg/kg	44	640	< 5,86
Antraceno	µg/kg	85,3	1100	< 5,86
Fenantreno	µg/kg	240	1500	< 5,86
Fluoranteno	µg/kg	600	5100	< 5,86
Fluoreno	µg/kg	19	540	< 5,86
2-Metilnaftaleno	µg/kg	70	670	< 5,86
Naftaleno	µg/kg	160	2100	< 5,86
Pireno	µg/kg	665	2600	< 5,86

Tabela 3.13-13. Concentrações de PCBs na amostra de sedimento, da cota de projeto, coletada na área de acesso ao berço de atracação do Cais TECON 4.

Bifenilas policloradas ou PCBs				
Parâmetros	Unidade	Resolução CONAMA 344/04		Área de Acesso
		Nível 1	Nível 2	TECON 4 A
				14,50-15,00/02
Bifenilas Policloradas Totais	µg/kg	22,7	180	< 0,117

Tabela 3.13-14. Concentrações de Pesticidas Organoclorados na amostra, da cota de projeto, coletada na área de acesso ao berço de atracação do Cais TECON 4.

Pesticidas Organoclorados				
Parâmetros	Unidade	Resolução CONAMA 344/04		Área de Acesso
		Nível 1	Nível 2	TECON 4 A 14,50-15,00/02
a-BHC	µg/kg	0,32	0,99	< 0,117
b-BHC	µg/kg	0,32	0,99	< 0,117
d-BHC	µg/kg	0,32	0,99	< 0,117
g-BHC	µg/kg	0,32	0,99	< 0,117
a-Clordano	µg/kg	2,26	4,79	< 0,117
g-Clordano	µg/kg	2,26	4,79	< 0,117
4,4'-DDD	µg/kg	1,22	7,81	< 0,117
4,4'-DDE	µg/kg	2,07	374	< 0,117
4,4'-DDT	µg/kg	1,19	4,77	< 0,117
Dieldrin	µg/kg	0,71	4,3	< 0,117
Endrin	µg/kg	2,67	62,4	< 0,117

Outros Parâmetros

Os parâmetros carbono orgânico total (COT) e fósforo total foram quantificados na amostra de sedimento, da cota de projeto, da área de acesso, entretanto apresentaram concentrações abaixo do valor alerta estabelecido pela Resolução Conama 344/04 (Brasil, 2004) (Tabela 3.13-15).

O nitrogênio kjeldahl total (NKT) apresentou concentração abaixo do limite de quantificação do método na amostra de sedimento da cota de projeto (Tabela 3.13-15).

A Figura 3.13-6 apresenta a concentração de COT e fósforo total analisados no sedimento, da cota de projeto, coletado na área de acesso do Cais TECON 4.

Tabela 3.13-15. Concentrações de COT, fósforo total e NKT na amostra, da cota de projeto, coletada na área de acesso ao berço de atracação do Cais TECON 4.

Outros			
Parâmetros	Unidade	Resolução CONAMA 344/04	Área de Acesso
			TECON 4 A 14,50-15,00/02
Carbono Orgânico Total	%	10	6,36
Fósforo Total	mg/kg	2000	385,5
Nitrogênio Kjeldahl Total	mg/kg	4800	< 58,6

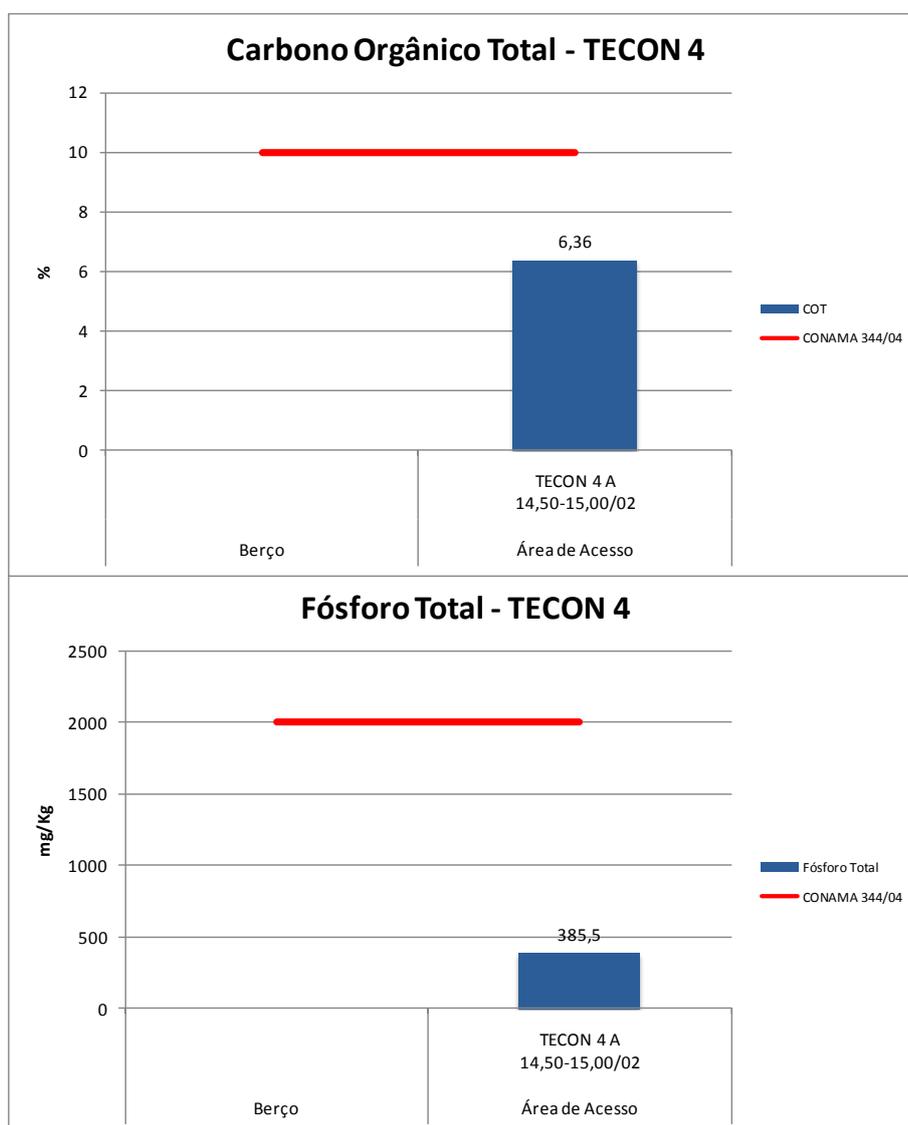


Figura 3.13-6. Concentrações de COT e fósforo total analisados na amostra de sedimento, da cota de projeto, coletada na área de acesso ao berço de atracação do Cais TECON 4.

3.14. CAIS DO ARMAZÉM 12-A (ARM 12-A)

- **SUPERFÍCIE**

A. Granulometria

A composição granulométrica do sedimento de superfície amostrado no berço e acesso ao berço de atracação do Cais do Armazém 12-A está apresentada na Figura 3.14-1, e na Tabela 3.14-1.

Os resultados granulométricos mostraram predominância das frações silte (49,0%) e argila (32,7%), no sedimento coletado no berço do Cais do Armazém 12-A, e em menores porcentagens foram encontradas as frações areia muito fina (11,5%), areia fina (4,59%), areia média (1,04) e areia grossa (0,879%). A fração areia muito grossa apresentou valor abaixo de 0,10%.

No acesso ao berço de atracação as frações predominantes foram silte (34,3%), areia muito fina (25,1%) e argila (20,1%), seguido pelas frações areia fina (12,2%), areia média (4,22%) e areia grossa (3,86%). A fração areia muito grossa apresentou valor abaixo de 0,10%.

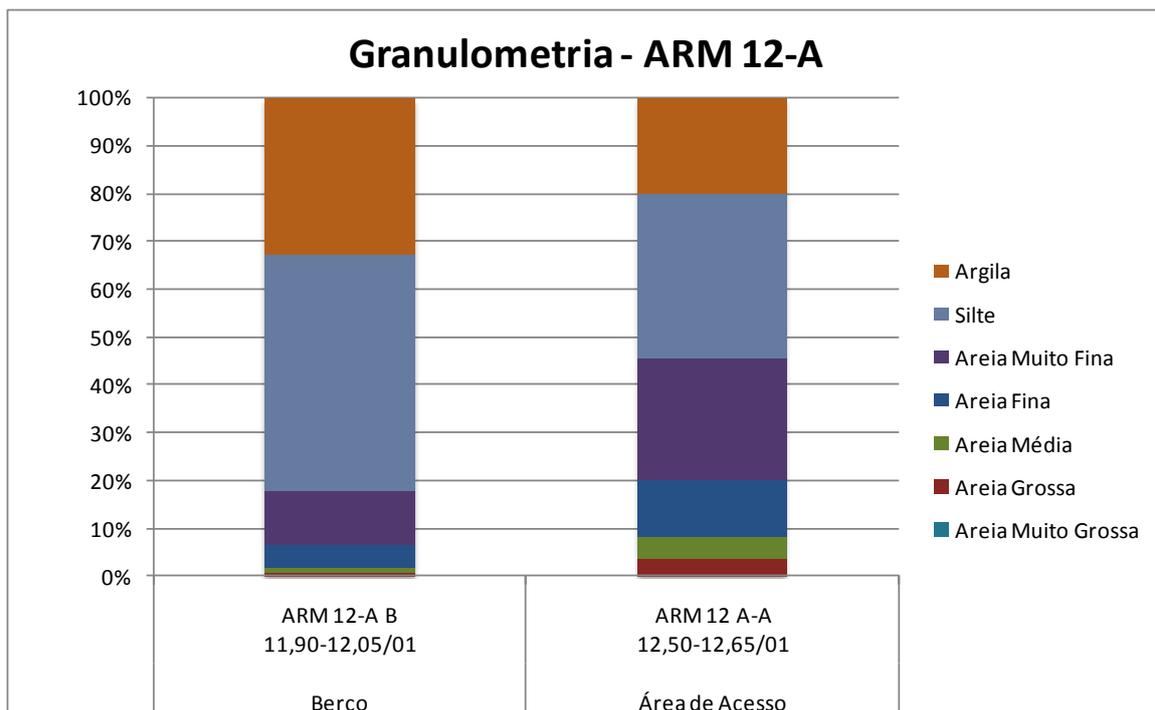


Figura 3.14-1. Composição granulométrica do sedimento de superfície do berço e área de acesso ao berço de atracação do Cais do Armazém 12-A.

Tabela 3.14-1. Composição granulométrica do sedimento de superfície do berço e área de acesso ao berço de atracação do Cais do Armazém 12-A.

Granulometria			
Fração	Unidade	Berço	Área de Acesso
		ARM 12-A B 11,90-12,05/01	ARM 12 A-A 12,50-12,65/01
Argila	%	32,7	20,1
Silte	%	49	34,3
Areia Muito Fina	%	11,5	25,1
Areia Fina	%	4,59	12,2
Areia Média	%	1,04	4,22
Areia Grossa	%	0,879	3,86
Areia Muito Grossa	%	<0,10	< 0,10
Areia Total	%	18	45,3

B. Parâmetros Químicos

Metais e Arsênio

Os resultados das análises dos metais nas amostras de sedimento de superfície coletadas no berço e acesso ao berço de atracação do Cais do Armazém 12-A estão apresentados na Tabela 3.14-2.

Dentre os parâmetros químicos, analisados no sedimento de superfície, arsênio e cádmio registraram concentrações abaixo do limite de quantificação (<LQ) tanto no berço quanto na sua área de acesso.

Os metais chumbo, cobre, cromo, níquel e zinco foram quantificados nas amostras, de sedimento de superfície, coletadas tanto no berço quanto na sua área de acesso. Entretanto, nenhum destes elementos apresentou concentração acima do nível 1 da Resolução Conama 344/04 (Brasil, 2004).

O metal mercúrio apresentou concentração acima do nível 1, da referida Resolução, tanto no berço quanto na sua área de acesso. Entretanto, vale ressaltar que os valores encontrados, 0,178 e 0,255 mg/kg, no berço e área de acesso, respectivamente ficaram próximos ao valor estabelecido como nível 1 (0,150 mg/kg) da Resolução Conama 344/04 (Brasil, 2004).

A Figura 3.14-2 apresenta a concentração de alguns metais analisados no sedimento de superfície coletados no berço do Cais do Armazém 12-A e na sua referida área de acesso.

Hidrocarbonetos Policíclicos Aromáticos (HPAs)

A maioria dos HPAs analisados nas amostras de sedimento de superfície deste berço e sua referida área de acesso apresentaram concentrações abaixo do limite de quantificação, com exceção dos parâmetros Fenantreno, Fluoranteno e Pireno. Estes HPAs foram detectado no sedimento da área de acesso ao berço de atracação com concentrações inferiores ao valor alerta (nível 1) estabelecido pela Resolução Conama 344/04 (Brasil, 2004) (Tabela 3.14-3).

Bifenilas Policloradas (PCBs)

Os PCBs totais apresentaram concentrações inferiores aos limites de quantificação do método, tanto no berço quanto na sua área de acesso, enquadrando-se, portanto, nos valores de referência estabelecidos pela Resolução Conama 344/04 (Brasil, 2004) (Tabela 3.14-4).

Pesticidas Organoclorados

Assim como para os PCBs totais, os pesticidas organoclorados apresentaram, tanto no berço quanto na sua área de acesso, concentrações inferiores aos limites de quantificação do método (Tabela 3.14-5). Nenhuma das amostras analisadas, portanto, apresentou-se fora dos limites estabelecidos pela resolução citada.

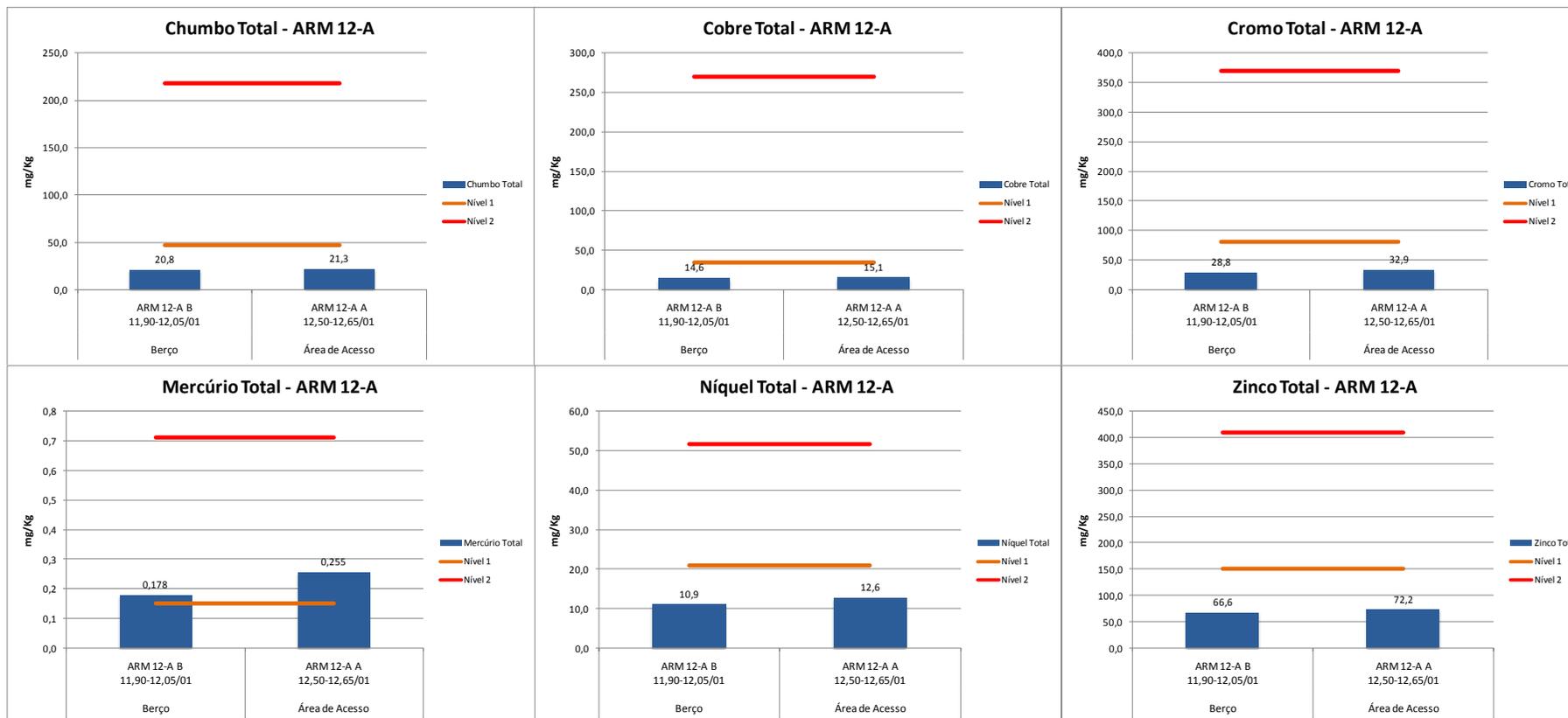


Figura 3.14-2. Concentração de alguns metais analisados nas amostras de sedimento de superfície coletadas no berço do Cais do Armazém 12-A e na sua referida área de acesso.

Tabela 3.14-2. Concentrações de metais e arsênio total nas amostras de sedimento de superfície coletadas no berço e acesso ao berço de atracação do Cais do Armazém 12-A.

Metais e Arsênio					
Parâmetros	Unidade	Resolução CONAMA 344/04		Berço	Área de Acesso
		Nível 1	Nível 2	ARM 12-A B	ARM 12 A A
				11,90-12,05/01	12,50-12,65/01
Arsênio Total	mg/kg	8,2	70,0	< 0,977	< 0,931
Cádmio Total	mg/kg	1,2	9,6	< 0,651	< 0,620
Chumbo Total	mg/kg	46,7	218,0	20,8	21,3
Cobre Total	mg/kg	34,0	270,0	14,6	15,1
Cromo Total	mg/kg	81,0	370,0	28,8	32,9
Mercurio Total	mg/kg	0,15	0,71	0,178	0,255
Níquel Total	mg/kg	20,9	51,6	10,9	12,6
Zinco Total	mg/kg	150,0	410,0	66,6	72,2

Legenda: Valor Entre Nível 1 e Nível 2.

Valor Acima do Nível 2.

Tabela 3.14-3. Concentrações de HPA's nas amostras de sedimento de superfície coletadas no berço e acesso ao berço de atracação do Cais do Armazém 12-A.

Hidrocarbonetos Policíclicos Aromáticos ou HPA's					
Parâmetros	Unidade	Resolução CONAMA 344/04		Berço	Área de Acesso
		Nível 1	Nível 2	ARM 12-A B	ARM 12 A A
				11,90-12,05/01	12,50-12,65/01
Benzo(a)antraceno	µg/kg	74,8	693,0	< 7,81	< 7,44
Benzo(a)pireno	µg/kg	88,8	763,0	< 7,81	< 7,44
Criseno	µg/kg	108,0	846,0	< 7,81	< 7,44
Dibenzo(a,h)antraceno	µg/kg	6,2	135,0	< 7,81	< 7,44
Acenafteno	µg/kg	16,0	500,0	< 7,81	< 7,44
Acenaftileno	µg/kg	44,0	640,0	< 7,81	< 7,44
Antraceno	µg/kg	85,3	1100,0	< 7,81	< 7,44
Fenantreno	µg/kg	240,0	1500,0	< 7,81	11,08
Fluoranteno	µg/kg	600,0	5100,0	< 7,81	11,76
Fluoreno	µg/kg	19,0	540,0	< 7,81	< 7,44
2-Metilnaftaleno	µg/kg	70,0	670,0	< 7,81	< 7,44
Naftaleno	µg/kg	160,0	2100,0	< 7,81	< 7,44
Pireno	µg/kg	665,0	2600,0	< 7,81	10,79

Tabela 3.14-4. Concentrações de PCBs nas amostras de sedimento de superfície coletadas no berço e acesso ao berço de atracação do Cais do Armazém 12-A.

Bifenilas Policloradas ou PCBs					
Parâmetros	Unidade	Resolução CONAMA 344/04		Berço	Área de Acesso
		Nível 1	Nível 2	ARM 12-A B	ARM 12 A A
				11,90-12,05/01	12,50-12,65/01
Bifenilas Policloradas Totais	µg/kg	22,7	180	< 0,156	< 0,149

Tabela 3.14-5. Concentrações de Pesticidas Organoclorados nas amostras de sedimento de superfície coletadas no berço e acesso ao berço de atracação do Cais do Armazém 12-A.

Pesticidas Organoclorados					
Parâmetros	Unidade	Resolução CONAMA 344/04		Berço	Área de Acesso
		Nível 1	Nível 2	ARM 12-A B	ARM 12 A A
				11,90-12,05/01	12,50-12,65/01
a-BHC	µg/kg	0,32	0,99	< 0,156	< 0,149
b-BHC	µg/kg	0,32	0,99	< 0,156	< 0,149
d-BHC	µg/kg	0,32	0,99	< 0,156	< 0,149
g-BHC	µg/kg	0,32	0,99	< 0,156	< 0,149
a-Clordano	µg/kg	2,26	4,79	< 0,156	< 0,149
g-Clordano	µg/kg	2,26	4,79	< 0,156	< 0,149
DDD	µg/kg	1,22	7,81	< 0,156	< 0,149
DDE	µg/kg	2,07	374	< 0,156	< 0,149
DDT	µg/kg	1,19	4,77	< 0,156	< 0,149
Dieldrin	µg/kg	0,71	4,3	< 0,156	< 0,149
Endrin	µg/kg	2,67	62,4	< 0,156	< 0,149

Outros Parâmetros

Os parâmetros carbono orgânico total (COT), fósforo total e nitrogênio kjeldahl total (NKT) foram quantificados nas amostras de sedimento de superfície, tanto no berço quanto na área de acesso ao berço de atracação, entretanto apresentaram concentrações abaixo do valor alerta estabelecido pela Resolução Conama 344/04 (Brasil, 2004) (Tabela 3.14-6).

A Figura 3.14-3 apresenta a concentração de COT, fósforo total e NKT analisados no sedimento de superfície coletados no berço do Cais do Armazém 12-A e na sua referida área de acesso.

Tabela 3.14-6. Concentrações de COT, fósforo total e NKT nas amostras de sedimento coletadas no berço e acesso ao berço de atracação do Cais do Armazém 12-A.

Outros Parâmetros				
Parâmetros	Unidade	Resolução CONAMA 344/04	Berço	Área de Acesso
			ARM 12-A B	ARM 12 A A
			11,90-12,05/01	12,50-12,65/01
Carbono Orgânico Total	%	10	4,45	2,58
Fósforo Total	mg/kg	2000	566	574,4
Nitrogênio Kjeldahl Total	mg/kg	4800	575,2	609,8

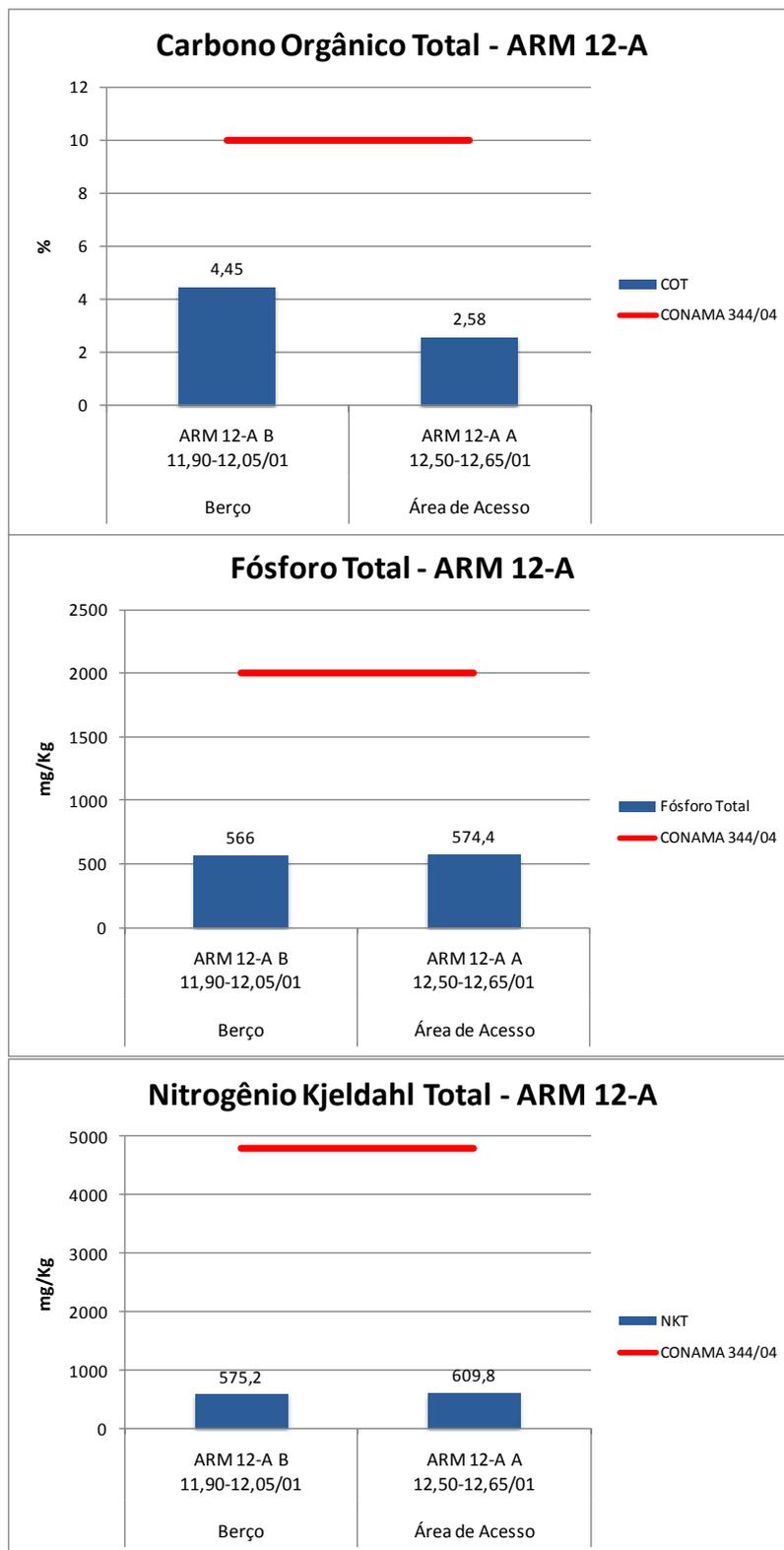


Figura 3.14-3. Concentrações de COT, fósforo total e NKT analisados nas amostras de sedimento de superfície coletadas no berço e acesso ao berço de atracação do Cais do Armazém 12-A.

C. Análise Ecotoxicológica

Teste de Toxicidade Aguda com *Leptocheirus plumulosus*

A análise Ecotoxicológica com o anfípoda *L. plumulosus* foi realizada com amostra de sedimento de superfície tanto do berço do Cais do Armazém 12-A quanto da área de acesso ao berço de atracação.

Os parâmetros físicos e químicos, como pH, salinidade (‰) e oxigênio dissolvido (mg/L), medidos na água de interface no início e fim do teste de toxicidade aguda estão apresentados na Tabela 3.14-7. Já as análises de pH, salinidade (‰), oxigênio dissolvido (mg/L), temperatura (°C), nitrogênio amoniacal (mg/L) e amônia não ionizada (NH₃ - mg/L), efetuadas na água intersticial dos sedimentos no início e fim do teste, estão apresentados na Tabela 3.14-8.

Paralelamente aos testes com as amostras coletadas foi realizado um controle laboratorial. Os resultados obtidos para esse controle também se encontram nas tabelas a seguir.

Tabela 3.14-7. Parâmetros físicos e químicos medidos na água de interface, no início e fim do teste de toxicidade aguda com *L. plumulosus*, para as amostras de sedimento de superfície do berço e área de acesso ao berço do Cais do Armazém 12-A.

Amostra	pH		Salinidade (‰)		Oxigênio Dissolvido (mg/L)	
	Inicial	Final	Inicial	Final	Inicial	Final
Controle	7,92	7,98	21	21	6,28	6,10
ARM 12-A Berço	7,94	8,31	20	22	6,28	5,83
ARM 12-A Acesso	7,91	8,15	20	22	6,29	5,81

Tabela 3.14-8. Parâmetros físicos e químicos medidos na água intersticial, no início e fim do teste de toxicidade aguda com *L. plumulosus*, para as amostras de sedimento de superfície do berço e área de acesso ao berço do Cais do Armazém 12-A.

Amostra	pH		Salinidade (‰)		Oxigênio Dissolvido (mg/L)		Temperatura (°C)		Nitrogênio amoniacal (mg/L)		Amônia não ionizada (mg/L)	
	Inicial	Final	Inicial	Final	Inicial	Final	Inicial	Final	Inicial	Final	Inicial	Final
Controle	7,88	7,92	23	22	5,54	5,52	26,4	25,0	4,00	-	0,164	-
ARM 12-A Berço	7,59	7,89	32	23	4,83	4,86	26,4	25,0	9,25	-	0,185	-
ARM 12-A Acesso	7,59	7,85	33	24	4,85	5,15	26,4	25,0	11,75	-	0,235	-

A Tabela 3.14-9 apresenta os resultados do teste de toxicidade aguda com *L. plumulosus* nas amostras de sedimento de superfície do Cais do Armazém 12-A. Os valores obtidos estão dentro da faixa estabelecida para a aceitação dos resultados.

Tabela 3.14-9. Efeito tóxico observado nos testes de toxicidade aguda com *L. plumulosus* para as amostras de sedimento de superfície, do berço e área de acesso ao berço do Cais do Armazém 12-A, em cada réplica após o período de exposição.

Amostra	Réplica	Nº final de animais por réplica		Mortalidade total (%)	Resultado
		Mortos	Total		
Controle	1	0	20	2	-
	2	0	20		
	3	1	20		
ARM 12-A Berço	1	0	20	12	Não Tóxico
	2	2	20		
	3	5	20		
ARM 12-A Acesso	1	0	20	0	Não Tóxico
	2	0	20		
	3	0	20		

De acordo com o tratamento estatístico aplicado, foi verificado que as amostras de sedimento de superfície, do berço do Cais do Armazém 12-A e da área de acesso ao berço de atracação, não apresentaram toxicidade aguda para *L. plumulosus*, em comparação com o controle, após 10 dias de exposição.

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 essa espécie (USEPA, 2001).

A sensibilidade dos indivíduos de *L. plumulosus* 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} ; 96h) e respectivo intervalo de confiança obtidos foram: 0,47 mg Zn/L (I.C.: 0,39 a 0,57 mg Zn/L). A carta-controle de sensibilidade desse sistema-teste, utilizando dados acumulados de vários testes, indica 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.

- **COTA DE PROJETO**

- Berço: 11,30 metros
 - Amostra: ARM 12-A B 10,80-11,30/02
- Acesso: 11,30 metros

A. Granulometria

A composição granulométrica do sedimento da cota de projeto (ARM 12-A B 10,80-11,30/02) amostrado no berço do Cais do Armazém 12-A está apresentada na Figura 3.14-4, e na Tabela 3.14-10.

Os resultados granulométricos mostraram predominância das frações silte (59,4%) e areia muito fina (25,1%), e em menores porcentagens foram encontradas as frações areia fina (4,39%), areia grossa (4,08%), argila (3,62%) e areia média (3,27%). A fração areia muito grossa apresentou valor abaixo de 0,10%.

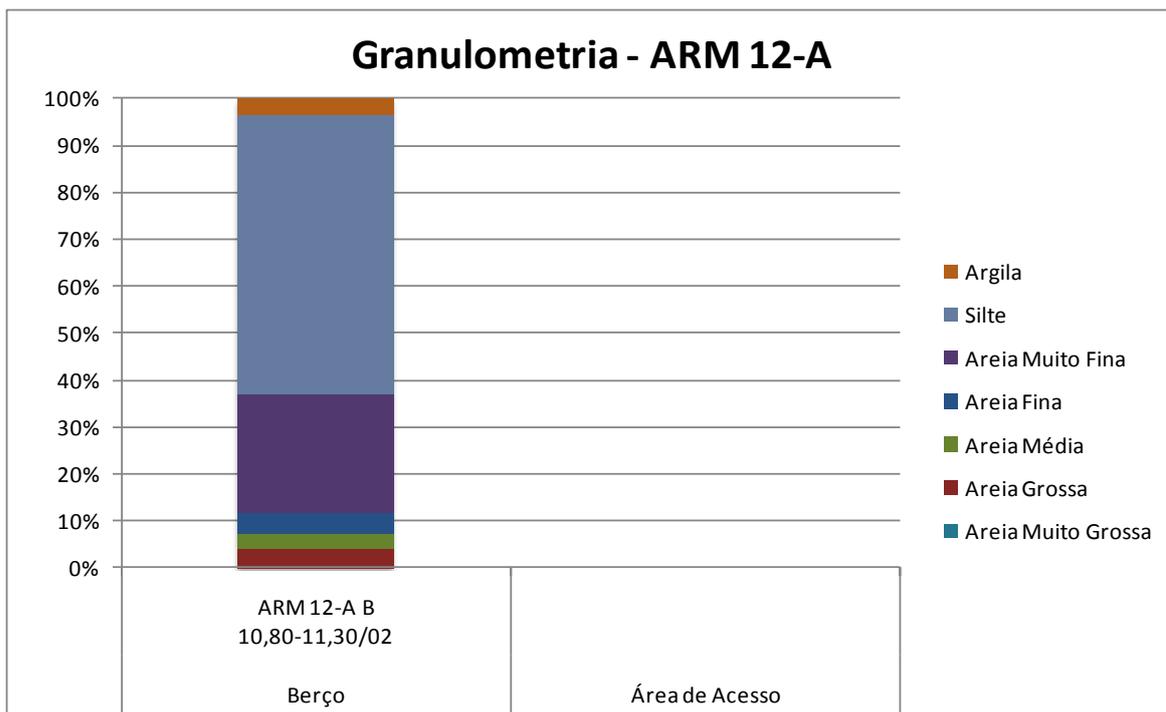


Figura 3.14-4. Composição granulométrica do sedimento da cota de projeto, coletado no berço de atracação do Cais do Armazém 12-A.

Tabela 3.14-10. Composição granulométrica do sedimento da cota de projeto, coletado no berço de atracação do Cais do Armazém 12-A.

Granulometria		
Fração	Unidade	Berço
		ARM 12-A B 10,80-11,30/02
Argila	%	3,62
Silte	%	59,4
Areia Muito Fina	%	25,1
Areia Fina	%	4,39
Areia Média	%	3,27
Areia Grossa	%	4,08
Areia Muito Grossa	%	<0,10
Areia Total	%	36,8

B. Parâmetros Químicos

Metais e Arsênio

Os resultados das análises dos metais na amostra de sedimento da cota de projeto, coletada no berço do Cais do Armazém 12-A, estão apresentados na Tabela 3.14-11.

Dentre os parâmetros químicos analisados no sedimento, arsênio, cádmio e mercúrio registraram concentrações abaixo do limite de quantificação do método.

Os metais chumbo, cobre, cromo, níquel e zinco foram quantificados na amostra de sedimento da cota de projeto, entretanto, nenhum destes elementos apresentou concentração acima do nível 1 da Resolução Conama 344/04 (Brasil, 2004).

A Figura 3.14-5 apresenta a concentração de alguns metais analisados no sedimento da cota de projeto, coletado no berço do Cais do Armazém 12-A.

Hidrocarbonetos Policíclicos Aromáticos (HPAs)

Todos os HPAs analisados no sedimento da cota de projeto, coletado no berço do Armazém 12-A, apresentaram valores abaixo do limite de quantificação do método (Tabela 3.14-12).

Bifenilas Policloradas (PCBs)

Os PCBs totais apresentaram concentrações inferiores aos limites de quantificação do método na amostra de sedimento da cota de projeto, enquadrando-se, portanto, nos valores de referência estabelecidos pela Resolução Conama 344/04 (Brasil, 2004) (Tabela 3.14-13).

Pesticidas Organoclorados

Assim como para os PCBs totais, os pesticidas organoclorados apresentaram, na amostra de sedimento da cota de projeto, concentrações inferiores aos limites de quantificação do método (Tabela 3.14-14). Nenhuma das amostras analisadas, portanto, apresentou-se fora dos limites estabelecidos pela resolução citada.

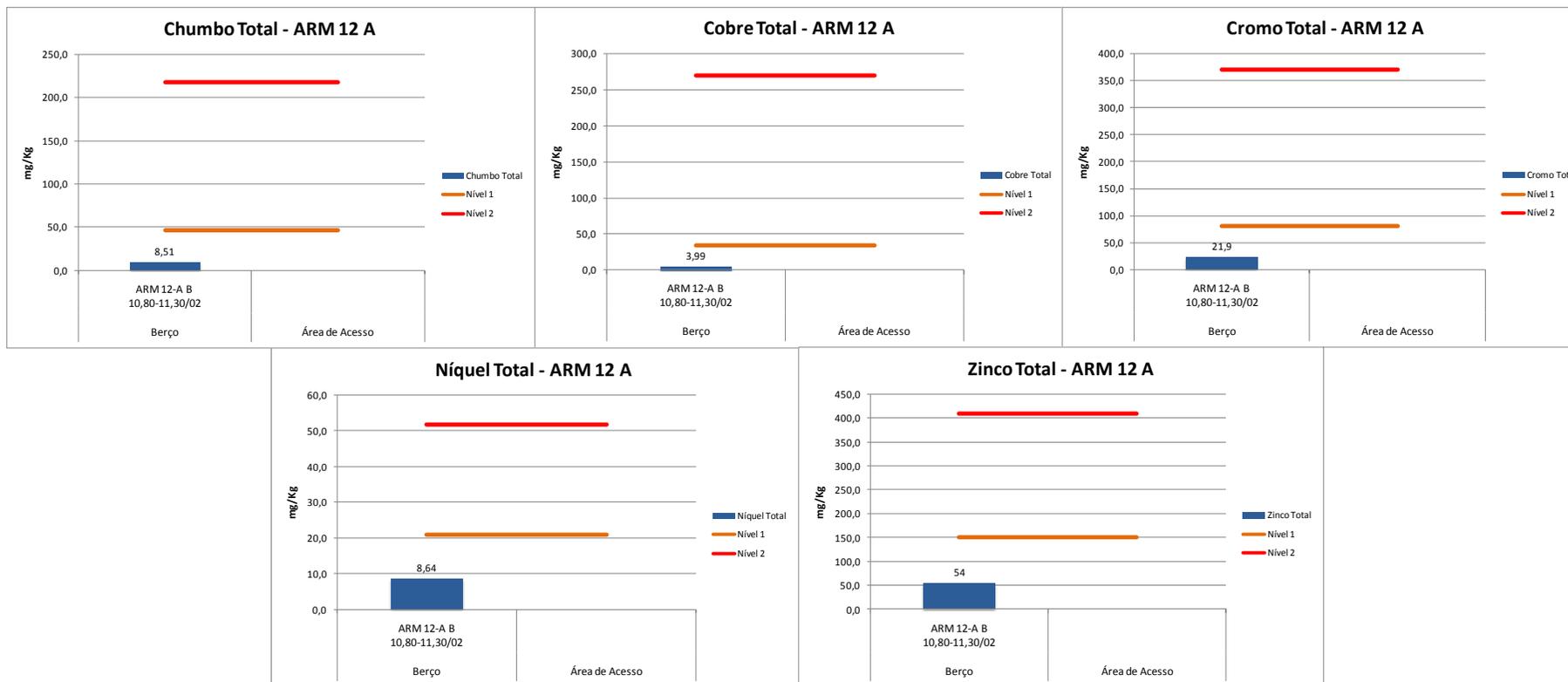


Figura 3.14-5. Concentração de alguns metais analisados na amostra de sedimento da cota de projeto, coletada no berço do Cais do Armazém 12-A.

Tabela 3.14-11. Concentrações de metais e arsênio total na amostra de sedimento da cota de projeto, coletada no berço do Cais do Armazém 12-A.

Metais e Arsênio				
Parâmetros	Unidade	Resolução		Berço
		CONAMA 344/04		ARM 12-A B 10,80-11,30/02
		Nível 1	Nível 2	
Arsênio Total	mg/kg	8,2	70,0	< 0,626
Cádmio Total	mg/kg	1,2	9,6	< 0,417
Chumbo Total	mg/kg	46,7	218,0	8,51
Cobre Total	mg/kg	34,0	270,0	3,99
Cromo Total	mg/kg	81,0	370,0	21,9
Mercúrio Total	mg/kg	0,15	0,71	< 0,0501
Níquel Total	mg/kg	20,9	51,6	8,64
Zinco Total	mg/kg	150,0	410,0	54

Tabela 3.14-12. Concentrações de HPA's na amostra de sedimento da cota de projeto, coletada no berço do Cais do Armazém 12-A.

Hidrocarbonetos Policíclicos Aromáticos ou HPA's				
Parâmetros	Unidade	Resolução		Berços
		CONAMA 344/04		ARM 12-A B 10,80-11,30/02
		Nível 1	Nível 2	
Benzo(a)antraceno	µg/kg	74,8	693,0	< 5,01
Benzo(a)pireno	µg/kg	88,8	763,0	< 5,01
Criseno	µg/kg	108,0	846,0	< 5,01
Dibenzo(a,h)antraceno	µg/kg	6,2	135,0	< 5,01
Acenafteno	µg/kg	16,0	500,0	< 5,01
Acenaftileno	µg/kg	44,0	640,0	< 5,01
Antraceno	µg/kg	85,3	1100,0	< 5,01
Fenantreno	µg/kg	240,0	1500,0	< 5,01
Fluoranteno	µg/kg	600,0	5100,0	< 5,01
Fluoreno	µg/kg	19,0	540,0	< 5,01
2-Metilnaftaleno	µg/kg	70,0	670,0	< 5,01
Naftaleno	µg/kg	160,0	2100,0	< 5,01
Pireno	µg/kg	665,0	2600,0	< 5,01

Tabela 3.14-13. Concentrações de PCBs na amostra de sedimento da cota de projeto, coletada no berço do Cais do Armazém 12-A.

Bifenilas Policloradas ou PCBs				
Parâmetros	Unidade	Resolução		Berços
		CONAMA 344/04		ARM 12-A B 10,80-11,30/02
		Nível 1	Nível 2	
Bifenilas Policloradas Totais	µg/kg	22,7	180	< 0,100

Tabela 3.14-14. Concentrações de Pesticidas Organoclorados na amostra da cota de projeto, coletada no berço do Cais do Armazém 12-A.

Pesticidas Organoclorados				
Parâmetros	Unidade	Resolução		Berços
		CONAMA 344/04		ARM 12-A B
		Nível 1	Nível 2	10,80-11,30/02
a-BHC	µg/kg	0,32	0,99	< 0,100
b-BHC	µg/kg	0,32	0,99	< 0,100
d-BHC	µg/kg	0,32	0,99	< 0,100
g-BHC	µg/kg	0,32	0,99	< 0,100
a-Clordano	µg/kg	2,26	4,79	< 0,100
g-Clordano	µg/kg	2,26	4,79	< 0,100
DDD	µg/kg	1,22	7,81	< 0,100
DDE	µg/kg	2,07	374	< 0,100
DDT	µg/kg	1,19	4,77	< 0,100
Dieldrin	µg/kg	0,71	4,3	< 0,100
Endrin	µg/kg	2,67	62,4	< 0,100

Outros Parâmetros

Os parâmetros carbono orgânico total (COT), fósforo total e nitrogênio kjeldahl total (NKT) foram quantificados na amostra de sedimento da cota de projeto, entretanto apresentaram concentrações abaixo do valor alerta estabelecido pela Resolução Conama 344/04 (Brasil, 2004) (Tabela 3.14-15).

A Figura 3.14-6 apresenta a concentração de COT, fósforo total e NKT analisados no sedimento da cota de projeto, coletado no berço do Cais do Armazém 12-A.

Tabela 3.14-15. Concentrações de COT, fósforo total e NKT na amostra da cota de projeto, coletada no berço do Cais do Armazém 12-A.

Outros Parâmetros			
Parâmetros	Unidade	Resolução	Berços
			CONAMA 344/04
			ARM 12-A B
			10,80-11,30/02
Carbono Orgânico Total	%	10	1,87
Fósforo Total	mg/kg	2000	261,4
Nitrogênio Kjeldahl Total	mg/kg	4800	295,5

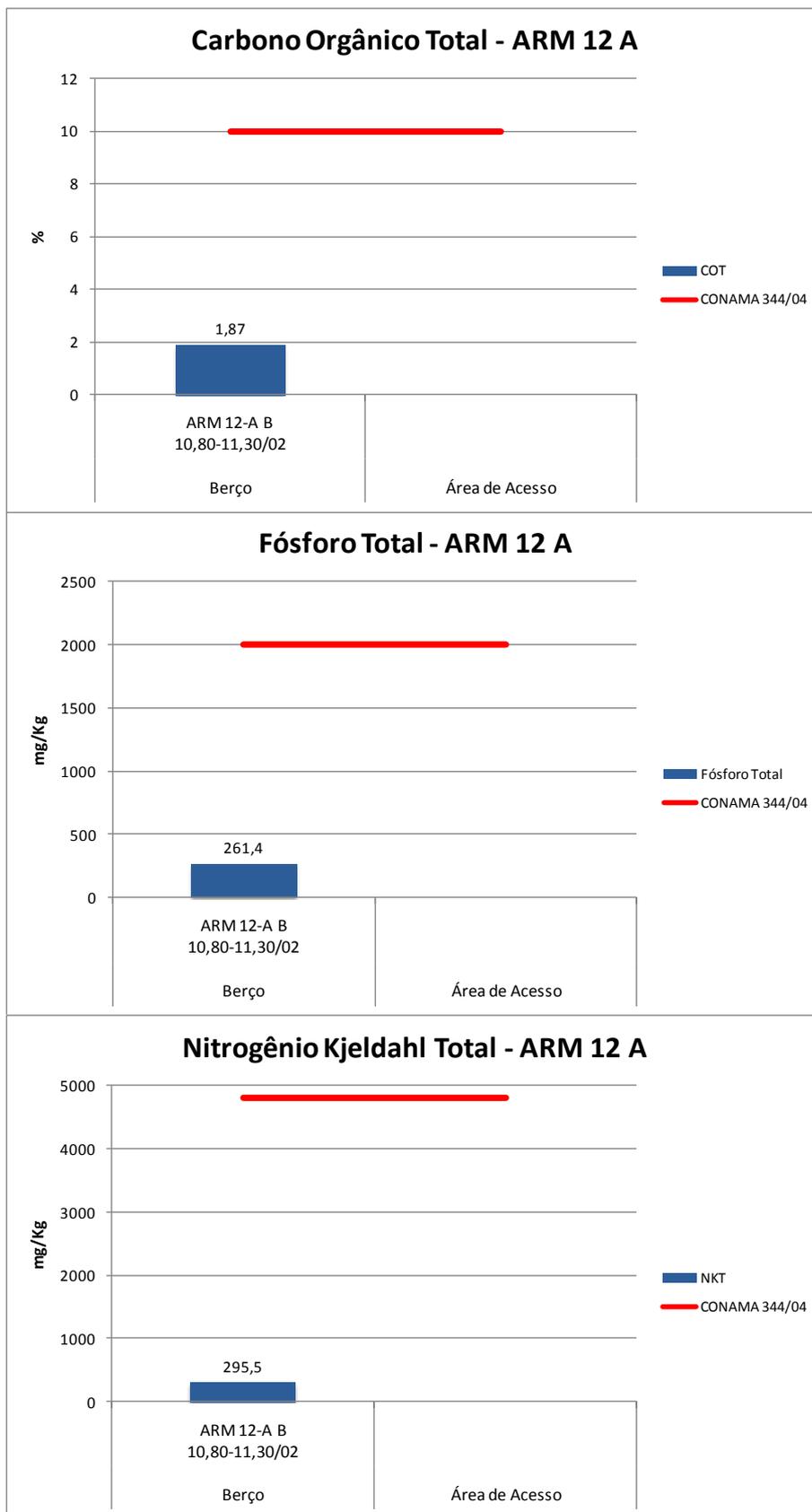


Figura 3.14-6. Concentrações de COT, fósforo total e NKT analisados na amostra de sedimento da cota de projeto, coletada no berço do Cais do Armazém 12-A.

3.15. CAIS DO ARMAZÉM 13/14 (ARM 13/14)

- **SUPERFÍCIE**

A. Granulometria

A composição granulométrica do sedimento de superfície amostrado no berço e acesso ao berço de atracação do Cais do Armazém 13/14 está apresentada na Figura 3.15-1, e na Tabela 3.15-1.

Os resultados granulométricos mostraram predominância das frações silte (36,9%), areia muito fina (27,4%) e argila (22,2%), no sedimento coletado no berço do Cais do Armazém 13/14, e em menores porcentagens foram encontradas as frações areia fina (10,0%), areia média (1,64) e areia grossa (1,34%). A fração areia muito grossa apresentou valor abaixo de 0,10%.

No acesso ao berço de atracação as frações predominantes foram areia muito fina (32,7%) e silte (29,8%), seguido pelas frações argila (19,1%), areia fina (13,5%), areia média (3,38%) e areia grossa (1,13%). A fração areia muito grossa apresentou valor abaixo de 0,10%.

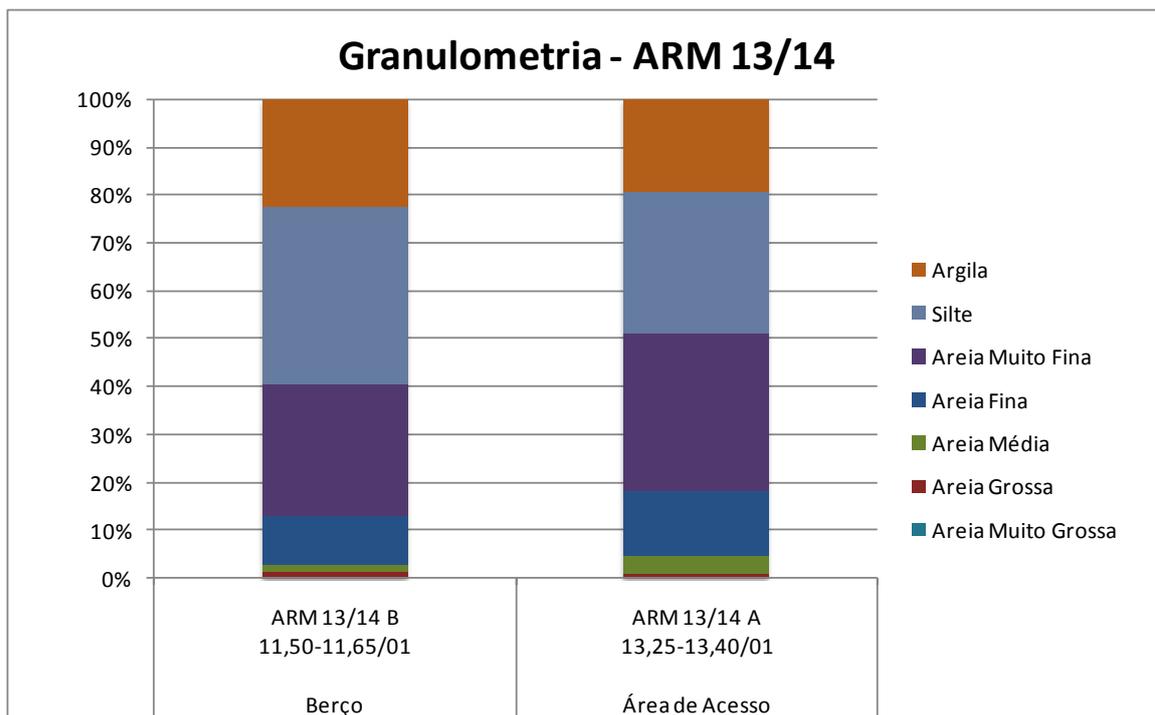


Figura 3.15-1. Composição granulométrica do sedimento de superfície do berço e área de acesso ao berço de atracação do Cais do Armazém 13/14.

Tabela 3.15-1. Composição granulométrica do sedimento de superfície do berço e área de acesso ao berço de atracação do Cais do Armazém 13/14.

Granulometria			
Fração	Unidade	Berço	Área de Acesso
		ARM 13/14 B 11,50-11,65/01	ARM 13/14 A 13,25-13,40/01
Argila	%	22,2	19,1
Silte	%	36,9	29,8
Areia Muito Fina	%	27,4	32,7
Areia Fina	%	10	13,5
Areia Média	%	1,64	3,38
Areia Grossa	%	1,34	1,13
Areia Muito Grossa	%	< 0,10	< 0,10
Areia Total	%	40,4	50,6

B. Parâmetros Químicos

Metais e Arsênio

Os resultados das análises dos metais nas amostras de sedimento de superfície coletadas no berço e acesso ao berço de atracação do Cais do Armazém 13/14 estão apresentados na Tabela 3.15-2.

Dentre os parâmetros químicos, analisados no sedimento de superfície, arsênio e cádmio registraram concentrações abaixo do limite de quantificação (<LQ) tanto no berço quanto na sua área de acesso.

Os metais chumbo, cobre, cromo, níquel e zinco foram quantificados nas amostras, de sedimento de superfície, coletadas tanto no berço quanto na sua área de acesso. Entretanto, nenhum destes elementos apresentou concentração acima do nível 1 da Resolução Conama 344/04 (Brasil, 2004).

O metal mercúrio apresentou concentração acima do nível 1, da referida Resolução, no berço do Cais do Armazém 13/14. Entretanto, vale ressaltar que o valor encontrado (0,162 mg/kg) ficou próximo ao valor estabelecido como nível 1 (0,150 mg/kg), enquanto no acesso ao berço o valor encontrado foi 0,145 mg/kg, ficando assim abaixo do nível 1 da Resolução Conama 344/04 (Brasil, 2004).

A Figura 3.15-2 apresenta a concentração de alguns metais analisados no sedimento de superfície coletados no berço do Cais do Armazém 13/14 e na sua referida área de acesso.

Hidrocarbonetos Policíclicos Aromáticos (HPAs)

Todos os HPAs, coletados no berço do Cais do Armazém 13/14 e na sua área de acesso, apresentaram valores abaixo do limite de quantificação (<LQ) do método (Tabela 3.15-3).

Bifenilas Policloradas (PCBs)

Os PCBs totais apresentaram concentrações inferiores aos limites de quantificação do método, tanto no berço quanto na sua área de acesso, enquadrando-se, portanto, nos valores de referência estabelecidos pela Resolução Conama 344/04 (Brasil, 2004) (Tabela 3.15-4).

Pesticidas Organoclorados

Assim como para os PCBs totais, os pesticidas organoclorados apresentaram, tanto no berço quanto na sua área de acesso, concentrações inferiores aos limites de quantificação do método (Tabela 3.15-5). Nenhuma das amostras analisadas, portanto, apresentou-se fora dos limites estabelecidos pela resolução citada.

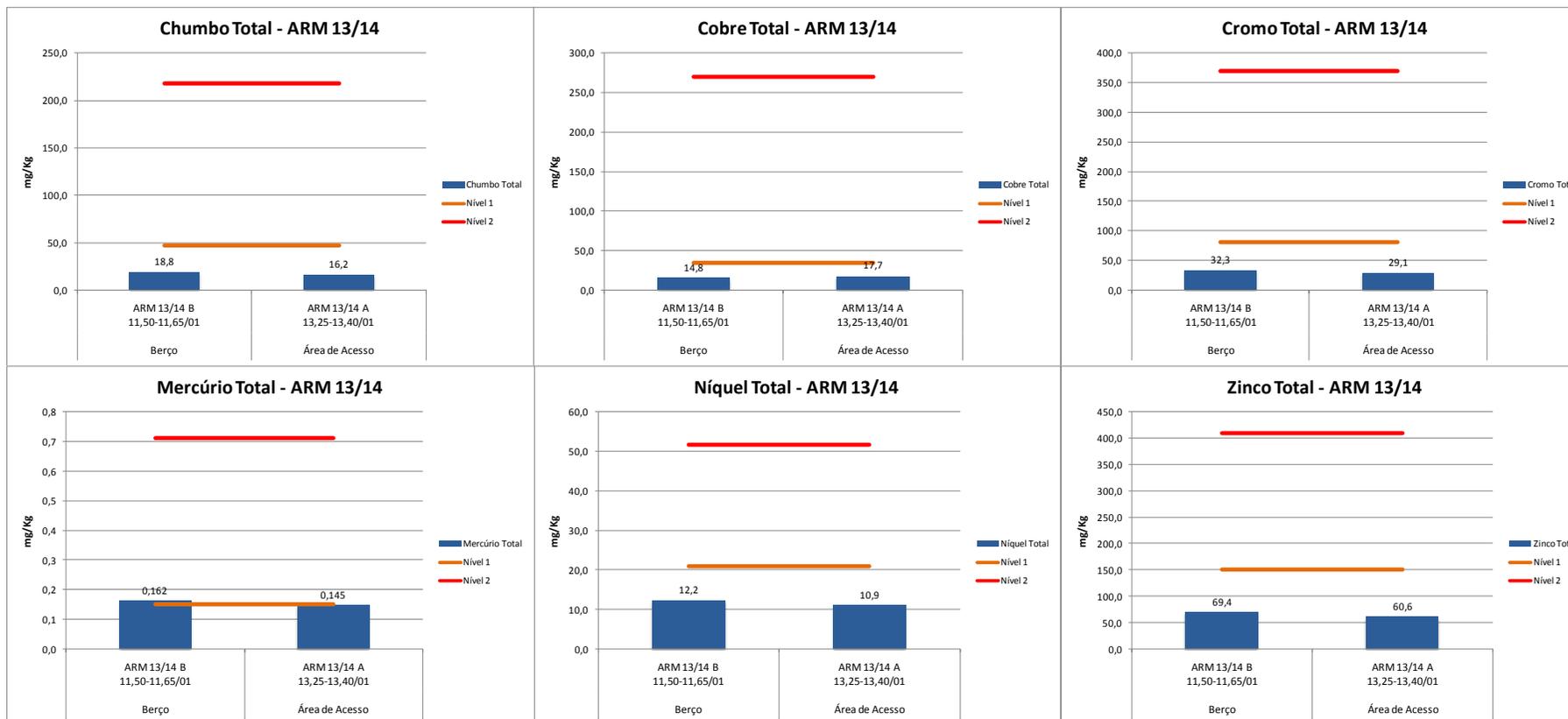


Figura 3.15-2. Concentração de alguns metais analisados nas amostras de sedimento de superfície coletadas no berço do Cais do Armazém 13/14 e na sua referida área de acesso.

Tabela 3.15-2. Concentrações de metais e arsênio total nas amostras de sedimento de superfície coletadas no berço e acesso ao berço de atracação do Cais do Armazém 13/14.

Metais e Arsênio					
Parâmetros	Unidade	Resolução CONAMA		Berço	Área de Acesso
		Nível 1	Nível 2	ARM 13/14 B	ARM 13/14 A
				11,50-11,65/01	13,25-13,40/01
Arsênio Total	mg/kg	8,2	70,0	< 0,870	< 0,817
Cádmio Total	mg/kg	1,2	9,6	< 0,580	< 0,545
Chumbo Total	mg/kg	46,7	218,0	18,8	16,2
Cobre Total	mg/kg	34,0	270,0	14,8	17,7
Cromo Total	mg/kg	81,0	370,0	32,3	29,1
Mercúrio Total	mg/kg	0,15	0,71	0,162	0,145
Níquel Total	mg/kg	20,9	51,6	12,2	10,9
Zinco Total	mg/kg	150,0	410,0	69,4	60,6

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

Tabela 3.15-3. Concentrações de HPAs nas amostras de sedimento de superfície coletadas no berço e acesso ao berço de atracação do Cais do Armazém 13/14.

Hidrocarbonetos Policíclicos Aromáticos ou HPAs					
Parâmetros	Unidade	Resolução CONAMA		Berço	Área de Acesso
		Nível 1	Nível 2	ARM 13/14 B	ARM 13/14 A
				11,50-11,65/01	13,25-13,40/01
Benzo(a)antraceno	µg/kg	74,8	693,0	< 6,96	< 6,54
Benzo(a)pireno	µg/kg	88,8	763,0	< 6,96	< 6,54
Criseno	µg/kg	108,0	846,0	< 6,96	< 6,54
Dibenzo(a,h)antraceno	µg/kg	6,2	135,0	< 6,96	< 6,54
Acenafteno	µg/kg	16,0	500,0	< 6,96	< 6,54
Acenaftileno	µg/kg	44,0	640,0	< 6,96	< 6,54
Antraceno	µg/kg	85,3	1100,0	< 6,96	< 6,54
Fenantreno	µg/kg	240,0	1500,0	< 6,96	< 6,54
Fluoranteno	µg/kg	600,0	5100,0	< 6,96	< 6,54
Fluoreno	µg/kg	19,0	540,0	< 6,96	< 6,54
2-Metilnaftaleno	µg/kg	70,0	670,0	< 6,96	< 6,54
Naftaleno	µg/kg	160,0	2100,0	< 6,96	< 6,54
Pireno	µg/kg	665,0	2600,0	< 6,96	< 6,54

Tabela 3.15-4. Concentrações de PCBs nas amostras de sedimento de superfície coletadas no berço e acesso ao berço de atracação do Cais do Armazém 13/14.

Bifenilas Policloradas ou PCBs					
Parâmetros	Unidade	Resolução CONAMA		Berço	Área de Acesso
		Nível 1	Nível 2	ARM 13/14 B	ARM 13/14 A
				11,50-11,65/01	13,25-13,40/01
Bifenilas Policloradas Totais	µg/kg	22,7	180	< 0,139	< 0,131

Tabela 3.15-5. Concentrações de Pesticidas Organoclorados nas amostras de sedimento de superfície coletadas no berço e acesso ao berço de atracação do Cais do Armazém 13/14.

Pesticidas Organoclorados					
Parâmetros	Unidade	Resolução CONAMA		Berço	Área de Acesso
		Nível 1	Nível 2	ARM 13/14 B	ARM 13/14 A
				11,50-11,65/01	13,25-13,40/01
a-BHC	µg/kg	0,32	0,99	< 0,139	< 0,131
b-BHC	µg/kg	0,32	0,99	< 0,139	< 0,131
d-BHC	µg/kg	0,32	0,99	< 0,139	< 0,131
g-BHC	µg/kg	0,32	0,99	< 0,139	< 0,131
a-Clordano	µg/kg	2,26	4,79	< 0,139	< 0,131
g-Clordano	µg/kg	2,26	4,79	< 0,139	< 0,131
DDD	µg/kg	1,22	7,81	< 0,139	< 0,131
DDE	µg/kg	2,07	374	< 0,139	< 0,131
DDT	µg/kg	1,19	4,77	< 0,139	< 0,131
Dieldrin	µg/kg	0,71	4,3	< 0,139	< 0,131
Endrin	µg/kg	2,67	62,4	< 0,139	< 0,131

Outros Parâmetros

Os parâmetros carbono orgânico total (COT), fósforo total e nitrogênio kjeldahl total (NKT) foram quantificados nas amostras de sedimento de superfície, tanto no berço quanto na área de acesso ao berço de atracação, entretanto apresentaram concentrações abaixo do valor alerta estabelecido pela Resolução Conama 344/04 (Brasil, 2004) (Tabela 3.15-6).

A Figura 3.15-3 apresenta a concentração de COT, fósforo total e NKT analisados no sedimento de superfície coletados no berço do Cais do Armazém 13/14 e na sua referida área de acesso.

Tabela 3.15-6. Concentrações de COT, fósforo total e NKT nas amostras de sedimento coletadas no berço e acesso ao berço de atracação do Cais do Armazém 13/14.

Outros Parâmetros				
Parâmetros	Unidade	Resolução CONAMA 344/04	Berço	Área de Acesso
			ARM 13/14 B	ARM 13/14 A
			11,50-11,65/01	13,25-13,40/01
Carbono Orgânico Total	%	10	3,97	3,46
Fósforo Total	mg/kg	2000	493,2	457,7
Nitrogênio Kjeldahl Total	mg/kg	4800	470,4	651,7

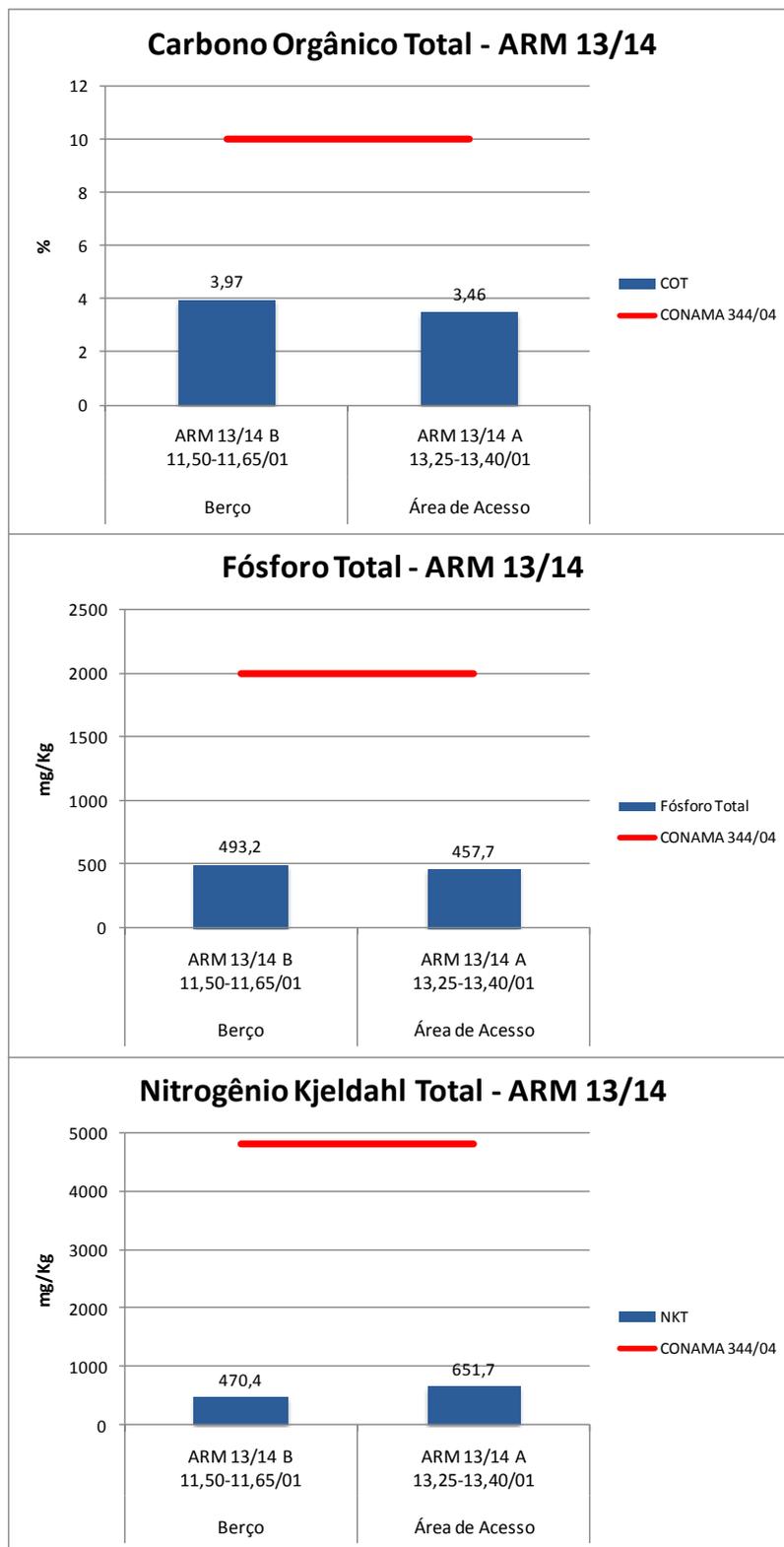


Figura 3.15-3. Concentrações de COT, fósforo total e NKT analisados nas amostras de sedimento de superfície coletadas no berço e acesso ao berço de atracação do Cais do Armazém 13/14.

C. Análise Ecotoxicológica

Teste de Toxicidade Aguda com *Leptocheirus plumulosus*

A análise Ecotoxicológica com o anfípoda *L. plumulosus* foi realizada com amostra de sedimento de superfície tanto do berço do Cais do Armazém 13/14 quanto da área de acesso ao berço de atracação.

Os parâmetros físicos e químicos, como pH, salinidade (‰) e oxigênio dissolvido (mg/L), medidos na água de interface no início e fim do teste de toxicidade aguda estão apresentados na Tabela 3.15-7. Já as análises de pH, salinidade (‰), oxigênio dissolvido (mg/L), temperatura (°C), nitrogênio amoniacal (mg/L) e amônia não ionizada (NH₃ - mg/L), efetuadas na água intersticial dos sedimentos no início e fim do teste, estão apresentados na Tabela 3.15-8.

Paralelamente aos testes com as amostras coletadas foi realizado um controle laboratorial. Os resultados obtidos para esse controle também se encontram nas tabelas a seguir.

Tabela 3.15-7. Parâmetros físicos e químicos medidos na água de interface, no início e fim do teste de toxicidade aguda com *L. plumulosus*, para as amostras de sedimento de superfície do berço e área de acesso ao berço do Cais do Armazém 13/14.

Amostra	pH		Salinidade (‰)		Oxigênio Dissolvido (mg/L)	
	Inicial	Final	Inicial	Final	Inicial	Final
Controle	7,92	7,98	21	21	6,28	6,10
ARM 13/14 Berço	7,93	8,19	20	22	6,33	5,88
ARM 13/14 Acesso	7,92	8,24	20	22	6,28	5,87

Tabela 3.15-8. Parâmetros físicos e químicos medidos na água intersticial, no início e fim do teste de toxicidade aguda com *L. plumulosus*, para as amostras de sedimento de superfície do berço e área de acesso ao berço do Cais do Armazém 13/14.

Amostra	pH		Salinidade (‰)		Oxigênio Dissolvido (mg/L)		Temperatura (°C)		Nitrogênio amoniacal (mg/L)		Amônia não ionizada (mg/L)	
	Inicial	Final	Inicial	Final	Inicial	Final	Inicial	Final	Inicial	Final	Inicial	Final
Controle	7,88	7,92	23	22	5,54	5,52	26,4	25,0	4,00	-	0,164	-
ARM 13/14 Berço	7,66	7,88	31	24	5,12	4,99	26,4	25,0	10,25	-	0,240	-
ARM 13/14 Acesso	7,63	7,87	33	24	5,07	5,17	26,4	25,0	11,25	-	0,247	-

A Tabela 3.15-9 apresenta os resultados do teste de toxicidade aguda com *L. plumulosus* nas amostras de sedimento de superfície do Cais do Armazém 13/14. Os valores obtidos estão dentro da faixa estabelecida para a aceitação dos resultados.

Tabela 3.15-9. Efeito tóxico observado nos testes de toxicidade aguda com *L. plumulosus* para as amostras de sedimento de superfície, do berço e área de acesso ao berço do Cais do Armazém 13/14, em cada réplica após o período de exposição.

Amostra	Réplica	Nº final de animais por réplica		Mortalidade total (%)	Resultado
		Mortos	Total		
Controle	1	0	20	2	-
	2	0	20		
	3	1	20		
ARM 13/14 Berço	1	0	20	2	Não Tóxico
	2	1	20		
	3	0	20		
ARM 13/14 Acesso	1	0	20	7	Não Tóxico
	2	0	20		
	3	4	20		

De acordo com o tratamento estatístico aplicado, foi verificado que as amostras de sedimento de superfície, do berço do Cais do Armazém 13/14 e da área de acesso ao berço de atracação, não apresentaram toxicidade aguda para *L. plumulosus*, em comparação com o controle, após 10 dias de exposição.

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 essa espécie (USEPA, 2001).

A sensibilidade dos indivíduos de *L. plumulosus* 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} ; 96h) e respectivo intervalo de confiança obtidos foram: 0,47 mg Zn/L (I.C.: 0,39 a 0,57 mg Zn/L). A carta-controle de sensibilidade desse sistema-teste, utilizando dados acumulados de vários testes, indica 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.

- **COTA DE PROJETO**

- Berço: 11,30 metros
 - Amostra: ARM 13/14 B 11,10-11,60/02
- Acesso: 11,30 metros

A. Granulometria

A composição granulométrica do sedimento da cota de projeto (ARM 13/14 B 11,10-11,60/02) amostrado no berço do Cais do Armazém 13/14 está apresentada na Figura 3.15-4, e na Tabela 3.15-10.

Os resultados granulométricos mostraram dominância da fração silte (78,1%), e em menores porcentagens foram encontradas as frações areia muito fina (9,22%), argila (6,64%), areia fina (3,06%), areia grossa (2,10%) e areia média (0,605%). A fração areia muito grossa apresentou valor abaixo de 0,10%.

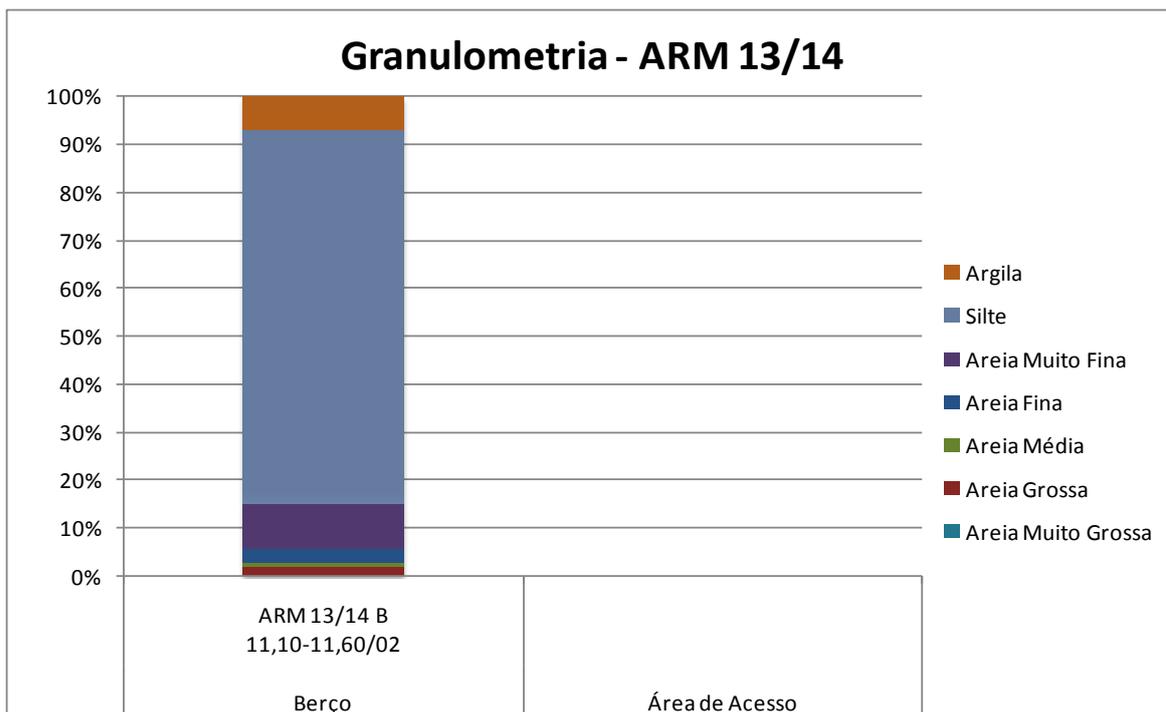


Figura 3.15-4. Composição granulométrica do sedimento da cota de projeto, coletado no berço de atracação do Cais do Armazém 13/14.

Tabela 3.15-10. Composição granulométrica do sedimento da cota de projeto, coletado no berço de atracação do Cais do Armazém 13/14.

Granulometria		
Fração	Unidade	Berço
		ARM 13/14 B 11,10-11,60/02
Argila	%	6,64
Silte	%	78,1
Areia Muito Fina	%	9,22
Areia Fina	%	3,06
Areia Média	%	0,605
Areia Grossa	%	2,1
Areia Muito Grossa	%	<0,10
Areia Total	%	15

B. Parâmetros Químicos

Metais e Arsênio

Os resultados das análises dos metais na amostra de sedimento da cota de projeto, coletada no berço do Cais do Armazém 13/14, estão apresentados na Tabela 3.15-11.

Dentre os parâmetros químicos analisados no sedimento, arsênio, cádmio e mercúrio registraram concentrações abaixo do limite de quantificação do método.

Os metais chumbo, cobre, cromo, níquel e zinco foram quantificados na amostra de sedimento da cota de projeto, entretanto, nenhum destes elementos apresentou concentração acima do nível 1 da Resolução Conama 344/04 (Brasil, 2004).

A Figura 3.15-5 apresenta a concentração de alguns metais analisados no sedimento da cota de projeto, coletado no berço do Cais do Armazém 13/14.

Hidrocarbonetos Policíclicos Aromáticos (HPAs)

Todos os HPAs analisados no sedimento da cota de projeto, coletado no berço do Armazém 13/14, apresentaram valores abaixo do limite de quantificação do método (Tabela 3.15-12).

Bifenilas Policloradas (PCBs)

Os PCBs totais apresentaram concentrações inferiores aos limites de quantificação do método na amostra de sedimento da cota de projeto, enquadrando-se, portanto, nos valores de referência estabelecidos pela Resolução Conama 344/04 (Brasil, 2004) (Tabela 3.15-13).

Pesticidas Organoclorados

Assim como para os PCBs totais, os pesticidas organoclorados apresentaram, na amostra de sedimento da cota de projeto, concentrações inferiores aos limites de quantificação do método (Tabela 3.15-14). Nenhuma das amostras analisadas, portanto, apresentou-se fora dos limites estabelecidos pela resolução citada.

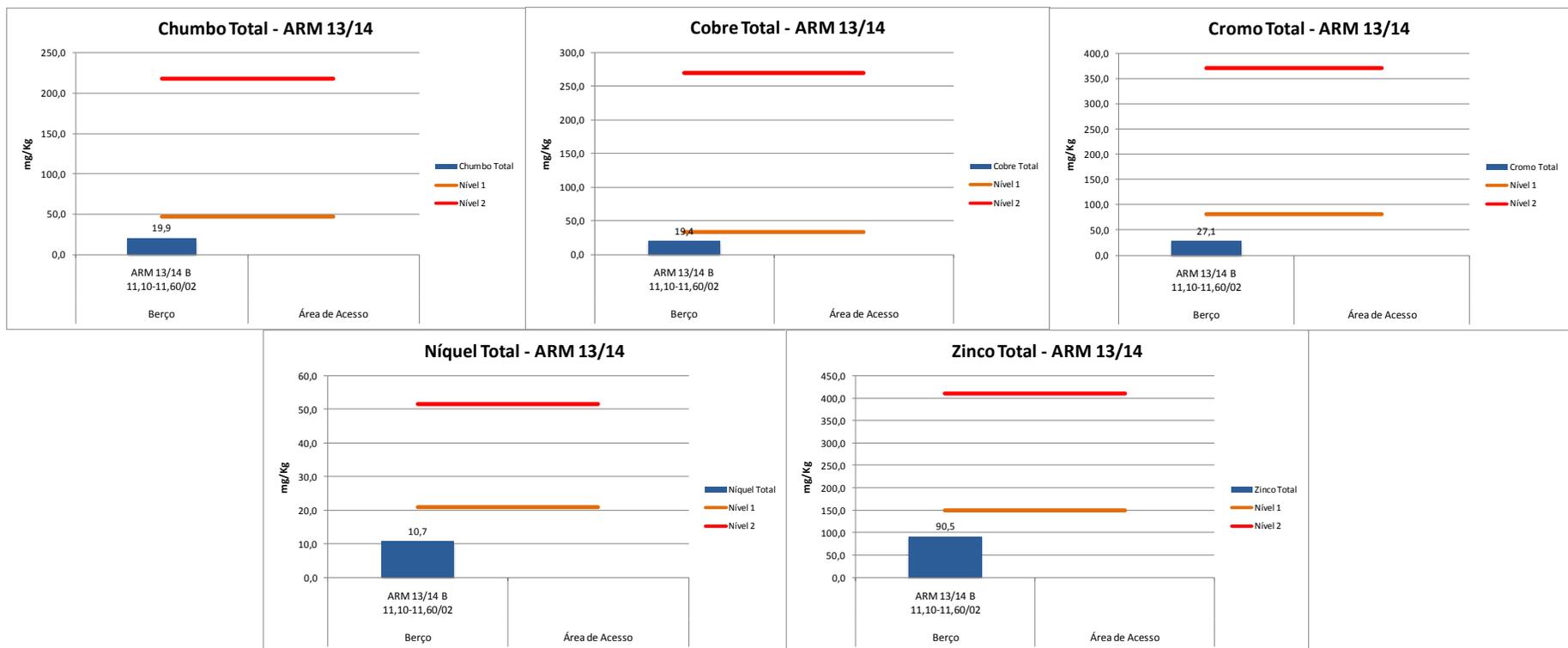


Figura 3.15-5. Concentração de alguns metais analisados na amostra de sedimento da cota de projeto, coletada no berço do Cais do Armazém 13/14.

Tabela 3.15-11. Concentrações de metais e arsênio total na amostra de sedimento da cota de projeto, coletada no berço do Cais do Armazém 13/14.

Metais e Arsênio				
Parâmetros	Unidade	Resolução CONAMA 344/04		Berço
		Nível 1	Nível 2	ARM 13/14 B 11,10-11,60/02
Arsênio Total	mg/kg	8,2	70,0	< 0,952
Cádmio Total	mg/kg	1,2	9,6	< 0,635
Chumbo Total	mg/kg	46,7	218,0	19,9
Cobre Total	mg/kg	34,0	270,0	19,4
Cromo Total	mg/kg	81,0	370,0	27,1
Mercúrio Total	mg/kg	0,15	0,71	< 0,0761
Níquel Total	mg/kg	20,9	51,6	10,7
Zinco Total	mg/kg	150,0	410,0	90,5

Tabela 3.15-12. Concentrações de HPAs na amostra de sedimento da cota de projeto, coletada no berço do Cais do Armazém 13/14.

Hidrocarbonetos Policíclicos Aromáticos ou HPAs				
Parâmetros	Unidade	Resolução CONAMA 344/04		Berço
		Nível 1	Nível 2	ARM 13/14 B 11,10-11,60/02
Benzo(a)antraceno	µg/kg	74,8	693,0	< 7,61
Benzo(a)pireno	µg/kg	88,8	763,0	< 7,61
Criseno	µg/kg	108,0	846,0	< 7,61
Dibenzo(a,h)antraceno	µg/kg	6,2	135,0	< 7,61
Acenafteno	µg/kg	16,0	500,0	< 7,61
Acenaftileno	µg/kg	44,0	640,0	< 7,61
Antraceno	µg/kg	85,3	1100,0	< 7,61
Fenantreno	µg/kg	240,0	1500,0	< 7,61
Fluoranteno	µg/kg	600,0	5100,0	< 7,61
Fluoreno	µg/kg	19,0	540,0	< 7,61
2-Metilnaftaleno	µg/kg	70,0	670,0	< 7,61
Naftaleno	µg/kg	160,0	2100,0	< 7,61
Pireno	µg/kg	665,0	2600,0	< 7,61

Tabela 3.15-13. Concentrações de PCBs na amostra de sedimento da cota de projeto, coletada no berço do Cais do Armazém 13/14.

Bifenilas Policloradas ou PCBs				
Parâmetros	Unidade	Resolução CONAMA 344/04		Berço
		Nível 1	Nível 2	ARM 13/14 B 11,10-11,60/02
Bifenilas Policloradas Totais	µg/kg	22,7	180	< 0,152

Tabela 3.15-14. Concentrações de Pesticidas Organoclorados na amostra da cota de projeto, coletada no berço do Cais do Armazém 13/14.

Pesticidas Organoclorados				
Parâmetros	Unidade	Resolução CONAMA 344/04		Berço
		Nível 1	Nível 2	ARM 13/14 B 11,10-11,60/02
a-BHC	µg/kg	0,32	0,99	< 0,152
b-BHC	µg/kg	0,32	0,99	< 0,152
d-BHC	µg/kg	0,32	0,99	< 0,152
g-BHC	µg/kg	0,32	0,99	< 0,152
a-Clordano	µg/kg	2,26	4,79	< 0,152
g-Clordano	µg/kg	2,26	4,79	< 0,152
DDD	µg/kg	1,22	7,81	< 0,152
DDE	µg/kg	2,07	374	< 0,152
DDT	µg/kg	1,19	4,77	< 0,152
Dieldrin	µg/kg	0,71	4,3	< 0,152
Endrin	µg/kg	2,67	62,4	< 0,152

Outros Parâmetros

Os parâmetros carbono orgânico total (COT), fósforo total e nitrogênio kjeldahl total (NKT) foram quantificados na amostra de sedimento da cota de projeto, entretanto apresentaram concentrações abaixo do valor alerta estabelecido pela Resolução Conama 344/04 (Brasil, 2004) (Tabela 3.15-15).

A Figura 3.15-6 apresenta a concentração de COT, fósforo total e NKT analisados no sedimento da cota de projeto, coletado no berço do Cais do Armazém 13/14.

Tabela 3.15-15. Concentrações de COT, fósforo total e NKT na amostra da cota de projeto, coletada no berço do Cais do Armazém 13/14.

Outros Parâmetros			
Parâmetros	Unidade	Resolução CONAMA 344/04	Berço
			ARM 13/14 B 11,10-11,60/02
Carbono Orgânico Total	%	10	3,9
Fósforo Total	mg/kg	2000	419,9
Nitrogênio Kjeldahl Total	mg/kg	4800	875,1

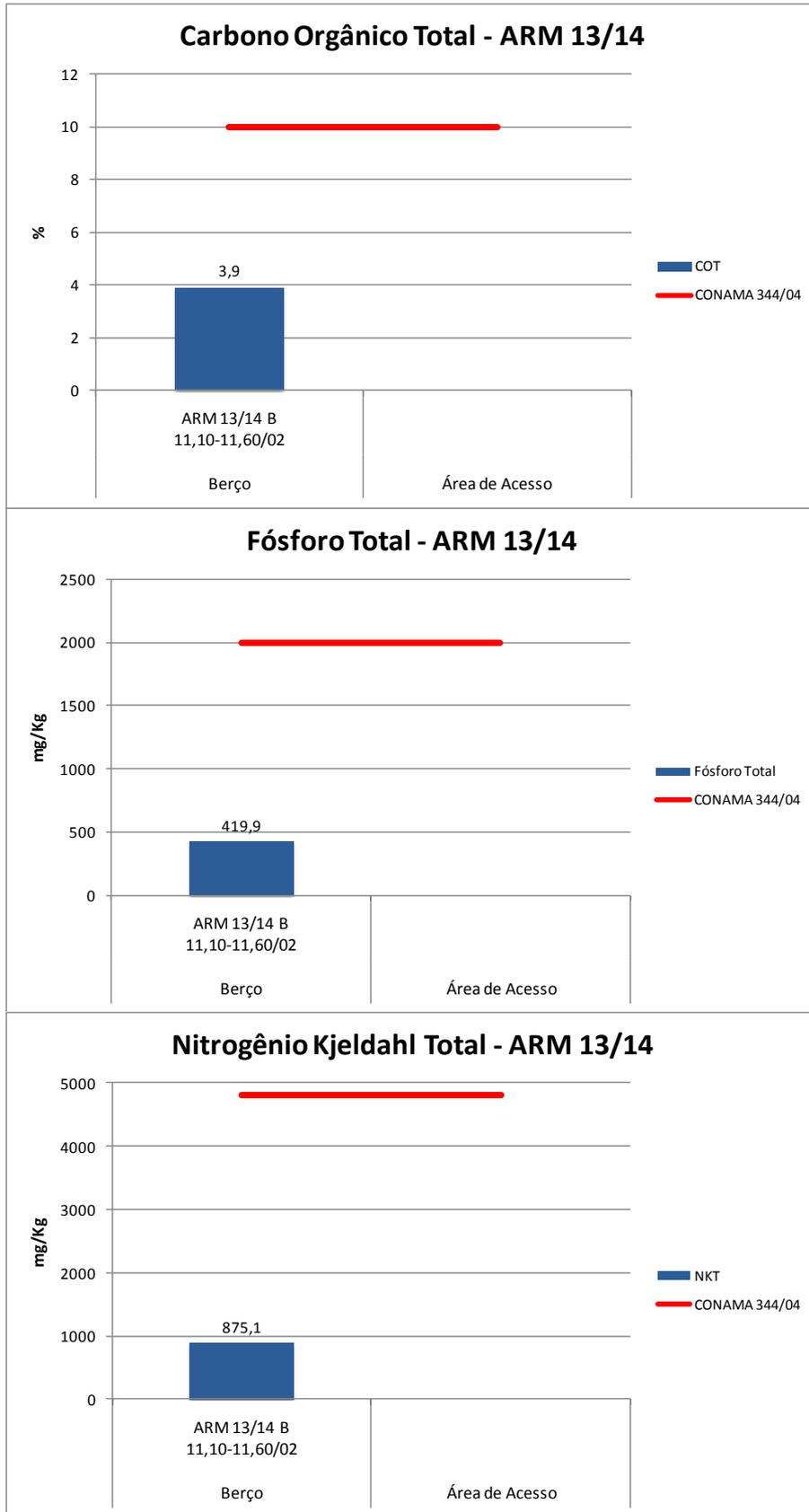


Figura 3.15-6. Concentrações de COT, fósforo total e NKT analisados na amostra de sedimento da cota de projeto, coletada no berço do Cais do Armazém 13/14.

3.16. CAIS DO ARMAZÉM 15 (ARM 15)

- **SUPERFÍCIE**

A. Granulometria

A composição granulométrica do sedimento de superfície amostrado no berço e acesso ao berço de atracação do Cais do Armazém 15 está apresentada na Figura 3.16-1, e na Tabela 3.16-1.

Os resultados granulométricos mostraram predominância das frações silte (32,8%) e areia muito fina (25,5%), no sedimento coletado no berço do Cais do Armazém 15, e em menores porcentagens foram encontradas as frações argila (19,7%), areia fina (15,0%), areia média (5,36) e areia grossa (1,24%). A fração areia muito grossa apresentou valor abaixo de 0,10%.

No acesso ao berço de atracação a fração dominante foi silte (36,7%), seguido pelas frações argila (17,8%), areia muito fina (17,4%), areia fina (12,1%), areia média (10,3%) e areia grossa (5,21%). A fração areia muito grossa apresentou valor abaixo de 0,10%.

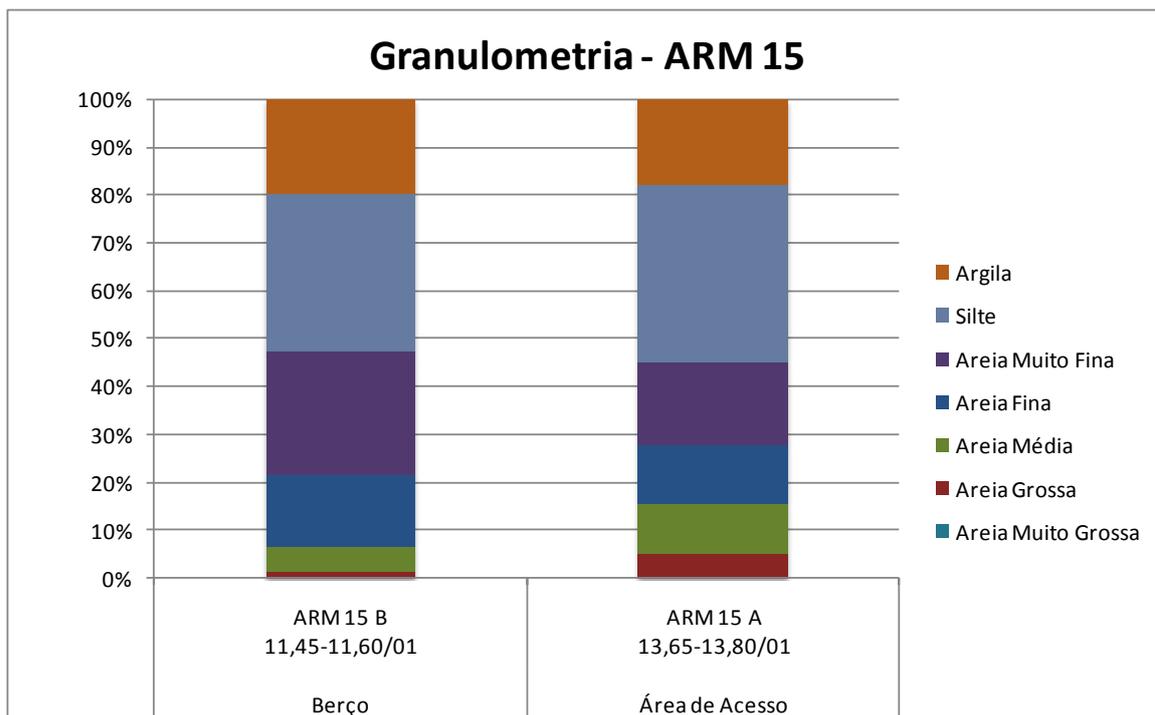


Figura 3.16-1. Composição granulométrica do sedimento de superfície do berço e área de acesso ao berço de atracação do Cais do Armazém 15.

Tabela 3.16-1. Composição granulométrica do sedimento de superfície do berço e área de acesso ao berço de atracação do Cais do Armazém 15.

Granulometria			
Fração	Unidade	Berço	Área de Acesso
		ARM 15 B 11,45-11,60/01	ARM 15 A 13,65-13,80/01
Argila	%	19,7	17,8
Silte	%	32,8	36,7
Areia Muito Fina	%	25,5	17,4
Areia Fina	%	15	12,1
Areia Média	%	5,36	10,3
Areia Grossa	%	1,24	5,21
Areia Muito Grossa	%	< 0,10	< 0,10
Areia Total	%	47,1	45

B. Parâmetros Químicos

Metais e Arsênio

Os resultados das análises dos metais nas amostras de sedimento de superfície coletadas no berço e acesso ao berço de atracação do Cais do Armazém 15 estão apresentados na Tabela 3.16-2.

Dentre os parâmetros químicos, analisados no sedimento de superfície, arsênio e cádmio registraram concentrações abaixo do limite de quantificação (<LQ) tanto no berço quanto na sua área de acesso.

Os metais chumbo, cobre, cromo, níquel e zinco foram quantificados nas amostras, de sedimento de superfície, coletadas tanto no berço quanto na sua área de acesso. Entretanto, nenhum destes elementos apresentou concentração acima do nível 1 da Resolução Conama 344/04 (Brasil, 2004).

O metal mercúrio apresentou concentração igual ao valor do nível 1 (0,150 mg/kg) estabelecido na Resolução Conama 344/04 (Brasil, 2004) no berço do Cais do Armazém 15. No acesso ao berço o valor encontrado foi 0,105 mg/kg, ficando assim abaixo do nível 1 da referida Resolução.

A Figura 3.16-2 apresenta a concentração de alguns metais analisados no sedimento de superfície coletados no berço do Cais do Armazém 15 e na sua referida área de acesso.

Hidrocarbonetos Policíclicos Aromáticos (HPAs)

Todos os HPAs, coletados no berço do Cais do Armazém 15 e na sua área de acesso, apresentaram valores abaixo do limite de quantificação (<LQ) do método (Tabela 3.16-3).

Bifenilas Policloradas (PCBs)

Os PCBs totais apresentaram concentrações inferiores aos limites de quantificação do método, tanto no berço quanto na sua área de acesso, enquadrando-se, portanto, nos valores de referência estabelecidos pela Resolução Conama 344/04 (Brasil, 2004) (Tabela 3.16-4).

Pesticidas Organoclorados

Assim como para os PCBs totais, os pesticidas organoclorados apresentaram, tanto no berço quanto na sua área de acesso, concentrações inferiores aos limites de quantificação do método (Tabela 3.16-5). Nenhuma das amostras analisadas, portanto, apresentou-se fora dos limites estabelecidos pela resolução citada.

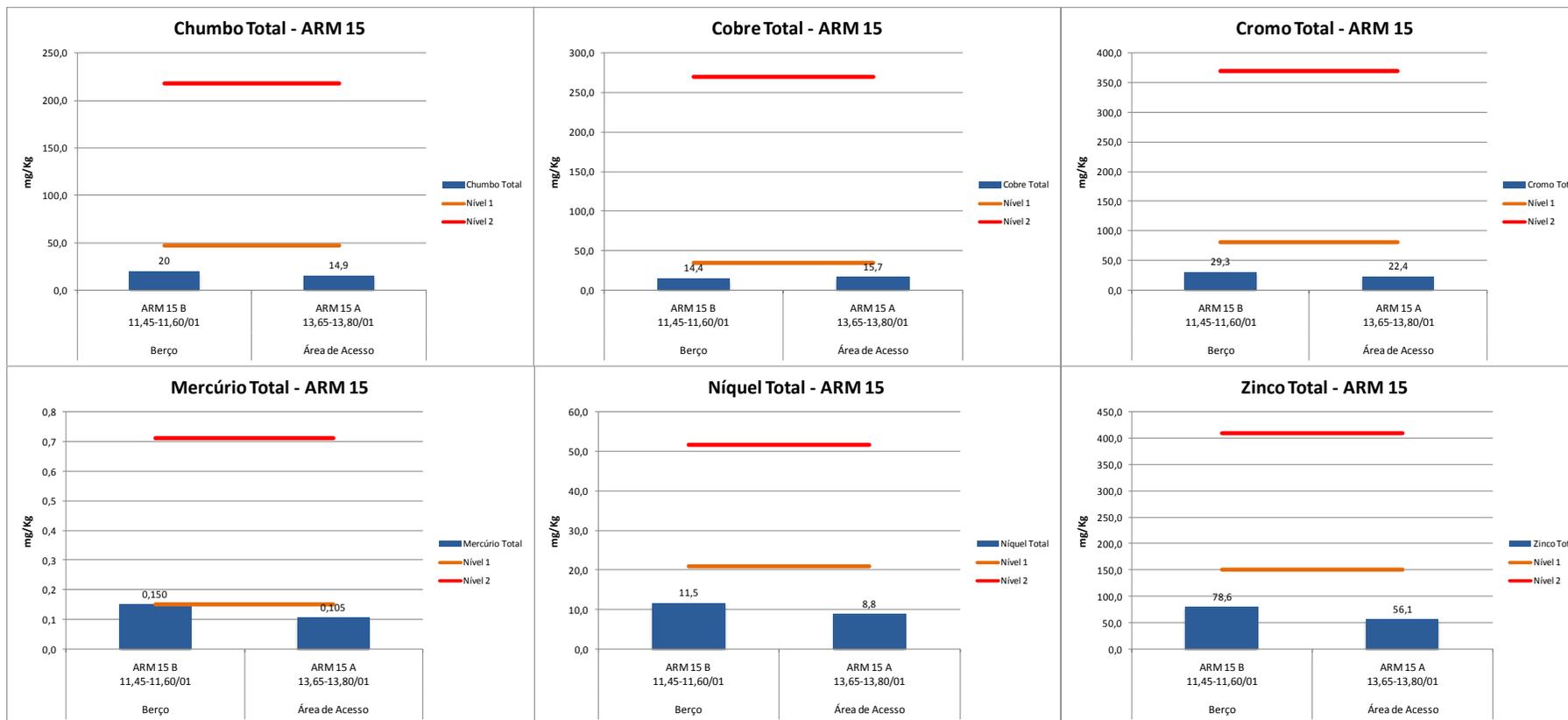


Figura 3.16-2. Concentração de alguns metais analisados nas amostras de sedimento de superfície coletadas no berço do Cais do Armazém 15 e na sua referida área de acesso.

Tabela 3.16-2. Concentrações de metais e arsênio total nas amostras de sedimento de superfície coletadas no berço e acesso ao berço de atracação do Cais do Armazém 15.

Metais e Arsênio					
Parâmetros	Unidade	Resolução		Berço	Área de Acesso
		CONAMA 344/04		ARM 15 B	ARM 15 A
		Nível 1	Nível 2	11,45-11,60/01	13,65-13,80/01
Arsênio Total	mg/kg	8,2	70,0	< 0,906	< 0,830
Cádmio Total	mg/kg	1,2	9,6	< 0,604	< 0,553
Chumbo Total	mg/kg	46,7	218,0	20	14,9
Cobre Total	mg/kg	34,0	270,0	14,4	15,7
Cromo Total	mg/kg	81,0	370,0	29,3	22,4
Mercúrio Total	mg/kg	0,15	0,71	0,150	0,105
Níquel Total	mg/kg	20,9	51,6	11,5	8,8
Zinco Total	mg/kg	150,0	410,0	78,6	56,1

Legenda: Valor Entre Nível 1 e Nível 2.

Valor Acima do Nível 2.

Tabela 3.16-3. Concentrações de HPAs nas amostras de sedimento de superfície coletadas no berço e acesso ao berço de atracação do Cais do Armazém 15.

Hidrocarbonetos Policíclicos Aromáticos ou HPAs					
Parâmetros	Unidade	Resolução		Berço	Área de Acesso
		CONAMA 344/04		ARM 15 B	ARM 15 A
		Nível 1	Nível 2	11,45-11,60/01	13,65-13,80/01
Benzo(a)antraceno	µg/kg	74,8	693,0	< 7,25	< 6,64
Benzo(a)pireno	µg/kg	88,8	763,0	< 7,25	< 6,64
Criseno	µg/kg	108,0	846,0	< 7,25	< 6,64
Dibenzo(a,h)antraceno	µg/kg	6,2	135,0	< 7,25	< 6,64
Acenafteno	µg/kg	16,0	500,0	< 7,25	< 6,64
Acenaftileno	µg/kg	44,0	640,0	< 7,25	< 6,64
Antraceno	µg/kg	85,3	1100,0	< 7,25	< 6,64
Fenantreno	µg/kg	240,0	1500,0	< 7,25	< 6,64
Fluoranteno	µg/kg	600,0	5100,0	< 7,25	< 6,64
Fluoreno	µg/kg	19,0	540,0	< 7,25	< 6,64
2-Metilnaftaleno	µg/kg	70,0	670,0	< 7,25	< 6,64
Naftaleno	µg/kg	160,0	2100,0	< 7,25	< 6,64
Pireno	µg/kg	665,0	2600,0	< 7,25	< 6,64

Tabela 3.16-4. Concentrações de PCBs nas amostras de sedimento de superfície coletadas no berço e acesso ao berço de atracação do Cais do Armazém 15.

Bifenilas Policloradas ou PCBs					
Parâmetros	Unidade	Resolução		Berço	Área de Acesso
		CONAMA 344/04		ARM 15 B	ARM 15 A
		Nível 1	Nível 2	11,45-11,60/01	13,65-13,80/01
Bifenilas Policloradas Totais	µg/kg	22,7	180	< 0,145	< 0,133

Tabela 3.16-5. Concentrações de Pesticidas Organoclorados nas amostras de sedimento de superfície coletadas no berço e acesso ao berço de atracação do Cais do Armazém 15.

Pesticidas Organoclorados					
Parâmetros	Unidade	Resolução		Berço	Área de Acesso
		CONAMA 344/04		ARM 15 B	ARM 15 A
		Nível 1	Nível 2	11,45-11,60/01	13,65-13,80/01
a-BHC	µg/kg	0,32	0,99	< 0,145	< 0,133
b-BHC	µg/kg	0,32	0,99	< 0,145	< 0,133
d-BHC	µg/kg	0,32	0,99	< 0,145	< 0,133
g-BHC	µg/kg	0,32	0,99	< 0,145	< 0,133
a-Clordano	µg/kg	2,26	4,79	< 0,145	< 0,133
g-Clordano	µg/kg	2,26	4,79	< 0,145	< 0,133
DDD	µg/kg	1,22	7,81	< 0,145	< 0,133
DDE	µg/kg	2,07	374	< 0,145	< 0,133
DDT	µg/kg	1,19	4,77	< 0,145	< 0,133
Dieldrin	µg/kg	0,71	4,3	< 0,145	< 0,133
Endrin	µg/kg	2,67	62,4	< 0,145	< 0,133

Outros Parâmetros

Os parâmetros carbono orgânico total (COT), fósforo total e nitrogênio kjeldahl total (NKT) foram quantificados nas amostras de sedimento de superfície, tanto no berço quanto na área de acesso ao berço de atracação, entretanto apresentaram concentrações abaixo do valor alerta estabelecido pela Resolução Conama 344/04 (Brasil, 2004) (Tabela 3.16-6).

A Figura 3.16-3 apresenta a concentração de COT, fósforo total e NKT analisados no sedimento de superfície coletados no berço do Cais do Armazém 15 e na sua referida área de acesso.

Tabela 3.16-6. Concentrações de COT, fósforo total e NKT nas amostras de sedimento coletadas no berço e acesso ao berço de atracação do Cais do Armazém 15.

Outros Parâmetros						
Parâmetros	Unidade	Resolução	Berço	Área de Acesso		
			CONAMA 344/04		ARM 15 B	ARM 15 A
					11,45-11,60/01	13,65-13,80/01
Carbono Orgânico Total	%	10	3,35	3,01		
Fósforo Total	mg/kg	2000	434,6	419,4		
Nitrogênio Kjeldahl Total	mg/kg	4800	667	563,3		

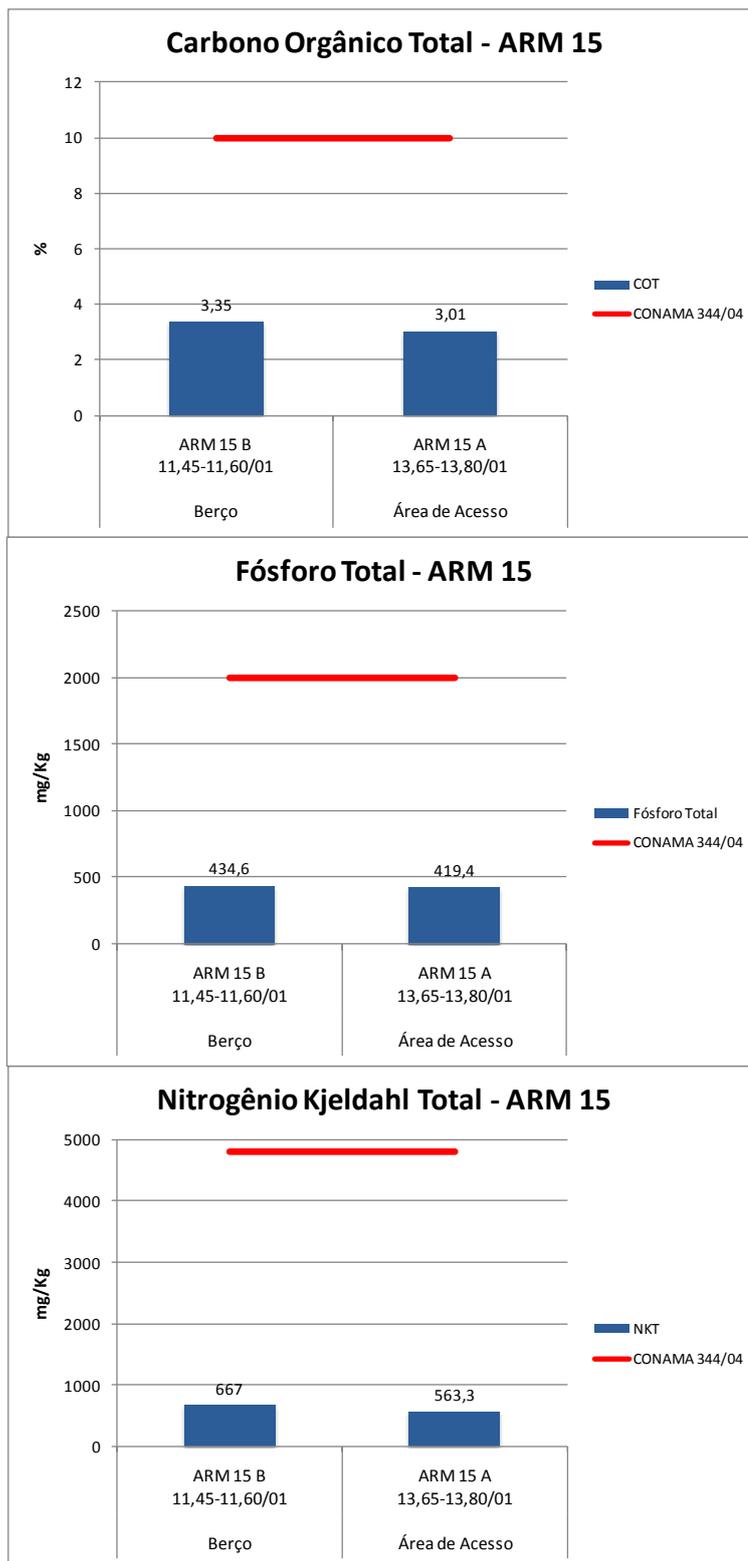


Figura 3.16-3. Concentrações de COT, fósforo total e NKT analisados nas amostras de sedimento de superfície coletadas no berço e acesso ao berço de atracação do Cais do Armazém 15.

C. Análise Ecotoxicológica

Teste de Toxicidade Aguda com *Leptocheirus plumulosus*

A análise Ecotoxicológica com o anfípoda *L. plumulosus* foi realizada com amostra de sedimento de superfície tanto do berço do Cais do Armazém 15 quanto da área de acesso ao berço de atracação.

Os parâmetros físicos e químicos, como pH, salinidade (‰) e oxigênio dissolvido (mg/L), medidos na água de interface no início e fim do teste de toxicidade aguda estão apresentados na Tabela 3.16-7. Já as análises de pH, salinidade (‰), oxigênio dissolvido (mg/L), temperatura (°C), nitrogênio amoniacal (mg/L) e amônia não ionizada (NH₃ - mg/L), efetuadas na água intersticial dos sedimentos no início e fim do teste, estão apresentados na Tabela 3.16-8.

Paralelamente aos testes com as amostras coletadas foi realizado um controle laboratorial. Os resultados obtidos para esse controle também se encontram nas tabelas a seguir.

Tabela 3.16-7. Parâmetros físicos e químicos medidos na água de interface, no início e fim do teste de toxicidade aguda com *L. plumulosus*, para as amostras de sedimento de superfície do berço e área de acesso ao berço do Cais do Armazém 15.

Amostra	pH		Salinidade (‰)		Oxigênio Dissolvido (mg/L)	
	Inicial	Final	Inicial	Final	Inicial	Final
Controle	7,92	7,98	21	21	6,28	6,10
ARM 15 Berço	7,98	8,35	20	22	6,28	5,89
ARM 15 Acesso	7,95	8,33	20	22	6,28	5,71

Tabela 3.16-8. Parâmetros físicos e químicos medidos na água intersticial, no início e fim do teste de toxicidade aguda com *L. plumulosus*, para as amostras de sedimento de superfície do berço e área de acesso ao berço do Cais do Armazém 15.

Amostra	pH		Salinidade (‰)		Oxigênio Dissolvido (mg/L)		Temperatura (°C)		Nitrogênio amoniacal (mg/L)		Amônia não ionizada (mg/L)	
	Inicial	Final	Inicial	Final	Inicial	Final	Inicial	Final	Inicial	Final	Inicial	Final
Controle	7,88	7,92	23	22	5,54	5,52	26,4	25,0	4,00	-	0,164	-
ARM 15 Berço	7,85	7,95	32	24	5,17	5,00	26,4	25,0	13,00	-	0,466	-
ARM 15 Acesso	7,68	7,88	32	25	5,16	4,53	26,4	25,0	5,25	-	0,129	-

A Tabela 3.16-9 apresenta os resultados do teste de toxicidade aguda com *L. plumulosus* nas amostras de sedimento de superfície do Cais do Armazém 15. Os valores obtidos estão dentro da faixa estabelecida para a aceitação dos resultados.

Tabela 3.16-9. Efeito tóxico observado nos testes de toxicidade aguda com *L. plumulosus* para as amostras de sedimento de superfície, do berço e área de acesso ao berço do Cais do Armazém 15, em cada réplica após o período de exposição.

Amostra	Réplica	Nº final de animais por réplica		Mortalidade total (%)	Resultado
		Mortos	Total		
Controle	1	0	20	2	-
	2	0	20		
	3	1	20		
ARM 15 Berço	1	0	20	3	Não Tóxico
	2	0	20		
	3	2	20		
ARM 15 Acesso	1	0	20	0	Não Tóxico
	2	0	20		
	3	0	20		

De acordo com o tratamento estatístico aplicado, foi verificado que as amostras de sedimento de superfície, do berço do Cais do Armazém 15 e da área de acesso ao berço de atracação, não apresentaram toxicidade aguda para *L. plumulosus*, em comparação com o controle, após 10 dias de exposição.

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 essa espécie (USEPA, 2001).

A sensibilidade dos indivíduos de *L. plumulosus* 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} ; 96h) e respectivo intervalo de confiança obtidos foram: 0,47 mg Zn/L (I.C.: 0,39 a 0,57 mg Zn/L). A carta-controle de sensibilidade desse sistema-teste, utilizando dados acumulados de vários testes, indica 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.

3.17. CAIS DO ARMAZÉM 16/17 (ARM 16/17)

- **SUPERFÍCIE**

A. Granulometria

A composição granulométrica do sedimento de superfície amostrado no berço e acesso ao berço de atracação do Cais do Armazém 16/17 está apresentada na Figura 3.17-1, e na Tabela 3.17-1.

Os resultados granulométricos mostraram predominância das frações areia muito fina (32,4%) e silte (29,7%), no sedimento coletado no berço do Cais do Armazém 16/17, e em menores porcentagens foram encontradas as frações areia fina (17,4%), argila (12,3%), areia média (5,2%) e areia grossa (2,71%). A fração areia muito grossa apresentou valor abaixo de 0,10%.

No acesso ao berço de atracação as frações predominantes foram silte (46,6%) e argila (31,0%), seguido pelas frações areia muito fina (12,9%), areia fina (6,79%), areia média (1,61%) e areia grossa (0,803%). A fração areia muito grossa apresentou valor abaixo de 0,10%.

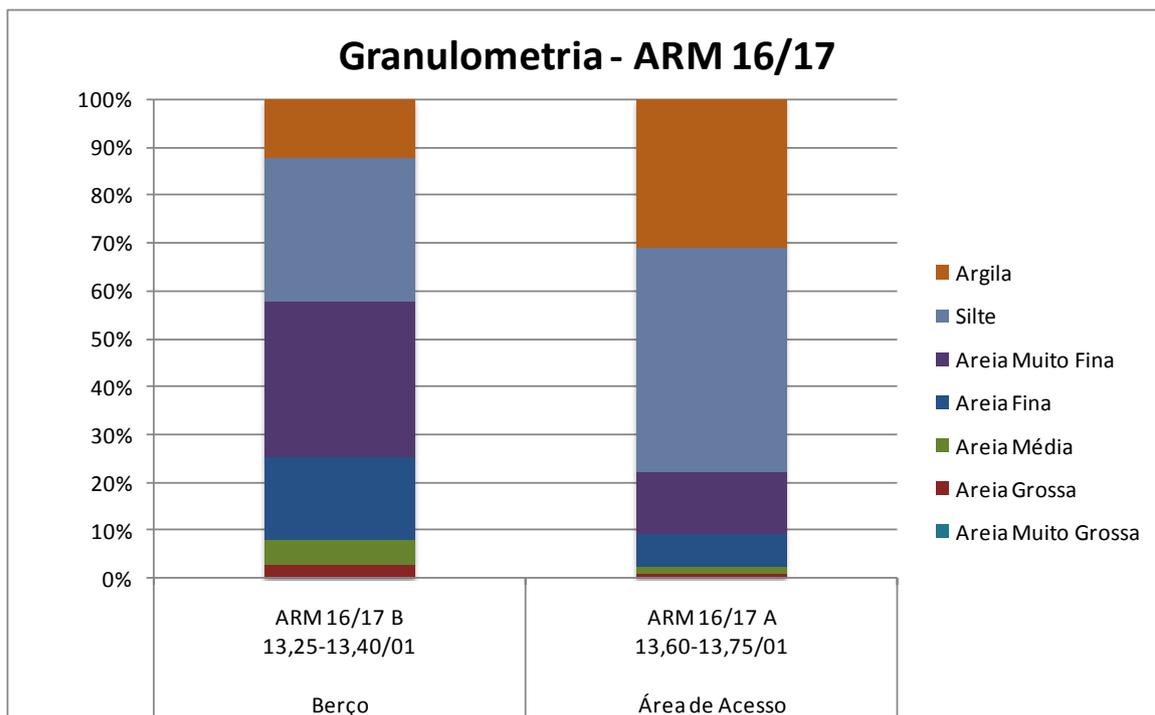


Figura 3.17-1. Composição granulométrica do sedimento de superfície do berço e área de acesso ao berço de atracação do Cais do Armazém 16/17.

Tabela 3.17-1. Composição granulométrica do sedimento de superfície do berço e área de acesso ao berço de atracação do Cais do Armazém 16/17.

Granulometria			
Fração	Unidade	Berço	Área de Acesso
		ARM 16/17 B 13,25-13,40/01	ARM 16/17 A 13,60-13,75/01
Argila	%	12,3	31
Silte	%	29,7	46,6
Areia Muito Fina	%	32,4	12,9
Areia Fina	%	17,4	6,79
Areia Média	%	5,2	1,61
Areia Grossa	%	2,71	0,803
Areia Muito Grossa	%	< 0,10	< 0,10
Areia Total	%	57,7	22,1

B. Parâmetros Químicos

Metais e Arsênio

Os resultados das análises dos metais nas amostras de sedimento de superfície coletadas no berço e acesso ao berço de atracação do Cais do Armazém 16/17 estão apresentados na Tabela 3.17-2.

Dentre os parâmetros químicos, analisados no sedimento de superfície, arsênio e cádmio registraram concentrações abaixo do limite de quantificação (<LQ) tanto no berço quanto na sua área de acesso.

Os metais chumbo, cobre, cromo, níquel e zinco foram quantificados nas amostras, de sedimento de superfície, coletadas tanto no berço quanto na sua área de acesso. Entretanto, nenhum destes elementos apresentou concentração acima do nível 1 da Resolução Conama 344/04 (Brasil, 2004).

O metal mercúrio apresentou concentração acima do nível 1, da referida Resolução, tanto no berço do Cais do Armazém 16/17 quanto na sua área de acesso. Entretanto, vale ressaltar que os valores encontrados, 0,152 e 0,162 mg/kg, no berço e área de acesso, respectivamente ficaram próximos ao valor estabelecido como nível 1 (0,150 mg/kg) da Resolução Conama 344/04 (Brasil, 2004).

A Figura 3.17-2 apresenta a concentração de alguns metais analisados no sedimento de superfície coletados no berço do Cais do Armazém 16/17 e na sua referida área de acesso.

Hidrocarbonetos Policíclicos Aromáticos (HPAs)

Todos os HPAs, coletados no berço do Cais do Armazém 16/17 e na sua área de acesso, apresentaram valores abaixo do limite de quantificação (<LQ) do método (Tabela 3.17-3).

Bifenilas Policloradas (PCBs)

Os PCBs totais apresentaram concentrações inferiores aos limites de quantificação do método, tanto no berço quanto na sua área de acesso, enquadrando-se, portanto, nos valores de referência estabelecidos pela Resolução Conama 344/04 (Brasil, 2004) (Tabela 3.17-4).

Pesticidas Organoclorados

Assim como para os PCBs totais, os pesticidas organoclorados apresentaram, tanto no berço quanto na sua área de acesso, concentrações inferiores aos limites de quantificação do método (Tabela 3.17-5). Nenhuma das amostras analisadas, portanto, apresentou-se fora dos limites estabelecidos pela resolução citada.

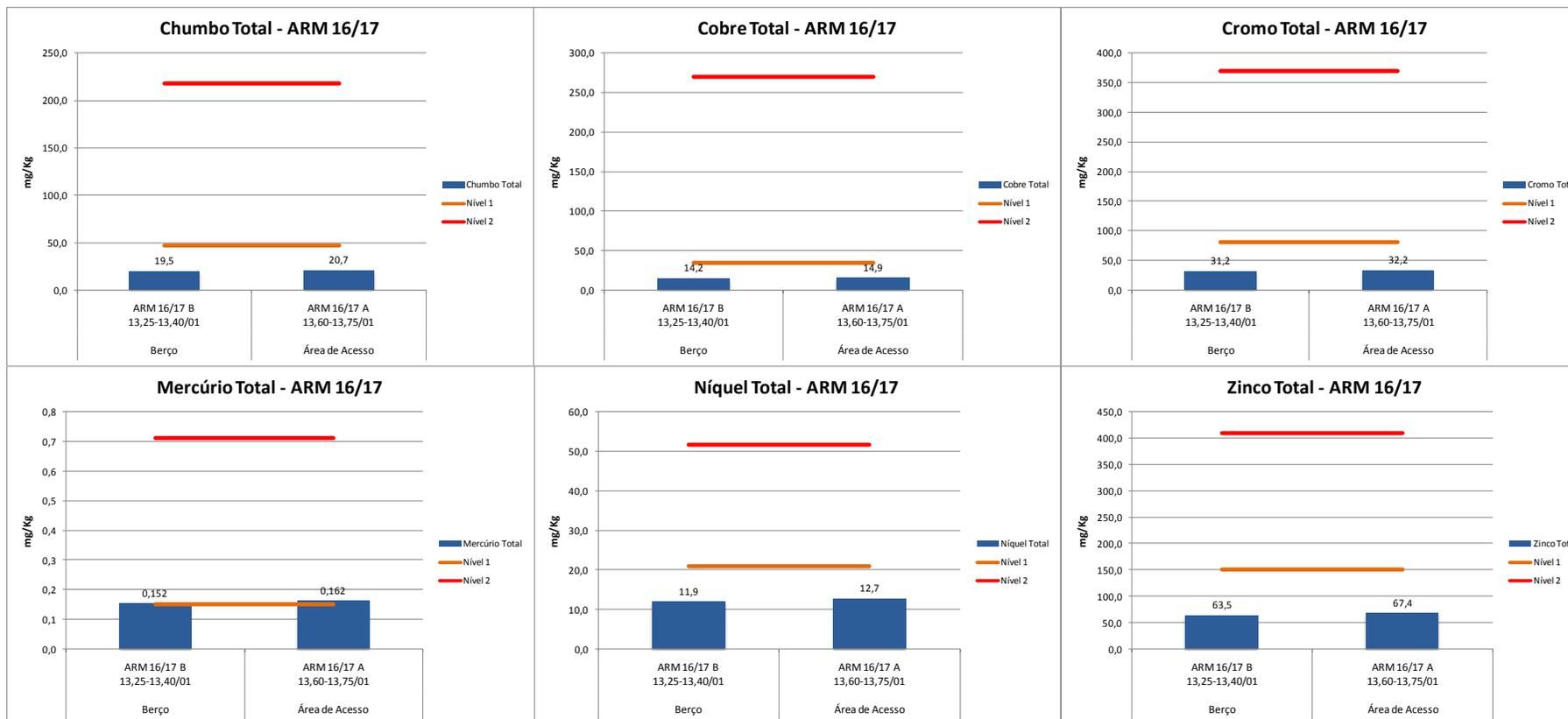


Figura 3.17-2. Concentração de alguns metais analisados nas amostras de sedimento de superfície coletadas no berço do Cais do Armazém 16/17 e na sua referida área de acesso.

Tabela 3.17-2. Concentrações de metais e arsênio total nas amostras de sedimento de superfície coletadas no berço e acesso ao berço de atracação do Cais do Armazém 16/17.

Metais e Arsênio					
Parâmetros	Unidade	Resolução		Berço	Área de Acesso
		CONAMA 344/04			
		Nível 1	Nível 2	ARM 16/17 B 13,25-13,40/01	ARM 16/17 A 13,60-13,75/01
Arsênio Total	mg/kg	8,2	70,0	< 0,964	< 1,06
Cádmio Total	mg/kg	1,2	9,6	< 0,643	< 0,704
Chumbo Total	mg/kg	46,7	218,0	19,5	20,7
Cobre Total	mg/kg	34,0	270,0	14,2	14,9
Cromo Total	mg/kg	81,0	370,0	31,2	32,2
Merúrio Total	mg/kg	0,15	0,71	0,152	0,162
Níquel Total	mg/kg	20,9	51,6	11,9	12,7
Zinco Total	mg/kg	150,0	410,0	63,5	67,4

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

Tabela 3.17-3. Concentrações de HPAs nas amostras de sedimento de superfície coletadas no berço e acesso ao berço de atracação do Cais do Armazém 16/17.

Hidrocarbonetos Policíclicos Aromáticos ou HPAs					
Parâmetros	Unidade	Resolução		Berço	Área de Acesso
		CONAMA 344/04			
		Nível 1	Nível 2	ARM 16/17 B 13,25-13,40/01	ARM 16/17 A 13,60-13,75/01
Benzo(a)antraceno	µg/kg	74,8	693,0	< 7,71	< 8,45
Benzo(a)pireno	µg/kg	88,8	763,0	< 7,71	< 8,45
Criseno	µg/kg	108,0	846,0	< 7,71	< 8,45
Dibenzo(a,h)antraceno	µg/kg	6,2	135,0	< 7,71	< 8,45
Acenafteno	µg/kg	16,0	500,0	< 7,71	< 8,45
Acenaftileno	µg/kg	44,0	640,0	< 7,71	< 8,45
Antraceno	µg/kg	85,3	1100,0	< 7,71	< 8,45
Fenantreno	µg/kg	240,0	1500,0	< 7,71	< 8,45
Fluoranteno	µg/kg	600,0	5100,0	< 7,71	< 8,45
Fluoreno	µg/kg	19,0	540,0	< 7,71	< 8,45
2-Metilnaftaleno	µg/kg	70,0	670,0	< 7,71	< 8,45
Naftaleno	µg/kg	160,0	2100,0	< 7,71	< 8,45
Pireno	µg/kg	665,0	2600,0	< 7,71	< 8,45

Tabela 3.17-4. Concentrações de PCBs nas amostras de sedimento de superfície coletadas no berço e acesso ao berço de atracação do Cais do Armazém 16/17.

Bifenilas Policloradas ou PCBs					
Parâmetros	Unidade	Resolução		Berço	Área de Acesso
		CONAMA 344/04			
		Nível 1	Nível 2	ARM 16/17 B 13,25-13,40/01	ARM 16/17 A 13,60-13,75/01
Bifenilas Policloradas Totais	µg/kg	22,7	180	< 0,154	< 0,169

Tabela 3.17-5. Concentrações de Pesticidas Organoclorados nas amostras de sedimento de superfície coletadas no berço e acesso ao berço de atracação do Cais do Armazém 16/17.

Pesticidas Organoclorados					
Parâmetros	Unidade	Resolução		Berço	Área de Acesso
		CONAMA 344/04		ARM 16/17 B	ARM 16/17 A
		Nível 1	Nível 2	13,25-13,40/01	13,60-13,75/01
a-BHC	µg/kg	0,32	0,99	< 0,154	< 0,169
b-BHC	µg/kg	0,32	0,99	< 0,154	< 0,169
d-BHC	µg/kg	0,32	0,99	< 0,154	< 0,169
g-BHC	µg/kg	0,32	0,99	< 0,154	< 0,169
a-Clordano	µg/kg	2,26	4,79	< 0,154	< 0,169
g-Clordano	µg/kg	2,26	4,79	< 0,154	< 0,169
DDD	µg/kg	1,22	7,81	< 0,154	< 0,169
DDE	µg/kg	2,07	374	< 0,154	< 0,169
DDT	µg/kg	1,19	4,77	< 0,154	< 0,169
Dieldrin	µg/kg	0,71	4,3	< 0,154	< 0,169
Endrin	µg/kg	2,67	62,4	< 0,154	< 0,169

Outros Parâmetros

Os parâmetros carbono orgânico total (COT), fósforo total e nitrogênio kjeldahl total (NKT) foram quantificados nas amostras de sedimento de superfície, tanto no berço quanto na área de acesso ao berço de atracação, entretanto apresentaram concentrações abaixo do valor alerta estabelecido pela Resolução Conama 344/04 (Brasil, 2004) (Tabela 3.17-6).

A Figura 3.17-3 apresenta a concentração de COT, fósforo total e NKT analisados no sedimento de superfície coletados no berço do Cais do Armazém 16/17 e na sua referida área de acesso.

Tabela 3.17-6. Concentrações de COT, fósforo total e NKT nas amostras de sedimento coletadas no berço e acesso ao berço de atracação do Cais do Armazém 16/17.

Outros Parâmetros						
Parâmetros	Unidade	Resolução	Berço	Área de Acesso		
			CONAMA 344/04		ARM 16/17 B	ARM 16/17 A
					13,25-13,40/01	13,60-13,75/01
Carbono Orgânico Total	%	10	3,04	3,35		
Fósforo Total	mg/kg	2000	471	525,1		
Nitrogênio Kjeldahl Total	mg/kg	4800	592,2	667,6		

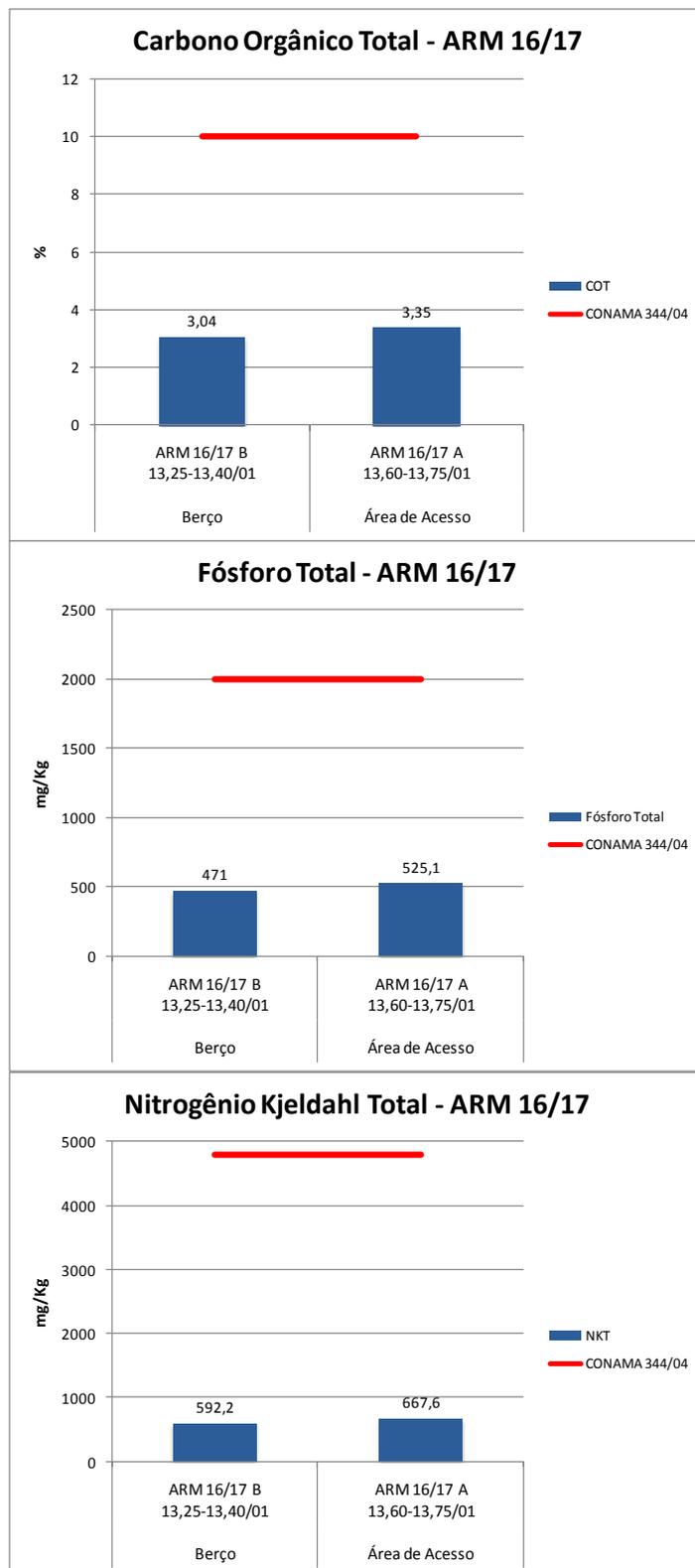


Figura 3.17-3. Concentrações de COT, fósforo total e NKT analisados nas amostras de sedimento de superfície coletadas no berço e acesso ao berço de atracação do Cais do Armazém 16/17.

C. Análise Ecotoxicológica

Teste de Toxicidade Aguda com *Leptocheirus plumulosus*

A análise Ecotoxicológica com o anfípoda *L. plumulosus* foi realizada com amostra de sedimento de superfície tanto do berço do Cais do Armazém 16/17 quanto da área de acesso ao berço de atracação.

Os parâmetros físicos e químicos, como pH, salinidade (‰) e oxigênio dissolvido (mg/L), medidos na água de interface no início e fim do teste de toxicidade aguda estão apresentados na Tabela 3.17-7. Já as análises de pH, salinidade (‰), oxigênio dissolvido (mg/L), temperatura (°C), nitrogênio amoniacal (mg/L) e amônia não ionizada (NH₃ - mg/L), efetuadas na água intersticial dos sedimentos no início e fim do teste, estão apresentados na Tabela 3.17-8.

Paralelamente aos testes com as amostras coletadas foi realizado um controle laboratorial. Os resultados obtidos para esse controle também se encontram nas tabelas a seguir.

Tabela 3.17-7. Parâmetros físicos e químicos medidos na água de interface, no início e fim do teste de toxicidade aguda com *L. plumulosus*, para as amostras de sedimento de superfície do berço e área de acesso ao berço do Cais do Armazém 16/17.

Amostra	pH		Salinidade (‰)		Oxigênio Dissolvido (mg/L)	
	Inicial	Final	Inicial	Final	Inicial	Final
Controle	7,88	7,97	21	21	5,85	6,10
ARM 16/17 Berço	7,92	8,49	21	22	4,32	5,90
ARM 16/17 Acesso	7,94	8,22	21	24	4,79	5,79

Tabela 3.17-8. Parâmetros físicos e químicos medidos na água intersticial, no início e fim do teste de toxicidade aguda com *L. plumulosus*, para as amostras de sedimento de superfície do berço e área de acesso ao berço do Cais do Armazém 16/17.

Amostra	pH		Salinidade (‰)		Oxigênio Dissolvido (mg/L)		Temperatura (°C)		Nitrogênio amoniacal (mg/L)		Amônia não ionizada (mg/L)	
	Inicial	Final	Inicial	Final	Inicial	Final	Inicial	Final	Inicial	Final	Inicial	Final
Controle	7,84	7,85	23	21	5,73	5,45	24,2	24,0	1,50	-	0,048	-
ARM 16/17 Berço	7,67	7,70	32	22	4,93	5,25	24,2	24,0	11,00	-	0,225	-
ARM 16/17 Acesso	7,71	7,79	32	23	4,98	4,96	24,2	24,0	16,00	-	0,358	-

A Tabela 3.17-9 apresenta os resultados do teste de toxicidade aguda com *L. plumulosus* nas amostras de sedimento de superfície do Cais do Armazém 16/17. Os valores obtidos estão dentro da faixa estabelecida para a aceitação dos resultados.

Tabela 3.17-9. Efeito tóxico observado nos testes de toxicidade aguda com *L. plumulosus* para as amostras de sedimento de superfície, do berço e área de acesso ao berço do Cais do Armazém 16/17, em cada réplica após o período de exposição.

Amostra	Réplica	Nº final de animais por réplica		Mortalidade total (%)	Resultado
		Mortos	Total		
Controle	1	1	20	3	-
	2	0	20		
	3	1	20		
ARM 16/17 Berço	1	4	20	12	Não Tóxico
	2	0	20		
	3	3	20		
ARM 16/17 Acesso	1	2	20	10	Não Tóxico
	2	4	20		
	3	0	20		

De acordo com o tratamento estatístico aplicado, foi verificado que as amostras de sedimento de superfície, do berço do Cais do Armazém 16/17 e da área de acesso ao berço de atracação, não apresentaram toxicidade aguda para *L. plumulosus*, em comparação com o controle, após 10 dias de exposição.

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 essa espécie (USEPA, 2001).

A sensibilidade dos indivíduos de *L. plumulosus* 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} ; 96h) e respectivo intervalo de confiança obtidos foram: 0,75 mg Zn/L (I.C.: 0,56 a 1,01 mg Zn/L). A carta-controle de sensibilidade desse sistema-teste, utilizando dados acumulados de vários testes, indica 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.

3.18. CAIS DO ARMAZÉM 19 (ARM 19)

- **SUPERFÍCIE**

A. Granulometria

A composição granulométrica do sedimento de superfície amostrado no berço e acesso ao berço de atracação do Cais do Armazém 19 está apresentada na Figura 3.18-1, e na Tabela 3.18-1.

Os resultados granulométricos mostraram predominância das frações silte (51,8%) e argila (35,9%), no sedimento coletado no berço do Cais do Armazém 19, e em menores porcentagens foram encontradas as frações areia muito fina (6,15%), areia fina (3,62%), areia média (1,48%) e areia grossa (0,737%). A fração areia muito grossa apresentou valor abaixo de 0,10%.

No acesso ao berço de atracação a fração dominante foi o silte (60,6%), seguido pelas frações argila (17,3%), areia muito fina (16,0%), areia fina (3,59%), areia média (1,44%) e areia grossa (0,650%). A fração areia muito grossa apresentou valor abaixo de 0,10%.

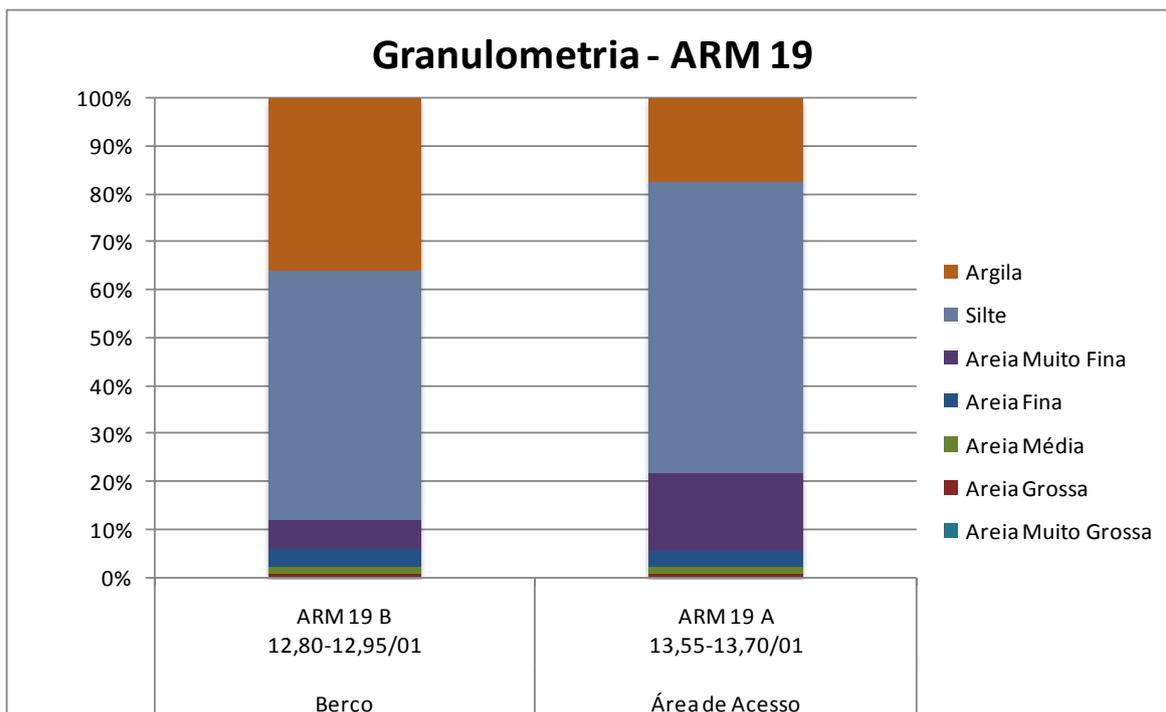


Figura 3.18-1. Composição granulométrica do sedimento de superfície do berço e área de acesso ao berço de atracação do Cais do Armazém 19.

Tabela 3.18-1. Composição granulométrica do sedimento de superfície do berço e área de acesso ao berço de atracação do Cais do Armazém 19.

Granulometria			
Fração	Unidade	Berço	Área de Acesso
		ARM 19 B 12,80-12,95/01	ARM 19 A 13,55-13,70/01
Argila	%	35,9	17,3
Silte	%	51,8	60,6
Areia Muito Fina	%	6,15	16
Areia Fina	%	3,62	3,59
Areia Média	%	1,48	1,44
Areia Grossa	%	0,737	0,65
Areia Muito Grossa	%	< 0,10	< 0,10
Areia Total	%	12	21,7

B. Parâmetros Químicos

Metais e Arsênio

Os resultados das análises dos metais nas amostras de sedimento de superfície coletadas no berço e acesso ao berço de atracação do Cais do Armazém 19 estão apresentados na Tabela 3.18-2.

Dentre os parâmetros químicos, analisados no sedimento de superfície, arsênio e cádmio registraram concentrações abaixo do limite de quantificação (<LQ) tanto no berço quanto na sua área de acesso.

Os metais chumbo, cobre, cromo, mercúrio, níquel e zinco foram quantificados nas amostras, de sedimento de superfície, coletadas tanto no berço quanto na sua área de acesso. Entretanto, nenhum destes elementos apresentou concentração acima do nível 1 da Resolução Conama 344/04 (Brasil, 2004).

A Figura 3.18-2 apresenta a concentração de alguns metais analisados no sedimento de superfície coletados no berço do Cais do Armazém 19 e na sua referida área de acesso.

Hidrocarbonetos Policíclicos Aromáticos (HPAs)

Todos os HPAs, coletados no berço do Cais do Armazém 19 e na sua área de acesso, apresentaram valores abaixo do limite de quantificação (<LQ) do método (Tabela 3.18-3).

Bifenilas Policloradas (PCBs)

Os PCBs totais apresentaram concentrações inferiores aos limites de quantificação do método, tanto no berço quanto na sua área de acesso, enquadrando-se, portanto, nos valores de referência estabelecidos pela Resolução Conama 344/04 (Brasil, 2004) (Tabela 3.18-4).

Pesticidas Organoclorados

Assim como para os PCBs totais, os pesticidas organoclorados apresentaram, tanto no berço quanto na sua área de acesso, concentrações inferiores aos limites de quantificação do método (Tabela 3.18-5). Nenhuma das amostras analisadas, portanto, apresentou-se fora dos limites estabelecidos pela resolução citada.

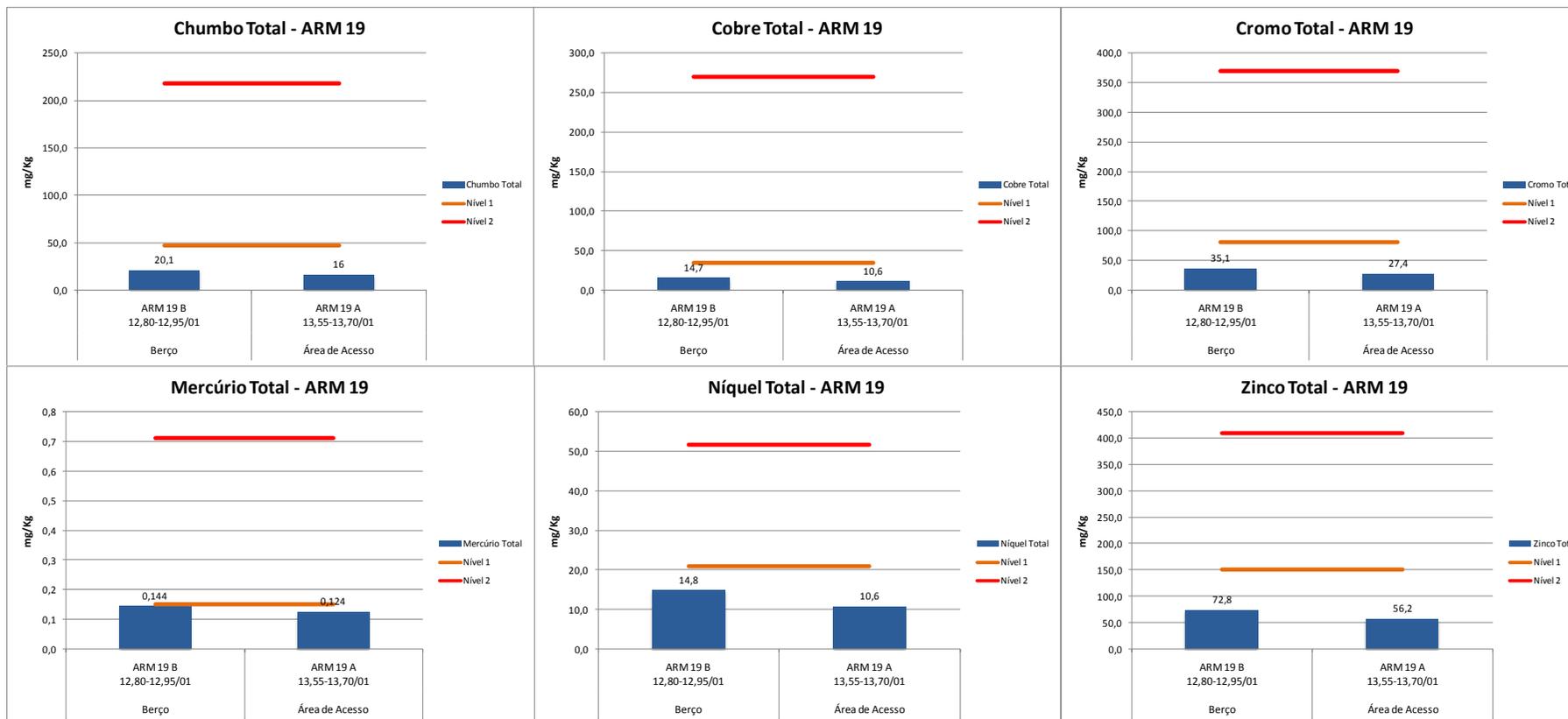


Figura 3.18-2. Concentração de alguns metais analisados nas amostras de sedimento de superfície coletadas no berço do Cais do Armazém 19 e na sua referida área de acesso.

Tabela 3.18-2. Concentrações de metais e arsênio total nas amostras de sedimento de superfície coletadas no berço e acesso ao berço de atracação do Cais do Armazém 19.

Metais e Arsênio					
Parâmetros	Unidade	Resolução CONAMA 344/04		Berço	Área de Acesso
		Nível 1	Nível 2	ARM 19 B	ARM 19 A
				12,80-12,95/01	13,55-13,70/01
Arsênio Total	mg/kg	8,2	70,0	< 1,14	< 1,11
Cádmio Total	mg/kg	1,2	9,6	< 0,762	< 0,737
Chumbo Total	mg/kg	46,7	218,0	20,1	16
Cobre Total	mg/kg	34,0	270,0	14,7	10,6
Cromo Total	mg/kg	81,0	370,0	35,1	27,4
Mercúrio Total	mg/kg	0,15	0,71	0,144	0,124
Níquel Total	mg/kg	20,9	51,6	14,8	10,6
Zinco Total	mg/kg	150,0	410,0	72,8	56,2

Tabela 3.18-3. Concentrações de HPAs nas amostras de sedimento de superfície coletadas no berço e acesso ao berço de atracação do Cais do Armazém 19.

Hidrocarbonetos Policíclicos Aromáticos ou HPAs					
Parâmetros	Unidade	Resolução CONAMA 344/04		Berço	Área de Acesso
		Nível 1	Nível 2	ARM 19 B	ARM 19 A
				12,80-12,95/01	13,55-13,70/01
Benzo(a)antraceno	µg/kg	74,8	693,0	< 9,15	< 8,85
Benzo(a)pireno	µg/kg	88,8	763,0	< 9,15	< 8,85
Criseno	µg/kg	108,0	846,0	< 9,15	< 8,85
Dibenzo(a,h)antraceno	µg/kg	6,2	135,0	< 9,15	< 8,85
Acenafteno	µg/kg	16,0	500,0	< 9,15	< 8,85
Acenaftileno	µg/kg	44,0	640,0	< 9,15	< 8,85
Antraceno	µg/kg	85,3	1100,0	< 9,15	< 8,85
Fenantreno	µg/kg	240,0	1500,0	< 9,15	< 8,85
Fluoranteno	µg/kg	600,0	5100,0	< 9,15	< 8,85
Fluoreno	µg/kg	19,0	540,0	< 9,15	< 8,85
2-Metilnaftaleno	µg/kg	70,0	670,0	< 9,15	< 8,85
Naftaleno	µg/kg	160,0	2100,0	< 9,15	< 8,85
Pireno	µg/kg	665,0	2600,0	< 9,15	< 8,85

Tabela 3.18-4. Concentrações de PCBs nas amostras de sedimento de superfície coletadas no berço e acesso ao berço de atracação do Cais do Armazém 19.

Bifenilas Policloradas ou PCBs					
Parâmetros	Unidade	Resolução CONAMA 344/04		Berço	Área de Acesso
		Nível 1	Nível 2	ARM 19 B	ARM 19 A
				12,80-12,95/01	13,55-13,70/01
Bifenilas Policloradas Totais	µg/kg	22,7	180	< 0,183	< 0,177

Tabela 3.18-5. Concentrações de Pesticidas Organoclorados nas amostras de sedimento de superfície coletadas no berço e acesso ao berço de atracação do Cais do Armazém 19.

Pesticidas Organoclorados					
Parâmetros	Unidade	Resolução		Berço	Área de Acesso
		CONAMA 344/04		ARM 19 B	ARM 19 A
		Nível 1	Nível 2	12,80-12,95/01	13,55-13,70/01
a-BHC	µg/kg	0,32	0,99	< 0,183	< 0,177
b-BHC	µg/kg	0,32	0,99	< 0,183	< 0,177
d-BHC	µg/kg	0,32	0,99	< 0,183	< 0,177
g-BHC	µg/kg	0,32	0,99	< 0,183	< 0,177
a-Clordano	µg/kg	2,26	4,79	< 0,183	< 0,177
g-Clordano	µg/kg	2,26	4,79	< 0,183	< 0,177
DDD	µg/kg	1,22	7,81	< 0,183	< 0,177
DDE	µg/kg	2,07	374	< 0,183	< 0,177
DDT	µg/kg	1,19	4,77	< 0,183	< 0,177
Dieldrin	µg/kg	0,71	4,3	< 0,183	< 0,177
Endrin	µg/kg	2,67	62,4	< 0,183	< 0,177

Outros Parâmetros

Os parâmetros carbono orgânico total (COT), fósforo total e nitrogênio kjeldahl total (NKT) foram quantificados nas amostras de sedimento de superfície, tanto no berço quanto na área de acesso ao berço de atracação, entretanto apresentaram concentrações abaixo do valor alerta estabelecido pela Resolução Conama 344/04 (Brasil, 2004) (Tabela 3.18-6).

A Figura 3.18-3 apresenta a concentração de COT, fósforo total e NKT analisados no sedimento de superfície coletados no berço do Cais do Armazém 19 e na sua referida área de acesso.

Tabela 3.18-6. Concentrações de COT, fósforo total e NKT nas amostras de sedimento coletadas no berço e acesso ao berço de atracação do Cais do Armazém 19.

Outros Parâmetros						
Parâmetros	Unidade	Resolução	Berço	Área de Acesso		
			CONAMA 344/04		ARM 19 B	ARM 19 A
			10	2000	12,80-12,95/01	13,55-13,70/01
Carbono Orgânico Total	%	10	4,14	2,57		
Fósforo Total	mg/kg	2000	489,9	470,1		
Nitrogênio Kjeldahl Total	mg/kg	4800	710	726		

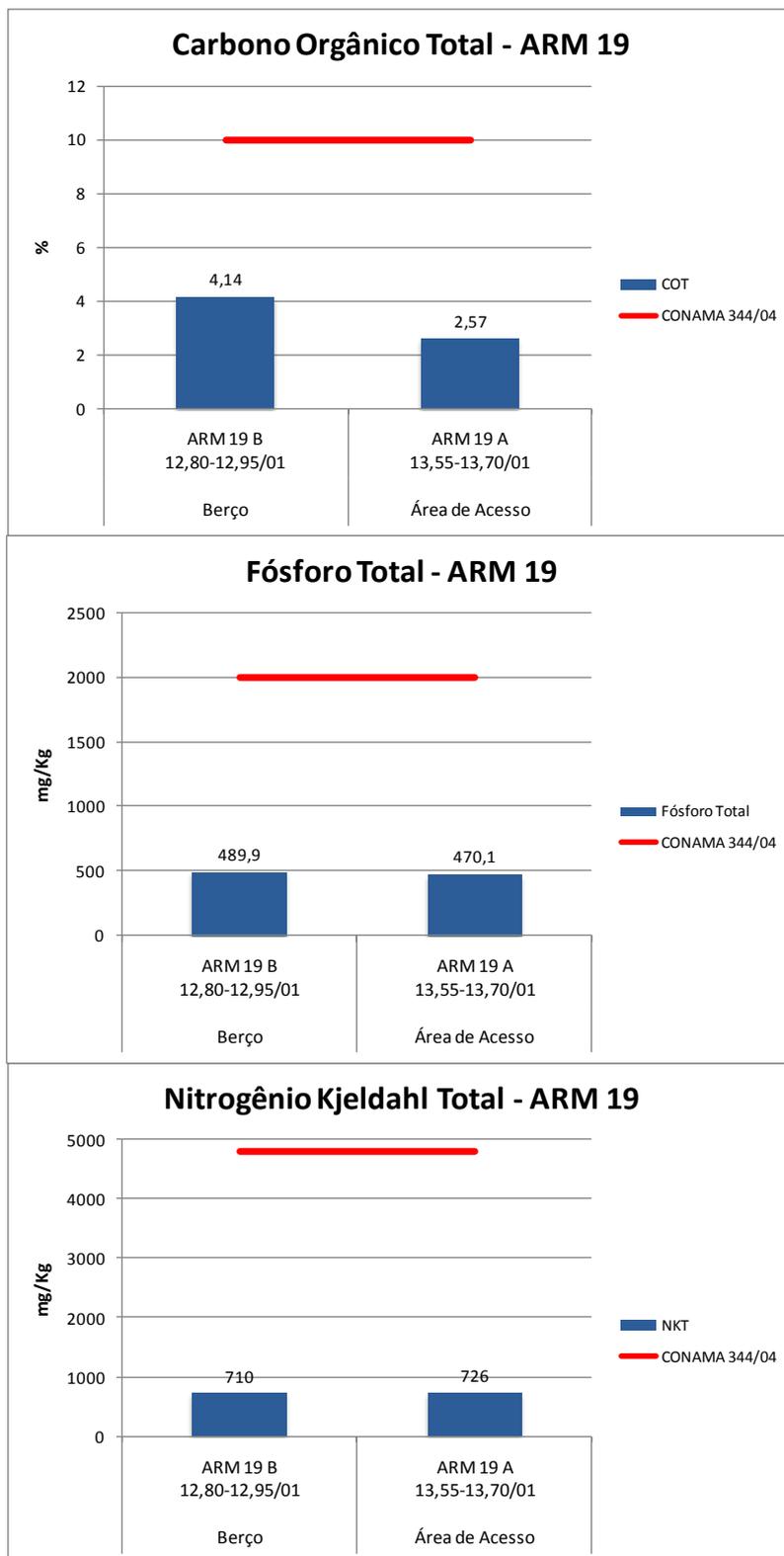


Figura 3.18-3. Concentrações de COT, fósforo total e NKT analisados nas amostras de sedimento de superfície coletadas no berço e acesso ao berço de atracação do Cais do Armazém 19.

C. Análise Ecotoxicológica

Teste de Toxicidade Aguda com *Leptocheirus plumulosus*

A análise Ecotoxicológica com o anfípoda *L. plumulosus* foi realizada com amostra de sedimento de superfície tanto do berço do Cais do Armazém 19 quanto da área de acesso ao berço de atracação.

Os parâmetros físicos e químicos, como pH, salinidade (‰) e oxigênio dissolvido (mg/L), medidos na água de interface no início e fim do teste de toxicidade aguda estão apresentados na Tabela 3.18-7. Já as análises de pH, salinidade (‰), oxigênio dissolvido (mg/L), temperatura (°C), nitrogênio amoniacal (mg/L) e amônia não ionizada (NH₃ - mg/L), efetuadas na água intersticial dos sedimentos no início e fim do teste, estão apresentados na Tabela 3.18-8.

Paralelamente aos testes com as amostras coletadas foi realizado um controle laboratorial. Os resultados obtidos para esse controle também se encontram nas tabelas a seguir.

Tabela 3.18-7. Parâmetros físicos e químicos medidos na água de interface, no início e fim do teste de toxicidade aguda com *L. plumulosus*, para as amostras de sedimento de superfície do berço e área de acesso ao berço do Cais do Armazém 19.

Amostra	pH		Salinidade (‰)		Oxigênio Dissolvido (mg/L)	
	Inicial	Final	Inicial	Final	Inicial	Final
Controle	7,88	7,97	21	21	5,85	6,10
ARM 19 Berço	7,55	8,26	22	22	3,82	5,71
ARM 19 Acesso	7,62	8,43	22	24	4,05	5,59

Tabela 3.18-8. Parâmetros físicos e químicos medidos na água intersticial, no início e fim do teste de toxicidade aguda com *L. plumulosus*, para as amostras de sedimento de superfície do berço e área de acesso ao berço do Cais do Armazém 19.

Amostra	pH		Salinidade (‰)		Oxigênio Dissolvido (mg/L)		Temperatura (°C)		Nitrogênio amoniacal (mg/L)		Amônia não ionizada (mg/L)	
	Inicial	Final	Inicial	Final	Inicial	Final	Inicial	Final	Inicial	Final	Inicial	Final
Controle	7,84	7,85	23	21	5,73	5,45	24,2	24,0	1,50	-	0,048	-
ARM 19 Berço	7,69	7,75	32	23	4,93	4,85	24,2	24,0	3,50	-	0,075	-
ARM 19 Acesso	7,63	7,88	32	23	4,99	4,90	24,2	24,0	8,25	-	0,154	-

A Tabela 3.18-9 apresenta os resultados do teste de toxicidade aguda com *L. plumulosus* nas amostras de sedimento de superfície do Cais do Armazém 19. Os valores obtidos estão dentro da faixa estabelecida para a aceitação dos resultados.

