

12. PROGRAMA DE QUALIDADE DOS ORGANISMOS BIOINDICADORES: ANÁLISE QUÍMICA NOS TECIDOS DE ORGANISMOS AQUÁTICOS NA ÁREA A SER DRAGADA. 1

12.1. INTRODUÇÃO E OBJETIVOS.....	1
12.2. METODOLOGIA.....	1
12.3. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	12
12.3.1. Atividades desenvolvidas no 1º e 2º Semestres de 2010	12
12.3.2 Atividades desenvolvidas no 1º Semestre de 2011: Janeiro a Junho	14
12.3.3 Atividades desenvolvidas no 2º Semestre de 2011: Julho a Dezembro.....	15
12.3.4. Análise integrada	40
12.4. CONSIDERAÇÕES FINAIS	55
12.4.1. Recomendações ou Análise Crítica do Programa.....	59
12.5. CRONOGRAMA	60
12.6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	60
12.7. EQUIPE TÉCNICA.....	63
12.8. ANEXOS	64

12. Programa de Qualidade dos Organismos Bioindicadores: Análise Química nos Tecidos de Organismos Aquáticos na Área a Ser Dragada.

12.1. Introdução e Objetivos

O objetivo deste programa foi acompanhar a qualidade de organismos de interesse para o consumo humano durante as operações de dragagem de aprofundamento e de manutenção do Canal de Navegação do Porto de Santos, por meio do monitoramento de metais e compostos orgânicos em seus tecidos. Os organismos considerados neste monitoramento foram: peixe parati (*Mugil curema*) e siri-azul (*Callinectes danae*).

Os resultados obtidos por este programa de monitoramento são referentes à qualidade do pescado da região, e trata-se de uma questão de interesse público, sendo que a geração deste banco de dados é bastante relevante, uma vez que não se tem um monitoramento específico com esta finalidade.

Como o foco deste monitoramento foi a avaliação do pescado de interesse comercial, os resultados foram comparados com valores nacionais e internacionais estabelecidos para o consumo humano de alimentos ou pescado.

Entretanto, a relação de causa e efeito com a operação de dragagem não pode ser feita, uma vez que não é possível separar as diversas causas de potencial acumulação de contaminantes em organismos coletados em campo, e que se trata de organismos que não são sésseis. Além disto, diversos elementos que estão sendo analisados são utilizados como micronutrientes pelos organismos, não podendo ser considerados contaminantes a não ser em situações específicas.

12.2. Metodologia

12.2.1. Localização das regiões de amostragem

O monitoramento abrangeu os quatro trechos do canal do Porto de Santos que foram submetidos à dragagem e uma área no Canal de Bertiooga (Largo do

Candinho) que foi utilizada como área controle, a qual foi incluída no monitoramento a partir da segunda campanha de amostragem (Campanha II, julho de 2010).

Em todas as campanhas os quatro trechos de dragagem foram considerados, independente da área que estava sendo dragada na época da amostragem.

Os organismos foram coletados em diversos pontos de cada trecho, de forma a compor uma amostra representativa do mesmo e garantir massa suficiente para as análises químicas.

A descrição e as coordenadas de localização geográfica das áreas monitoradas são apresentadas na Tabela 12.2.1-1. Na Figura 12.2.1-1 é apresentado o mapa com a localização das áreas amostradas.

Tabela 12.2.1-1. Coordenadas geográficas dos limites das áreas de amostragem de organismos para análises químicas dos tecidos

Área de amostragem	Descrição	Zona	Coordenadas UTM de localização das áreas*			
			Início		Final	
			Eastings (mE)	Northings (mN)	Eastings (mE)	Northings (mN)
Área 1	Barra - Entrepasto de pesca	23 K	361.760.3	7.339.150.7	368.549.7	7.346.846.9
Área 2	Entrepasto de pesca - Concais	23 K	368.549.7	7.346.846.9	366.745.8	7.350.273.8
Área 3	Concais - Armazém 06	23 K	366.745.8	7.350.273.8	365.334.2	7.352.778.7
Área 4	Amazém 06 - Alemoa	23 K	365.334.2	7.352.778.7	360.382.7	7.354.455.0
Área 5	Largo do Candinho (Canal de Bertioga)	23 K	373.844.0	7.353.642.0	376.442.0	7.354.894.0

*Coordenadas referenciadas ao datum horizontal WGS-84

Figura 12.2.1-1. Mapa com a localização das áreas amostradas.

12.2.2. Frequência de amostragem

Este programa tem frequência de monitoramento trimestral durante as atividades de dragagem de aprofundamento do canal

Seguindo essa programação, foram realizadas seis campanhas de amostragem no período de janeiro de 2010 a junho de 2011, sendo elas:

- Campanha Prévia: janeiro de 2010,
- Campanha I: abril de 2010,
- Campanha II: julho de 2010,
- Campanha III: outubro de 2010,
- Campanha IV: fevereiro de 2011 e
- Campanha V: abril de 2011.

Após o início das atividades de dragagem de manutenção do Trecho 1, em setembro de 2011, este programa foi retomado, sendo realizadas duas campanhas de monitoramento correspondentes as Campanhas VI e VII, em outubro e dezembro de 2011, respectivamente.

12.2.3. Seleção de organismos para análise química

Foram selecionados dois organismos com base em critérios pré-definidos para avaliar a bioacumulação nas áreas dragadas. Os critérios consideram a biologia dos organismos, a associação dos mesmos com a matriz sedimento e a representatividade destes organismos em relação à fauna local. Os critérios considerados são apresentados a seguir:

- Ocorrência das espécies durante o ano todo na região;
- Espécies cujos indivíduos apresentem biomassa suficiente para compor amostras e realizar as análises químicas necessárias;
- Espécies de interesse ao consumo pela população local;

- Hábito alimentar da espécie/associação com ambiente de fundo e;
- Época de reprodução da espécie.

Os organismos selecionados com base nas considerações realizadas, foram o siri-azul *Callinectes danae* (Smith, 1869) (Figura 1 do Anexo 12.8-1) e o peixe parati *Mugil curema* (Valenciennes, 1836) (Figura 2 do Anexo 12.8-1), sendo apresentada a seguir uma breve descrição de suas principais características.

A. Siri-Azul (*Callinectes danae* - Smith, 1869)

O siri azul distribui-se de forma descontínua pelas costas dos continentes americanos, sendo encontrado na região da Flórida, Golfo do México e Norte da América do Sul, no Brasil ocorre da Paraíba ao Rio Grande do Sul, em águas salobras a hipersalinas de manguezais e estuários lamosos (Melo, 1996).

De acordo com Branco (1996), *Callinectes danae* alimenta-se basicamente de moluscos, poliquetos e outros crustáceos, podendo ainda consumir de forma secundária peixes ósseos e matéria vegetal.

No Estuário de Santos – São Vicente, onde é observada uma constante atividade de captura e comércio destes organismos, foi constatada uma considerável redução na produção de siris, atribuída principalmente ao comprometimento do ambiente, tanto por contaminação química e de resíduos sólidos como por supressão vegetal, em suas áreas mais internas habitadas por essa população (Severino-Rodrigues *et al.*, 2001).

B. Parati (*Mugil curema* - Valenciennes, 1836)

A espécie é catádroma e pertence à guilda trófica dos detritívoros, alimentando-se de microalgas, algas filamentosas, organismos planctônicos e detritos em suspensão na coluna da água, de acordo com o ambiente onde está inserida. Esta espécie se reproduz entre os meses de março e agosto, e apresenta a primeira maturação com a idade de 2 a 3 anos, com um comprimento total de 23 cm (Froese & Pauly, 2010).

12.2.4. Metodologia de captura dos organismos

A coleta dos organismos é feita de forma seletiva, com o objetivo de capturar exclusivamente a espécie alvo. Em relação à seleção de tamanho, no caso dos peixes, tal seleção é realizada pela utilização de malha de 70 mm entre nós, e no caso dos siris os indivíduos menores de 6 cm (largura total) são devolvidos ao ambiente, bem como as fêmeas ovadas.

Os organismos foram obtidos a partir da aplicação de diferentes artes de pesca nas quatro regiões amostradas, sendo descritas a seguir cada uma destas técnicas aplicadas às diferentes espécies.

- **Metodologia de coleta de siri:** A coleta do siri azul, *Callinectes danae*, é realizada com puçás que consistem em um pequeno cesto, constituído por um aro circular e uma rede de malha pequena, com uma isca no centro (Figura 3 do Anexo 12.8-1). Esse puçá é depositado no fundo da coluna de água de forma que a isca fique exposta no centro de sua malha, para que o organismo seja capturado quando o cesto for trazido à superfície.
- **Metodologia de coleta de peixes:** A coleta do peixe parati foi realizada com redes de emalhe, de malha de 70 mm entre nós opostos, respeitando a Portaria IBAMA nº 42, de 15 de março de 2001. A técnica de pesca utilizada foi o cerco (Figura 4 do Anexo 12.8-1), na qual as malhadeiras ficam dispostas de maneira a cercar uma determinada área. Os pescadores, em canoas de madeira, afugentam e encaminham os peixes para dentro do cerco.

As coletas foram realizadas em diversos pontos na área de abrangência de cada um dos 4 trechos de dragagem de aprofundamento do canal, e no largo do Candinho – Canal de Bertioga, de forma a abranger toda região e obter massa suficiente para realização das análises químicas.

Imediatamente após a despesca, os organismos foram submetidos a um procedimento de choque térmico (Figura 5 do Anexo 12.8-1), sendo imediatamente transferidos para uma caixa de isopor (120L) contendo água do ambiente e gelo de boa qualidade (feito a partir de água potável) na proporção

1:1, e mantidos nesse ambiente até a sua insensibilização. A quantidade de gelo utilizada foi suficiente para manter a temperatura da água entre 2 e 6°C (Kietzmann *et al.*,1974; Meyer & Ludorff, 1978), sendo garantido rápido abate, menor sofrimento aos animais e preservação da qualidade dos tecidos.

12.2.5. Tratamento das amostras

Em laboratório, os organismos foram submetidos a um procedimento biométrico e posterior extração do tecido muscular para análise.

A. Biometria

Na biometria são aferidas as seguintes medidas para os diferentes organismos (Figura 12.2.5-1 para peixe parati e Figura 12.2.5-2 para siri-azul):

Parati:

- Comprimento total (Lt) em cm – comprimento medido a partir das extremidades anteroposterior (extremidade da cabeça ao final da cauda);
- Comprimento padrão (Ls) em cm – comprimento da extremidade anterior ao fim da espinha dorsal;
- Massa em g.

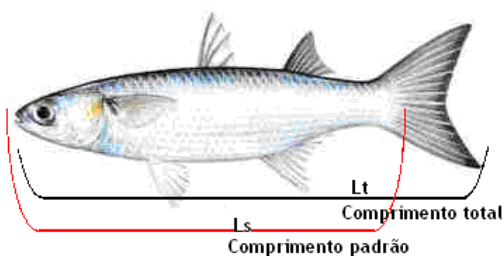


Figura 12.2.5-1. Medidas aferidas para peixes (Parati).

Siri-azul:

- Largura da carapaça em mm – comprimento medido a partir das extremidades anteroposterior (extremidade da cabeça ao final da cauda);
- Comprimento da carapaça em mm – comprimento medido de ponta a ponta dos espinhos laterais da carapaça;
- Altura da carapaça em mm – medida do comprimento dorsoventral.
- Massa em g.

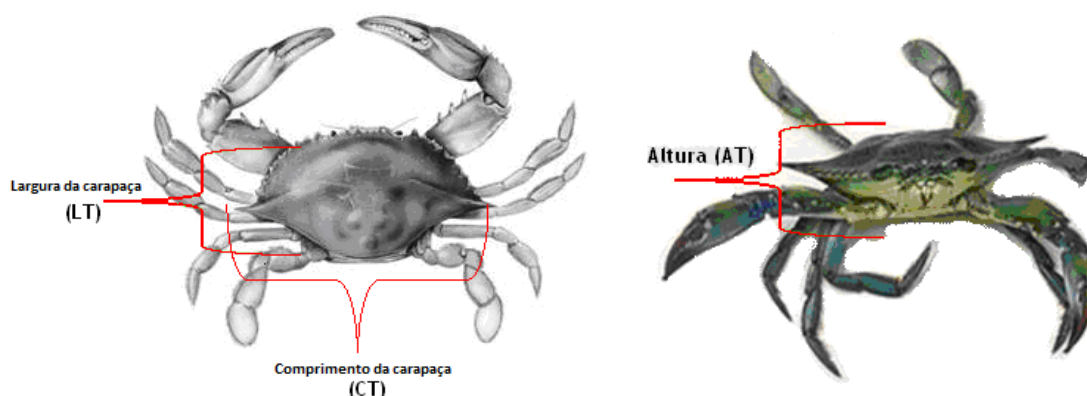


Figura 12.2.5-2. Medidas aferidas para siri-azul.

Adicionalmente, também se realiza a identificação de gênero dos organismos, e no caso dos peixes a identificação do estágio de maturação gonadal (Figura 7 do Anexo 12.8-1), utilizando-se o método de identificação visual de maturação gonadal proposto por Vazzoler (1996), baseado em características das gônadas como: turgidez, coloração, tamanho e proporção de preenchimento da cavidade celomática. Assim sendo, são discriminados cinco estádios de maturação de suas gônadas (IM-imaturo; E1-reposo; E2-em maturação; E3-madura; E4-desovada).

B. Análises químicas

Após a biometria, procedeu-se a evisceração e a extração dos tecidos musculares (Figura 8 do Anexo 12.8-1) para a composição das amostras que serão submetidas à análise química. As amostras de tecidos musculares são acondicionadas em frascos de vidro, isentos de contaminação, fornecidos pelo

laboratório contratado, e apropriadamente identificados conforme o parâmetro a ser analisado, sendo mantidos congelados até o momento da realização das análises químicas em laboratório.

12.2.6. Parâmetros avaliados nas amostras

Nas análises, são avaliados os seguintes parâmetros:

- Teor de umidade e lipídeos;
- Metais e semimetais (As, Cd, Cr, Cu, Pb, Mn, Ni, Zn, Hg);
- Bifenila Policlorada Total (PCB total) - sete bifenilas;
- Pesticidas organoclorados: alfa-BHC, gama-BHC, beta-BHC, delta-BHC, aldrin, dieldrin, endrin, 4,4'-DDD, 4,4'-DDE, 4,4'-DDT, alfa-clordano, gama clordano, heptacloro, heptacloro epóxido, hexaclorobenzeno e toxafeno;
- Hidrocarbonetos Policíclico Aromático (HPAs) : naftaleno, acenafteno, fluoreno, fenantreno, antraceno, fluoranteno, pireno, benzo(a)antraceno, criseno, benzo(b)fluoranteno, benzo(a)pireno, indeno(1,2,3-cd)pireno e dibenzo(a,h)antraceno;
- Compostos fenólicos: fenol, 2-clorofenol, 2,4-dimetilfenol, 2,4-diclorofenol, 2,4,5 e 2,4,6-triclorofenol, 2,3,4,6-tetraclorofenol, 2,4-dinitrofenol, 4-nitrofenol e pentaclorofenol;
- Clorobenzenos: 1,2 e 1,3-diclorobenzeno, 1,2,4-triclorobenzeno e 1,2,4,5-tetraclorobenzeno;
- Dienos clorados: 1,3-butadieno hexacloro e hexaclorociclopentadieno.

A Tabela 12.2.6-1 apresenta o método de análise, condições de armazenagem, preservação, quantidades de amostra e prazo de análise de cada parâmetro avaliado.

Tabela 12.2.6-1. Métodos analíticos e as condições de armazenamento, preservação e prazo de análise dos parâmetros a serem analisados para a matriz organismo.

Parâmetros	Método de análise	Recipiente de armazenamento	Preservação	Quantidade de amostra	Prazo para análise (amostras congeladas)
Metais e semi-metais	EPA3050 (preparação); EPA 6010 (análise)	Frasco de vidro	Refrigerar a $\leq -20^{\circ}\text{C}$	50g	6 meses (28 dias para mercúrio)
Pesticidas organoclorados	EPA 3550 (extração); EPA 8081 (análise)	Frasco de vidro	Refrigerar a $\leq -20^{\circ}\text{C}$	50g	1 ano, se congelado
Bifenilas policloradas totais	EPA 3550 (extração); EPA 8082 (análise)	Frasco de vidro	Refrigerar a $\leq -20^{\circ}\text{C}$	50g	1 ano, se congelado
Semivoláteis (incluindo HPA)	EPA 3550 (extração); EPA 8270 (análise)	Frasco de vidro	Refrigerar a $\leq -20^{\circ}\text{C}$	100g	1 ano, se congelado
Via clássica (umidade e lipídeos)	PORTARIA Nº 01 de 07/10/81	Frasco de vidro	Refrigerar a $\leq -20^{\circ}\text{C}$	50g	1 ano, se congelado

Adicionalmente são consideradas amostras de controle de qualidade para as análises químicas, de forma a avaliar a confiabilidade dos métodos analíticos: matriz *spike* e duplicata. Tais amostras foram coletadas no mês de Julho de 2010, e os seus resultados foram apresentados no Segundo Relatório Técnico Semestral do Plano Básico Ambiental da Dragagem de Aprofundamento do Porto de Santos (Fundespa, 2010a).

12.2.7. Legislações aplicáveis

Os resultados obtidos nestas análises serão comparados com legislações brasileiras que apresentam valores de potenciais contaminantes para consumo humano. Quando o parâmetro não é contemplado pela legislação nacional, optou-se por buscar referências no órgão ambiental americano – USEPA (2010).

As legislações brasileiras utilizadas são: Portaria do Ministério da Saúde nº685/98 (Brasil, 1998) e Decreto Ministério da Saúde nº55.871/65 (Brasil, 1965) para metais e semimetais conforme apresentado na Tabela 12.2.7-1.

No Decreto nº55.871/65, alguns alimentos (p.ex., bebidas e sucos) apresentam valores máximos diferenciados para cada metal. Quando um alimento não se enquadra em nenhuma das categorias apresentadas no referido decreto, como é o caso dos peixes e siris, ele é classificado como “outros alimentos”. No caso específico do zinco, níquel e cobre, todos os alimentos consumidos são enquadrados na categoria “qualquer alimento”, uma vez que não há diferença nos

valores máximos permitidos destes metais para as diferentes categorias alimentícias (Brasil, 1965).

Tabela 12.2.7-1. Considerações sobre os limites para consumo humano, segundo legislações nacionais.

Parâmetro	Legislação	Tipo de alimento
Arsênio	Portaria 685/98	Peixe e produtos de peixe
Cádmio	Portaria 685/98	Peixes e produtos da pesca
Chumbo	Portaria 685/98	Peixes e produtos da pesca
Cobre	Decreto 55.871/65	Outros alimentos
Mercurio	Portaria 685/98	Peixes e produtos da pesca
Níquel	Decreto 55.871/65	Outros alimentos
Zinco	Decreto 55.871/65	Outros alimentos

Para os compostos orgânicos, a legislação brasileira não contempla valores para consumo humano de alimentos específicos ou pescados, desta forma optou-se por utilizar valores estabelecidos pelo órgão ambiental americano – USEPA, baseados em risco à saúde humana (Tabela 12.2.7-2).

