

17. PROGRAMA DE MONITORAMENTO AMBIENTAL DA ÁREA DE DISPOSIÇÃO OCEÂNICA DE MATERIAIS DRAGADOS NA REGIÃO DO PORTO DE SANTOS	1
17.1. INTRODUÇÃO E OBJETIVOS	1
17.2. METODOLOGIA	5
17.3. RESULTADOS E DISCUSSÃO	34
17.3.1. <i>Atividades desenvolvidas no 1º Semestre: Fevereiro a Junho de 2010.....</i>	<i>34</i>
17.3.2. <i>Atividades desenvolvidas no 2º Semestre: Julho a Novembro de 2010.....</i>	<i>40</i>
17.4. CONSIDERAÇÕES FINAIS	136
17.5. CRONOGRAMA.....	140
17.6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	141
17.7. EQUIPE TÉCNICA	148
17.8 ANEXOS	149

17. Programa de Monitoramento Ambiental da Área de Disposição Oceânica de Materiais Dragados na Região do Porto de Santos

17.1. Introdução e Objetivos

Este programa contempla a realização de cinco estudos na área de disposição oceânica de materiais dragados na região do Porto de Santos, descritos a seguir, os quais apresentam diferentes análises e periodicidades:

- a) Análises físico-químicas do sedimento;
- b) Ensaio ecotoxicológicos com anfípoda;
- c) Avaliação da estrutura da comunidade bentônica;
- d) Análises químicas nos tecidos dos organismos;
- e) Avaliação das comunidades demersais-bentônicas.

O programa em questão abrange todas as quadrículas do Polígono de Disposição Oceânica – PDO bem como as adjacências, além da área a ser controlada no limite da zona de amortecimento do Parque Estadual Marinho da Laje de Santos (Figura 17.1-1).

Cabe ressaltar que não há um ponto “controle” ou “referência” neste estudo e sim um ponto a ser controlado (PS-C1), localizado no Parque Estadual Marinho da Laje de Santos, pois não é possível afirmar que este ponto seja livre de outras influências antrópicas. A condição da campanha prévia, realizada anteriormente ao início da dragagem, é considerada como a condição controle, que vem sendo avaliada e comparada com as campanhas posteriores ao início da dragagem.

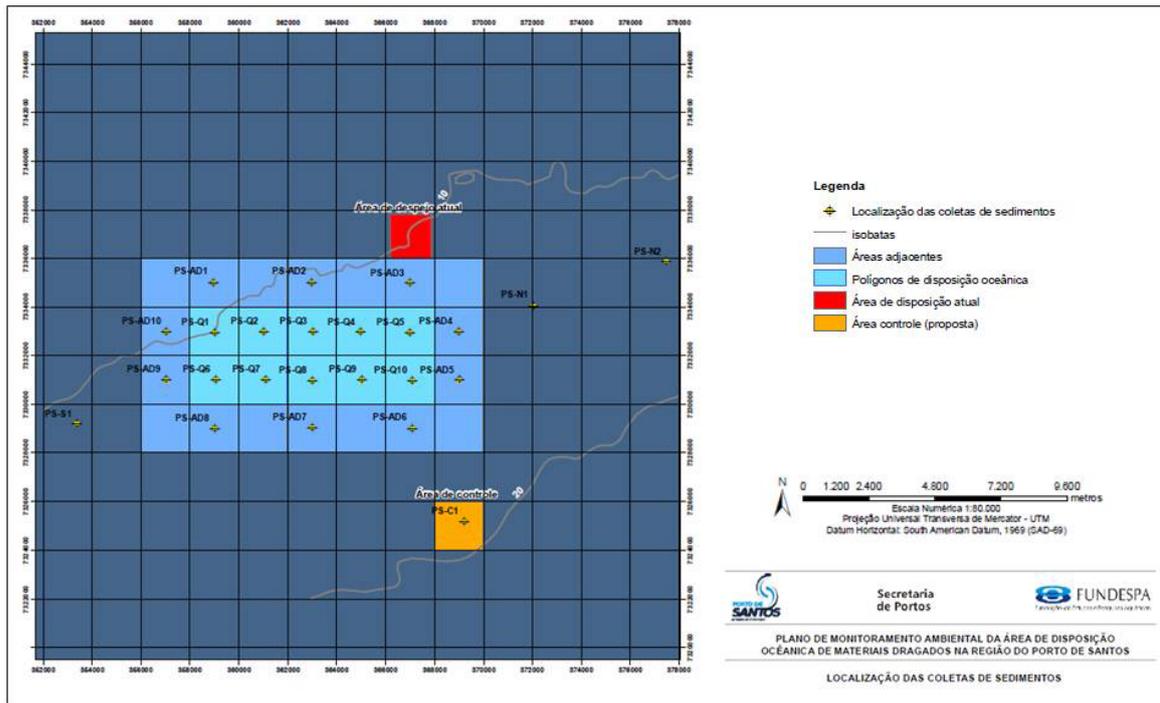


Figura 17.1-1 Localização dos pontos amostrais de sedimentos – Campanha Prévia/jan 2010.

A qualidade do sedimento nas quadrículas do PDO, e nas quadrículas imediatamente adjacentes às que estiverem em uso, está sendo monitorada com a seguinte periodicidade:

- Mensalmente, quanto à sua composição física (granulometria), química (metais e HPA) e ecotoxicológica;
- Trimestralmente, com a realização de todas as análises químicas previstas pela Resolução Conama 344/2004 (Brasil, 2004),
- Trimestralmente, com a avaliação dos organismos bentônicos, demersais-bentônicos e testes ecotoxicológicos; e
- Semestralmente, com a avaliação de organismos bentônicos, demersais-bentônicos e análises químicas nos tecidos dos organismos.

A qualidade do sedimento nas áreas a nordeste e a sudoeste do PDO está sendo monitorada com a seguinte periodicidade:

- Mensalmente, com análise de granulometria;

- Trimestralmente, com a avaliação dos organismos bentônicos, demersais-bentônicos e da granulometria; e
- Semestralmente, com todas as análises previstas pela Resolução Conama 344/2004 (Brasil, 2004) (físicas, químicas e ecotoxicológicas) e avaliação dos organismos bentônicos, demersais-bentônicos e análises químicas nos tecidos dos organismos.

A área a ser controlada (PS-C1) está sendo monitorada com a seguinte periodicidade:

- Mensalmente com a realização de todas as análises (físicas, químicas e ecotoxicológicas) previstas pela Conama 344/2004 (Brasil, 2004);
- Trimestralmente, com a avaliação da comunidade bentônica e demersal-bentônica; e
- Semestralmente, com a avaliação de organismos bentônicos, demersais-bentônicos, análises químicas nos tecidos dos organismos, e de todas as análises (físicas, químicas e ecotoxicológicas) previstas pela resolução supracitada.

Este documento apresenta a compilação das atividades realizadas e dos resultados obtidos em cada um dos cinco estudos considerados, durante o período compreendido entre maio/2010 e novembro/2010, referentes ao monitoramento ambiental da área de disposição oceânica dos materiais dragados na região do Porto de Santos. A Tabela 17.1-1 apresenta as datas de realização das campanhas de amostragem dos cinco estudos deste PBA, realizadas desde o início do programa (janeiro de 2010 a dezembro de 2010).

Tabela 17.1-1. Discriminação das campanhas realizadas no período de janeiro a dezembro de 2010 durante a execução do programa de monitoramento.

Análises do Programa 17	A. Química e granulometria	B. Ecotoxicologia dos sedimentos	C. Organismos bentônicos	D. Organismos demersais-bentônicos	E. Análise química dos tecidos dos organismos
Periodicidade Meses	Mensal		Trimestral		Semestral
Jan/2010	CP (20, 25, 26 e 27)	CP (20, 25, 26 e 27)	CP (20, 25, 26 e 27)	-	-
Fev/2010	-	-	-	CP (1, 2 e 3)	CP (1 e 2)
Mar/2010	C1 (19, 23 e 24)	C1 (19, 23 e 24)	-	-	-
Abr/2010	C2 (14 a 16)	C2 (14 a 16)	C1 (14 a 16)	C1 (14 a 16)	-
Mai/2010	C3 (30)	C3 (30)	-	-	-
Jun/2010	C3 (8 e 17) + C4 (18, 19, 20 e 26)	C3 (8 e 17) + C4 (18, 19, 20 e 26)	-	-	-
Jul/2010	C5 (21, 22 e 30)	C5 (21, 22 e 30)	C2 (21, 22 e 30)	C2 (21, 22 e 23)	C1 (21 e 22)
Ago/2010	C6 (20, 21 e 23)	C6 (20, 21 e 23)	-	-	-
Set/2010	C7 (24, 29 e 30)	C7 (24, 29 e 30)	-	-	-
Out/2010	C8 (28 e 29)	C8 (28 e 29)	C3 (28 e 29)	C3 (06, 07 e 08)	-
Nov/10	C8 (04) + C9 (22 e 26)	C8 (04) + C9 (22 e 26)	C3 (04)	-	-
Dez/10	C9 (03) + C10 (20, 21 e 22)	C9 (03) + C10 (20, 21 e 22)	-	-	-

CP - campanha prévia; C1 - Campanha 1; C2 - Campanha 2; C3 - Campanha 3; e sucessivamente.

() - dias da coleta no mês

Este plano de monitoramento tem o objetivo de:

- Identificar possíveis alterações na qualidade do sedimento da área de disposição e adjacências;
- Identificar possíveis efeitos deletérios sobre a biota e os processos ecológicos do local de disposição e adjacências;
- Subsidiar o gerenciamento ambiental das atividades de dragagem, a fim de minimizar eventuais danos ao ambiente.

17.2. Metodologia

17.2.1. Organismos demersais-bentônicos

A. Localização das áreas de amostragem

As coordenadas tiveram como base as informações disponíveis no Plano Básico Ambiental (PBA). Os pontos estão localizados ao longo das quadrículas do Polígono de Disposição Oceânica (PDO), que engloba a área de disposição oceânica de materiais dragados e áreas adjacentes (Tabela 17.2.1-1).

Tabela 17.2.1-1. Pontos de coleta de organismos demersais bentônicos no monitoramento da área de disposição atual

Pontos de Coleta	Nome do Local
1	Entorno da área de deposição do material dragado
2	Área de deposição do material dragado
3	Área de deposição do material dragado
4	Área de dispersão da pluma de sedimento
5	Área de dispersão da pluma de sedimento
6	Área de amortecimento do Parque Marinho da Laje de Santos

Os pontos foram georreferenciados e posteriormente inseridos em GPS para referenciar os locais em campo. Com base nas informações georreferenciadas são localizados os pontos de coleta e registradas as reais coordenadas dos pontos coletados.

B. Atividades de campo

As coletas são realizadas com a embarcação pesqueira de arrasto duplo “PHILADÉLFIA I”, licenciada para operar com arrasto de porta na pesca de camarão, equipada com redes do tipo semi-balão com 7 m de abertura de boca e redes de emalhe com 7 cm entre nós opostos e 200 m de comprimento.

Em cada ponto amostral é realizado um lance de arrasto de fundo e um de emalhe. O esforço de arrasto é de 30 minutos durante o dia e de emalhe de no mínimo de 12 horas de imersão durante o período noturno. Ao final de cada operação, o material coletado é acondicionado em sacos de ráfia, devidamente identificados com número do ponto e aparelho de pesca. Ao término do dia de coleta, o material é transportado às dependências do Instituto de Pesca/APTA/SAA/SP, e armazenado em câmara frigorífica a 14 °C negativos até o momento da triagem em laboratório.

C. Atividades de laboratório

Em laboratório, as amostras são descongeladas naturalmente e posteriormente ocorre a triagem individual de cada saco por ponto e aparelho de pesca (Figura 17.2.1-1), constituída pela separação e posterior identificação dos organismos, com base em bibliografia específica, para peixes (Barletta & Corrêa, 1992; Figueiredo, 1977; Figueiredo & Menezes, 1978; 1980; Menezes & Figueiredo, 1980; 1981; 1985; Murakami & Amaoka, 1992; Randall, 1983), crustáceos (Melo, 1996) e moluscos (Rios, 1986).

Após a identificação das espécies, é realizada a biometria dos indivíduos, que tem seu comprimento e massa mensurados. As informações são anotadas em planilhas de laboratório e posteriormente armazenadas em um banco de dados relacional. Após a digitação inicia-se o processo de validação da consistência deste banco de dados e depuração das informações coletadas em laboratório, para posterior geração das saídas para análise.



Figura 17.2.1-1. Procedimentos realizados em laboratório de triagem do material amostrado durante a campanha pré-dragagem e 1ª campanha.