Tabela 3.18-9. Efeito tóxico observado nos testes de toxicidade aguda com *L. plumulosus* para as amostras de sedimento de superfície, do berço e área de acesso ao berço do Cais do Armazém 19, em cada réplica após o período de exposição.

Amostra	Réplica	Nº final de animais por réplica		Mortalidade total (%)	Resultado
		Mortos	Total		
Controle	1	1	20	3	-
	2	0	20		
	3	1	20		
ARM 19 Berço	1	0	20	8	Não Tóxico
	2	2	20		
	3	3	20		
ARM 19 Acesso	1	0	20	10	Não Tóxico
	2	3	20		
	3	3	20		

De acordo com o tratamento estatístico aplicado, foi verificado que as amostras de sedimento de superfície, do berço do Cais do Armazém 19 e da área de acesso ao berço de atracação, não apresentaram toxicidade aguda para *L. plumulosus*, em comparação com o controle, após 10 dias de exposição.

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 essa espécie (USEPA, 2001).

A sensibilidade dos indivíduos de *L. plumulosus* 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} ; 96h) e respectivo intervalo de confiança obtidos foram: 0,75 mg Zn/L (I.C.: 0,56 a 1,01 mg Zn/L). A carta-controle de sensibilidade desse sistema-teste, utilizando dados acumulados de vários testes, indica 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.

- **COTA DE PROJETO**

- Berço: 13,00 metros
 - Amostra: ARM 19 B 12,50-13,00/02
- Acesso: 13,00 metros

A. Granulometria

A composição granulométrica do sedimento da cota de projeto (ARM 19 B 12,50-13,00/02) amostrado no berço do Cais do Armazém 19 está apresentada na Figura 3.18-4, e na Tabela 3.18-10.

Os resultados granulométricos mostraram dominância da fração silte (86,3%), e em menores porcentagens foram encontradas as frações areia muito fina (8,39%), argila (3,86%), areia fina (0,728%) e areia média (0,533%). As frações areia grossa e areia muito grossa apresentaram valores abaixo de 0,10%.

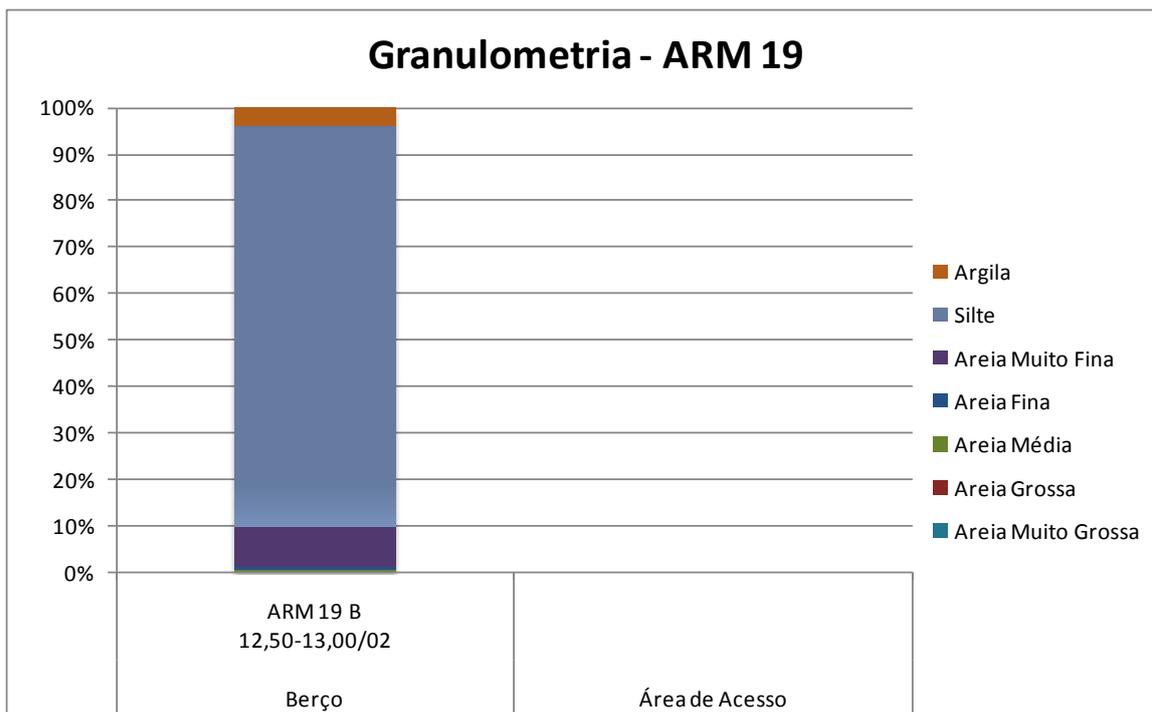


Figura 3.18-4. Composição granulométrica do sedimento da cota de projeto, coletado no berço de atracação do Cais do Armazém 19.

Tabela 3.18-10. Composição granulométrica do sedimento da cota de projeto, coletado no berço de atracação do Cais do Armazém 19.

Granulometria		
Fração	Unidade	Berço
		ARM 19 B 12,50-13,00/02
Argila	%	3,86
Silte	%	86,3
Areia Muito Fina	%	8,39
Areia Fina	%	0,728
Areia Média	%	0,533
Areia Grossa	%	<0,10
Areia Muito Grossa	%	<0,10
Areia Total	%	9,65

B. Parâmetros Químicos

Metais e Arsênio

Os resultados das análises dos metais na amostra de sedimento da cota de projeto, coletada no berço do Cais do Armazém 19, estão apresentados na Tabela 3.18-11.

Dentre os parâmetros químicos analisados no sedimento, arsênio, cádmio e mercúrio registraram concentrações abaixo do limite de quantificação do método.

Os metais chumbo, cobre, cromo, níquel e zinco foram quantificados na amostra de sedimento da cota de projeto, entretanto, nenhum destes elementos apresentou concentração acima do nível 1 da Resolução Conama 344/04 (Brasil, 2004).

A Figura 3.18-5 apresenta a concentração de alguns metais analisados no sedimento da cota de projeto, coletado no berço do Cais do Armazém 19.

Hidrocarbonetos Policíclicos Aromáticos (HPAs)

Todos os HPAs analisados no sedimento da cota de projeto, coletado no berço do Armazém 19, apresentaram valores abaixo do limite de quantificação do método (Tabela 3.18-12).

Bifenilas Policloradas (PCBs)

Os PCBs totais apresentaram concentrações inferiores aos limites de quantificação do método na amostra de sedimento da cota de projeto, enquadrando-se, portanto, nos valores de referência estabelecidos pela Resolução Conama 344/04 (Brasil, 2004) (Tabela 3.18-13).

Pesticidas Organoclorados

Assim como para os PCBs totais, os pesticidas organoclorados apresentaram, na amostra de sedimento da cota de projeto, concentrações inferiores aos limites de quantificação do método (Tabela 3.18-14). Nenhuma das amostras analisadas, portanto, apresentou-se fora dos limites estabelecidos pela resolução citada.

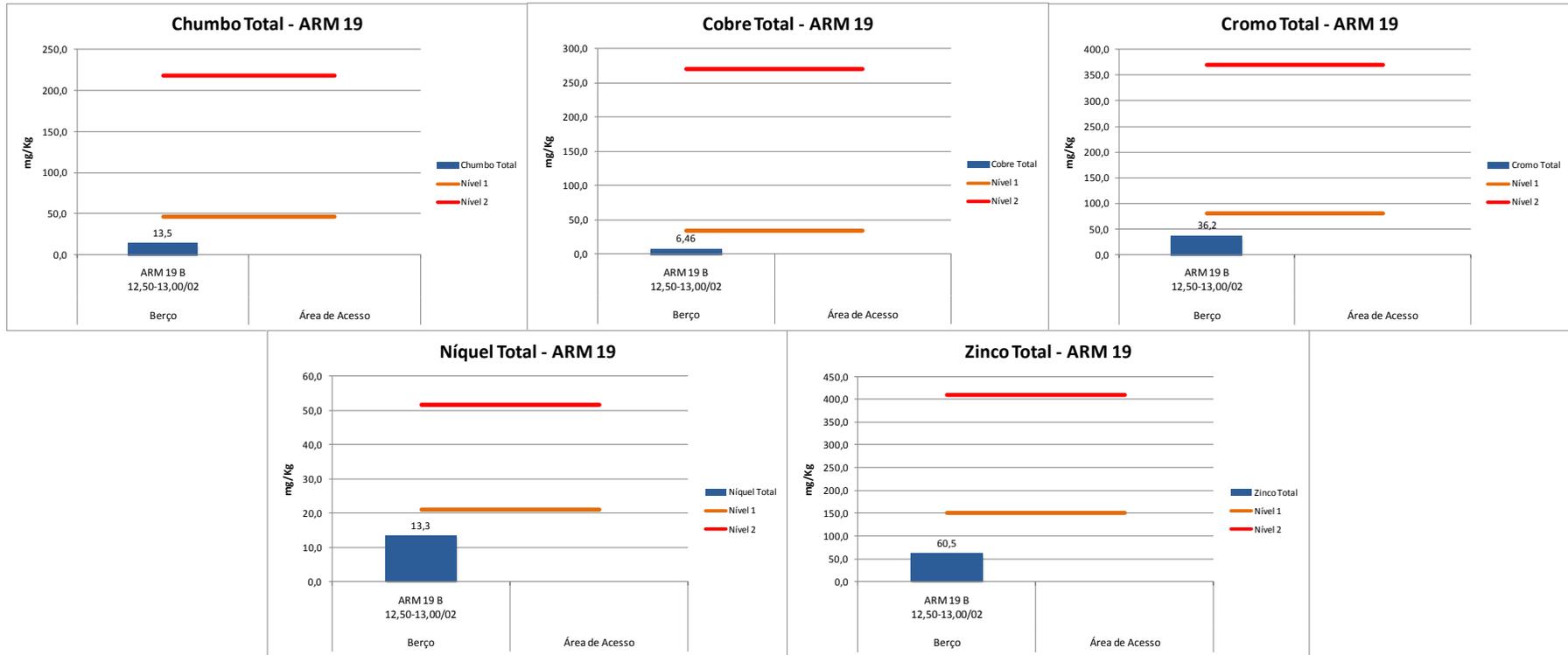


Figura 3.18-5. Concentração de alguns metais analisados na amostra de sedimento da cota de projeto, coletada no berço do Cais do Armazém 19.

Tabela 3.18-11. Concentrações de metais e arsênio total na amostra de sedimento da cota de projeto, coletada no berço do Cais do Armazém 19.

Metais e Arsênio				
Parâmetros	Unidade	Resolução CONAMA 344/04		Berços
		Nível 1	Nível 2	ARM 19 B 12,50-13,00/02
Arsênio Total	mg/kg	8,2	70,0	< 0,704
Cádmio Total	mg/kg	1,2	9,6	< 0,469
Chumbo Total	mg/kg	46,7	218,0	13,5
Cobre Total	mg/kg	34,0	270,0	6,46
Cromo Total	mg/kg	81,0	370,0	36,2
Mercúrio Total	mg/kg	0,15	0,71	< 0,0563
Níquel Total	mg/kg	20,9	51,6	13,3
Zinco Total	mg/kg	150,0	410,0	60,5

Tabela 3.18-12. Concentrações de HPAs na amostra de sedimento da cota de projeto, coletada no berço do Cais do Armazém 19.

Hidrocarbonetos Policíclicos Aromáticos ou HPAs				
Parâmetros	Unidade	Resolução CONAMA 344/04		Berços
		Nível 1	Nível 2	ARM 19 B 12,50-13,00/02
Benzo(a)antraceno	µg/kg	74,8	693,0	< 5,63
Benzo(a)pireno	µg/kg	88,8	763,0	< 5,63
Criseno	µg/kg	108,0	846,0	< 5,63
Dibenzo(a,h)antraceno	µg/kg	6,2	135,0	< 5,63
Acenafteno	µg/kg	16,0	500,0	< 5,63
Acenaftileno	µg/kg	44,0	640,0	< 5,63
Antraceno	µg/kg	85,3	1100,0	< 5,63
Fenantreno	µg/kg	240,0	1500,0	< 5,63
Fluoranteno	µg/kg	600,0	5100,0	< 5,63
Fluoreno	µg/kg	19,0	540,0	< 5,63
2-Metilnaftaleno	µg/kg	70,0	670,0	< 5,63
Naftaleno	µg/kg	160,0	2100,0	< 5,63
Pireno	µg/kg	665,0	2600,0	< 5,63

Tabela 3.18-13. Concentrações de PCBs na amostra de sedimento da cota de projeto, coletada no berço do Cais do Armazém 19.

Bifenilas Policloradas ou PCBs				
Parâmetros	Unidade	Resolução CONAMA 344/04		Berços
		Nível 1	Nível 2	ARM 19 B 12,50-13,00/02
Bifenilas Policloradas Totais	µg/kg	22,7	180	< 0,113

Tabela 3.18-14. Concentrações de Pesticidas Organoclorados na amostra da cota de projeto, coletada no berço do Cais do Armazém 19.

Pesticidas Organoclorados				
Parâmetros	Unidade	Resolução CONAMA 344/04		Berços
		Nível 1	Nível 2	ARM 19 B
				12,50-13,00/02
a-BHC	µg/kg	0,32	0,99	< 0,113
b-BHC	µg/kg	0,32	0,99	< 0,113
d-BHC	µg/kg	0,32	0,99	< 0,113
g-BHC	µg/kg	0,32	0,99	< 0,113
a-Clordano	µg/kg	2,26	4,79	< 0,113
g-Clordano	µg/kg	2,26	4,79	< 0,113
DDD	µg/kg	1,22	7,81	< 0,113
DDE	µg/kg	2,07	374	< 0,113
DDT	µg/kg	1,19	4,77	< 0,113
Dieldrin	µg/kg	0,71	4,3	< 0,113
Endrin	µg/kg	2,67	62,4	< 0,113

Outros Parâmetros

Os parâmetros carbono orgânico total (COT), fósforo total e nitrogênio kjeldahl total (NKT) foram quantificados na amostra de sedimento da cota de projeto, entretanto apresentaram concentrações abaixo do valor alerta estabelecido pela Resolução Conama 344/04 (Brasil, 2004) (Tabela 3.18-15).

A Figura 3.18-6 apresenta a concentração de COT, fósforo total e NKT analisados no sedimento da cota de projeto, coletado no berço do Cais do Armazém 19.

Tabela 3.18-15. Concentrações de COT, fósforo total e NKT na amostra da cota de projeto, coletada no berço do Cais do Armazém 19.

Outros Parâmetros			
Parâmetros	Unidade	Resolução CONAMA 344/04	Berços
			ARM 19 B
			12,50-13,00/02
Carbono Orgânico Total	%	10	2,94
Fósforo Total	mg/kg	2000	342,3
Nitrogênio Kjeldahl Total	mg/kg	4800	442,5

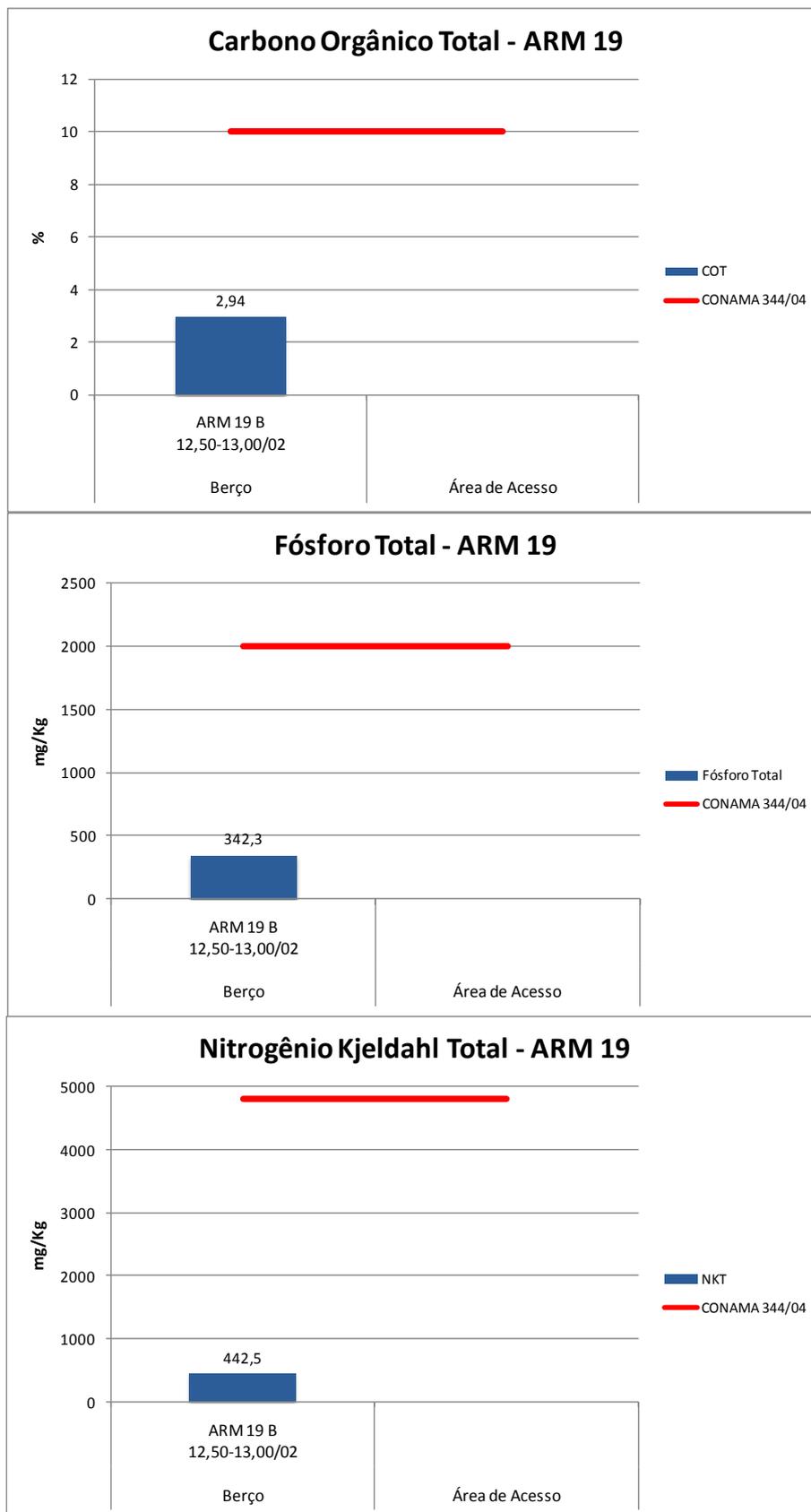


Figura 3.18-6. Concentrações de COT, fósforo total e NKT analisados na amostra de sedimento da cota de projeto, coletada no berço do Cais do Armazém 19.

3.19. CAIS DO ARMAZÉM 20/21 (ARM 20/21)

- **SUPERFÍCIE**
- **COTA DE PROJETO**
 - Berço: 13,00 metros
 - Amostras: ARM 20/21 B 12,90-13,05/01
 - Acesso: 13,00 metros

A. Granulometria

A composição granulométrica do sedimento de superfície amostrado no berço e acesso ao berço de atracação do Cais do Armazém 20/21 está apresentada na Figura 3.19-1, e na Tabela 3.19-1.

Os resultados granulométricos mostraram predominância das frações areia muito fina (32,0%) e silte (26,2%), no sedimento coletado no berço do Cais do Armazém 20/21, e em menores porcentagens foram encontradas as frações argila (14,4%), areia fina (13,3%), areia média (10,3%) e areia grossa (3,37%). A fração areia muito grossa apresentou valor abaixo de 0,10%.

No acesso ao berço de atracação a fração dominante foi o silte (60,4%), seguido pelas frações areia muito fina (18,7%), areia fina (9,49%), argila (6,19%), areia grossa (3,06%) e areia média (1,82%). A fração areia muito grossa apresentou valor abaixo de 0,10%.

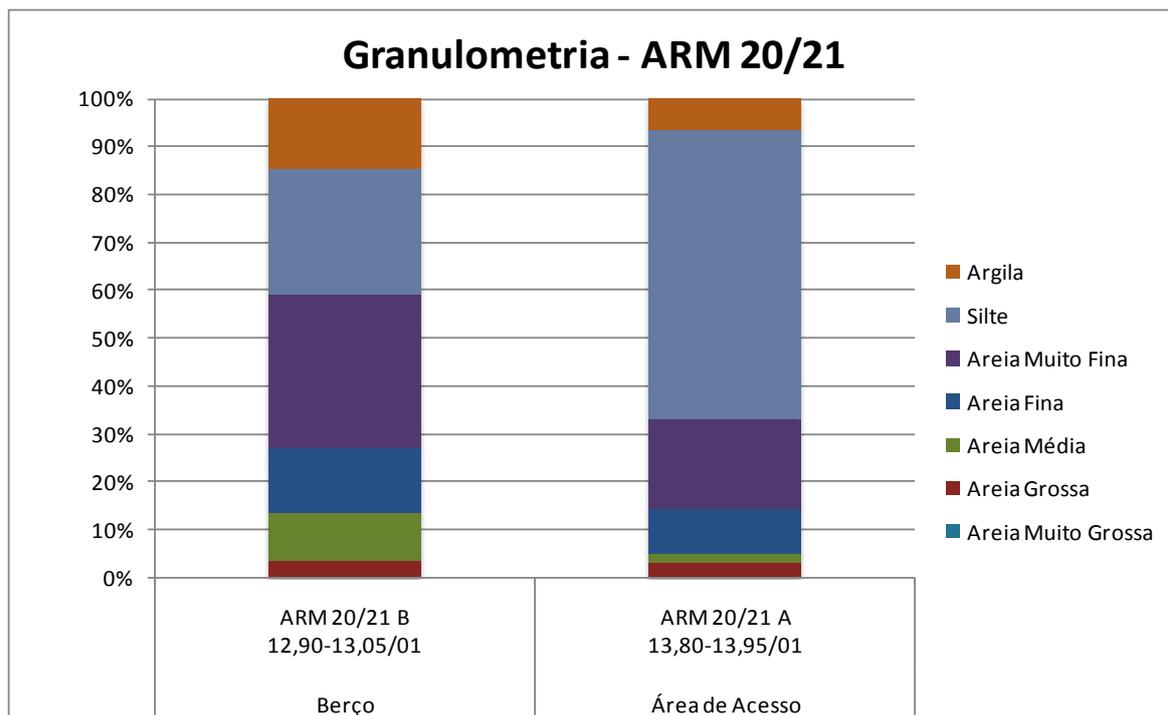


Figura 3.19-1. Composição granulométrica do sedimento de superfície do berço e área de acesso ao berço de atracação do Cais do Armazém 20/21.

Tabela 3.19-1. Composição granulométrica do sedimento de superfície do berço e área de acesso ao berço de atracação do Cais do Armazém 20/21.

Granulometria			
Fração	Unidade	Berço	Área de Acesso
		ARM 20/21 B 12,90-13,05/01	ARM 20/21 A 13,80-13,95/01
Argila	%	14,4	6,19
Silte	%	26,2	60,4
Areia Muito Fina	%	32	18,7
Areia Fina	%	13,3	9,49
Areia Média	%	10,3	1,82
Areia Grossa	%	3,37	3,06
Areia Muito Grossa	%	< 0,10	< 0,10
Areia Total	%	58,9	33,1

B. Parâmetros Químicos

Metais e Arsênio

Os resultados das análises dos metais nas amostras de sedimento de superfície coletadas no berço e acesso ao berço de atracação do Cais do Armazém 20/21 estão apresentados na Tabela 3.19-2.

Dentre os parâmetros químicos, analisados no sedimento de superfície, arsênio e cádmio registraram concentrações abaixo do limite de quantificação (<LQ) tanto no berço quanto na sua área de acesso.

Os metais chumbo, cobre, cromo, mercúrio, níquel e zinco foram quantificados nas amostras, de sedimento de superfície, coletadas tanto no berço quanto na sua área de acesso. Entretanto, nenhum destes elementos apresentou concentração acima do nível 1 da Resolução Conama 344/04 (Brasil, 2004).

A Figura 3.19-2 apresenta a concentração de alguns metais analisados no sedimento de superfície coletados no berço do Cais do Armazém 20/21 e na sua referida área de acesso.

Hidrocarbonetos Policíclicos Aromáticos (HPAs)

Todos os HPAs, coletados no berço do Cais do Armazém 20/21 e na sua área de acesso, apresentaram valores abaixo do limite de quantificação (<LQ) do método (Tabela 3.19-3).

Bifenilas Policloradas (PCBs)

Os PCBs totais apresentaram concentrações inferiores aos limites de quantificação do método, tanto no berço quanto na sua área de acesso, enquadrando-se, portanto, nos valores de referência estabelecidos pela Resolução Conama 344/04 (Brasil, 2004) (Tabela 3.19-4).

Pesticidas Organoclorados

Assim como para os PCBs totais, os pesticidas organoclorados apresentaram, tanto no berço quanto na sua área de acesso, concentrações inferiores aos limites de quantificação do método (Tabela 3.19-5). Nenhuma das amostras analisadas, portanto, apresentou-se fora dos limites estabelecidos pela resolução citada.

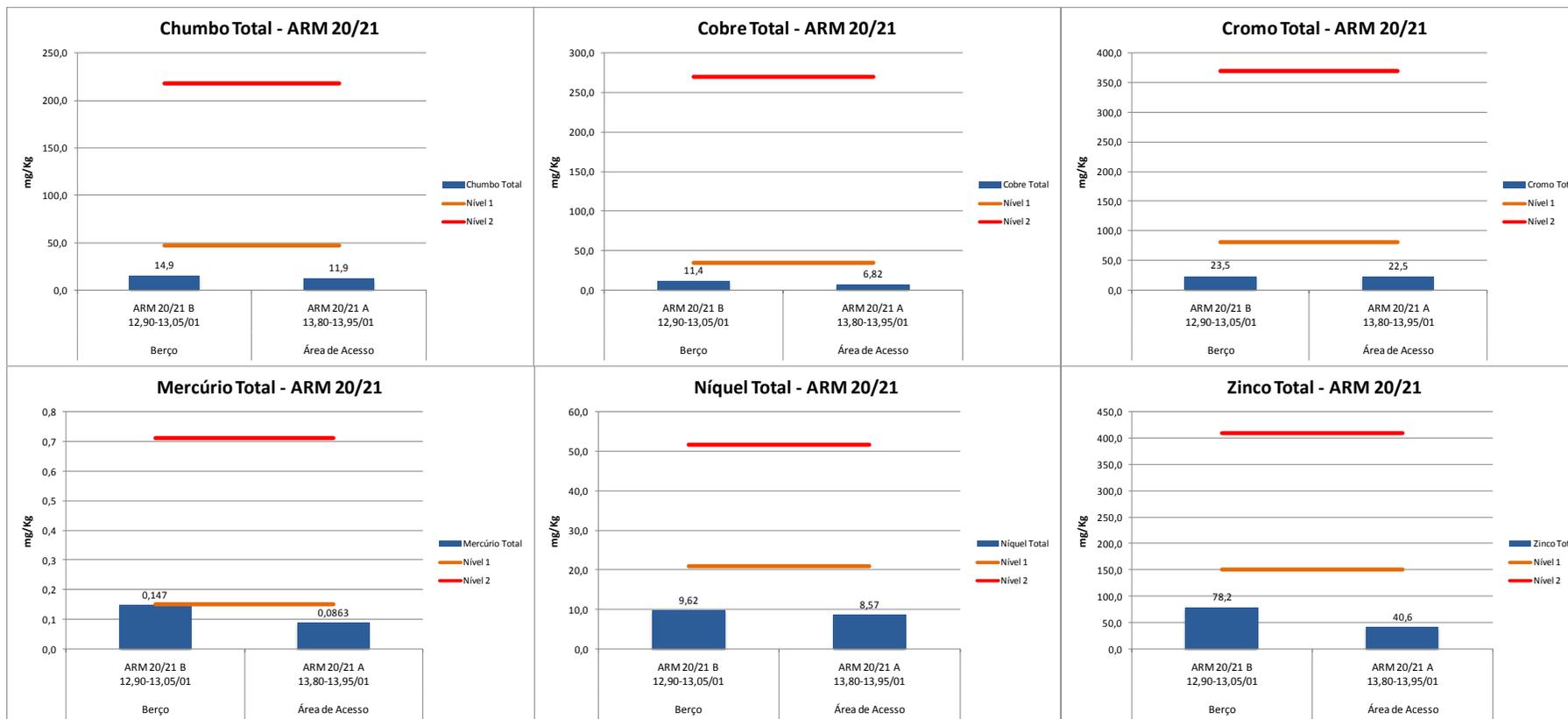


Figura 3.19-2. Concentração de alguns metais analisados nas amostras de sedimento de superfície coletadas no berço do Cais do Armazém 20/21 e na sua referida área de acesso.

Tabela 3.19-2. Concentrações de metais e arsênio total nas amostras de sedimento de superfície coletadas no berço e acesso ao berço de atracação do Cais do Armazém 20/21.

Metais e Arsênio					
Parâmetros	Unidade	Resolução		Berço	Área de Acesso
		CONAMA 344/04		ARM 20/21 B	ARM 20/21 A
		Nível 1	Nível 2	12,90-13,05/01	13,80-13,95/01
Arsênio Total	mg/kg	8,2	70,0	< 0,924	< 0,917
Cádmio Total	mg/kg	1,2	9,6	< 0,616	< 0,611
Chumbo Total	mg/kg	46,7	218,0	14,9	11,9
Cobre Total	mg/kg	34,0	270,0	11,4	6,82
Cromo Total	mg/kg	81,0	370,0	23,5	22,5
Mercúrio Total	mg/kg	0,15	0,71	0,147	0,0863
Níquel Total	mg/kg	20,9	51,6	9,62	8,57
Zinco Total	mg/kg	150,0	410,0	78,2	40,6

Tabela 3.19-3. Concentrações de HPAs nas amostras de sedimento de superfície coletadas no berço e acesso ao berço de atracação do Cais do Armazém 20/21.

Hidrocarbonetos Policíclicos Aromáticos ou HPAs					
Parâmetros	Unidade	Resolução		Berço	Área de Acesso
		CONAMA 344/04		ARM 20/21 B	ARM 20/21 A
		Nível 1	Nível 2	12,90-13,05/01	13,80-13,95/01
Benzo(a)antraceno	µg/kg	74,8	693,0	< 7,39	< 7,33
Benzo(a)pireno	µg/kg	88,8	763,0	< 7,39	< 7,33
Criseno	µg/kg	108,0	846,0	< 7,39	< 7,33
Dibenzo(a,h)antraceno	µg/kg	6,2	135,0	< 7,39	< 7,33
Acenafteno	µg/kg	16,0	500,0	< 7,39	< 7,33
Acenaftileno	µg/kg	44,0	640,0	< 7,39	< 7,33
Antraceno	µg/kg	85,3	1100,0	< 7,39	< 7,33
Fenantreno	µg/kg	240,0	1500,0	< 7,39	< 7,33
Fluoranteno	µg/kg	600,0	5100,0	< 7,39	< 7,33
Fluoreno	µg/kg	19,0	540,0	< 7,39	< 7,33
2-Metilnaftaleno	µg/kg	70,0	670,0	< 7,39	< 7,33
Naftaleno	µg/kg	160,0	2100,0	< 7,39	< 7,33
Pireno	µg/kg	665,0	2600,0	< 7,39	< 7,33

Tabela 3.19-4. Concentrações de PCBs nas amostras de sedimento de superfície coletadas no berço e acesso ao berço de atracação do Cais do Armazém 20/21.

Bifenilas Policloradas ou PCBs					
Parâmetros	Unidade	Resolução		Berço	Área de Acesso
		CONAMA 344/04		ARM 20/21 B	ARM 20/21 A
		Nível 1	Nível 2	12,90-13,05/01	13,80-13,95/01
Bifenilas Policloradas Totais	µg/kg	22,7	180	< 0,148	< 0,147

Tabela 3.19-5. Concentrações de Pesticidas Organoclorados nas amostras de sedimento de superfície coletadas no berço e acesso ao berço de atracação do Cais do Armazém 20/21.

Pesticidas Organoclorados					
Parâmetros	Unidade	Resolução		Berço	Área de Acesso
		CONAMA 344/04		ARM 20/21 B	ARM 20/21 A
		Nível 1	Nível 2	12,90-13,05/01	13,80-13,95/01
a-BHC	µg/kg	0,32	0,99	< 0,148	< 0,147
b-BHC	µg/kg	0,32	0,99	< 0,148	< 0,147
d-BHC	µg/kg	0,32	0,99	< 0,148	< 0,147
g-BHC	µg/kg	0,32	0,99	< 0,148	< 0,147
a-Clordano	µg/kg	2,26	4,79	< 0,148	< 0,147
g-Clordano	µg/kg	2,26	4,79	< 0,148	< 0,147
DDD	µg/kg	1,22	7,81	< 0,148	< 0,147
DDE	µg/kg	2,07	374	< 0,148	< 0,147
DDT	µg/kg	1,19	4,77	< 0,148	< 0,147
Dieldrin	µg/kg	0,71	4,3	< 0,148	< 0,147
Endrin	µg/kg	2,67	62,4	< 0,148	< 0,147

Outros Parâmetros

Os parâmetros carbono orgânico total (COT), fósforo total e nitrogênio kjeldahl total (NKT) foram quantificados nas amostras de sedimento de superfície, tanto no berço quanto na área de acesso ao berço de atracação, entretanto apresentaram concentrações abaixo do valor alerta estabelecido pela Resolução Conama 344/04 (Brasil, 2004) (Tabela 3.19-6).

A Figura 3.19-3 apresenta a concentração de COT, fósforo total e NKT analisados no sedimento de superfície coletados no berço do Cais do Armazém 20/21 e na sua referida área de acesso.

Tabela 3.19-6. Concentrações de COT, fósforo total e NKT nas amostras de sedimento coletadas no berço e acesso ao berço de atracação do Cais do Armazém 20/21.

Outros Parâmetros						
Parâmetros	Unidade	Resolução	Berço	Área de Acesso		
			CONAMA 344/04		ARM 20/21 B	ARM 20/21 A
			10	2000	12,90-13,05/01	13,80-13,95/01
Carbono Orgânico Total	%	10	3,61	2,44		
Fósforo Total	mg/kg	2000	351,4	293,9		
Nitrogênio Kjeldahl Total	mg/kg	4800	603,4	530,3		

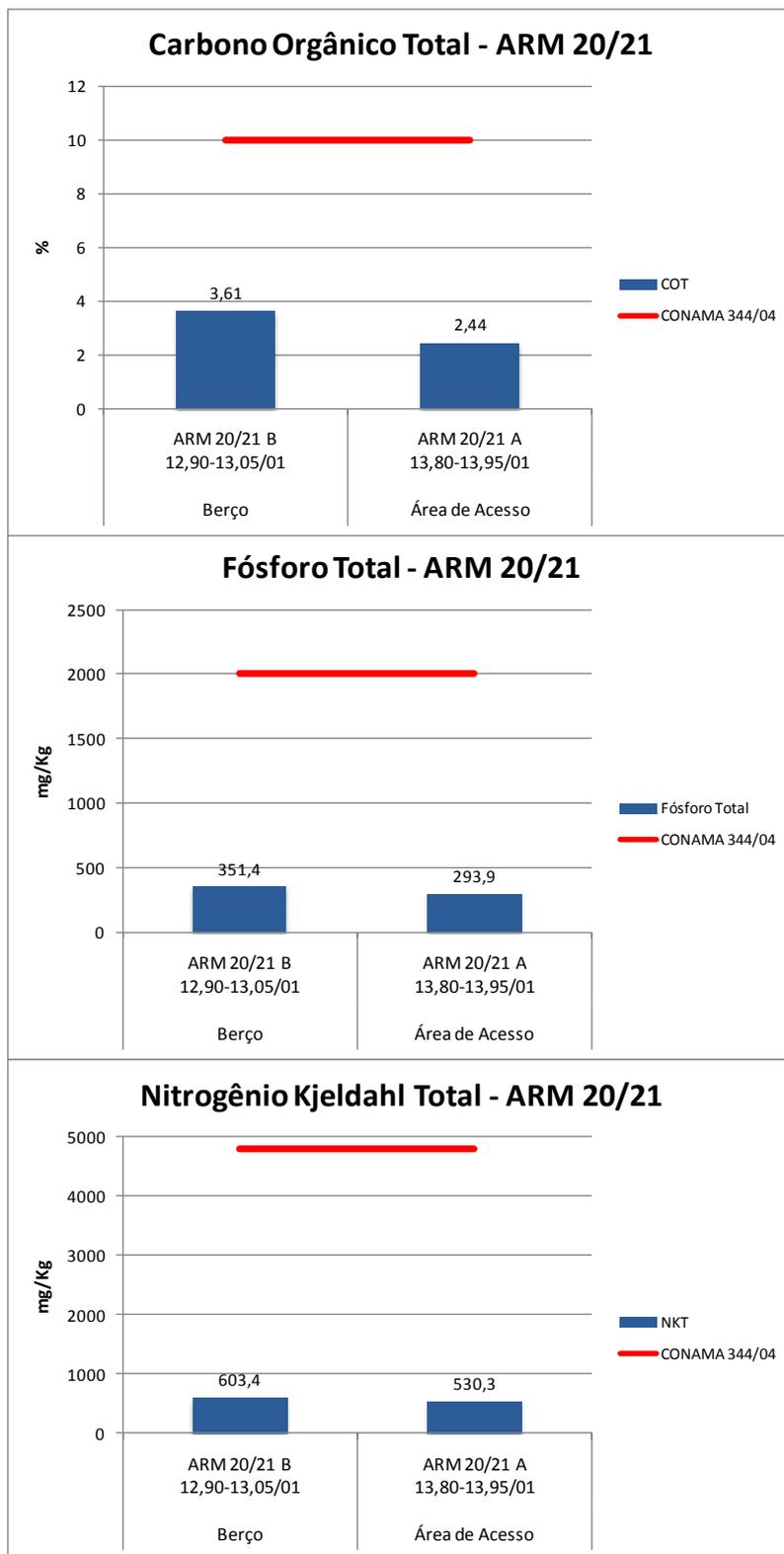


Figura 3.19-3. Concentrações de COT, fósforo total e NKT analisados nas amostras de sedimento de superfície coletadas no berço e acesso ao berço de atracação do Cais do Armazém 20/21.

C. Análise Ecotoxicológica

Teste de Toxicidade Aguda com *Leptocheirus plumulosus*

A análise Ecotoxicológica com o anfípoda *L. plumulosus* foi realizada com amostra de sedimento de superfície tanto do berço do Cais do Armazém 20/21 quanto da área de acesso ao berço de atracação.

Os parâmetros físicos e químicos, como pH, salinidade (‰) e oxigênio dissolvido (mg/L), medidos na água de interface no início e fim do teste de toxicidade aguda estão apresentados na Tabela 3.19-7. Já as análises de pH, salinidade (‰), oxigênio dissolvido (mg/L), temperatura (°C), nitrogênio amoniacal (mg/L) e amônia não ionizada (NH₃ - mg/L), efetuadas na água intersticial dos sedimentos no início e fim do teste, estão apresentados na Tabela 3.19-8.

Paralelamente aos testes com as amostras coletadas foi realizado um controle laboratorial. Os resultados obtidos para esse controle também se encontram nas tabelas a seguir.

Tabela 3.19-7. Parâmetros físicos e químicos medidos na água de interface, no início e fim do teste de toxicidade aguda com *L. plumulosus*, para as amostras de sedimento de superfície do berço e área de acesso ao berço do Cais do Armazém 20/21.

Amostra	pH		Salinidade (‰)		Oxigênio Dissolvido (mg/L)	
	Inicial	Final	Inicial	Final	Inicial	Final
Controle	7,88	7,97	21	21	5,85	6,10
ARM 20/21 Berço	7,44	8,41	21	23	3,15	5,48
ARM 20/21 Acesso	7,62	8,11	22	24	4,36	5,72

Tabela 3.19-8. Parâmetros físicos e químicos medidos na água intersticial, no início e fim do teste de toxicidade aguda com *L. plumulosus*, para as amostras de sedimento de superfície do berço e área de acesso ao berço do Cais do Armazém 20/21.

Amostra	pH		Salinidade (‰)		Oxigênio Dissolvido (mg/L)		Temperatura (°C)		Nitrogênio amoniacal (mg/L)		Amônia não ionizada (mg/L)	
	Inicial	Final	Inicial	Final	Inicial	Final	Inicial	Final	Inicial	Final	Inicial	Final
Controle	7,84	7,85	23	21	5,73	5,45	24,2	24,0	1,50	-	0,048	-
ARM 20/21 Berço	7,78	7,96	31	22	4,96	4,91	24,2	24,0	6,50	-	0,170	-
ARM 20/21 Acesso	7,58	7,84	34	24	4,82	5,06	24,2	24,0	8,50	-	0,138	-

A Tabela 3.19-9 apresenta os resultados do teste de toxicidade aguda com *L. plumulosus* nas amostras de sedimento de superfície do Cais do Armazém 20/21. Os valores obtidos estão dentro da faixa estabelecida para a aceitação dos resultados.

Tabela 3.19-9. Efeito tóxico observado nos testes de toxicidade aguda com *L. plumulosus* para as amostras de sedimento de superfície, do berço e área de acesso ao berço do Cais do Armazém 20/21, em cada réplica após o período de exposição.

Amostra	Réplica	Nº final de animais por réplica		Mortalidade total (%)	Resultado
		Mortos	Total		
Controle	1	1	20	3	-
	2	0	20		
	3	1	20		
ARM 20/21 Berço	1	2	20	27	Não Tóxico
	2	7	20		
	3	7	20		
ARM 20/21 Acesso	1	2	20	8	Não Tóxico
	2	3	20		
	3	0	20		

De acordo com o tratamento estatístico aplicado, foi verificado que as amostras de sedimento de superfície, do berço do Cais do Armazém 20/21 e da área de acesso ao berço de atracação, não apresentaram toxicidade aguda para *L. plumulosus*, em comparação com o controle, após 10 dias de exposição.

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 essa espécie (USEPA, 2001).

A sensibilidade dos indivíduos de *L. plumulosus* 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} ; 96h) e respectivo intervalo de confiança obtidos foram: 0,75 mg Zn/L (I.C.: 0,56 a 1,01 mg Zn/L). A carta-controle de sensibilidade desse sistema-teste, utilizando dados acumulados de vários testes, indica 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.

3.20. CAIS DO ARMAZÉM 22 (ARM 22)

- **SUPERFÍCIE**
- **COTA DE PROJETO**
 - Berço: 13,00 metros
 - Amostras: ARM 22 B 13,00-13,15/01
 - Acesso: 13,00 metros

A. Granulometria

A composição granulométrica do sedimento de superfície amostrado no berço e acesso ao berço de atracação do Cais do Armazém 22 está apresentada na Figura 3.20-1, e na Tabela 3.20-1.

Os resultados granulométricos mostraram predominância das frações silte (40,9%) e areia muito fina (24,8%), no sedimento coletado no berço do Cais do Armazém 22, e em menores porcentagens foram encontradas as frações argila (19,5%), areia fina (6,43%), areia média (5,33%) e areia grossa (2,88%). A fração areia muito grossa apresentou valor abaixo de 0,10%.

No acesso ao berço de atracação as frações predominantes foram silte (35,3%), argila (24,3%) e areia muito fina (22,1%), seguido pelas frações areia fina (11,4%), areia média (4,66%) e areia grossa (1,86%). A fração areia muito grossa apresentou valor abaixo de 0,10%.

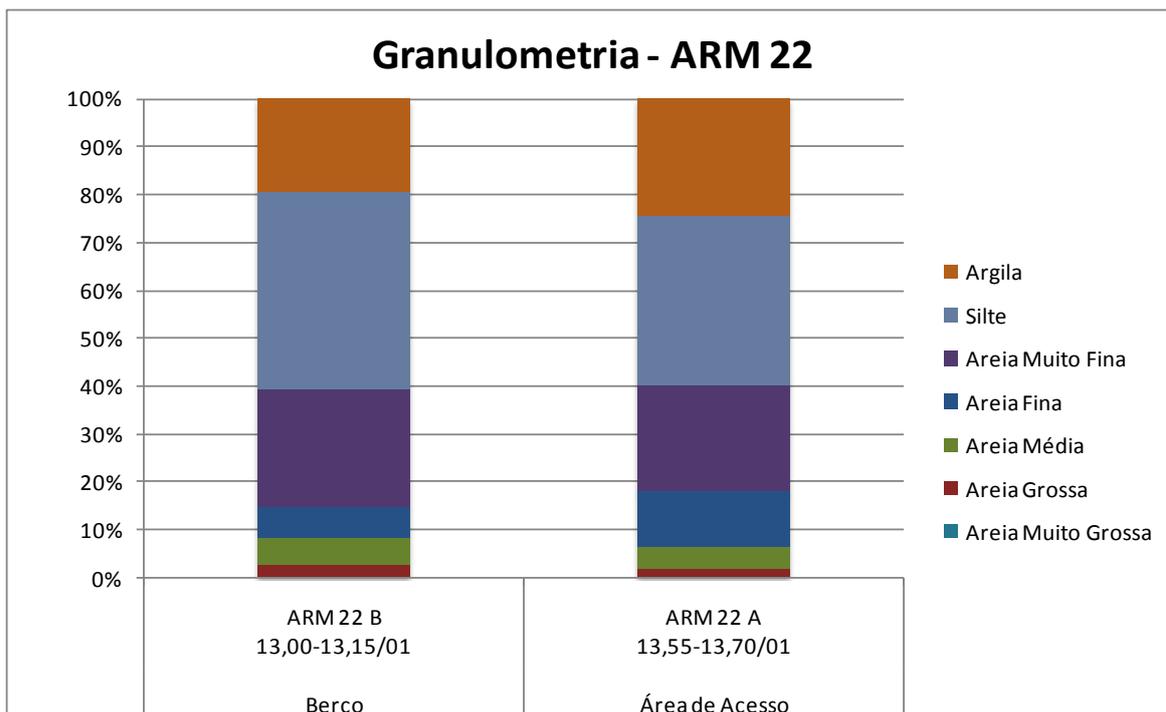


Figura 3.20-1. Composição granulométrica do sedimento de superfície do berço e área de acesso ao berço de atracação do Cais do Armazém 22.

Tabela 3.20-1. Composição granulométrica do sedimento de superfície do berço e área de acesso ao berço de atracação do Cais do Armazém 22.

Granulometria			
Fração	Unidade	Berço	Área de Acesso
		ARM 22 B 13,00-13,15/01	ARM 22 A 13,55-13,70/01
Argila	%	19,5	24,3
Silte	%	40,9	35,3
Areia Muito Fina	%	24,8	22,1
Areia Fina	%	6,43	11,4
Areia Média	%	5,33	4,66
Areia Grossa	%	2,88	1,86
Areia Muito Grossa	%	< 0,10	< 0,10
Areia Total	%	39,4	40

B. Parâmetros Químicos

Metais e Arsênio

Os resultados das análises dos metais nas amostras de sedimento de superfície coletadas no berço e acesso ao berço de atracação do Cais do Armazém 22 estão apresentados na Tabela 3.20-2.

Dentre os parâmetros químicos, analisados no sedimento de superfície, arsênio e cádmio registraram concentrações abaixo do limite de quantificação (<LQ) tanto no berço quanto na sua área de acesso.

Os metais chumbo, cobre, cromo, níquel e zinco foram quantificados nas amostras, de sedimento de superfície, coletadas tanto no berço quanto na sua área de acesso. Entretanto, nenhum destes elementos apresentou concentração acima do nível 1 da Resolução Conama 344/04 (Brasil, 2004).

O metal mercúrio apresentou concentração acima do nível 1, da referida Resolução, no berço do Cais do Armazém 22. Entretanto, vale ressaltar que o valor encontrado (0,166 mg/kg) ficou próximo ao valor estabelecido como nível 1 (0,150 mg/kg), enquanto na área de acesso ao berço o valor encontrado foi 0,123 mg/kg, ficando assim abaixo do nível 1 da Resolução Conama 344/04 (Brasil, 2004).

A Figura 3.20-2 apresenta a concentração de alguns metais analisados no sedimento de superfície coletados no berço do Cais do Armazém 22 e na sua referida área de acesso.

Hidrocarbonetos Policíclicos Aromáticos (HPAs)

Todos os HPAs, coletados no berço do Cais do Armazém 22 e na sua área de acesso, apresentaram valores abaixo do limite de quantificação (<LQ) do método (Tabela 3.20-3).

Bifenilas Policloradas (PCBs)

Os PCBs totais apresentaram concentrações inferiores aos limites de quantificação do método, tanto no berço quanto na sua área de acesso, enquadrando-se, portanto, nos valores de referência estabelecidos pela Resolução Conama 344/04 (Brasil, 2004) (Tabela 3.20-4).

Pesticidas Organoclorados

Assim como para os PCBs totais, os pesticidas organoclorados apresentaram, tanto no berço quanto na sua área de acesso, concentrações inferiores aos limites de quantificação do método (Tabela 3.20-5). Nenhuma das amostras analisadas, portanto, apresentou-se fora dos limites estabelecidos pela resolução citada.

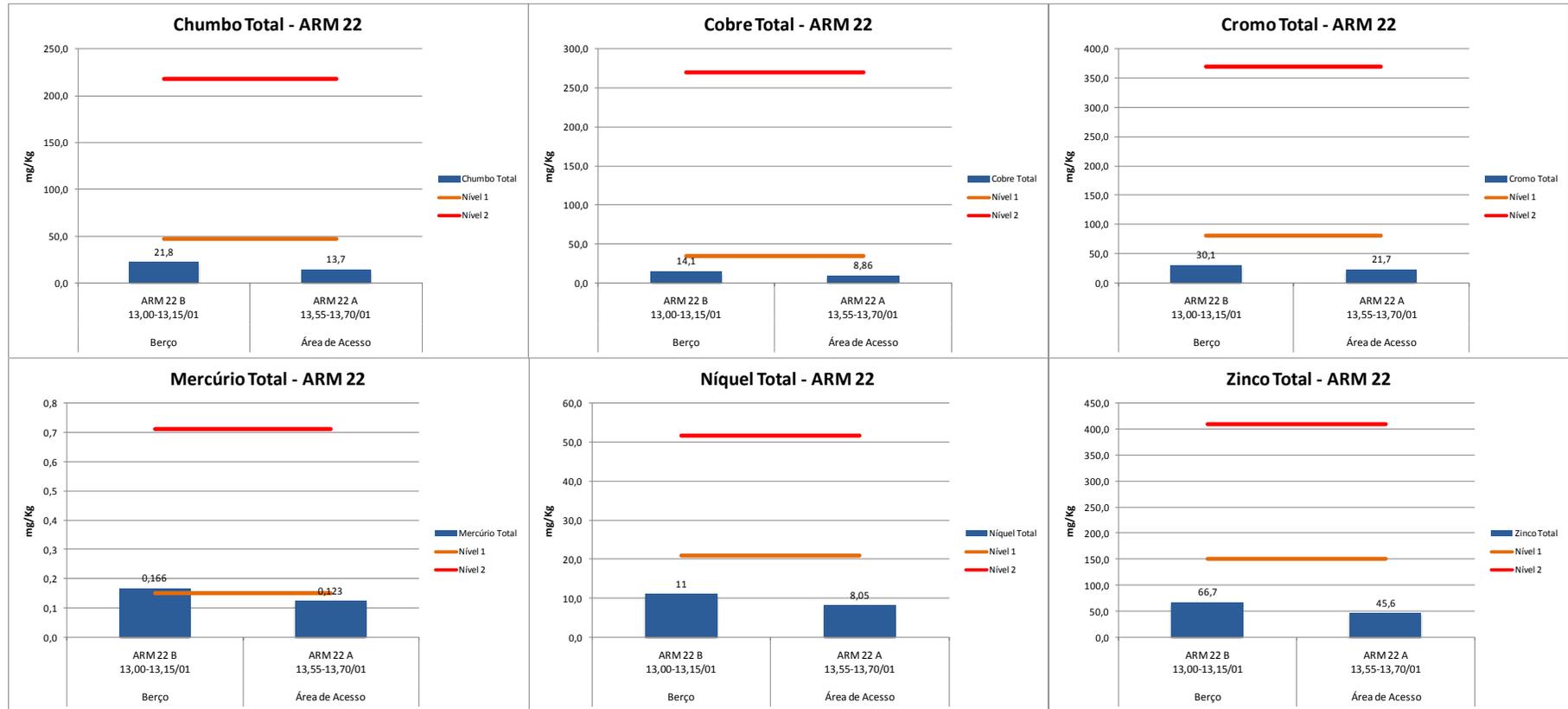


Figura 3.20-2. Concentração de alguns metais analisados nas amostras de sedimento de superfície coletadas no berço do Cais do Armazém 22 e na sua referida área de acesso.

Tabela 3.20-2. Concentrações de metais e arsênio total nas amostras de sedimento de superfície coletadas no berço e acesso ao berço de atracação do Cais do Armazém 22.

Metais e Arsênio					
Parâmetros	Unidade	Resolução CONAMA 344/04		Berço	Área de Acesso
		Nível 1	Nível 2	ARM 22 B 13,00-13,15/01	ARM 22 A 13,55-13,70/01
Arsênio Total	mg/kg	8,2	70,0	< 1,15	< 1,08
Cádmio Total	mg/kg	1,2	9,6	< 0,769	< 0,720
Chumbo Total	mg/kg	46,7	218,0	21,8	13,7
Cobre Total	mg/kg	34,0	270,0	14,1	8,86
Cromo Total	mg/kg	81,0	370,0	30,1	21,7
Mercúrio Total	mg/kg	0,15	0,71	0,166	0,123
Níquel Total	mg/kg	20,9	51,6	11	8,05
Zinco Total	mg/kg	150,0	410,0	66,7	45,6

Legenda: Valor Entre Nível 1 e Nível 2.

Valor Acima do Nível 2.

Tabela 3.20-3. Concentrações de HPAs nas amostras de sedimento de superfície coletadas no berço e acesso ao berço de atracação do Cais do Armazém 22.

Hidrocarbonetos Policíclicos Aromáticos ou HPAs					
Parâmetros	Unidade	Resolução CONAMA 344/04		Berço	Área de Acesso
		Nível 1	Nível 2	ARM 22 B 13,00-13,15/01	ARM 22 A 13,55-13,70/01
Benzo(a)antraceno	µg/kg	74,8	693,0	< 9,23	< 8,65
Benzo(a)pireno	µg/kg	88,8	763,0	< 9,23	< 8,65
Criseno	µg/kg	108,0	846,0	< 9,23	< 8,65
Dibenzo(a,h)antraceno	µg/kg	6,2	135,0	< 9,23	< 8,65
Acenafteno	µg/kg	16,0	500,0	< 9,23	< 8,65
Acenaftileno	µg/kg	44,0	640,0	< 9,23	< 8,65
Antraceno	µg/kg	85,3	1100,0	< 9,23	< 8,65
Fenantreno	µg/kg	240,0	1500,0	< 9,23	< 8,65
Fluoranteno	µg/kg	600,0	5100,0	< 9,23	< 8,65
Fluoreno	µg/kg	19,0	540,0	< 9,23	< 8,65
2-Metilnaftaleno	µg/kg	70,0	670,0	< 9,23	< 8,65
Naftaleno	µg/kg	160,0	2100,0	< 9,23	< 8,65
Pireno	µg/kg	665,0	2600,0	< 9,23	< 8,65

Tabela 3.20-4. Concentrações de PCBs nas amostras de sedimento de superfície coletadas no berço e acesso ao berço de atracação do Cais do Armazém 22.

Bifenilas Policloradas ou PCBs					
Parâmetros	Unidade	Resolução CONAMA 344/04		Berço	Área de Acesso
		Nível 1	Nível 2	ARM 22 B 13,00-13,15/01	ARM 22 A 13,55-13,70/01
Bifenilas Policloradas Totais	µg/kg	22,7	180	< 0,185	< 0,173

Tabela 3.20-5. Concentrações de Pesticidas Organoclorados nas amostras de sedimento de superfície coletadas no berço e acesso ao berço de atracação do Cais do Armazém 22.

Pesticidas Organoclorados					
Parâmetros	Unidade	Resolução		Berço	Área de Acesso
		CONAMA 344/04		ARM 22 B	ARM 22 A
		Nível 1	Nível 2	13,00-13,15/01	13,55-13,70/01
a-BHC	µg/kg	0,32	0,99	< 0,185	< 0,173
b-BHC	µg/kg	0,32	0,99	< 0,185	< 0,173
d-BHC	µg/kg	0,32	0,99	< 0,185	< 0,173
g-BHC	µg/kg	0,32	0,99	< 0,185	< 0,173
a-Clordano	µg/kg	2,26	4,79	< 0,185	< 0,173
g-Clordano	µg/kg	2,26	4,79	< 0,185	< 0,173
DDD	µg/kg	1,22	7,81	< 0,185	< 0,173
DDE	µg/kg	2,07	374	< 0,185	< 0,173
DDT	µg/kg	1,19	4,77	< 0,185	< 0,173
Dieldrin	µg/kg	0,71	4,3	< 0,185	< 0,173
Endrin	µg/kg	2,67	62,4	< 0,185	< 0,173

Outros Parâmetros

Os parâmetros carbono orgânico total (COT), fósforo total e nitrogênio kjeldahl total (NKT) foram quantificados nas amostras de sedimento de superfície, tanto no berço quanto na área de acesso ao berço de atracação, entretanto apresentaram concentrações abaixo do valor alerta estabelecido pela Resolução Conama 344/04 (Brasil, 2004) (Tabela 3.20-6).

A Figura 3.20-3 apresenta a concentração de COT, fósforo total e NKT analisados no sedimento de superfície coletados no berço do Cais do Armazém 22 e na sua referida área de acesso.

Tabela 3.20-6. Concentrações de COT, fósforo total e NKT nas amostras de sedimento coletadas no berço e acesso ao berço de atracação do Cais do Armazém 22.

Outros Parâmetros						
Parâmetros	Unidade	Resolução	Berço	Área de Acesso		
			CONAMA 344/04		ARM 22 B	ARM 22 A
			10	2000	13,00-13,15/01	13,55-13,70/01
Carbono Orgânico Total	%	10	3,49	2,49		
Fósforo Total	mg/kg	2000	551,4	398,3		
Nitrogênio Kjeldahl Total	mg/kg	4800	843,8	636,2		

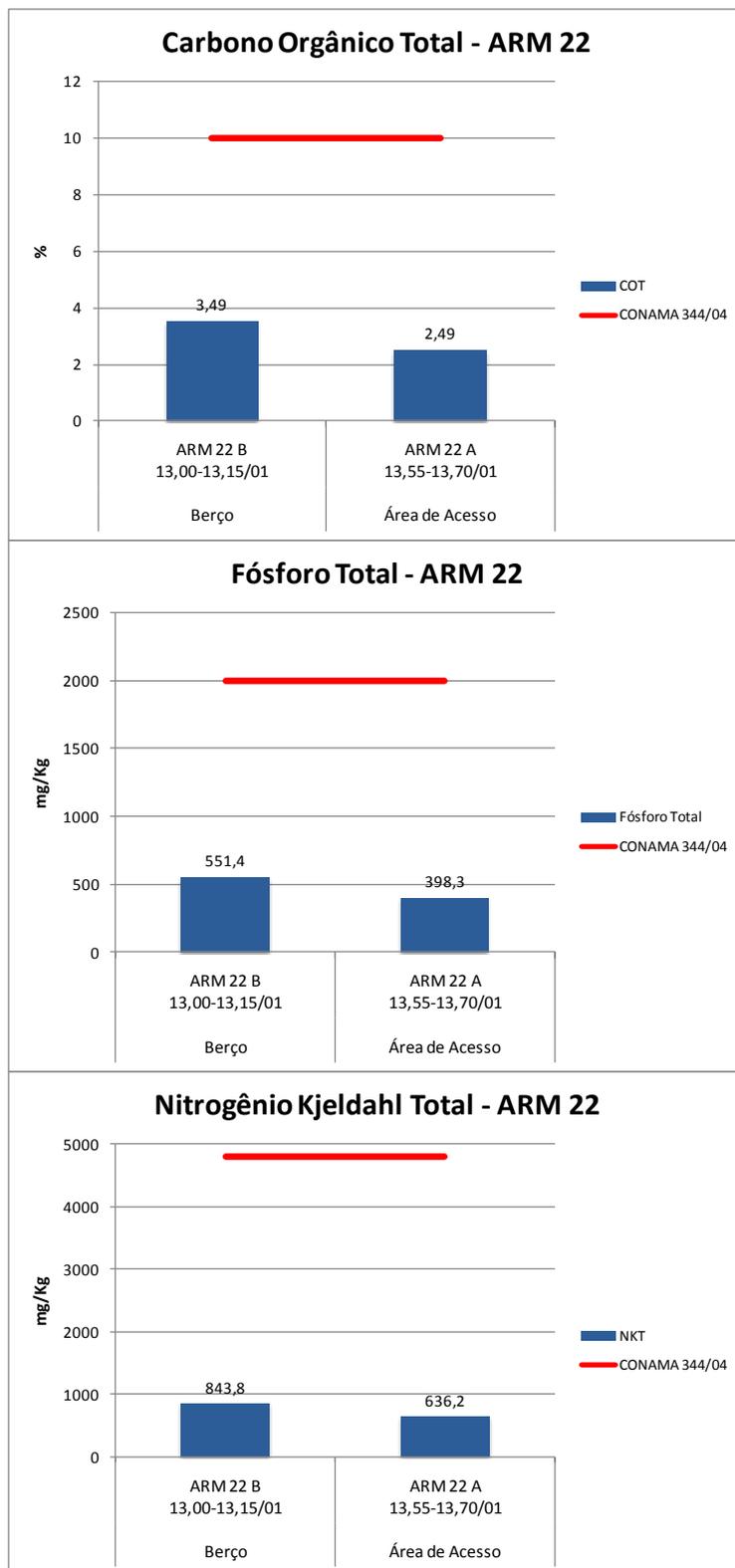


Figura 3.20-3. Concentrações de COT, fósforo total e NKT analisados nas amostras de sedimento de superfície coletadas no berço e acesso ao berço de atracação do Cais do Armazém 22.

C. Análise Ecotoxicológica

Teste de Toxicidade Aguda com *Leptocheirus plumulosus*

A análise Ecotoxicológica com o anfípoda *L. plumulosus* foi realizada com amostra de sedimento de superfície tanto do berço do Cais do Armazém 22 quanto da área de acesso ao berço de atracação.

Os parâmetros físicos e químicos, como pH, salinidade (‰) e oxigênio dissolvido (mg/L), medidos na água de interface no início e fim do teste de toxicidade aguda estão apresentados na Tabela 3.20-7. Já as análises de pH, salinidade (‰), oxigênio dissolvido (mg/L), temperatura (°C), nitrogênio amoniacal (mg/L) e amônia não ionizada (NH₃ - mg/L), efetuadas na água intersticial dos sedimentos no início e fim do teste, estão apresentados na Tabela 3.20-8.

Paralelamente aos testes com as amostras coletadas foi realizado um controle laboratorial. Os resultados obtidos para esse controle também se encontram nas tabelas a seguir.

Tabela 3.20-7. Parâmetros físicos e químicos medidos na água de interface, no início e fim do teste de toxicidade aguda com *L. plumulosus*, para as amostras de sedimento de superfície do berço e área de acesso ao berço do Cais do Armazém 22.

Amostra	pH		Salinidade (‰)		Oxigênio Dissolvido (mg/L)	
	Inicial	Final	Inicial	Final	Inicial	Final
Controle	7,88	7,97	21	21	5,85	6,10
ARM 22 Berço	7,92	8,32	21	25	5,22	5,73
ARM 22 Acesso	7,73	8,25	21	24	4,05	5,65

Tabela 3.20-8. Parâmetros físicos e químicos medidos na água intersticial, no início e fim do teste de toxicidade aguda com *L. plumulosus*, para as amostras de sedimento de superfície do berço e área de acesso ao berço do Cais do Armazém 22.

Amostra	pH		Salinidade (‰)		Oxigênio Dissolvido (mg/L)		Temperatura (°C)		Nitrogênio amoniacal (mg/L)		Amônia não ionizada (mg/L)	
	Inicial	Final	Inicial	Final	Inicial	Final	Inicial	Final	Inicial	Final	Inicial	Final
Controle	7,84	7,85	23	21	5,73	5,45	24,2	24,0	1,50	-	0,048	-
ARM 22 Berço	7,61	7,97	33	24	4,67	5,30	24,2	24,0	3,00	-	0,054	-
ARM 22 Acesso	7,61	7,97	33	24	4,78	5,28	24,2	24,0	14,00	-	0,250	-

A Tabela 3.20-9 apresenta os resultados do teste de toxicidade aguda com *L. plumulosus* nas amostras de sedimento de superfície do Cais do Armazém 22. Os valores obtidos estão dentro da faixa estabelecida para a aceitação dos resultados.

Tabela 3.20-9. Efeito tóxico observado nos testes de toxicidade aguda com *L. plumulosus* para as amostras de sedimento de superfície, do berço e área de acesso ao berço do Cais do Armazém 22, em cada réplica após o período de exposição.

Amostra	Réplica	Nº final de animais por réplica		Mortalidade total (%)	Resultado
		Mortos	Total		
Controle	1	1	20	3	-
	2	0	20		
	3	1	20		
ARM 22 Berço	1	6	20	10	Não Tóxico
	2	0	20		
	3	0	20		
ARM 22 Acesso	1	1	20	5	Não Tóxico
	2	1	20		
	3	1	20		

De acordo com o tratamento estatístico aplicado, foi verificado que as amostras de sedimento de superfície, do berço do Cais do Armazém 22 e da área de acesso ao berço de atracação, não apresentaram toxicidade aguda para *L. plumulosus*, em comparação com o controle, após 10 dias de exposição.

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 essa espécie (USEPA, 2001).

A sensibilidade dos indivíduos de *L. plumulosus* 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} ; 96h) e respectivo intervalo de confiança obtidos foram: 0,75 mg Zn/L (I.C.: 0,56 a 1,01 mg Zn/L). A carta-controle de sensibilidade desse sistema-teste, utilizando dados acumulados de vários testes, indica 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.

3.21. CAIS DO ARMAZÉM 23 (ARM 23)

- **SUPERFÍCIE**

A. Granulometria

A composição granulométrica do sedimento de superfície amostrado no berço e acesso ao berço de atracação do Cais do Armazém 23 está apresentada na Figura 3.21-1, e na Tabela 3.21-1.

Os resultados granulométricos mostraram predominância das frações argila (46,1%) e silte (41,4%), no sedimento coletado no berço do Cais do Armazém 23, e em menores porcentagens foram encontradas as frações areia muito fina (9,41%), areia fina (2,12%), areia média (0,499%) e areia grossa (0,249%). A fração areia muito grossa apresentou valor abaixo de 0,10%.

No acesso ao berço de atracação as frações predominantes foram silte (47,7%) e argila (31,2%), seguido pelas frações areia muito fina (14,3%), areia fina (2,31%), areia média (1,63%) e areia grossa (2,45%). A fração areia muito grossa apresentou valor abaixo de 0,10%.

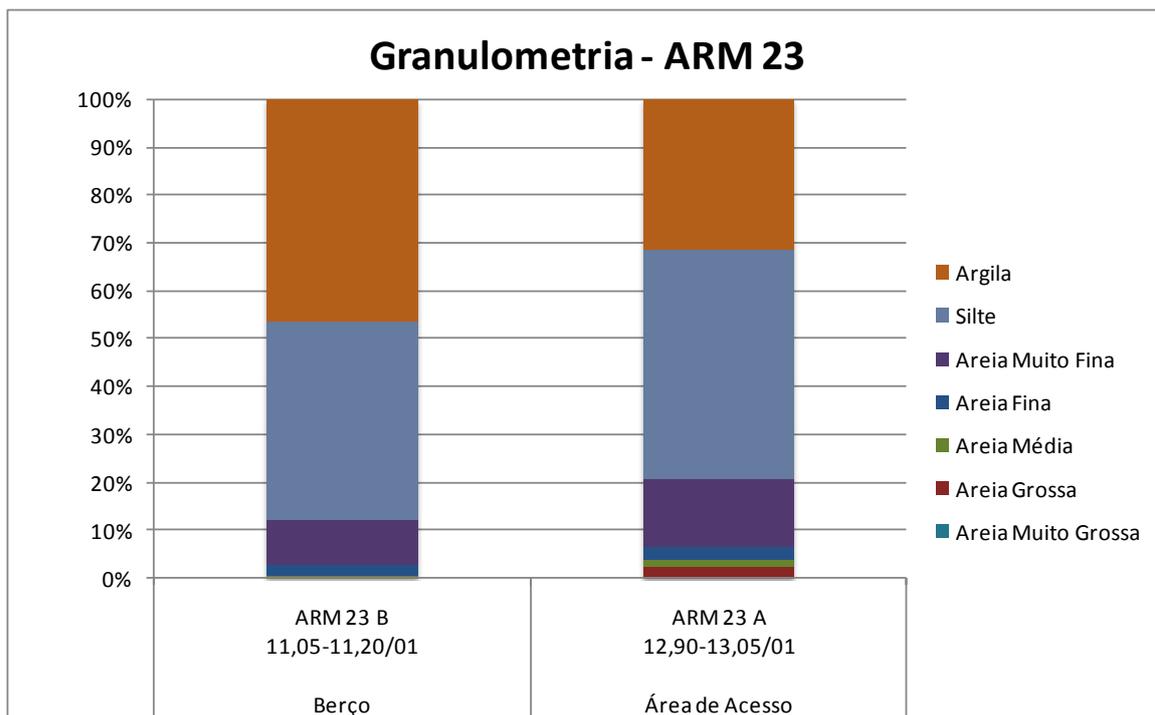


Figura 3.21-1. Composição granulométrica do sedimento de superfície do berço e área de acesso ao berço de atracação do Cais do Armazém 23.

Tabela 3.21-1. Composição granulométrica do sedimento de superfície do berço e área de acesso ao berço de atracação do Cais do Armazém 23.

Granulometria			
Fração	Unidade	Berço	Área de Acesso
		ARM 23 B 11,05-11,20/01	ARM 23 A 12,90-13,05/01
Argila	%	46,1	31,2
Silte	%	41,4	47,7
Areia Muito Fina	%	9,41	14,3
Areia Fina	%	2,12	2,31
Areia Média	%	0,499	1,63
Areia Grossa	%	0,249	2,45
Areia Muito Grossa	%	< 0,10	< 0,10
Areia Total	%	12,3	20,7

B. Parâmetros Químicos

Metais e Arsênio

Os resultados das análises dos metais nas amostras de sedimento de superfície coletadas no berço e acesso ao berço de atracação do Cais do Armazém 23 estão apresentados na Tabela 3.21-2.

Dentre os parâmetros químicos, analisados no sedimento de superfície, arsênio e cádmio registraram concentrações abaixo do limite de quantificação (<LQ) tanto no berço quanto na sua área de acesso.

Os metais chumbo, cobre, cromo, níquel e zinco foram quantificados nas amostras, de sedimento de superfície, coletadas tanto no berço quanto na sua área de acesso. Entretanto, nenhum destes elementos apresentou concentração acima do nível 1 da Resolução Conama 344/04 (Brasil, 2004).

O metal mercúrio apresentou concentração acima do nível 1, da referida Resolução, no acesso ao berço de atracação. Entretanto, vale ressaltar que o valor encontrado (0,189 mg/kg) ficou próximo ao valor estabelecido como nível 1 (0,150 mg/kg), enquanto no berço do Cais do Armazém 23 o valor encontrado foi 0,139 mg/kg, ficando assim abaixo do nível 1 da Resolução Conama 344/04 (Brasil, 2004).

A Figura 3.21-2 apresenta a concentração de alguns metais analisados no sedimento de superfície coletados no berço do Cais do Armazém 23 e na sua referida área de acesso.

Hidrocarbonetos Policíclicos Aromáticos (HPAs)

Todos os HPAs, coletados no berço do Cais do Armazém 23 e na sua área de acesso, apresentaram valores abaixo do limite de quantificação (<LQ) do método (Tabela 3.21-3).

Bifenilas Policloradas (PCBs)

Os PCBs totais apresentaram concentrações inferiores aos limites de quantificação do método, tanto no berço quanto na sua área de acesso, enquadrando-se, portanto, nos valores de referência estabelecidos pela Resolução Conama 344/04 (Brasil, 2004) (Tabela 3.21-4).

Pesticidas Organoclorados

Assim como para os PCBs totais, os pesticidas organoclorados apresentaram, tanto no berço quanto na sua área de acesso, concentrações inferiores aos limites de quantificação do método (Tabela 3.21-5). Nenhuma das amostras analisadas, portanto, apresentou-se fora dos limites estabelecidos pela resolução citada.

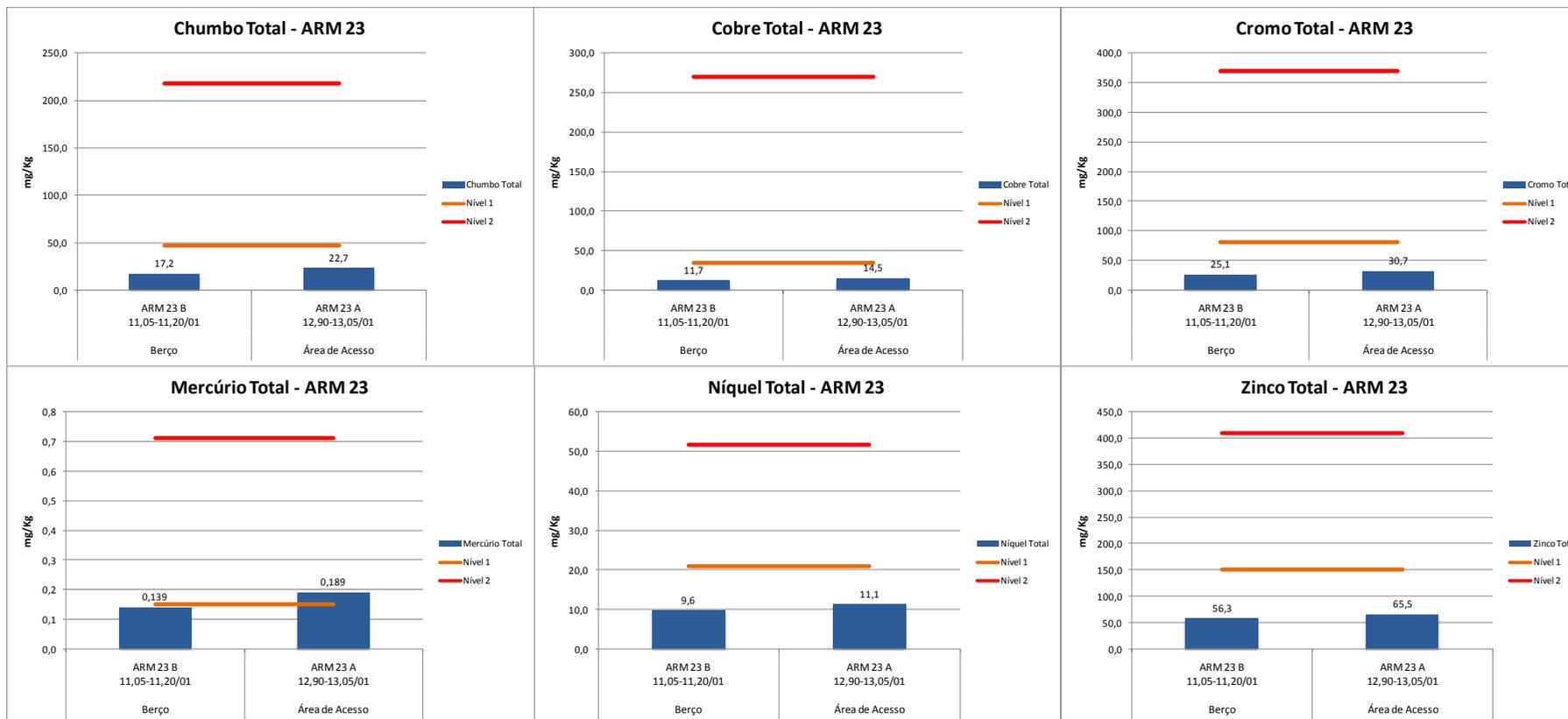


Figura 3.21-2. Concentração de alguns metais analisados nas amostras de sedimento de superfície coletadas no berço do Cais do Armazém 23 e na sua referida área de acesso.

Tabela 3.21-2. Concentrações de metais e arsênio total nas amostras de sedimento de superfície coletadas no berço e acesso ao berço de atracação do Cais do Armazém 23.

Metais e Arsênio					
Parâmetros	Unidade	Resolução CONAMA 344/04		Berço	Área de Acesso
		Nível 1	Nível 2	ARM 23 B	ARM 23 A
				11,05-11,20/01	12,90-13,05/01
Arsênio Total	mg/kg	8,2	70,0	< 1,22	< 1,16
Cádmio Total	mg/kg	1,2	9,6	< 0,812	< 0,774
Chumbo Total	mg/kg	46,7	218,0	17,2	22,7
Cobre Total	mg/kg	34,0	270,0	11,7	14,5
Cromo Total	mg/kg	81,0	370,0	25,1	30,7
Mercúrio Total	mg/kg	0,15	0,71	0,139	0,189
Níquel Total	mg/kg	20,9	51,6	9,6	11,1
Zinco Total	mg/kg	150,0	410,0	56,3	65,5

Legenda: Valor Entre Nível 1 e Nível 2.

Valor Acima do Nível 2.

Tabela 3.21-3. Concentrações de HPAs nas amostras de sedimento de superfície coletadas no berço e acesso ao berço de atracação do Cais do Armazém 23.

Hidrocarbonetos Policíclicos Aromáticos ou HPAs					
Parâmetros	Unidade	Resolução CONAMA 344/04		Berço	Área de Acesso
		Nível 1	Nível 2	ARM 23 B	ARM 23 A
				11,05-11,20/01	12,90-13,05/01
Benzo(a)antraceno	µg/kg	74,8	693,0	< 9,74	< 9,29
Benzo(a)pireno	µg/kg	88,8	763,0	< 9,74	< 9,29
Criseno	µg/kg	108,0	846,0	< 9,74	< 9,29
Dibenzo(a,h)antraceno	µg/kg	6,2	135,0	< 9,74	< 9,29
Acenafteno	µg/kg	16,0	500,0	< 9,74	< 9,29
Acenaftileno	µg/kg	44,0	640,0	< 9,74	< 9,29
Antraceno	µg/kg	85,3	1100,0	< 9,74	< 9,29
Fenantreno	µg/kg	240,0	1500,0	< 9,74	< 9,29
Fluoranteno	µg/kg	600,0	5100,0	< 9,74	< 9,29
Fluoreno	µg/kg	19,0	540,0	< 9,74	< 9,29
2-Metilnaftaleno	µg/kg	70,0	670,0	< 9,74	< 9,29
Naftaleno	µg/kg	160,0	2100,0	< 9,74	< 9,29
Pireno	µg/kg	665,0	2600,0	< 9,74	< 9,29

Tabela 3.21-4. Concentrações de PCBs nas amostras de sedimento de superfície coletadas no berço e acesso ao berço de atracação do Cais do Armazém 23.

Bifenilas Policloradas ou PCBs					
Parâmetros	Unidade	Resolução CONAMA 344/04		Berço	Área de Acesso
		Nível 1	Nível 2	ARM 23 B	ARM 23 A
				11,05-11,20/01	12,90-13,05/01
Bifenilas Policloradas Totais	µg/kg	22,7	180	< 0,195	< 0,186

Tabela 3.21-5. Concentrações de Pesticidas Organoclorados nas amostras de sedimento de superfície coletadas no berço e acesso ao berço de atracação do Cais do Armazém 23.

Pesticidas Organoclorados					
Parâmetros	Unidade	Resolução		Berço	Área de Acesso
		CONAMA 344/04		ARM 23 B	ARM 23 A
		Nível 1	Nível 2	11,05-11,20/01	12,90-13,05/01
a-BHC	µg/kg	0,32	0,99	< 0,195	< 0,186
b-BHC	µg/kg	0,32	0,99	< 0,195	< 0,186
d-BHC	µg/kg	0,32	0,99	< 0,195	< 0,186
g-BHC	µg/kg	0,32	0,99	< 0,195	< 0,186
a-Clordano	µg/kg	2,26	4,79	< 0,195	< 0,186
g-Clordano	µg/kg	2,26	4,79	< 0,195	< 0,186
DDD	µg/kg	1,22	7,81	< 0,195	< 0,186
DDE	µg/kg	2,07	374	< 0,195	< 0,186
DDT	µg/kg	1,19	4,77	< 0,195	< 0,186
Dieldrin	µg/kg	0,71	4,3	< 0,195	< 0,186
Endrin	µg/kg	2,67	62,4	< 0,195	< 0,186

Outros Parâmetros

Os parâmetros carbono orgânico total (COT), fósforo total e nitrogênio kjeldahl total (NKT) foram quantificados nas amostras de sedimento de superfície, tanto no berço quanto na área de acesso ao berço de atracação, entretanto apresentaram concentrações abaixo do valor alerta estabelecido pela Resolução Conama 344/04 (Brasil, 2004) (Tabela 3.21-6).

A Figura 3.21-3 apresenta a concentração de COT, fósforo total e NKT analisados no sedimento de superfície coletados no berço do Cais do Armazém 23 e na sua referida área de acesso.

Tabela 3.21-6. Concentrações de COT, fósforo total e NKT nas amostras de sedimento coletadas no berço e acesso ao berço de atracação do Cais do Armazém 23.

Outros Parâmetros						
Parâmetros	Unidade	Resolução	Berço	Área de Acesso		
			CONAMA 344/04		ARM 23 B	ARM 23 A
					11,05-11,20/01	12,90-13,05/01
Carbono Orgânico Total	%	10	3,77	4,59		
Fósforo Total	mg/kg	2000	430,4	531,3		
Nitrogênio Kjeldahl Total	mg/kg	4800	1118,1	1104,5		

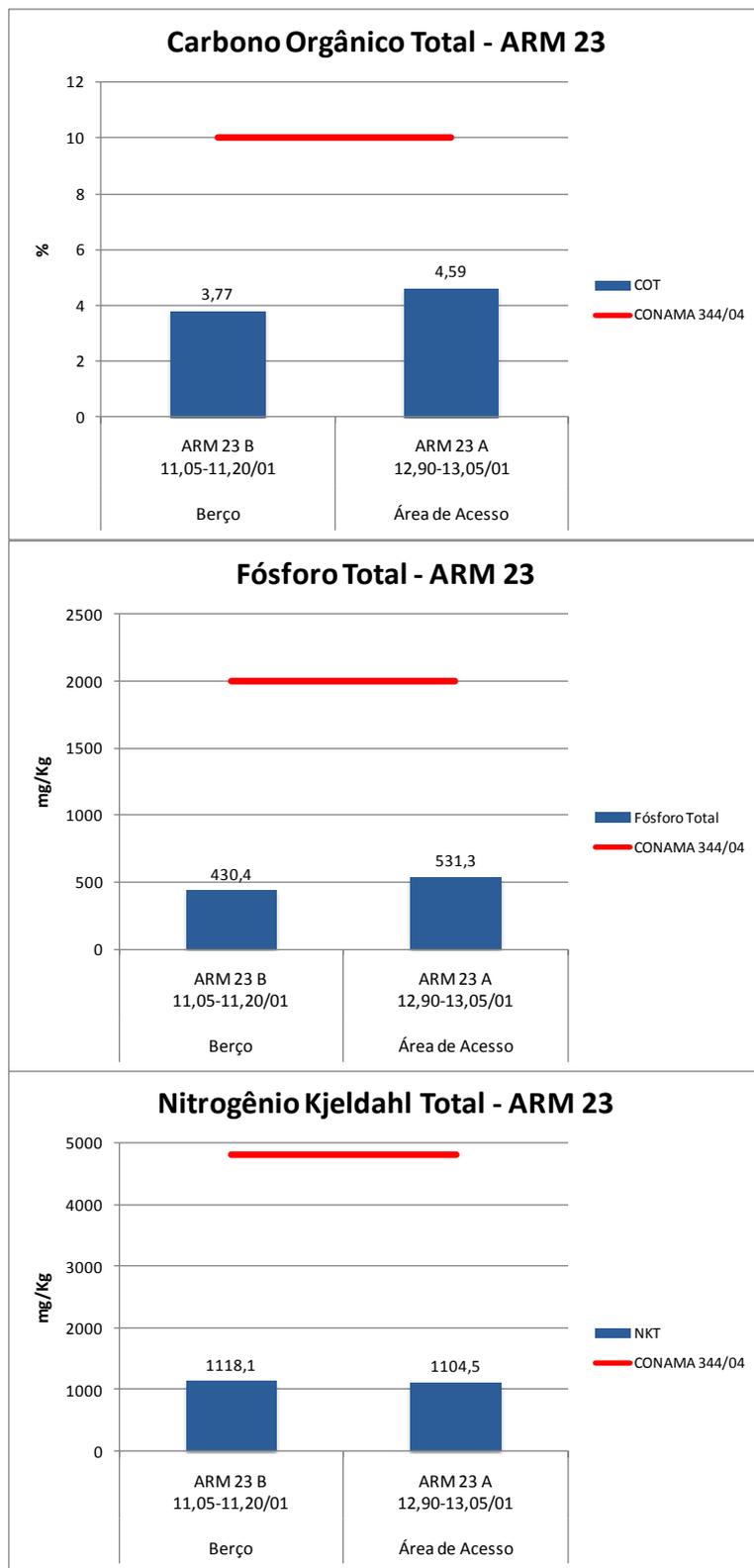


Figura 3.21-3. Concentrações de COT, fósforo total e NKT analisados nas amostras de sedimento de superfície coletadas no berço e acesso ao berço de atracação do Cais do Armazém 23.

C. Análise Ecotoxicológica

Teste de Toxicidade Aguda com *Leptocheirus plumulosus*

A análise Ecotoxicológica com o anfípoda *L. plumulosus* foi realizada com amostra de sedimento de superfície tanto do berço do Cais do Armazém 23 quanto da área de acesso ao berço de atracação.

Os parâmetros físicos e químicos, como pH, salinidade (‰) e oxigênio dissolvido (mg/L), medidos na água de interface no início e fim do teste de toxicidade aguda estão apresentados na Tabela 3.21-7. Já as análises de pH, salinidade (‰), oxigênio dissolvido (mg/L), temperatura (°C), nitrogênio amoniacal (mg/L) e amônia não ionizada (NH₃ - mg/L), efetuadas na água intersticial dos sedimentos no início e fim do teste, estão apresentados na Tabela 3.21-8.

Paralelamente aos testes com as amostras coletadas foi realizado um controle laboratorial. Os resultados obtidos para esse controle também se encontram nas tabelas a seguir.

Tabela 3.21-7. Parâmetros físicos e químicos medidos na água de interface, no início e fim do teste de toxicidade aguda com *L. plumulosus*, para as amostras de sedimento de superfície do berço e área de acesso ao berço do Cais do Armazém 23.

Amostra	pH		Salinidade (‰)		Oxigênio Dissolvido (mg/L)	
	Inicial	Final	Inicial	Final	Inicial	Final
Controle	7,88	7,97	21	21	5,85	6,10
ARM 23 Berço	8,06	8,28	21	25	5,13	5,74
ARM 23 Acesso	7,96	8,13	21	25	5,54	5,92

Tabela 3.21-8. Parâmetros físicos e químicos medidos na água intersticial, no início e fim do teste de toxicidade aguda com *L. plumulosus*, para as amostras de sedimento de superfície do berço e área de acesso ao berço do Cais do Armazém 23.

Amostra	pH		Salinidade (‰)		Oxigênio Dissolvido (mg/L)		Temperatura (°C)		Nitrogênio amoniacal (mg/L)		Amônia não ionizada (mg/L)	
	Inicial	Final	Inicial	Final	Inicial	Final	Inicial	Final	Inicial	Final	Inicial	Final
Controle	7,84	7,85	23	21	5,73	5,45	24,2	24,0	1,50	-	0,048	-
ARM 23 Berço	*	7,84	*	25	*	5,00	24,2	24,0	*	-	*	-
ARM 23 Acesso	7,76	7,96	31	23	5,18	4,53	24,2	24,0	15,50	-	0,388	-

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

A Tabela 3.21-9 apresenta os resultados do teste de toxicidade aguda com *L. plumulosus* nas amostras de sedimento de superfície do Cais do Armazém 23. Os valores obtidos estão dentro da faixa estabelecida para a aceitação dos resultados.

Tabela 3.21-9. Efeito tóxico observado nos testes de toxicidade aguda com *L. plumulosus* para as amostras de sedimento de superfície, do berço e área de acesso ao berço do Cais do Armazém 23, em cada réplica após o período de exposição.

Amostra	Réplica	Nº final de animais por réplica		Mortalidade total (%)	Resultado
		Mortos	Total		
Controle	1	1	20	3	-
	2	0	20		
	3	1	20		
ARM 23 Berço	1	0	20	8	Não Tóxico
	2	1	20		
	3	4	20		
ARM 23 Acesso	1	1	20	2	Não Tóxico
	2	0	20		
	3	0	20		

De acordo com o tratamento estatístico aplicado, foi verificado que as amostras de sedimento de superfície, do berço do Cais do Armazém 23 e da área de acesso ao berço de atracação, não apresentaram toxicidade aguda para *L. plumulosus*, em comparação com o controle, após 10 dias de exposição.

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 essa espécie (USEPA, 2001).

A sensibilidade dos indivíduos de *L. plumulosus* 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} ; 96h) e respectivo intervalo de confiança obtidos foram: 0,75 mg Zn/L (I.C.: 0,56 a 1,01 mg Zn/L). A carta-controle de sensibilidade desse sistema-teste, utilizando dados acumulados de vários testes, indica 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.

3.22. CAIS ILHA BARNABÉ SÃO PAULO (IBSP)

- **SUPERFÍCIE**

A. Granulometria

A composição granulométrica do sedimento de superfície amostrado no berço e acesso ao berço de atracação do Cais Ilha Barnabé São Paulo está apresentada na Figura 3.22-1, e na Tabela 3.22-1.

Os resultados granulométricos mostraram predominância das frações silte (54,0%) e argila (36,7%), no sedimento coletado no berço do Cais Ilha Barnabé São Paulo, e em menores porcentagens foram encontradas as frações areia muito fina (8,06%), areia fina (0,196%), areia média (0,445%) e areia grossa (0,509%). A fração areia muito grossa apresentou valor abaixo de 0,10%.

No acesso ao berço de atracação a fração dominante foi o silte (67,6%), seguido pelas frações argila (16,2%), areia muito fina (13,9%), areia fina (1,89%), areia média (0,154%) e areia grossa (0,233%). A fração areia muito grossa apresentou valor abaixo de 0,10%.

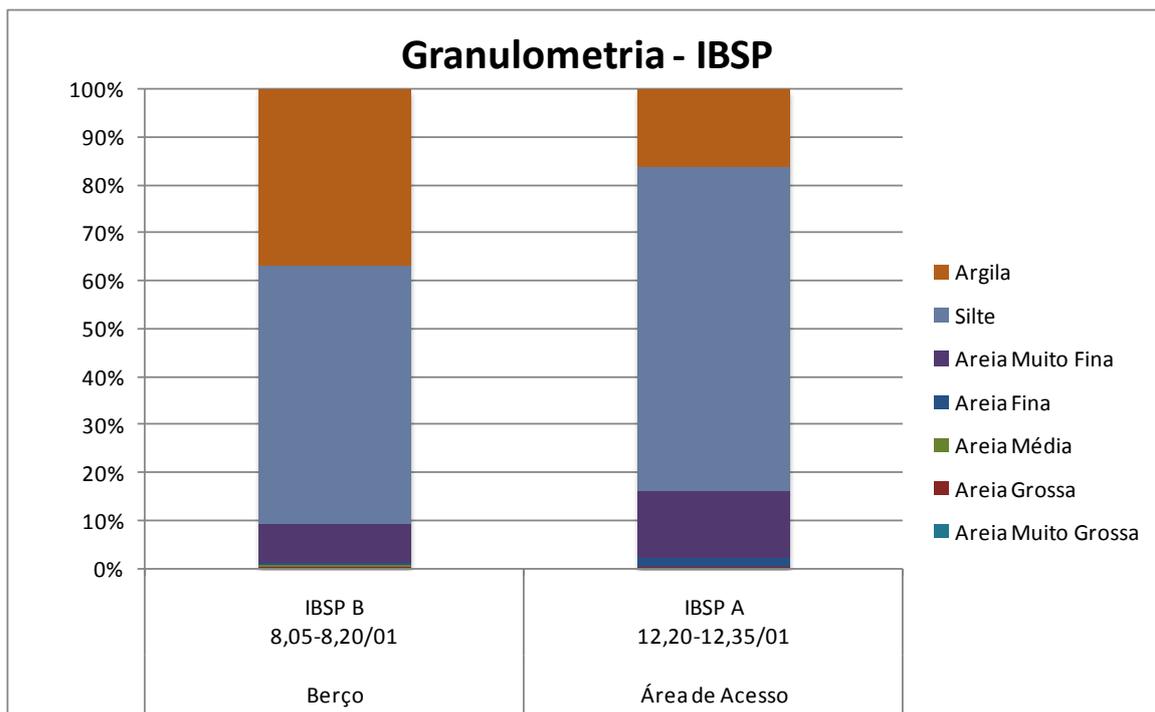


Figura 3.22-1. Composição granulométrica do sedimento de superfície do berço e área de acesso ao berço de atracação do Cais Ilha Barnabé São Paulo.

Tabela 3.22-1. Composição granulométrica do sedimento de superfície do berço e área de acesso ao berço de atracação do Cais Ilha Barnabé São Paulo.

Granulometria			
Fração	Unidade	Berço	Área de Acesso
		IBSP B 8,05-8,20/01	IBSP A 12,20-12,35/01
Argila	%	36,7	16,2
Silte	%	54	67,6
Areia Muito Fina	%	8,06	13,9
Areia Fina	%	0,196	1,89
Areia Média	%	0,445	0,154
Areia Grossa	%	0,509	0,233
Areia Muito Grossa	%	<0,10	<0,10
Areia Total	%	9,21	16,1

B. Parâmetros Químicos

Metais e Arsênio

Os resultados das análises dos metais nas amostras de sedimento de superfície coletadas no berço e acesso ao berço de atracação do Cais Ilha Barnabé São Paulo estão apresentados na Tabela 3.22-2.

Dentre os parâmetros químicos, analisados no sedimento de superfície, arsênio e cádmio registraram concentrações abaixo do limite de quantificação (<LQ) tanto no berço quanto na sua área de acesso.

Os metais chumbo, cobre, cromo, níquel e zinco foram quantificados nas amostras, de sedimento de superfície, coletadas tanto no berço quanto na sua área de acesso. Entretanto, nenhum destes elementos apresentou concentração acima do nível 1 da Resolução Conama 344/04 (Brasil, 2004).

O metal mercúrio apresentou concentração acima do nível 1, da referida Resolução, tanto no berço do Cais Ilha Barnabé São Paulo quanto na sua área de acesso. Entretanto, vale ressaltar que os valores encontrados, 0,162 e 0,233 mg/kg, no berço e área de acesso, respectivamente ficaram próximos ao valor estabelecido como nível 1 (0,150 mg/kg) da Resolução Conama 344/04 (Brasil, 2004).

A Figura 3.22-2 apresenta a concentração de alguns metais analisados no sedimento de superfície coletados no berço do Cais Ilha Barnabé São Paulo e na sua referida área de acesso.

Hidrocarbonetos Policíclicos Aromáticos (HPAs)

Todos os HPAs, coletados no berço do Cais Ilha Barnabé São Paulo e na sua área de acesso, apresentaram valores abaixo do limite de quantificação (<LQ) do método (Tabela 3.22-3).

Bifenilas Policloradas (PCBs)

Os PCBs totais apresentaram concentrações inferiores aos limites de quantificação do método, tanto no berço quanto na sua área de acesso, enquadrando-se, portanto, nos valores de referência estabelecidos pela Resolução Conama 344/04 (Brasil, 2004) (Tabela 3.22-4).

Pesticidas Organoclorados

Assim como para os PCBs totais, os pesticidas organoclorados apresentaram, tanto no berço quanto na sua área de acesso, concentrações inferiores aos limites de quantificação do método (Tabela 3.22-5). Nenhuma das amostras analisadas, portanto, apresentou-se fora dos limites estabelecidos pela resolução citada.

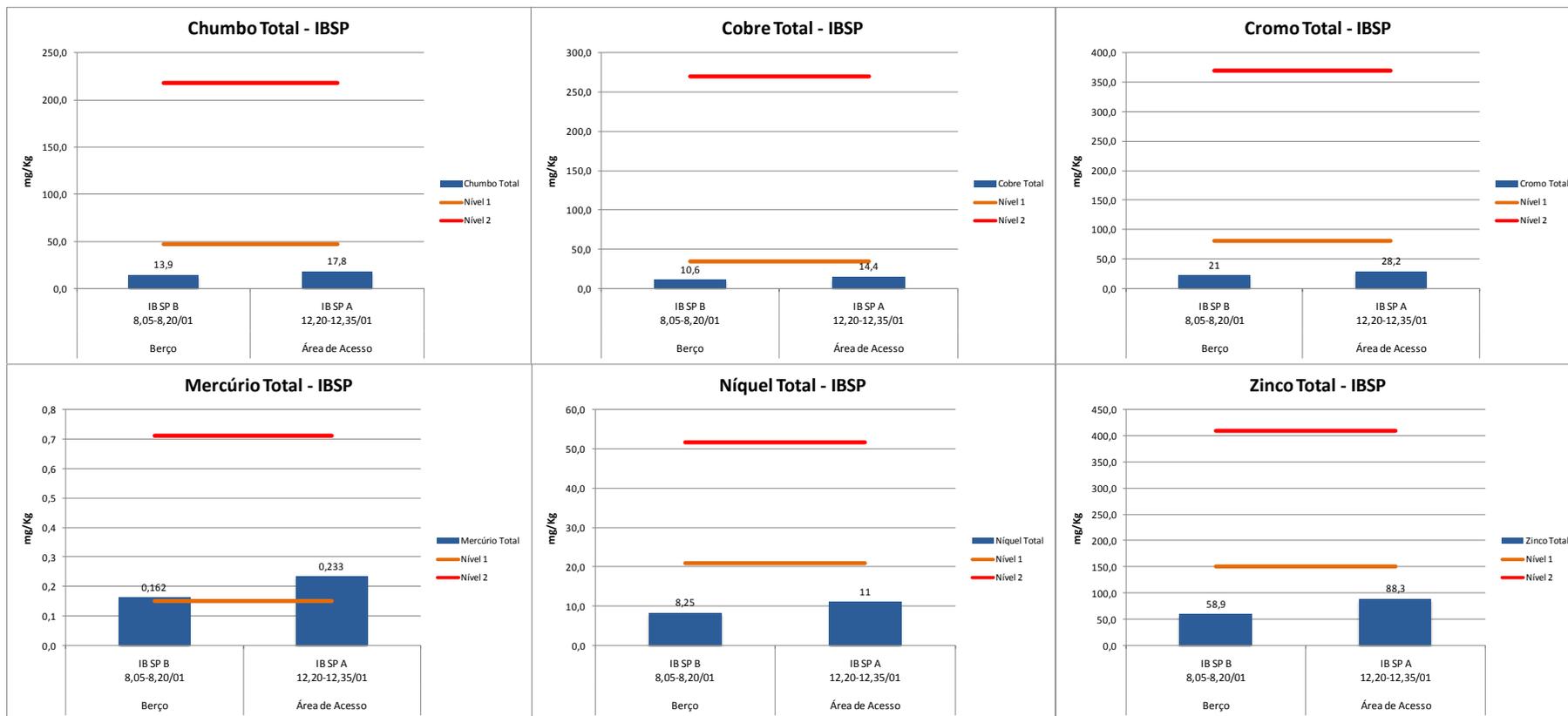


Figura 3.22-2. Concentração de alguns metais analisados nas amostras de sedimento de superfície coletadas no berço do Cais Ilha Barnabé São Paulo e na sua referida área de acesso.

Tabela 3.22-2. Concentrações de metais e arsênio total nas amostras de sedimento de superfície coletadas no berço e acesso ao berço de atracação do Cais Ilha Barnabé São Paulo.

Metais e Arsênio					
Parâmetros	Unidade	Resolução CONAMA 344/04		Berço	Área de Acesso
		Nível 1	Nível 2	IBSP B	IBSP A
				8,05-8,20/01	12,20-12,35/01
Arsênio Total	mg/kg	8,2	70,0	< 1,13	< 1,28
Cádmio Total	mg/kg	1,2	9,6	< 0,753	< 0,856
Chumbo Total	mg/kg	46,7	218,0	13,9	17,8
Cobre Total	mg/kg	34,0	270,0	10,6	14,4
Cromo Total	mg/kg	81,0	370,0	21	28,2
Mercúrio Total	mg/kg	0,15	0,71	0,162	0,233
Níquel Total	mg/kg	20,9	51,6	8,25	11
Zinco Total	mg/kg	150,0	410,0	58,9	88,3

Legenda: Valor Entre Nível 1 e Nível 2.

Valor Acima do Nível 2.

Tabela 3.22-3. Concentrações de HPAs nas amostras de sedimento de superfície coletadas no berço e acesso ao berço de atracação do Cais Ilha Barnabé São Paulo.

Hidrocarbonetos Policíclicos Aromáticos ou HPAs					
Parâmetros	Unidade	Resolução CONAMA 344/04		Berço	Área de Acesso
		Nível 1	Nível 2	IBSP B	IBSP A
				8,05-8,20/01	12,20-12,35/01
Benzo(a)antraceno	µg/kg	74,8	693,0	< 9,04	< 10,27
Benzo(a)pireno	µg/kg	88,8	763,0	< 9,04	< 10,27
Criseno	µg/kg	108,0	846,0	< 9,04	< 10,27
Dibenzo(a,h)antraceno	µg/kg	6,2	135,0	< 9,04	< 10,27
Acenafteno	µg/kg	16,0	500,0	< 9,04	< 10,27
Acenaftileno	µg/kg	44,0	640,0	< 9,04	< 10,27
Antraceno	µg/kg	85,3	1100,0	< 9,04	< 10,27
Fenantreno	µg/kg	240,0	1500,0	< 9,04	< 10,27
Fluoranteno	µg/kg	600,0	5100,0	< 9,04	< 10,27
Fluoreno	µg/kg	19,0	540,0	< 9,04	< 10,27
2-Metilnaftaleno	µg/kg	70,0	670,0	< 9,04	< 10,27
Naftaleno	µg/kg	160,0	2100,0	< 9,04	< 10,27
Pireno	µg/kg	665,0	2600,0	< 9,04	< 10,27

Tabela 3.22-4. Concentrações de PCBs nas amostras de sedimento de superfície coletadas no berço e acesso ao berço de atracação do Cais Ilha Barnabé São Paulo.

Bifenilas Policloradas ou PCBs					
Parâmetros	Unidade	Resolução CONAMA 344/04		Berço	Área de Acesso
		Nível 1	Nível 2	IBSP B	IBSP A
				8,05-8,20/01	12,20-12,35/01
Bifenilas Policloradas Totais	µg/kg	22,7	180	< 0,181	< 0,205

Tabela 3.22-5. Concentrações de Pesticidas Organoclorados nas amostras de sedimento de superfície coletadas no berço e acesso ao berço de atracação do Cais Ilha Barnabé São Paulo.

Pesticidas Organoclorados					
Parâmetros	Unidade	Resolução		Berço	Área de Acesso
		CONAMA 344/04		IBSP B	IBSP A
		Nível 1	Nível 2	8,05-8,20/01	12,20-12,35/01
a-BHC	µg/kg	0,32	0,99	< 0,181	< 0,205
b-BHC	µg/kg	0,32	0,99	< 0,181	< 0,205
d-BHC	µg/kg	0,32	0,99	< 0,181	< 0,205
g-BHC	µg/kg	0,32	0,99	< 0,181	< 0,205
a-Clordano	µg/kg	2,26	4,79	< 0,181	< 0,205
g-Clordano	µg/kg	2,26	4,79	< 0,181	< 0,205
DDD	µg/kg	1,22	7,81	< 0,181	< 0,205
DDE	µg/kg	2,07	374	< 0,181	< 0,205
DDT	µg/kg	1,19	4,77	< 0,181	< 0,205
Dieldrin	µg/kg	0,71	4,3	< 0,181	< 0,205
Endrin	µg/kg	2,67	62,4	< 0,181	< 0,205

Outros Parâmetros

Os parâmetros carbono orgânico total (COT), fósforo total e nitrogênio kjeldahl total (NKT) foram quantificados nas amostras de sedimento de superfície, tanto no berço quanto na área de acesso ao berço de atracação, entretanto apresentaram concentrações abaixo do valor alerta estabelecido pela Resolução Conama 344/04 (Brasil, 2004) (Tabela 3.22-6).

A Figura 3.22-3 apresenta a concentração de COT, fósforo total e NKT analisados no sedimento de superfície coletados no berço do Cais Ilha Barnabé São Paulo e na sua referida área de acesso.

Tabela 3.22-6. Concentrações de COT, fósforo total e NKT nas amostras de sedimento coletadas no berço e acesso ao berço de atracação do Cais Ilha Barnabé São Paulo.

Outros Parâmetros				
Parâmetros	Unidade	Resolução	Berço	Área de Acesso
			CONAMA 344/04	IBSP A
				IBSP B
			8,05-8,20/01	12,20-12,35/01
Carbono Orgânico Total	%	10	4,74	5,44
Fósforo Total	mg/kg	2000	360,1	467,6
Nitrogênio Kjeldahl Total	mg/kg	4800	906,9	751,2

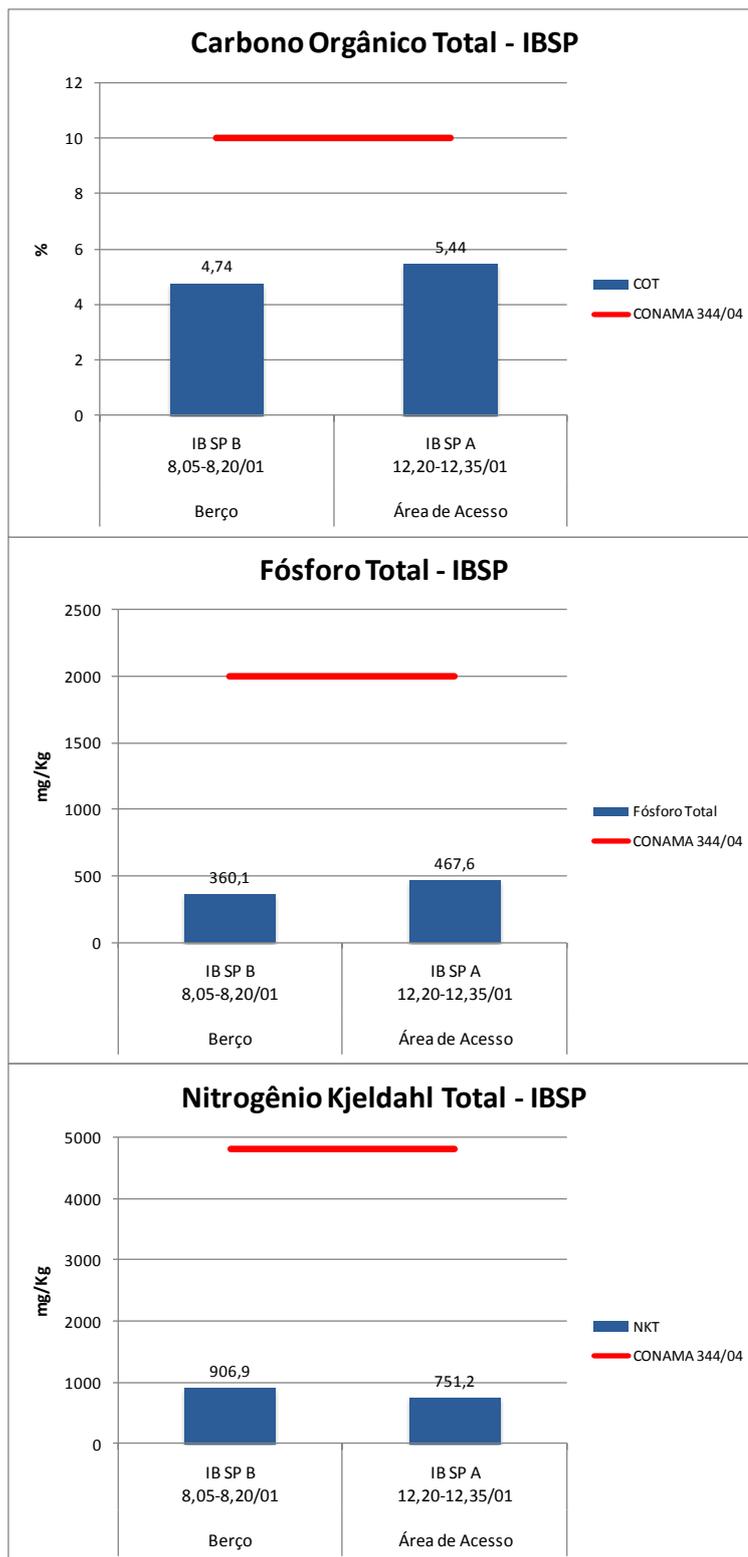


Figura 3.22-3. Concentrações de COT, fósforo total e NKT analisados nas amostras de sedimento de superfície coletadas no berço e acesso ao berço de atracação do Cais Ilha Barnabé São Paulo.

C. Análise Ecotoxicológica

Teste de Toxicidade Aguda com *Leptocheirus plumulosus*

A análise Ecotoxicológica com o anfípoda *L. plumulosus* foi realizada com amostra de sedimento de superfície tanto do berço do Cais Ilha Barnabé São Paulo quanto da área de acesso ao berço de atracação.

Os parâmetros físicos e químicos, como pH, salinidade (‰) e oxigênio dissolvido (mg/L), medidos na água de interface no início e fim do teste de toxicidade aguda estão apresentados na Tabela 3.22-7. Já as análises de pH, salinidade (‰), oxigênio dissolvido (mg/L), temperatura (°C), nitrogênio amoniacal (mg/L) e amônia não ionizada (NH₃ - mg/L), efetuadas na água intersticial dos sedimentos no início e fim do teste, estão apresentados na Tabela 3.22-8.

Paralelamente aos testes com as amostras coletadas foi realizado um controle laboratorial. Os resultados obtidos para esse controle também se encontram nas tabelas a seguir.

Tabela 3.22-7. Parâmetros físicos e químicos medidos na água de interface, no início e fim do teste de toxicidade aguda com *L. plumulosus*, para as amostras de sedimento de superfície do berço e área de acesso ao berço do Cais Ilha Barnabé São Paulo.

Amostra	pH		Salinidade (‰)		Oxigênio Dissolvido (mg/L)	
	Inicial	Final	Inicial	Final	Inicial	Final
Controle	7,70	8,05	20	21	6,11	6,17
IBSP Berço	8,08	8,35	22	22	4,52	5,88
IBSP Acesso	8,08	8,39	21	22	4,38	5,90

Tabela 3.22-8. Parâmetros físicos e químicos medidos na água intersticial, no início e fim do teste de toxicidade aguda com *L. plumulosus*, para as amostras de sedimento de superfície do berço e área de acesso ao berço do Cais Ilha Barnabé São Paulo.

Amostra	pH		Salinidade (‰)		Oxigênio Dissolvido (mg/L)		Temperatura (°C)		Nitrogênio amoniacal (mg/L)		Amônia não ionizada (mg/L)	
	Inicial	Final	Inicial	Final	Inicial	Final	Inicial	Final	Inicial	Final	Inicial	Final
Controle	7,88	7,90	26	24	5,29	4,62	24,6	24,8	3,50	-	0,120	-
IBSP Berço	7,98	7,70	32	26	4,53	4,68	24,6	24,8	22,00	-	0,924	-
IBSP Acesso	7,88	7,94	32	21	5,00	5,22	24,6	24,8	30,00	-	1,010	-

A Tabela 3.22-9 apresenta os resultados do teste de toxicidade aguda com *L. plumulosus* nas amostras de sedimento de superfície do Cais Ilha Barnabé São Paulo. Os valores obtidos estão dentro da faixa estabelecida para a aceitação dos resultados.

Tabela 3.22-9. Efeito tóxico observado nos testes de toxicidade aguda com *L. plumulosus* para as amostras de sedimento de superfície, do berço e área de acesso ao berço do Cais Ilha Barnabé São Paulo, em cada réplica após o período de exposição.

Amostra	Réplica	Nº final de animais por réplica		Mortalidade total (%)	Resultado
		Mortos	Total		
Controle	1	0	20	2	-
	2	0	20		
	3	1	20		
IBSP Berço	1	1	20	3	Não Tóxico
	2	0	20		
	3	1	20		
IBSP Acesso	1	0	20	3	Não Tóxico
	2	2	20		
	3	0	20		

De acordo com o tratamento estatístico aplicado, foi verificado que as amostras de sedimento de superfície, do berço do Cais Ilha Barnabé São Paulo e da área de acesso ao berço de atracação, não apresentaram toxicidade aguda para *L. plumulosus*, em comparação com o controle, após 10 dias de exposição.

Quanto à concentração de amônia não ionizada da água intersticial no início do teste, os valores das amostras de sedimento de superfície, tanto do berço quanto do acesso, estiveram acima do limite de 0,8 mg/L que, isoladamente, pode causar efeito tóxico para *Leptocheirus plumulosus* (USEPA, 2001), entretanto, tal efeito não foi observado.

A sensibilidade dos indivíduos de *L. plumulosus* 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} ; 96h) e respectivo intervalo de confiança obtidos foram: 0,71 mg Zn/L (I.C.: 0,62 a 0,81 mg Zn/L). A carta-controle de sensibilidade desse sistema-teste, utilizando dados acumulados de vários testes, indica 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.

- **COTA DE PROJETO**

- Berço: 10,30 metros
 - Amostra: IBSP B 10,00-10,50/02
- Acesso: 10,30 metros

A. Granulometria

A composição granulométrica do sedimento da cota de projeto (IBSP B 10,00-10,50/02) amostrado no berço do Cais Ilha Barnabé São Paulo está apresentada na Figura 3.22-4, e na Tabela 3.22-10.

Os resultados granulométricos mostraram predominância das frações silte (48,3%) e argila (38,9%), e em menores porcentagens foram encontradas as frações areia muito fina (10,8%), areia fina (1,43%) e areia média (0,602%). As frações areia grossa e areia muito grossa apresentaram valores abaixo de 0,10%.

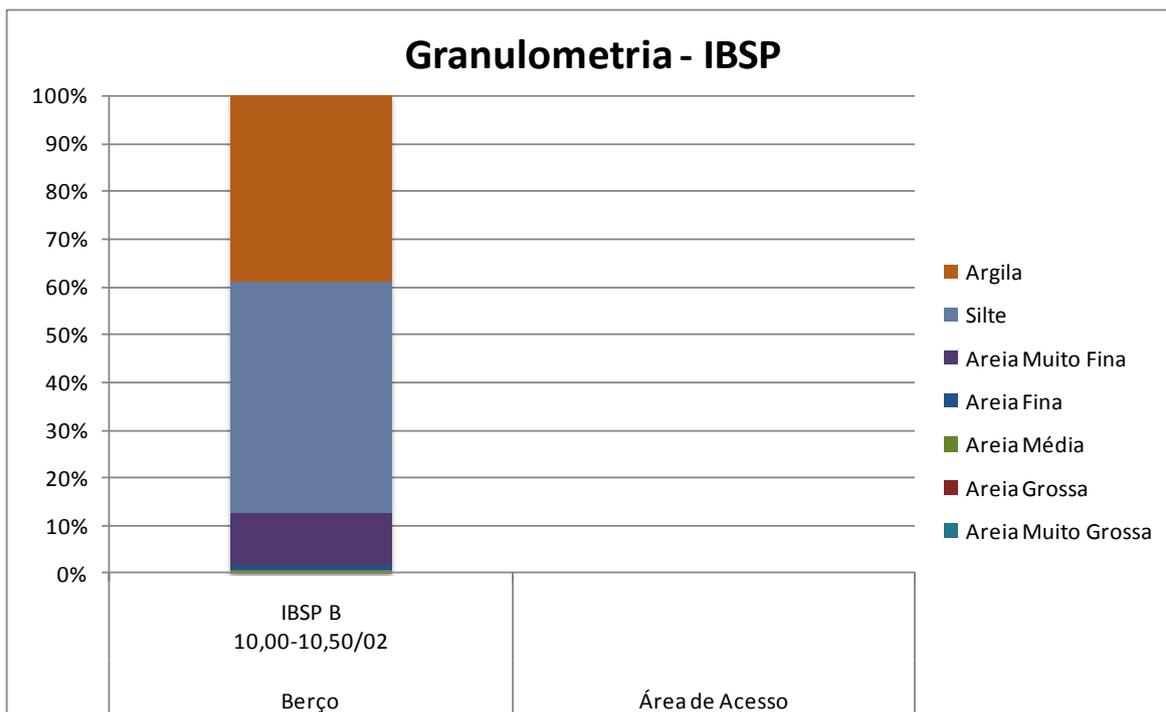


Figura 3.22-4. Composição granulométrica do sedimento da cota de projeto, coletado no berço de atracação do Cais Ilha Barnabé São Paulo.

Tabela 3.22-10. Composição granulométrica do sedimento da cota de projeto, coletado no berço de atracação do Cais Ilha Barnabé São Paulo.

Granulometria		
Fração	Unidade	Berço
		IBSP B 10,00-10,50/02
Argila	%	38,9
Silte	%	48,3
Areia Muito Fina	%	10,8
Areia Fina	%	1,43
Areia Média	%	0,602
Areia Grossa	%	<0,10
Areia Muito Grossa	%	<0,10
Areia Total	%	12,8

B. Parâmetros Químicos

Metais e Arsênio

Os resultados das análises dos metais na amostra de sedimento da cota de projeto, coletada no berço do Cais Ilha Barnabé São Paulo, estão apresentados na Tabela 3.22-11.

Dentre os parâmetros químicos analisados no sedimento, arsênio e cádmio registraram concentrações abaixo do limite de quantificação do método.

Os metais chumbo, cobre, cromo, mercúrio, níquel e zinco foram quantificados na amostra de sedimento da cota de projeto, entretanto, nenhum destes elementos apresentou concentração acima do nível 1 da Resolução Conama 344/04 (Brasil, 2004).

A Figura 3.22-5 apresenta a concentração de alguns metais analisados no sedimento da cota de projeto, coletado no berço do Cais Ilha Barnabé São Paulo.

Hidrocarbonetos Policíclicos Aromáticos (HPAs)

Todos os HPAs analisados no sedimento da cota de projeto, coletado no berço, apresentaram valores abaixo do limite de quantificação do método (Tabela 3.22-12).

Bifenilas Policloradas (PCBs)

Os PCBs totais apresentaram concentrações inferiores aos limites de quantificação do método na amostra de sedimento da cota de projeto, enquadrando-se, portanto, nos valores de referência estabelecidos pela Resolução Conama 344/04 (Brasil, 2004) (Tabela 3.22-13).

Pesticidas Organoclorados

Assim como para os PCBs totais, os pesticidas organoclorados apresentaram, na amostra de sedimento da cota de projeto, concentrações inferiores aos limites de quantificação do método (Tabela 3.22-14). Nenhuma das amostras analisadas, portanto, apresentou-se fora dos limites estabelecidos pela resolução citada.

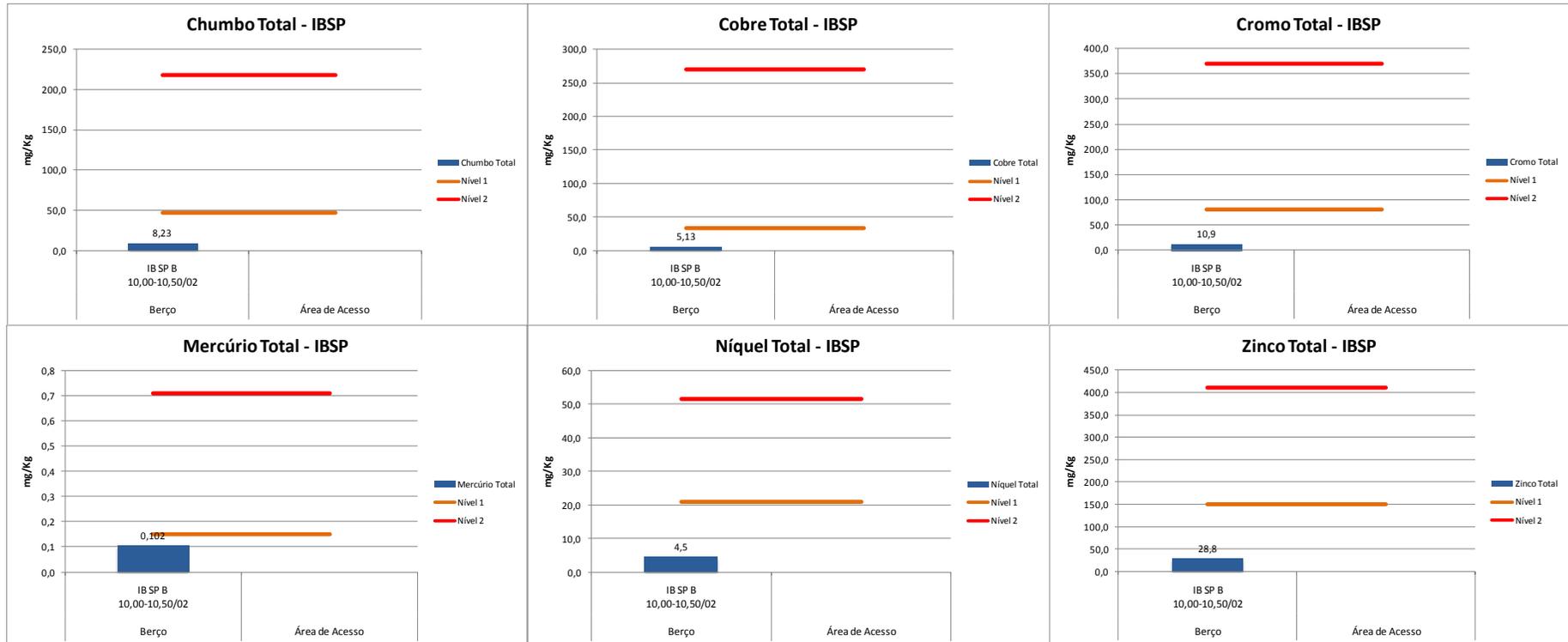


Figura 3.22-5. Concentração de alguns metais analisados na amostra de sedimento da cota de projeto, coletada no berço do Cais Ilha Barnabé São Paulo.

Tabela 3.22-11. Concentrações de metais e arsênio total na amostra de sedimento da cota de projeto, coletada no berço do Cais Ilha Barnabé São Paulo.

Metais e Arsênio				
Parâmetros	Unidade	Resolução CONAMA 344/04		Berço
		Nível 1	Nível 2	IBSP B 10,00-10,50/02
Arsênio Total	mg/kg	8,2	70,0	< 0,899
Cádmio Total	mg/kg	1,2	9,6	< 0,600
Chumbo Total	mg/kg	46,7	218,0	8,23
Cobre Total	mg/kg	34,0	270,0	5,13
Cromo Total	mg/kg	81,0	370,0	10,9
Mercúrio Total	mg/kg	0,15	0,71	0,102
Níquel Total	mg/kg	20,9	51,6	4,5
Zinco Total	mg/kg	150,0	410,0	28,8

Tabela 3.22-12. Concentrações de HPAs na amostra de sedimento da cota de projeto, coletada no berço do Cais Ilha Barnabé São Paulo.

Hidrocarbonetos Policíclicos Aromáticos ou HPAs				
Parâmetros	Unidade	Resolução CONAMA 344/04		Berço
		Nível 1	Nível 2	IBSP B 10,00-10,50/02
Benzo(a)antraceno	µg/kg	74,8	693,0	< 7,19
Benzo(a)pireno	µg/kg	88,8	763,0	< 7,19
Criseno	µg/kg	108,0	846,0	< 7,19
Dibenzo(a,h)antraceno	µg/kg	6,2	135,0	< 7,19
Acenafteno	µg/kg	16,0	500,0	< 7,19
Acenaftileno	µg/kg	44,0	640,0	< 7,19
Antraceno	µg/kg	85,3	1100,0	< 7,19
Fenantreno	µg/kg	240,0	1500,0	< 7,19
Fluoranteno	µg/kg	600,0	5100,0	< 7,19
Fluoreno	µg/kg	19,0	540,0	< 7,19
2-Metilnaftaleno	µg/kg	70,0	670,0	< 7,19
Naftaleno	µg/kg	160,0	2100,0	< 7,19
Pireno	µg/kg	665,0	2600,0	< 7,19

Tabela 3.22-13. Concentrações de PCBs na amostra de sedimento da cota de projeto, coletada no berço do Cais Ilha Barnabé São Paulo.

Bifenilas Policloradas ou PCBs				
Parâmetros	Unidade	Resolução CONAMA 344/04		Berço
		Nível 1	Nível 2	IBSP B 10,00-10,50/02
Bifenilas Policloradas Totais	µg/kg	22,7	180	< 0,144

Tabela 3.22-14. Concentrações de Pesticidas Organoclorados na amostra da cota de projeto, coletada no berço do Cais Ilha Barnabé São Paulo.

Pesticidas Organoclorados				
Parâmetros	Unidade	Resolução CONAMA 344/04		Berço
		Nível 1	Nível 2	IBSP B 10,00-10,50/02
a-BHC	µg/kg	0,32	0,99	< 0,144
b-BHC	µg/kg	0,32	0,99	< 0,144
d-BHC	µg/kg	0,32	0,99	< 0,144
g-BHC	µg/kg	0,32	0,99	< 0,144
a-Clordano	µg/kg	2,26	4,79	< 0,144
g-Clordano	µg/kg	2,26	4,79	< 0,144
DDD	µg/kg	1,22	7,81	< 0,144
DDE	µg/kg	2,07	374	< 0,144
DDT	µg/kg	1,19	4,77	< 0,144
Dieldrin	µg/kg	0,71	4,3	< 0,144
Endrin	µg/kg	2,67	62,4	< 0,144

Outros Parâmetros

Os parâmetros carbono orgânico total (COT), fósforo total e nitrogênio kjeldahl total (NKT) foram quantificados na amostra de sedimento da cota de projeto, entretanto apresentaram concentrações abaixo do valor alerta estabelecido pela Resolução Conama 344/04 (Brasil, 2004) (Tabela 3.22-15).

A Figura 3.22-6 apresenta a concentração de COT, fósforo total e NKT analisados no sedimento da cota de projeto, coletado no berço do Cais Ilha Barnabé São Paulo.

Tabela 3.22-15. Concentrações de COT, fósforo total e NKT na amostra da cota de projeto, coletada no berço do Cais Ilha Barnabé São Paulo.

Outros Parâmetros			
Parâmetros	Unidade	Resolução CONAMA 344/04	Berço
			IBSP B 10,00-10,50/02
Carbono Orgânico Total	%	10	3,89
Fósforo Total	mg/kg	2000	183,4
Nitrogênio Kjeldahl Total	mg/kg	4800	631,1

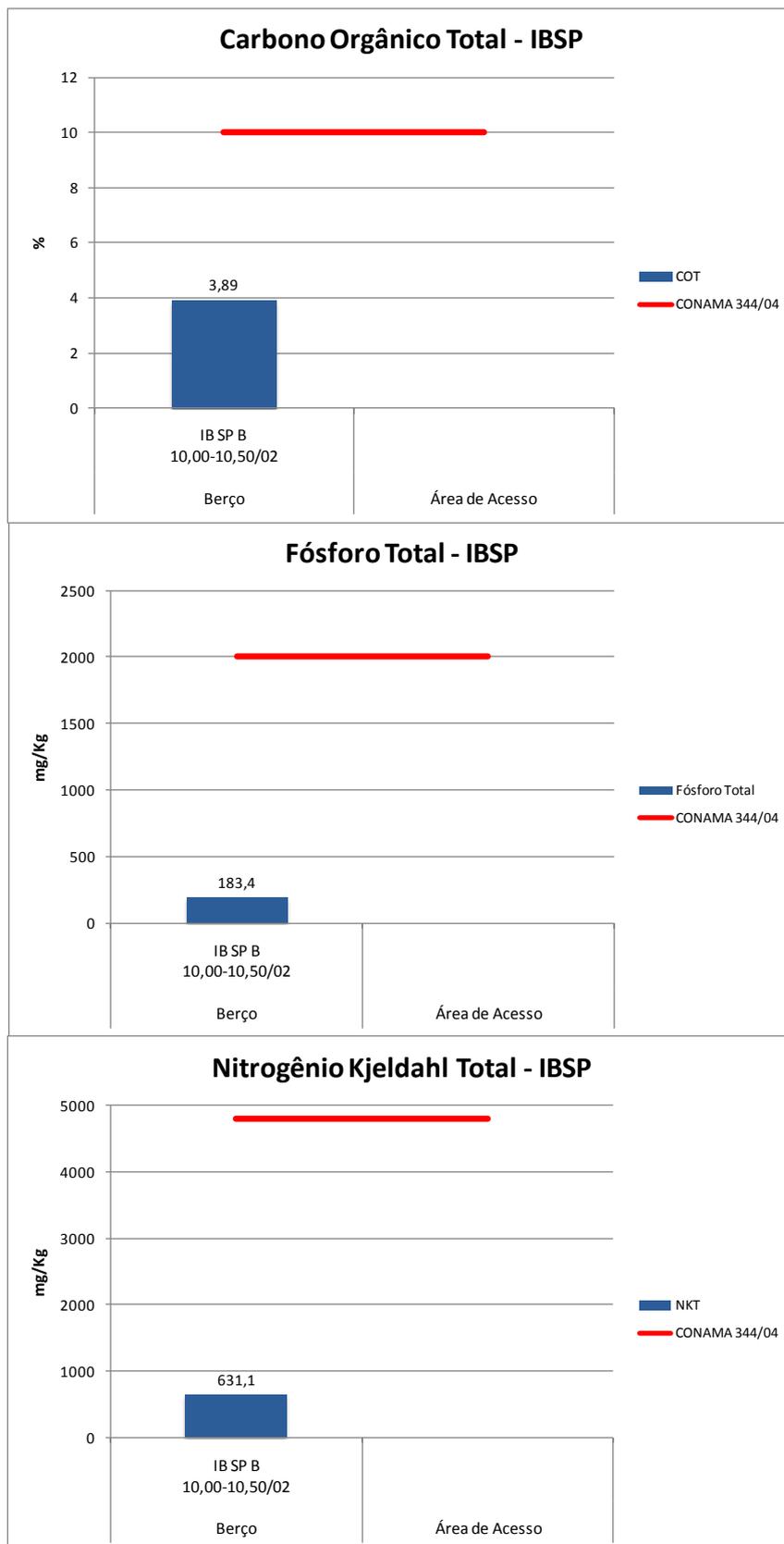


Figura 3.22-6. Concentrações de COT, fósforo total e NKT analisados na amostra de sedimento da cota de projeto, coletada no berço do Cais Ilha Barnabé São Paulo.

3.23. CAIS ILHA BARNABÉ BOCAINA (IBBC)

- **SUPERFÍCIE**

A. Granulometria

A composição granulométrica do sedimento de superfície amostrado no berço e acesso ao berço de atracação do Cais Ilha Barnabé Bocaina está apresentada na Figura 3.23-1, e na Tabela 3.23-1.

Os resultados granulométricos mostraram predominância das frações silte (48,3%) e argila (33,9%), no sedimento coletado no berço do Cais Ilha Barnabé Bocaina, e em menores porcentagens foram encontradas as frações areia muito fina (11,5%), areia fina (2,41%), areia média (0,893%) e areia grossa (2,89%). A fração areia muito grossa apresentou valor abaixo de 0,10%.

No acesso ao berço de atracação as frações predominantes foram silte (32,3%) e areia muito fina (35,5%), seguido pelas frações argila (17,9%), areia fina (6,8%), areia média (2,81%) e areia grossa (4,66%). A fração areia muito grossa apresentou valor abaixo de 0,10%.

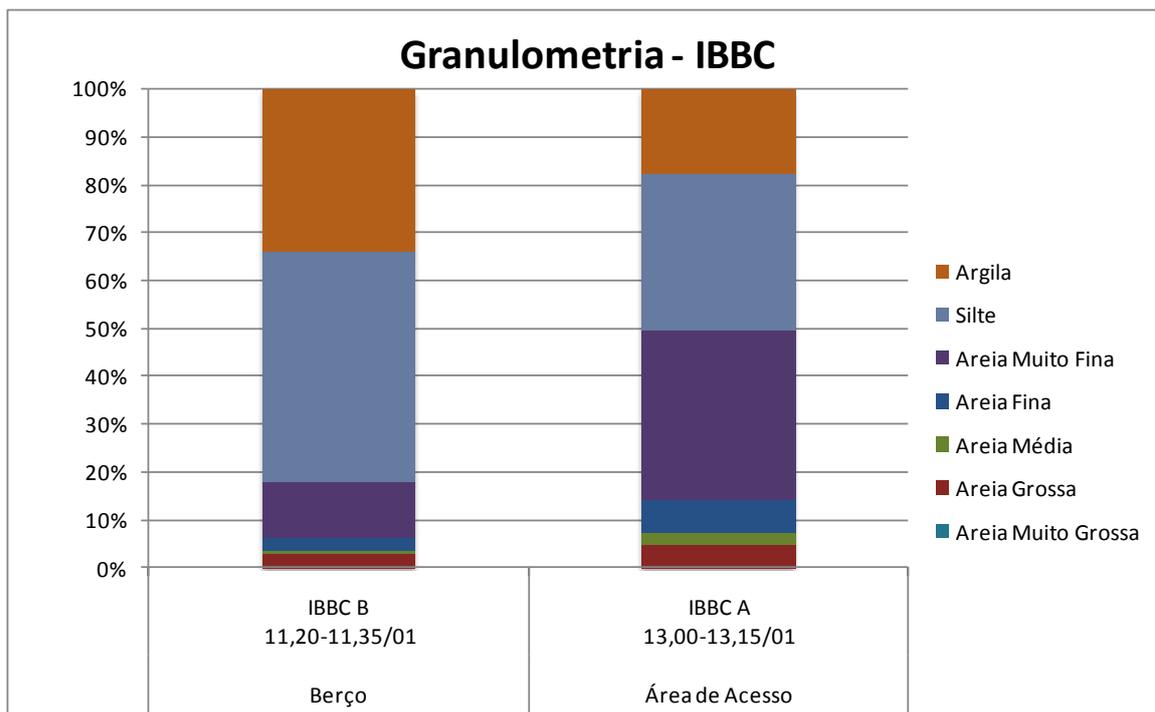


Figura 3.23-1. Composição granulométrica do sedimento de superfície do berço e área de acesso ao berço de atracação do Cais Ilha Barnabé Bocaina.

Tabela 3.23-1. Composição granulométrica do sedimento de superfície do berço e área de acesso ao berço de atracação do Cais Ilha Barnabé Bocaina.

Granulometria			
Fração	Unidade	Berço	Área de Acesso
		IBBC B 11,20-11,35/01	IBBC A 13,00-13,15/01
Argila	%	33,9	17,9
Silte	%	48,3	32,3
Areia Muito Fina	%	11,5	35,5
Areia Fina	%	2,41	6,8
Areia Média	%	0,893	2,81
Areia Grossa	%	2,89	4,66
Areia Muito Grossa	%	<0,10	<0,10
Areia Total	%	17,7	49,8

B. Parâmetros Químicos

Metais e Arsênio

Os resultados das análises dos metais nas amostras de sedimento de superfície coletadas no berço e acesso ao berço de atracação do Cais Ilha Barnabé Bocaina estão apresentados na Tabela 3.23-2.

Dentre os parâmetros químicos, analisados no sedimento de superfície, arsênio e cádmio registraram concentrações abaixo do limite de quantificação (<LQ) tanto no berço quanto na sua área de acesso.

Os metais chumbo, cobre, cromo, níquel e zinco foram quantificados nas amostras, de sedimento de superfície, coletadas tanto no berço quanto na sua área de acesso. Entretanto, nenhum destes elementos apresentou concentração acima do nível 1 da Resolução Conama 344/04 (Brasil, 2004).

O metal mercúrio apresentou concentração acima do nível 1, da referida Resolução, tanto no berço do Cais Ilha Barnabé Bocaina quanto na sua área de acesso. Entretanto, vale ressaltar que os valores encontrados, 0,164 e 0,195 mg/kg, no berço e área de acesso, respectivamente ficaram próximos ao valor estabelecido como nível 1 (0,150 mg/kg) da Resolução Conama 344/04 (Brasil, 2004).

A Figura 3.23-2 apresenta a concentração de alguns metais analisados no sedimento de superfície coletados no berço do Cais Ilha Barnabé Bocaina e na sua referida área de acesso.

Hidrocarbonetos Policíclicos Aromáticos (HPAs)

Todos os HPAs, coletados no berço do Cais Ilha Barnabé Bocaina e na sua área de acesso, apresentaram valores abaixo do limite de quantificação (<LQ) do método (Tabela 3.23-3).

Bifenilas Policloradas (PCBs)

Os PCBs totais apresentaram concentrações inferiores aos limites de quantificação do método, tanto no berço quanto na sua área de acesso, enquadrando-se, portanto, nos valores de referência estabelecidos pela Resolução Conama 344/04 (Brasil, 2004) (Tabela 3.23-4).

Pesticidas Organoclorados

Assim como para os PCBs totais, os pesticidas organoclorados apresentaram, tanto no berço quanto na sua área de acesso, concentrações inferiores aos limites de quantificação do método (Tabela 3.23-5). Nenhuma das amostras analisadas, portanto, apresentou-se fora dos limites estabelecidos pela resolução citada.

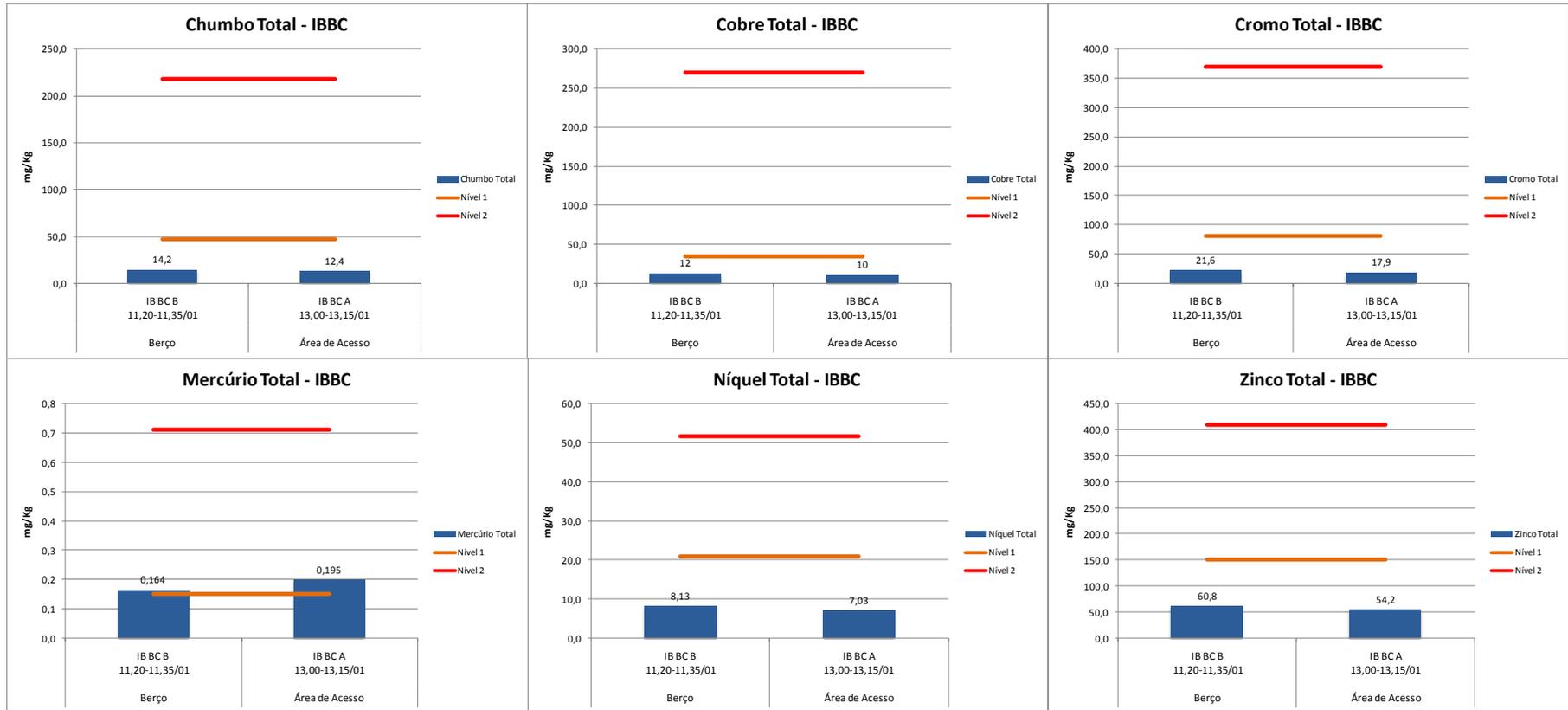


Figura 3.23-2. Concentração de alguns metais analisados nas amostras de sedimento de superfície coletadas no berço do Cais Ilha Barnabé Bocaina e na sua referida área de acesso.

Tabela 3.23-2. Concentrações de metais e arsênio total nas amostras de sedimento de superfície coletadas no berço e acesso ao berço de atracação do Cais Ilha Barnabé Bocaina.

Metais e Arsênio					
Parâmetros	Unidade	Resolução CONAMA 344/04		Berço	Área de Acesso
		Nível 1	Nível 2	IBBC B	IBBC A
				11,20-11,35/01	13,00-13,15/01
Arsênio Total	mg/kg	8,2	70,0	< 0,984	< 0,945
Cádmio Total	mg/kg	1,2	9,6	< 0,656	< 0,630
Chumbo Total	mg/kg	46,7	218,0	14,2	12,4
Cobre Total	mg/kg	34,0	270,0	12	10
Cromo Total	mg/kg	81,0	370,0	21,6	17,9
Mercúrio Total	mg/kg	0,15	0,71	0,164	0,195
Níquel Total	mg/kg	20,9	51,6	8,13	7,03
Zinco Total	mg/kg	150,0	410,0	60,8	54,2

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

Tabela 3.23-3. Concentrações de HPAs nas amostras de sedimento de superfície coletadas no berço e acesso ao berço de atracação do Cais Ilha Barnabé Bocaina.

Hidrocarbonetos Policíclicos Aromáticos ou HPAs					
Parâmetros	Unidade	Resolução CONAMA 344/04		Berço	Área de Acesso
		Nível 1	Nível 2	IBBC B	IBBC A
				11,20-11,35/01	13,00-13,15/01
Benzo(a)antraceno	µg/kg	74,8	693,0	< 7,87	< 7,56
Benzo(a)pireno	µg/kg	88,8	763,0	< 7,87	< 7,56
Criseno	µg/kg	108,0	846,0	< 7,87	< 7,56
Dibenzo(a,h)antraceno	µg/kg	6,2	135,0	< 7,87	< 7,56
Acenafteno	µg/kg	16,0	500,0	< 7,87	< 7,56
Acenaftileno	µg/kg	44,0	640,0	< 7,87	< 7,56
Antraceno	µg/kg	85,3	1100,0	< 7,87	< 7,56
Fenantreno	µg/kg	240,0	1500,0	< 7,87	< 7,56
Fluoranteno	µg/kg	600,0	5100,0	< 7,87	< 7,56
Fluoreno	µg/kg	19,0	540,0	< 7,87	< 7,56
2-Metilnaftaleno	µg/kg	70,0	670,0	< 7,87	< 7,56
Naftaleno	µg/kg	160,0	2100,0	< 7,87	< 7,56
Pireno	µg/kg	665,0	2600,0	< 7,87	< 7,56

Tabela 3.23-4. Concentrações de PCBs nas amostras de sedimento de superfície coletadas no berço e acesso ao berço de atracação do Cais Ilha Barnabé Bocaina.

Bifenilas Policloradas ou PCBs					
Parâmetros	Unidade	Resolução CONAMA 344/04		Berço	Área de Acesso
		Nível 1	Nível 2	IBBC B	IBBC A
				11,20-11,35/01	13,00-13,15/01
Bifenilas Policloradas Totais	µg/kg	22,7	180	< 0,157	< 0,151

Tabela 3.23-5. Concentrações de Pesticidas Organoclorados nas amostras de sedimento de superfície coletadas no berço e acesso ao berço de atracação do Cais Ilha Barnabé Bocaina.

Pesticidas Organoclorados					
Parâmetros	Unidade	Resolução CONAMA 344/04		Berço	Área de Acesso
		Nível 1	Nível 2	IBBC B	IBBC A
				11,20-11,35/01	13,00-13,15/01
a-BHC	µg/kg	0,32	0,99	< 0,157	< 0,151
b-BHC	µg/kg	0,32	0,99	< 0,157	< 0,151
d-BHC	µg/kg	0,32	0,99	< 0,157	< 0,151
g-BHC	µg/kg	0,32	0,99	< 0,157	< 0,151
a-Clordano	µg/kg	2,26	4,79	< 0,157	< 0,151
g-Clordano	µg/kg	2,26	4,79	< 0,157	< 0,151
DDD	µg/kg	1,22	7,81	< 0,157	< 0,151
DDE	µg/kg	2,07	374	< 0,157	< 0,151
DDT	µg/kg	1,19	4,77	< 0,157	< 0,151
Dieldrin	µg/kg	0,71	4,3	< 0,157	< 0,151
Endrin	µg/kg	2,67	62,4	< 0,157	< 0,151

Outros Parâmetros

Os parâmetros carbono orgânico total (COT), fósforo total e nitrogênio kjeldahl total (NKT) foram quantificados nas amostras de sedimento de superfície, tanto no berço quanto na área de acesso ao berço de atracação, entretanto apresentaram concentrações abaixo do valor alerta estabelecido pela Resolução Conama 344/04 (Brasil, 2004) (Tabela 3.23-6).

A Figura 3.23-3 apresenta a concentração de COT, fósforo total e NKT analisados no sedimento de superfície coletados no berço do Cais Ilha Barnabé Bocaina e na sua referida área de acesso.

Tabela 3.23-6. Concentrações de COT, fósforo total e NKT nas amostras de sedimento coletadas no berço e acesso ao berço de atracação do Cais Ilha Barnabé Bocaina.

Outros Parâmetros				
Parâmetros	Unidade	Resolução CONAMA 344/04	Berço	Área de Acesso
			IBBC B	IBBC A
			11,20-11,35/01	13,00-13,15/01
Carbono Orgânico Total	%	10	3,94	4,45
Fósforo Total	mg/kg	2000	417,6	334,3
Nitrogênio Kjeldahl Total	mg/kg	4800	697,4	693,2

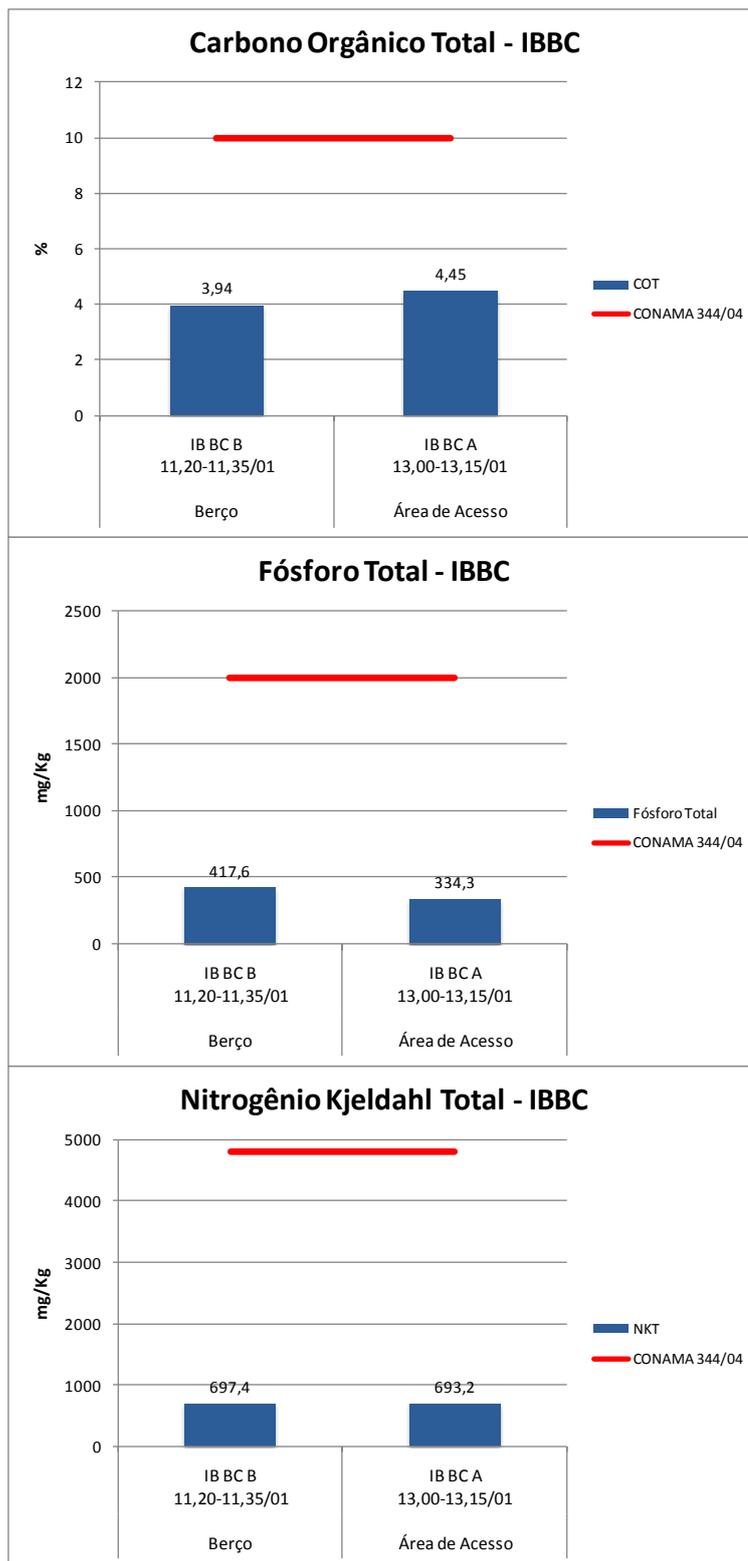


Figura 3.23-3. Concentrações de COT, fósforo total e NKT analisados nas amostras de sedimento de superfície coletadas no berço e acesso ao berço de atracação do Cais Ilha Barnabé Bocaina.

C. Análise Ecotoxicológica

Teste de Toxicidade Aguda com *Leptocheirus plumulosus*

A análise Ecotoxicológica com o anfípoda *L. plumulosus* foi realizada com amostra de sedimento de superfície tanto do berço do Cais Ilha Barnabé Bocaina quanto da área de acesso ao berço de atracação.

Os parâmetros físicos e químicos, como pH, salinidade (‰) e oxigênio dissolvido (mg/L), medidos na água de interface no início e fim do teste de toxicidade aguda estão apresentados na Tabela 3.23-7. Já as análises de pH, salinidade (‰), oxigênio dissolvido (mg/L), temperatura (°C), nitrogênio amoniacal (mg/L) e amônia não ionizada (NH₃ - mg/L), efetuadas na água intersticial dos sedimentos no início e fim do teste, estão apresentados na Tabela 3.23-8.

Paralelamente aos testes com as amostras coletadas foi realizado um controle laboratorial. Os resultados obtidos para esse controle também se encontram nas tabelas a seguir.

Tabela 3.23-7. Parâmetros físicos e químicos medidos na água de interface, no início e fim do teste de toxicidade aguda com *L. plumulosus*, para as amostras de sedimento de superfície do berço e área de acesso ao berço do Cais Ilha Barnabé Bocaina.

Amostra	pH		Salinidade (‰)		Oxigênio Dissolvido (mg/L)	
	Inicial	Final	Inicial	Final	Inicial	Final
Controle	7,70	8,05	20	21	6,11	6,17
IBBC Berço	8,11	8,39	21	22	4,87	5,96
IBBC Acesso	8,06	8,42	21	22	4,49	5,96

Tabela 3.23-8. Parâmetros físicos e químicos medidos na água intersticial, no início e fim do teste de toxicidade aguda com *L. plumulosus*, para as amostras de sedimento de superfície do berço e área de acesso ao berço do Cais Ilha Barnabé Bocaina.

Amostra	pH		Salinidade (‰)		Oxigênio Dissolvido (mg/L)		Temperatura (°C)		Nitrogênio amoniacal (mg/L)		Amônia não ionizada (mg/L)	
	Inicial	Final	Inicial	Final	Inicial	Final	Inicial	Final	Inicial	Final	Inicial	Final
Controle	7,88	7,90	26	24	5,29	4,62	24,6	24,8	3,50	-	0,120	-
IBBC Berço	7,62	7,82	31	25	4,25	4,51	24,6	24,8	32,50	-	0,611	-
IBBC Acesso	7,89	7,76	34	27	4,32	4,90	24,6	24,8	35,00	-	1,178	-

A Tabela 3.23-9 apresenta os resultados do teste de toxicidade aguda com *L. plumulosus* nas amostras de sedimento de superfície do Cais Ilha Barnabé Bocaina. Os valores obtidos estão dentro da faixa estabelecida para a aceitação dos resultados.

Tabela 3.23-9. Efeito tóxico observado nos testes de toxicidade aguda com *L. plumulosus* para as amostras de sedimento de superfície, do berço e área de acesso ao berço do Cais Ilha Barnabé Bocaina, em cada réplica após o período de exposição.

Amostra	Réplica	Nº final de animais por réplica		Mortalidade total (%)	Resultado
		Mortos	Total		
Controle	1	0	20	2	-
	2	0	20		
	3	1	20		
IBBC Berço	1	0	20	2	Não Tóxico
	2	0	20		
	3	1	20		
IBBC Acesso	1	0	20	12	Não Tóxico
	2	5	20		
	3	2	20		

De acordo com o tratamento estatístico aplicado, foi verificado que as amostras de sedimento de superfície, do berço do Cais Ilha Barnabé Bocaina e da área de acesso ao berço de atracação, não apresentaram toxicidade aguda para *L. plumulosus*, em comparação com o controle, após 10 dias de exposição.

Quanto à concentração de amônia não ionizada da água intersticial no início do teste, o valor da amostra de sedimento de superfície do acesso esteve acima do limite de 0,8 mg/L que, isoladamente, pode causar efeito tóxico para *Leptocheirus plumulosus* (USEPA, 2001), entretanto, tal efeito não foi observado.

A sensibilidade dos indivíduos de *L. plumulosus* 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} ; 96h) e respectivo intervalo de confiança obtidos foram: 0,71 mg Zn/L (I.C.: 0,62 a 0,81 mg Zn/L). A carta-controle de sensibilidade desse sistema-teste, utilizando dados acumulados de vários testes, indica 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.

3.24. CAIS DO ARMAZÉM 37 PTO 1 (37 Pto 1)

- **SUPERFÍCIE**

A. Granulometria

A composição granulométrica do sedimento de superfície amostrado no berço e acesso ao berço de atracação do Cais do Armazém 37 Pto 1 está apresentada na Figura 3.24-1, e na Tabela 3.24-1.

Os resultados granulométricos mostraram predominância das frações silte (54,1%) e argila (26,7%), no sedimento coletado no berço do Cais do Armazém 37 Pto 1, e em menores porcentagens foram encontradas as frações areia muito fina (14,1%), areia fina (3,83%), areia média (0,415%) e areia grossa (0,712%). A fração areia muito grossa apresentou valor abaixo de 0,10%.

No acesso ao berço de atracação as frações predominantes foram silte (49,4%) e argila (31,9%), seguido pelas frações areia muito fina (10,1%), areia fina (4,81%), areia média (1,87%) e areia grossa (1,73%). A fração areia muito grossa apresentou valor abaixo de 0,10%.

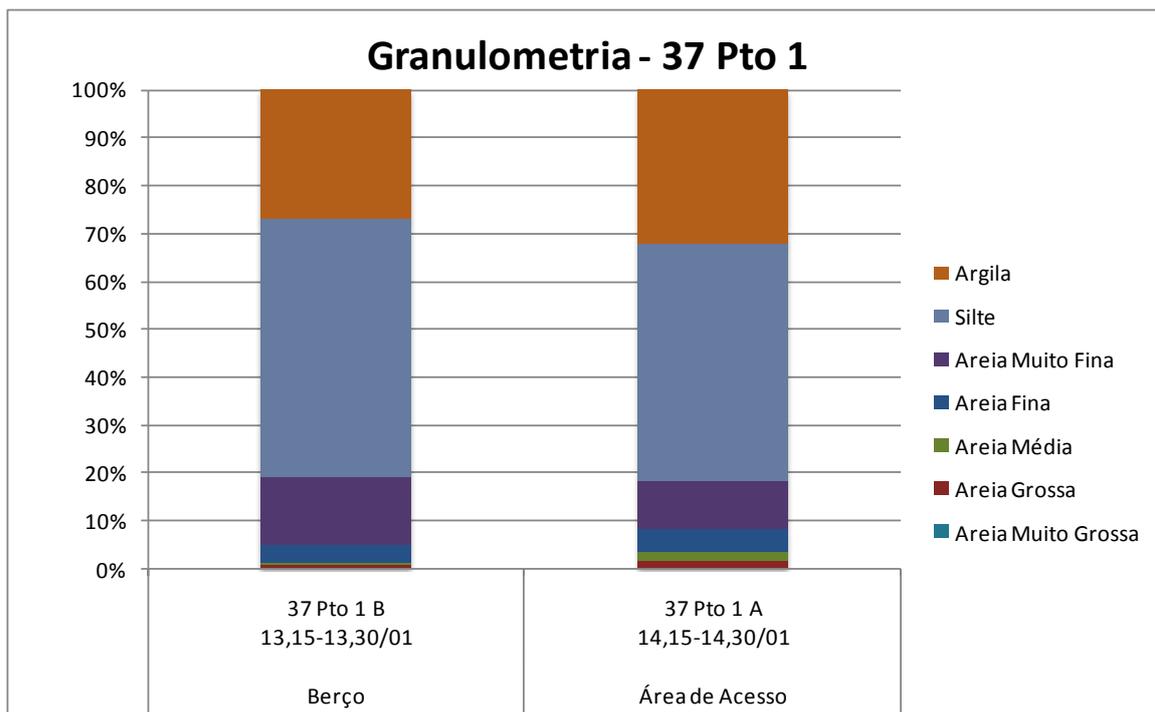


Figura 3.24-1. Composição granulométrica do sedimento de superfície do berço e área de acesso ao berço de atracação do Cais do Armazém 37 Pto 1.