Tabela 12.2.7-2. Considerações sobre os limites para consumo humano, segundo legislações internacionais.

Parâmetro	Legislação	Tipo de alimento
Cromo	USFDA (apud CETESB, 2001)	
Manganês	USEPA (2010)	Peixes
PCBs totais e semi-voláteis (incluindo HPA)	USEPA (2010)	Peixes

Os valores estabelecidos pela USEPA são baseados em risco de ingestão de organismos (peixes) determinados com cálculos matemáticos e variáveis populacionais muitas vezes não condizentes com a realidade brasileira. Já as legislações brasileiras são antigas e baseiam-se em consumo de produtos pós-processo de conservação ou produto “*in natura*”.

12.2.8. Identificação das amostras

A sigla de identificação das amostras foi composta da seguinte maneira: MB – identifica material biológico + número referente à região de coleta + diferenciação dos organismos analisados pelas siglas PY (paratis), S ou SI (siris). A Tabela 12.2.8-1 apresenta a localização das áreas de amostragem e identificação das amostras.

Tabela 12.2.8-1. Dados de identificação das amostras.

Área de amostragem	Paratis (<i>Mugli curema</i>)	Siri-azul (<i>Calinectes danae</i>)
	Amostra	Amostra
Área 1 - Barra - Entrepasto de Pesca	MB-01-PY	MB-01-SI
Área 2 - Entrepasto de Pesca - Concais	MB-02-PY	MB-02-SI
Área 3 - Concais - Armazém 6	MB-03-PY	MB-03-SI
Área 4 - Armazém 6 - Alemoa	MB-04-PY	MB-04-SI
Área 5 - Largo do Candinho	MB-05-PY	MB-05-SI

12.3. Resultados e Discussão

12.3.1. Atividades desenvolvidas no 1º e 2º Semestres de 2010

A descrição detalhada das atividades realizadas em 2010 (campanhas realizadas, coordenadas georreferenciadas dos pontos de amostragem, a nomenclatura e localização dos pontos amostrais) assim como os resultados das análises das campanhas prévia, I, II e III foram apresentados em detalhes nos Relatórios Técnicos Semestrais do Plano Básico Ambiental da Dragagem de Aprofundamento do Porto de Santos, (Fundespa, 2010 a, b).

Previamente ao início das atividades de monitoramento deste programa, foi realizada uma campanha de amostragem, denominada Campanha Prévia, realizada entre os dias 19 e 21 de janeiro de 2010.

Após o início das atividades de dragagem, iniciou-se o monitoramento, sendo realizadas ao longo de 2010 três campanhas de monitoramento. Campanha I realizada entre os dias 23 e 27 de abril de 2010; Campanha II

realizada nos dias 13, 14, 15 e 20 de julho de 2010 e Campanha III realizada entre os dias 25 e 28 de outubro de 2010.

As análises realizadas, a partir dos tecidos dos organismos coletados, neste período, mostraram que a maioria das concentrações dos compostos orgânicos avaliados (pesticidas organoclorados (POC), bifenilas policloradas (PCB), compostos semivoláteis (SVOC), hidrocarbonetos policíclicos aromáticos (HPA)) estiveram abaixo dos limites de quantificação do método analítico, para ambos os organismos, em todas as áreas amostradas, considerando todas as campanhas de amostragem.

Dentre os parâmetros quantificados, destaca-se a presença de metais nos tecidos de siris (cobre, manganês e mercúrio) na maioria das regiões de amostragem, porém abaixo do limite estabelecido para consumo humano.

O zinco foi quantificado na amostra de siri da região controle, o Largo do Candinho no Canal de Bertiooga, em concentração acima dos valores limites estabelecidos para o consumo humano (50 mg/kg) pelo Decreto 55.871/65, na Campanha II. Este metal já havia sido quantificado acima do limite estabelecido em siris das áreas 1, 3 e 4 na Campanha I (abril de 2010). No entanto, as concentrações obtidas excederam em menos de 10% os valores estabelecidos pela legislação considerada. O zinco, assim como outros elementos metálicos, é um micronutriente essencial para mamíferos e peixes e, nas concentrações observadas neste estudo, não causam efeitos prejudiciais aos organismos. Crustáceos decápodes apresentam a capacidade de regular a concentração de zinco em seus tecidos, ou seja, quando ocorre a ingestão de uma alta concentração de zinco, estes organismos excretam o zinco excedente, de forma a não sofrerem efeitos tóxicos por este metal (Rainbow & White, 1989).

Alguns PCB foram quantificados nos tecidos de peixes das áreas 1, 2, 3 e 4, em amostras da Campanha II. Entretanto, a concentração de PCB total ocorreu abaixo dos valores estabelecidos para consumo humano na legislação consultada (USEPA, 2010) e nenhum PCB foi quantificado nas amostras de siris. Levantamentos anteriores da CETESB (2001) já haviam quantificado PCB em organismos na mesma região. No trecho 5, área utilizada como controle (Largo do

Candinho no Canal de Bertioga), nenhum dos PCB analisados foi quantificado nas amostras de peixes.

12.3.2 Atividades desenvolvidas no 1º Semestre de 2011: Janeiro a Junho

Neste período foram realizadas duas campanhas de monitoramento: Campanha IV (fevereiro de 2011) e Campanha V (abril de 2011), ao longo dos quatro trechos de dragagem de aprofundamento e no Largo do Candinho – Canal de Bertioga.

A descrição detalhada das atividades realizadas no 1º Semestre de 2011 (campanhas realizadas, coordenadas georreferenciadas dos pontos de amostragem, a nomenclatura e localização dos pontos amostrais) assim como os resultados das análises das Campanhas IV e V foram apresentados em detalhes no Terceiro Relatório Técnico Semestral do Plano Básico Ambiental da Dragagem de Aprofundamento do Porto de Santos, (Fundespa, 2011a).

As análises realizadas nas amostras de tecidos musculares dos organismos obtidas ao longo das Campanhas IV e V, indicaram que a maioria dos parâmetros analisados ocorreram em concentrações abaixo dos limites de quantificação dos métodos analíticos pertinentes. Todos os compostos semivoláteis (SVOC), hidrocarbonetos policíclicos aromáticos (HPA) e pesticidas organoclorados (POC) analisados nas amostras de tecidos musculares de paratis e siris ocorreram em concentrações inferiores aos limites de quantificação do método analítico.

Dentre os metais quantificados, o manganês, o zinco e o mercúrio ocorreram em pelo menos uma das amostras de cada campanha, sendo que na amostra da área controle (MB-05-PY) da Campanha IV (fevereiro de 2011) o zinco foi quantificado em concentração ligeiramente acima do limite máximo estabelecido para consumo humano pelo Decreto 55.871/65 (limite 50 mg/kg, valor encontrado de 51,7 mg/kg) e o cobre foi quantificado em uma única amostra (MB-05-PY) na Campanha IV (fevereiro de 2011), entretanto em concentração inferior ao limite máximo estabelecido para consumo humano pelo referido Decreto (Brasil, 1965).

Já nas amostras de tecidos musculares de siris foram quantificados os metais cobre, manganês, zinco e mercúrio na maioria das amostras das duas

Campanhas (IV – fevereiro de 2011 e V – abril de 2011), sendo que nas amostras MB-03-SI e MB-04-SI da Campanha IV e nas amostras MB-03-SI, MB-04-SI e MB-05-SI da Campanha V, as concentrações de zinco quantificadas estiveram acima do limite máximo estabelecido para consumo humano pelo Decreto 55.871/65. No entanto, o valor não ultrapassou 10% do limite estabelecido para a maioria das amostras, com exceção apenas para amostras das área 4 e 5 da Campanha IV (fevereiro de 2011). Além disso, o arsênio também foi quantificado na maioria das amostras das Campanhas IV (fevereiro de 2011) e V (abril de 2011), sendo que nas amostras MB-01-SI, MB-02-SI e MB-04-SI da Campanha IV e nas amostras MB-01-SI, MB-02-SI, MB-03-SI e MB-04-SI da Campanha V as concentrações de arsênio quantificadas estiveram acima do limite máximo estabelecido para consumo humano pela Portaria MS 685/98.

12.3.3 Atividades desenvolvidas no 2º Semestre de 2011: Julho a Dezembro

Ao longo do segundo semestre de 2011 foram realizadas duas campanhas de monitoramento: Campanha VI (outubro de 2011) e Campanha VII (dezembro de 2011), abrangendo o período de atividades da dragagem de manutenção do Trecho 1, que teve início em 23 de setembro de 2011.

A Campanha VI foi realizada entre os dias 3, 4, 5 e 6 de outubro de 2011 e a Campanha VII nos dias 05, 06 e 13 de dezembro de 2011, ao longo dos quatro trechos de dragagem de aprofundamento e no Largo do Candinho – Canal de Bertiooga.

Os organismos coletados foram mantidos em caixas térmicas com gelo, em temperatura entre 4°C e 6°C desde o momento da captura até seu processamento para obtenção das amostras de tecido muscular.

Em laboratório foi realizada a biometria dos organismos, sexagem e extração de tecido muscular. Os frascos com as amostras foram armazenados sob congelamento desde o momento da obtenção da amostra de tecido até o seu processamento pelo laboratório responsável pelas análises.

O Anexo 12.8-1 apresenta dossiê fotográfico das campanhas de amostragem e dos procedimentos de biometria e extração de tecido muscular.

A seguir são apresentados os resultados da análise biométrica e das análises químicas dos organismos coletados ao longo destas campanhas amostrais.

O Anexo 12.8-2 apresenta os relatórios de ensaio de biometria e o Anexo 12.8-3 apresenta os relatórios de ensaios da análise química dos tecidos dos organismos coletados ao longo das Campanhas VI e VII (outubro e dezembro de 2011).

12.3.3.1 Resultados Campanha VI – Outubro de 2011

A. Biometria

Um total de 76 indivíduos de parati (*Mugil curema*) foram coletados nas 5 áreas, sendo 39 (51,32%) fêmeas e 37 (48,68%) machos. Entre as fêmeas, 32 (82,05%) encontravam-se em estágio de maturação 1; 5 (12,82%) em estágio 2 e 2 (5,13%) em estágio 3. Entre os machos, 28 indivíduos (75,68%) encontravam-se em estágio de maturação 1 e 9 indivíduos (24,32%) em estágio 2, conforme apresentado nas Figuras 12.3.3.1-1 e 12.3.3.1-2. A escala de estádios de maturação foi adaptada do trabalho de Vazzoler (1996).

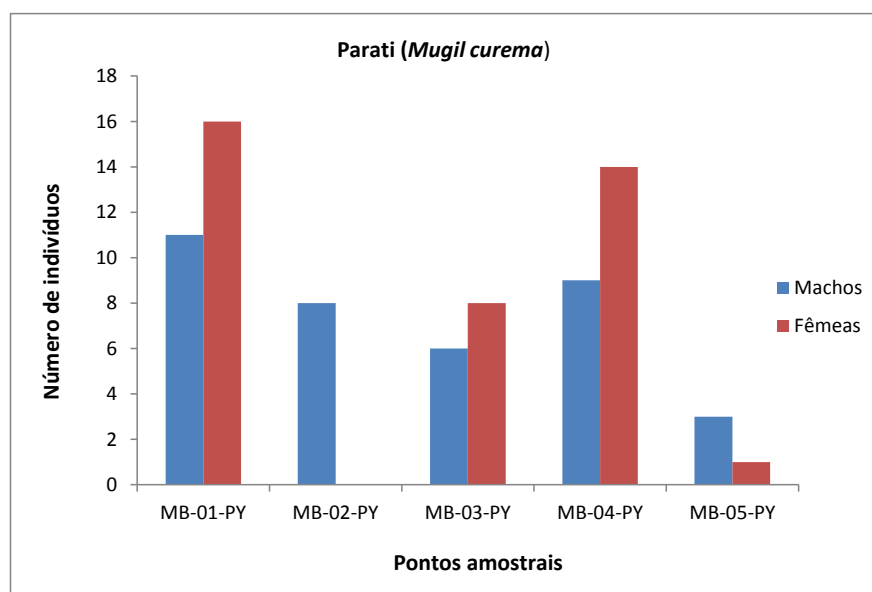


Figura 12.3.3.1-1. Total de indivíduos de parati, machos e fêmeas, por ponto amostral, coletado durante a Campanha VI (outubro de 2011).

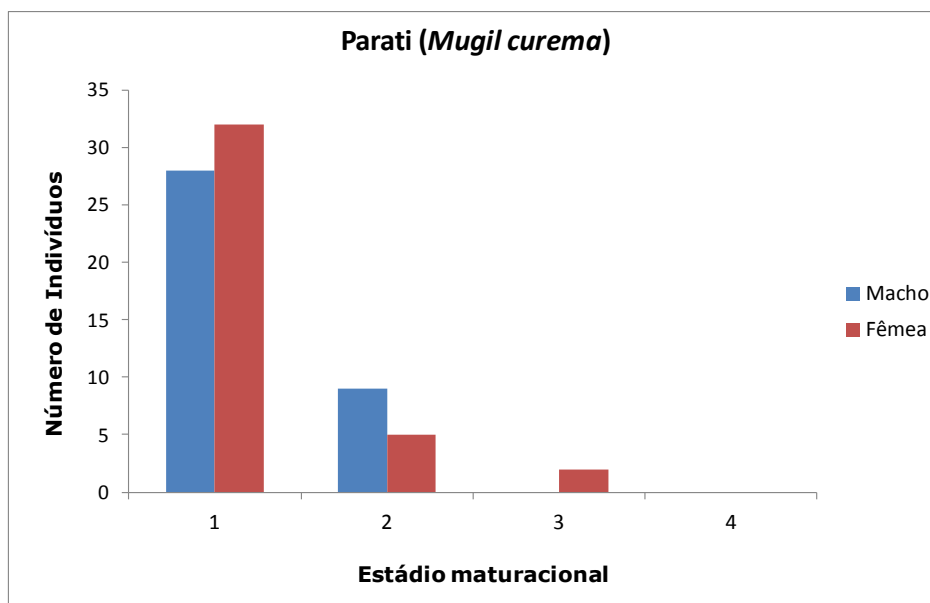


Figura 12.3.3.1-2. Total de indivíduos por estádios maturacionais (Campanha VI, outubro de 2011).

Um resumo da análise biométrica (peso, comprimento total e comprimento padrão) é apresentado na Tabela 12.3.3.1-1. Ressalta-se que estes dados são apresentados para indicar como foram compostas as amostras, não sendo válidos para avaliações ecológicas, uma vez que a forma de captura é bastante seletiva, e o esforço amostral direcionado para a obtenção de massa de tecido muscular suficiente para a realização das análises químicas.

Tabela 12.3.3.1-1. Número de paratis (*Mugil curema*) amostrados, peso, comprimento total e comprimento padrão das amostras obtidas em cada área durante a Campanha VI (outubro de 2011).

Região de Coleta	Qtdd. Organismos	Peso total (g)			Comprimento total (cm)			Comprimento padrão (cm)		
		Média	Máx.	Mín.	Média	Máx.	Mín.	Média	Máx.	Mín.
Área 1	27	393,3	557	232	32,63	36,5	27,2	27,77	28,8	21,5
Área 2	8	508,88	670	409	36,07	39	34,5	28,96	31	27,5
Área 3	14	369,21	529	290	32,2	37,3	30,1	25,51	29,5	24
Área 4	23	370,17	460	273	33,02	36	30	27,37	30	25
Área 5	4	270,75	334	222	30,75	34	28	24,25	27	22

No caso dos siris (*Callinectes danae*), foram coletados ao total 120 organismos ao longo das 5 áreas de amostragem, sendo 3 (2,5%) fêmeas e 117

(97,5%) machos. O maior número de organismos foi observado nas áreas 2 e 1 (30 e 29, respectivamente), como apresentado na Figura 12.3.3.1-3.

Ressalta-se que estes dados são apresentados para indicar como foram compostas as amostras, não sendo válidos para avaliações ecológicas, uma vez que a forma de captura é bastante seletiva, e o esforço amostral direcionado para a obtenção de massa de tecido muscular suficiente para a realização das análises químicas.

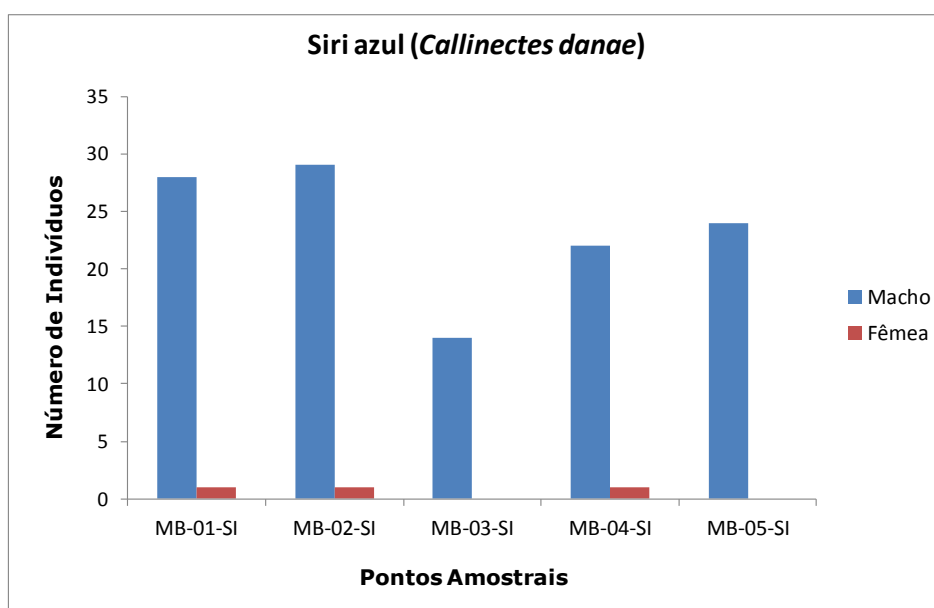


Figura 12.3.3.1-3. Total de indivíduos de siri, machos e fêmeas, por ponto amostral, coletados durante campanha VI (outubro de 2011).

Em trabalho realizado estudando-se a produção da pesca artesanal em amostras quinzenais realizadas entre abril de 1987 e dezembro de 1994, no qual foram analisados 512 desembarques da pesca artesanal dirigida aos siris do gênero *Callinectes* no Estuário de Santos/São Vicente, Severino-Rodrigues *et al.* (2001) observaram que a proporção sexual para a espécie *C. danae* no total amostrado no Estuário difere muito de 1:1, tendo sido registrado 2:1 (66,7% machos e 32,3% fêmeas). Tal desequilíbrio na proporção sexual desta espécie foi atribuída à migração das fêmeas adultas para a Baía, como descrito por Pita *et al.* (1985 b).

A Tabela 12.3.3.1-2 apresenta o número total de indivíduos, a média, o máximo e o mínimo do peso total, comprimento total, largura da carapaça e altura medida nos organismos de cada área de amostragem.

Tabela 12.3.3.1-2. Número de indivíduos de siris-azul (*Callinectes danae*) amostrados, peso total, comprimento total, largura da carapaça e altura dos organismos amostrados em cada área durante a Campanha VI (outubro de 2011).