D. Análises dos dados

As capturas de cada aparelho de coleta são avaliadas com base no número de espécies e na biomassa total. Calcula-se a abundância relativa e a proporção em número e massa em relação aos atributos das populações.

Utilizando o número de espécies, indivíduos, biomassa e esforço amostral, é verificada a proporção amostrada em cada ponto de coleta por grupos taxonômicos, os quais são divididos em: crustáceo, molusco, outros, peixe ósseo e peixe cartilaginoso.

Para a avaliação ecológica das comunidades são calculados os índices de riqueza (S), diversidade de Shannon-Wiener (H'), equitatividade de Pielou's (J) e

dominância (D), utilizando as seguintes fórmulas (Magurran, 1988, Ludwig & Reynolds, 1988, Zar, 1996):

$$H' = -\sum_{i=1}^S p_i \log_b p_i \quad J = \frac{H'}{\log(S)} \quad D = 1 - J$$

onde: p_i = proporção da espécie i ;

S = número de espécies quando $\sum_{i=1}^S p_i = 1$; b = base logarítmica.

São utilizadas diferentes técnicas multivariadas para avaliar espacialmente a distribuição das variáveis no espaço multidimensional descrito pelas amostras, dentre elas a análise de componente principal (PCA), agrupamento hierárquico (HCA) e escalonamento multidimensional não-métrico (NMDS) (Moita-Neto & Moita, 1998).

Para a PCA é utilizada a análise discriminante regularizada, que permite avaliar a influência do fator biomassa das espécies na variação dos pontos de coleta (Legendre & Legendre 1998). Na análise de agrupamento são testados inicialmente diferentes métodos de matrizes e de ligação quanto à capacidade de reproduzir matrizes de dissimilaridade, calculando-se os coeficientes de correlação cofenética (CCC) (Michie 1994, Faith *et al* 1987, Valentin 2000).

17.2.2. Análises químicas nos tecidos dos organismos

A. Métodos de captura dos organismos

A coleta dos organismos para este trabalho é realizada através da aplicação da arte de pesca apresentada a seguir, sendo também descrito o petrecho utilizado:

- Arrasto duplo: a embarcação utilizada apresenta tangones, os quais permitem que duas redes idênticas sejam arrastadas simultaneamente;

cada uma das redes é dotada de um par de portas retangulares posicionadas junto às extremidades anteriores da rede. Vale ressaltar que para este trabalho são utilizados apenas os organismos capturados em uma das redes; os organismos da outra rede são utilizados nas análises dos organismos demersais-bentônicos.

A amostragem dos organismos é realizada com uma embarcação pesqueira de arrasto duplo “PHILADÉLFIA I”, licenciada para operar com arrasto de porta na pesca de camarão. A embarcação utiliza redes do tipo semi-balão com 7 m de abertura de boca. Os arrastos de fundo apresentam um esforço de 30 minutos durante o dia.

B. Localização das áreas de amostragem

Esta técnica é aplicada em seis áreas distintas (06 lances arrastos de fundo) distribuídas ao longo das quadrículas do Polígono de Disposição Oceânica (PDO) e áreas adjacentes.

As regiões de monitoramento de organismos para as avaliações ecológicas de organismos demersais-bentônicos e análises químicas nos tecidos dos organismos ocorrem simultaneamente nos mesmos pontos amostrais. A Tabela 17.2.2-1 apresenta a nomenclatura adotada neste monitoramento e localização geográfica das áreas de coleta apresentadas a seguir:

- 01 área no setor a sudoeste do PDO (MB-01);
- 02 áreas nas quadrículas do PDO (MB-02 e MB-03);
- 02 áreas no setor a nordeste do PDO (MB-04 e MB-05);
- 01 área localizada no limite da zona de amortecimento do Parque Estadual Marinho da Laje de Santos – área a ser controlada (MB-06).

Tabela 17.2.2-1. Pontos amostrais e suas respectivas coordenadas de localização geográfica (Campanha Prévia/fev 2010; Campanha I/jul 2010– lances de arrasto de fundo).

Nomenclatura dos Pontos	Zona	Coordenadas UTM*			
		Campanha Prévia		Campanha I - Jul/10	
		Eastings (mE)	Northings (mN)	Eastings (mE)	Northings (mN)
MB-01	23 J	353594	7329393	353.809	7.329.161
	23 J	354449	7330626	355.159	7.329.502
MB-02	23 J	360094	7332455	360.061	7.332.103
	23 J	363800	7332910	358.678	7.332.577
	23 J	363912	7333480	-	-
MB-03	23 J	366155	7332638	366.158	7.332.585
	23 J	367569	7332638	367.660	7.332.420
MB-04	23 J	372124	7334081	372.483	7.334.279
	23 J	373260	7335005	373.543	7.335.238
MB-05	23 J	375904	7335958	376.106	7.335.983
	23 J	376978	7336990	377.508	7.335.983
MB-06	23 J	369426	7325346	369.451	7.325.151
	23 J	370537	7325907	370.979	7.325.054

* Coordenadas referenciadas ao *datum* horizontal SAD-69

As figuras com a localização georreferenciada das linhas de arrasto executadas durante as campanhas de amostragem prévia e I (fevereiro e julho de 2010, respectivamente) encontram-se no Anexo 17.8-1 (sendo, Figura 8 – Campanha prévia e Figura 9 – Campanha I). Abaixo, apresenta-se a localização (Figura 17.2.2-1) dos arrastos realizados para a amostragem de organismos para análise química de seus tecidos na Campanha I – Julho/2010 (semestral).

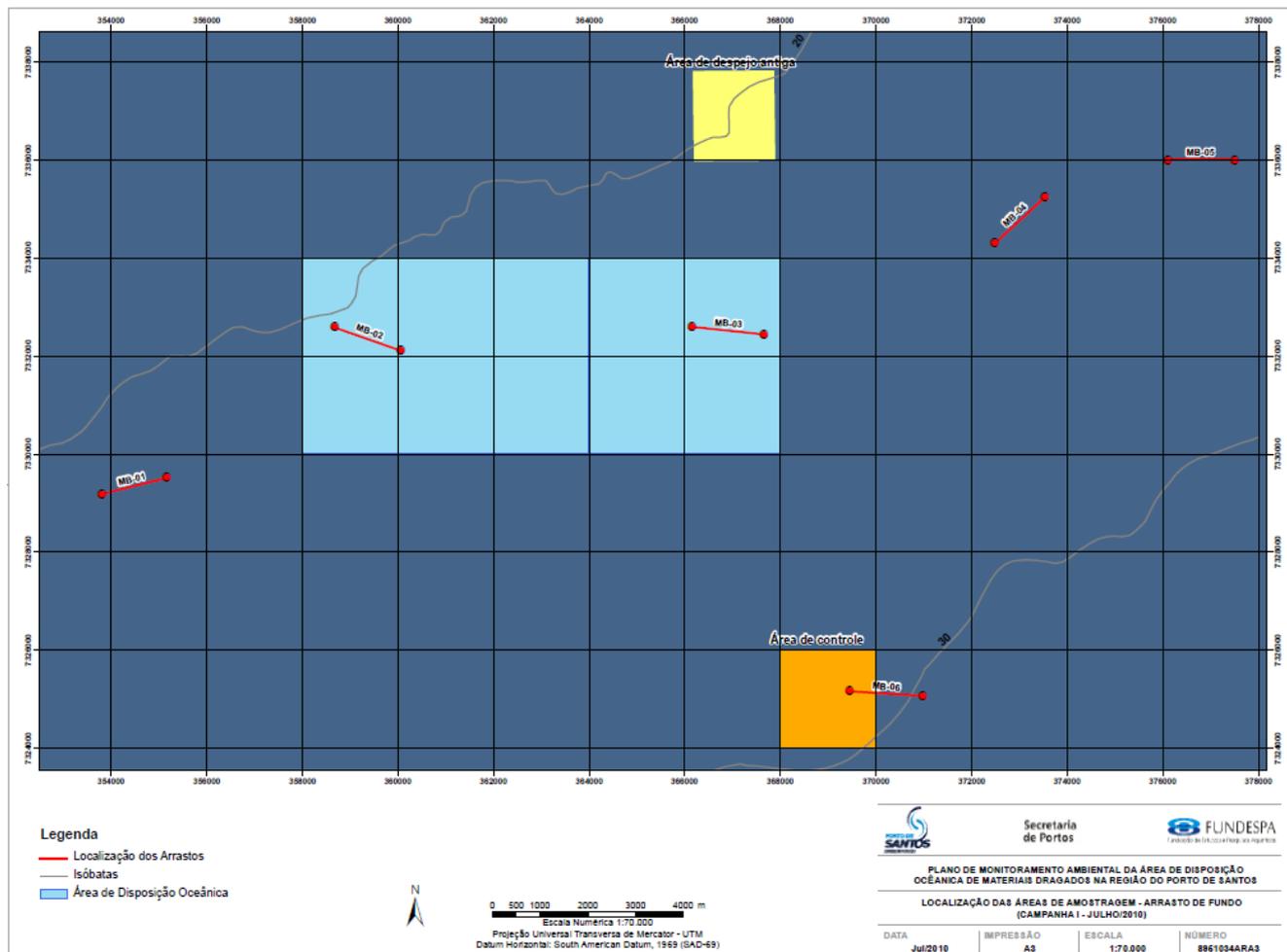


Figura 17.2.2-1. Figura de localização dos arrastos (Campanha I) realizados para a amostragem de organismos na região do PDO e adjacências.

C. Seleção dos organismos para análise química

A análise química se caracteriza pela quantificação de elementos e substâncias químicas, nos tecidos dos organismos selecionados para essa avaliação. A seleção desses organismos deve considerar diversos aspectos referentes à biologia dos organismos e sua forma de vida. A seleção das espécies de interesse para a análise química em seus tecidos considerou os seguintes critérios:

- 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 o sedimento de fundo e;
- Época de reprodução da espécie.

Ressalta-se que não é possível prever as espécies que serão obtidas a partir das metodologias apresentadas. As espécies utilizadas para a análise química são selecionadas *a posteriori*, sendo considerados os critérios apresentados e a probabilidade de residência destes organismos no local em boa parte do seu ciclo de vida, tornando mais críveis as interpretações quanto às características do ambiente e aumentando as possibilidades de utilização das mesmas espécies nas próximas campanhas para permitir comparações entre elas. Além disto, foram selecionadas espécies comuns a todas, ou à maioria, das regiões de amostragem, permitindo comparações dos resultados entre as diferentes áreas amostradas.

D. Procedimentos de tratamento das amostras e armazenamento

No caso de insuficiência de biomassa para atender aos pré-requisitos das análises químicas em um ponto amostral, deve-se realizar a composição de amostras pela junção de espécies ou pela junção de amostras entre pontos similares. O procedimento adotado para compor uma amostra com mais de uma espécie deve considerar a semelhança de características como: tipo de hábitat, comportamento e hábitos alimentares. Para a composição de amostras provenientes de áreas amostrais distintas, adota-se, além dos critérios citados, a proximidade geográfica e similaridade de características físicas entre as áreas amostrais consideradas.

Após os procedimentos de pesca e despesca dos organismos, os espécimes coletados para as análises químicas são abatidos por choque térmico, processo no qual os indivíduos são transferidos para uma caixa de isopor (120 litros) 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 deve ser suficiente para manter a temperatura da água entre 4 e 6°C (Kietzmann *et al.*, 1974; Meyer & Ludorff, 1978; Kubitzka, 2000).

Desta maneira, ocorre uma redução do estresse sofrido pelos organismos durante o processo de abate, garantindo uma boa qualidade para as amostras.

Os organismos obtidos através das técnicas descritas anteriormente e conservados sob regime de resfriamento passam então por um procedimento biométrico e posterior extração do tecido muscular para análise. O Anexo 17.8-2 apresenta o dossiê fotográfico dos procedimentos utilizados para a coleta e tratamento das amostras de organismos para as análises químicas nos tecidos musculares.

E. Análises realizadas

Para todas as espécies utilizadas nas análises químicas de tecidos, é realizada a biometria dos indivíduos coletados e são aferidas algumas das medidas padrão discriminadas em Spilzman (2000), no caso de peixes, e algumas medidas padrão existente no grupo camarões, como reportado em Pérez-Farfante e Kensley (1997 apud Costa, et. al. 2003). São obtidas as seguintes medidas:

- Peixes: comprimento total (Lt) em cm – medida do comprimento antero-posterior do organismo; comprimento padrão (Ls) em cm – medida do comprimento a partir da boca até o final da espinha dorsal; massa (Kg);
- Camarões: comprimento total (Lt) em mm; Comprimento da carapaça (Lc) em mm – medida do comprimento da ponta do rostro ao fim da carapaça torácica; massa (g).