Tabela 3.24-1. Composição granulométrica do sedimento de superfície do berço e área de acesso ao berço de atracação do Cais do Armazém 37 Pto 1.

Granulometria			
Fração	Unidade	Berço	Área de Acesso
		37 Pto 1 B 13,15-13,30/01	37 Pto 1 A 14,15-14,30/01
Argila	%	26,7	31,9
Silte	%	54,1	49,4
Areia Muito Fina	%	14,1	10,1
Areia Fina	%	3,83	4,81
Areia Média	%	0,415	1,87
Areia Grossa	%	0,712	1,73
Areia Muito Grossa	%	<0,10	<0,10
Areia Total	%	19	18,5

B. Parâmetros Químicos

Metais e Arsênio

Os resultados das análises dos metais nas amostras de sedimento de superfície coletadas no berço e acesso ao berço de atracação do Cais do Armazém 37 Pto 1 estão apresentados na Tabela 3.24-2.

Dentre os parâmetros químicos, analisados no sedimento de superfície, arsênio e cádmio registraram concentrações abaixo do limite de quantificação (<LQ) tanto no berço quanto na sua área de acesso.

Os metais chumbo, cobre, cromo, níquel e zinco foram quantificados nas amostras, de sedimento de superfície, coletadas tanto no berço quanto na sua área de acesso. Entretanto, nenhum destes elementos apresentou concentração acima do nível 1 da Resolução Conama 344/04 (Brasil, 2004).

O metal mercúrio apresentou concentração abaixo do nível 1, da Resolução Conama 344/04 (Brasil, 2004), no berço do Cais do Armazém 37 Pto 1, enquanto na área de acesso ao berço de atracação a concentração de mercúrio ficou abaixo do limite de quantificação (<LQ).

A Figura 3.24-2 apresenta a concentração de alguns metais analisados no sedimento de superfície coletados no berço do Cais do Armazém 37 Pto 1 e na sua referida área de acesso.

Hidrocarbonetos Policíclicos Aromáticos (HPAs)

Todos os HPAs, coletados no berço do Cais do Armazém 37 Pto 1 e na sua área de acesso, apresentaram valores abaixo do limite de quantificação (<LQ) do método (Tabela 3.24-3).

Bifenilas Policloradas (PCBs)

Os PCBs totais apresentaram concentrações inferiores aos limites de quantificação do método, tanto no berço quanto na sua área de acesso, enquadrando-se, portanto, nos valores de referência estabelecidos pela Resolução Conama 344/04 (Brasil, 2004) (Tabela 3.24-4).

Pesticidas Organoclorados

Assim como para os PCBs totais, os pesticidas organoclorados apresentaram, tanto no berço quanto na sua área de acesso, concentrações inferiores aos limites de quantificação do método (Tabela 3.24-5). Nenhuma das amostras analisadas, portanto, apresentou-se fora dos limites estabelecidos pela resolução citada.

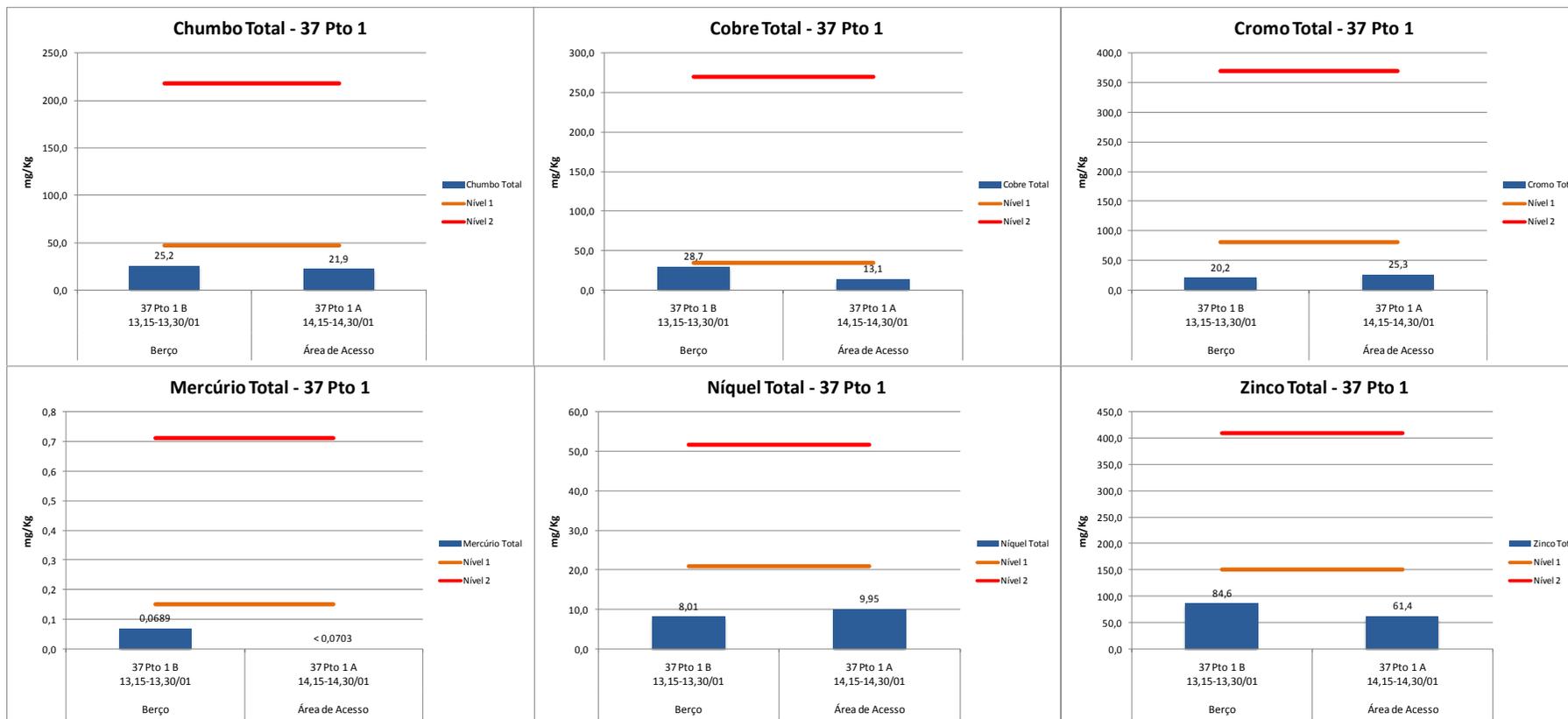


Figura 3.24-2. Concentração de alguns metais analisados nas amostras de sedimento de superfície coletadas no berço do Cais do Armazém 37 Pto 1 e na sua referida área de acesso.

Tabela 3.24-2. Concentrações de metais e arsênio total nas amostras de sedimento de superfície coletadas no berço e acesso ao berço de atracação do Cais do Armazém 37 Pto 1.

Metais e Arsênio					
Parâmetros	Unidade	Resolução CONAMA 344/04		Berço	Área de Acesso
		Nível 1	Nível 2	37 Pto 1 B	37 Pto 1 A
				13,15-13,30/01	14,15-14,30/01
Arsênio Total	mg/kg	8,2	70,0	< 0,776	< 0,878
Cádmio Total	mg/kg	1,2	9,6	< 0,518	< 0,585
Chumbo Total	mg/kg	46,7	218,0	25,2	21,9
Cobre Total	mg/kg	34,0	270,0	28,7	13,1
Cromo Total	mg/kg	81,0	370,0	20,2	25,3
Mercúrio Total	mg/kg	0,15	0,71	0,0689	< 0,0703
Níquel Total	mg/kg	20,9	51,6	8,01	9,95
Zinco Total	mg/kg	150,0	410,0	84,6	61,4

Tabela 3.24-3. Concentrações de HPA's nas amostras de sedimento de superfície coletadas no berço e acesso ao berço de atracação do Cais do Armazém 37 Pto 1.

Hidrocarbonetos Policíclicos Aromáticos ou HPA's					
Parâmetros	Unidade	Resolução CONAMA 344/04		Berço	Área de Acesso
		Nível 1	Nível 2	37 Pto 1 B	37 Pto 1 A
				13,15-13,30/01	14,15-14,30/01
Benzo(a)antraceno	µg/kg	74,8	693,0	< 6,21	< 7,03
Benzo(a)pireno	µg/kg	88,8	763,0	< 6,21	< 7,03
Criseno	µg/kg	108,0	846,0	< 6,21	< 7,03
Dibenzo(a,h)antraceno	µg/kg	6,2	135,0	< 6,21	< 7,03
Acenafteno	µg/kg	16,0	500,0	< 6,21	< 7,03
Acenaftileno	µg/kg	44,0	640,0	< 6,21	< 7,03
Antraceno	µg/kg	85,3	1100,0	< 6,21	< 7,03
Fenantreno	µg/kg	240,0	1500,0	< 6,21	< 7,03
Fluoranteno	µg/kg	600,0	5100,0	< 6,21	< 7,03
Fluoreno	µg/kg	19,0	540,0	< 6,21	< 7,03
2-Metilnaftaleno	µg/kg	70,0	670,0	< 6,21	< 7,03
Naftaleno	µg/kg	160,0	2100,0	< 6,21	< 7,03
Pireno	µg/kg	665,0	2600,0	< 6,21	< 7,03

Tabela 3.24-4. Concentrações de PCBs nas amostras de sedimento de superfície coletadas no berço e acesso ao berço de atracação do Cais do Armazém 37 Pto 1.

Bifenilas Policloradas ou PCBs					
Parâmetros	Unidade	Resolução CONAMA 344/04		Berço	Área de Acesso
		Nível 1	Nível 2	37 Pto 1 B	37 Pto 1 A
				13,15-13,30/01	14,15-14,30/01
Bifenilas Policloradas Totais	µg/kg	22,7	180	< 0,124	< 0,141

Tabela 3.24-5. Concentrações de Pesticidas Organoclorados nas amostras de sedimento de superfície coletadas no berço e acesso ao berço de atracação do Cais do Armazém 37 Pto 1.

Pesticidas Organoclorados					
Parâmetros	Unidade	Resolução		Berço	Área de Acesso
		CONAMA 344/04		37 Pto 1 B	37 Pto 1 A
		Nível 1	Nível 2	13,15-13,30/01	14,15-14,30/01
a-BHC	µg/kg	0,32	0,99	< 0,124	< 0,141
b-BHC	µg/kg	0,32	0,99	< 0,124	< 0,141
d-BHC	µg/kg	0,32	0,99	< 0,124	< 0,141
g-BHC	µg/kg	0,32	0,99	< 0,124	< 0,141
a-Clordano	µg/kg	2,26	4,79	< 0,124	< 0,141
g-Clordano	µg/kg	2,26	4,79	< 0,124	< 0,141
DDD	µg/kg	1,22	7,81	< 0,124	< 0,141
DDE	µg/kg	2,07	374	< 0,124	< 0,141
DDT	µg/kg	1,19	4,77	< 0,124	< 0,141
Dieldrin	µg/kg	0,71	4,3	< 0,124	< 0,141
Endrin	µg/kg	2,67	62,4	< 0,124	< 0,141

Outros Parâmetros

Os parâmetros carbono orgânico total (COT), fósforo total e nitrogênio kjeldahl total (NKT) foram quantificados nas amostras de sedimento de superfície, tanto no berço quanto na área de acesso ao berço de atracação, entretanto apresentaram concentrações abaixo do valor alerta estabelecido pela Resolução Conama 344/04 (Brasil, 2004) (Tabela 3.24-6).

A Figura 3.24-3 apresenta a concentração de COT, fósforo total e NKT analisados no sedimento de superfície coletados no berço do Cais do Armazém 37 Pto 1 e na sua referida área de acesso.

Tabela 3.24-6. Concentrações de COT, fósforo total e NKT nas amostras de sedimento coletadas no berço e acesso ao berço de atracação do Cais do Armazém 37 Pto 1.

Outros Parâmetros						
Parâmetros	Unidade	Resolução	Berço	Área de Acesso		
			CONAMA 344/04		37 Pto 1 B	37 Pto 1 A
					13,15-13,30/01	14,15-14,30/01
Carbono Orgânico Total	%	10	3,4	4,0		
Fósforo Total	mg/kg	2000	503,3	593,1		
Nitrogênio Kjeldahl Total	mg/kg	4800	366,7	580,7		

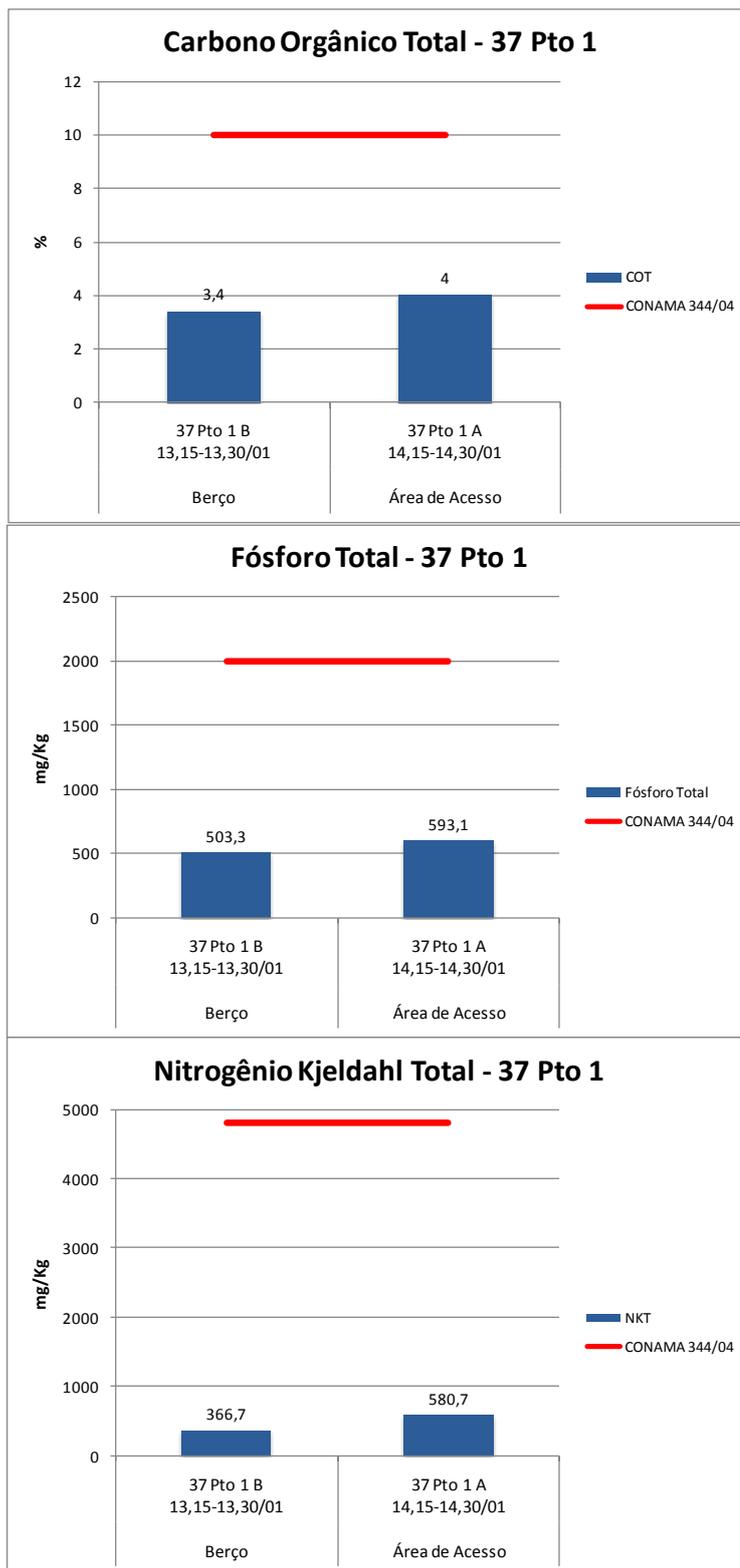


Figura 3.24-3. Concentrações de COT, fósforo total e NKT analisados nas amostras de sedimento de superfície coletadas no berço e acesso ao berço de atracação do Cais do Armazém 37 Pto 1.

C. Análise Ecotoxicológica

Teste de Toxicidade Aguda com *Leptocheirus plumulosus*

A análise Ecotoxicológica com o anfípoda *L. plumulosus* foi realizada com amostra de sedimento de superfície tanto do berço do Cais do Armazém 37 Pto 1 quanto da área de acesso ao berço de atracação.

Os parâmetros físicos e químicos, como pH, salinidade (‰) e oxigênio dissolvido (mg/L), medidos na água de interface no início e fim do teste de toxicidade aguda estão apresentados na Tabela 3.24-7. Já as análises de pH, salinidade (‰), oxigênio dissolvido (mg/L), temperatura (°C), nitrogênio amoniacal (mg/L) e amônia não ionizada (NH₃ - mg/L), efetuadas na água intersticial dos sedimentos no início e fim do teste, estão apresentados na Tabela 3.24-8.

Paralelamente aos testes com as amostras coletadas foi realizado um controle laboratorial. Os ensaios ecotoxicológicos das amostras de sedimento do berço e da área de acesso ao berço do Cais do Armazém 37 Pto 1 foram realizados em dias diferentes, portanto, foram realizados dois controles laboratoriais, um para cada teste. Os resultados obtidos para esses controles também se encontram nas tabelas a seguir.

Tabela 3.24-7. Parâmetros físicos e químicos medidos na água de interface, no início e fim do teste de toxicidade aguda com *L. plumulosus*, para as amostras de sedimento de superfície do berço e área de acesso ao berço do Cais do Armazém 37 Pto 1.

Amostra	pH		Salinidade (‰)		Oxigênio Dissolvido (mg/L)	
	Inicial	Final	Inicial	Final	Inicial	Final
Controle	7,70	8,05	20	21	6,11	6,17
37 Pto 1 Berço	8,01	8,47	22	25	4,70	8,92
Controle	7,64	7,88	20	22	5,62	6,58
37 Pto 1 Acesso	7,71	8,12	21	23	4,69	5,89

Tabela 3.24-8. Parâmetros físicos e químicos medidos na água intersticial, no início e fim do teste de toxicidade aguda com *L. plumulosus*, para as amostras de sedimento de superfície do berço e área de acesso ao berço do Cais do Armazém 37 Pto 1.

Amostra	pH		Salinidade (‰)		Oxigênio Dissolvido (mg/L)		Temperatura (°C)		Nitrogênio amoniacal (mg/L)		Amônia não ionizada (mg/L)	
	Inicial	Final	Inicial	Final	Inicial	Final	Inicial	Final	Inicial	Final	Inicial	Final
Controle	7,88	7,90	26	24	5,29	4,62	24,6	24,8	3,50	-	0,120	-
37 Pto 1 Berço	7,93	7,78	34	26	4,54	4,43	24,6	24,8	16,00	-	0,589	-
Controle	7,82	7,69	22	23	6,12	4,79	25,2	25,4	3,00	-	0,099	-
37 Pto 1 Acesso	7,60	7,44	33	25	4,30	3,60	25,2	25,4	37,00	-	0,694	-

A Tabela 3.24-9 apresenta os resultados do teste de toxicidade aguda com *L. plumulosus* nas amostras de sedimento de superfície do Cais do Armazém 37 Pto 1. Os valores obtidos estão dentro da faixa estabelecida para a aceitação dos resultados.

Tabela 3.24-9. Efeito tóxico observado nos testes de toxicidade aguda com *L. plumulosus* para as amostras de sedimento de superfície do berço e área de acesso ao berço do Cais do Armazém 37 Pto 1, em cada réplica após o período de exposição.

Amostra	Réplica	Nº final de animais por réplica		Mortalidade total (%)	Resultado
		Mortos	Total		
Controle	1	0	20	2	-
	2	0	20		
	3	1	20		
37 Pto 1 Berço	1	0	20	7	Não Tóxico
	2	4	20		
	3	0	20		
Controle	1	3	20	7	-
	2	1	20		
	3	0	20		
37 Pto 1 Acesso	1	0	20	13	Não Tóxico
	2	2	20		
	3	6	20		

De acordo com o tratamento estatístico aplicado, foi verificado que as amostras de sedimento de superfície, do berço do Cais do Armazém 37 Pto 1 e da área de acesso ao berço de atracação, não apresentaram toxicidade aguda para *L. plumulosus*, em comparação com o controle, após 10 dias de exposição.

Quanto à concentração de amônia não ionizada da água intersticial no início do teste, o valor obtido foi inferior ao limite de 0,8 mg/L aceito para essa espécie (USEPA, 2001).

A sensibilidade dos indivíduos de *L. plumulosus* 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} ; 96h) e respectivo intervalo de confiança obtidos na amostra do berço foram: 0,71 mg Zn/L (I.C.: 0,62 a 0,81 mg Zn/L) e na amostra da área de acesso foram: 1,31 mg Zn/L (I.C.: 1,14 a 1,51 mg Zn/L). A carta-controle de sensibilidade desse sistema-teste, utilizando dados acumulados de vários testes, indica 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.

3.25. CAIS DO ARMAZÉM 37 Pto 2 (37 Pto 2)

- **SUPERFÍCIE**

A. Granulometria

A composição granulométrica do sedimento de superfície amostrado no berço e acesso ao berço de atracação do Cais do Armazém 37 Pto 2 está apresentada na Figura 3.25-1, e na Tabela 3.25-1.

Os resultados granulométricos mostraram predominância das frações silte (42,8%), areia fina (30,4%) e argila (21,5%), no sedimento coletado no berço do Cais do Armazém 37 Pto 2, e em menores porcentagens foram encontradas as frações areia fina (3,85%), areia média (0,443%) e areia grossa (0,925%). A fração areia muito grossa apresentou valor abaixo de 0,10%.

No acesso ao berço de atracação as frações predominantes foram silte (51,4%) e argila (33,8%), seguido pelas frações areia muito fina (11,3%), areia fina (2,5%), areia média (0,362%) e areia grossa (0,322%). A fração areia muito grossa apresentou valor abaixo de 0,10%.

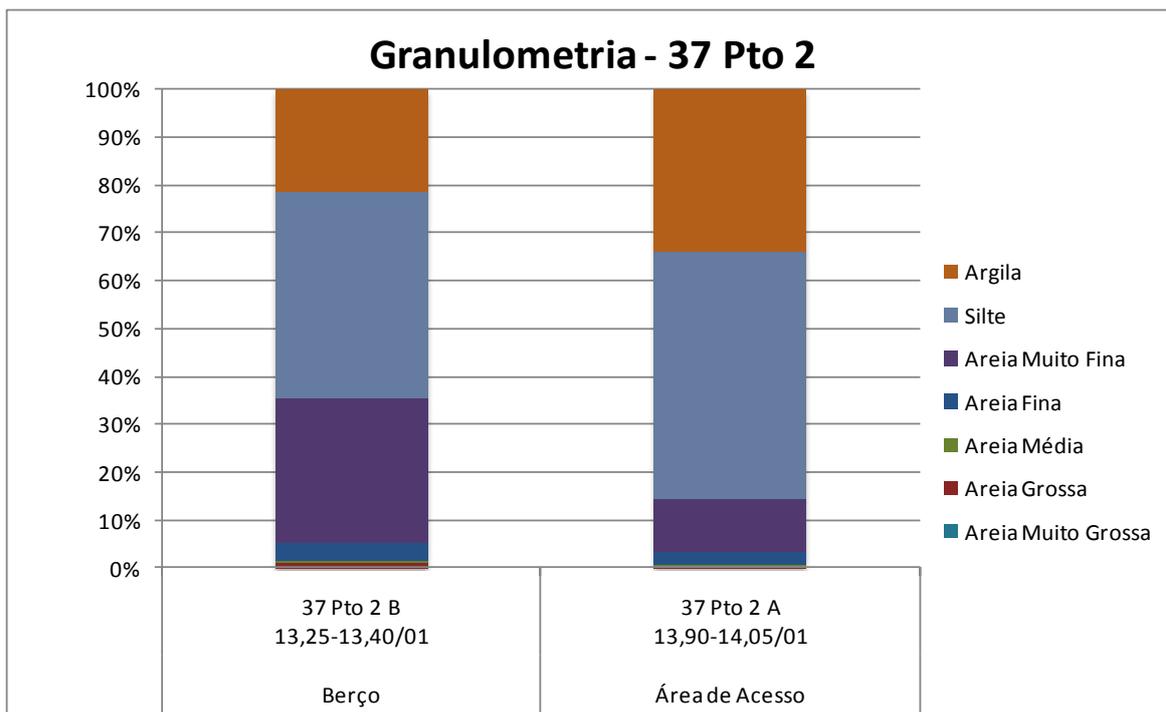


Figura 3.25-1. Composição granulométrica do sedimento de superfície do berço e área de acesso ao berço de atracação do Cais do Armazém 37 Pto 2.

Tabela 3.25-1. Composição granulométrica do sedimento de superfície do berço e área de acesso ao berço de atracação do Cais do Armazém 37 Pto 2.

Granulometria			
Fração	Unidade	Berço	Área de Acesso
		37 Pto 2 B 13,25-13,40/01	37 Pto 2 A 13,90-14,05/01
Argila	%	21,5	33,8
Silte	%	42,8	51,4
Areia Muito Fina	%	30,4	11,3
Areia Fina	%	3,85	2,5
Areia Média	%	0,443	0,362
Areia Grossa	%	0,925	0,322
Areia Muito Grossa	%	<0,10	<0,10
Areia Total	%	35,6	14,5

B. Parâmetros Químicos

Metais e Arsênio

Os resultados das análises dos metais nas amostras de sedimento de superfície coletadas no berço e acesso ao berço de atracação do Cais do Armazém 37 Pto 2 estão apresentados na Tabela 3.25-2.

Dentre os parâmetros químicos, analisados no sedimento de superfície, arsênio e cádmio registraram concentrações abaixo do limite de quantificação (<LQ) tanto no berço quanto na sua área de acesso.

Os metais chumbo, cobre, cromo, mercúrio, níquel e zinco foram quantificados nas amostras, de sedimento de superfície, coletadas tanto no berço quanto na sua área de acesso. Entretanto, nenhum destes elementos apresentou concentração acima do nível 1 da Resolução Conama 344/04 (Brasil, 2004).

A Figura 3.25-2 apresenta a concentração de alguns metais analisados no sedimento de superfície coletados no berço do Cais do Armazém 37 Pto 2 e na sua referida área de acesso.

Hidrocarbonetos Policíclicos Aromáticos (HPAs)

Todos os HPAs, coletados no berço do Cais do Armazém 37 Pto 2 e na sua área de acesso, apresentaram valores abaixo do limite de quantificação (<LQ) do método (Tabela 3.25-3).

Bifenilas Policloradas (PCBs)

Os PCBs totais apresentaram concentrações inferiores aos limites de quantificação do método, tanto no berço quanto na sua área de acesso, enquadrando-se, portanto, nos valores de referência estabelecidos pela Resolução Conama 344/04 (Brasil, 2004) (Tabela 3.25-4).

Pesticidas Organoclorados

Assim como para os PCBs totais, os pesticidas organoclorados apresentaram, tanto no berço quanto na sua área de acesso, concentrações inferiores aos limites de quantificação do método (Tabela 3.25-5). Nenhuma das amostras analisadas, portanto, apresentou-se fora dos limites estabelecidos pela resolução citada.

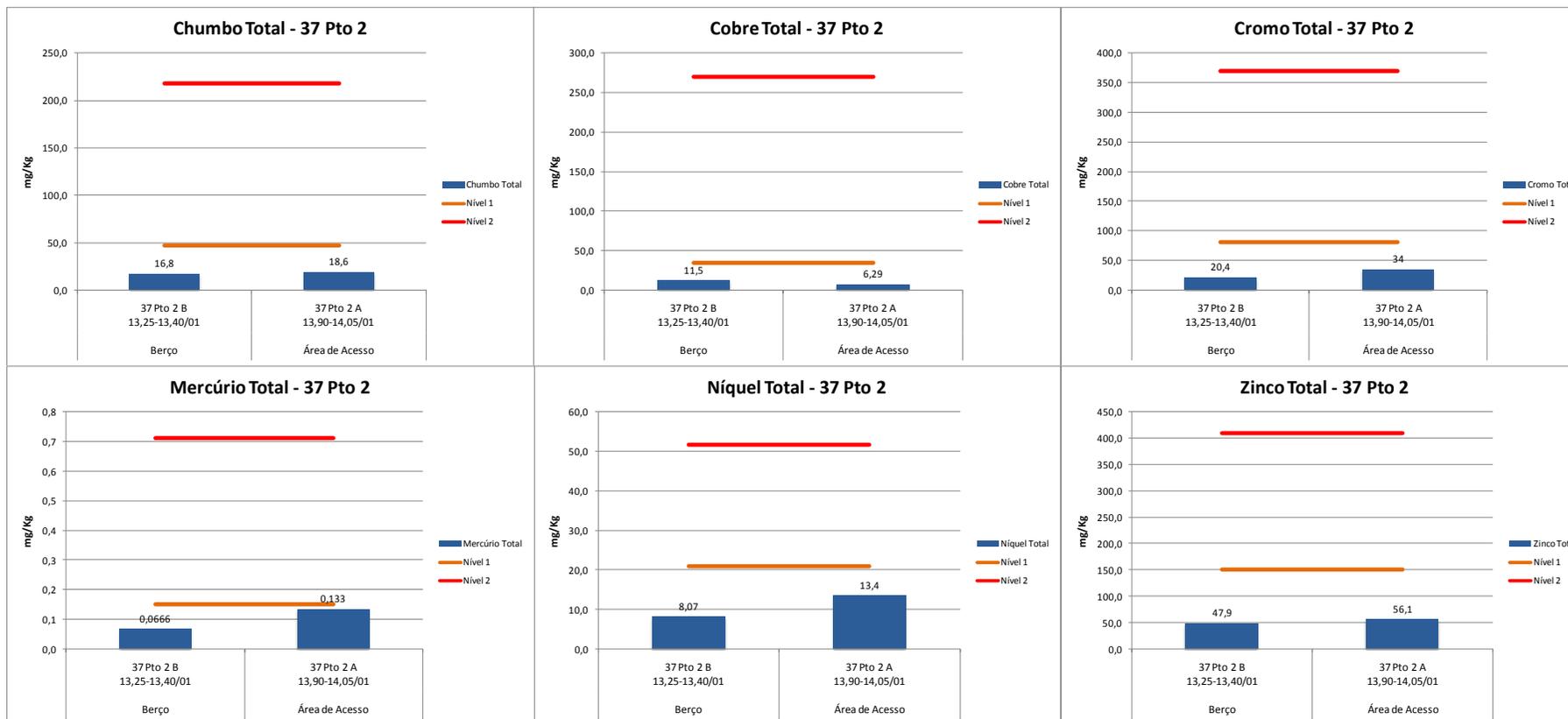


Figura 3.25-2. Concentração de alguns metais analisados nas amostras de sedimento de superfície coletadas no berço do Cais do Armazém 37 Pto 2 e na sua referida área de acesso.

Tabela 3.25-2. Concentrações de metais e arsênio total nas amostras de sedimento de superfície coletadas no berço e acesso ao berço de atracação do Cais do Armazém 37 Pto 2.

Metais e Arsênio					
Parâmetros	Unidade	Resolução		Berço	Área de Acesso
		CONAMA 344/04		37 Pto 2 B	37 Pto 2 A
		Nível 1	Nível 2	13,25-13,40/01	13,90-14,05/01
Arsênio Total	mg/kg	8,2	70,0	< 0,642	< 1,17
Cádmio Total	mg/kg	1,2	9,6	< 0,428	< 0,779
Chumbo Total	mg/kg	46,7	218,0	16,8	18,6
Cobre Total	mg/kg	34,0	270,0	11,5	6,29
Cromo Total	mg/kg	81,0	370,0	20,4	34
Mercúrio Total	mg/kg	0,15	0,71	0,0666	0,133
Níquel Total	mg/kg	20,9	51,6	8,07	13,4
Zinco Total	mg/kg	150,0	410,0	47,9	56,1

Tabela 3.25-3. Concentrações de HPAs nas amostras de sedimento de superfície coletadas no berço e acesso ao berço de atracação do Cais do Armazém 37 Pto 2.

Hidrocarbonetos Policíclicos Aromáticos ou HPAs					
Parâmetros	Unidade	Resolução		Berço	Área de Acesso
		CONAMA 344/04		37 Pto 2 B	37 Pto 2 A
		Nível 1	Nível 2	13,25-13,40/01	13,90-14,05/01
Benzo(a)antraceno	µg/kg	74,8	693,0	< 5,14	< 9,35
Benzo(a)pireno	µg/kg	88,8	763,0	< 5,14	< 9,35
Criseno	µg/kg	108,0	846,0	< 5,14	< 9,35
Dibenzo(a,h)antraceno	µg/kg	6,2	135,0	< 5,14	< 9,35
Acenafteno	µg/kg	16,0	500,0	< 5,14	< 9,35
Acenaftileno	µg/kg	44,0	640,0	< 5,14	< 9,35
Antraceno	µg/kg	85,3	1100,0	< 5,14	< 9,35
Fenantreno	µg/kg	240,0	1500,0	< 5,14	< 9,35
Fluoranteno	µg/kg	600,0	5100,0	< 5,14	< 9,35
Fluoreno	µg/kg	19,0	540,0	< 5,14	< 9,35
2-Metilnaftaleno	µg/kg	70,0	670,0	< 5,14	< 9,35
Naftaleno	µg/kg	160,0	2100,0	< 5,14	< 9,35
Pireno	µg/kg	665,0	2600,0	< 5,14	< 9,35

Tabela 3.25-4. Concentrações de PCBs nas amostras de sedimento de superfície coletadas no berço e acesso ao berço de atracação do Cais do Armazém 37 Pto 2.

Bifenilas Policloradas ou PCBs					
Parâmetros	Unidade	Resolução		Berço	Área de Acesso
		CONAMA 344/04		37 Pto 2 B	37 Pto 2 A
		Nível 1	Nível 2	13,25-13,40/01	13,90-14,05/01
Bifenilas Policloradas Totais	µg/kg	22,7	180	< 0,103	< 0,187

Tabela 3.25-5. Concentrações de Pesticidas Organoclorados nas amostras de sedimento de superfície coletadas no berço e acesso ao berço de atracação do Cais do Armazém 37 Pto 2.

Pesticidas Organoclorados					
Parâmetros	Unidade	Resolução		Berço	Área de Acesso
		CONAMA 344/04		37 Pto 2 B	37 Pto 2 A
		Nível 1	Nível 2	13,25-13,40/01	13,90-14,05/01
a-BHC	µg/kg	0,32	0,99	< 0,103	< 0,187
b-BHC	µg/kg	0,32	0,99	< 0,103	< 0,187
d-BHC	µg/kg	0,32	0,99	< 0,103	< 0,187
g-BHC	µg/kg	0,32	0,99	< 0,103	< 0,187
a-Clordano	µg/kg	2,26	4,79	< 0,103	< 0,187
g-Clordano	µg/kg	2,26	4,79	< 0,103	< 0,187
DDD	µg/kg	1,22	7,81	< 0,103	< 0,187
DDE	µg/kg	2,07	374	< 0,103	< 0,187
DDT	µg/kg	1,19	4,77	< 0,103	< 0,187
Dieldrin	µg/kg	0,71	4,3	< 0,103	< 0,187
Endrin	µg/kg	2,67	62,4	< 0,103	< 0,187

Outros Parâmetros

Os parâmetros carbono orgânico total (COT), fósforo total e nitrogênio kjeldahl total (NKT) foram quantificados nas amostras de sedimento de superfície, tanto no berço quanto na área de acesso ao berço de atracação, entretanto apresentaram concentrações abaixo do valor alerta estabelecido pela Resolução Conama 344/04 (Brasil, 2004) (Tabela 3.25-6).

A Figura 3.25-3 apresenta a concentração de COT, fósforo total e NKT analisados no sedimento de superfície coletados no berço do Cais do Armazém 37 Pto 2 e na sua referida área de acesso.

Tabela 3.25-6. Concentrações de COT, fósforo total e NKT nas amostras de sedimento coletadas no berço e acesso ao berço de atracação do Cais do Armazém 37 Pto 2.

Outros Parâmetros					
Parâmetros	Unidade	Resolução	Berço	Área de Acesso	
			CONAMA 344/04		37 Pto 2 A
			37 Pto 2 B	13,90-14,05/01	
Carbono Orgânico Total	%	10	3,89	3,84	
Fósforo Total	mg/kg	2000	428,9	685,6	
Nitrogênio Kjeldahl Total	mg/kg	4800	431,2	765,3	

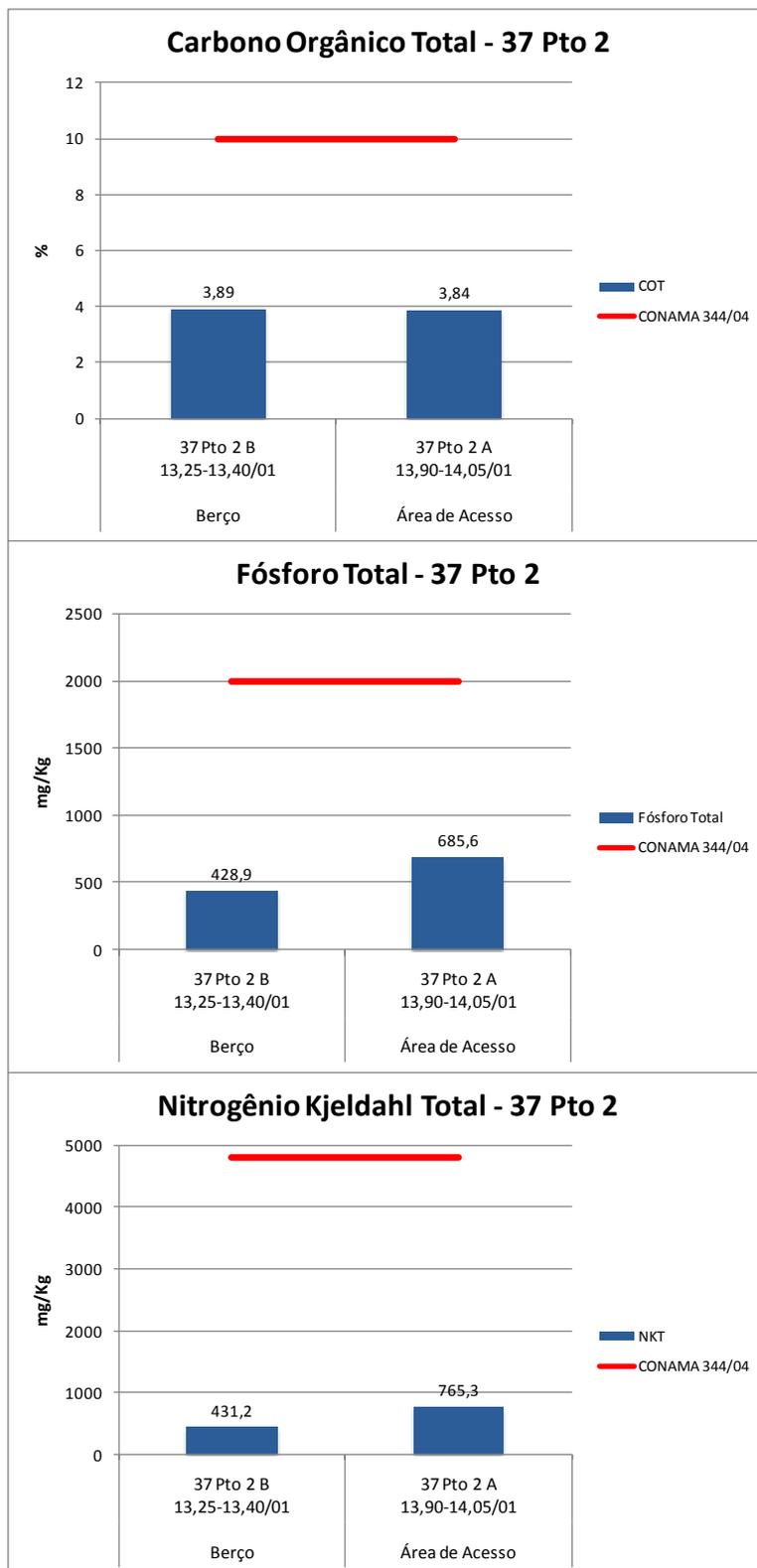


Figura 3.25-3. Concentrações de COT, fósforo total e NKT analisados nas amostras de sedimento de superfície coletadas no berço e acesso ao berço de atracação do Cais do Armazém 37 Pto 2.

C. Análise Ecotoxicológica

Teste de Toxicidade Aguda com *Leptocheirus plumulosus*

A análise Ecotoxicológica com o anfípoda *L. plumulosus* foi realizada com amostra de sedimento de superfície tanto do berço do Cais do Armazém 37 Pto 2 quanto da área de acesso ao berço de atracação.

Os parâmetros físicos e químicos, como pH, salinidade (‰) e oxigênio dissolvido (mg/L), medidos na água de interface no início e fim do teste de toxicidade aguda estão apresentados na Tabela 3.25-7. Já as análises de pH, salinidade (‰), oxigênio dissolvido (mg/L), temperatura (°C), nitrogênio amoniacal (mg/L) e amônia não ionizada (NH₃ - mg/L), efetuadas na água intersticial dos sedimentos no início e fim do teste, estão apresentados na Tabela 3.25-8.

Paralelamente aos testes com as amostras coletadas foi realizado um controle laboratorial. Os resultados obtidos para esse controle também se encontram nas tabelas a seguir.

Tabela 3.25-7. Parâmetros físicos e químicos medidos na água de interface, no início e fim do teste de toxicidade aguda com *L. plumulosus*, para as amostras de sedimento de superfície do berço e área de acesso ao berço do Cais do Armazém 37 Pto 2.

Amostra	pH		Salinidade (‰)		Oxigênio Dissolvido (mg/L)	
	Inicial	Final	Inicial	Final	Inicial	Final
Controle	7,64	7,88	20	22	5,62	6,58
37 Pto 2 Berço	7,75	8,09	21	22	5,60	6,36
37 Pto 2 Acesso	7,66	8,34	21	23	4,58	6,24

Tabela 3.25-8. Parâmetros físicos e químicos medidos na água intersticial, no início e fim do teste de toxicidade aguda com *L. plumulosus*, para as amostras de sedimento de superfície do berço e área de acesso ao berço do Cais do Armazém 37 Pto 2.

Amostra	pH		Salinidade (‰)		Oxigênio Dissolvido (mg/L)		Temperatura (°C)		Nitrogênio amoniacal (mg/L)		Amônia não ionizada (mg/L)	
	Inicial	Final	Inicial	Final	Inicial	Final	Inicial	Final	Inicial	Final	Inicial	Final
Controle	7,82	7,69	22	23	6,12	4,79	25,2	25,4	3,00	-	0,099	-
37 Pto 2 Berço	7,35	7,30	30	25	4,06	3,51	25,2	25,4	16,50	-	0,176	-
37 Pto 2 Acesso	7,52	7,43	33	26	4,39	3,70	25,2	25,4	19,00	-	0,297	-

A Tabela 3.25-9 apresenta os resultados do teste de toxicidade aguda com *L. plumulosus* nas amostras de sedimento de superfície do Cais do Armazém 37 Pto 2. Os valores obtidos estão dentro da faixa estabelecida para a aceitação dos resultados.

Tabela 3.25-9. Efeito tóxico observado nos testes de toxicidade aguda com *L. plumulosus* para as amostras de sedimento de superfície, do berço e área de acesso ao berço do Cais do Armazém 37 Pto 2, em cada réplica após o período de exposição.

Amostra	Réplica	Nº final de animais por réplica		Mortalidade total (%)	Resultado
		Mortos	Total		
Controle	1	3	20	7	-
	2	1	20		
	3	0	20		
37 Pto 2 Berço	1	7	20	18	Não Tóxico
	2	2	20		
	3	2	20		
37 Pto 2 Acesso	1	1	20	17	Não Tóxico
	2	5	20		
	3	4	20		

De acordo com o tratamento estatístico aplicado, foi verificado que as amostras de sedimento de superfície, do berço do Cais do Armazém 37 Pto 2 e da área de acesso ao berço de atracação, não apresentaram toxicidade aguda para *L. plumulosus*, em comparação com o controle, após 10 dias de exposição.

Quanto à concentração de amônia não ionizada da água intersticial no início do teste, o valor obtido foi inferior ao limite de 0,8 mg/L aceito para essa espécie (USEPA, 2001).

A sensibilidade dos indivíduos de *L. plumulosus* 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} ; 96h) e respectivo intervalo de confiança obtidos foram: 1,31 mg Zn/L (I.C.: 1,14 a 1,51 mg Zn/L). A carta-controle de sensibilidade desse sistema-teste, utilizando dados acumulados de vários testes, indica 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.

3.26. CAIS ALEMOA 01 (AL 01)

- **SUPERFÍCIE**

A. Granulometria

A composição granulométrica do sedimento de superfície amostrado no berço e acesso ao berço de atracação do Cais Alemoa 01 está apresentada na Figura 3.26-1, e na Tabela 3.26-1.

Os resultados granulométricos mostraram predominância das frações silte (51,4%) e argila (43,1%), no sedimento coletado no berço do Cais Alemoa 01, e em menores porcentagens foram encontradas as frações areia muito fina (3,86%), areia fina (0,81%) e areia média (0,5%). As frações areia grossa e areia muito grossa apresentaram valores abaixo de 0,10%.

No acesso ao berço de atracação a fração dominante foi o silte (82,8%), seguido pelas frações argila (12,7%), areia muito fina (2,69%), areia fina (0,584%) e areia média (0,794%). As frações areia grossa e areia muito grossa apresentaram valores abaixo de 0,10%.

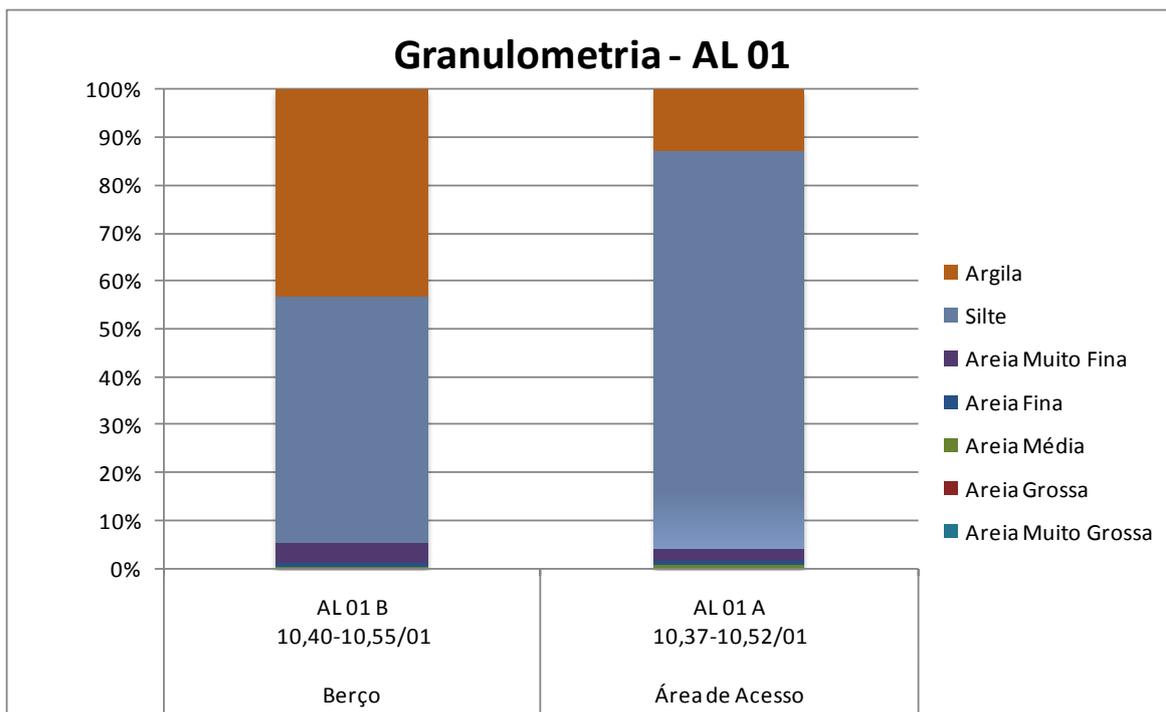


Figura 3.26-1. Composição granulométrica do sedimento de superfície do berço e área de acesso ao berço de atracação do Cais Alemoa 01.

Tabela 3.26-1. Composição granulométrica do sedimento de superfície do berço e área de acesso ao berço de atracação do Cais Alemoa 01.

Granulometria			
Fração	Unidade	Berço	Área de Acesso
		AL 01 B 10,40-10,55/01	AL 01 A 10,37-10,52/01
Argila	%	43,1	12,7
Silte	%	51,4	82,8
Areia Muito Fina	%	3,86	2,69
Areia Fina	%	0,81	0,584
Areia Média	%	0,5	0,794
Areia Grossa	%	<0,10	<0,10
Areia Muito Grossa	%	<0,10	<0,10
Areia Total	%	5,17	4,07

B. Parâmetros Químicos

Metais e Arsênio

Os resultados das análises dos metais nas amostras de sedimento de superfície coletadas no berço e acesso ao berço de atracação do Cais Alemoa 01 estão apresentados na Tabela 3.26-2.

Dentre os parâmetros químicos, analisados no sedimento de superfície, arsênio e cádmio registraram concentrações abaixo do limite de quantificação (<LQ) tanto no berço quanto na sua área de acesso.

Os metais chumbo, cobre, cromo, níquel e zinco foram quantificados nas amostras, de sedimento de superfície, coletadas tanto no berço quanto na sua área de acesso. Entretanto, nenhum destes elementos apresentou concentração acima do nível 1 da Resolução Conama 344/04 (Brasil, 2004).

O metal mercúrio apresentou concentração acima do nível 1, da referida Resolução, tanto no berço do Cais Alemoa 01 quanto na sua área de acesso. Entretanto, vale ressaltar que os valores encontrados, 0,313 e 0,311 mg/kg, no berço e área de acesso, respectivamente, ficaram mais próximos ao valor estabelecido como nível 1 (0,150 mg/kg) do que como nível 2 (0,710 mg/kg) da Resolução Conama 344/04 (Brasil, 2004).

A Figura 3.26-2 apresenta a concentração de alguns metais analisados no sedimento de superfície coletados no berço do Cais Alemoa 01 e na sua referida área de acesso.

Hidrocarbonetos Policíclicos Aromáticos (HPAs)

Todos os HPAs, coletados no berço do Cais Alemoa 01 e na sua área de acesso, apresentaram valores abaixo do limite de quantificação (<LQ) do método (Tabela 3.26-3).

Bifenilas Policloradas (PCBs)

Os PCBs totais apresentaram concentrações inferiores aos limites de quantificação do método, tanto no berço quanto na sua área de acesso, enquadrando-se, portanto, nos valores de referência estabelecidos pela Resolução Conama 344/04 (Brasil, 2004) (Tabela 3.26-4).

Pesticidas Organoclorados

Assim como para os PCBs totais, os pesticidas organoclorados apresentaram, tanto no berço quanto na sua área de acesso, concentrações inferiores aos limites de quantificação do método (Tabela 3.26-5). Nenhuma das amostras analisadas, portanto, apresentou-se fora dos limites estabelecidos pela resolução citada.

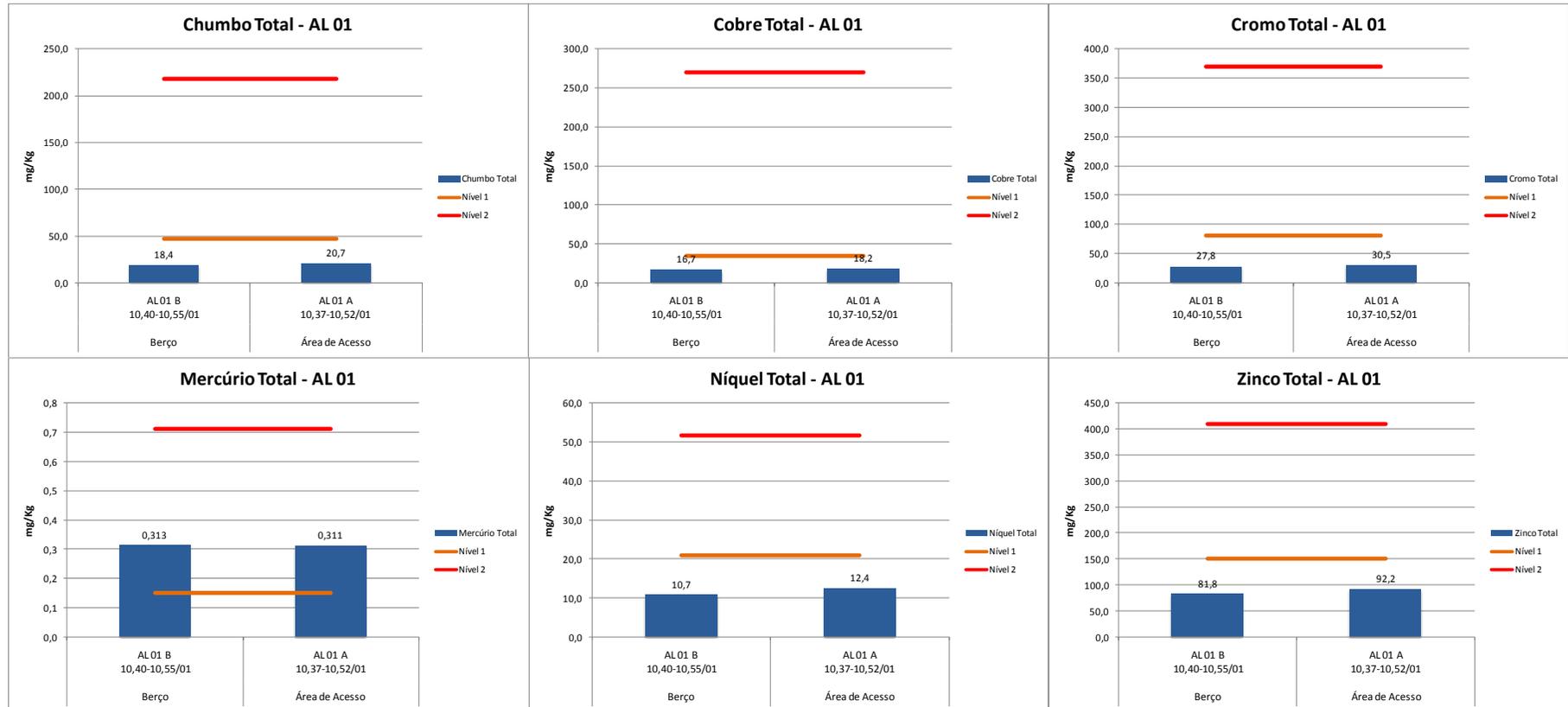


Figura 3.26-2. Concentração de alguns metais analisados nas amostras de sedimento de superfície coletadas no berço do Cais Alemoa 01 e na sua referida área de acesso.

Tabela 3.26-2. Concentrações de metais e arsênio total nas amostras de sedimento de superfície coletadas no berço e acesso ao berço de atracação do Cais Alemoa 01.

Metais e Arsênio					
Parâmetros	Unidade	Resolução CONAMA 344/04		Berço	Área de Acesso
		Nível 1	Nível 2	AL 01 B	AL 01 A
				10,40-10,55/01	10,37-10,52/01
Arsênio Total	mg/kg	8,2	70,0	< 1,18	< 1,46
Cádmio Total	mg/kg	1,2	9,6	< 0,784	< 0,977
Chumbo Total	mg/kg	46,7	218,0	18,4	20,7
Cobre Total	mg/kg	34,0	270,0	16,7	18,2
Cromo Total	mg/kg	81,0	370,0	27,8	30,5
Mercúrio Total	mg/kg	0,15	0,71	0,313	0,311
Níquel Total	mg/kg	20,9	51,6	10,7	12,4
Zinco Total	mg/kg	150,0	410,0	81,8	92,2

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

Tabela 3.26-3. Concentrações de HPAs nas amostras de sedimento de superfície coletadas no berço e acesso ao berço de atracação do Cais Alemoa 01.

Hidrocarbonetos Policíclicos Aromáticos ou HPAs					
Parâmetros	Unidade	Resolução CONAMA 344/04		Berço	Área de Acesso
		Nível 1	Nível 2	AL 01 B	AL 01 A
				10,40-10,55/01	10,37-10,52/01
Benzo(a)antraceno	µg/kg	74,8	693,0	< 9,40	< 11,72
Benzo(a)pireno	µg/kg	88,8	763,0	< 9,40	< 11,72
Criseno	µg/kg	108,0	846,0	< 9,40	< 11,72
Dibenzo(a,h)antraceno	µg/kg	6,2	135,0	< 9,40	< 11,72
Acenafteno	µg/kg	16,0	500,0	< 9,40	< 11,72
Acenaftileno	µg/kg	44,0	640,0	< 9,40	< 11,72
Antraceno	µg/kg	85,3	1100,0	< 9,40	< 11,72
Fenantreno	µg/kg	240,0	1500,0	< 9,40	< 11,72
Fluoranteno	µg/kg	600,0	5100,0	< 9,40	< 11,72
Fluoreno	µg/kg	19,0	540,0	< 9,40	< 11,72
2-Metilnaftaleno	µg/kg	70,0	670,0	< 9,40	< 11,72
Naftaleno	µg/kg	160,0	2100,0	< 9,40	< 11,72
Pireno	µg/kg	665,0	2600,0	< 9,40	< 11,72

Tabela 3.26-4. Concentrações de PCBs nas amostras de sedimento de superfície coletadas no berço e acesso ao berço de atracação do Cais Alemoa 01.

Bifenilas Policloradas ou PCBs					
Parâmetros	Unidade	Resolução CONAMA 344/04		Berço	Área de Acesso
		Nível 1	Nível 2	AL 01 B	AL 01 A
				10,40-10,55/01	10,37-10,52/01
Bifenilas Policloradas Totais	µg/kg	22,7	180	< 0,188	< 0,234

Tabela 3.26-5. Concentrações de Pesticidas Organoclorados nas amostras de sedimento de superfície coletadas no berço e acesso ao berço de atracação do Cais Alemoa 01.

Pesticidas Organoclorados					
Parâmetros	Unidade	Resolução		Berço	Área de Acesso
		CONAMA 344/04		AL 01 B	AL 01 A
		Nível 1	Nível 2	10,40-10,55/01	10,37-10,52/01
a-BHC	µg/kg	0,32	0,99	< 0,188	< 0,234
b-BHC	µg/kg	0,32	0,99	< 0,188	< 0,234
d-BHC	µg/kg	0,32	0,99	< 0,188	< 0,234
g-BHC	µg/kg	0,32	0,99	< 0,188	< 0,234
a-Clordano	µg/kg	2,26	4,79	< 0,188	< 0,234
g-Clordano	µg/kg	2,26	4,79	< 0,188	< 0,234
DDD	µg/kg	1,22	7,81	< 0,188	< 0,234
DDE	µg/kg	2,07	374	< 0,188	< 0,234
DDT	µg/kg	1,19	4,77	< 0,188	< 0,234
Dieldrin	µg/kg	0,71	4,3	< 0,188	< 0,234
Endrin	µg/kg	2,67	62,4	< 0,188	< 0,234

Outros Parâmetros

Os parâmetros carbono orgânico total (COT), fósforo total e nitrogênio kjeldahl total (NKT) foram quantificados nas amostras de sedimento de superfície, tanto no berço quanto na área de acesso ao berço de atracação, entretanto apresentaram concentrações abaixo do valor alerta estabelecido pela Resolução Conama 344/04 (Brasil, 2004) (Tabela 3.26-6).

A Figura 3.26-3 apresenta a concentração de COT, fósforo total e NKT analisados no sedimento de superfície coletados no berço do Cais Alemoa 01 e na sua referida área de acesso.

Tabela 3.26-6. Concentrações de COT, fósforo total e NKT nas amostras de sedimento coletadas no berço e acesso ao berço de atracação do Cais Alemoa 01.

Outros Parâmetros					
Parâmetros	Unidade	Resolução	Berço	Área de Acesso	
			CONAMA 344/04		AL 01 A
			AL 01 B	AL 01 A	
			10,40-10,55/01	10,37-10,52/01	
Carbono Orgânico Total	%	10	5,42	5,87	
Fósforo Total	mg/kg	2000	645,3	687,6	
Nitrogênio Kjeldahl Total	mg/kg	4800	887,9	1004,1	

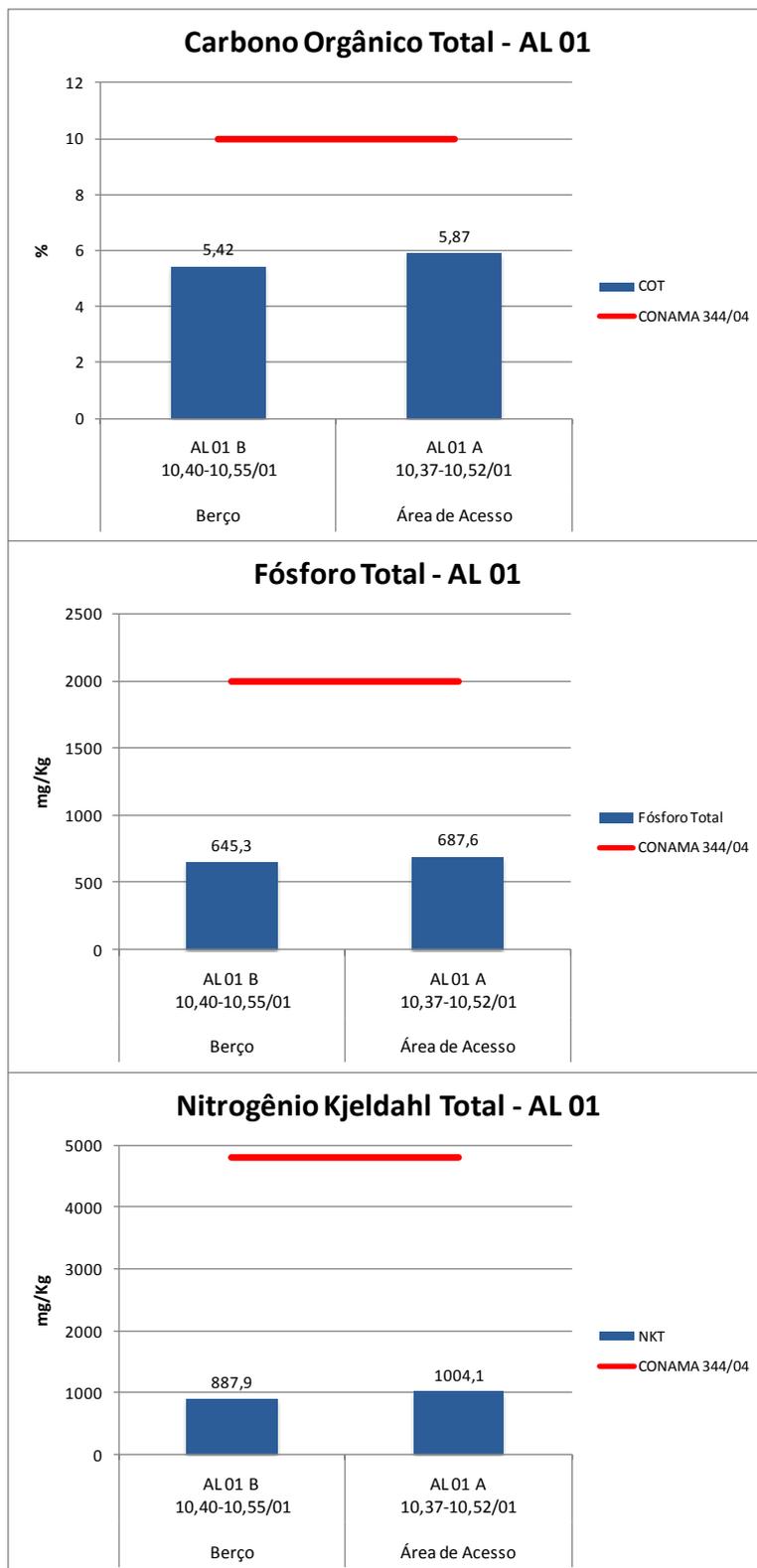


Figura 3.26-3. Concentrações de COT, fósforo total e NKT analisados nas amostras de sedimento de superfície coletadas no berço e acesso ao berço de atracação do Cais Alemoa 01.

C. Análise Ecotoxicológica

Teste de Toxicidade Aguda com *Leptocheirus plumulosus*

A análise Ecotoxicológica com o anfípoda *L. plumulosus* foi realizada com amostra de sedimento de superfície tanto do berço do Cais Alemoa 01 quanto da área de acesso ao berço de atracação.

Os parâmetros físicos e químicos, como pH, salinidade (‰) e oxigênio dissolvido (mg/L), medidos na água de interface no início e fim do teste de toxicidade aguda estão apresentados na Tabela 3.26-7. Já as análises de pH, salinidade (‰), oxigênio dissolvido (mg/L), temperatura (°C), nitrogênio amoniacal (mg/L) e amônia não ionizada (NH₃ - mg/L), efetuadas na água intersticial dos sedimentos no início e fim do teste, estão apresentados na Tabela 3.26-8.

Paralelamente aos testes com as amostras coletadas foi realizado um controle laboratorial. Os resultados obtidos para esse controle também se encontram nas tabelas a seguir.

Tabela 3.26-7. Parâmetros físicos e químicos medidos na água de interface, no início e fim do teste de toxicidade aguda com *L. plumulosus*, para as amostras de sedimento de superfície do berço e área de acesso ao berço do Cais Alemoa 01.

Amostra	pH		Salinidade (‰)		Oxigênio Dissolvido (mg/L)	
	Inicial	Final	Inicial	Final	Inicial	Final
Controle	7,70	8,05	20	21	6,11	6,17
AL 01 Berço	7,86	8,23	21	21	4,92	6,12
AL 01 Acesso	7,93	8,35	21	21	4,76	6,12

Tabela 3.26-8. Parâmetros físicos e químicos medidos na água intersticial, no início e fim do teste de toxicidade aguda com *L. plumulosus*, para as amostras de sedimento de superfície do berço e área de acesso ao berço do Cais Alemoa 01.

Amostra	pH		Salinidade (‰)		Oxigênio Dissolvido (mg/L)		Temperatura (°C)		Nitrogênio amoniacal (mg/L)		Amônia não ionizada (mg/L)	
	Inicial	Final	Inicial	Final	Inicial	Final	Inicial	Final	Inicial	Final	Inicial	Final
Controle	7,88	7,90	26	24	5,29	4,62	24,6	24,8	3,50	-	0,120	-
AL 01 Berço	7,80	7,87	32	24	4,44	4,82	24,6	24,8	30,00	-	0,845	-
AL 01 Acesso	7,79	7,88	31	24	4,70	4,82	24,6	24,8	24,00	-	0,661	-

A Tabela 3.26-9 apresenta os resultados do teste de toxicidade aguda com *L. plumulosus* nas amostras de sedimento de superfície do Cais Alemoa 01. Os valores obtidos estão dentro da faixa estabelecida para a aceitação dos resultados.

Tabela 3.26-9. Efeito tóxico observado nos testes de toxicidade aguda com *L. plumulosus* para as amostras de sedimento de superfície, do berço e área de acesso ao berço do Cais Alemoa 01, em cada réplica após o período de exposição.

Amostra	Réplica	Nº final de animais por réplica		Mortalidade total (%)	Resultado
		Mortos	Total		
Controle	1	0	20	2	-
	2	0	20		
	3	1	20		
AL 01 Berço	1	0	20	2	Não Tóxico
	2	0	20		
	3	1	20		
AL 01 Acesso	1	0	20	3	Não Tóxico
	2	1	20		
	3	1	20		

De acordo com o tratamento estatístico aplicado, foi verificado que as amostras de sedimento de superfície, do berço do Cais Alemoa 01 e da área de acesso ao berço de atracação, não apresentaram toxicidade aguda para *L. plumulosus*, em comparação com o controle, após 10 dias de exposição.

Quanto à concentração de amônia não ionizada da água intersticial no início do teste, o valor da amostra de sedimento de superfície do berço esteve acima do limite de 0,8 mg/L que, isoladamente, pode causar efeito tóxico para *Leptocheirus plumulosus* (USEPA, 2001), entretanto, tal efeito não foi observado.

A sensibilidade dos indivíduos de *L. plumulosus* 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} ; 96h) e respectivo intervalo de confiança obtidos foram: 0,71 mg Zn/L (I.C.: 0,62 a 0,81 mg Zn/L). A carta-controle de sensibilidade desse sistema-teste, utilizando dados acumulados de vários testes, indica 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.

- **COTA DE PROJETO**

- Berço: 12,70 metros
 - Amostra: AL 01 B 12,40-12,90/02
- Acesso: 12,70 metros
 - Amostra: AL 01 A 12,20-12,70/02

A. Granulometria

A composição granulométrica do sedimento da cota de projeto amostrado no berço (AL 01 B 12,40-12,90/02) e acesso (AL 01 A 12,20-12,70/02) ao berço de atracação do Cais Alemoa 01 está apresentada na Figura 3.26-4, e na Tabela 3.26-10.

Os resultados granulométricos mostraram dominância da fração silte (76,1%), no sedimento coletado no berço, e em menores porcentagens foram encontradas as frações argila (12,8%), areia muito fina (11,8%) e areia fina (0,925%). As frações areia média, areia grossa e areia muito grossa apresentaram valores abaixo de 0,10%.

No acesso ao berço de atracação as frações predominantes foram silte (57,5%) e argila (28,0%), seguido pelas frações areia muito fina (12,9%), areia fina (1,31%), areia média (0,131%) e areia grossa (0,118%). A fração areia muito grossa apresentou valor abaixo de 0,10%.

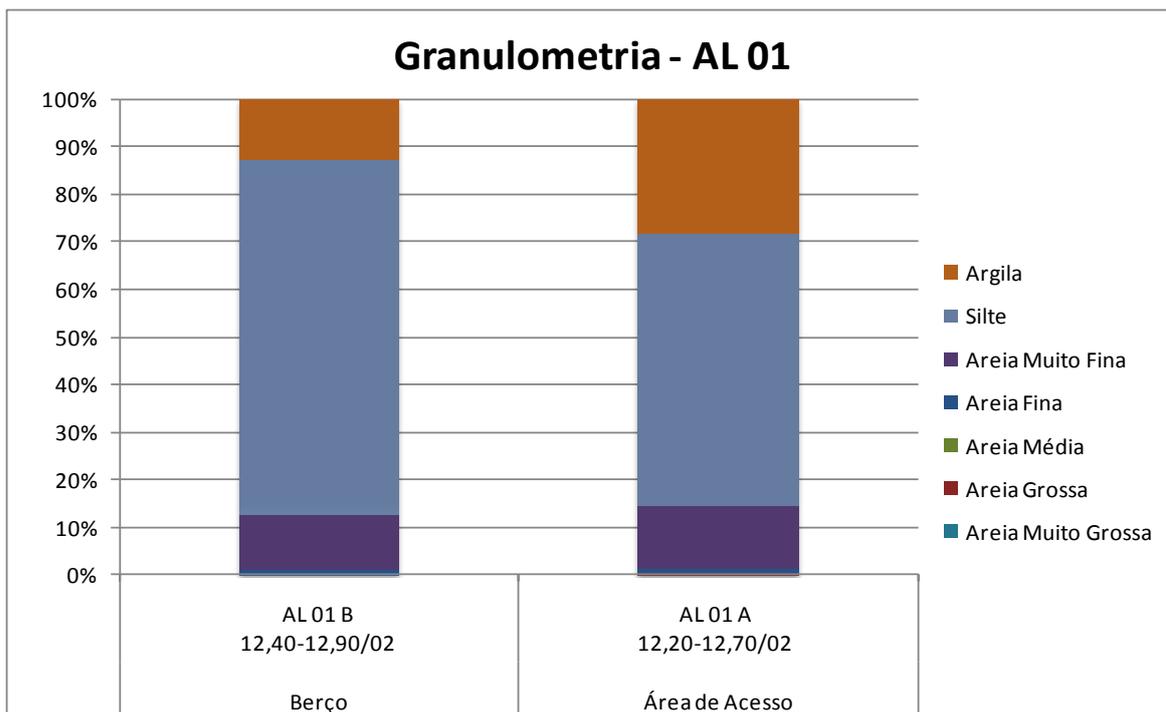


Figura 3.26-4. Composição granulométrica do sedimento da cota de projeto, coletado no berço e área de acesso ao berço de atracação do Cais Alemoa 01.

Tabela 3.26-10. Composição granulométrica do sedimento da cota de projeto, coletado no berço e da área de acesso ao berço de atracação do Cais Alemoa 01.

Granulometria			
Fração	Unidade	Berço	Área de Acesso
		AL 01 B 12,40-12,90/02	AL 01 A 12,20-12,70/02
Argila	%	12,8	28
Silte	%	76,1	57,5
Areia Muito Fina	%	11,8	12,9
Areia Fina	%	0,925	1,31
Areia Média	%	< 0,10	0,131
Areia Grossa	%	< 0,10	0,118
Areia Muito Grossa	%	< 0,10	< 0,10
Areia Total	%	12,8	14,4

B. Parâmetros Químicos

Metais e Arsênio

Os resultados das análises dos metais nas amostras de sedimento da cota de projeto, coletadas no berço e acesso ao berço de atracação do Cais Alemoa 01 estão apresentados na Tabela 3.26-11.

Dentre os parâmetros químicos analisados no sedimento, arsênio e cádmio registraram concentrações abaixo do limite de quantificação (<LQ) tanto no berço quanto na sua área de acesso.

O metal mercúrio apresentou concentração acima do nível 1 (0,150 mg/kg), estabelecido pela Resolução Conama 344/04 (Brasil, 2004), tanto no berço do Cais Alemoa 01 quanto na sua área de acesso.

Os metais chumbo, cobre, cromo, níquel e zinco foram quantificados nas amostras, tanto do berço quanto da sua área de acesso, entretanto, nenhum destes elementos apresentou concentração acima do nível 1 da Resolução Conama 344/04 (Brasil, 2004).

A Figura 3.26-5 apresenta a concentração de alguns metais analisados no sedimento da cota de projeto, coletados no berço do Cais Alemoa 01 e na sua referida área de acesso.

Hidrocarbonetos Policíclicos Aromáticos (HPAs)

A maioria dos HPAs, analisados na amostra de sedimento da cota de projeto do berço, e todos os HPAs da amostra da cota de projeto da área de acesso apresentaram concentrações abaixo do limite de quantificação, com exceção do parâmetro Benzo(a)antraceno, Benzo(a)pireno, Criseno, Fluoranteno e Pireno. Estes HPAs foram quantificados no sedimento do berço com concentrações inferiores ao valor alerta (nível 1) estabelecido pela Resolução Conama 344/04 (Brasil, 2004) (Tabela 3.26-12).

Bifenilas Policloradas (PCBs)

Os PCBs totais apresentaram concentrações inferiores aos limites de quantificação do método, tanto no berço quanto na sua área de acesso, enquadrando-se, portanto, nos valores de referência estabelecidos pela Resolução Conama 344/04 (Brasil, 2004) (Tabela 3.26-13).

Pesticidas Organoclorados

Assim como para os PCBs totais, os pesticidas organoclorados apresentaram, tanto no berço quanto na sua área de acesso, concentrações inferiores aos limites de quantificação do método (Tabela 3.26-14). Nenhuma das amostras analisadas, portanto, apresentou-se fora dos limites estabelecidos pela resolução citada.

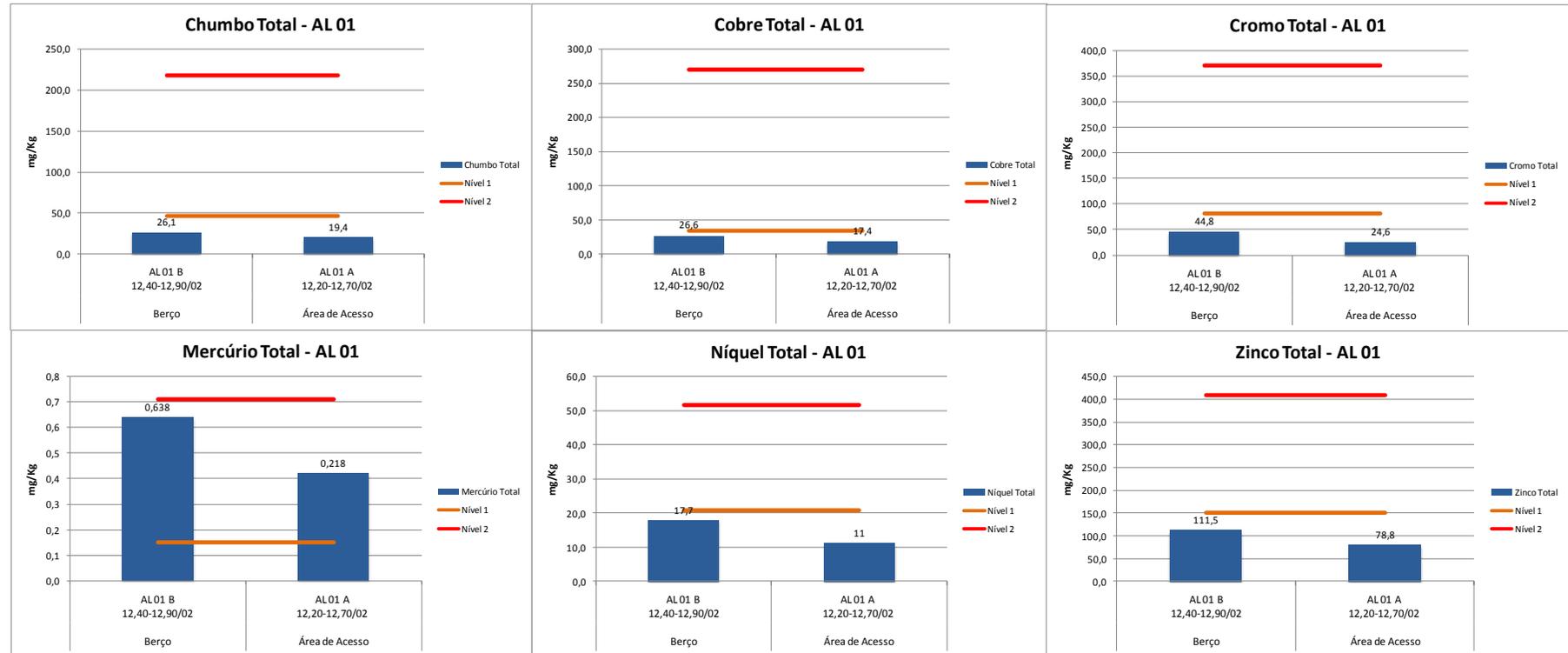


Figura 3.26-5. Concentração de alguns metais analisados nas amostras de sedimento da cota de projeto coletadas no berço do Cais Alemoa 01 e na sua referida área de acesso.

Tabela 3.26-11. Concentrações de metais e arsênio total nas amostras de sedimento da cota de projeto coletadas no berço e acesso ao berço de atracação do Cais Alemoa 01.

Metais e Arsênio					
Parâmetros	Unidade	Resolução CONAMA 344/04		Berço	Área de Acesso
		Nível 1	Nível 2	AL 01 B	AL 01 A
				12,40-12,90/02	12,20-12,70/02
Arsênio Total	mg/kg	8,2	70,0	< 1,05	< 0,830
Cádmio Total	mg/kg	1,2	9,6	< 0,698	< 0,553
Chumbo Total	mg/kg	46,7	218,0	26,1	19,4
Cobre Total	mg/kg	34,0	270,0	26,6	17,4
Cromo Total	mg/kg	81,0	370,0	44,8	24,6
Mercúrio Total	mg/kg	0,15	0,71	0,638	0,418
Níquel Total	mg/kg	20,9	51,6	17,7	11
Zinco Total	mg/kg	150,0	410,0	111,5	78,8

Legenda: Valor Entre Nível 1 e Nível 2.

Valor Acima do Nível 2.

Tabela 3.26-12. Concentrações de HPAs nas amostras de sedimento da cota de projeto coletadas no berço e acesso ao berço de atracação do Cais Alemoa 01.

Hidrocarbonetos Policíclicos Aromáticos ou HPAs					
Parâmetros	Unidade	Resolução CONAMA 344/04		Berço	Área de Acesso
		Nível 1	Nível 2	AL 01 B	AL 01 A
				12,40-12,90/02	12,20-12,70/02
Benzo(a)antraceno	µg/kg	74,8	693,0	15,95	< 6,64
Benzo(a)pireno	µg/kg	88,8	763,0	11,32	< 6,64
Criseno	µg/kg	108,0	846,0	9,98	< 6,64
Dibenzo(a,h)antraceno	µg/kg	6,2	135,0	< 8,38	< 6,64
Acenafteno	µg/kg	16,0	500,0	< 8,38	< 6,64
Acenaftileno	µg/kg	44,0	640,0	< 8,38	< 6,64
Antraceno	µg/kg	85,3	1100,0	< 8,38	< 6,64
Fenantreno	µg/kg	240,0	1500,0	< 8,38	< 6,64
Fluoranteno	µg/kg	600,0	5100,0	24,43	< 6,64
Fluoreno	µg/kg	19,0	540,0	< 8,38	< 6,64
2-Metilnaftaleno	µg/kg	70,0	670,0	< 8,38	< 6,64
Naftaleno	µg/kg	160,0	2100,0	< 8,38	< 6,64
Pireno	µg/kg	665,0	2600,0	14,98	< 6,64

Tabela 3.26-13. Concentrações de PCBs nas amostras de sedimento da cota de projeto coletadas no berço e acesso ao berço de atracação do Cais Alemoa 01.

Bifenilas Policloradas ou PCBs					
Parâmetros	Unidade	Resolução CONAMA 344/04		Berço	Área de Acesso
		Nível 1	Nível 2	AL 01 B	AL 01 A
				12,40-12,90/02	12,20-12,70/02
Bifenilas Policloradas Totais	µg/kg	22,7	180	< 0,168	< 0,1327

Tabela 3.26-14. Concentrações de Pesticidas Organoclorados nas amostras da cota de projeto de superfície coletadas no berço e acesso ao berço de atracação do Cais Alemoa 01.

Pesticidas Organoclorados					
Parâmetros	Unidade	Resolução		Berço	Área de Acesso
		CONAMA 344/04		AL 01 B	AL 01 A
		Nível 1	Nível 2	12,40-12,90/02	12,20-12,70/02
a-BHC	µg/kg	0,32	0,99	< 0,168	< 0,133
b-BHC	µg/kg	0,32	0,99	< 0,168	< 0,133
d-BHC	µg/kg	0,32	0,99	< 0,168	< 0,133
g-BHC	µg/kg	0,32	0,99	< 0,168	< 0,133
a-Clordano	µg/kg	2,26	4,79	< 0,168	< 0,133
g-Clordano	µg/kg	2,26	4,79	< 0,168	< 0,133
DDD	µg/kg	1,22	7,81	< 0,168	< 0,133
DDE	µg/kg	2,07	374	< 0,168	< 0,133
DDT	µg/kg	1,19	4,77	< 0,168	< 0,133
Dieldrin	µg/kg	0,71	4,3	< 0,168	< 0,133
Endrin	µg/kg	2,67	62,4	< 0,168	< 0,133

Outros Parâmetros

Os parâmetros carbono orgânico total (COT), fósforo total e nitrogênio kjeldahl total (NKT) foram quantificados nas amostras de sedimento da cota de projeto, tanto do berço quanto da área de acesso, entretanto apresentaram concentrações abaixo do valor alerta estabelecido pela Resolução Conama 344/04 (Brasil, 2004) (Tabela 3.26-15).

A Figura 3.26-6 apresenta a concentração de COT, fósforo total e NKT analisados no sedimento da cota de projeto coletados no berço do Cais Alemoa 01 e na sua referida área de acesso.

Tabela 3.26-15. Concentrações de COT, fósforo total e NKT nas amostras da cota de projeto coletadas no berço e acesso ao berço de atracação do Cais Alemoa 01.

Outros Parâmetros					
Parâmetros	Unidade	Resolução	Berço	Área de Acesso	
			CONAMA 344/04		AL 01 A
					12,20-12,70/02
Carbono Orgânico Total	%	10	5,26	4,62	
Fósforo Total	mg/kg	2000	1203,9	922,6	
Nitrogênio Kjeldahl Total	mg/kg	4800	698,6	686,7	

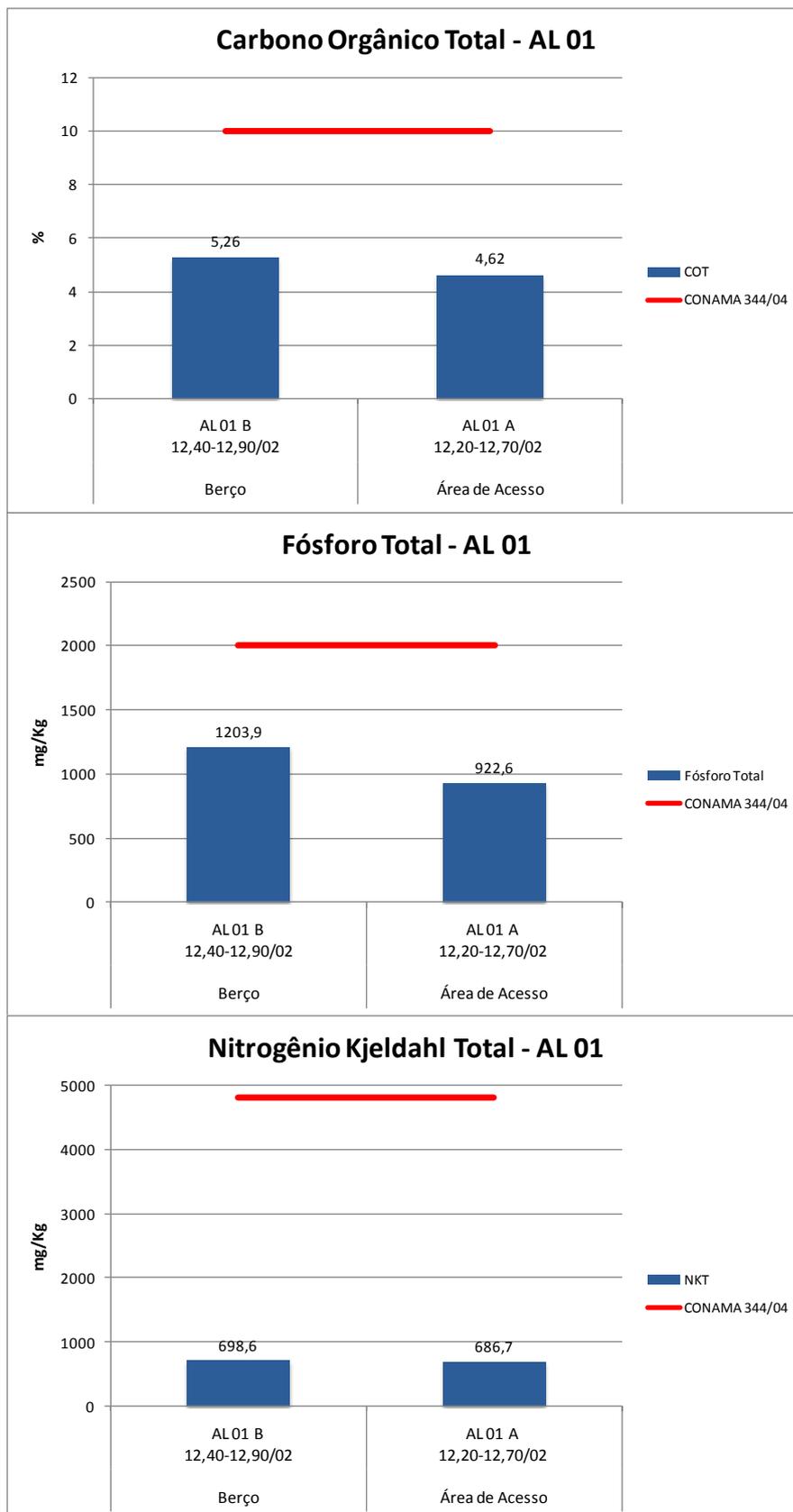


Figura 3.26-6. Concentrações de COT, fósforo total e NKT analisados nas amostras de sedimento da cota de projeto coletadas no berço e acesso ao berço de atracação do Cais Alemoa 01.

3.27. CAIS ALEMOA 02 (AL 02)

- **SUPERFÍCIE**

A. Granulometria

A composição granulométrica do sedimento de superfície amostrado no berço e acesso ao berço de atracação do Cais Alemoa 02 está apresentada na Figura 3.27-1, e na Tabela 3.27-1.

Os resultados granulométricos mostraram dominância da fração silte (81,1%), no sedimento coletado no berço do Cais Alemoa 02, e em menores porcentagens foram encontradas as frações argila (9,58%), areia muito fina (8,46%) e areia fina (0,697%). As frações areia grossa e areia muito grossa apresentaram valores abaixo de 0,10%.

No acesso ao berço de atracação a fração dominante foi o silte (85,4%), seguido pelas frações argila (11,1%), areia muito fina (3,3%) e areia fina (0,128%). As frações areia média, areia grossa e areia muito grossa apresentaram valores abaixo de 0,10%.

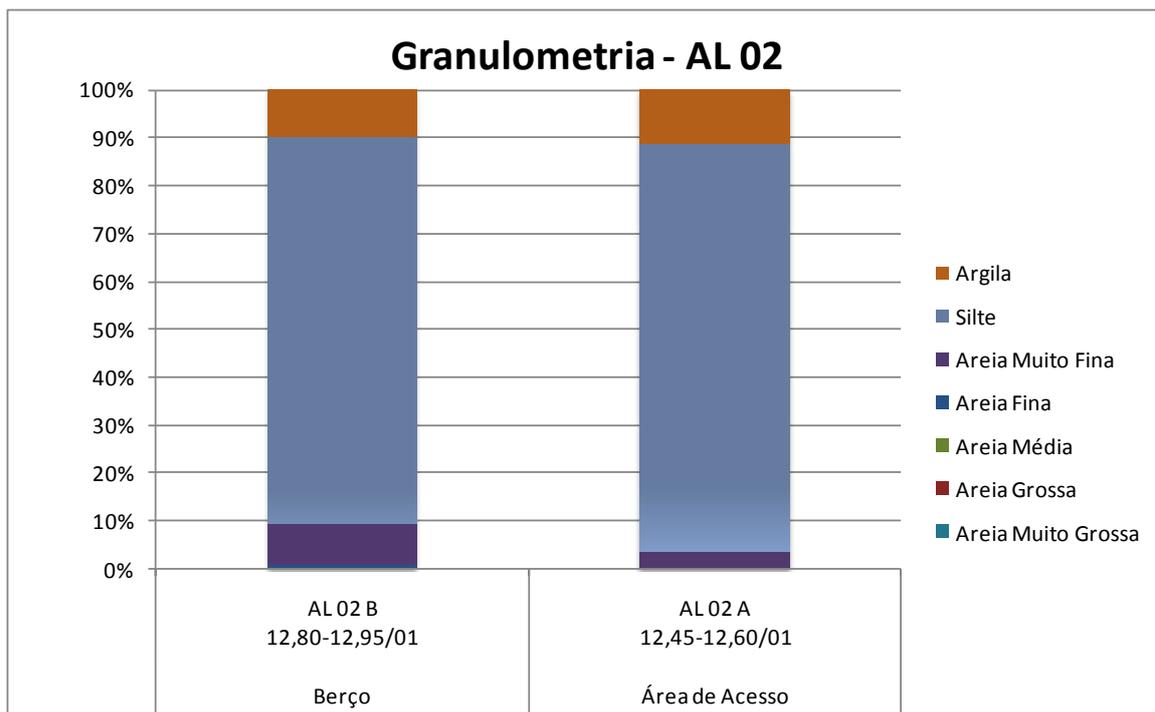


Figura 3.27-1. Composição granulométrica do sedimento de superfície do berço e área de acesso ao berço de atracação do Cais Alemoa 02.

Tabela 3.27-1. Composição granulométrica do sedimento de superfície do berço e área de acesso ao berço de atracação do Cais Alemoa 02.

Granulometria			
Fração	Unidade	Berço	Área de Acesso
		AL 02 B 12,80-12,95/01	AL 02 A 12,45-12,60/01
Argila	%	9,58	11,1
Silte	%	81,1	85,4
Areia Muito Fina	%	8,46	3,3
Areia Fina	%	0,697	0,128
Areia Média	%	0,164	<0,10
Areia Grossa	%	<0,10	<0,10
Areia Muito Grossa	%	<0,10	<0,10
Areia Total	%	9,32	3,48

B. Parâmetros Químicos

Metais e Arsênio

Os resultados das análises dos metais nas amostras de sedimento de superfície coletadas no berço e acesso ao berço de atracação do Cais Alemoa 02 estão apresentados na Tabela 3.27-2.

Dentre os parâmetros químicos, analisados no sedimento de superfície, arsênio e cádmio registraram concentrações abaixo do limite de quantificação (<LQ) tanto no berço quanto na sua área de acesso.

Os metais chumbo, cobre, cromo, níquel e zinco foram quantificados nas amostras, de sedimento de superfície, coletadas tanto no berço quanto na sua área de acesso. Entretanto, nenhum destes elementos apresentou concentração acima do nível 1 da Resolução Conama 344/04 (Brasil, 2004).

O metal mercúrio apresentou concentração acima do nível 1, da referida Resolução, tanto no berço do Cais Alemoa 02 quanto na sua área de acesso. Entretanto, vale ressaltar que os valores encontrados, 0,252 e 0,270 mg/kg, no berço e área de acesso, respectivamente, ficaram mais próximos ao valor estabelecido como nível 1 (0,150 mg/kg) do que do nível 2 (0,710 mg/kg) da Resolução Conama 344/04 (Brasil, 2004).

A Figura 3.27-2 apresenta a concentração de alguns metais analisados no sedimento de superfície coletados no berço do Cais Alemoa 02 e na sua referida área de acesso.

Hidrocarbonetos Policíclicos Aromáticos (HPAs)

Todos os HPAs, coletados no berço do Cais Alemoa 02 e na sua área de acesso, apresentaram valores abaixo do limite de quantificação (<LQ) do método (Tabela 3.27-3).

Bifenilas Policloradas (PCBs)

Os PCBs totais apresentaram concentrações inferiores aos limites de quantificação do método, tanto no berço quanto na sua área de acesso, enquadrando-se, portanto, nos valores de referência estabelecidos pela Resolução Conama 344/04 (Brasil, 2004) (Tabela 3.27-4).

Pesticidas Organoclorados

Assim como para os PCBs totais, os pesticidas organoclorados apresentaram, tanto no berço quanto na sua área de acesso, concentrações inferiores aos limites de quantificação do método (Tabela 3.27-5). Nenhuma das amostras analisadas, portanto, apresentou-se fora dos limites estabelecidos pela resolução citada.

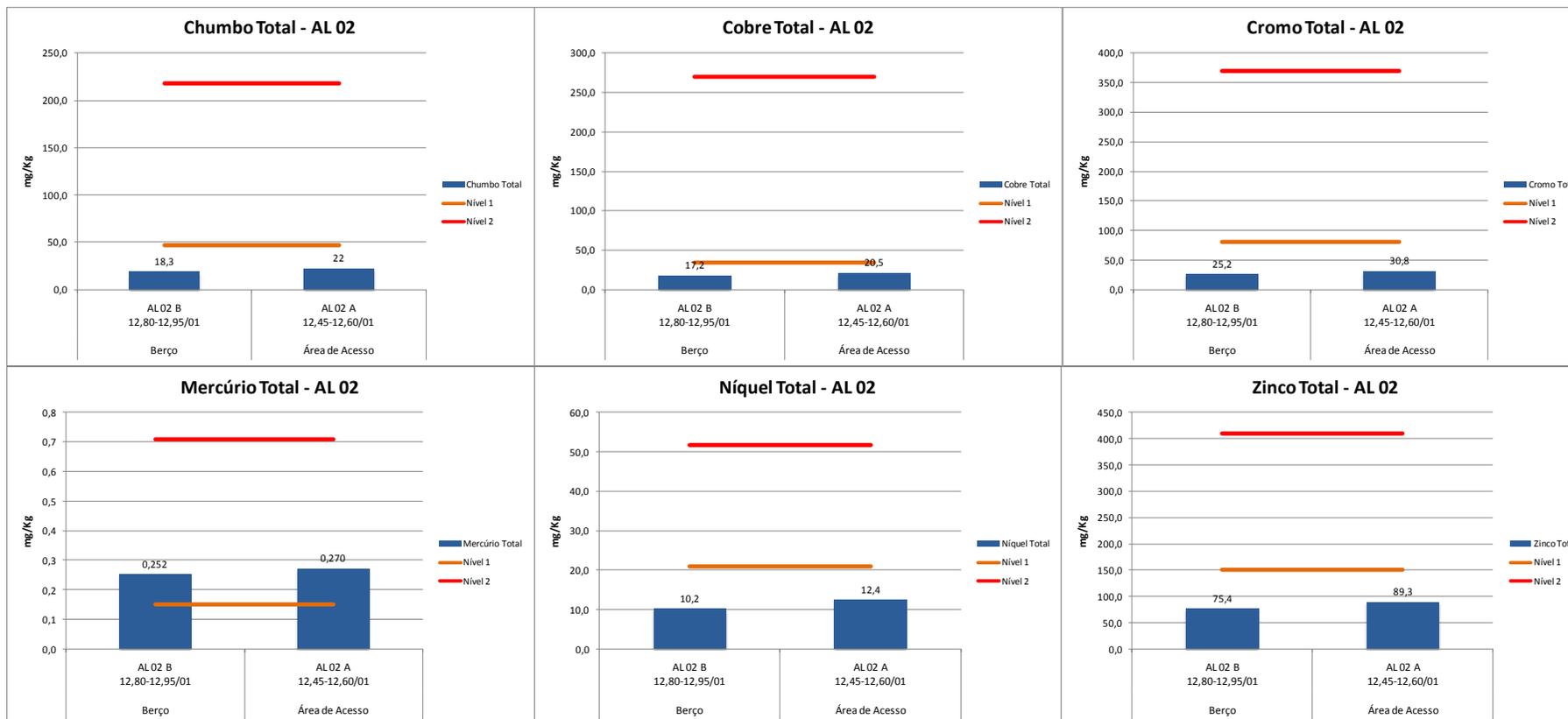


Figura 3.27-2. Concentração de alguns metais analisados nas amostras de sedimento de superfície coletadas no berço do Cais Alemoa 02 e na sua referida área de acesso.

Tabela 3.27-2. Concentrações de metais e arsênio total nas amostras de sedimento de superfície coletadas no berço e acesso ao berço de atracação do Cais Alemoa 02.

Metais e Arsênio					
Parâmetros	Unidade	Resolução		Berço	Área de Acesso
		CONAMA 344/04		AL 02 B	AL 02 A
		Nível 1	Nível 2	12,80-12,95/01	12,45-12,60/01
Arsênio Total	mg/kg	8,2	70,0	< 1,28	< 1,32
Cádmio Total	mg/kg	1,2	9,6	< 0,856	< 0,880
Chumbo Total	mg/kg	46,7	218,0	18,3	22
Cobre Total	mg/kg	34,0	270,0	17,2	20,5
Cromo Total	mg/kg	81,0	370,0	25,2	30,8
Mercurio Total	mg/kg	0,15	0,71	0,252	0,270
Níquel Total	mg/kg	20,9	51,6	10,2	12,4
Zinco Total	mg/kg	150,0	410,0	75,4	89,3

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

Tabela 3.27-3. Concentrações de HPAs nas amostras de sedimento de superfície coletadas no berço e acesso ao berço de atracação do Cais Alemoa 02.

Hidrocarbonetos Policíclicos Aromáticos ou HPAs					
Parâmetros	Unidade	Resolução		Berço	Área de Acesso
		CONAMA 344/04		AL 02 B	AL 02 A
		Nível 1	Nível 2	12,80-12,95/01	12,45-12,60/01
Benzo(a)antraceno	µg/kg	74,8	693,0	< 10,27	< 10,56
Benzo(a)pireno	µg/kg	88,8	763,0	< 10,27	< 10,56
Criseno	µg/kg	108,0	846,0	< 10,27	< 10,56
Dibenzo(a,h)antraceno	µg/kg	6,2	135,0	< 10,27	< 10,56
Acenafteno	µg/kg	16,0	500,0	< 10,27	< 10,56
Acenaftileno	µg/kg	44,0	640,0	< 10,27	< 10,56
Antraceno	µg/kg	85,3	1100,0	< 10,27	< 10,56
Fenantreno	µg/kg	240,0	1500,0	< 10,27	< 10,56
Fluoranteno	µg/kg	600,0	5100,0	< 10,27	< 10,56
Fluoreno	µg/kg	19,0	540,0	< 10,27	< 10,56
2-Metilnaftaleno	µg/kg	70,0	670,0	< 10,27	< 10,56
Naftaleno	µg/kg	160,0	2100,0	< 10,27	< 10,56
Pireno	µg/kg	665,0	2600,0	< 10,27	< 10,56

Tabela 3.27-4. Concentrações de PCBs nas amostras de sedimento de superfície coletadas no berço e acesso ao berço de atracação do Cais Alemoa 02.

Bifenilas Policloradas ou PCBs					
Parâmetros	Unidade	Resolução		Berço	Área de Acesso
		CONAMA 344/04		AL 02 B	AL 02 A
		Nível 1	Nível 2	12,80-12,95/01	12,45-12,60/01
Bifenilas Policloradas Totais	µg/kg	22,7	180	< 0,205	< 0,211

Tabela 3.27-5. Concentrações de Pesticidas Organoclorados nas amostras de sedimento de superfície coletadas no berço e acesso ao berço de atracação do Cais Alemoa 02.

Pesticidas Organoclorados					
Parâmetros	Unidade	Resolução		Berço	Área de Acesso
		CONAMA 344/04		AL 02 B	AL 02 A
		Nível 1	Nível 2	12,80-12,95/01	12,45-12,60/01
a-BHC	µg/kg	0,32	0,99	< 0,205	< 0,211
b-BHC	µg/kg	0,32	0,99	< 0,205	< 0,211
d-BHC	µg/kg	0,32	0,99	< 0,205	< 0,211
g-BHC	µg/kg	0,32	0,99	< 0,205	< 0,211
a-Clordano	µg/kg	2,26	4,79	< 0,205	< 0,211
g-Clordano	µg/kg	2,26	4,79	< 0,205	< 0,211
DDD	µg/kg	1,22	7,81	< 0,205	< 0,211
DDE	µg/kg	2,07	374	< 0,205	< 0,211
DDT	µg/kg	1,19	4,77	< 0,205	< 0,211
Dieldrin	µg/kg	0,71	4,3	< 0,205	< 0,211
Endrin	µg/kg	2,67	62,4	< 0,205	< 0,211

Outros Parâmetros

Os parâmetros carbono orgânico total (COT), fósforo total e nitrogênio kjeldahl total (NKT) foram quantificados nas amostras de sedimento de superfície, tanto no berço quanto na área de acesso ao berço de atracação, entretanto apresentaram concentrações abaixo do valor alerta estabelecido pela Resolução Conama 344/04 (Brasil, 2004) (Tabela 3.27-6).

A Figura 3.27-3 apresenta a concentração de COT, fósforo total e NKT analisados no sedimento de superfície coletados no berço do Cais Alemoa 02 e na sua referida área de acesso.

Tabela 3.27-6. Concentrações de COT, fósforo total e NKT nas amostras de sedimento coletadas no berço e acesso ao berço de atracação do Cais Alemoa 02.

Outros Parâmetros						
Parâmetros	Unidade	Resolução	Berço	Área de Acesso		
			CONAMA 344/04		AL 02 B	AL 02 A
					12,80-12,95/01	12,45-12,60/01
Carbono Orgânico Total	%	10	6,12	4,67		
Fósforo Total	mg/kg	2000	669	749,1		
Nitrogênio Kjeldahl Total	mg/kg	4800	936,4	1024,4		

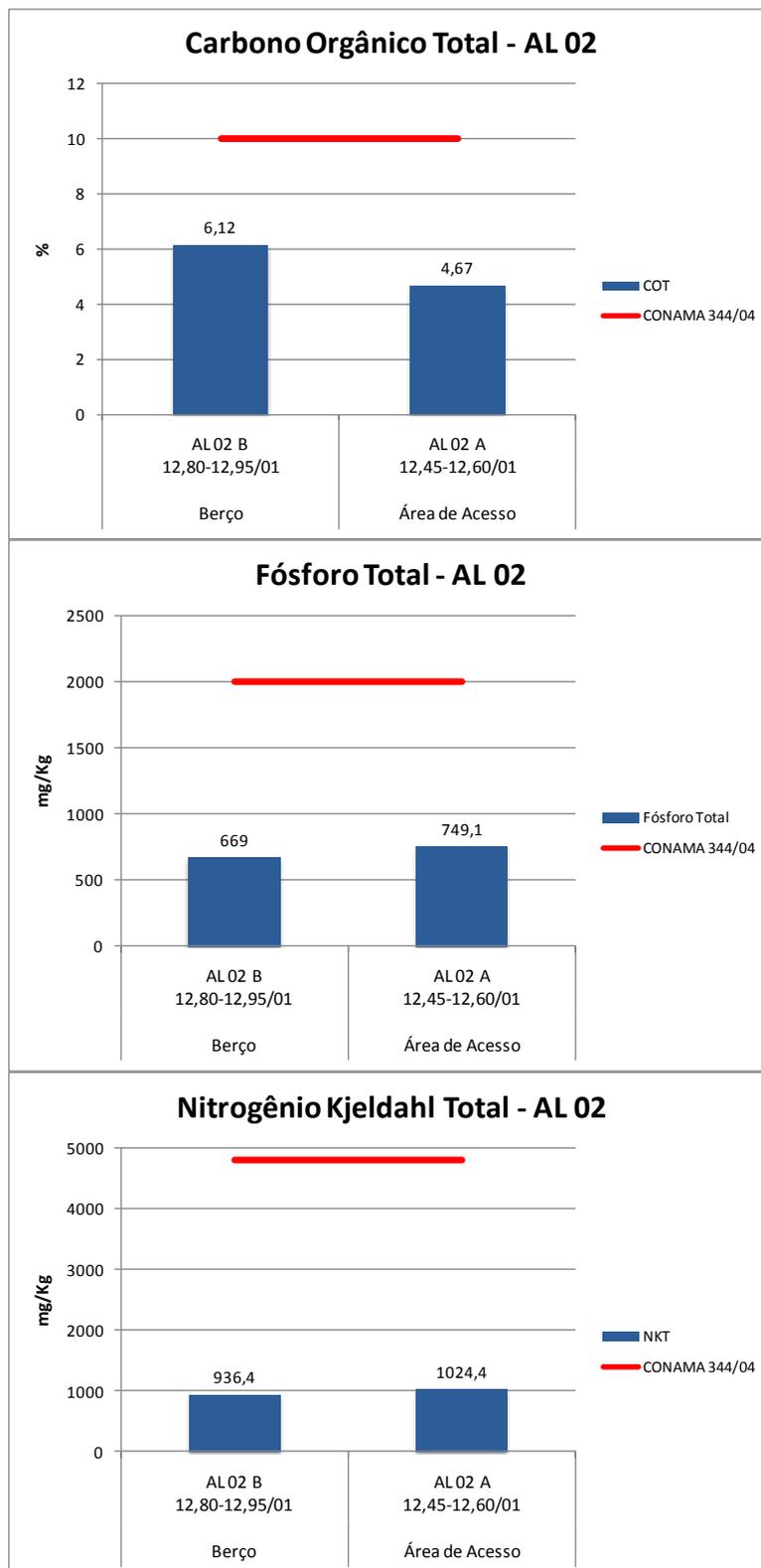


Figura 3.27-3. Concentrações de COT, fósforo total e NKT analisados nas amostras de sedimento de superfície coletadas no berço e acesso ao berço de atracação do Cais Alemoa 02.

C. Análise Ecotoxicológica

Teste de Toxicidade Aguda com *Leptocheirus plumulosus*

A análise Ecotoxicológica com o anfípoda *L. plumulosus* foi realizada com amostra de sedimento de superfície tanto do berço do Cais Alemoa 02 quanto da área de acesso ao berço de atracação.

Os parâmetros físicos e químicos, como pH, salinidade (‰) e oxigênio dissolvido (mg/L), medidos na água de interface no início e fim do teste de toxicidade aguda estão apresentados na Tabela 3.27-7. Já as análises de pH, salinidade (‰), oxigênio dissolvido (mg/L), temperatura (°C), nitrogênio amoniacal (mg/L) e amônia não ionizada (NH₃ - mg/L), efetuadas na água intersticial dos sedimentos no início e fim do teste, estão apresentados na Tabela 3.27-8.

Paralelamente aos testes com as amostras coletadas foi realizado um controle laboratorial. Os resultados obtidos para esse controle também se encontram nas tabelas a seguir.

Tabela 3.27-7. Parâmetros físicos e químicos medidos na água de interface, no início e fim do teste de toxicidade aguda com *L. plumulosus*, para as amostras de sedimento de superfície do berço e área de acesso ao berço do Cais Alemoa 02.

Amostra	pH		Salinidade (‰)		Oxigênio Dissolvido (mg/L)	
	Inicial	Final	Inicial	Final	Inicial	Final
Controle	7,65	7,99	20	21	6,07	6,66
AL 02 Berço	7,82	8,28	20	23	6,59	6,72
AL 02 Acesso	7,84	8,31	20	23	6,60	6,70

Tabela 3.27-8. Parâmetros físicos e químicos medidos na água intersticial, no início e fim do teste de toxicidade aguda com *L. plumulosus*, para as amostras de sedimento de superfície do berço e área de acesso ao berço do Cais Alemoa 02.

Amostra	pH		Salinidade (‰)		Oxigênio Dissolvido (mg/L)		Temperatura (°C)		Nitrogênio amoniacal (mg/L)		Amônia não ionizada (mg/L)	
	Inicial	Final	Inicial	Final	Inicial	Final	Inicial	Final	Inicial	Final	Inicial	Final
Controle	7,91	7,67	25	25	5,62	5,39	26,0	24,4	4,50	-	0,183	-
AL 02 Berço	7,81	7,59	31	26	5,54	4,94	26,0	24,4	21,00	-	0,669	-
AL 02 Acesso	7,79	7,81	32	23	5,56	5,01	26,0	24,4	19,00	-	0,579	-

A Tabela 3.27-9 apresenta os resultados do teste de toxicidade aguda com *L. plumulosus* nas amostras de sedimento de superfície do Cais Alemoa 02. Os valores obtidos estão dentro da faixa estabelecida para a aceitação dos resultados.

Tabela 3.27-9. Efeito tóxico observado nos testes de toxicidade aguda com *L. plumulosus* para as amostras de sedimento de superfície, do berço e área de acesso ao berço do Cais Alemoa 02, em cada réplica após o período de exposição.

Amostra	Réplica	Nº final de animais por réplica		Mortalidade total (%)	Resultado
		Mortos	Total		
Controle	1	0	20	0	-
	2	0	20		
	3	0	20		
AL 02 Berço	1	0	20	0	Não Tóxico
	2	0	20		
	3	0	20		
AL 02 Acesso	1	0	20	2	Não Tóxico
	2	1	20		
	3	0	20		

De acordo com o tratamento estatístico aplicado, foi verificado que as amostras de sedimento de superfície, do berço do Cais Alemoa 02 e da área de acesso ao berço de atracação, não apresentaram toxicidade aguda para *L. plumulosus*, em comparação com o controle, após 10 dias de exposição.

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 essa espécie (USEPA, 2001).

A sensibilidade dos indivíduos de *L. plumulosus* 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} ; 96h) e respectivo intervalo de confiança obtidos foram: 1,00 mg Zn/L (I.C.: 0,78 a 1,29 mg Zn/L). A carta-control de sensibilidade desse sistema-teste, utilizando dados acumulados de vários testes, indica 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.

3.28. CAIS ALEMOA 03 (AL 03)

- **SUPERFÍCIE**

A. Granulometria

A composição granulométrica do sedimento de superfície amostrado no berço e acesso ao berço de atracação do Cais Alemoa 03 está apresentada na Figura 3.28-1, e na Tabela 3.28-1.

Os resultados granulométricos mostraram predominância das frações silte (55,6%) e argila (36,0%), no sedimento coletado no berço do Cais Alemoa 03, e em menores porcentagens foram encontradas as frações areia muito fina (6,46%), areia fina (0,926%) e areia média (0,72%). As frações areia grossa e areia muito grossa apresentaram valores abaixo de 0,10%.

No acesso ao berço de atracação as frações predominantes foram silte (55,9%) e argila (35,0%), seguido pelas frações areia muito fina (5,96%), areia fina (1,34%), areia média (0,364%) e areia grossa (0,953%). A fração areia muito grossa apresentou valor abaixo de 0,10%.

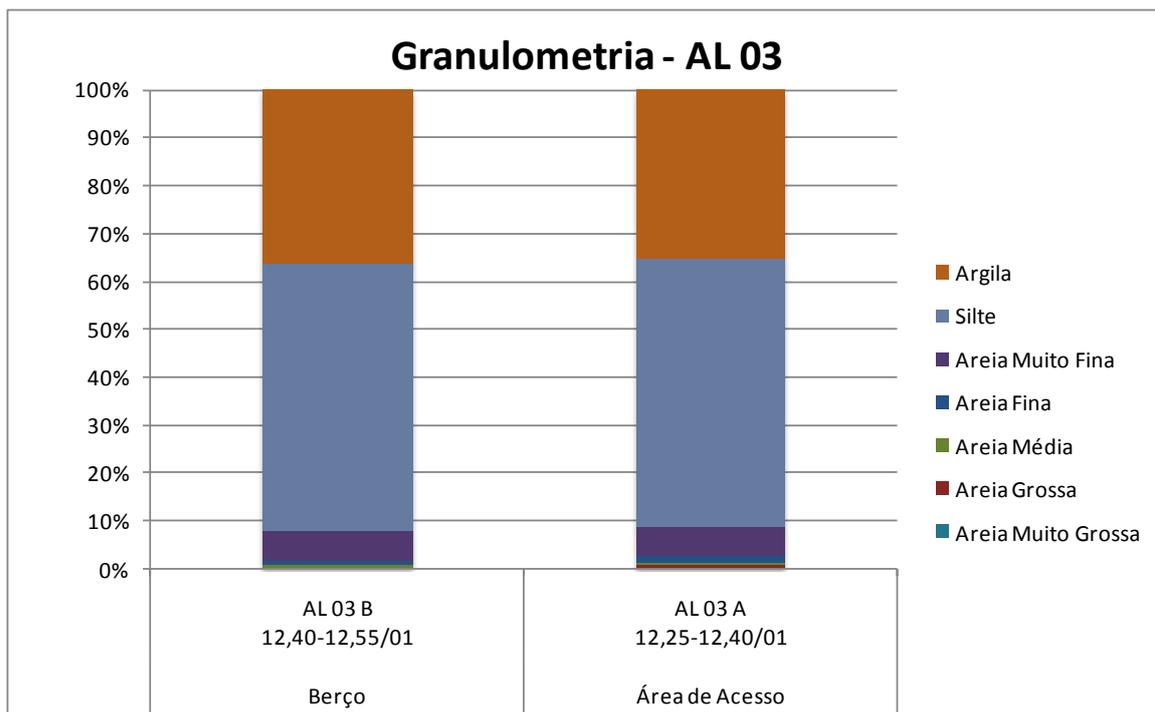


Figura 3.28-1. Composição granulométrica do sedimento de superfície do berço e área de acesso ao berço de atracação do Cais Alemoa 03.

Tabela 3.28-1. Composição granulométrica do sedimento de superfície do berço e área de acesso ao berço de atracação do Cais Alemoa 03.

Granulometria			
Fração	Unidade	Berço	Área de Acesso
		AL 03 B 12,40-12,55/01	AL 03 A 12,25-12,40/01
Argila	%	36	35
Silte	%	55,6	55,9
Areia Muito Fina	%	6,46	5,96
Areia Fina	%	0,926	1,34
Areia Média	%	0,72	0,364
Areia Grossa	%	<0,10	0,953
Areia Muito Grossa	%	<0,10	<0,10
Areia Total	%	8,11	8,62

B. Parâmetros Químicos

Metais e Arsênio

Os resultados das análises dos metais nas amostras de sedimento de superfície coletadas no berço e acesso ao berço de atracação do Cais Alemoa 03 estão apresentados na Tabela 3.28-2.

Dentre os parâmetros químicos, analisados no sedimento de superfície, arsênio e cádmio registraram concentrações abaixo do limite de quantificação (<LQ) tanto no berço quanto na sua área de acesso.

Os metais chumbo, cobre, cromo, níquel e zinco foram quantificados nas amostras, de sedimento de superfície, coletadas tanto no berço quanto na sua área de acesso. Entretanto, nenhum destes elementos apresentou concentração acima do nível 1 da Resolução Conama 344/04 (Brasil, 2004).

O metal mercúrio apresentou concentração acima do nível 1, da referida Resolução, tanto no berço do Cais Alemoa 03 quanto na sua área de acesso. Entretanto, vale ressaltar que os valores encontrados, 0,371 e 0,219 mg/kg, no berço e área de acesso, respectivamente, ficaram mais próximos ao valor estabelecido como nível 1 (0,150 mg/kg) do que do nível 2 (0,710 mg/kg) da Resolução Conama 344/04 (Brasil, 2004).

A Figura 3.28-2 apresenta a concentração de alguns metais analisados no sedimento de superfície coletados no berço do Cais Alemoa 03 e na sua referida área de acesso.

Hidrocarbonetos Policíclicos Aromáticos (HPAs)

Todos os HPAs, coletados no berço do Cais Alemoa 03 e na sua área de acesso, apresentaram valores abaixo do limite de quantificação (<LQ) do método (Tabela 3.28-3).

Bifenilas Policloradas (PCBs)

Os PCBs totais apresentaram concentrações inferiores aos limites de quantificação do método, tanto no berço quanto na sua área de acesso, enquadrando-se, portanto, nos valores de referência estabelecidos pela Resolução Conama 344/04 (Brasil, 2004) (Tabela 3.28-4).

Pesticidas Organoclorados

Assim como para os PCBs totais, os pesticidas organoclorados apresentaram, tanto no berço quanto na sua área de acesso, concentrações inferiores aos limites de quantificação do método (Tabela 3.28-5). Nenhuma das amostras analisadas, portanto, apresentou-se fora dos limites estabelecidos pela resolução citada.

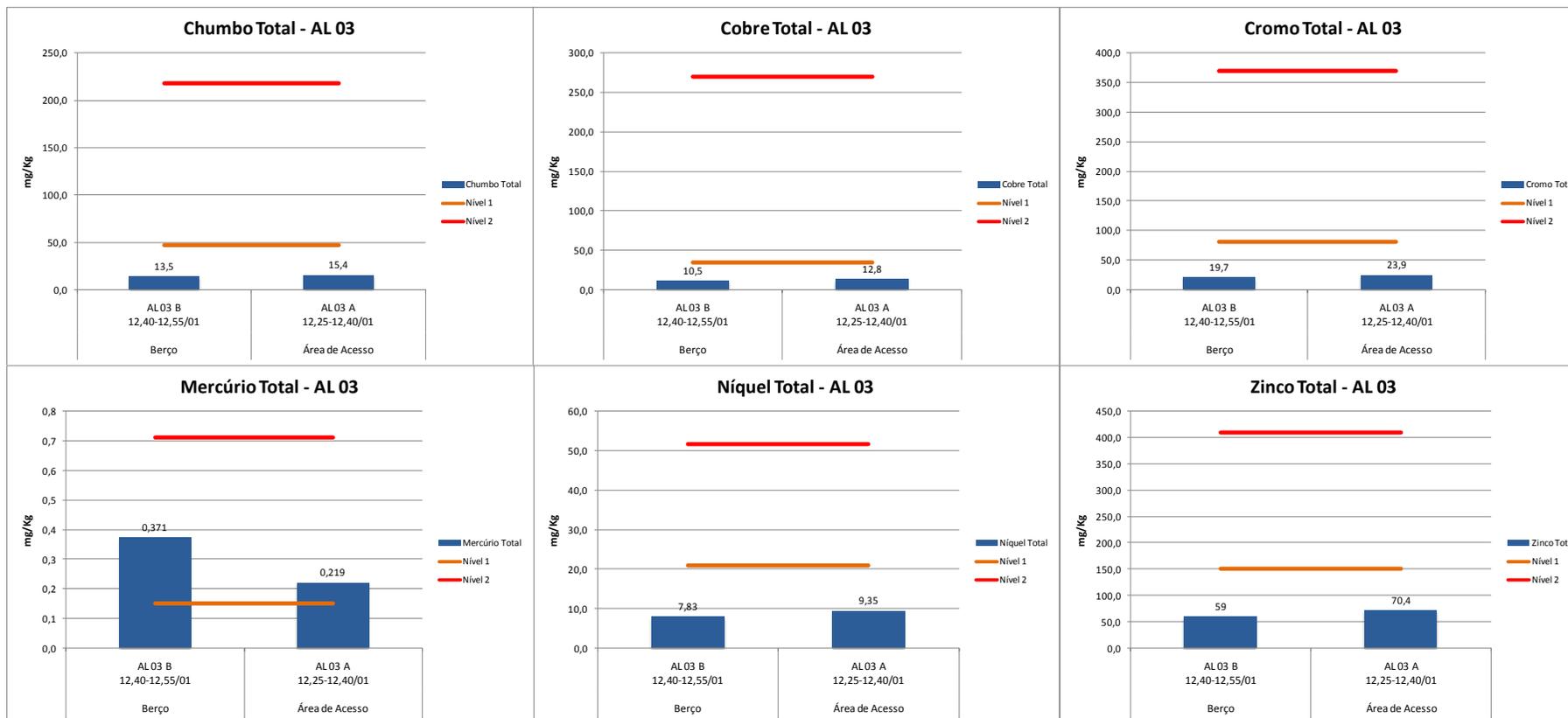


Figura 3.28-2. Concentração de alguns metais analisados nas amostras de sedimento de superfície coletadas no berço do Cais Alemoa 03 e na sua referida área de acesso.

Tabela 3.28-2. Concentrações de metais e arsênio total nas amostras de sedimento de superfície coletadas no berço e acesso ao berço de atracação do Cais Alemoa 03.

Metais e Arsênio					
Parâmetros	Unidade	Resolução CONAMA 344/04		Berço	Área de Acesso
		Nível 1	Nível 2	AL 03 B	AL 03 A
				12,40-12,55/01	12,25-12,40/01
Arsênio Total	mg/kg	8,2	70,0	< 1,22	< 1,14
Cádmio Total	mg/kg	1,2	9,6	< 0,812	< 0,760
Chumbo Total	mg/kg	46,7	218,0	13,5	15,4
Cobre Total	mg/kg	34,0	270,0	10,5	12,8
Cromo Total	mg/kg	81,0	370,0	19,7	23,9
Mercurio Total	mg/kg	0,15	0,71	0,371	0,219
Níquel Total	mg/kg	20,9	51,6	7,83	9,35
Zinco Total	mg/kg	150,0	410,0	59	70,4

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

Tabela 3.28-3. Concentrações de HPAs nas amostras de sedimento de superfície coletadas no berço e acesso ao berço de atracação do Cais Alemoa 03.

Hidrocarbonetos Policíclicos Aromáticos ou HPAs					
Parâmetros	Unidade	Resolução CONAMA 344/04		Berço	Área de Acesso
		Nível 1	Nível 2	AL 03 B	AL 03 A
				12,40-12,55/01	12,25-12,40/01
Benzo(a)antraceno	µg/kg	74,8	693,0	< 9,74	< 9,12
Benzo(a)pireno	µg/kg	88,8	763,0	< 9,74	< 9,12
Criseno	µg/kg	108,0	846,0	< 9,74	< 9,12
Dibenzo(a,h)antraceno	µg/kg	6,2	135,0	< 9,74	< 9,12
Acenafteno	µg/kg	16,0	500,0	< 9,74	< 9,12
Acenaftileno	µg/kg	44,0	640,0	< 9,74	< 9,12
Antraceno	µg/kg	85,3	1100,0	< 9,74	< 9,12
Fenantreno	µg/kg	240,0	1500,0	< 9,74	< 9,12
Fluoranteno	µg/kg	600,0	5100,0	< 9,74	< 9,12
Fluoreno	µg/kg	19,0	540,0	< 9,74	< 9,12
2-Metilnaftaleno	µg/kg	70,0	670,0	< 9,74	< 9,12
Naftaleno	µg/kg	160,0	2100,0	< 9,74	< 9,12
Pireno	µg/kg	665,0	2600,0	< 9,74	< 9,12

Tabela 3.28-4. Concentrações de PCBs nas amostras de sedimento de superfície coletadas no berço e acesso ao berço de atracação do Cais Alemoa 03.

Bifenilas Policloradas ou PCBs					
Parâmetros	Unidade	Resolução CONAMA 344/04		Berço	Área de Acesso
		Nível 1	Nível 2	AL 03 B	AL 03 A
				12,40-12,55/01	12,25-12,40/01
Bifenilas Policloradas Totais	µg/kg	22,7	180	< 0,195	< 0,182

Tabela 3.28-5. Concentrações de Pesticidas Organoclorados nas amostras de sedimento de superfície coletadas no berço e acesso ao berço de atracação do Cais Alemoa 03.

Pesticidas Organoclorados					
Parâmetros	Unidade	Resolução		Berço	Área de Acesso
		CONAMA 344/04		AL 03 B	AL 03 A
		Nível 1	Nível 2	12,40-12,55/01	12,25-12,40/01
a-BHC	µg/kg	0,32	0,99	< 0,195	< 0,182
b-BHC	µg/kg	0,32	0,99	< 0,195	< 0,182
d-BHC	µg/kg	0,32	0,99	< 0,195	< 0,182
g-BHC	µg/kg	0,32	0,99	< 0,195	< 0,182
a-Clordano	µg/kg	2,26	4,79	< 0,195	< 0,182
g-Clordano	µg/kg	2,26	4,79	< 0,195	< 0,182
DDD	µg/kg	1,22	7,81	< 0,195	< 0,182
DDE	µg/kg	2,07	374	< 0,195	< 0,182
DDT	µg/kg	1,19	4,77	< 0,195	< 0,182
Dieldrin	µg/kg	0,71	4,3	< 0,195	< 0,182
Endrin	µg/kg	2,67	62,4	< 0,195	< 0,182

Outros Parâmetros

Os parâmetros carbono orgânico total (COT), fósforo total e nitrogênio kjeldahl total (NKT) foram quantificados nas amostras de sedimento de superfície, tanto no berço quanto na área de acesso ao berço de atracação, entretanto apresentaram concentrações abaixo do valor alerta estabelecido pela Resolução Conama 344/04 (Brasil, 2004) (Tabela 3.28-6).

A Figura 3.28-3 apresenta a concentração de COT, fósforo total e NKT analisados no sedimento de superfície coletados no berço do Cais Alemoa 03 e na sua referida área de acesso.

Tabela 3.28-6. Concentrações de COT, fósforo total e NKT nas amostras de sedimento coletadas no berço e acesso ao berço de atracação do Cais Alemoa 03.

Outros Parâmetros						
Parâmetros	Unidade	Resolução	Berço	Área de Acesso		
			CONAMA 344/04		AL 03 B	AL 03 A
					12,40-12,55/01	12,25-12,40/01
Carbono Orgânico Total	%	10	5,8	4,04		
Fósforo Total	mg/kg	2000	527,8	438		
Nitrogênio Kjeldahl Total	mg/kg	4800	875,7	899,9		

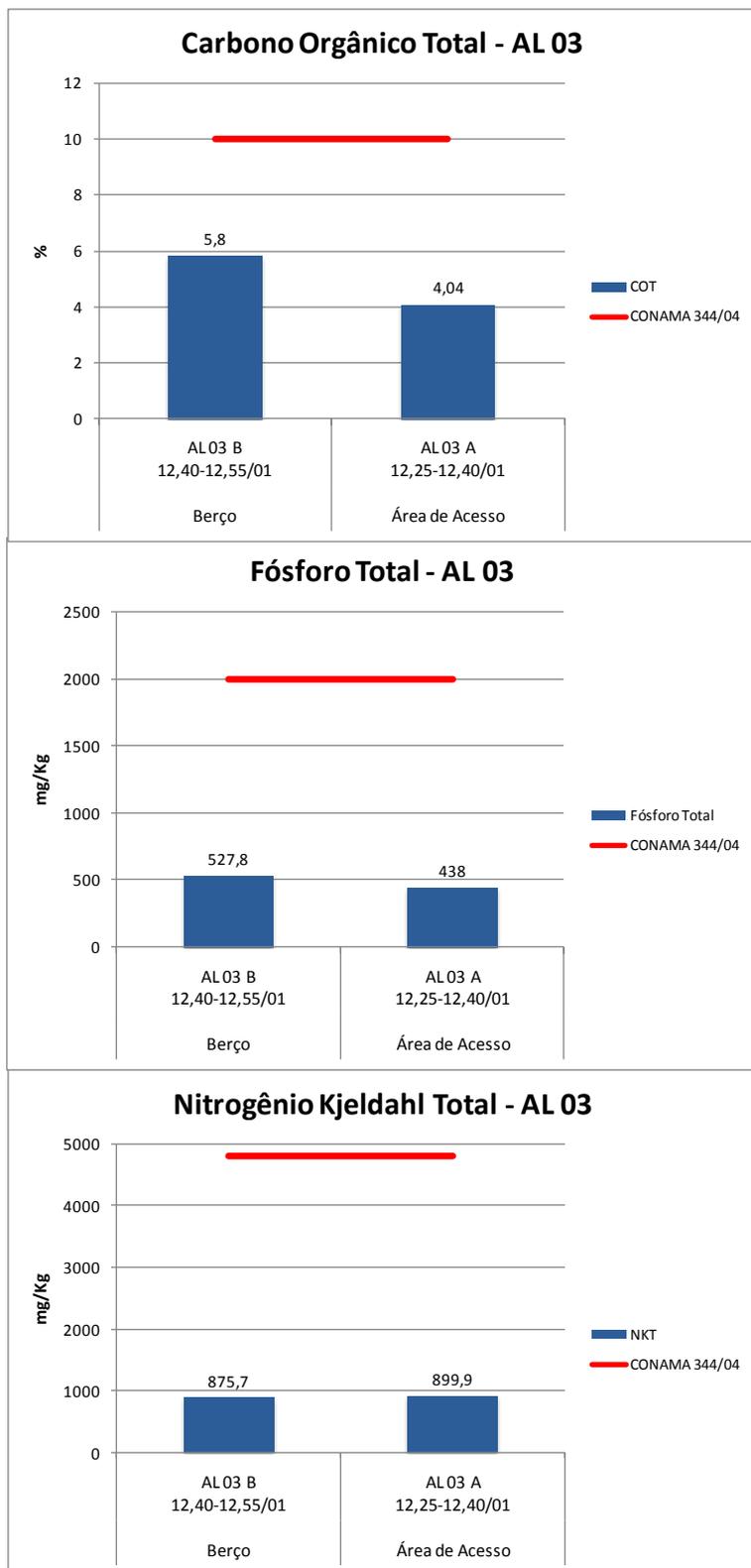


Figura 3.28-3. Concentrações de COT, fósforo total e NKT analisados nas amostras de sedimento de superfície coletadas no berço e acesso ao berço de atracação do Cais Alemoa 03.

C. Análise Ecotoxicológica

Teste de Toxicidade Aguda com *Leptocheirus plumulosus*

A análise Ecotoxicológica com o anfípoda *L. plumulosus* foi realizada com amostra de sedimento de superfície tanto do berço do Cais Alemoa 03 quanto da área de acesso ao berço de atracação.

Os parâmetros físicos e químicos, como pH, salinidade (‰) e oxigênio dissolvido (mg/L), medidos na água de interface no início e fim do teste de toxicidade aguda estão apresentados na Tabela 3.28-7. Já as análises de pH, salinidade (‰), oxigênio dissolvido (mg/L), temperatura (°C), nitrogênio amoniacal (mg/L) e amônia não ionizada (NH₃ - mg/L), efetuadas na água intersticial dos sedimentos no início e fim do teste, estão apresentados na Tabela 3.28-8.

Paralelamente aos testes com as amostras coletadas foi realizado um controle laboratorial. Os resultados obtidos para esse controle também se encontram nas tabelas a seguir.

Tabela 3.28-7. Parâmetros físicos e químicos medidos na água de interface, no início e fim do teste de toxicidade aguda com *L. plumulosus*, para as amostras de sedimento de superfície do berço e área de acesso ao berço do Cais Alemoa 03.

Amostra	pH		Salinidade (‰)		Oxigênio Dissolvido (mg/L)	
	Inicial	Final	Inicial	Final	Inicial	Final
Controle	7,70	8,05	20	21	6,11	6,17
AL 03 Berço	8,07	8,43	21	22	4,88	6,19
AL 03 Acesso	8,06	8,23	21	22	4,95	6,12

Tabela 3.28-8. Parâmetros físicos e químicos medidos na água intersticial, no início e fim do teste de toxicidade aguda com *L. plumulosus*, para as amostras de sedimento de superfície do berço e área de acesso ao berço do Cais Alemoa 03.

Amostra	pH		Salinidade (‰)		Oxigênio Dissolvido (mg/L)		Temperatura (°C)		Nitrogênio amoniacal (mg/L)		Amônia não ionizada (mg/L)	
	Inicial	Final	Inicial	Final	Inicial	Final	Inicial	Final	Inicial	Final	Inicial	Final
Controle	7,88	7,90	26	24	5,29	4,62	24,6	24,8	3,50	-	0,120	-
AL 03 Berço	7,70	7,83	31	24	4,29	4,67	24,6	24,8	23,50	-	0,529	-
AL 03 Acesso	7,78	7,84	32	25	4,39	4,15	24,6	24,8	19,00	-	0,512	-

A Tabela 3.28-9 apresenta os resultados do teste de toxicidade aguda com *L. plumulosus* nas amostras de sedimento de superfície do Cais Alemoa 03. Os valores obtidos estão dentro da faixa estabelecida para a aceitação dos resultados.

Tabela 3.28-9. Efeito tóxico observado nos testes de toxicidade aguda com *L. plumulosus* para as amostras de sedimento de superfície, do berço e área de acesso ao berço do Cais Alemoa 03, em cada réplica após o período de exposição.

Amostra	Réplica	Nº final de animais por réplica		Mortalidade total (%)	Resultado
		Mortos	Total		
Controle	1	0	20	2	-
	2	0	20		
	3	1	20		
AL 03 Berço	1	0	20	3	Não Tóxico
	2	0	20		
	3	2	20		
AL 03 Acesso	1	0	20	0	Não Tóxico
	2	0	20		
	3	0	20		

De acordo com o tratamento estatístico aplicado, foi verificado que as amostras de sedimento de superfície, do berço do Cais Alemoa 03 e da área de acesso ao berço de atracação, não apresentaram toxicidade aguda para *L. plumulosus*, em comparação com o controle, após 10 dias de exposição.

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 essa espécie (USEPA, 2001).

A sensibilidade dos indivíduos de *L. plumulosus* 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} ; 96h) e respectivo intervalo de confiança obtidos foram: 0,71 mg Zn/L (I.C.: 0,62 a 0,81 mg Zn/L). A carta-controle de sensibilidade desse sistema-teste, utilizando dados acumulados de vários testes, indica 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.

3.29. CAIS ALEMOA 04 (AL 04)

- **SUPERFÍCIE**

A. Granulometria

A composição granulométrica do sedimento de superfície amostrado no berço e acesso ao berço de atracação do Cais Alemoa 04 está apresentada na Figura 3.29-1, e na Tabela 3.29-1.

Os resultados granulométricos mostraram predominância das frações silte (46,0%) e areia muito fina (41,6%) no sedimento coletado no berço do Cais Alemoa 04, e em menores porcentagens foram encontradas as frações argila (5,13%), areia fina (5,41%) e areia média (1,78%). As frações areia grossa e areia muito grossa apresentaram valores abaixo de 0,10%.

No acesso ao berço de atracação as frações predominantes foram silte (49,3%) e argila (47,5%), seguido pelas frações areia fina (1,8%) e areia muito fina (0,924%). As frações areia média, areia grossa e areia muito grossa apresentaram valores abaixo de 0,10%.

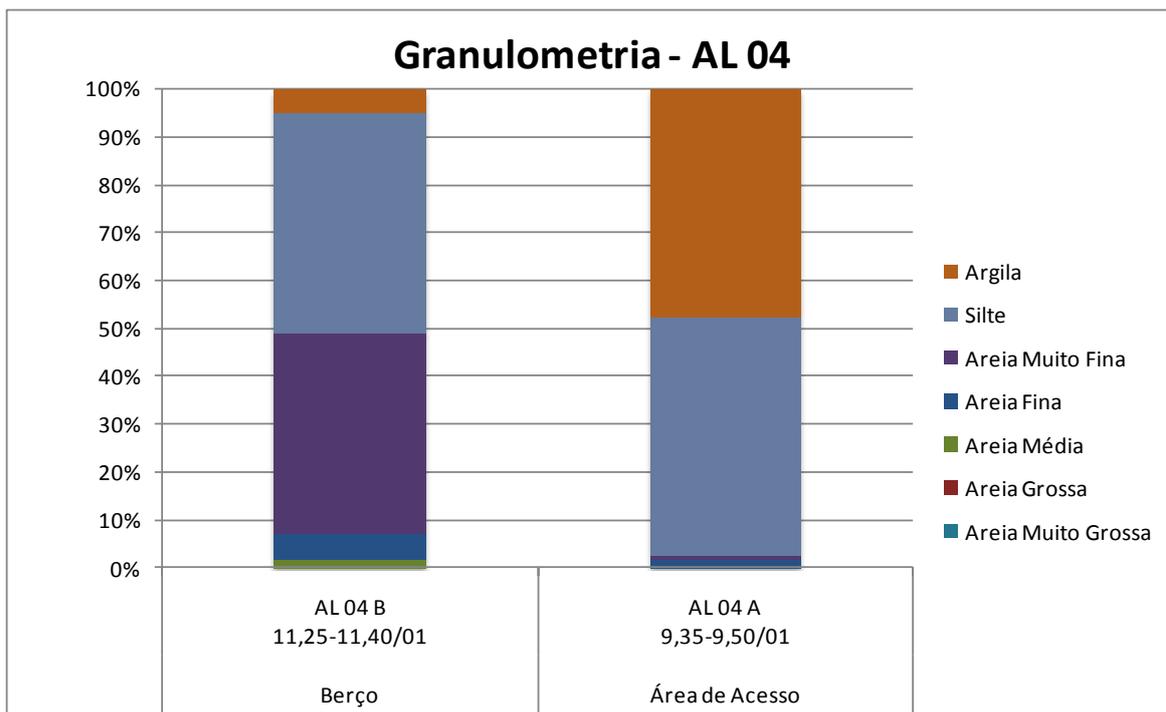


Figura 3.29-1. Composição granulométrica do sedimento de superfície do berço e área de acesso ao berço de atracação do Cais Alemoa 04.

Tabela 3.29-1. Composição granulométrica do sedimento de superfície do berço e área de acesso ao berço de atracação do Cais Alemoa 04.

Granulometria			
Fração	Unidade	Berço	Área de Acesso
		AL 04 B 11,25-11,40/01	AL 04 A 9,35-9,50/01
Argila	%	5,13	47,5
Silte	%	46	49,3
Areia Muito Fina	%	41,6	0,924
Areia Fina	%	5,41	1,8
Areia Média	%	1,78	<0,10
Areia Grossa	%	<0,10	<0,10
Areia Muito Grossa	%	<0,10	<0,10
Areia Total	%	48,8	2,72

B. Parâmetros Químicos

Metais e Arsênio

Os resultados das análises dos metais nas amostras de sedimento de superfície coletadas no berço e acesso ao berço de atracação do Cais Alemoa 04 estão apresentados na Tabela 3.29-2.

Dentre os parâmetros químicos, analisados no sedimento de superfície, arsênio e cádmio registraram concentrações abaixo do limite de quantificação (<LQ) tanto no berço quanto na sua área de acesso.

Os metais chumbo, cobre, cromo, níquel e zinco foram quantificados nas amostras, de sedimento de superfície, coletadas tanto no berço quanto na sua área de acesso. Entretanto, nenhum destes elementos apresentou concentração acima do nível 1 da Resolução Conama 344/04 (Brasil, 2004).

O metal mercúrio apresentou concentração acima do nível 1, da referida Resolução, na área de acesso ao berço de atracação. Entretanto, vale ressaltar que o valor encontrado (0,242 mg/kg) ficou mais próximo ao valor estabelecido como nível 1 (0,150 mg/kg) do que como nível 2 (0,710 mg/kg) da Resolução Conama 344/04 (Brasil, 2004). No berço do Cais Alemoa 04 a concentração de mercúrio apresentou concentração de 0,0755 mg/kg, ficando assim abaixo do nível 1 da Resolução citada acima.

A Figura 3.29-2 apresenta a concentração de alguns metais analisados no sedimento de superfície coletados no berço do Cais Alemoa 04 e na sua referida área de acesso.

Hidrocarbonetos Policíclicos Aromáticos (HPAs)

No berço do Cais Alemoa 04 os HPAs Benzo(a)antraceno, Criseno e Dibenzo(a,h)antraceno apresentaram valores acima do nível 1 da Resolução Conama 344/04 (Brasil, 2004). Os HPAs Benzo(a)pireno, Acenaftileno, Antraceno, Fenantreno, Fluoranteno e Pireno foram quantificados, porém inferior ao limite estabelecido pela Resolução Conama 344/04 (Brasil, 2004). E o restante dos

HPAs (Acenafteno, Fluoreno, 2-Metilnaftaleno e Naftaleno) do berço do Cais Alemoa 04 e todos os HPAs, coletados na área de acesso ao berço de atracação, apresentaram valores abaixo do limite de quantificação (<LQ) do método (Tabela 3.29-3).

Bifenilas Policloradas (PCBs)

Os PCBs totais apresentaram concentrações inferiores aos limites de quantificação do método, tanto no berço quanto na sua área de acesso, enquadrando-se, portanto, nos valores de referência estabelecidos pela Resolução Conama 344/04 (Brasil, 2004) (Tabela 3.29-4).

Pesticidas Organoclorados

Dentre os pesticidas organoclorados apenas o Endrin, coletado na área de acesso ao berço de atracação, foi quantificado, porém abaixo do limite estabelecido pela Resolução Conama 344/04 (Brasil, 2004). O restante dos pesticidas organoclorados da área de acesso e todos os pesticidas organoclorados do berço do Cais Alemoa 04 apresentaram concentrações inferiores aos limites de quantificação do método (Tabela 3.29-5).

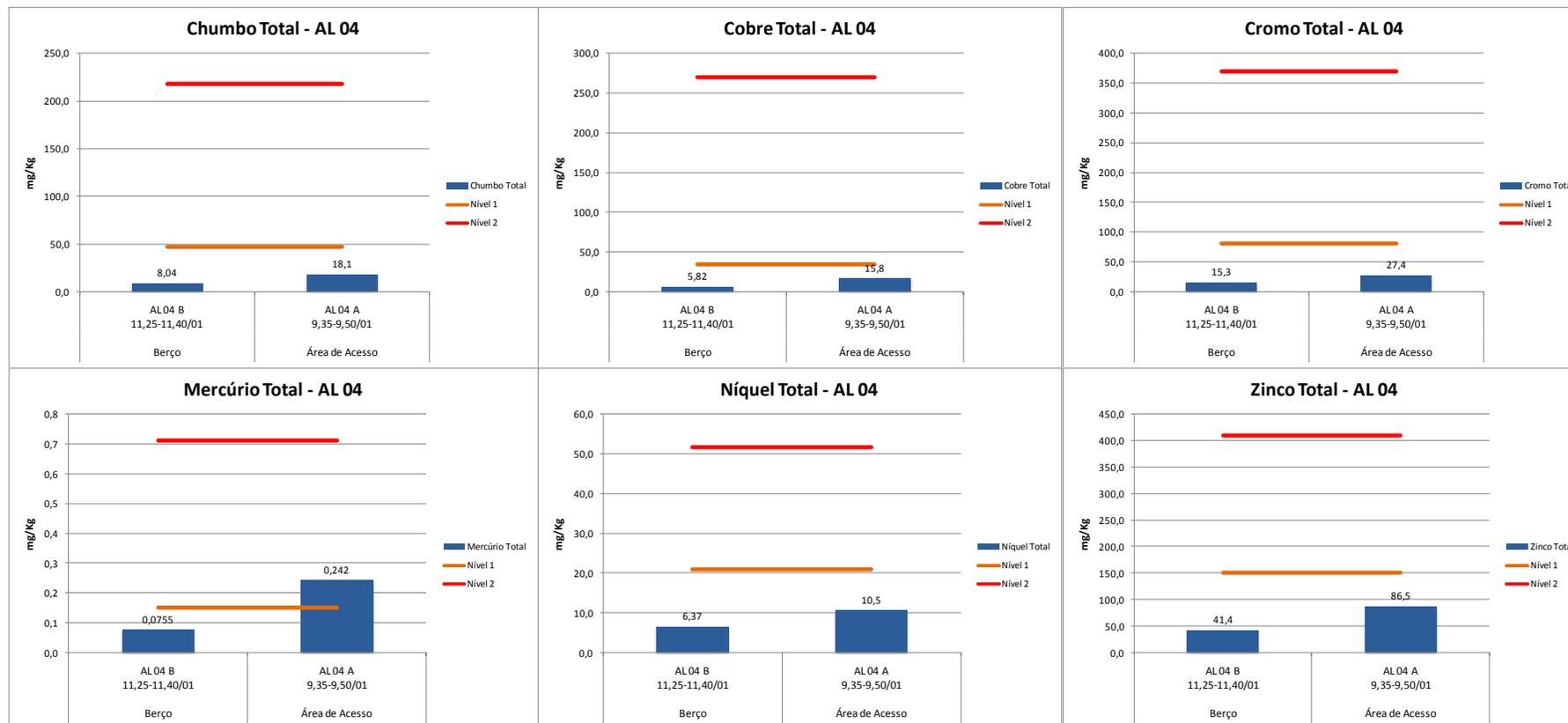


Figura 3.29-2. Concentração de alguns metais analisados nas amostras de sedimento de superfície coletadas no berço do Cais Alemoa 04 e na sua referida área de acesso.

Tabela 3.29-2. Concentrações de metais e arsênio total nas amostras de sedimento de superfície coletadas no berço e acesso ao berço de atracação do Cais Alemoa 04.

Metais e Arsênio					
Parâmetros	Unidade	Resolução CONAMA 344/04		Berço	Área de Acesso
		Nível 1	Nível 2	AL 04 B	AL 04 A
				11,25-11,40/01	9,35-9,50/01
Arsênio Total	mg/kg	8,2	70,0	< 0,735	< 1,17
Cádmio Total	mg/kg	1,2	9,6	< 0,490	< 0,779
Chumbo Total	mg/kg	46,7	218,0	8,04	18,1
Cobre Total	mg/kg	34,0	270,0	5,82	15,8
Cromo Total	mg/kg	81,0	370,0	15,3	27,4
Mercurio Total	mg/kg	0,15	0,71	0,0755	0,242
Níquel Total	mg/kg	20,9	51,6	6,37	10,5
Zinco Total	mg/kg	150,0	410,0	41,4	86,5

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

Tabela 3.29-3. Concentrações de HPAs nas amostras de sedimento de superfície coletadas no berço e acesso ao berço de atracação do Cais Alemoa 04.

Hidrocarbonetos Policíclicos Aromáticos ou HPAs					
Parâmetros	Unidade	Resolução CONAMA 344/04		Berço	Área de Acesso
		Nível 1	Nível 2	AL 04 B	AL 04 A
				11,25-11,40/01	9,35-9,50/01
Benzo(a)antraceno	µg/kg	74,8	693,0	153,6	< 9,35
Benzo(a)pireno	µg/kg	88,8	763,0	63,98	< 9,35
Criseno	µg/kg	108,0	846,0	172,6	< 9,35
Dibenzo(a,h)antraceno	µg/kg	6,2	135,0	7,24	< 9,35
Acenafteno	µg/kg	16,0	500,0	< 5,88	< 9,35
Acenaftileno	µg/kg	44,0	640,0	16,39	< 9,35
Antraceno	µg/kg	85,3	1100,0	40,67	< 9,35
Fenantreno	µg/kg	240,0	1500,0	61,04	< 9,35
Fluoranteno	µg/kg	600,0	5100,0	428,9	< 9,35
Fluoreno	µg/kg	19,0	540,0	< 5,88	< 9,35
2-Metilnaftaleno	µg/kg	70,0	670,0	< 5,88	< 9,35
Naftaleno	µg/kg	160,0	2100,0	< 5,88	< 9,35
Pireno	µg/kg	665,0	2600,0	267,4	< 9,35

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

Tabela 3.29-4. Concentrações de PCBs nas amostras de sedimento de superfície coletadas no berço e acesso ao berço de atracação do Cais Alemoa 04.

Bifenilas Policloradas ou PCBs					
Parâmetros	Unidade	Resolução CONAMA 344/04		Berço	Área de Acesso
		Nível 1	Nível 2	AL 04 B	AL 04 A
				11,25-11,40/01	9,35-9,50/01
Bifenilas Policloradas Totais	µg/kg	22,7	180	< 0,118	< 0,187

Tabela 3.29-5. Concentrações de Pesticidas Organoclorados nas amostras de sedimento de superfície coletadas no berço e acesso ao berço de atracação do Cais Alemoa 04.

Pesticidas Organoclorados					
Parâmetros	Unidade	Resolução CONAMA 344/04		Berço	Área de Acesso
		Nível 1	Nível 2	AL 04 B	AL 04 A
				11,25-11,40/01	9,35-9,50/01
a-BHC	µg/kg	0,32	0,99	< 0,118	< 0,187
b-BHC	µg/kg	0,32	0,99	< 0,118	< 0,187
d-BHC	µg/kg	0,32	0,99	< 0,118	< 0,187
g-BHC	µg/kg	0,32	0,99	< 0,118	< 0,187
a-Clordano	µg/kg	2,26	4,79	< 0,118	< 0,187
g-Clordano	µg/kg	2,26	4,79	< 0,118	< 0,187
DDD	µg/kg	1,22	7,81	< 0,118	< 0,187
DDE	µg/kg	2,07	374	< 0,118	< 0,187
DDT	µg/kg	1,19	4,77	< 0,118	< 0,187
Dieldrin	µg/kg	0,71	4,3	< 0,118	< 0,187
Endrin	µg/kg	2,67	62,4	< 0,118	0,267

Outros Parâmetros

Os parâmetros carbono orgânico total (COT), fósforo total e nitrogênio kjeldahl total (NKT) foram quantificados nas amostras de sedimento de superfície, tanto no berço quanto na área de acesso ao berço de atracação, entretanto apresentaram concentrações abaixo do valor alerta estabelecido pela Resolução Conama 344/04 (Brasil, 2004) (Tabela 3.29-6).

A Figura 3.29-3 apresenta a concentração de COT, fósforo total e NKT analisados no sedimento de superfície coletados no berço do Cais Alemoa 04 e na sua referida área de acesso.

Tabela 3.29-6. Concentrações de COT, fósforo total e NKT nas amostras de sedimento coletadas no berço e acesso ao berço de atracação do Cais Alemoa 04.

Outros Parâmetros				
Parâmetros	Unidade	Resolução CONAMA 344/04	Berço	Área de Acesso
			AL 04 B	AL 04 A
			11,25-11,40/01	9,35-9,50/01
Carbono Orgânico Total	%	10	1,48	4,37
Fósforo Total	mg/kg	2000	246	517,7
Nitrogênio Kjeldahl Total	mg/kg	4800	602,2	788,7

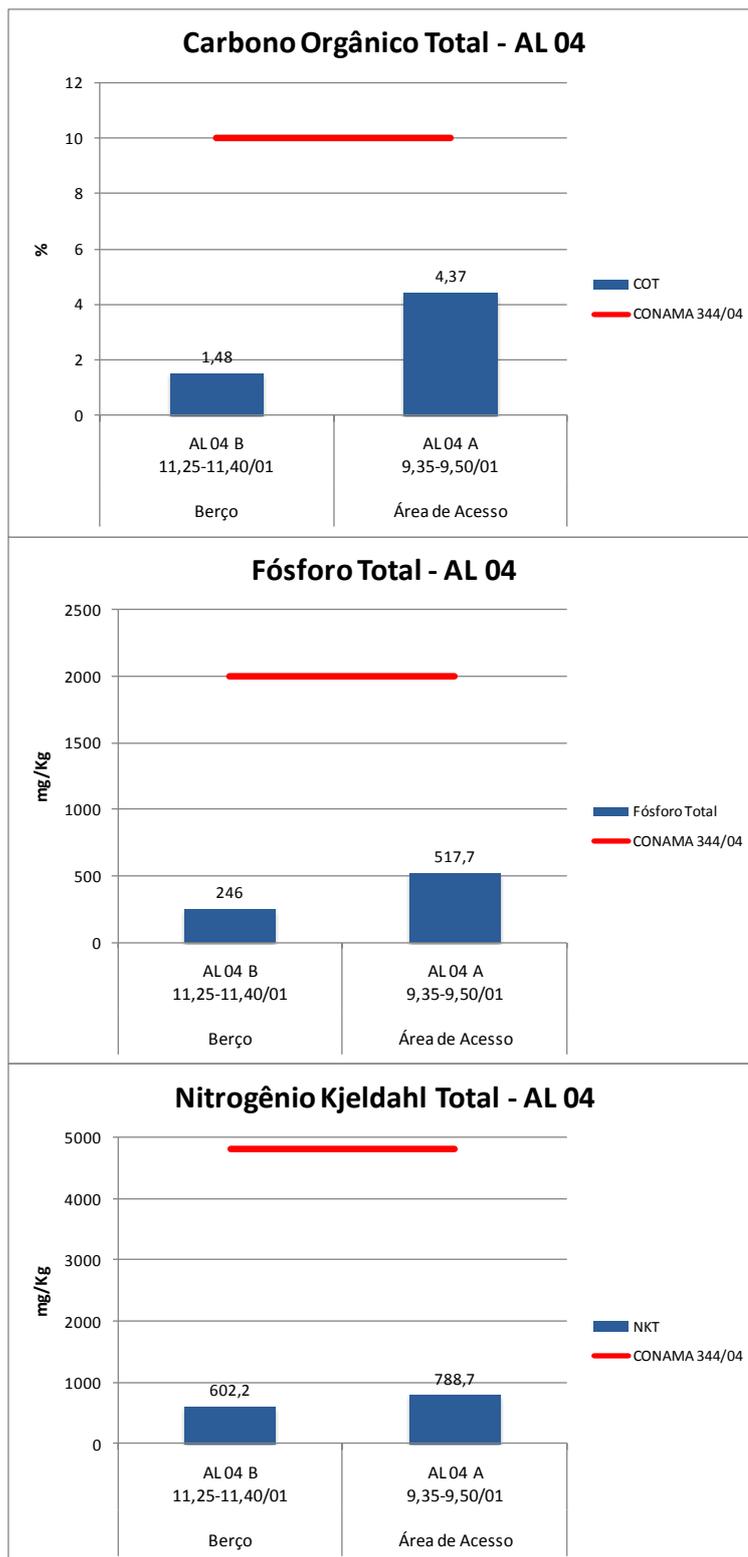


Figura 3.29-3. Concentrações de COT, fósforo total e NKT analisados nas amostras de sedimento de superfície coletadas no berço e acesso ao berço de atracação do Cais Almoa 04.

C. Análise Ecotoxicológica

Teste de Toxicidade Aguda com *Leptocheirus plumulosus*

A análise Ecotoxicológica com o anfípoda *L. plumulosus* foi realizada com amostra de sedimento de superfície tanto do berço do Cais Alemoa 04 quanto da área de acesso ao berço de atracação.

Os parâmetros físicos e químicos, como pH, salinidade (‰) e oxigênio dissolvido (mg/L), medidos na água de interface no início e fim do teste de toxicidade aguda estão apresentados na Tabela 3.29-7. Já as análises de pH, salinidade (‰), oxigênio dissolvido (mg/L), temperatura (°C), nitrogênio amoniacal (mg/L) e amônia não ionizada (NH₃ - mg/L), efetuadas na água intersticial dos sedimentos no início e fim do teste, estão apresentados na Tabela 3.29-8.

Paralelamente aos testes com as amostras coletadas foi realizado um controle laboratorial. Os resultados obtidos para esse controle também se encontram nas tabelas a seguir.

Tabela 3.29-7. Parâmetros físicos e químicos medidos na água de interface, no início e fim do teste de toxicidade aguda com *L. plumulosus*, para as amostras de sedimento de superfície do berço e área de acesso ao berço do Cais Alemoa 04.

Amostra	pH		Salinidade (‰)		Oxigênio Dissolvido (mg/L)	
	Inicial	Final	Inicial	Final	Inicial	Final
Controle	7,70	8,05	20	21	6,11	6,17
AL 04 Berço	8,06	8,45	22	22	5,43	6,05
AL 04 Acesso	8,10	8,25	21	22	4,81	6,03

Tabela 3.29-8. Parâmetros físicos e químicos medidos na água intersticial, no início e fim do teste de toxicidade aguda com *L. plumulosus*, para as amostras de sedimento de superfície do berço e área de acesso ao berço do Cais Alemoa 04.