Região de Coleta	Qtdd. Organismos	Peso total (g)			Comprimento total (mm)			Largura da carapaça (mm)			Altura (mm)		
		Média	Máx.	Mín.	Média	Máx.	Mín.	Média	Máx.	Mín.	Média	Máx.	Mín.
Área 1	29	82,59	130	40	107,9	124,84	86,20	50,62	61,07	41,25	25,92	34,07	21,27
Área 2	30	81,94	146	15	107,48	133,94	61,43	50,17	65,78	30,22	26,22	34,00	16,09
Área 3	14	88,71	132	41	112,46	143,65	87,96	51,32	60,44	41,67	27,68	35,23	22,02
Área 4	23	86,13	148	27	109,68	131,79	80,02	50,34	61,00	36,47	25,82	30,86	18,96
Área 5	24	92,17	120	73	112,75	123,00	104,00	48,92	52,00	46,00	27,67	30,00	25,00

Os resultados das análises químicas dos tecidos dos organismos foram comparados com os limites máximos de tolerância para alimentos, estabelecidos pelas legislações brasileiras e pelo órgão ambiental americano – USEPA (APPENDIX E-1 DEQ/WQAGM, 2010), quando o parâmetro analisado não é contemplado pela legislação nacional, conforme descrito na metodologia.

B. Análise de Metais

A Tabela 12.3.3.1-3 apresenta os resultados das análises de metais e do semimetal arsênio nas amostras de tecidos musculares de paratis e siris, obtidas, durante a Campanha VI (outubro de 2011).

Tabela 12.3.3.1-3 Resultados das análises químicas de metais e arsênio nas amostras de tecidos musculares de paratis (*Mugil curema*) e siris-azuis (*Callinectes danae*), Campanha VI de amostragem (outubro de 2011).

Parâmetros	Legislações	MB-01-PY	MB-02-PY	MB-03-PY	MB-04-PY	MB-05-PY
Organismo		Peixe (parati)	Peixe (parati)	Peixe (parati)	Peixe (parati)	Peixe (parati)
Trecho		1 - Barra – Entrepósito de Pesca	2 - Entrepósito de pesca – Concais	3 - Concais - Armazém 6	4 - Armazém 6 - Alemoa	5 - Canal de Bertiooga
Data de Coleta		05/10/2011	04/10/2011	04/10/2011	03/10/2011	06/10/2011
Metais e arsênio (mg/kg)						
Arsênio	1*	2,64	1,92	1,07	< 1,00	< 1,00
Cádmio	1*	< 0,25	< 0,25	< 0,25	< 0,25	< 0,25
Cromo	11****	< 1,50	< 1,50	< 1,50	< 1,50	< 1,50
Cobre	30**	< 1,50	< 1,50	< 1,50	< 1,50	< 1,50
Chumbo	2*	< 1,00	< 1,00	< 1,00	< 1,00	< 1,00
Manganês	54***	< 0,50	0,98	1,43	0,92	0,54
Níquel	5**	< 0,50	< 0,50	< 0,50	< 0,50	< 0,50
Zinco	50**	3,81	6,13	4,27	6,56	10,5
Mercurio	0,5*	< 0,015	< 0,015	< 0,015	< 0,015	< 0,015
Parâmetros	Legislações	MB-01-SI	MB-02-SI	MB-03-SI	MB-04-SI	MB-05-SI
Organismo		Crustáceo(siri)	Crustáceo(siri)	Crustáceo(siri)	Crustáceo(siri)	Crustáceo(siri)
Trecho		1 - Barra – Entrepósito de Pesca	2 - Entrepósito de pesca – Concais	3 - Concais - Armazém 6	4 - Armazém 6 - Alemoa	5 - Canal de Bertiooga
Data de Coleta		05/10/2011	05/10/2011	05/10/2011	03/10/2011	07/10/2011
Metais e arsênio (mg/kg)						
Arsênio	1*	6,17	2,95	2,51	1,84	1,16
Cádmio	1*	< 0,25	< 0,25	< 0,25	< 0,25	< 0,25
Cromo	11****	< 1,50	< 1,50	< 1,50	< 1,50	< 1,50
Cobre	30**	8,81	18,4	14,5	12,00	9,31
Chumbo	2*	< 1,00	< 1,00	< 1,00	< 1,00	< 1,00
Manganês	54***	3,23	1,27	3,66	3,3	1,19
Níquel	5**	< 0,50	< 0,50	< 0,50	< 0,50	< 0,50
Zinco	50**	29,7	40,4	38	34,1	48,1
Mercurio	0,5*	0,0982	0,0616	0,081	0,187	0,0432

* Portaria MS 685/98

** Decreto 55.871/65

*** US EPA

****USFDA (apud CETESB, 2001)

Entre os metais analisados, nas amostras de tecido muscular de parati, a maioria ocorreu em concentrações abaixo dos limites de quantificação do método analítico utilizado. Foram quantificados o manganês nas amostras das áreas 2, 3, 4 e 5, e o zinco nas amostras das cinco áreas, ambos em concentrações abaixo dos limites estabelecidos para consumo humano pelas legislações comparadas (Brasil, 1965; USEPA, 2010).

O semimetal arsênio foi quantificado em concentrações acima do estabelecido pela Portaria MS 685/98, nas amostras de tecidos musculares de

paratis das áreas 1 (Barra - Entrepasto de pesca), 2 (Entrepasto de pesca - Concais) e 3 (Concais - Armazém 6).

Nas amostras de tecidos musculares de siris-azuis, foram quantificados os metais cobre, manganês, zinco e mercúrio em todas as amostras, todos em concentrações abaixo do limite estabelecido para consumo humano (Brasil, 1965; USEPA, 2010; Portaria MS 685/1998). O semimetal de arsênio foi quantificado nas amostras de siri das cinco áreas, acima do limite estabelecido para consumo humano pela Portaria MS 685/98.

Os demais metais analisados (cádmio, cromo, níquel e chumbo) apresentaram concentrações abaixo dos limites de quantificação do método analítico, em todas as amostras de tecidos de siris analisadas.

C. Bifenilas policloradas - PCB

A Tabela 12.3.3.1-4 apresenta os resultados das análises de bifenilas policloradas (PCB) nas amostras de tecidos musculares de paratis e siris, obtidas durante a Campanha VI (outubro de 2011).

Tabela 12.3.3.1-4 Resultados das análises químicas de PCB nas amostras de tecidos musculares de paratis (*Mugil curema*) e siris-azuis (*Callinectes danae*) na Campanha VI de amostragem (outubro de 2011).

Parâmetros	Legislações	MB-01-PY	MB-02-PY	MB-03-PY	MB-04-PY	MB-05-PY
Organismo		Peixe (parati)	Peixe (parati)	Peixe (parati)	Peixe (parati)	Peixe (parati)
Trecho		1 - Barra – Entrepósito de Pesca	2 - Entrepósito de pesca – Concais	3 - Concais - Armazém 6	4 - Armazém 6 - Alemoa	5 - Canal de Bertioga
Data de Coleta		05/10/2011	04/10/2011	04/10/2011	03/10/2011	06/10/2011
PCBs (mg/kg)						
PCB 28	-	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002
PCB 52	-	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002
PCB 101	-	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002
PCB 118	-	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002
PCB 138	-	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002
PCB 153	-	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002
PCB 180	-	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002
PCBs Totais	0,014***	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002
Parâmetros	Legislações	MB-01-SI	MB-02-SI	MB-03-SI	MB-04-SI	MB-05-SI
Organismo		Crustáceo(siri)	Crustáceo(siri)	Crustáceo(siri)	Crustáceo(siri)	Crustáceo(siri)
Trecho		1 - Barra – Entrepósito de Pesca	2 - Entrepósito de pesca – Concais	3 - Concais - Armazém 6	4 - Armazém 6 - Alemoa	5 - Canal de Bertioga
Data de Coleta		05/10/2011	05/10/2011	05/10/2011	03/10/2011	07/10/2011
PCBs (mg/kg)						
PCB 28	-	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002
PCB 52	-	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002
PCB 101	-	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002
PCB 118	-	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002
PCB 138	-	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002
PCB 153	-	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002
PCB 180	-	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002
PCBs Totais	0,014***	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002

*** US EPA

Nenhum dos PCB analisados, nas amostras de tecidos musculares de paratis e siris, na Campanha VI (outubro de 2011), foi quantificado.

D. Compostos semivoláteis - SVOC

A Tabela 12.3.3.1-5 apresenta os resultados das análises de compostos semivoláteis (SVOC) nas amostras de tecidos musculares de paratis e siris, obtidas durante a Campanha VI (outubro de 2011).

Tabela 12.3.3.1-5. Resultados das análises químicas de SVOC nas amostras de tecidos musculares de paratis (*Mugil curema*) e siris-azuis (*Callinectes danae*) na campanha VI de amostragem (Outubro de 2011).

Parâmetros	Legislações	MB-01-PY	MB-02-PY	MB-03-PY	MB-04-PY	MB-05-PY
Organismo		Peixe (parati)	Peixe (parati)	Peixe (parati)	Peixe (parati)	Peixe (parati)
Trecho		1 - Barra – Entrepósito de Pesca	2 - Entrepósito de pesca – Concais	3 - Concais - Armazém 6	4 - Armazém 6 - Alemoa	5 - Canal de Bertiooga
Data de Coleta		05/10/2011	04/10/2011	04/10/2011	03/10/2011	06/10/2011
SVOC (mg/Kg)						
2-dorofenol	54***	< 0,100	< 0,100	< 0,100	< 0,100	< 0,100
2,4-didorofenol	32***	< 0,100	< 0,100	< 0,100	< 0,100	< 0,100
2,4,5-tridorofenol	1100***	< 0,100	< 0,100	< 0,100	< 0,100	< 0,100
2,4,6-tridorofenol	9,8***	< 0,100	< 0,100	< 0,100	< 0,100	< 0,100
2,3,4,6-tetradorofenol	320***	< 0,333	< 0,333	< 0,333	< 0,333	< 0,333
Pentadorofenol	0,9***	< 0,333	< 0,333	< 0,333	< 0,333	< 0,333
Fenol	6500***	< 0,100	< 0,100	< 0,100	< 0,100	< 0,100
2,4-dimetilfenol	220***	< 0,100	< 0,100	< 0,100	< 0,100	< 0,100
4-nitrofenol	670***	< 0,333	< 0,333	< 0,333	< 0,333	< 0,333
2,4-dinitrofenol	22***	< 0,667	< 0,667	< 0,667	< 0,667	< 0,667
Hexadorodipentadieno	75***	< 0,667	< 0,667	< 0,667	< 0,667	< 0,667
1,3-butadienohexadoro	1,4***	< 0,100	< 0,100	< 0,100	< 0,100	< 0,100
1,2-didorobenzeno	970***	< 0,100	< 0,100	< 0,100	< 0,100	< 0,100
1,3-didorobenzeno	960***	< 0,100	< 0,100	< 0,100	< 0,100	< 0,100
1,4-didorobenzeno	140***	< 0,100	< 0,100	< 0,100	< 0,100	< 0,100
1,2,4-tridorobenzeno	110***	< 0,100	< 0,100	< 0,100	< 0,100	< 0,100
1,2,4,5-Tetradorobenzeno	3,2***	< 0,100	< 0,100	< 0,100	< 0,100	< 0,100
Parâmetros	Legislações	MB-01-SI	MB-02-SI	MB-03-SI	MB-04-SI	MB-05-SI
Organismo		Crustáceo(siri)	Crustáceo(siri)	Crustáceo(siri)	Crustáceo(siri)	Crustáceo(siri)
Trecho		1 - Barra – Entrepósito de Pesca	2 - Entrepósito de pesca – Concais	3 - Concais - Armazém 6	4 - Armazém 6 - Alemoa	5 - Canal de Bertiooga
Data de Coleta		05/10/2011	05/10/2011	05/10/2011	03/10/2011	07/10/2011
SVOC (mg/Kg)						
2-dorofenol	54***	< 0,100	< 0,100	< 0,100	< 0,100	< 0,100
2,4-didorofenol	32***	< 0,100	< 0,100	< 0,100	< 0,100	< 0,100
2,4,5-tridorofenol	1100***	< 0,100	< 0,100	< 0,100	< 0,100	< 0,100
2,4,6-tridorofenol	9,8***	< 0,100	< 0,100	< 0,100	< 0,100	< 0,100
2,3,4,6-tetradorofenol	320***	< 0,333	< 0,333	< 0,333	< 0,333	< 0,333
Pentadorofenol	0,9***	< 0,333	< 0,333	< 0,333	< 0,333	< 0,333
Fenol	6500***	< 0,100	< 0,100	< 0,100	< 0,100	< 0,100
2,4-dimetilfenol	220***	< 0,100	< 0,100	< 0,100	< 0,100	< 0,100
4-nitrofenol	670***	< 0,333	< 0,333	< 0,333	< 0,333	< 0,333
2,4-dinitrofenol	22***	< 0,667	< 0,667	< 0,667	< 0,667	< 0,667
Hexadorodipentadieno	75***	< 0,667	< 0,667	< 0,667	< 0,667	< 0,667
1,3-butadienohexadoro	1,4***	< 0,100	< 0,100	< 0,100	< 0,100	< 0,100
1,2-didorobenzeno	970***	< 0,100	< 0,100	< 0,100	< 0,100	< 0,100
1,3-didorobenzeno	960***	< 0,100	< 0,100	< 0,100	< 0,100	< 0,100
1,4-didorobenzeno	140***	< 0,100	< 0,100	< 0,100	< 0,100	< 0,100
1,2,4-tridorobenzeno	110***	< 0,100	< 0,100	< 0,100	< 0,100	< 0,100
1,2,4,5-Tetradorobenzeno	3,2***	< 0,100	< 0,100	< 0,100	< 0,100	< 0,100

*** US EPA

Todos compostos semivoláteis analisados nas amostras de tecidos musculares de paratis e siris, na Campanha VI (Outubro de 2011), apresentaram concentrações abaixo do limite de quantificação do método analítico utilizado.

E. Hidrocarbonetos policíclicos aromáticos - HPA

A Tabela 12.3.3.1-6 apresenta os resultados de hidrocarbonetos policíclicos aromáticos (HPA) nas amostras de tecidos musculares de paratis e siris, obtidas durante a Campanha VI (outubro de 2011).

Tabela 12.3.3.1-6 Resultados das análises químicas de HPA nas amostras de tecidos musculares de paratis (*Mugil curema*) e siris-azuis (*Callinectes danae*) na Campanha VI de amostragem (outubro de 2011).

Parâmetros	Legislações	MB-01-PY	MB-02-PY	MB-03-PY	MB-04-PY	MB-05-PY
Organismo		Peixe (parati)	Peixe (parati)	Peixe (parati)	Peixe (parati)	Peixe (parati)
Trecho		1 - Barra – Entrepósito de Pesca	2 - Entrepósito de pesca – Concais	3 - Concais - Armazém 6	4 - Armazém 6 - Alemoa	5 - Canal de Bertiooga
Data de Coleta		05/10/2011	04/10/2011	04/10/2011	03/10/2011	06/10/2011
HPA (mg/Kg)						
Acnafteno	650***	< 0,020	< 0,020	< 0,020	< 0,020	< 0,020
Pireno	320***	< 0,020	< 0,020	< 0,020	< 0,020	< 0,020
Fluoreno	430***	< 0,020	< 0,020	< 0,020	< 0,020	< 0,020
Benzo(b)fluoranteno	0,015***	< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,010
Benzo(k)fluoranteno	0,015***	< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,010
Dibenzo(a,h)antraçeno	0,015***	< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,010
Naftaleno	430***	< 0,020	< 0,020	< 0,020	< 0,020	< 0,020
Antraçeno	3200***	< 0,020	< 0,020	< 0,020	< 0,020	< 0,020
Fenantreno	3200***	< 0,020	< 0,020	< 0,020	< 0,020	< 0,020
Fluoranteno	430***	< 0,020	< 0,020	< 0,020	< 0,020	< 0,020
Benzo(a)antraçeno	0,15***	< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,010
Criseno	15***	< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,010
Benzo(a)pireno	0,015***	< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,010
Indeno(1,2,3- <i>cd</i>)pireno	0,15***	< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,010
Parâmetros	Legislações	MB-01-SI	MB-02-SI	MB-03-SI	MB-04-SI	MB-05-SI
Organismo		Crustáceo(siri)	Crustáceo(siri)	Crustáceo(siri)	Crustáceo(siri)	Crustáceo(siri)
Trecho		1 - Barra – Entrepósito de Pesca	2 - Entrepósito de pesca – Concais	3 - Concais - Armazém 6	4 - Armazém 6 - Alemoa	5 - Canal de Bertiooga
Data de Coleta		05/10/2011	05/10/2011	05/10/2011	03/10/2011	07/10/2011
HPA (mg/Kg)						
Acnafteno	650***	< 0,020	< 0,020	< 0,020	< 0,020	< 0,020
Pireno	320***	< 0,020	< 0,020	< 0,020	< 0,020	< 0,020
Fluoreno	430***	< 0,020	< 0,020	< 0,020	< 0,020	< 0,020
Benzo(b)fluoranteno	0,015***	< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,010
Benzo(k)fluoranteno	0,015***	< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,010
Dibenzo(a,h)antraçeno	0,015***	< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,010
Naftaleno	430***	< 0,020	< 0,020	< 0,020	< 0,020	< 0,020
Antraçeno	3200***	< 0,020	< 0,020	< 0,020	< 0,020	< 0,020
Fenantreno	3200***	< 0,020	< 0,020	< 0,020	< 0,020	< 0,020
Fluoranteno	430***	< 0,020	< 0,020	< 0,020	< 0,020	< 0,020
Benzo(a)antraçeno	0,15***	< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,010
Criseno	15***	< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,010
Benzo(a)pireno	0,015***	< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,010
Indeno(1,2,3- <i>cd</i>)pireno	0,15***	< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,010

*** US EPA

Todos os HPA analisados nas amostras de tecidos musculares de paratis e siris, na Campanha VI (outubro de 2011), apresentaram concentrações abaixo dos limites de quantificação do método analítico utilizado.

F. Pesticidas organoclorados - POC

A Tabela 12.3.3.1-7 apresenta os resultados das análises de pesticidas organoclorados (POC) nas amostras de tecidos musculares de paratis e siris, obtidas na Campanha VI (outubro de 2011).

Todos os pesticidas organoclorados analisados, tanto nas amostras de tecidos de peixes quanto nas amostras de tecido de siris, apresentaram concentrações abaixo dos limites de quantificação do método analítico utilizado.

Tabela 12.3.3.1-7. Resultados da análise química de POC nas amostras de tecidos musculares de paratis (*Mugil curema*) e siris-azuis (*Callinectes danae*) na Campanha VI de amostragem (outubro de 2011).