Além disso, é registrado o número de indivíduos em cada ponto, sendo identificado, no caso dos peixes, o sexo de cada organismo e o estágio de maturação das gônadas, adaptando-se a escala de classificação proposta por Vazzoler (1996), baseada em características visuais 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-reposou; E2-em maturação; E3-madura; E4-desovada).

Após a biometria e sexagem dos indivíduos, são extraídos os tecidos musculares das espécies analisadas, formando amostras compostas de indivíduos com massa suficiente para a realização das análises químicas.

O material obtido com a extração do tecido muscular é acondicionado em frascos de vidro fornecidos pelo laboratório, devidamente limpos e identificados, e mantido sob refrigeração (congelamento) até o momento da realização das análises em laboratório. As cadeias de custódia das amostras encaminhadas ao laboratório estão apresentadas no Anexo 17.8-3.

Os parâmetros analisados nos tecidos dos organismos estão apresentados na Tabela 17.2.2-2, a qual também apresenta o método de análise, as condições de armazenagem, preservação e prazo de análise de cada parâmetro.

Tabela 17.2.2-2. Métodos analíticos e as condições de armazenamento, preservação e prazo de análise dos parâmetros a serem analisados.

Parâmetros	Método de análise	armazenamento	Preservação	Prazo para análise
Metais e semi-metais	EPA 3050B(preparação); EPA 6010C (análise)	Frasco de vidro	Refrigerar a 4±2 °C	6 meses (28 dias para mercúrio)
Pesticidas organodorados	EPA 3550C (extração) ; EPA 8081A (análise)	Frasco de vidro	Refrigerar a 4±2 ° C	14 dias para extração e 40 dias para análise
Bifenilas polidoradas totais	EPA 3550C (preparação)	Frasco de vidro	Refrigerar a 4±2 ° C	14 dias para extração e 40 dias para análise
HPA (incluindo Semivoláteis)	EPA 8270D	Frasco de vidro	Refrigerar a 4±2 ° C	14 dias para extração e 40 dias para análise
Via clássica (unidade e lipídeos)	PORTARIA N° 01 de 07/10/81	Frasco de vidro	Refrigerar a 4±2 ° C	28 dias para análise

Vale ressaltar que existe uma preocupação com a qualidade do pescado da região e a realização de coleta de amostras para realização de análises químicas é importante para assegurar sua qualidade para consumo. Entende-se que neste caso, a Codesp estará gerando dados, de interesse público (qualidade do pescado), e que a geração deste banco de dados é muito relevante, uma vez que na região não se tem um monitoramento periódico para este fim.

Desta forma, estas análises contribuirão para a avaliação do pescado de ocorrência na região do PDO e adjacências por meio do monitoramento de metais e compostos orgânicos em seus tecidos, cujos resultados serão comparados com valores nacionais e internacionais estabelecidos para o consumo humano de alimentos ou pescado.

Porém, é necessário mencionar que não é possível separar as diversas causas de potencial acumulação de contaminantes nestes organismos, uma vez que não se tratam de organismos sésseis, ou seja, não é possível correlacionar a acumulação de contaminantes com uma operação local, que é a dragagem. Assim, uma relação de causa e efeito da bioacumulação com a operação de dragagem não pode ser estabelecida.

17.2.3. Avaliação da qualidade do sedimento

A. Localização dos pontos de amostragem

A Tabela 17.2.3-1 apresenta as coordenadas dos pontos de amostragem realizados até o presente momento, considerando todas as campanhas de amostragem. As figuras de localização geográfica referentes a cada campanha (III, IV, V, VI, VII e VIII) são apresentadas no Anexo 17.8-1 (Figuras 1 a 6).

Tabela 17.2.3-1. Pontos amostrais das campanhas e suas respectivas coordenadas de localização geográfica (Projeção UTM – Datum horizontal SAD-69).

Nome do Ponto	Coordenadas UTM*		
	Zona	Eastings (mE)	Northings (mN)
PS-Q1	23J	359.000	7.333.000
PS-Q2	23J	361.000	7.333.000
PS-Q3	23J	363.000	7.333.000
PS-Q4	23J	365.000	7.333.000
PS-Q5	23J	367.000	7.333.000
PS-Q6	23J	359.000	7.331.000
PS-Q7	23J	361.000	7.331.000
PS-Q8	23J	363.000	7.331.000
PS-Q9	23J	365.000	7.331.000
PS-Q10	23J	367.000	7.331.000
PS-Ad1	23J	359.000	7.335.000
PS-Ad2	23J	363.000	7.335.000
PS-Ad3	23J	367.000	7.335.000
PS-Ad4	23J	369.000	7.333.000
PS-Ad5	23J	369.000	7.331.000
PS-Ad9	23J	363.000	7.329.000
PS-Ad10	23J	359.000	7.329.000
PS-Ad11	23J	357.000	7.335.000
PS-Ad12	23J	361.000	7.335.000
PS-Ad13	23J	365.000	7.335.000
PS-Ad14	23J	369.000	7.335.000
PS-N1	23J	372.000	7.334.000
PS-N2	23J	377.500	7.335.900
PS-S1	23J	353.400	7.329.200
PS-C1	23J	369.200	7.325.200

B. Procedimentos de amostragem e armazenamento

A amostragem dos sedimentos superficiais para as análises físicas, químicas e ecotoxicológicas são realizadas com dragas do tipo *van Veen* e com o auxílio de mergulhadores. Em cada ponto, são coletadas amostras compostas, ou seja, cada amostra de sedimento superficial é constituída por três sub-amostras. As amostras são homogeneizadas em bandeja de aço inox, com o auxílio de uma espátula de mesmo material. O Anexo 17.8-2 apresenta o dossiê fotográfico dos procedimentos utilizados para a amostragem de sedimentos.

As amostras de sedimento são acondicionadas em frascaria apropriada, fornecida pelo laboratório, e armazenadas em caixas térmicas com gelo e

mantidos sob refrigeração entre 2° e 6°C, desde o momento da coleta até o início das análises. As cadeias de custódia das amostras encaminhadas ao laboratório *Analytical Technology* estão apresentadas no Anexo 17.8-4. Adicionalmente, a cada 50 amostras, são coletados amostras de controle de qualidade para as análises químicas: matriz *spike* e matriz *spike duplicate*. Os certificados dos materiais de referência para as matrizes sedimentos e organismo estão apresentadas no Anexo 17.8-5.

C. Medições físico-químicas in situ

Durante a amostragem de sedimentos é realizada, *in situ*, a medição em triplicata dos parâmetros físico-químicos (pH, E_H e temperatura) das amostras com eletrodo unificado HI 1297D, da marca *Hanna 991003*, para determinação simultânea de pH e E_H . Os equipamentos são devidamente calibrados em laboratório acreditado pela Rede Brasileira de Calibração (Visomes) e verificados com padrões rastreáveis ao sistema internacional (SI) de forma a assegurar a calibração dos mesmos, a fim de garantir a precisão e exatidão dos resultados de campo.

D. Análises laboratoriais

Nas campanhas de amostragem (Campanha III – Maio/2010, Campanha IV – Junho/2010, Campanha VI – Agosto/2010 e Campanha VII – Setembro/2010), as amostras coletadas nas quadrículas do PDO e quadrículas adjacentes foram submetidas a análises para a quantificação de metais e semi-metals, fósforo total, hidrocarbonetos policíclicos aromáticos (HPA) e granulometria, listados na Resolução Conama 344/2004 (Brasil, 2004); nas quadrículas de monitoramento a nordeste e sudoeste, avaliou-se somente a granulometria do sedimento, de acordo com solicitação do Plano Básico Ambiental. No ponto controle, são avaliados todos os parâmetros previstos na Resolução Conama acima citada (metais e semi-metals, HPA, PCB, POC, elementos da via clássica e granulometria).

Para a Campanha V – Julho/2010 (semestral), as amostras de sedimentos superficiais coletadas em todos os pontos de amostragem foram submetidas a análises laboratoriais para a quantificação de todos os parâmetros previstos na Resolução Conama 344/2004 (Brasil, 2004) (metais e semi-metais, HPA, PCB, POC, elementos da via clássica e granulometria).

Na campanha VIII – Outubro/2010 (trimestral), as amostras de sedimento superficial coletadas em todos os pontos de amostragem, exceto os pontos a Nordeste (PS-N1 e PS-N2) e Sudoeste (PS-S1), foram analisadas para a avaliação de todos os parâmetros da Resolução Conama 344/2004 (Brasil, 2004) (metais e semi-metais, HPA, PCB, POC, elementos da via clássica e granulometria).

Os parâmetros de qualidade do sedimento que são analisados em laboratório estão listados na Tabela 17.2.3-2, a qual também apresenta o método de análise, as condições de armazenagem, preservação, quantidade e prazo de análise de cada parâmetro.

Os resultados analíticos emitidos pelo laboratório *Analytical Technology* (Anexo 17.8-4) foram avaliados e validados e são apresentados no presente relatório em comparação aos valores orientadores da Resolução Conama 344/2004 (Brasil, 2004). O Anexo 17.8-6 apresenta o estudo de validação dos resultados referentes ao controle de qualidade das atividades de campo e análises químicas.

Tabela 17.2.3-2. Métodos analíticos e as condições de armazenamento, preservação e prazo de análise dos parâmetros a serem analisados para a matriz sedimento.

Parâmetros	Método de análise	Prazo para análise	Recipiente de armazenamento	Preservação
Orgânicos				
HPAs	EPA 3550C (preparação) ; EPA 8270D (análise)	14 dias até a extração e 40 dias para análise	Frasco de vidro	Refrigerar a 4±2° C
PCBs	EPA 3550C (preparação) ; EPA 8082A (análise)	14 dias até a extração e 40 dias para análise	Frasco de vidro	Refrigerar a 4±2° C
Carbono Orgânico Total	K.H.Tan, 1995 (análise)	28 dias para análise	Frasco de vidro	Refrigerar a 4±2° C
Pesticidas Organodorados	EPA 3550 (extração) ; EPA 8081B (análise)	14 dias até a extração e 40 dias para análise	Frasco de vidro	Refrigerar a 4±2° C
Química Clássica:				
Nitrogenio Kjeldahl	SM4500NorgC (análise)	28 dias (para análise)	Frasco de vidro	Refrigerar a 4±2° C
Metais				
Metais totais	EPA3050B(preparação) ; EPA 6010C (análise)	6 meses (para análise)	Frasco de vidro	Refrigerar a 4±2° C
Merúrio total	EPA7471B (preparação) ; EPA7471B (análise)	28 dias (para análise)	Frasco de vidro	Refrigerar a 4±2° C

E. Ensaios de toxicidade

Além das análises físicas e químicas, as amostras de sedimentos marinhos coletadas nas quadrículas do PDO, nas quadrículas imediatamente adjacentes às que estiveram em uso e na área a ser controlada são submetidas, mensalmente, a ensaios para a determinação de toxicidade aguda para o anfípoda *Leptocheirus plumulosus*, baseada na mortalidade dos organismos após 10 dias de exposição.

E.1. Seleção do organismo-teste

O organismo teste selecionado é o anfípoda estuarino *Leptocheirus plumulosus*, um organismo da infauna que vive nos sedimentos finos dos estuários em uma ampla distribuição na costa leste dos Estados Unidos, ocorrendo desde Cape Cod, Massachusetts, até ao norte da Flórida (Bousfield 1973). *Leptocheirus plumulosus* é facilmente cultivado em laboratório e tem sido usado rotineiramente para avaliar a toxicidade dos sedimentos marinhos estuarinos (USEPA, 1994) e material dragado (USEPA, 1998 e USACE, 1998).

A escolha desta espécie de anfípoda como organismo teste é baseado em sua sensibilidade para associação de contaminantes no sedimento, disponibilidade, facilidade para coleta e cultivo, tolerância às condições do meio

ambiente (temperatura, salinidade e granulometria), importância ecológica, fácil manuseio em laboratório, e facilidade de medição dos parâmetros de ensaio. Adicionalmente, esta espécie está intimamente associada com o sedimento pela natureza de sua escavação e hábitos alimentares.