Amostra	pH		Salinidade (‰)		Oxigênio Dissolvido (mg/L)		Temperatura (°C)		Nitrogênio amoniacal (mg/L)		Amônia não ionizada (mg/L)	
	Inicial	Final	Inicial	Final	Inicial	Final	Inicial	Final	Inicial	Final	Inicial	Final
Controle	7,88	7,90	26	24	5,29	4,62	24,6	24,8	3,50	-	0,120	-
AL 04 Berço	7,68	7,91	32	25	4,21	4,67	24,6	24,8	12,00	-	0,258	-
AL 04 Acesso	7,82	7,93	32	28	4,50	4,97	24,6	24,8	47,50	-	1,399	-

A Tabela 3.29-9 apresenta os resultados do teste de toxicidade aguda com *L. plumulosus* nas amostras de sedimento de superfície do Cais Alemoa 04. Os valores obtidos estão dentro da faixa estabelecida para a aceitação dos resultados.

Tabela 3.29-9. Efeito tóxico observado nos testes de toxicidade aguda com *L. plumulosus* para as amostras de sedimento de superfície, do berço e área de acesso ao berço do Cais Alemoa 04, em cada réplica após o período de exposição.

Amostra	Réplica	Nº final de animais por réplica		Mortalidade total (%)	Resultado
		Mortos	Total		
Controle	1	0	20	2	-
	2	0	20		
	3	1	20		
AL 04 Berço	1	0	20	3	Não Tóxico
	2	0	20		
	3	2	20		
AL 04 Acesso	1	0	20	5	Não Tóxico
	2	2	20		
	3	1	20		

De acordo com o tratamento estatístico aplicado, foi verificado que as amostras de sedimento de superfície, do berço do Cais Alemoa 04 e da área de acesso ao berço de atracação, não apresentaram toxicidade aguda para *L. plumulosus*, em comparação com o controle, após 10 dias de exposição.

Quanto à concentração de amônia não ionizada da água intersticial no início do teste, o valor da amostra de sedimento de superfície do acesso esteve acima do limite de 0,8 mg/L que, isoladamente, pode causar efeito tóxico para *Leptocheirus plumulosus* (USEPA, 2001), entretanto, tal efeito não foi observado.

A sensibilidade dos indivíduos de *L. plumulosus* 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} ; 96h) e respectivo intervalo de confiança obtidos foram: 0,71 mg Zn/L (I.C.: 0,62 a 0,81 mg Zn/L). A carta-controle de sensibilidade desse sistema-teste, utilizando dados acumulados de vários testes, indica 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.

- **COTA DE PROJETO**

- Berço: 12,70 metros
 - Amostras: AL 04 B 10,55-11,05/02
AL 04 B 12,45-12,95/03
- Acesso: 12,70 metros
 - Amostras: AL 04 A 10,70-11,20/02
AL 04 A 12,45-12,95/03

A. Granulometria

A composição granulométrica do sedimento da cota de projeto (AL 04 B 12,45-12,95/03 e AL 04 A 12,45-12,95/03) e da cota intermediária (AL 04 B 10,55-11,05/02 e AL 04 A 10,70-11,20/02) amostrado no berço e acesso ao berço de atracação do Cais Almoa 04 está apresentada na Figura 3.29-4, e na Tabela 3.29-10.

Os resultados granulométricos mostraram predominância das frações silte (54,0 e 30,3%), areia muito fina (27,2 e 30,2%) e argila (15,7 e 37,4%), no sedimento coletado nas amostras do berço (AL 04 B 10,55-11,05/02 e AL 04 B 12,45-12,95/03), e em menores porcentagens foram encontradas as frações areia fina (2,72 e 1,87%) e areia média (0,288 e 0,215%). As frações areia grossa e areia muito grossa apresentaram valores abaixo de 0,10%.

Nas amostras da área de acesso (AL 04 A 10,70-11,20/02 e AL 04 A 12,45-12,95/03) as frações predominantes foram areia muito fina (33,7 e 36,1%), argila (32,6 e 30,7%) e silte (30,1 e 27,7%), seguido pela fração areia fina (3,5 e 5,29%). As frações areia média, areia grossa e areia muito grossa apresentaram valores abaixo de 0,10%.

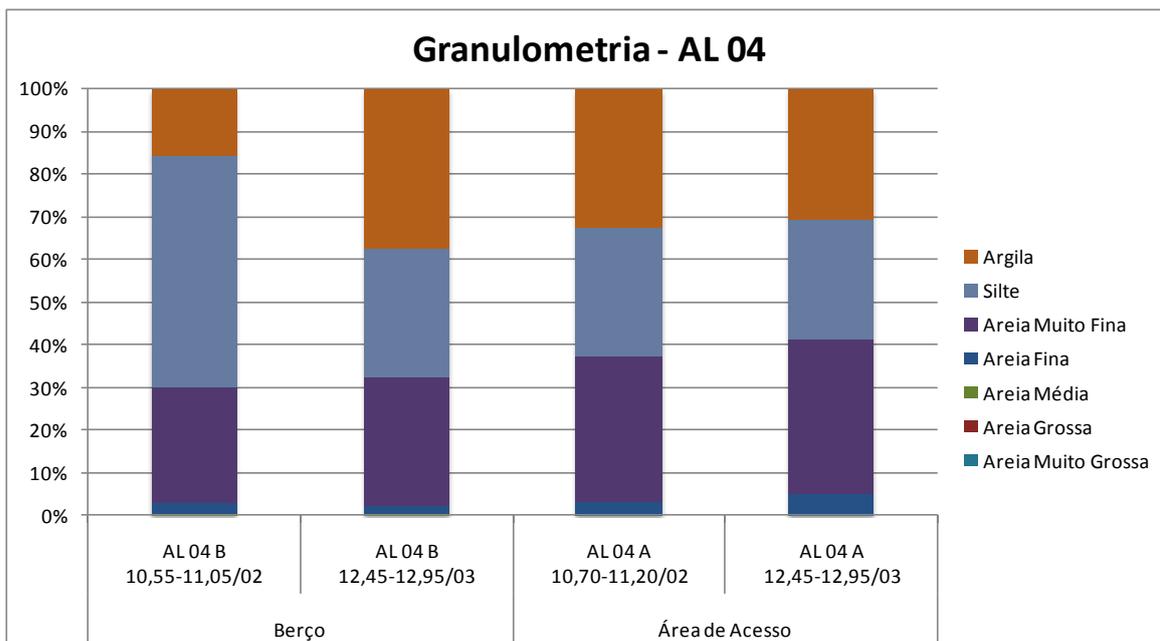


Figura 3.29-4. Composição granulométrica do sedimento, das cotas intermediária e de projeto, coletado no berço e área de acesso ao berço de atracação do Cais Alemoa 04.

Tabela 3.29-10. Composição granulométrica do sedimento, das cotas intermediária e de projeto, coletado no berço e área de acesso ao berço de atracação do Cais Alemoa 04.

Granulometria					
Fração	Unidade	Berço		Área de Acesso	
		AL 04 B 10,55-11,05/02	AL 04 B 12,45-12,95/03	AL 04 A 10,70-11,20/02	AL 04 A 12,45-12,95/03
Argila	%	15,7	37,4	32,6	30,7
Silte	%	54	30,3	30,1	27,7
Areia Muito Fina	%	27,2	30,2	33,7	36,1
Areia Fina	%	2,72	1,87	3,5	5,29
Areia Média	%	0,288	0,215	<0,10	<0,10
Areia Grossa	%	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10
Areia Muito Grossa	%	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10
Areia Total	%	30,2	32,3	37,2	41,4

B. Parâmetros Químicos

Metais e Arsênio

Os resultados das análises dos metais nas amostras de sedimento, das cotas intermediária e de projeto, coletadas no berço e acesso ao berço de atracação do Cais Alemoa 04 estão apresentados na Tabela 3.29-11.

Dentre os parâmetros químicos analisados no sedimento, arsênio, cádmio e mercúrio registraram concentrações abaixo do limite de quantificação (<LQ) tanto no berço quanto na sua área de acesso.

Os metais chumbo, cobre, cromo, níquel e zinco foram quantificados nas amostras, tanto do berço quanto da sua área de acesso, entretanto, nenhum destes elementos apresentou concentração acima do nível 1 da Resolução Conama 344/04 (Brasil, 2004).

A Figura 3.29-5 apresenta a concentração de alguns metais analisados no sedimento, das cotas intermediária e de projeto, coletados no berço do Cais Alemoa 04 e na sua referida área de acesso.

Hidrocarbonetos Policíclicos Aromáticos (HPAs)

A maioria dos HPAs, coletados no sedimento das amostras das cotas intermediária e de projeto, apresentaram valores abaixo do limite de quantificação do método. Exceção são os HPAs Benzo(a)antraceno, Benzo(a)pireno, Criseno, Fenantreno, Fluoranteno e Pireno, que foram quantificados na amostra da cota intermediária da área de acesso (AL 04 A 10,70-11,20/02) e os HPAs Benzo(a)pireno, Fluoranteno e Pireno, que foram quantificados na amostra da cota de projeto da área de acesso (AL 04 A 12,45-12,95/03), porém todos os HPAs registraram valores inferiores ao nível 1, estabelecido pela Resolução Conama 344/04 (Brasil, 2004) (Tabela 3.29-12).

Bifenilas Policloradas (PCBs)

Os PCBs totais apresentaram concentrações inferiores aos limites de quantificação do método, tanto no berço quanto na sua área de acesso, enquadrando-se, portanto, nos valores de referência estabelecidos pela Resolução Conama 344/04 (Brasil, 2004) (Tabela 3.29-13).

Pesticidas Organoclorados

Assim como para os PCBs totais, os pesticidas organoclorados apresentaram, tanto no berço quanto na sua área de acesso, concentrações inferiores aos limites de quantificação do método (Tabela 3.29-14). Nenhuma das amostras analisadas, portanto, apresentou-se fora dos limites estabelecidos pela resolução citada.

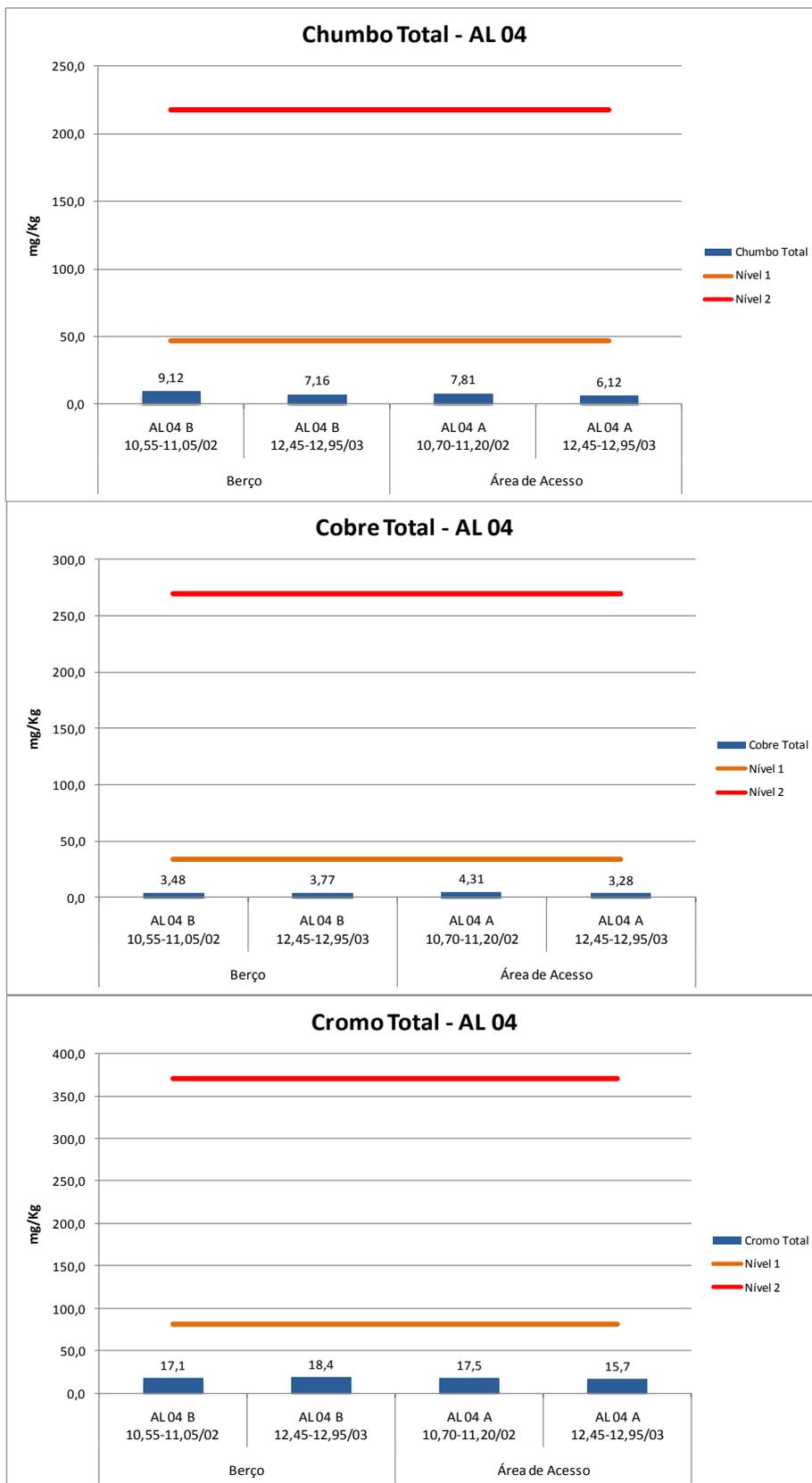


Figura 3.29-5. Concentração de alguns metais analisados nas amostras de sedimento, das cotas intermediária e de projeto, coletadas no berço do Cais Almoa 04 e na sua referida área de acesso.

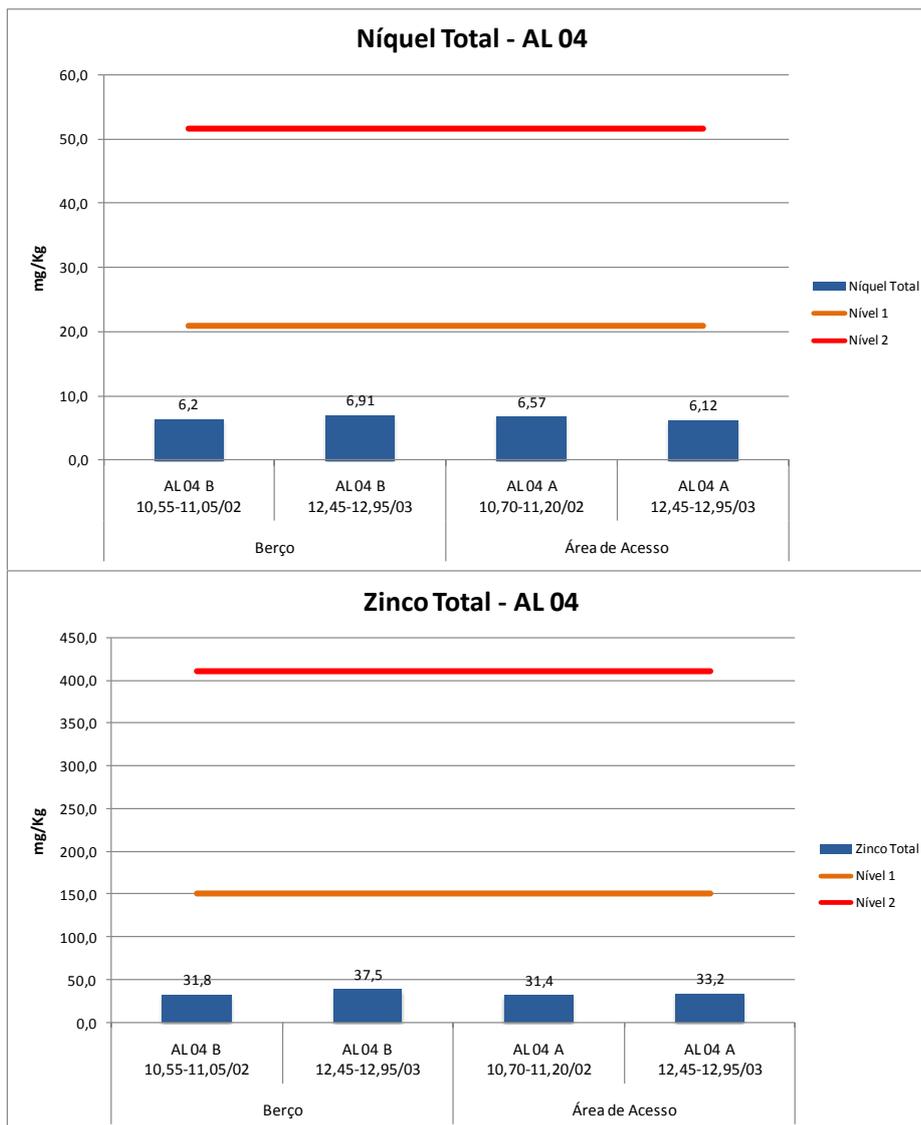


Figura 3.29-5. (Continuação) Concentração de alguns metais analisados nas amostras de sedimento, das cotas intermediária e de projeto, coletadas no berço do Cais Alemoa 04 e na sua referida área de acesso.

Tabela 3.29-11. Concentrações de metais e arsênio total nas amostras de sedimento, das cotas intermediária e de projeto, coletadas no berço e acesso ao berço de atracação do Cais Alemoa 04.

Metais e Arsênio							
Parâmetros	Unidade	Resolução CONAMA 344/04		Berço		Área de Acesso	
		Nível 1	Nível 2	AL 04 B	AL 04 B	AL 04 A	AL 04 A
				10,55-11,05/02	12,45-12,95/03	10,70-11,20/02	12,45-12,95/03
Arsênio Total	mg/kg	8,2	70,0	< 0,638	< 0,624	< 0,629	< 0,573
Cádmio Total	mg/kg	1,2	9,6	< 0,425	< 0,416	< 0,419	< 0,382
Chumbo Total	mg/kg	46,7	218,0	9,12	7,16	7,81	6,12
Cobre Total	mg/kg	34,0	270,0	3,48	3,77	4,31	3,28
Cromo Total	mg/kg	81,0	370,0	17,1	18,4	17,5	15,7
Mercúrio Total	mg/kg	0,15	0,71	< 0,0510	< 0,0499	< 0,0503	< 0,0459
Níquel Total	mg/kg	20,9	51,6	6,2	6,91	6,57	6,12
Zinco Total	mg/kg	150,0	410,0	31,8	37,5	31,4	33,2

Tabela 3.29-12. Concentrações de HPAs nas amostras de sedimento, das cotas intermediária e de projeto, coletadas no berço e acesso ao berço de atracação do Cais Alemao 04.

Hidrocarbonetos Policíclicos Aromáticos ou HPAs							
Parâmetros	Unidade	Resolução		Berço		Área de Acesso	
		CONAMA 344/04		AL 04 B	AL 04 B	AL 04 A	AL 04 A
		Nível 1	Nível 2	10,55-11,05/02	12,45-12,95/03	10,70-11,20/02	12,45-12,95/03
Benzo(a)antraceno	µg/kg	74,8	693,0	< 5,10	< 4,99	24,79	< 4,59
Benzo(a)pireno	µg/kg	88,8	763,0	< 5,10	< 4,99	30,94	5,3
Criseno	µg/kg	108,0	846,0	< 5,10	< 4,99	24,45	< 4,59
Dibenzo(a,h)antraceno	µg/kg	6,2	135,0	< 5,10	< 4,99	< 5,03	< 4,59
Acenafteno	µg/kg	16,0	500,0	< 5,10	< 4,99	< 5,03	< 4,59
Acenaftileno	µg/kg	44,0	640,0	< 5,10	< 4,99	< 5,03	< 4,59
Antraceno	µg/kg	85,3	1100,0	< 5,10	< 4,99	< 5,03	< 4,59
Fenantreno	µg/kg	240,0	1500,0	< 5,10	< 4,99	10,78	< 4,59
Fluoranteno	µg/kg	600,0	5100,0	< 5,10	< 4,99	47,07	6,53
Fluoreno	µg/kg	19,0	540,0	< 5,10	< 4,99	< 5,03	< 4,59
2-Metilnaftaleno	µg/kg	70,0	670,0	< 5,10	< 4,99	< 5,03	< 4,59
Naftaleno	µg/kg	160,0	2100,0	< 5,10	< 4,99	< 5,03	< 4,59
Pireno	µg/kg	665,0	2600,0	< 5,10	< 4,99	56,7	18,34

Tabela 3.29-13. Concentrações de PCBs nas amostras de sedimento, das cotas intermediária e de projeto, coletadas no berço e acesso ao berço de atracação do Cais Alemao 04.

Bifenilas Policloradas ou PCBs							
Parâmetros	Unidade	Resolução		Berço		Área de Acesso	
		CONAMA 344/04		AL 04 B	AL 04 B	AL 04 A	AL 04 A
		Nível 1	Nível 2	10,55-11,05/02	12,45-12,95/03	10,70-11,20/02	12,45-12,95/03
Bifenilas Policloradas Totais	µg/kg	22,7	180	< 0,102	< 0,100	< 0,101	< 0,092

Tabela 3.29-14. Concentrações de Pesticidas Organoclorados nas amostras, das cotas intermediária e de projeto, coletadas no berço e acesso ao berço de atracação do Cais Alemoa 04.

Pesticidas Organoclorados							
Parâmetros	Unidade	Resolução CONAMA 344/04		Berço		Área de Acesso	
		Nível 1	Nível 2	AL 04 B	AL 04 B	AL 04 A	AL 04 A
				10,55-11,05/02	12,45-12,95/03	10,70-11,20/02	12,45-12,95/03
a-BHC	µg/kg	0,32	0,99	< 0,102	< 0,100	< 0,101	< 0,092
b-BHC	µg/kg	0,32	0,99	< 0,102	< 0,100	< 0,101	< 0,092
d-BHC	µg/kg	0,32	0,99	< 0,102	< 0,100	< 0,101	< 0,092
g-BHC	µg/kg	0,32	0,99	< 0,102	< 0,100	< 0,101	< 0,092
a-Clordano	µg/kg	2,26	4,79	< 0,102	< 0,100	< 0,101	< 0,092
g-Clordano	µg/kg	2,26	4,79	< 0,102	< 0,100	< 0,101	< 0,092
DDD	µg/kg	1,22	7,81	< 0,102	< 0,100	< 0,101	< 0,092
DDE	µg/kg	2,07	374	< 0,102	< 0,100	< 0,101	< 0,092
DDT	µg/kg	1,19	4,77	< 0,102	< 0,100	< 0,101	< 0,092
Dieldrin	µg/kg	0,71	4,3	< 0,102	< 0,100	< 0,101	< 0,092
Endrin	µg/kg	2,67	62,4	< 0,102	< 0,100	< 0,101	< 0,092

Outros Parâmetros

Os parâmetros carbono orgânico total (COT), fósforo total e nitrogênio kjeldahl total (NKT) foram quantificados nas amostras de sedimento, das cotas intermediária e de projeto, tanto do berço quanto da área de acesso, entretanto apresentaram concentrações abaixo do valor alerta estabelecido pela Resolução Conama 344/04 (Brasil, 2004) (Tabela 3.29-15).

A Figura 3.29-6 apresenta a concentração de COT, fósforo total e NKT analisados no sedimento, das cotas intermediária e de projeto, coletados no berço do Cais Alemoa 04 e na sua referida área de acesso.

Tabela 3.29-15. Concentrações de COT, fósforo total e NKT nas amostras, das cotas intermediária e de projeto, coletadas no berço e acesso ao berço de atracação do Cais Alemoa 04.

Outros Parâmetros				
Parâmetros	Unidade	Resolução CONAMA 344/04	Berço	
			AL 04 B 10,55-11,05/02	AL 04 B 12,45-12,95/03
Carbono Orgânico Total	%	10	1,43	1,43
Fósforo Total	mg/kg	2000	259,5	263,5
Nitrogênio Kjeldahl Total	mg/kg	4800	482,1	501,2

Outros Parâmetros				
Parâmetros	Unidade	Resolução CONAMA 344/04	Área de Acesso	
			AL 04 A 10,70-11,20/02	AL 04 A 12,45-12,95/03
Carbono Orgânico Total	%	10	1,48	1,46
Fósforo Total	mg/kg	2000	291,7	208,3
Nitrogênio Kjeldahl Total	mg/kg	4800	422,5	359,2

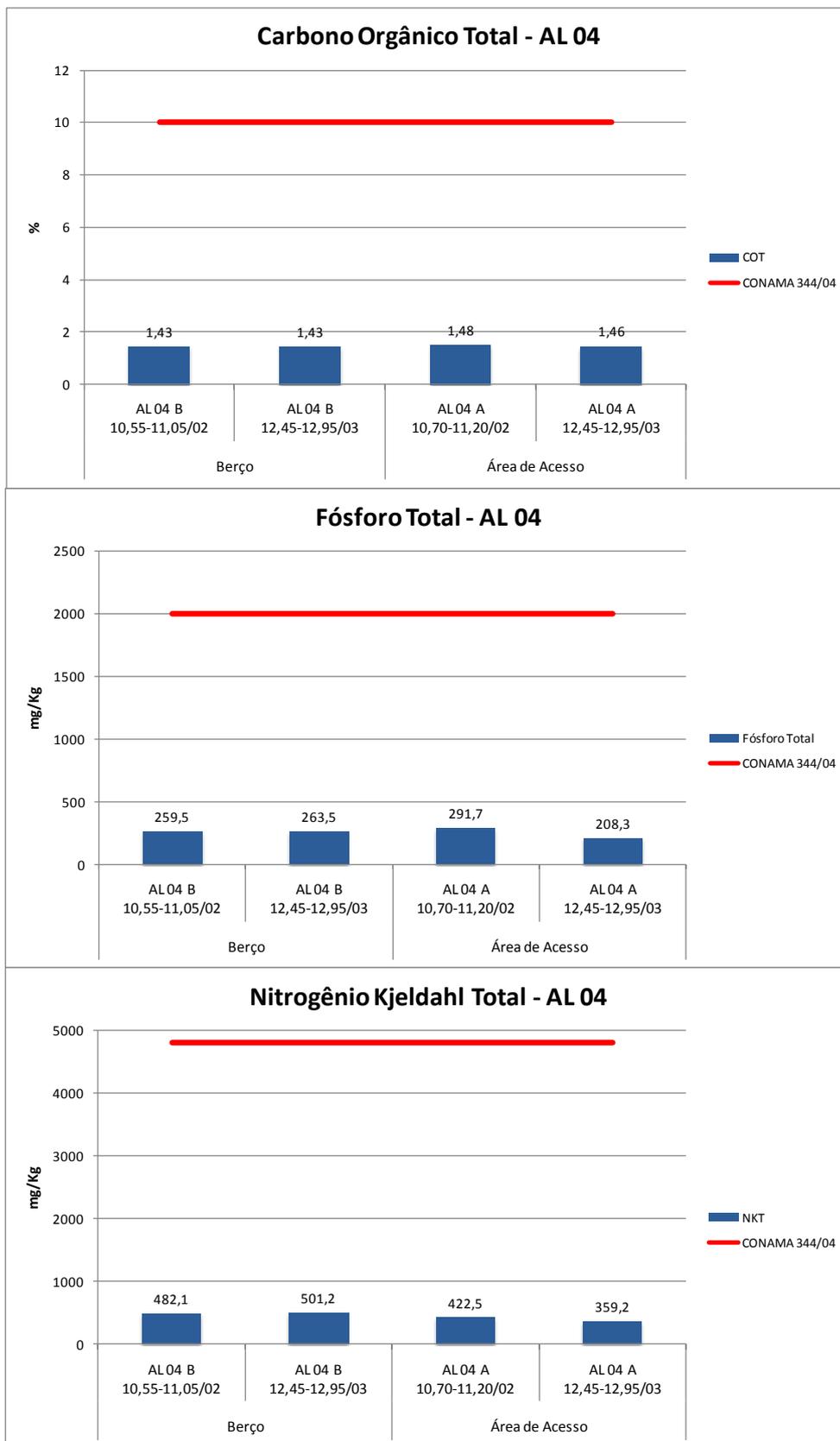


Figura 3.29-6. Concentrações de COT, fósforo total e NKT analisados nas amostras de sedimento, das cotas intermediária e de projeto, coletadas no berço e acesso ao berço de atracação do Cais Alemoa 04.

3.30. CAIS PÍER DA BARCAÇA

- **SUPERFÍCIE**

A. Granulometria

A composição granulométrica do sedimento de superfície amostrado no berço e acesso ao berço de atracação do Cais Píer da Barcaça está apresentada na Figura 3.30-1, e na Tabela 3.30-1.

Os resultados granulométricos mostraram dominância da fração silte (86,5%), no sedimento coletado no berço do Cais Píer da Barcaça, e em menores porcentagens foram encontradas as frações argila (12,1%), areia muito fina (1,25%) e areia fina (0,108%). As frações areia média, areia grossa e areia muito grossa apresentaram valores abaixo de 0,10%.

No acesso ao berço de atracação a fração dominante também foi o silte (83,5%), seguido pelas frações argila (12,7%), areia muito fina (3,28%) e areia fina (0,369%). As frações areia média, areia grossa e areia muito grossa apresentaram valores abaixo de 0,10%.

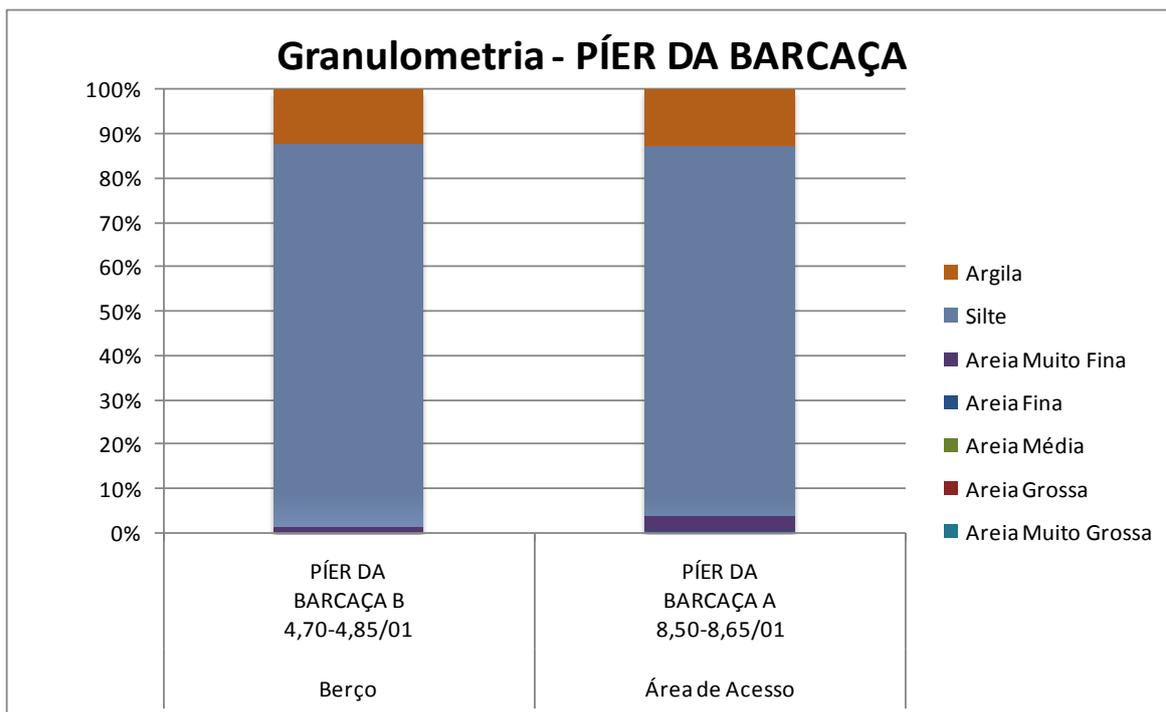


Figura 3.30-1. Composição granulométrica do sedimento de superfície do berço e área de acesso ao berço de atracação do Cais Píer da Barcaça.

Tabela 3.30-1. Composição granulométrica do sedimento de superfície do berço e área de acesso ao berço de atracação do Cais Píer da Barcaça.

Granulometria			
Fração	Unidade	Berço	Área de Acesso
		PÍER DA BARCAÇA B 4,70-4,85/01	PÍER DA BARCAÇA A 8,50-8,65/01
Argila	%	12,1	12,7
Silte	%	86,5	83,5
Areia Muito Fina	%	1,25	3,28
Areia Fina	%	0,108	0,369
Areia Média	%	<0,10	<0,10
Areia Grossa	%	<0,10	<0,10
Areia Muito Grossa	%	<0,10	<0,10
Areia Total	%	1,43	3,7

B. Parâmetros Químicos

Metais e Arsênio

Os resultados das análises dos metais nas amostras de sedimento de superfície coletadas no berço e acesso ao berço de atracação do Cais Píer da Barcaça estão apresentados na Tabela 3.30-2.

Dentre os parâmetros químicos, analisados no sedimento de superfície, arsênio e cádmio registraram concentrações abaixo do limite de quantificação (<LQ) tanto no berço quanto na sua área de acesso.

Os metais chumbo, cobre, cromo, níquel e zinco foram quantificados nas amostras, de sedimento de superfície, coletadas tanto no berço quanto na sua área de acesso. Entretanto, nenhum destes elementos apresentou concentração acima do nível 1 da Resolução Conama 344/04 (Brasil, 2004).

O metal mercúrio apresentou concentração acima do nível 1, da referida Resolução, tanto no berço do Cais Píer da Barcaça quanto na sua área de acesso. Entretanto, vale ressaltar que os valores encontrados, 0,286 e 0,276 mg/kg, no berço e área de acesso, respectivamente, ficaram mais próximos ao valor estabelecido como nível 1 (0,150 mg/kg) do que como nível 2 (0,710 mg/kg) da Resolução Conama nº 344/04 (Brasil, 2004).

A Figura 3.30-2 apresenta a concentração de alguns metais analisados no sedimento de superfície coletados no berço do Cais Píer da Barcaça e na sua referida área de acesso.

Hidrocarbonetos Policíclicos Aromáticos (HPAs)

Todos os HPAs, coletados no berço do Cais Píer da Barcaça e na sua área de acesso, apresentaram valores abaixo do limite de quantificação (<LQ) do método (Tabela 3.30-3).

Bifenilas Policloradas (PCBs)

Os PCBs totais apresentaram concentrações inferiores aos limites de quantificação do método, tanto no berço quanto na sua área de acesso, enquadrando-se, portanto, nos valores de referência estabelecidos pela Resolução Conama 344/04 (Brasil, 2004) (Tabela 3.30-4).

Pesticidas Organoclorados

Assim como para os PCBs totais, os pesticidas organoclorados apresentaram, tanto no berço quanto na sua área de acesso, concentrações inferiores aos limites de quantificação do método (Tabela 3.30-5). Nenhuma das amostras analisadas, portanto, apresentou-se fora dos limites estabelecidos pela resolução citada.

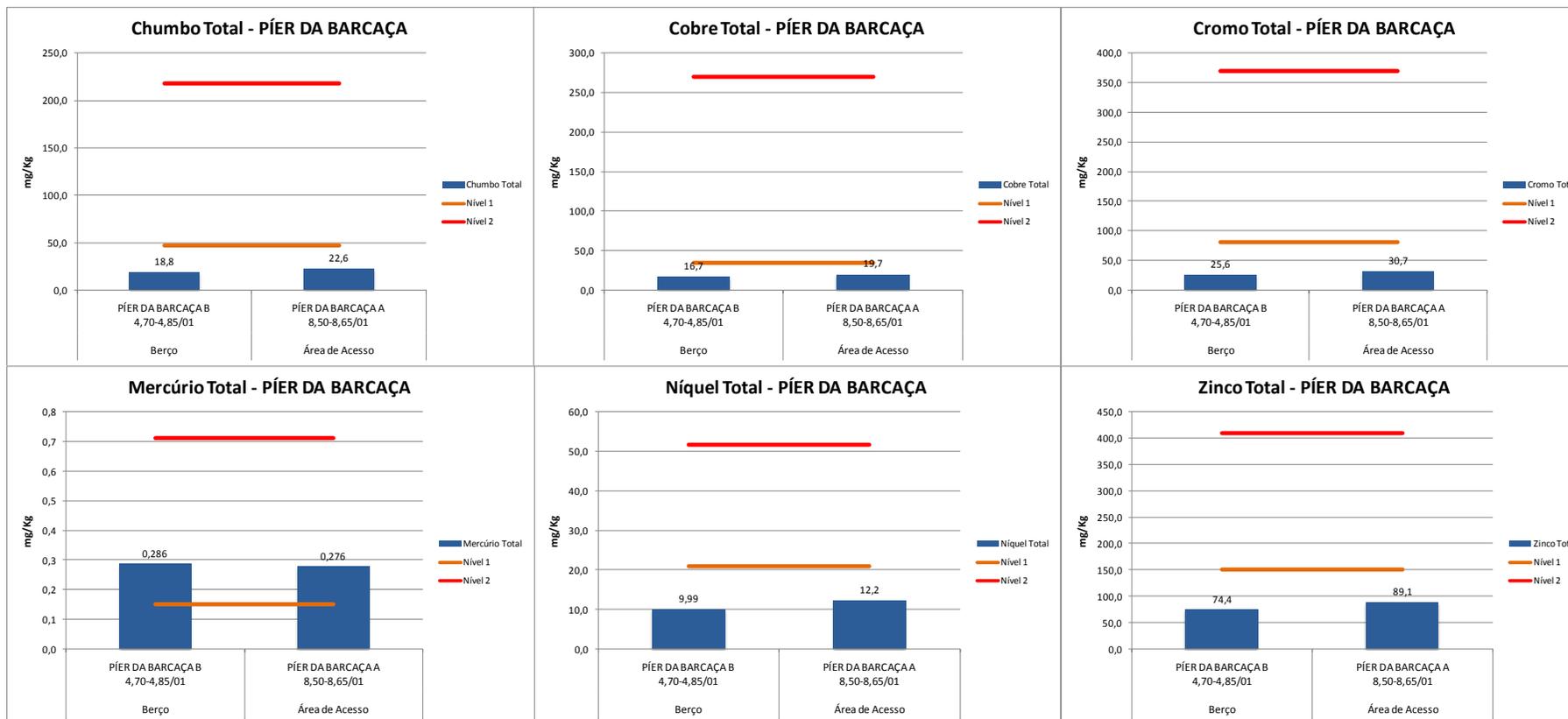


Figura 3.30-2. Concentração de alguns metais analisados nas amostras de sedimento de superfície coletadas no berço do Cais Píer da Barçaça e na sua referida área de acesso.

Tabela 3.30-2. Concentrações de metais e arsênio total nas amostras de sedimento de superfície coletadas no berço e acesso ao berço de atracação do Cais Píer da Barcaça.

Metais e Arsênio					
Parâmetros	Unidade	Resolução CONAMA 344/04		Berço	Área de Acesso
		Nível 1	Nível 2	PÍER DA BARCAÇA B 4,70-4,85/01	PÍER DA BARCAÇA A 8,50-8,65/01
Arsênio Total	mg/kg	8,2	70,0	< 1,16	< 1,37
Cádmio Total	mg/kg	1,2	9,6	< 0,774	< 0,916
Chumbo Total	mg/kg	46,7	218,0	18,8	22,6
Cobre Total	mg/kg	34,0	270,0	16,7	19,7
Cromo Total	mg/kg	81,0	370,0	25,6	30,7
Mercúrio Total	mg/kg	0,15	0,71	0,286	0,276
Níquel Total	mg/kg	20,9	51,6	9,99	12,2
Zinco Total	mg/kg	150,0	410,0	74,4	89,1

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

Tabela 3.30-3. Concentrações de HPAs nas amostras de sedimento de superfície coletadas no berço e acesso ao berço de atracação do Cais Píer da Barcaça.

Hidrocarbonetos Policíclicos Aromáticos ou HPAs					
Parâmetros	Unidade	Resolução CONAMA 344/04		Berço	Área de Acesso
		Nível 1	Nível 2	PÍER DA BARCAÇA B 4,70-4,85/01	PÍER DA BARCAÇA A 8,50-8,65/01
Benzo(a)antraceno	µg/kg	74,8	693,0	< 9,29	< 10,99
Benzo(a)pireno	µg/kg	88,8	763,0	< 9,29	< 10,99
Criseno	µg/kg	108,0	846,0	< 9,29	< 10,99
Dibenzo(a,h)antraceno	µg/kg	6,2	135,0	< 9,29	< 10,99
Acenafteno	µg/kg	16,0	500,0	< 9,29	< 10,99
Acenaftileno	µg/kg	44,0	640,0	< 9,29	< 10,99
Antraceno	µg/kg	85,3	1100,0	< 9,29	< 10,99
Fenantreno	µg/kg	240,0	1500,0	< 9,29	< 10,99
Fluoranteno	µg/kg	600,0	5100,0	< 9,29	< 10,99
Fluoreno	µg/kg	19,0	540,0	< 9,29	< 10,99
2-Metilnaftaleno	µg/kg	70,0	670,0	< 9,29	< 10,99
Naftaleno	µg/kg	160,0	2100,0	< 9,29	< 10,99
Pireno	µg/kg	665,0	2600,0	< 9,29	< 10,99

Tabela 3.30-4. Concentrações de PCBs nas amostras de sedimento de superfície coletadas no berço e acesso ao berço de atracação do Cais Píer da Barcaça.

Bifenilas Policloradas ou PCBs					
Parâmetros	Unidade	Resolução CONAMA 344/04		Berço	Área de Acesso
		Nível 1	Nível 2	PÍER DA BARCAÇA B 4,70-4,85/01	PÍER DA BARCAÇA A 8,50-8,65/01
Bifenilas Policloradas Totais	µg/kg	22,7	180	< 0,186	< 0,220

Tabela 3.30-5. Concentrações de Pesticidas Organoclorados nas amostras de sedimento de superfície coletadas no berço e acesso ao berço de atracação do Cais Píer da Barcaça.

Pesticidas Organoclorados					
Parâmetros	Unidade	Resolução CONAMA 344/04		Berço	Área de Acesso
		Nível 1	Nível 2	PÍER DA BARCAÇA B	PÍER DA BARCAÇA A
				4,70-4,85/01	8,50-8,65/01
a-BHC	µg/kg	0,32	0,99	< 0,186	< 0,220
b-BHC	µg/kg	0,32	0,99	< 0,186	< 0,220
d-BHC	µg/kg	0,32	0,99	< 0,186	< 0,220
g-BHC	µg/kg	0,32	0,99	< 0,186	< 0,220
a-Clordano	µg/kg	2,26	4,79	< 0,186	< 0,220
g-Clordano	µg/kg	2,26	4,79	< 0,186	< 0,220
DDD	µg/kg	1,22	7,81	< 0,186	< 0,220
DDE	µg/kg	2,07	374	< 0,186	< 0,220
DDT	µg/kg	1,19	4,77	< 0,186	< 0,220
Dieldrin	µg/kg	0,71	4,3	< 0,186	< 0,220
Endrin	µg/kg	2,67	62,4	< 0,186	< 0,220

Outros Parâmetros

Os parâmetros carbono orgânico total (COT), fósforo total e nitrogênio kjeldahl total (NKT) foram quantificados nas amostras de sedimento de superfície, tanto no berço quanto na área de acesso ao berço de atracação, entretanto apresentaram concentrações abaixo do valor alerta estabelecido pela Resolução Conama 344/04 (Brasil, 2004) (Tabela 3.30-6).

A Figura 3.30-3 apresenta a concentração de COT, fósforo total e NKT analisados no sedimento de superfície coletados no berço do Cais Píer da Barcaça e na sua referida área de acesso.

Tabela 3.30-6. Concentrações de COT, fósforo total e NKT nas amostras de sedimento coletadas no berço e acesso ao berço de atracação do Cais Píer da Barcaça.

Outros Parâmetros					
Parâmetros	Unidade	Resolução CONAMA 344/04	Berço	Área de Acesso	
			PÍER DA BARCAÇA B	PÍER DA BARCAÇA A	
			4,70-4,85/01	8,50-8,65/01	
Carbono Orgânico Total	%	10	6,3	5,67	
Fósforo Total	mg/kg	2000	815,8	775,9	
Nitrogênio Kjeldahl Total	mg/kg	4800	810,8	910,2	

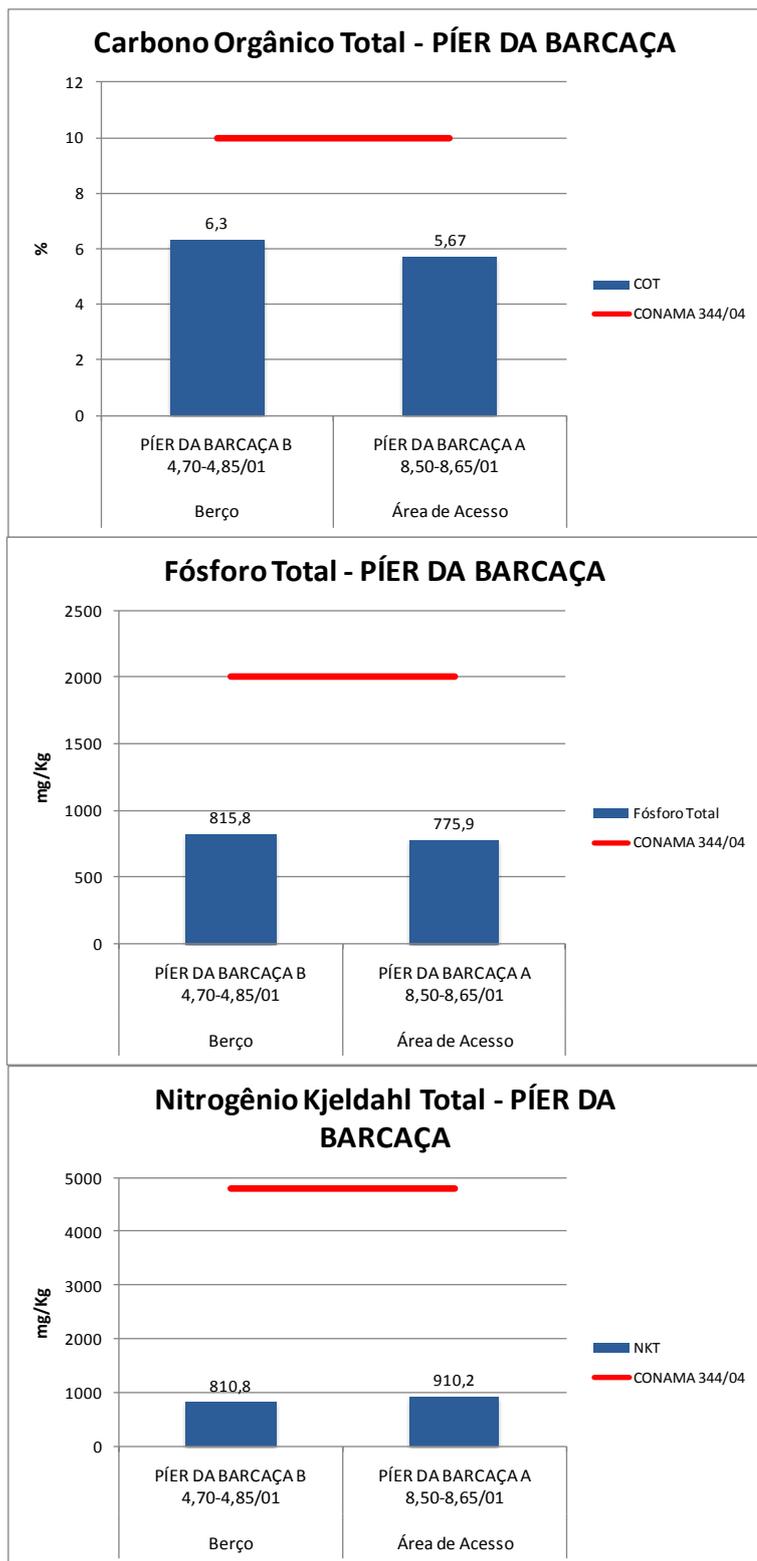


Figura 3.30-3. Concentrações de COT, fósforo total e NKT analisados nas amostras de sedimento de superfície coletadas no berço e acesso ao berço de atracação do Cais Píer da Barçaça.

C. Análise Ecotoxicológica

Teste de Toxicidade Aguda com *Leptocheirus plumulosus*

A análise Ecotoxicológica com o anfípoda *L. plumulosus* foi realizada com amostra de sedimento de superfície tanto do berço do Cais Píer da Barcaça quanto da área de acesso ao berço de atracação.

Os parâmetros físicos e químicos, como pH, salinidade (‰) e oxigênio dissolvido (mg/L), medidos na água de interface no início e fim do teste de toxicidade aguda estão apresentados na Tabela 3.30-7. Já as análises de pH, salinidade (‰), oxigênio dissolvido (mg/L), temperatura (°C), nitrogênio amoniacal (mg/L) e amônia não ionizada (NH₃ - mg/L), efetuadas na água intersticial dos sedimentos no início e fim do teste, estão apresentados na Tabela 3.30-8.

Paralelamente aos testes com as amostras coletadas foi realizado um controle laboratorial. Os resultados obtidos para esse controle também se encontram nas tabelas a seguir.

Tabela 3.30-7. Parâmetros físicos e químicos medidos na água de interface, no início e fim do teste de toxicidade aguda com *L. plumulosus*, para as amostras de sedimento de superfície do berço e área de acesso ao berço do Cais Píer da Barcaça.

Amostra	pH		Salinidade (‰)		Oxigênio Dissolvido (mg/L)	
	Inicial	Final	Inicial	Final	Inicial	Final
Controle	7,65	7,99	20	21	6,07	6,66
Píer da Barcaça Berço	7,85	8,44	20	23	6,57	6,70
Píer da Barcaça Acesso	7,82	8,05	20	23	6,56	6,72

Tabela 3.30-8. Parâmetros físicos e químicos medidos na água intersticial, no início e fim do teste de toxicidade aguda com *L. plumulosus*, para as amostras de sedimento de superfície do berço e área de acesso ao berço do Cais Píer da Barcaça.

Amostra	pH		Salinidade (‰)		Oxigênio Dissolvido (mg/L)		Temperatura (°C)		Nitrogênio amoniacal (mg/L)		Amônia não ionizada (mg/L)	
	Inicial	Final	Inicial	Final	Inicial	Final	Inicial	Final	Inicial	Final	Inicial	Final
Controle	7,91	7,67	25	25	5,62	5,39	26,0	24,4	4,50	-	0,183	-
Píer da Barcaça Berço	7,67	7,59	30	26	5,15	4,63	26,0	24,4	20,00	-	0,466	-
Píer da Barcaça Acesso	7,66	7,76	30	25	5,30	5,10	26,0	24,4	17,00	-	0,387	-

A Tabela 3.30-9 apresenta os resultados do teste de toxicidade aguda com *L. plumulosus* nas amostras de sedimento de superfície do Cais Píer da Barcaça. Os valores obtidos estão dentro da faixa estabelecida para a aceitação dos resultados.

Tabela 3.30-9. Efeito tóxico observado nos testes de toxicidade aguda com *L. plumulosus* para as amostras de sedimento de superfície, do berço e área de acesso ao berço do Cais Pier da Barcaça, em cada réplica após o período de exposição.

Amostra	Réplica	Nº final de animais por réplica		Mortalidade total (%)	Resultado
		Mortos	Total		
Controle	1	0	20	0	-
	2	0	20		
	3	0	20		
Píer da Barcaça Berço	1	0	20	0	Não Tóxico
	2	0	20		
	3	0	20		
Píer da Barcaça Acesso	1	0	20	7	Não Tóxico
	2	4	20		
	3	0	20		

De acordo com o tratamento estatístico aplicado, foi verificado que as amostras de sedimento de superfície, do berço do Cais Píer da Barcaça e da área de acesso ao berço de atracação, não apresentaram toxicidade aguda para *L. plumulosus*, em comparação com o controle, após 10 dias de exposição.

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 essa espécie (USEPA, 2001).

A sensibilidade dos indivíduos de *L. plumulosus* 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} ; 96h) e respectivo intervalo de confiança obtidos foram: 1,00 mg Zn/L (I.C.: 0,78 a 1,29 mg Zn/L). A carta-control de sensibilidade desse sistema-teste, utilizando dados acumulados de vários testes, indica 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.

- **COTA DE PROJETO**

- Berço: 7,00 metros
 - Amostra: PÍER DA BARCAÇA B 5,65-6,15/02
 - Amostra: PÍER DA BARCAÇA B 6,75-7,25/03
- Acesso: 7,00 metros

A. Granulometria

A composição granulométrica do sedimento da cota intermediária (PÍER DA BARCAÇA B 5,65-6,15/02) e da cota de projeto (PÍER DA BARCAÇA B 6,75-7,25/03) amostrado no berço do Cais Píer da Barcaça está apresentada na Figura 3.30-4, e na Tabela 3.30-10.

Os resultados granulométricos mostraram predominância das frações silte (41,6%), argila (38,4%) e areia muito fina (18,7%), na amostra da cota intermediária, e em menores porcentagens foram encontradas as frações areia fina (1,07%) e areia média (0,128%). As frações areia grossa e areia muito grossa apresentaram valores abaixo de 0,10%.

Na amostra da cota de projeto as frações predominantes foram areia muito fina (53,8%), silte (26,0%) e argila (16,4%), seguido pelas frações areia fina (3,02%), areia média (0,483%) e areia grossa (0,163%). A fração areia muito grossa apresentou valor abaixo de 0,10%.

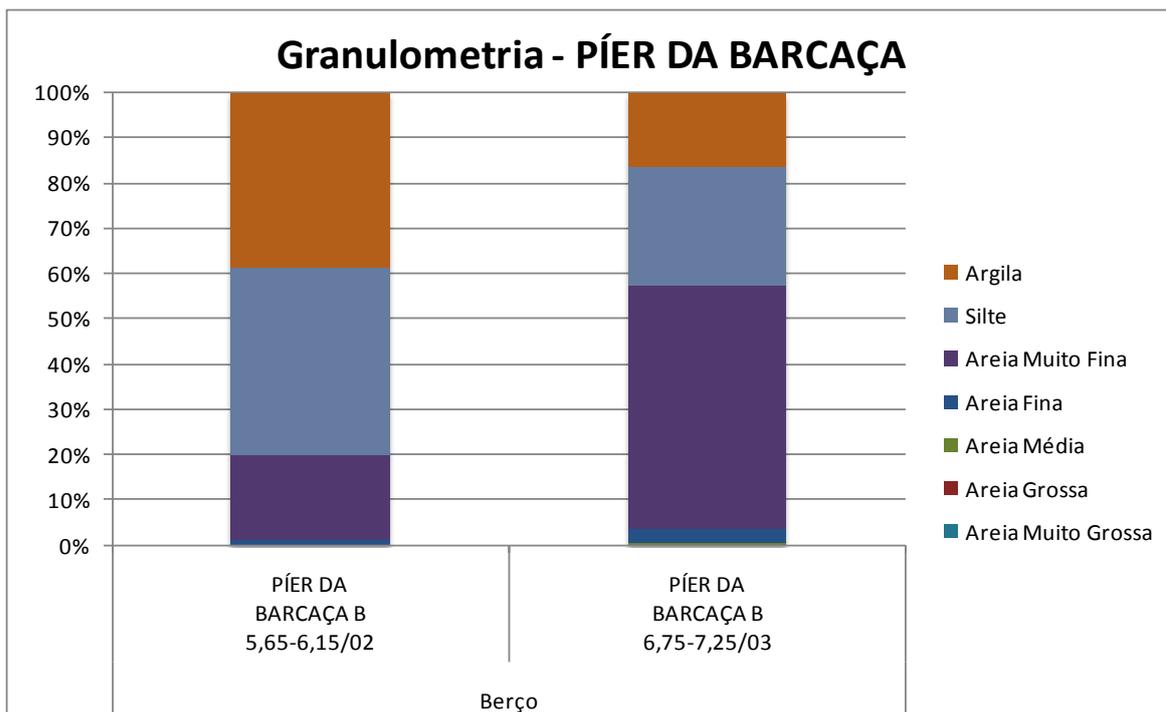


Figura 3.30-4. Composição granulométrica do sedimento das cotas, intermediária e de projeto, coletado no berço de atracação do Cais Píer da Barçaça.

Tabela 3.30-10. Composição granulométrica do sedimento das cotas, intermediária e de projeto, coletado no berço de atracação do Cais Píer da Barçaça.

Granulometria			
Fração	Unidade	Berço	
		PÍER DA BARÇAÇA B 5,65-6,15/02	PÍER DA BARÇAÇA B 6,75-7,25/03
Argila	%	38,4	16,4
Silte	%	41,6	26
Areia Muito Fina	%	18,7	53,8
Areia Fina	%	1,07	3,02
Areia Média	%	0,128	0,483
Areia Grossa	%	<0,10	0,163
Areia Muito Grossa	%	<0,10	<0,10
Areia Total	%	20	57,5

B. Parâmetros Químicos

Metais e Arsênio

Os resultados das análises dos metais na amostra de sedimento da cota de projeto, coletada no berço do Cais Píer da Barcaça, estão apresentados na Tabela 3.30-11.

Dentre os parâmetros químicos analisados no sedimento, arsênio e cádmio registraram concentrações abaixo do limite de quantificação do método.

O metal mercúrio apresentou concentração acima do nível 1 (0,150 mg/kg), estabelecido pela Resolução Conama 344/04 (Brasil, 2004), tanto na amostra da cota intermediária quanto na da cota de projeto.

Os metais chumbo, cobre, cromo, níquel e zinco foram quantificados na amostra de sedimento da cota de projeto, entretanto, nenhum destes elementos apresentou concentração acima do nível 1 da Resolução Conama 344/04 (Brasil, 2004).

A Figura 3.30-5 apresenta a concentração de alguns metais analisados no sedimento, das cotas intermediária e de projeto, coletado no berço do Cais Píer da Barcaça.

Hidrocarbonetos Policíclicos Aromáticos (HPAs)

Todos os HPAs analisados no sedimento, das cotas intermediária e de projeto, coletado no berço do Píer da Barcaça, apresentaram valores abaixo do limite de quantificação do método (Tabela 3.30-12).

Bifenilas Policloradas (PCBs)

Os PCBs totais apresentaram concentrações inferiores aos limites de quantificação do método nas amostras de sedimento, das cotas intermediária e de projeto, enquadrando-se, portanto, nos valores de referência estabelecidos pela Resolução Conama 344/04 (Brasil, 2004) (Tabela 3.30-13).

Pesticidas Organoclorados

Assim como para os PCBs totais, os pesticidas organoclorados apresentaram, nas amostras de sedimento, das cotas intermediária e de projeto, concentrações inferiores aos limites de quantificação do método (Tabela 3.30-14). Nenhuma das amostras analisadas, portanto, apresentou-se fora dos limites estabelecidos pela resolução citada.

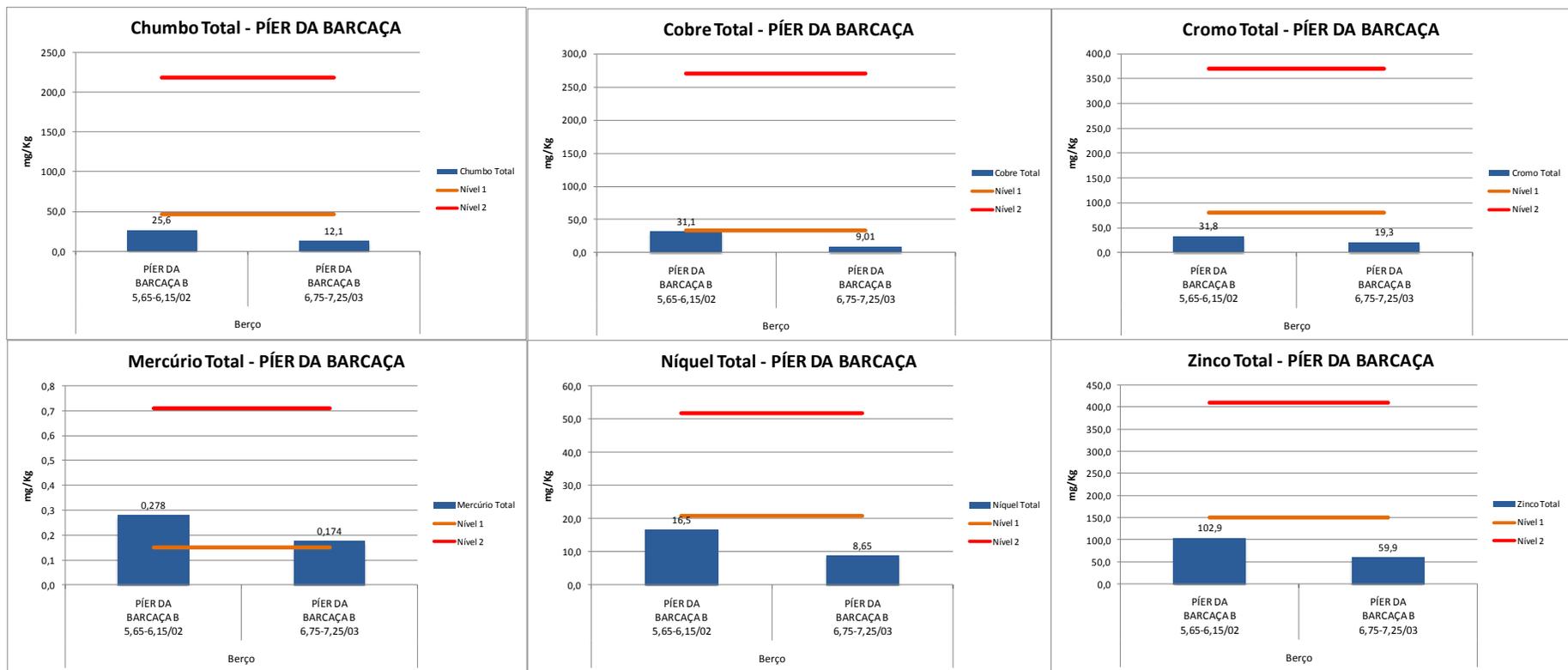


Figura 3.30-5. Concentração de alguns metais analisados nas amostras de sedimento, das cotas intermediária e de projeto, coletadas no berço do Cais Píer da Barcaça.

Tabela 3.30-11. Concentrações de metais e arsênio total nas amostras de sedimento, das cotas intermediária e de projeto, coletadas no berço do Cais Píer da Barcaça.

Metais e Arsênio					
Parâmetros	Unidade	Resolução CONAMA 344/04		Berço	
		Nível 1	Nível 2	PÍER DA BARCAÇA B 5,65-6,15/02	PÍER DA BARCAÇA B 6,75-7,25/03
Arsênio Total	mg/kg	8,2	70,0	< 1,00	< 0,761
Cádmio Total	mg/kg	1,2	9,6	< 0,667	< 0,507
Chumbo Total	mg/kg	46,7	218,0	25,6	12,1
Cobre Total	mg/kg	34,0	270,0	31,1	9,01
Cromo Total	mg/kg	81,0	370,0	31,8	19,3
Mercúrio Total	mg/kg	0,15	0,71	0,278	0,174
Níquel Total	mg/kg	20,9	51,6	16,5	8,65
Zinco Total	mg/kg	150,0	410,0	102,9	59,9

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

Tabela 3.30-12. Concentrações de HPAs nas amostras de sedimento, das cotas intermediária e de projeto, coletadas no berço do Cais Píer da Barcaça.

Hidrocarbonetos Policíclicos Aromáticos ou HPAs					
Parâmetros	Unidade	Resolução CONAMA 344/04		Berço	
		Nível 1	Nível 2	PÍER DA BARCAÇA B 5,65-6,15/02	PÍER DA BARCAÇA B 6,75-7,25/03
Benzo(a)antraceno	µg/kg	74,8	693,0	< 8,00	< 6,09
Benzo(a)pireno	µg/kg	88,8	763,0	< 8,00	< 6,09
Criseno	µg/kg	108,0	846,0	< 8,00	< 6,09
Dibenzo(a,h)antraceno	µg/kg	6,2	135,0	< 8,00	< 6,09
Acenafteno	µg/kg	16,0	500,0	< 8,00	< 6,09
Acenaftileno	µg/kg	44,0	640,0	< 8,00	< 6,09
Antraceno	µg/kg	85,3	1100,0	< 8,00	< 6,09
Fenantreno	µg/kg	240,0	1500,0	< 8,00	< 6,09
Fluoranteno	µg/kg	600,0	5100,0	< 8,00	< 6,09
Fluoreno	µg/kg	19,0	540,0	< 8,00	< 6,09
2-Metilnaftaleno	µg/kg	70,0	670,0	< 8,00	< 6,09
Naftaleno	µg/kg	160,0	2100,0	< 8,00	< 6,09
Pireno	µg/kg	665,0	2600,0	< 8,00	< 6,09

Tabela 3.30-13. Concentrações de PCBs nas amostras de sedimento, das cotas intermediária e de projeto, coletadas no berço do Cais Píer da Barcaça.

Bifenilas Policloradas ou PCBs					
Parâmetros	Unidade	Resolução CONAMA 344/04		Berço	
		Nível 1	Nível 2	PÍER DA BARCAÇA B 5,65-6,15/02	PÍER DA BARCAÇA B 6,75-7,25/03
Bifenilas Policloradas Totais	µg/kg	22,7	180	< 0,160	< 0,122

Tabela 3.30-14. Concentrações de Pesticidas Organoclorados nas amostras, das cotas intermediária e de projeto, coletadas no berço do Cais Píer da Barcaça.

Pesticidas Organoclorados					
Parâmetros	Unidade	Resolução CONAMA 344/04		Berço	
		Nível 1	Nível 2	PÍER DA BARCAÇA B	PÍER DA BARCAÇA B
				5,65-6,15/02	6,75-7,25/03
a-BHC	µg/kg	0,32	0,99	< 0,160	< 0,122
b-BHC	µg/kg	0,32	0,99	< 0,160	< 0,122
d-BHC	µg/kg	0,32	0,99	< 0,160	< 0,122
g-BHC	µg/kg	0,32	0,99	< 0,160	< 0,122
a-Clordano	µg/kg	2,26	4,79	< 0,160	< 0,122
g-Clordano	µg/kg	2,26	4,79	< 0,160	< 0,122
DDD	µg/kg	1,22	7,81	< 0,160	< 0,122
DDE	µg/kg	2,07	374	< 0,160	< 0,122
DDT	µg/kg	1,19	4,77	< 0,160	< 0,122
Dieldrin	µg/kg	0,71	4,3	< 0,160	< 0,122
Endrin	µg/kg	2,67	62,4	< 0,160	< 0,122

Outros Parâmetros

Os parâmetros carbono orgânico total (COT), fósforo total e nitrogênio kjeldahl total (NKT) foram quantificados nas amostras de sedimento, das cotas intermediária e de projeto, entretanto apresentaram concentrações abaixo do valor alerta estabelecido pela Resolução Conama 344/04 (Brasil, 2004) (Tabela 3.30-15).

A Figura 3.30-6 apresenta a concentração de COT, fósforo total e NKT analisados no sedimento, das cotas intermediária e de projeto, coletado no berço do Cais Píer da Barcaça.

Tabela 3.30-15. Concentrações de COT, fósforo total e NKT nas amostras, das cotas intermediária e de projeto, coletadas no berço do Cais Píer da Barcaça.

Outros Parâmetros				
Parâmetros	Unidade	Resolução CONAMA 344/04	Berço	
			PÍER DA BARCAÇA B	PÍER DA BARCAÇA B
			5,65-6,15/02	6,75-7,25/03
Carbono Orgânico Total	%	10	2,29	2,08
Fósforo Total	mg/kg	2000	854	449,2
Nitrogênio Kjeldahl Total	mg/kg	4800	662,9	554

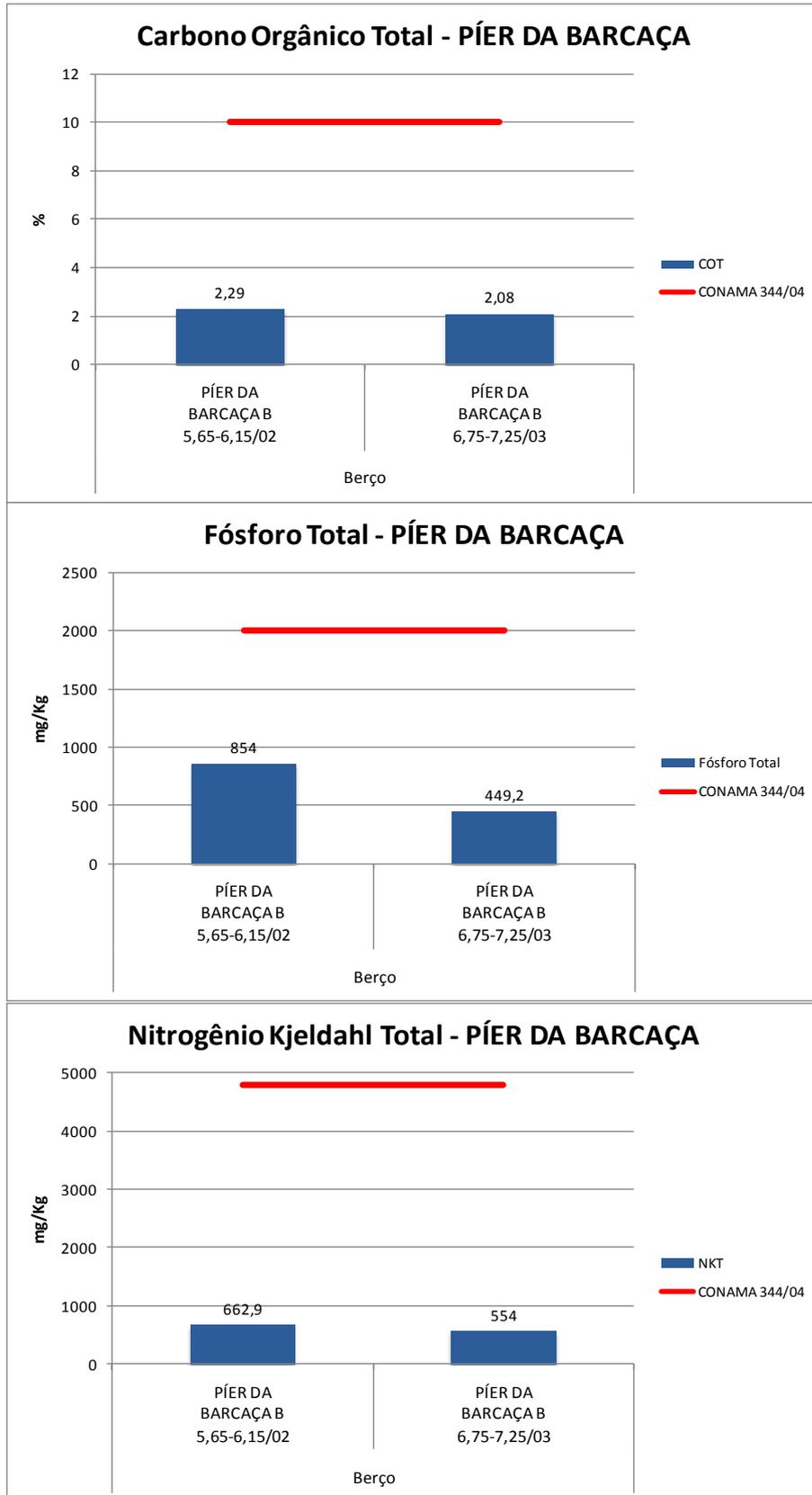


Figura 3.30-6. Concentrações de COT, fósforo total e NKT analisados nas amostras de sedimento, das cotas intermediária e de projeto, coletadas no berço do Cais Píer da Barçaça.

3.31. CAIS SABOÓ 01 (CS 01)

- **SUPERFÍCIE**

A. Granulometria

A composição granulométrica do sedimento de superfície amostrado no berço e acesso ao berço de atracação do Cais Saboó 01 está apresentada na Figura 3.31-1, e na Tabela 3.31-1.

Os resultados granulométricos mostraram predominância das frações silte (66,0%) e argila (27,4%), no sedimento coletado no berço do Cais Saboó 01, e em menores porcentagens foram encontradas as frações areia muito fina (5,42%), areia grossa (0,814%), areia média (0,146%) e areia fina (0,126%). A fração areia muito grossa apresentou valor abaixo de 0,10%.

No acesso ao berço de atracação as frações predominantes foram silte (66,2%) e argila (25,3%), seguido pelas frações areia muito fina (7,98%) e areia fina (0,442%). As frações areia média, areia grossa e areia muito grossa apresentaram valores abaixo de 0,10%.

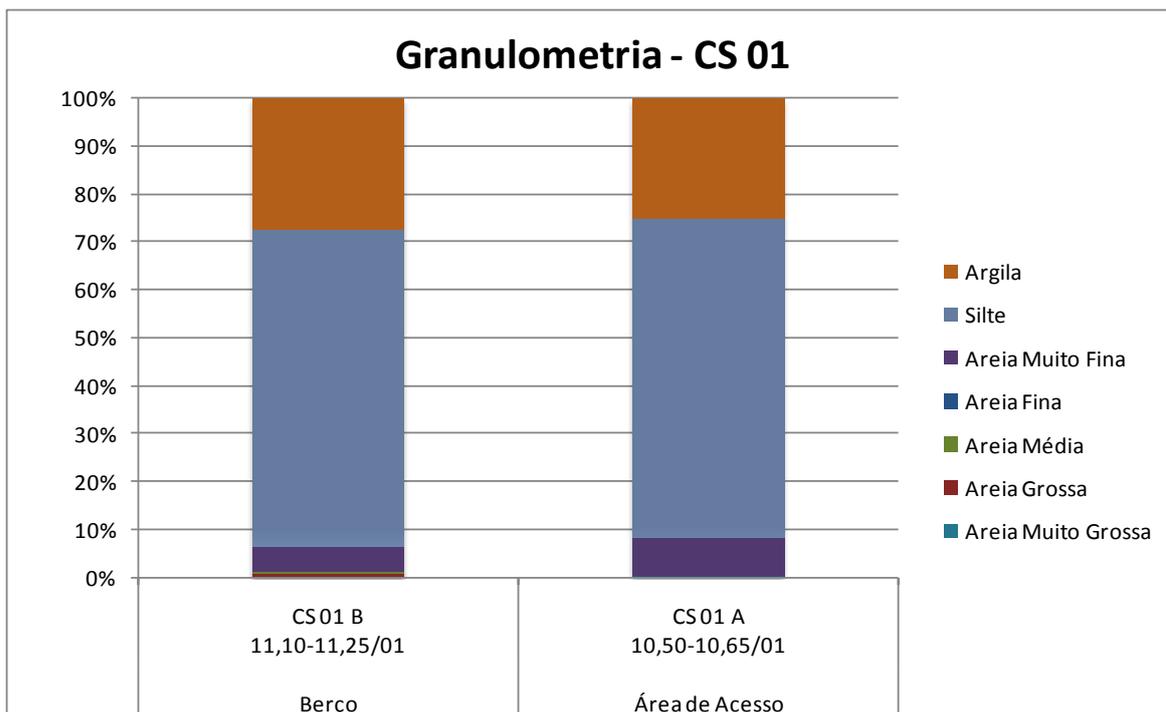


Figura 3.31-1. Composição granulométrica do sedimento de superfície do berço e área de acesso ao berço de atracação do Cais Saboó 01.

Tabela 3.31-1. Composição granulométrica do sedimento de superfície do berço e área de acesso ao berço de atracação do Cais Saboó 01.

Granulometria			
Fração	Unidade	Berço	Área de Acesso
		CS 01 B 11,10-11,25/01	CS 01 A 10,50-10,65/01
Argila	%	27,4	25,3
Silte	%	66	66,2
Areia Muito Fina	%	5,42	7,98
Areia Fina	%	0,126	0,442
Areia Média	%	0,146	<0,10
Areia Grossa	%	0,814	<0,10
Areia Muito Grossa	%	<0,10	<0,10
Areia Total	%	6,51	8,58

B. Parâmetros Químicos

Metais e Arsênio

Os resultados das análises dos metais nas amostras de sedimento de superfície coletadas no berço e acesso ao berço de atracação do Cais Saboó 01 estão apresentados na Tabela 3.31-2.

Dentre os parâmetros químicos, analisados no sedimento de superfície, arsênio e cádmio registraram concentrações abaixo do limite de quantificação (<LQ) tanto no berço quanto na sua área de acesso.

Os metais chumbo, cobre, cromo, níquel e zinco foram quantificados nas amostras, de sedimento de superfície, coletadas tanto no berço quanto na sua área de acesso. Entretanto, nenhum destes elementos apresentou concentração acima do nível 1 da Resolução Conama 344/04 (Brasil, 2004).

O metal mercúrio apresentou concentração acima do nível 1, da referida Resolução, tanto no berço quanto na sua área de acesso. Entretanto, vale ressaltar que os valores encontrados, 0,173 e 0,179 mg/kg, no berço e área de acesso, respectivamente ficaram próximos ao valor estabelecido como nível 1 (0,150 mg/kg) da Resolução Conama 344/04 (Brasil, 2004).

A Figura 3.31-2 apresenta a concentração de alguns metais analisados no sedimento de superfície coletados no berço do Cais Saboó 01 e na sua referida área de acesso.

Hidrocarbonetos Policíclicos Aromáticos (HPAs)

Todos os HPAs, coletados no berço do Cais Saboó 01 e na sua área de acesso, apresentaram valores abaixo do limite de quantificação (<LQ) do método (Tabela 3.31-3).

Bifenilas Policloradas (PCBs)

Os PCBs totais apresentaram concentrações inferiores aos limites de quantificação do método, tanto no berço quanto na sua área de acesso, enquadrando-se, portanto, nos valores de referência estabelecidos pela Resolução Conama 344/04 (Brasil, 2004) (Tabela 3.31-4).

Pesticidas Organoclorados

Assim como para os PCBs totais, os pesticidas organoclorados apresentaram, tanto no berço quanto na sua área de acesso, concentrações inferiores aos limites de quantificação do método (Tabela 3.31-5). Nenhuma das amostras analisadas, portanto, apresentou-se fora dos limites estabelecidos pela resolução citada.

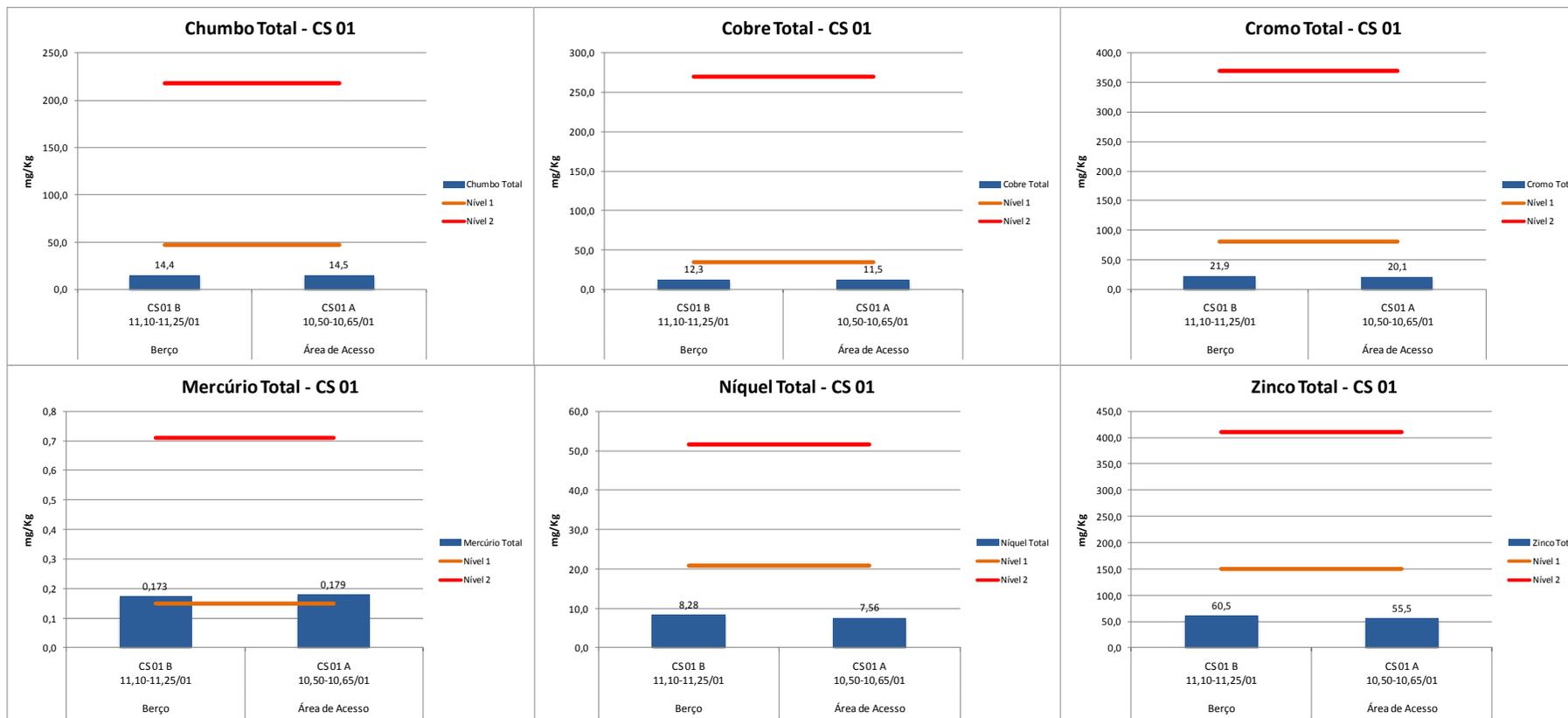


Figura 3.31-2. Concentração de alguns metais analisados nas amostras de sedimento de superfície coletadas no berço do Cais Saboó 01 e na sua referida área de acesso.

Tabela 3.31-2. Concentrações de metais e arsênio total nas amostras de sedimento de superfície coletadas no berço e acesso ao berço de atracação do Cais Saboó 01.

Metais e Arsênio					
Parâmetros	Unidade	Resolução		Berço	Área de Acesso
		CONAMA 344/04		CS 01 B	CS 01 A
		Nível 1	Nível 2	11,10-11,25/01	10,50-10,65/01
Arsênio Total	mg/kg	8,2	70,0	< 0,987	< 0,880
Cádmio Total	mg/kg	1,2	9,6	< 0,658	< 0,587
Chumbo Total	mg/kg	46,7	218,0	14,4	14,5
Cobre Total	mg/kg	34,0	270,0	12,3	11,5
Cromo Total	mg/kg	81,0	370,0	21,9	20,1
Mercúrio Total	mg/kg	0,15	0,71	0,173	0,179
Níquel Total	mg/kg	20,9	51,6	8,28	7,56
Zinco Total	mg/kg	150,0	410,0	60,5	55,5

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

Tabela 3.31-3. Concentrações de HPAs nas amostras de sedimento de superfície coletadas no berço e acesso ao berço de atracação do Cais Saboó 01.

Hidrocarbonetos Policíclicos Aromáticos ou HPAs					
Parâmetros	Unidade	Resolução		Berço	Área de Acesso
		CONAMA 344/04		CS 01 B	CS 01 A
		Nível 1	Nível 2	11,10-11,25/01	10,50-10,65/01
Benzo(a)antraceno	µg/kg	74,8	693,0	< 7,89	< 7,04
Benzo(a)pireno	µg/kg	88,8	763,0	< 7,89	< 7,04
Criseno	µg/kg	108,0	846,0	< 7,89	< 7,04
Dibenzo(a,h)antraceno	µg/kg	6,2	135,0	< 7,89	< 7,04
Acenafteno	µg/kg	16,0	500,0	< 7,89	< 7,04
Acenaftileno	µg/kg	44,0	640,0	< 7,89	< 7,04
Antraceno	µg/kg	85,3	1100,0	< 7,89	< 7,04
Fenantreno	µg/kg	240,0	1500,0	< 7,89	< 7,04
Fluoranteno	µg/kg	600,0	5100,0	< 7,89	< 7,04
Fluoreno	µg/kg	19,0	540,0	< 7,89	< 7,04
2-Metilnaftaleno	µg/kg	70,0	670,0	< 7,89	< 7,04
Naftaleno	µg/kg	160,0	2100,0	< 7,89	< 7,04
Pireno	µg/kg	665,0	2600,0	< 7,89	< 7,04

Tabela 3.31-4. Concentrações de PCBs nas amostras de sedimento de superfície coletadas no berço e acesso ao berço de atracação do Cais Saboó 01.

Bifenilas Policloradas ou PCBs					
Parâmetros	Unidade	Resolução		Berço	Área de Acesso
		CONAMA 344/04		CS 01 B	CS 01 A
		Nível 1	Nível 2	11,10-11,25/01	10,50-10,65/01
Bifenilas Policloradas Totais	µg/kg	22,7	180	< 0,158	< 0,141

Tabela 3.31-5. Concentrações de Pesticidas Organoclorados nas amostras de sedimento de superfície coletadas no berço e acesso ao berço de atracação do Cais Saboó 01.

Pesticidas Organoclorados					
Parâmetros	Unidade	Resolução		Berço	Área de Acesso
		CONAMA 344/04		CS 01 B	CS 01 A
		Nível 1	Nível 2	11,10-11,25/01	10,50-10,65/01
a-BHC	µg/kg	0,32	0,99	< 0,158	< 0,141
b-BHC	µg/kg	0,32	0,99	< 0,158	< 0,141
d-BHC	µg/kg	0,32	0,99	< 0,158	< 0,141
g-BHC	µg/kg	0,32	0,99	< 0,158	< 0,141
a-Clordano	µg/kg	2,26	4,79	< 0,158	< 0,141
g-Clordano	µg/kg	2,26	4,79	< 0,158	< 0,141
DDD	µg/kg	1,22	7,81	< 0,158	< 0,141
DDE	µg/kg	2,07	374	< 0,158	< 0,141
DDT	µg/kg	1,19	4,77	< 0,158	< 0,141
Dieldrin	µg/kg	0,71	4,3	< 0,158	< 0,141
Endrin	µg/kg	2,67	62,4	< 0,158	< 0,141

Outros Parâmetros

Os parâmetros carbono orgânico total (COT), fósforo total e nitrogênio kjeldahl total (NKT) foram quantificados nas amostras de sedimento de superfície, tanto no berço quanto na área de acesso ao berço de atracação, entretanto apresentaram concentrações abaixo do valor alerta estabelecido pela Resolução Conama 344/04 (Brasil, 2004) (Tabela 3.31-6).

A Figura 3.31-3 apresenta a concentração de COT, fósforo total e NKT analisados no sedimento de superfície coletados no berço do Cais Saboó 01 e na sua referida área de acesso.

Tabela 3.31-6. Concentrações de COT, fósforo total e NKT nas amostras de sedimento coletadas no berço e acesso ao berço de atracação do Cais Saboó 01.

Outros Parâmetros						
Parâmetros	Unidade	Resolução	Berço	Área de Acesso		
			CONAMA 344/04		CS 01 B	CS 01 A
			10	2000	11,10-11,25/01	10,50-10,65/01
Carbono Orgânico Total	%	10	4,72	4,77		
Fósforo Total	mg/kg	2000	567,4	421,1		
Nitrogênio Kjeldahl Total	mg/kg	4800	482,2	555,5		

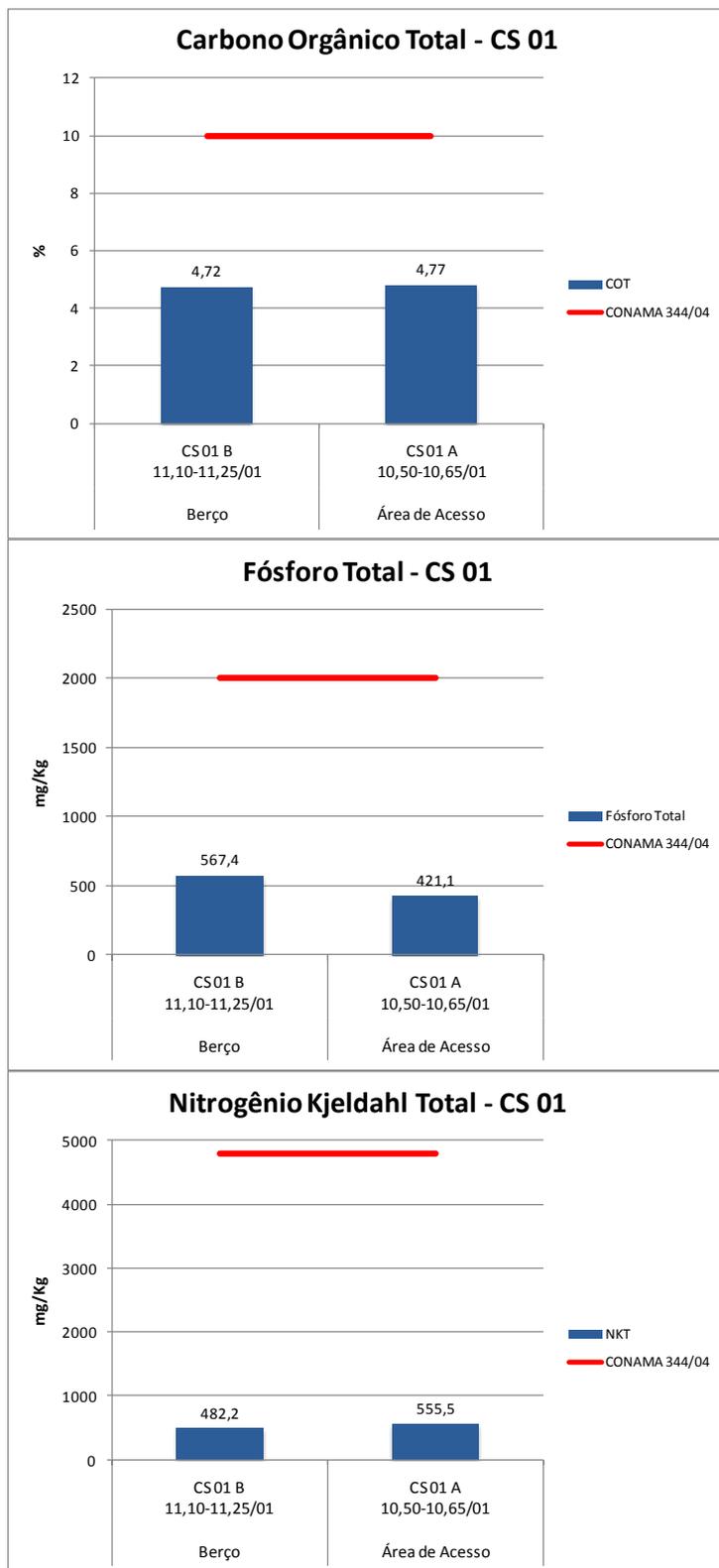


Figura 3.31-3. Concentrações de COT, fósforo total e NKT analisados nas amostras de sedimento de superfície coletadas no berço e acesso ao berço de atracação do Cais Saboó 01.

C. Análise Ecotoxicológica

Teste de Toxicidade Aguda com *Leptocheirus plumulosus*

A análise Ecotoxicológica com o anfípoda *L. plumulosus* foi realizada com amostra de sedimento de superfície tanto do berço do Cais Saboó 01 quanto da área de acesso ao berço de atracação.

Os parâmetros físicos e químicos, como pH, salinidade (‰) e oxigênio dissolvido (mg/L), medidos na água de interface no início e fim do teste de toxicidade aguda estão apresentados na Tabela 3.31-7. Já as análises de pH, salinidade (‰), oxigênio dissolvido (mg/L), temperatura (°C), nitrogênio amoniacal (mg/L) e amônia não ionizada (NH₃ - mg/L), efetuadas na água intersticial dos sedimentos no início e fim do teste, estão apresentados na Tabela 3.31-8.

Paralelamente aos testes com as amostras coletadas foi realizado um controle laboratorial. Os resultados obtidos para esse controle também se encontram nas tabelas a seguir.

Tabela 3.31-7. Parâmetros físicos e químicos medidos na água de interface, no início e fim do teste de toxicidade aguda com *L. plumulosus*, para as amostras de sedimento de superfície do berço e área de acesso ao berço do Cais Saboó 01.

Amostra	pH		Salinidade (‰)		Oxigênio Dissolvido (mg/L)	
	Inicial	Final	Inicial	Final	Inicial	Final
Controle	7,70	8,05	20	21	6,11	6,17
CS 01 Berço	8,17	8,52	21	23	4,28	5,80
CS 01 Acesso	8,11	8,40	22	24	4,50	5,79

Tabela 3.31-8. Parâmetros físicos e químicos medidos na água intersticial, no início e fim do teste de toxicidade aguda com *L. plumulosus*, para as amostras de sedimento de superfície do berço e área de acesso ao berço do Cais Saboó 01.

Amostra	pH		Salinidade (‰)		Oxigênio Dissolvido (mg/L)		Temperatura (°C)		Nitrogênio amoniacal (mg/L)		Amônia não ionizada (mg/L)	
	Inicial	Final	Inicial	Final	Inicial	Final	Inicial	Final	Inicial	Final	Inicial	Final
Controle	7,88	7,90	26	24	5,29	4,62	24,6	24,8	3,50	-	0,120	-
CS 01 Berço	8,03	7,87	31	26	4,74	5,01	24,6	24,8	22,50	-	1,055	-
CS 01 Acesso	7,72	8,02	31	26	4,53	5,09	24,6	24,8	20,00	-	0,471	-

A Tabela 3.31-9 apresenta os resultados do teste de toxicidade aguda com *L. plumulosus* nas amostras de sedimento de superfície do Cais Saboó 01. Os valores obtidos estão dentro da faixa estabelecida para a aceitação dos resultados.

Tabela 3.31-9. Efeito tóxico observado nos testes de toxicidade aguda com *L. plumulosus* para as amostras de sedimento de superfície, do berço e área de acesso ao berço do Cais Saboó 01, em cada réplica após o período de exposição.

Amostra	Réplica	Nº final de animais por réplica		Mortalidade total (%)	Resultado
		Mortos	Total		
Controle	1	0	20	2	-
	2	0	20		
	3	1	20		
CS 01 Berço	1	0	20	5	Não Tóxico
	2	2	20		
	3	1	20		
CS 01 Acesso	1	0	20	0	Não Tóxico
	2	0	20		
	3	0	20		

De acordo com o tratamento estatístico aplicado, foi verificado que as amostras de sedimento de superfície, do berço do Cais Saboó 01 e da área de acesso ao berço de atracação, não apresentaram toxicidade aguda para *L. plumulosus*, em comparação com o controle, após 10 dias de exposição.

Quanto à concentração de amônia não ionizada da água intersticial no início do teste, o valor da amostra de sedimento de superfície do berço esteve acima do limite de 0,8 mg/L que, isoladamente, pode causar efeito tóxico para *Leptocheirus plumulosus* (USEPA, 2001), entretanto, tal efeito não foi observado.

A sensibilidade dos indivíduos de *L. plumulosus* 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} ; 96h) e respectivo intervalo de confiança obtidos foram: 0,71 mg Zn/L (I.C.: 0,62 a 0,81 mg Zn/L). A carta-controle de sensibilidade desse sistema-teste, utilizando dados acumulados de vários testes, indica 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.

- **COTA DE PROJETO**

- Berço: 10,70 metros
- Acesso: 10,70 metros
 - Amostras: CS 01 A 8,30-8,80/02
CS 01 A 10,20-10,70/03

A. Granulometria

A composição granulométrica do sedimento da cota intermediária (CS 01 A 8,30-8,80/02) e da cota de projeto (CS 01 A 10,20-10,70/03) amostrado na área de acesso ao berço de atracação do Cais Saboó 01 está apresentada na Figura 3.31-4, e na Tabela 3.31-10.

Os resultados granulométricos mostraram predominância das frações silte (47,7 e 52,8%) e argila (29,8 e 26,4%), no sedimento coletado nas amostras da área de acesso (CS 01 A 8,30-8,80/02 e CS 01 A 10,20-10,70/03), e em menores porcentagens foram encontradas as frações areia muito fina (8,11 e 4,62%), areia muito grossa (5,63 e 6,55%), areia fina (3,96 e 2,92%), areia grossa (2,50 e 3,63%) e areia média (1,95 e 2,95%).

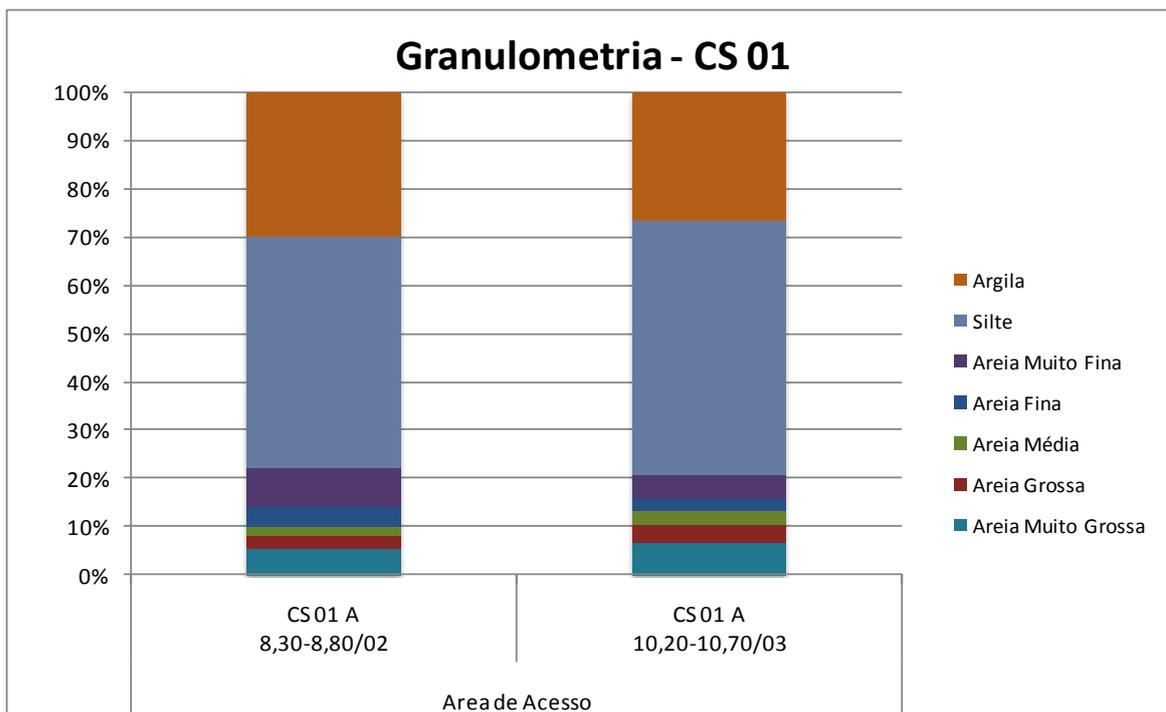


Figura 3.31-4. Composição granulométrica do sedimento, das cotas intermediária e de projeto, coletado na área de acesso ao berço de atracação do Cais Saboó 01.

Tabela 3.31-10. Composição granulométrica do sedimento, das cotas intermediária e de projeto, coletado na área de acesso ao berço de atracação do Cais Saboó 01.

Granulometria			
Fração	Unidade	Area de Acesso	
		CS 01 A 8,30-8,80/02	CS 01 A 10,20-10,70/03
Argila	%	29,8	26,4
Silte	%	47,7	52,8
Areia Muito Fina	%	8,11	4,62
Areia Fina	%	3,96	2,92
Areia Média	%	1,95	2,95
Areia Grossa	%	2,50	3,63
Areia Muito Grossa	%	5,63	6,55
Areia Total	%	22,1	20,7

B. Parâmetros Químicos

Metais e Arsênio

Os resultados das análises dos metais nas amostras de sedimento, das cotas intermediária e de projeto, coletadas na área de acesso ao berço de atracação do Cais Saboó 01 estão apresentados na Tabela 3.31-11.

Dentre os parâmetros químicos analisados no sedimento, arsênio, cádmio e mercúrio registraram concentrações abaixo do limite de quantificação (<LQ) nas duas amostras da área de acesso.

Os metais chumbo, cobre, cromo, níquel e zinco foram quantificados nas duas amostras da área de acesso, entretanto, nenhum destes elementos apresentou concentração acima do nível 1 da Resolução Conama 344/04 (Brasil, 2004).

A Figura 3.31-5 apresenta a concentração de alguns metais analisados no sedimento coletado, nas cotas de projeto e intermediária, da área de acesso do Cais Saboó 01.

Hidrocarbonetos Policíclicos Aromáticos (HPAs)

Todos os HPAs, coletados no sedimento das cotas intermediária e de projeto, apresentaram valores abaixo do limite de quantificação do método (Tabela 3.31-12).

Bifenilas Policloradas (PCBs)

Os PCBs totais apresentaram concentrações inferiores aos limites de quantificação do método nas duas amostras da área de acesso, enquadrando-se, portanto, nos valores de referência estabelecidos pela Resolução Conama 344/04 (Brasil, 2004) (Tabela 3.31-13).

Pesticidas Organoclorados

Assim como para os PCBs totais, os pesticidas organoclorados apresentaram, nas duas amostras da área de acesso, concentrações inferiores aos limites de quantificação do método (Tabela 3.31-14). Nenhuma das amostras analisadas, portanto, apresentou-se fora dos limites estabelecidos pela resolução citada.



Figura 3.31-5. Concentração de alguns metais analisados nas amostras de sedimento, das cotas intermediária e de projeto, coletadas na área de acesso do Cais Saboó 01.

Tabela 3.31-11. Concentrações de metais e arsênio total nas amostras de sedimento, das cotas intermediária e de projeto, coletadas na área de acesso ao berço de atracação do Cais Saboó 01.

Metais e Arsênio					
Parâmetros	Unidade	Resolução CONAMA		Área de Acesso	
		Nível 1	Nível 2	CS 01 A	CS 01 A
				8,30-8,80/02	10,20-10,70/03
Arsênio Total	mg/kg	8,2	70	< 1,11	< 1,09
Cádmio Total	mg/kg	1,2	9,6	< 0,737	< 0,725
Chumbo Total	mg/kg	46,7	218	5,56	7,37
Cobre Total	mg/kg	34	270	4,12	5,75
Cromo Total	mg/kg	81	370	7,53	21
Mercúrio Total	mg/kg	0,15	0,71	< 0,098	< 0,096
Níquel Total	mg/kg	20,9	51,6	3,9	9,72
Zinco Total	mg/kg	150	410	27	28,8

Tabela 3.31-12. Concentrações de HPAs nas amostras de sedimento, das cotas intermediária e de projeto, coletadas na área de acesso ao berço de atracação do Cais Saboó 01.

Hidrocarbonetos Policíclicos Aromáticos ou HPAs					
Parâmetros	Unidade	Resolução CONAMA		Área de Acesso	
		Nível 1	Nível 2	CS 01 A	CS 01 A
				8,30-8,80/02	10,20-10,70/03
Benzo(a)antraceno	µg/kg	74,8	693	< 8,85	< 8,70
Benzo(a)pireno	µg/kg	88,8	763	< 8,85	< 8,70
Criseno	µg/kg	108	846	< 8,85	< 8,70
Dibenzo(a,h)antraceno	µg/kg	6,22	135	< 2,95	< 2,90
Acenafteno	µg/kg	16	500	< 8,85	< 8,70
Acenaftileno	µg/kg	44	640	< 8,85	< 8,70
Antraceno	µg/kg	85,3	1100	< 8,85	< 8,70
Fenantreno	µg/kg	240	1500	< 8,85	< 8,70
Fluoranteno	µg/kg	600	5100	< 8,85	< 8,70
Fluoreno	µg/kg	19	540	< 8,85	< 8,70
2-Metilnaftaleno	µg/kg	70	670	< 8,85	< 8,70
Naftaleno	µg/kg	160	2100	< 8,85	< 8,70
Pireno	µg/kg	665	2600	< 8,85	< 8,70

Tabela 3.31-13. Concentrações de PCBs nas amostras de sedimento, das cotas intermediária e de projeto, coletadas na área de acesso ao berço de atracação do Cais Saboó 01.

Bifenilas policloradas ou PCBs					
Parâmetros	Unidade	Resolução CONAMA		Área de Acesso	
		Nível 1	Nível 2	CS 01 A	CS 01 A
				8,30-8,80/02	10,20-10,70/03
Bifenilas Policloradas Totais	µg/kg	22,7	180	< 0,590	< 0,580

Tabela 3.31-14. Concentrações de Pesticidas Organoclorados nas amostras, das cotas intermediária e de projeto, coletadas na área de acesso ao berço de atracação do Cais Sabóo 01.

Pesticidas Organoclorados					
Parâmetros	Unidade	Resolução CONAMA		Área de Acesso	
		Nível 1	Nível 2	CS 01 A	CS 01 A
				8,30-8,80/02	10,20-10,70/03
a-BHC	µg/kg	0,32	0,99	< 0,590	< 0,580
b-BHC	µg/kg	0,32	0,99	< 0,590	< 0,580
d-BHC	µg/kg	0,32	0,99	< 0,590	< 0,580
g-BHC	µg/kg	0,32	0,99	< 0,590	< 0,580
a-Clordano	µg/kg	2,26	4,79	< 0,590	< 0,580
g-Clordano	µg/kg	2,26	4,79	< 0,590	< 0,580
4,4'-DDD	µg/kg	1,22	7,81	< 0,590	< 0,580
4,4'-DDE	µg/kg	2,07	374	< 0,590	< 0,580
4,4'-DDT	µg/kg	1,19	4,77	< 0,590	< 0,580
Dieldrin	µg/kg	0,71	4,3	< 0,590	< 0,580
Endrin	µg/kg	2,67	62,4	< 0,590	< 0,580

Outros Parâmetros

Os parâmetros carbono orgânico total (COT) e fósforo total foram quantificados nas amostras de sedimento, das cotas intermediária e de projeto, da área de acesso, entretanto apresentaram concentrações abaixo do valor alerta estabelecido pela Resolução Conama 344/04 (Brasil, 2004) (Tabela 3.31-15).

O nitrogênio kjeldahl total (NKT) apresentou concentração abaixo do limite de quantificação do método nas duas amostras da área de acesso (Tabela 3.31-15).

A Figura 3.31-6 apresenta a concentração de COT e fósforo total analisados no sedimento, das cotas intermediária e de projeto, coletados na área de acesso do Cais Sabóo 01.

Tabela 3.31-15. Concentrações de COT, fósforo total e NKT nas amostras, das cotas intermediária e de projeto, coletadas na área de acesso ao berço de atracação do Cais Sabóo 01.

Outros				
Parâmetros	Unidade	Resolução CONAMA 344/04	Área de Acesso	
			CS 01 A 8,30-8,80/02	CS 01 A 10,20-10,70/03
Carbono Orgânico Total	%	10	5,21	4,24
Fósforo Total	mg/kg	2000	590,7	605,9
Nitrogênio Kjeldahl Total	mg/kg	4800	< 147,5	< 144,9

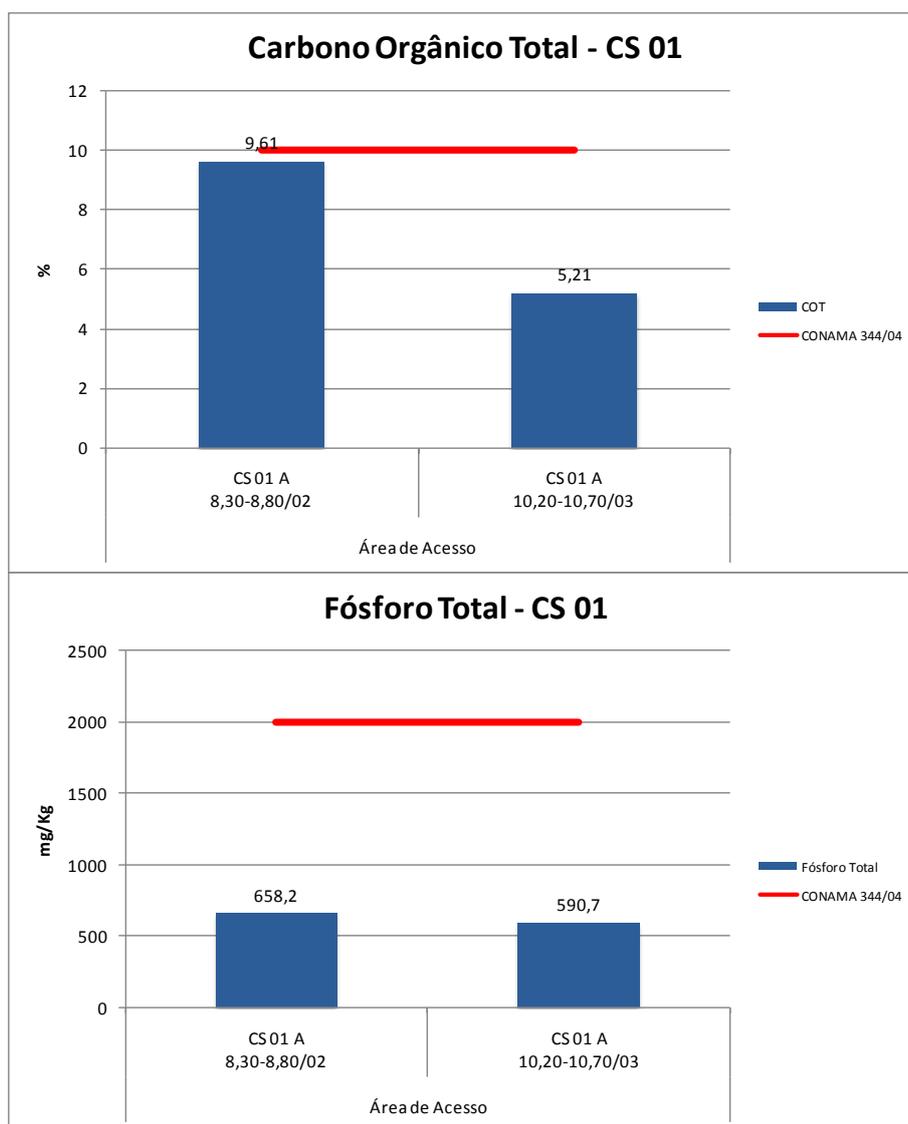


Figura 3.31-6. Concentrações de COT e fósforo total analisados nas amostras de sedimento, das cotas intermediária e de projeto, coletadas na área de acesso ao berço de atracação do Cais Sabóo 01.

3.32. CAIS SABOÓ 02 (CS 02)

- **SUPERFÍCIE**

A. Granulometria

A composição granulométrica do sedimento de superfície amostrado no berço e acesso ao berço de atracação do Cais Saboó 02 está apresentada na Figura 3.32-1, e na Tabela 3.32-1.

Os resultados granulométricos mostraram dominância da fração silte (88,2%), no sedimento coletado no berço do Cais Saboó 02, e em menores porcentagens foram encontradas as frações argila (8,55%), areia muito fina (2,78%), areia fina (0,271%) e areia média (0,104%). As frações areia grossa e areia muito grossa apresentaram valores abaixo de 0,10%.

No acesso ao berço de atracação a fração dominante também foi o silte (79,7%), seguido pelas frações argila (14,2%), areia muito fina (5,45%) e areia fina (0,505%). As frações areia média, areia grossa e areia muito grossa apresentaram valores abaixo de 0,10%.

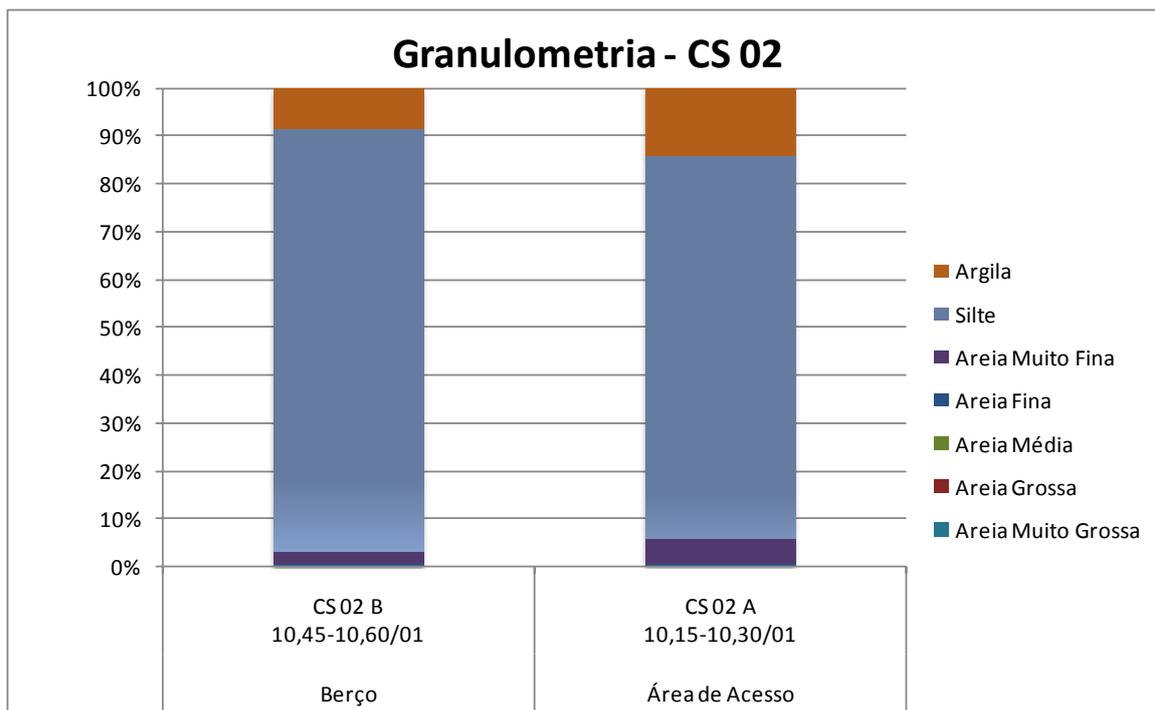


Figura 3.32-1. Composição granulométrica do sedimento de superfície do berço e área de acesso ao berço de atracação do Cais Saboó 02.

Tabela 3.32-1. Composição granulométrica do sedimento de superfície do berço e área de acesso ao berço de atracação do Cais Saboó 02.

Granulometria			
Fração	Unidade	Berço	Área de Acesso
		CS 02 B 10,45-10,60/01	CS 02 A 10,15-10,30/01
Argila	%	8,55	14,2
Silte	%	88,2	79,7
Areia Muito Fina	%	2,78	5,45
Areia Fina	%	0,271	0,505
Areia Média	%	0,104	<0,10
Areia Grossa	%	<0,10	<0,10
Areia Muito Grossa	%	<0,10	<0,10
Areia Total	%	3,15	6

B. Parâmetros Químicos

Metais e Arsênio

Os resultados das análises dos metais nas amostras de sedimento de superfície coletadas no berço e acesso ao berço de atracação do Cais Saboó 02 estão apresentados na Tabela 3.32-2.

Dentre os parâmetros químicos, analisados no sedimento de superfície, arsênio e cádmio registraram concentrações abaixo do limite de quantificação (<LQ) tanto no berço quanto na sua área de acesso.

Os metais chumbo, cobre, cromo, níquel e zinco foram quantificados nas amostras, de sedimento de superfície, coletadas tanto no berço quanto na sua área de acesso. Entretanto, nenhum destes elementos apresentou concentração acima do nível 1 da Resolução Conama 344/04 (Brasil, 2004).

O metal mercúrio apresentou concentração acima do nível 1, da referida Resolução, tanto no berço do Cais Saboó 02 quanto na sua área de acesso. Entretanto, vale ressaltar que os valores encontrados, 0,360 e 0,222 mg/kg, no berço e área de acesso, respectivamente, ficaram mais próximos ao valor estabelecido como nível 1 (0,150 mg/kg) do que como nível 2 (0,710 mg/kg) da Resolução Conama nº 344/04 (Brasil, 2004).

A Figura 3.32-2 apresenta a concentração de alguns metais analisados no sedimento de superfície coletados no berço do Cais Saboó 02 e na sua referida área de acesso.

Hidrocarbonetos Policíclicos Aromáticos (HPAs)

Todos os HPAs, coletados no berço do Cais Saboó 02 e na sua área de acesso, apresentaram valores abaixo do limite de quantificação (<LQ) do método (Tabela 3.32-3).

Bifenilas Policloradas (PCBs)

Os PCBs totais apresentaram concentrações inferiores aos limites de quantificação do método, tanto no berço quanto na sua área de acesso, enquadrando-se, portanto, nos valores de referência estabelecidos pela Resolução Conama 344/04 (Brasil, 2004) (Tabela 3.32-4).

Pesticidas Organoclorados

Assim como para os PCBs totais, os pesticidas organoclorados apresentaram, tanto no berço quanto na sua área de acesso, concentrações inferiores aos limites de quantificação do método (Tabela 3.32-5). Nenhuma das amostras analisadas, portanto, apresentou-se fora dos limites estabelecidos pela resolução citada.

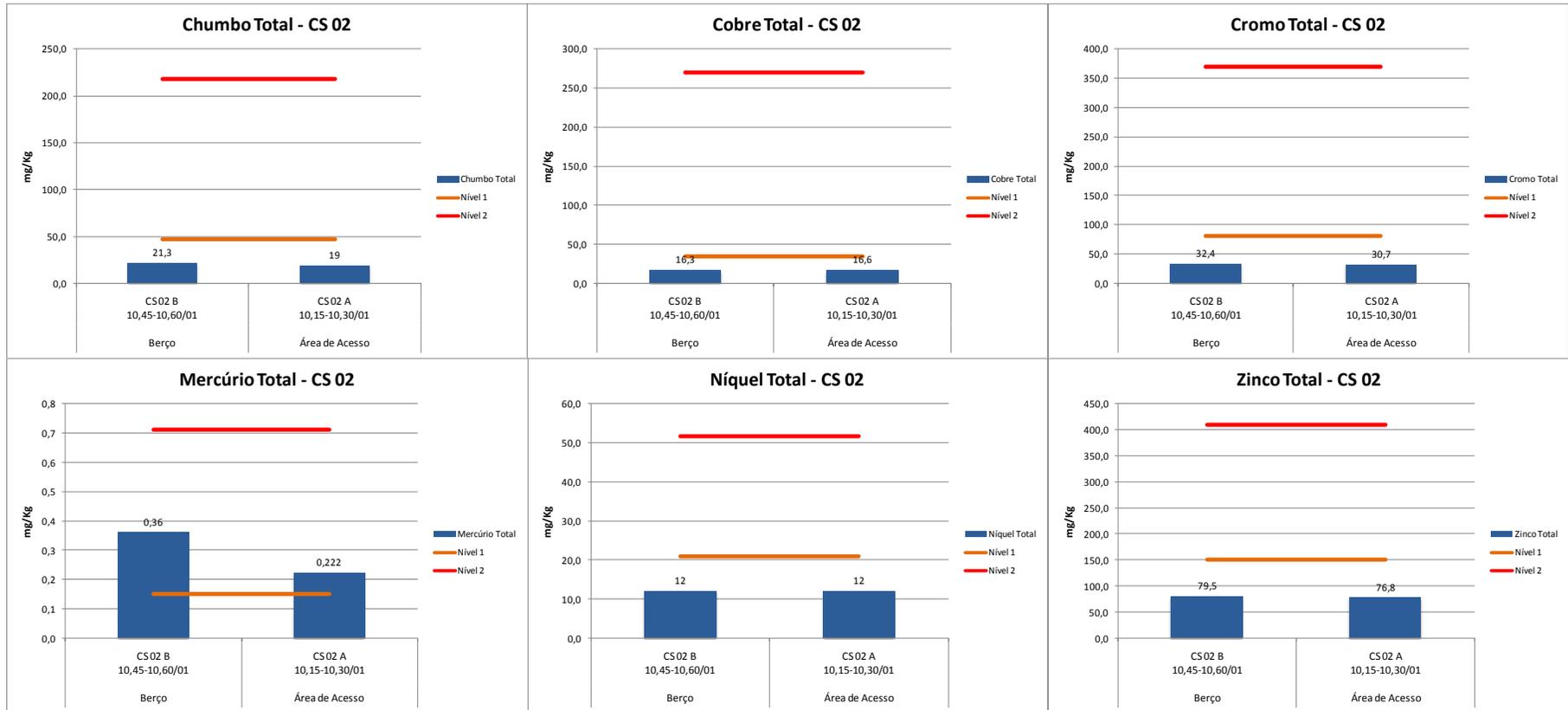


Figura 3.32-2. Concentração de alguns metais analisados nas amostras de sedimento de superfície coletadas no berço do Cais Saboó 02 e na sua referida área de acesso.

Tabela 3.32-2. Concentrações de metais e arsênio total nas amostras de sedimento de superfície coletadas no berço e acesso ao berço de atracação do Cais Saboó 02.

Metais e Arsênio					
Parâmetros	Unidade	Resolução CONAMA 344/04		Berço	Área de Acesso
		Nível 1	Nível 2	CS 02 B	CS 02 A
				10,45-10,60/01	10,15-10,30/01
Arsênio Total	mg/kg	8,2	70,0	< 1,28	< 1,21
Cádmio Total	mg/kg	1,2	9,6	< 0,850	< 0,809
Chumbo Total	mg/kg	46,7	218,0	21,3	19
Cobre Total	mg/kg	34,0	270,0	16,3	16,6
Cromo Total	mg/kg	81,0	370,0	32,4	30,7
Mercurio Total	mg/kg	0,15	0,71	0,360	0,222
Níquel Total	mg/kg	20,9	51,6	12	12
Zinco Total	mg/kg	150,0	410,0	79,5	76,8

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

Tabela 3.32-3. Concentrações de HPAs nas amostras de sedimento de superfície coletadas no berço e acesso ao berço de atracação do Cais Saboó 02.

Hidrocarbonetos Policíclicos Aromáticos ou HPAs					
Parâmetros	Unidade	Resolução CONAMA 344/04		Berço	Área de Acesso
		Nível 1	Nível 2	CS 02 B	CS 02 A
				10,45-10,60/01	10,15-10,30/01
Benzo(a)antraceno	µg/kg	74,8	693,0	< 10,20	< 9,71
Benzo(a)pireno	µg/kg	88,8	763,0	< 10,20	< 9,71
Criseno	µg/kg	108,0	846,0	< 10,20	< 9,71
Dibenzo(a,h)antraceno	µg/kg	6,2	135,0	< 10,20	< 9,71
Acenafteno	µg/kg	16,0	500,0	< 10,20	< 9,71
Acenaftileno	µg/kg	44,0	640,0	< 10,20	< 9,71
Antraceno	µg/kg	85,3	1100,0	< 10,20	< 9,71
Fenantreno	µg/kg	240,0	1500,0	< 10,20	< 9,71
Fluoranteno	µg/kg	600,0	5100,0	< 10,20	< 9,71
Fluoreno	µg/kg	19,0	540,0	< 10,20	< 9,71
2-Metilnaftaleno	µg/kg	70,0	670,0	< 10,20	< 9,71
Naftaleno	µg/kg	160,0	2100,0	< 10,20	< 9,71
Pireno	µg/kg	665,0	2600,0	< 10,20	< 9,71

Tabela 3.32-4. Concentrações de PCBs nas amostras de sedimento de superfície coletadas no berço e acesso ao berço de atracação do Cais Saboó 02.

Bifenilas Policloradas ou PCBs					
Parâmetros	Unidade	Resolução CONAMA 344/04		Berço	Área de Acesso
		Nível 1	Nível 2	CS 02 B	CS 02 A
				10,45-10,60/01	10,15-10,30/01
Bifenilas Policloradas Totais	µg/kg	22,7	180	< 0,204	< 0,194

Tabela 3.32-5. Concentrações de Pesticidas Organoclorados nas amostras de sedimento de superfície coletadas no berço e acesso ao berço de atracação do Cais Saboó 02.

Pesticidas Organoclorados					
Parâmetros	Unidade	Resolução CONAMA 344/04		Berço	Área de Acesso
		Nível 1	Nível 2	CS 02 B	CS 02 A
				10,45-10,60/01	10,15-10,30/01
a-BHC	µg/kg	0,32	0,99	< 0,204	< 0,194
b-BHC	µg/kg	0,32	0,99	< 0,204	< 0,194
d-BHC	µg/kg	0,32	0,99	< 0,204	< 0,194
g-BHC	µg/kg	0,32	0,99	< 0,204	< 0,194
a-Clordano	µg/kg	2,26	4,79	< 0,204	< 0,194
g-Clordano	µg/kg	2,26	4,79	< 0,204	< 0,194
DDD	µg/kg	1,22	7,81	< 0,204	< 0,194
DDE	µg/kg	2,07	374	< 0,204	< 0,194
DDT	µg/kg	1,19	4,77	< 0,204	< 0,194
Dieldrin	µg/kg	0,71	4,3	< 0,204	< 0,194
Endrin	µg/kg	2,67	62,4	< 0,204	< 0,194

Outros Parâmetros

Os parâmetros carbono orgânico total (COT), fósforo total e nitrogênio kjeldahl total (NKT) foram quantificados nas amostras de sedimento de superfície, tanto no berço quanto na área de acesso ao berço de atracação, entretanto apresentaram concentrações abaixo do valor alerta estabelecido pela Resolução Conama 344/04 (Brasil, 2004) (Tabela 3.32-6).

A Figura 3.32-3 apresenta a concentração de COT, fósforo total e NKT analisados no sedimento de superfície coletados no berço do Cais Saboó 02 e na sua referida área de acesso.

Tabela 3.32-6. Concentrações de COT, fósforo total e NKT nas amostras de sedimento coletadas no berço e acesso ao berço de atracação do Cais Saboó 02.

Outros Parâmetros				
Parâmetros	Unidade	Resolução CONAMA 344/04	Berço	Área de Acesso
			CS 02 B	CS 02 A
			10,45-10,60/01	10,15-10,30/01
Carbono Orgânico Total	%	10	5,28	4,66
Fósforo Total	mg/kg	2000	600,4	608,4
Nitrogênio Kjeldahl Total	mg/kg	4800	1223,1	868,9

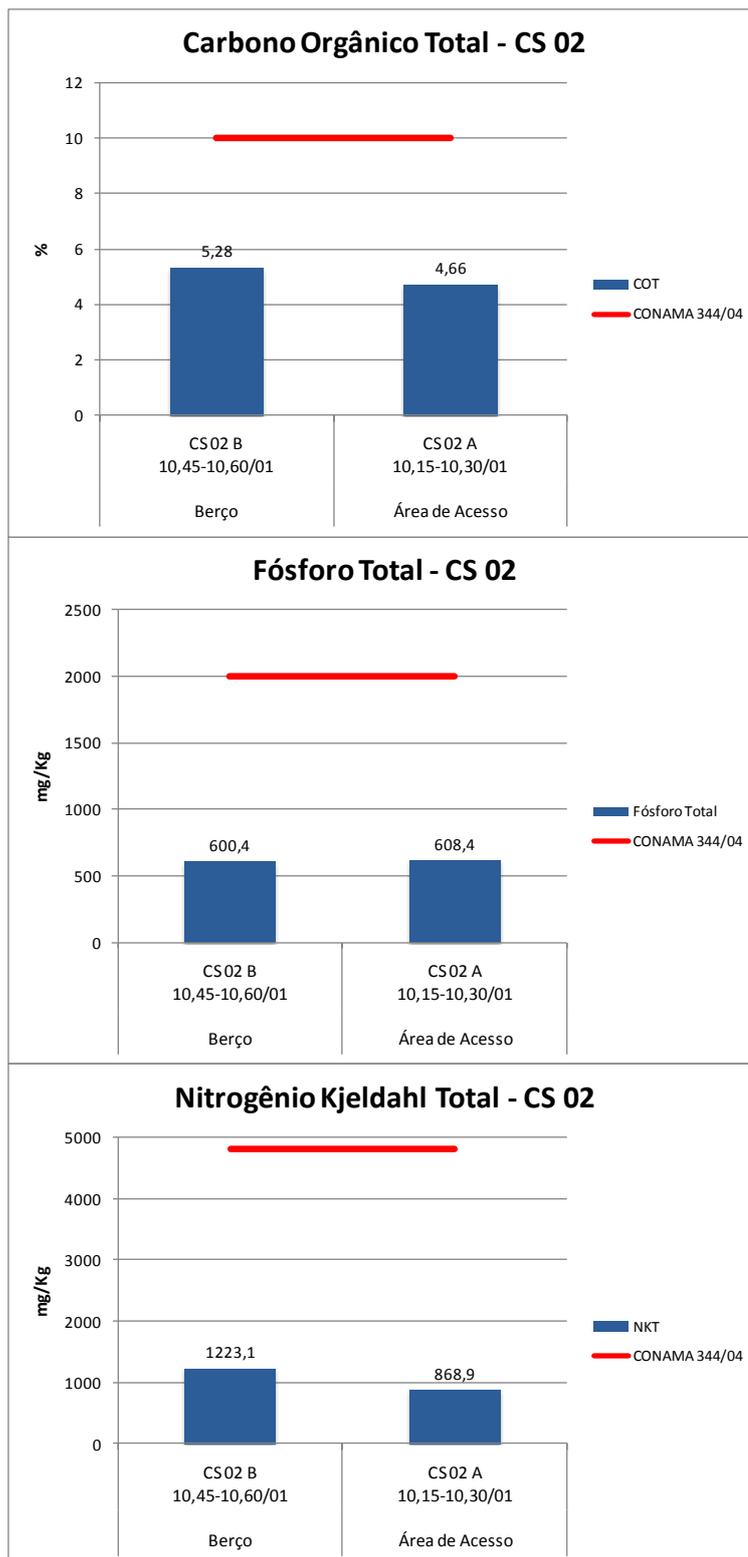


Figura 3.32-3. Concentrações de COT, fósforo total e NKT analisados nas amostras de sedimento de superfície coletadas no berço e acesso ao berço de atracação do Cais Sabóo 02.

C. Análise Ecotoxicológica

Teste de Toxicidade Aguda com *Leptocheirus plumulosus*

A análise Ecotoxicológica com o anfípoda *L. plumulosus* foi realizada com amostra de sedimento de superfície tanto do berço do Cais Saboó 02 quanto da área de acesso ao berço de atracação.

Os parâmetros físicos e químicos, como pH, salinidade (‰) e oxigênio dissolvido (mg/L), medidos na água de interface no início e fim do teste de toxicidade aguda estão apresentados na Tabela 3.32-7. Já as análises de pH, salinidade (‰), oxigênio dissolvido (mg/L), temperatura (°C), nitrogênio amoniacal (mg/L) e amônia não ionizada (NH₃ - mg/L), efetuadas na água intersticial dos sedimentos no início e fim do teste, estão apresentados na Tabela 3.32-8.

Paralelamente aos testes com as amostras coletadas foi realizado um controle laboratorial. Os ensaios ecotoxicológicos das amostras de sedimento do berço e da área de acesso ao berço do Cais Saboó 02 foram realizados em dias diferentes, portanto, foram realizados dois controles laboratoriais, um para cada teste. Os resultados obtidos para esses controles também se encontram nas tabelas a seguir.

Tabela 3.32-7. Parâmetros físicos e químicos medidos na água de interface, no início e fim do teste de toxicidade aguda com *L. plumulosus*, para as amostras de sedimento de superfície do berço e área de acesso ao berço do Cais Saboó 02.

Amostra	pH		Salinidade (‰)		Oxigênio Dissolvido (mg/L)	
	Inicial	Final	Inicial	Final	Inicial	Final
Controle	7,64	7,88	20	22	5,62	6,58
CS 02 Berço	7,73	7,97	21	22	5,12	6,07
Controle	7,65	7,99	20	21	6,07	6,66
CS 02 Acesso	7,68	8,18	20	22	6,49	6,65

Tabela 3.32-8. Parâmetros físicos e químicos medidos na água intersticial, no início e fim do teste de toxicidade aguda com *L. plumulosus*, para as amostras de sedimento de superfície do berço e área de acesso ao berço do Cais Saboó 02.

Amostra	pH		Salinidade (‰)		Oxigênio Dissolvido (mg/L)		Temperatura (°C)		Nitrogênio amoniacal (mg/L)		Amônia não ionizada (mg/L)	
	Inicial	Final	Inicial	Final	Inicial	Final	Inicial	Final	Inicial	Final	Inicial	Final
Controle	7,82	7,69	22	23	6,12	4,79	25,2	25,4	3,00	-	0,099	-
CS 02 Berço	7,53	7,41	30	25	4,46	3,61	25,2	25,4	12,50	-	0,200	-
Controle	7,91	7,67	25	25	5,62	5,39	26,0	24,4	4,50	-	0,183	-
CS 02 Acesso	7,75	7,67	30	24	5,84	5,06	26,0	24,4	15,00	-	0,418	-

A Tabela 3.32-9 apresenta os resultados do teste de toxicidade aguda com *L. plumulosus* nas amostras de sedimento de superfície do Cais Saboó 02. Os valores obtidos estão dentro da faixa estabelecida para a aceitação dos resultados.

Tabela 3.32-9. Efeito tóxico observado nos testes de toxicidade aguda com *L. plumulosus* para as amostras de sedimento de superfície do berço e área de acesso ao berço do Cais Saboó 02, em cada réplica após o período de exposição.

Amostra	Réplica	Nº final de animais por réplica		Mortalidade total (%)	Resultado
		Mortos	Total		
Controle	1	3	20	7	-
	2	1	20		
	3	0	20		
CS 02 Berço	1	2	20	17	Não Tóxico
	2	4	20		
	3	4	20		
Controle	1	0	20	0	-
	2	0	20		
	3	0	20		
CS 02 Acesso	1	0	20	8	Não Tóxico
	2	0	20		
	3	5	20		

De acordo com o tratamento estatístico aplicado, foi verificado que as amostras de sedimento de superfície, do berço do Cais Saboó 02 e da área de acesso ao berço de atracação, não apresentaram toxicidade aguda para *L. plumulosus*, em comparação com o controle, após 10 dias de exposição.

Quanto à concentração de amônia não ionizada da água intersticial no início do teste, o valor obtido foi inferior ao limite de 0,8 mg/L aceito para essa espécie (USEPA, 2001).

A sensibilidade dos indivíduos de *L. plumulosus* 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} ; 96h) e respectivo intervalo de confiança obtidos na amostra do berço foram: 1,31 mg Zn/L (I.C.: 1,14 a 1,51 mg Zn/L) e na amostra da área de acesso foram: 1,00 mg Zn/L (I.C.: 0,78 a 1,29 mg Zn/L). A carta-controle de sensibilidade desse sistema-teste, utilizando dados acumulados de vários testes, indica 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.

3.33. CAIS SABOÓ 03 (CS 03)

- **SUPERFÍCIE**

A. Granulometria

A composição granulométrica do sedimento de superfície amostrado no berço e acesso ao berço de atracação do Cais Saboó 03 está apresentada na Figura 3.33-1, e na Tabela 3.33-1.

Os resultados granulométricos mostraram dominância da fração silte (79,6%), no sedimento coletado no berço do Cais Saboó 03, e em menores porcentagens foram encontradas as frações areia muito fina (10,0%), argila (8,49%), areia fina (1,61%) e areia média (0,155%). As frações areia grossa e areia muito grossa apresentaram valores abaixo de 0,10%.

No acesso ao berço de atracação a fração dominante também foi o silte (78,7%), seguido pelas frações argila (17,6%), areia muito fina (3,3%) e areia fina (0,288%). As frações areia média, areia grossa e areia muito grossa apresentaram valores abaixo de 0,10%.

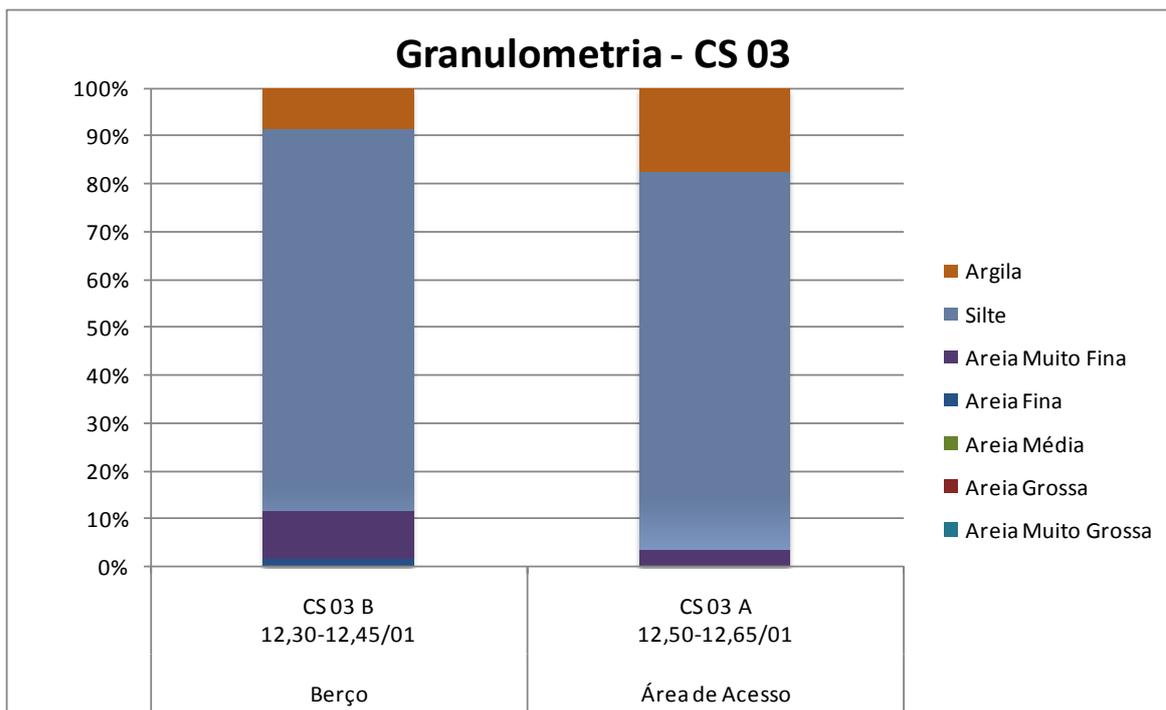


Figura 3.33-1. Composição granulométrica do sedimento de superfície do berço e área de acesso ao berço de atracação do Cais Saboó 03.

Tabela 3.33-1. Composição granulométrica do sedimento de superfície do berço e área de acesso ao berço de atracação do Cais Saboó 03.

Granulometria			
Fração	Unidade	Berço	Área de Acesso
		CS 03 B 12,30-12,45/01	CS 03 A 12,50-12,65/01
Argila	%	8,49	17,6
Silte	%	79,6	78,7
Areia Muito Fina	%	10	3,3
Areia Fina	%	1,61	0,288
Areia Média	%	0,155	<0,10
Areia Grossa	%	<0,10	<0,10
Areia Muito Grossa	%	<0,10	<0,10
Areia Total	%	11,8	3,63

B. Parâmetros Químicos

Metais e Arsênio

Os resultados das análises dos metais nas amostras de sedimento de superfície coletadas no berço e acesso ao berço de atracação do Cais Saboó 03 estão apresentados na Tabela 3.33-2.

Dentre os parâmetros químicos, analisados no sedimento de superfície, arsênio e cádmio registraram concentrações abaixo do limite de quantificação (<LQ) tanto no berço quanto na sua área de acesso.

Os metais chumbo, cobre, cromo, níquel e zinco foram quantificados nas amostras, de sedimento de superfície, coletadas tanto no berço quanto na sua área de acesso. Entretanto, nenhum destes elementos apresentou concentração acima do nível 1 da Resolução Conama 344/04 (Brasil, 2004).

O metal mercúrio apresentou concentração acima do nível 1, da referida Resolução, tanto no berço do Cais Saboó 03 quanto na sua área de acesso. Entretanto, vale ressaltar que os valores encontrados, 0,398 e 0,203 mg/kg, no berço e área de acesso, respectivamente, ficaram mais próximos ao valor estabelecido como nível 1 (0,150 mg/kg) do que como nível 2 (0,710 mg/kg) da Resolução Conama nº 344/04 (Brasil, 2004).

A Figura 3.33-2 apresenta a concentração de alguns metais analisados no sedimento de superfície coletados no berço do Cais Saboó 03 e na sua referida área de acesso.

Hidrocarbonetos Policíclicos Aromáticos (HPAs)

Todos os HPAs, coletados no berço do Cais Saboó 03 e na sua área de acesso, apresentaram valores abaixo do limite de quantificação (<LQ) do método (Tabela 3.33-3).

Bifenilas Policloradas (PCBs)

Os PCBs totais apresentaram concentrações inferiores aos limites de quantificação do método, tanto no berço quanto na sua área de acesso, enquadrando-se, portanto, nos valores de referência estabelecidos pela Resolução Conama 344/04 (Brasil, 2004) (Tabela 3.33-4).

Pesticidas Organoclorados

Assim como para os PCBs totais, os pesticidas organoclorados apresentaram, tanto no berço quanto na sua área de acesso, concentrações inferiores aos limites de quantificação do método (Tabela 3.33-5). Nenhuma das amostras analisadas, portanto, apresentou-se fora dos limites estabelecidos pela resolução citada.

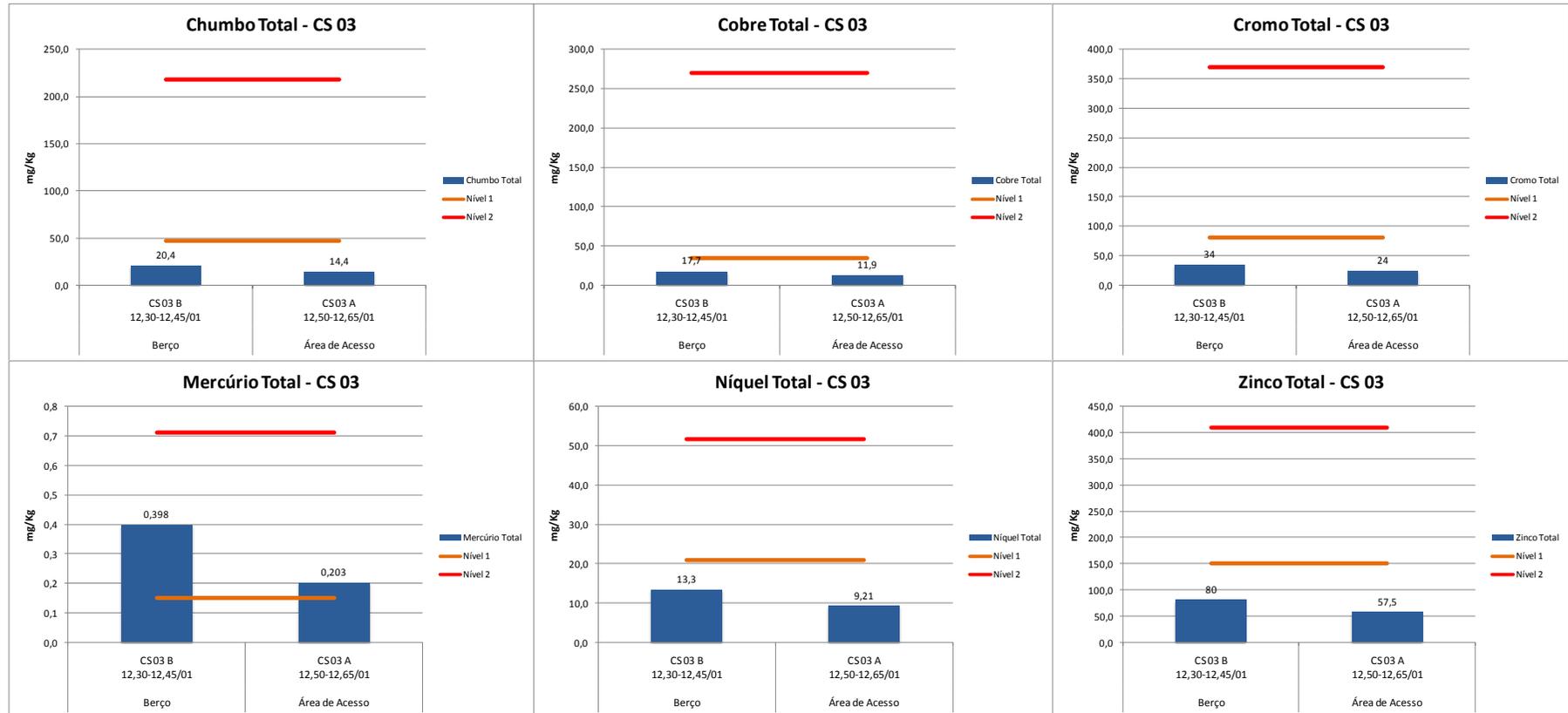


Figura 3.33-2. Concentração de alguns metais analisados nas amostras de sedimento de superfície coletadas no berço do Cais Saboó 03 e na sua referida área de acesso.

Tabela 3.33-2. Concentrações de metais e arsênio total nas amostras de sedimento de superfície coletadas no berço e acesso ao berço de atracação do Cais Saboó 03.

Metais e Arsênio					
Parâmetros	Unidade	Resolução CONAMA 344/04		Berço	Área de Acesso
		Nível 1	Nível 2	CS 03 B	CS 03 A
				12,30-12,45/01	12,50-12,65/01
Arsênio Total	mg/kg	8,2	70,0	< 1,37	< 0,882
Cádmio Total	mg/kg	1,2	9,6	< 0,916	< 0,588
Chumbo Total	mg/kg	46,7	218,0	20,4	14,4
Cobre Total	mg/kg	34,0	270,0	17,7	11,9
Cromo Total	mg/kg	81,0	370,0	34	24
Mercurio Total	mg/kg	0,15	0,71	0,398	0,203
Níquel Total	mg/kg	20,9	51,6	13,3	9,21
Zinco Total	mg/kg	150,0	410,0	80	57,5

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

Tabela 3.33-3. Concentrações de HPAs nas amostras de sedimento de superfície coletadas no berço e acesso ao berço de atracação do Cais Saboó 03.

Hidrocarbonetos Policíclicos Aromáticos ou HPAs					
Parâmetros	Unidade	Resolução CONAMA 344/04		Berço	Área de Acesso
		Nível 1	Nível 2	CS 03 B	CS 03 A
				12,30-12,45/01	12,50-12,65/01
Benzo(a)antraceno	µg/kg	74,8	693,0	< 10,99	< 7,06
Benzo(a)pireno	µg/kg	88,8	763,0	< 10,99	< 7,06
Criseno	µg/kg	108,0	846,0	< 10,99	< 7,06
Dibenzo(a,h)antraceno	µg/kg	6,2	135,0	< 10,99	< 7,06
Acenafteno	µg/kg	16,0	500,0	< 10,99	< 7,06
Acenaftileno	µg/kg	44,0	640,0	< 10,99	< 7,06
Antraceno	µg/kg	85,3	1100,0	< 10,99	< 7,06
Fenantreno	µg/kg	240,0	1500,0	< 10,99	< 7,06
Fluoranteno	µg/kg	600,0	5100,0	< 10,99	< 7,06
Fluoreno	µg/kg	19,0	540,0	< 10,99	< 7,06
2-Metilnaftaleno	µg/kg	70,0	670,0	< 10,99	< 7,06
Naftaleno	µg/kg	160,0	2100,0	< 10,99	< 7,06
Pireno	µg/kg	665,0	2600,0	< 10,99	< 7,06

Tabela 3.33-4. Concentrações de PCBs nas amostras de sedimento de superfície coletadas no berço e acesso ao berço de atracação do Cais Saboó 03.

Bifenilas Policloradas ou PCBs					
Parâmetros	Unidade	Resolução CONAMA 344/04		Berço	Área de Acesso
		Nível 1	Nível 2	CS 03 B	CS 03 A
				12,30-12,45/01	12,50-12,65/01
Bifenilas Policloradas Totais	µg/kg	22,7	180	< 0,220	< 0,141

Tabela 3.33-5. Concentrações de Pesticidas Organoclorados nas amostras de sedimento de superfície coletadas no berço e acesso ao berço de atracação do Cais Saboó 03.

Pesticidas Organoclorados					
Parâmetros	Unidade	Resolução CONAMA 344/04		Berço	Área de Acesso
		Nível 1	Nível 2	CS 03 B	CS 03 A
				12,30-12,45/01	12,50-12,65/01
a-BHC	µg/kg	0,32	0,99	< 0,220	< 0,141
b-BHC	µg/kg	0,32	0,99	< 0,220	< 0,141
d-BHC	µg/kg	0,32	0,99	< 0,220	< 0,141
g-BHC	µg/kg	0,32	0,99	< 0,220	< 0,141
a-Clordano	µg/kg	2,26	4,79	< 0,220	< 0,141
g-Clordano	µg/kg	2,26	4,79	< 0,220	< 0,141
DDD	µg/kg	1,22	7,81	< 0,220	< 0,141
DDE	µg/kg	2,07	374	< 0,220	< 0,141
DDT	µg/kg	1,19	4,77	< 0,220	< 0,141
Dieldrin	µg/kg	0,71	4,3	< 0,220	< 0,141
Endrin	µg/kg	2,67	62,4	< 0,220	< 0,141

Outros Parâmetros

Os parâmetros carbono orgânico total (COT), fósforo total e nitrogênio kjeldahl total (NKT) foram quantificados nas amostras de sedimento de superfície, tanto no berço quanto na área de acesso ao berço de atracação, entretanto apresentaram concentrações abaixo do valor alerta estabelecido pela Resolução Conama 344/04 (Brasil, 2004) (Tabela 3.33-6).

A Figura 3.33-3 apresenta a concentração de COT, fósforo total e NKT analisados no sedimento de superfície coletados no berço do Cais Saboó 03 e na sua referida área de acesso.

Tabela 3.33-6. Concentrações de COT, fósforo total e NKT nas amostras de sedimento coletadas no berço e acesso ao berço de atracação do Cais Saboó 03.

Outros Parâmetros				
Parâmetros	Unidade	Resolução CONAMA 344/04	Berço	Área de Acesso
			CS 03 B	CS 03 A
			12,30-12,45/01	12,50-12,65/01
Carbono Orgânico Total	%	10	5,81	5,63
Fósforo Total	mg/kg	2000	539,4	450,9
Nitrogênio Kjeldahl Total	mg/kg	4800	1247,4	871,1

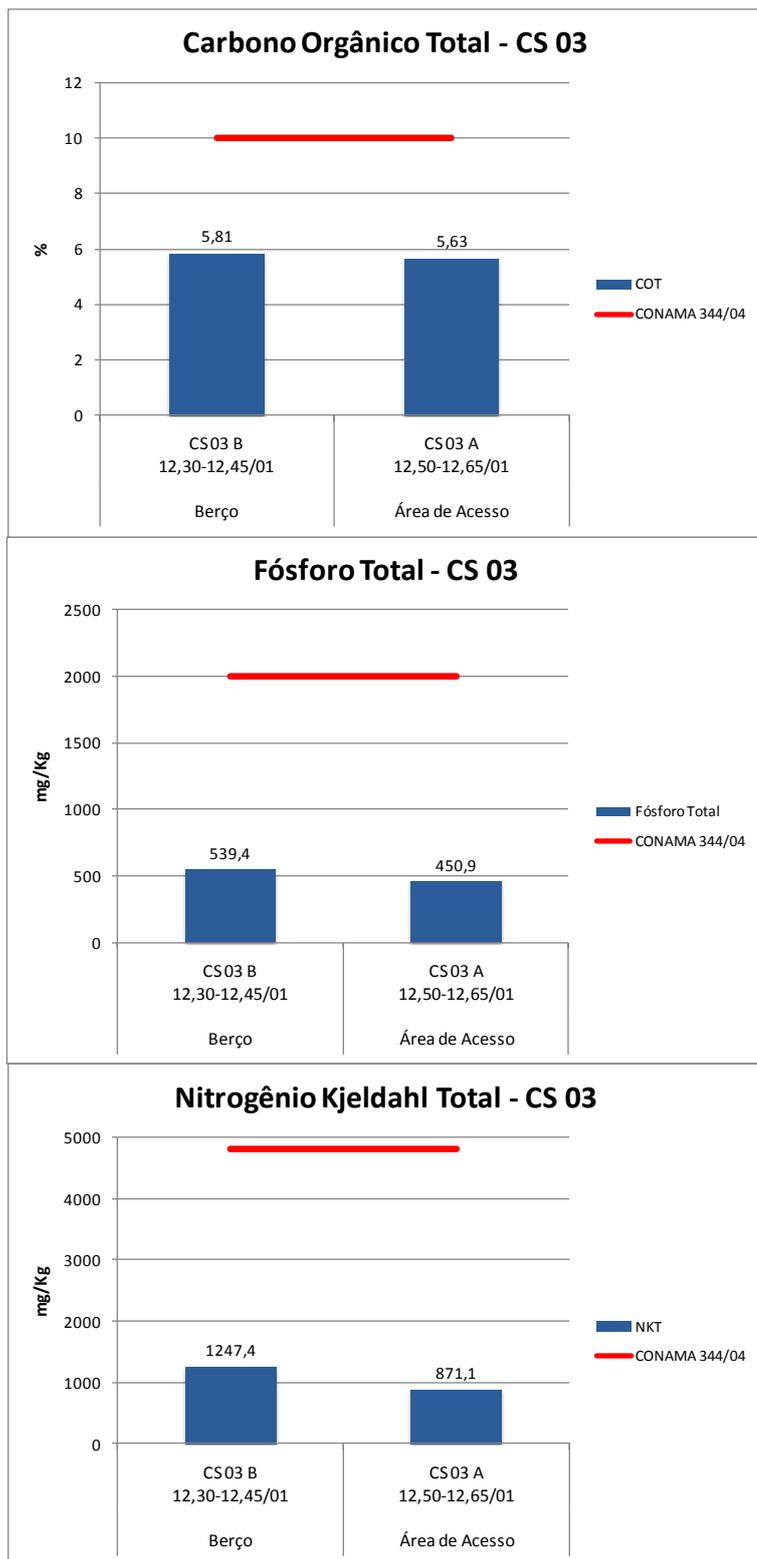


Figura 3.33-3. Concentrações de COT, fósforo total e NKT analisados nas amostras de sedimento de superfície coletadas no berço e acesso ao berço de atracação do Cais Sabóo 03.

C. Análise Ecotoxicológica

Teste de Toxicidade Aguda com *Leptocheirus plumulosus*

A análise Ecotoxicológica com o anfípoda *L. plumulosus* foi realizada com amostra de sedimento de superfície tanto do berço do Cais Saboó 03 quanto da área de acesso ao berço de atracação.

Os parâmetros físicos e químicos, como pH, salinidade (‰) e oxigênio dissolvido (mg/L), medidos na água de interface no início e fim do teste de toxicidade aguda estão apresentados na Tabela 3.33-7. Já as análises de pH, salinidade (‰), oxigênio dissolvido (mg/L), temperatura (°C), nitrogênio amoniacal (mg/L) e amônia não ionizada (NH₃ - mg/L), efetuadas na água intersticial dos sedimentos no início e fim do teste, estão apresentados na Tabela 3.33-8.

Paralelamente aos testes com as amostras coletadas foi realizado um controle laboratorial. Os resultados obtidos para esse controle também se encontram nas tabelas a seguir.

Tabela 3.33-7. Parâmetros físicos e químicos medidos na água de interface, no início e fim do teste de toxicidade aguda com *L. plumulosus*, para as amostras de sedimento de superfície do berço e área de acesso ao berço do Cais Saboó 03.

Amostra	pH		Salinidade (‰)		Oxigênio Dissolvido (mg/L)	
	Inicial	Final	Inicial	Final	Inicial	Final
Controle	7,65	7,99	20	21	6,07	6,66
CS 03 Berço	7,75	8,39	20	22	6,50	6,60
CS 03 Acesso	7,74	8,35	20	22	6,49	6,63

Tabela 3.33-8. Parâmetros físicos e químicos medidos na água intersticial, no início e fim do teste de toxicidade aguda com *L. plumulosus*, para as amostras de sedimento de superfície do berço e área de acesso ao berço do Cais Saboó 03.

Amostra	pH		Salinidade (‰)		Oxigênio Dissolvido (mg/L)		Temperatura (°C)		Nitrogênio amoniacal (mg/L)		Amônia não ionizada (mg/L)	
	Inicial	Final	Inicial	Final	Inicial	Final	Inicial	Final	Inicial	Final	Inicial	Final
Controle	7,91	7,67	25	25	5,62	5,39	26,0	24,4	4,50	-	0,183	-
CS 03 Berço	7,75	7,77	30	24	5,54	4,99	26,0	24,4	19,00	-	0,530	-
CS 03 Acesso	7,80	7,78	30	24	5,54	4,32	26,0	24,4	23,00	-	0,717	-

A Tabela 3.33-9 apresenta os resultados do teste de toxicidade aguda com *L. plumulosus* nas amostras de sedimento de superfície do Cais Saboó 03. Os valores obtidos estão dentro da faixa estabelecida para a aceitação dos resultados.

Tabela 3.33-9. Efeito tóxico observado nos testes de toxicidade aguda com *L. plumulosus* para as amostras de sedimento de superfície, do berço e área de acesso ao berço do Cais Saboó 03, em cada réplica após o período de exposição.

Amostra	Réplica	Nº final de animais por réplica		Mortalidade total (%)	Resultado
		Mortos	Total		
Controle	1	0	20	0	-
	2	0	20		
	3	0	20		
CS 03 Berço	1	0	20	3	Não Tóxico
	2	0	20		
	3	2	20		
CS 03 Acesso	1	3	20	7	Não Tóxico
	2	0	20		
	3	1	20		

De acordo com o tratamento estatístico aplicado, foi verificado que as amostras de sedimento de superfície, do berço do Cais Saboó 03 e da área de acesso ao berço de atracação, não apresentaram toxicidade aguda para *L. plumulosus*, em comparação com o controle, após 10 dias de exposição.

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 essa espécie (USEPA, 2001).

A sensibilidade dos indivíduos de *L. plumulosus* 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} ; 96h) e respectivo intervalo de confiança obtidos foram: 1,00 mg Zn/L (I.C.: 0,78 a 1,29 mg Zn/L). A carta-controle de sensibilidade desse sistema-teste, utilizando dados acumulados de vários testes, indica 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.