Parâmetros	Legislações	MB-01-PY	MB-02-PY	MB-03-PY	MB-04-PY	MB-05-PY
Organismo		Peixe (parati)	Peixe (parati)	Peixe (parati)	Peixe (parati)	Peixe (parati)
Trecho		1 - Barra – Entrepósito de Pesca	2 - Entrepósito de pesca – Concais	3 - Concais - Armazém 6	4 - Armazém 6 - Alemoa	5 - Canal de Bertioga
Data de Coleta		05/10/2011	04/10/2011	04/10/2011	03/10/2011	06/10/2011
Pesticidas Organoclorados (mg/Kg)						
alfa-BHC	0,017***	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002
gama - BHC	0,083***	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002
beta - BHC	0,06***	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002
delta - BHC	0,06***	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002
Aldrin	0,0063***	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002
Dieldrin	0,0067***	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002
Endrin	3,2***	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002
4,4'-DDD	0,45***	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002
4,4'-DDE	0,32***	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002
4,4'-DDT	0,32***	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002
Alfa-dordano	0,083***	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002
Gama-dordano	0,083***	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002
Heptadoro	0,024***	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002
Heptadoro epóxido	0,012***	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002
Hexadorobenzeno	0,067***	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002
Endossulfan I + II	65***	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002
Endossulfan sulfato	-	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002
Toxafeno	0,098***	< 0,09	< 0,09	< 0,09	< 0,09	< 0,09
Parâmetros	Legislações	MB-01-SI	MB-02-SI	MB-03-SI	MB-04-SI	MB-05-SI
Organismo		Crustáceo(siri)	Crustáceo(siri)	Crustáceo(siri)	Crustáceo(siri)	Crustáceo(siri)
Trecho		1 - Barra – Entrepósito de Pesca	2 - Entrepósito de pesca – Concais	3 - Concais - Armazém 6	4 - Armazém 6 - Alemoa	5 - Canal de Bertioga
Data de Coleta		05/10/2011	05/10/2011	05/10/2011	03/10/2011	07/10/2011
Pesticidas Organoclorados (mg/Kg)						
alfa-BHC	0,017***	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002
gama - BHC	0,083***	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002
beta - BHC	0,06***	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002
delta - BHC	0,06***	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002
Aldrin	0,0063***	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002
Dieldrin	0,0067***	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002
Endrin	3,2***	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002
4,4'-DDD	0,45***	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002
4,4'-DDE	0,32***	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002
4,4'-DDT	0,32***	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002
Alfa-dordano	0,083***	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002
Gama-dordano	0,083***	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002
Heptadoro	0,024***	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002
Heptadoro epóxido	0,012***	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002
Hexadorobenzeno	0,067***	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002
Endossulfan I + II	65***	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002
Endossulfan sulfato	-	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002
Toxafeno	0,098***	< 0,09	< 0,09	< 0,09	< 0,09	< 0,09

*** US EPA

G. Teor de Umidade e gordura

A Tabela 12.3.3.1-8 apresenta os resultados das análises de teor de umidade e gorduras totais nas amostras de tecidos musculares de paratis e siris, obtidas durante a Campanha VI (outubro de 2011).

Tabela 12.3.3.1-8. Teor de umidade e gorduras totais nas amostras de tecidos musculares de paratis (*Mugil curema*) e siris-azuis (*Callinectes danae*) na Campanha VI de amostragem (outubro de 2011).

Parâmetros	Legislações	MB-01-PY	MB-02-PY	MB-03-PY	MB-04-PY	MB-05-PY
Organismo		Peixe (parati)	Peixe (parati)	Peixe (parati)	Peixe (parati)	Peixe (parati)
Trecho		1 - Barra – Entrepósito de Pesca	2 - Entrepósito de pesca – Concais	3 - Concais - Armazém 6	4 - Armazém 6 - Alemoa	5 - Canal de Bertioga
Data de Coleta		05/10/2011	04/10/2011	04/10/2011	03/10/2011	06/10/2011
Via Clássica						
Umidade (%)	-	76,9	75,6	76,3	76,6	78,7
Gorduras totais (%)	-	0,33	0,26	0,42	1,35	0,74
Parâmetros	Legislações	MB-01-SI	MB-02-SI	MB-03-SI	MB-04-SI	MB-05-SI
Organismo		Crustáceo(siri)	Crustáceo(siri)	Crustáceo(siri)	Crustáceo(siri)	Crustáceo(siri)
Trecho		1 - Barra – Entrepósito de Pesca	2 - Entrepósito de pesca – Concais	3 - Concais - Armazém 6	4 - Armazém 6 - Alemoa	5 - Canal de Bertioga
Data de Coleta		05/10/2011	05/10/2011	05/10/2011	03/10/2011	07/10/2011
Via Clássica						
Umidade (%)	-	79,7	78,6	79,2	77,4	78,5
Gorduras totais (%)	-	0,06	0,08	0,77	0,68	0,72

Os resultados obtidos para o teor de umidade e gorduras totais nos tecidos dos organismos analisados (parati e siri) apresentaram pouca variabilidade entre as amostras e entre as espécies. O valor médio de umidade para as amostras de tecidos de paratis foi de 76,82% e de gorduras totais foi de 0,62%, já para as amostras de tecidos de siris o valor médio de umidade foi de 78,68% e de gorduras totais foi de 0,46%.

12.3.3.2. Resultados Campanha VII – Dezembro de 2011

A. Biometria

Um total de 116 indivíduos de parati (*Mugil curema*) foram coletados nos 5 trechos, sendo 76 (65,5%) fêmeas e 40 (34,5%) machos. Entre as fêmeas, 19 (25%) se encontravam em estágio de maturação 1; 31 (40,79%) em estágio 2, 25 (32,89%) em estágio 3 e 1 (1,32%) em estágio 4. Entre os machos, 8 indivíduos (20%) se encontravam em estágio de maturação 1, 15 indivíduos (37,5%) em estágio 2 e 17 (42,5%) em estágio 3, conforme apresentado nas Figuras 12.3.3.2-1 e 12.3.3.2-2. A escala de estádios de maturação utilizada foi a escala proposta por Vazzoler (1996).

Ressalta-se que os dados de biometria são aqui apresentados (Tabela 12.3.3.2-1) para indicar como foram compostas as amostras, não sendo válidos para avaliações ecológicas, uma vez que a forma de captura é bastante seletiva, e o esforço amostral direcionado para a obtenção de massa de tecido muscular suficiente para a realização das análises químicas.

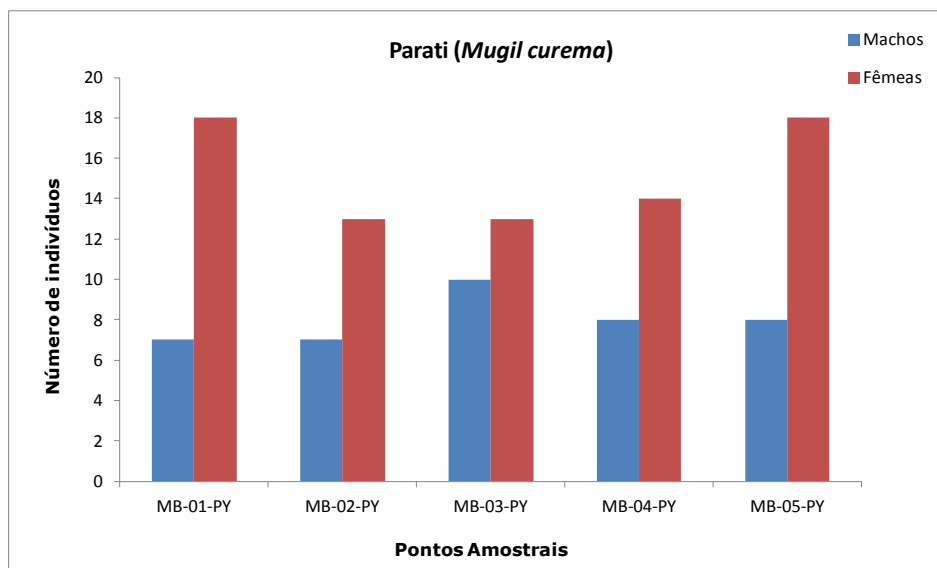


Figura 12.3.3.2-1. Total de indivíduos de parati, machos e fêmeas, por ponto amostral, coletados durante Campanha VII (dezembro de 2011).

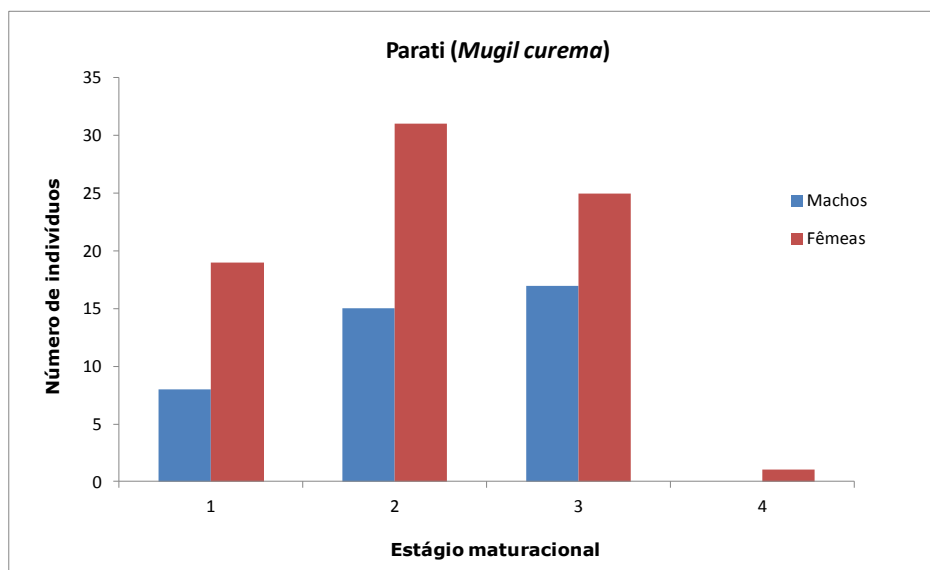


Figura 12.3.3.2-2. Total de indivíduos por estágios maturacionais, organismo coletados Campanha VII (dezembro de 2011).

Tabela 12.3.3.2-1. Número de paratis (*Mugil curema*) amostrados, peso, comprimento total e comprimento padrão das amostras obtidas em cada área durante a Campanha VII (dezembro de 2011).

Região de Coleta	Qtdd. Organismos	Peso total (g)			Comprimento total (cm)			Comprimento padrão (cm)		
		Média	Máx.	Mín.	Média	Máx.	Mín.	Média	Máx.	Mín.
Área 1	25	349,54	477,00	247,00	31,66	35,00	28,00	25,30	28,00	22,50
Área 2	20	378,95	517,00	218,00	32,95	36,00	28,50	26,78	29,00	23,50
Área 3	23	375,52	544,00	257,00	31,63	35,00	28,00	26,91	30,00	23,50
Área 4	22	357,41	457,00	289,00	32,43	36,00	29,50	27,02	30,50	24,00
Área 5	26	264,54	330,00	206,00	29,25	32,00	27,00	23,13	30,50	24,00

No caso dos siris (*Callinectes danae*), foram coletados ao total 132 organismos ao longo das 5 áreas de amostragem, sendo 3 (2,3%) fêmeas e 129 (97,7%) machos, como apresentado na Figura 12.3.3.2-3.

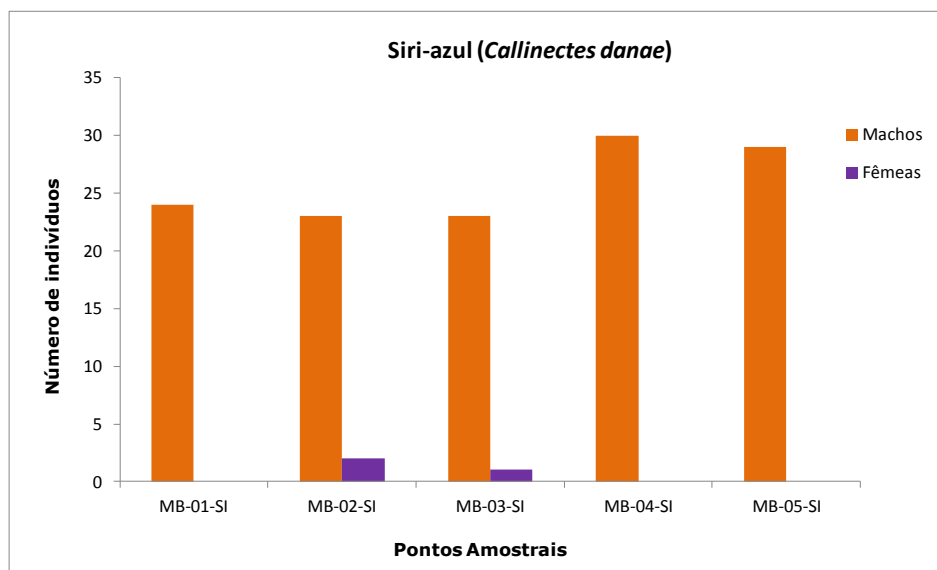


Figura 12.3.3.2-3. Total de indivíduos de siri, machos e fêmeas, por ponto amostral, coletados durante a Campanha VII (dezembro de 2011).

A Tabela 12.3.3.2-2 apresenta o número total de indivíduos, a média, o máximo e o mínimo do peso total, comprimento total, largura da carapaça e altura medida nos organismos de cada área de amostragem.

Tabela 12.3.3.2-2. Número de indivíduos de siris-azuis (*Callinectes danae*) amostrados, peso total, comprimento total, largura da carapaça e altura dos organismos amostrados em cada área, durante Campanha VII (dezembro de 2011).

Região de Coleta	Qtdd. Organismos	Peso total (g)			Comprimento total (mm)			Largura da carapaça (mm)			Altura (mm)		
		Média	Máx.	Mín.	Média	Máx.	Mín.	Média	Máx.	Mín.	Média	Máx.	Mín.
Área 1	24	86,83	212,00	42,00	111,04	129,00	89,00	49,58	67,00	42,00	25,79	36,00	21,00
Área 2	25	102,05	226,00	41,00	114,32	145,00	90,00	52,37	71,00	40,00	26,89	34,00	21,00
Área 3	24	77,38	111,00	51,00	104,71	120,00	90,00	46,42	55,00	41,00	22,75	26,00	20,00
Área 4	30	85,73	126,00	47,00	108,83	127,00	92,00	46,80	53,00	39,00	23,33	29,00	19,00
Área 5	29	66,31	127,00	18,00	102,00	124,00	66,00	45,21	56,00	30,00	23,31	30,00	12,00

B. Análises de Metais

A Tabela 12.3.3.2-3 apresenta os resultados das análises de metais e do semimetal arsênio nas amostras de tecidos musculares de paratis e siris-azuis, obtidas durante a Campanha VII (dezembro de 2011).

Tabela 12.3.3.2-3. Resultados das análises químicas de metais e arsênio nas amostras de tecidos musculares de paratis (*Mugil curema*) e siris-azuis (*Callinectes danae*) da Campanha VII (dezembro de 2011).

Parâmetros	Legislações	MB-01-PY	MB-02-PY	MB-03-PY	MB-04-PY	MB-05-PY
Organismo		Peixe (parati)	Peixe (parati)	Peixe (parati)	Peixe (parati)	Peixe (parati)
Trecho		1 - Barra – Entrepósito de Pesca	2 - Entrepósito de pesca – Concais	3 - Concais - Armazém 6	4 - Armazém 6 - Alemoa	5 - Canal de Bertiooga
Data de Coleta		06/12/2011	06/12/2011	06/12/2011	06/12/2011	14/12/2011
Metais e arsênio (mg/kg)						
Arsênio	1*	1,51	< 1,00	< 1,00	< 1,00	< 1,00
Cádmio	1*	< 0,25	< 0,25	< 0,25	< 0,25	< 0,25
Cromo	11****	< 1,50	< 1,50	< 1,50	< 1,50	< 1,50
Cobre	30**	< 1,50	< 1,50	< 1,50	< 1,50	< 1,50
Chumbo	2*	< 1,00	< 1,00	< 1,00	< 1,00	< 1,00
Manganês	54***	< 0,50	< 0,50	0,76	< 0,50	0,53
Níquel	5**	< 0,50	< 0,50	< 0,50	< 0,50	< 0,50
Zinco	50**	4,07	2,84	2,99	2,72	3,83
Mercurio	0,5*	< 0,08	< 0,08	< 0,08	< 0,08	< 0,08
Parâmetros	Legislações	MB-01-SI	MB-02-SI	MB-03-SI	MB-04-SI	MB-05-SI
Organismo		Crustáceo(siri)	Crustáceo(siri)	Crustáceo(siri)	Crustáceo(siri)	Crustáceo(siri)
Trecho		1 - Barra – Entrepósito de Pesca	2 - Entrepósito de pesca – Concais	3 - Concais - Armazém 6	4 - Armazém 6 - Alemoa	5 - Canal de Bertiooga
Data de Coleta		07/12/2011	06/12/2011	05/12/2011	05/12/2011	14/12/2011
Metais e arsênio (mg/kg)						
Arsênio	1*	4,77	3,17	1,58	1,34	< 1,00
Cádmio	1*	< 0,25	< 0,25	< 0,25	< 0,25	< 0,25
Cromo	11****	< 1,50	< 1,50	< 1,50	< 1,50	< 1,50
Cobre	30**	11,50	11,3	8,89	12,10	7,94
Chumbo	2*	< 1,00	< 1,00	< 1,00	< 1,00	< 1,00
Manganês	54***	< 0,50	< 0,50	< 0,50	1,05	1,93
Níquel	5**	< 0,50	< 0,50	< 0,50	< 0,50	< 0,50
Zinco	50**	33,7	37,6	35,5	53,9	40,3
Mercurio	0,5*	< 0,08	< 0,08	< 0,08	< 0,08	< 0,08

* Portaria MS 685/98

** Decreto 55.871/65

*** US EPA

****USFDA (apud CETESB, 2001)

Dentre os metais analisados nas amostras de tecido muscular de parati (*Mugil curema*), a maioria ocorreu em concentrações abaixo dos limites de

quantificação do método analítico utilizado. O manganês foi quantificado nas amostras das áreas 3 e 5, e o zinco nas amostras das cinco áreas, ambos em concentrações abaixo dos limites estabelecidos para consumo humano pelas legislações comparadas (Brasil, 1965; USEPA, 2010).

Dentre os metais analisados nas amostras de tecido muscular de siris-azuis (*Callinectes danae*), o manganês foi quantificado nas amostras das áreas 4 e 5, e cobre e zinco nas amostras das cinco áreas, todos em concentrações inferiores aos limites estabelecidos para consumo humano pelas legislações comparadas (Brasil, 1965; USEPA, 2010).

O semimetal arsênio foi quantificado em concentrações acima do estabelecido pela Portaria MS 685/98 nas amostras de tecido muscular de parati da área 1 (Barra - Entrepasto de pesca), e nas amostras de tecido muscular de siri-azul da áreas: 1 (Barra – Entrepasto de pesca), 2 (Entrepasto de pesca - Concais), 3 (Concais - Armazém 6) e 4 (Armazém 6 - Alemoa).

Os demais metais analisados (cádmio, cromo, chumbo, níquel e mercúrio) apresentaram concentrações abaixo dos limites de quantificação do método analítico utilizado, em todas as amostras de tecidos de paratis e siris-azuis analisadas.

C. Bifenilas policloradas - PCB

A Tabela 12.3.3.2-4 apresenta os resultados das análises de bifenilas policloradas (PCB) nas amostras de tecidos musculares de paratis e siris, obtidas durante a Campanha VII (dezembro de 2011).