Leptocheirus plumulosus é tolerante a salinidade nos valores entre 1 a 35 e em sedimentos de finos a grosseiros. Áreas de estudos validadas demonstram que os anfípodos são nulos ou com abundância reduzida nos locais onde são identificadas toxicidade em testes laboratoriais. Testes de toxicidade realizados nos sedimentos com anfípodos têm tido sucesso para fins reguladores e de investigação por vários laboratórios, incluindo agências governamentais estaduais e federais, empresas privadas, e instituições acadêmicas (USEPA, 2001). Embora *Leptocheirus plumulosus* seja comumente usado para testar a toxicidade de sedimentos estuarinos (McGee *et al.*, 1993; USEPA, 1994), pouco se sabe sobre a absorção de metal pela dieta deste organismo (Schlekat *et al.*, 1999).

De acordo com sugestão da Cetesb ao longo da execução do EIA/RIMA (FRF, 2008), e citado no Parecer Técnico do IBAMA nº 134/2009 - “Os ensaios ecotoxicológicos foram realizados com o organismo *Leptocheirus plumulosus*, sugerido pela Cetesb” -, optou-se pela continuidade da utilização deste organismo ao longo das campanhas de monitoramento ambiental.

E.2. Análise laboratorial

Os ensaios de toxicidade aguda com a matriz sedimento total são conduzidos pela *TECAM Tecnologia Ambiental LTDA*, conforme o formulário de encaminhamento de amostra (cadeia de custódia), apresentado no Anexo 17.8-7. A metodologia utilizada para a execução do teste segue os procedimentos recomendados pela USEPA (1994).

E.3. Análises estatísticas

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

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

F. Visualização da Informação - *Software VisSed*

F.1. Química e Ecotoxicológica

O monitoramento de áreas de disposição de material dragado é realizado por vários países e é parte integrante da gestão da atividade portuária. Cada país tem a sua regulamentação da atividade de dragagem e seus critérios de qualidade de sedimentos baseados em valores guia que subsidiam a tomada de decisão quanto à gestão de área de disposição.

Diferentes abordagens para o estabelecimento de critérios de qualidade para sedimento vêm sendo utilizadas (Alvarez - Guerra *et al.*, 2007a). Independentemente da forma como cada país deriva seus critérios de qualidade, estes são necessários para acompanhar e orientar decisões sobre a qualidade do sedimento de locais de interesse e para garantir a proteção do ecossistema aquático. Já os níveis de ação para material dragado têm sido principalmente derivados a partir de comparações das concentrações das substâncias de interesse no sedimento a ser dragado com concentrações basais ou de áreas consideradas como referência (Alvarez-Guerra *et al.*, 2007a).

Os critérios de qualidade de sedimentos vêm sendo discutidos no Brasil (Mozeto *et al.*, 2006), porém ainda não estão contemplados nas regulamentações brasileiras. A resolução que dispõe sobre a gestão dos recursos hídricos superficiais, Conama 357 de 2005, indica a necessidade de se considerar os sedimentos na avaliação da qualidade ambiental, porém somente lista padrões de qualidade para águas. Estes padrões são fundamentados em análises químicas e em testes de toxicidade (Brasil, 2005). Com relação à regulamentação de

atividades de dragagem, o Brasil dispõe da Resolução Conama 344 de 2004, que estabelece as diretrizes gerais e os procedimentos mínimos para a avaliação do material a ser dragado em águas brasileiras (Brasil, 2004). Esta resolução estabelece níveis de classificação para o material dragado. De acordo com a referida normativa, o nível 1 indica limiar abaixo do qual se prevê baixa probabilidade de efeitos adversos à biota e o nível 2, limiar acima do qual se prevê um provável efeito adverso à biota. Os valores que vêm sendo adotados como níveis de ação variam de país para país e alguns exemplos dessa variação estão apresentados na Tabela 17.2.3-3. Esta diferença é esperada visto que os critérios para o estabelecimento destes níveis se baseiam em premissas diferentes. Porém todos têm em comum o objetivo de prevenir a poluição em locais onde ocorre a disposição de material dragado.

Tabela 17.2.3-3. Alguns exemplos da variação existente entre os valores adotados como níveis de ação em diferentes países.

Substância mg/Kg	Nível 1				Nível 2			
	Brasil*	Alemanha*	Espanha**	UK**	Brasil*	Alemanha**	Espanha**	UK**
Arsênio	8,2	30***	80	20	70	150	200	70
Mercúrio	0,15	1	0,6	0,25	0,71	5	3	1,5
Zinco	150	350	500	130	410	1750	3000	600

* Resolução Conama 344/2004 (Brasil, 2004)

** Alvarez-Guerra *et al.*, 2007a

***Em negrito figuram os valores mais elevados que a legislação brasileira

Testes de toxicidade também vêm sendo aplicados para complementar a caracterização de material dragado. Os valores limites considerados como máximos aceitáveis também variam de país para país. Por exemplo, para invertebrados marinhos, na Austrália, considera-se como valor limite acima de 20% de mortalidade em relação ao controle (Australia, 2009); já na Holanda, 50% (Alvarez-Guerra *et al.*, 2007a). O Brasil vem adotando como tóxico, o sedimento que apresenta 50% ou mais de mortalidade em testes de toxicidade aguda com anfípodos marinhos.

Em geral, estudos de caracterização de material dragado e de monitoramento de áreas de descarte geram uma grande quantidade de dados de difícil entendimento e comparação. Sua interpretação requer técnicas adequadas,

podendo-se utilizar, por exemplo, a derivação de quocientes (Long *et al.*, 2006). Os quocientes são calculados individualmente para cada substância, pela divisão da concentração observada pelo seu respectivo critério de qualidade. Este quociente indica quanto acima ou abaixo o valor encontrado está em relação ao nível aceitável. Para avaliar dados obtidos em diferentes coletas pode-se calcular o quociente médio, dado pela soma dos resultados dos quocientes obtidos para cada substância, dividido pelo número total de substâncias analisadas. Estes quocientes permitem comparar diferentes substâncias, mesmo com níveis de ação muito diferentes (Alvarez-Guerra *et al.*, 2007b).

A principal vantagem deste tipo de abordagem é que estes valores são de fácil entendimento, representando um único índice numérico baseado em efeitos do relativo grau de contaminação química de amostras de sedimento. Estes quocientes podem servir para estimar a probabilidade de a amostra apresentar toxicidade aos organismos aquáticos (Alvarez-Guerra *et al.*, 2007b).

O monitoramento de regiões que recebem material dragado exige a comparação de um número significativamente elevado de amostras coletadas em diferentes locais ao longo do tempo. Análises visuais (percepções) de dados podem beneficiar-se de técnicas advindas da área denominada Visualização de Informação, uma área de estudo que visa facilitar o processo de derivação e entendimento de informação a partir da análise visual de conjuntos de dados (Card *et al.*, 1999; Chen, 2002). Nesta ótica foi desenvolvido um protótipo de programa de visualização de informações denominado *VisSed* o qual se mostrou muito útil em estudos anteriores (Umbuzeiro, G. A. *et al.* 2009).

O objetivo desta análise integrada foi apresentar e analisar os dados relativos às análises químicas e ecotoxicológicas dos pontos de amostragem no PDO e do PSC-01. Estes dados são oriundos do monitoramento da área de disposição oceânica de material proveniente da dragagem de aprofundamento pela Codesp e regiões adjacentes em Santos, São Paulo, fornecendo subsídios para a análise adequada do monitoramento realizado e tomada de decisões futuras.

Este relatório utilizou os dados do monitoramento realizado pela Codesp. Estes dados foram gerados por diferentes laboratórios e fornecidos pela

Fundespa, na forma de planilhas eletrônicas. Os autores desta análise integrada (química e ecotoxicológica) não são responsáveis pelo conteúdo das informações recebidas e não participaram do processo de conferência e validação dos dados contidos nos laudos analíticos.

Dados referentes às análises granulométricas e químicas (metais, HPAs - hidrocarbonetos policíclicos aromáticos, PCBs - bifenilas policloradas e POCs - pesticidas organoclorados) foram analisados. Os valores foram confrontados com os níveis estabelecidos na Resolução Conama 344 de 2004 (Brasil, 2004), pois a regulamentação que dispõe sobre a classificação dos recursos hídricos superficiais, Resolução Conama 357 de 2005, ainda não contempla valores máximos permitidos para sedimento (Brasil, 2005). Também foram analisados os dados de toxicidade aguda com o anfípoda marinho *Leptocheiros plumulosus* utilizando como critério de positividade mortalidade maior ou igual a 50%.

As tabelas foram geradas utilizando o protótipo de *software VisSed* – Visualizador de Dados de Sedimentos desenvolvido anteriormente.

17.2.4. Organismos bentônicos

A. Área de Estudo

O estudo abrange os quadrantes do Polígono de Disposição Oceânica (PDO) do sedimento de dragagem (PS-Q1 a PS-Q10), bem como adjacências à área de disposição, representadas pelos quadrantes PS-AD1 a PS-AD10 (Figura 17.1-1). Em adição, foi selecionado um ponto a sudoeste e 2 pontos a nordeste da área principal de monitoramento de modo a investigar a possível influência de sedimentos carreados da área de disposição por correntes marinhas que predominam nesta direção (SW-NE). Também foi eleita uma área a ser controlada (PS-C1) próxima à Laje de Santos.

A área a ser controlada fica no limite da Zona de Amortecimento do Parque Estadual Marinho da Laje de Santos, mais próxima ao polígono de disposição. Sua função, além de referência para comparação de dados, constitui um

instrumento de prevenção de impactos sobre a Laje de Santos na medida em que efeitos da disposição oceânica observados neste local levarão a medidas corretivas da atividade de dragagem, antes que o local protegido venha a ser afetado.

Todos os quadrantes e pontos são amostrados por meio de 3 réplicas. As coordenadas georreferenciadas dos pontos amostrais correspondem às mesmas já apresentadas no item 17.2.3, referente à avaliação química e granulométrica dos sedimentos (ver Tabela 17.2.3-1). A localização geográfica dos pontos de amostragem referente à Campanha II – Julho/2010 (semestral) é apresentada na Figura 7 do Anexo 17.8-1 e a localização geográfica dos pontos de amostragem referentes à Campanha III – Outubro/2010 encontra-se na Figura 8 do Anexo 17.8-1.

B. Método de amostragem

A coleta de organismos da macrofauna bentônica é realizada com periodicidade trimestral, sendo o trabalho de coleta realizado a bordo da embarcação B'Nativa (lancha). A coleta da macrofauna bentônica é realizada utilizando um pegador de fundo do tipo *van Veen*, com área amostral de 0,05 m² e volume de 4 litros de sedimentos, sendo coletadas em cada ponto amostral 3 réplicas. As amostras obtidas são acondicionadas em sacos plásticos e armazenadas em caixas térmicas com gelo.

Após coleta, as amostras são lavadas em peneira de 500 µm e o material retido é preservado em álcool a 70% para posterior análise. Em laboratório, as amostras são triadas sob microscópio estereoscópico (Leica MZ6®) e os organismos separados em grandes grupos. A fauna é identificada no menor nível taxonômico possível e os organismos não identificados em nível de espécie são classificados em morfotipos para serem incluídos nos cálculos de riqueza e diversidade de espécies.

C. Análises Estatísticas

Os descritores da comunidade bentônica utilizados são: (1) a abundância de indivíduos (ind. m⁻²); (2) riqueza específica (S: número de espécies/m²); (3) diversidade de espécies de Shannon-Wiener (H': bits/indivíduo); e (4) equitatividade de Pielou (J'). O índice de diversidade de espécies de Shannon-Wiener (Magurran, 1988) é calculado com logaritmos naturais (loge), conforme recomendam Martins & Santos (1999), através da equação:

$$H' = \sum_{i=1}^s pi \log pi$$

Onde: pi = porcentagem relativa da espécie "i" no total amostrado de todas as riquezas de espécies. O logaritmo utilizado foi o de base 2.

A equitatividade de Pielou indica se as espécies possuem abundâncias iguais entre todas as espécies da comunidade ($J'=1$) ou se apenas uma ou relativamente poucas espécies de uma comunidade tem grande número de indivíduos (J' próximo a zero) (Krebs 1989, Martins & Santos 1999, Clarke & Warwick 2001). A equitatividade foi calculada através da formula:

$$J' = \frac{H'}{\log S}$$

Onde:

H' = índice de diversidade de espécies;

S = número de espécies na amostra.

As diferenças entre as amostras são avaliadas por análises multivariadas levando em conta os táxons de macrofauna identificados que geraram uma matriz de similaridades utilizando Índice de Similaridade de Bray-Curtis. Utiliza-se a Análise de Similaridades (ANOSIM) para avaliar a semelhança do conjunto de amostras e também comparações par-a-par. Para visualizar as similaridades entre as amostras é utilizado o Escalonamento Multidimensional Não-Métrico (MDS), que é um método de ordenação preferível ao método de análise de

correspondência em casos de matrizes de abundância de espécies (Clarke & Warwick, 2001).