3.34. CAIS DO ARMAZÉM 38 (ARM 38)

- **SUPERFÍCIE**

A. Granulometria

A composição granulométrica do sedimento de superfície amostrado no berço e acesso ao berço de atracação do Cais do Armazém 38 está apresentada na Figura 3.34-1, e na Tabela 3.34-1.

Os resultados granulométricos mostraram predominância das frações areia muito fina (34,8%) e silte (28,2%), no sedimento coletado no berço do Cais do Armazém 38, e em menores porcentagens foram encontradas as frações areia fina (18,9%), argila (17,0%) e areia média (0,917%). As frações areia grossa e areia muito grossa apresentaram valores abaixo de 0,10%.

No acesso ao berço de atracação as frações predominantes foram silte (39,7%) e areia muito fina (31,2%), seguido pelas frações argila (19,4%), areia fina (8,65%) e areia média (0,576%). As frações areia grossa e areia muito grossa apresentaram valores abaixo de 0,10%.

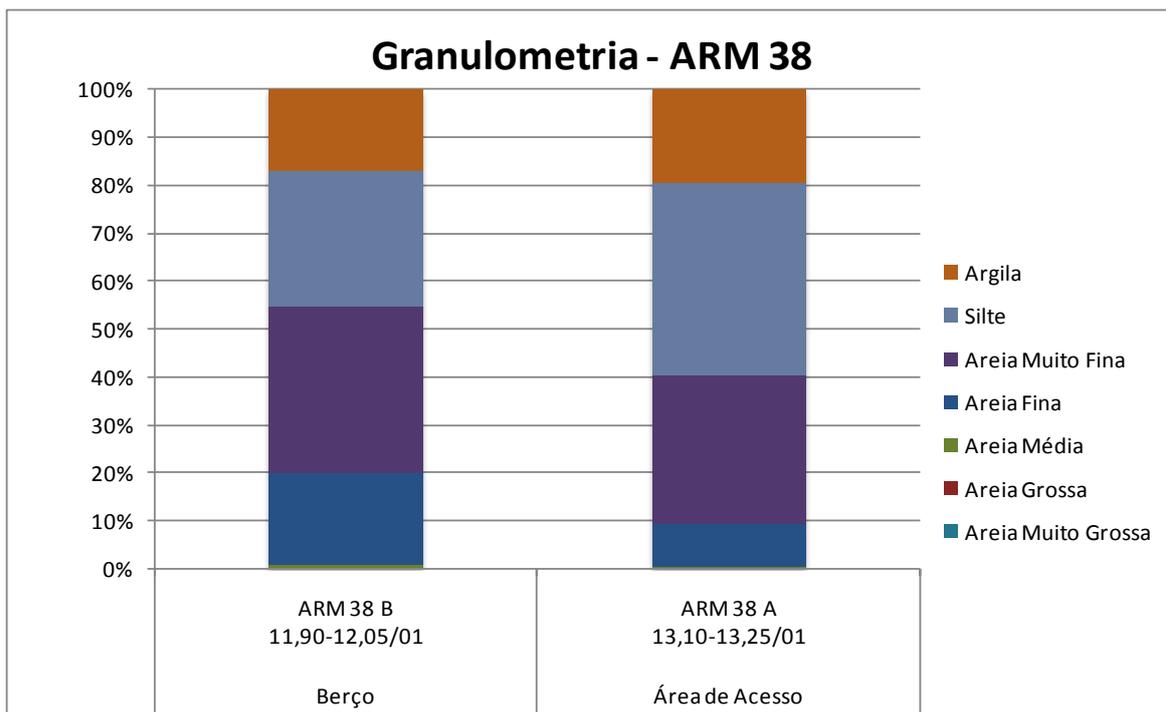


Figura 3.34-1. Composição granulométrica do sedimento de superfície do berço e área de acesso ao berço de atracação do Cais do Armazém 38.

Tabela 3.34-1. Composição granulométrica do sedimento de superfície do berço e área de acesso ao berço de atracação do Cais do Armazém 38.

Granulometria			
Fração	Unidade	Berço	Área de Acesso
		ARM 38 B 11,90-12,05/01	ARM 38 A 13,10-13,25/01
Argila	%	17	19,4
Silte	%	28,2	39,7
Areia Muito Fina	%	34,8	31,2
Areia Fina	%	18,9	8,65
Areia Média	%	0,917	0,576
Areia Grossa	%	<0,10	<0,10
Areia Muito Grossa	%	<0,10	<0,10
Areia Total	%	54,6	40,4

B. Parâmetros Químicos

Metais e Arsênio

Os resultados das análises dos metais nas amostras de sedimento de superfície coletadas no berço e acesso ao berço de atracação do Cais do Armazém 38 estão apresentados na Tabela 3.34-2.

Dentre os parâmetros químicos, analisados no sedimento de superfície, arsênio, cádmio e mercúrio registraram concentrações abaixo do limite de quantificação (<LQ) tanto no berço quanto na sua área de acesso.

Os metais chumbo, cobre, cromo, níquel e zinco foram quantificados nas amostras, de sedimento de superfície, coletadas tanto no berço quanto na sua área de acesso. Entretanto, nenhum destes elementos apresentou concentração acima do nível 1 da Resolução Conama 344/04 (Brasil, 2004).

A Figura 3.34-2 apresenta a concentração de alguns metais analisados no sedimento de superfície coletados no berço do Cais do Armazém 38 e na sua referida área de acesso.

Hidrocarbonetos Policíclicos Aromáticos (HPAs)

Todos os HPAs, coletados no berço do Cais do Armazém 38 e na sua área de acesso, apresentaram valores abaixo do limite de quantificação (<LQ) do método (Tabela 3.34-3).

Bifenilas Policloradas (PCBs)

Os PCBs totais apresentaram concentrações inferiores aos limites de quantificação do método, tanto no berço quanto na sua área de acesso, enquadrando-se, portanto, nos valores de referência estabelecidos pela Resolução Conama 344/04 (Brasil, 2004) (Tabela 3.34-4).

Pesticidas Organoclorados

Assim como para os PCBs totais, os pesticidas organoclorados apresentaram, tanto no berço quanto na sua área de acesso, concentrações inferiores aos limites de quantificação do método (Tabela 3.34-5). Nenhuma das amostras analisadas, portanto, apresentou-se fora dos limites estabelecidos pela resolução citada.

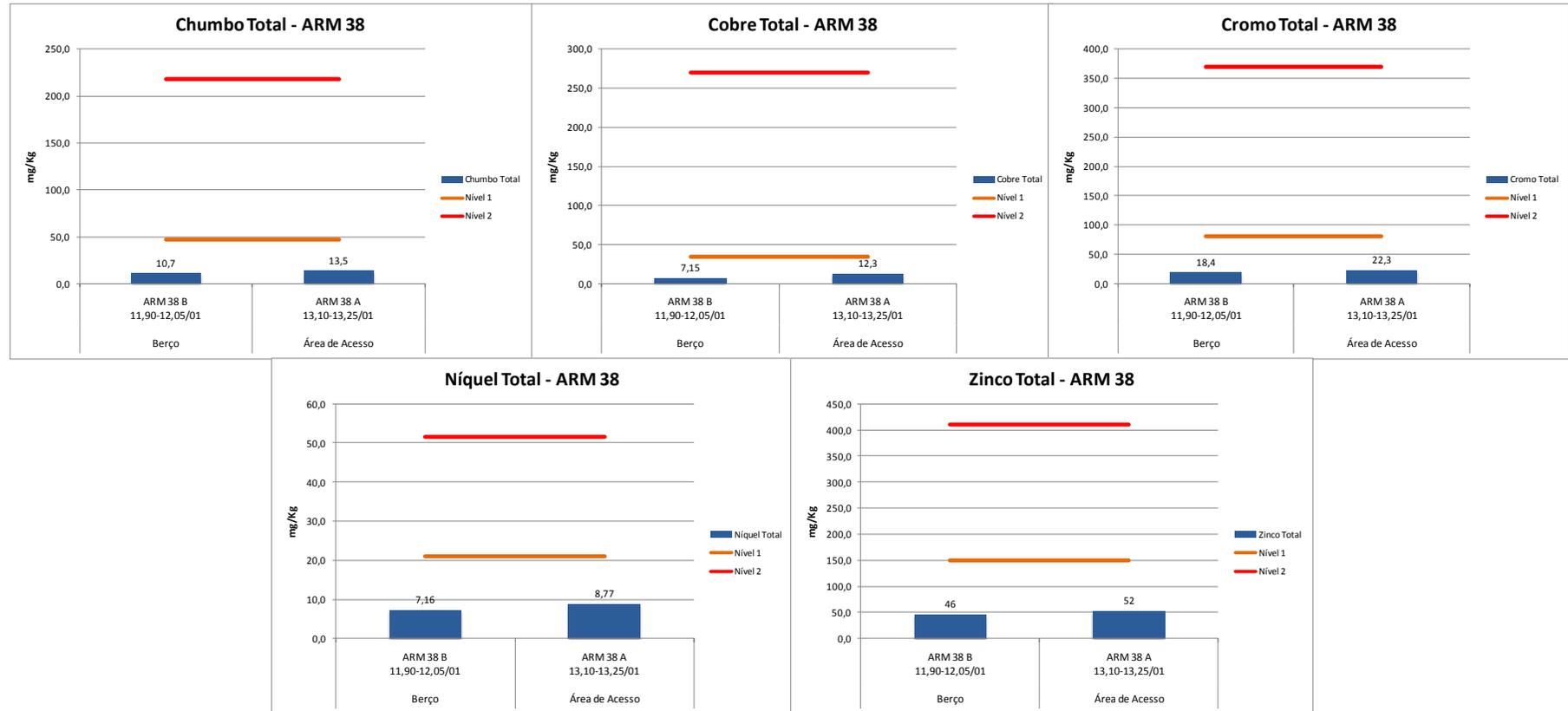


Figura 3.34-2. Concentração de alguns metais analisados nas amostras de sedimento de superfície coletadas no berço do Cais do Armazém 38 e na sua referida área de acesso.

Tabela 3.34-2. Concentrações de metais e arsênio total nas amostras de sedimento de superfície coletadas no berço e acesso ao berço de atracação do Cais do Armazém 38.

Metais e Arsênio					
Parâmetros	Unidade	Resolução		Berço	Área de Acesso
		CONAMA 344/04		ARM 38 B	ARM 38 A
		Nível 1	Nível 2	11,90-12,05/01	13,10-13,25/01
Arsênio Total	mg/kg	8,2	70,0	< 0,794	< 0,957
Cádmio Total	mg/kg	1,2	9,6	< 0,530	< 0,638
Chumbo Total	mg/kg	46,7	218,0	10,7	13,5
Cobre Total	mg/kg	34,0	270,0	7,15	12,3
Cromo Total	mg/kg	81,0	370,0	18,4	22,3
Mercúrio Total	mg/kg	0,15	0,71	< 0,0636	< 0,0765
Níquel Total	mg/kg	20,9	51,6	7,16	8,77
Zinco Total	mg/kg	150,0	410,0	46	52

Tabela 3.34-3. Concentrações de HPAs nas amostras de sedimento de superfície coletadas no berço e acesso ao berço de atracação do Cais do Armazém 38.

Hidrocarbonetos Policíclicos Aromáticos ou HPAs					
Parâmetros	Unidade	Resolução		Berço	Área de Acesso
		CONAMA 344/04		ARM 38 B	ARM 38 A
		Nível 1	Nível 2	11,90-12,05/01	13,10-13,25/01
Benzo(a)antraceno	µg/kg	74,8	693,0	< 6,36	< 7,65
Benzo(a)pireno	µg/kg	88,8	763,0	< 6,36	< 7,65
Criseno	µg/kg	108,0	846,0	< 6,36	< 7,65
Dibenzo(a,h)antraceno	µg/kg	6,2	135,0	< 6,36	< 7,65
Acenafteno	µg/kg	16,0	500,0	< 6,36	< 7,65
Acenaftileno	µg/kg	44,0	640,0	< 6,36	< 7,65
Antraceno	µg/kg	85,3	1100,0	< 6,36	< 7,65
Fenantreno	µg/kg	240,0	1500,0	< 6,36	< 7,65
Fluoranteno	µg/kg	600,0	5100,0	< 6,36	< 7,65
Fluoreno	µg/kg	19,0	540,0	< 6,36	< 7,65
2-Metilnaftaleno	µg/kg	70,0	670,0	< 6,36	< 7,65
Naftaleno	µg/kg	160,0	2100,0	< 6,36	< 7,65
Pireno	µg/kg	665,0	2600,0	< 6,36	< 7,65

Tabela 3.34-4. Concentrações de PCBs nas amostras de sedimento de superfície coletadas no berço e acesso ao berço de atracação do Cais do Armazém 38.

Bifenilas Policloradas ou PCBs					
Parâmetros	Unidade	Resolução		Berço	Área de Acesso
		CONAMA 344/04		ARM 38 B	ARM 38 A
		Nível 1	Nível 2	11,90-12,05/01	13,10-13,25/01
Bifenilas Policloradas Totais	µg/kg	22,7	180	< 0,127	< 0,153

Tabela 3.34-5. Concentrações de Pesticidas Organoclorados nas amostras de sedimento de superfície coletadas no berço e acesso ao berço de atracação do Cais do Armazém 38.

Pesticidas Organoclorados					
Parâmetros	Unidade	Resolução		Berço	Área de Acesso
		CONAMA 344/04		ARM 38 B	ARM 38 A
		Nível 1	Nível 2	11,90-12,05/01	13,10-13,25/01
a-BHC	µg/kg	0,32	0,99	< 0,127	< 0,153
b-BHC	µg/kg	0,32	0,99	< 0,127	< 0,153
d-BHC	µg/kg	0,32	0,99	< 0,127	< 0,153
g-BHC	µg/kg	0,32	0,99	< 0,127	< 0,153
a-Clordano	µg/kg	2,26	4,79	< 0,127	< 0,153
g-Clordano	µg/kg	2,26	4,79	< 0,127	< 0,153
DDD	µg/kg	1,22	7,81	< 0,127	< 0,153
DDE	µg/kg	2,07	374	< 0,127	< 0,153
DDT	µg/kg	1,19	4,77	< 0,127	< 0,153
Dieldrin	µg/kg	0,71	4,3	< 0,127	< 0,153
Endrin	µg/kg	2,67	62,4	< 0,127	< 0,153

Outros Parâmetros

Os parâmetros carbono orgânico total (COT), fósforo total e nitrogênio kjeldahl total (NKT) foram quantificados nas amostras de sedimento de superfície, tanto no berço quanto na área de acesso ao berço de atracação, entretanto apresentaram concentrações abaixo do valor alerta estabelecido pela Resolução Conama 344/04 (Brasil, 2004) (Tabela 3.34-6).

A Figura 3.34-3 apresenta a concentração de COT, fósforo total e NKT analisados no sedimento de superfície coletados no berço do Cais do Armazém 38 e na sua referida área de acesso.

Tabela 3.34-6. Concentrações de COT, fósforo total e NKT nas amostras de sedimento coletadas no berço e acesso ao berço de atracação do Cais do Armazém 38.

Outros Parâmetros						
Parâmetros	Unidade	Resolução	Berço	Área de Acesso		
			CONAMA 344/04		ARM 38 B	ARM 38 A
			10	2800	11,90-12,05/01	13,10-13,25/01
Carbono Orgânico Total	%	10	2	3,46		
Fósforo Total	mg/kg	2000	280,7	315,1		
Nitrogênio Kjeldahl Total	mg/kg	4800	472,5	543,4		

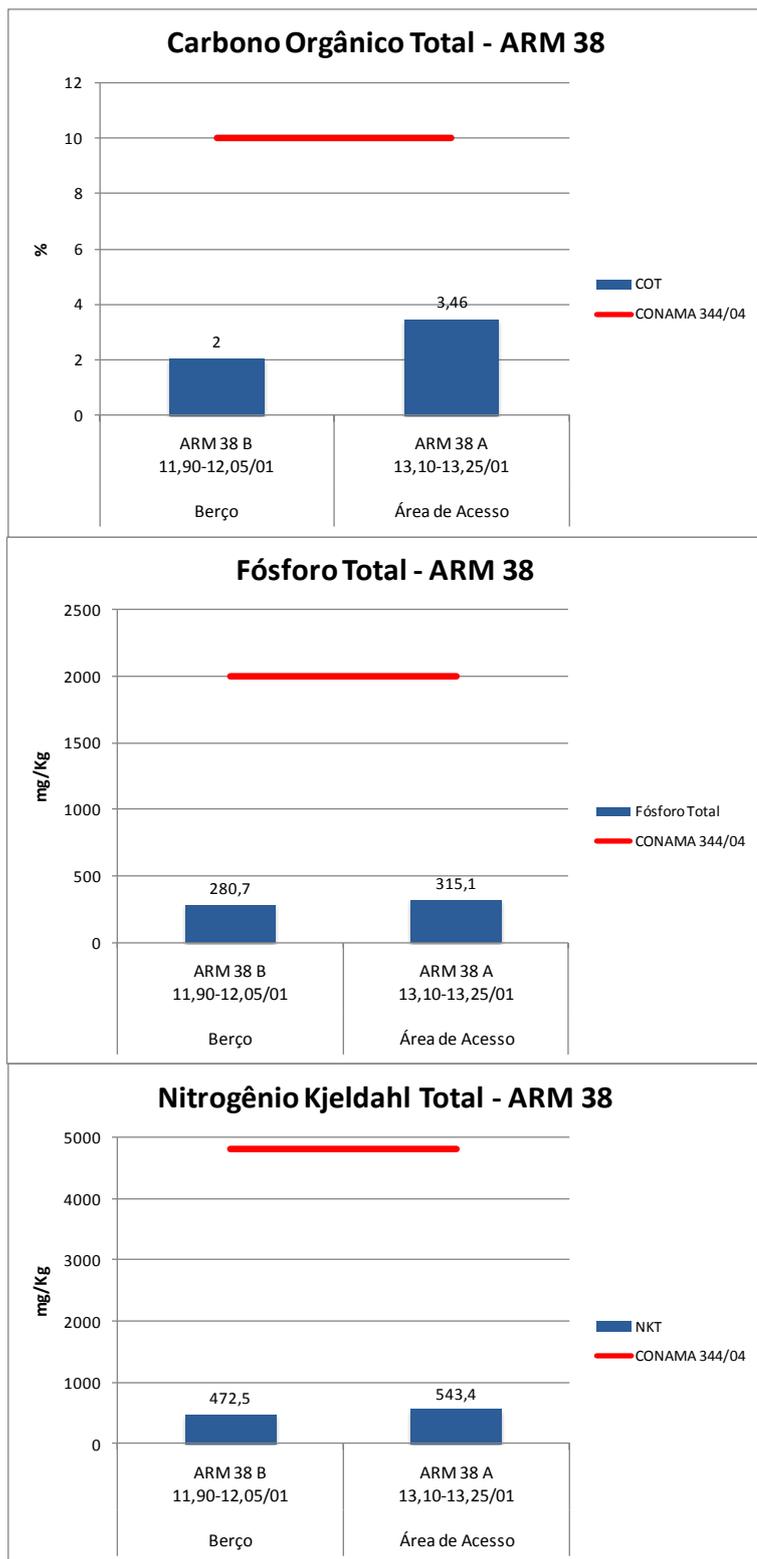


Figura 3.34-3. Concentrações de COT, fósforo total e NKT analisados nas amostras de sedimento de superfície coletadas no berço e acesso ao berço de atracação do Cais do Armazém 38.

C. Análise Ecotoxicológica

Teste de Toxicidade Aguda com *Leptocheirus plumulosus*

A análise Ecotoxicológica com o anfípoda *L. plumulosus* foi realizada com amostra de sedimento de superfície tanto do berço do Cais do Armazém 38 quanto da área de acesso ao berço de atracação.

Os parâmetros físicos e químicos, como pH, salinidade (‰) e oxigênio dissolvido (mg/L), medidos na água de interface no início e fim do teste de toxicidade aguda estão apresentados na Tabela 3.34-7. Já as análises de pH, salinidade (‰), oxigênio dissolvido (mg/L), temperatura (°C), nitrogênio amoniacal (mg/L) e amônia não ionizada (NH₃ - mg/L), efetuadas na água intersticial dos sedimentos no início e fim do teste, estão apresentados na Tabela 3.34-8.

Paralelamente aos testes com as amostras coletadas foi realizado um controle laboratorial. Os resultados obtidos para esse controle também se encontram nas tabelas a seguir.

Tabela 3.34-7. Parâmetros físicos e químicos medidos na água de interface, no início e fim do teste de toxicidade aguda com *L. plumulosus*, para as amostras de sedimento de superfície do berço e área de acesso ao berço do Cais do Armazém 38.

Amostra	pH		Salinidade (‰)		Oxigênio Dissolvido (mg/L)	
	Inicial	Final	Inicial	Final	Inicial	Final
Controle	7,65	7,99	20	21	6,07	6,66
ARM 38 Berço	7,76	8,27	20	22	6,49	6,60
ARM 38 Acesso	7,78	8,14	20	23	6,52	6,57

Tabela 3.34-8. Parâmetros físicos e químicos medidos na água intersticial, no início e fim do teste de toxicidade aguda com *L. plumulosus*, para as amostras de sedimento de superfície do berço e área de acesso ao berço do Cais do Armazém 38.

Amostra	pH		Salinidade (‰)		Oxigênio Dissolvido (mg/L)		Temperatura (°C)		Nitrogênio amoniacal (mg/L)		Amônia não ionizada (mg/L)	
	Inicial	Final	Inicial	Final	Inicial	Final	Inicial	Final	Inicial	Final	Inicial	Final
Controle	7,91	7,67	25	25	5,62	5,39	26,0	24,4	4,50	-	0,183	-
ARM 38 Berço	7,67	7,68	32	25	5,17	4,15	26,0	24,4	17,50	-	0,408	-
ARM 38 Acesso	7,83	7,70	33	25	5,11	4,57	26,0	24,4	23,50	-	0,783	-

A Tabela 3.34-9 apresenta os resultados do teste de toxicidade aguda com *L. plumulosus* nas amostras de sedimento de superfície do Cais do Armazém 38. Os valores obtidos estão dentro da faixa estabelecida para a aceitação dos resultados.

Tabela 3.34-9. Efeito tóxico observado nos testes de toxicidade aguda com *L. plumulosus* para as amostras de sedimento de superfície, do berço e área de acesso ao berço do Cais do Armazém 38, em cada réplica após o período de exposição.

Amostra	Réplica	Nº final de animais por réplica		Mortalidade total (%)	Resultado
		Mortos	Total		
Controle	1	0	20	0	-
	2	0	20		
	3	0	20		
ARM 38 Berço	1	4	20	8	Não Tóxico
	2	1	20		
	3	0	20		
ARM 38 Acesso	1	4	20	33	Não Tóxico
	2	6	20		
	3	10	20		

De acordo com o tratamento estatístico aplicado, foi verificado que as amostras de sedimento de superfície, do berço do Cais do Armazém 38 e da área de acesso ao berço de atracação, não apresentaram toxicidade aguda para *L. plumulosus*, em comparação com o controle, após 10 dias de exposição.

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 essa espécie (USEPA, 2001).

A sensibilidade dos indivíduos de *L. plumulosus* 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} ; 96h) e respectivo intervalo de confiança obtidos foram: 1,00 mg Zn/L (I.C.: 0,78 a 1,29 mg Zn/L). A carta-controle de sensibilidade desse sistema-teste, utilizando dados acumulados de vários testes, indica 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.

- **COTA DE PROJETO**

- Berço: 13,20 metros
 - Amostra: ARM 38 B 13,20-13,70/02
- Acesso: 13,20 metros

A. Granulometria

A composição granulométrica do sedimento da cota de projeto (ARM 38 B 13,20-13,70/02) amostrado no berço do Cais do Armazém 38 está apresentada na Figura 3.34-4, e na Tabela 3.34-10.

Os resultados granulométricos mostraram predominância das frações areia muito fina (33,3%), silte (32,6%) e argila (23,4%), e em menores porcentagens foram encontradas as frações areia fina (8,96%), areia média (0,846%), areia grossa (0,38%) e areia muito grossa (0,25%).

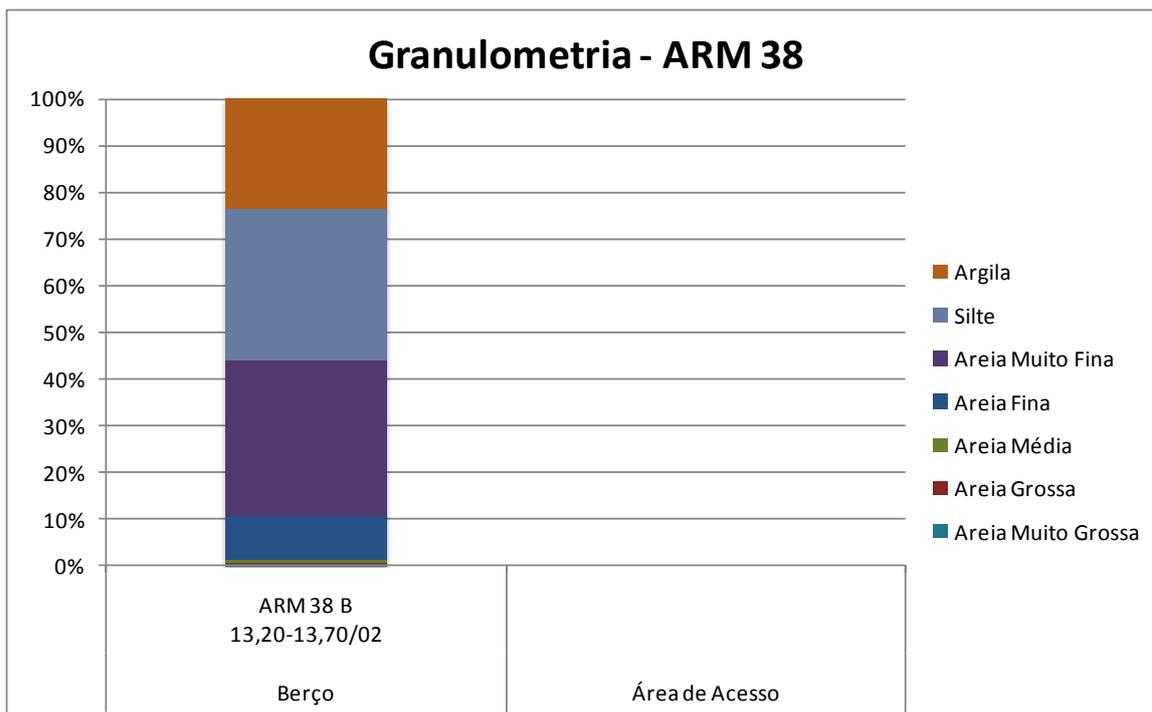


Figura 3.34-4. Composição granulométrica do sedimento da cota de projeto, coletado no berço de atracação do Cais do Armazém 38.

Tabela 3.34-10. Composição granulométrica do sedimento da cota de projeto, coletado no berço de atracação do Cais do Armazém 38.

Granulometria		
Fração	Unidade	Berço
		ARM 38 B 13,20-13,70/02
Argila	%	23,4
Silte	%	32,6
Areia Muito Fina	%	33,3
Areia Fina	%	8,96
Areia Média	%	0,846
Areia Grossa	%	0,38
Areia Muito Grossa	%	0,25
Areia Total	%	43,7

B. Parâmetros Químicos

Metais e Arsênio

Os resultados das análises dos metais na amostra de sedimento da cota de projeto, coletada no berço do Cais do Armazém 38, estão apresentados na Tabela 3.34-11.

Dentre os parâmetros químicos analisados no sedimento, arsênio e cádmio registraram concentrações abaixo do limite de quantificação do método.

Os metais chumbo, cobre, cromo, mercúrio, níquel e zinco foram quantificados na amostra de sedimento da cota de projeto, entretanto, nenhum destes elementos apresentou concentração acima do nível 1 da Resolução Conama 344/04 (Brasil, 2004).

A Figura 3.34-5 apresenta a concentração de alguns metais analisados no sedimento da cota de projeto, coletado no berço do Cais do Armazém 38.

Hidrocarbonetos Policíclicos Aromáticos (HPAs)

Todos os HPAs analisados no sedimento da cota de projeto, coletado no berço do Armazém 38, apresentaram valores abaixo do limite de quantificação do método (Tabela 3.34-12).

Bifenilas Policloradas (PCBs)

Os PCBs totais apresentaram concentrações inferiores aos limites de quantificação do método na amostra de sedimento da cota de projeto, enquadrando-se, portanto, nos valores de referência estabelecidos pela Resolução Conama 344/04 (Brasil, 2004) (Tabela 3.34-13).

Pesticidas Organoclorados

Assim como para os PCBs totais, os pesticidas organoclorados apresentaram, na amostra de sedimento da cota de projeto, concentrações inferiores aos limites de quantificação do método (Tabela 3.34-14). Nenhuma das amostras analisadas, portanto, apresentou-se fora dos limites estabelecidos pela resolução citada.

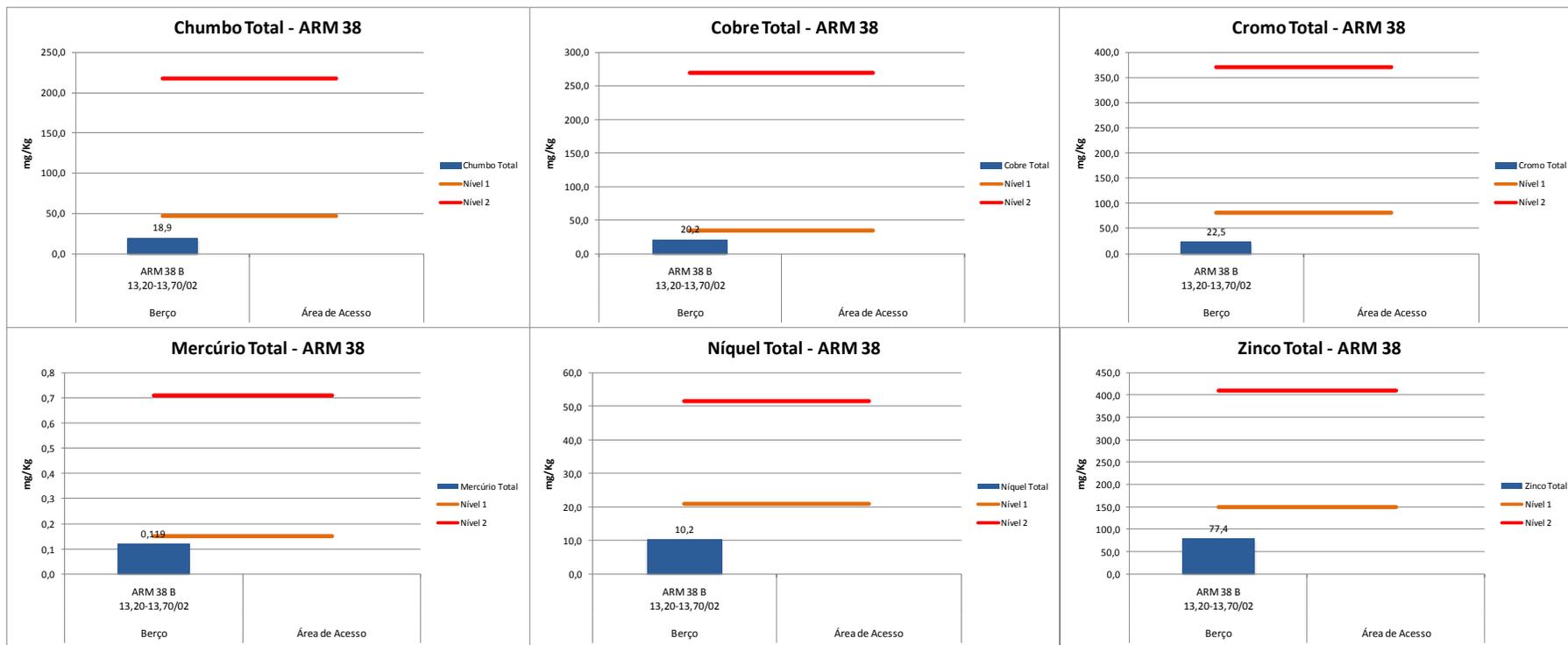


Figura 3.34-5. Concentração de alguns metais analisados na amostra de sedimento da cota de projeto, coletada no berço do Cais do Armazém 38.

Tabela 3.34-11. Concentrações de metais e arsênio total na amostra de sedimento da cota de projeto, coletada no berço do Cais do Armazém 38.

Metais e Arsênio				
Parâmetros	Unidade	Resolução CONAMA 344/04		Berço
		Nível 1	Nível 2	ARM 38 B
				13,20-13,70/02
Arsênio Total	mg/kg	8,2	70,0	< 0,954
Cádmio Total	mg/kg	1,2	9,6	< 0,636
Chumbo Total	mg/kg	46,7	218,0	18,9
Cobre Total	mg/kg	34,0	270,0	20,2
Cromo Total	mg/kg	81,0	370,0	22,5
Mercúrio Total	mg/kg	0,15	0,71	0,119
Níquel Total	mg/kg	20,9	51,6	10,2
Zinco Total	mg/kg	150,0	410,0	77,4

Tabela 3.34-12. Concentrações de HPAs na amostra de sedimento da cota de projeto, coletada no berço do Cais do Armazém 38.

Hidrocarbonetos Policíclicos Aromáticos ou HPAs				
Parâmetros	Unidade	Resolução CONAMA 344/04		Berço
		Nível 1	Nível 2	ARM 38 B
				13,20-13,70/02
Benzo(a)antraceno	µg/kg	74,8	693,0	< 7,63
Benzo(a)pireno	µg/kg	88,8	763,0	< 7,63
Criseno	µg/kg	108,0	846,0	< 7,63
Dibenzo(a,h)antraceno	µg/kg	6,2	135,0	< 7,63
Acenafteno	µg/kg	16,0	500,0	< 7,63
Acenaftileno	µg/kg	44,0	640,0	< 7,63
Antraceno	µg/kg	85,3	1100,0	< 7,63
Fenantreno	µg/kg	240,0	1500,0	< 7,63
Fluoranteno	µg/kg	600,0	5100,0	< 7,63
Fluoreno	µg/kg	19,0	540,0	< 7,63
2-Metilnaftaleno	µg/kg	70,0	670,0	< 7,63
Naftaleno	µg/kg	160,0	2100,0	< 7,63
Pireno	µg/kg	665,0	2600,0	< 7,63

Tabela 3.34-13. Concentrações de PCBs na amostra de sedimento da cota de projeto, coletada no berço do Cais do Armazém 38.

Bifenilas Policloradas ou PCBs				
Parâmetros	Unidade	Resolução CONAMA 344/04		Berço
		Nível 1	Nível 2	ARM 38 B
				13,20-13,70/02
Bifenilas Policloradas Totais	µg/kg	22,7	180	< 0,153

Tabela 3.34-14. Concentrações de Pesticidas Organoclorados na amostra da cota de projeto, coletada no berço do Cais do Armazém 38.

Pesticidas Organoclorados				
Parâmetros	Unidade	Resolução CONAMA 344/04		Berço
		Nível 1	Nível 2	ARM 38 B 13,20-13,70/02
a-BHC	µg/kg	0,32	0,99	< 0,153
b-BHC	µg/kg	0,32	0,99	< 0,153
d-BHC	µg/kg	0,32	0,99	< 0,153
g-BHC	µg/kg	0,32	0,99	< 0,153
a-Clordano	µg/kg	2,26	4,79	< 0,153
g-Clordano	µg/kg	2,26	4,79	< 0,153
DDD	µg/kg	1,22	7,81	< 0,153
DDE	µg/kg	2,07	374	< 0,153
DDT	µg/kg	1,19	4,77	< 0,153
Dieldrin	µg/kg	0,71	4,3	< 0,153
Endrin	µg/kg	2,67	62,4	< 0,153

Outros Parâmetros

Os parâmetros carbono orgânico total (COT), fósforo total e nitrogênio kjeldahl total (NKT) foram quantificados na amostra de sedimento da cota de projeto, entretanto apresentaram concentrações abaixo do valor alerta estabelecido pela Resolução Conama 344/04 (Brasil, 2004) (Tabela 3.34-15).

A Figura 3.34-6 apresenta a concentração de COT, fósforo total e NKT analisados no sedimento da cota de projeto, coletado no berço do Cais do Armazém 38.

Tabela 3.34-15. Concentrações de COT, fósforo total e NKT na amostra da cota de projeto, coletada no berço do Cais do Armazém 38.

Outros Parâmetros			
Parâmetros	Unidade	Resolução CONAMA 344/04	Berço
			ARM 38 B 13,20-13,70/02
Carbono Orgânico Total	%	10	3,35
Fósforo Total	mg/kg	2000	507,6
Nitrogênio Kjeldahl Total	mg/kg	4800	625,5

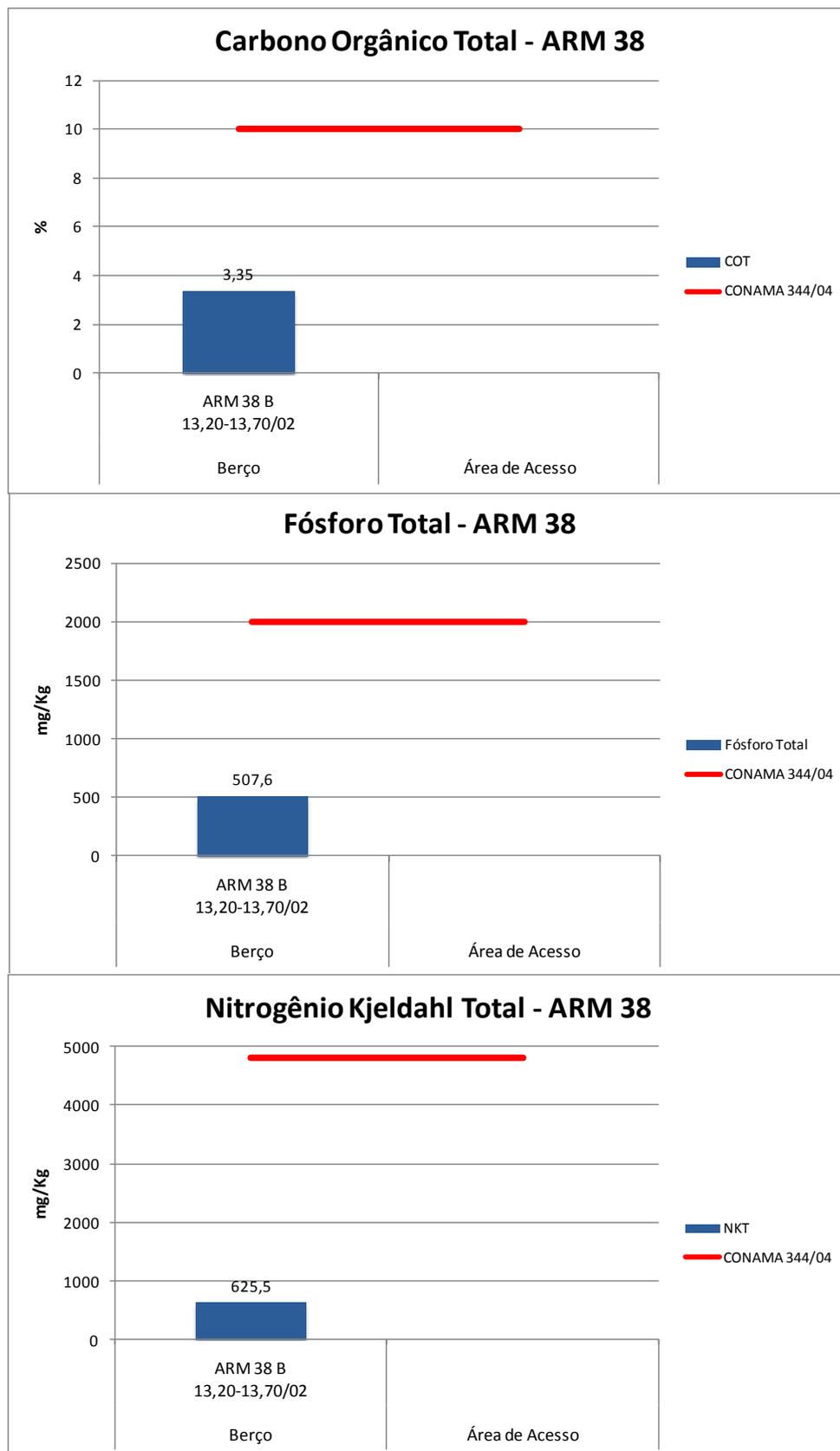


Figura 3.34-6. Concentrações de COT, fósforo total e NKT analisados na amostra de sedimento da cota de projeto, coletada no berço do Cais do Armazém 38.

3.35. CAIS DO ARMAZÉM 39 (ARM 39)

- **SUPERFÍCIE**

A. Granulometria

A composição granulométrica do sedimento de superfície amostrado no berço e acesso ao berço de atracação do Cais do Armazém 39 está apresentada na Figura 3.35-1, e na Tabela 3.35-1.

Os resultados granulométricos mostraram predominância das frações silte (54,7%) e argila (24,8%), no sedimento coletado no berço do Cais do Armazém 39, e em menores porcentagens foram encontradas as frações areia muito fina (17,6%), areia fina (2,39%) e areia média (0,488%). As frações areia grossa e areia muito grossa apresentaram valores abaixo de 0,10%.

No acesso ao berço de atracação a fração dominante foi o silte (65,8%), seguido pelas frações argila (16,5%), areia muito fina (15,9%), areia fina (1,59%) e areia média (0,238%). As frações areia grossa e areia muito grossa apresentaram valores abaixo de 0,10%.

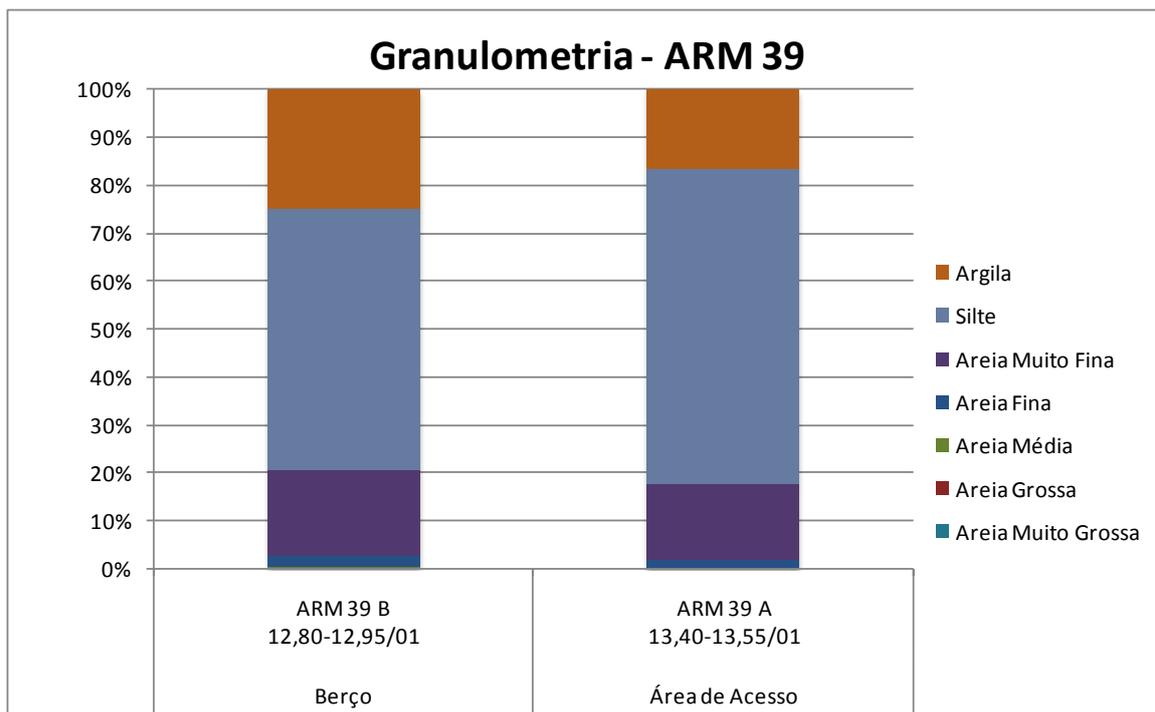


Figura 3.35-1. Composição granulométrica do sedimento de superfície do berço e área de acesso ao berço de atracação do Cais do Armazém 39.

Tabela 3.35-1. Composição granulométrica do sedimento de superfície do berço e área de acesso ao berço de atracação do Cais do Armazém 39.

Granulometria			
Fração	Unidade	Berço	Área de Acesso
		ARM 39 B 12,80-12,95/01	ARM 39 A 13,40-13,55/01
Argila	%	24,8	16,5
Silte	%	54,7	65,8
Areia Muito Fina	%	17,6	15,9
Areia Fina	%	2,39	1,59
Areia Média	%	0,488	0,238
Areia Grossa	%	<0,10	<0,10
Areia Muito Grossa	%	<0,10	<0,10
Areia Total	%	20,5	17,7

B. Parâmetros Químicos

Metais e Arsênio

Os resultados das análises dos metais nas amostras de sedimento de superfície coletadas no berço e acesso ao berço de atracação do Cais do Armazém 39 estão apresentados na Tabela 3.35-2.

Dentre os parâmetros químicos, analisados no sedimento de superfície, arsênio, cádmio e mercúrio registraram concentrações abaixo do limite de quantificação (<LQ) tanto no berço quanto na sua área de acesso.

Os metais chumbo, cobre, cromo, níquel e zinco foram quantificados nas amostras, de sedimento de superfície, coletadas tanto no berço quanto na sua área de acesso. Entretanto, nenhum destes elementos apresentou concentração acima do nível 1 da Resolução Conama 344/04 (Brasil, 2004).

A Figura 3.35-2 apresenta a concentração de alguns metais analisados no sedimento de superfície coletados no berço do Cais do Armazém 39 e na sua referida área de acesso.

Hidrocarbonetos Policíclicos Aromáticos (HPAs)

Todos os HPAs, coletados no berço do Cais do Armazém 39 e na sua área de acesso, apresentaram valores abaixo do limite de quantificação (<LQ) do método (Tabela 3.35-3).

Bifenilas Policloradas (PCBs)

Os PCBs totais apresentaram concentrações inferiores aos limites de quantificação do método, tanto no berço quanto na sua área de acesso, enquadrando-se, portanto, nos valores de referência estabelecidos pela Resolução Conama 344/04 (Brasil, 2004) (Tabela 3.35-4).

Pesticidas Organoclorados

Assim como para os PCBs totais, os pesticidas organoclorados apresentaram, tanto no berço quanto na sua área de acesso, concentrações inferiores aos limites de quantificação do método (Tabela 3.35-5). Nenhuma das amostras analisadas, portanto, apresentou-se fora dos limites estabelecidos pela resolução citada.

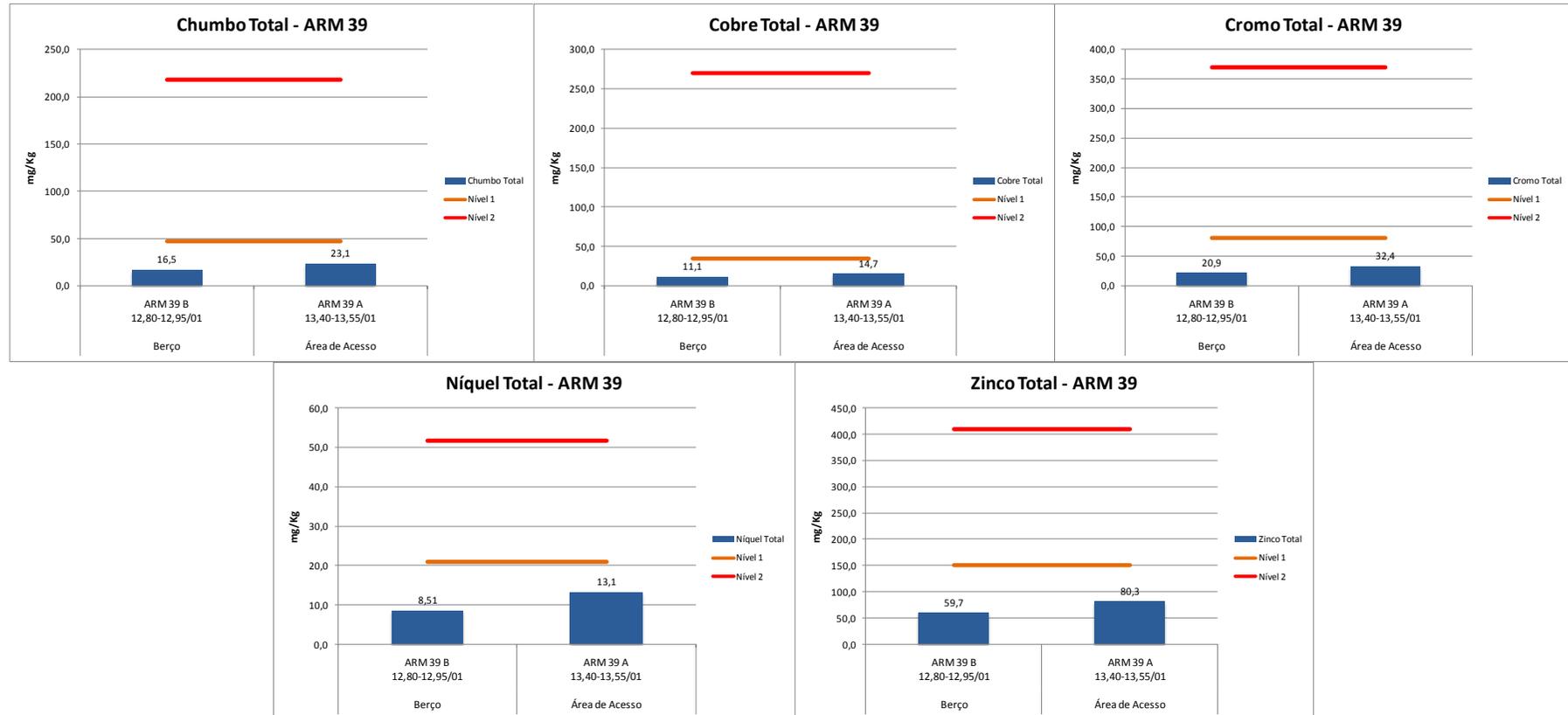


Figura 3.35-2. Concentração de alguns metais analisados nas amostras de sedimento de superfície coletadas no berço do Cais do Armazém 39 e na sua referida área de acesso.

Tabela 3.35-2. Concentrações de metais e arsênio total nas amostras de sedimento de superfície coletadas no berço e acesso ao berço de atracação do Cais do Armazém 39.

Metais e Arsênio					
Parâmetros	Unidade	Resolução CONAMA 344/04		Berço	Área de Acesso
		Nível 1	Nível 2	ARM 39 B	ARM 39 A
				12,80-12,95/01	13,40-13,55/01
Arsênio Total	mg/kg	8,2	70,0	< 1,18	< 1,24
Cádmio Total	mg/kg	1,2	9,6	< 0,786	< 0,825
Chumbo Total	mg/kg	46,7	218,0	16,5	23,1
Cobre Total	mg/kg	34,0	270,0	11,1	14,7
Cromo Total	mg/kg	81,0	370,0	20,9	32,4
Mercúrio Total	mg/kg	0,15	0,71	< 0,0943	< 0,0990
Níquel Total	mg/kg	20,9	51,6	8,51	13,1
Zinco Total	mg/kg	150,0	410,0	59,7	80,3

Tabela 3.35-3. Concentrações de HPAs nas amostras de sedimento de superfície coletadas no berço e acesso ao berço de atracação do Cais do Armazém 39.

Hidrocarbonetos Policíclicos Aromáticos ou HPAs					
Parâmetros	Unidade	Resolução CONAMA 344/04		Berço	Área de Acesso
		Nível 1	Nível 2	ARM 39 B	ARM 39 A
				12,80-12,95/01	13,40-13,55/01
Benzo(a)antraceno	µg/kg	74,8	693,0	< 9,43	< 9,90
Benzo(a)pireno	µg/kg	88,8	763,0	< 9,43	< 9,90
Criseno	µg/kg	108,0	846,0	< 9,43	< 9,90
Dibenzo(a,h)antraceno	µg/kg	6,2	135,0	< 9,43	< 9,90
Acenafteno	µg/kg	16,0	500,0	< 9,43	< 9,90
Acenaftileno	µg/kg	44,0	640,0	< 9,43	< 9,90
Antraceno	µg/kg	85,3	1100,0	< 9,43	< 9,90
Fenantreno	µg/kg	240,0	1500,0	< 9,43	< 9,90
Fluoranteno	µg/kg	600,0	5100,0	< 9,43	< 9,90
Fluoreno	µg/kg	19,0	540,0	< 9,43	< 9,90
2-Metilnaftaleno	µg/kg	70,0	670,0	< 9,43	< 9,90
Naftaleno	µg/kg	160,0	2100,0	< 9,43	< 9,90
Pireno	µg/kg	665,0	2600,0	< 9,43	< 9,90

Tabela 3.35-4. Concentrações de PCBs nas amostras de sedimento de superfície coletadas no berço e acesso ao berço de atracação do Cais do Armazém 39.

Bifenilas Policloradas ou PCBs					
Parâmetros	Unidade	Resolução CONAMA 344/04		Berço	Área de Acesso
		Nível 1	Nível 2	ARM 39 B	ARM 39 A
				12,80-12,95/01	13,40-13,55/01
Bifenilas Policloradas Totais	µg/kg	22,7	180	< 0,189	< 0,198

Tabela 3.35-5. Concentrações de Pesticidas Organoclorados nas amostras de sedimento de superfície coletadas no berço e acesso ao berço de atracação do Cais do Armazém 39.

Pesticidas Organoclorados					
Parâmetros	Unidade	Resolução		Berço	Área de Acesso
		CONAMA 344/04		ARM 39 B	ARM 39 A
		Nível 1	Nível 2	12,80-12,95/01	13,40-13,55/01
a-BHC	µg/kg	0,32	0,99	< 0,189	< 0,198
b-BHC	µg/kg	0,32	0,99	< 0,189	< 0,198
d-BHC	µg/kg	0,32	0,99	< 0,189	< 0,198
g-BHC	µg/kg	0,32	0,99	< 0,189	< 0,198
a-Clordano	µg/kg	2,26	4,79	< 0,189	< 0,198
g-Clordano	µg/kg	2,26	4,79	< 0,189	< 0,198
DDD	µg/kg	1,22	7,81	< 0,189	< 0,198
DDE	µg/kg	2,07	374	< 0,189	< 0,198
DDT	µg/kg	1,19	4,77	< 0,189	< 0,198
Dieldrin	µg/kg	0,71	4,3	< 0,189	< 0,198
Endrin	µg/kg	2,67	62,4	< 0,189	< 0,198

Outros Parâmetros

Os parâmetros carbono orgânico total (COT), fósforo total e nitrogênio kjeldahl total (NKT) foram quantificados nas amostras de sedimento de superfície, tanto no berço quanto na área de acesso ao berço de atracação, entretanto apresentaram concentrações abaixo do valor alerta estabelecido pela Resolução Conama 344/04 (Brasil, 2004) (Tabela 3.35-6).

A Figura 3.35-3 apresenta a concentração de COT, fósforo total e NKT analisados no sedimento de superfície coletados no berço do Cais do Armazém 39 e na sua referida área de acesso.

Tabela 3.35-6. Concentrações de COT, fósforo total e NKT nas amostras de sedimento coletadas no berço e acesso ao berço de atracação do Cais do Armazém 39.

Outros Parâmetros				
Parâmetros	Unidade	Resolução	Berço	Área de Acesso
			ARM 39 B	ARM 39 A
			12,80-12,95/01	13,40-13,55/01
Carbono Orgânico Total	%	10	4,28	5,54
Fósforo Total	mg/kg	2000	416,8	672,2
Nitrogênio Kjeldahl Total	mg/kg	4800	729	970,9

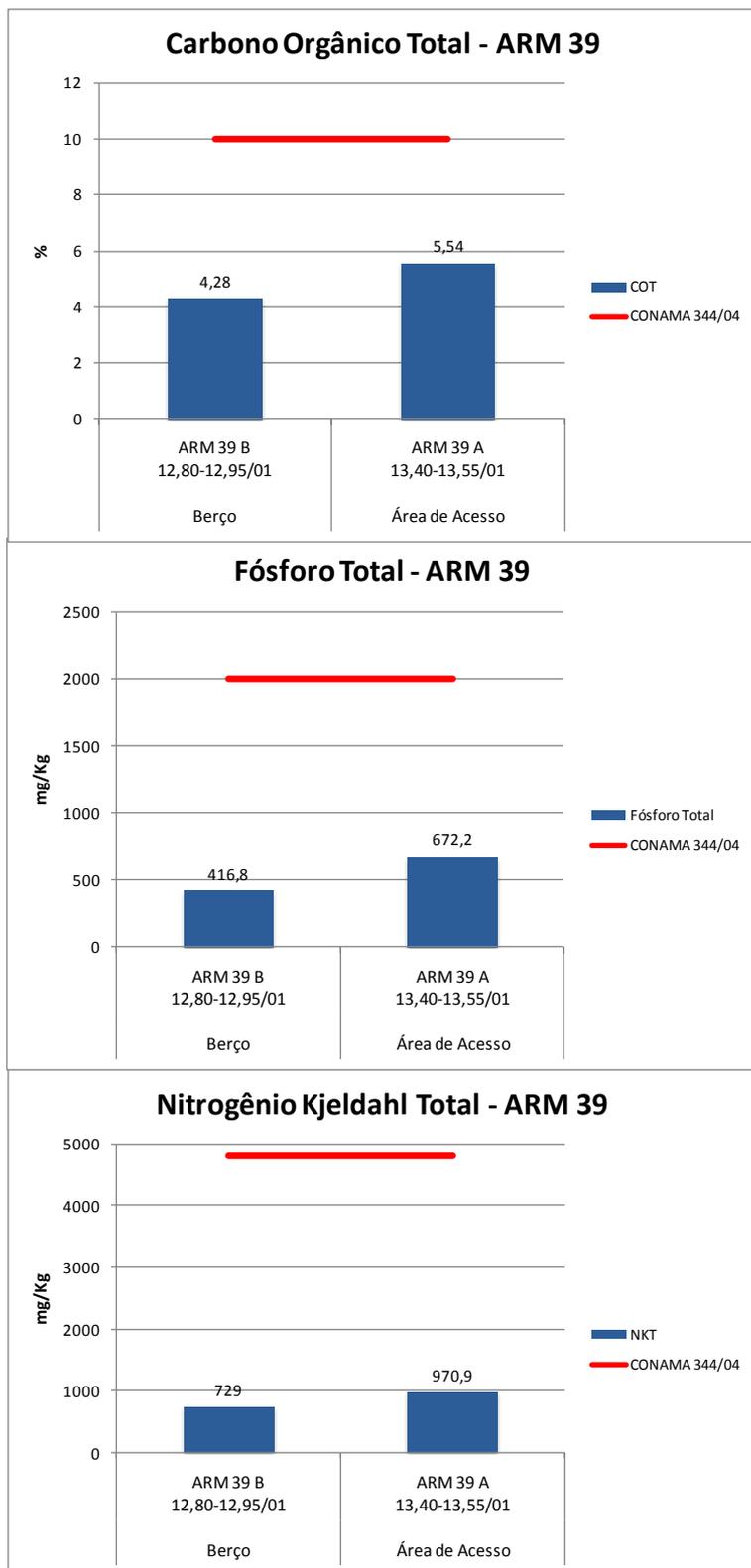


Figura 3.35-3. Concentrações de COT, fósforo total e NKT analisados nas amostras de sedimento de superfície coletadas no berço e acesso ao berço de atracação do Cais do Armazém 39.

C. Análise Ecotoxicológica

Teste de Toxicidade Aguda com *Leptocheirus plumulosus*

A análise Ecotoxicológica com o anfípoda *L. plumulosus* foi realizada com amostra de sedimento de superfície tanto do berço do Cais do Armazém 39 quanto da área de acesso ao berço de atracação.

Os parâmetros físicos e químicos, como pH, salinidade (‰) e oxigênio dissolvido (mg/L), medidos na água de interface no início e fim do teste de toxicidade aguda estão apresentados na Tabela 3.35-7. Já as análises de pH, salinidade (‰), oxigênio dissolvido (mg/L), temperatura (°C), nitrogênio amoniacal (mg/L) e amônia não ionizada (NH₃ - mg/L), efetuadas na água intersticial dos sedimentos no início e fim do teste, estão apresentados na Tabela 3.35-8.

Paralelamente aos testes com as amostras coletadas foi realizado um controle laboratorial. Os resultados obtidos para esse controle também se encontram nas tabelas a seguir.

Tabela 3.35-7. Parâmetros físicos e químicos medidos na água de interface, no início e fim do teste de toxicidade aguda com *L. plumulosus*, para as amostras de sedimento de superfície do berço e área de acesso ao berço do Cais do Armazém 39.

Amostra	pH		Salinidade (‰)		Oxigênio Dissolvido (mg/L)	
	Inicial	Final	Inicial	Final	Inicial	Final
Controle	7,65	7,99	20	21	6,07	6,66
ARM 39 Berço	7,86	8,34	20	23	6,56	6,67
ARM 39 Acesso	7,88	8,38	21	24	6,58	6,64

Tabela 3.35-8. Parâmetros físicos e químicos medidos na água intersticial, no início e fim do teste de toxicidade aguda com *L. plumulosus*, para as amostras de sedimento de superfície do berço e área de acesso ao berço do Cais do Armazém 39.

Amostra	pH		Salinidade (‰)		Oxigênio Dissolvido (mg/L)		Temperatura (°C)		Nitrogênio amoniacal (mg/L)		Amônia não ionizada (mg/L)	
	Inicial	Final	Inicial	Final	Inicial	Final	Inicial	Final	Inicial	Final	Inicial	Final
Controle	7,91	7,67	25	25	5,62	5,39	26,0	24,4	4,50	-	0,183	-
ARM 39 Berço	7,77	7,82	34	25	5,05	4,94	26,0	24,4	42,50	-	1,211	-
ARM 39 Acesso	7,86	7,81	35	24	5,52	5,06	26,0	24,4	62,50	-	2,177	-

A Tabela 3.35-9 apresenta os resultados do teste de toxicidade aguda com *L. plumulosus* nas amostras de sedimento de superfície do Cais do Armazém 39. Os valores obtidos estão dentro da faixa estabelecida para a aceitação dos resultados.

Tabela 3.35-9. Efeito tóxico observado nos testes de toxicidade aguda com *L. plumulosus* para as amostras de sedimento de superfície, do berço e área de acesso ao berço do Cais do Armazém 39, em cada réplica após o período de exposição.

Amostra	Réplica	Nº final de animais por réplica		Mortalidade total (%)	Resultado
		Mortos	Total		
Controle	1	0	20	0	-
	2	0	20		
	3	0	20		
ARM 39 Berço	1	1	20	2	Não Tóxico
	2	0	20		
	3	0	20		
ARM 39 Acesso	1	0	20	2	Não Tóxico
	2	0	20		
	3	1	20		

De acordo com o tratamento estatístico aplicado, foi verificado que as amostras de sedimento de superfície, do berço do Cais do Armazém 39 e da área de acesso ao berço de atracação, não apresentaram toxicidade aguda para *L. plumulosus*, em comparação com o controle, após 10 dias de exposição.

Quanto à concentração de amônia não ionizada da água intersticial no início do teste, os valores das amostras de sedimento de superfície, tanto do berço quanto do acesso, estiveram acima do limite de 0,8 mg/L que, isoladamente, pode

causar efeito tóxico para *Leptocheirus plumulosus* (USEPA, 2001), entretanto, tal efeito não foi observado.

A sensibilidade dos indivíduos de *L. plumulosus* 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} ; 96h) e respectivo intervalo de confiança obtidos foram: 1,00 mg Zn/L (I.C.: 0,78 a 1,29 mg Zn/L). A carta-control de sensibilidade desse sistema-teste, utilizando dados acumulados de vários testes, indica 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.

3.36. CAIS DO ARMAZÉM 29 (ARM 29)

- **SUPERFÍCIE**

A. Granulometria

A composição granulométrica do sedimento de superfície amostrado no berço e acesso ao berço de atracação do Cais do Armazém 29 está apresentada na Figura 3.36-1, e na Tabela 3.36-1.

Os resultados granulométricos mostraram dominância da fração silte (80,1%), no sedimento coletado no berço do Cais do Armazém 29, e em menores porcentagens foram encontradas as frações argila (9,95%), areia muito fina (8,87%) e areia fina (0,899%). As frações areia média, areia grossa e areia muito grossa apresentaram valores abaixo de 0,10%.

No acesso ao berço de atracação as frações predominantes foram areia muito fina (40,5%), silte (31,7%) e argila (22,9%), seguido pelas frações areia fina (4,5%) e areia média (0,316%). As frações areia grossa e areia muito grossa apresentaram valores abaixo de 0,10%.

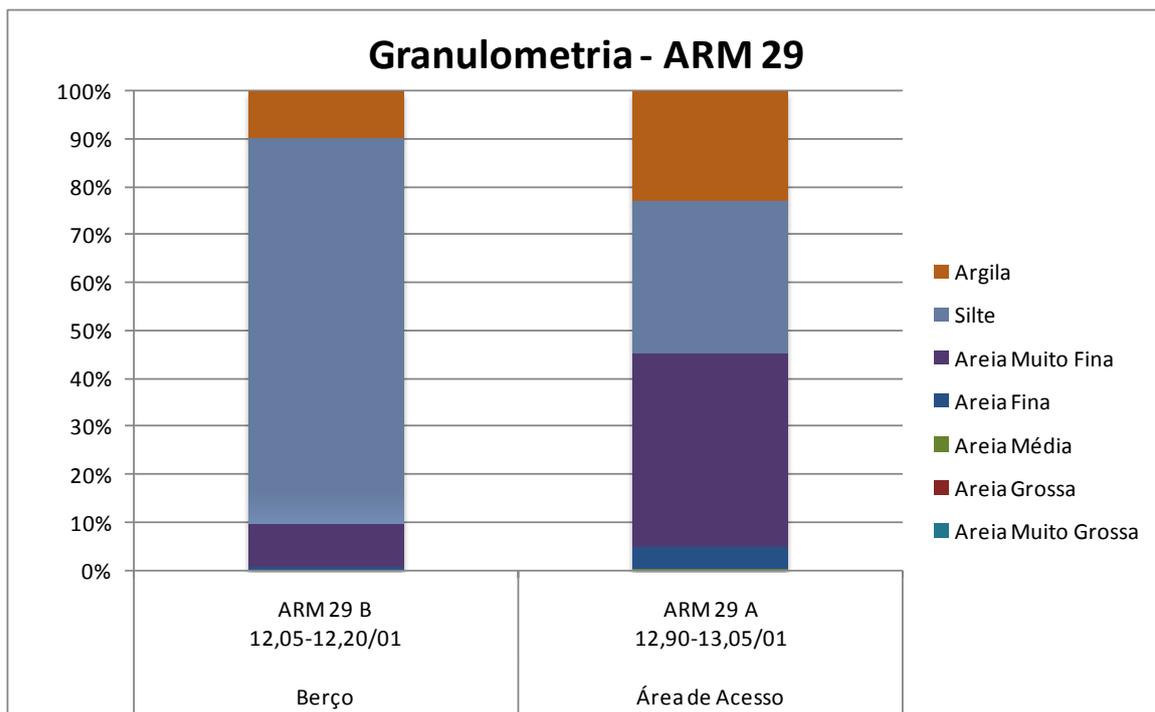


Figura 3.36-1. Composição granulométrica do sedimento de superfície do berço e área de acesso ao berço de atracação do Cais do Armazém 29.

Tabela 3.36-1. Composição granulométrica do sedimento de superfície do berço e área de acesso ao berço de atracação do Cais do Armazém 29.

Granulometria			
Fração	Unidade	Berço	Área de Acesso
		ARM 29 B 12,05-12,20/01	ARM 29 A 12,90-13,05/01
Argila	%	9,95	22,9
Silte	%	80,1	31,7
Areia Muito Fina	%	8,87	40,5
Areia Fina	%	0,899	4,5
Areia Média	%	<0,10	0,316
Areia Grossa	%	<0,10	<0,10
Areia Muito Grossa	%	<0,10	<0,10
Areia Total	%	9,84	45,2

B. Parâmetros Químicos

Metais e Arsênio

Os resultados das análises dos metais nas amostras de sedimento de superfície coletadas no berço e acesso ao berço de atracação do Cais do Armazém 29 estão apresentados na Tabela 3.36-2.

Dentre os parâmetros químicos, analisados no sedimento de superfície, arsênio e cádmio registraram concentrações abaixo do limite de quantificação (<LQ) tanto no berço quanto na sua área de acesso.

Os metais chumbo, cobre, cromo, níquel e zinco foram quantificados nas amostras, de sedimento de superfície, coletadas tanto no berço quanto na sua área de acesso. Entretanto, nenhum destes elementos apresentou concentração acima do nível 1 da Resolução Conama 344/04 (Brasil, 2004).

O metal mercúrio apresentou concentração abaixo do nível 1, da Resolução Conama 344/04 (Brasil, 2004), no berço do Cais do Armazém 29, enquanto na área de acesso ao berço de atracação a concentração de mercúrio ficou abaixo do limite de quantificação (<LQ).

A Figura 3.36-2 apresenta a concentração de alguns metais analisados no sedimento de superfície coletados no berço do Cais do Armazém 29 e na sua referida área de acesso.

Hidrocarbonetos Policíclicos Aromáticos (HPAs)

Todos os HPAs, coletados no berço do Cais do Armazém 29 e na sua área de acesso, apresentaram valores abaixo do limite de quantificação (<LQ) do método (Tabela 3.36-3).

Bifenilas Policloradas (PCBs)

Os PCBs totais apresentaram concentrações inferiores aos limites de quantificação do método, tanto no berço quanto na sua área de acesso, enquadrando-se, portanto, nos valores de referência estabelecidos pela Resolução Conama 344/04 (Brasil, 2004) (Tabela 3.36-4).

Pesticidas Organoclorados

Assim como para os PCBs totais, os pesticidas organoclorados apresentaram, tanto no berço quanto na sua área de acesso, concentrações inferiores aos limites de quantificação do método (Tabela 3.36-5). Nenhuma das amostras analisadas, portanto, apresentou-se fora dos limites estabelecidos pela resolução citada.

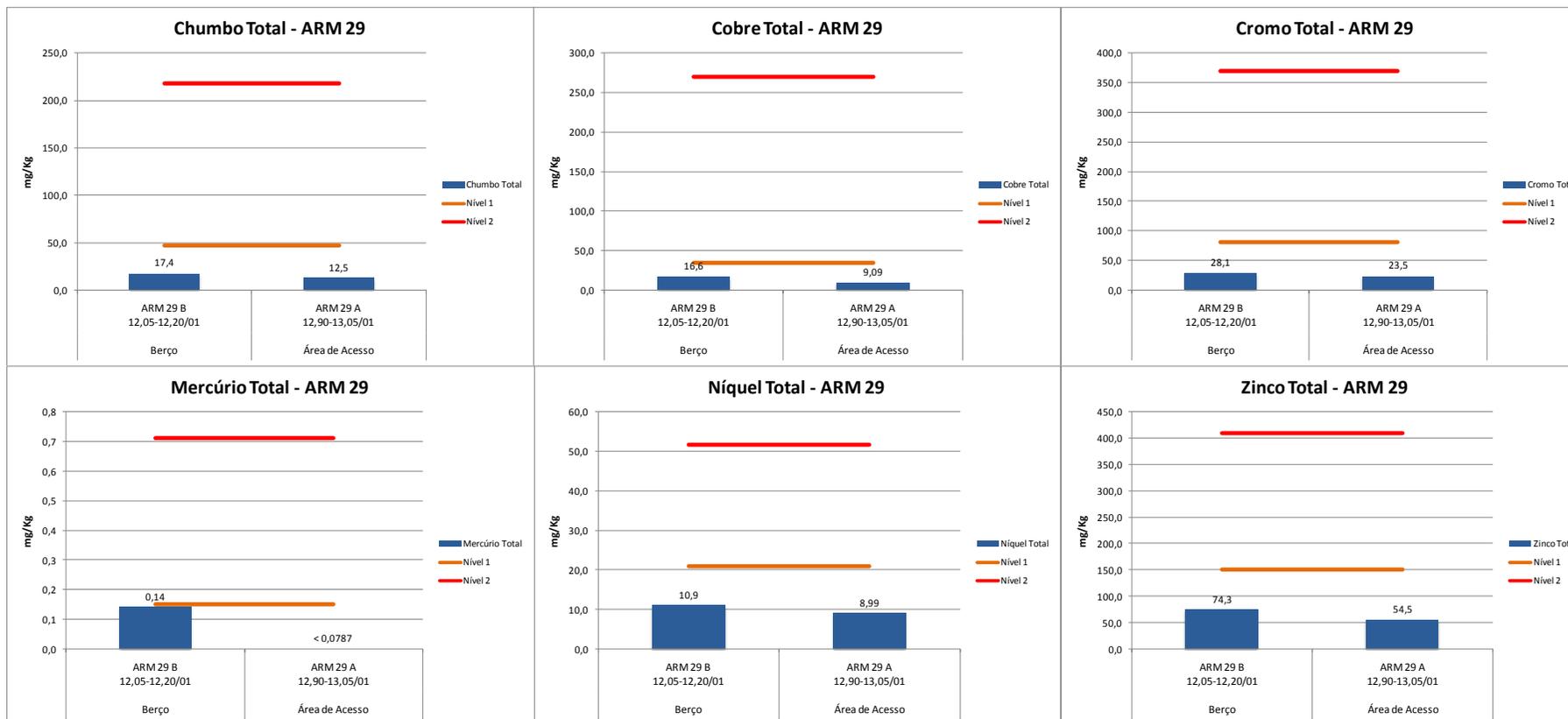


Figura 3.36-2. Concentração de alguns metais analisados nas amostras de sedimento de superfície coletadas no berço do Cais do Armazém 29 e na sua referida área de acesso.

Tabela 3.36-2. Concentrações de metais e arsênio total nas amostras de sedimento de superfície coletadas no berço e acesso ao berço de atracação do Cais do Armazém 29.

Metais e Arsênio					
Parâmetros	Unidade	Resolução CONAMA 344/04		Berço	Área de Acesso
		Nível 1	Nível 2	ARM 29 B	ARM 29 A
				12,05-12,20/01	12,90-13,05/01
Arsênio Total	mg/kg	8,2	70,0	< 1,20	< 0,984
Cádmio Total	mg/kg	1,2	9,6	< 0,801	< 0,656
Chumbo Total	mg/kg	46,7	218,0	17,4	12,5
Cobre Total	mg/kg	34,0	270,0	16,6	9,09
Cromo Total	mg/kg	81,0	370,0	28,1	23,5
Mercúrio Total	mg/kg	0,15	0,71	0,14	< 0,0787
Níquel Total	mg/kg	20,9	51,6	10,9	8,99
Zinco Total	mg/kg	150,0	410,0	74,3	54,5

Tabela 3.36-3. Concentrações de HPAs nas amostras de sedimento de superfície coletadas no berço e acesso ao berço de atracação do Cais do Armazém 29.

Hidrocarbonetos Policíclicos Aromáticos ou HPAs					
Parâmetros	Unidade	Resolução CONAMA 344/04		Berço	Área de Acesso
		Nível 1	Nível 2	ARM 29 B	ARM 29 A
				12,05-12,20/01	12,90-13,05/01
Benzo(a)antraceno	µg/kg	74,8	693,0	< 9,62	< 7,87
Benzo(a)pireno	µg/kg	88,8	763,0	< 9,62	< 7,87
Criseno	µg/kg	108,0	846,0	< 9,62	< 7,87
Dibenzo(a,h)antraceno	µg/kg	6,2	135,0	< 9,62	< 7,87
Acenafteno	µg/kg	16,0	500,0	< 9,62	< 7,87
Acenaftileno	µg/kg	44,0	640,0	< 9,62	< 7,87
Antraceno	µg/kg	85,3	1100,0	< 9,62	< 7,87
Fenantreno	µg/kg	240,0	1500,0	< 9,62	< 7,87
Fluoranteno	µg/kg	600,0	5100,0	< 9,62	< 7,87
Fluoreno	µg/kg	19,0	540,0	< 9,62	< 7,87
2-Metilnaftaleno	µg/kg	70,0	670,0	< 9,62	< 7,87
Naftaleno	µg/kg	160,0	2100,0	< 9,62	< 7,87
Pireno	µg/kg	665,0	2600,0	< 9,62	< 7,87

Tabela 3.36-4. Concentrações de PCBs nas amostras de sedimento de superfície coletadas no berço e acesso ao berço de atracação do Cais do Armazém 29.

Bifenilas Policloradas ou PCBs					
Parâmetros	Unidade	Resolução CONAMA 344/04		Berço	Área de Acesso
		Nível 1	Nível 2	ARM 29 B	ARM 29 A
				12,05-12,20/01	12,90-13,05/01
Bifenilas Policloradas Totais	µg/kg	22,7	180	< 0,192	< 0,157

Tabela 3.36-5. Concentrações de Pesticidas Organoclorados nas amostras de sedimento de superfície coletadas no berço e acesso ao berço de atracação do Cais do Armazém 29.

Pesticidas Organoclorados					
Parâmetros	Unidade	Resolução		Berço	Área de Acesso
		CONAMA 344/04		ARM 29 B	ARM 29 A
		Nível 1	Nível 2	12,05-12,20/01	12,90-13,05/01
a-BHC	µg/kg	0,32	0,99	< 0,192	< 0,157
b-BHC	µg/kg	0,32	0,99	< 0,192	< 0,157
d-BHC	µg/kg	0,32	0,99	< 0,192	< 0,157
g-BHC	µg/kg	0,32	0,99	< 0,192	< 0,157
a-Clordano	µg/kg	2,26	4,79	< 0,192	< 0,157
g-Clordano	µg/kg	2,26	4,79	< 0,192	< 0,157
DDD	µg/kg	1,22	7,81	< 0,192	< 0,157
DDE	µg/kg	2,07	374	< 0,192	< 0,157
DDT	µg/kg	1,19	4,77	< 0,192	< 0,157
Dieldrin	µg/kg	0,71	4,3	< 0,192	< 0,157
Endrin	µg/kg	2,67	62,4	< 0,192	< 0,157

Outros Parâmetros

Os parâmetros carbono orgânico total (COT), fósforo total e nitrogênio kjeldahl total (NKT) foram quantificados nas amostras de sedimento de superfície, tanto no berço quanto na área de acesso ao berço de atracação, entretanto apresentaram concentrações abaixo do valor alerta estabelecido pela Resolução Conama 344/04 (Brasil, 2004) (Tabela 3.36-6).

A Figura 3.36-3 apresenta a concentração de COT, fósforo total e NKT analisados no sedimento de superfície coletados no berço do Cais do Armazém 29 e na sua referida área de acesso.

Tabela 3.36-6. Concentrações de COT, fósforo total e NKT nas amostras de sedimento coletadas no berço e acesso ao berço de atracação do Cais do Armazém 29.

Outros Parâmetros						
Parâmetros	Unidade	Resolução	Berço	Área de Acesso		
			CONAMA 344/04		ARM 29 B	ARM 29 A
			10	2000	12,05-12,20/01	12,90-13,05/01
Carbono Orgânico Total	%	10	4,05	1,74		
Fósforo Total	mg/kg	2000	526,1	339,5		
Nitrogênio Kjeldahl Total	mg/kg	4800	956,1	512,3		

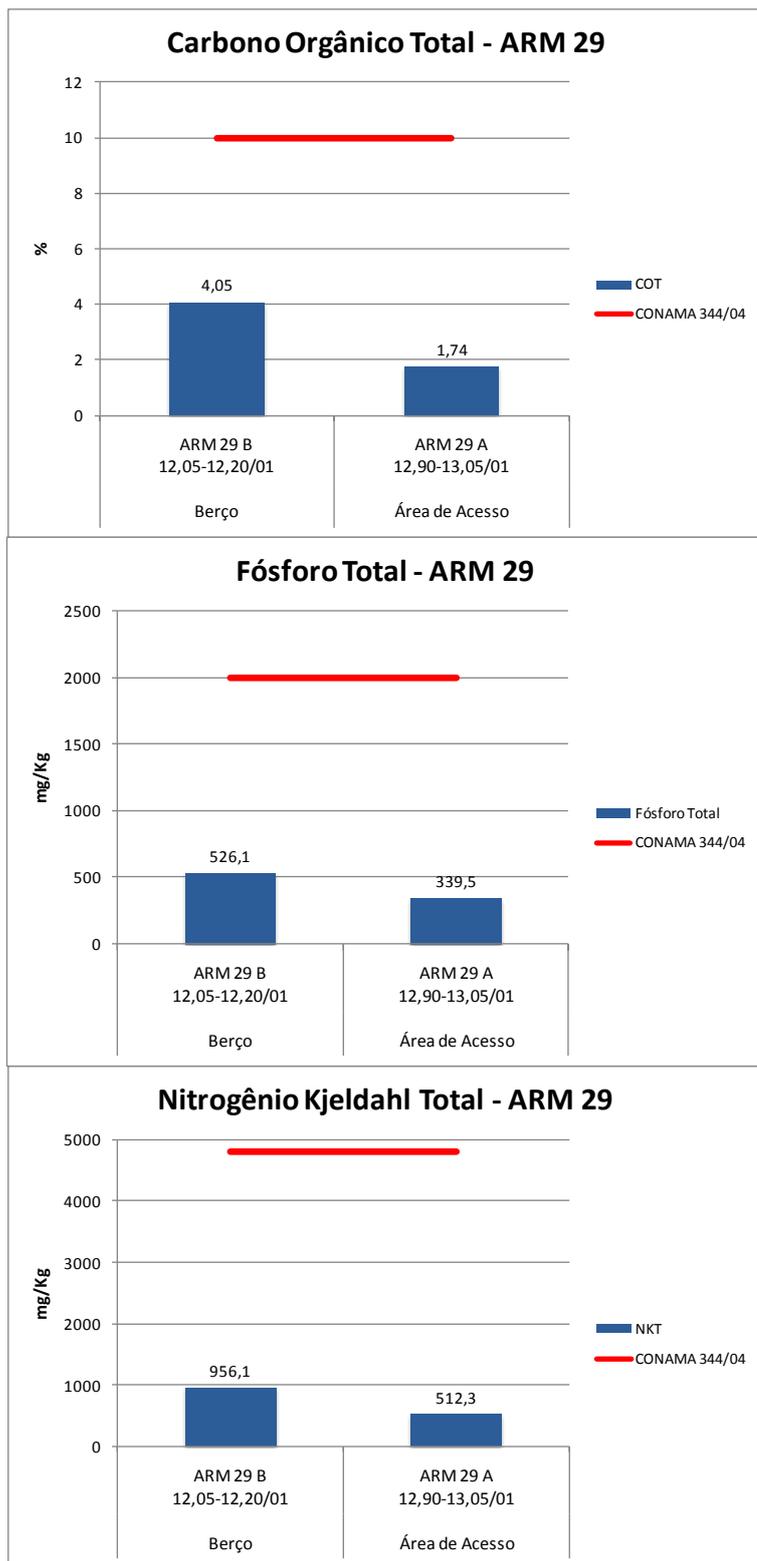


Figura 3.36-3. Concentrações de COT, fósforo total e NKT analisados nas amostras de sedimento de superfície coletadas no berço e acesso ao berço de atracação do Cais do Armazém 29.

C. Análise Ecotoxicológica

Teste de Toxicidade Aguda com *Leptocheirus plumulosus*

A análise Ecotoxicológica com o anfípoda *L. plumulosus* foi realizada com amostra de sedimento de superfície tanto do berço do Cais do Armazém 29 quanto da área de acesso ao berço de atracação.

Os parâmetros físicos e químicos, como pH, salinidade (‰) e oxigênio dissolvido (mg/L), medidos na água de interface no início e fim do teste de toxicidade aguda estão apresentados na Tabela 3.36-7. Já as análises de pH, salinidade (‰), oxigênio dissolvido (mg/L), temperatura (°C), nitrogênio amoniacal (mg/L) e amônia não ionizada (NH₃ - mg/L), efetuadas na água intersticial dos sedimentos no início e fim do teste, estão apresentados na Tabela 3.36-8.

Paralelamente aos testes com as amostras coletadas foi realizado um controle laboratorial. Os resultados obtidos para esse controle também se encontram nas tabelas a seguir.

Tabela 3.36-7. Parâmetros físicos e químicos medidos na água de interface, no início e fim do teste de toxicidade aguda com *L. plumulosus*, para as amostras de sedimento de superfície do berço e área de acesso ao berço do Cais do Armazém 29.

Amostra	pH		Salinidade (‰)		Oxigênio Dissolvido (mg/L)	
	Inicial	Final	Inicial	Final	Inicial	Final
Controle	7,65	7,99	20	21	6,07	6,66
ARM 29 Berço	7,74	8,10	20	22	6,43	6,50
ARM 29 Acesso	7,71	7,99	20	23	6,38	6,54

Tabela 3.36-8. Parâmetros físicos e químicos medidos na água intersticial, no início e fim do teste de toxicidade aguda com *L. plumulosus*, para as amostras de sedimento de superfície do berço e área de acesso ao berço do Cais do Armazém 29.

Amostra	pH		Salinidade (‰)		Oxigênio Dissolvido (mg/L)		Temperatura (°C)		Nitrogênio amoniacal (mg/L)		Amônia não ionizada (mg/L)	
	Inicial	Final	Inicial	Final	Inicial	Final	Inicial	Final	Inicial	Final	Inicial	Final
Controle	7,91	7,67	25	25	5,62	5,39	26,0	24,4	4,50	-	0,183	-
ARM 29 Berço	7,75	7,62	32	23	5,60	5,02	26,0	24,4	23,00	-	0,641	-
ARM 29 Acesso	7,75	7,68	34	23	5,56	4,66	26,0	24,4	15,00	-	0,409	-

A Tabela 3.36-9 apresenta os resultados do teste de toxicidade aguda com *L. plumulosus* nas amostras de sedimento de superfície do Cais do Armazém 29. Os valores obtidos estão dentro da faixa estabelecida para a aceitação dos resultados.

Tabela 3.36-9. Efeito tóxico observado nos testes de toxicidade aguda com *L. plumulosus* para as amostras de sedimento de superfície, do berço e área de acesso ao berço do Cais do Armazém 29, em cada réplica após o período de exposição.

Amostra	Réplica	Nº final de animais por réplica		Mortalidade total (%)	Resultado
		Mortos	Total		
Controle	1	0	20	0	-
	2	0	20		
	3	0	20		
ARM 29 Berço	1	10	20	27	Não Tóxico
	2	4	20		
	3	2	20		
ARM 29 Acesso	1	4	20	30	Não Tóxico
	2	6	20		
	3	8	20		

De acordo com o tratamento estatístico aplicado, foi verificado que as amostras de sedimento de superfície, do berço do Cais do Armazém 29 e da área de acesso ao berço de atracação, não apresentaram toxicidade aguda para *L. plumulosus*, em comparação com o controle, após 10 dias de exposição.

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 essa espécie (USEPA, 2001).

A sensibilidade dos indivíduos de *L. plumulosus* 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} ; 96h) e respectivo intervalo de confiança obtidos foram: 1,00 mg Zn/L (I.C.: 0,78 a 1,29 mg Zn/L). A carta-controle de sensibilidade desse sistema-teste, utilizando dados acumulados de vários testes, indica 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.

3.37. CAIS DO ARMAZÉM 29/30 (ARM 29/30)

- **SUPERFÍCIE**

A. Granulometria

A composição granulométrica do sedimento de superfície amostrado no berço e acesso ao berço de atracação do Cais do Armazém 29/30 está apresentada na Figura 3.37-1, e na Tabela 3.37-1.

Os resultados granulométricos mostraram predominância das frações silte (49,9%) e argila (35,5%), no sedimento coletado no berço do Cais do Armazém 29/30, e em menores porcentagens foram encontradas as frações areia muito fina (12,8%), areia fina (1,6%) e areia média (0,104%). As frações areia grossa e areia muito grossa apresentaram valores abaixo de 0,10%.

No acesso ao berço de atracação as frações predominantes foram silte (43,9%), argila (27,9%) e areia muito fina (23,6%), seguido pelas frações areia fina (4,2%) e areia média (0,286%). As frações areia grossa e areia muito grossa apresentaram valores abaixo de 0,10%.

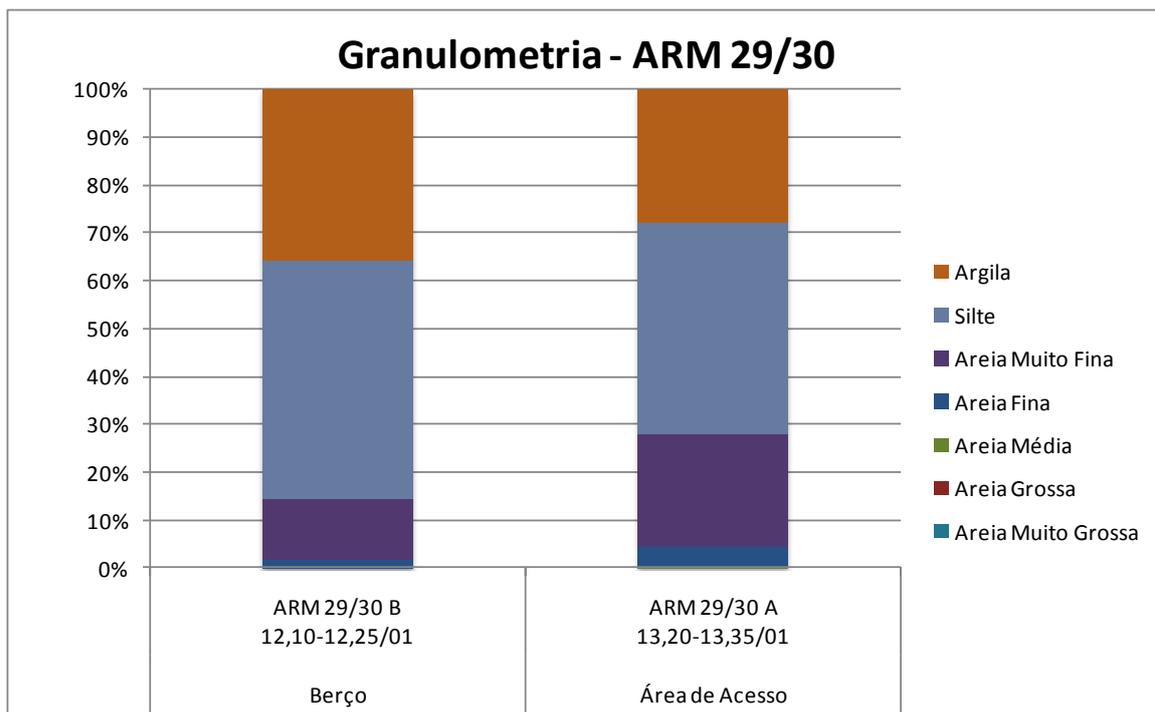


Figura 3.37-1. Composição granulométrica do sedimento de superfície do berço e área de acesso ao berço de atracação do Cais do Armazém 29/30.

Tabela 3.37-1. Composição granulométrica do sedimento de superfície do berço e área de acesso ao berço de atracação do Cais do Armazém 29/30.

Granulometria			
Fração	Unidade	Berço	Área de Acesso
		ARM 29/30 B 12,10-12,25/01	ARM 29/30 A 13,20-13,35/01
Argila	%	35,5	27,9
Silte	%	49,9	43,9
Areia Muito Fina	%	12,8	23,6
Areia Fina	%	1,6	4,2
Areia Média	%	0,104	0,286
Areia Grossa	%	<0,10	<0,10
Areia Muito Grossa	%	<0,10	<0,10
Areia Total	%	14,5	28,1

B. Parâmetros Químicos

Metais e Arsênio

Os resultados das análises dos metais nas amostras de sedimento de superfície coletadas no berço e acesso ao berço de atracação do Cais do Armazém 29/30 estão apresentados na Tabela 3.37-2.

Dentre os parâmetros químicos, analisados no sedimento de superfície, arsênio e cádmio registraram concentrações abaixo do limite de quantificação (<LQ) tanto no berço quanto na sua área de acesso.

Os metais chumbo, cobre, cromo, mercúrio, níquel e zinco foram quantificados nas amostras, de sedimento de superfície, coletadas tanto no berço quanto na sua área de acesso. Entretanto, nenhum destes elementos apresentou concentração acima do nível 1 da Resolução Conama 344/04 (Brasil, 2004).

A Figura 3.37-2 apresenta a concentração de alguns metais analisados no sedimento de superfície coletados no berço do Cais do Armazém 29/30 e na sua referida área de acesso.

Hidrocarbonetos Policíclicos Aromáticos (HPAs)

Todos os HPAs, coletados no berço do Cais do Armazém 29/30 e na sua área de acesso, apresentaram valores abaixo do limite de quantificação (<LQ) do método (Tabela 3.37-3).

Bifenilas Policloradas (PCBs)

Os PCBs totais apresentaram concentrações inferiores aos limites de quantificação do método, tanto no berço quanto na sua área de acesso, enquadrando-se, portanto, nos valores de referência estabelecidos pela Resolução Conama 344/04 (Brasil, 2004) (Tabela 3.37-4).

Pesticidas Organoclorados

Assim como para os PCBs totais, os pesticidas organoclorados apresentaram, tanto no berço quanto na sua área de acesso, concentrações inferiores aos limites de quantificação do método (Tabela 3.37-5). Nenhuma das amostras analisadas, portanto, apresentou-se fora dos limites estabelecidos pela resolução citada.

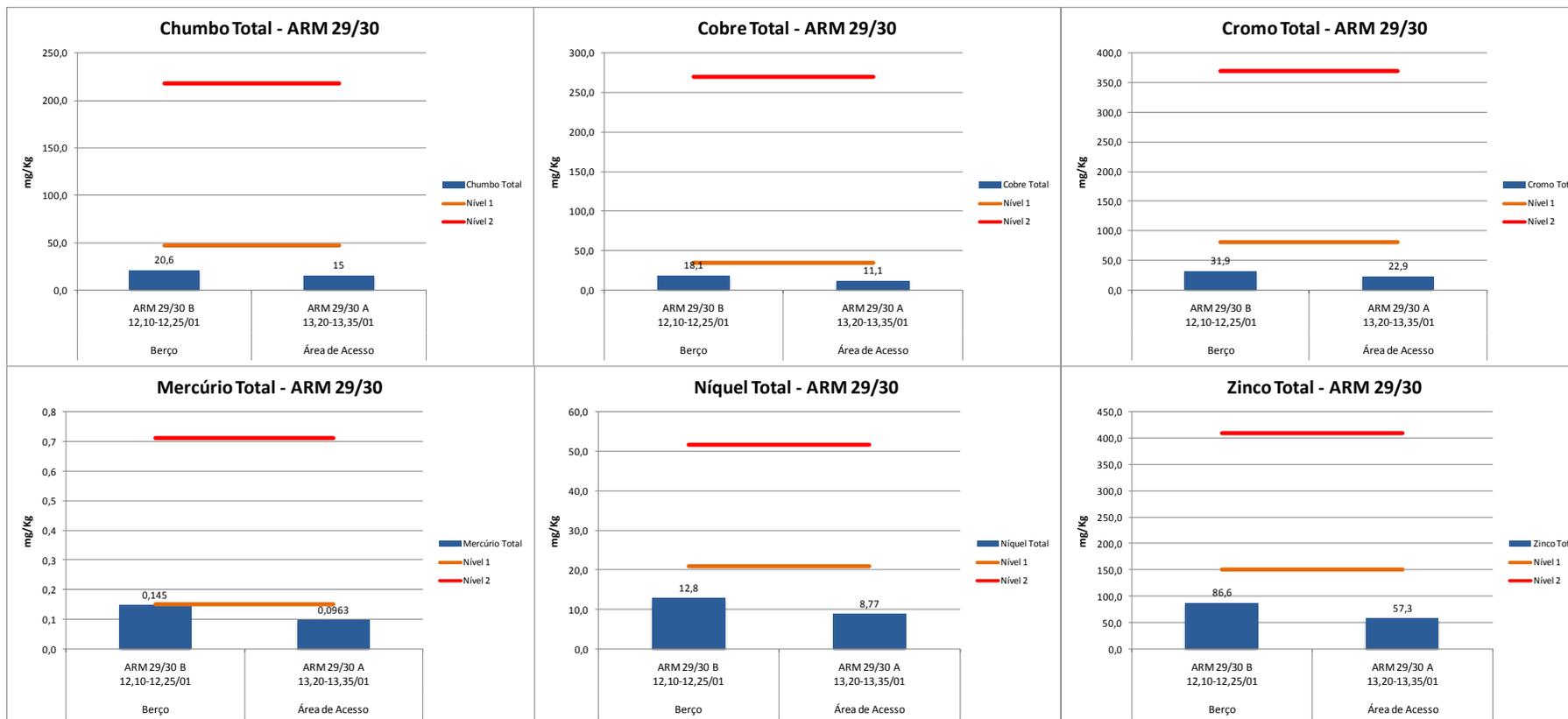


Figura 3.37-2. Concentração de alguns metais analisados nas amostras de sedimento de superfície coletadas no berço do Cais do Armazém 29/30 e na sua referida área de acesso.

Tabela 3.37-2. Concentrações de metais e arsênio total nas amostras de sedimento de superfície coletadas no berço e acesso ao berço de atracação do Cais do Armazém 29/30.

Metais e Arsênio					
Parâmetros	Unidade	Resolução CONAMA 344/04		Berço	Área de Acesso
		Nível 1	Nível 2	ARM 29/30 B	ARM 29/30 A
				12,10-12,25/01	13,20-13,35/01
Arsênio Total	mg/kg	8,2	70,0	< 1,29	< 0,796
Cádmio Total	mg/kg	1,2	9,6	< 0,862	< 0,531
Chumbo Total	mg/kg	46,7	218,0	20,6	15
Cobre Total	mg/kg	34,0	270,0	18,1	11,1
Cromo Total	mg/kg	81,0	370,0	31,9	22,9
Mercúrio Total	mg/kg	0,15	0,71	0,145	0,0963
Níquel Total	mg/kg	20,9	51,6	12,8	8,77
Zinco Total	mg/kg	150,0	410,0	86,6	57,3

Tabela 3.37-3. Concentrações de HPAs nas amostras de sedimento de superfície coletadas no berço e acesso ao berço de atracação do Cais do Armazém 29/30.

Hidrocarbonetos Policíclicos Aromáticos ou HPAs					
Parâmetros	Unidade	Resolução CONAMA 344/04		Berço	Área de Acesso
		Nível 1	Nível 2	ARM 29/30 B	ARM 29/30 A
				12,10-12,25/01	13,20-13,35/01
Benzo(a)antraceno	µg/kg	74,8	693,0	< 10,34	< 6,37
Benzo(a)pireno	µg/kg	88,8	763,0	< 10,34	< 6,37
Criseno	µg/kg	108,0	846,0	< 10,34	< 6,37
Dibenzo(a,h)antraceno	µg/kg	6,2	135,0	< 10,34	< 6,37
Acenafteno	µg/kg	16,0	500,0	< 10,34	< 6,37
Acenaftileno	µg/kg	44,0	640,0	< 10,34	< 6,37
Antraceno	µg/kg	85,3	1100,0	< 10,34	< 6,37
Fenantreno	µg/kg	240,0	1500,0	< 10,34	< 6,37
Fluoranteno	µg/kg	600,0	5100,0	< 10,34	< 6,37
Fluoreno	µg/kg	19,0	540,0	< 10,34	< 6,37
2-Metilnaftaleno	µg/kg	70,0	670,0	< 10,34	< 6,37
Naftaleno	µg/kg	160,0	2100,0	< 10,34	< 6,37
Pireno	µg/kg	665,0	2600,0	< 10,34	< 6,37

Tabela 3.37-4. Concentrações de PCBs nas amostras de sedimento de superfície coletadas no berço e acesso ao berço de atracação do Cais do Armazém 29/30.

Bifenilas Policloradas ou PCBs					
Parâmetros	Unidade	Resolução CONAMA 344/04		Berço	Área de Acesso
		Nível 1	Nível 2	ARM 29/30 B	ARM 29/30 A
				12,10-12,25/01	13,20-13,35/01
Bifenilas Policloradas Totais	µg/kg	22,7	180	< 0,207	< 0,127

Tabela 3.37-5. Concentrações de Pesticidas Organoclorados nas amostras de sedimento de superfície coletadas no berço e acesso ao berço de atracação do Cais do Armazém 29/30.

Pesticidas Organoclorados					
Parâmetros	Unidade	Resolução		Berço	Área de Acesso
		CONAMA 344/04		ARM 29/30 B	ARM 29/30 A
		Nível 1	Nível 2	12,10-12,25/01	13,20-13,35/01
a-BHC	µg/kg	0,32	0,99	< 0,207	< 0,127
b-BHC	µg/kg	0,32	0,99	< 0,207	< 0,127
d-BHC	µg/kg	0,32	0,99	< 0,207	< 0,127
g-BHC	µg/kg	0,32	0,99	< 0,207	< 0,127
a-Clordano	µg/kg	2,26	4,79	< 0,207	< 0,127
g-Clordano	µg/kg	2,26	4,79	< 0,207	< 0,127
DDD	µg/kg	1,22	7,81	< 0,207	< 0,127
DDE	µg/kg	2,07	374	< 0,207	< 0,127
DDT	µg/kg	1,19	4,77	< 0,207	< 0,127
Dieldrin	µg/kg	0,71	4,3	< 0,207	< 0,127
Endrin	µg/kg	2,67	62,4	< 0,207	< 0,127

Outros Parâmetros

Os parâmetros carbono orgânico total (COT), fósforo total e nitrogênio kjeldahl total (NKT) foram quantificados nas amostras de sedimento de superfície, tanto no berço quanto na área de acesso ao berço de atracação, entretanto apresentaram concentrações abaixo do valor alerta estabelecido pela Resolução Conama 344/04 (Brasil, 2004) (Tabela 3.37-6).

A Figura 3.37-3 apresenta a concentração de COT, fósforo total e NKT analisados no sedimento de superfície coletados no berço do Cais do Armazém 29/30 e na sua referida área de acesso.

Tabela 3.37-6. Concentrações de COT, fósforo total e NKT nas amostras de sedimento coletadas no berço e acesso ao berço de atracação do Cais do Armazém 29/30.

Outros Parâmetros						
Parâmetros	Unidade	Resolução	Berço	Área de Acesso		
			CONAMA 344/04		ARM 29/30 B	ARM 29/30 A
			10	2000	12,10-12,25/01	13,20-13,35/01
Carbono Orgânico Total	%	10	3,8	3,73		
Fósforo Total	mg/kg	2000	650,3	402,4		
Nitrogênio Kjeldahl Total	mg/kg	4800	1058,1	521,9		

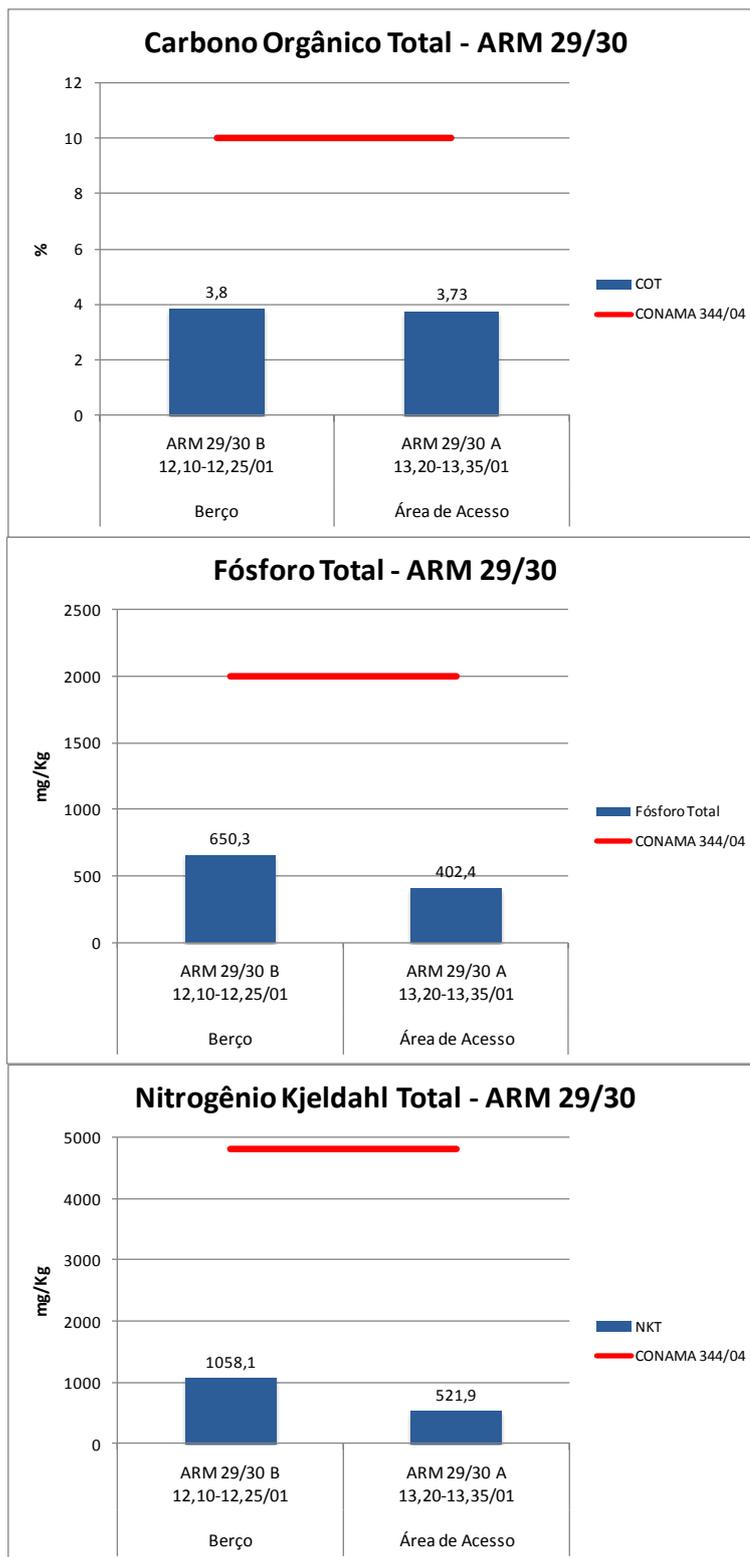


Figura 3.37-3. Concentrações de COT, fósforo total e NKT analisados nas amostras de sedimento de superfície coletadas no berço e acesso ao berço de atracação do Cais do Armazém 29/30.

C. Análise Ecotoxicológica

Teste de Toxicidade Aguda com *Leptocheirus plumulosus*

A análise Ecotoxicológica com o anfípoda *L. plumulosus* foi realizada com amostra de sedimento de superfície tanto do berço do Cais do Armazém 29/30 quanto da área de acesso ao berço de atracação.

Os parâmetros físicos e químicos, como pH, salinidade (‰) e oxigênio dissolvido (mg/L), medidos na água de interface no início e fim do teste de toxicidade aguda estão apresentados na Tabela 3.37-7. Já as análises de pH, salinidade (‰), oxigênio dissolvido (mg/L), temperatura (°C), nitrogênio amoniacal (mg/L) e amônia não ionizada (NH₃ - mg/L), efetuadas na água intersticial dos sedimentos no início e fim do teste, estão apresentados na Tabela 3.37-8.

Paralelamente aos testes com as amostras coletadas foi realizado um controle laboratorial. Os resultados obtidos para esse controle também se encontram nas tabelas a seguir.

Tabela 3.37-7. Parâmetros físicos e químicos medidos na água de interface, no início e fim do teste de toxicidade aguda com *L. plumulosus*, para as amostras de sedimento de superfície do berço e área de acesso ao berço do Cais do Armazém 29/30.

Amostra	pH		Salinidade (‰)		Oxigênio Dissolvido (mg/L)	
	Inicial	Final	Inicial	Final	Inicial	Final
Controle	7,65	7,99	20	21	6,07	6,66
ARM 29/30 Berço	7,77	8,27	20	22	6,46	6,38
ARM 29/30 Acesso	7,73	8,40	20	23	6,44	6,54

Tabela 3.37-8. Parâmetros físicos e químicos medidos na água intersticial, no início e fim do teste de toxicidade aguda com *L. plumulosus*, para as amostras de sedimento de superfície do berço e área de acesso ao berço do Cais do Armazém 29/30.

Amostra	pH		Salinidade (‰)		Oxigênio Dissolvido (mg/L)		Temperatura (°C)		Nitrogênio amoniacal (mg/L)		Amônia não ionizada (mg/L)	
	Inicial	Final	Inicial	Final	Inicial	Final	Inicial	Final	Inicial	Final	Inicial	Final
Controle	7,91	7,67	25	25	5,62	5,39	26,0	24,4	4,50	-	0,183	-
ARM 29/30 Berço	7,71	7,76	33	27	5,15	4,84	26,0	24,4	22,50	-	0,573	-
ARM 29/30 Acesso	7,76	7,52	34	23	5,61	4,81	26,0	24,4	24,00	-	0,669	-

A Tabela 3.37-9 apresenta os resultados do teste de toxicidade aguda com *L. plumulosus* nas amostras de sedimento de superfície do Cais do Armazém 29/30. Os valores obtidos estão dentro da faixa estabelecida para a aceitação dos resultados.

Tabela 3.37-9. Efeito tóxico observado nos testes de toxicidade aguda com *L. plumulosus* para as amostras de sedimento de superfície, do berço e área de acesso ao berço do Cais do Armazém 29/30, em cada réplica após o período de exposição.

Amostra	Réplica	Nº final de animais por réplica		Mortalidade total (%)	Resultado
		Mortos	Total		
Controle	1	0	20	0	-
	2	0	20		
	3	0	20		
ARM 29/30 Berço	1	10	20	43	Tóxico
	2	6	20		
	3	10	20		
ARM 29/30 Acesso	1	2	20	3	Não Tóxico
	2	0	20		
	3	0	20		

De acordo com o tratamento estatístico aplicado, foi verificado que a amostra de sedimento da área de acesso do Cais do Armazém 29/30 não apresentou toxicidade aguda para *L. plumulosus*, em comparação com o controle, após 10 dias de exposição. Entretanto, a amostra de sedimento do berço apresentou alta porcentagem de mortalidade dos organismos e, portanto, efeito tóxico.

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 essa espécie (USEPA, 2001).

A sensibilidade dos indivíduos de *L. plumulosus* 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} ; 96h) e respectivo intervalo de confiança obtidos foram: 1,00 mg Zn/L (I.C.: 0,78 a 1,29 mg Zn/L). A carta-controle de sensibilidade desse sistema-teste, utilizando dados acumulados de vários testes, indica uma CL_{50} ; 96h média de 0,90 mg Zn/L, com limites de controle (média \pm 2.desvio padrão) de 0,44 a 1,37 mg Zn/L. O valor obtido está dentro da faixa definida de avaliação do sistema-teste.

3.38. CAIS DO ARMAZÉM 30 (ARM 30)

- **SUPERFÍCIE**

A. Granulometria

A composição granulométrica do sedimento de superfície amostrado no berço e acesso ao berço de atracação do Cais do Armazém 30 está apresentada na Figura 3.38-1, e na Tabela 3.38-1.

Os resultados granulométricos mostraram predominância das frações silte (55,2%) e areia muito fina (24,8%), no sedimento coletado no berço do Cais do Armazém 30, e em menores porcentagens foram encontradas as frações argila (13,5%), areia fina (6,17%) e areia média (0,257%). As frações areia grossa e areia muito grossa apresentaram valores abaixo de 0,10%.

No acesso ao berço de atracação as frações predominantes foram silte (59,3%) e areia muito fina (24,0%), seguido pelas frações argila (9,33%) areia fina (7,05%) e areia média (0,268%). As frações areia grossa e areia muito grossa apresentaram valores abaixo de 0,10%.

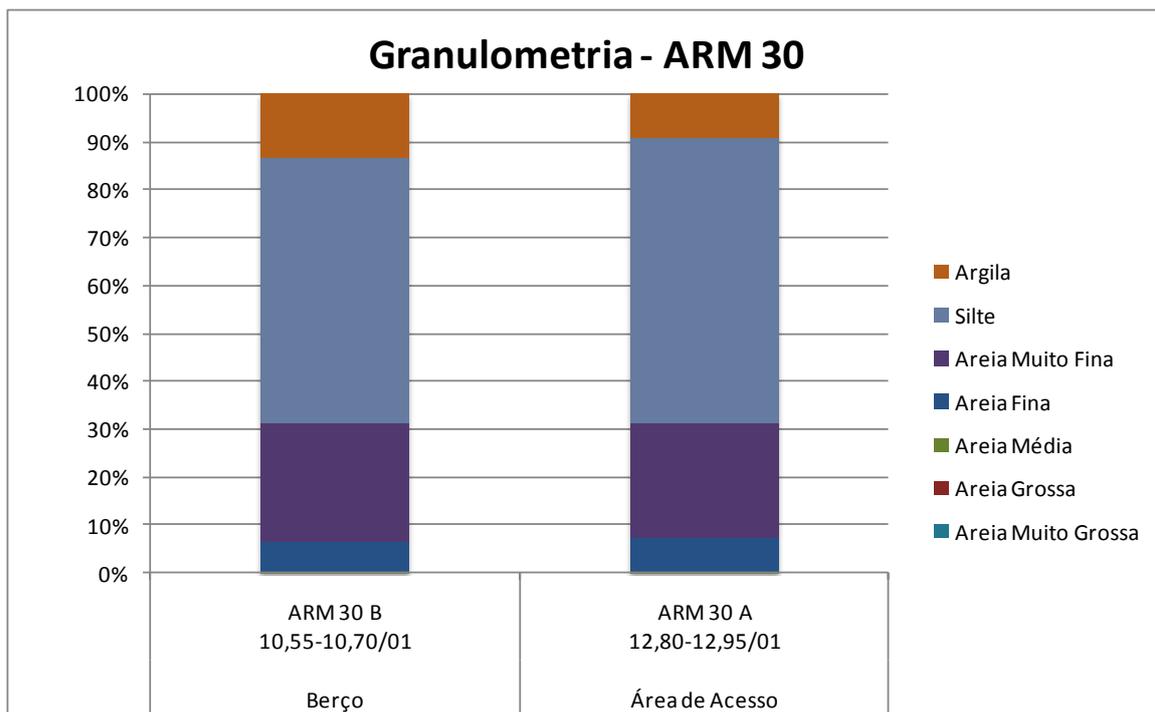


Figura 3.38-1. Composição granulométrica do sedimento de superfície do berço e área de acesso ao berço de atracação do Cais do Armazém 30.

Tabela 3.38-1. Composição granulométrica do sedimento de superfície do berço e área de acesso ao berço de atracação do Cais do Armazém 30.

Granulometria			
Fração	Unidade	Berço	Área de Acesso
		ARM 30 B 10,55-10,70/01	ARM 30 A 12,80-12,95/01
Argila	%	13,5	9,33
Silte	%	55,2	59,3
Areia Muito Fina	%	24,8	24
Areia Fina	%	6,17	7,05
Areia Média	%	0,257	0,268
Areia Grossa	%	<0,10	<0,10
Areia Muito Grossa	%	<0,10	<0,10
Areia Total	%	31,2	31,3

B. Parâmetros Químicos

Metais e Arsênio

Os resultados das análises dos metais nas amostras de sedimento de superfície coletadas no berço e acesso ao berço de atracação do Cais do Armazém 30 estão apresentados na Tabela 3.38-2.

Dentre os parâmetros químicos, analisados no sedimento de superfície, arsênio e cádmio registraram concentrações abaixo do limite de quantificação (<LQ) tanto no berço quanto na sua área de acesso.

Os metais chumbo, cobre, cromo, mercúrio, níquel e zinco foram quantificados nas amostras, de sedimento de superfície, coletadas tanto no berço quanto na sua área de acesso. Entretanto, nenhum destes elementos apresentou concentração acima do nível 1 da Resolução Conama 344/04 (Brasil, 2004).

A Figura 3.38-2 apresenta a concentração de alguns metais analisados no sedimento de superfície coletados no berço do Cais do Armazém 30 e na sua referida área de acesso.

Hidrocarbonetos Policíclicos Aromáticos (HPAs)

A maioria dos HPAs apresentou valores abaixo do limite de quantificação do método (<LQ) tanto no berço quanto na área de acesso ao berço de atracação. Somente o HPA Benzo(a)pireno foi quantificado, porém abaixo do limite estabelecido pela Resolução Conama 344/04 (Brasil, 2004), na área de acesso ao berço do Cais do Armazém 30 (Tabela 3.38-3).

Bifenilas Policloradas (PCBs)

Os PCBs totais apresentaram concentrações inferiores aos limites de quantificação do método, tanto no berço quanto na sua área de acesso, enquadrando-se, portanto, nos valores de referência estabelecidos pela Resolução Conama 344/04 (Brasil, 2004) (Tabela 3.38-4).

Pesticidas Organoclorados

Assim como para os PCBs totais, os pesticidas organoclorados apresentaram, tanto no berço quanto na sua área de acesso, concentrações inferiores aos limites de quantificação do método (Tabela 3.38-5). Nenhuma das amostras analisadas, portanto, apresentou-se fora dos limites estabelecidos pela resolução citada.

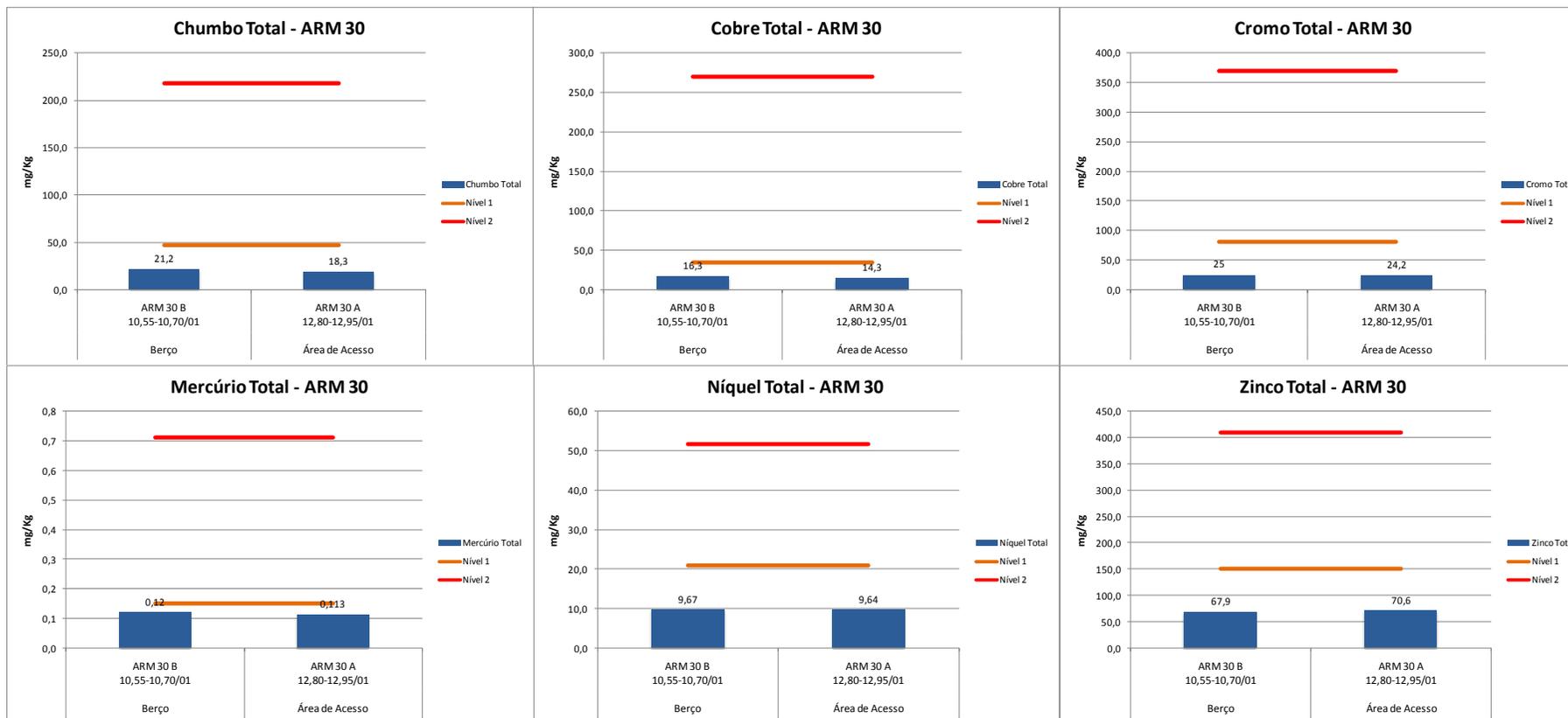


Figura 3.38-2. Concentração de alguns metais analisados nas amostras de sedimento de superfície coletadas no berço do Cais do Armazém 30 e na sua referida área de acesso.

Tabela 3.38-2. Concentrações de metais e arsênio total nas amostras de sedimento de superfície coletadas no berço e acesso ao berço de atracação do Cais do Armazém 30.

Metais e Arsênio					
Parâmetros	Unidade	Resolução		Berço	Área de Acesso
		CONAMA 344/04		ARM 30 B	ARM 30 A
		Nível 1	Nível 2	10,55-10,70/01	12,80-12,95/01
Arsênio Total	mg/kg	8,2	70,0	< 0,977	< 1,06
Cádmio Total	mg/kg	1,2	9,6	< 0,651	< 0,708
Chumbo Total	mg/kg	46,7	218,0	21,2	18,3
Cobre Total	mg/kg	34,0	270,0	16,3	14,3
Cromo Total	mg/kg	81,0	370,0	25	24,2
Mercurio Total	mg/kg	0,15	0,71	0,12	0,113
Níquel Total	mg/kg	20,9	51,6	9,67	9,64
Zinco Total	mg/kg	150,0	410,0	67,9	70,6

Tabela 3.38-3. Concentrações de HPAs nas amostras de sedimento de superfície coletadas no berço e acesso ao berço de atracação do Cais do Armazém 30.

Hidrocarbonetos Policíclicos Aromáticos ou HPAs					
Parâmetros	Unidade	Resolução		Berço	Área de Acesso
		CONAMA 344/04		ARM 30 B	ARM 30 A
		Nível 1	Nível 2	10,55-10,70/01	12,80-12,95/01
Benzo(a)antraceno	µg/kg	74,8	693,0	< 7,81	< 8,50
Benzo(a)pireno	µg/kg	88,8	763,0	< 7,81	10,28
Criseno	µg/kg	108,0	846,0	< 7,81	< 8,50
Dibenzo(a,h)antraceno	µg/kg	6,2	135,0	< 7,81	< 8,50
Acenafteno	µg/kg	16,0	500,0	< 7,81	< 8,50
Acenaftileno	µg/kg	44,0	640,0	< 7,81	< 8,50
Antraceno	µg/kg	85,3	1100,0	< 7,81	< 8,50
Fenantreno	µg/kg	240,0	1500,0	< 7,81	< 8,50
Fluoranteno	µg/kg	600,0	5100,0	< 7,81	< 8,50
Fluoreno	µg/kg	19,0	540,0	< 7,81	< 8,50
2-Metilnaftaleno	µg/kg	70,0	670,0	< 7,81	< 8,50
Naftaleno	µg/kg	160,0	2100,0	< 7,81	< 8,50
Pireno	µg/kg	665,0	2600,0	< 7,81	< 8,50

Tabela 3.38-4. Concentrações de PCBs nas amostras de sedimento de superfície coletadas no berço e acesso ao berço de atracação do Cais do Armazém 30.

Bifenilas Policloradas ou PCBs					
Parâmetros	Unidade	Resolução		Berço	Área de Acesso
		CONAMA 344/04		ARM 30 B	ARM 30 A
		Nível 1	Nível 2	10,55-10,70/01	12,80-12,95/01
Bifenilas Policloradas Totais	µg/kg	22,7	180	< 0,156	< 0,170

Tabela 3.38-5. Concentrações de Pesticidas Organoclorados nas amostras de sedimento de superfície coletadas no berço e acesso ao berço de atracação do Cais do Armazém 30.

Pesticidas Organoclorados					
Parâmetros	Unidade	Resolução		Berço	Área de Acesso
		CONAMA 344/04		ARM 30 B	ARM 30 A
		Nível 1	Nível 2	10,55-10,70/01	12,80-12,95/01
a-BHC	µg/kg	0,32	0,99	< 0,156	< 0,170
b-BHC	µg/kg	0,32	0,99	< 0,156	< 0,170
d-BHC	µg/kg	0,32	0,99	< 0,156	< 0,170
g-BHC	µg/kg	0,32	0,99	< 0,156	< 0,170
a-Clordano	µg/kg	2,26	4,79	< 0,156	< 0,170
g-Clordano	µg/kg	2,26	4,79	< 0,156	< 0,170
DDD	µg/kg	1,22	7,81	< 0,156	< 0,170
DDE	µg/kg	2,07	374	< 0,156	< 0,170
DDT	µg/kg	1,19	4,77	< 0,156	< 0,170
Dieldrin	µg/kg	0,71	4,3	< 0,156	< 0,170
Endrin	µg/kg	2,67	62,4	< 0,156	< 0,170

Outros Parâmetros

Os parâmetros carbono orgânico total (COT), fósforo total e nitrogênio kjeldahl total (NKT) foram quantificados nas amostras de sedimento de superfície, tanto no berço quanto na área de acesso ao berço de atracação, entretanto apresentaram concentrações abaixo do valor alerta estabelecido pela Resolução Conama 344/04 (Brasil, 2004) (Tabela 3.38-6).

A Figura 3.38-3 apresenta a concentração de COT, fósforo total e NKT analisados no sedimento de superfície coletados no berço do Cais do Armazém 30 e na sua referida área de acesso.

Tabela 3.38-6. Concentrações de COT, fósforo total e NKT nas amostras de sedimento coletadas no berço e acesso ao berço de atracação do Cais do Armazém 30.

Outros Parâmetros						
Parâmetros	Unidade	Resolução	Berço	Área de Acesso		
			CONAMA 344/04		ARM 30 B	ARM 30 A
			10	2000	10,55-10,70/01	12,80-12,95/01
Carbono Orgânico Total	%	10	3,12	3,83		
Fósforo Total	mg/kg	2000	654,9	500,1		
Nitrogênio Kjeldahl Total	mg/kg	4800	706,5	796,6		

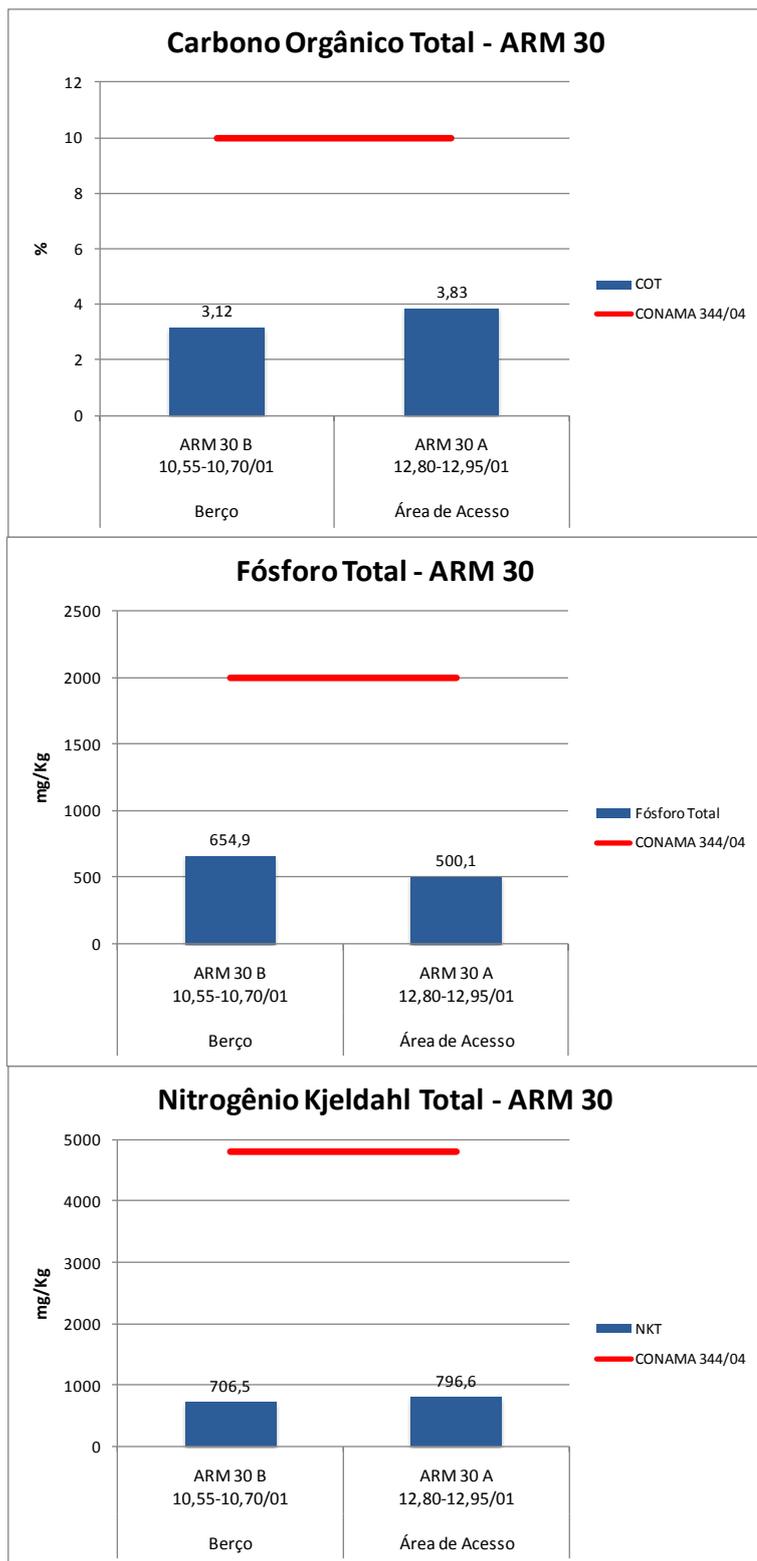


Figura 3.38-3. Concentrações de COT, fósforo total e NKT analisados nas amostras de sedimento de superfície coletadas no berço e acesso ao berço de atracação do Cais do Armazém 30.

C. Análise Ecotoxicológica

Teste de Toxicidade Aguda com *Leptocheirus plumulosus*

A análise Ecotoxicológica com o anfípoda *L. plumulosus* foi realizada com amostra de sedimento de superfície tanto do berço do Cais do Armazém 30 quanto da área de acesso ao berço de atracação.

Os parâmetros físicos e químicos, como pH, salinidade (‰) e oxigênio dissolvido (mg/L), medidos na água de interface no início e fim do teste de toxicidade aguda estão apresentados na Tabela 3.38-7. Já as análises de pH, salinidade (‰), oxigênio dissolvido (mg/L), temperatura (°C), nitrogênio amoniacal (mg/L) e amônia não ionizada (NH₃ - mg/L), efetuadas na água intersticial dos sedimentos no início e fim do teste, estão apresentados na Tabela 3.38-8.

Paralelamente aos testes com as amostras coletadas foi realizado um controle laboratorial. Os resultados obtidos para esse controle também se encontram nas tabelas a seguir.

Tabela 3.38-7. Parâmetros físicos e químicos medidos na água de interface, no início e fim do teste de toxicidade aguda com *L. plumulosus*, para as amostras de sedimento de superfície do berço e área de acesso ao berço do Cais do Armazém 30.

Amostra	pH		Salinidade (‰)		Oxigênio Dissolvido (mg/L)	
	Inicial	Final	Inicial	Final	Inicial	Final
Controle	7,65	7,99	20	21	6,07	6,66
ARM 30 Berço	7,88	8,29	20	23	6,52	6,72
ARM 30 Acesso	7,90	8,40	21	24	6,48	6,68

Tabela 3.38-8. Parâmetros físicos e químicos medidos na água intersticial, no início e fim do teste de toxicidade aguda com *L. plumulosus*, para as amostras de sedimento de superfície do berço e área de acesso ao berço do Cais do Armazém 30.

Amostra	pH		Salinidade (‰)		Oxigênio Dissolvido (mg/L)		Temperatura (°C)		Nitrogênio amoniacal (mg/L)		Amônia não ionizada (mg/L)	
	Inicial	Final	Inicial	Final	Inicial	Final	Inicial	Final	Inicial	Final	Inicial	Final
Controle	7,91	7,67	25	25	5,62	5,39	26,0	24,4	4,50	-	0,183	-
ARM 30 Berço	7,70	7,74	34	26	5,25	4,20	26,0	24,4	16,00	-	0,390	-
ARM 30 Acesso	7,80	7,73	34	26	5,20	4,53	26,0	24,4	32,00	-	0,975	-

A Tabela 3.38-9 apresenta os resultados do teste de toxicidade aguda com *L. plumulosus* nas amostras de sedimento de superfície do Cais do Armazém 30. Os valores obtidos estão dentro da faixa estabelecida para a aceitação dos resultados.

Tabela 3.38-9. Efeito tóxico observado nos testes de toxicidade aguda com *L. plumulosus* para as amostras de sedimento de superfície, do berço e área de acesso ao berço do Cais do Armazém 30, em cada réplica após o período de exposição.

Amostra	Réplica	Nº final de animais por réplica		Mortalidade total (%)	Resultado
		Mortos	Total		
Controle	1	0	20	0	-
	2	0	20		
	3	0	20		
ARM 30 Berço	1	0	20	3	Não Tóxico
	2	2	20		
	3	0	20		
ARM 30 Acesso	1	0	20	0	Não Tóxico
	2	0	20		
	3	0	20		

De acordo com o tratamento estatístico aplicado, foi verificado que as amostras de sedimento de superfície, do berço do Cais do Armazém 30 e da área de acesso ao berço de atracação, não apresentaram toxicidade aguda para *L. plumulosus*, em comparação com o controle, após 10 dias de exposição.

Quanto à concentração de amônia não ionizada da água intersticial no início do teste, o valor da amostra de sedimento de superfície do acesso esteve acima do limite de 0,8 mg/L que, isoladamente, pode causar efeito tóxico para *Leptocheirus plumulosus* (USEPA, 2001), entretanto, tal efeito não foi observado.

A sensibilidade dos indivíduos de *L. plumulosus* 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} ; 96h) e respectivo intervalo de confiança obtidos foram: 1,00 mg Zn/L (I.C.: 0,78 a 1,29 mg Zn/L). A carta-controle de sensibilidade desse sistema-teste, utilizando dados acumulados de vários testes, indica 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.

3.39. CAIS DO ARMAZÉM 31 (ARM 31)

- **SUPERFÍCIE**
- **COTA DE PROJETO**
 - Berço: 11,70 metros
 - Acesso: 11,70 metros
 - Amostras: ARM 31 A 11,65-11,80/01

A. Granulometria

A composição granulométrica do sedimento de superfície amostrado no berço e acesso ao berço de atracação do Cais do Armazém 31 está apresentada na Figura 3.39-1, e na Tabela 3.39-1.

Os resultados granulométricos mostraram predominância das frações silte (60,8%) e areia muito fina (20,6%), no sedimento coletado no berço do Cais do Armazém 31, e em menores porcentagens foram encontradas as frações argila (16,0%), areia fina (2,45%) e areia média (0,126%). As frações areia grossa e areia muito grossa apresentaram valores abaixo de 0,10%.

No acesso ao berço de atracação as frações predominantes foram silte (54,0%) e areia muito fina (23,3%), seguido pelas frações argila (16,6%) areia fina (5,47%) e areia média (0,535%). As frações areia grossa e areia muito grossa apresentaram valores abaixo de 0,10%.

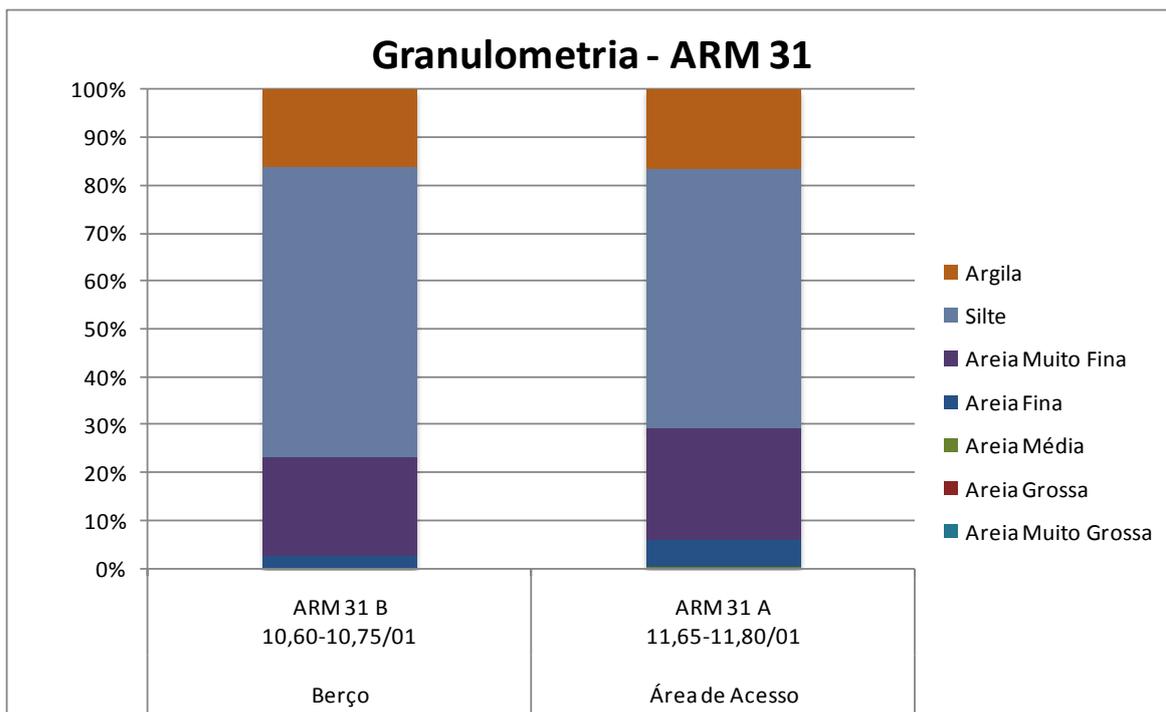


Figura 3.39-1. Composição granulométrica do sedimento de superfície do berço e área de acesso ao berço de atracação do Cais do Armazém 31.

Tabela 3.39-1. Composição granulométrica do sedimento de superfície do berço e área de acesso ao berço de atracação do Cais do Armazém 31.

Granulometria			
Fração	Unidade	Berço	Área de Acesso
		ARM 31 B 10,60-10,75/01	ARM 31 A 11,65-11,80/01
Argila	%	16	16,6
Silte	%	60,8	54
Areia Muito Fina	%	20,6	23,3
Areia Fina	%	2,45	5,47
Areia Média	%	0,126	0,535
Areia Grossa	%	<0,10	<0,10
Areia Muito Grossa	%	<0,10	<0,10
Areia Total	%	23,1	29,3

B. Parâmetros Químicos

Metais e Arsênio

Os resultados das análises dos metais nas amostras de sedimento de superfície coletadas no berço e acesso ao berço de atracação do Cais do Armazém 31 estão apresentados na Tabela 3.39-2.

Dentre os parâmetros químicos, analisados no sedimento de superfície, arsênio e cádmio registraram concentrações abaixo do limite de quantificação (<LQ) tanto no berço quanto na sua área de acesso.

Os metais chumbo, cobre, cromo, mercúrio, níquel e zinco foram quantificados nas amostras, de sedimento de superfície, coletadas tanto no berço quanto na sua área de acesso. Entretanto, nenhum destes elementos apresentou concentração acima do nível 1 da Resolução Conama 344/04 (Brasil, 2004).

A Figura 3.39-2 apresenta a concentração de alguns metais analisados no sedimento de superfície coletados no berço do Cais do Armazém 31 e na sua referida área de acesso.

Hidrocarbonetos Policíclicos Aromáticos (HPAs)

Todos os HPAs, coletados no berço do Cais do Armazém 31 e na sua área de acesso, apresentaram valores abaixo do limite de quantificação (<LQ) do método (Tabela 3.39-3).

Bifenilas Policloradas (PCBs)

Os PCBs totais apresentaram concentrações inferiores aos limites de quantificação do método, tanto no berço quanto na sua área de acesso, enquadrando-se, portanto, nos valores de referência estabelecidos pela Resolução Conama 344/04 (Brasil, 2004) (Tabela 3.39-4).

Pesticidas Organoclorados

Assim como para os PCBs totais, os pesticidas organoclorados apresentaram, tanto no berço quanto na sua área de acesso, concentrações inferiores aos limites de quantificação do método (Tabela 3.39-5). Nenhuma das amostras analisadas, portanto, apresentou-se fora dos limites estabelecidos pela resolução citada.

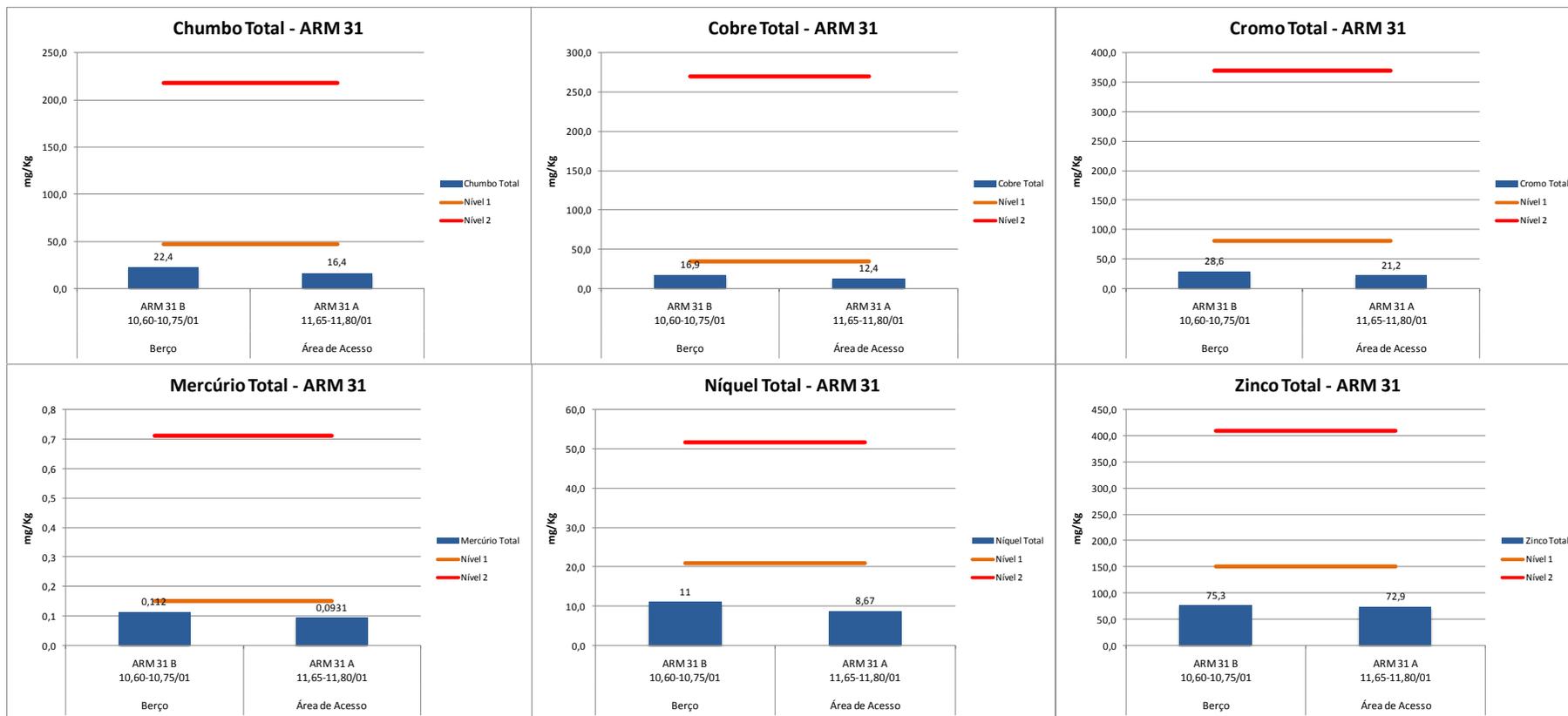


Figura 3.39-2. Concentração de alguns metais analisados nas amostras de sedimento de superfície coletadas no berço do Cais do Armazém 31 e na sua referida área de acesso.

Tabela 3.39-2. Concentrações de metais e arsênio total nas amostras de sedimento de superfície coletadas no berço e acesso ao berço de atracação do Cais do Armazém 31.

Metais e Arsênio					
Parâmetros	Unidade	Resolução		Berço	Área de Acesso
		CONAMA 344/04		ARM 31 B	ARM 31 A
		Nível 1	Nível 2	10,60-10,75/01	11,65-11,80/01
Arsênio Total	mg/kg	8,2	70,0	< 1,14	< 1,00
Cádmio Total	mg/kg	1,2	9,6	< 0,760	< 0,667
Chumbo Total	mg/kg	46,7	218,0	22,4	16,4
Cobre Total	mg/kg	34,0	270,0	16,9	12,4
Cromo Total	mg/kg	81,0	370,0	28,6	21,2
Mercúrio Total	mg/kg	0,15	0,71	0,112	0,0931
Níquel Total	mg/kg	20,9	51,6	11	8,67
Zinco Total	mg/kg	150,0	410,0	75,3	72,9

Tabela 3.39-3. Concentrações de HPAs nas amostras de sedimento de superfície coletadas no berço e acesso ao berço de atracação do Cais do Armazém 31.

Hidrocarbonetos Policíclicos Aromáticos ou HPAs					
Parâmetros	Unidade	Resolução		Berço	Área de Acesso
		CONAMA 344/04		ARM 31 B	ARM 31 A
		Nível 1	Nível 2	10,60-10,75/01	11,65-11,80/01
Benzo(a)antraceno	µg/kg	74,8	693,0	< 9,12	< 8,00
Benzo(a)pireno	µg/kg	88,8	763,0	< 9,12	< 8,00
Criseno	µg/kg	108,0	846,0	< 9,12	< 8,00
Dibenzo(a,h)antraceno	µg/kg	6,2	135,0	< 9,12	< 8,00
Acenafteno	µg/kg	16,0	500,0	< 9,12	< 8,00
Acenaftileno	µg/kg	44,0	640,0	< 9,12	< 8,00
Antraceno	µg/kg	85,3	1100,0	< 9,12	< 8,00
Fenantreno	µg/kg	240,0	1500,0	< 9,12	< 8,00
Fluoranteno	µg/kg	600,0	5100,0	< 9,12	< 8,00
Fluoreno	µg/kg	19,0	540,0	< 9,12	< 8,00
2-Metilnaftaleno	µg/kg	70,0	670,0	< 9,12	< 8,00
Naftaleno	µg/kg	160,0	2100,0	< 9,12	< 8,00
Pireno	µg/kg	665,0	2600,0	< 9,12	< 8,00

Tabela 3.39-4. Concentrações de PCBs nas amostras de sedimento de superfície coletadas no berço e acesso ao berço de atracação do Cais do Armazém 31.

Bifenilas Policloradas ou PCBs					
Parâmetros	Unidade	Resolução		Berço	Área de Acesso
		CONAMA 344/04		ARM 31 B	ARM 31 A
		Nível 1	Nível 2	10,60-10,75/01	11,65-11,80/01
Bifenilas Policloradas Totais	µg/kg	22,7	180	< 0,182	< 0,160

Tabela 3.39-5. Concentrações de Pesticidas Organoclorados nas amostras de sedimento de superfície coletadas no berço e acesso ao berço de atracação do Cais do Armazém 31.

Pesticidas Organoclorados					
Parâmetros	Unidade	Resolução		Berço	Área de Acesso
		CONAMA 344/04		ARM 31 B	ARM 31 A
		Nível 1	Nível 2	10,60-10,75/01	11,65-11,80/01
a-BHC	µg/kg	0,32	0,99	< 0,182	< 0,160
b-BHC	µg/kg	0,32	0,99	< 0,182	< 0,160
d-BHC	µg/kg	0,32	0,99	< 0,182	< 0,160
g-BHC	µg/kg	0,32	0,99	< 0,182	< 0,160
a-Clordano	µg/kg	2,26	4,79	< 0,182	< 0,160
g-Clordano	µg/kg	2,26	4,79	< 0,182	< 0,160
DDD	µg/kg	1,22	7,81	< 0,182	< 0,160
DDE	µg/kg	2,07	374	< 0,182	< 0,160
DDT	µg/kg	1,19	4,77	< 0,182	< 0,160
Dieldrin	µg/kg	0,71	4,3	< 0,182	< 0,160
Endrin	µg/kg	2,67	62,4	< 0,182	< 0,160

Outros Parâmetros

Os parâmetros carbono orgânico total (COT), fósforo total e nitrogênio kjeldahl total (NKT) foram quantificados nas amostras de sedimento de superfície, tanto no berço quanto na área de acesso ao berço de atracação, entretanto apresentaram concentrações abaixo do valor alerta estabelecido pela Resolução Conama 344/04 (Brasil, 2004) (Tabela 3.39-6).

A Figura 3.39-3 apresenta a concentração de COT, fósforo total e NKT analisados no sedimento de superfície coletados no berço do Cais do Armazém 31 e na sua referida área de acesso.

Tabela 3.39-6. Concentrações de COT, fósforo total e NKT nas amostras de sedimento coletadas no berço e acesso ao berço de atracação do Cais do Armazém 31.

Outros Parâmetros				
Parâmetros	Unidade	Resolução	Berço	Área de Acesso
			ARM 31 B	ARM 31 A
			10,60-10,75/01	11,65-11,80/01
Carbono Orgânico Total	%	10	3,9	4,52
Fósforo Total	mg/kg	2000	680,3	443,1
Nitrogênio Kjeldahl Total	mg/kg	4800	803,5	755

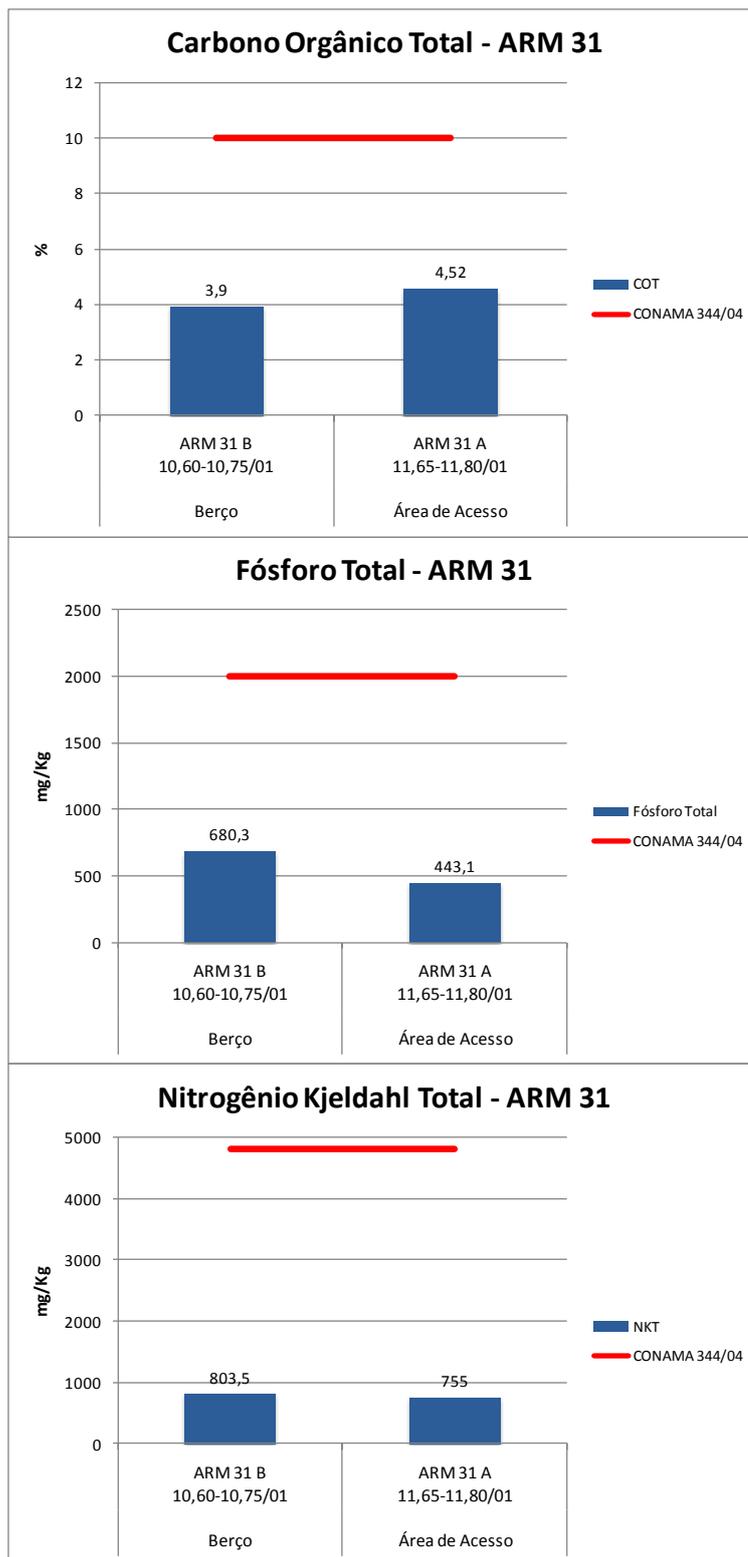


Figura 3.39-3. Concentrações de COT, fósforo total e NKT analisados nas amostras de sedimento de superfície coletadas no berço e acesso ao berço de atracação do Cais do Armazém 31.

C. Análise Ecotoxicológica

Teste de Toxicidade Aguda com *Leptocheirus plumulosus*

A análise Ecotoxicológica com o anfípoda *L. plumulosus* foi realizada com amostra de sedimento de superfície tanto do berço do Cais do Armazém 31 quanto da área de acesso ao berço de atracação.

Os parâmetros físicos e químicos, como pH, salinidade (‰) e oxigênio dissolvido (mg/L), medidos na água de interface no início e fim do teste de toxicidade aguda estão apresentados na Tabela 3.39-7. Já as análises de pH, salinidade (‰), oxigênio dissolvido (mg/L), temperatura (°C), nitrogênio amoniacal (mg/L) e amônia não ionizada (NH₃ - mg/L), efetuadas na água intersticial dos sedimentos no início e fim do teste, estão apresentados na Tabela 3.39-8.

Paralelamente aos testes com as amostras coletadas foi realizado um controle laboratorial. Os resultados obtidos para esse controle também se encontram nas tabelas a seguir.

Tabela 3.39-7. Parâmetros físicos e químicos medidos na água de interface, no início e fim do teste de toxicidade aguda com *L. plumulosus*, para as amostras de sedimento de superfície do berço e área de acesso ao berço do Cais do Armazém 31.

Amostra	pH		Salinidade (‰)		Oxigênio Dissolvido (mg/L)	
	Inicial	Final	Inicial	Final	Inicial	Final
Controle	7,65	7,99	20	21	6,07	6,66
ARM 31 Berço	7,89	8,27	21	23	6,51	6,72
ARM 31 Acesso	7,87	8,28	21	24	6,55	6,68

Tabela 3.39-8. Parâmetros físicos e químicos medidos na água intersticial, no início e fim do teste de toxicidade aguda com *L. plumulosus*, para as amostras de sedimento de superfície do berço e área de acesso ao berço do Cais do Armazém 31.

Amostra	pH		Salinidade (‰)		Oxigênio Dissolvido (mg/L)		Temperatura (°C)		Nitrogênio amoniacal (mg/L)		Amônia não ionizada (mg/L)	
	Inicial	Final	Inicial	Final	Inicial	Final	Inicial	Final	Inicial	Final	Inicial	Final
Controle	7,91	7,67	25	25	5,62	5,39	26,0	24,4	4,50	-	0,183	-
ARM 31 Berço	7,79	7,75	32	25	5,53	4,90	26,0	24,4	23,00	-	0,701	-
ARM 31 Acesso	7,72	7,66	34	26	5,07	4,25	26,0	24,4	21,00	-	0,535	-

A Tabela 3.39-9 apresenta os resultados do teste de toxicidade aguda com *L. plumulosus* nas amostras de sedimento de superfície do Cais do Armazém 31. Os valores obtidos estão dentro da faixa estabelecida para a aceitação dos resultados.

Tabela 3.39-9. Efeito tóxico observado nos testes de toxicidade aguda com *L. plumulosus* para as amostras de sedimento de superfície, do berço e área de acesso ao berço do Cais do Armazém 31, em cada réplica após o período de exposição.

Amostra	Réplica	Nº final de animais por réplica		Mortalidade total (%)	Resultado
		Mortos	Total		
Controle	1	0	20	0	-
	2	0	20		
	3	0	20		
ARM 31 Berço	1	2	20	5	Não Tóxico
	2	1	20		
	3	0	20		
ARM 31 Acesso	1	0	20	7	Não Tóxico
	2	4	20		
	3	0	20		

De acordo com o tratamento estatístico aplicado, foi verificado que as amostras de sedimento de superfície, do berço do Cais do Armazém 31 e da área de acesso ao berço de atracação, não apresentaram toxicidade aguda para *L. plumulosus*, em comparação com o controle, após 10 dias de exposição.

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 essa espécie (USEPA, 2001).

A sensibilidade dos indivíduos de *L. plumulosus* 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} ; 96h) e respectivo intervalo de confiança obtidos foram: 1,00 mg Zn/L (I.C.: 0,78 a 1,29 mg Zn/L). A carta-controle de sensibilidade desse sistema-teste, utilizando dados acumulados de vários testes, indica 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.