Tabela 12.3.3.2-4. Resultados das análises químicas de PCB nas amostras de tecidos musculares de paratis (*Mugil curema*) e siris-azuis (*Callinectes danae*) da Campanha VII (dezembro de 2011).

Parâmetros	Legislações	MB-01-PY	MB-02-PY	MB-03-PY	MB-04-PY	MB-05-PY
Organismo		Peixe (parati)	Peixe (parati)	Peixe (parati)	Peixe (parati)	Peixe (parati)
Trecho		1 - Barra – Entrepósito de Pesca	2 - Entrepósito de pesca – Concais	3 - Concais - Armazém 6	4 - Armazém 6 - Alemoa	5 - Canal de Bertioiga
Data de Coleta		06/12/2011	06/12/2011	06/12/2011	06/12/2011	14/12/2011
PCBs (mg/kg)						
PCB 28	-	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002
PCB 52	-	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002
PCB 101	-	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002
PCB 118	-	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002
PCB 138	-	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002
PCB 153	-	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002
PCB 180	-	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002
PCBs Totais	0,014***	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002
Parâmetros	Legislações	MB-01-SI	MB-02-SI	MB-03-SI	MB-04-SI	MB-05-SI
Organismo		Crustáceo(siri)	Crustáceo(siri)	Crustáceo(siri)	Crustáceo(siri)	Crustáceo(siri)
Trecho		1 - Barra – Entrepósito de Pesca	2 - Entrepósito de pesca – Concais	3 - Concais - Armazém 6	4 - Armazém 6 - Alemoa	5 - Canal de Bertioiga
Data de Coleta		07/12/2011	06/12/2011	05/12/2011	05/12/2011	14/12/2011
PCBs (mg/kg)						
PCB 28	-	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002
PCB 52	-	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002
PCB 101	-	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002
PCB 118	-	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002
PCB 138	-	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002
PCB 153	-	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002
PCB 180	-	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002
PCBs Totais	0,014***	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002

*** US EPA

Todas as bifenilas policloradas (PCB) analisadas nas amostras de tecidos musculares de paratis e siris apresentaram concentrações abaixo dos limites de quantificação do método analítico utilizado.

D. Compostos semivoláteis - SVOC

A Tabela 12.3.3.2-5 apresenta os resultados das análises de compostos semivoláteis (SVOC) nas amostras de tecidos musculares de paratis e siris, obtidas durante a Campanha VII, de dezembro de 2011.

Tabela 12.3.3.2-5. Resultados das análises químicas de SVOC nas amostras de tecidos musculares de paratis (*Mugil curema*) e siris-azuis (*Callinectes danae*) da Campanha VII (dezembro de 2011).

Parâmetros	Legislações	MB-01-PY	MB-02-PY	MB-03-PY	MB-04-PY	MB-05-PY
Organismo		Peixe (parati)	Peixe (parati)	Peixe (parati)	Peixe (parati)	Peixe (parati)
Trecho		1 - Barra – Entrepósito de Pesca	2 - Entrepósito de pesca – Concais	3 - Concais - Armazém 6	4 - Armazém 6 - Alemoa	5 - Canal de Bertioga
Data de Coleta		06/12/2011	06/12/2011	06/12/2011	06/12/2011	14/12/2011
SVOC (mg/Kg)						
2-dorofenol	54***	< 0,100	< 0,100	< 0,100	< 0,100	< 0,100
2,4-didorofenol	32***	< 0,100	< 0,100	< 0,100	< 0,100	< 0,100
2,4,5-tridorofenol	1100***	< 0,100	< 0,100	< 0,100	< 0,100	< 0,100
2,4,6-tridorofenol	9,8***	< 0,100	< 0,100	< 0,100	< 0,100	< 0,100
2,3,4,6-tetradorofenol	320***	< 0,333	< 0,333	< 0,333	< 0,333	< 0,333
Pentadorofenol	0,9***	< 0,333	< 0,333	< 0,333	< 0,333	< 0,333
Fenol	6500***	< 0,100	< 0,100	< 0,100	< 0,100	< 0,100
2,4-dimetilfenol	220***	< 0,100	< 0,100	< 0,100	< 0,100	< 0,100
4-nitrofenol	670***	< 0,333	< 0,333	< 0,333	< 0,333	< 0,333
2,4-dinitrofenol	22***	< 0,667	< 0,667	< 0,667	< 0,667	< 0,667
Hexadoroicodopentadieno	75***	< 0,667	< 0,667	< 0,667	< 0,667	< 0,667
1,3-butadienohexadoro	1,4***	< 0,100	< 0,100	< 0,100	< 0,100	< 0,100
1,2-didorobenzeno	970***	< 0,100	< 0,100	< 0,100	< 0,100	< 0,100
1,3-didorobenzeno	960***	< 0,100	< 0,100	< 0,100	< 0,100	< 0,100
1,4-didorobenzeno	140***	< 0,100	< 0,100	< 0,100	< 0,100	< 0,100
1,2,4-tridorobenzeno	110***	< 0,100	< 0,100	< 0,100	< 0,100	< 0,100
1,2,4,5-Tetradorobenzeno	3,2***	< 0,100	< 0,100	< 0,100	< 0,100	< 0,100
Parâmetros	Legislações	MB-01-SI	MB-02-SI	MB-03-SI	MB-04-SI	MB-05-SI
Organismo		Crustáceo(siri)	Crustáceo(siri)	Crustáceo(siri)	Crustáceo(siri)	Crustáceo(siri)
Trecho		1 - Barra – Entrepósito de Pesca	2 - Entrepósito de pesca – Concais	3 - Concais - Armazém 6	4 - Armazém 6 - Alemoa	5 - Canal de Bertioga
Data de Coleta		07/12/2011	06/12/2011	05/12/2011	05/12/2011	14/12/2011
SVOC (mg/Kg)						
2-dorofenol	54***	< 0,100	< 0,100	< 0,100	< 0,100	< 0,100
2,4-didorofenol	32***	< 0,100	< 0,100	< 0,100	< 0,100	< 0,100
2,4,5-tridorofenol	1100***	< 0,100	< 0,100	< 0,100	< 0,100	< 0,100
2,4,6-tridorofenol	9,8***	< 0,100	< 0,100	< 0,100	< 0,100	< 0,100
2,3,4,6-tetradorofenol	320***	< 0,333	< 0,333	< 0,333	< 0,333	< 0,333
Pentadorofenol	0,9***	< 0,333	< 0,333	< 0,333	< 0,333	< 0,333
Fenol	6500***	< 0,100	< 0,100	< 0,100	< 0,100	< 0,100
2,4-dimetilfenol	220***	< 0,100	< 0,100	< 0,100	< 0,100	< 0,100
4-nitrofenol	670***	< 0,333	< 0,333	< 0,333	< 0,333	< 0,333
2,4-dinitrofenol	22***	< 0,667	< 0,667	< 0,667	< 0,667	< 0,667
Hexadoroicodopentadieno	75***	< 0,667	< 0,667	< 0,667	< 0,667	< 0,667
1,3-butadienohexadoro	1,4***	< 0,100	< 0,100	< 0,100	< 0,100	< 0,100
1,2-didorobenzeno	970***	< 0,100	< 0,100	< 0,100	< 0,100	< 0,100
1,3-didorobenzeno	960***	< 0,100	< 0,100	< 0,100	< 0,100	< 0,100
1,4-didorobenzeno	140***	< 0,100	< 0,100	< 0,100	< 0,100	< 0,100
1,2,4-tridorobenzeno	110***	< 0,100	< 0,100	< 0,100	< 0,100	< 0,100
1,2,4,5-Tetradorobenzeno	3,2***	< 0,100	< 0,100	< 0,100	< 0,100	< 0,100

*** US EPA

Todos compostos semivoláteis (SVOC) analisados nas amostras de tecidos musculares de paratis e siris apresentaram concentrações abaixo do limite de quantificação do método analítico utilizado.

E. Hidrocarbonetos policíclicos aromáticos - HPA

A Tabela 12.3.3.2-6 apresenta os resultados de hidrocarbonetos policíclicos aromáticos (HPA) nas amostras de tecidos musculares de paratis e siris, obtidas durante a Campanha VII (dezembro de 2011).

Tabela 12.3.3.2-6. Resultados das análises químicas de HPA nas amostras de tecidos musculares de paratis (*Mugil curema*) e siris-azuis (*Callinectes danae*) da Campanha VII (dezembro de 2011).

Parâmetros	Legislações	MB-01-PY	MB-02-PY	MB-03-PY	MB-04-PY	MB-05-PY
Organismo		Peixe (parati)	Peixe (parati)	Peixe (parati)	Peixe (parati)	Peixe (parati)
Trecho		1 - Barra – Entrepósito de Pesca	2 - Entrepósito de pesca – Concais	3 - Concais - Armazém 6	4 - Armazém 6 - Alemoa	5 - Canal de Bertioaga
Data de Coleta		06/12/2011	06/12/2011	06/12/2011	06/12/2011	14/12/2011
HPA (mg/Kg)						
Acenafeno	650***	< 0,020	< 0,020	< 0,020	< 0,020	< 0,020
Pireno	320***	< 0,020	< 0,020	< 0,020	< 0,020	< 0,020
Fluoreno	430***	< 0,020	< 0,020	< 0,020	< 0,020	< 0,020
Benzo(b)fluoranteno	0,015***	< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,010
Benzo(k)fluoranteno	0,015***	< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,010
Dibenzo(a,h)antraeno	0,015***	< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,010
Naftaleno	430***	< 0,020	< 0,020	< 0,020	< 0,020	< 0,020
Antraeno	3200***	< 0,020	< 0,020	< 0,020	< 0,020	< 0,020
Fenantreno	3200***	< 0,020	< 0,020	< 0,020	< 0,020	< 0,020
Fluoranteno	430***	< 0,020	< 0,020	< 0,020	< 0,020	< 0,020
Benzo(a)antraeno	0,15***	< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,010
Criseno	15***	< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,010
Benzo(a)pireno	0,015***	< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,010
Indeno(1,2,3- <i>cd</i>)pireno	0,15***	< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,010
Parâmetros	Legislações	MB-01-SI	MB-02-SI	MB-03-SI	MB-04-SI	MB-05-SI
Organismo		Crustáceo(siri)	Crustáceo(siri)	Crustáceo(siri)	Crustáceo(siri)	Crustáceo(siri)
Trecho		1 - Barra – Entrepósito de Pesca	2 - Entrepósito de pesca – Concais	3 - Concais - Armazém 6	4 - Armazém 6 - Alemoa	5 - Canal de Bertioaga
Data de Coleta		07/12/2011	06/12/2011	05/12/2011	05/12/2011	14/12/2011
HPA (mg/Kg)						
Acenafeno	650***	< 0,020	< 0,020	< 0,020	< 0,020	< 0,020
Pireno	320***	< 0,020	< 0,020	< 0,020	< 0,020	< 0,020
Fluoreno	430***	< 0,020	< 0,020	< 0,020	< 0,020	< 0,020
Benzo(b)fluoranteno	0,015***	< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,010
Benzo(k)fluoranteno	0,015***	< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,010
Dibenzo(a,h)antraeno	0,015***	< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,010
Naftaleno	430***	< 0,020	< 0,020	< 0,020	< 0,020	< 0,020
Antraeno	3200***	< 0,020	< 0,020	< 0,020	< 0,020	< 0,020
Fenantreno	3200***	< 0,020	< 0,020	< 0,020	< 0,020	< 0,020
Fluoranteno	430***	< 0,020	< 0,020	< 0,020	< 0,020	< 0,020
Benzo(a)antraeno	0,15***	< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,010
Criseno	15***	< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,010
Benzo(a)pireno	0,015***	< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,010
Indeno(1,2,3- <i>cd</i>)pireno	0,15***	< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,010

*** US EPA

Todos os hidrocarbonetos policíclicos aromáticos (HPA) analisados nas amostras de tecidos musculares de paratis e siris apresentaram concentrações abaixo dos limites de quantificação do método analítico utilizado.

F. Pesticidas organoclorados - POC

A Tabela 12.3.3.2-7 apresenta os resultados das análises de pesticidas organoclorados (POC) nas amostras de tecidos musculares de paratis e siris, obtidas na Campanha VII (dezembro de 2011).

Todos os pesticidas organoclorados (POC) analisados, tanto nas amostras de tecidos de peixes quanto nas amostras de tecido de siris, apresentaram concentrações abaixo dos limites de quantificação do método analítico utilizado.

Tabela 12.3.3.2-7. Resultados da análise química de POC nas amostras de tecidos musculares de paratis (*Mugil curema*) e siris-azuis (*Callinectes danae*) da Campanha VII (dezembro de 2011).

Parâmetros	Legislações	MB-01-PY	MB-02-PY	MB-03-PY	MB-04-PY	MB-05-PY
Organismo		Peixe (parati)	Peixe (parati)	Peixe (parati)	Peixe (parati)	Peixe (parati)
Trecho		1 - Barra – Entrepósito de Pesca	2 - Entrepósito de pesca – Concais	3 - Concais - Armazém 6	4 - Armazém 6 - Alemoa	5 - Canal de Bertioga
Data de Coleta		06/12/2011	06/12/2011	06/12/2011	06/12/2011	14/12/2011
Pesticidas Organoclorados (mg/Kg)						
alfa-BHC	0,017***	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002
gama - BHC	0,083***	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002
beta - BHC	0,06***	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002
delta - BHC	0,06***	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002
Aldrin	0,0063***	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002
Dieldrin	0,0067***	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002
Endrin	3,2***	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002
4,4'-DDD	0,45***	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002
4,4'-DDE	0,32***	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002
4,4'-DDT	0,32***	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002
Alfa-dordano	0,083***	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002
Gama-dordano	0,083***	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002
Heptadoro	0,024***	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002
Heptadoro epóxido	0,012***	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002
Hexadorobenzeno	0,067***	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002
Endossulfan I + II	65***	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002
Endossulfan sulfato	-	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002
Toxafeno	0,098***	< 0,090	< 0,090	< 0,090	< 0,090	< 0,090
Parâmetros	Legislações	MB-01-SI	MB-02-SI	MB-03-SI	MB-04-SI	MB-05-SI
Organismo		Crustáceo(siri)	Crustáceo(siri)	Crustáceo(siri)	Crustáceo(siri)	Crustáceo(siri)
Trecho		1 - Barra – Entrepósito de Pesca	2 - Entrepósito de pesca – Concais	3 - Concais - Armazém 6	4 - Armazém 6 - Alemoa	5 - Canal de Bertioga
Data de Coleta		07/12/2011	06/12/2011	05/12/2011	05/12/2011	14/12/2011
Pesticidas Organoclorados (mg/Kg)						
alfa-BHC	0,017***	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002
gama - BHC	0,083***	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002
beta - BHC	0,06***	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002
delta - BHC	0,06***	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002
Aldrin	0,0063***	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002
Dieldrin	0,0067***	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002
Endrin	3,2***	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002
4,4'-DDD	0,45***	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002
4,4'-DDE	0,32***	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002
4,4'-DDT	0,32***	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002
Alfa-dordano	0,083***	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002
Gama-dordano	0,083***	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002
Heptadoro	0,024***	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002
Heptadoro epóxido	0,012***	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002
Hexadorobenzeno	0,067***	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002
Endossulfan I + II	65***	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002
Endossulfan sulfato	-	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002
Toxafeno	0,098***	< 0,090	< 0,090	< 0,090	< 0,090	< 0,090

*** US EPA

G. Teor de umidade e gordura

A Tabela 12.3.3.2-8 apresenta os resultados das análises de teor de umidade e gorduras totais nas amostras de tecidos musculares de paratis e siris, obtidas durante a Campanha VII (dezembro de 2011).

Tabela 12.3.3.2-8. Teor de umidade e gorduras totais nas amostras de tecidos musculares de paratis (*Mugil curema*) e siris-azuis (*Callinectes danae*) da Campanha VII (dezembro de 2011).

Parâmetros	Legislações	MB-01-PY	MB-02-PY	MB-03-PY	MB-04-PY	MB-05-PY
Organismo		Peixe (parati)	Peixe (parati)	Peixe (parati)	Peixe (parati)	Peixe (parati)
Trecho		1 - Barra – Entrepasto de Pesca	2 - Entrepasto de pesca – Concais	3 - Concais - Armazém 6	4 - Armazém 6 - Alemoa	5 - Canal de Bertioga
Data de Coleta		06/12/2011	06/12/2011	06/12/2011	06/12/2011	14/12/2011
Via Clássica						
Umidade (%)	-	77	77,3	75,8	75,6	75,5
Gorduras totais (%)	-	0,31	0,09	0,12	0,11	1,00
Parâmetros	Legislações	MB-01-SI	MB-02-SI	MB-03-SI	MB-04-SI	MB-05-SI
Organismo		Crustáceo(siri)	Crustáceo(siri)	Crustáceo(siri)	Crustáceo(siri)	Crustáceo(siri)
Trecho		1 - Barra – Entrepasto de Pesca	2 - Entrepasto de pesca – Concais	3 - Concais - Armazém 6	4 - Armazém 6 - Alemoa	5 - Canal de Bertioga
Data de Coleta		07/12/2011	06/12/2011	05/12/2011	05/12/2011	14/12/2011
Via Clássica						
Umidade (%)	-	80,1	77,9	76,5	79,9	80,8
Gorduras totais (%)	-	0,04	0,06	0,03	0,10	0,30

Os resultados obtidos para o teor de umidade e gorduras totais nos tecidos dos organismos analisados apresentaram pouca variabilidade entre as amostras e entre as espécies. O valor médio de umidade para as amostras de tecidos de paratis foi de 76,24% e de gorduras totais foi de 0,33%, já para as amostras de tecidos de siris o valor médio de umidade foi de 79,04% e de gorduras totais foi de 0,11%.

12.3.4. Análise integrada

A. Biometria

Durante o período de janeiro de 2010 a dezembro de 2011 foram realizadas 8 (oito) campanhas de monitoramento da qualidade dos organismos

bioindicadores ao longo dos 4 (quatro) trechos de dragagem e no Largo do Candinho (área controle), uma campanha prévia (janeiro de 2010) realizada anteriormente ao início das atividades de dragagem e outras 7 (sete) campanhas de monitoramento após o início da dragagem, sendo cinco campanhas durante as atividades de dragagem de aprofundamento do Canal de Navegação do Porto de Santos e duas durante as atividades de dragagem de manutenção do Trecho 1, em atendimento às Licenças de Instalação nº666/2009 e 814/2011 emitidas pelo IBAMA, respectivamente.

Foram coletados 742 indivíduos de parati (*Mugil curema*) e 934 indivíduos de siris-azuis (*Callinectes danae*) (Tabela 12.3.4-1, Figuras 12.3.4-1 e 12.3.4-2).

Tabela 12.3.4-1 Número de indivíduos (parati e siri) capturados por área e por campanha.