Para identificar quais as espécies mais importantes em cada amostra é utilizada a Análise de Percentagens de Similaridade (SIMPER) (Clarke & Warwick, 2001). O SIMPER também compara pares de amostras de modo a mostrar a contribuição média das principais espécies à similaridade entre elas. Desta maneira, se uma espécie apresenta uma alta contribuição dentro de um grupo de amostras e baixa nos outros grupos, pode ser considerada como uma boa espécie discriminadora.

D. Análise *VisSed*

D.1. Comunidade Bentônica

Para avaliar alterações ocorridas em comunidades bênticas é usual a aplicação dos índices ecológicos que procuram definir a estrutura de tais comunidades. Os índices empregados no monitoramento da área de disposição oceânica de material dragado pela Codesp são: a abundância total de indivíduos (N) (indivíduos/m²), a riqueza específica (S) (quantidade de espécies/m²), a diversidade de Shannon-Wiener (H') e a equitatividade de Pielou (J'). Nas análises tradicionais, os valores destes índices são apresentados em gráficos e tabelas que não permitem uma fácil visualização comparativa.

Para facilitar a visualização da ocorrência ou não de alterações significativas, considerou-se não utilizar os valores absolutos de cada índice, mas sim um valor que já exprime variações nesses índices. Para tanto, no *software VisSed* optou-se por representar a diferença ou a razão entre os valores de cada um destes índices, comparando o que foi encontrado na Campanha Prévia e nas campanhas subsequentes, como será melhor explicado a seguir. Estas comparações são visualmente possibilitadas por meio de gradiente de cor, indicando se há uma maior ou menor alteração ao longo do tempo do *status quo*, ou seja, a campanha inicial. Logicamente, como a variação anual é um componente importante e inerente aos organismos bentônicos, a avaliação prévia

de um ciclo anual seria recomendável como parâmetro inicial. Mas mesmo na ausência de um ciclo prévio anual completo, a comparação de alterações percebidas em estações em uso e aquelas tidas como “controle” permite distinguir maiores ou menores alterações sofridas pela comunidade bentônica local.

A metodologia utilizada para a representação de dados é detalhada a seguir com base nas etapas do Modelo de Referência de Visualização de Informação proposto por Card *et al.* (1999).

D.2. Seleção de dados brutos

São considerados como dados brutos os dados de monitoramento da comunidade bentônica, ainda no formato de planilhas eletrônicas. Estes dados precisam ser manualmente tratados, para escolha das características relevantes a serem representadas graficamente pelo *VisSed*.

Neste processo, são selecionados manualmente das planilhas eletrônicas um conjunto de dados composto pelos descritores N, S, J' e H'. Após serem inseridos em uma nova planilha, são derivados destes descritores novos descritores a serem utilizados nas representações visuais; são eles:

- $\Delta J' = J' - J_0'$: variação da equitatividade de Pielou, de acordo com um valor J_0' tomado por referência.
- $\Delta H' = H' - H_0'$: variação da diversidade de Shannon-Wiener, de acordo com um valor H_0' tomado por referência.
- S/S_0 : razão entre a riqueza específica S de um dado ponto amostral de uma campanha, e uma riqueza específica S_0 tomada por referência.
- N/N_0 : razão entre a abundância de indivíduos N de um dado ponto amostral de uma campanha, e uma abundância N_0 tomada por referência.

O objetivo da exibição destas variações e relações é auxiliar o monitoramento de possíveis alterações da comunidade bentônica com relação a seu estado considerado como base, ou seja, o estado imediatamente anterior ao processo de deposição. Este tipo de monitoramento pode revelar alterações nos descritores utilizados, as quais podem ser decorrentes tanto de impactos do processo de deposição de sedimentos quanto de variações sazonais da população bentônica.

Para este estudo de viabilidade foram tomados como valores de J_0' , H_0' , N_0 e S_0 , respectivamente, os valores de J' , H' , N e S para a Campanha Prévia, efetuada em Janeiro de 2010.

Os dados utilizados neste item do relatório para validar o uso do *VisSed* foram gerados por diferentes laboratórios e fazem parte do monitoramento realizado pela Codesp, tendo sido fornecidos pela Fundespa na forma de planilhas eletrônicas. Os autores desta análise (comunidade bentônica), utilizando-se o *VisSed*, não são responsáveis pelo conteúdo das informações recebidas e não participaram do processo de conferência e validação dos dados contidos nos laudos analíticos.

D.2.1. Criação de tabelas de dados (Transformação de dados)

Do processo de seleção de dados brutos obtém-se uma tabela de dados brutos composta por tuplas $\{N, S, J', H', N/N_0, S/S_0, \Delta J', \Delta H'\}$ referentes a cada campanha, ponto amostral e réplica. Esta tabela é processada por um programa específico, que gera a partir dela um banco de dados para posterior uso pelo *VisSed*. Este banco de dados contém valores apenas dos descritores N/N_0 , S/S_0 , $\Delta J'$ e $\Delta H'$, além de informações sobre as campanhas e pontos amostrais.

Vale ressaltar que cada par (ponto amostral, réplica) é adotado como sendo um ponto amostral distinto, ao invés de se adotar média de valores entre pontos amostrais. É possível fazer alterações na tabela de dados para que seja considerada a média dos valores obtidos para as diferentes réplicas de um mesmo ponto amostral. Nesta apresentação isto não foi feito, mas pode ser uma opção de apresentação se conveniente.

D.2.2. Definição de estrutura visual e mapeamento visual das variáveis

Como já apresentado anteriormente, o *VisSed* suporta representação de dados em formato matricial, estilo *heatmap*, dentre outras possíveis representações não relevantes no momento ao cenário de análise. Esta representação, de estilo matricial, possibilita a representação de 3 variáveis de um problema: duas por meio dos eixos X e Y, uma por meio de cores. Para as cores são utilizadas legendas apresentadas ao lado dos gráficos. Controles adicionais, como listas de seleção, podem ser concatenados ao gráfico via programação, tornando-o mais interativo e possibilitando lidar com mais variáveis.

Considerando que o *VisSed* está preparado para lidar com cenários de monitoramento ambiental envolvendo quatro variáveis (pontos amostrais, campanhas, parâmetros e valores medidos), e que o cenário de comunidade bentônica, em termos das variáveis utilizadas, possui o mesmo conjunto de variáveis, conclui-se que os mesmos mapeamentos visuais podem ser utilizados pelo *VisSed*, à exceção dos relacionados diretamente à granulometria. Estes devem ser ocultados pelo *VisSed* quando perceber que está lidando com uma base de dados cujos parâmetros não envolvem dados de granulometria. Assim, o conjunto de mapeamentos visuais do *VisSed* para dados de comunidade bentônica podem ser descritos como a seguir:

- *Campanhas X Pontos amostrais*: gráfico interativo representando o valor medido para cada campanha e ponto amostral (representados por eixos) para um dado parâmetro selecionado em uma lista de seleção.
- *Campanhas X Parâmetros*: gráfico interativo representando o valor medido para cada campanha e parâmetro (representados por eixos) para um dado ponto amostral selecionado em uma lista de seleção.
- *Parâmetros X Pontos amostrais*: gráfico interativo representando o valor medido para cada parâmetro e ponto amostral (representados por eixos) para uma dada campanha selecionada em uma lista de seleção.

D.2.2.1. Legendas dos dados de sedimentos

O mapeamento visual que define as legendas e suas cores merece considerações a parte. O *VisSed* utilizava três tipos distintos de legendas para analisar dados de sedimentos: (1) uma gradação de tons pastéis para granulometria; (2) verde, amarelo e vermelho para representar, respectivamente, valores abaixo do nível 1 de ação, entre nível 1 e nível 2, e acima de nível 2; e (3) degradê de verde a vermelho para representar somatório de quociente de metais. Recentemente, tons azulados foram acrescentados para representar atendimento a critérios de toxicidade (ausência de toxicidade, toxicidade crônica e toxicidade aguda).

Considerou-se que a representação de dados de diversidade deveria apresentar legendas que possibilitassem distinguir visualmente a amplitude das alterações nos valores dos descritores, fossem elas aumentos ou diminuições. Também se considerou importante definir um único conjunto de cores para representar todos os possíveis intervalos. Isto evitaria sobrecarga no tamanho da legenda, o que conseqüentemente evita sobrecarga cognitiva na interpretação dos dados. Este conjunto de cores deveria ser diferente das tonalidades já utilizadas no *VisSed*, caracterizando exclusivamente dados de diversidade (similar ao que já é feito com granulometria).

Portanto, adotou-se um conjunto de tonalidades verdes, variando de verde-escuro a verde-claro, para indicar as variações dos descritores. Por padrão, adotou-se que verde-escuro representa situações em que não houve (ou houve pouca) alteração dos valores do descritor com relação ao descritor equivalente tomado como base; por oposição, verde-claro indica grande variação desses valores. As Tabelas 17.2.4-1 e 17.2.4-2 apresentam as cores usadas e as respectivas faixas de intervalos de cada descritor.

Dentro das limitações atuais do *VisSed* de somente permitir a adoção de legendas baseadas em cores discretas por intervalo (e não em degradê definido por valores máximos e mínimos de uma escala de valores), foi necessário definir os intervalos em que cada cor atuaria para cada índice. Os diferentes índices possuem amplitude de variação peculiar, portanto os intervalos adotados para a legenda variam, sendo, entretanto, mantidos 4 ou mais intervalos para todos os

índices. Vale ressaltar que a equitatividade (J') assume valores de 0 a 1, e por isso a legenda de $\Delta J'$ mantém intervalos de tamanho 0,25. Além disto, a diversidade (H') em ambientes bênticos varia de 0 até o infinito teórico, mantendo, entretanto valores usualmente entre 0 e não maiores do que 5; assim, foi escolhido um intervalo de tamanho 0,5. Para a razão relativa à abundância de indivíduos (N/N_0) e a razão do número de diferentes espécies (S/S_0), considera-se que dependendo da alteração sofrida pelos respectivos descritores absolutos (S e N) pode haver perda ou ganho de espécies e/ou de indivíduos pela comunidade; portanto, devem-se considerar valores até 1 (100%) ou superiores a 1 (100%), divididos estes em 3 intervalos cada.

Tabela 17.2.4-1. Cores de legenda de valores de descritores de riqueza específica e abundância no *VisSed*.

Descritor	N/N_0	S/S_0
Verde-claro	0 a 0.3	0 a 0.3
...	0.3 a 0.7	0.3 a 0.7
...	0.7 a 0.9	0.7 a 0.9
Verde-escuro	0.9 a 1.1	0.9 a 1.1
...	1.1 a 1.3	1.1 a 1.3
...	1.3 a 1.7	1.3 a 1.7
Verde-claro	> 1.7	> 1.7

Tabela 17.2.4-2. Cores de legenda de valores de descritores de diversidade e equitatividade no *VisSed*.

Descritor	$\Delta J'$	$\Delta H'$
Verde-escuro	0 a 0.25	0 a 0.5
...	0.25 a 0.5	0.5 a 1
...	0.5 a 0.75	1 a 1.5
Verde-claro	0.75 a 1	> 1.5

D.2.3. Recursos interativos

Utilizou-se os mesmos recursos interativos já providos pelo *VisSed*, alguns deles herdados da ferramenta *JinfoVis* para representações visuais do tipo *heatmap*: capacidades de selecionar e esconder parte do conjunto de dados

mostrado na tela, seja por interação com os eixos ou com as células da matriz; capacidade de reordenar manualmente linhas e colunas da matriz, visando identificar padrões presentes nos dados; possibilidade de alterar o mapeamento visual de dados para um dos mapeamentos permitidos; possibilidade de mostrar ou ocultar os valores exibidos pelas células. Assim, o *VisSed* procura seguir a bem-sucedida heurística expressa pelo Visual Information Seeking Mantra: “*Overview first, zoom and filter, then details-on-demand*” (Shneiderman, 1994).

17.2.5. Análise Integrada

A. Análise Estatística

A análise de agrupamentos (clustering) é a classificação de objetos em diferentes grupos, cada um dos quais com objetos semelhantes segundo alguma função de distância estatística. A medida de distância utilizada foi a de Bray Curtis, que varia entre 0 (similaridade) e 1 (dissimilaridade).