3.40. CAIS DO ARMAZÉM 31/32 (ARM 31/32)

- **SUPERFÍCIE**

A. Granulometria

A composição granulométrica do sedimento de superfície amostrado no berço e acesso ao berço de atracação do Cais do Armazém 31/32 está apresentada na Figura 3.40-1, e na Tabela 3.40-1.

Os resultados granulométricos mostraram dominância da fração silte (68,5%), no sedimento coletado no berço do Cais do Armazém 31/32, e em menores porcentagens foram encontradas as frações areia muito fina (15,8%), argila (12,3%), areia fina (2,67%) e areia média (0,603%). As frações areia grossa e areia muito grossa apresentaram valores abaixo de 0,10%.

No acesso ao berço de atracação a fração dominante foi o silte (60,7%), seguido pelas frações areia muito fina (19,2%), argila (13,6%), areia fina (6,09%) e areia média (0,320%). As frações areia grossa e areia muito grossa apresentaram valores abaixo de 0,10%.

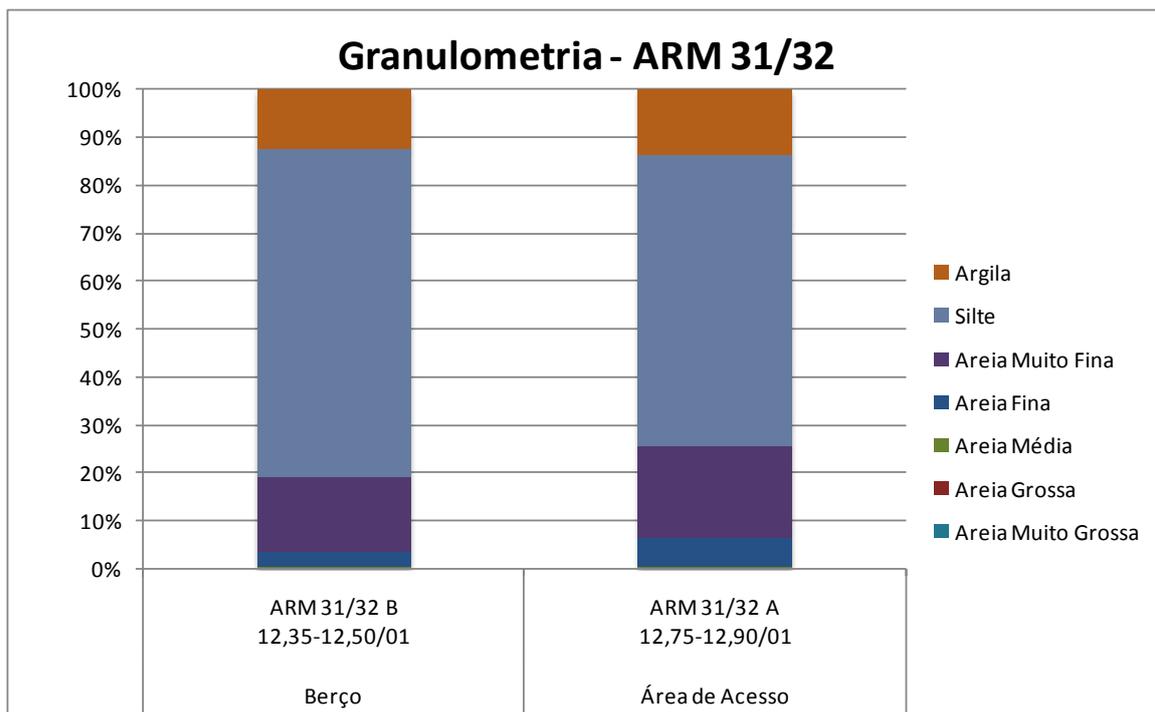


Figura 3.40-1. Composição granulométrica do sedimento de superfície do berço e área de acesso ao berço de atracação do Cais do Armazém 31/32.

Tabela 3.40-1. Composição granulométrica do sedimento de superfície do berço e área de acesso ao berço de atracação do Cais do Armazém 31/32.

Granulometria			
Fração	Unidade	Berço	Área de Acesso
		ARM 31/32 B 12,35-12,50/01	ARM 31/32 A 12,75-12,90/01
Argila	%	12,3	13,6
Silte	%	68,5	60,7
Areia Muito Fina	%	15,8	19,2
Areia Fina	%	2,67	6,09
Areia Média	%	0,603	0,32
Areia Grossa	%	<0,10	<0,10
Areia Muito Grossa	%	<0,10	<0,10
Areia Total	%	19,1	25,6

B. Parâmetros Químicos

Metais e Arsênio

Os resultados das análises dos metais nas amostras de sedimento de superfície coletadas no berço e acesso ao berço de atracação do Cais do Armazém 31/32 estão apresentados na Tabela 3.40-2.

Dentre os parâmetros químicos, analisados no sedimento de superfície, arsênio e cádmio registraram concentrações abaixo do limite de quantificação (<LQ) tanto no berço quanto na sua área de acesso.

Os metais chumbo, cobre, cromo, níquel e zinco foram quantificados nas amostras, de sedimento de superfície, coletadas tanto no berço quanto na sua área de acesso. Entretanto, nenhum destes elementos apresentou concentração acima do nível 1 da Resolução Conama 344/04 (Brasil, 2004).

O metal mercúrio apresentou concentração abaixo do limite de quantificação (<LQ) no berço do Cais do Armazém 31/32, enquanto na área de acesso ao berço de atracação a concentração de mercúrio ficou abaixo do nível 1, da Resolução Conama 344/04 (Brasil, 2004).

A Figura 3.40-2 apresenta a concentração de alguns metais analisados no sedimento de superfície coletados no berço do Cais do Armazém 31/32 e na sua referida área de acesso.

Hidrocarbonetos Policíclicos Aromáticos (HPAs)

Todos os HPAs, coletados no berço do Cais do Armazém 31/32 e na sua área de acesso, apresentaram valores abaixo do limite de quantificação (<LQ) do método (Tabela 3.40-3).

Bifenilas Policloradas (PCBs)

Os PCBs totais apresentaram concentrações inferiores aos limites de quantificação do método, tanto no berço quanto na sua área de acesso, enquadrando-se, portanto, nos valores de referência estabelecidos pela Resolução Conama 344/04 (Brasil, 2004) (Tabela 3.40-4).

Pesticidas Organoclorados

Assim como para os PCBs totais, os pesticidas organoclorados apresentaram, tanto no berço quanto na sua área de acesso, concentrações inferiores aos limites de quantificação do método (Tabela 3.40-5). Nenhuma das amostras analisadas, portanto, apresentou-se fora dos limites estabelecidos pela resolução citada.

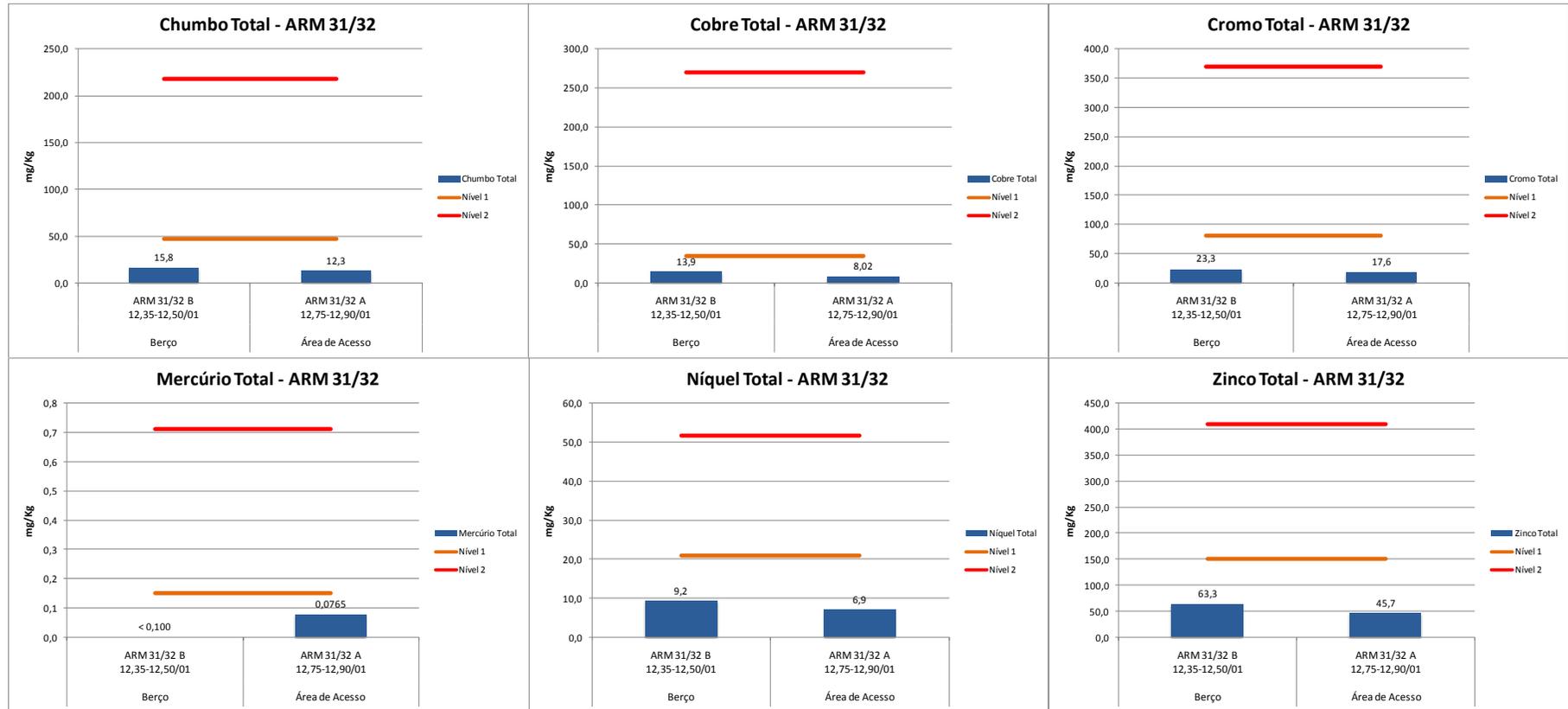


Figura 3.40-2. Concentração de alguns metais analisados nas amostras de sedimento de superfície coletadas no berço do Cais do Armazém 31/32 e na sua referida área de acesso.

Tabela 3.40-2. Concentrações de metais e arsênio total nas amostras de sedimento de superfície coletadas no berço e acesso ao berço de atracação do Cais do Armazém 31/32.

Metais e Arsênio					
Parâmetros	Unidade	Resolução		Berço	Área de Acesso
		CONAMA 344/04		ARM 31/32 B	ARM 31/32 A
		Nível 1	Nível 2	12,35-12,50/01	12,75-12,90/01
Arsênio Total	mg/kg	8,2	70,0	< 1,25	< 0,897
Cádmio Total	mg/kg	1,2	9,6	< 0,833	< 0,598
Chumbo Total	mg/kg	46,7	218,0	15,8	12,3
Cobre Total	mg/kg	34,0	270,0	13,9	8,02
Cromo Total	mg/kg	81,0	370,0	23,3	17,6
Mercúrio Total	mg/kg	0,15	0,71	< 0,100	0,0765
Níquel Total	mg/kg	20,9	51,6	9,2	6,9
Zinco Total	mg/kg	150,0	410,0	63,3	45,7

Tabela 3.40-3. Concentrações de HPA's nas amostras de sedimento de superfície coletadas no berço e acesso ao berço de atracação do Cais do Armazém 31/32.

Hidrocarbonetos Policíclicos Aromáticos ou HPA's					
Parâmetros	Unidade	Resolução		Berço	Área de Acesso
		CONAMA 344/04		ARM 31/32 B	ARM 31/32 A
		Nível 1	Nível 2	12,35-12,50/01	12,75-12,90/01
Benzo(a)antraceno	µg/kg	74,8	693,0	< 10,00	< 7,18
Benzo(a)pireno	µg/kg	88,8	763,0	< 10,00	< 7,18
Criseno	µg/kg	108,0	846,0	< 10,00	< 7,18
Dibenzo(a,h)antraceno	µg/kg	6,2	135,0	< 10,00	< 7,18
Acenafteno	µg/kg	16,0	500,0	< 10,00	< 7,18
Acenaftileno	µg/kg	44,0	640,0	< 10,00	< 7,18
Antraceno	µg/kg	85,3	1100,0	< 10,00	< 7,18
Fenantreno	µg/kg	240,0	1500,0	< 10,00	< 7,18
Fluoranteno	µg/kg	600,0	5100,0	< 10,00	< 7,18
Fluoreno	µg/kg	19,0	540,0	< 10,00	< 7,18
2-Metilnaftaleno	µg/kg	70,0	670,0	< 10,00	< 7,18
Naftaleno	µg/kg	160,0	2100,0	< 10,00	< 7,18
Pireno	µg/kg	665,0	2600,0	< 10,00	< 7,18

Tabela 3.40-4. Concentrações de PCBs nas amostras de sedimento de superfície coletadas no berço e acesso ao berço de atracação do Cais do Armazém 31/32.

Bifenilas Policloradas ou PCBs					
Parâmetros	Unidade	Resolução		Berço	Área de Acesso
		CONAMA 344/04		ARM 31/32 B	ARM 31/32 A
		Nível 1	Nível 2	12,35-12,50/01	12,75-12,90/01
Bifenilas Policloradas Totais	µg/kg	22,7	180	< 0,200	< 0,144

Tabela 3.40-5. Concentrações de Pesticidas Organoclorados nas amostras de sedimento de superfície coletadas no berço e acesso ao berço de atracação do Cais do Armazém 31/32.

Pesticidas Organoclorados					
Parâmetros	Unidade	Resolução		Berço	Área de Acesso
		CONAMA 344/04		ARM 31/32 B	ARM 31/32 A
		Nível 1	Nível 2	12,35-12,50/01	12,75-12,90/01
a-BHC	µg/kg	0,32	0,99	< 0,200	< 0,144
b-BHC	µg/kg	0,32	0,99	< 0,200	< 0,144
d-BHC	µg/kg	0,32	0,99	< 0,200	< 0,144
g-BHC	µg/kg	0,32	0,99	< 0,200	< 0,144
a-Clordano	µg/kg	2,26	4,79	< 0,200	< 0,144
g-Clordano	µg/kg	2,26	4,79	< 0,200	< 0,144
DDD	µg/kg	1,22	7,81	< 0,200	< 0,144
DDE	µg/kg	2,07	374	< 0,200	< 0,144
DDT	µg/kg	1,19	4,77	< 0,200	< 0,144
Dieldrin	µg/kg	0,71	4,3	< 0,200	< 0,144
Endrin	µg/kg	2,67	62,4	< 0,200	< 0,144

Outros Parâmetros

Os parâmetros carbono orgânico total (COT), fósforo total e nitrogênio kjeldahl total (NKT) foram quantificados nas amostras de sedimento de superfície, tanto no berço quanto na área de acesso ao berço de atracação, entretanto apresentaram concentrações abaixo do valor alerta estabelecido pela Resolução Conama 344/04 (Brasil, 2004) (Tabela 3.40-6).

A Figura 3.40-3 apresenta a concentração de COT, fósforo total e NKT analisados no sedimento de superfície coletados no berço do Cais do Armazém 31/32 e na sua referida área de acesso.

Tabela 3.40-6. Concentrações de COT, fósforo total e NKT nas amostras de sedimento coletadas no berço e acesso ao berço de atracação do Cais do Armazém 31/32.

Outros Parâmetros					
Parâmetros	Unidade	Resolução	Berço	Área de Acesso	
			CONAMA 344/04		ARM 31/32 A
			10	2000	12,75-12,90/01
Carbono Orgânico Total	%	10	4,71	4,01	
Fósforo Total	mg/kg	2000	458,2	387,2	
Nitrogênio Kjeldahl Total	mg/kg	4800	1000,2	699,6	

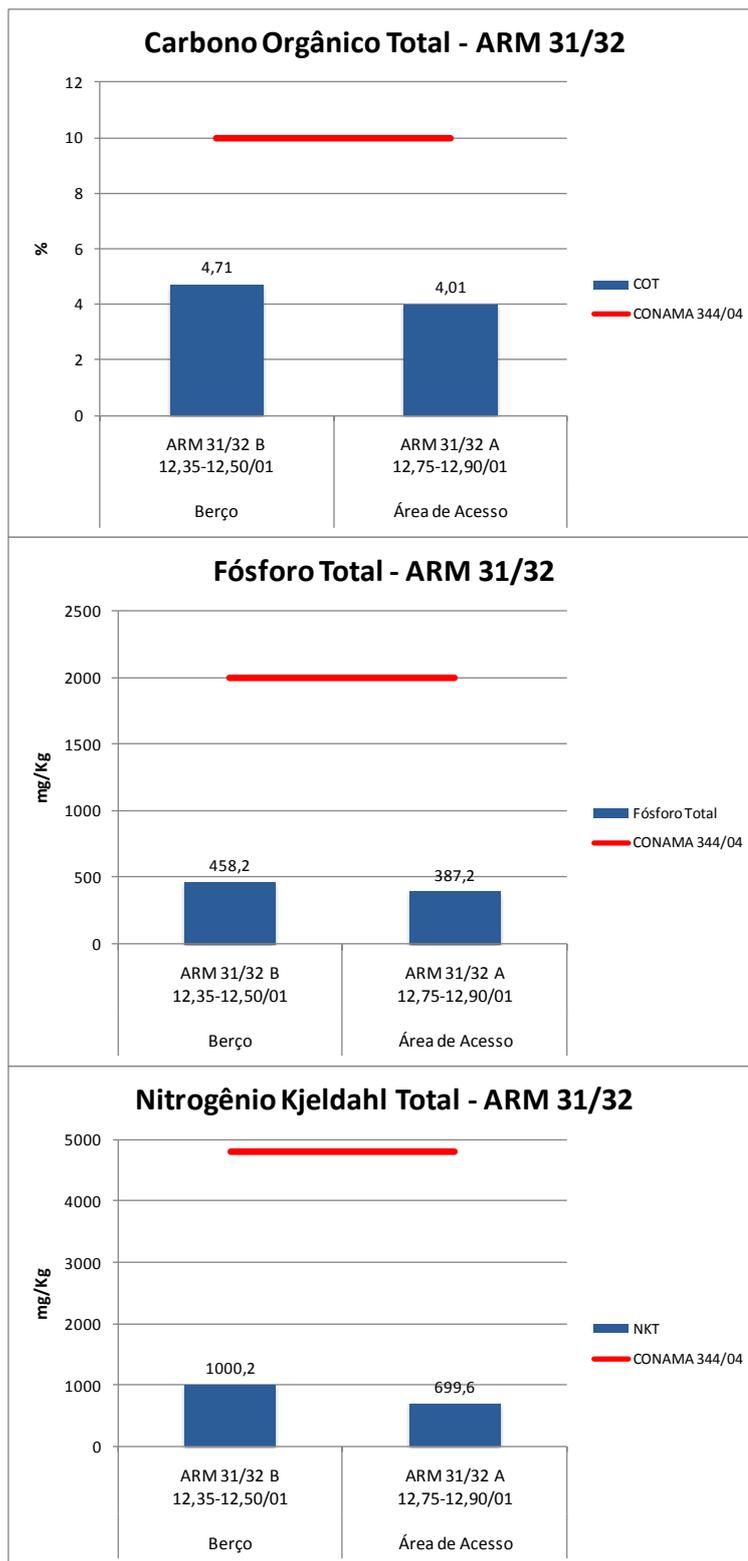


Figura 3.40-3. Concentrações de COT, fósforo total e NKT analisados nas amostras de sedimento de superfície coletadas no berço e acesso ao berço de atracação do Cais do Armazém 31/32.

C. Análise Ecotoxicológica

Teste de Toxicidade Aguda com *Leptocheirus plumulosus*

A análise Ecotoxicológica com o anfípoda *L. plumulosus* foi realizada com amostra de sedimento de superfície tanto do berço do Cais do Armazém 31/32 quanto da área de acesso ao berço de atracação.

Os parâmetros físicos e químicos, como pH, salinidade (‰) e oxigênio dissolvido (mg/L), medidos na água de interface no início e fim do teste de toxicidade aguda estão apresentados na Tabela 3.40-7. Já as análises de pH, salinidade (‰), oxigênio dissolvido (mg/L), temperatura (°C), nitrogênio amoniacal (mg/L) e amônia não ionizada (NH₃ - mg/L), efetuadas na água intersticial dos sedimentos no início e fim do teste, estão apresentados na Tabela 3.40-8.

Paralelamente aos testes com as amostras coletadas foi realizado um controle laboratorial. Os resultados obtidos para esse controle também se encontram nas tabelas a seguir.

Tabela 3.40-7. Parâmetros físicos e químicos medidos na água de interface, no início e fim do teste de toxicidade aguda com *L. plumulosus*, para as amostras de sedimento de superfície do berço e área de acesso ao berço do Cais do Armazém 31/32.

Amostra	pH		Salinidade (‰)		Oxigênio Dissolvido (mg/L)	
	Inicial	Final	Inicial	Final	Inicial	Final
Controle	7,65	7,99	20	21	6,07	6,66
ARM 31/32 Berço	7,83	8,70	21	25	6,51	6,63
ARM 31/32 Acesso	7,82	8,39	20	24	6,49	6,65

Tabela 3.40-8. Parâmetros físicos e químicos medidos na água intersticial, no início e fim do teste de toxicidade aguda com *L. plumulosus*, para as amostras de sedimento de superfície do berço e área de acesso ao berço do Cais do Armazém 31/32.

Amostra	pH		Salinidade (‰)		Oxigênio Dissolvido (mg/L)		Temperatura (°C)		Nitrogênio amoniacal (mg/L)		Amônia não ionizada (mg/L)	
	Inicial	Final	Inicial	Final	Inicial	Final	Inicial	Final	Inicial	Final	Inicial	Final
Controle	7,91	7,67	25	25	5,62	5,39	26,0	24,4	4,50	-	0,183	-
ARM 31/32 Berço	7,82	7,86	33	26	5,34	4,22	26,0	24,4	35,00	-	1,141	-
ARM 31/32 Acesso	7,70	7,84	34	25	5,04	4,98	26,0	24,4	26,00	-	0,633	-

A Tabela 3.40-9 apresenta os resultados do teste de toxicidade aguda com *L. plumulosus* nas amostras de sedimento de superfície do Cais do Armazém 31/32. Os valores obtidos estão dentro da faixa estabelecida para a aceitação dos resultados.

Tabela 3.40-9. Efeito tóxico observado nos testes de toxicidade aguda com *L. plumulosus* para as amostras de sedimento de superfície, do berço e área de acesso ao berço do Cais do Armazém 31/32, em cada réplica após o período de exposição.

Amostra	Réplica	Nº final de animais por réplica		Mortalidade total (%)	Resultado
		Mortos	Total		
Controle	1	0	20	0	-
	2	0	20		
	3	0	20		
ARM 31/32 Berço	1	4	20	7	Não Tóxico
	2	0	20		
	3	0	20		
ARM 31/32 Acesso	1	6	20	13	Não Tóxico
	2	0	20		
	3	2	20		

De acordo com o tratamento estatístico aplicado, foi verificado que as amostras de sedimento de superfície, do berço do Cais do Armazém 31/32 e da área de acesso ao berço de atracação, não apresentaram toxicidade aguda para *L. plumulosus*, em comparação com o controle, após 10 dias de exposição.

Quanto à concentração de amônia não ionizada da água intersticial no início do teste, o valor da amostra de sedimento de superfície do berço esteve acima do limite de 0,8 mg/L que, isoladamente, pode causar efeito tóxico para *Leptocheirus plumulosus* (USEPA, 2001), entretanto, tal efeito não foi observado.

A sensibilidade dos indivíduos de *L. plumulosus* 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} ; 96h) e respectivo intervalo de confiança obtidos foram: 1,00 mg Zn/L (I.C.: 0,78 a 1,29 mg Zn/L). A carta-controle de sensibilidade desse sistema-teste, utilizando dados acumulados de vários testes, indica 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.

- **COTA DE PROJETO**

- Berço: 11,70 metros
 - Amostra: ARM 31/32 B 11,55-12,05/02
- Acesso: 11,70 metros

A. Granulometria

A composição granulométrica do sedimento da cota de projeto (ARM 31/32 B 11,55-12,05/02) amostrado no berço do Cais do Armazém 31/32 está apresentada na Figura 3.40-4, e na Tabela 3.40-10.

Os resultados granulométricos mostraram predominância das frações silte (53,2%), argila (26,1%) e areia muito fina (18,3%), e em menores porcentagens foram encontradas as frações areia fina (1,93%), areia média (0,269%) e areia grossa (0,158%). A fração areia muito grossa apresentou valor abaixo de 0,10%.

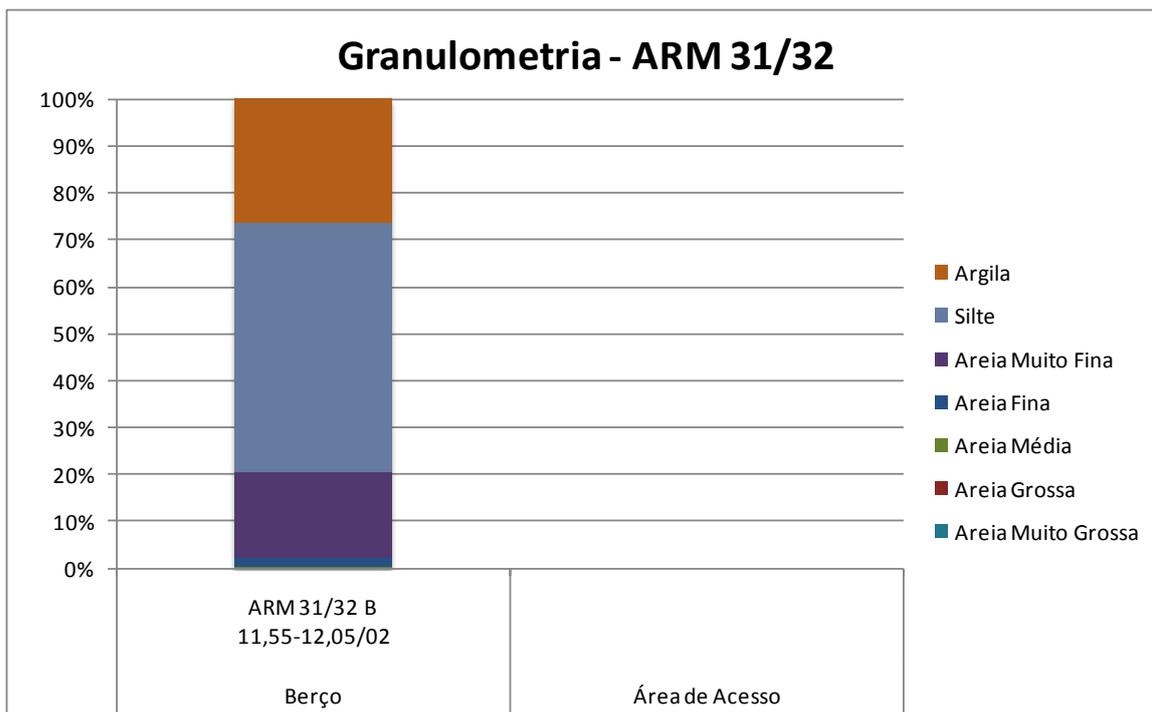


Figura 3.40-4. Composição granulométrica do sedimento da cota de projeto, coletado no berço de atracação do Cais do Armazém 31/32.

Tabela 3.40-10. Composição granulométrica do sedimento da cota de projeto, coletado no berço de atracação do Cais do Armazém 31/32.

Granulometria		
Fração	Unidade	Berço
		ARM 31/32 B 11,55-12,05/02
Argila	%	26,1
Silte	%	53,2
Areia Muito Fina	%	18,3
Areia Fina	%	1,93
Areia Média	%	0,269
Areia Grossa	%	0,158
Areia Muito Grossa	%	< 0,10
Areia Total	%	20,7

B. Parâmetros Químicos

Metais e Arsênio

Os resultados das análises dos metais na amostra de sedimento da cota de projeto, coletada no berço do Cais do Armazém 31/32, estão apresentados na Tabela 3.40-11.

Dentre os parâmetros químicos analisados no sedimento, arsênio e cádmio registraram concentrações abaixo do limite de quantificação do método.

Os metais chumbo, cobre, cromo, mercúrio, níquel e zinco foram quantificados na amostra de sedimento da cota de projeto, entretanto, nenhum destes elementos apresentou concentração acima do nível 1 da Resolução Conama 344/04 (Brasil, 2004).

A Figura 3.40-5 apresenta a concentração de alguns metais analisados no sedimento da cota de projeto, coletado no berço do Cais do Armazém 31/32.

Hidrocarbonetos Policíclicos Aromáticos (HPAs)

Todos os HPAs analisados no sedimento da cota de projeto, coletado no berço do Armazém 31/32, apresentaram valores abaixo do limite de quantificação do método (Tabela 3.40-12).

Bifenilas Policloradas (PCBs)

Os PCBs totais apresentaram concentrações inferiores aos limites de quantificação do método na amostra de sedimento da cota de projeto, enquadrando-se, portanto, nos valores de referência estabelecidos pela Resolução Conama 344/04 (Brasil, 2004) (Tabela 3.40-13).

Pesticidas Organoclorados

Assim como para os PCBs totais, os pesticidas organoclorados apresentaram, na amostra de sedimento da cota de projeto, concentrações inferiores aos limites de quantificação do método (Tabela 3.40-14). Nenhuma das amostras analisadas, portanto, apresentou-se fora dos limites estabelecidos pela resolução citada.

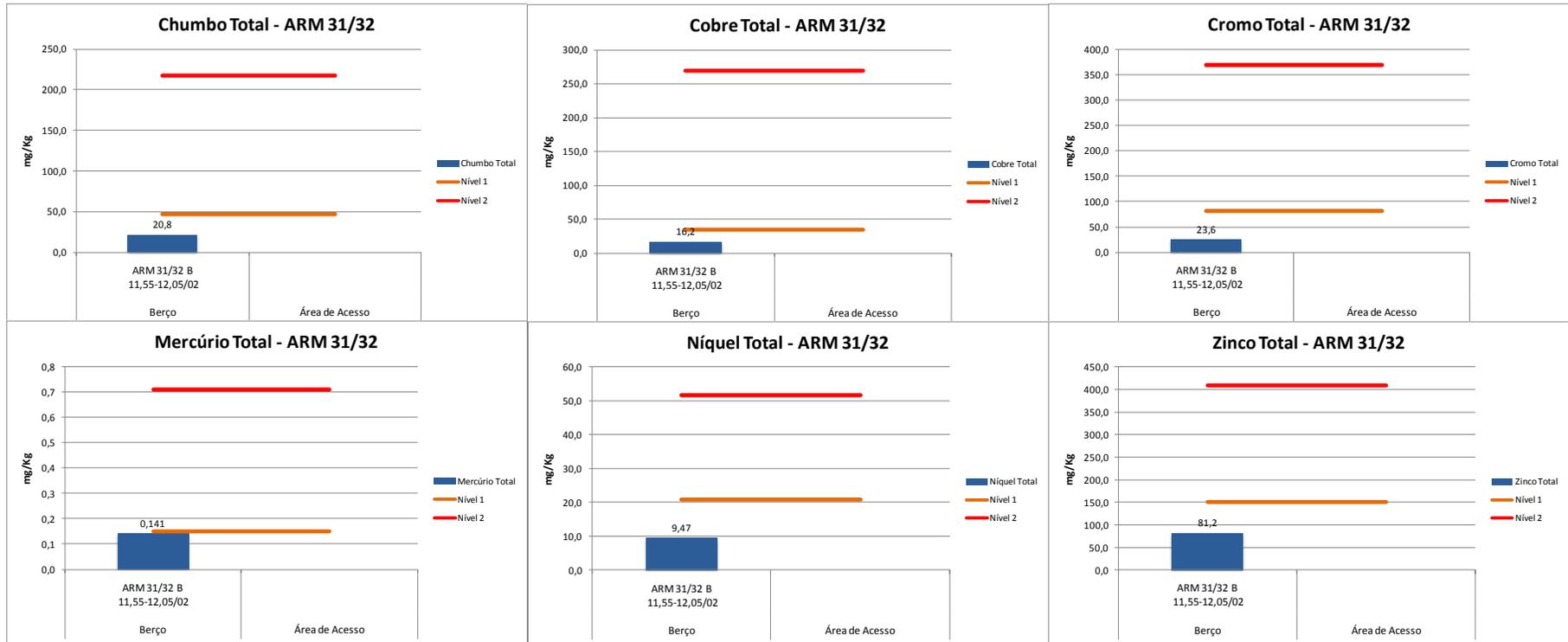


Figura 3.40-5. Concentração de alguns metais analisados na amostra de sedimento da cota de projeto, coletada no berço do Cais do Armazém 31/32.

Tabela 3.40-11. Concentrações de metais e arsênio total na amostra de sedimento da cota de projeto, coletada no berço do Cais do Armazém 31/32.

Metais e Arsênio				
Parâmetros	Unidade	Resolução CONAMA 344/04		Berço
		Nível 1	Nível 2	ARM 31/32 B
				11,55-12,05/02
Arsênio Total	mg/kg	8,2	70,0	< 0,935
Cádmio Total	mg/kg	1,2	9,6	< 0,623
Chumbo Total	mg/kg	46,7	218,0	20,8
Cobre Total	mg/kg	34,0	270,0	16,2
Cromo Total	mg/kg	81,0	370,0	23,6
Mercúrio Total	mg/kg	0,15	0,71	0,141
Níquel Total	mg/kg	20,9	51,6	9,47
Zinco Total	mg/kg	150,0	410,0	81,2

Tabela 3.40-12. Concentrações de HPAs na amostra de sedimento da cota de projeto, coletada no berço do Cais do Armazém 31/32.

Hidrocarbonetos Policíclicos Aromáticos ou HPAs				
Parâmetros	Unidade	Resolução CONAMA 344/04		Berço
		Nível 1	Nível 2	ARM 31/32 B
				11,55-12,05/02
Benzo(a)antraceno	µg/kg	74,8	693,0	< 7,48
Benzo(a)pireno	µg/kg	88,8	763,0	< 7,48
Criseno	µg/kg	108,0	846,0	< 7,48
Dibenzo(a,h)antraceno	µg/kg	6,2	135,0	< 7,48
Acenafteno	µg/kg	16,0	500,0	< 7,48
Acenaftileno	µg/kg	44,0	640,0	< 7,48
Antraceno	µg/kg	85,3	1100,0	< 7,48
Fenantreno	µg/kg	240,0	1500,0	< 7,48
Fluoranteno	µg/kg	600,0	5100,0	< 7,48
Fluoreno	µg/kg	19,0	540,0	< 7,48
2-Metilnaftaleno	µg/kg	70,0	670,0	< 7,48
Naftaleno	µg/kg	160,0	2100,0	< 7,48
Pireno	µg/kg	665,0	2600,0	< 7,48

Tabela 3.40-13. Concentrações de PCBs na amostra de sedimento da cota de projeto, coletada no berço do Cais do Armazém 31/32.

Bifenilas Policloradas ou PCBs				
Parâmetros	Unidade	Resolução CONAMA 344/04		Berço
		Nível 1	Nível 2	ARM 31/32 B
				11,55-12,05/02
Bifenilas Policloradas Totais	µg/kg	22,7	180	< 0,1496

Tabela 3.40-14. Concentrações de Pesticidas Organoclorados na amostra da cota de projeto, coletada no berço do Cais do Armazém 31/32.

Pesticidas Organoclorados				
Parâmetros	Unidade	Resolução		Berço
		CONAMA 344/04		ARM 31/32 B
		Nível 1	Nível 2	11,55-12,05/02
a-BHC	µg/kg	0,32	0,99	< 0,150
b-BHC	µg/kg	0,32	0,99	< 0,150
d-BHC	µg/kg	0,32	0,99	< 0,150
g-BHC	µg/kg	0,32	0,99	< 0,150
a-Clordano	µg/kg	2,26	4,79	< 0,150
g-Clordano	µg/kg	2,26	4,79	< 0,150
DDD	µg/kg	1,22	7,81	< 0,150
DDE	µg/kg	2,07	374	< 0,150
DDT	µg/kg	1,19	4,77	< 0,150
Dieldrin	µg/kg	0,71	4,3	< 0,150
Endrin	µg/kg	2,67	62,4	< 0,150

Outros Parâmetros

Os parâmetros carbono orgânico total (COT), fósforo total e nitrogênio kjeldahl total (NKT) foram quantificados na amostra de sedimento da cota de projeto, entretanto apresentaram concentrações abaixo do valor alerta estabelecido pela Resolução Conama 344/04 (Brasil, 2004) (Tabela 3.40-15).

A Figura 3.40-6 apresenta a concentração de COT, fósforo total e NKT analisados no sedimento da cota de projeto, coletado no berço do Cais do Armazém 31/32.

Tabela 3.40-15. Concentrações de COT, fósforo total e NKT na amostra da cota de projeto, coletada no berço do Cais do Armazém 31/32.

Outros Parâmetros			
Parâmetros	Unidade	Resolução	Berço
			CONAMA 344/04
			11,55-12,05/02
Carbono Orgânico Total	%	10	5,26
Fósforo Total	mg/kg	2000	535,7
Nitrogênio Kjeldahl Total	mg/kg	4800	427,6

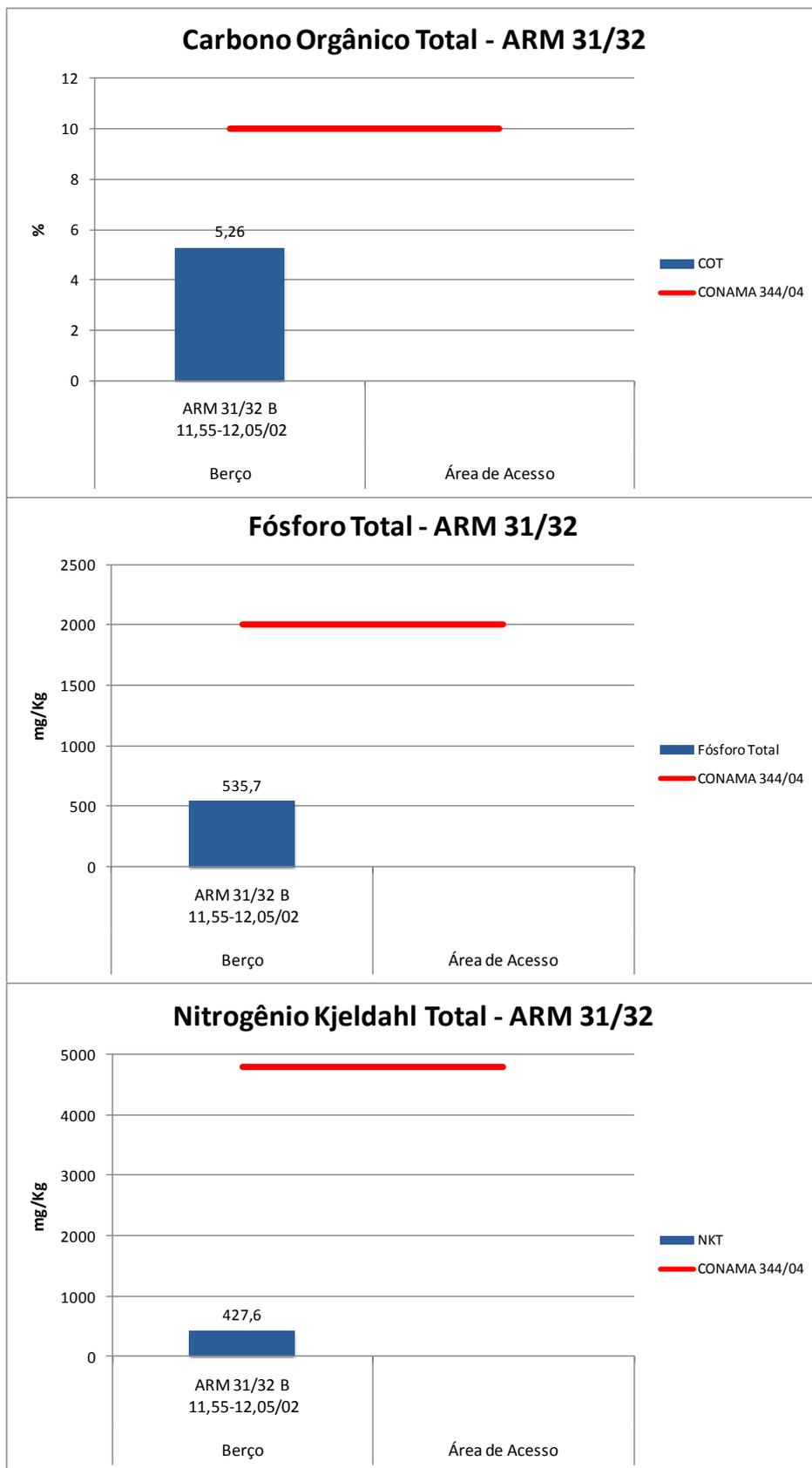


Figura 3.40-6. Concentrações de COT, fósforo total e NKT analisados na amostra de sedimento da cota de projeto, coletada no berço do Cais do Armazém 31/32.

3.41. CAIS DO ARMAZÉM 32 (ARM 32)

- **SUPERFÍCIE**

A. Granulometria

A composição granulométrica do sedimento de superfície amostrado no berço e acesso ao berço de atracação do Cais do Armazém 32 está apresentada na Figura 3.41-1, e na Tabela 3.41-1.

Os resultados granulométricos mostraram dominância da fração silte (60,5%), no sedimento coletado no berço do Cais do Armazém 32, e em menores porcentagens foram encontradas as frações argila (18,9%), areia muito fina (17,0%), areia fina (3,06%) e areia média (0,457%). As frações areia grossa e areia muito grossa apresentaram valores abaixo de 0,10%.

No acesso ao berço de atracação as frações predominantes foram silte (49,9%) e argila (30,1%), seguido pelas frações areia muito fina (16,9%), areia fina (2,86%) e areia média (0,286%). As frações areia grossa e areia muito grossa apresentaram valores abaixo de 0,10%.

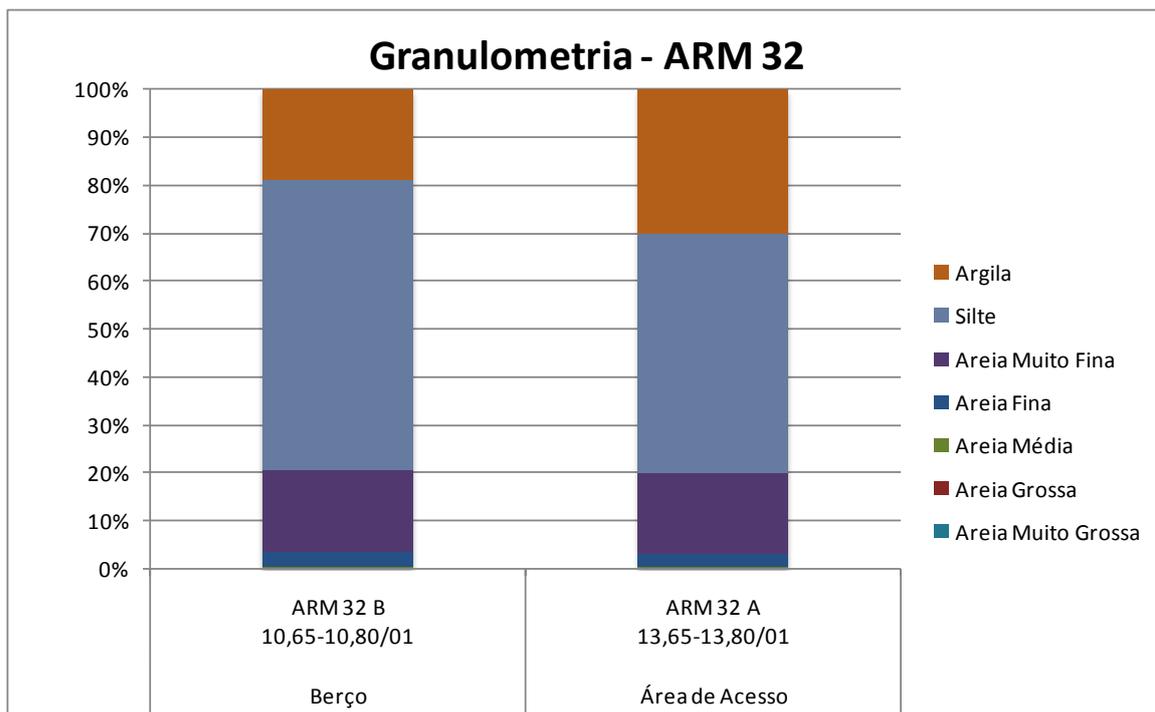


Figura 3.41-1. Composição granulométrica do sedimento de superfície do berço e área de acesso ao berço de atracação do Cais do Armazém 32.

Tabela 3.41-1. Composição granulométrica do sedimento de superfície do berço e área de acesso ao berço de atracação do Cais do Armazém 32.

Granulometria			
Fração	Unidade	Berço	Área de Acesso
		ARM 32 B 10,65-10,80/01	ARM 32 A 13,65-13,80/01
Argila	%	18,9	30,1
Silte	%	60,5	49,9
Areia Muito Fina	%	17	16,9
Areia Fina	%	3,06	2,86
Areia Média	%	0,457	0,286
Areia Grossa	%	<0,10	<0,10
Areia Muito Grossa	%	<0,10	<0,10
Areia Total	%	20,6	20

B. Parâmetros Químicos

Metais e Arsênio

Os resultados das análises dos metais nas amostras de sedimento de superfície coletadas no berço e acesso ao berço de atracação do Cais do Armazém 32 estão apresentados na Tabela 3.41-2.

Dentre os parâmetros químicos, analisados no sedimento de superfície, arsênio e cádmio registraram concentrações abaixo do limite de quantificação (<LQ) tanto no berço quanto na sua área de acesso.

Os metais chumbo, cobre, cromo, mercúrio, níquel e zinco foram quantificados nas amostras, de sedimento de superfície, coletadas tanto no berço quanto na sua área de acesso. Entretanto, nenhum destes elementos apresentou concentração acima do nível 1 da Resolução Conama 344/04 (Brasil, 2004).

A Figura 3.41-2 apresenta a concentração de alguns metais analisados no sedimento de superfície coletados no berço do Cais do Armazém 32 e na sua referida área de acesso.

Hidrocarbonetos Policíclicos Aromáticos (HPAs)

Todos os HPAs, coletados no berço do Cais do Armazém 32 e na sua área de acesso, apresentaram valores abaixo do limite de quantificação (<LQ) do método (Tabela 3.41-3).

Bifenilas Policloradas (PCBs)

Os PCBs totais apresentaram concentrações inferiores aos limites de quantificação do método, tanto no berço quanto na sua área de acesso, enquadrando-se, portanto, nos valores de referência estabelecidos pela Resolução Conama 344/04 (Brasil, 2004) (Tabela 3.41-4).

Pesticidas Organoclorados

Assim como para os PCBs totais, os pesticidas organoclorados apresentaram, tanto no berço quanto na sua área de acesso, concentrações inferiores aos limites de quantificação do método (Tabela 3.41-5). Nenhuma das amostras analisadas, portanto, apresentou-se fora dos limites estabelecidos pela resolução citada.

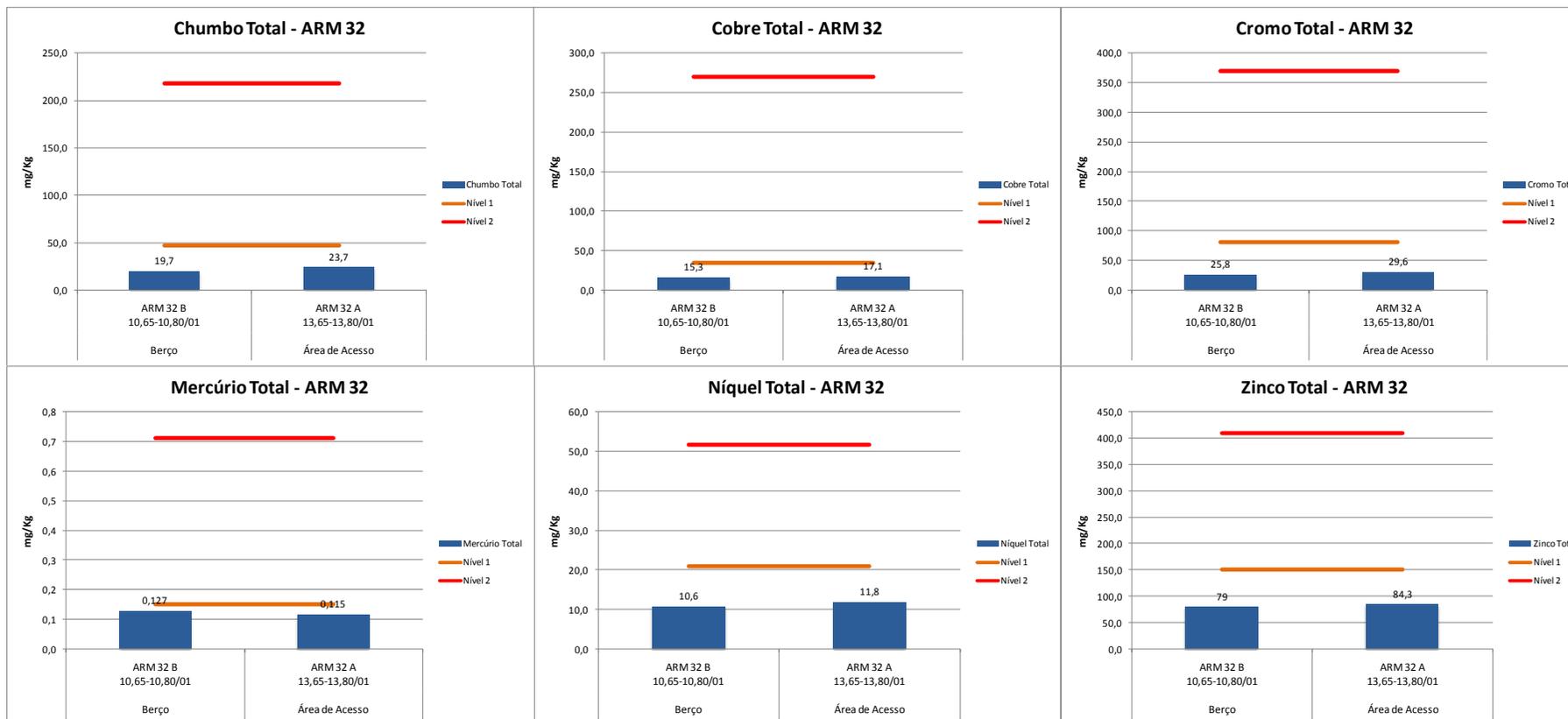


Figura 3.41-2. Concentração de alguns metais analisados nas amostras de sedimento de superfície coletadas no berço do Cais do Armazém 32 e na sua referida área de acesso.

Tabela 3.41-2. Concentrações de metais e arsênio total nas amostras de sedimento de superfície coletadas no berço e acesso ao berço de atracação do Cais do Armazém 32.

Metais e Arsênio					
Parâmetros	Unidade	Resolução CONAMA 344/04		Berço	Área de Acesso
		Nível 1	Nível 2	ARM 32 B	ARM 32 A
				10,65-10,80/01	13,65-13,80/01
Arsênio Total	mg/kg	8,2	70,0	< 1,20	< 1,25
Cádmio Total	mg/kg	1,2	9,6	< 0,801	< 0,831
Chumbo Total	mg/kg	46,7	218,0	19,7	23,7
Cobre Total	mg/kg	34,0	270,0	15,3	17,1
Cromo Total	mg/kg	81,0	370,0	25,8	29,6
Mercúrio Total	mg/kg	0,15	0,71	0,127	0,115
Níquel Total	mg/kg	20,9	51,6	10,6	11,8
Zinco Total	mg/kg	150,0	410,0	79	84,3

Tabela 3.41-3. Concentrações de HPA's nas amostras de sedimento de superfície coletadas no berço e acesso ao berço de atracação do Cais do Armazém 32.

Hidrocarbonetos Policíclicos Aromáticos ou HPA's					
Parâmetros	Unidade	Resolução CONAMA 344/04		Berço	Área de Acesso
		Nível 1	Nível 2	ARM 32 B	ARM 32 A
				10,65-10,80/01	13,65-13,80/01
Benzo(a)antraceno	µg/kg	74,8	693,0	< 9,62	< 9,97
Benzo(a)pireno	µg/kg	88,8	763,0	< 9,62	< 9,97
Criseno	µg/kg	108,0	846,0	< 9,62	< 9,97
Dibenzo(a,h)antraceno	µg/kg	6,2	135,0	< 9,62	< 9,97
Acenafteno	µg/kg	16,0	500,0	< 9,62	< 9,97
Acenaftileno	µg/kg	44,0	640,0	< 9,62	< 9,97
Antraceno	µg/kg	85,3	1100,0	< 9,62	< 9,97
Fenantreno	µg/kg	240,0	1500,0	< 9,62	< 9,97
Fluoranteno	µg/kg	600,0	5100,0	< 9,62	< 9,97
Fluoreno	µg/kg	19,0	540,0	< 9,62	< 9,97
2-Metilnaftaleno	µg/kg	70,0	670,0	< 9,62	< 9,97
Naftaleno	µg/kg	160,0	2100,0	< 9,62	< 9,97
Pireno	µg/kg	665,0	2600,0	< 9,62	< 9,97

Tabela 3.41-4. Concentrações de PCBs nas amostras de sedimento de superfície coletadas no berço e acesso ao berço de atracação do Cais do Armazém 32.

Bifenilas Policloradas ou PCBs					
Parâmetros	Unidade	Resolução CONAMA 344/04		Berço	Área de Acesso
		Nível 1	Nível 2	ARM 32 B	ARM 32 A
				10,65-10,80/01	13,65-13,80/01
Bifenilas Policloradas Totais	µg/kg	22,7	180	< 0,192	< 0,199

Tabela 3.41-5. Concentrações de Pesticidas Organoclorados nas amostras de sedimento de superfície coletadas no berço e acesso ao berço de atracação do Cais do Armazém 32.

Pesticidas Organoclorados					
Parâmetros	Unidade	Resolução		Berço	Área de Acesso
		CONAMA 344/04		ARM 32 B	ARM 32 A
		Nível 1	Nível 2	10,65-10,80/01	13,65-13,80/01
a-BHC	µg/kg	0,32	0,99	< 0,192	< 0,199
b-BHC	µg/kg	0,32	0,99	< 0,192	< 0,199
d-BHC	µg/kg	0,32	0,99	< 0,192	< 0,199
g-BHC	µg/kg	0,32	0,99	< 0,192	< 0,199
a-Clordano	µg/kg	2,26	4,79	< 0,192	< 0,199
g-Clordano	µg/kg	2,26	4,79	< 0,192	< 0,199
DDD	µg/kg	1,22	7,81	< 0,192	< 0,199
DDE	µg/kg	2,07	374	< 0,192	< 0,199
DDT	µg/kg	1,19	4,77	< 0,192	< 0,199
Dieldrin	µg/kg	0,71	4,3	< 0,192	< 0,199
Endrin	µg/kg	2,67	62,4	< 0,192	< 0,199

Outros Parâmetros

Os parâmetros carbono orgânico total (COT), fósforo total e nitrogênio kjeldahl total (NKT) foram quantificados nas amostras de sedimento de superfície, tanto no berço quanto na área de acesso ao berço de atracação, entretanto apresentaram concentrações abaixo do valor alerta estabelecido pela Resolução Conama 344/04 (Brasil, 2004) (Tabela 3.41-6).

A Figura 3.41-3 apresenta a concentração de COT, fósforo total e NKT analisados no sedimento de superfície coletados no berço do Cais do Armazém 32 e na sua referida área de acesso.

Tabela 3.41-6. Concentrações de COT, fósforo total e NKT nas amostras de sedimento coletadas no berço e acesso ao berço de atracação do Cais do Armazém 32.

Outros Parâmetros					
Parâmetros	Unidade	Resolução	Berço	Área de Acesso	
			CONAMA 344/04		ARM 32 A
			10	2000	13,65-13,80/01
Carbono Orgânico Total	%	10	4,16	4,04	
Fósforo Total	mg/kg	2000	503,4	832,2	
Nitrogênio Kjeldahl Total	mg/kg	4800	962,7	961,2	

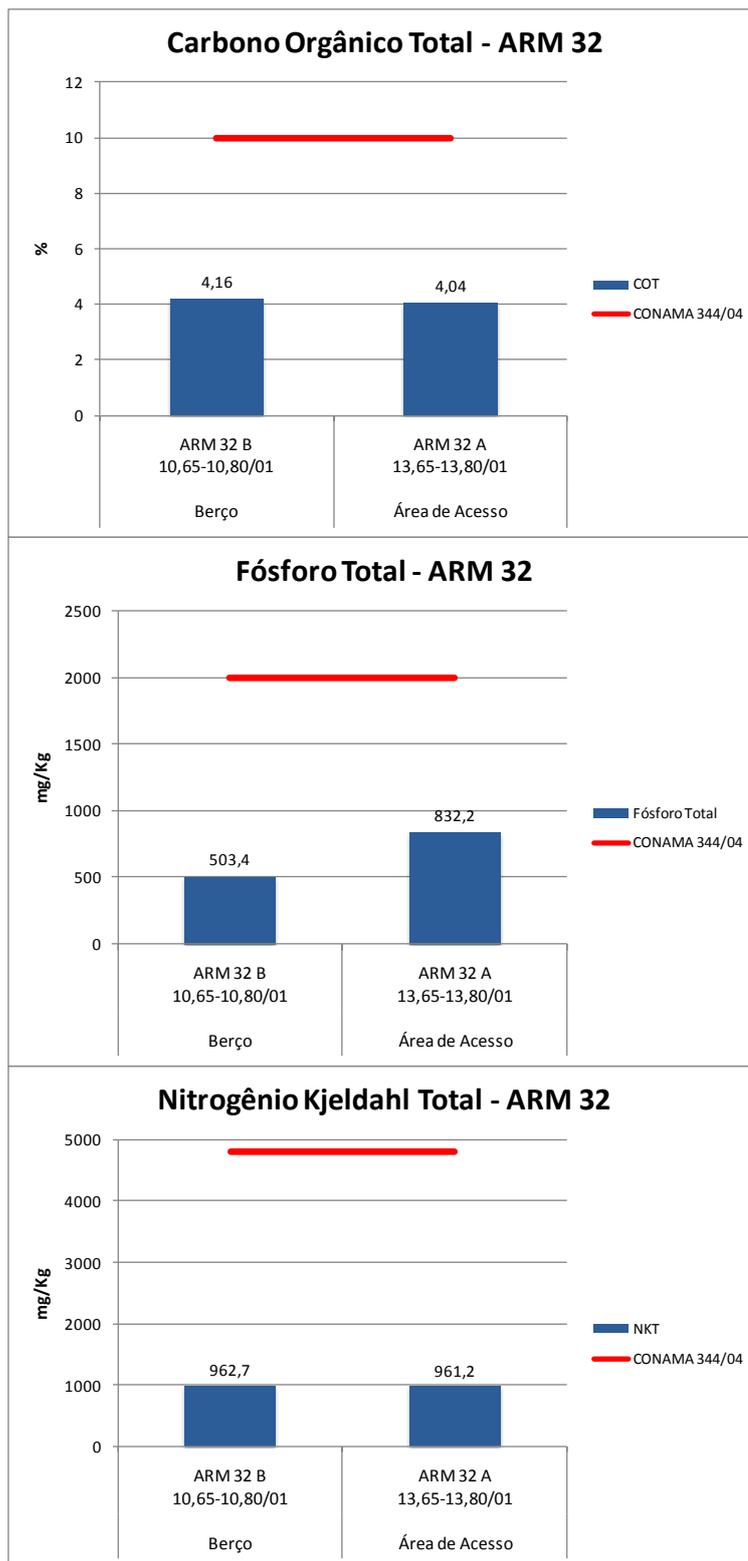


Figura 3.41-3. Concentrações de COT, fósforo total e NKT analisados nas amostras de sedimento de superfície coletadas no berço e acesso ao berço de atracação do Cais do Armazém 32.

C. Análise Ecotoxicológica

Teste de Toxicidade Aguda com *Leptocheirus plumulosus*

A análise Ecotoxicológica com o anfípoda *L. plumulosus* foi realizada com amostra de sedimento de superfície tanto do berço do Cais do Armazém 32 quanto da área de acesso ao berço de atracação.

Os parâmetros físicos e químicos, como pH, salinidade (‰) e oxigênio dissolvido (mg/L), medidos na água de interface no início e fim do teste de toxicidade aguda estão apresentados na Tabela 3.41-7. Já as análises de pH, salinidade (‰), oxigênio dissolvido (mg/L), temperatura (°C), nitrogênio amoniacal (mg/L) e amônia não ionizada (NH₃ - mg/L), efetuadas na água intersticial dos sedimentos no início e fim do teste, estão apresentados na Tabela 3.41-8.

Paralelamente aos testes com as amostras coletadas foi realizado um controle laboratorial. Os resultados obtidos para esse controle também se encontram nas tabelas a seguir.

Tabela 3.41-7. Parâmetros físicos e químicos medidos na água de interface, no início e fim do teste de toxicidade aguda com *L. plumulosus*, para as amostras de sedimento de superfície do berço e área de acesso ao berço do Cais do Armazém 32.

Amostra	pH		Salinidade (‰)		Oxigênio Dissolvido (mg/L)	
	Inicial	Final	Inicial	Final	Inicial	Final
Controle	7,65	7,99	20	21	6,07	6,66
ARM 32 Berço	7,76	8,35	21	25	6,47	6,64
ARM 32 Acesso	7,80	8,26	20	25	6,43	6,51

Tabela 3.41-8. Parâmetros físicos e químicos medidos na água intersticial, no início e fim do teste de toxicidade aguda com *L. plumulosus*, para as amostras de sedimento de superfície do berço e área de acesso ao berço do Cais do Armazém 32.

Amostra	pH		Salinidade (‰)		Oxigênio Dissolvido (mg/L)		Temperatura (°C)		Nitrogênio amoniacal (mg/L)		Amônia não ionizada (mg/L)	
	Inicial	Final	Inicial	Final	Inicial	Final	Inicial	Final	Inicial	Final	Inicial	Final
Controle	7,91	7,67	25	25	5,62	5,39	26,0	24,4	4,50	-	0,183	-
ARM 32 Berço	7,76	7,72	32	26	5,16	4,00	26,0	24,4	26,00	-	0,741	-
ARM 32 Acesso	7,78	7,70	34	26	5,44	4,63	26,0	24,4	23,00	-	0,670	-

A Tabela 3.41-9 apresenta os resultados do teste de toxicidade aguda com *L. plumulosus* nas amostras de sedimento de superfície do Cais do Armazém 32. Os valores obtidos estão dentro da faixa estabelecida para a aceitação dos resultados.

Tabela 3.41-9. Efeito tóxico observado nos testes de toxicidade aguda com *L. plumulosus* para as amostras de sedimento de superfície, do berço e área de acesso ao berço do Cais do Armazém 32, em cada réplica após o período de exposição.

Amostra	Réplica	Nº final de animais por réplica		Mortalidade total (%)	Resultado
		Mortos	Total		
Controle	1	0	20	0	-
	2	0	20		
	3	0	20		
ARM 32 Berço	1	0	20	7	Não Tóxico
	2	4	20		
	3	0	20		
ARM 32 Acesso	1	0	20	0	Não Tóxico
	2	0	20		
	3	0	20		

De acordo com o tratamento estatístico aplicado, foi verificado que as amostras de sedimento de superfície, do berço do Cais do Armazém 32 e da área de acesso ao berço de atracação, não apresentaram toxicidade aguda para *L. plumulosus*, em comparação com o controle, após 10 dias de exposição.

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 essa espécie (USEPA, 2001).

A sensibilidade dos indivíduos de *L. plumulosus* 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} ; 96h) e respectivo intervalo de confiança obtidos foram: 1,00 mg Zn/L (I.C.: 0,78 a 1,29 mg Zn/L). A carta-controle de sensibilidade desse sistema-teste, utilizando dados acumulados de vários testes, indica 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.

3.42. CAIS DO ARMAZÉM 33 (ARM 33)

- **SUPERFÍCIE**

A. Granulometria

A composição granulométrica do sedimento de superfície amostrado no berço e acesso ao berço de atracação do Cais do Armazém 33 está apresentada na Figura 3.42-1, e na Tabela 3.42-1.

Os resultados granulométricos mostraram dominância da fração silte (77,9%), no sedimento coletado no berço do Cais do Armazém 33, e em menores porcentagens foram encontradas as frações areia muito fina (10,6%), argila (9,46%), areia fina (1,75%) e areia média (0,189%). As frações areia grossa e areia muito grossa apresentaram valores abaixo de 0,10%.

No acesso ao berço de atracação a fração dominante foi o silte (73,3%), seguido pelas frações areia muito fina (13,2%), argila (10,1%), areia fina (3,15%) e areia média (0,234%). As frações areia grossa e areia muito grossa apresentaram valores abaixo de 0,10%.

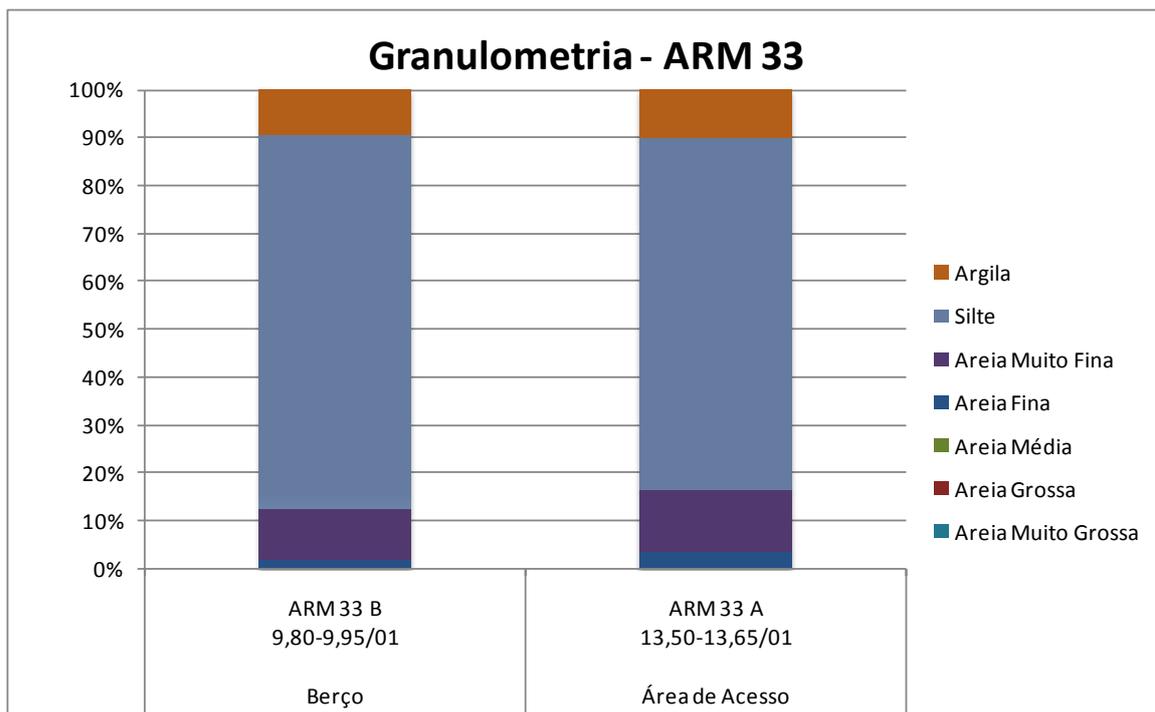


Figura 3.42-1. Composição granulométrica do sedimento de superfície do berço e área de acesso ao berço de atracação do Cais do Armazém 33.

Tabela 3.42-1. Composição granulométrica do sedimento de superfície do berço e área de acesso ao berço de atracação do Cais do Armazém 33.

Granulometria			
Fração	Unidade	Berço	Área de Acesso
		ARM 33 B 9,80-9,95/01	ARM 33 A 13,50-13,65/01
Argila	%	9,46	10,1
Silte	%	77,9	73,3
Areia Muito Fina	%	10,6	13,2
Areia Fina	%	1,75	3,15
Areia Média	%	0,189	0,234
Areia Grossa	%	<0,10	<0,10
Areia Muito Grossa	%	<0,10	<0,10
Areia Total	%	12,5	16,5

B. Parâmetros Químicos

Metais e Arsênio

Os resultados das análises dos metais nas amostras de sedimento de superfície coletadas no berço e acesso ao berço de atracação do Cais do Armazém 33 estão apresentados na Tabela 3.42-2.

Dentre os parâmetros químicos, analisados no sedimento de superfície, arsênio, cádmio e mercúrio registraram concentrações abaixo do limite de quantificação (<LQ) tanto no berço quanto na sua área de acesso.

Os metais chumbo, cobre, cromo, níquel e zinco foram quantificados nas amostras, de sedimento de superfície, coletadas tanto no berço quanto na sua área de acesso. Entretanto, nenhum destes elementos apresentou concentração acima do nível 1 da Resolução Conama 344/04 (Brasil, 2004).

A Figura 3.42-2 apresenta a concentração de alguns metais analisados no sedimento de superfície coletados no berço do Cais do Armazém 33 e na sua referida área de acesso.

Hidrocarbonetos Policíclicos Aromáticos (HPAs)

Todos os HPAs, coletados no berço do Cais do Armazém 33 e na sua área de acesso, apresentaram valores abaixo do limite de quantificação (<LQ) do método (Tabela 3.42-3).

Bifenilas Policloradas (PCBs)

Os PCBs totais apresentaram concentrações inferiores aos limites de quantificação do método, tanto no berço quanto na sua área de acesso, enquadrando-se, portanto, nos valores de referência estabelecidos pela Resolução Conama 344/04 (Brasil, 2004) (Tabela 3.42-4).

Pesticidas Organoclorados

Assim como para os PCBs totais, os pesticidas organoclorados apresentaram, tanto no berço quanto na sua área de acesso, concentrações inferiores aos limites de quantificação do método (Tabela 3.42-5). Nenhuma das amostras analisadas, portanto, apresentou-se fora dos limites estabelecidos pela resolução citada.

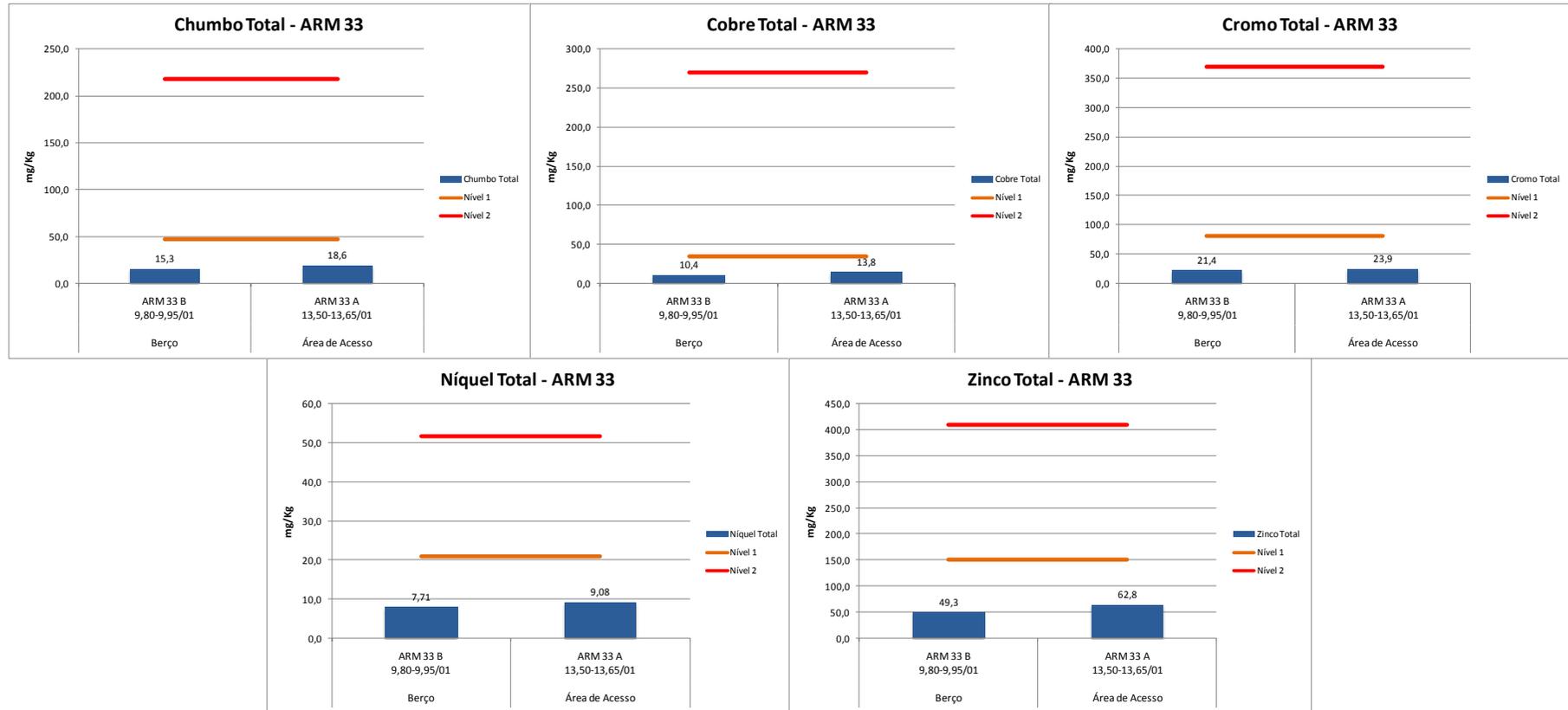


Figura 3.42-2. Concentração de alguns metais analisados nas amostras de sedimento de superfície coletadas no berço do Cais do Armazém 33 e na sua referida área de acesso.

Tabela 3.42-2. Concentrações de metais e arsênio total nas amostras de sedimento de superfície coletadas no berço e acesso ao berço de atracação do Cais do Armazém 33.

Metais e Arsênio					
Parâmetros	Unidade	Resolução		Berço	Área de Acesso
		CONAMA 344/04		ARM 33 B	ARM 33 A
		Nível 1	Nível 2	9,80-9,95/01	13,50-13,65/01
Arsênio Total	mg/kg	8,2	70,0	< 1,03	< 1,16
Cádmio Total	mg/kg	1,2	9,6	< 0,687	< 0,774
Chumbo Total	mg/kg	46,7	218,0	15,3	18,6
Cobre Total	mg/kg	34,0	270,0	10,4	13,8
Cromo Total	mg/kg	81,0	370,0	21,4	23,9
Mercúrio Total	mg/kg	0,15	0,71	< 0,0824	< 0,0929
Níquel Total	mg/kg	20,9	51,6	7,71	9,08
Zinco Total	mg/kg	150,0	410,0	49,3	62,8

Tabela 3.42-3. Concentrações de HPAs nas amostras de sedimento de superfície coletadas no berço e acesso ao berço de atracação do Cais do Armazém 33.

Hidrocarbonetos Policíclicos Aromáticos ou HPAs					
Parâmetros	Unidade	Resolução		Berço	Área de Acesso
		CONAMA 344/04		ARM 33 B	ARM 33 A
		Nível 1	Nível 2	9,80-9,95/01	13,50-13,65/01
Benzo(a)antraceno	µg/kg	74,8	693,0	< 8,24	< 9,29
Benzo(a)pireno	µg/kg	88,8	763,0	< 8,24	< 9,29
Criseno	µg/kg	108,0	846,0	< 8,24	< 9,29
Dibenzo(a,h)antraceno	µg/kg	6,2	135,0	< 8,24	< 9,29
Acenafteno	µg/kg	16,0	500,0	< 8,24	< 9,29
Acenaftileno	µg/kg	44,0	640,0	< 8,24	< 9,29
Antraceno	µg/kg	85,3	1100,0	< 8,24	< 9,29
Fenantreno	µg/kg	240,0	1500,0	< 8,24	< 9,29
Fluoranteno	µg/kg	600,0	5100,0	< 8,24	< 9,29
Fluoreno	µg/kg	19,0	540,0	< 8,24	< 9,29
2-Metilnaftaleno	µg/kg	70,0	670,0	< 8,24	< 9,29
Naftaleno	µg/kg	160,0	2100,0	< 8,24	< 9,29
Pireno	µg/kg	665,0	2600,0	< 8,24	< 9,29

Tabela 3.42-4. Concentrações de PCBs nas amostras de sedimento de superfície coletadas no berço e acesso ao berço de atracação do Cais do Armazém 33.

Bifenilas Policloradas ou PCBs					
Parâmetros	Unidade	Resolução		Berço	Área de Acesso
		CONAMA 344/04		ARM 33 B	ARM 33 A
		Nível 1	Nível 2	9,80-9,95/01	13,50-13,65/01
Bifenilas Policloradas Totais	µg/kg	22,7	180	< 0,165	< 0,186

Tabela 3.42-5. Concentrações de Pesticidas Organoclorados nas amostras de sedimento de superfície coletadas no berço e acesso ao berço de atracação do Cais do Armazém 33.

Pesticidas Organoclorados					
Parâmetros	Unidade	Resolução CONAMA 344/04		Berço	Área de Acesso
		Nível 1	Nível 2	ARM 33 B 9,80-9,95/01	ARM 33 A 13,50-13,65/01
a-BHC	µg/kg	0,32	0,99	< 0,165	< 0,186
b-BHC	µg/kg	0,32	0,99	< 0,165	< 0,186
d-BHC	µg/kg	0,32	0,99	< 0,165	< 0,186
g-BHC	µg/kg	0,32	0,99	< 0,165	< 0,186
a-Clordano	µg/kg	2,26	4,79	< 0,165	< 0,186
g-Clordano	µg/kg	2,26	4,79	< 0,165	< 0,186
DDD	µg/kg	1,22	7,81	< 0,165	< 0,186
DDE	µg/kg	2,07	374	< 0,165	< 0,186
DDT	µg/kg	1,19	4,77	< 0,165	< 0,186
Dieldrin	µg/kg	0,71	4,3	< 0,165	< 0,186
Endrin	µg/kg	2,67	62,4	< 0,165	< 0,186

Outros Parâmetros

Os parâmetros carbono orgânico total (COT), fósforo total e nitrogênio kjeldahl total (NKT) foram quantificados nas amostras de sedimento de superfície, tanto no berço quanto na área de acesso ao berço de atracação, entretanto apresentaram concentrações abaixo do valor alerta estabelecido pela Resolução Conama 344/04 (Brasil, 2004) (Tabela 3.42-6).

A Figura 3.42-3 apresenta a concentração de COT, fósforo total e NKT analisados no sedimento de superfície coletados no berço do Cais do Armazém 33 e na sua referida área de acesso.

Tabela 3.42-6. Concentrações de COT, fósforo total e NKT nas amostras de sedimento coletadas no berço e acesso ao berço de atracação do Cais do Armazém 33.

Outros Parâmetros				
Parâmetros	Unidade	Resolução CONAMA 344/04	Berço	Área de Acesso
			ARM 33 B 9,80-9,95/01	ARM 33 A 13,50-13,65/01
Carbono Orgânico Total	%	10	6,31	4,58
Fósforo Total	mg/kg	2000	369,1	494
Nitrogênio Kjeldahl Total	mg/kg	4800	640,4	635,4

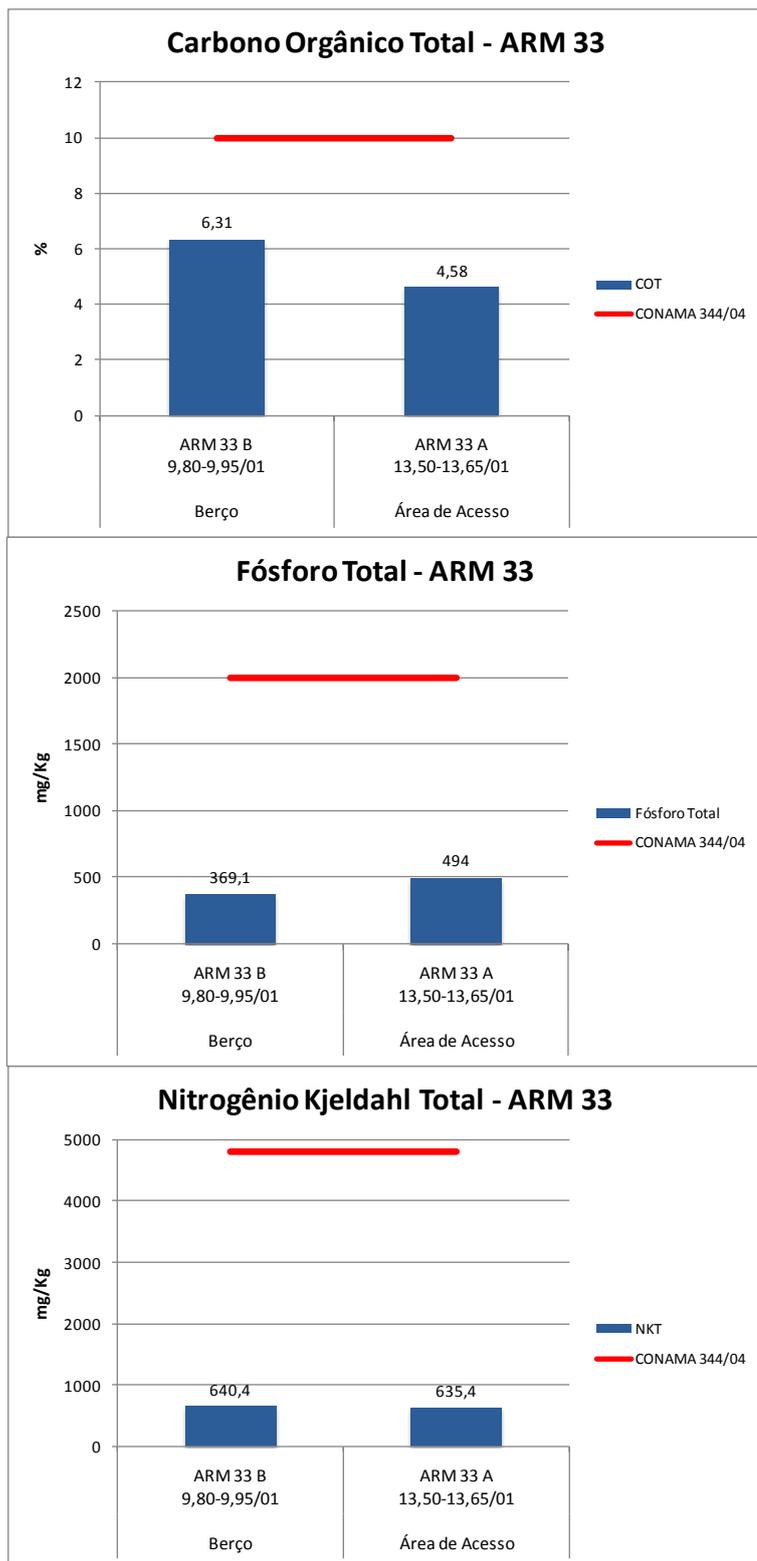


Figura 3.42-3. Concentrações de COT, fósforo total e NKT analisados nas amostras de sedimento de superfície coletadas no berço e acesso ao berço de atracação do Cais do Armazém 33.

C. Análise Ecotoxicológica

Teste de Toxicidade Aguda com *Leptocheirus plumulosus*

A análise Ecotoxicológica com o anfípoda *L. plumulosus* foi realizada com amostra de sedimento de superfície tanto do berço do Cais do Armazém 33 quanto da área de acesso ao berço de atracação.

Os parâmetros físicos e químicos, como pH, salinidade (‰) e oxigênio dissolvido (mg/L), medidos na água de interface no início e fim do teste de toxicidade aguda estão apresentados na Tabela 3.42-7. Já as análises de pH, salinidade (‰), oxigênio dissolvido (mg/L), temperatura (°C), nitrogênio amoniacal (mg/L) e amônia não ionizada (NH₃ - mg/L), efetuadas na água intersticial dos sedimentos no início e fim do teste, estão apresentados na Tabela 3.42-8.

Paralelamente aos testes com as amostras coletadas foi realizado um controle laboratorial. Os resultados obtidos para esse controle também se encontram nas tabelas a seguir.

Tabela 3.42-7. Parâmetros físicos e químicos medidos na água de interface, no início e fim do teste de toxicidade aguda com *L. plumulosus*, para as amostras de sedimento de superfície do berço e área de acesso ao berço do Cais do Armazém 33.

Amostra	pH		Salinidade (‰)		Oxigênio Dissolvido (mg/L)	
	Inicial	Final	Inicial	Final	Inicial	Final
Controle	7,79	7,97	20	22	6,47	6,67
ARM 33 Berço	7,98	8,37	21	24	5,48	6,55
ARM 33 Acesso	7,85	8,43	21	23	5,28	6,59

Tabela 3.42-8. Parâmetros físicos e químicos medidos na água intersticial, no início e fim do teste de toxicidade aguda com *L. plumulosus*, para as amostras de sedimento de superfície do berço e área de acesso ao berço do Cais do Armazém 33.

Amostra	pH		Salinidade (‰)		Oxigênio Dissolvido (mg/L)		Temperatura (°C)		Nitrogênio amoniacal (mg/L)		Amônia não ionizada (mg/L)	
	Inicial	Final	Inicial	Final	Inicial	Final	Inicial	Final	Inicial	Final	Inicial	Final
Controle	7,88	7,90	25	22	6,22	5,81	24,2	24,8	3,00	-	0,100	-
ARM 33 Berço	7,62	7,68	32	22	5,04	4,90	24,2	24,8	25,00	-	0,456	-
ARM 33 Acesso	7,88	7,65	35	25	5,10	5,00	24,2	24,8	25,00	-	0,800	-

A Tabela 3.42-9 apresenta os resultados do teste de toxicidade aguda com *L. plumulosus* nas amostras de sedimento de superfície do Cais do Armazém 33. Os valores obtidos estão dentro da faixa estabelecida para a aceitação dos resultados.

Tabela 3.42-9. Efeito tóxico observado nos testes de toxicidade aguda com *L. plumulosus* para as amostras de sedimento de superfície, do berço e área de acesso ao berço do Cais do Armazém 33, em cada réplica após o período de exposição.

Amostra	Réplica	Nº final de animais por réplica		Mortalidade total (%)	Resultado
		Mortos	Total		
Controle	1	2	20	5	-
	2	0	20		
	3	1	20		
ARM 33 Berço	1	0	20	0	Não Tóxico
	2	0	20		
	3	0	20		
ARM 33 Acesso	1	0	20	0	Não Tóxico
	2	0	20		
	3	0	20		

De acordo com o tratamento estatístico aplicado, foi verificado que as amostras de sedimento de superfície, do berço do Cais do Armazém 33 e da área de acesso ao berço de atracação, não apresentaram toxicidade aguda para *L. plumulosus*, em comparação com o controle, após 10 dias de exposição.

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 essa espécie (USEPA, 2001).

A sensibilidade dos indivíduos de *L. plumulosus* 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} ; 96h) e respectivo intervalo de confiança obtidos foram: 0,68 mg Zn/L (I.C.: 0,62 a 0,75 mg Zn/L). A carta-controle de sensibilidade desse sistema-teste, utilizando dados acumulados de vários testes, indica 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.

- **COTA DE PROJETO**

- Berço: 11,70 metros
 - Amostra: ARM 33 B 11,20-11,70/02
- Acesso: 11,70 metros

A. Granulometria

A composição granulométrica do sedimento da cota de projeto (ARM 33 B 11,20-11,70/02) amostrado no berço do Cais do Armazém 33 está apresentada na Figura 3.42-4, e na Tabela 3.42-10.

Os resultados granulométricos mostraram predominância das frações silte (47,1%), argila (35,6%) e areia muito fina (15,0%), e em menores porcentagens foram encontradas as frações areia fina (1,59%), areia média (0,327%) e areia grossa (0,182%). A fração areia muito grossa apresentou valor abaixo de 0,10%.

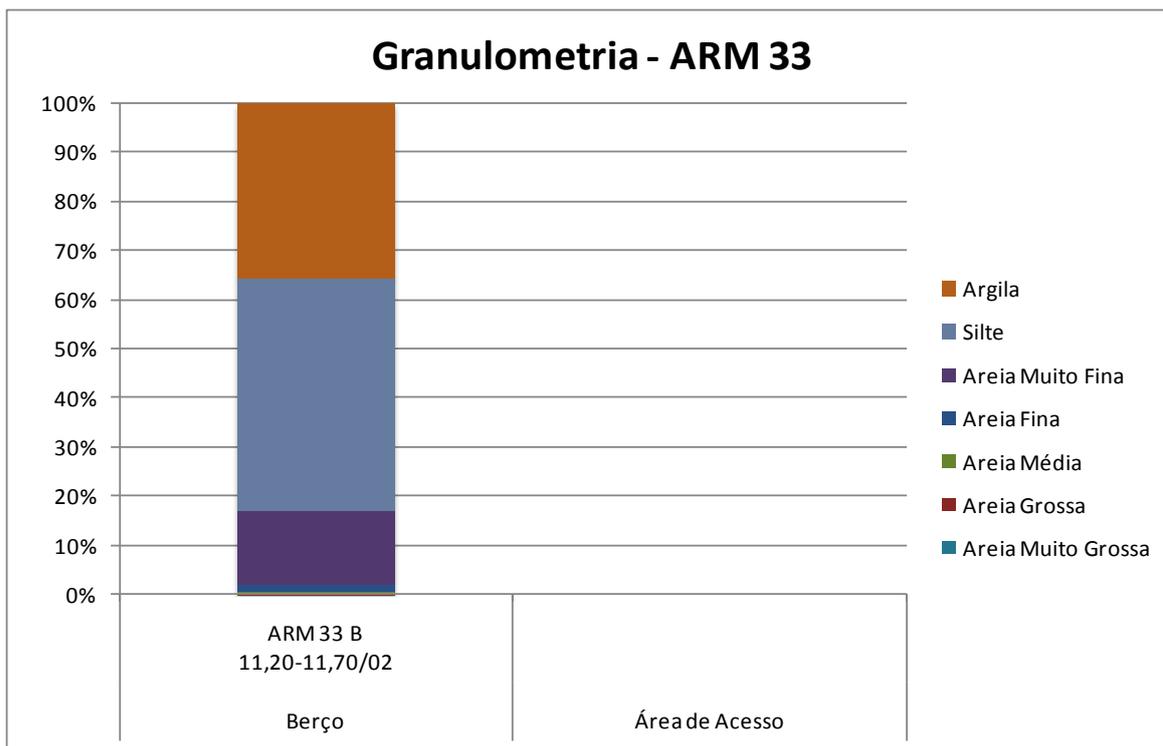


Figura 3.42-4. Composição granulométrica do sedimento da cota de projeto, coletado no berço de atracação do Cais do Armazém 33.

Tabela 3.42-10. Composição granulométrica do sedimento da cota de projeto, coletado no berço de atracação do Cais do Armazém 33.

Granulometria		
Fração	Unidade	Berço
		ARM 33 B 11,20-11,70/02
Argila	%	35,6
Silte	%	47,1
Areia Muito Fina	%	15
Areia Fina	%	1,59
Areia Média	%	0,327
Areia Grossa	%	0,182
Areia Muito Grossa	%	<0,10
Areia Total	%	17,2

B. Parâmetros Químicos

Metais e Arsênio

Os resultados das análises dos metais na amostra de sedimento da cota de projeto, coletada no berço do Cais do Armazém 33, estão apresentados na Tabela 3.42-11.

Dentre os parâmetros químicos analisados no sedimento, arsênio, cádmio e mercúrio registraram concentrações abaixo do limite de quantificação do método.

Os metais chumbo, cobre, cromo, níquel e zinco foram quantificados na amostra de sedimento da cota de projeto, entretanto, nenhum destes elementos apresentou concentração acima do nível 1 da Resolução Conama 344/04 (Brasil, 2004).

A Figura 3.42-5 apresenta a concentração de alguns metais analisados no sedimento da cota de projeto, coletado no berço do Cais do Armazém 33.

Hidrocarbonetos Policíclicos Aromáticos (HPAs)

Todos os HPAs analisados no sedimento da cota de projeto, coletado no berço do Armazém 33, apresentaram valores abaixo do limite de quantificação do método (Tabela 3.42-12).

Bifenilas Policloradas (PCBs)

Os PCBs totais apresentaram concentrações inferiores aos limites de quantificação do método na amostra de sedimento da cota de projeto, enquadrando-se, portanto, nos valores de referência estabelecidos pela Resolução Conama 344/04 (Brasil, 2004) (Tabela 3.42-13).

Pesticidas Organoclorados

Assim como para os PCBs totais, os pesticidas organoclorados apresentaram, na amostra de sedimento da cota de projeto, concentrações inferiores aos limites de quantificação do método (Tabela 3.42-14). Nenhuma das amostras analisadas, portanto, apresentou-se fora dos limites estabelecidos pela resolução citada.

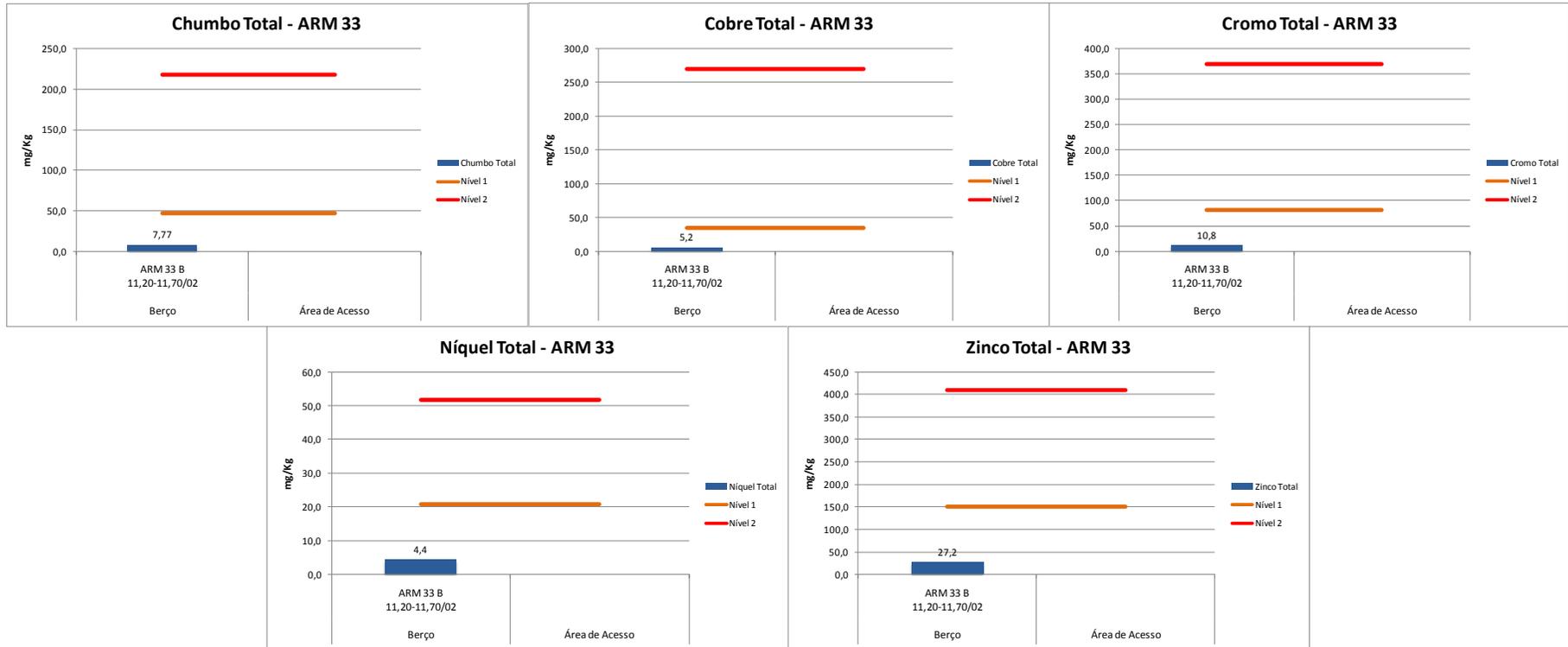


Figura 3.42-5. Concentração de alguns metais analisados na amostra de sedimento da cota de projeto, coletada no berço do Cais do Armazém 33.

Tabela 3.42-11. Concentrações de metais e arsênio total na amostra de sedimento da cota de projeto, coletada no berço do Cais do Armazém 33.

Metais e Arsênio				
Parâmetros	Unidade	Resolução		Berço
		CONAMA 344/04		ARM 33 B
		Nível 1	Nível 2	11,20-11,70/02
Arsênio Total	mg/kg	8,2	70,0	< 0,758
Cádmio Total	mg/kg	1,2	9,6	< 0,505
Chumbo Total	mg/kg	46,7	218,0	7,77
Cobre Total	mg/kg	34,0	270,0	5,2
Cromo Total	mg/kg	81,0	370,0	10,8
Mercurio Total	mg/kg	0,15	0,71	< 0,0606
Níquel Total	mg/kg	20,9	51,6	4,4
Zinco Total	mg/kg	150,0	410,0	27,2

Tabela 3.42-12. Concentrações de HPAs na amostra de sedimento da cota de projeto, coletada no berço do Cais do Armazém 33.

Hidrocarbonetos Policíclicos Aromáticos ou HPAs				
Parâmetros	Unidade	Resolução		Berço
		CONAMA 344/04		ARM 33 B
		Nível 1	Nível 2	11,20-11,70/02
Benzo(a)antraceno	µg/kg	74,8	693,0	< 6,06
Benzo(a)pireno	µg/kg	88,8	763,0	< 6,06
Criseno	µg/kg	108,0	846,0	< 6,06
Dibenzo(a,h)antraceno	µg/kg	6,2	135,0	< 6,06
Acenafteno	µg/kg	16,0	500,0	< 6,06
Acenaftileno	µg/kg	44,0	640,0	< 6,06
Antraceno	µg/kg	85,3	1100,0	< 6,06
Fenantreno	µg/kg	240,0	1500,0	< 6,06
Fluoranteno	µg/kg	600,0	5100,0	< 6,06
Fluoreno	µg/kg	19,0	540,0	< 6,06
2-Metilnaftaleno	µg/kg	70,0	670,0	< 6,06
Naftaleno	µg/kg	160,0	2100,0	< 6,06
Pireno	µg/kg	665,0	2600,0	< 6,06

Tabela 3.42-13. Concentrações de PCBs na amostra de sedimento da cota de projeto, coletada no berço do Cais do Armazém 33.

Bifenilas Policloradas ou PCBs				
Parâmetros	Unidade	Resolução		Berço
		CONAMA 344/04		ARM 33 B
		Nível 1	Nível 2	11,20-11,70/02
Bifenilas Policloradas Totais	µg/kg	22,7	180	< 0,121

Tabela 3.42-14. Concentrações de Pesticidas Organoclorados na amostra da cota de projeto, coletada no berço do Cais do Armazém 33.

Pesticidas Organoclorados				
Parâmetros	Unidade	Resolução		Berço
		CONAMA 344/04		ARM 33 B
		Nível 1	Nível 2	11,20-11,70/02
a-BHC	µg/kg	0,32	0,99	< 0,121
b-BHC	µg/kg	0,32	0,99	< 0,121
d-BHC	µg/kg	0,32	0,99	< 0,121
g-BHC	µg/kg	0,32	0,99	< 0,121
a-Clordano	µg/kg	2,26	4,79	< 0,121
g-Clordano	µg/kg	2,26	4,79	< 0,121
DDD	µg/kg	1,22	7,81	< 0,121
DDE	µg/kg	2,07	374	< 0,121
DDT	µg/kg	1,19	4,77	< 0,121
Dieldrin	µg/kg	0,71	4,3	< 0,121
Endrin	µg/kg	2,67	62,4	< 0,121

Outros Parâmetros

Os parâmetros carbono orgânico total (COT), fósforo total e nitrogênio kjeldahl total (NKT) foram quantificados na amostra de sedimento da cota de projeto, entretanto apresentaram concentrações abaixo do valor alerta estabelecido pela Resolução Conama 344/04 (Brasil, 2004) (Tabela 3.42-15).

A Figura 3.42-6 apresenta a concentração de COT, fósforo total e NKT analisados no sedimento da cota de projeto, coletado no berço do Cais do Armazém 33.

Tabela 3.42-15. Concentrações de COT, fósforo total e NKT na amostra da cota de projeto, coletada no berço do Cais do Armazém 33.

Outros Parâmetros			
Parâmetros	Unidade	Resolução	Berço
			CONAMA 344/04
			ARM 33 B
			11,20-11,70/02
Carbono Orgânico Total	%	10	2,37
Fósforo Total	mg/kg	2000	243,1
Nitrogênio Kjeldahl Total	mg/kg	4800	556,9

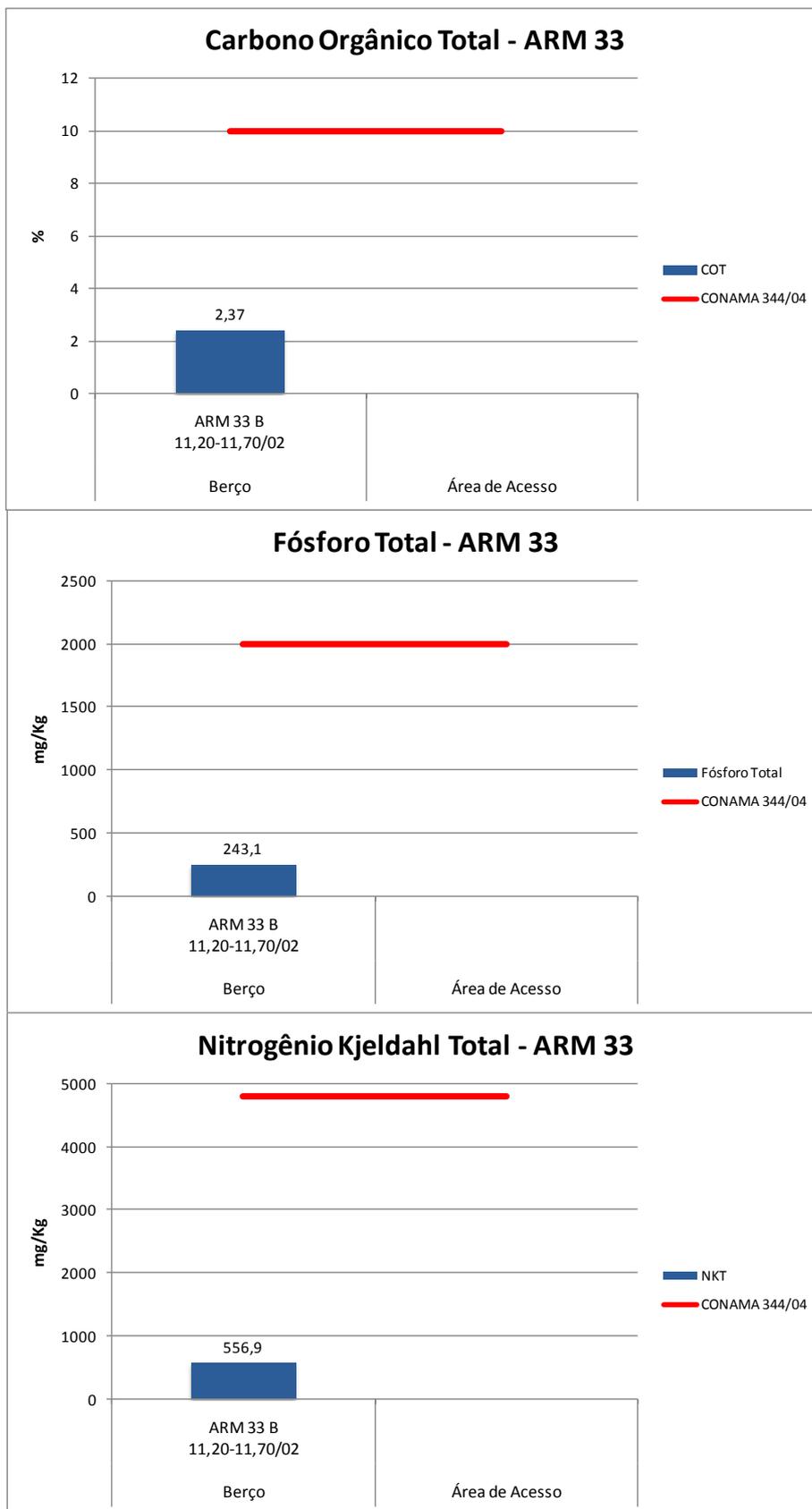


Figura 3.42-6. Concentrações de COT, fósforo total e NKT analisados na amostra de sedimento da cota de projeto, coletada no berço do Cais do Armazém 33.

3.43. CAIS DO ARMAZÉM 33/34 (ARM 33/34)

- **SUPERFÍCIE**

A. Granulometria

A composição granulométrica do sedimento de superfície amostrado no berço e acesso ao berço de atracação do Cais do Armazém 33/34 está apresentada na Figura 3.43-1, e na Tabela 3.43-1.

Os resultados granulométricos mostraram predominância das frações silte (51,8%) e argila (26,7%), no sedimento coletado no berço do Cais do Armazém 33/34, e em menores porcentagens foram encontradas as frações areia muito fina (15,5%), areia fina (5,55%) e areia média (0,357%). As frações areia grossa e areia muito grossa apresentaram valores abaixo de 0,10%.

No acesso ao berço de atracação as frações predominantes foram silte (43,8%), argila (25,9%) e areia muito fina (20,7%), seguido pelas frações areia fina (8,92%) e areia média (0,394%). As frações areia grossa e areia muito grossa apresentaram valores abaixo de 0,10%.

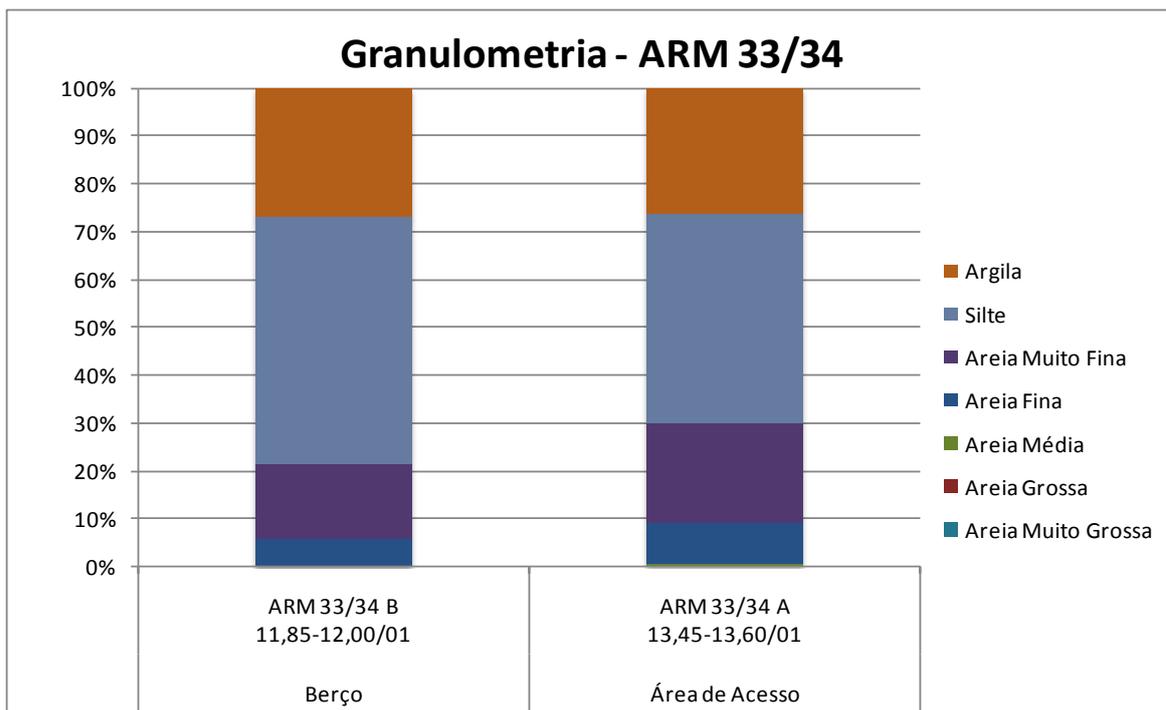


Figura 3.43-1. Composição granulométrica do sedimento de superfície do berço e área de acesso ao berço de atracação do Cais do Armazém 33/34.

Tabela 3.43-1. Composição granulométrica do sedimento de superfície do berço e área de acesso ao berço de atracação do Cais do Armazém 33/34.

Granulometria			
Fração	Unidade	Berço	Área de Acesso
		ARM 33/34 B 11,85-12,00/01	ARM 33/34 A 13,45-13,60/01
Argila	%	26,7	25,9
Silte	%	51,8	43,8
Areia Muito Fina	%	15,5	20,7
Areia Fina	%	5,55	8,92
Areia Média	%	0,357	0,394
Areia Grossa	%	<0,10	<0,10
Areia Muito Grossa	%	<0,10	<0,10
Areia Total	%	21,4	30

B. Parâmetros Químicos

Metais e Arsênio

Os resultados das análises dos metais nas amostras de sedimento de superfície coletadas no berço e acesso ao berço de atracação do Cais do Armazém 33/34 estão apresentados na Tabela 3.43-2.

Dentre os parâmetros químicos, analisados no sedimento de superfície, arsênio, cádmio e mercúrio registraram concentrações abaixo do limite de quantificação (<LQ) tanto no berço quanto na sua área de acesso.

Os metais chumbo, cobre, cromo, níquel e zinco foram quantificados nas amostras, de sedimento de superfície, coletadas tanto no berço quanto na sua área de acesso. Entretanto, nenhum destes elementos apresentou concentração acima do nível 1 da Resolução Conama 344/04 (Brasil, 2004).

A Figura 3.43-2 apresenta a concentração de alguns metais analisados no sedimento de superfície coletados no berço do Cais do Armazém 33/34 e na sua referida área de acesso.

Hidrocarbonetos Policíclicos Aromáticos (HPAs)

Todos os HPAs, coletados no berço do Cais do Armazém 33/34 e na sua área de acesso, apresentaram valores abaixo do limite de quantificação (<LQ) do método (Tabela 3.43-3).

Bifenilas Policloradas (PCBs)

Os PCBs totais apresentaram concentrações inferiores aos limites de quantificação do método, tanto no berço quanto na sua área de acesso, enquadrando-se, portanto, nos valores de referência estabelecidos pela Resolução Conama 344/04 (Brasil, 2004) (Tabela 3.43-4).

Pesticidas Organoclorados

Assim como para os PCBs totais, os pesticidas organoclorados apresentaram, tanto no berço quanto na sua área de acesso, concentrações inferiores aos limites de quantificação do método (Tabela 3.43-5). Nenhuma das amostras analisadas, portanto, apresentou-se fora dos limites estabelecidos pela resolução citada.

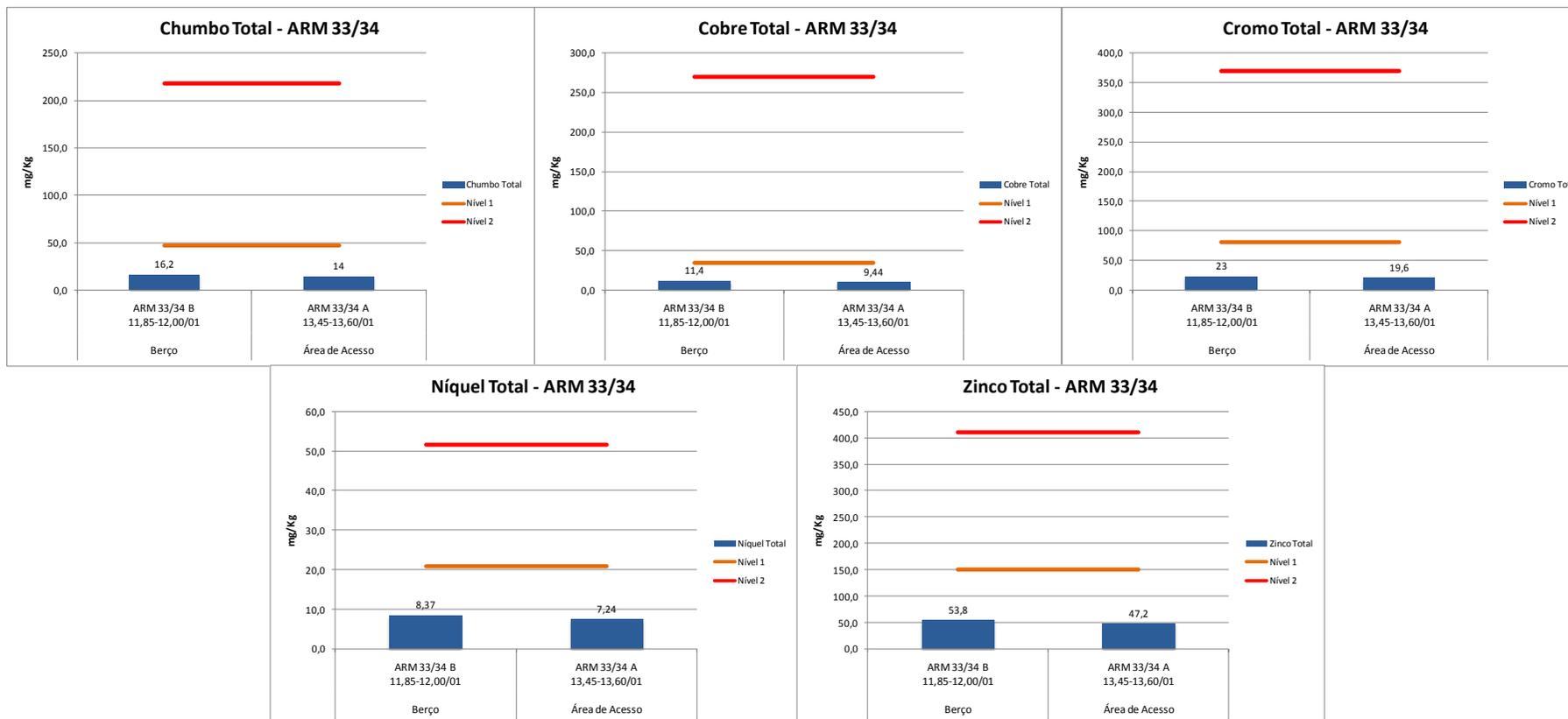


Figura 3.43-2. Concentração de alguns metais analisados nas amostras de sedimento de superfície coletadas no berço do Cais do Armazém 33/34 e na sua referida área de acesso.

Tabela 3.43-2. Concentrações de metais e arsênio total nas amostras de sedimento de superfície coletadas no berço e acesso ao berço de atracação do Cais do Armazém 33/34.

Metais e Arsênio					
Parâmetros	Unidade	Resolução		Berço	Área de Acesso
		CONAMA 344/04		ARM 33/34 B	ARM 33/34 A
		Nível 1	Nível 2	11,85-12,00/01	13,45-13,60/01
Arsênio Total	mg/kg	8,2	70,0	< 1,04	< 1,07
Cádmio Total	mg/kg	1,2	9,6	< 0,693	< 0,712
Chumbo Total	mg/kg	46,7	218,0	16,2	14
Cobre Total	mg/kg	34,0	270,0	11,4	9,44
Cromo Total	mg/kg	81,0	370,0	23	19,6
Mercúrio Total	mg/kg	0,15	0,71	< 0,0831	< 0,0855
Níquel Total	mg/kg	20,9	51,6	8,37	7,24
Zinco Total	mg/kg	150,0	410,0	53,8	47,2

Tabela 3.43-3. Concentrações de HPAs nas amostras de sedimento de superfície coletadas no berço e acesso ao berço de atracação do Cais do Armazém 33/34.

Hidrocarbonetos Policíclicos Aromáticos ou HPAs					
Parâmetros	Unidade	Resolução		Berço	Área de Acesso
		CONAMA 344/04		ARM 33/34 B	ARM 33/34 A
		Nível 1	Nível 2	11,85-12,00/01	13,45-13,60/01
Benzo(a)antraceno	µg/kg	74,8	693,0	< 8,31	< 8,55
Benzo(a)pireno	µg/kg	88,8	763,0	< 8,31	< 8,55
Criseno	µg/kg	108,0	846,0	< 8,31	< 8,55
Dibenzo(a,h)antraceno	µg/kg	6,2	135,0	< 8,31	< 8,55
Acenafteno	µg/kg	16,0	500,0	< 8,31	< 8,55
Acenaftileno	µg/kg	44,0	640,0	< 8,31	< 8,55
Antraceno	µg/kg	85,3	1100,0	< 8,31	< 8,55
Fenantreno	µg/kg	240,0	1500,0	< 8,31	< 8,55
Fluoranteno	µg/kg	600,0	5100,0	< 8,31	< 8,55
Fluoreno	µg/kg	19,0	540,0	< 8,31	< 8,55
2-Metilnaftaleno	µg/kg	70,0	670,0	< 8,31	< 8,55
Naftaleno	µg/kg	160,0	2100,0	< 8,31	< 8,55
Pireno	µg/kg	665,0	2600,0	< 8,31	< 8,55

Tabela 3.43-4. Concentrações de PCBs nas amostras de sedimento de superfície coletadas no berço e acesso ao berço de atracação do Cais do Armazém 33/34.

Bifenilas Policloradas ou PCBs					
Parâmetros	Unidade	Resolução		Berço	Área de Acesso
		CONAMA 344/04		ARM 33/34 B	ARM 33/34 A
		Nível 1	Nível 2	11,85-12,00/01	13,45-13,60/01
Bifenilas Policloradas Totais	µg/kg	22,7	180	< 0,166	< 0,171

Tabela 3.43-5. Concentrações de Pesticidas Organoclorados nas amostras de sedimento de superfície coletadas no berço e acesso ao berço de atracação do Cais do Armazém 33/34.

Pesticidas Organoclorados					
Parâmetros	Unidade	Resolução		Berço	Área de Acesso
		CONAMA 344/04		ARM 33/34 B	ARM 33/34 A
		Nível 1	Nível 2	11,85-12,00/01	13,45-13,60/01
a-BHC	µg/kg	0,32	0,99	< 0,166	< 0,171
b-BHC	µg/kg	0,32	0,99	< 0,166	< 0,171
d-BHC	µg/kg	0,32	0,99	< 0,166	< 0,171
g-BHC	µg/kg	0,32	0,99	< 0,166	< 0,171
a-Clordano	µg/kg	2,26	4,79	< 0,166	< 0,171
g-Clordano	µg/kg	2,26	4,79	< 0,166	< 0,171
DDD	µg/kg	1,22	7,81	< 0,166	< 0,171
DDE	µg/kg	2,07	374	< 0,166	< 0,171
DDT	µg/kg	1,19	4,77	< 0,166	< 0,171
Dieldrin	µg/kg	0,71	4,3	< 0,166	< 0,171
Endrin	µg/kg	2,67	62,4	< 0,166	< 0,171

Outros Parâmetros

Os parâmetros carbono orgânico total (COT), fósforo total e nitrogênio kjeldahl total (NKT) foram quantificados nas amostras de sedimento de superfície, tanto no berço quanto na área de acesso ao berço de atracação, entretanto apresentaram concentrações abaixo do valor alerta estabelecido pela Resolução Conama 344/04 (Brasil, 2004) (Tabela 3.43-6).

A Figura 3.43-3 apresenta a concentração de COT, fósforo total e NKT analisados no sedimento de superfície coletados no berço do Cais do Armazém 33/34 e na sua referida área de acesso.

Tabela 3.43-6. Concentrações de COT, fósforo total e NKT nas amostras de sedimento coletadas no berço e acesso ao berço de atracação do Cais do Armazém 33/34.

Outros Parâmetros						
Parâmetros	Unidade	Resolução	Berço	Área de Acesso		
			CONAMA 344/04		ARM 33/34 B	ARM 33/34 A
			10	2000	11,85-12,00/01	13,45-13,60/01
Carbono Orgânico Total	%	10	3,85	3,02		
Fósforo Total	mg/kg	2000	396,1	358,6		
Nitrogênio Kjeldahl Total	mg/kg	4800	756,5	719,5		

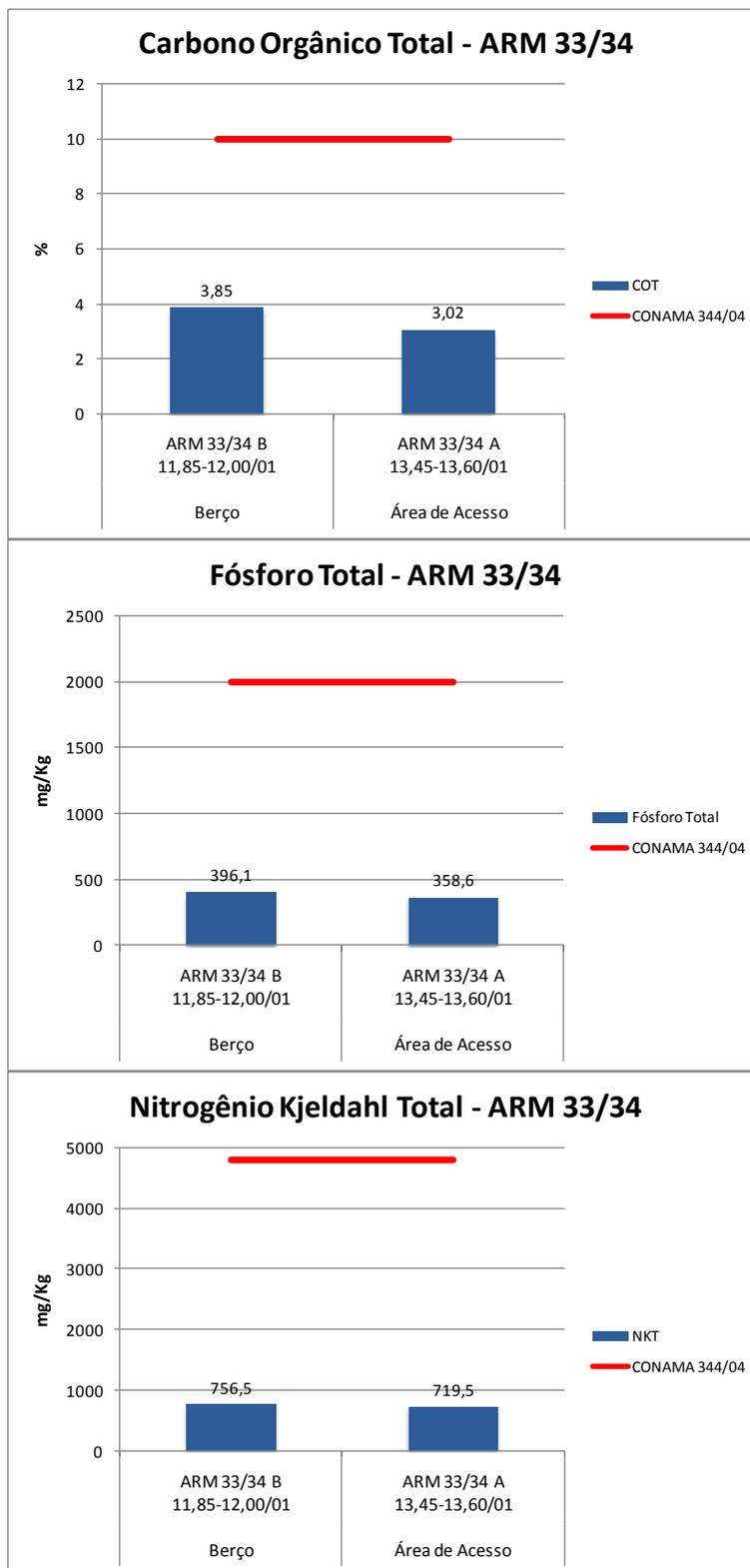


Figura 3.43-3. Concentrações de COT, fósforo total e NKT analisados nas amostras de sedimento de superfície coletadas no berço e acesso ao berço de atracação do Cais do Armazém 33/34.

C. Análise Ecotoxicológica

Teste de Toxicidade Aguda com *Leptocheirus plumulosus*

A análise Ecotoxicológica com o anfípoda *L. plumulosus* foi realizada com amostra de sedimento de superfície tanto do berço do Cais do Armazém 33/34 quanto da área de acesso ao berço de atracação.

Os parâmetros físicos e químicos, como pH, salinidade (‰) e oxigênio dissolvido (mg/L), medidos na água de interface no início e fim do teste de toxicidade aguda estão apresentados na Tabela 3.43-7. Já as análises de pH, salinidade (‰), oxigênio dissolvido (mg/L), temperatura (°C), nitrogênio amoniacal (mg/L) e amônia não ionizada (NH₃ - mg/L), efetuadas na água intersticial dos sedimentos no início e fim do teste, estão apresentados na Tabela 3.43-8.

Paralelamente aos testes com as amostras coletadas foi realizado um controle laboratorial. Os resultados obtidos para esse controle também se encontram nas tabelas a seguir.

Tabela 3.43-7. Parâmetros físicos e químicos medidos na água de interface, no início e fim do teste de toxicidade aguda com *L. plumulosus*, para as amostras de sedimento de superfície do berço e área de acesso ao berço do Cais do Armazém 33/34.

Amostra	pH		Salinidade (‰)		Oxigênio Dissolvido (mg/L)	
	Inicial	Final	Inicial	Final	Inicial	Final
Controle	7,79	7,97	20	22	6,47	6,67
ARM 33/34 Berço	7,78	8,38	21	22	5,00	6,40
ARM 33/34 Acesso	7,95	8,41	21	23	5,01	6,50

Tabela 3.43-8. Parâmetros físicos e químicos medidos na água intersticial, no início e fim do teste de toxicidade aguda com *L. plumulosus*, para as amostras de sedimento de superfície do berço e área de acesso ao berço do Cais do Armazém 33/34.

Amostra	pH		Salinidade (‰)		Oxigênio Dissolvido (mg/L)		Temperatura (°C)		Nitrogênio amoniacal (mg/L)		Amônia não ionizada (mg/L)	
	Inicial	Final	Inicial	Final	Inicial	Final	Inicial	Final	Inicial	Final	Inicial	Final
Controle	7,88	7,90	25	22	6,22	5,81	24,2	24,8	3,00	-	0,100	-
ARM 33/34 Berço	7,67	7,40	34	25	4,65	4,56	24,2	24,8	42,50	-	0,849	-
ARM 33/34 Acesso	7,76	7,30	35	25	5,01	4,31	24,2	24,8	27,50	-	0,673	-

A Tabela 3.43-9 apresenta os resultados do teste de toxicidade aguda com *L. plumulosus* nas amostras de sedimento de superfície do Cais do Armazém 33/34. Os valores obtidos estão dentro da faixa estabelecida para a aceitação dos resultados.

Tabela 3.43-9. Efeito tóxico observado nos testes de toxicidade aguda com *L. plumulosus* para as amostras de sedimento de superfície, do berço e área de acesso ao berço do Cais do Armazém 33/34, em cada réplica após o período de exposição.

Amostra	Réplica	Nº final de animais por réplica		Mortalidade total (%)	Resultado
		Mortos	Total		
Controle	1	2	20	5	-
	2	0	20		
	3	1	20		
ARM 33/34 Berço	1	0	20	7	Não Tóxico
	2	0	20		
	3	4	20		
ARM 33/34 Acesso	1	2	20	10	Não Tóxico
	2	4	20		
	3	0	20		

De acordo com o tratamento estatístico aplicado, foi verificado que as amostras de sedimento de superfície, do berço do Cais do Armazém 33/34 e da área de acesso ao berço de atracação, não apresentaram toxicidade aguda para *L. plumulosus*, em comparação com o controle, após 10 dias de exposição.

Quanto à concentração de amônia não ionizada da água intersticial no início do teste, o valor da amostra de sedimento de superfície do berço esteve acima do limite de 0,8 mg/L que, isoladamente, pode causar efeito tóxico para *Leptocheirus plumulosus* (USEPA, 2001), entretanto, tal efeito não foi observado.

A sensibilidade dos indivíduos de *L. plumulosus* 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} ; 96h) e respectivo intervalo de confiança obtidos foram: 0,68 mg Zn/L (I.C.: 0,62 a 0,75 mg Zn/L). A carta-controle de sensibilidade desse sistema-teste, utilizando dados acumulados de vários testes, indica 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.

3.44. CAIS DO ARMAZÉM 34 (ARM 34)

- **SUPERFÍCIE**

A. Granulometria

A composição granulométrica do sedimento de superfície amostrado no berço e acesso ao berço de atracação do Cais do Armazém 34 está apresentada na Figura 3.44-1, e na Tabela 3.44-1.

Os resultados granulométricos mostraram predominância das frações silte (55,6%) e argila (23,0%), no sedimento coletado no berço do Cais do Armazém 34, e em menores porcentagens foram encontradas as frações areia muito fina (14,8%), areia fina (6,32%) e areia média (0,148%). As frações areia grossa e areia muito grossa apresentaram valores abaixo de 0,10%.

No acesso ao berço de atracação a fração dominante foi o silte (64,8%), seguido pelas frações argila (17,0%), areia muito fina (12,1%), areia fina (5,67%) e areia média (0,115%). As frações areia grossa e areia muito grossa apresentaram valores abaixo de 0,10%.

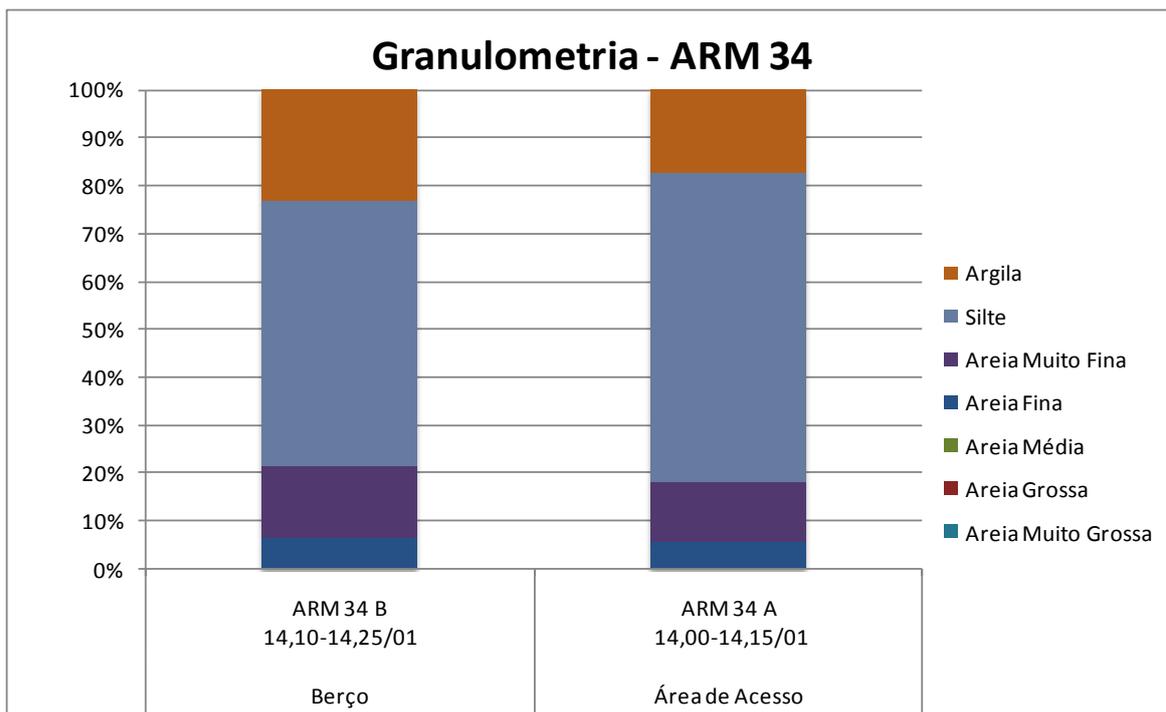


Figura 3.44-1. Composição granulométrica do sedimento de superfície do berço e área de acesso ao berço de atracação do Cais do Armazém 34.

Tabela 3.44-1. Composição granulométrica do sedimento de superfície do berço e área de acesso ao berço de atracação do Cais do Armazém 34.

Granulometria			
Fração	Unidade	Berço	Área de Acesso
		ARM 34 B 14,10-14,25/01	ARM 34 A 14,00-14,15/01
Argila	%	23	17
Silte	%	55,6	64,8
Areia Muito Fina	%	14,8	12,1
Areia Fina	%	6,32	5,67
Areia Média	%	0,148	0,115
Areia Grossa	%	<0,10	<0,10
Areia Muito Grossa	%	<0,10	<0,10
Areia Total	%	21,3	17,9

B. Parâmetros Químicos

Metais e Arsênio

Os resultados das análises dos metais nas amostras de sedimento de superfície coletadas no berço e acesso ao berço de atracação do Cais do Armazém 34 estão apresentados na Tabela 3.44-2.

Dentre os parâmetros químicos, analisados no sedimento de superfície, arsênio, cádmio e mercúrio registraram concentrações abaixo do limite de quantificação (<LQ) tanto no berço quanto na sua área de acesso.

Os metais chumbo, cobre, cromo, níquel e zinco foram quantificados nas amostras, de sedimento de superfície, coletadas tanto no berço quanto na sua área de acesso. Entretanto, nenhum destes elementos apresentou concentração acima do nível 1 da Resolução Conama 344/04 (Brasil, 2004).

A Figura 3.44-2 apresenta a concentração de alguns metais analisados no sedimento de superfície coletados no berço do Cais do Armazém 34 e na sua referida área de acesso.

Hidrocarbonetos Policíclicos Aromáticos (HPAs)

Todos os HPAs, coletados no berço do Cais do Armazém 34 e na sua área de acesso, apresentaram valores abaixo do limite de quantificação (<LQ) do método (Tabela 3.44-3).

Bifenilas Policloradas (PCBs)

Os PCBs totais apresentaram concentrações inferiores aos limites de quantificação do método, tanto no berço quanto na sua área de acesso, enquadrando-se, portanto, nos valores de referência estabelecidos pela Resolução Conama 344/04 (Brasil, 2004) (Tabela 3.44-4).

Pesticidas Organoclorados

Assim como para os PCBs totais, os pesticidas organoclorados apresentaram, tanto no berço quanto na sua área de acesso, concentrações inferiores aos limites de quantificação do método (Tabela 3.44-5). Nenhuma das amostras analisadas, portanto, apresentou-se fora dos limites estabelecidos pela resolução citada.

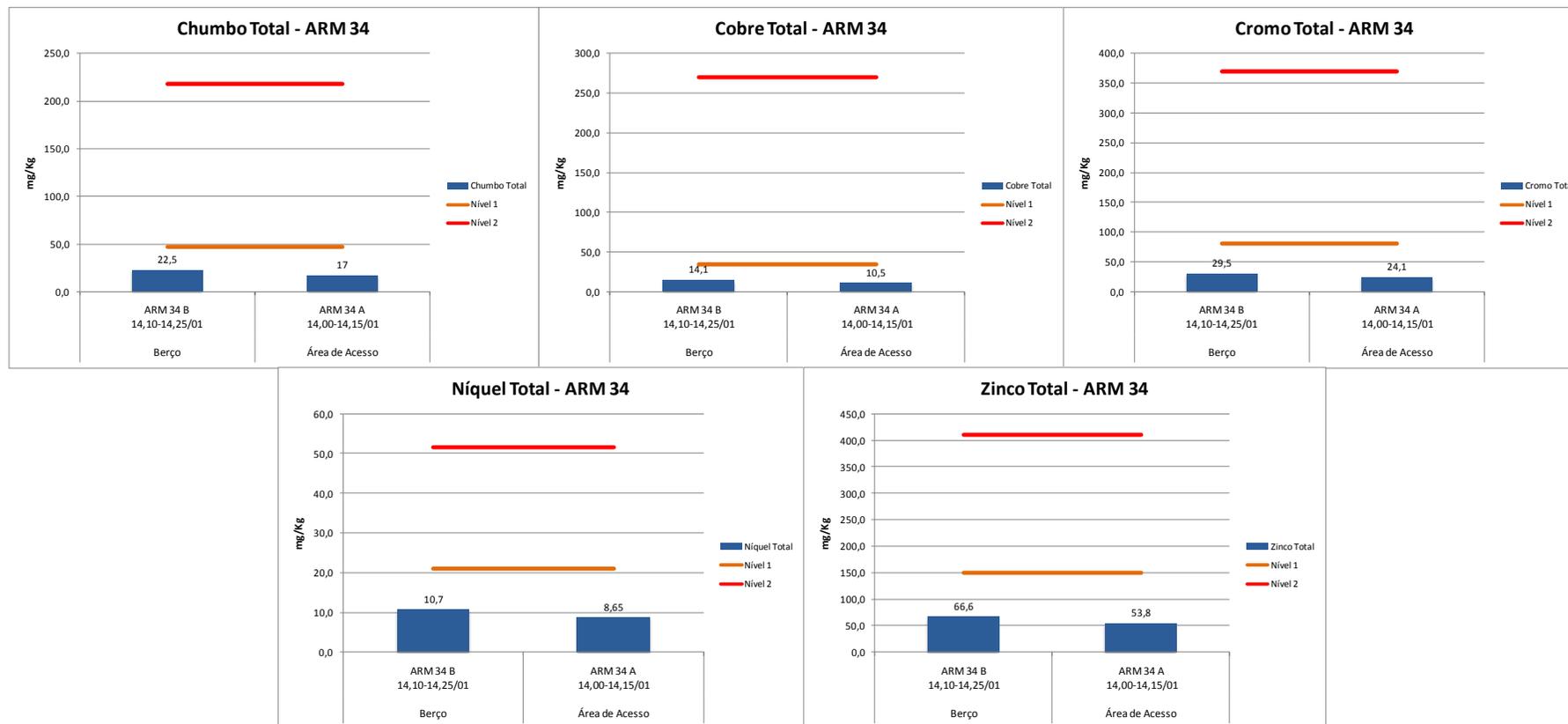


Figura 3.44-2. Concentração de alguns metais analisados nas amostras de sedimento de superfície coletadas no berço do Cais do Armazém 34 e na sua referida área de acesso.

Tabela 3.44-2. Concentrações de metais e arsênio total nas amostras de sedimento de superfície coletadas no berço e acesso ao berço de atracação do Cais do Armazém 34.

Metais e Arsênio					
Parâmetros	Unidade	Resolução		Berço	Área de Acesso
		CONAMA 344/04		ARM 34 B	ARM 34 A
		Nível 1	Nível 2	14,10-14,25/01	14,00-14,15/01
Arsênio Total	mg/kg	8,2	70,0	< 1,20	< 1,04
Cádmio Total	mg/kg	1,2	9,6	< 0,801	< 0,694
Chumbo Total	mg/kg	46,7	218,0	22,5	17
Cobre Total	mg/kg	34,0	270,0	14,1	10,5
Cromo Total	mg/kg	81,0	370,0	29,5	24,1
Mercúrio Total	mg/kg	0,15	0,71	< 0,0962	< 0,0833
Níquel Total	mg/kg	20,9	51,6	10,7	8,65
Zinco Total	mg/kg	150,0	410,0	66,6	53,8

Tabela 3.44-3. Concentrações de HPAs nas amostras de sedimento de superfície coletadas no berço e acesso ao berço de atracação do Cais do Armazém 34.

Hidrocarbonetos Policíclicos Aromáticos ou HPAs					
Parâmetros	Unidade	Resolução		Berço	Área de Acesso
		CONAMA 344/04		ARM 34 B	ARM 34 A
		Nível 1	Nível 2	14,10-14,25/01	14,00-14,15/01
Benzo(a)antraceno	µg/kg	74,8	693,0	< 9,62	< 8,33
Benzo(a)pireno	µg/kg	88,8	763,0	< 9,62	< 8,33
Criseno	µg/kg	108,0	846,0	< 9,62	< 8,33
Dibenzo(a,h)antraceno	µg/kg	6,2	135,0	< 9,62	< 8,33
Acenafteno	µg/kg	16,0	500,0	< 9,62	< 8,33
Acenaftileno	µg/kg	44,0	640,0	< 9,62	< 8,33
Antraceno	µg/kg	85,3	1100,0	< 9,62	< 8,33
Fenantreno	µg/kg	240,0	1500,0	< 9,62	< 8,33
Fluoranteno	µg/kg	600,0	5100,0	< 9,62	< 8,33
Fluoreno	µg/kg	19,0	540,0	< 9,62	< 8,33
2-Metilnaftaleno	µg/kg	70,0	670,0	< 9,62	< 8,33
Naftaleno	µg/kg	160,0	2100,0	< 9,62	< 8,33
Pireno	µg/kg	665,0	2600,0	< 9,62	< 8,33

Tabela 3.44-4. Concentrações de PCBs nas amostras de sedimento de superfície coletadas no berço e acesso ao berço de atracação do Cais do Armazém 34.

Bifenilas Policloradas ou PCBs					
Parâmetros	Unidade	Resolução		Berço	Área de Acesso
		CONAMA 344/04		ARM 34 B	ARM 34 A
		Nível 1	Nível 2	14,10-14,25/01	14,00-14,15/01
Bifenilas Policloradas Totais	µg/kg	22,7	180	< 0,192	< 0,167

Tabela 3.44-5. Concentrações de Pesticidas Organoclorados nas amostras de sedimento de superfície coletadas no berço e acesso ao berço de atracação do Cais do Armazém 34.

Pesticidas Organoclorados					
Parâmetros	Unidade	Resolução CONAMA 344/04		Berço	Área de Acesso
		Nível 1	Nível 2	ARM 34 B 14,10-14,25/01	ARM 34 A 14,00-14,15/01
a-BHC	µg/kg	0,32	0,99	< 0,192	< 0,167
b-BHC	µg/kg	0,32	0,99	< 0,192	< 0,167
d-BHC	µg/kg	0,32	0,99	< 0,192	< 0,167
g-BHC	µg/kg	0,32	0,99	< 0,192	< 0,167
a-Clordano	µg/kg	2,26	4,79	< 0,192	< 0,167
g-Clordano	µg/kg	2,26	4,79	< 0,192	< 0,167
DDD	µg/kg	1,22	7,81	< 0,192	< 0,167
DDE	µg/kg	2,07	374	< 0,192	< 0,167
DDT	µg/kg	1,19	4,77	< 0,192	< 0,167
Dieldrin	µg/kg	0,71	4,3	< 0,192	< 0,167
Endrin	µg/kg	2,67	62,4	< 0,192	< 0,167

Outros Parâmetros

Os parâmetros carbono orgânico total (COT), fósforo total e nitrogênio kjeldahl total (NKT) foram quantificados nas amostras de sedimento de superfície, tanto no berço quanto na área de acesso ao berço de atracação, entretanto apresentaram concentrações abaixo do valor alerta estabelecido pela Resolução Conama 344/04 (Brasil, 2004) (Tabela 3.44-6).

A Figura 3.44-3 apresenta a concentração de COT, fósforo total e NKT analisados no sedimento de superfície coletados no berço do Cais do Armazém 34 e na sua referida área de acesso.

Tabela 3.44-6. Concentrações de COT, fósforo total e NKT nas amostras de sedimento coletadas no berço e acesso ao berço de atracação do Cais do Armazém 34.

Outros Parâmetros				
Parâmetros	Unidade	Resolução CONAMA 344/04	Berço	Área de Acesso
			ARM 34 B 14,10-14,25/01	ARM 34 A 14,00-14,15/01
Carbono Orgânico Total	%	10	4,38	5,24
Fósforo Total	mg/kg	2000	539,4	383,3
Nitrogênio Kjeldahl Total	mg/kg	4800	774,1	641,5

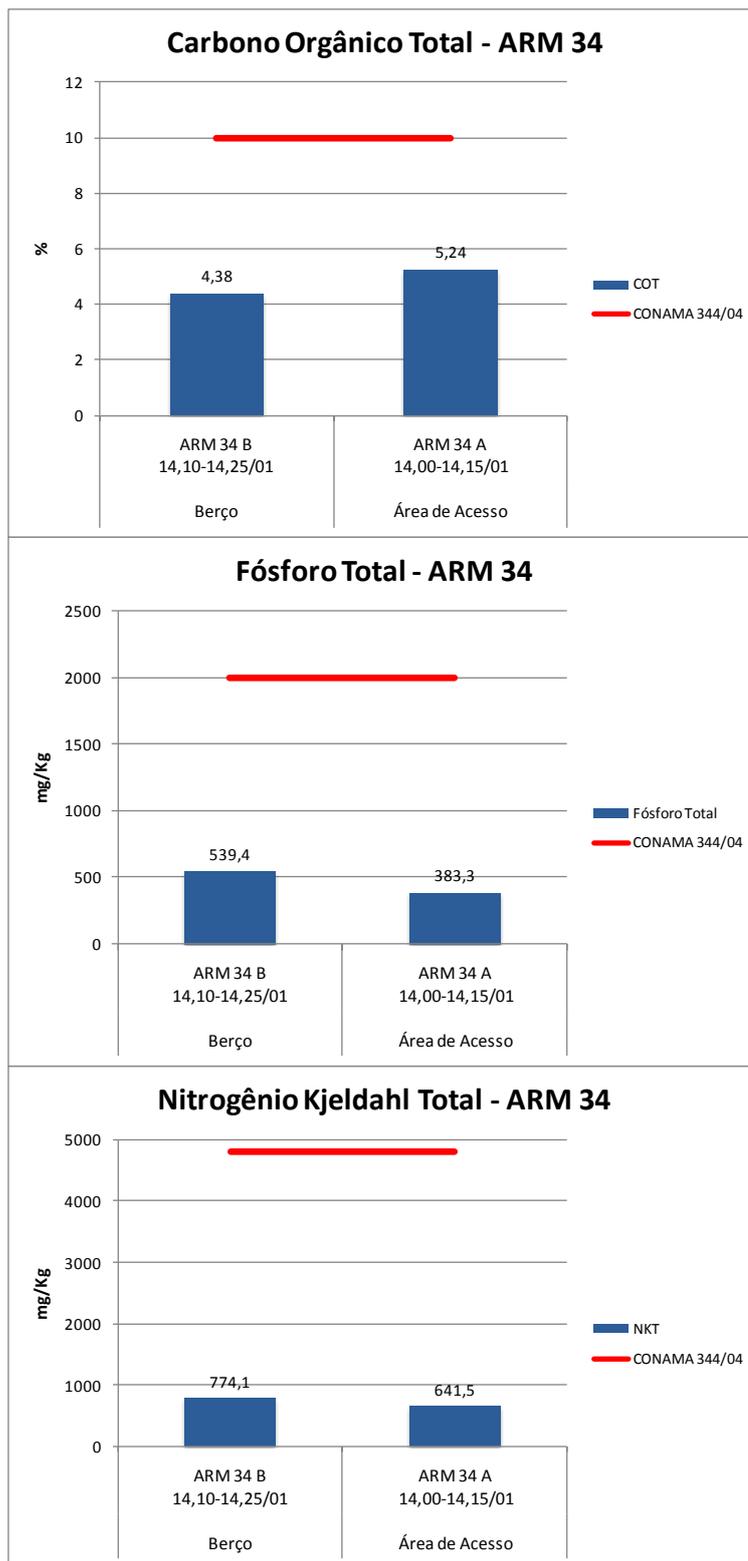


Figura 3.44-3. Concentrações de COT, fósforo total e NKT analisados nas amostras de sedimento de superfície coletadas no berço e acesso ao berço de atracação do Cais do Armazém 34.

C. Análise Ecotoxicológica

Teste de Toxicidade Aguda com *Leptocheirus plumulosus*

A análise Ecotoxicológica com o anfípoda *L. plumulosus* foi realizada com amostra de sedimento de superfície tanto do berço do Cais do Armazém 34 quanto da área de acesso ao berço de atracação.

Os parâmetros físicos e químicos, como pH, salinidade (‰) e oxigênio dissolvido (mg/L), medidos na água de interface no início e fim do teste de toxicidade aguda estão apresentados na Tabela 3.44-7. Já as análises de pH, salinidade (‰), oxigênio dissolvido (mg/L), temperatura (°C), nitrogênio amoniacal (mg/L) e amônia não ionizada (NH₃ - mg/L), efetuadas na água intersticial dos sedimentos no início e fim do teste, estão apresentados na Tabela 3.44-8.

Paralelamente aos testes com as amostras coletadas foi realizado um controle laboratorial. Os resultados obtidos para esse controle também se encontram nas tabelas a seguir.

Tabela 3.44-7. Parâmetros físicos e químicos medidos na água de interface, no início e fim do teste de toxicidade aguda com *L. plumulosus*, para as amostras de sedimento de superfície do berço e área de acesso ao berço do Cais do Armazém 34.

Amostra	pH		Salinidade (‰)		Oxigênio Dissolvido (mg/L)	
	Inicial	Final	Inicial	Final	Inicial	Final
Controle	7,79	7,97	20	22	6,47	6,67
ARM 34 Berço	7,91	8,25	21	22	5,71	6,65
ARM 34 Acesso	8,01	8,42	22	24	5,67	6,58

Tabela 3.44-8. Parâmetros físicos e químicos medidos na água intersticial, no início e fim do teste de toxicidade aguda com *L. plumulosus*, para as amostras de sedimento de superfície do berço e área de acesso ao berço do Cais do Armazém 34.

Amostra	pH		Salinidade (‰)		Oxigênio Dissolvido (mg/L)		Temperatura (°C)		Nitrogênio amoniacal (mg/L)		Amônia não ionizada (mg/L)	
	Inicial	Final	Inicial	Final	Inicial	Final	Inicial	Final	Inicial	Final	Inicial	Final
Controle	7,88	7,90	25	22	6,22	5,81	24,2	24,8	3,00	-	0,100	-
ARM 34 Berço	7,58	7,78	34	24	5,01	5,19	24,2	24,8	22,50	-	0,367	-
ARM 34 Acesso	7,78	7,64	34	26	4,94	5,30	24,2	24,8	40,00	-	1,023	-

A Tabela 3.44-9 apresenta os resultados do teste de toxicidade aguda com *L. plumulosus* nas amostras de sedimento de superfície do Cais do Armazém 34. Os valores obtidos estão dentro da faixa estabelecida para a aceitação dos resultados.

Tabela 3.44-9. Efeito tóxico observado nos testes de toxicidade aguda com *L. plumulosus* para as amostras de sedimento de superfície, do berço e área de acesso ao berço do Cais do Armazém 34, em cada réplica após o período de exposição.

Amostra	Réplica	Nº final de animais por réplica		Mortalidade total (%)	Resultado
		Mortos	Total		
Controle	1	2	20	5	-
	2	0	20		
	3	1	20		
ARM 34 Berço	1	6	20	13	Não Tóxico
	2	2	20		
	3	0	20		
ARM 34 Acesso	1	0	20	3	Não Tóxico
	2	2	20		
	3	0	20		

De acordo com o tratamento estatístico aplicado, foi verificado que as amostras de sedimento de superfície, do berço do Cais do Armazém 34 e da área de acesso ao berço de atracação, não apresentaram toxicidade aguda para *L. plumulosus*, em comparação com o controle, após 10 dias de exposição.

Quanto à concentração de amônia não ionizada da água intersticial no início do teste, o valor da amostra de sedimento de superfície do acesso esteve acima do limite de 0,8 mg/L que, isoladamente, pode causar efeito tóxico para *Leptocheirus plumulosus* (USEPA, 2001), entretanto, tal efeito não foi observado.

A sensibilidade dos indivíduos de *L. plumulosus* 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} ; 96h) e respectivo intervalo de confiança obtidos foram: 0,68 mg Zn/L (I.C.: 0,62 a 0,75 mg Zn/L). A carta-controle de sensibilidade desse sistema-teste, utilizando dados acumulados de vários testes, indica 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.

3.45. CAIS DO ARMAZÉM 35 (ARM 35)

- **SUPERFÍCIE**

A. Granulometria

A composição granulométrica do sedimento de superfície amostrado no berço e acesso ao berço de atracação do Cais do Armazém 35 está apresentada na Figura 3.45-1, e na Tabela 3.45-1.

Os resultados granulométricos mostraram dominância da fração silte (74,1%), no sedimento coletado no berço do Cais do Armazém 35, e em menores porcentagens foram encontradas as frações argila (12,8%), areia muito fina (10,0%), areia fina (2,64%) e areia média (0,356%). As frações areia grossa e areia muito grossa apresentaram valores abaixo de 0,10%.

No acesso ao berço de atracação a fração dominante foi o silte (78,5%), seguido pelas frações areia muito fina (10,0%), argila (9,05%) e areia fina (2,26%). As frações areia média, areia grossa e areia muito grossa apresentaram valores abaixo de 0,10%.

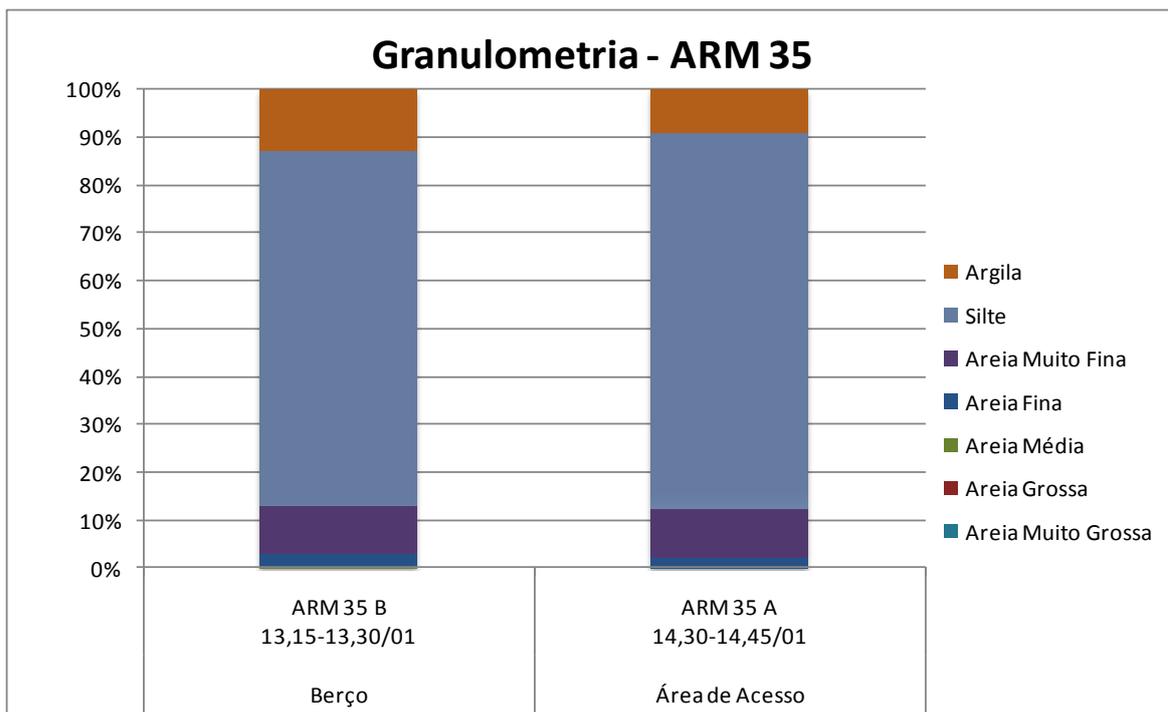


Figura 3.45-1. Composição granulométrica do sedimento de superfície do berço e área de acesso ao berço de atracação do Cais do Armazém 35.

Tabela 3.45-1. Composição granulométrica do sedimento de superfície do berço e área de acesso ao berço de atracação do Cais do Armazém 35.

Granulometria			
Fração	Unidade	Berço	Área de Acesso
		ARM 35 B 13,15-13,30/01	ARM 35 A 14,30-14,45/01
Argila	%	12,8	9,05
Silte	%	74,1	78,5
Areia Muito Fina	%	10	10
Areia Fina	%	2,64	2,26
Areia Média	%	0,356	<0,10
Areia Grossa	%	<0,10	<0,10
Areia Muito Grossa	%	<0,10	<0,10
Areia Total	%	13	12,4

B. Parâmetros Químicos

Metais e Arsênio

Os resultados das análises dos metais nas amostras de sedimento de superfície coletadas no berço e acesso ao berço de atracação do Cais do Armazém 35 estão apresentados na Tabela 3.45-2.

Dentre os parâmetros químicos, analisados no sedimento de superfície, arsênio, cádmio e mercúrio registraram concentrações abaixo do limite de quantificação (<LQ) tanto no berço quanto na sua área de acesso.

Os metais chumbo, cobre, cromo, níquel e zinco foram quantificados nas amostras, de sedimento de superfície, coletadas tanto no berço quanto na sua área de acesso. Entretanto, nenhum destes elementos apresentou concentração acima do nível 1 da Resolução Conama 344/04 (Brasil, 2004).

A Figura 3.45-2 apresenta a concentração de alguns metais analisados no sedimento de superfície coletados no berço do Cais do Armazém 35 e na sua referida área de acesso.

Hidrocarbonetos Policíclicos Aromáticos (HPAs)

Todos os HPAs, coletados no berço do Cais do Armazém 35 e na sua área de acesso, apresentaram valores abaixo do limite de quantificação (<LQ) do método (Tabela 3.45-3).

Bifenilas Policloradas (PCBs)

Os PCBs totais apresentaram concentrações inferiores aos limites de quantificação do método, tanto no berço quanto na sua área de acesso, enquadrando-se, portanto, nos valores de referência estabelecidos pela Resolução Conama 344/04 (Brasil, 2004) (Tabela 3.45-4).

Pesticidas Organoclorados

Assim como para os PCBs totais, os pesticidas organoclorados apresentaram, tanto no berço quanto na sua área de acesso, concentrações inferiores aos limites de quantificação do método (Tabela 3.45-5). Nenhuma das amostras analisadas, portanto, apresentou-se fora dos limites estabelecidos pela resolução citada.