Organismos	Áreas amostrais	CAMPANHAS								Total/Área
		Prévia	I	II	III	IV	V	VI	VII	
Parati (<i>Mugil curema</i>)	1	20	26	21	30	26	13	27	25	188
	2	6	9	15	28	21	13	8	20	120
	3	9	13	32	20	27	5	14	23	143
	4	13	32	31	17	24	20	23	22	182
	5	0	0	21	30	13	15	4	26	109
Siri (<i>Callinectes danae</i>)	1	33	44	19	23	18	29	29	24	219
	2	22	36	21	20	24	25	30	25	203
	3	10	25	17	15	24	22	14	24	151
	4	31	31	22	22	31	24	23	30	214
	5	0	0	19	19	27	29	24	29	147

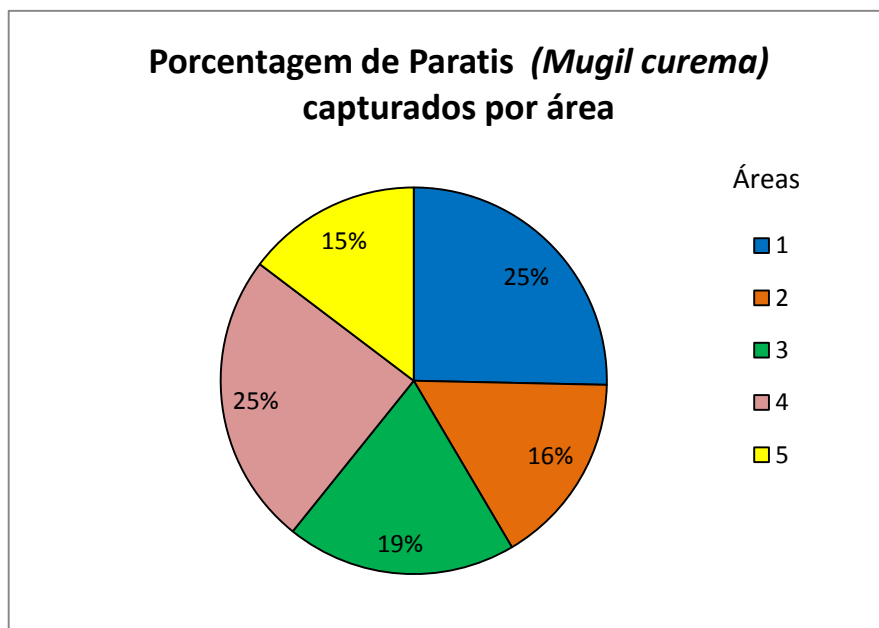


Figura 12.3.4-1. Porcentagem de paratis (*Mugil curema*) capturados por área.

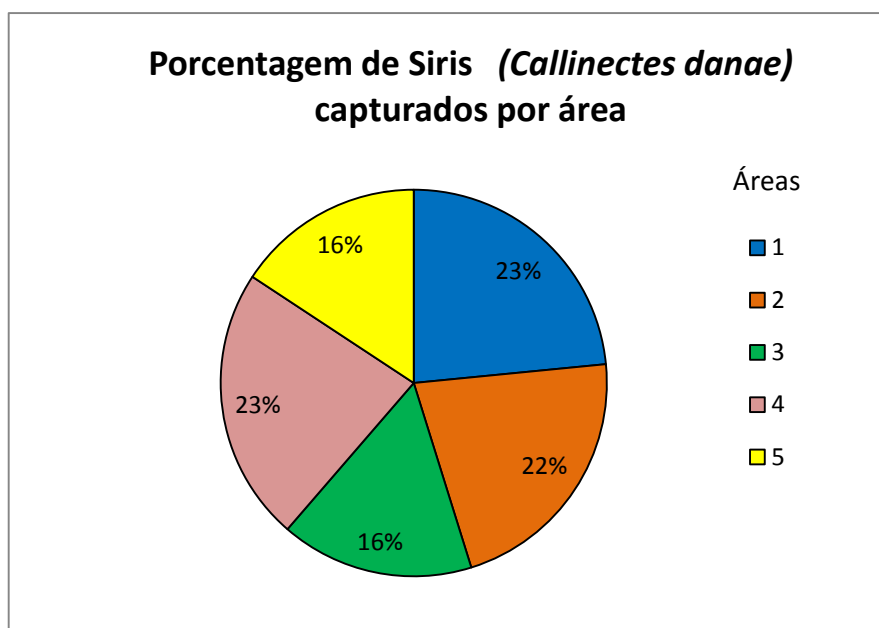


Figura 12.3.4-2. Porcentagem de siris-azuis (*Callinectes danae*) capturados por área.

B. Análises de Metais

Parati (*Mugil curema*)

Dentre os metais analisados nas amostras de tecido muscular de parati (*Mugil curema*), foram quantificados cobre, manganês, zinco e mercúrio, e o semimetal arsênio.

O cobre foi quantificado uma única vez na amostra da área 5 (canal de Bertioga), durante a Campanha IV (Figura 12.3.4-3), em concentração abaixo do valor estabelecido para consumo humano, conforme Decreto nº 55.871/65.

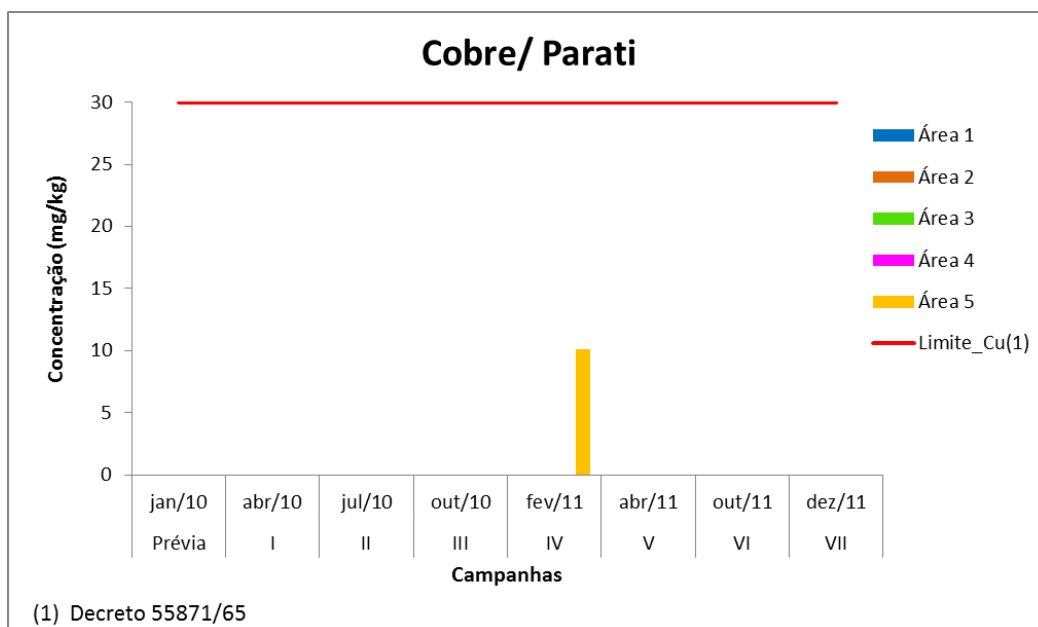


Figura 12.3.4-3. Variações na concentração do metal cobre no tecido muscular do peixe parati (*Mugil curema*).

O manganês foi quantificado em amostras de tecido muscular de parati coletados na área 1 (campanhas I, II, III e V), área 2 (campanhas I, III, V e VI), área 3 (campanhas I, III a VII), área 4 (campanhas I, II, III, V e VI) e na área 5 (campanhas IV a VII). No entanto, todas as amostras quantificadas apresentaram concentrações inferiores ao valor estabelecido para consumo humano (USEPA, 2010) (Figura 12.3.4-4).

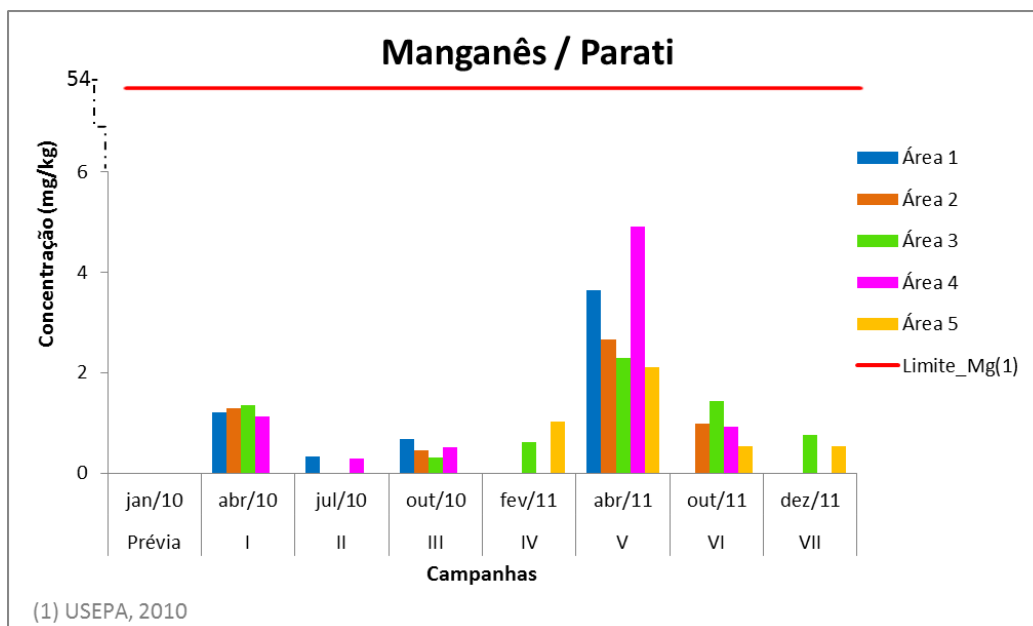


Figura 12.3.4-4. Variações na concentração do metal manganês no tecido muscular do peixe parati (*Mugil curema*).

O zinco foi quantificado em amostras de tecido muscular de parati coletados na área 1 (todas as campanhas), áreas 2, 3 e 4 (Campanhas Prévia, I a IV, VI e VII) e na área 5 (Campanhas II, III, IV, VI e VII), em concentrações inferiores ao limite estabelecido para consumo humano, conforme Decreto nº 55.871/65, com exceção apenas a amostra da área 5 (Largo do Candinho), coletada durante Campanha IV (Figura 12.3.4-5).

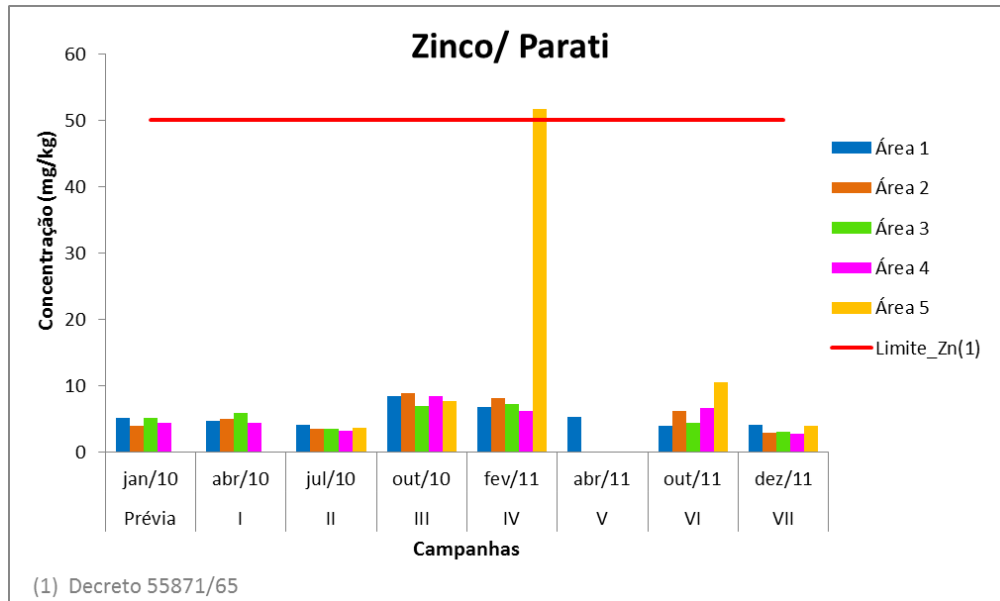


Figura 12.3.4-5. Variações na concentração do metal zinco no tecido muscular do peixe parati (*Mugil curema*).

O mercúrio foi quantificado em amostras de tecido muscular de parati coletados nas áreas 2 e 3 (Campanhas Prévia, III e V) e na área 4 (Campanhas Prévia, I a V), no entanto, todos apresentaram concentração inferior ao valor máximo estabelecido para consumo humano, conforme Portaria MS 685/98 (Figura 12.3.4-6).

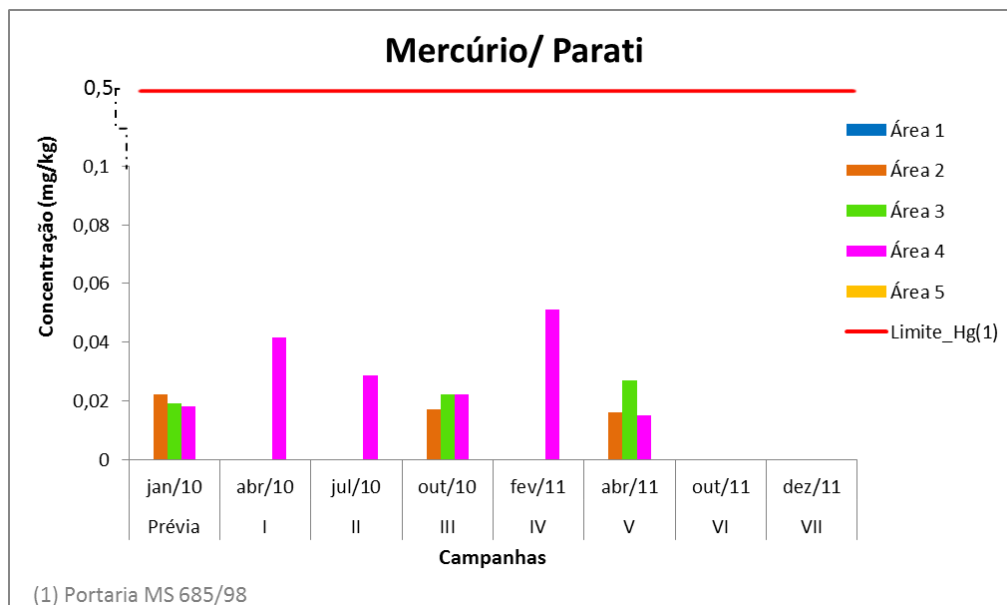


Figura 12.3.4-6. Variações na concentração do metal mercúrio no tecido muscular do peixe parati (*Mugil curema*).

O semimetal arsênio foi quantificado em quatro amostras analisadas, sendo na área 1 durante as Campanhas VI e VII e na área 2 e 3, durante a Campanha VI. Para este semimetal, todas as amostras apresentaram concentrações acima do limite estabelecido para consumo humano, segundo Portaria MS 685/98 (Figura 12.3.4-7).

Esta quantificação de arsênio nas amostras de tecido muscular do peixe parati obtidas em 2011, assim como nas amostras de siri-azul, coincidem com o período de melhorias no processo analítico das amostras pelo laboratório. Buscando aprimorar o atendimento das demandas de análises geradas por este programa, assim como, visando melhorias contínuas na análise de metais e semimetais, a partir de janeiro de 2011, foram realizadas adequações na estrutura física do laboratório e investiu-se na compra de equipamentos. Estas mudanças resultaram em um aumento na eficiência do processo de digestão das amostras, na sensibilidade, reprodutibilidade e detectabilidade (limites de detecção mais baixos) dos resultados, culminando na obtenção da acreditação do laboratório para metais e semimetais em organismos pela norma NBR ISO/IEC 17025, junto ao INMETRO (em junho de 2012), como demonstra carta emitida pelo laboratório Ceimic responsável pelas análises (Anexo 12.8-3).

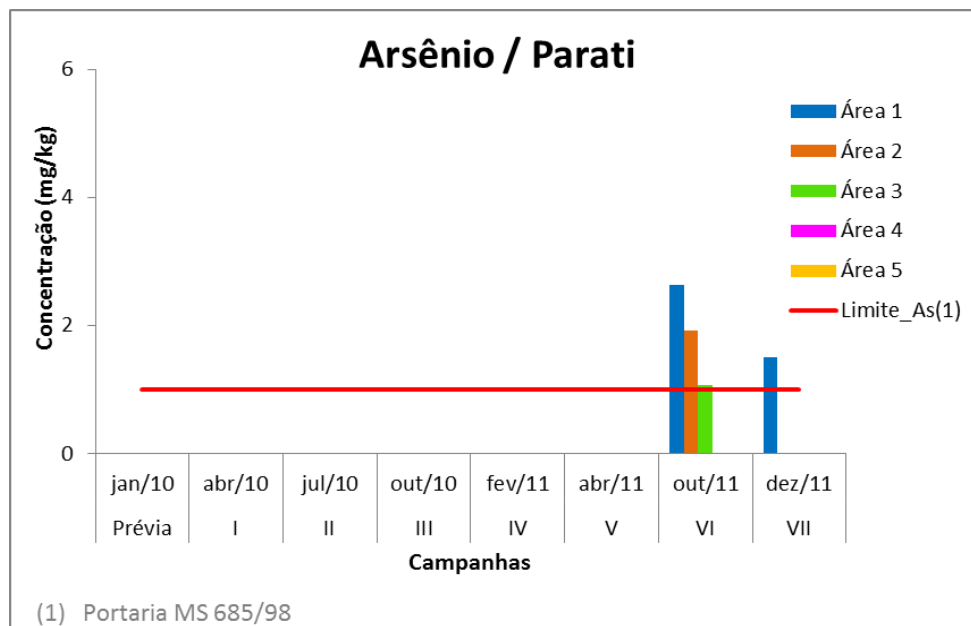


Figura 12.3.4-7. Variações na concentração do semimetal arsênio no tecido muscular do peixe parati (*Mugil curema*).

Siri-azul (*Callinectes danae*)

Dentre os metais analisados nas amostras de tecido muscular de siris-azuis (*Callinectes danae*), foram quantificados cobre, manganês, zinco, mercúrio, e o semimetal arsênio.

O cobre foi quantificado em amostras de tecido muscular de siris coletados nas áreas 1, 2 e 4 (todas as campanhas), na área 3 (Campanhas Prévia, I, II, III, V, VI e VII) e na área 5 (Campanhas II, III, V, VI e VII), lembrando que o monitoramento da área 5 teve início na segunda campanha (Figura 12.3.4-8). No entanto, todas as amostras apresentaram concentrações abaixo do limite estabelecido para consumo humano, conforme Decreto nº 55.871/65.