Dentre os métodos de associação de grupos testados escolheu-se o Método de Associação Média (UPGMA), pois apresentou maiores valores de coeficiente cofenético. O coeficiente cofenético fornece uma medida da distorção causada pela construção do dendrograma, quanto maior o coeficiente cofenético, menor a distorção em relação aos dados reais. A análise de agrupamento foi realizada com o *software* FITOPAC 1.6 (Shepherd, 2006).

17.3. Resultados e Discussão

17.3.1. Atividades desenvolvidas no 1º Semestre: Fevereiro a Junho de 2010

Neste item será apresentado um resumo dos resultados obtidos no primeiro semestre de 2010, sendo que os resultados completos encontram-se no primeiro Relatório Técnico Semestral do Plano Básico Ambiental da Dragagem de Aprofundamento do Porto de Santos (Fundespa, 2010).

17.3.1.1. Análises dos organismos demersais-bentônicos

As coletas deste período foram realizadas nos dias: 01, 02 e 03 de fevereiro (campanha prévia); 14, 15 e 16 de abril (campanha I). O padrão do esforço amostral para cada método de coleta, definido no Programa Básico Ambiental, foi mantido no decorrer das campanhas e pontos, eliminando a influência deste fator nos resultados. Desta forma, as análises tiveram como base principalmente a abundância absoluta.

Avaliando a amostragem por aparelho de pesca, o arrasto-duplo foi o aparelho mais eficiente, tanto em abundância quanto em biomassa, amostrando 9.043 indivíduos com peso de 182.097 gramas. O emalhe, voltado para captura de espécies demerso-pelágicas, amostrou 388 indivíduos com 76.621 gramas. Foram identificados 88 táxons pertencentes aos grupos peixes, crustáceos, moluscos e outros, compondo 9.431 indivíduos e 258.718 gramas. O número total de táxons na campanha prévia foi de 51 e, na 1ª campanha, de 70, sendo que 35 taxa foram comuns às duas campanhas.

Em relação a composição específica das amostragens, foi verificada a presença de duas espécies dominantes: o falso-voador (*Dactylopterus volitans*) na campanha prévia e a sardinha-mole (*Pellona harroweri*) na 1ª campanha.

Na 1ª campanha, foi observada uma distribuição homogênea no número de indivíduos e biomassa entre os pontos de coleta, com exceção do Ponto 2, relacionado a abundância da sardinha-mole. Na campanha prévia, o falso-voador

demonstrou uma alta abundância em praticamente todos os pontos de coleta em comparação às demais espécies.

17.3.1.2. Análises químicas nos tecidos dos organismos

Foi realizada uma campanha prévia de amostragem de organismos nos dias 1, 2 e 3 de fevereiro para a realização de análises químicas nos tecidos dos organismos selecionados a partir da amostragem.

Os organismos que compuseram as amostras referentes às seis áreas de amostragem determinadas foram os coiós (*Dactylopterus volitans*), linguados e raias, sendo todos peixes de hábitos bentônicos. Foram analisados nos tecidos desses organismos os seguintes parâmetros: metais e semi-metais, pesticidas organoclorados, bifenilas policloradas totais, HPA (incluindo semi-voláteis) e via clássica.

Os resultados das análises químicas realizadas nos tecidos dos organismos na campanha prévia (primeiro semestre) são apresentados na Tabela 1 do Anexo 17.8-8.

Os resultados das análises químicas revelaram que a concentração da maioria dos parâmetros analisados (todos os parâmetros de hidrocarbonetos policíclicos aromáticos (HPA), pesticidas organoclorados (POC), bifenilas policloradas (PCB), compostos fenólicos, dienoclorados e clorobenzenos) encontravam-se abaixo dos limites de quantificação do método analítico. As concentrações destes limites de quantificação eram inferiores aos valores de referência para consumo humano, estabelecidos nas legislações pertinentes a cada parâmetro.

Foram quantificados em todos os organismos, na maioria dos pontos de amostragem, três diferentes metais: cobre (Cu), zinco (Zn) e mercúrio (Hg). As maiores concentrações quantificadas nas amostras coletadas são exibidas na Tabela 17.3.1.2-1.

Tabela 17.3.1.2-1. Concentrações dos metais cobre, zinco e mercúrio quantificadas em concentrações mais elevadas nas amostras de tecidos de organismos coletados durante a campanha prévia – fevereiro/2010.

Organismos analisados	Unidade	Cobre		Zinco		Mercúrio	
		Maior concentração	Amostra	Maior concentração	Amostra	Maior concentração	Amostra
Coió	mg/Kg	5,18	MB-02-CO	14,02	MB-03-CO	0,031	MB-05-CO
Linguados	mg/Kg	6,94	MB-02-LI	11,8	MB-02-LI	0,044	MB-03-LI
Raias	mg/Kg	abaixo do limite de quantificação		5,93	MB-RA	0,046	MB-RA

De acordo com a Tabela 17.3.1.2-1, é possível observar que todos os metais quantificados nas amostras de organismos encontraram-se abaixo dos valores para consumo humano estabelecidos pelo Ministério da Saúde através da Portaria 685/98 (mercúrio = 0,5 mg/Kg) e do Decreto 55.871/65 (cobre = 30 mg/Kg e Zinco = 50 mg/Kg).

Vale ressaltar que o cobre e zinco são elementos essenciais para mamíferos peixes e crustáceos, participando de processos metabólicos e fisiológicos. A concentração destes elementos nos organismos pode ser bastante variável de espécie para espécie em um mesmo ambiente visto que cada grupo apresenta maior ou menor capacidade regulatória destes elementos no organismo.

17.3.1.3. Avaliação da qualidade do sedimento

O monitoramento da qualidade do sedimento é composto por duas vertentes: análise das características físicas e químicas do sedimento (análise química e granulométrica) e análise ecotoxicológica do mesmo.

Durante o primeiro semestre de monitoramento foram realizadas a campanha prévia – janeiro/2010, campanha I – março/2010 e campanha II – abril/2010.

- A campanha prévia de amostragem, anterior ao início da operação do empreendimento, foi realizada entre os dias 21, 25, 26 e 27 de janeiro de 2010. Na ocasião, foram coletados sedimentos em 24 pontos de amostragem, sendo dez nas quadrículas do PDO (PS-Q1 a PS-Q10), dez nas quadrículas adjacentes (PS-AD1 a PS-AD10), dois pontos no setor a nordeste (PS-N1 a PS-N2), um ponto no setor a sudoeste (PS-S1) e um

ponto em área a ser controlada (PS-C1) localizada no limite da zona de amortecimento do Parque Estadual Marinho da Laje de Santos.

- Nos dias 19, 23 e 24 de março de 2010, foi realizada a Campanha I, referente ao primeiro mês de operação da dragagem, sendo monitorados 19 pontos amostrais: dez no PDO (PS-Q1 a PS-Q10), cinco nas quadrículas adjacentes à quadrícula Q-1 em uso (PS-AD1, PS-AD9, PS-AD10, PS-AD11 e PS-AD12), nos setores a nordeste (PS-N1 a PS-N2) e sudoeste (PS-S1) e na área a ser controlada (PS-C1).
- Nos dias 14, 15 e 16 de abril de 2010, foi realizada a Campanha II referente ao primeiro trimestre de monitoramento da área de descarte, sendo monitorados 17 pontos amostrais: dez no PDO (PS-Q1 a PS-Q10), três nas quadrículas adjacentes à quadrícula Q-2 em uso (PS-AD1, PS-AD2 e PS-AD12), nos setores a nordeste (PS-N1 a PS-N2) e sudoeste (PS-S1) e na área a ser controlada (PS-C1).

Com base nos dados obtidos nestas amostragens pode-se concluir que não houve alteração significativa na qualidade ambiental em relação aos diversos parâmetros avaliados que possa ser relacionada diretamente à atividade de disposição de material dragado do aprofundamento.

Nos itens que seguem, apresenta-se os aspectos mais relevantes identificados a partir das análises que compuseram o monitoramento da qualidade de sedimento no primeiro semestre, sendo considerados os dados obtidos na campanha I, em março de 2010 e campanha II, em abril de 2010. Neste período o volume de material dragado, de acordo com a batimetria realizada em 17 de maio de 2010 foi de 1.376.000 m³ de sedimentos oriundos do Trecho 01.

A. Análises químicas e granulométricas

Durante o primeiro semestre de monitoramento da qualidade do sedimento, os valores de pH oscilaram de 6,6 a 7,9 e E_H entre -140 e + 231 ao longo das campanhas consideradas (prévia, I e II). Estes resultados são condizentes com a área em questão, sendo que a maioria das amostras apresentaram valores negativos de E_H, correspondentes a ambientes reduzidos.

A caracterização física dos sedimentos coletados evidenciou um predomínio das frações mais finas, dentre elas: silte, areia muito fina e areia fina. Nas quadrículas do PDO, observou-se a predominância de silte e areia muito fina em Q-1 a Q-7 e de areia fina em Q-8 a Q-10. No ponto PS-C1 e nos setores a nordeste e sudoeste do PDO, todas as amostras coletadas durante as campanhas de amostragem evidenciaram sedimentos com predomínio de areia fina.

Com relação à caracterização química, a maioria dos parâmetros avaliados (POC, PCB, VOC, SVOC) estava abaixo dos limites de quantificação do método analítico durante as campanhas do primeiro semestre, incluindo-se a campanha prévia (janeiro/2010). Nesta campanha prévia foram quantificados alguns metais (chumbo, cromo, cobre, níquel e zinco) e arsênio em concentrações inferiores ao nível 1 da Resolução Conama 344/2004 (Brasil, 2004).

Nas campanhas realizadas após o início da dragagem (março e abril) também foram quantificados alguns metais (cromo, cobre, chumbo, níquel e zinco) na maioria das amostras coletadas nas quadrículas do PDO e adjacências, inclusive no ponto PS-C1. Apesar de terem sido quantificados, as concentrações obtidas para estes metais estiveram abaixo dos valores orientadores de nível 1 estabelecidos pela Resolução Conama 344/2004 (Brasil, 2004). Quanto aos compostos orgânicos, dentre os HPA, apenas benzo(a)antraceno, benzo(a)pireno, criseno, fluoranteno e pireno foram quantificados em duas quadrículas do PDO (Q2 e Q3), durante a Campanha II (abril); entretanto, as concentrações destes parâmetros, incluindo a somatória de HPA, estiveram sempre abaixo dos valores orientadores de nível 1 estabelecidos Resolução Conama 344/2004 (Brasil, 2004). Todas as demais amostras de sedimento coletadas dentro do PDO, áreas adjacentes e área controle, durante as três campanhas de amostragem, apresentaram concentrações de HPA inferiores aos limites de quantificação do método analítico utilizado.

Por fim, em relação ao carbono orgânico total e nutrientes (nitrogênio *Kjeldahl* total e fósforo total) todas as amostras de sedimento analisadas ao longo das campanhas apresentaram concentrações inferiores aos valores de alerta

estabelecidos na resolução Conama 344/2004 (Brasil, 2004). Estes dados, encontram-se compilados na Tabela 1 apresentada no Anexo 17.8-9.

B. Análises ecotoxicológicas

Foram realizadas amostragens de sedimentos para avaliação da toxicidade dos mesmos por meio de testes ecotoxicológicos com *Leptocheirus plumulosus*, no qual se considera a mortalidade desses organismos, em relação a um controle, mediante exposição à matriz analisada. De acordo com o parecer N.º 002/09/TLH/TQA da Cetesb, de 22/09/2009, o ambiente deverá ser considerado saturado caso seja observado efeito tóxico (mortalidade) acima de 50% para os anfípodas no ensaio com sedimento total.

Durante a campanha prévia, as amostras para esta análise foram coletadas em todos os pontos amostrais, enquanto que, nas campanhas I e II, foram coletadas amostras nas quadrículas do PDO, nas quadrículas adjacentes às em uso e no ponto a ser controlado (PS-C1).

Nas campanhas realizadas durante aquele período não foram identificadas amostras que apresentaram efeito tóxico (mortalidade superior a 50%). Durante a realização dos testes pelo laboratório contratado, foram medidas a variação de parâmetros físico-químicos (pH, salinidade, OD, nitrogênio amoniacal e amônia não ionizada) da água intersticial e da água de interface, sendo constatada qualidade aceitável das águas durante o período de teste.

Estes dados encontram-se compilados na Tabela 1 apresentada no Anexo 17.8-9.

17.3.1.4. Análises dos organismos bentônicos

Os resultados apresentados a seguir referem-se às amostras coletadas em abril de 2010. Estas amostras de macrofauna bentônica foram coletadas em 24 pontos de amostragem (PS-Q1 a PS-Q10; PS-Ad1 a PS-Ad10; PS-N1, PS-N2, PS-S1 e PS-C1), sendo realizadas 3 réplicas para cada ponto de amostragem, sendo obtidas 72 amostras onde foram encontrados 2.969 indivíduos.