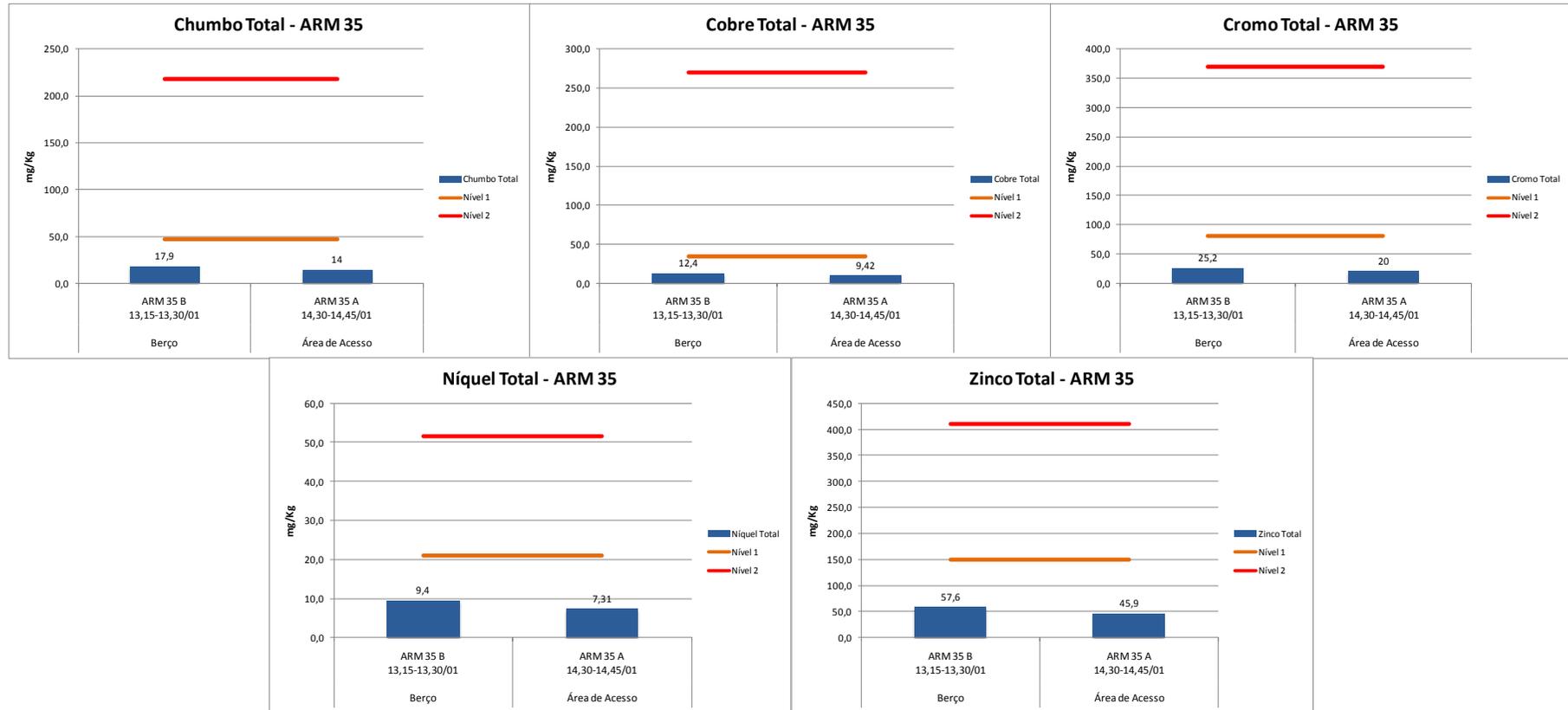


Figura 3.45-2. Concentração de alguns metais analisados nas amostras de sedimento de superfície coletadas no berço do Cais do Armazém 35 e na sua referida área de acesso.

Tabela 3.45-2. Concentrações de metais e arsênio total nas amostras de sedimento de superfície coletadas no berço e acesso ao berço de atracação do Cais do Armazém 35.

Metais e Arsênio					
Parâmetros	Unidade	Resolução		Berço	Área de Acesso
		CONAMA 344/04		ARM 35 B	ARM 35 A
		Nível 1	Nível 2	13,15-13,30/01	14,30-14,45/01
Arsênio Total	mg/kg	8,2	70,0	< 1,15	< 0,954
Cádmio Total	mg/kg	1,2	9,6	< 0,765	< 0,636
Chumbo Total	mg/kg	46,7	218,0	17,9	14
Cobre Total	mg/kg	34,0	270,0	12,4	9,42
Cromo Total	mg/kg	81,0	370,0	25,2	20
Mercúrio Total	mg/kg	0,15	0,71	< 0,0917	< 0,0763
Níquel Total	mg/kg	20,9	51,6	9,4	7,31
Zinco Total	mg/kg	150,0	410,0	57,6	45,9

Tabela 3.45-3. Concentrações de HPAs nas amostras de sedimento de superfície coletadas no berço e acesso ao berço de atracação do Cais do Armazém 35.

Hidrocarbonetos Policíclicos Aromáticos ou HPAs					
Parâmetros	Unidade	Resolução		Berço	Área de Acesso
		CONAMA 344/04		ARM 35 B	ARM 35 A
		Nível 1	Nível 2	13,15-13,30/01	14,30-14,45/01
Benzo(a)antraceno	µg/kg	74,8	693,0	< 9,17	< 7,63
Benzo(a)pireno	µg/kg	88,8	763,0	< 9,17	< 7,63
Criseno	µg/kg	108,0	846,0	< 9,17	< 7,63
Dibenzo(a,h)antraceno	µg/kg	6,2	135,0	< 9,17	< 7,63
Acenafteno	µg/kg	16,0	500,0	< 9,17	< 7,63
Acenaftileno	µg/kg	44,0	640,0	< 9,17	< 7,63
Antraceno	µg/kg	85,3	1100,0	< 9,17	< 7,63
Fenantreno	µg/kg	240,0	1500,0	< 9,17	< 7,63
Fluoranteno	µg/kg	600,0	5100,0	< 9,17	< 7,63
Fluoreno	µg/kg	19,0	540,0	< 9,17	< 7,63
2-Metilnaftaleno	µg/kg	70,0	670,0	< 9,17	< 7,63
Naftaleno	µg/kg	160,0	2100,0	< 9,17	< 7,63
Pireno	µg/kg	665,0	2600,0	< 9,17	< 7,63

Tabela 3.45-4. Concentrações de PCBs nas amostras de sedimento de superfície coletadas no berço e acesso ao berço de atracação do Cais do Armazém 35.

Bifenilas Policloradas ou PCBs					
Parâmetros	Unidade	Resolução		Berço	Área de Acesso
		CONAMA 344/04		ARM 35 B	ARM 35 A
		Nível 1	Nível 2	13,15-13,30/01	14,30-14,45/01
Bifenilas Policloradas Totais	µg/kg	22,7	180	< 0,183	< 0,153

Tabela 3.45-5. Concentrações de Pesticidas Organoclorados nas amostras de sedimento de superfície coletadas no berço e acesso ao berço de atracação do Cais do Armazém 35.

Pesticidas Organoclorados					
Parâmetros	Unidade	Resolução		Berço	Área de Acesso
		CONAMA 344/04		ARM 35 B	ARM 35 A
		Nível 1	Nível 2	13,15-13,30/01	14,30-14,45/01
a-BHC	µg/kg	0,32	0,99	< 0,183	< 0,153
b-BHC	µg/kg	0,32	0,99	< 0,183	< 0,153
d-BHC	µg/kg	0,32	0,99	< 0,183	< 0,153
g-BHC	µg/kg	0,32	0,99	< 0,183	< 0,153
a-Clordano	µg/kg	2,26	4,79	< 0,183	< 0,153
g-Clordano	µg/kg	2,26	4,79	< 0,183	< 0,153
DDD	µg/kg	1,22	7,81	< 0,183	< 0,153
DDE	µg/kg	2,07	374	< 0,183	< 0,153
DDT	µg/kg	1,19	4,77	< 0,183	< 0,153
Dieldrin	µg/kg	0,71	4,3	< 0,183	< 0,153
Endrin	µg/kg	2,67	62,4	< 0,183	< 0,153

Outros Parâmetros

Os parâmetros carbono orgânico total (COT), fósforo total e nitrogênio kjeldahl total (NKT) foram quantificados nas amostras de sedimento de superfície, tanto no berço quanto na área de acesso ao berço de atracação, entretanto apresentaram concentrações abaixo do valor alerta estabelecido pela Resolução Conama 344/04 (Brasil, 2004) (Tabela 3.45-6).

A Figura 3.45-3 apresenta a concentração de COT, fósforo total e NKT analisados no sedimento de superfície coletados no berço do Cais do Armazém 35 e na sua referida área de acesso.

Tabela 3.45-6. Concentrações de COT, fósforo total e NKT nas amostras de sedimento coletadas no berço e acesso ao berço de atracação do Cais do Armazém 35.

Outros Parâmetros						
Parâmetros	Unidade	Resolução	Berço	Área de Acesso		
			CONAMA 344/04		ARM 35 B	ARM 35 A
			10	2000	13,15-13,30/01	14,30-14,45/01
Carbono Orgânico Total	%	10	4,36	4,13		
Fósforo Total	mg/kg	2000	435,7	335,9		
Nitrogênio Kjeldahl Total	mg/kg	4800	930	742,7		

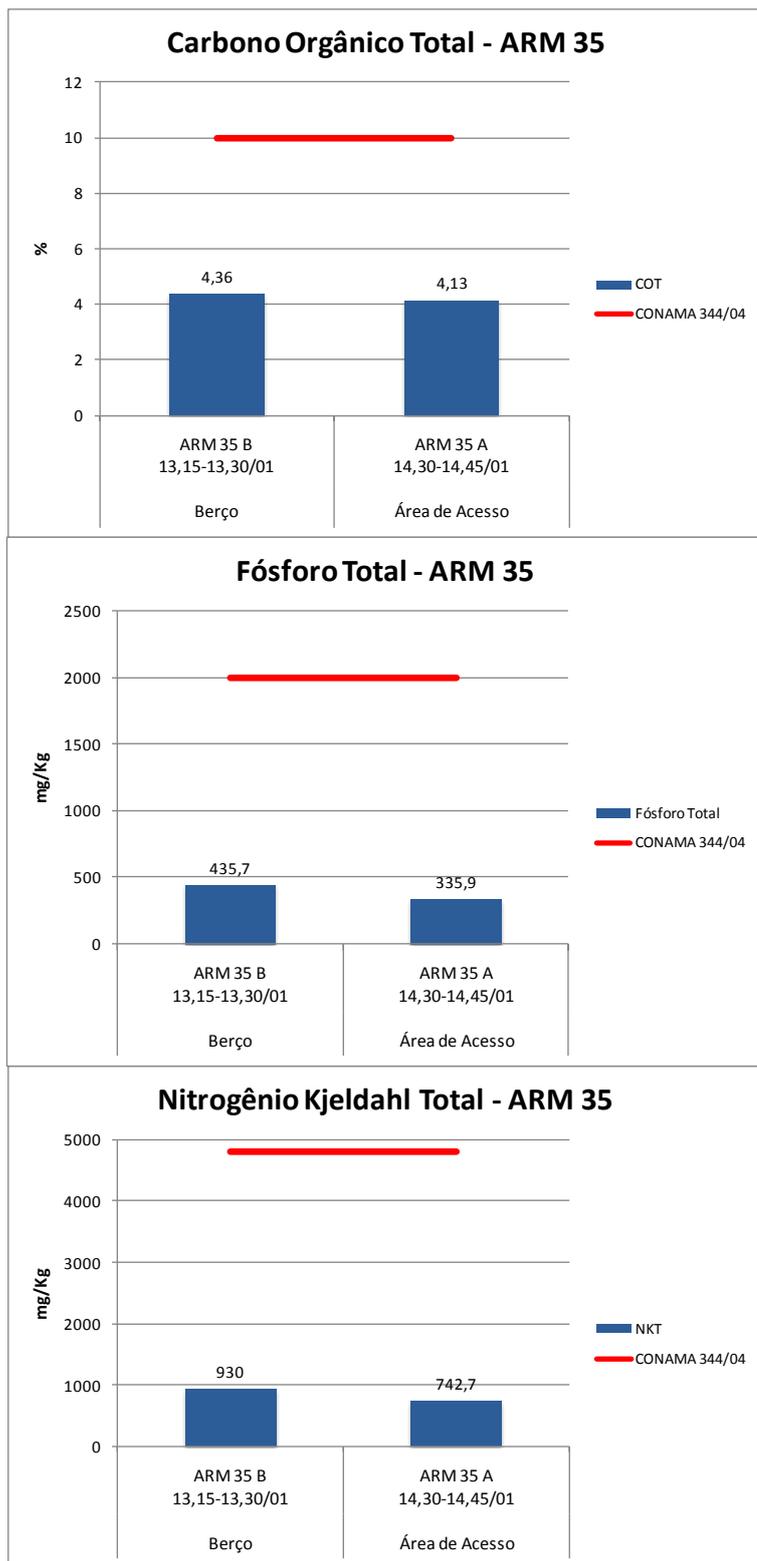


Figura 3.45-3. Concentrações de COT, fósforo total e NKT analisados nas amostras de sedimento de superfície coletadas no berço e acesso ao berço de atracação do Cais do Armazém 35.

C. Análise Ecotoxicológica

Teste de Toxicidade Aguda com *Leptocheirus plumulosus*

A análise Ecotoxicológica com o anfípoda *L. plumulosus* foi realizada com amostra de sedimento de superfície tanto do berço do Cais do Armazém 35 quanto da área de acesso ao berço de atracação.

Os parâmetros físicos e químicos, como pH, salinidade (‰) e oxigênio dissolvido (mg/L), medidos na água de interface no início e fim do teste de toxicidade aguda estão apresentados na Tabela 3.45-7. Já as análises de pH, salinidade (‰), oxigênio dissolvido (mg/L), temperatura (°C), nitrogênio amoniacal (mg/L) e amônia não ionizada (NH₃ - mg/L), efetuadas na água intersticial dos sedimentos no início e fim do teste, estão apresentados na Tabela 3.45-8.

Paralelamente aos testes com as amostras coletadas foi realizado um controle laboratorial. Os resultados obtidos para esse controle também se encontram nas tabelas a seguir.

Tabela 3.45-7. Parâmetros físicos e químicos medidos na água de interface, no início e fim do teste de toxicidade aguda com *L. plumulosus*, para as amostras de sedimento de superfície do berço e área de acesso ao berço do Cais do Armazém 35.

Amostra	pH		Salinidade (‰)		Oxigênio Dissolvido (mg/L)	
	Inicial	Final	Inicial	Final	Inicial	Final
Controle	7,79	7,97	20	22	6,47	6,67
ARM 35 Berço	8,04	8,44	21	23	5,54	6,62
ARM 35 Acesso	8,02	8,51	21	23	5,00	6,60

Tabela 3.45-8. Parâmetros físicos e químicos medidos na água intersticial, no início e fim do teste de toxicidade aguda com *L. plumulosus*, para as amostras de sedimento de superfície do berço e área de acesso ao berço do Cais do Armazém 35.

Amostra	pH		Salinidade (‰)		Oxigênio Dissolvido (mg/L)		Temperatura (°C)		Nitrogênio amoniacal (mg/L)		Amônia não ionizada (mg/L)	
	Inicial	Final	Inicial	Final	Inicial	Final	Inicial	Final	Inicial	Final	Inicial	Final
Controle	7,88	7,90	25	22	6,22	5,81	24,2	24,8	3,00	-	0,100	-
ARM 35 Berço	7,78	7,86	34	24	5,15	5,32	24,2	24,8	37,50	-	0,959	-
ARM 35 Acesso	7,81	7,60	35	25	5,22	4,85	24,2	24,8	35,00	-	0,958	-

A Tabela 3.45-9 apresenta os resultados do teste de toxicidade aguda com *L. plumulosus* nas amostras de sedimento de superfície do Cais do Armazém 35. Os valores obtidos estão dentro da faixa estabelecida para a aceitação dos resultados.

Tabela 3.45-9. Efeito tóxico observado nos testes de toxicidade aguda com *L. plumulosus* para as amostras de sedimento de superfície, do berço e área de acesso ao berço do Cais do Armazém 35, em cada réplica após o período de exposição.

Amostra	Réplica	Nº final de animais por réplica		Mortalidade total (%)	Resultado
		Mortos	Total		
Controle	1	2	20	5	-
	2	0	20		
	3	1	20		
ARM 35 Berço	1	0	20	0	Não Tóxico
	2	0	20		
	3	0	20		
ARM 35 Acesso	1	0	20	5	Não Tóxico
	2	0	20		
	3	3	20		

De acordo com o tratamento estatístico aplicado, foi verificado que as amostras de sedimento de superfície, do berço do Cais do Armazém 35 e da área de acesso ao berço de atracação, não apresentaram toxicidade aguda para *L. plumulosus*, em comparação com o controle, após 10 dias de exposição.

Quanto à concentração de amônia não ionizada da água intersticial no início do teste, o valor da amostra de sedimento de superfície tanto do berço quanto do acesso estiveram acima do limite de 0,8 mg/L que, isoladamente, pode causar

efeito tóxico para *Leptocheirus plumulosus* (USEPA, 2001), entretanto, tal efeito não foi observado.

A sensibilidade dos indivíduos de *L. plumulosus* 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} ; 96h) e respectivo intervalo de confiança obtidos foram: 0,68 mg Zn/L (I.C.: 0,62 a 0,75 mg Zn/L). A carta-control de sensibilidade desse sistema-teste, utilizando dados acumulados de vários testes, indica 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.

3.46. CAIS DO ARMAZÉM 35 Pto 1 (35 Pto 1)

- **SUPERFÍCIE**

A. Granulometria

A composição granulométrica do sedimento de superfície amostrado no berço e acesso ao berço de atracação do Cais do Armazém 35 Pto 1 está apresentada na Figura 3.46-1, e na Tabela 3.46-1.

Os resultados granulométricos mostraram predominância das frações silte (46,3%) e argila (29,4%), no sedimento coletado no berço do Cais do Armazém 35 Pto 1, e em menores porcentagens foram encontradas as frações areia muito fina (14,5%), areia fina (5,04%) e areia média (4,66%). As frações areia grossa e areia muito grossa apresentaram valores abaixo de 0,10%.

No acesso ao berço de atracação as frações predominantes foram silte (58,9%) e areia muito fina (21,7%), seguido pelas frações argila (10,1%), areia fina (8,75%) e areia média (0,327%). As frações areia grossa e areia muito grossa apresentaram valores abaixo de 0,10%.

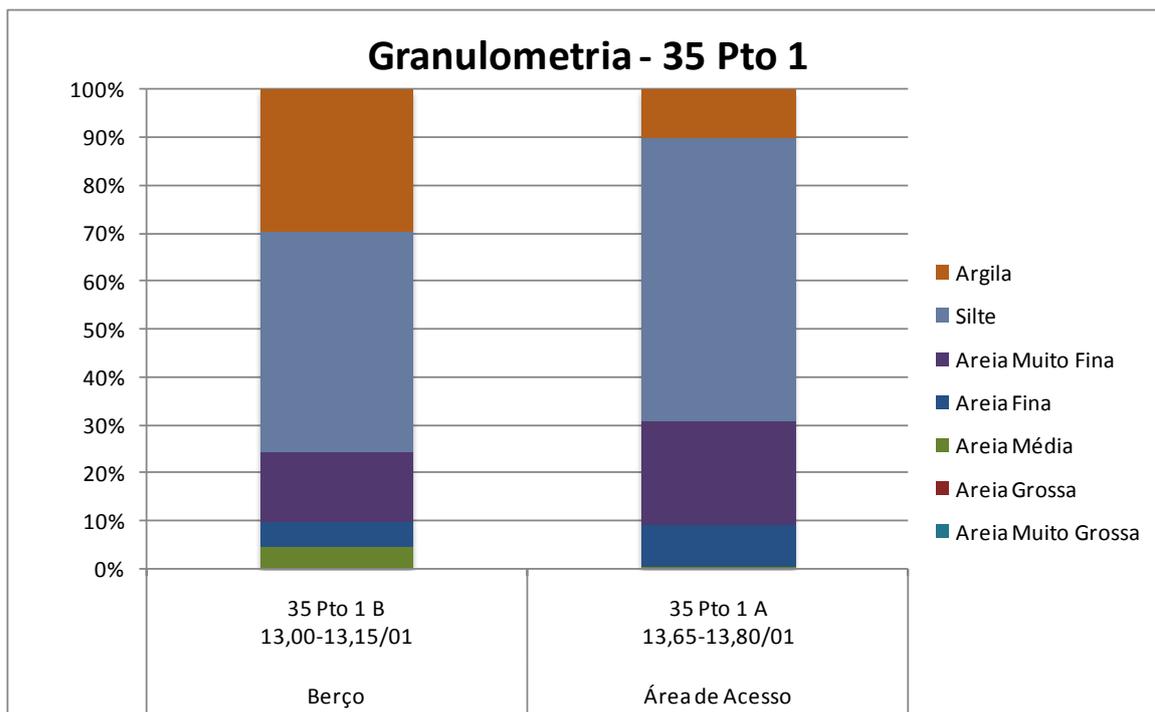


Figura 3.46-1. Composição granulométrica do sedimento de superfície do berço e área de acesso ao berço de atracação do Cais do Armazém 35 Pto 1.

Tabela 3.46-1. Composição granulométrica do sedimento de superfície do berço e área de acesso ao berço de atracação do Cais do Armazém 35 Pto 1.

Granulometria			
Fração	Unidade	Berço	Área de Acesso
		35 Pto 1 B 13,00-13,15/01	35 Pto 1 A 13,65-13,80/01
Argila	%	29,4	10,1
Silte	%	46,3	58,9
Areia Muito Fina	%	14,5	21,7
Areia Fina	%	5,04	8,75
Areia Média	%	4,66	0,327
Areia Grossa	%	<0,10	<0,10
Areia Muito Grossa	%	<0,10	<0,10
Areia Total	%	24,2	30,8

B. Parâmetros Químicos

Metais e Arsênio

Os resultados das análises dos metais nas amostras de sedimento de superfície coletadas no berço e acesso ao berço de atracação do Cais do Armazém 35 Pto 1 estão apresentados na Tabela 3.46-2.

Dentre os parâmetros químicos, analisados no sedimento de superfície, arsênio e cádmio registraram concentrações abaixo do limite de quantificação (<LQ) tanto no berço quanto na sua área de acesso.

Os metais chumbo, cobre, cromo, níquel e zinco foram quantificados nas amostras, de sedimento de superfície, coletadas tanto no berço quanto na sua área de acesso. Entretanto, nenhum destes elementos apresentou concentração acima do nível 1 da Resolução Conama 344/04 (Brasil, 2004).

O metal mercúrio apresentou concentração abaixo do nível 1, da Resolução Conama 344/04 (Brasil, 2004), no berço do Cais do Armazém 35 Pto 1, enquanto na área de acesso ao berço de atracação a concentração de mercúrio ficou abaixo do limite de quantificação (<LQ).

A Figura 3.46-2 apresenta a concentração de alguns metais analisados no sedimento de superfície coletados no berço do Cais do Armazém 35 Pto 1 e na sua referida área de acesso.

Hidrocarbonetos Policíclicos Aromáticos (HPAs)

Todos os HPAs, coletados no berço do Cais do Armazém 35 Pto 1 e na sua área de acesso, apresentaram valores abaixo do limite de quantificação (<LQ) do método (Tabela 3.46-3).

Bifenilas Policloradas (PCBs)

Os PCBs totais apresentaram concentrações inferiores aos limites de quantificação do método, tanto no berço quanto na sua área de acesso, enquadrando-se, portanto, nos valores de referência estabelecidos pela Resolução Conama 344/04 (Brasil, 2004) (Tabela 3.46-4).

Pesticidas Organoclorados

Assim como para os PCBs totais, os pesticidas organoclorados apresentaram, tanto no berço quanto na sua área de acesso, concentrações inferiores aos limites de quantificação do método (Tabela 3.46-5). Nenhuma das amostras analisadas, portanto, apresentou-se fora dos limites estabelecidos pela resolução citada.

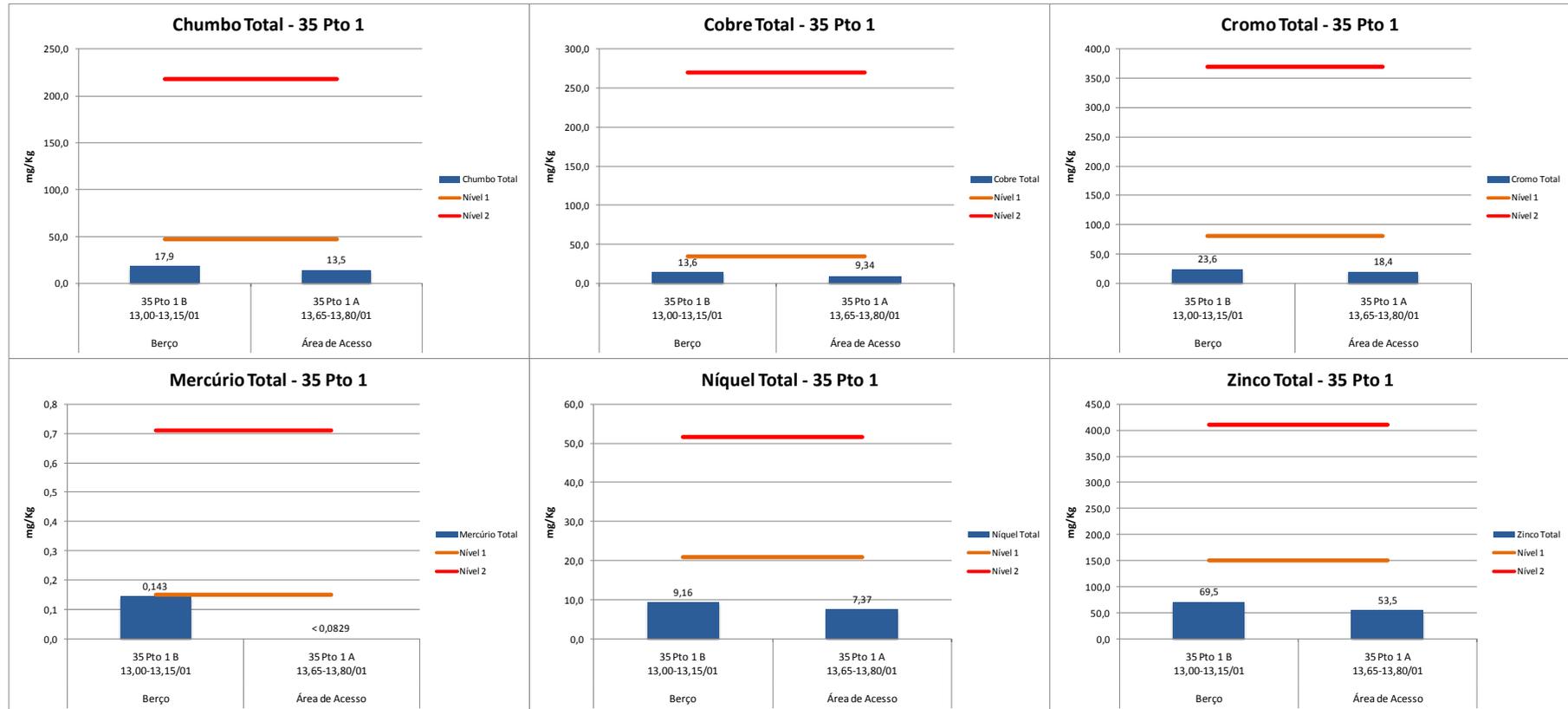


Figura 3.46-2. Concentração de alguns metais analisados nas amostras de sedimento de superfície coletadas no berço do Cais do Armazém 35 Pto 1 e na sua referida área de acesso.

Tabela 3.46-2. Concentrações de metais e arsênio total nas amostras de sedimento de superfície coletadas no berço e acesso ao berço de atracação do Cais do Armazém 35 Pto 1.

Metais e Arsênio					
Parâmetros	Unidade	Resolução		Berço	Área de Acesso
		CONAMA 344/04		35 Pto 1 B	35 Pto 1 A
		Nível 1	Nível 2	13,00-13,15/01	13,65-13,80/01
Arsênio Total	mg/kg	8,2	70,0	< 1,16	< 1,04
Cádmio Total	mg/kg	1,2	9,6	< 0,774	< 0,691
Chumbo Total	mg/kg	46,7	218,0	17,9	13,5
Cobre Total	mg/kg	34,0	270,0	13,6	9,34
Cromo Total	mg/kg	81,0	370,0	23,6	18,4
Mercurio Total	mg/kg	0,15	0,71	0,143	< 0,0829
Níquel Total	mg/kg	20,9	51,6	9,16	7,37
Zinco Total	mg/kg	150,0	410,0	69,5	53,5

Tabela 3.46-3. Concentrações de HPA's nas amostras de sedimento de superfície coletadas no berço e acesso ao berço de atracação do Cais do Armazém 35 Pto 1.

Hidrocarbonetos Policíclicos Aromáticos ou HPA's					
Parâmetros	Unidade	Resolução		Berço	Área de Acesso
		CONAMA 344/04		35 Pto 1 B	35 Pto 1 A
		Nível 1	Nível 2	13,00-13,15/01	13,65-13,80/01
Benzo(a)antraceno	µg/kg	74,8	693,0	< 9,29	< 8,29
Benzo(a)pireno	µg/kg	88,8	763,0	< 9,29	< 8,29
Criseno	µg/kg	108,0	846,0	< 9,29	< 8,29
Dibenzo(a,h)antraceno	µg/kg	6,2	135,0	< 9,29	< 8,29
Acenafteno	µg/kg	16,0	500,0	< 9,29	< 8,29
Acenaftileno	µg/kg	44,0	640,0	< 9,29	< 8,29
Antraceno	µg/kg	85,3	1100,0	< 9,29	< 8,29
Fenantreno	µg/kg	240,0	1500,0	< 9,29	< 8,29
Fluoranteno	µg/kg	600,0	5100,0	< 9,29	< 8,29
Fluoreno	µg/kg	19,0	540,0	< 9,29	< 8,29
2-Metilnaftaleno	µg/kg	70,0	670,0	< 9,29	< 8,29
Naftaleno	µg/kg	160,0	2100,0	< 9,29	< 8,29
Pireno	µg/kg	665,0	2600,0	< 9,29	< 8,29

Tabela 3.46-4. Concentrações de PCBs nas amostras de sedimento de superfície coletadas no berço e acesso ao berço de atracação do Cais do Armazém 35 Pto 1.

Bifenilas Policloradas ou PCBs					
Parâmetros	Unidade	Resolução		Berço	Área de Acesso
		CONAMA 344/04		35 Pto 1 B	35 Pto 1 A
		Nível 1	Nível 2	13,00-13,15/01	13,65-13,80/01
Bifenilas Policloradas Totais	µg/kg	22,7	180	< 0,186	< 0,166

Tabela 3.46-5. Concentrações de Pesticidas Organoclorados nas amostras de sedimento de superfície coletadas no berço e acesso ao berço de atracação do Cais do Armazém 35 Pto 1.

Pesticidas Organoclorados					
Parâmetros	Unidade	Resolução CONAMA 344/04		Berço	Área de Acesso
		Nível 1	Nível 2	35 Pto 1 B	35 Pto 1 A
				13,00-13,15/01	13,65-13,80/01
a-BHC	µg/kg	0,32	0,99	< 0,186	< 0,166
b-BHC	µg/kg	0,32	0,99	< 0,186	< 0,166
d-BHC	µg/kg	0,32	0,99	< 0,186	< 0,166
g-BHC	µg/kg	0,32	0,99	< 0,186	< 0,166
a-Clordano	µg/kg	2,26	4,79	< 0,186	< 0,166
g-Clordano	µg/kg	2,26	4,79	< 0,186	< 0,166
DDD	µg/kg	1,22	7,81	< 0,186	< 0,166
DDE	µg/kg	2,07	374	< 0,186	< 0,166
DDT	µg/kg	1,19	4,77	< 0,186	< 0,166
Dieldrin	µg/kg	0,71	4,3	< 0,186	< 0,166
Endrin	µg/kg	2,67	62,4	< 0,186	< 0,166

Outros Parâmetros

Os parâmetros carbono orgânico total (COT), fósforo total e nitrogênio kjeldahl total (NKT) foram quantificados nas amostras de sedimento de superfície, tanto no berço quanto na área de acesso ao berço de atracação, entretanto apresentaram concentrações abaixo do valor alerta estabelecido pela Resolução Conama 344/04 (Brasil, 2004) (Tabela 3.46-6).

A Figura 3.46-3 apresenta a concentração de COT, fósforo total e NKT analisados no sedimento de superfície coletados no berço do Cais do Armazém 35 Pto 1 e na sua referida área de acesso.

Tabela 3.46-6. Concentrações de COT, fósforo total e NKT nas amostras de sedimento coletadas no berço e acesso ao berço de atracação do Cais do Armazém 35 Pto 1.

Outros Parâmetros				
Parâmetros	Unidade	Resolução CONAMA 344/04	Berço	Área de Acesso
			35 Pto 1 B	35 Pto 1 A
			13,00-13,15/01	13,65-13,80/01
Carbono Orgânico Total	%	10	3,35	3,23
Fósforo Total	mg/kg	2000	527	434,5
Nitrogênio Kjeldahl Total	mg/kg	4800	752,9	640,7

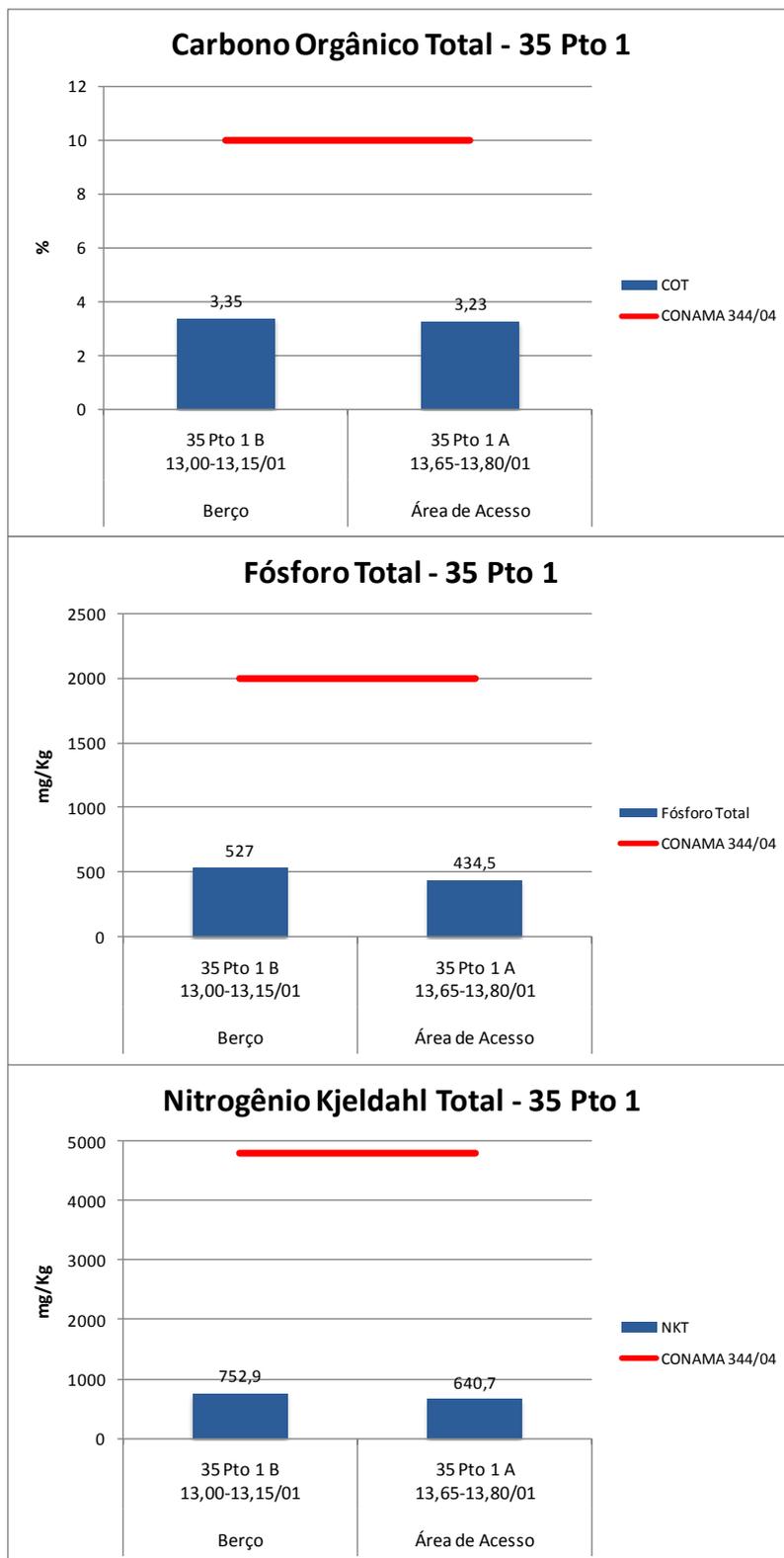


Figura 3.46-3. Concentrações de COT, fósforo total e NKT analisados nas amostras de sedimento de superfície coletadas no berço e acesso ao berço de atracação do Cais do Armazém 35 Pto 1.

C. Análise Ecotoxicológica

Teste de Toxicidade Aguda com *Leptocheirus plumulosus*

A análise Ecotoxicológica com o anfípoda *L. plumulosus* foi realizada com amostra de sedimento de superfície tanto do berço do Cais do Armazém 35 Pto 1 quanto da área de acesso ao berço de atracação.

Os parâmetros físicos e químicos, como pH, salinidade (‰) e oxigênio dissolvido (mg/L), medidos na água de interface no início e fim do teste de toxicidade aguda estão apresentados na Tabela 3.46-7. Já as análises de pH, salinidade (‰), oxigênio dissolvido (mg/L), temperatura (°C), nitrogênio amoniacal (mg/L) e amônia não ionizada (NH₃ - mg/L), efetuadas na água intersticial dos sedimentos no início e fim do teste, estão apresentados na Tabela 3.46-8.

Paralelamente aos testes com as amostras coletadas foi realizado um controle laboratorial. Os resultados obtidos para esse controle também se encontram nas tabelas a seguir.

Tabela 3.46-7. Parâmetros físicos e químicos medidos na água de interface, no início e fim do teste de toxicidade aguda com *L. plumulosus*, para as amostras de sedimento de superfície do berço e área de acesso ao berço do Cais do Armazém 35 Pto 1.

Amostra	pH		Salinidade (‰)		Oxigênio Dissolvido (mg/L)	
	Inicial	Final	Inicial	Final	Inicial	Final
Controle	7,79	7,97	20	22	6,47	6,67
35 Pto 1 Berço	8,10	8,46	22	24	5,43	6,53
35 Pto 1 Acesso	8,01	8,45	21	24	5,01	6,54

Tabela 3.46-8. Parâmetros físicos e químicos medidos na água intersticial, no início e fim do teste de toxicidade aguda com *L. plumulosus*, para as amostras de sedimento de superfície do berço e área de acesso ao berço do Cais do Armazém 35 Pto 1.

Amostra	pH		Salinidade (‰)		Oxigênio Dissolvido (mg/L)		Temperatura (°C)		Nitrogênio amoniacal (mg/L)		Amônia não ionizada (mg/L)	
	Inicial	Final	Inicial	Final	Inicial	Final	Inicial	Final	Inicial	Final	Inicial	Final
Controle	7,88	7,90	25	22	6,22	5,81	24,2	24,8	3,00	-	0,100	-
35 Pto 1 Berço	7,81	7,41	35	25	4,92	4,84	24,2	24,8	37,50	-	1,026	-
35 Pto 1 Acesso	7,83	7,34	35	24	4,79	4,93	24,2	24,8	37,50	-	1,073	-

A Tabela 3.46-9 apresenta os resultados do teste de toxicidade aguda com *L. plumulosus* nas amostras de sedimento de superfície do Cais do Armazém 35 Pto 1. Os valores obtidos estão dentro da faixa estabelecida para a aceitação dos resultados.

Tabela 3.46-9. Efeito tóxico observado nos testes de toxicidade aguda com *L. plumulosus* para as amostras de sedimento de superfície, do berço e área de acesso ao berço do Cais do Armazém 35 Pto 1, em cada réplica após o período de exposição.

Amostra	Réplica	Nº final de animais por réplica		Mortalidade total (%)	Resultado
		Mortos	Total		
Controle	1	2	20	5	-
	2	0	20		
	3	1	20		
35 Pto 1 Berço	1	0	20	0	Não Tóxico
	2	0	20		
	3	0	20		
35 Pto 1 Acesso	1	0	20	17	Não Tóxico
	2	6	20		
	3	4	20		

De acordo com o tratamento estatístico aplicado, foi verificado que as amostras de sedimento de superfície, do berço do Cais do Armazém 35 Pto 1 e da área de acesso ao berço de atracação, não apresentaram toxicidade aguda para *L. plumulosus*, em comparação com o controle, após 10 dias de exposição.

Quanto à concentração de amônia não ionizada da água intersticial no início do teste, o valor da amostra de sedimento de superfície tanto do berço quanto do acesso estiveram acima do limite de 0,8 mg/L que, isoladamente, pode causar

efeito tóxico para *Leptocheirus plumulosus* (USEPA, 2001), entretanto, tal efeito não foi observado.

A sensibilidade dos indivíduos de *L. plumulosus* 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} ; 96h) e respectivo intervalo de confiança obtidos foram: 0,68 mg Zn/L (I.C.: 0,62 a 0,75 mg Zn/L). A carta-control de sensibilidade desse sistema-teste, utilizando dados acumulados de vários testes, indica 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.

3.47. CAIS DO ARMAZÉM 35 Pto 2 (35 Pto 2)

- **SUPERFÍCIE**

A. Granulometria

A composição granulométrica do sedimento de superfície amostrado no berço e acesso ao berço de atracação do Cais do Armazém 35 Pto 2 está apresentada na Figura 3.47-1, e na Tabela 3.47-1.

Os resultados granulométricos mostraram dominância da fração silte (82,5%), no sedimento coletado no berço do Cais do Armazém 35 Pto 2, e em menores porcentagens foram encontradas as frações argila (8,18%), areia muito fina (8,09%) e areia fina (1,21%). A fração areia muito grossa apresentou valor abaixo de 0,10%.

No acesso ao berço de atracação a fração dominante foi o silte (67,5%), seguido pelas frações argila (13,6%), areia muito fina (11,9%), areia fina (6,28%) e areia média (0,385%). A fração areia muito grossa apresentou valor abaixo de 0,10%.

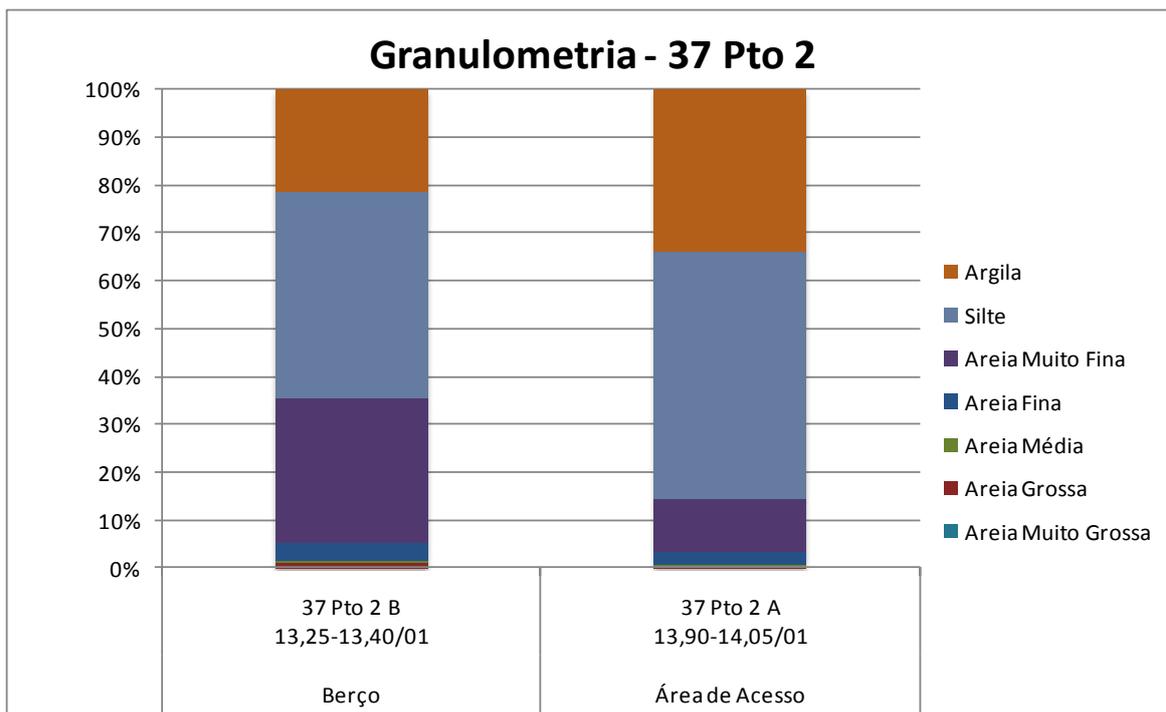


Figura 3.47-1. Composição granulométrica do sedimento de superfície do berço e área de acesso ao berço de atracação do Cais do Armazém 35 Pto 2.

Tabela 3.47-1. Composição granulométrica do sedimento de superfície do berço e área de acesso ao berço de atracação do Cais do Armazém 35 Pto 2.

Granulometria			
Fração	Unidade	Berço	Área de Acesso
		37 Pto 2 B 13,25-13,40/01	37 Pto 2 A 13,90-14,05/01
Argila	%	21,5	33,8
Silte	%	42,8	51,4
Areia Muito Fina	%	30,4	11,3
Areia Fina	%	3,85	2,5
Areia Média	%	0,443	0,362
Areia Grossa	%	0,925	0,322
Areia Muito Grossa	%	<0,10	<0,10
Areia Total	%	35,6	14,5

B. Parâmetros Químicos

Metais e Arsênio

Os resultados das análises dos metais nas amostras de sedimento de superfície coletadas no berço e acesso ao berço de atracação do Cais do Armazém 35 Pto 2 estão apresentados na Tabela 3.47-2.

Dentre os parâmetros químicos, analisados no sedimento de superfície, arsênio e cádmio registraram concentrações abaixo do limite de quantificação (<LQ) tanto no berço quanto na sua área de acesso.

Os metais chumbo, cobre, cromo, níquel e zinco foram quantificados nas amostras, de sedimento de superfície, coletadas tanto no berço quanto na sua área de acesso. Entretanto, nenhum destes elementos apresentou concentração acima do nível 1 da Resolução Conama 344/04 (Brasil, 2004).

O metal mercúrio apresentou concentração acima do nível 1, da referida Resolução, na área de acesso ao berço de atracação. Entretanto, vale ressaltar que o valor encontrado (0,152 mg/kg) ficou próximo ao valor estabelecido como nível 1 (0,150 mg/kg), enquanto no berço do Cais do Armazém 35 Pto 2 o valor encontrado foi 0,118 mg/kg, ficando assim abaixo do nível 1 da Resolução Conama 344/04 (Brasil, 2004).

A Figura 3.47-2 apresenta a concentração de alguns metais analisados no sedimento de superfície coletados no berço do Cais do Armazém 35 Pto 2 e na sua referida área de acesso.

Hidrocarbonetos Policíclicos Aromáticos (HPAs)

Todos os HPAs, coletados no berço do Cais do Armazém 35 Pto 2 e na sua área de acesso, apresentaram valores abaixo do limite de quantificação (<LQ) do método (Tabela 3.47-3).

Bifenilas Policloradas (PCBs)

Os PCBs totais apresentaram concentrações inferiores aos limites de quantificação do método, tanto no berço quanto na sua área de acesso, enquadrando-se, portanto, nos valores de referência estabelecidos pela Resolução Conama 344/04 (Brasil, 2004) (Tabela 3.47-4).

Pesticidas Organoclorados

Assim como para os PCBs totais, os pesticidas organoclorados apresentaram, tanto no berço quanto na sua área de acesso, concentrações inferiores aos limites de quantificação do método (Tabela 3.47-5). Nenhuma das amostras analisadas, portanto, apresentou-se fora dos limites estabelecidos pela resolução citada.

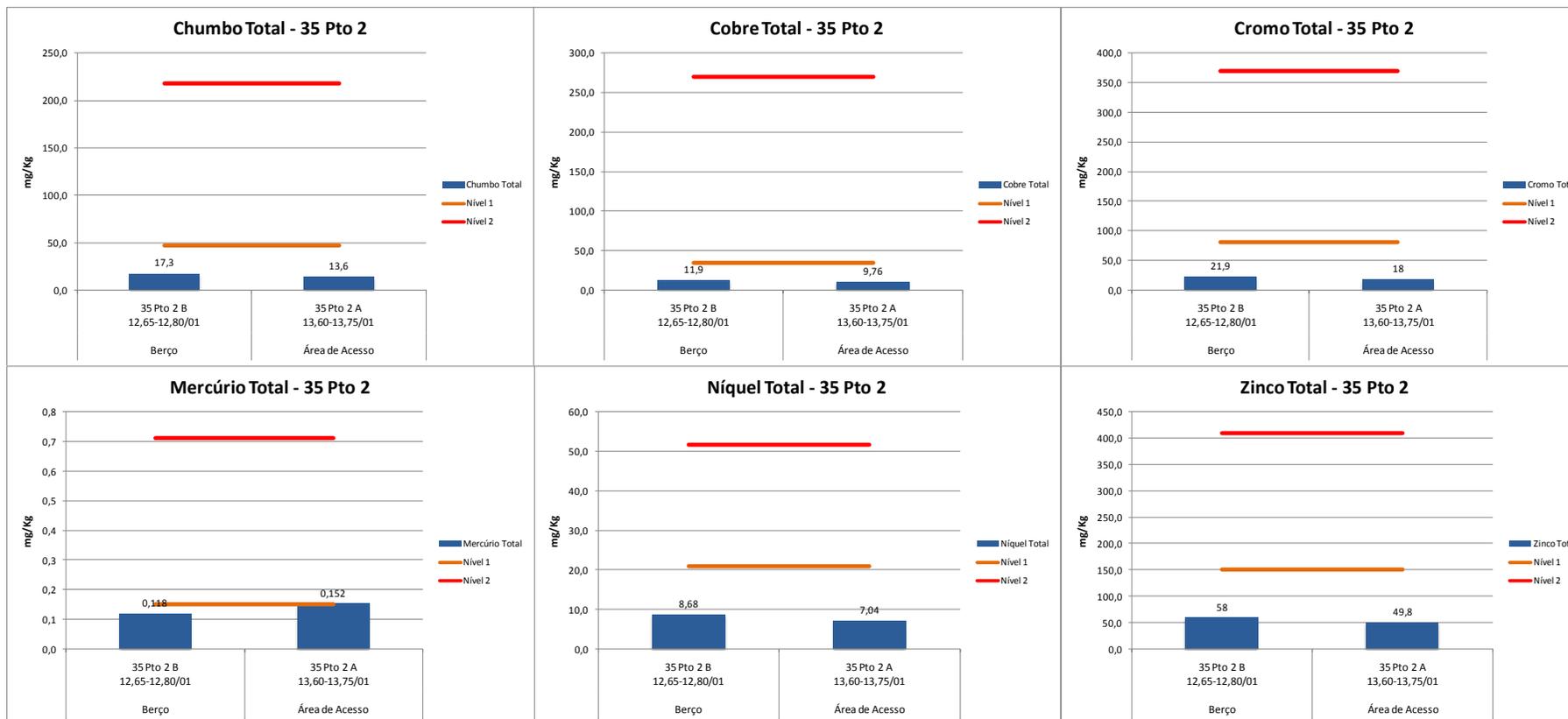


Figura 3.47-2. Concentração de alguns metais analisados nas amostras de sedimento de superfície coletadas no berço do Cais do Armazém 35 Pto 2 e na sua referida área de acesso.

Tabela 3.47-2. Concentrações de metais e arsênio total nas amostras de sedimento de superfície coletadas no berço e acesso ao berço de atracação do Cais do Armazém 35 Pto 2.

Metais e Arsênio					
Parâmetros	Unidade	Resolução CONAMA 344/04		Berço	Área de Acesso
		Nível 1	Nível 2	35 Pto 2 B	35 Pto 2 A
				12,65-12,80/01	13,60-13,75/01
Arsênio Total	mg/kg	8,2	70,0	< 1,18	< 0,984
Cádmio Total	mg/kg	1,2	9,6	< 0,789	< 0,656
Chumbo Total	mg/kg	46,7	218,0	17,3	13,6
Cobre Total	mg/kg	34,0	270,0	11,9	9,76
Cromo Total	mg/kg	81,0	370,0	21,9	18
Mercúrio Total	mg/kg	0,15	0,71	0,118	0,152
Níquel Total	mg/kg	20,9	51,6	8,68	7,04
Zinco Total	mg/kg	150,0	410,0	58	49,8

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

Tabela 3.47-3. Concentrações de HPAs nas amostras de sedimento de superfície coletadas no berço e acesso ao berço de atracação do Cais do Armazém 35 Pto 2.

Hidrocarbonetos Policíclicos Aromáticos ou HPAs					
Parâmetros	Unidade	Resolução CONAMA 344/04		Berço	Área de Acesso
		Nível 1	Nível 2	35 Pto 2 B	35 Pto 2 A
				12,65-12,80/01	13,60-13,75/01
Benzo(a)antraceno	µg/kg	74,8	693,0	< 9,46	< 7,87
Benzo(a)pireno	µg/kg	88,8	763,0	< 9,46	< 7,87
Criseno	µg/kg	108,0	846,0	< 9,46	< 7,87
Dibenzo(a,h)antraceno	µg/kg	6,2	135,0	< 9,46	< 7,87
Acenafteno	µg/kg	16,0	500,0	< 9,46	< 7,87
Acenaftileno	µg/kg	44,0	640,0	< 9,46	< 7,87
Antraceno	µg/kg	85,3	1100,0	< 9,46	< 7,87
Fenantreno	µg/kg	240,0	1500,0	< 9,46	< 7,87
Fluoranteno	µg/kg	600,0	5100,0	< 9,46	< 7,87
Fluoreno	µg/kg	19,0	540,0	< 9,46	< 7,87
2-Metilnaftaleno	µg/kg	70,0	670,0	< 9,46	< 7,87
Naftaleno	µg/kg	160,0	2100,0	< 9,46	< 7,87
Pireno	µg/kg	665,0	2600,0	< 9,46	< 7,87

Tabela 3.47-4. Concentrações de PCBs nas amostras de sedimento de superfície coletadas no berço e acesso ao berço de atracação do Cais do Armazém 35 Pto 2.

Bifenilas Policloradas ou PCBs					
Parâmetros	Unidade	Resolução CONAMA 344/04		Berço	Área de Acesso
		Nível 1	Nível 2	35 Pto 2 B	35 Pto 2 A
				12,65-12,80/01	13,60-13,75/01
Bifenilas Policloradas Totais	µg/kg	22,7	180	< 0,189	< 0,157

Tabela 3.47-5. Concentrações de Pesticidas Organoclorados nas amostras de sedimento de superfície coletadas no berço e acesso ao berço de atracação do Cais do Armazém 35 Pto 2.

Pesticidas Organoclorados					
Parâmetros	Unidade	Resolução		Berço	Área de Acesso
		CONAMA 344/04		35 Pto 2 B	35 Pto 2 A
		Nível 1	Nível 2	12,65-12,80/01	13,60-13,75/01
a-BHC	µg/kg	0,32	0,99	< 0,189	< 0,157
b-BHC	µg/kg	0,32	0,99	< 0,189	< 0,157
d-BHC	µg/kg	0,32	0,99	< 0,189	< 0,157
g-BHC	µg/kg	0,32	0,99	< 0,189	< 0,157
a-Clordano	µg/kg	2,26	4,79	< 0,189	< 0,157
g-Clordano	µg/kg	2,26	4,79	< 0,189	< 0,157
DDD	µg/kg	1,22	7,81	< 0,189	< 0,157
DDE	µg/kg	2,07	374	< 0,189	< 0,157
DDT	µg/kg	1,19	4,77	< 0,189	< 0,157
Dieldrin	µg/kg	0,71	4,3	< 0,189	< 0,157
Endrin	µg/kg	2,67	62,4	< 0,189	< 0,157

Outros Parâmetros

Os parâmetros carbono orgânico total (COT), fósforo total e nitrogênio kjeldahl total (NKT) foram quantificados nas amostras de sedimento de superfície, tanto no berço quanto na área de acesso ao berço de atracação, entretanto apresentaram concentrações abaixo do valor alerta estabelecido pela Resolução Conama 344/04 (Brasil, 2004) (Tabela 3.47-6).

A Figura 3.47-3 apresenta a concentração de COT, fósforo total e NKT analisados no sedimento de superfície coletados no berço do Cais do Armazém 35 Pto 2 e na sua referida área de acesso.

Tabela 3.47-6. Concentrações de COT, fósforo total e NKT nas amostras de sedimento coletadas no berço e acesso ao berço de atracação do Cais do Armazém 35 Pto 2.

Outros Parâmetros						
Parâmetros	Unidade	Resolução	Berço	Área de Acesso		
			CONAMA 344/04		35 Pto 2 B	35 Pto 2 A
			10	2000	12,65-12,80/01	13,60-13,75/01
Carbono Orgânico Total	%	10	3,59	4,17		
Fósforo Total	mg/kg	2000	445,7	355,4		
Nitrogênio Kjeldahl Total	mg/kg	4800	732,7	637,2		

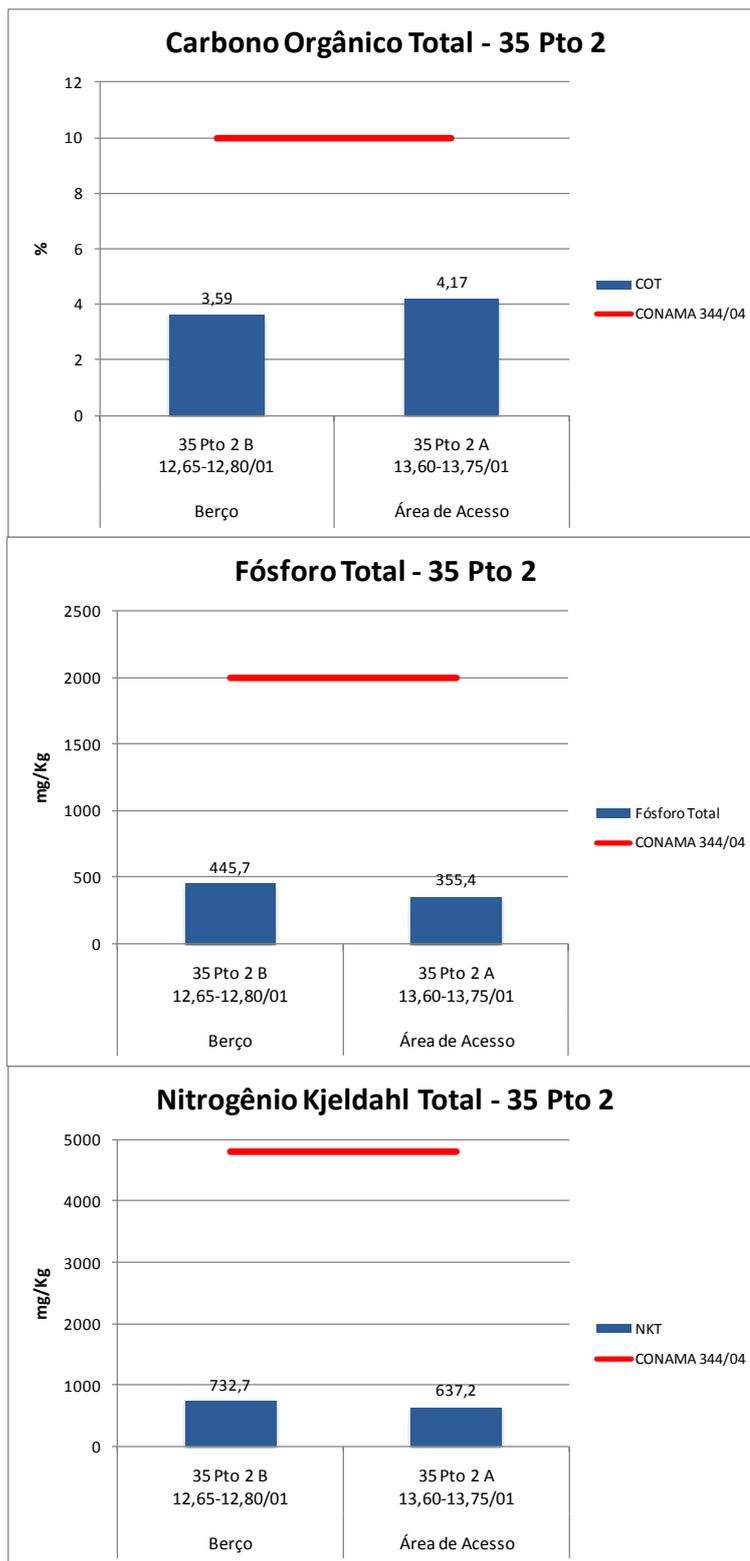


Figura 3.47-3. Concentrações de COT, fósforo total e NKT analisados nas amostras de sedimento de superfície coletadas no berço e acesso ao berço de atracação do Cais do Armazém 35 Pto 2.

C. Análise Ecotoxicológica

Teste de Toxicidade Aguda com *Leptocheirus plumulosus*

A análise Ecotoxicológica com o anfípoda *L. plumulosus* foi realizada com amostra de sedimento de superfície tanto do berço do Cais do Armazém 35 Pto 2 quanto da área de acesso ao berço de atracação.

Os parâmetros físicos e químicos, como pH, salinidade (‰) e oxigênio dissolvido (mg/L), medidos na água de interface no início e fim do teste de toxicidade aguda estão apresentados na Tabela 3.47-7. Já as análises de pH, salinidade (‰), oxigênio dissolvido (mg/L), temperatura (°C), nitrogênio amoniacal (mg/L) e amônia não ionizada (NH₃ - mg/L), efetuadas na água intersticial dos sedimentos no início e fim do teste, estão apresentados na Tabela 3.47-8.

Paralelamente aos testes com as amostras coletadas foi realizado um controle laboratorial. Os ensaios ecotoxicológicos das amostras de sedimento do berço e da área de acesso foram realizados em dias diferentes, portanto, foram realizados dois controles laboratoriais, um para cada teste. Os resultados obtidos para esses controles também se encontram nas tabelas a seguir.

Tabela 3.47-7. Parâmetros físicos e químicos medidos na água de interface, no início e fim do teste de toxicidade aguda com *L. plumulosus*, para as amostras de sedimento de superfície do berço e área de acesso ao berço do Cais do Armazém 35 Pto 2.

Amostra	pH		Salinidade (‰)		Oxigênio Dissolvido (mg/L)	
	Inicial	Final	Inicial	Final	Inicial	Final
Controle	7,79	7,97	20	22	6,47	6,67
35 Pto 2 Berço	7,94	8,40	21	23	5,00	6,64
Controle	7,57	7,95	20	21	6,02	6,66
35 Pto 2 Acesso	7,63	8,32	22	23	4,96	6,41

Tabela 3.47-8. Parâmetros físicos e químicos medidos na água intersticial, no início e fim do teste de toxicidade aguda com *L. plumulosus*, para as amostras de sedimento de superfície do berço e área de acesso ao berço do Cais do Armazém 35 Pto 2.

Amostra	pH		Salinidade (‰)		Oxigênio Dissolvido (mg/L)		Temperatura (°C)		Nitrogênio amoniacal (mg/L)		Amônia não ionizada (mg/L)	
	Inicial	Final	Inicial	Final	Inicial	Final	Inicial	Final	Inicial	Final	Inicial	Final
Controle	7,88	7,90	25	22	6,22	5,81	24,2	24,8	3,00	-	0,100	-
35 Pto 2 Berço	7,72	7,73	35	25	5,01	5,43	24,2	24,8	35,00	-	0,782	-
Controle	7,81	7,70	24	23	6,39	5,20	24,0	25,0	2,75	-	0,081	-
35 Pto 2 Acesso	7,71	7,67	35	23	5,07	4,30	24,0	25,0	29,00	-	0,625	-

A Tabela 3.47-9 apresenta os resultados do teste de toxicidade aguda com *L. plumulosus* nas amostras de sedimento de superfície do Cais do Armazém 35 Pto 2. Os valores obtidos estão dentro da faixa estabelecida para a aceitação dos resultados.

Tabela 3.47-9. Efeito tóxico observado nos testes de toxicidade aguda com *L. plumulosus* para as amostras de sedimento de superfície, do berço e área de acesso ao berço do Cais do Armazém 35 Pto 2, em cada réplica após o período de exposição.

Amostra	Réplica	Nº final de animais por réplica		Mortalidade total (%)	Resultado
		Mortos	Total		
Controle	1	2	20	5	-
	2	0	20		
	3	1	20		
35 Pto 2 Berço	1	0	20	0	Não Tóxico
	2	0	20		
	3	0	20		
Controle	1	1	20	3	-
	2	1	20		
	3	0	20		
35 Pto 2 Acesso	1	2	20	3	Não Tóxico
	2	0	20		
	3	0	20		

De acordo com o tratamento estatístico aplicado, foi verificado que as amostras de sedimento de superfície, do berço do Cais do Armazém 35 Pto 2 e da área de acesso ao berço de atracação, não apresentaram toxicidade aguda para *L. plumulosus*, em comparação com o controle, após 10 dias de exposição.

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 essa espécie (USEPA, 2001).

A sensibilidade dos indivíduos de *L. plumulosus* 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} ; 96h) e respectivo intervalo de confiança obtidos no berço foram: 0,68 mg Zn/L (I.C.: 0,62 a 0,75 mg Zn/L), enquanto no acesso foram 0,69 mg Zn/L (I.C.: 0,54 a 0,87 mg Zn/L). A carta-controle de sensibilidade desse sistema-teste, utilizando dados acumulados de vários testes, indica 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.

3.48. CAIS TECON 1

- **SUPERFÍCIE**

A. Granulometria

A composição granulométrica do sedimento de superfície amostrado no berço e acesso ao berço de atracação do Cais TECON 1 está apresentada na Figura 3.48-1, e na Tabela 3.48-1.

Os resultados granulométricos mostraram predominância das frações silte (53,5%) e areia muito fina (25,5%), no sedimento coletado no berço do Cais TECON 1, e em menores porcentagens foram encontradas as frações argila (10,8%), areia fina (9,78%) e areia média (0,127%). As frações areia grossa e areia muito grossa apresentaram valores abaixo de 0,10%.

No acesso ao berço de atracação as frações predominantes foram silte (31,9%), areia muito fina (31,7%) e argila (22,0%), seguido pelas frações areia fina (13,6%) e areia média (0,415%). As frações areia grossa e areia muito grossa apresentaram valores abaixo de 0,10%.

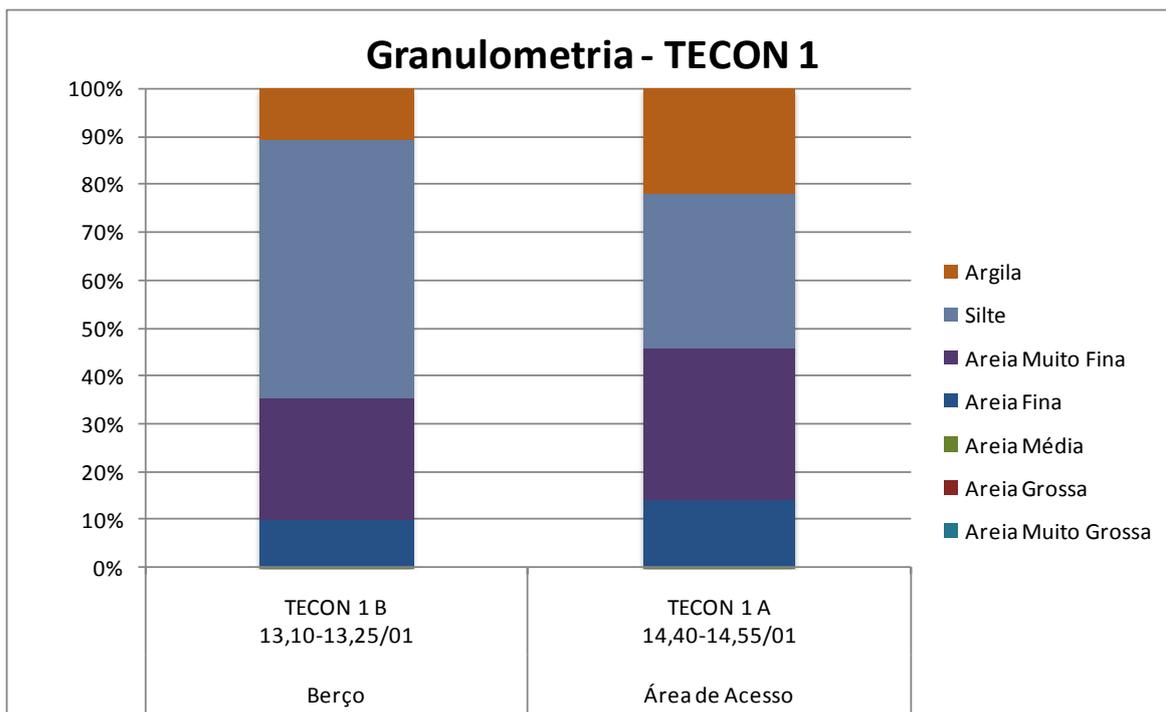


Figura 3.48-1. Composição granulométrica do sedimento de superfície do berço e área de acesso ao berço de atracação do Cais TECON 1.

Tabela 3.48-1. Composição granulométrica do sedimento de superfície do berço e área de acesso ao berço de atracação do Cais TECON 1.

Granulometria			
Fração	Unidade	Berço	Área de Acesso
		TECON 1 B 13,10-13,25/01	TECON 1 A 14,40-14,55/01
Argila	%	10,8	22
Silte	%	53,5	31,9
Areia Muito Fina	%	25,5	31,7
Areia Fina	%	9,78	13,6
Areia Média	%	0,127	0,415
Areia Grossa	%	<0,10	<0,10
Areia Muito Grossa	%	<0,10	<0,10
Areia Total	%	35,5	45,7

B. Parâmetros Químicos

Metais e Arsênio

Os resultados das análises dos metais nas amostras de sedimento de superfície coletadas no berço e acesso ao berço de atracação do Cais TECON 1 estão apresentados na Tabela 3.48-2.

Dentre os parâmetros químicos, analisados no sedimento de superfície, arsênio, cádmio e mercúrio registraram concentrações abaixo do limite de quantificação (<LQ) tanto no berço quanto na sua área de acesso.

Os metais chumbo, cobre, cromo, níquel e zinco foram quantificados nas amostras, de sedimento de superfície, coletadas tanto no berço quanto na sua área de acesso. Entretanto, nenhum destes elementos apresentou concentração acima do nível 1 da Resolução Conama 344/04 (Brasil, 2004).

A Figura 3.48-2 apresenta a concentração de alguns metais analisados no sedimento de superfície coletados no berço do Cais TECON 1 e na sua referida área de acesso.

Hidrocarbonetos Policíclicos Aromáticos (HPAs)

Todos os HPAs, coletados no berço do Cais TECON 1 e na sua área de acesso, apresentaram valores abaixo do limite de quantificação (<LQ) do método (Tabela 3.48-3).

Bifenilas Policloradas (PCBs)

Os PCBs totais apresentaram concentrações inferiores aos limites de quantificação do método, tanto no berço quanto na sua área de acesso, enquadrando-se, portanto, nos valores de referência estabelecidos pela Resolução Conama 344/04 (Brasil, 2004) (Tabela 3.48-4).

Pesticidas Organoclorados

Assim como para os PCBs totais, os pesticidas organoclorados apresentaram, tanto no berço quanto na sua área de acesso, concentrações inferiores aos limites de quantificação do método (Tabela 3.48-5). Nenhuma das amostras analisadas, portanto, apresentou-se fora dos limites estabelecidos pela resolução citada.

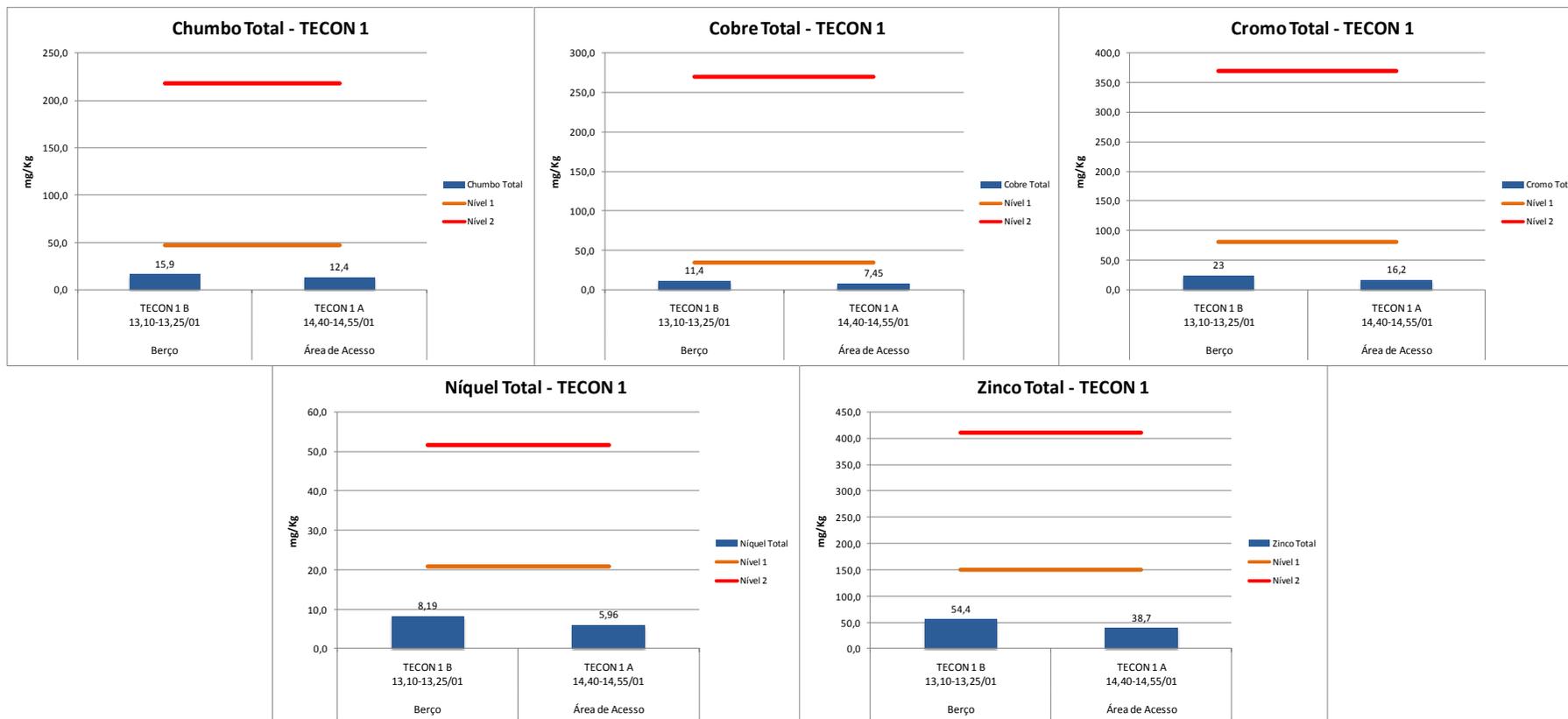


Figura 3.48-2. Concentração de alguns metais analisados nas amostras de sedimento de superfície coletadas no berço do Cais TECON 1 e na sua referida área de acesso.

Tabela 3.48-2. Concentrações de metais e arsênio total nas amostras de sedimento de superfície coletadas no berço e acesso ao berço de atracação do Cais TECON 1.

Metais e Arsênio					
Parâmetros	Unidade	Resolução		Berço	Área de Acesso
		CONAMA 344/04		TECON 1 B	TECON 1 A
		Nível 1	Nível 2	13,10-13,25/01	14,40-14,55/01
Arsênio Total	mg/kg	8,2	70,0	< 1,07	< 0,786
Cádmio Total	mg/kg	1,2	9,6	< 0,710	< 0,524
Chumbo Total	mg/kg	46,7	218,0	15,9	12,4
Cobre Total	mg/kg	34,0	270,0	11,4	7,45
Cromo Total	mg/kg	81,0	370,0	23	16,2
Mercúrio Total	mg/kg	0,15	0,71	< 0,0852	< 0,0629
Níquel Total	mg/kg	20,9	51,6	8,19	5,96
Zinco Total	mg/kg	150,0	410,0	54,4	38,7

Tabela 3.48-3. Concentrações de HPAs nas amostras de sedimento de superfície coletadas no berço e acesso ao berço de atracação do Cais TECON 1.

Hidrocarbonetos Policíclicos Aromáticos ou HPAs					
Parâmetros	Unidade	Resolução		Berço	Área de Acesso
		CONAMA 344/04		TECON 1 B	TECON 1 A
		Nível 1	Nível 2	13,10-13,25/01	14,40-14,55/01
Benzo(a)antraceno	µg/kg	74,8	693,0	< 8,52	< 6,29
Benzo(a)pireno	µg/kg	88,8	763,0	< 8,52	< 6,29
Criseno	µg/kg	108,0	846,0	< 8,52	< 6,29
Dibenzo(a,h)antraceno	µg/kg	6,2	135,0	< 8,52	< 6,29
Acenafteno	µg/kg	16,0	500,0	< 8,52	< 6,29
Acenaftileno	µg/kg	44,0	640,0	< 8,52	< 6,29
Antraceno	µg/kg	85,3	1100,0	< 8,52	< 6,29
Fenantreno	µg/kg	240,0	1500,0	< 8,52	< 6,29
Fluoranteno	µg/kg	600,0	5100,0	< 8,52	< 6,29
Fluoreno	µg/kg	19,0	540,0	< 8,52	< 6,29
2-Metilnaftaleno	µg/kg	70,0	670,0	< 8,52	< 6,29
Naftaleno	µg/kg	160,0	2100,0	< 8,52	< 6,29
Pireno	µg/kg	665,0	2600,0	< 8,52	< 6,29

Tabela 3.48-4. Concentrações de PCBs nas amostras de sedimento de superfície coletadas no berço e acesso ao berço de atracação do Cais TECON 1.

Bifenilas Policloradas ou PCBs					
Parâmetros	Unidade	Resolução		Berço	Área de Acesso
		CONAMA 344/04		TECON 1 B	TECON 1 A
		Nível 1	Nível 2	13,10-13,25/01	14,40-14,55/01
Bifenilas Policloradas Totais	µg/kg	22,7	180	< 0,170	< 0,126

Tabela 3.48-5. Concentrações de Pesticidas Organoclorados nas amostras de sedimento de superfície coletadas no berço e acesso ao berço de atracação do Cais TECON 1.

Pesticidas Organoclorados					
Parâmetros	Unidade	Resolução		Berço	Área de Acesso
		CONAMA 344/04		TECON 1 B	TECON 1 A
		Nível 1	Nível 2	13,10-13,25/01	14,40-14,55/01
a-BHC	µg/kg	0,32	0,99	< 0,170	< 0,126
b-BHC	µg/kg	0,32	0,99	< 0,170	< 0,126
d-BHC	µg/kg	0,32	0,99	< 0,170	< 0,126
g-BHC	µg/kg	0,32	0,99	< 0,170	< 0,126
a-Clordano	µg/kg	2,26	4,79	< 0,170	< 0,126
g-Clordano	µg/kg	2,26	4,79	< 0,170	< 0,126
DDD	µg/kg	1,22	7,81	< 0,170	< 0,126
DDE	µg/kg	2,07	374	< 0,170	< 0,126
DDT	µg/kg	1,19	4,77	< 0,170	< 0,126
Dieldrin	µg/kg	0,71	4,3	< 0,170	< 0,126
Endrin	µg/kg	2,67	62,4	< 0,170	< 0,126

Outros Parâmetros

Os parâmetros carbono orgânico total (COT), fósforo total e nitrogênio kjeldahl total (NKT) foram quantificados nas amostras de sedimento de superfície, tanto no berço quanto na área de acesso ao berço de atracação, entretanto apresentaram concentrações abaixo do valor alerta estabelecido pela Resolução Conama 344/04 (Brasil, 2004) (Tabela 3.48-6).

A Figura 3.48-3 apresenta a concentração de COT, fósforo total e NKT analisados no sedimento de superfície coletados no berço do Cais TECON 1 e na sua referida área de acesso.

Tabela 3.48-6. Concentrações de COT, fósforo total e NKT nas amostras de sedimento coletadas no berço e acesso ao berço de atracação do Cais TECON 1.

Outros Parâmetros					
Parâmetros	Unidade	Resolução	Berço	Área de Acesso	
			CONAMA 344/04		TECON 1 A
			10	2000	14,40-14,55/01
Carbono Orgânico Total	%	10	2,78	1,93	
Fósforo Total	mg/kg	2000	436,1	275,1	
Nitrogênio Kjeldahl Total	mg/kg	4800	639,5	528,3	

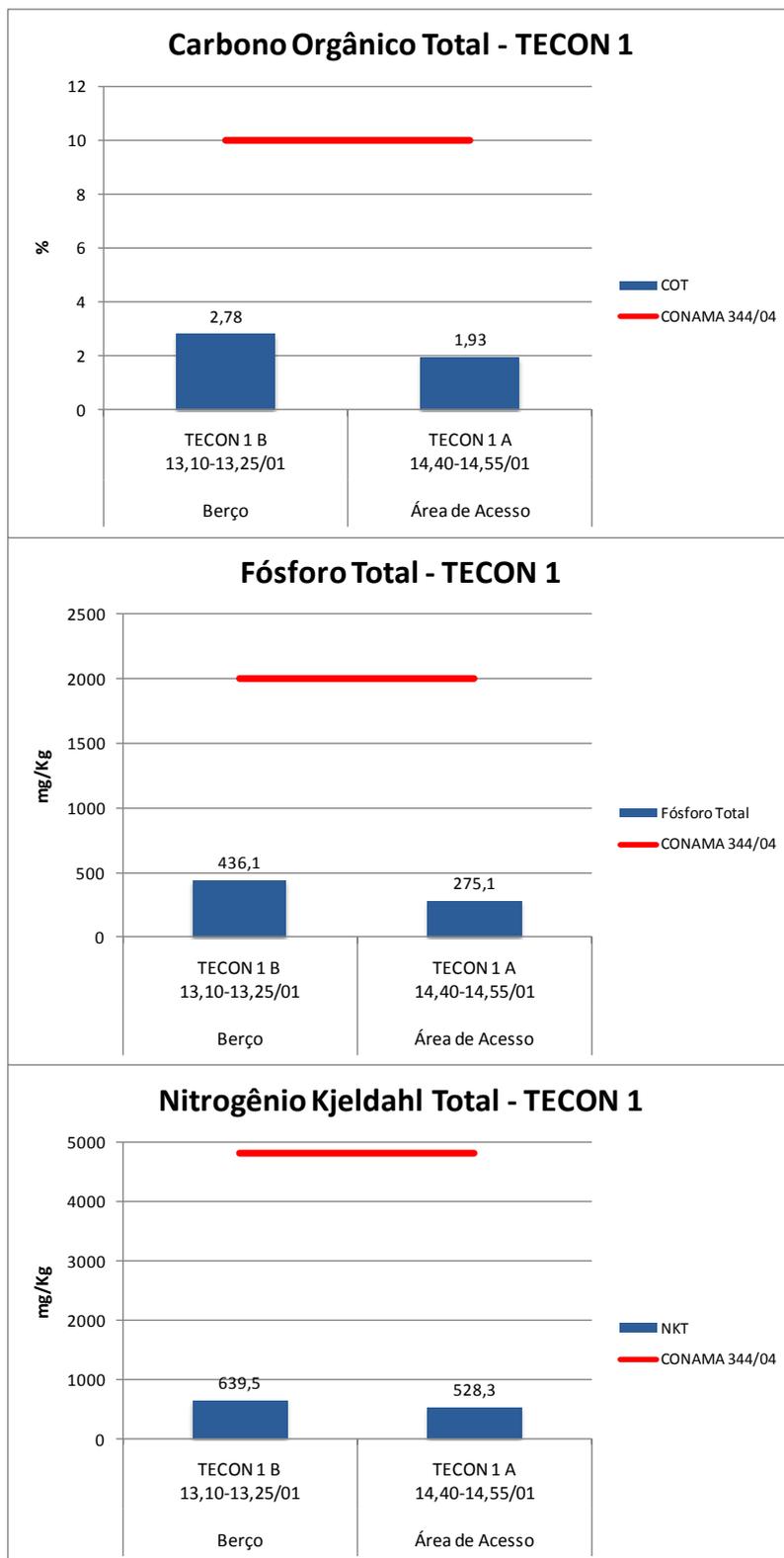


Figura 3.48-3. Concentrações de COT, fósforo total e NKT analisados nas amostras de sedimento de superfície coletadas no berço e acesso ao berço de atracação do Cais TECON 1.

C. Análise Ecotoxicológica

Teste de Toxicidade Aguda com *Leptocheirus plumulosus*

A análise Ecotoxicológica com o anfípoda *L. plumulosus* foi realizada com amostra de sedimento de superfície tanto do berço do Cais TECON 1 quanto da área de acesso ao berço de atracação.

Os parâmetros físicos e químicos, como pH, salinidade (‰) e oxigênio dissolvido (mg/L), medidos na água de interface no início e fim do teste de toxicidade aguda estão apresentados na Tabela 3.48-7. Já as análises de pH, salinidade (‰), oxigênio dissolvido (mg/L), temperatura (°C), nitrogênio amoniacal (mg/L) e amônia não ionizada (NH₃ - mg/L), efetuadas na água intersticial dos sedimentos no início e fim do teste, estão apresentados na Tabela 3.48-8.

Paralelamente aos testes com as amostras coletadas foi realizado um controle laboratorial. Os resultados obtidos para esse controle também se encontram nas tabelas a seguir.

Tabela 3.48-7. Parâmetros físicos e químicos medidos na água de interface, no início e fim do teste de toxicidade aguda com *L. plumulosus*, para as amostras de sedimento de superfície do berço e área de acesso ao berço do Cais TECON 1.

Amostra	pH		Salinidade (‰)		Oxigênio Dissolvido (mg/L)	
	Inicial	Final	Inicial	Final	Inicial	Final
Controle	7,57	7,95	20	21	6,02	6,66
TECON 1 Berço	7,65	8,24	21	22	5,31	5,88
TECON 1 Acesso	7,59	8,23	21	23	5,01	6,27

Tabela 3.48-8. Parâmetros físicos e químicos medidos na água intersticial, no início e fim do teste de toxicidade aguda com *L. plumulosus*, para as amostras de sedimento de superfície do berço e área de acesso ao berço do Cais TECON 1.

Amostra	pH		Salinidade (‰)		Oxigênio Dissolvido (mg/L)		Temperatura (°C)		Nitrogênio amoniacal (mg/L)		Amônia não ionizada (mg/L)	
	Inicial	Final	Inicial	Final	Inicial	Final	Inicial	Final	Inicial	Final	Inicial	Final
Controle	7,81	7,70	24	23	6,39	5,20	24,0	25,0	2,75	-	0,081	-
TECON 1 Berço	7,67	7,56	34	25	4,73	5,01	24,0	25,0	29,00	-	0,571	-
TECON 1 Acesso	7,49	7,39	33	25	5,46	4,08	24,0	25,0	13,00	-	0,174	-

A Tabela 3.48-9 apresenta os resultados do teste de toxicidade aguda com *L. plumulosus* nas amostras de sedimento de superfície do Cais TECON 1. Os valores obtidos estão dentro da faixa estabelecida para a aceitação dos resultados.

Tabela 3.48-9. Efeito tóxico observado nos testes de toxicidade aguda com *L. plumulosus* para as amostras de sedimento de superfície, do berço e área de acesso ao berço do Cais TECON 1, em cada réplica após o período de exposição.

Amostra	Réplica	Nº final de animais por réplica		Mortalidade total (%)	Resultado
		Mortos	Total		
Controle	1	1	20	3	-
	2	1	20		
	3	0	20		
TECON 1 Berço	1	3	20	12	Não Tóxico
	2	4	20		
	3	0	20		
TECON 1 Acesso	1	0	20	13	Não Tóxico
	2	4	20		
	3	4	20		

De acordo com o tratamento estatístico aplicado, foi verificado que as amostras de sedimento de superfície, do berço do Cais TECON 1 e da área de acesso ao berço de atracação, não apresentaram toxicidade aguda para *L. plumulosus*, em comparação com o controle, após 10 dias de exposição.

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 essa espécie (USEPA, 2001).

A sensibilidade dos indivíduos de *L. plumulosus* 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} ; 96h) e respectivo intervalo de confiança obtidos foram: 0,69 mg Zn/L (I.C.: 0,54 a 0,87 mg Zn/L). A carta-controle de sensibilidade desse sistema-teste, utilizando dados acumulados de vários testes, indica 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.

- **COTA DE PROJETO**

- Berço: 13,70 metros
 - Amostra: TECON 1 B 13,50-14,00/02
- Acesso: 13,70 metros

A. Granulometria

A composição granulométrica do sedimento da cota de projeto (TECON 1 B 13,50-14,00/02) amostrado no berço do Cais TECON 1 está apresentada na Figura 3.48-4, e na Tabela 3.48-10.

Os resultados granulométricos mostraram predominância das frações silte (34,8%), areia muito fina (32,3%), argila (19,2%) e areia fina (12,3%), e em menores porcentagens foram encontradas as frações areia média (0,551%), areia muito grossa (0,270%) e areia grossa (0,255%).

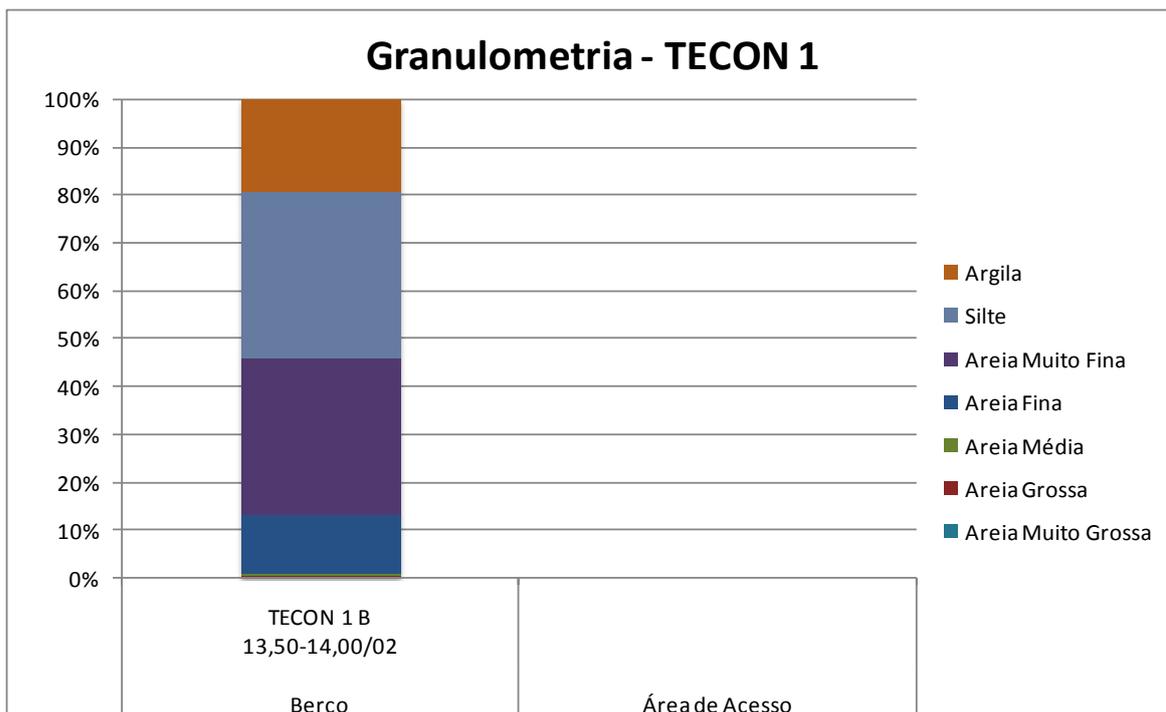


Figura 3.48-4. Composição granulométrica do sedimento da cota de projeto, coletado no berço de atracação do Cais TECON 1.

Tabela 3.48-10. Composição granulométrica do sedimento da cota de projeto, coletado no berço de atracação do Cais TECON 1.

Granulometria		
Fração	Unidade	Berço
		TECON 1 B 13,50-14,00/02
Argila	%	19,2
Silte	%	34,8
Areia Muito Fina	%	32,3
Areia Fina	%	12,3
Areia Média	%	0,551
Areia Grossa	%	0,255
Areia Muito Grossa	%	0,27
Areia Total	%	45,6

B. Parâmetros Químicos

Metais e Arsênio

Os resultados das análises dos metais na amostra de sedimento da cota de projeto, coletada no berço do Cais TECON 1, estão apresentados na Tabela 3.48-11.

Dentre os parâmetros químicos analisados no sedimento, arsênio e cádmio registraram concentrações abaixo do limite de quantificação do método.

Os metais chumbo, cobre, cromo, mercúrio, níquel e zinco foram quantificados na amostra de sedimento da cota de projeto, entretanto, nenhum destes elementos apresentou concentração acima do nível 1 da Resolução Conama 344/04 (Brasil, 2004).

A Figura 3.48-5 apresenta a concentração de alguns metais analisados no sedimento da cota de projeto, coletado no berço do Cais TECON 1.

Hidrocarbonetos Policíclicos Aromáticos (HPAs)

Todos os HPAs analisados no sedimento da cota de projeto, coletado no berço do TECON 1, apresentaram valores abaixo do limite de quantificação do método (Tabela 3.48-12).

Bifenilas Policloradas (PCBs)

Os PCBs totais apresentaram concentrações inferiores aos limites de quantificação do método na amostra de sedimento da cota de projeto, enquadrando-se, portanto, nos valores de referência estabelecidos pela Resolução Conama 344/04 (Brasil, 2004) (Tabela 3.48-13).

Pesticidas Organoclorados

Assim como para os PCBs totais, os pesticidas organoclorados apresentaram, na amostra de sedimento da cota de projeto, concentrações inferiores aos limites de quantificação do método (Tabela 3.48-14). Nenhuma das amostras analisadas, portanto, apresentou-se fora dos limites estabelecidos pela resolução citada.

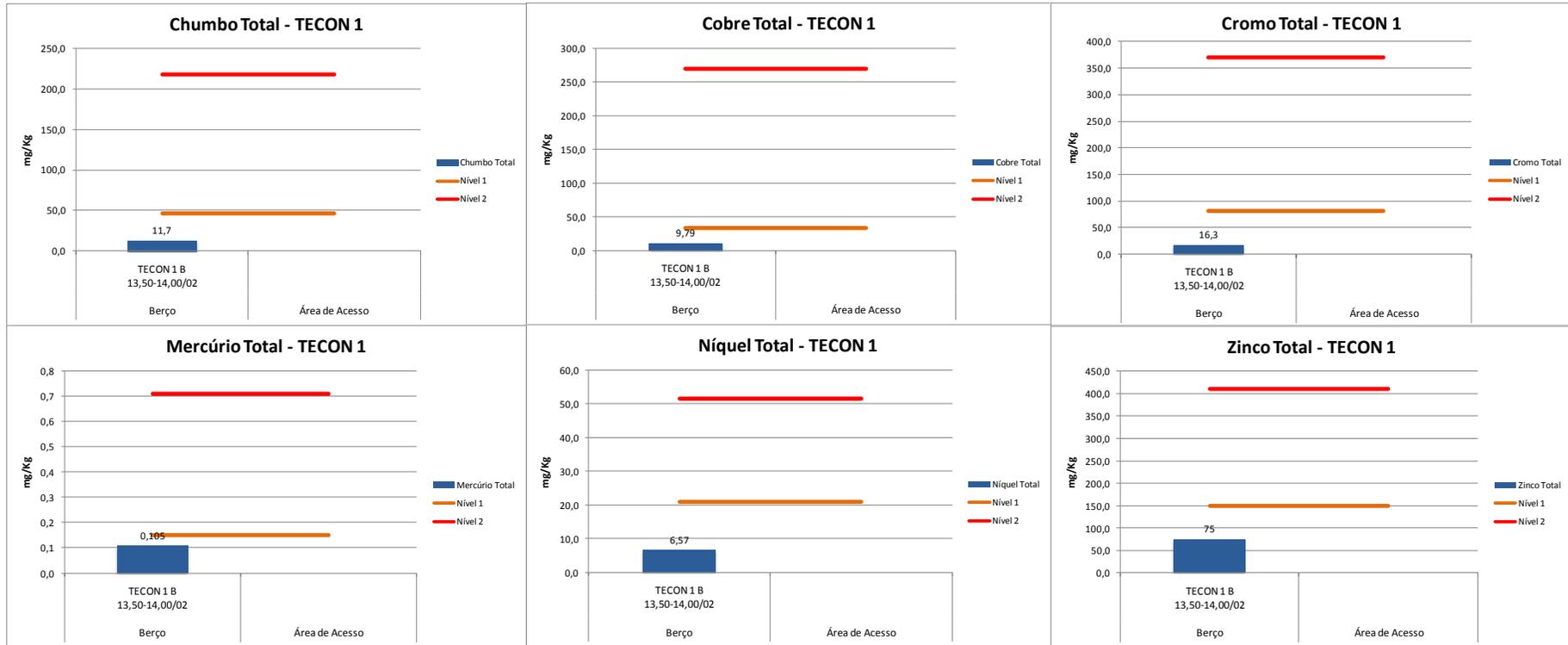


Figura 3.48-5. Concentração de alguns metais analisados na amostra de sedimento da cota de projeto, coletada no berço do Cais TECON 1.

Tabela 3.48-11. Concentrações de metais e arsênio total na amostra de sedimento da cota de projeto, coletada no berço do Cais TECON 1.

Metais e Arsênio				
Parâmetros	Unidade	Resolução		Berço
		CONAMA 344/04		TECON 1 B
		Nível 1	Nível 2	13,50-14,00/02
Arsênio Total	mg/kg	8,2	70,0	< 0,778
Cádmio Total	mg/kg	1,2	9,6	< 0,519
Chumbo Total	mg/kg	46,7	218,0	11,7
Cobre Total	mg/kg	34,0	270,0	9,79
Cromo Total	mg/kg	81,0	370,0	16,3
Mercúrio Total	mg/kg	0,15	0,71	0,105
Níquel Total	mg/kg	20,9	51,6	6,57
Zinco Total	mg/kg	150,0	410,0	75

Tabela 3.48-12. Concentrações de HPAs na amostra de sedimento da cota de projeto, coletada no berço do Cais TECON 1.

Hidrocarbonetos Policíclicos Aromáticos ou HPAs				
Parâmetros	Unidade	Resolução		Berço
		CONAMA 344/04		TECON 1 B
		Nível 1	Nível 2	13,50-14,00/02
Benzo(a)antraceno	µg/kg	74,8	693,0	< 6,22
Benzo(a)pireno	µg/kg	88,8	763,0	< 6,22
Criseno	µg/kg	108,0	846,0	< 6,22
Dibenzo(a,h)antraceno	µg/kg	6,2	135,0	< 6,22
Acenafteno	µg/kg	16,0	500,0	< 6,22
Acenaftileno	µg/kg	44,0	640,0	< 6,22
Antraceno	µg/kg	85,3	1100,0	< 6,22
Fenantreno	µg/kg	240,0	1500,0	< 6,22
Fluoranteno	µg/kg	600,0	5100,0	< 6,22
Fluoreno	µg/kg	19,0	540,0	< 6,22
2-Metilnaftaleno	µg/kg	70,0	670,0	< 6,22
Naftaleno	µg/kg	160,0	2100,0	< 6,22
Pireno	µg/kg	665,0	2600,0	< 6,22

Tabela 3.48-13. Concentrações de PCBs na amostra de sedimento da cota de projeto, coletada no berço do Cais TECON 1.

Bifenilas Policloradas ou PCBs				
Parâmetros	Unidade	Resolução		Berço
		CONAMA 344/04		TECON 1 B
		Nível 1	Nível 2	13,50-14,00/02
Bifenilas Policloradas Totais	µg/kg	22,7	180	< 0,1245

Tabela 3.48-14. Concentrações de Pesticidas Organoclorados na amostra da cota de projeto, coletada no berço do Cais TECON 1.

Pesticidas Organoclorados				
Parâmetros	Unidade	Resolução		Berço
		CONAMA 344/04		TECON 1 B
		Nível 1	Nível 2	13,50-14,00/02
a-BHC	µg/kg	0,32	0,99	< 0,1245
b-BHC	µg/kg	0,32	0,99	< 0,1245
d-BHC	µg/kg	0,32	0,99	< 0,1245
g-BHC	µg/kg	0,32	0,99	< 0,1245
a-Clordano	µg/kg	2,26	4,79	< 0,1245
g-Clordano	µg/kg	2,26	4,79	< 0,1245
DDD	µg/kg	1,22	7,81	< 0,1245
DDE	µg/kg	2,07	374	< 0,1245
DDT	µg/kg	1,19	4,77	< 0,1245
Dieldrin	µg/kg	0,71	4,3	< 0,1245
Endrin	µg/kg	2,67	62,4	< 0,1245

Outros Parâmetros

Os parâmetros carbono orgânico total (COT), fósforo total e nitrogênio kjeldahl total (NKT) foram quantificados na amostra de sedimento da cota de projeto, entretanto apresentaram concentrações abaixo do valor alerta estabelecido pela Resolução Conama 344/04 (Brasil, 2004) (Tabela 3.48-15).

A Figura 3.48-6 apresenta a concentração de COT, fósforo total e NKT analisados no sedimento da cota de projeto, coletado no berço do Cais TECON 1.

Tabela 3.48-15. Concentrações de COT, fósforo total e NKT na amostra da cota de projeto, coletada no berço do Cais TECON 1.

Outros Parâmetros			
Parâmetros	Unidade	Resolução	Berço
			CONAMA 344/04
			TECON 1 B
			13,50-14,00/02
Carbono Orgânico Total	%	10	2,25
Fósforo Total	mg/kg	2000	307,3
Nitrogênio Kjeldahl Total	mg/kg	4800	579

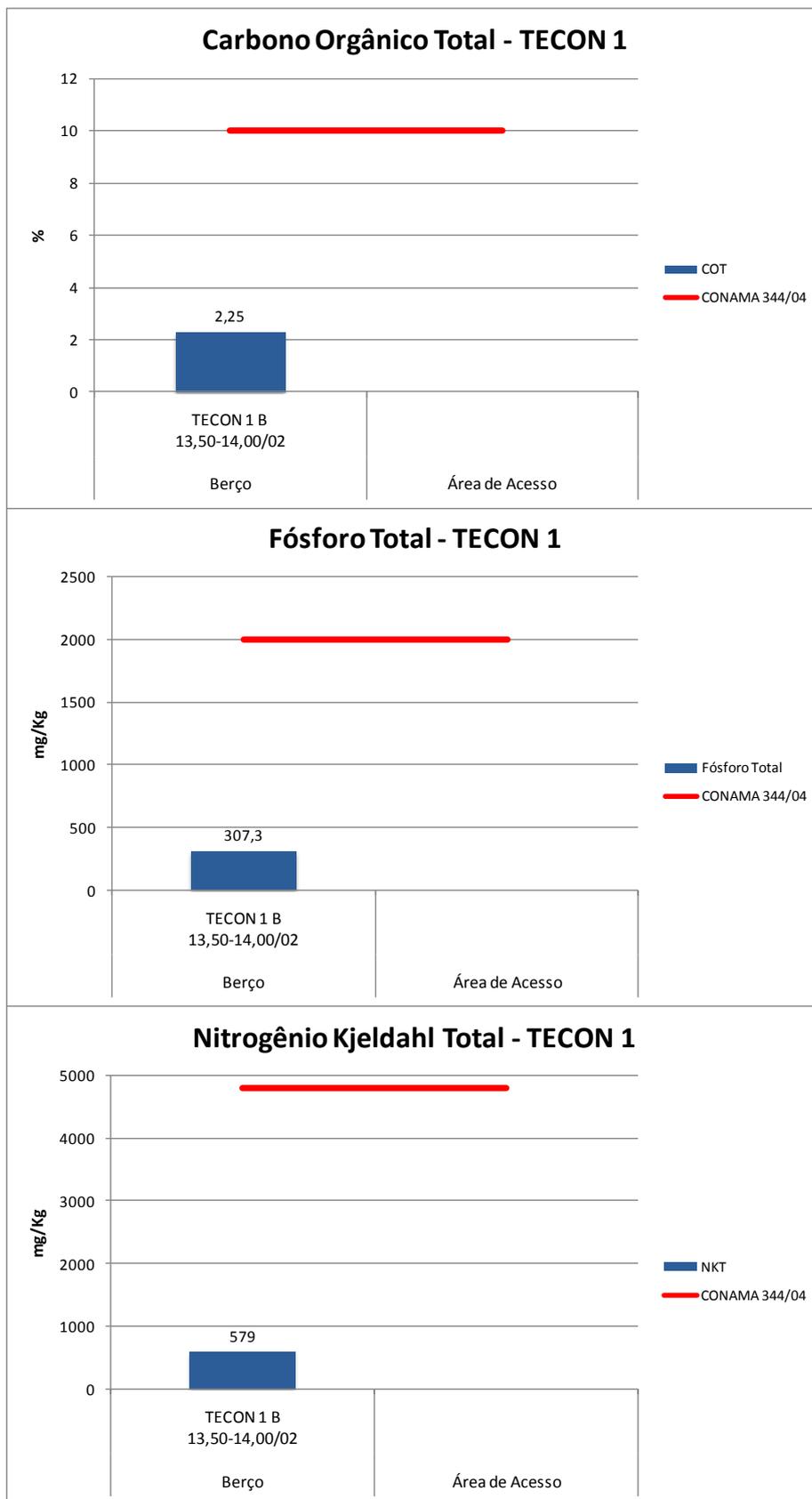


Figura 3.48-6. Concentrações de COT, fósforo total e NKT analisados na amostra de sedimento da cota de projeto, coletada no berço do Cais TECON 1.

3.49. CAIS TECON 2

- **SUPERFÍCIE**

A. Granulometria

A composição granulométrica do sedimento de superfície amostrado no berço e acesso ao berço de atracação do Cais TECON 2 está apresentada na Figura 3.49-1, e na Tabela 3.49-1.

Os resultados granulométricos mostraram predominância das frações silte (32,7%), argila (30,3%) e areia muito fina (23,8%), no sedimento coletado no berço do Cais TECON 2, e em menores porcentagens foram encontradas as frações areia fina (12,4%) e areia média (0,74%). As frações areia grossa e areia muito grossa apresentaram valores abaixo de 0,10%.

No acesso ao berço de atracação a fração dominante foi o silte (65,2%), seguido pelas frações argila (15,5%), areia muito fina (11,6%), areia fina (6,9%) e areia média (0,784%). As frações areia grossa e areia muito grossa apresentaram valores abaixo de 0,10%.

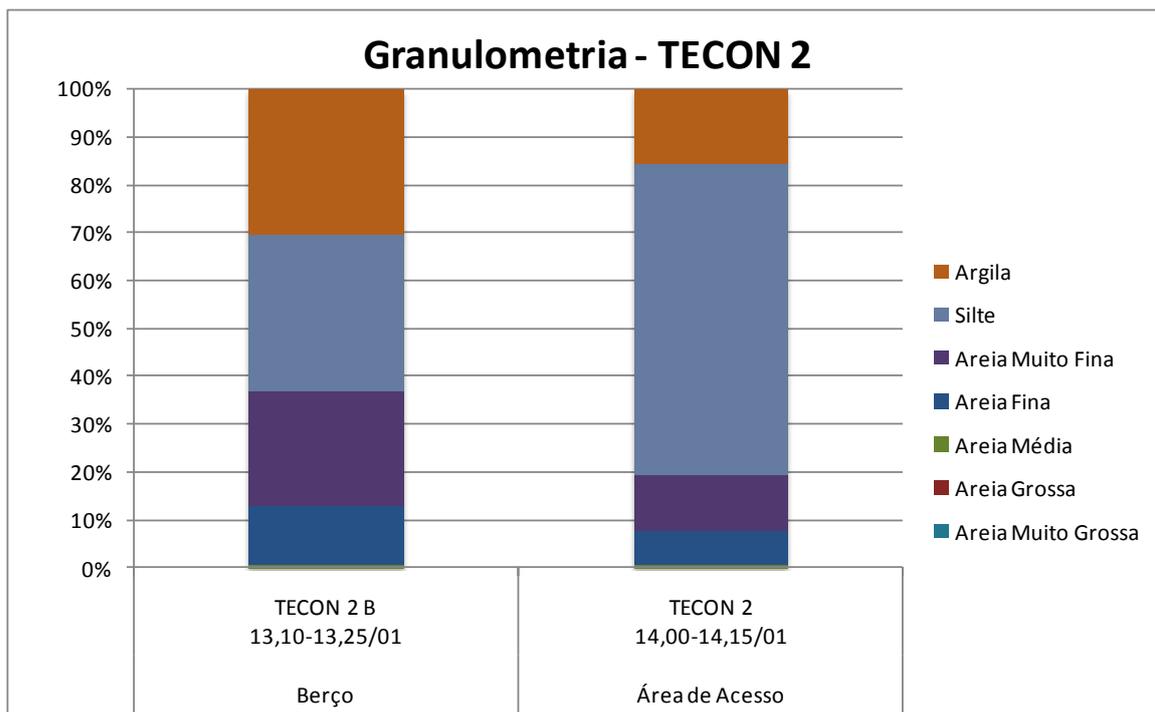


Figura 3.49-1. Composição granulométrica do sedimento de superfície do berço e área de acesso ao berço de atracação do Cais TECON 2.

Tabela 3.49-1. Composição granulométrica do sedimento de superfície do berço e área de acesso ao berço de atracação do Cais TECON 2.

Granulometria			
Fração	Unidade	Berço	Área de Acesso
		TECON 2 B 13,10-13,25/01	TECON 2 14,00-14,15/01
Argila	%	30,3	15,5
Silte	%	32,7	65,2
Areia Muito Fina	%	23,8	11,6
Areia Fina	%	12,4	6,9
Areia Média	%	0,74	0,784
Areia Grossa	%	<0,10	<0,10
Areia Muito Grossa	%	<0,10	<0,10
Areia Total	%	36,9	19,2

B. Parâmetros Químicos

Metais e Arsênio

Os resultados das análises dos metais nas amostras de sedimento de superfície coletadas no berço e acesso ao berço de atracação do Cais TECON 2 estão apresentados na Tabela 3.49-2.

Dentre os parâmetros químicos, analisados no sedimento de superfície, arsênio, cádmio e mercúrio registraram concentrações abaixo do limite de quantificação (<LQ) tanto no berço quanto na sua área de acesso.

Os metais chumbo, cobre, cromo, níquel e zinco foram quantificados nas amostras, de sedimento de superfície, coletadas tanto no berço quanto na sua área de acesso. Entretanto, nenhum destes elementos apresentou concentração acima do nível 1 da Resolução Conama 344/04 (Brasil, 2004).

A Figura 3.49-2 apresenta a concentração de alguns metais analisados no sedimento de superfície coletados no berço do Cais TECON 2 e na sua referida área de acesso.

Hidrocarbonetos Policíclicos Aromáticos (HPAs)

Todos os HPAs, coletados no berço do Cais TECON 2 e na sua área de acesso, apresentaram valores abaixo do limite de quantificação (<LQ) do método (Tabela 3.49-3).

Bifenilas Policloradas (PCBs)

Os PCBs totais apresentaram concentrações inferiores aos limites de quantificação do método, tanto no berço quanto na sua área de acesso, enquadrando-se, portanto, nos valores de referência estabelecidos pela Resolução Conama 344/04 (Brasil, 2004) (Tabela 3.49-4).

Pesticidas Organoclorados

Assim como para os PCBs totais, os pesticidas organoclorados apresentaram, tanto no berço quanto na sua área de acesso, concentrações inferiores aos limites de quantificação do método (Tabela 3.49-5). Nenhuma das amostras analisadas, portanto, apresentou-se fora dos limites estabelecidos pela resolução citada.

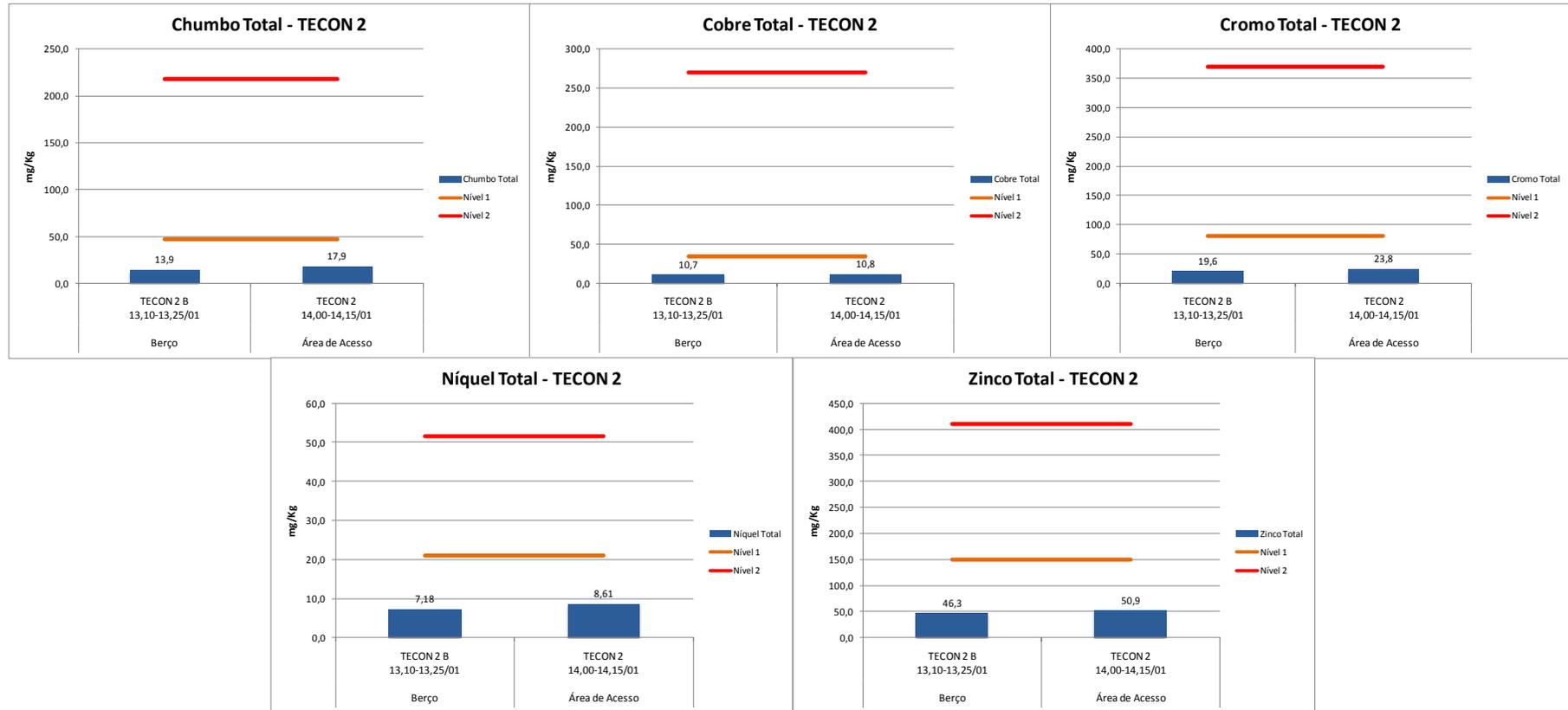


Figura 3.49-2. Concentração de alguns metais analisados nas amostras de sedimento de superfície coletadas no berço do Cais TECON 2 e na sua referida área de acesso.

Tabela 3.49-2. Concentrações de metais e arsênio total nas amostras de sedimento de superfície coletadas no berço e acesso ao berço de atracação do Cais TECON 2.

Metais e Arsênio					
Parâmetros	Unidade	Resolução		Berço	Área de Acesso
		CONAMA 344/04		TECON 2 B	TECON 2
		Nível 1	Nível 2	13,10-13,25/01	14,00-14,15/01
Arsênio Total	mg/kg	8,2	70,0	< 0,945	< 0,979
Cádmio Total	mg/kg	1,2	9,6	< 0,630	< 0,653
Chumbo Total	mg/kg	46,7	218,0	13,9	17,9
Cobre Total	mg/kg	34,0	270,0	10,7	10,8
Cromo Total	mg/kg	81,0	370,0	19,6	23,8
Mercúrio Total	mg/kg	0,15	0,71	< 0,0756	< 0,0783
Níquel Total	mg/kg	20,9	51,6	7,18	8,61
Zinco Total	mg/kg	150,0	410,0	46,3	50,9

Tabela 3.49-3. Concentrações de HPAs nas amostras de sedimento de superfície coletadas no berço e acesso ao berço de atracação do Cais TECON 2.

Hidrocarbonetos Policíclicos Aromáticos ou HPAs					
Parâmetros	Unidade	Resolução		Berço	Área de Acesso
		CONAMA 344/04		TECON 2 B	TECON 2
		Nível 1	Nível 2	13,10-13,25/01	14,00-14,15/01
Benzo(a)antraceno	µg/kg	74,8	693,0	< 7,56	< 7,83
Benzo(a)pireno	µg/kg	88,8	763,0	< 7,56	< 7,83
Criseo	µg/kg	108,0	846,0	< 7,56	< 7,83
Dibenzo(a,h)antraceno	µg/kg	6,2	135,0	< 7,56	< 7,83
Acenafteno	µg/kg	16,0	500,0	< 7,56	< 7,83
Acenaftileno	µg/kg	44,0	640,0	< 7,56	< 7,83
Antraceno	µg/kg	85,3	1100,0	< 7,56	< 7,83
Fenantreno	µg/kg	240,0	1500,0	< 7,56	< 7,83
Fluoranteno	µg/kg	600,0	5100,0	< 7,56	< 7,83
Fluoreno	µg/kg	19,0	540,0	< 7,56	< 7,83
2-Metilnaftaleno	µg/kg	70,0	670,0	< 7,56	< 7,83
Naftaleno	µg/kg	160,0	2100,0	< 7,56	< 7,83
Pireno	µg/kg	665,0	2600,0	< 7,56	< 7,83

Tabela 3.49-4. Concentrações de PCBs nas amostras de sedimento de superfície coletadas no berço e acesso ao berço de atracação do Cais TECON 2.

Bifenilas Policloradas ou PCBs					
Parâmetros	Unidade	Resolução		Berço	Área de Acesso
		CONAMA 344/04		TECON 2 B	TECON 2
		Nível 1	Nível 2	13,10-13,25/01	14,00-14,15/01
Bifenilas Policloradas Totais	µg/kg	22,7	180	< 0,151	< 0,157

Tabela 3.49-5. Concentrações de Pesticidas Organoclorados nas amostras de sedimento de superfície coletadas no berço e acesso ao berço de atracação do Cais TECON 2.

Pesticidas Organoclorados					
Parâmetros	Unidade	Resolução		Berço	Área de Acesso
		CONAMA 344/04		TECON 2 B	TECON 2
		Nível 1	Nível 2	13,10-13,25/01	14,00-14,15/01
a-BHC	µg/kg	0,32	0,99	< 0,151	< 0,157
b-BHC	µg/kg	0,32	0,99	< 0,151	< 0,157
d-BHC	µg/kg	0,32	0,99	< 0,151	< 0,157
g-BHC	µg/kg	0,32	0,99	< 0,151	< 0,157
a-Clordano	µg/kg	2,26	4,79	< 0,151	< 0,157
g-Clordano	µg/kg	2,26	4,79	< 0,151	< 0,157
DDD	µg/kg	1,22	7,81	< 0,151	< 0,157
DDE	µg/kg	2,07	374	< 0,151	< 0,157
DDT	µg/kg	1,19	4,77	< 0,151	< 0,157
Dieldrin	µg/kg	0,71	4,3	< 0,151	< 0,157
Endrin	µg/kg	2,67	62,4	< 0,151	< 0,157

Outros Parâmetros

Os parâmetros carbono orgânico total (COT), fósforo total e nitrogênio kjeldahl total (NKT) foram quantificados nas amostras de sedimento de superfície, tanto no berço quanto na área de acesso ao berço de atracação, entretanto apresentaram concentrações abaixo do valor alerta estabelecido pela Resolução Conama 344/04 (Brasil, 2004) (Tabela 3.49-6).

A Figura 3.49-3 apresenta a concentração de COT, fósforo total e NKT analisados no sedimento de superfície coletados no berço do Cais TECON 2 e na sua referida área de acesso.

Tabela 3.49-6. Concentrações de COT, fósforo total e NKT nas amostras de sedimento coletadas no berço e acesso ao berço de atracação do Cais TECON 2.

Outros Parâmetros					
Parâmetros	Unidade	Resolução	Berço	Área de Acesso	
			CONAMA 344/04		TECON 2
			10	2000	TECON 2
			13,10-13,25/01	14,00-14,15/01	
Carbono Orgânico Total	%	10	2,62	3,94	
Fósforo Total	mg/kg	2000	317,1	461,6	
Nitrogênio Kjeldahl Total	mg/kg	4800	536,6	661,5	

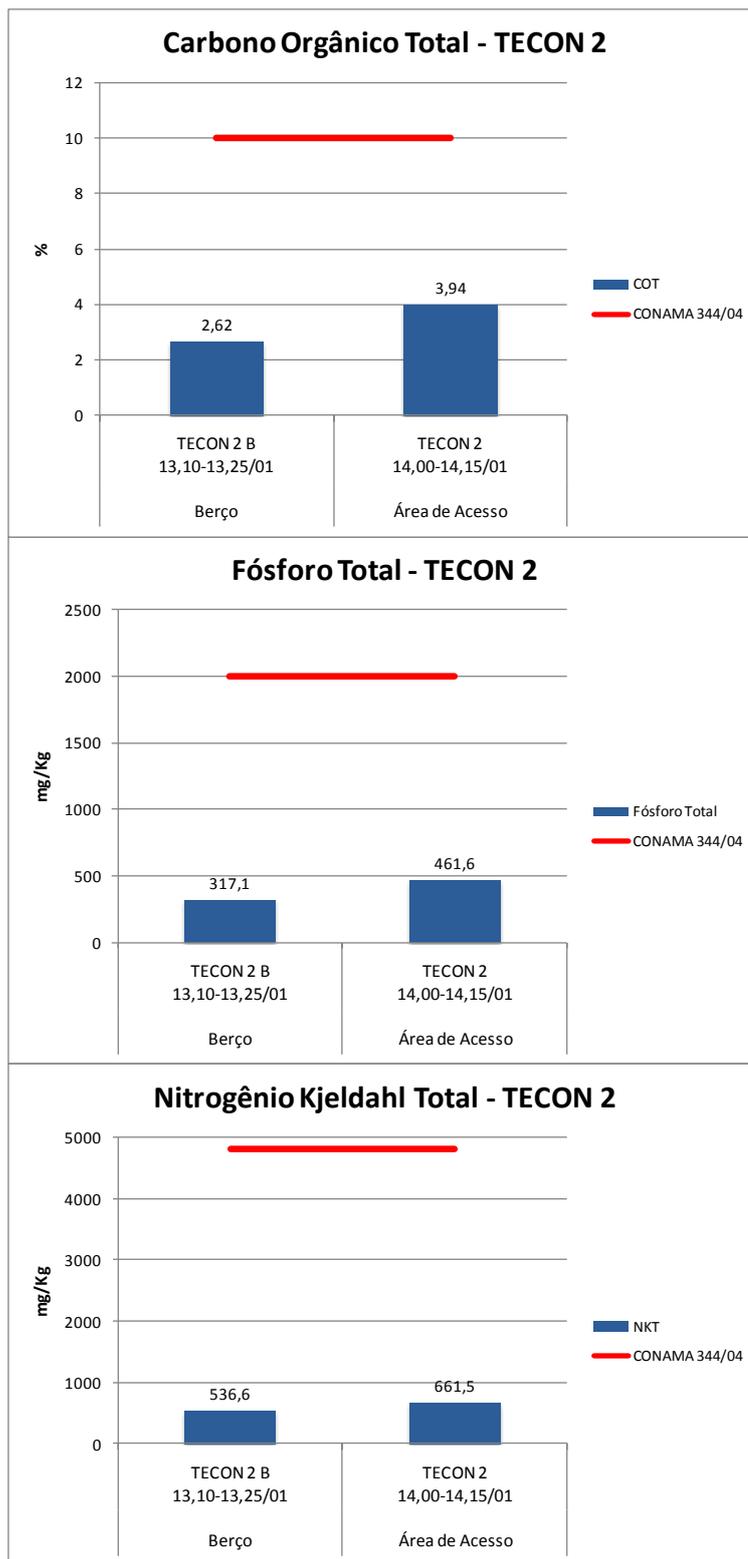


Figura 3.49-3. Concentrações de COT, fósforo total e NKT analisados nas amostras de sedimento de superfície coletadas no berço e acesso ao berço de atracação do Cais TECON 2.

C. Análise Ecotoxicológica

Teste de Toxicidade Aguda com *Leptocheirus plumulosus*

A análise Ecotoxicológica com o anfípoda *L. plumulosus* foi realizada com amostra de sedimento de superfície tanto do berço do Cais TECON 2 quanto da área de acesso ao berço de atracação.

Os parâmetros físicos e químicos, como pH, salinidade (‰) e oxigênio dissolvido (mg/L), medidos na água de interface no início e fim do teste de toxicidade aguda estão apresentados na Tabela 3.49-7. Já as análises de pH, salinidade (‰), oxigênio dissolvido (mg/L), temperatura (°C), nitrogênio amoniacal (mg/L) e amônia não ionizada (NH₃ - mg/L), efetuadas na água intersticial dos sedimentos no início e fim do teste, estão apresentados na Tabela 3.49-8.

Paralelamente aos testes com as amostras coletadas foi realizado um controle laboratorial. Os ensaios ecotoxicológicos das amostras de sedimento do berço e da área de acesso foram realizados em dias diferentes, portanto, foram realizados dois controles laboratoriais, um para cada teste. Os resultados obtidos para esses controles também se encontram nas tabelas a seguir.

Tabela 3.49-7. Parâmetros físicos e químicos medidos na água de interface, no início e fim do teste de toxicidade aguda com *L. plumulosus*, para as amostras de sedimento de superfície do berço e área de acesso ao berço do Cais TECON 2.

Amostra	pH		Salinidade (‰)		Oxigênio Dissolvido (mg/L)	
	Inicial	Final	Inicial	Final	Inicial	Final
Controle	7,57	7,95	20	21	6,02	6,66
TECON 2 Berço	7,65	8,29	22	23	4,88	6,50
Controle	7,91	7,99	20	23	6,64	6,75
TECON 2 Acesso	7,92	8,24	20	24	6,60	6,66

Tabela 3.49-8. Parâmetros físicos e químicos medidos na água intersticial, no início e fim do teste de toxicidade aguda com *L. plumulosus*, para as amostras de sedimento de superfície do berço e área de acesso ao berço do Cais TECON 2.

Amostra	pH		Salinidade (‰)		Oxigênio Dissolvido (mg/L)		Temperatura (°C)		Nitrogênio amoniacal (mg/L)		Amônia não ionizada (mg/L)	
	Inicial	Final	Inicial	Final	Inicial	Final	Inicial	Final	Inicial	Final	Inicial	Final
Controle	7,81	7,70	24	23	6,39	5,20	24,0	25,0	2,75	-	0,081	-
TECON 2 Berço	7,60	7,64	35	26	4,85	4,70	24,0	25,0	7,50	-	0,126	-
Controle	7,85	7,88	23	21	6,05	6,63	24,4	25,4	1,75	-	0,058	-
TECON 2 Acesso	7,37	7,84	34	24	4,60	5,55	24,4	25,4	5,00	-	0,051	-

A Tabela 3.49-9 apresenta os resultados do teste de toxicidade aguda com *L. plumulosus* nas amostras de sedimento de superfície do Cais TECON 2. Os valores obtidos estão dentro da faixa estabelecida para a aceitação dos resultados.

Tabela 3.49-9. Efeito tóxico observado nos testes de toxicidade aguda com *L. plumulosus* para as amostras de sedimento de superfície, do berço e área de acesso ao berço do Cais TECON 2, em cada réplica após o período de exposição.

Amostra	Réplica	Nº final de animais por réplica		Mortalidade total (%)	Resultado
		Mortos	Total		
Controle	1	1	20	3	-
	2	1	20		
	3	0	20		
TECON 2 Berço	1	0	20	3	Não Tóxico
	2	2	20		
	3	0	20		
Controle	1	0	20	5	-
	2	1	20		
	3	2	20		
TECON 2 Acesso	1	0	20	8	Não Tóxico
	2	0	20		
	3	5	20		

De acordo com o tratamento estatístico aplicado, foi verificado que as amostras de sedimento de superfície, do berço do Cais TECON 2 e da área de acesso ao berço de atracação, não apresentaram toxicidade aguda para *L. plumulosus*, em comparação com o controle, após 10 dias de exposição.

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 essa espécie (USEPA, 2001).

A sensibilidade dos indivíduos de *L. plumulosus* utilizados no teste com sedimento foi estimada através do teste com substância de referência – Sulfato de Zinco ($ZnSO_4$). A concentração letal mediana (CL₅₀; 96h) e respectivo intervalo de confiança obtidos no berço foram: 0,69 mg Zn/L (I.C.: 0,54 a 0,87 mg Zn/L), enquanto no acesso foram 0,81 mg Zn/L (I.C.: 0,57 a 1,16 mg Zn/L). A carta-controle de sensibilidade desse sistema-teste, utilizando dados acumulados de vários testes, indica uma CL₅₀; 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.

3.50. CAIS TEV

- **SUPERFÍCIE**

A. Granulometria

A composição granulométrica do sedimento de superfície amostrado no berço e acesso ao berço de atracação do Cais TEV está apresentada na Figura 3.50-1, e na Tabela 3.50-1.

Os resultados granulométricos mostraram predominância das frações silte (39,1%), argila (31,7%) e areia muito fina (23,2%), no sedimento coletado no berço do Cais TEV, e em menores porcentagens foram encontradas as frações areia fina (5,43%) e areia média (0,306%). As frações areia grossa e areia muito grossa apresentaram valores abaixo de 0,10%.

No acesso ao berço de atracação as frações predominantes foram silte (52,1%) e argila (29,0%), seguido pelas frações areia muito fina (14,5%), areia fina (4,19%) e areia média (0,153%). As frações areia grossa e areia muito grossa apresentaram valores abaixo de 0,10%.

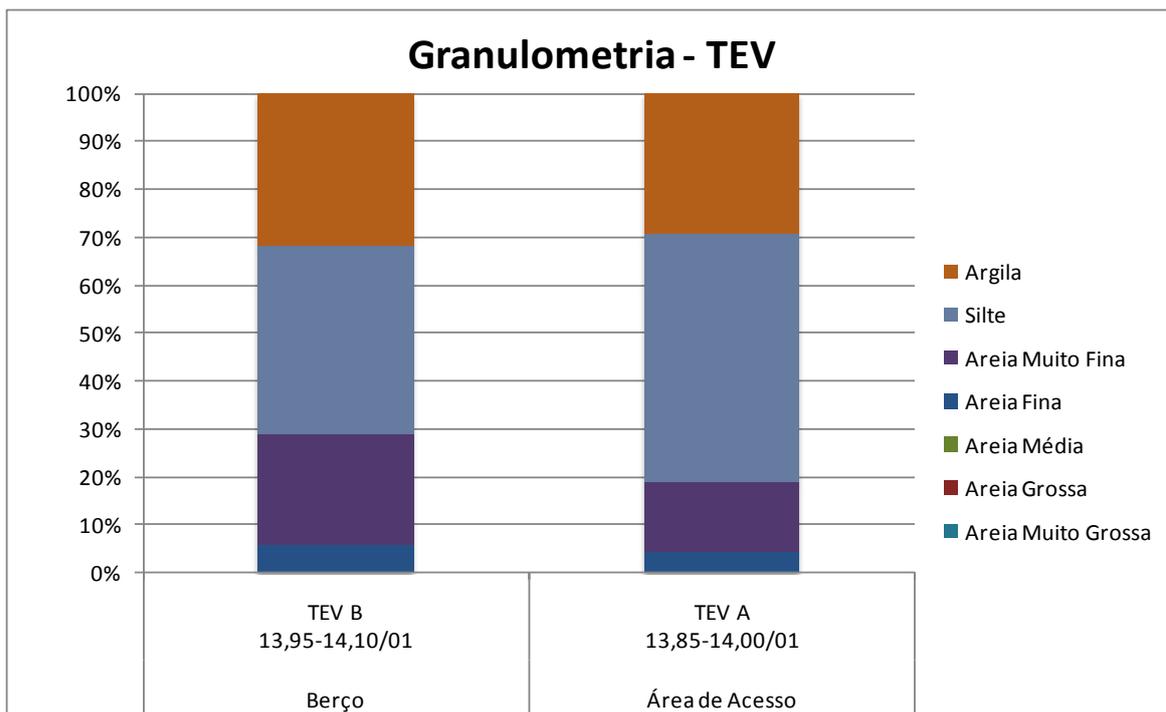


Figura 3.50-1. Composição granulométrica do sedimento de superfície do berço e área de acesso ao berço de atracação do Cais TEV.

Tabela 3.50-1. Composição granulométrica do sedimento de superfície do berço e área de acesso ao berço de atracação do Cais TEV.

Granulometria			
Fração	Unidade	Berço	Área de Acesso
		TEV B 13,95-14,10/01	TEV A 13,85-14,00/01
Argila	%	31,7	29
Silte	%	39,1	52,1
Areia Muito Fina	%	23,2	14,5
Areia Fina	%	5,43	4,19
Areia Média	%	0,306	0,153
Areia Grossa	%	<0,10	<0,10
Areia Muito Grossa	%	<0,10	<0,10
Areia Total	%	29	18,8

B. Parâmetros Químicos

Metais e Arsênio

Os resultados das análises dos metais nas amostras de sedimento de superfície coletadas no berço e acesso ao berço de atracação do Cais TEV estão apresentados na Tabela 3.50-2.

Dentre os parâmetros químicos, analisados no sedimento de superfície, arsênio, cádmio e mercúrio registraram concentrações abaixo do limite de quantificação (<LQ) tanto no berço quanto na sua área de acesso.

Os metais chumbo, cobre, cromo, níquel e zinco foram quantificados nas amostras, de sedimento de superfície, coletadas tanto no berço quanto na sua área de acesso. Entretanto, nenhum destes elementos apresentou concentração acima do nível 1 da Resolução Conama 344/04 (Brasil, 2004).

A Figura 3.50-2 apresenta a concentração de alguns metais analisados no sedimento de superfície coletados no berço do Cais TEV e na sua referida área de acesso.

Hidrocarbonetos Policíclicos Aromáticos (HPAs)

Todos os HPAs, coletados no berço do Cais TEV e na sua área de acesso, apresentaram valores abaixo do limite de quantificação (<LQ) do método (Tabela 3.50-3).

Bifenilas Policloradas (PCBs)

Os PCBs totais apresentaram concentrações inferiores aos limites de quantificação do método, tanto no berço quanto na sua área de acesso, enquadrando-se, portanto, nos valores de referência estabelecidos pela Resolução Conama 344/04 (Brasil, 2004) (Tabela 3.50-4).

Pesticidas Organoclorados

Assim como para os PCBs totais, os pesticidas organoclorados apresentaram, tanto no berço quanto na sua área de acesso, concentrações inferiores aos limites de quantificação do método (Tabela 3.50-5). Nenhuma das amostras analisadas, portanto, apresentou-se fora dos limites estabelecidos pela resolução citada.

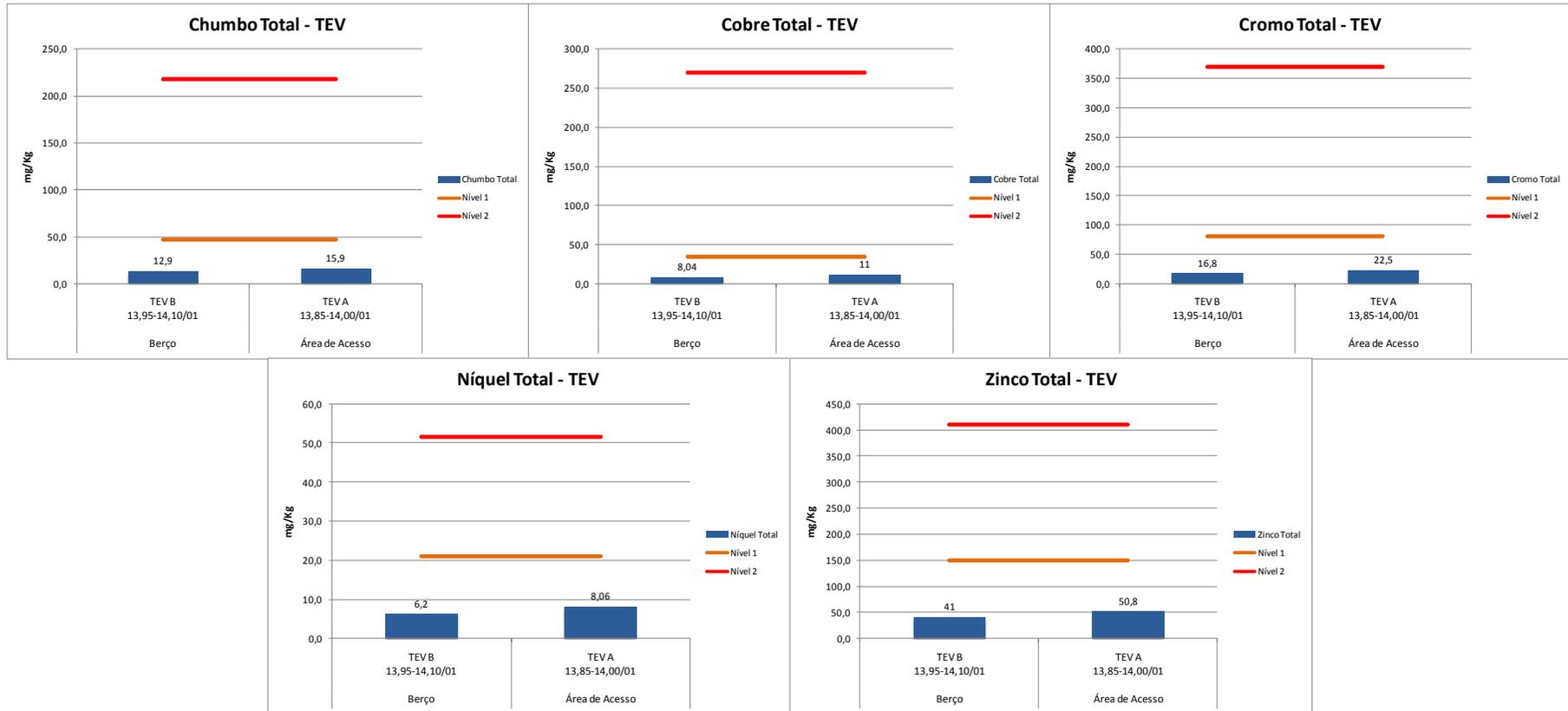


Figura 3.50-2. Concentração de alguns metais analisados nas amostras de sedimento de superfície coletadas no berço do Cais TEV e na sua referida área de acesso.

Tabela 3.50-2. Concentrações de metais e arsênio total nas amostras de sedimento de superfície coletadas no berço e acesso ao berço de atracação do Cais TEV.

Metais e Arsênio					
Parâmetros	Unidade	Resolução		Berço	Área de Acesso
		CONAMA 344/04		TEV B	TEV A
		Nível 1	Nível 2	13,95-14,10/01	13,85-14,00/01
Arsênio Total	mg/kg	8,2	70,0	< 0,933	< 1,03
Cádmio Total	mg/kg	1,2	9,6	< 0,622	< 0,687
Chumbo Total	mg/kg	46,7	218,0	12,9	15,9
Cobre Total	mg/kg	34,0	270,0	8,04	11
Cromo Total	mg/kg	81,0	370,0	16,8	22,5
Mercúrio Total	mg/kg	0,15	0,71	< 0,0746	< 0,0824
Níquel Total	mg/kg	20,9	51,6	6,2	8,06
Zinco Total	mg/kg	150,0	410,0	41	50,8

Tabela 3.50-3. Concentrações de HPAs nas amostras de sedimento de superfície coletadas no berço e acesso ao berço de atracação do Cais TEV.

Hidrocarbonetos Policíclicos Aromáticos ou HPAs					
Parâmetros	Unidade	Resolução		Berço	Área de Acesso
		CONAMA 344/04		TEV B	TEV A
		Nível 1	Nível 2	13,95-14,10/01	13,85-14,00/01
Benzo(a)antraceno	µg/kg	74,8	693,0	< 7,46	< 8,24
Benzo(a)pireno	µg/kg	88,8	763,0	< 7,46	< 8,24
Criseno	µg/kg	108,0	846,0	< 7,46	< 8,24
Dibenzo(a,h)antraceno	µg/kg	6,2	135,0	< 7,46	< 8,24
Acenafteno	µg/kg	16,0	500,0	< 7,46	< 8,24
Acenaftileno	µg/kg	44,0	640,0	< 7,46	< 8,24
Antraceno	µg/kg	85,3	1100,0	< 7,46	< 8,24
Fenantreno	µg/kg	240,0	1500,0	< 7,46	< 8,24
Fluoranteno	µg/kg	600,0	5100,0	< 7,46	< 8,24
Fluoreno	µg/kg	19,0	540,0	< 7,46	< 8,24
2-Metilnaftaleno	µg/kg	70,0	670,0	< 7,46	< 8,24
Naftaleno	µg/kg	160,0	2100,0	< 7,46	< 8,24
Pireno	µg/kg	665,0	2600,0	< 7,46	< 8,24

Tabela 3.50-4. Concentrações de PCBs nas amostras de sedimento de superfície coletadas no berço e acesso ao berço de atracação do Cais TEV.

Bifenilas Policloradas ou PCBs					
Parâmetros	Unidade	Resolução		Berço	Área de Acesso
		CONAMA 344/04		TEV B	TEV A
		Nível 1	Nível 2	13,95-14,10/01	13,85-14,00/01
Bifenilas Policloradas Totais	µg/kg	22,7	180	< 0,149	< 0,165

Tabela 3.50-5. Concentrações de Pesticidas Organoclorados nas amostras de sedimento de superfície coletadas no berço e acesso ao berço de atracação do Cais TEV.

Pesticidas Organoclorados					
Parâmetros	Unidade	Resolução CONAMA 344/04		Berço	Área de Acesso
		Nível 1	Nível 2	TEV B 13,95-14,10/01	TEV A 13,85-14,00/01
a-BHC	µg/kg	0,32	0,99	< 0,149	< 0,165
b-BHC	µg/kg	0,32	0,99	< 0,149	< 0,165
d-BHC	µg/kg	0,32	0,99	< 0,149	< 0,165
g-BHC	µg/kg	0,32	0,99	< 0,149	< 0,165
a-Clordano	µg/kg	2,26	4,79	< 0,149	< 0,165
g-Clordano	µg/kg	2,26	4,79	< 0,149	< 0,165
DDD	µg/kg	1,22	7,81	< 0,149	< 0,165
DDE	µg/kg	2,07	374	< 0,149	< 0,165
DDT	µg/kg	1,19	4,77	< 0,149	< 0,165
Dieldrin	µg/kg	0,71	4,3	< 0,149	< 0,165
Endrin	µg/kg	2,67	62,4	< 0,149	< 0,165

Outros Parâmetros

Os parâmetros carbono orgânico total (COT), fósforo total e nitrogênio kjeldahl total (NKT) foram quantificados nas amostras de sedimento de superfície, tanto no berço quanto na área de acesso ao berço de atracação, entretanto apresentaram concentrações abaixo do valor alerta estabelecido pela Resolução Conama 344/04 (Brasil, 2004) (Tabela 3.50-6).

A Figura 3.50-3 apresenta a concentração de COT, fósforo total e NKT analisados no sedimento de superfície coletados no berço do Cais TEV e na sua referida área de acesso.

Tabela 3.50-6. Concentrações de COT, fósforo total e NKT nas amostras de sedimento coletadas no berço e acesso ao berço de atracação do Cais TEV.

Outros Parâmetros				
Parâmetros	Unidade	Resolução CONAMA 344/04	Berço	Área de Acesso
			TEV B 13,95-14,10/01	TEV A 13,85-14,00/01
Carbono Orgânico Total	%	10	3,53	4,41
Fósforo Total	mg/kg	2000	316,4	492,9
Nitrogênio Kjeldahl Total	mg/kg	4800	506,2	643,4

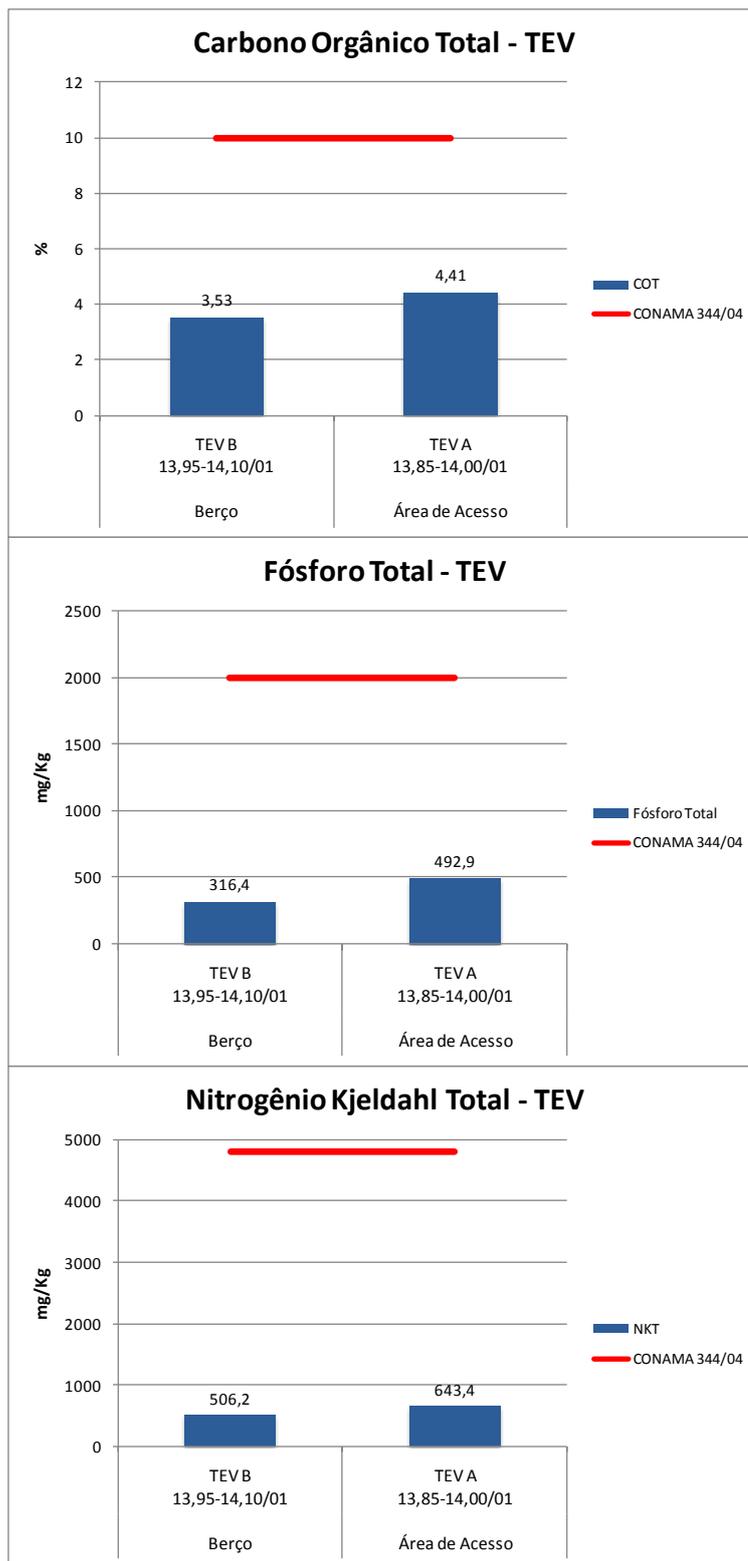


Figura 3.50-3. Concentrações de COT, fósforo total e NKT analisados nas amostras de sedimento de superfície coletadas no berço e acesso ao berço de atracação do Cais TEV.

C. Análise Ecotoxicológica

Teste de Toxicidade Aguda com *Leptocheirus plumulosus*

A análise Ecotoxicológica com o anfípoda *L. plumulosus* foi realizada com amostra de sedimento de superfície tanto do berço do Cais TEV quanto da área de acesso ao berço de atracação.

Os parâmetros físicos e químicos, como pH, salinidade (‰) e oxigênio dissolvido (mg/L), medidos na água de interface no início e fim do teste de toxicidade aguda estão apresentados na Tabela 3.50-7. Já as análises de pH, salinidade (‰), oxigênio dissolvido (mg/L), temperatura (°C), nitrogênio amoniacal (mg/L) e amônia não ionizada (NH₃ - mg/L), efetuadas na água intersticial dos sedimentos no início e fim do teste, estão apresentados na Tabela 3.50-8.

Paralelamente aos testes com as amostras coletadas foi realizado um controle laboratorial. Os resultados obtidos para esse controle também se encontram nas tabelas a seguir.

Tabela 3.50-7. Parâmetros físicos e químicos medidos na água de interface, no início e fim do teste de toxicidade aguda com *L. plumulosus*, para as amostras de sedimento de superfície do berço e área de acesso ao berço do Cais TEV.

Amostra	pH		Salinidade (‰)		Oxigênio Dissolvido (mg/L)	
	Inicial	Final	Inicial	Final	Inicial	Final
Controle	7,79	7,97	20	22	6,47	6,67
TEV Berço	7,93	8,52	21	24	5,76	6,32
TEV Acesso	7,76	8,46	21	24	5,18	6,54

Tabela 3.50-8. Parâmetros físicos e químicos medidos na água intersticial, no início e fim do teste de toxicidade aguda com *L. plumulosus*, para as amostras de sedimento de superfície do berço e área de acesso ao berço do Cais TEV.

Amostra	pH		Salinidade (‰)		Oxigênio Dissolvido (mg/L)		Temperatura (°C)		Nitrogênio amoniacal (mg/L)		Amônia não ionizada (mg/L)	
	Inicial	Final	Inicial	Final	Inicial	Final	Inicial	Final	Inicial	Final	Inicial	Final
Controle	7,88	7,90	25	22	6,22	5,81	24,2	24,8	3,00	-	0,100	-
TEV Berço	7,73	7,71	35	24	4,81	4,75	24,2	24,8	32,50	-	0,743	-
TEV Acesso	7,73	7,67	34	23	5,18	5,04	24,2	24,8	32,50	-	0,743	-

A Tabela 3.50-9 apresenta os resultados do teste de toxicidade aguda com *L. plumulosus* nas amostras de sedimento de superfície do Cais TEV. Os valores obtidos estão dentro da faixa estabelecida para a aceitação dos resultados.

Tabela 3.50-9. Efeito tóxico observado nos testes de toxicidade aguda com *L. plumulosus* para as amostras de sedimento de superfície, do berço e área de acesso ao berço do Cais TEV, em cada réplica após o período de exposição.

Amostra	Réplica	Nº final de animais por réplica		Mortalidade total (%)	Resultado
		Mortos	Total		
Controle	1	2	20	5	-
	2	0	20		
	3	1	20		
TEV Berço	1	0	20	5	Não Tóxico
	2	0	20		
	3	3	20		
TEV Acesso	1	0	20	7	Não Tóxico
	2	4	20		
	3	0	20		

De acordo com o tratamento estatístico aplicado, foi verificado que as amostras de sedimento de superfície, do berço do Cais TEV e da área de acesso ao berço de atracação, não apresentaram toxicidade aguda para *L. plumulosus*, em comparação com o controle, após 10 dias de exposição.

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 essa espécie (USEPA, 2001).

A sensibilidade dos indivíduos de *L. plumulosus* 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} ; 96h) e respectivo intervalo de confiança obtidos foram: 0,68 mg Zn/L (I.C.: 0,62 a 0,75 mg Zn/L). A carta-controle de sensibilidade desse sistema-teste, utilizando dados acumulados de vários testes, indica 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.

- **COTA DE PROJETO**

- Berço: 13,70 metros
 - Amostra: TEV B 13,20-13,70/02
- Acesso: 13,70 metros

A. Granulometria

A composição granulométrica do sedimento da cota de projeto (TEV B 13,20-13,70/02) amostrado no berço do Cais TEV está apresentada na Figura 3.50-4, e na Tabela 3.50-10.

Os resultados granulométricos mostraram predominância das frações silte (62,6%), areia muito fina (20,3%) e argila (11,9%), e em menores porcentagens foram encontradas as frações areia fina (4,76%) e areia média (0,171%). As frações areia grossa e areia muito grossa apresentaram valores abaixo de 0,10%.

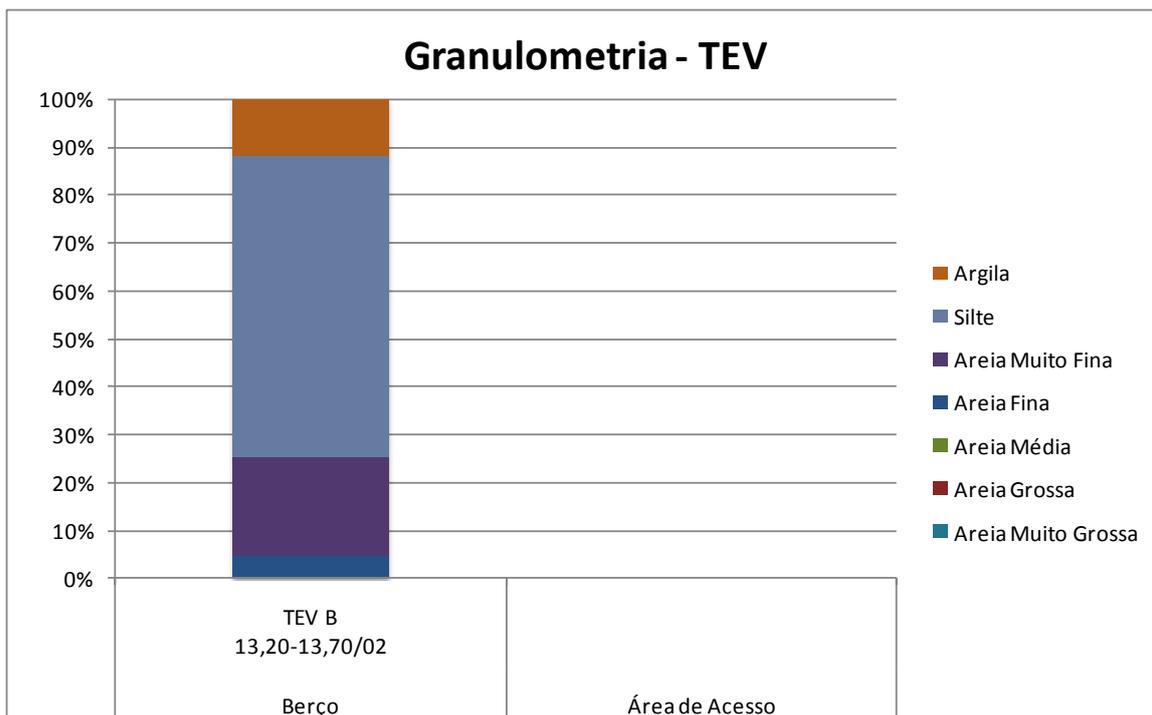


Figura 3.50-4. Composição granulométrica do sedimento da cota de projeto, coletado no berço de atracação do Cais TEV.

Tabela 3.50-10. Composição granulométrica do sedimento da cota de projeto, coletado no berço de atracação do Cais TEV.

Granulometria		
Fração	Unidade	Berço
		TEV B 13,20-13,70/02
Argila	%	11,9
Silte	%	62,6
Areia Muito Fina	%	20,3
Areia Fina	%	4,76
Areia Média	%	0,171
Areia Grossa	%	< 0,10
Areia Muito Grossa	%	< 0,10
Areia Total	%	25,4

B. Parâmetros Químicos

Metais e Arsênio

Os resultados das análises dos metais na amostra de sedimento da cota de projeto, coletada no berço do Cais TEV, estão apresentados na Tabela 3.50-11.

Dentre os parâmetros químicos analisados no sedimento, arsênio e cádmio registraram concentrações abaixo do limite de quantificação do método.

O metal mercúrio apresentou concentração de 0,212 mg/kg, ou seja, acima do nível 1 (0,150 mg/kg), estabelecido pela Resolução Conama 344/04 (Brasil, 2004).

Os metais chumbo, cobre, cromo, níquel e zinco foram quantificados, entretanto, nenhum destes elementos apresentou concentração acima do nível 1 da Resolução Conama 344/04 (Brasil, 2004).

A Figura 3.50-5 apresenta a concentração de alguns metais analisados no sedimento da cota de projeto, coletado no berço do Cais TEV.

Hidrocarbonetos Policíclicos Aromáticos (HPAs)

Todos os HPAs analisados no sedimento da cota de projeto, coletado no berço do TEV, apresentaram valores abaixo do limite de quantificação do método (Tabela 3.50-12).

Bifenilas Policloradas (PCBs)

Os PCBs totais apresentaram concentrações inferiores aos limites de quantificação do método na amostra de sedimento da cota de projeto, enquadrando-se, portanto, nos valores de referência estabelecidos pela Resolução Conama 344/04 (Brasil, 2004) (Tabela 3.50-13).

Pesticidas Organoclorados

Assim como para os PCBs totais, os pesticidas organoclorados apresentaram, na amostra de sedimento da cota de projeto, concentrações inferiores aos limites de quantificação do método (Tabela 3.50-14). Nenhuma das amostras analisadas, portanto, apresentou-se fora dos limites estabelecidos pela resolução citada.