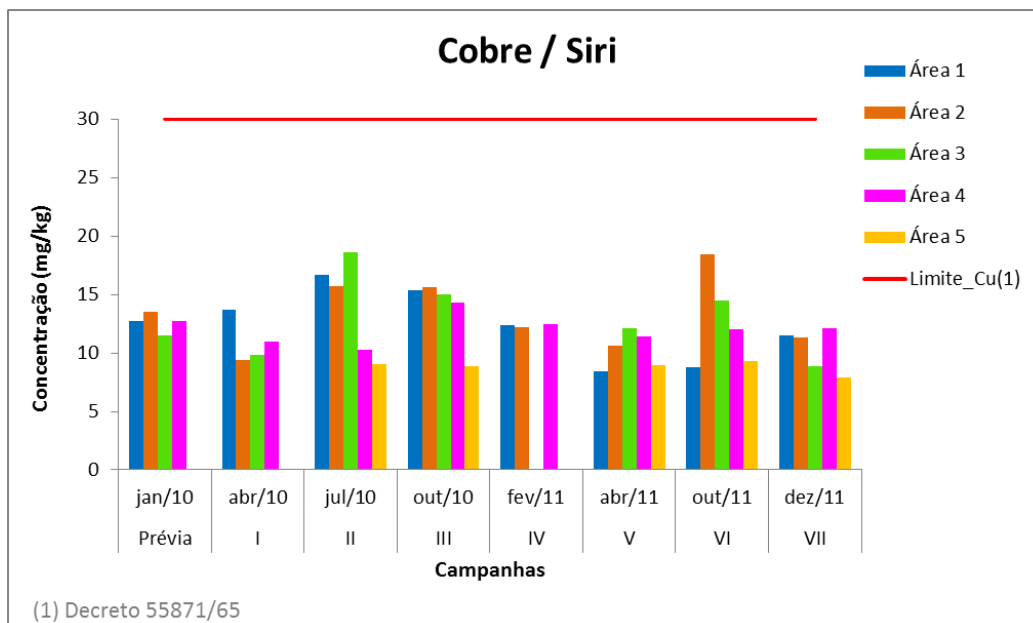


Figura 12.3.4-8. Variações na concentração do metal cobre no tecido muscular do siri-azul (*Callinectes danae*).

O manganês foi quantificado em amostras de tecido muscular de siris coletados nas áreas 1, 2 e 3 (Campanhas I a VI), área 4 (todas as campanhas) e na área 5 (Campanhas II, III, V, VI e VII). Todas as concentrações quantificadas estiveram abaixo do limite estabelecido para consumo humano (USEPA, 2010). As amostras apresentaram concentrações abaixo do limite estabelecido para consumo humano (USEPA, 2010) (Figura 12.3.4-9).

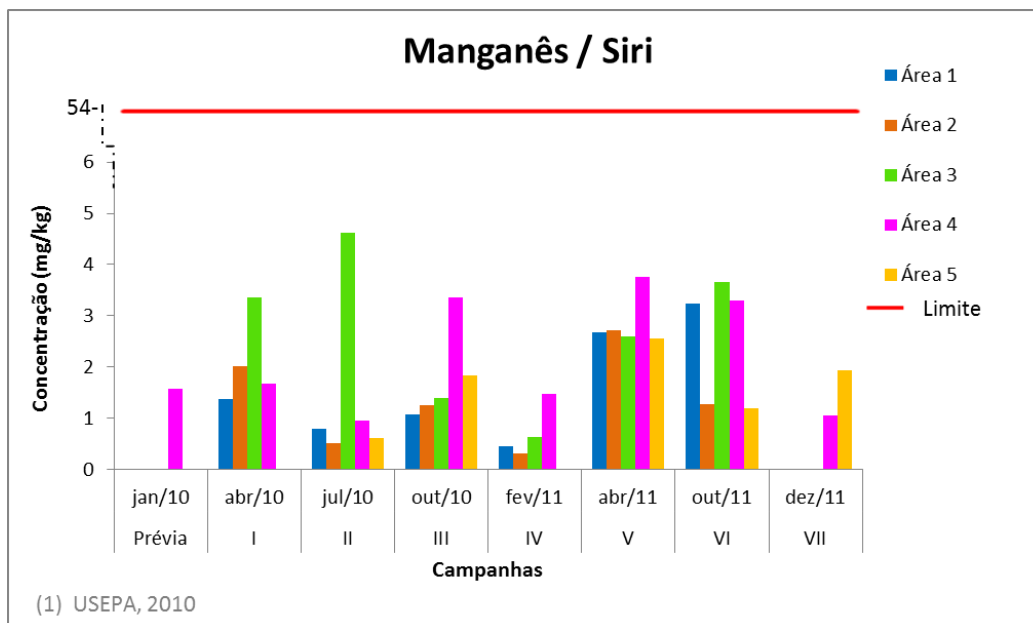


Figura 12.3.4-9. Variações na concentração do metal manganês no tecido muscular do siri-azul (*Callinectes danae*).

O zinco foi quantificado nas amostras de tecido muscular de siris coletados nas cinco áreas de monitoramento em todas as campanhas (Prévia, I a VII), com exceção apenas para área 5, durante as Campanhas Prévia e I, quando não houve coleta nesta área (Figura 12.3.4-10). Das 38 amostras analisadas 10 apresentaram concentrações acima do limite estabelecido para consumo humano para zinco, conforme Decreto nº 55.871/65.

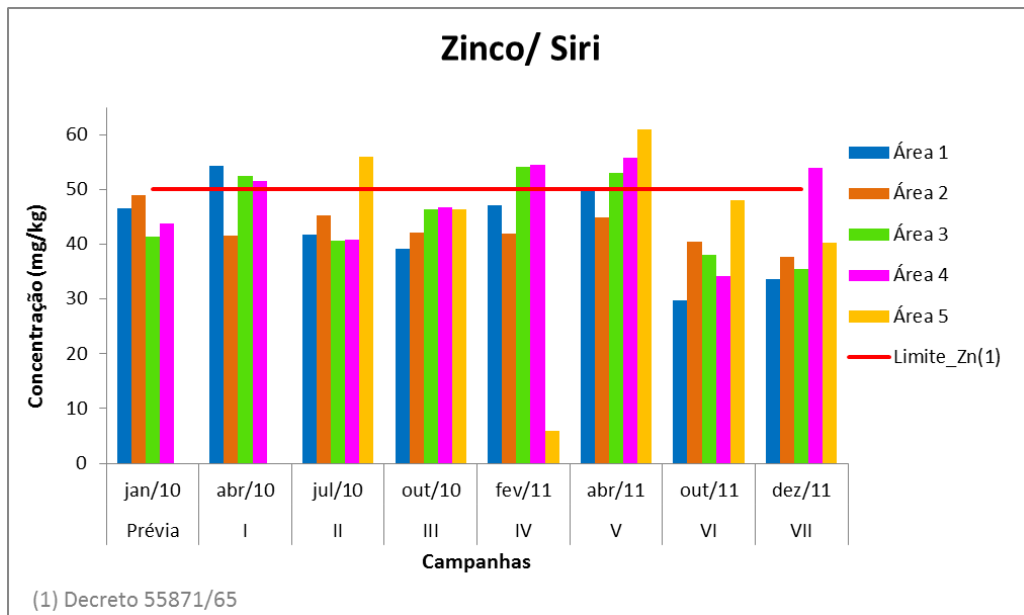


Figura 12.3.4-10. Variações na concentração do metal zinco no tecido muscular do siri-azul (*Callinectes danae*).

O mercúrio foi quantificado em amostras de tecido muscular de siri das áreas de monitoramento 1, 2, 3 e 4 ao longo das Campanhas Prévia e I a VI e na área 5 (Campanhas II a VI) (Figura 12.3.4-11), no entanto, em todos os casos apresentou concentração inferior ao limite estabelecido para consumo humano (Brasil, 1998).

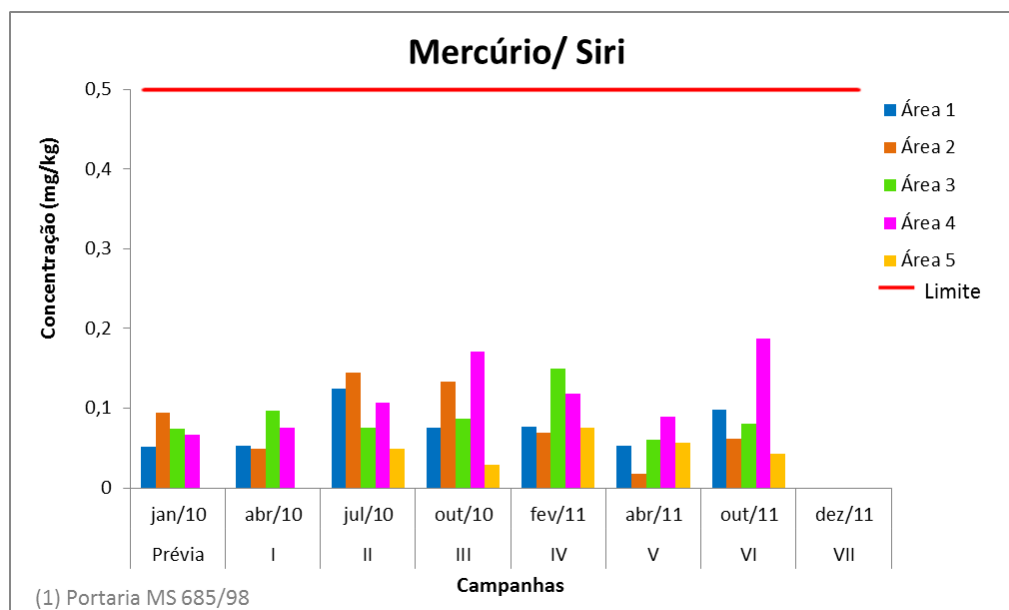


Figura 12.3.4-11. Variações na concentração do metal mercúrio no tecido muscular do siri-azul (*Callinectes danae*).

O semimetal arsênio foi quantificado em amostras de tecido muscular de siri nas áreas 1, 2, 3, 4 (Campanhas IV, V, VI e VII) e na área 5 (Campanhas V e VI). Das 18 amostras onde o arsênio foi quantificado 17 ocorreram em concentrações acima do limite estabelecido para consumo humano, conforme Portaria MS 685/98 (Figura 12.3.4-12).

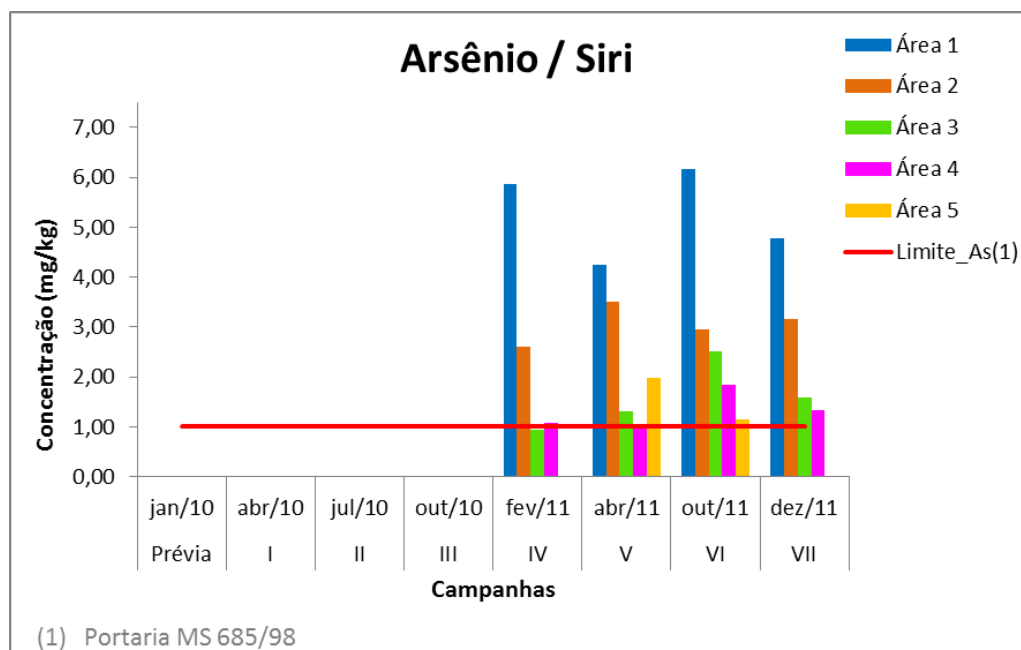


Figura 12.3.4-12. Variações na concentração do metal arsênio no tecido muscular do siri-azul (*Callinectes danae*).

Como descrito anteriormente, a quantificação do arsênio nas amostras de tecido muscular obtidas em 2011 coincide com o período de melhorias no processo de análise das amostras pelo laboratório responsável, realizadas a partir de janeiro de 2011, visto que o arsênio foi quantificado em todas as áreas de monitoramento, incluindo a área 5 (Largo do Candinho), utilizada como área controle. Acrescenta-se que arsênio esteve abaixo do limite de quantificação do método em todas as amostras de sedimento (Fundespa, 2011b), não havendo, portanto, correlação entre os resultados encontrados e o processo de dragagem. Destaca-se que a bioacumulação de arsênio em zonas costeiras ocorre principalmente devido a baixa discriminação entre fosfato e arsenato, em relação equimolar próximas (até 10 vezes) pelos produtores marinhos primários, sendo este rapidamente reduzido e metilado a arsênio orgânico, em particular, arsenobetaína, conforme ilustra a Figura 12.3.4-13.

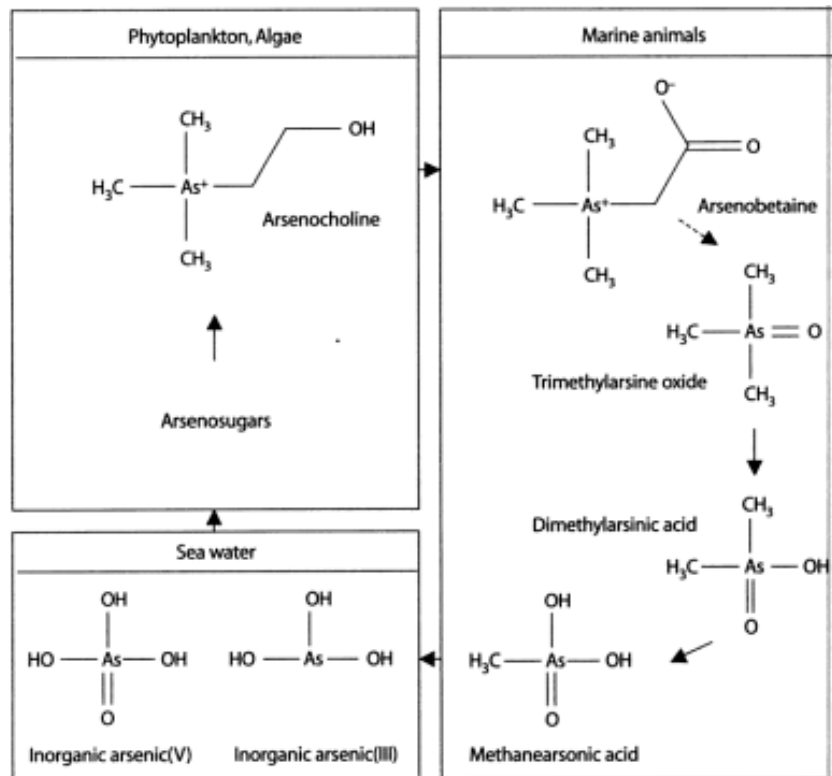


Figura 12.3.4-13. Sequencia metabólica de redução do arsênio no ambiente marinho.

Observou-se que entre os metais quantificados no tecido muscular de peixes e siri (arsênio, cobre, manganês, mercúrio e zinco), apenas arsênio e zinco ocorrem em concentrações acima do limite estabelecido para consumo humano, segundo legislações vigentes. Os demais metais analisados (cádmio, cromo, chumbo e níquel) apresentaram concentração abaixo do limite de quantificação do método analítico utilizado em todas as amostras de parati e siri analisadas neste monitoramento.

C. Teor de Umidade e gordura

A Tabela 12.3.4-2 apresenta os resultados de teor de umidade e gorduras totais nas amostras analisados nos tecidos musculares de paratis e siris, durante o período de monitoramento de Janeiro de 2010 a Dezembro de 2011 (campanhas prévia, I a VII).

Tabela 12.3.4-2. Teor de umidade e gorduras totais nas amostras de tecidos musculares de paratis (*Mugil curema*) e siris-azuis (*Callinectes danae*) durante o período de janeiro de 2010 a dezembro de 2011.

Áreas	Peixe (<i>Mugil curema</i>)					Siri-azul (<i>Callinectes danae</i>)				
	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
Umidade (%)	76,7	76,3	76,4	77	77,6	79,6	78,8	78,9	78,4	79,4
Gordura (%)	0,6	0,6	0,7	0,6	0,9	0,3	0,2	0,4	0,5	0,5

Os resultados obtidos para o teor de umidade e gorduras totais nos tecidos dos organismos analisados (parati e siri) apresentaram pouca variabilidade entre as amostras e entre as espécies. O valor médio de umidade para as amostras de tecidos de paratis foi de 76,8% e de gorduras totais foi de 0,7%, já para as amostras de tecidos de siris o valor médio de umidade foi de 79% e de gorduras totais foi de 0,4%.

D. Demais parâmetros analisados

O parâmetro bifenilas policloradas foi quantificado nas amostras de tecido muscular de peixe durante a Campanha II (áreas 1 a 4) e Campanha III (área 3), entretanto, as concentrações de PCB totais quantificadas nestas amostras estiveram abaixo do limite estabelecido para consumo humano pela USEPA, 2010. (Figura 12.3.4-14)

Nas análises realizadas nas amostras de tecido muscular de siri o PCB apresentou concentração abaixo do limite de quantificação do método analítico utilizado.

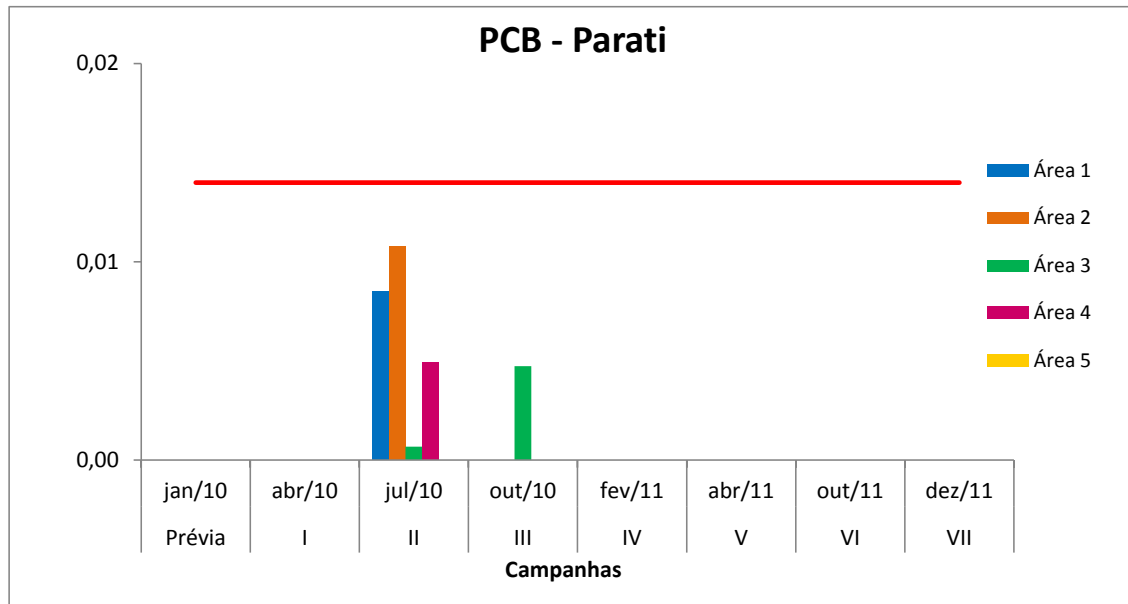


Figura 12.3.4-14. Variações na concentração de PCB no tecido muscular do peixe parati (*Mugil curema*).