O grupo mais abundante foi Crustacea, sendo constituído por 1.860 indivíduos, representando 63% do total de indivíduos coletados. O segundo grupo mais abundante foi Polychaeta, com 797 indivíduos, representando 26% do total. Com menor representatividade ficou o grupo Mollusca, com 174 indivíduos (6% do total). Outros grupos ocorreram em menor número (menos que 1% dos indivíduos cada), e estão representados como Sipuncula, Nematoda, Nemertina, Ophiuroidea, Pycnogonida e Cephalocordata.

Nos pontos de coleta adjacentes à disposição, os mais abundantes foram o PS-Ad5 e o PS-Ad6, com 1.020 Ind.m² e 1.040 Ind. m², respectivamente, e o menos abundante foi o PS-Ad1, com cerca de 560 Ind. m². Os pontos de coleta a Nordeste e Sudoeste da área de disposição apresentaram altas densidades, sendo o PS-N1 o mais abundante (1.000 Ind. m²) e o PS-S1 o menos abundante (840 Ind. m²). Assim como nos demais pontos de coleta, o grupo Crustacea foi dominante em todos os pontos a nordeste e sudoeste da área de disposição e ponto a ser controlado.

As áreas ao norte, ao sul e a área a ser controlada, localizadas externamente às áreas de disposição (PS-Q) e adjacentes (PS-Ad) são distintas e merecem atenção quanto à estrutura da comunidade bentônica, por serem regiões que, de modo geral, apresentaram maiores densidades e diversidade em relação aos conjuntos de pontos de coleta PS-Q e PS-Ad.

Com estes resultados iniciais, ainda não foi verificado a ocorrência de impacto pela disposição de material dragado sobre as comunidades bentônicas. Entretanto, observa-se que as comunidades das áreas que estão sendo utilizadas para a disposição oceânica do material dragado são significativamente semelhantes às suas respectivas áreas adjacentes.

17.3.2. Atividades desenvolvidas no 2º Semestre: Julho a Novembro de 2010

Aqui são apresentadas as atividades referentes à Campanha III (maio/2010 - 1º semestre de 2010) e Campanha X (dezembro/2010 - 2º semestre de 2010). Os resultados obtidos foram avaliados tanto de maneira individual, sendo os resultados das análises químicas, granulométricas e ecotoxicológicas

comparadas com valores legislados, e temporalmente, de forma integrada, por meio do *software VisSed* e de análises estatísticas multivariadas.

Os resultados do 1º semestre de 2010, referente aos meses de maio (Campanha III) e junho (Campanha IV) para as análises químicas e ecotoxicológicas, não foram descritos em Fundespa (2010), tendo em vista que as análises encontravam-se em execução pelos laboratórios contratados no período de protocolo do relatório supracitado. O mesmo é válido para o presente relatório, referente às análises químicas das campanhas IX e X (novembro e dezembro de 2010, respectivamente) e ecotoxicológicas das campanhas VIII, IX e X (outubro, novembro e dezembro de 2010).

17.3.2.1. Análises dos organismos demersais-bentônicos

A. Atividades de Campo

Foram realizados embarques nos dias 21, 22 e 23 de julho de 2010, sendo que no primeiro dia, o trabalho amostral compreendeu o período das 11h às 19h 55min, no segundo dia das 05h às 18h 30min e no terceiro das 05h às 13h 45min, referentes à campanha II. A campanha III foi realizada nos dias 06, 07 e 08 de outubro de 2010, sendo que no primeiro dia a amostragem compreendeu o período das 10h às 19h 30min, no segundo dia das 05h às 18h 30min e no terceiro das 06h às 13h 15min.

Em todos os dias de coleta os embarques e desembarques ocorreram na Ponte Edgard Perdigão e Terminal Pesqueiro Público de Santos, respectivamente. Os pontos de coleta seguiram as coordenadas definidas no Programa Básico Ambiental (Figura.17.3.2.1-1).



Figura 17.3.2.1-1. Mapa de localização dos pontos de coleta georreferenciados no momento das amostragens da 2ª e 3ª Campanhas (julho e outubro de 2010).

Foi realizado, em cada um dos 6 pontos de coleta pré-determinados, um lance de arrasto de fundo e um de emalhe. O registro fotográfico do embarque de julho é apresentado nas Figuras 17.3.2.1-2 a 17.3.2.1-9, e do embarque de outubro nas Figuras 17.3.2.1-10 a 17.3.2.1-17. Os arrastos de fundo tiveram a duração de 30 minutos e o de emalhe teve duração mínima de 12 horas de imersão. Na ocasião dos lançamentos e recolhimentos dos petrechos, foram registradas as coordenadas geográficas reais utilizando aparelho GPS, sendo que as referentes à coleta de julho estão na Tabela 17.3.2.1-1 e as de outubro na Tabela 17.3.2.1-2.



Figura 17.3.2.1-2. Momento do recolhimento da rede de arrasto em um dos pontos de coleta.



Figura 17.3.2.1-3. Momento do recolhimento do emalhe em um dos pontos de coleta.



Figura 17.3.2.1-4. Amostra dos organismos (Ponto MB- 01).



Figura 17.3.2.1-5. Amostra dos organismos (Ponto MB- 02).



Figura 17.3.2.1-6. Amostra dos organismos (Ponto MB- 03).



Figura 17.3.2.1-7. Amostra dos organismos (Ponto MB- 04).



Figura 17.3.2.1-8. Amostra dos organismos (Ponto MB- 05).



Figura 17.3.2.1-9. Amostra dos organismos (Ponto MB- 06).



Figura 17.3.2.1-10. Momento do recolhimento da rede de arrasto em um dos pontos de coleta.



Figura 17.3.2.1-11. Momento do recolhimento do emalhe em um dos pontos de coleta.



Figura 17.3.2.1-12. Amostra dos organismos (Ponto MB- 01).



Figura 17.3.2.1-13. Amostra dos organismos (Ponto MB- 02).



Figura 17.3.2.1-14. Amostra dos organismos (Ponto MB- 03).



Figura 17.3.2.1-15. Amostra dos organismos (Ponto MB- 04).



Figura 17.3.2.1-16 Amostra dos organismos (Ponto MB- 05).



Figura 17.3.2.1-17. Amostra dos organismos (Ponto MB- 06).

Tabela 17.3.2.1-1. Descrição dos lances referentes à amostragem na área oceânica com os aparelhos de arrasto e emalhe por ponto de coleta, na amostragem de julho de 2010.

Aparelho	Código do Ponto	Inicial		Final		Prof.
		Descrição	Posição (UTM)	Descrição	Posição (UTM)	
Arrasto	MO-01-Arr	21/07/2010 15:31	23 J 353814 7329155	21/07/2010 16:01	23 J 355157 7329505	22 m
	MO-02-Arr	21/07/2010 14:12	23 J 360041 7332113	21/07/2010 14:42	23 J 358678 7332576	22 m
	MO-03-Arr	21/07/2010 12:42	23 J 366156 7332586	21/07/2010 13:12	23 J 367663 7332417	24 m
	MO-04-Arr	22/07/2010 11:56	23 J 372485 7334280	22/07/2010 12:26	23 J 373544 7335239	26 m
	MO-05-Arr	22/07/2010 12:58	23 J 376105 7335982	22/07/2010 13:28	23 J 377513 7335982	27 m
	MO-06-Arr	22/07/2010 10:22	23 J 369482 7325128	22/07/2010 10:52	23 J 370978 7325055	29 m
Emalhe	MO-01-Ema	21/07/2010 16:21	23 J 353446 7329212	22/07/2010 07:41	23 J 353355 7329240	21 m
	MO-02-Ema	21/07/2010 17:10	23 J 360024 7332198	22/07/2010 08:29	23 J 359903 7332204	21 m
	MO-03-Ema	21/07/2010 17:53	23 J 365924 7332475	22/07/2010 09:22	23 J 365843 7332455	24 m
	MO-04-Ema	22/07/2010 15:04	23 J 372000 7334067	23/07/2010 09:38	23 J 372058 7334115	27 m
	MO-05-Ema	22/07/2010 14:33	23 J 375397 7335253			27 m
	MO-06-Ema	22/07/2010 16:02	23 J 369146 7325150	23/07/2010 11:33	23 J 369184 7325190	29 m

Datum: South American '69

Tabela 17.3.2.1-2. Descrição dos lances referentes à amostragem na área oceânica com os aparelhos de arrasto e emalhe por ponto de coleta, na amostragem de outubro de 2010.

Aparelho	Código do Ponto	Inicial		Final		Prof.
		Descrição	Posição (UTM)	Descrição	Posição (UTM)	
Arrasto	MO-01-Arr	06/10/2010 14:51	23 J 353629 7329285	06/10/2010 15:21	23 J 354618 7330249	23 m
	MO-02-Arr	06/10/2010 13:13	23 J 361799 7331853	06/10/2010 13:43	23 J 360407 7331800	23 m
	MO-03-Arr	06/10/2010 11:59	23 J 365982 7332797	06/10/2010 12:29	23 J 365034 7333732	24 m
	MO-04-Arr	07/10/2010 11:43	23 J 372166 7334180	07/10/2010 12:13	23 J 373181 7335062	27 m
	MO-05-Arr	07/10/2010 12:43	23 J 375931 7336028	07/10/2010 13:13	23 J 377303 7336511	26 m
	MO-06-Arr	07/10/2010 10:16	23 J 369613 7325421	07/10/2010 10:46	23 J 369623 7326756	29 m
Emalhe	MO-01-Ema	06/10/2010 16:01	23 J 353462 7329253	07/10/2010 7:32	23 J 353600 7329313	22 m
	MO-02-Ema	06/10/2010 16:57	23 J 361924 7331811	07/10/2010 8:33	23 J 362029 7331854	23 m
	MO-03-Ema	06/10/2010 17:37	23 J 366055 7332478	07/10/2010 9:15	23 J 366138 7332518	26 m
	MO-04-Ema	07/10/2010 14:33	23 J 372014 7334269	08/10/2010 8:19	23 J 371978 7334357	27 m
	MO-05-Ema	07/10/2010 14:04	23 J 375843 7335854	08/10/2010 7:36	23 J 375881 7335879	27 m
	MO-06-Ema	07/10/2010 16:12	23 J 369160 7325182			29 m

Datum: South American '69

No último dia de campanha do mês de julho (Campanha II, dia 22 de julho), ao chegar ao ponto MO-05-E para o recolhimento da rede, a mesma não foi encontrada. Foram realizados procedimentos de busca sem sucesso e, em virtude da entrada de um frontal oceânico no dia seguinte, não foi possível repetir a operação, impossibilitando a obtenção de amostras neste ponto por este aparelho.

A campanha de outubro teve início no dia 6 de outubro com previsão de término ao final da manhã do dia 8. A entrada de um sistema frontal oceânico inesperado (não informado nos boletins), a partir da tarde do dia 07 ocasionou no litoral sudeste aumento considerável na ondulação e na intensidade do vento. Assim mesmo, no dia 8 foi possível dar continuidade aos trabalhos de recolhimento das redes; porém, ao chegarmos ao ponto MO-06, foi constatado que a rede lançada no dia anterior não mais se encontrava nesse local. Foram executados procedimento de busca, entretanto sem sucesso. Devido às condições de mar adversas, que se mantiveram nos dois dias seguintes, não foi possível repetir a operação de lançamento.

B. Análise dos dados

Durante todo o período, a amostragem com arrasto de fundo foi mais eficiente que a amostragem com emalhe, tanto em abundância quanto em biomassa (21.626 indivíduos e 408.588 g, respectivamente). O emalhe, voltado para captura de espécies demerso-pelágicas, capturou 714 indivíduos com 143.464g. Comparando o primeiro semestre com o segundo, o arrasto de fundo apresentou um aumento na ordem de 40% na abundância e 24% na biomassa; já o emalhe apresentou uma ligeira queda de 19% (abundância) e 14% (biomassa).

Comparando-se os resultados entre os aparelhos de coleta, observou-se que na 2ª campanha (julho de 2010) obteve a maior abundância e na 3ª (outubro de 2010) a maior biomassa (Figura 17.3.2.1-18). É interessante notar que na 3ª campanha, embora tenha apresentado baixa abundância, teve o valor mais elevado de biomassa. Isso ocorreu pela presença de indivíduos de maior porte pertencentes às famílias Sciaenidae e Rhinobatidae. Na 2ª campanha, destacou-se o camarão-sete-barbas (*Xiphopenaeus kroyeri*) em abundância; em biomassa, além do camarão já citado, sobressaiu a maria-luiza (*Paralonchurus brasiliensis*).