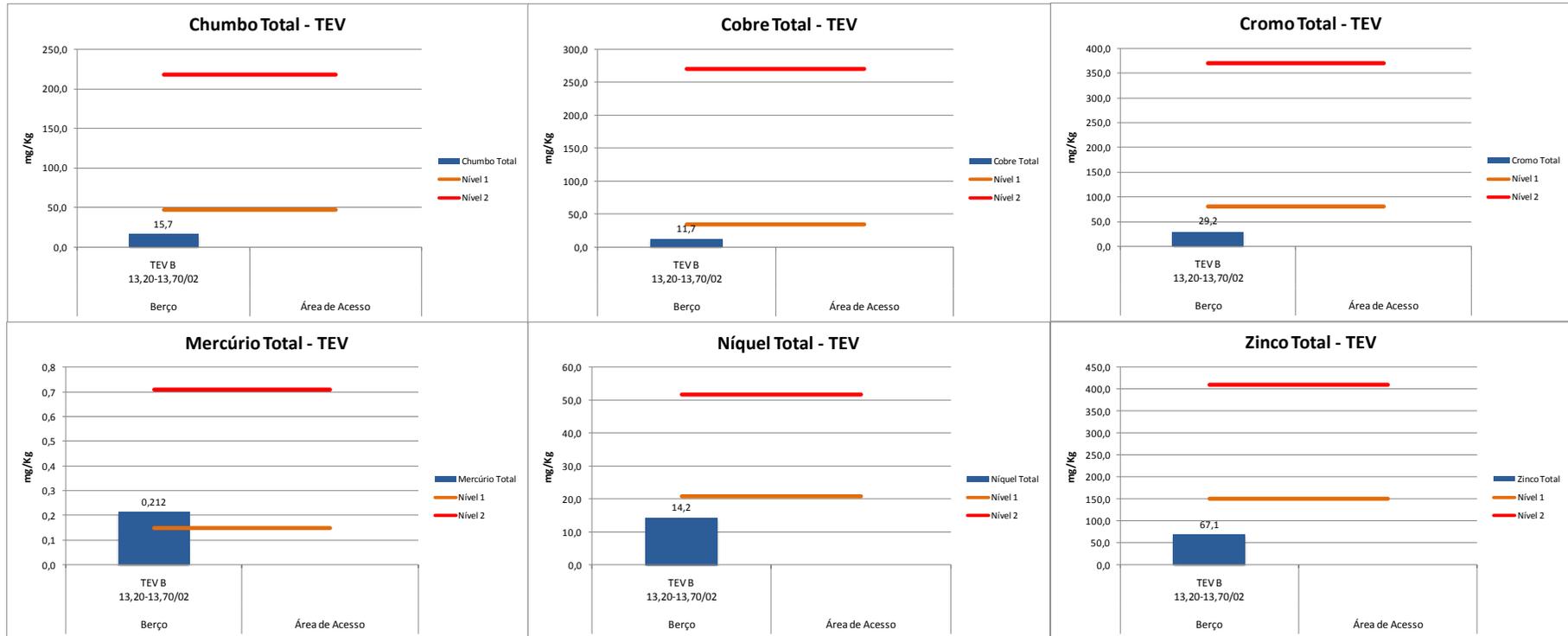


Figura 3.50-5. Concentração de alguns metais analisados na amostra de sedimento da cota de projeto, coletada no berço do Cais TEV.

Tabela 3.50-11. Concentrações de metais e arsênio total na amostra de sedimento da cota de projeto, coletada no berço do Cais TEV.

Metais e Arsênio				
Parâmetros	Unidade	Resolução		Berço
		CONAMA 344/04		TEV B
		Nível 1	Nível 2	13,20-13,70/02
Arsênio Total	mg/kg	8,2	70,0	< 1,12
Cádmio Total	mg/kg	1,2	9,6	< 0,746
Chumbo Total	mg/kg	46,7	218,0	15,7
Cobre Total	mg/kg	34,0	270,0	11,7
Cromo Total	mg/kg	81,0	370,0	29,2
Mercúrio Total	mg/kg	0,15	0,71	0,212
Níquel Total	mg/kg	20,9	51,6	14,2
Zinco Total	mg/kg	150,0	410,0	67,1

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

Tabela 3.50-12. Concentrações de HPAs na amostra de sedimento da cota de projeto, coletada no berço do Cais TEV.

Hidrocarbonetos Policíclicos Aromáticos ou HPAs				
Parâmetros	Unidade	Resolução		Berço
		CONAMA 344/04		TEV B
		Nível 1	Nível 2	13,20-13,70/02
Benzo(a)antraceno	µg/kg	74,8	693,0	< 8,96
Benzo(a)pireno	µg/kg	88,8	763,0	< 8,96
Criseno	µg/kg	108,0	846,0	< 8,96
Dibenzo(a,h)antraceno	µg/kg	6,2	135,0	< 8,96
Acenafteno	µg/kg	16,0	500,0	< 8,96
Acenaftileno	µg/kg	44,0	640,0	< 8,96
Antraceno	µg/kg	85,3	1100,0	< 8,96
Fenantreno	µg/kg	240,0	1500,0	< 8,96
Fluoranteno	µg/kg	600,0	5100,0	< 8,96
Fluoreno	µg/kg	19,0	540,0	< 8,96
2-Metilnaftaleno	µg/kg	70,0	670,0	< 8,96
Naftaleno	µg/kg	160,0	2100,0	< 8,96
Pireno	µg/kg	665,0	2600,0	< 8,96

Tabela 3.50-13. Concentrações de PCBs na amostra de sedimento da cota de projeto, coletada no berço do Cais TEV.

Bifenilas Policloradas ou PCBs				
Parâmetros	Unidade	Resolução		Berço
		CONAMA 344/04		TEV B
		Nível 1	Nível 2	13,20-13,70/02
Bifenilas Policloradas Totais	µg/kg	22,7	180	< 0,1791

Tabela 3.50-14. Concentrações de Pesticidas Organoclorados na amostra da cota de projeto, coletada no berço do Cais TEV.

Pesticidas Organoclorados				
Parâmetros	Unidade	Resolução CONAMA 344/04		Berço
		Nível 1	Nível 2	TEV B 13,20-13,70/02
a-BHC	µg/kg	0,32	0,99	< 0,1791
b-BHC	µg/kg	0,32	0,99	< 0,1791
d-BHC	µg/kg	0,32	0,99	< 0,1791
g-BHC	µg/kg	0,32	0,99	< 0,1791
a-Clordano	µg/kg	2,26	4,79	< 0,1791
g-Clordano	µg/kg	2,26	4,79	< 0,1791
DDD	µg/kg	1,22	7,81	< 0,1791
DDE	µg/kg	2,07	374	< 0,1791
DDT	µg/kg	1,19	4,77	< 0,1791
Dieldrin	µg/kg	0,71	4,3	< 0,1791
Endrin	µg/kg	2,67	62,4	< 0,1791

Outros Parâmetros

Os parâmetros carbono orgânico total (COT), fósforo total e nitrogênio kjeldahl total (NKT) foram quantificados na amostra de sedimento da cota de projeto, entretanto apresentaram concentrações abaixo do valor alerta estabelecido pela Resolução Conama 344/04 (Brasil, 2004) (Tabela 3.50-15).

A Figura 3.50-6 apresenta a concentração de COT, fósforo total e NKT analisados no sedimento da cota de projeto, coletado no berço do Cais TEV.

Tabela 3.50-15. Concentrações de COT, fósforo total e NKT na amostra da cota de projeto, coletada no berço do Cais TEV.

Outros Parâmetros			
Parâmetros	Unidade	Resolução CONAMA 344/04	Berço
			TEV B 13,20-13,70/02
Carbono Orgânico Total	%	10	2,99
Fósforo Total	mg/kg	2000	451,4
Nitrogênio Kjeldahl Total	mg/kg	4800	1313,7

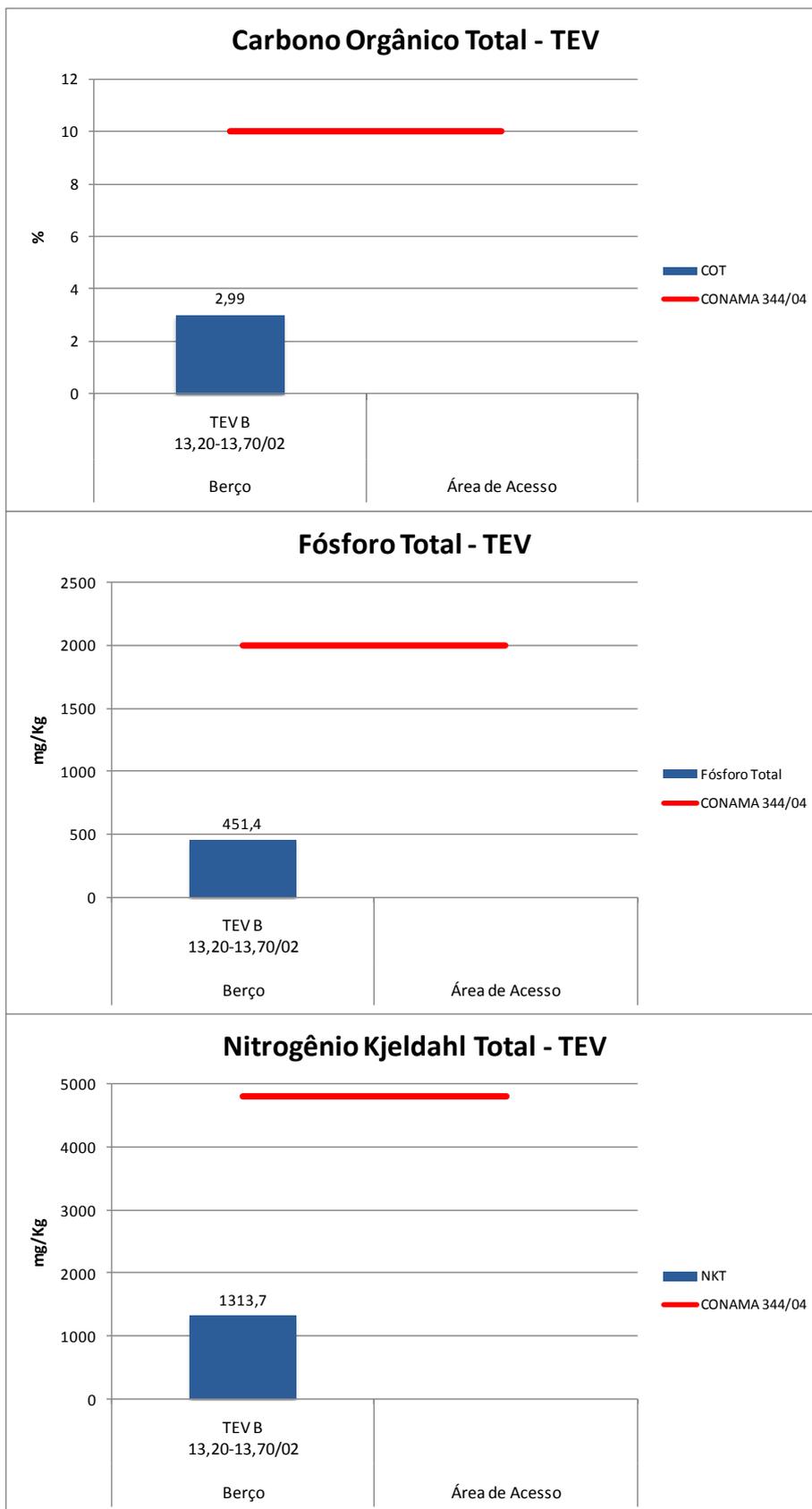


Figura 3.50-6. Concentrações de COT, fósforo total e NKT analisados na amostra de sedimento da cota de projeto, coletada no berço do Cais TEV.

3.51. CAIS CARGILL 1

- **SUPERFÍCIE**

A. Granulometria

A composição granulométrica do sedimento de superfície amostrado no berço e acesso ao berço de atracação do Cais CARGILL 1 está apresentada na Figura 3.51-1, e na Tabela 3.51-1.

Os resultados granulométricos mostraram predominância das frações areia fina (33,6%) e areia muito fina (29,9%), no sedimento coletado no berço do Cais CARGILL 1, e em menores porcentagens foram encontradas as frações silte (17,6%), argila (16,2%) e areia média (2,45%). As frações areia grossa e areia muito grossa apresentaram valores abaixo de 0,10%.

No acesso ao berço de atracação as frações predominantes foram silte (55,9%) e argila (32,4%), seguido pelas frações areia muito fina (10,3%) e areia fina (1,22%). As frações areia média, areia grossa e areia muito grossa apresentaram valores abaixo de 0,10%.

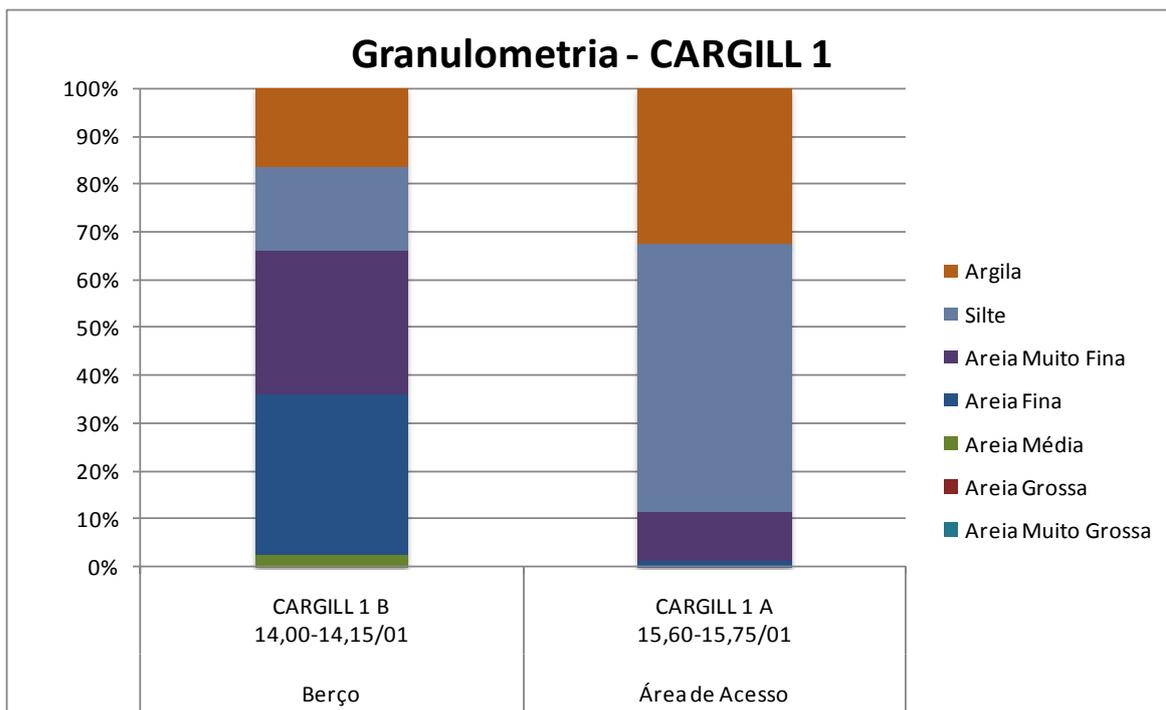


Figura 3.51-1. Composição granulométrica do sedimento de superfície do berço e área de acesso ao berço de atracação do Cais CARGILL 1.

Tabela 3.51-1. Composição granulométrica do sedimento de superfície do berço e área de acesso ao berço de atracação do Cais CARGILL 1.

Granulometria			
Fração	Unidade	Berço	Área de Acesso
		CARGILL 1 B 14,00-14,15/01	CARGILL 1 A 15,60-15,75/01
Argila	%	16,2	32,4
Silte	%	17,6	55,9
Areia Muito Fina	%	29,9	10,3
Areia Fina	%	33,6	1,22
Areia Média	%	2,45	<0,10
Areia Grossa	%	<0,10	<0,10
Areia Muito Grossa	%	<0,10	<0,10
Areia Total	%	66	11,6

B. Parâmetros Químicos

Metais e Arsênio

Os resultados das análises dos metais nas amostras de sedimento de superfície coletadas no berço e acesso ao berço de atracação do Cais CARGILL 1 estão apresentados na Tabela 3.51-2.

Dentre os parâmetros químicos, analisados no sedimento de superfície, arsênio, cádmio e mercúrio registraram concentrações abaixo do limite de quantificação (<LQ) tanto no berço quanto na sua área de acesso.

Os metais chumbo, cobre, cromo, níquel e zinco foram quantificados nas amostras, de sedimento de superfície, coletadas tanto no berço quanto na sua área de acesso. Entretanto, nenhum destes elementos apresentou concentração acima do nível 1 da Resolução Conama 344/04 (Brasil, 2004).

A Figura 3.51-2 apresenta a concentração de alguns metais analisados no sedimento de superfície coletados no berço do Cais CARGILL 1 e na sua referida área de acesso.

Hidrocarbonetos Policíclicos Aromáticos (HPAs)

Todos os HPAs, coletados no berço do Cais CARGILL 1 e na sua área de acesso, apresentaram valores abaixo do limite de quantificação (<LQ) do método (Tabela 3.51-3).

Bifenilas Policloradas (PCBs)

Os PCBs totais apresentaram concentrações inferiores aos limites de quantificação do método, tanto no berço quanto na sua área de acesso, enquadrando-se, portanto, nos valores de referência estabelecidos pela Resolução Conama 344/04 (Brasil, 2004) (Tabela 3.51-4).

Pesticidas Organoclorados

Assim como para os PCBs totais, os pesticidas organoclorados apresentaram, tanto no berço quanto na sua área de acesso, concentrações inferiores aos limites de quantificação do método (Tabela 3.51-5). Nenhuma das amostras analisadas, portanto, apresentou-se fora dos limites estabelecidos pela resolução citada.

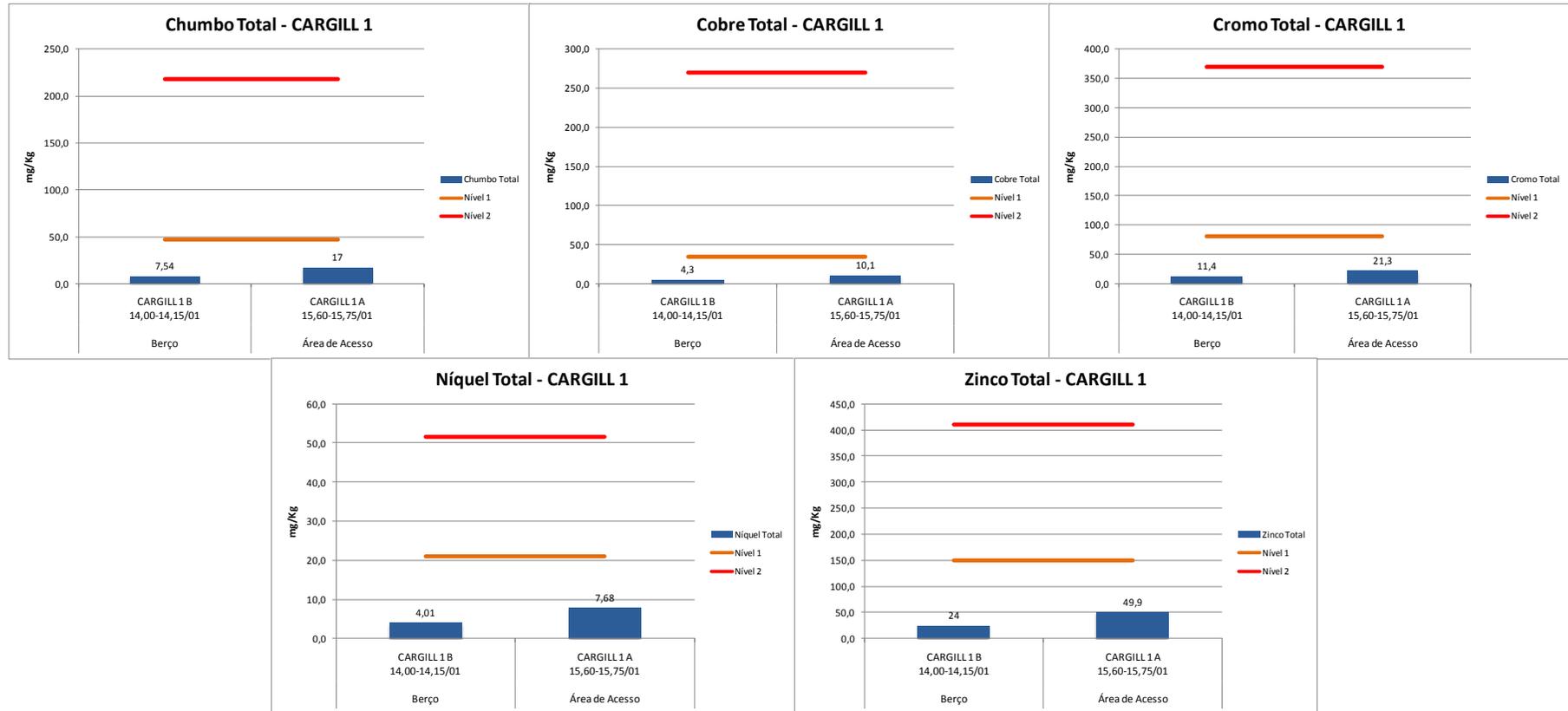


Figura 3.51-2. Concentração de alguns metais analisados nas amostras de sedimento de superfície coletadas no berço do Cais CARGILL 1 e na sua referida área de acesso.

Tabela 3.51-2. Concentrações de metais e arsênio total nas amostras de sedimento de superfície coletadas no berço e acesso ao berço de atracação do Cais CARGILL 1.

Metais e Arsênio					
Parâmetros	Unidade	Resolução		Berço	Área de Acesso
		CONAMA 344/04		CARGILL 1 B	CARGILL 1 A 15,60-
		Nível 1	Nível 2	14,00-14,15/01	15,75/01
Arsênio Total	mg/kg	8,2	70,0	< 0,596	< 0,964
Cádmio Total	mg/kg	1,2	9,6	< 0,397	< 0,643
Chumbo Total	mg/kg	46,7	218,0	7,54	17
Cobre Total	mg/kg	34,0	270,0	4,3	10,1
Cromo Total	mg/kg	81,0	370,0	11,4	21,3
Mercúrio Total	mg/kg	0,15	0,71	< 0,0477	< 0,0771
Níquel Total	mg/kg	20,9	51,6	4,01	7,68
Zinco Total	mg/kg	150,0	410,0	24	49,9

Tabela 3.51-3. Concentrações de HPAs nas amostras de sedimento de superfície coletadas no berço e acesso ao berço de atracação do Cais CARGILL 1.

Hidrocarbonetos Policíclicos Aromáticos ou HPAs					
Parâmetros	Unidade	Resolução		Berço	Área de Acesso
		CONAMA 344/04		CARGILL 1 B	CARGILL 1 A 15,60-
		Nível 1	Nível 2	14,00-14,15/01	15,75/01
Benzo(a)antraceno	µg/kg	74,8	693,0	< 4,77	< 7,71
Benzo(a)pireno	µg/kg	88,8	763,0	< 4,77	< 7,71
Criseno	µg/kg	108,0	846,0	< 4,77	< 7,71
Dibenzo(a,h)antraceno	µg/kg	6,2	135,0	< 4,77	< 7,71
Acenafteno	µg/kg	16,0	500,0	< 4,77	< 7,71
Acenaftileno	µg/kg	44,0	640,0	< 4,77	< 7,71
Antraceno	µg/kg	85,3	1100,0	< 4,77	< 7,71
Fenantreno	µg/kg	240,0	1500,0	< 4,77	< 7,71
Fluoranteno	µg/kg	600,0	5100,0	< 4,77	< 7,71
Fluoreno	µg/kg	19,0	540,0	< 4,77	< 7,71
2-Metilnaftaleno	µg/kg	70,0	670,0	< 4,77	< 7,71
Naftaleno	µg/kg	160,0	2100,0	< 4,77	< 7,71
Pireno	µg/kg	665,0	2600,0	< 4,77	< 7,71

Tabela 3.51-4. Concentrações de PCBs nas amostras de sedimento de superfície coletadas no berço e acesso ao berço de atracação do Cais CARGILL 1.

Bifenilas Policloradas ou PCBs					
Parâmetros	Unidade	Resolução		Berço	Área de Acesso
		CONAMA 344/04		CARGILL 1 B	CARGILL 1 A 15,60-
		Nível 1	Nível 2	14,00-14,15/01	15,75/01
Bifenilas Policloradas Totais	µg/kg	22,7	180	< 0,095	< 0,154

Tabela 3.51-5. Concentrações de Pesticidas Organoclorados nas amostras de sedimento de superfície coletadas no berço e acesso ao berço de atracação do Cais CARGILL 1.

Pesticidas Organoclorados					
Parâmetros	Unidade	Resolução CONAMA 344/04		Berço	Área de Acesso
		Nível 1	Nível 2	CARGILL 1 B	CARGILL 1 A 15,60-
				14,00-14,15/01	15,75/01
a-BHC	µg/kg	0,32	0,99	< 0,318	< 0,154
b-BHC	µg/kg	0,32	0,99	< 0,318	< 0,154
d-BHC	µg/kg	0,32	0,99	< 0,318	< 0,154
g-BHC	µg/kg	0,32	0,99	< 0,318	< 0,154
a-Clordano	µg/kg	2,26	4,79	< 0,318	< 0,154
g-Clordano	µg/kg	2,26	4,79	< 0,318	< 0,154
DDD	µg/kg	1,22	7,81	< 0,318	< 0,154
DDE	µg/kg	2,07	374	< 0,318	< 0,154
DDT	µg/kg	1,19	4,77	< 0,318	< 0,154
Dieldrin	µg/kg	0,71	4,3	< 0,318	< 0,154
Endrin	µg/kg	2,67	62,4	< 0,318	< 0,154

Outros Parâmetros

Os parâmetros carbono orgânico total (COT), fósforo total e nitrogênio kjeldahl total (NKT) foram quantificados nas amostras de sedimento de superfície, tanto no berço quanto na área de acesso ao berço de atracação, entretanto apresentaram concentrações abaixo do valor alerta estabelecido pela Resolução Conama 344/04 (Brasil, 2004) (Tabela 3.51-6).

A Figura 3.51-3 apresenta a concentração de COT, fósforo total e NKT analisados no sedimento de superfície coletados no berço do Cais CARGILL 1 e na sua referida área de acesso.

Tabela 3.51-6. Concentrações de COT, fósforo total e NKT nas amostras de sedimento coletadas no berço e acesso ao berço de atracação do Cais CARGILL 1.

Outros Parâmetros				
Parâmetros	Unidade	Resolução CONAMA 344/04	Berço	Área de Acesso
			CARGILL 1 B	CARGILL 1 A 15,60-
			14,00-14,15/01	15,75/01
Carbono Orgânico Total	%	10	1,16	3,53
Fósforo Total	mg/kg	2000	234,3	343,2
Nitrogênio Kjeldahl Total	mg/kg	4800	446,9	740,1

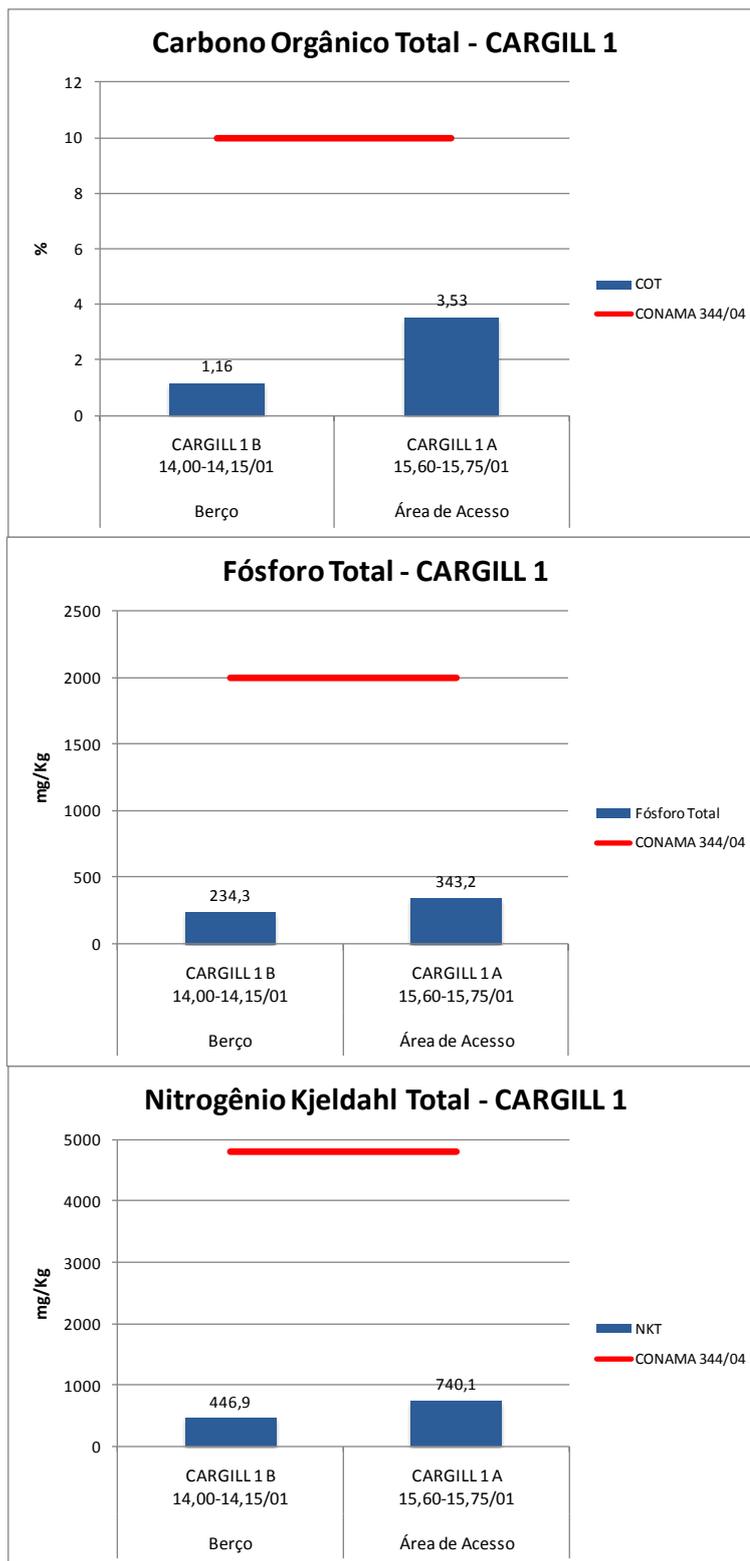


Figura 3.51-3. Concentrações de COT, fósforo total e NKT analisados nas amostras de sedimento de superfície coletadas no berço e acesso ao berço de atracação do Cais CARGILL 1.

C. Análise Ecotoxicológica

Teste de Toxicidade Aguda com *Leptocheirus plumulosus*

A análise Ecotoxicológica com o anfípoda *L. plumulosus* foi realizada com amostra de sedimento de superfície tanto do berço do Cais CARGILL 1 quanto da área de acesso ao berço de atracação.

Os parâmetros físicos e químicos, como pH, salinidade (‰) e oxigênio dissolvido (mg/L), medidos na água de interface no início e fim do teste de toxicidade aguda estão apresentados na Tabela 3.51-7. Já as análises de pH, salinidade (‰), oxigênio dissolvido (mg/L), temperatura (°C), nitrogênio amoniacal (mg/L) e amônia não ionizada (NH₃ - mg/L), efetuadas na água intersticial dos sedimentos no início e fim do teste, estão apresentados na Tabela 3.51-8.

Paralelamente aos testes com as amostras coletadas foi realizado um controle laboratorial. Os resultados obtidos para esse controle também se encontram nas tabelas a seguir.

Tabela 3.51-7. Parâmetros físicos e químicos medidos na água de interface, no início e fim do teste de toxicidade aguda com *L. plumulosus*, para as amostras de sedimento de superfície do berço e área de acesso ao berço do Cais CARGILL 1.

Amostra	pH		Salinidade (‰)		Oxigênio Dissolvido (mg/L)	
	Inicial	Final	Inicial	Final	Inicial	Final
Controle	7,91	7,99	20	23	6,64	6,75
CARGILL 1 Berço	7,92	8,22	21	24	6,52	6,69
CARGILL 1 Acesso	7,94	8,24	21	24	6,49	6,68

Tabela 3.51-8. Parâmetros físicos e químicos medidos na água intersticial, no início e fim do teste de toxicidade aguda com *L. plumulosus*, para as amostras de sedimento de superfície do berço e área de acesso ao berço do Cais CARGILL 1.

Amostra	pH		Salinidade (‰)		Oxigênio Dissolvido (mg/L)		Temperatura (°C)		Nitrogênio amoniacal (mg/L)		Amônia não ionizada (mg/L)	
	Inicial	Final	Inicial	Final	Inicial	Final	Inicial	Final	Inicial	Final	Inicial	Final
Controle	7,85	7,88	23	21	6,05	6,63	24,4	25,4	1,75	-	0,058	-
CARGILL 1 Berço	7,51	7,79	30	22	5,14	5,46	24,4	25,4	19,50	-	0,281	-
CARGILL 1 Acesso	7,44	7,67	35	24	4,84	5,50	24,4	25,4	12,00	-	0,144	-

A Tabela 3.51-9 apresenta os resultados do teste de toxicidade aguda com *L. plumulosus* nas amostras de sedimento de superfície do Cais CARGILL 1. Os valores obtidos estão dentro da faixa estabelecida para a aceitação dos resultados.

Tabela 3.51-9. Efeito tóxico observado nos testes de toxicidade aguda com *L. plumulosus* para as amostras de sedimento de superfície, do berço e área de acesso ao berço do Cais CARGILL 1, em cada réplica após o período de exposição.

Amostra	Réplica	Nº final de animais por réplica		Mortalidade total (%)	Resultado
		Mortos	Total		
Controle	1	0	20	5	-
	2	1	20		
	3	2	20		
CARGILL 1 Berço	1	2	20	8	Não Tóxico
	2	0	20		
	3	3	20		
CARGILL 1 Acesso	1	0	20	3	Não Tóxico
	2	0	20		
	3	2	20		

De acordo com o tratamento estatístico aplicado, foi verificado que as amostras de sedimento de superfície, do berço do Cais CARGILL 1 e da área de acesso ao berço de atracação, não apresentaram toxicidade aguda para *L. plumulosus*, em comparação com o controle, após 10 dias de exposição.

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 essa espécie (USEPA, 2001).

A sensibilidade dos indivíduos de *L. plumulosus* 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} ; 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 desse sistema-teste, utilizando dados acumulados de vários testes, indica 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.

3.52. CAIS CARGILL 2

- **SUPERFÍCIE**

A. Granulometria

A composição granulométrica do sedimento de superfície amostrado no berço e acesso ao berço de atracação do Cais CARGILL 2 está apresentada na Figura 3.52-1, e na Tabela 3.52-1.

Os resultados granulométricos mostraram predominância das frações areia muito fina (37,2%) e silte (24,6%), no sedimento coletado no berço do Cais CARGILL 2, e em menores porcentagens foram encontradas as frações areia fina (18,5%), argila (16,7%) e areia média (2,86%). As frações areia grossa e areia muito grossa apresentaram valores abaixo de 0,10%.

No acesso ao berço de atracação as frações predominantes foram areia muito fina (40,0%) e areia fina (25,1%), seguido pelas frações silte (16,3%), argila (16,4%) e areia média (2,17%). As frações areia grossa e areia muito grossa apresentaram valores abaixo de 0,10%.

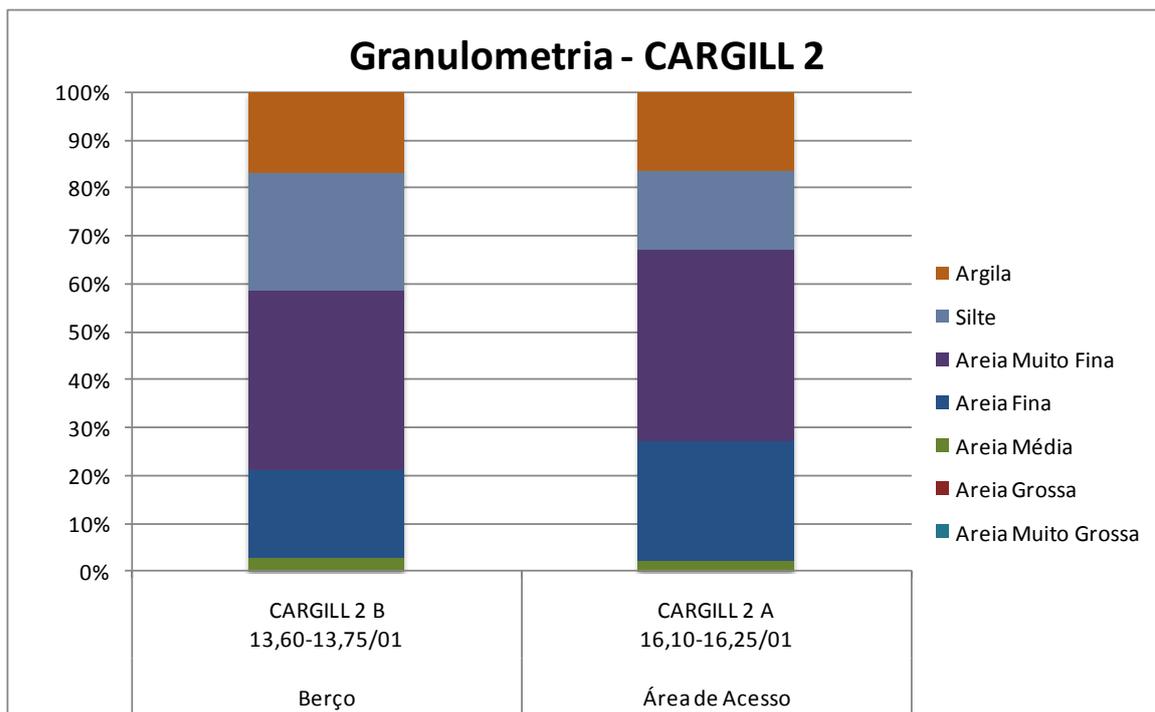


Figura 3.52-1. Composição granulométrica do sedimento de superfície do berço e área de acesso ao berço de atracação do Cais CARGILL 2.

Tabela 3.52-1. Composição granulométrica do sedimento de superfície do berço e área de acesso ao berço de atracação do Cais CARGILL 2.

Granulometria			
Fração	Unidade	Berço	Área de Acesso
		CARGILL 2 B 13,60-13,75/01	CARGILL 2 A 16,10-16,25/01
Argila	%	16,7	16,4
Silte	%	24,6	16,3
Areia Muito Fina	%	37,2	40
Areia Fina	%	18,5	25,1
Areia Média	%	2,86	2,17
Areia Grossa	%	<0,10	<0,10
Areia Muito Grossa	%	<0,10	<0,10
Areia Total	%	58,6	67,3

B. Parâmetros Químicos

Metais e Arsênio

Os resultados das análises dos metais nas amostras de sedimento de superfície coletadas no berço e acesso ao berço de atracação do Cais CARGILL 2 estão apresentados na Tabela 3.52-2.

Dentre os parâmetros químicos, analisados no sedimento de superfície, arsênio, cádmio e mercúrio registraram concentrações abaixo do limite de quantificação (<LQ) tanto no berço quanto na sua área de acesso.

Os metais chumbo, cobre, cromo, níquel e zinco foram quantificados nas amostras, de sedimento de superfície, coletadas tanto no berço quanto na sua área de acesso. Entretanto, nenhum destes elementos apresentou concentração acima do nível 1 da Resolução Conama 344/04 (Brasil, 2004).

A Figura 3.52-2 apresenta a concentração de alguns metais analisados no sedimento de superfície coletados no berço do Cais CARGILL 2 e na sua referida área de acesso.

Hidrocarbonetos Policíclicos Aromáticos (HPAs)

Todos os HPAs, coletados no berço do Cais CARGILL 2 e na sua área de acesso, apresentaram valores abaixo do limite de quantificação (<LQ) do método (Tabela 3.52-3).

Bifenilas Policloradas (PCBs)

Os PCBs totais apresentaram concentrações inferiores aos limites de quantificação do método, tanto no berço quanto na sua área de acesso, enquadrando-se, portanto, nos valores de referência estabelecidos pela Resolução Conama 344/04 (Brasil, 2004) (Tabela 3.52-4).

Pesticidas Organoclorados

Assim como para os PCBs totais, os pesticidas organoclorados apresentaram, tanto no berço quanto na sua área de acesso, concentrações inferiores aos limites de quantificação do método (Tabela 3.52-5). Nenhuma das amostras analisadas, portanto, apresentou-se fora dos limites estabelecidos pela resolução citada.

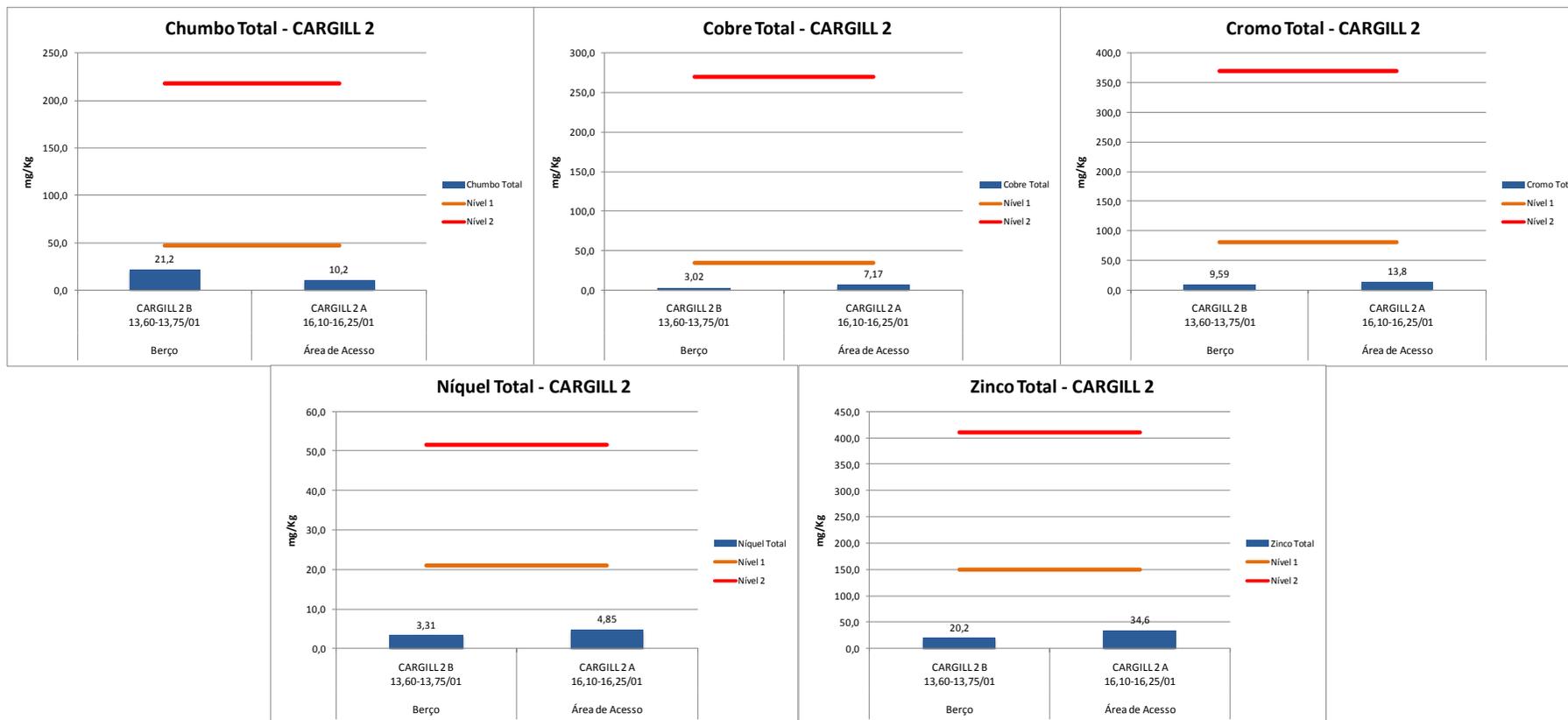


Figura 3.52-2. Concentração de alguns metais analisados nas amostras de sedimento de superfície coletadas no berço do Cais CARGILL 2 e na sua referida área de acesso.

Tabela 3.52-2. Concentrações de metais e arsênio total nas amostras de sedimento de superfície coletadas no berço e acesso ao berço de atracação do Cais CARGILL 2.

Metais e Arsênio					
Parâmetros	Unidade	Resolução		Berço	Área de Acesso
		CONAMA 344/04		CARGILL 2 B	CARGILL 2 A
		Nível 1	Nível 2	13,60-13,75/01	16,10-16,25/01
Arsênio Total	mg/kg	8,2	70,0	< 0,607	< 0,882
Cádmio Total	mg/kg	1,2	9,6	< 0,405	< 0,588
Chumbo Total	mg/kg	46,7	218,0	21,2	10,2
Cobre Total	mg/kg	34,0	270,0	3,02	7,17
Cromo Total	mg/kg	81,0	370,0	9,59	13,8
Mercúrio Total	mg/kg	0,15	0,71	< 0,0485	< 0,0706
Níquel Total	mg/kg	20,9	51,6	3,31	4,85
Zinco Total	mg/kg	150,0	410,0	20,2	34,6

Tabela 3.52-3. Concentrações de HPAs nas amostras de sedimento de superfície coletadas no berço e acesso ao berço de atracação do Cais CARGILL 2.

Hidrocarbonetos Policíclicos Aromáticos ou HPAs					
Parâmetros	Unidade	Resolução		Berço	Área de Acesso
		CONAMA 344/04		CARGILL 2 B	CARGILL 2 A
		Nível 1	Nível 2	13,60-13,75/01	16,10-16,25/01
Benzo(a)antraceno	µg/kg	74,8	693,0	< 4,85	< 7,06
Benzo(a)pireno	µg/kg	88,8	763,0	< 4,85	< 7,06
Criseno	µg/kg	108,0	846,0	< 4,85	< 7,06
Dibenzo(a,h)antraceno	µg/kg	6,2	135,0	< 4,85	< 7,06
Acenafteno	µg/kg	16,0	500,0	< 4,85	< 7,06
Acenaftileno	µg/kg	44,0	640,0	< 4,85	< 7,06
Antraceno	µg/kg	85,3	1100,0	< 4,85	< 7,06
Fenantreno	µg/kg	240,0	1500,0	< 4,85	< 7,06
Fluoranteno	µg/kg	600,0	5100,0	< 4,85	< 7,06
Fluoreno	µg/kg	19,0	540,0	< 4,85	< 7,06
2-Metilnaftaleno	µg/kg	70,0	670,0	< 4,85	< 7,06
Naftaleno	µg/kg	160,0	2100,0	< 4,85	< 7,06
Pireno	µg/kg	665,0	2600,0	< 4,85	< 7,06

Tabela 3.52-4. Concentrações de PCBs nas amostras de sedimento de superfície coletadas no berço e acesso ao berço de atracação do Cais CARGILL 2.

Bifenilas Policloradas ou PCBs					
Parâmetros	Unidade	Resolução		Berço	Área de Acesso
		CONAMA 344/04		CARGILL 2 B	CARGILL 2 A
		Nível 1	Nível 2	13,60-13,75/01	16,10-16,25/01
Bifenilas Policloradas Totais	µg/kg	22,7	180	< 0,097	< 0,141

Tabela 3.52-5. Concentrações de Pesticidas Organoclorados nas amostras de sedimento de superfície coletadas no berço e acesso ao berço de atracação do Cais CARGILL 2.

Pesticidas Organoclorados					
Parâmetros	Unidade	Resolução		Berço	Área de Acesso
		CONAMA 344/04		CARGILL 2 B	CARGILL 2 A
		Nível 1	Nível 2	13,60-13,75/01	16,10-16,25/01
a-BHC	µg/kg	0,32	0,99	< 0,097	< 0,141
b-BHC	µg/kg	0,32	0,99	< 0,097	< 0,141
d-BHC	µg/kg	0,32	0,99	< 0,097	< 0,141
g-BHC	µg/kg	0,32	0,99	< 0,097	< 0,141
a-Clordano	µg/kg	2,26	4,79	< 0,097	< 0,141
g-Clordano	µg/kg	2,26	4,79	< 0,097	< 0,141
DDD	µg/kg	1,22	7,81	< 0,097	< 0,141
DDE	µg/kg	2,07	374	< 0,097	< 0,141
DDT	µg/kg	1,19	4,77	< 0,097	< 0,141
Dieldrin	µg/kg	0,71	4,3	< 0,097	< 0,141
Endrin	µg/kg	2,67	62,4	< 0,097	< 0,141

Outros Parâmetros

Os parâmetros carbono orgânico total (COT), fósforo total e nitrogênio kjeldahl total (NKT) foram quantificados nas amostras de sedimento de superfície, tanto no berço quanto na área de acesso ao berço de atracação, entretanto apresentaram concentrações abaixo do valor alerta estabelecido pela Resolução Conama 344/04 (Brasil, 2004) (Tabela 3.52-6).

A Figura 3.52-3 apresenta a concentração de COT, fósforo total e NKT analisados no sedimento de superfície coletados no berço do Cais CARGILL 2 e na sua referida área de acesso.

Tabela 3.52-6. Concentrações de COT, fósforo total e NKT nas amostras de sedimento coletadas no berço e acesso ao berço de atracação do Cais CARGILL 2.

Outros Parâmetros						
Parâmetros	Unidade	Resolução	Berço	Área de Acesso		
			CONAMA 344/04		CARGILL 2 B	CARGILL 2 A
			10	2000	13,60-13,75/01	16,10-16,25/01
Carbono Orgânico Total	%	10	1,54	1,45		
Fósforo Total	mg/kg	2000	219,2	271,2		
Nitrogênio Kjeldahl Total	mg/kg	4800	408,6	656		

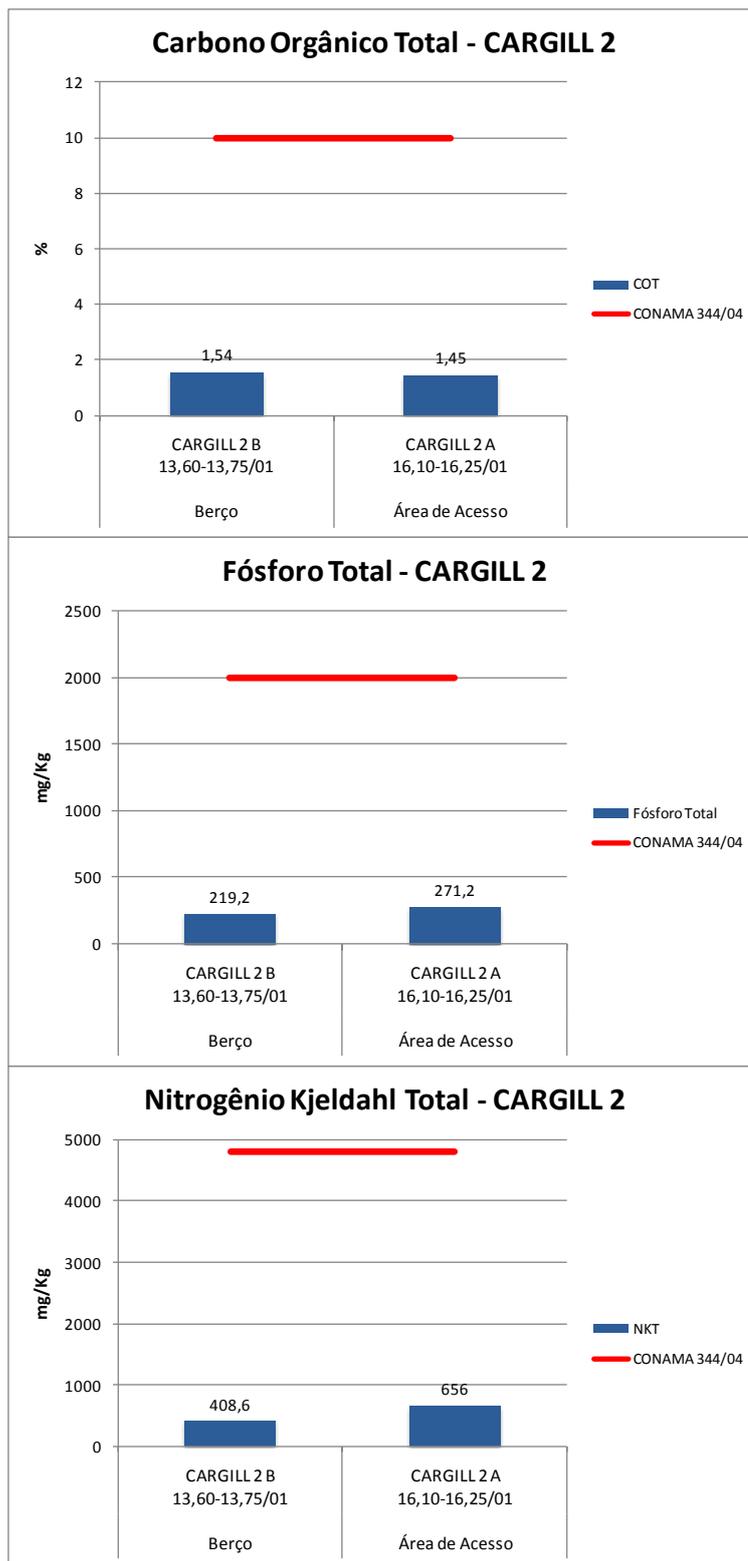


Figura 3.52-3. Concentrações de COT, fósforo total e NKT analisados nas amostras de sedimento de superfície coletadas no berço e acesso ao berço de atracação do Cais CARGILL 2.

C. Análise Ecotoxicológica

Teste de Toxicidade Aguda com *Leptocheirus plumulosus*

A análise Ecotoxicológica com o anfípoda *L. plumulosus* foi realizada com amostra de sedimento de superfície tanto do berço do Cais CARGILL 2 quanto da área de acesso ao berço de atracação.

Os parâmetros físicos e químicos, como pH, salinidade (‰) e oxigênio dissolvido (mg/L), medidos na água de interface no início e fim do teste de toxicidade aguda estão apresentados na Tabela 3.52-7. Já as análises de pH, salinidade (‰), oxigênio dissolvido (mg/L), temperatura (°C), nitrogênio amoniacal (mg/L) e amônia não ionizada (NH₃ - mg/L), efetuadas na água intersticial dos sedimentos no início e fim do teste, estão apresentados na Tabela 3.52-8.

Paralelamente aos testes com as amostras coletadas foi realizado um controle laboratorial. Os resultados obtidos para esse controle também se encontram nas tabelas a seguir.

Tabela 3.52-7. Parâmetros físicos e químicos medidos na água de interface, no início e fim do teste de toxicidade aguda com *L. plumulosus*, para as amostras de sedimento de superfície do berço e área de acesso ao berço do Cais CARGILL 2.

Amostra	pH		Salinidade (‰)		Oxigênio Dissolvido (mg/L)	
	Inicial	Final	Inicial	Final	Inicial	Final
Controle	7,91	7,99	20	23	6,64	6,75
CARGILL 2 Berço	7,99	8,21	22	25	6,49	6,41
CARGILL 2 Acesso	7,93	8,15	22	25	6,27	6,55

Tabela 3.52-8. Parâmetros físicos e químicos medidos na água intersticial, no início e fim do teste de toxicidade aguda com *L. plumulosus*, para as amostras de sedimento de superfície do berço e área de acesso ao berço do Cais CARGILL 2.

Amostra	pH		Salinidade (‰)		Oxigênio Dissolvido (mg/L)		Temperatura (°C)		Nitrogênio amoniacal (mg/L)		Amônia não ionizada (mg/L)	
	Inicial	Final	Inicial	Final	Inicial	Final	Inicial	Final	Inicial	Final	Inicial	Final
Controle	7,85	7,88	23	21	6,05	6,63	24,4	25,4	1,75	-	0,058	-
CARGILL 2 Berço	7,70	7,84	32	24	5,36	5,60	24,4	25,4	21,50	-	0,477	-
CARGILL 2 Acesso	7,80	7,82	34	23	6,20	5,57	24,4	25,4	7,00	-	0,190	-

A Tabela 3.52-9 apresenta os resultados do teste de toxicidade aguda com *L. plumulosus* nas amostras de sedimento de superfície do Cais CARGILL 2. Os valores obtidos estão dentro da faixa estabelecida para a aceitação dos resultados.

Tabela 3.52-9. Efeito tóxico observado nos testes de toxicidade aguda com *L. plumulosus* para as amostras de sedimento de superfície, do berço e área de acesso ao berço do Cais CARGILL 2, em cada réplica após o período de exposição.

Amostra	Réplica	Nº final de animais por réplica		Mortalidade total (%)	Resultado
		Mortos	Total		
Controle	1	0	20	5	-
	2	1	20		
	3	2	20		
CARGILL 2 Berço	1	0	20	0	Não Tóxico
	2	0	20		
	3	0	20		
CARGILL 2 Acesso	1	3	20	12	Não Tóxico
	2	2	20		
	3	2	20		

De acordo com o tratamento estatístico aplicado, foi verificado que as amostras de sedimento de superfície, do berço do Cais CARGILL 2 e da área de acesso ao berço de atracação, não apresentaram toxicidade aguda para *L. plumulosus*, em comparação com o controle, após 10 dias de exposição.

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 essa espécie (USEPA, 2001).

A sensibilidade dos indivíduos de *L. plumulosus* 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} ; 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 desse sistema-teste, utilizando dados acumulados de vários testes, indica 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.

3.53. CAIS DO ARMAZÉM 10 (ARM 10)

- **SUPERFÍCIE**

A. Granulometria

A composição granulométrica do sedimento de superfície amostrado no berço e acesso ao berço de atracação do Cais do Armazém 10 está apresentada na Figura 3.53-1, e na Tabela 3.53-1.

Os resultados granulométricos mostraram dominância da fração silte (75,6%), no sedimento coletado no berço do Cais do Armazém 10, e em menores porcentagens foram encontradas as frações areia média (7,61%), argila (7,13%), areia muito fina (5,6%) e areia fina (3,89%). As frações areia grossa e areia muito grossa apresentaram valores abaixo de 0,10%.

No acesso ao berço de atracação a fração dominante foi o silte (88,8%), seguido pelas frações argila (6,89%), areia muito fina (2,98%), areia média (0,746%) e areia fina (0,746%). As frações areia grossa e areia muito grossa apresentaram valores abaixo de 0,10%.

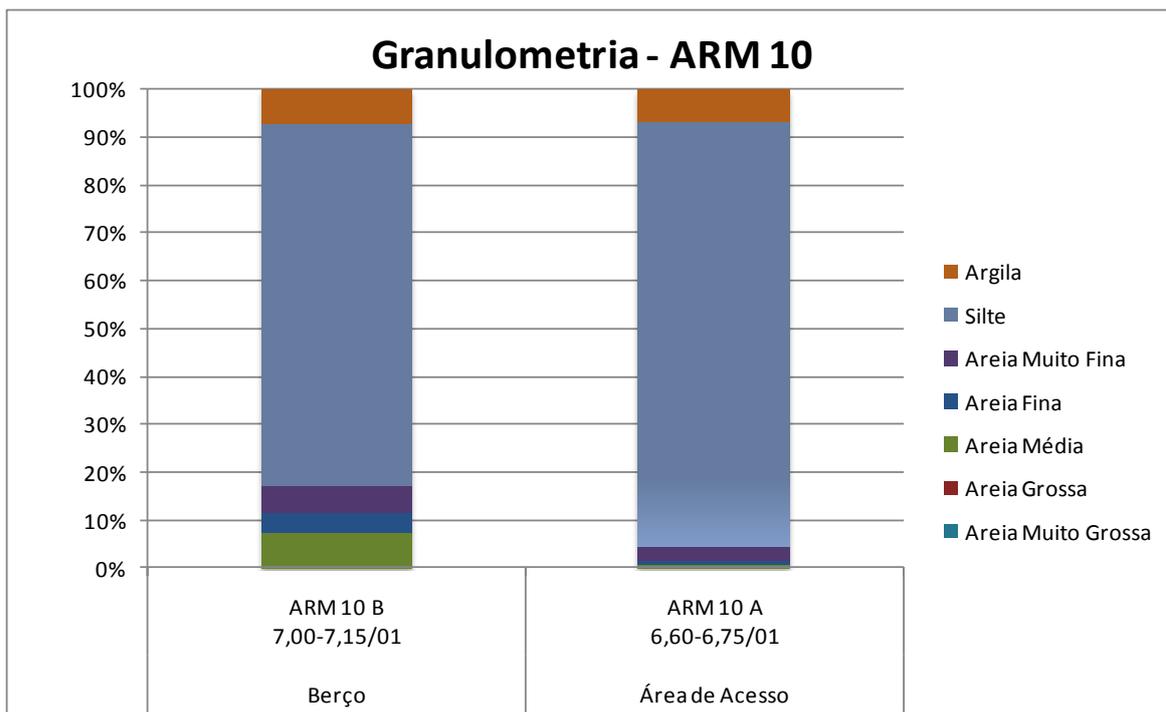


Figura 3.53-1. Composição granulométrica do sedimento de superfície do berço e área de acesso ao berço de atracação do Cais do Armazém 10.

Tabela 3.53-1. Composição granulométrica do sedimento de superfície do berço e área de acesso ao berço de atracação do Cais do Armazém 10.

Granulometria			
Fração	Unidade	Berço	Área de Acesso
		ARM 10 B 7,00-7,15/01	ARM 10 A 6,60-6,75/01
Argila	%	7,13	6,89
Silte	%	75,6	88,8
Areia Muito Fina	%	5,6	2,98
Areia Fina	%	3,89	0,628
Areia Média	%	7,61	0,746
Areia Grossa	%	<0,10	<0,10
Areia Muito Grossa	%	<0,10	<0,10
Areia Total	%	17,1	4,35

B. Parâmetros Químicos

Metais e Arsênio

Os resultados das análises dos metais nas amostras de sedimento de superfície coletadas no berço e acesso ao berço de atracação do Cais do Armazém 10 estão apresentados na Tabela 3.53-2.

Dentre os parâmetros químicos, analisados no sedimento de superfície, arsênio e cádmio registraram concentrações abaixo do limite de quantificação (<LQ) tanto no berço quanto na sua área de acesso.

Os metais chumbo, cobre, cromo, níquel e zinco foram quantificados nas amostras, de sedimento de superfície, coletadas tanto no berço quanto na sua área de acesso. Entretanto, nenhum destes elementos apresentou concentração acima do nível 1 da Resolução Conama 344/04 (Brasil, 2004).

O metal mercúrio apresentou concentração acima do nível 1, da referida Resolução, tanto no berço do Cais do Armazém 10 quanto na sua área de acesso. Entretanto, vale ressaltar que os valores encontrados, 0,309 e 0,324 mg/kg, no berço e área de acesso, respectivamente, ficaram mais próximos ao valor estabelecido como nível 1 (0,150 mg/kg) do que como nível 2 (0,710 mg/kg) da Resolução Conama nº 344/04 (Brasil, 2004).

A Figura 3.53-2 apresenta a concentração de alguns metais analisados no sedimento de superfície coletados no berço do Cais do Armazém 10 e na sua referida área de acesso.

Hidrocarbonetos Policíclicos Aromáticos (HPAs)

Todos os HPAs, coletados no berço do Cais do Armazém 10 e na sua área de acesso, apresentaram valores abaixo do limite de quantificação (<LQ) do método (Tabela 3.53-3).

Bifenilas Policloradas (PCBs)

Os PCBs totais apresentaram concentrações inferiores aos limites de quantificação do método, tanto no berço quanto na sua área de acesso, enquadrando-se, portanto, nos valores de referência estabelecidos pela Resolução Conama 344/04 (Brasil, 2004) (Tabela 3.53-4).

Pesticidas Organoclorados

Assim como para os PCBs totais, os pesticidas organoclorados apresentaram, tanto no berço quanto na sua área de acesso, concentrações inferiores aos limites de quantificação do método (Tabela 3.53-5). Nenhuma das amostras analisadas, portanto, apresentou-se fora dos limites estabelecidos pela resolução citada.

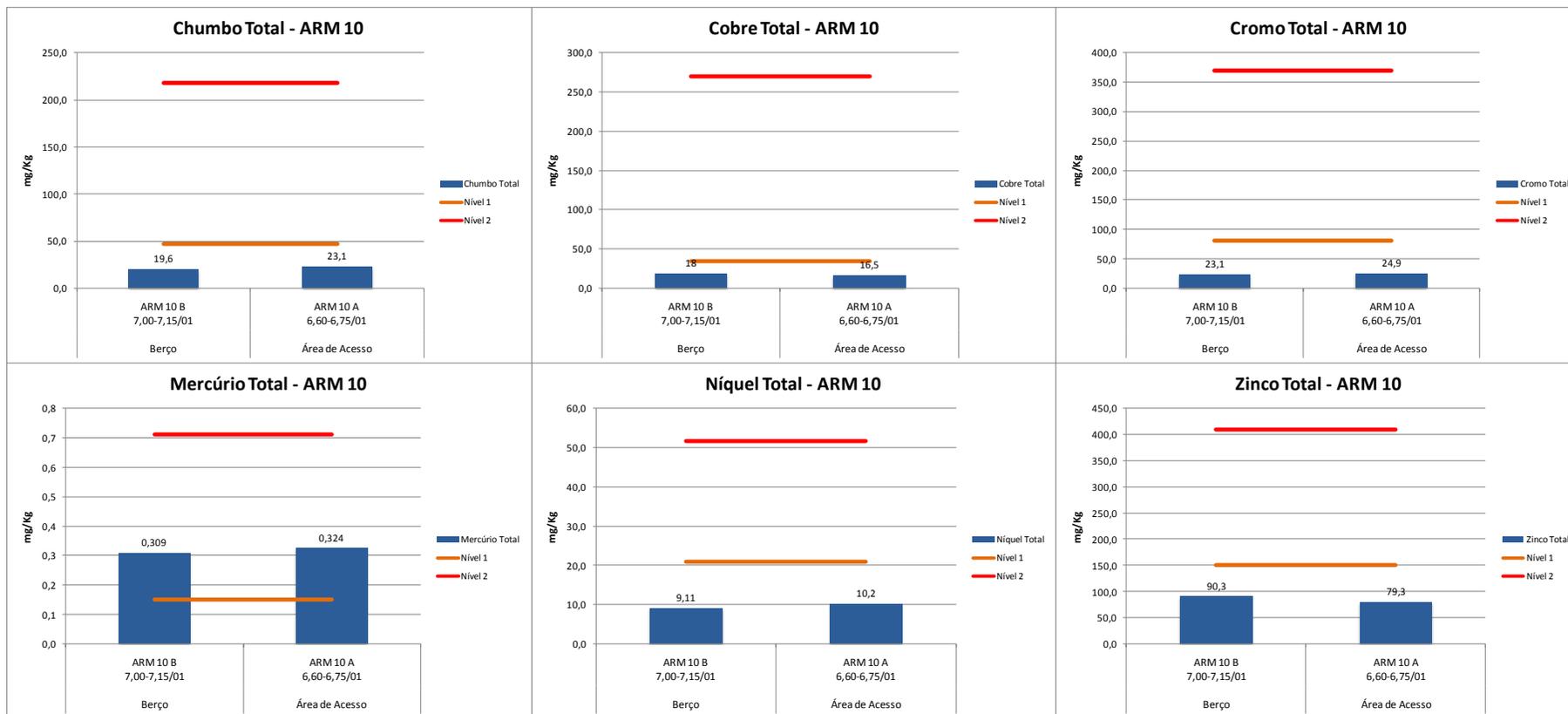


Figura 3.53-2. Concentração de alguns metais analisados nas amostras de sedimento de superfície coletadas no berço do Cais do Armazém 10 e na sua referida área de acesso.

Tabela 3.53-2. Concentrações de metais e arsênio total nas amostras de sedimento de superfície coletadas no berço e acesso ao berço de atracação do Cais do Armazém 10.

Metais e Arsênio					
Parâmetros	Unidade	Resolução CONAMA 344/04		Berço	Área de Acesso
		Nível 1	Nível 2	ARM 10 B 7,00-7,15/01	ARM 10 A 6,60-6,75/01
		Arsênio Total	mg/kg	8,2	70,0
Cádmio Total	mg/kg	1,2	9,6	< 0,716	< 0,796
Chumbo Total	mg/kg	46,7	218,0	19,6	23,1
Cobre Total	mg/kg	34,0	270,0	18	16,5
Cromo Total	mg/kg	81,0	370,0	23,1	24,9
Mercurio Total	mg/kg	0,15	0,71	0,309	0,324
Níquel Total	mg/kg	20,9	51,6	9,11	10,2
Zinco Total	mg/kg	150,0	410,0	90,3	79,3

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

Tabela 3.53-3. Concentrações de HPAs nas amostras de sedimento de superfície coletadas no berço e acesso ao berço de atracação do Cais do Armazém 10.

Hidrocarbonetos Policíclicos Aromáticos ou HPAs					
Parâmetros	Unidade	Resolução CONAMA 344/04		Berço	Área de Acesso
		Nível 1	Nível 2	ARM 10 B 7,00-7,15/01	ARM 10 A 6,60-6,75/01
		Benzo(a)antraceno	µg/kg	74,8	693,0
Benzo(a)pireno	µg/kg	88,8	763,0	< 8,60	< 9,55
Criseno	µg/kg	108,0	846,0	< 8,60	< 9,55
Dibenzo(a,h)antraceno	µg/kg	6,2	135,0	< 8,60	< 9,55
Acenafteno	µg/kg	16,0	500,0	< 8,60	< 9,55
Acenaftileno	µg/kg	44,0	640,0	< 8,60	< 9,55
Antraceno	µg/kg	85,3	1100,0	< 8,60	< 9,55
Fenantreno	µg/kg	240,0	1500,0	< 8,60	< 9,55
Fluoranteno	µg/kg	600,0	5100,0	< 8,60	< 9,55
Fluoreno	µg/kg	19,0	540,0	< 8,60	< 9,55
2-Metilnaftaleno	µg/kg	70,0	670,0	< 8,60	< 9,55
Naftaleno	µg/kg	160,0	2100,0	< 8,60	< 9,55
Pireno	µg/kg	665,0	2600,0	< 8,60	< 9,55

Tabela 3.53-4. Concentrações de PCBs nas amostras de sedimento de superfície coletadas no berço e acesso ao berço de atracação do Cais do Armazém 10.

Bifenilas Policloradas ou PCBs					
Parâmetros	Unidade	Resolução CONAMA 344/04		Berço	Área de Acesso
		Nível 1	Nível 2	ARM 10 B 7,00-7,15/01	ARM 10 A 6,60-6,75/01
		Bifenilas Policloradas Totais	µg/kg	22,7	180

Tabela 3.53-5. Concentrações de Pesticidas Organoclorados nas amostras de sedimento de superfície coletadas no berço e acesso ao berço de atracação do Cais do Armazém 10.

Pesticidas Organoclorados					
Parâmetros	Unidade	Resolução CONAMA 344/04		Berço	Área de Acesso
		Nível 1	Nível 2	ARM 10 B	ARM 10 A
				7,00-7,15/01	6,60-6,75/01
a-BHC	µg/kg	0,32	0,99	< 0,172	< 0,191
b-BHC	µg/kg	0,32	0,99	< 0,172	< 0,191
d-BHC	µg/kg	0,32	0,99	< 0,172	< 0,191
g-BHC	µg/kg	0,32	0,99	< 0,172	< 0,191
a-Clordano	µg/kg	2,26	4,79	< 0,172	< 0,191
g-Clordano	µg/kg	2,26	4,79	< 0,172	< 0,191
DDD	µg/kg	1,22	7,81	< 0,172	< 0,191
DDE	µg/kg	2,07	374	< 0,172	< 0,191
DDT	µg/kg	1,19	4,77	< 0,172	< 0,191
Dieldrin	µg/kg	0,71	4,3	< 0,172	< 0,191
Endrin	µg/kg	2,67	62,4	< 0,172	< 0,191

Outros Parâmetros

Os parâmetros carbono orgânico total (COT), fósforo total e nitrogênio kjeldahl total (NKT) foram quantificados nas amostras de sedimento de superfície, tanto no berço quanto na área de acesso ao berço de atracação, entretanto apresentaram concentrações abaixo do valor alerta estabelecido pela Resolução Conama 344/04 (Brasil, 2004) (Tabela 3.53-6).

A Figura 3.53-3 apresenta a concentração de COT, fósforo total e NKT analisados no sedimento de superfície coletados no berço do Cais do Armazém 10 e na sua referida área de acesso.

Tabela 3.53-6. Concentrações de COT, fósforo total e NKT nas amostras de sedimento coletadas no berço e acesso ao berço de atracação do Cais do Armazém 10.

Outros Parâmetros				
Parâmetros	Unidade	Resolução CONAMA 344/04	Berço	Área de Acesso
			ARM 10 B 7,00-7,15/01	ARM 10 A 6,60-6,75/01
Carbono Orgânico Total	%	10	4,19	4,3
Fósforo Total	mg/kg	2000	487,4	457
Nitrogênio Kjeldahl Total	mg/kg	4800	698,7	863,2

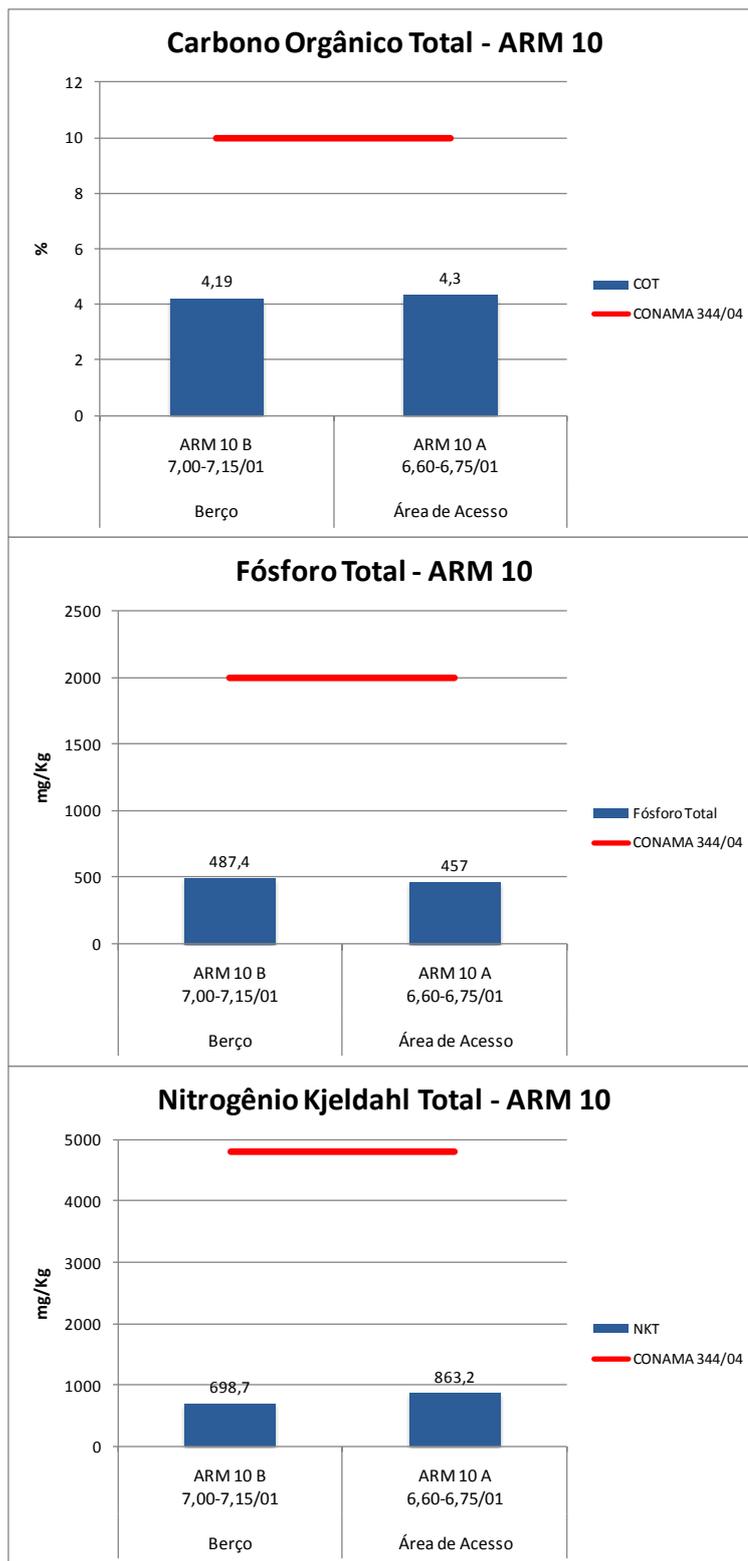


Figura 3.53-3. Concentrações de COT, fósforo total e NKT analisados nas amostras de sedimento de superfície coletadas no berço e acesso ao berço de atracação do Cais do Armazém 10.

C. Análise Ecotoxicológica

Teste de Toxicidade Aguda com *Leptocheirus plumulosus*

A análise Ecotoxicológica com o anfípoda *L. plumulosus* foi realizada com amostra de sedimento de superfície tanto do berço do Cais do Armazém 10 quanto da área de acesso ao berço de atracação.

Os parâmetros físicos e químicos, como pH, salinidade (‰) e oxigênio dissolvido (mg/L), medidos na água de interface no início e fim do teste de toxicidade aguda estão apresentados na Tabela 3.53-7. Já as análises de pH, salinidade (‰), oxigênio dissolvido (mg/L), temperatura (°C), nitrogênio amoniacal (mg/L) e amônia não ionizada (NH₃ - mg/L), efetuadas na água intersticial dos sedimentos no início e fim do teste, estão apresentados na Tabela 3.53-8.

Paralelamente aos testes com as amostras coletadas foi realizado um controle laboratorial. Os resultados obtidos para esse controle também se encontram nas tabelas a seguir.

Tabela 3.53-7. Parâmetros físicos e químicos medidos na água de interface, no início e fim do teste de toxicidade aguda com *L. plumulosus*, para as amostras de sedimento de superfície do berço e área de acesso ao berço do Cais do Armazém 10.

Amostra	pH		Salinidade (‰)		Oxigênio Dissolvido (mg/L)	
	Inicial	Final	Inicial	Final	Inicial	Final
Controle	7,57	7,95	20	21	6,02	6,66
ARM 10 Berço	7,71	8,23	23	24	4,42	6,34
ARM 10 Acesso	7,59	8,10	23	23	4,67	6,31

Tabela 3.53-8. Parâmetros físicos e químicos medidos na água intersticial, no início e fim do teste de toxicidade aguda com *L. plumulosus*, para as amostras de sedimento de superfície do berço e área de acesso ao berço do Cais do Armazém 10.

Amostra	pH		Salinidade (‰)		Oxigênio Dissolvido (mg/L)		Temperatura (°C)		Nitrogênio amoniacal (mg/L)		Amônia não ionizada (mg/L)	
	Inicial	Final	Inicial	Final	Inicial	Final	Inicial	Final	Inicial	Final	Inicial	Final
Controle	7,81	7,70	24	23	6,39	5,20	24,0	25,0	2,75	-	0,081	-
ARM 10 Berço	7,62	7,80	33	24	5,08	4,50	24,0	25,0	5,00	-	0,090	-
ARM 10 Acesso	7,37	7,61	31	24	5,30	4,82	24,0	25,0	14,50	-	0,148	-

A Tabela 3.53-9 apresenta os resultados do teste de toxicidade aguda com *L. plumulosus* nas amostras de sedimento de superfície do Cais do Armazém 10. Os valores obtidos estão dentro da faixa estabelecida para a aceitação dos resultados.

Tabela 3.53-9. Efeito tóxico observado nos testes de toxicidade aguda com *L. plumulosus* para as amostras de sedimento de superfície, do berço e área de acesso ao berço do Cais do Armazém 10, em cada réplica após o período de exposição.

Amostra	Réplica	Nº final de animais por réplica		Mortalidade total (%)	Resultado
		Mortos	Total		
Controle	1	1	20	3	-
	2	1	20		
	3	0	20		
ARM 10 Berço	1	0	20	5	Não Tóxico
	2	2	20		
	3	1	20		
ARM 10 Acesso	1	0	20	7	Não Tóxico
	2	2	20		
	3	2	20		

De acordo com o tratamento estatístico aplicado, foi verificado que as amostras de sedimento de superfície, do berço do Cais do Armazém 10 e da área de acesso ao berço de atracação, não apresentaram toxicidade aguda para *L. plumulosus*, em comparação com o controle, após 10 dias de exposição.

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 essa espécie (USEPA, 2001).

A sensibilidade dos indivíduos de *L. plumulosus* 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} ; 96h) e respectivo intervalo de confiança obtidos foram: 0,69 mg Zn/L (I.C.: 0,54 a 0,87 mg Zn/L). A carta-controle de sensibilidade desse sistema-teste, utilizando dados acumulados de vários testes, indica 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.

- **COTA DE PROJETO**

- Berço: 7,30 metros
 - Amostra: ARM 10 B 7,30-7,80/02
- Acesso: 7,30 metros

A. Granulometria

A composição granulométrica do sedimento da cota de projeto (ARM 10 B 7,30-7,80/02) amostrado no berço do Cais do Armazém 10 está apresentada na Figura 3.53-4, e na Tabela 3.53-10.

Os resultados granulométricos mostraram predominância das frações silte (57,4%) e argila (33,7%), e em menores porcentagens foram encontradas as frações areia muito fina (5,39%), areia fina (2,48%), areia média (0,450%), areia grossa (0,290) e areia muito grossa (0,162%).

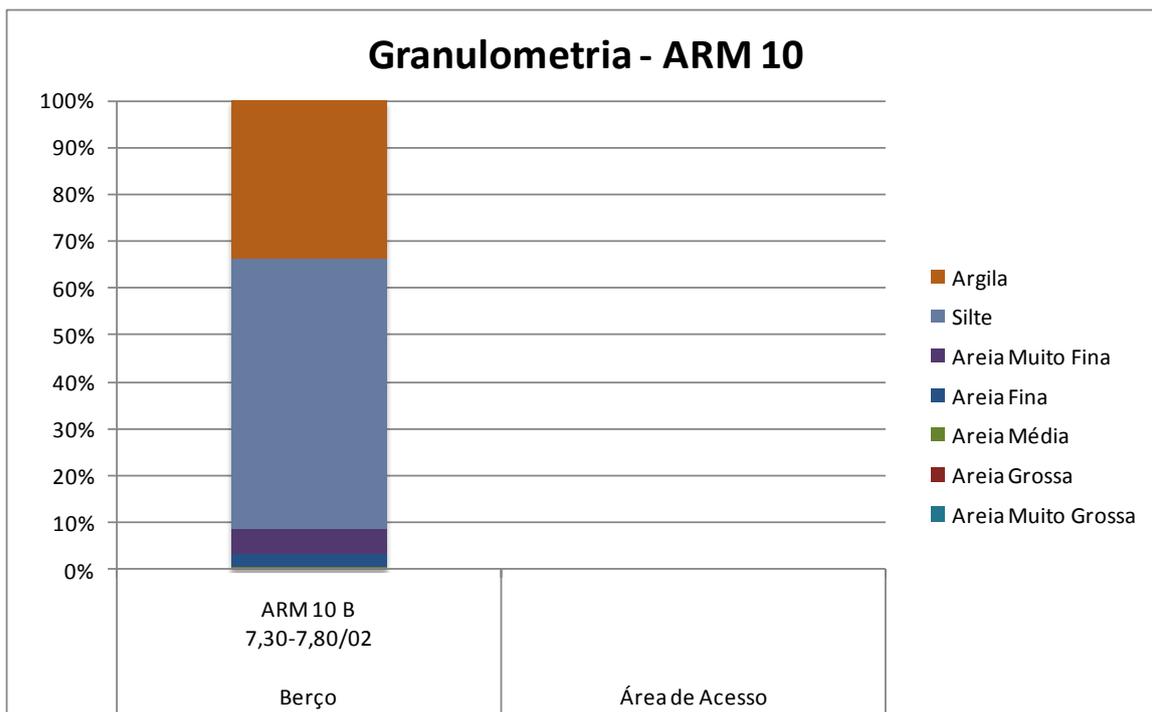


Figura 3.53-4. Composição granulométrica do sedimento da cota de projeto, coletado no berço de atracação do Cais do Armazém 10.

Tabela 3.53-10. Composição granulométrica do sedimento da cota de projeto, coletado no berço de atracação do Cais do Armazém 10.

Granulometria		
Fração	Unidade	Berço
		ARM 10 B 7,30-7,80/02
Argila	%	33,7
Silte	%	57,4
Areia Muito Fina	%	5,39
Areia Fina	%	2,48
Areia Média	%	0,45
Areia Grossa	%	0,29
Areia Muito Grossa	%	0,162
Areia Total	%	8,77

B. Parâmetros Químicos

Metais e Arsênio

Os resultados das análises dos metais na amostra de sedimento da cota de projeto, coletada no berço do Cais do Armazém 10, estão apresentados na Tabela 3.53-11.

Dentre os parâmetros químicos analisados no sedimento, arsênio e cádmio registraram concentrações abaixo do limite de quantificação do método.

O metal mercúrio apresentou concentração de 0,430 mg/kg, ou seja, acima do nível 1 (0,150 mg/kg), estabelecido pela Resolução Conama 344/04 (Brasil, 2004).

Os metais chumbo, cobre, cromo, níquel e zinco foram quantificados, entretanto, nenhum destes elementos apresentou concentração acima do nível 1 da Resolução Conama 344/04 (Brasil, 2004).

A Figura 3.53-5 apresenta a concentração de alguns metais analisados no sedimento da cota de projeto, coletado no berço do Cais do Armazém 10.

Hidrocarbonetos Policíclicos Aromáticos (HPAs)

A maioria dos HPAs, coletados no sedimento da amostra da cota de projeto, apresentou concentração abaixo do limite de quantificação do método. Exceção são os HPAs Fluoranteno, 2-Metilnaftaleno, Naftaleno e Pireno que foram quantificados, porém com valores inferiores ao nível 1 estabelecido pela Resolução Conama 344/04 (Brasil, 2004) (Tabela 3.53-12).

Bifenilas Policloradas (PCBs)

Os PCBs totais apresentaram concentrações inferiores aos limites de quantificação do método na amostra de sedimento da cota de projeto, enquadrando-se, portanto, nos valores de referência estabelecidos pela Resolução Conama 344/04 (Brasil, 2004) (Tabela 3.53-13).

Pesticidas Organoclorados

Assim como para os PCBs totais, os pesticidas organoclorados apresentaram, na amostra de sedimento da cota de projeto, concentrações inferiores aos limites de quantificação do método (Tabela 3.53-14). Nenhuma das amostras analisadas, portanto, apresentou-se fora dos limites estabelecidos pela resolução citada.

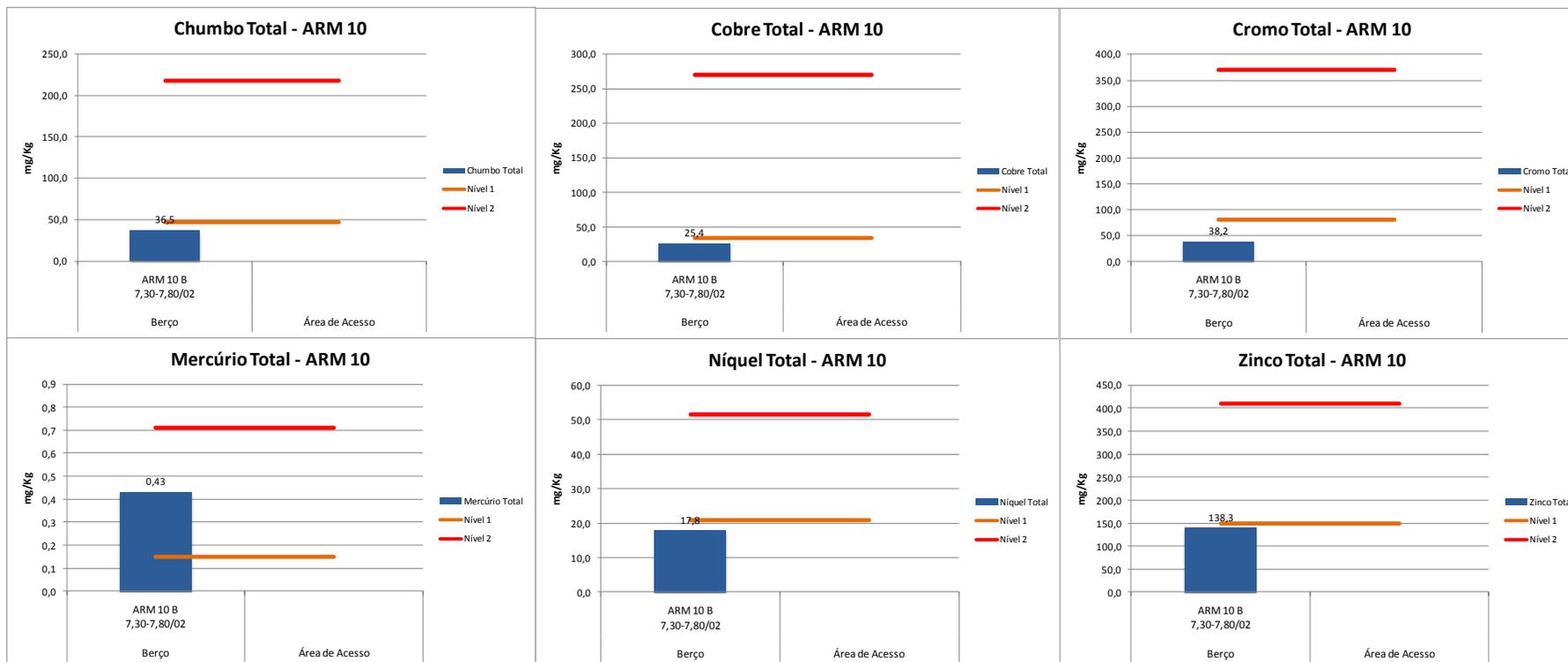


Figura 3.53-5. Concentração de alguns metais analisados na amostra de sedimento da cota de projeto, coletada no berço do Cais do Armazém 10.

Tabela 3.53-11. Concentrações de metais e arsênio total na amostra de sedimento da cota de projeto, coletada no berço do Cais do Armazém 10.

Metais e Arsênio				
Parâmetros	Unidade	Resolução CONAMA 344/04		Berço
		Nível 1	Nível 2	ARM 10 B
				7,30-7,80/02
Arsênio Total	mg/kg	8,2	70,0	< 1,05
Cádmio Total	mg/kg	1,2	9,6	< 0,698
Chumbo Total	mg/kg	46,7	218,0	36,5
Cobre Total	mg/kg	34,0	270,0	25,4
Cromo Total	mg/kg	81,0	370,0	38,2
Mercúrio Total	mg/kg	0,15	0,71	0,43
Níquel Total	mg/kg	20,9	51,6	17,8
Zinco Total	mg/kg	150,0	410,0	138,3

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

Tabela 3.53-12. Concentrações de HPAs na amostra de sedimento da cota de projeto, coletada no berço do Cais do Armazém 10.

Hidrocarbonetos Policíclicos Aromáticos ou HPAs				
Parâmetros	Unidade	Resolução CONAMA 344/04		Berço
		Nível 1	Nível 2	ARM 10 B
				7,30-7,80/02
Benzo(a)antraceno	µg/kg	74,8	693,0	< 8,38
Benzo(a)pireno	µg/kg	88,8	763,0	< 8,38
Criseno	µg/kg	108,0	846,0	< 8,38
Dibenzo(a,h)antraceno	µg/kg	6,2	135,0	< 8,38
Acenafteno	µg/kg	16,0	500,0	< 8,38
Acenaftileno	µg/kg	44,0	640,0	< 8,38
Antraceno	µg/kg	85,3	1100,0	< 8,38
Fenantreno	µg/kg	240,0	1500,0	< 8,38
Fluoranteno	µg/kg	600,0	5100,0	17,58
Fluoreno	µg/kg	19,0	540,0	< 8,38
2-Metilnaftaleno	µg/kg	70,0	670,0	59,85
Naftaleno	µg/kg	160,0	2100,0	89,44
Pireno	µg/kg	665,0	2600,0	24,18

Tabela 3.53-13. Concentrações de PCBs na amostra de sedimento da cota de projeto, coletada no berço do Cais do Armazém 10.

Bifenilas Policloradas ou PCBs				
Parâmetros	Unidade	Resolução CONAMA 344/04		Berço
		Nível 1	Nível 2	ARM 10 B
				7,30-7,80/02
Bifenilas Policloradas Totais	µg/kg	22,7	180	< 0,1676

Tabela 3.53-14. Concentrações de Pesticidas Organoclorados na amostra da cota de projeto, coletada no berço do Cais do Armazém 10.

Pesticidas Organoclorados				
Parâmetros	Unidade	Resolução		Berço
		CONAMA 344/04		ARM 10 B
		Nível 1	Nível 2	7,30-7,80/02
a-BHC	µg/kg	0,32	0,99	< 0,168
b-BHC	µg/kg	0,32	0,99	< 0,168
d-BHC	µg/kg	0,32	0,99	< 0,168
g-BHC	µg/kg	0,32	0,99	< 0,168
a-Clordano	µg/kg	2,26	4,79	< 0,168
g-Clordano	µg/kg	2,26	4,79	< 0,168
DDD	µg/kg	1,22	7,81	< 0,168
DDE	µg/kg	2,07	374	< 0,168
DDT	µg/kg	1,19	4,77	< 0,168
Dieldrin	µg/kg	0,71	4,3	< 0,168
Endrin	µg/kg	2,67	62,4	< 0,168

Outros Parâmetros

Os parâmetros carbono orgânico total (COT), fósforo total e nitrogênio kjeldahl total (NKT) foram quantificados na amostra de sedimento da cota de projeto, entretanto apresentaram concentrações abaixo do valor alerta estabelecido pela Resolução Conama 344/04 (Brasil, 2004) (Tabela 3.53-15).

A Figura 3.53-6 apresenta a concentração de COT, fósforo total e NKT analisados no sedimento da cota de projeto, coletado no berço do Cais do Armazém 10.

Tabela 3.53-15. Concentrações de COT, fósforo total e NKT na amostra da cota de projeto, coletada no berço do Cais do Armazém 10.

Outros Parâmetros			
Parâmetros	Unidade	Resolução	Berço
			CONAMA 344/04
			ARM 10 B
			7,30-7,80/02
Carbono Orgânico Total	%	10	4,58
Fósforo Total	mg/kg	2000	648,2
Nitrogênio Kjeldahl Total	mg/kg	4800	952

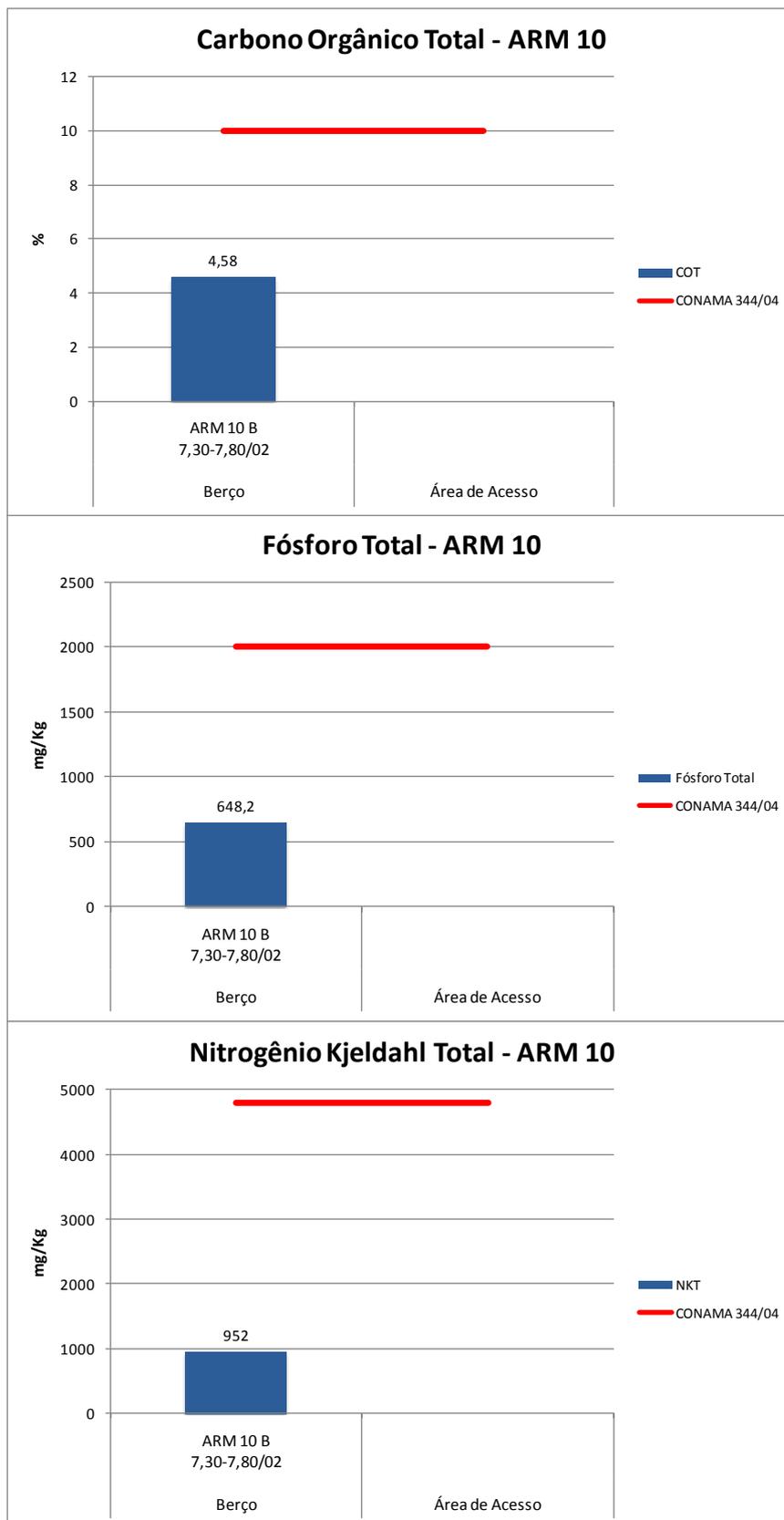


Figura 3.53-6. Concentrações de COT, fósforo total e NKT analisados na amostra de sedimento da cota de projeto, coletada no berço do Cais do Armazém 10.

3.54. CAIS DO ARMAZÉM 11 (ARM 11)

- **SUPERFÍCIE**

A. Granulometria

A composição granulométrica do sedimento de superfície amostrado no berço e acesso ao berço de atracação do Cais do Armazém 11 está apresentada na Figura 3.54-1, e na Tabela 3.54-1.

Os resultados granulométricos mostraram dominância da fração silte (83,6%), no sedimento coletado no berço do Cais do Armazém 11, e em menores porcentagens foram encontradas as frações argila (8,91%), areia muito fina (6,38%), areia fina (0,79%) e areia média (0,265%). As frações areia grossa e areia muito grossa apresentaram valores abaixo de 0,10%.

No acesso ao berço de atracação a fração dominante foi o silte (67,0%), seguido pelas frações argila (17,0%), areia muito fina (13,4%) e areia fina (2,55%). As frações areia média, areia grossa e areia muito grossa apresentaram valores abaixo de 0,10%.

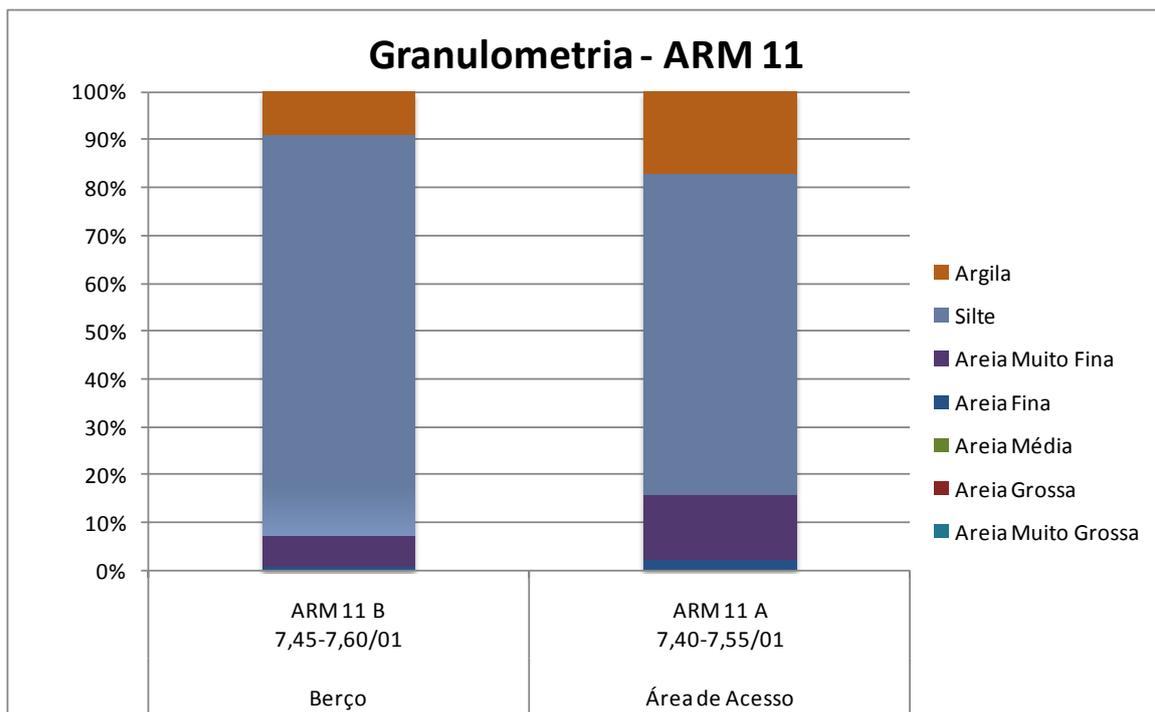


Figura 3.54-1. Composição granulométrica do sedimento de superfície do berço e área de acesso ao berço de atracação do Cais do Armazém 11.

Tabela 3.54-1. Composição granulométrica do sedimento de superfície do berço e área de acesso ao berço de atracação do Cais do Armazém 11.

Granulometria			
Fração	Unidade	Berço	Área de Acesso
		ARM 11 B 7,45-7,60/01	ARM 11 A 7,40-7,55/01
Argila	%	8,91	17
Silte	%	83,6	67
Areia Muito Fina	%	6,38	13,4
Areia Fina	%	0,79	2,55
Areia Média	%	0,265	<0,10
Areia Grossa	%	<0,10	<0,10
Areia Muito Grossa	%	<0,10	<0,10
Areia Total	%	7,44	16

B. Parâmetros Químicos

Metais e Arsênio

Os resultados das análises dos metais nas amostras de sedimento de superfície coletadas no berço e acesso ao berço de atracação do Cais do Armazém 11 estão apresentados na Tabela 3.54-2.

Dentre os parâmetros químicos, analisados no sedimento de superfície, arsênio, cádmio e mercúrio registraram concentrações abaixo do limite de quantificação (<LQ) tanto no berço quanto na sua área de acesso.

Os metais chumbo, cobre, cromo, níquel e zinco foram quantificados nas amostras, de sedimento de superfície, coletadas tanto no berço quanto na sua área de acesso. Entretanto, nenhum destes elementos apresentou concentração acima do nível 1 da Resolução Conama 344/04 (Brasil, 2004).

A Figura 3.54-2 apresenta a concentração de alguns metais analisados no sedimento de superfície coletados no berço do Cais do Armazém 11 e na sua referida área de acesso.

Hidrocarbonetos Policíclicos Aromáticos (HPAs)

Todos os HPAs, coletados no berço do Cais do Armazém 11 e na sua área de acesso, apresentaram valores abaixo do limite de quantificação (<LQ) do método (Tabela 3.54-3).

Bifenilas Policloradas (PCBs)

Os PCBs totais apresentaram concentrações inferiores aos limites de quantificação do método, tanto no berço quanto na sua área de acesso, enquadrando-se, portanto, nos valores de referência estabelecidos pela Resolução Conama 344/04 (Brasil, 2004) (Tabela 3.54-4).

Pesticidas Organoclorados

Assim como para os PCBs totais, os pesticidas organoclorados apresentaram, tanto no berço quanto na sua área de acesso, concentrações inferiores aos limites de quantificação do método (Tabela 3.54-5). Nenhuma das amostras analisadas, portanto, apresentou-se fora dos limites estabelecidos pela resolução citada.

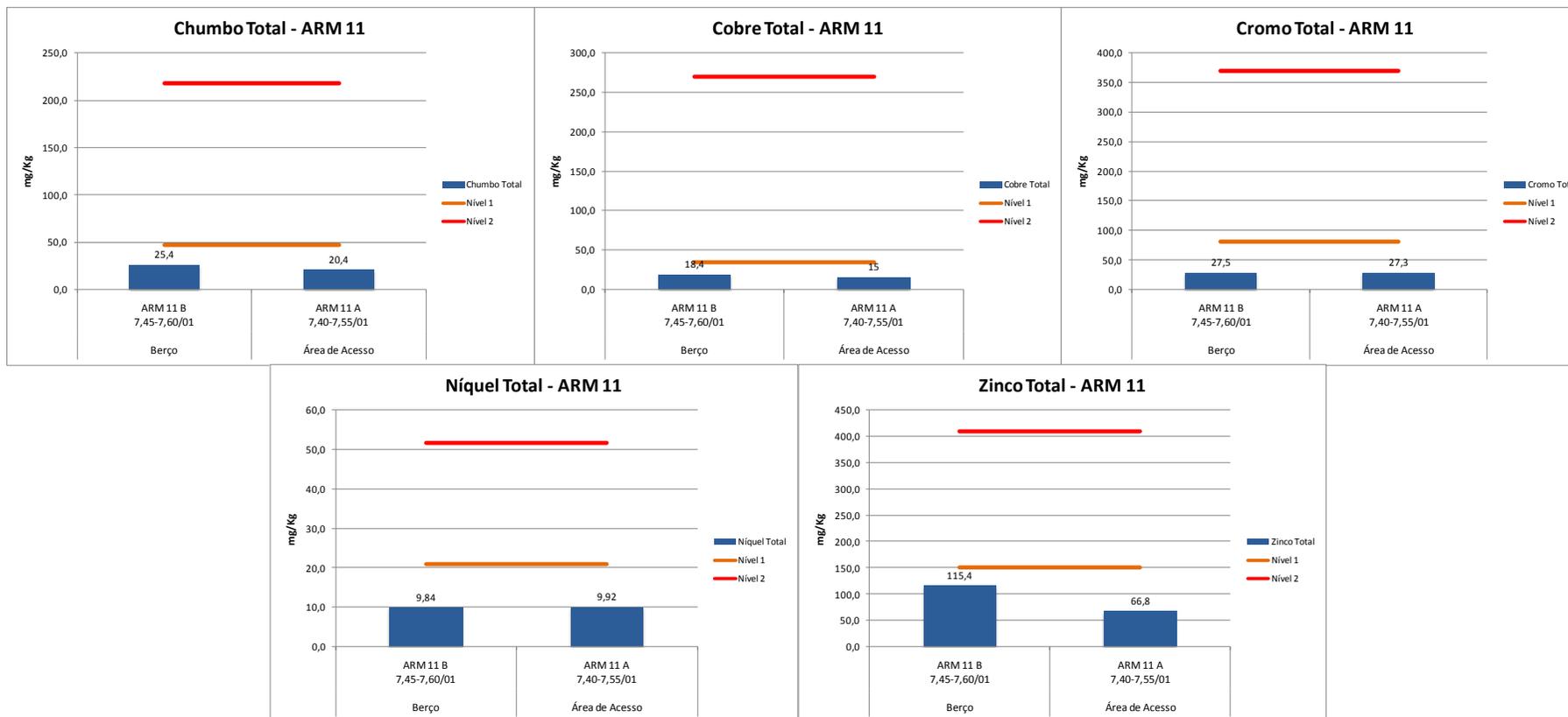


Figura 3.54-2. Concentração de alguns metais analisados nas amostras de sedimento de superfície coletadas no berço do Cais do Armazém 11 e na sua referida área de acesso.

Tabela 3.54-2. Concentrações de metais e arsênio total nas amostras de sedimento de superfície coletadas no berço e acesso ao berço de atracação do Cais do Armazém 11.

Metais e Arsênio					
Parâmetros	Unidade	Resolução		Berço	Área de Acesso
		CONAMA 344/04		ARM 11 B	ARM 11 A
		Nível 1	Nível 2	7,45-7,60/01	7,40-7,55/01
Arsênio Total	mg/kg	8,2	70,0	< 1,16	< 1,08
Cádmio Total	mg/kg	1,2	9,6	< 0,776	< 0,720
Chumbo Total	mg/kg	46,7	218,0	25,4	20,4
Cobre Total	mg/kg	34,0	270,0	18,4	15
Cromo Total	mg/kg	81,0	370,0	27,5	27,3
Mercúrio Total	mg/kg	0,15	0,71	< 0,0932	< 0,0865
Níquel Total	mg/kg	20,9	51,6	9,84	9,92
Zinco Total	mg/kg	150,0	410,0	115,4	66,8

Tabela 3.54-3. Concentrações de HPA's nas amostras de sedimento de superfície coletadas no berço e acesso ao berço de atracação do Cais do Armazém 11.

Hidrocarbonetos Policíclicos Aromáticos ou HPA's					
Parâmetros	Unidade	Resolução		Berço	Área de Acesso
		CONAMA 344/04		ARM 11 B	ARM 11 A
		Nível 1	Nível 2	7,45-7,60/01	7,40-7,55/01
Benzo(a)antraceno	µg/kg	74,8	693,0	< 9,32	< 8,65
Benzo(a)pireno	µg/kg	88,8	763,0	< 9,32	< 8,65
Criseno	µg/kg	108,0	846,0	< 9,32	< 8,65
Dibenzo(a,h)antraceno	µg/kg	6,2	135,0	< 9,32	< 8,65
Acenafteno	µg/kg	16,0	500,0	< 9,32	< 8,65
Acenaftileno	µg/kg	44,0	640,0	< 9,32	< 8,65
Antraceno	µg/kg	85,3	1100,0	< 9,32	< 8,65
Fenantreno	µg/kg	240,0	1500,0	< 9,32	< 8,65
Fluoranteno	µg/kg	600,0	5100,0	< 9,32	< 8,65
Fluoreno	µg/kg	19,0	540,0	< 9,32	< 8,65
2-Metilnaftaleno	µg/kg	70,0	670,0	< 9,32	< 8,65
Naftaleno	µg/kg	160,0	2100,0	< 9,32	< 8,65
Pireno	µg/kg	665,0	2600,0	< 9,32	< 8,65

Tabela 3.54-4. Concentrações de PCBs nas amostras de sedimento de superfície coletadas no berço e acesso ao berço de atracação do Cais do Armazém 11.

Bifenilas Policloradas ou PCBs					
Parâmetros	Unidade	Resolução		Berço	Área de Acesso
		CONAMA 344/04		ARM 11 B	ARM 11 A
		Nível 1	Nível 2	7,45-7,60/01	7,40-7,55/01
Bifenilas Policloradas Totais	µg/kg	22,7	180	< 0,186	< 0,173

Tabela 3.54-5. Concentrações de Pesticidas Organoclorados nas amostras de sedimento de superfície coletadas no berço e acesso ao berço de atracação do Cais do Armazém 11.

Pesticidas Organoclorados					
Parâmetros	Unidade	Resolução CONAMA 344/04		Berço	Área de Acesso
		Nível 1	Nível 2	ARM 11 B	ARM 11 A
				7,45-7,60/01	7,40-7,55/01
a-BHC	µg/kg	0,32	0,99	< 0,186	< 0,173
b-BHC	µg/kg	0,32	0,99	< 0,186	< 0,173
d-BHC	µg/kg	0,32	0,99	< 0,186	< 0,173
g-BHC	µg/kg	0,32	0,99	< 0,186	< 0,173
a-Clordano	µg/kg	2,26	4,79	< 0,186	< 0,173
g-Clordano	µg/kg	2,26	4,79	< 0,186	< 0,173
DDD	µg/kg	1,22	7,81	< 0,186	< 0,173
DDE	µg/kg	2,07	374	< 0,186	< 0,173
DDT	µg/kg	1,19	4,77	< 0,186	< 0,173
Dieldrin	µg/kg	0,71	4,3	< 0,186	< 0,173
Endrin	µg/kg	2,67	62,4	< 0,186	< 0,173

Outros Parâmetros

Os parâmetros carbono orgânico total (COT), fósforo total e nitrogênio kjeldahl total (NKT) foram quantificados nas amostras de sedimento de superfície, tanto no berço quanto na área de acesso ao berço de atracação, entretanto apresentaram concentrações abaixo do valor alerta estabelecido pela Resolução Conama 344/04 (Brasil, 2004) (Tabela 3.54-6).

A Figura 3.54-3 apresenta a concentração de COT, fósforo total e NKT analisados no sedimento de superfície coletados no berço do Cais do Armazém 11 e na sua referida área de acesso.

Tabela 3.54-6. Concentrações de COT, fósforo total e NKT nas amostras de sedimento coletadas no berço e acesso ao berço de atracação do Cais do Armazém 11.

Outros Parâmetros				
Parâmetros	Unidade	Resolução CONAMA 344/04	Berço	Área de Acesso
			ARM 11 B 7,45-7,60/01	ARM 11 A 7,40-7,55/01
Carbono Orgânico Total	%	10	4,16	4,31
Fósforo Total	mg/kg	2000	429,2	488,3
Nitrogênio Kjeldahl Total	mg/kg	4800	856,8	806,9

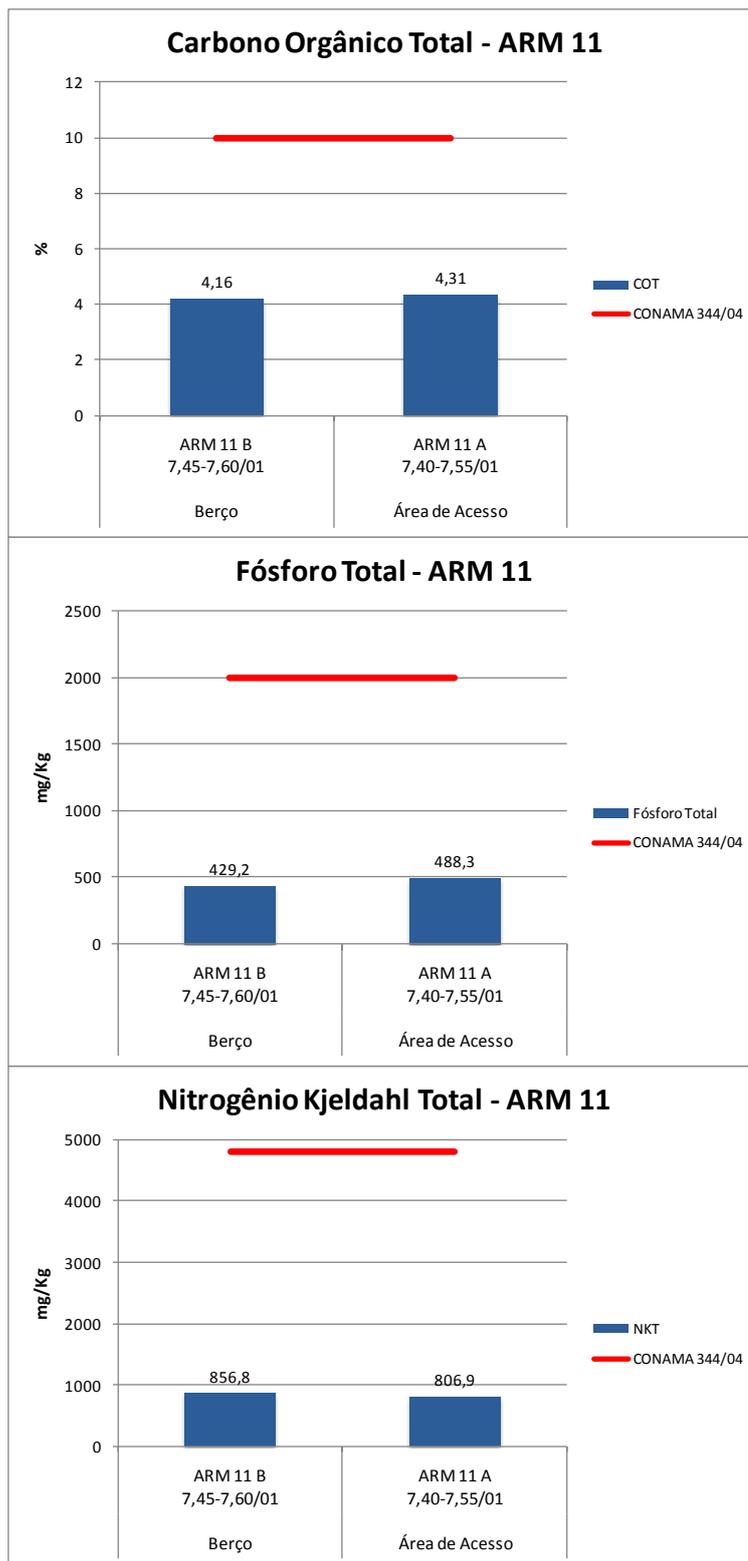


Figura 3.54-3. Concentrações de COT, fósforo total e NKT analisados nas amostras de sedimento de superfície coletadas no berço e acesso ao berço de atracação do Cais do Armazém 11.

C. Análise Ecotoxicológica

Teste de Toxicidade Aguda com *Leptocheirus plumulosus*

A análise Ecotoxicológica com o anfípoda *L. plumulosus* foi realizada com amostra de sedimento de superfície tanto do berço do Cais do Armazém 11 quanto da área de acesso ao berço de atracação.

Os parâmetros físicos e químicos, como pH, salinidade (‰) e oxigênio dissolvido (mg/L), medidos na água de interface no início e fim do teste de toxicidade aguda estão apresentados na Tabela 3.54-7. Já as análises de pH, salinidade (‰), oxigênio dissolvido (mg/L), temperatura (°C), nitrogênio amoniacal (mg/L) e amônia não ionizada (NH₃ - mg/L), efetuadas na água intersticial dos sedimentos no início e fim do teste, estão apresentados na Tabela 3.54-8.

Paralelamente aos testes com as amostras coletadas foi realizado um controle laboratorial. Os resultados obtidos para esse controle também se encontram nas tabelas a seguir.

Tabela 3.54-7. Parâmetros físicos e químicos medidos na água de interface, no início e fim do teste de toxicidade aguda com *L. plumulosus*, para as amostras de sedimento de superfície do berço e área de acesso ao berço do Cais do Armazém 11.

Amostra	pH		Salinidade (‰)		Oxigênio Dissolvido (mg/L)	
	Inicial	Final	Inicial	Final	Inicial	Final
Controle	7,57	7,95	20	21	6,02	6,66
ARM 11 Berço	7,48	8,04	25	23	4,72	6,09
ARM 11 Acesso	7,44	8,06	20	23	5,42	6,21

Tabela 3.54-8. Parâmetros físicos e químicos medidos na água intersticial, no início e fim do teste de toxicidade aguda com *L. plumulosus*, para as amostras de sedimento de superfície do berço e área de acesso ao berço do Cais do Armazém 11.

Amostra	pH		Salinidade (‰)		Oxigênio Dissolvido (mg/L)		Temperatura (°C)		Nitrogênio amoniacal (mg/L)		Amônia não ionizada (mg/L)	
	Inicial	Final	Inicial	Final	Inicial	Final	Inicial	Final	Inicial	Final	Inicial	Final
Controle	7,81	7,70	24	23	6,39	5,20	24,0	25,0	2,75	-	0,081	-
ARM 11 Berço	7,46	7,70	33	24	4,70	4,82	24,0	25,0	6,00	-	0,075	-
ARM 11 Acesso	7,67	7,61	33	24	4,96	4,70	24,0	25,0	12,50	-	0,252	-

A Tabela 3.54-9 apresenta os resultados do teste de toxicidade aguda com *L. plumulosus* nas amostras de sedimento de superfície do Cais do Armazém 11. Os valores obtidos estão dentro da faixa estabelecida para a aceitação dos resultados.

Tabela 3.54-9. Efeito tóxico observado nos testes de toxicidade aguda com *L. plumulosus* para as amostras de sedimento de superfície, do berço e área de acesso ao berço do Cais do Armazém 11, em cada réplica após o período de exposição.

Amostra	Réplica	Nº final de animais por réplica		Mortalidade total (%)	Resultado
		Mortos	Total		
Controle	1	1	20	3	-
	2	1	20		
	3	0	20		
ARM 11 Berço	1	0	20	7	Não Tóxico
	2	3	20		
	3	1	20		
ARM 11 Acesso	1	0	20	0	Não Tóxico
	2	0	20		
	3	0	20		

De acordo com o tratamento estatístico aplicado, foi verificado que as amostras de sedimento de superfície, do berço do Cais do Armazém 11 e da área de acesso ao berço de atracação, não apresentaram toxicidade aguda para *L. plumulosus*, em comparação com o controle, após 10 dias de exposição.

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 essa espécie (USEPA, 2001).

A sensibilidade dos indivíduos de *L. plumulosus* 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} ; 96h) e respectivo intervalo de confiança obtidos foram: 0,69 mg Zn/L (I.C.: 0,54 a 0,87 mg Zn/L). A carta-controle de sensibilidade desse sistema-teste, utilizando dados acumulados de vários testes, indica 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.

3.55. CAIS DO ARMAZÉM 12 (ARM 12)

- **SUPERFÍCIE**

A. Granulometria

A composição granulométrica do sedimento de superfície amostrado no berço e acesso ao berço de atracação do Cais do Armazém 12 está apresentada na Figura 3.55-1, e na Tabela 3.55-1.

Os resultados granulométricos mostraram predominância das frações silte (76,7%) e argila (20,5%), no sedimento coletado no berço do Cais do Armazém 12, e em menores porcentagens foram encontradas as frações areia muito fina (2,42%) e areia fina (0,237%). As frações areia média, areia grossa e areia muito grossa apresentaram valores abaixo de 0,10%.

No acesso ao berço de atracação a fração dominante foi o silte (86,7%), seguido pelas frações argila (7,83%), areia muito fina (4,98%) e areia fina (0,367%). As frações areia média, areia grossa e areia muito grossa apresentaram valores abaixo de 0,10%.

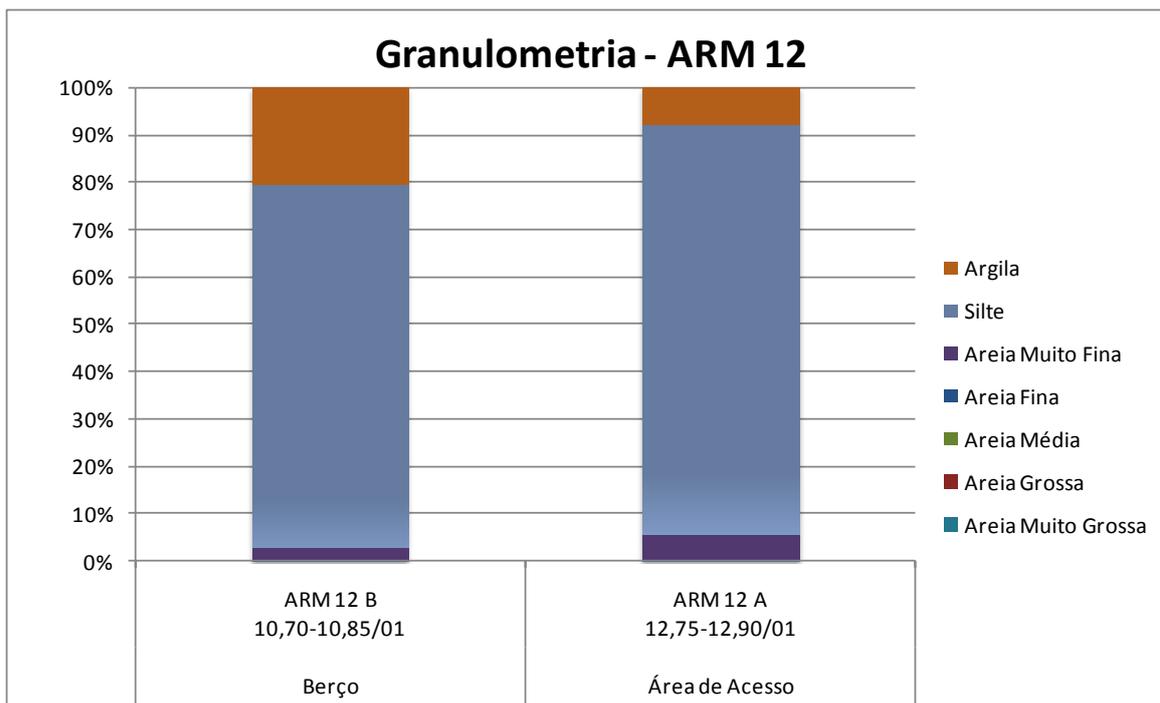


Figura 3.55-1. Composição granulométrica do sedimento de superfície do berço e área de acesso ao berço de atracação do Cais do Armazém 12.

Tabela 3.55-1. Composição granulométrica do sedimento de superfície do berço e área de acesso ao berço de atracação do Cais do Armazém 12.

Granulometria			
Fração	Unidade	Berço	Área de Acesso
		ARM 12 B 10,70-10,85/01	ARM 12 A 12,75-12,90/01
Argila	%	20,5	7,83
Silte	%	76,7	86,7
Areia Muito Fina	%	2,42	4,98
Areia Fina	%	0,237	0,367
Areia Média	%	<0,10	<0,10
Areia Grossa	%	<0,10	<0,10
Areia Muito Grossa	%	<0,10	<0,10
Areia Total	%	2,7	5,4

B. Parâmetros Químicos

Metais e Arsênio

Os resultados das análises dos metais nas amostras de sedimento de superfície coletadas no berço e acesso ao berço de atracação do Cais do Armazém 12 estão apresentados na Tabela 3.55-2.

Dentre os parâmetros químicos, analisados no sedimento de superfície, arsênio, cádmio e mercúrio registraram concentrações abaixo do limite de quantificação (<LQ) tanto no berço quanto na sua área de acesso.

Os metais chumbo, cobre, cromo, níquel e zinco foram quantificados nas amostras, de sedimento de superfície, coletadas tanto no berço quanto na sua área de acesso. Entretanto, nenhum destes elementos apresentou concentração acima do nível 1 da Resolução Conama 344/04 (Brasil, 2004).

A Figura 3.55-2 apresenta a concentração de alguns metais analisados no sedimento de superfície coletados no berço do Cais do Armazém 12 e na sua referida área de acesso.

Hidrocarbonetos Policíclicos Aromáticos (HPAs)

Todos os HPAs, coletados no berço do Cais do Armazém 12 e na sua área de acesso, apresentaram valores abaixo do limite de quantificação (<LQ) do método (Tabela 3.55-3).

Bifenilas Policloradas (PCBs)

Os PCBs totais apresentaram concentrações inferiores aos limites de quantificação do método, tanto no berço quanto na sua área de acesso, enquadrando-se, portanto, nos valores de referência estabelecidos pela Resolução Conama 344/04 (Brasil, 2004) (Tabela 3.55-4).

Pesticidas Organoclorados

Assim como para os PCBs totais, os pesticidas organoclorados apresentaram, tanto no berço quanto na sua área de acesso, concentrações inferiores aos limites de quantificação do método (Tabela 3.55-5). Nenhuma das amostras analisadas, portanto, apresentou-se fora dos limites estabelecidos pela resolução citada.

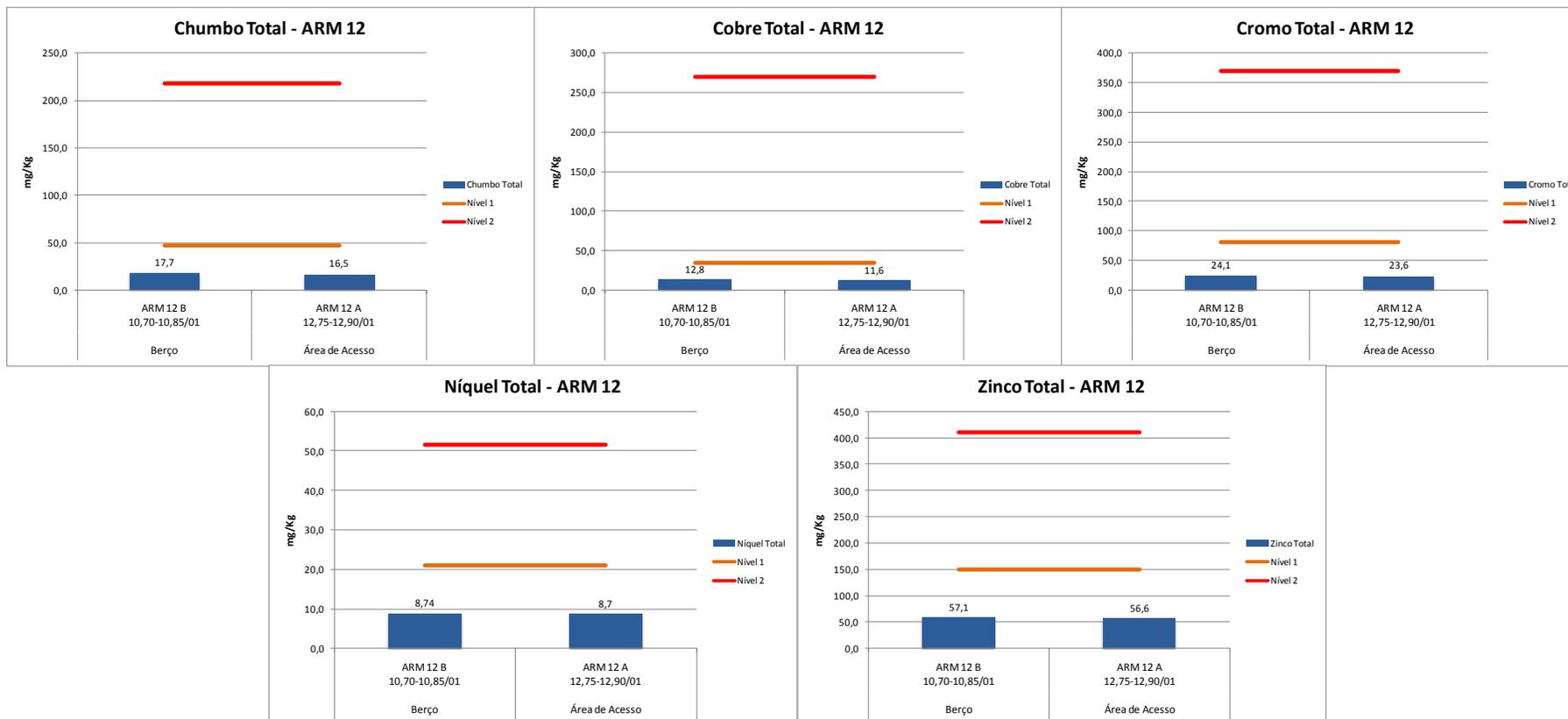


Figura 3.55-2. Concentração de alguns metais analisados nas amostras de sedimento de superfície coletadas no berço do Cais do Armazém 12 e na sua referida área de acesso.

Tabela 3.55-2. Concentrações de metais e arsênio total nas amostras de sedimento de superfície coletadas no berço e acesso ao berço de atracação do Cais do Armazém 12.

Metais e Arsênio					
Parâmetros	Unidade	Resolução		Berço	Área de Acesso
		CONAMA 344/04		ARM 12 B	ARM 12 A
		Nível 1	Nível 2	10,70-10,85/01	12,75-12,90/01
Arsênio Total	mg/kg	8,2	70,0	< 1,10	< 1,07
Cádmio Total	mg/kg	1,2	9,6	< 0,735	< 0,714
Chumbo Total	mg/kg	46,7	218,0	17,7	16,5
Cobre Total	mg/kg	34,0	270,0	12,8	11,6
Cromo Total	mg/kg	81,0	370,0	24,1	23,6
Mercúrio Total	mg/kg	0,15	0,71	< 0,0882	< 0,0857
Níquel Total	mg/kg	20,9	51,6	8,74	8,7
Zinco Total	mg/kg	150,0	410,0	57,1	56,6

Tabela 3.55-3. Concentrações de HPA's nas amostras de sedimento de superfície coletadas no berço e acesso ao berço de atracação do Cais do Armazém 12.

Hidrocarbonetos Policíclicos Aromáticos ou HPA's					
Parâmetros	Unidade	Resolução		Berço	Área de Acesso
		CONAMA 344/04		ARM 12 B	ARM 12 A
		Nível 1	Nível 2	10,70-10,85/01	12,75-12,90/01
Benzo(a)antraceno	µg/kg	74,8	693,0	< 8,82	< 8,57
Benzo(a)pireno	µg/kg	88,8	763,0	< 8,82	< 8,57
Criseno	µg/kg	108,0	846,0	< 8,82	< 8,57
Dibenzo(a,h)antraceno	µg/kg	6,2	135,0	< 8,82	< 8,57
Acenafteno	µg/kg	16,0	500,0	< 8,82	< 8,57
Acenaftileno	µg/kg	44,0	640,0	< 8,82	< 8,57
Antraceno	µg/kg	85,3	1100,0	< 8,82	< 8,57
Fenantreno	µg/kg	240,0	1500,0	< 8,82	< 8,57
Fluoranteno	µg/kg	600,0	5100,0	< 8,82	< 8,57
Fluoreno	µg/kg	19,0	540,0	< 8,82	< 8,57
2-Metilnaftaleno	µg/kg	70,0	670,0	< 8,82	< 8,57
Naftaleno	µg/kg	160,0	2100,0	< 8,82	< 8,57
Pireno	µg/kg	665,0	2600,0	< 8,82	< 8,57

Tabela 3.55-4. Concentrações de PCBs nas amostras de sedimento de superfície coletadas no berço e acesso ao berço de atracação do Cais do Armazém 12.

Bifenilas Policloradas ou PCBs					
Parâmetros	Unidade	Resolução		Berço	Área de Acesso
		CONAMA 344/04		ARM 12 B	ARM 12 A
		Nível 1	Nível 2	10,70-10,85/01	12,75-12,90/01
Bifenilas Policloradas Totais	µg/kg	22,7	180	< 0,176	< 0,171

Tabela 3.55-5. Concentrações de Pesticidas Organoclorados nas amostras de sedimento de superfície coletadas no berço e acesso ao berço de atracação do Cais do Armazém 12.

Pesticidas Organoclorados					
Parâmetros	Unidade	Resolução CONAMA 344/04		Berço	Área de Acesso
		Nível 1	Nível 2	ARM 12 B	ARM 12 A
				10,70-10,85/01	12,75-12,90/01
a-BHC	µg/kg	0,32	0,99	< 0,176	< 0,171
b-BHC	µg/kg	0,32	0,99	< 0,176	< 0,171
d-BHC	µg/kg	0,32	0,99	< 0,176	< 0,171
g-BHC	µg/kg	0,32	0,99	< 0,176	< 0,171
a-Clordano	µg/kg	2,26	4,79	< 0,176	< 0,171
g-Clordano	µg/kg	2,26	4,79	< 0,176	< 0,171
DDD	µg/kg	1,22	7,81	< 0,176	< 0,171
DDE	µg/kg	2,07	374	< 0,176	< 0,171
DDT	µg/kg	1,19	4,77	< 0,176	< 0,171
Dieldrin	µg/kg	0,71	4,3	< 0,176	< 0,171
Endrin	µg/kg	2,67	62,4	< 0,176	< 0,171

Outros Parâmetros

Os parâmetros carbono orgânico total (COT), fósforo total e nitrogênio kjeldahl total (NKT) foram quantificados nas amostras de sedimento de superfície, tanto no berço quanto na área de acesso ao berço de atracação, entretanto apresentaram concentrações abaixo do valor alerta estabelecido pela Resolução Conama 344/04 (Brasil, 2004) (Tabela 3.55-6).

A Figura 3.55-3 apresenta a concentração de COT, fósforo total e NKT analisados no sedimento de superfície coletados no berço do Cais do Armazém 12 e na sua referida área de acesso.

Tabela 3.55-6. Concentrações de COT, fósforo total e NKT nas amostras de sedimento coletadas no berço e acesso ao berço de atracação do Cais do Armazém 12.

Outros Parâmetros				
Parâmetros	Unidade	Resolução CONAMA 344/04	Berço	Área de Acesso
			ARM 12 B	ARM 12 A
			10,70-10,85/01	12,75-12,90/01
Carbono Orgânico Total	%	10	4,03	3,03
Fósforo Total	mg/kg	2000	506,5	462,4
Nitrogênio Kjeldahl Total	mg/kg	4800	767,4	695,7

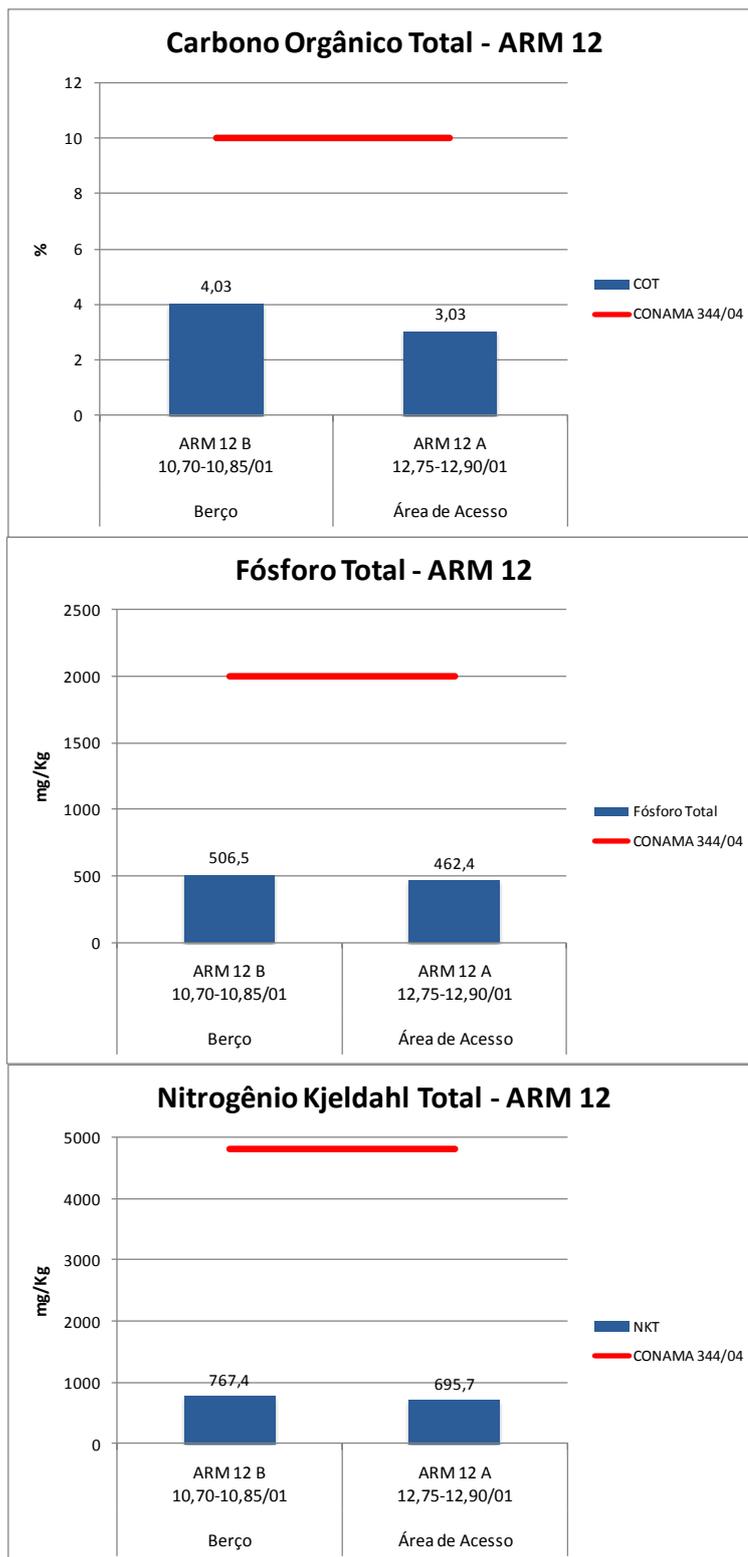


Figura 3.55-3. Concentrações de COT, fósforo total e NKT analisados nas amostras de sedimento de superfície coletadas no berço e acesso ao berço de atracação do Cais do Armazém 12.

C. Análise Ecotoxicológica

Teste de Toxicidade Aguda com *Leptocheirus plumulosus*

A análise Ecotoxicológica com o anfípoda *L. plumulosus* foi realizada com amostra de sedimento de superfície tanto do berço do Cais do Armazém 12 quanto da área de acesso ao berço de atracação.

Os parâmetros físicos e químicos, como pH, salinidade (‰) e oxigênio dissolvido (mg/L), medidos na água de interface no início e fim do teste de toxicidade aguda estão apresentados na Tabela 3.55-7. Já as análises de pH, salinidade (‰), oxigênio dissolvido (mg/L), temperatura (°C), nitrogênio amoniacal (mg/L) e amônia não ionizada (NH₃ - mg/L), efetuadas na água intersticial dos sedimentos no início e fim do teste, estão apresentados na Tabela 3.55-8.

Paralelamente aos testes com as amostras coletadas foi realizado um controle laboratorial. Os resultados obtidos para esse controle também se encontram nas tabelas a seguir.

Tabela 3.55-7. Parâmetros físicos e químicos medidos na água de interface, no início e fim do teste de toxicidade aguda com *L. plumulosus*, para as amostras de sedimento de superfície do berço e área de acesso ao berço do Cais do Armazém 12.

Amostra	pH		Salinidade (‰)		Oxigênio Dissolvido (mg/L)	
	Inicial	Final	Inicial	Final	Inicial	Final
Controle	7,57	7,95	20	21	6,02	6,66
ARM 12 Berço	7,51	8,23	25	22	4,70	6,38
ARM 12 Acesso	7,51	8,20	25	22	4,87	6,03

Tabela 3.55-8. Parâmetros físicos e químicos medidos na água intersticial, no início e fim do teste de toxicidade aguda com *L. plumulosus*, para as amostras de sedimento de superfície do berço e área de acesso ao berço do Cais do Armazém 12.

Amostra	pH		Salinidade (‰)		Oxigênio Dissolvido (mg/L)		Temperatura (°C)		Nitrogênio amoniacal (mg/L)		Amônia não ionizada (mg/L)	
	Inicial	Final	Inicial	Final	Inicial	Final	Inicial	Final	Inicial	Final	Inicial	Final
Controle	7,81	7,70	24	23	6,39	5,20	24,0	25,0	2,75	-	0,081	-
ARM 12 Berço	7,66	7,78	30	23	4,98	5,92	24,0	25,0	23,50	-	0,462	-
ARM 12 Acesso	7,39	7,70	32	25	5,14	4,02	24,0	25,0	19,50	-	0,208	-

A Tabela 3.55-9 apresenta os resultados do teste de toxicidade aguda com *L. plumulosus* nas amostras de sedimento de superfície do Cais do Armazém 12. Os valores obtidos estão dentro da faixa estabelecida para a aceitação dos resultados.

Tabela 3.55-9. Efeito tóxico observado nos testes de toxicidade aguda com *L. plumulosus* para as amostras de sedimento de superfície, do berço e área de acesso ao berço do Cais do Armazém 12, em cada réplica após o período de exposição.

Amostra	Réplica	Nº final de animais por réplica		Mortalidade total (%)	Resultado
		Mortos	Total		
Controle	1	1	20	3	-
	2	1	20		
	3	0	20		
ARM 12 Berço	1	4	20	10	Não Tóxico
	2	2	20		
	3	0	20		
ARM 12 Acesso	1	0	20	8	Não Tóxico
	2	5	20		
	3	0	20		

De acordo com o tratamento estatístico aplicado, foi verificado que as amostras de sedimento de superfície, do berço do Cais do Armazém 12 e da área de acesso ao berço de atracação, não apresentaram toxicidade aguda para *L. plumulosus*, em comparação com o controle, após 10 dias de exposição.

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 essa espécie (USEPA, 2001).

A sensibilidade dos indivíduos de *L. plumulosus* 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} ; 96h) e respectivo intervalo de confiança obtidos foram: 0,69 mg Zn/L (I.C.: 0,54 a 0,87 mg Zn/L). A carta-controle de sensibilidade desse sistema-teste, utilizando dados acumulados de vários testes, indica 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.

4. Considerações Finais

No presente relatório são apresentados os resultados das análises químicas e dos ensaios ecotoxicológicos de todas as amostras de sedimento de superfície (110 amostras, 55 de berços e 55 de áreas de acesso), e os resultados das análises químicas de 27 amostras de sedimento de subsuperfície, das quais, 21 são referentes à cota de projeto (15 de berços e 6 de áreas de acesso) e 6 referentes as amostras intermediárias (3 de berços e 3 de áreas de acesso), coletadas entre as amostras de superfície e as amostras da cota de projeto.

Do total de 110 amostras de sedimento de superfície, entre berços e áreas de acesso, 14 berços e suas respectivas áreas de acesso (28 amostras) apresentaram concentrações de mercúrio acima do nível 1 da Resolução Conama 344/04, sendo eles: Curva do Armazém 23, Corte, Armazém 12-A, Armazém 16/17, Ilha Barnabé São Paulo, Ilha Barnabé Bocaina, Alemoa 01, Alemoa 02, Alemoa 03, Píer da Barcaça, Saboó 01, Saboó 02, Saboó 03 e Armazém 10. Além disto, outros 5 berços de atracação (Armazém Frigorífico, Valongo, Armazém 13/14, Armazém 15 e Armazém 22) e 4 áreas de acesso (Sugador 26, Armazém 23, Alemoa 04 e Armazém 35 Pto 2) apresentaram amostras com concentrações de mercúrio acima de nível 1.

Com relação aos Hidrocarbonetos Policíclicos Aromáticos (HPAs), apenas a amostra de sedimento de superfície do berço de atracação do Cais Alemoa 04 apresentou, para os HPAs: Benzo(a)antraceno, Criseno e Dibenzo(a,h)antraceno, concentrações acima do nível 1 da Resolução.

Do total das 27 amostras de sedimento de subsuperfície, 6 amostras (5 de berços e 1 de área de acesso) apresentaram concentrações de mercúrio acima do nível 1, sendo eles:

- Berço: Alemoa 01 (AL 01 B 12,40-12,90/02), Píer da Barcaça (P. BARCAÇA B 5,65-6,15/02 e P. BARCAÇA B 6,75-7,25/03), TEV (TEV B 13,20-13,70/02) e Armazém 10 (ARM 10 B 7,30-7,80/02).
- Área de acesso: Alemoa 01 (AL 01 A 12,20-12,70/02).

O arsênio total apresentou valor acima do nível 1, estabelecido pela Resolução Conama 344/04 (Brasil, 2004), apenas em uma amostra de

subsuperfície da área de acesso referente à cota de projeto do Cais TECON 4 (TECON 4 A 14,50-15,00/02).

Assim, foram totalizadas 38 amostras em superfície e 7 amostras em subsuperfície com registro de um composto químico acima do nível 1 de referência da Resolução Conama 344 (Brasil, 2004).

Os resultados do teste de toxicidade aguda para *Leptocheirus plumulosus* indicaram que as amostras de berço de atracação dos Cais Armazém 29/30, TECON 3 e TECON 4 e área de acesso do Cais do Armazém Frigorífico, apresentaram toxicidade aguda para o referido organismo, em comparação com o controle. Dentre estas quatro amostras, apenas o berço do Cais TECON 4 apresentou também concentração de amônia não ionizada na água intersticial, no início do teste, acima do limite de 0,8 mg/L que, isoladamente, pode causar efeito tóxico para *Leptocheirus plumulosus* (USEPA, 2001).

Segundo o Art. 7º da Resolução Conama 344/04 (Brasil, 2004): *O material a ser dragado poderá ser disposto em águas jurisdicionais brasileiras, de acordo com os seguintes critérios a serem observados no processo de licenciamento ambiental:*

I - não necessitará de estudos complementares para sua caracterização:

a) material composto por areia grossa, cascalho ou seixo em fração igual ou superior a 50%, ou

b) material cuja concentração de poluentes for menor ou igual ao nível 1, ou

c) material cuja concentração de metais, exceto mercúrio, cádmio, chumbo ou arsênio, estiver entre os níveis 1 e 2, ou

d) material cuja concentração de Hidrocarbonetos Policíclicos Aromáticos (PAHs) do Grupo B (Naftaleno, Acenaftileno, Acenafteno, Fluoreno, Fenantreno, Antraceno, Fluoranteno, Pireno e 2-metilnaftaleno) estiver entre os níveis 1 e 2 e a somatória das concentrações de todos os PAHs estiver abaixo do valor correspondente a soma de PAHs.

II - o material cuja concentração de qualquer dos poluentes exceda o nível 2 somente poderá ser disposto mediante previa comprovação técnico-científica e

monitoramento do processo e da área de disposição, de modo que a biota desta área não sofra efeitos adversos superiores àqueles esperados para o nível 1, não sendo aceitas técnicas que considerem, como princípio de disposição, a diluição ou a difusão dos sedimentos do material dragado.

III - o material cuja concentração de mercúrio, cádmio, chumbo ou arsênio, ou de PAHs do Grupo A (Benzo(a)antraceno, Criseno, Benzo(a)pireno e Dibenzo(a,h)antraceno) estiver entre os níveis 1 e 2, ou se a somatória das concentrações de todos os PAHs estiver acima do valor correspondente a soma de PAHs, deverá ser submetido a ensaios ecotoxicológicos, entre outros testes que venham a ser exigidos pelo órgão ambiental competente ou propostos pelo empreendedor, de modo a enquadrá-lo nos critérios previstos nos incisos I e II deste artigo.

Na presente caracterização não foi registrado nenhum composto acima de nível 2. Das 38 amostras de superfície que apresentaram compostos químicos acima de nível 1, nenhuma apresentou efeito ecotoxicológico.

Do total de amostras em subsuperfície, 7 apresentaram concentrações de compostos químicos acima do nível 1, 6 tiveram concentrações mais próximas ao valor de referência do nível 1 (0,150 mg/kg) do que do nível 2 (0,710 mg/kg) da resolução. Somente a amostra coletada na cota de projeto do berço de atracação da Alemoa 01 apresentou concentração de mercúrio (0,638 mg/Kg) próxima ao nível 2.

Amostras em subsuperfície não são submetidas aos ensaios ecotoxicológicos, visto que, por estar abaixo da camada redutora o sedimento pode apresentar características físico-químicas inadequadas para a realização desses ensaios, como por exemplo, concentrações de sulfetos ou amônia elevada e compactação do sedimento, que podem provocar efeitos independentes da qualidade do sedimento amostrado.

Desta forma, para esta caracterização, foram realizados ensaios ecotoxicológicos no sedimento total em todas as 110 amostras de superfície, sendo observado efeito tóxico em apenas 4 destas; uma delas o efeito tóxico pode ser justificado pela elevada concentração de amônia e nas outras 3 não foi

verificado nenhum composto químico acima dos limites de referência estabelecidos pela Resolução Conama 344 (Brasil, 2004) que justificasse tal efeito.

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 tóxicos.

Em uma avaliação ecotoxicológica com sedimentos contaminados com mercúrio em região estuarina da Louisiana, Sferra *et al* (1999) sugerem 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 concentração de 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 nas 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, inclui estudos em que as concentrações de mercúrio foi da ordem de 254 mg/kg em sedimento sem gerar efeitos (Salazar *et al.* 1980), podendo indicar assim, pequena capacidade de previsão de efeitos com base em concentrações médias do mercúrio. Tal fato pode se dar pelas características específicas do sedimento, do mercúrio ou até mesmo da sinergia entre compostos, podendo refletir a baixa fração biodisponível do mercúrio total analisado (Sferra *et al.* 1999).

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 aos valores de ERM (*Effect Range-Median* - intervalo de efeito-médio).

Entretanto, os efeitos ecotoxicológicos foram observados, em média, para valores de mercúrio de 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.

Horne *et al.* (1999) conduziu ensaios com sedimentos com concentração de mercúrio variando de 15 a 170 mg/Kg, não tendo 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 associados ao mercúrio, sobre a estrutura da comunidade de macroinvertebrados bentônicos, e ausência de toxicidade para *Leptocheirus sp.* em concentrações que variam de 0,3 a 4,6 mg/kg (Sferra *et al.* 1999).

O nível 1 e o nível 2 da Resolução Conama 344/04 para mercúrio foi baseado na seguinte referência: Long, E.R., MacDonald, D.D., Smith, S.L. & Calder F.D. (1995). *Incidence of adverse biological effects within ranges of chemical concentrations in marine and estuarine sediments. Environmental Management 19 (1): 81-97.*

Com base neste documento, o nível 1 corresponde ao ERL (*Effects Range-Low* – intervalo de efeitos baixos) e o nível 2 corresponde ao ERM (*Effects Range-Median* – intervalo de efeitos médios).

No trabalho apresentado por Long *et al.* (1995), que gerou o ERL/ERM, os dados foram adicionados a um banco de dados e rearranjados em ordem crescente de concentração em forma de tabelas. As distribuições dos dados de efeitos foram determinadas usando percentis e dois valores foram derivados para cada substância química ou grupo químico: o 10º percentil dos dados de efeitos para cada composto químico era identificado e referido como o intervalo de menor efeito (ERL), a média, ou o percentil 50º dos dados de efeito era identificado e referido como o intervalo de efeito médio (ERM).

O limite inferior (ERL) e o superior (ERM) estabeleceram os níveis em termos de porcentagem onde, as concentrações destes contaminantes estão abaixo dos valores em que os efeitos adversos raramente ocorreriam (ERL) e acima do qual os efeitos ocorreriam freqüentemente (ERM).

Estes dois valores orientadores ERL e ERM determinaram **três intervalos** de concentração para cada parâmetro químico. A concentração abaixo do valor de ERL representa um intervalo de “Efeitos Mínimos” – neste intervalo é esperado que os efeitos sejam raramente observados. ($\leq N1$). Concentrações iguais ou maiores a ERL e menores que ERM representam um intervalo de “efeitos Possíveis”, neste intervalo, espera-se que os efeitos ocorram ocasionalmente. ($\geq N1$ e $< N2$). Finalmente, concentrações iguais ou superiores ao ERM representam valores de “Efeitos Prováveis”, intervalo no qual os efeitos freqüentemente ocorreriam. ($\geq N2$).

Portanto, quantificações de concentração de mercúrio em amostras de sedimento $\geq N1$ e $< N2$ estariam na faixa dos “efeitos possíveis”, no entanto, no próprio trabalho de onde foram adotados os níveis da Resolução Conama 344 encontram-se os seguintes trechos (página 14 do documento):

*“However, for a few chemicals (**especially mercury, nickel, total PCBs, total DDT, and p,p'-DDE**) there were relatively **weak relationships between their concentrations and the incidence of effects.***

*The numerical guidelines **should be used as informal screening tools in environmental assessments.**”*

Ou seja, os valores orientadores adotados na Resolução Conama 344/04 apresentaram relações fracas (baixas) entre concentração do parâmetro no sedimento e incidência de efeitos para alguns compostos, **especialmente mercúrio**, entre outros.

Atenciosamente,

Prof. Dr. Luiz Roberto Tommasi
Diretor Presidente - FUNDESPA

5. Referências Bibliográficas

- ABNT Qualidade da água – Determinação da toxicidade aguda de sedimentos marinhos ou estuarino com anfípodos. Norma NBR 15638. Rio de Janeiro, ABNT, 19 p., 2008.
- Brasil. Resolução CONAMA N° 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. Conselho Nacional de Meio Ambiente (CONAMA), Brasília, DF.
- Bower, C.E.; Bidwell, J.P. 1978. Ionization of ammonia in seawater: effects of temperature, pH and salinity. *Journal of the Fisheries Research Board of Canada*, 35: 1012-1016.
- Erickson, W.P.; McDonald, L.L. Tests for bioequivalence of control media and test media in studies of toxicity. *Environ. Toxicol. Chem.*, v. 14, p. 1274-1256, 1995.
- 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.
- 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.
- McElroy A., Farrington J. and Teal J. 1989. Bioavailability of PAH in the aquatic environment. In *Metabolism of Polycyclic Aromatic Hydrocarbons in the aquatic Environment* (Edited by V. Varanasi) p 1-40. CRC Press.

Prósperi, V. A.; Romanelli, M. F.; Buratini, S. V.; Cachattori, D. ; Sáfadi, R. S. ; Tiritan, A.R. 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, 2008. 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.

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

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

USEPA Method for assessing the chronic toxicity of marine and estuarine sediment-associated contaminants with the amphipod *Leptocheirus plumulosus*. EPA-600/R-01/020. Cincinnati, U. S. Environmental Protection Agency, 120 p., 2001.

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. Biostatistical Analysis. 4.ed. Upper Saddle River, New Jersey, Prentice-Hall, Inc. 1999.

6. Anexos

- Anexo 6-1. Dossiê fotográfico da coleta de campo.
- Anexo 6-2. Laudos das análises químicas realizadas nas amostras de sedimento.
- Anexo 6-3. Laudos dos ensaios ecotoxicológicos, no sedimento total, com *Leptocheirus plumulosus*.

ANEXO 6-1. DOSSIÊ FOTOGRÁFICO DA COLETA DE CAMPO.



Figura 1. Amostrador *van Veen* para coleta de sedimento de superfície.



Figura 2. Coleta de sedimento de superfície com amostrador *van Veen*.



Figura 3. Amostra de sedimento de superfície para análise ecotoxicológica.



Figura 4. Coleta de sedimento para análise química.



Figura 5. Amostra de sedimento para análise química.



Figura 6. Plataforma utilizada na coleta de sedimento de subsuperfície.

ANEXO 6-2. LAUDOS DAS ANÁLISES QUÍMICAS REALIZADAS NAS AMOSTRAS DE SEDIMENTO.

ANEXO 6-3. LAUDOS DOS ENSAIOS ECOTOXICOLÓGICOS, NO SEDIMENTO TOTAL, COM *LEPTOCHEIRUS PLUMULOSUS*.