Entre os demais parâmetros analisados (POC, HPA e SVOC) todos apresentaram concentrações abaixo dos limites de quantificação do método analítico utilizado, tanto para amostras de parati quanto de siri, ao longo de todas as campanhas de monitoramento.

12.4. Considerações Finais

A maioria dos parâmetros analisados nos tecidos dos organismos avaliados ocorreram em concentrações abaixo dos limites de quantificação dos métodos analíticos pertinentes. Ressalta-se que todos os compostos semivoláteis (SVOC), hidrocarbonetos policíclicos aromáticos (HPA) e pesticidas organoclorados (POC) analisados em todas as amostras de tecidos musculares de paratis (*Mugil curema*) e siris (*Callinectes danae*) ocorreram em concentrações inferiores aos limites de quantificação do método analítico utilizado em todas as campanhas avaliadas no presente monitoramento (Campanha Prévia e Campanhas I a VII).

Valores próximos ao limite estabelecido para consumo humano pelo Decreto 55.871/65, para zinco, foram identificados nas amostras (parati e siri-azul) da área 5, Largo do Candinho – Canal de Bertioga, considerada como uma área controle, entretanto, é importante considerar que a legislação brasileira não possui um

valor específico de zinco para os organismos aquáticos destinados ao consumo humano. A referência adotada, de 50 mg/kg, é a mesma considerada pela CETESB (2001), presente na categoria “outros alimentos” do Decreto 55.871/65, o qual enquadra a matriz analisada. Este valor foi utilizado como base de comparação de eventuais efeitos biológicos adversos.

O zinco, como outros metais considerados micronutrientes, é encontrado naturalmente no ambiente e encontra-se em constante mobilização e transporte, oriundo de processos naturais como erosão, lixiviação do solo, incêndios florestais, erupções vulcânicas, atividade biológica, aporte de esgoto doméstico, entre outros. Sua biodisponibilidade depende de fatores diversos como propriedades químicas e físicas do meio ambiente, processos biológicos, temperatura, pH, dureza da água, idade e tamanho dos organismos, entre outros (Lacerda *et al.*, 1989).

O semimetal arsênio, quantificado em concentrações acima do limite estabelecido para consumo humano (conforme Portaria 685/98) em amostras de parati e siri-azul, existe na natureza em uma variedade de formas químicas, inorgânicas e orgânicas, sendo que seu efeito tóxico depende principalmente de sua forma química, na qual a forma inorgânica é considerada a mais tóxica ao homem. Contudo, as formas orgânicas, consideradas não tóxicas, são de especial interesse ao homem por estarem presentes em diversos organismos aquáticos utilizados como fontes de alimento (Baird, 2002; Borak & Hosgood, 2007; Sharma & Sohn, 2009; Kuniyoshi *et al.*, 2011).

Em ambientes marinhos as principais formas de arsênio inorgânico encontrados são: Arsenito (As^{3+}) e Arsenato (As^{5+}), as quais representam apenas uma pequena fração do arsênio total encontrado nos organismos marinhos, variando de 1 a 4% (Codex, 1999; Baird, 2002; LI *et al.*, 2003; Borak & Hosgood, 2007; Sharma & Sohn, 2009; Kuniyoshi *et al.*, 2011).

A concentração de arsênio total em organismos marinhos varia de 1 a mais de 30 $\mu g/g$, e a arsenobetaina, fração orgânica do arsênio total, é a maior fração extraída nesses organismos (excedendo 98%), e que não apresentam toxicidade aos seres humanos (Ballin *et al.*, 1994; LI *et al.*, 2003; Peshut *et al.*, 2008; Sakurai *et al.*, 2004).

O elevado nível de concentração do arsênio em organismos marinhos é conhecido desde o início do século XX, e, recentemente estudos demonstraram que os organismos marinhos acumulam quantidades substanciais de arsênio orgânico (em especial, arsenobetaína) de modo mais eficiente que os organismos terrestres e/ou de água doce. Além disso, os organismos terrestres, incluindo os seres humanos não acumulam a arsenobetaína ingerida através do consumo desses organismos, excretando-a através da urina em poucos dias (Clowes & Francesconi, 2004; Kuniyoshi *et al.*, 2011; Nifes, 2004).

Com isso, uma vez que a maior parte dos componentes de arsênio em organismos marinhos é o arsênio orgânico, e que este apresenta baixa toxicidade e é rapidamente excretado pela urina, as concentrações de arsênio nas amostras analisadas devem ser avaliadas com cautela, visto que as diferentes formas de arsênio não foram analisadas. Além disso, a legislação brasileira deve ser interpretada com cuidado, pois não distingue as frações do elemento durante a análise, não verificando assim, o possível potencial tóxico desse composto nos organismos (Kuniyoshi *et al.*, 2011).

Cabe ressaltar que anteriormente ao início das obras de dragagem, a análise do sedimento ao longo do canal de navegação do Porto de Santos (FRF, 2008) indicou a presença de arsênio ao longo de todo o canal de navegação, em alguns casos acima do nível 1 estabelecido pela Resolução CONAMA nº 344/2004 (de 8,2 mg/kg), assim como a análise de bioacumulação da macrofauna bentônica para o estudo de alternativas de novas áreas de disposição de material dragado, realizada em 2007 para o EIA/RIMA da dragagem de aprofundamento do canal do Porto de Santos, no qual foram encontradas concentrações de arsênio em camarão branco, porquinho e raia que variaram de 1 a 3,56 mg/kg (FRF, 2008). Estes resultados podem indicar presença natural deste semimetal nos organismos do canal e no sistema estuarino da Baixada Santista.

Nas Campanhas II e III (Julho e Outubro de 2010), foram quantificados em amostras de tecidos musculares de paratis pelo menos um dos sete congêneres de PCB analisados, entretanto, as concentrações de PCB totais quantificadas nessas amostras estiveram abaixo do limite estabelecido para consumo humano pela USEPA, 2010. Os PCBs são compostos sintéticos, que podem estar

presentes em efluentes industriais e em emissões atmosféricas resultantes da queima de plásticos e de outros resíduos, sendo frequentes em incineradores nos quais o processo de queima é incompleto e na queima de combustíveis. Segundo relatório da CETESB (2001), as concentrações de bifenilas policloradas na Baixada Santista, sugerem uma contribuição difusa desses poluentes para o meio aquático, ocorrendo em todos os pontos avaliados por eles, com níveis de concentração nos sedimentos acima do TEL (valores abaixo dos quais efeitos adversos são raramente esperados) na região da saída do emissário, rio Cubatão e canal de Piaçaguera. Nesse mesmo relatório, a CETESB, observou acumulação de PCB em alguns organismos coletados no estuário de Santos, especialmente nos sésseis e filtradores (ostras e mexilhões), ocorrendo alguns valores acima do critério para consumo humano (CETESB, 2001).

A concentração de PCB em organismos aquáticos depende de uma série de fatores, tais como as espécies expostas, o conteúdo de gordura das mesmas, tamanho, metabolismo e tipo de dieta alimentar. Segundo Moore & Ramamoorthy (1984) *apud* CETESB (2001) os valores de PCB nos peixes podem ser bastante variáveis em termos sazonais dependendo do ciclo reprodutivo, alimentação e atividade dos peixes.

Desta forma, apesar de congêneres de PCB terem sido quantificados em paratis, não há como estabelecer uma relação com a dragagem, uma vez que diversas fontes podem estar contribuindo para sua ocorrência no estuário, como demonstrado acima e pelo fato de não ter sido quantificado nenhum PCB nas amostras de siris.

As análises realizadas nas amostras de tecidos musculares dos organismos realizadas neste monitoramento, indicaram que a maioria dos parâmetros analisados ocorreram em concentrações abaixo dos limites de quantificação dos métodos analíticos pertinentes. Entre os parâmetros quantificados observou-se sua ocorrência tanto em amostras coletados ao longo do Canal de Santos quanto no Canal de Bertiooga, área sem influência das atividades de dragagem e utilizada neste monitoramento como área controle.

Conclui-se, que não há como estabelecer relação direta entre os parâmetros quantificados nas amostras de siris e paratis com a atividade de dragagem, visto

que os parâmetros quantificados podem ocorrer naturalmente no ambiente ou ser oriundos de fontes difusas.

12.4.1. Recomendações ou Análise Crítica do Programa

Entre os parâmetros analisados neste monitoramento (metais, PCBs, POC, SVOC e HPAs) os únicos parâmetros quantificados foram metais e PCBs. Os demais apresentaram concentrações abaixo do limite de quantificação dos métodos analíticos utilizados, em todas as amostras analisadas.

Sugere-se que o parâmetro hidrocarbonetos policíclicos aromáticos (HPA) não seja mais analisado, considerando que este não foi quantificado em nenhuma amostra de tecido muscular dos organismos coletados no canal do Porto de Santos. Além disso, o tempo de meia-vida dos compostos HPA nos organismos aquáticos é muito curto, devido a degradações biológicas. Os HPAs são facilmente metabolizados pelos organismos em substâncias mais hidrofílicas (polares), como fenóis, dihidrodíóis, quinonas e epóxidos, e excretados na forma de seus metabolitos.

Visto que a eliminação de HPAs é geralmente eficiente em peixes, não é observada bioacumulação destes compostos. Concentrações de HPA no tecido de organismos não são, portanto, indicativos dos níveis aos quais os mesmos foram expostos e não devem ser usados como marcadores de bioacumulação.

Considerando tais resultados, e a possível continuidade do monitoramento das atividades de dragagem no Canal do Porto de Santos, sugere-se a continuidade do monitoramento da qualidade dos organismos bioindicadores, como forma de conhecer a qualidade do pescado na região, analisando os parâmetros metais e semimetals (arsênio) e PCBs. Com relação à frequência amostral utilizada neste monitoramento (trimestral), observou-se que os resultados para os parâmetros quantificados apresentaram pouca variação entre os meses, sugere-se a alteração da frequência amostral para semestral.

12.5. Cronograma

O cronograma das atividades desenvolvidas por este programa ao longo dos 24 meses de monitoramento é apresentado na Tabela 12.5-1, na qual são discriminadas as amostragens realizadas até dezembro de 2011.

Tabela 12.5-1 Cronograma de atividades desenvolvidas por este programa.

ATIVIDADES	MÊS																							
	2010												2011											
	jan	fev	mar	abr	mai	jun	jul	ago	set	out	nov	dez	jan	fev	mar	abr	mai	jun	jul	ago	set	out	nov	dez
Programa 12																								
Campanha prévia	■																							
Campanha de campo	■			■			■			■		■			■			■			■			
Relatórios parciais		■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	
Relatórios completos					■					■						■					■			

12.6. Referências Bibliográficas

Baird, C. 2002. Capítulo 7. *In*: Química Ambiental. Bookman, p. 433-434.

Ballin, U.; Kruse, R. & Russell, H. A. 1994. Determination of total arsenic and speciation of arsenobetaine in marine fish by means of reaction — headspace gas chromatography utilizing flame-ionization detection and element specific spectrometric detection. *Fresenius Journal Analytical Chemistry*, 350: 54-61.

Borak, J. & Hosgood, H.D. 2007. Seafood arsenic: implications for human risk assessment. *Regulatory Toxicology and Pharmacology*, 47, 204-212.

Branco, J.O. 1996. Ciclo e ritmo alimentar de *Callinectes danae* Smith, 1869 (Decapoda, Portunidae) na Lagoa da Conceição, Florianópolis, SC. *Arq. Biol. Technol.*, 39 (4): 987-998.

Brasil 1965. Decreto Nº 55.871, de 26 de março de 1965. Casa Civil Subchefia para Assuntos Jurídicos. Referente a normas reguladoras do emprego de aditivos para alimentos. *Diário Oficial da União; Poder Executivo*, de 09 de abril de 1965 Disponível em: <http://www.anvisa.gov.br/legis/decretos/55871_65.htm>. Acessado em 2010.

Brasil 1998. Portaria N º 685, de 27 de agosto de 1998. Estabelece os níveis máximos de contaminantes químicos em alimentos e os limites

máximos de tolerância para contaminantes inorgânicos. Diário Oficial da União de 24 de setembro de 1998. Disponível em: <http://www.anvisa.gov.br/legis/portarias/685_98.htm>. Acesso em 2010.

CETESB, Companhia Ambiental do Estado de São Paulo 2001. Sistema Estuarino Santos e São Vicente. Relatório Técnico, Cetesb, São Paulo, 141 p.

Clowes, L.A. & Francesconi, K.A. 2004. Uptake and elimination of arsenobetaine by the mussel *Mytilus edulis* is related to salinity. Comparative Biochemistry and Physiology Part. C, 137: 35-42.

Codex Alimentarius Commission. 1999. Thirty-first session of the Codex Committee on Food Additives and Contaminants, Haia, Holanda, 22-26 de Março 1999. Report. FAO/WHO Food Standards Programme, FAO, Rome, Italy, 73 p.

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

Froese, R. & Pauly, D. 2010. *FishBase*. World Wide Web electronic publication. Disponível em: <www.fishbase.org>. Acesso em março de 2010.

Fundespa, Fundação de Estudos e Pesquisas Aquáticas 2010a. Segundo Relatório Técnico Semestral do Plano Básico Ambiental da Dragagem de Aprofundamento do Porto de Santos. Relatório Técnico, RTS-1118-140611. Fundespa, São Paulo, 1555 p.

Fundespa, Fundação de Estudos e Pesquisas Aquáticas 2010b. Primeiro Relatório Técnico Semestral do Plano Básico Ambiental da Dragagem de Aprofundamento do Porto de Santos. Relatório Técnico, RTS-0618-140910. Fundespa, São Paulo, 1447 p.

Fundespa, Fundação de Estudos e Pesquisas Aquáticas 2011a. Terceiro Relatório Técnico Semestral do Plano Básico Ambiental da Dragagem de Aprofundamento do Porto de Santos. Relatório Técnico, RTS-071011. Fundespa, São Paulo.

- Fundespa, Fundação de Estudos e Pesquisas Aquáticas 2011a. Terceiro Relatório Técnico Semestral do Programa de Monitoramento da Qualidade dos Sedimentos nas Áreas Dragadas: Sedimentologia, Geoquímica e Ecotoxicologia (Programa 10 e 11). Relatório Técnico, RTS-091211 Revisão 1. Fundespa, São Paulo, 91 p.
- Kietzmann, U.; Priebe, K.; Rakow, D. & Reichstein, K. 1974. Inspección veterinaria de pescados. Editora ACRIBIA, Zaragoza, Espanha, 325 p.
- Kuniyoshi, L.S.; Braga, E.S. & Favaro, D.I.T. 2011. Uso do arsênio na avaliação da qualidade do pescado: Necessidade de adequação da legislação ambiental. *In: V Simpósio Brasileiro de Oceanografia, Santos, SP, Brasil. Resumo expandido. Sociedade Brasileira de Oceanografia, p. 1-5.*
- Lacerda, L.D.; Carvalho, C.E.V. & Gomes, M.P. 1989. Nota sobre a distribuição de Mn, Zn e Cu em siris da Baía de Sepetiba. *Revista Brasileira de Biologia. 49(3): 847-849*
- Li, W.; Wei, C.; Zhang, C.; Van Hulle, M.; Cornelis, R. & Zhang, X. 2003. A survey of arsenic species in Chinese seafood. *Food and Chemical Toxicology, 41; 1103-1110.*
- Melo, G.A.S. 1996. Manual de identificação dos Brachyura (Caranguejos e Siris) do litoral brasileiro. Editora Plêiade/FAPESP, São Paulo, 604p.
- Meyer, V. & Ludorff, W. 1978. El pescado y los productos de la pesca. Editora ACRIBIA, Zaragoza, Espanha, 341 p.
- Nifes, National Institute of Nutrition and Seafood Research. 2004. Is arsenic in fish and fish feed a problem for food safety?. Disponível em: <http://www.nifes.no/index.php?page_id=131&article_id=454&lang_id=2>. Acesso em 29 de abril de 2011.
- Peshut, P.J.; Morrison, R.J. & Brooks, B.A. 2008. Arsenic speciation in marine fish and shellfish from American Samoa. *Chemosphere, 71: 484-492.*
- Rainbow, P.S. & White, S.L. 1989. Comparative strategies of heavy metal accumulation by crustaceans: zinc, copper and cadmium in a decapod, an amphipod and a barnacle. *Hydrobiologia, 174 (3): 245-262.*

- Sakurai, T.; Kojima, C.; Ochiai, M.; Ohta, T. & Fujiwara, K. 2004. Evaluation of in vivo acute immunotoxicity of a major organic arsenic compound arsenobetaine in seafood. *International Immunopharmacology*, 4: 179-184.
- Severino-Rodrigues, E.; Pita, J.B. & Graça-Lopes, R. 2001. Pesca artesanal de siris (Crustácea, Decápoda, Portunidae) na região estuarina de Santos e São Vicente (SP), Brasil. *Boletim do Instituto de Pesca, São Paulo*, 27(1): 7-19.
- Sharma, V.K. & Sohn, M. 2009. Aquatic arsenic: toxicity, speciation, transformation and remediation. *Environmental internacional*, 35: 743-759.
- USEPA, United States Environmental Protection Agency 2010. Water Quality Assessment Guidance Manual. *In: Integrated Water Quality Report (Y2010 305(b)/303(d)); APPENDIX E-1 - Fish Tissue Values (TVs)*. Disponível em: <<http://www.deq.virginia.gov/water>>. Acessado em 2010.
- Vazzoler, A.E.A.M. 1996. *Biologia da reprodução de peixes teleósteos: teoria e prática*. EDUEM, Maringá:, 169 p.

12.7. Equipe Técnica

Dra. MSc Mariana Beraldo Masutti - Química

MSc, Cristina Gonçalves - Química

Carlos Eduardo Neves Consulim – Oceanógrafo

Denise Germano Pinto - Bióloga

Clarice Yumi Hiramatsu - Química

Gimel Roberto Zanin – Oceanógrafo

Lívia Huln Fenili - Oceanógrafa

MSc Priscilla Bosa - Oceanógrafa

Tábata Sarti Prado - Oceanógrafa

Vanessa Ferreira Rocha - Técnica em saneamento

Victor Carozza Barcellini – Biólogo

12.8. Anexos

- Anexo 12.8-1. Dossiê fotográfico
- Anexo 12.8-2. Laudos de biometria;
- Anexo 12.8-3. Laudos laboratoriais - análises químicas dos tecidos dos organismos e carta encaminhada pelo laboratório responsável sobre melhorias no processo analítico.

ANEXO 12.8-1. DOSSIÊ FOTOGRÁFICO

ANEXO 12.8-2. LAUDOS DE BIOMETRIA

ANEXO 12.8-3. LAUDOS LABORATORIAIS - ANÁLISES QUÍMICAS DOS
TECIDOS DOS ORGANISMOS E CARTA ENCAMINHADA PELO
LABORATÓRIO RESPONSÁVEL SOBRE MELHORIAS NO PROCESSO
ANALÍTICO