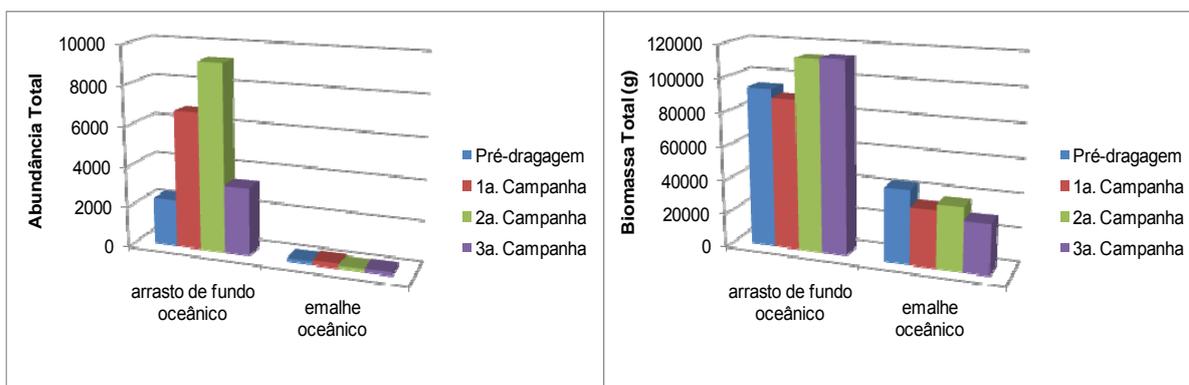


Figura 17.3.2.1-18. Número de indivíduos e biomassa total amostrada durante as campanhas por aparelho de coleta.

Quanto a composição por grupo taxonômico entre as campanhas, os peixes ósseos apresentaram abundância semelhante, com exceção da 1ª campanha, em função do grande número de indivíduos de sardinha-mole (*Pellona harroweri*) (Figura 17.3.2.1-19). Para os crustáceos, como verificado anteriormente, o grande número de indivíduos de camarão-sete-barbas na 2ª campanha destacou-a das

demais, porém com baixa biomassa.

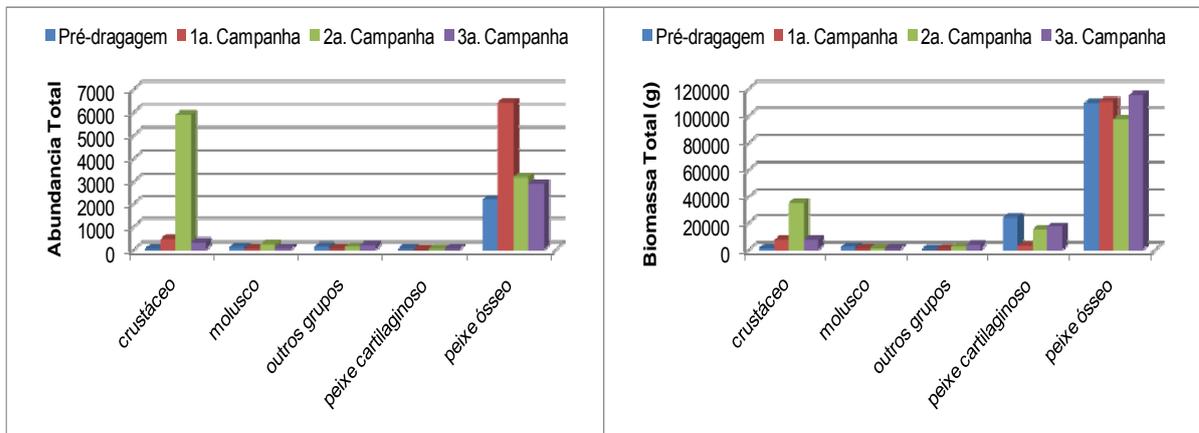


Figura 17.3.2.1-19. Variação absoluta do número de indivíduos e biomassa dos grupos taxonômicos em relação às campanhas.

Com base no número de espécies, verificou-se a suficiência amostral utilizando a análise visual da curva de acumulação de espécies (Figura 17.3.2.1-20). Observou-se uma tendência de estabilização a partir da décima coleta, com uma diminuição contínua do número de espécies novas por coleta (neste caso cada ponto foi considerado como uma coleta).

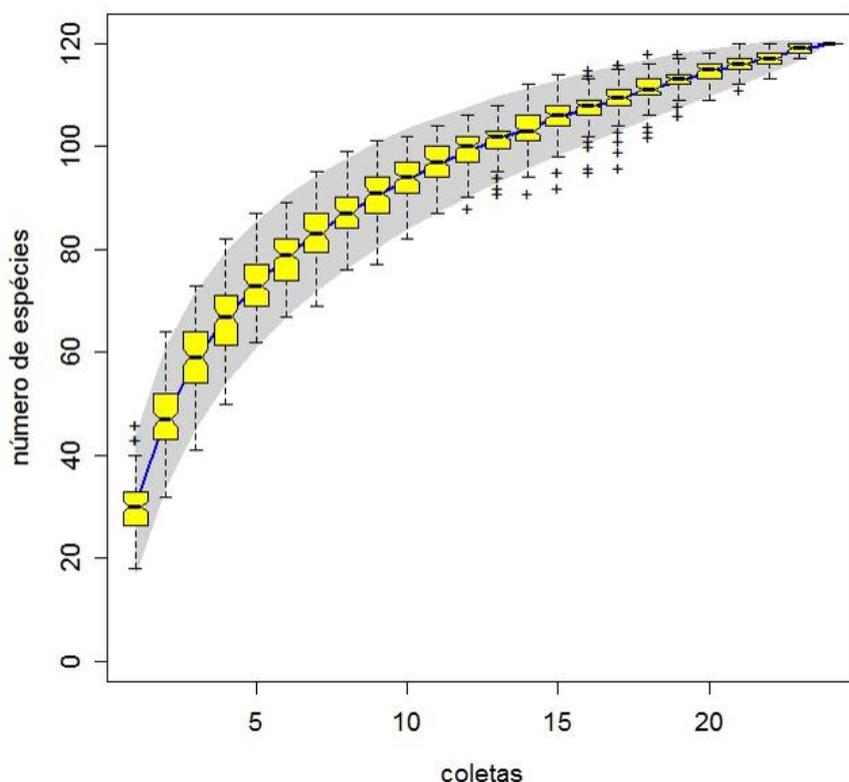


Figura 17.3.2.1-20. Curva média de acumulação de espécies, desvio-padrão (área cinza) e box-plot ajustada com base em 5000.

Considerando-se todas as campanhas realizadas (pré-dragagem, 1^a, 2^a e 3^a) foram contabilizados 128 espécies, sendo 90 de peixes ósseos, 6 peixes cartilaginosos, 19 de crustáceos, 5 de moluscos e 8 agrupados como “outros grupos” (Tabela 17.3.2.1-3).

Dentre os peixes (ósseos e cartilaginosos) das 38 famílias, Sciaenidae teve a maior representatividade com 18 espécies, seguida por Carangidae com 10 espécies. Para os crustáceos (9 famílias), Portunidae e Penaeidae foram as mais representativas com 6 e 4 espécies respectivamente. Estes dois grupos congregam os principais recursos econômicos da região Sudeste, sendo Sciaenidae e Penaeidae as famílias mais exploradas pela frota paulista com representantes como camarão-sete-barbas, corvina, pescada, goete entre outros.

Considerando a abundância entre espécies, *Xiphopenaeus kroyeri* (camarão-sete-barbas) foi a principal (26%), seguida por *Pellona harroweri* (sardinha-mole), *Dactylopterus volitans* (falso-voador) e *Ctenosciaena*

gracilicirrhus (cangoá). Estas espécies somadas representaram 64,1% da abundância total e possuem como características comum a formação de adensamentos populacionais; por isso são sempre numerosas quando estão presentes. Além disto, com exceção do camarão-sete-barbas, as demais não são alvo das pescarias comerciais tornando-se parte do rejeito das frotas de arrasto e parelha que atuam neste ambiente.

Quanto à biomassa, a distribuição entre espécies se apresentou mais uniforme, sendo característica para o ambiente e método de coleta utilizado, seguindo o mesmo padrão da pesca comercial com a captura de um grande número de indivíduos de pequeno porte e baixo interesse comercial.

Em relação a ocorrência das 128 espécies coletadas, 18,7% apareceram nas quatro campanhas, 25,7% em três, 14,8% em duas e 40,6% apenas em uma das campanhas.

O percentual do índice de importância relativa (%IRI), que congrega os três fatores citados acima (abundância, biomassa e ocorrência) classificou a maioria das espécies (83,5%) como de baixa importância relativa, com valores abaixo de 1%. Acima de 5% foram apenas *Pellona harroweri*, *Xiphopenaeus kroyeri*, *Dactylopterus volitans*, *Paralonchurus brasiliensis* (Maria-luíza) e *Ctenosciaena gracilicirrhus*. Para estas espécies, foi realizada uma avaliação por ponto de coleta e campanha, apresentada a seguir.

Tabela 17.3.2.1-3. Composição das amostragens quanto ao número de indivíduos (Nt) e biomassa (Pt) referente a campanha pré-dragagem (janeiro de 2010) e 1ª campanha (abril de 2010).

Grupo Taxonômico	Família	Espécie	Nome Vulgar	Nt	Pt	FO	%IRI
peixe ósseo	Achiridae	<i>Achirus lineatus</i>	Linguado	4	65	1	< 1
	Ariidae	<i>Bagre bagre</i>	Bagre	1	104	1	< 1
		<i>Cathorops spixii</i>	Bagre-amarelo	5	782	1	< 1
	Balistidae	<i>Balistes capriscus</i>	Porco	15	2217	3	< 1
		<i>Canthidermis sufflamen</i>	Cangulo	1	150	1	< 1
	Batrachoididae	<i>Porichthys porosissimus</i>	Mamangá-liso	2	482	2	< 1
		<i>Caranx crysos</i>	Carapau	1	86	1	< 1
		<i>Caranx hippos</i>	Carapau	6	1089	1	< 1
		<i>Caranx latus</i>	Xaréu	1	37	1	< 1
		<i>Caranx ruber</i>	Xerelete	2	794	1	< 1
	Carangidae	<i>Chloroscombrus chrysurus</i>	Palombeta	31	2168	4	< 1
		<i>Naucrates ductor</i>	Peixe-piloto	2	359	1	< 1
		<i>Oligoplites saliens</i>	Guaivira	3	123	1	< 1
		<i>Selar crumenophthalmus</i>	Xixarro	2	3	1	< 1
		<i>Selene setapinnis</i>	Galo-sem-penacho	61	741	3	< 1
		<i>Selene vomer</i>	Galo-de-penacho	1	4	1	< 1
	Centropomidae	<i>Centropomus parallelus</i>	Robalo	10	3343	3	< 1
		<i>Centropomus undecimalis</i>	Robalo	2	1169	1	< 1
	Clupeidae	<i>Chirocentrodon bleekermanus</i>	Manjuba	606	2397	1	< 1
		<i>Harengula clupeola</i>	Sardinha-cascuda	72	570	3	< 1
		<i>Ophistonema oglinum</i>	Sardinha-cascuda	2	57	1	< 1
		<i>Sardinella brasiliensis</i>	Sardinha	1	55	1	< 1
	Cynoglossidae	<i>Symphurus tessellatus</i>	Linguado	20	802	2	< 1
		<i>Symphurus trewavasae</i>	Língua-de-mulata	3	114	1	< 1
	Dactylopteridae	<i>Dactylopterus volitans</i>	Falso-voador	1806	64324	3	9,18
	Diodontidae	<i>Cylichthys spinosus</i>	Baiacu de espinho	25	3293	3	< 1
	Engraulidae	<i>Anchoa januaria</i>	Manjuba	1	1	1	< 1
		<i>Anchoviella lepidentostole</i>	Manjuba	91	364	1	< 1
		<i>Lycengraulis grossidens</i>	Manjubão	113	637	2	< 1
Ephippidiidae	<i>Chaetodipterus faber</i>	Paru	14	1189	4	< 1	
Fistulariidae	<i>Fistularia petimba</i>	Peixe-trombeta	4	67	1	< 1	
Gerreidae	<i>Diapterus rhombeus</i>	Carapeba	16	1080	2	< 1	
	<i>Eucinostomus argenteus</i>	Carapicu	12	655	3	< 1	
	<i>Eucinostomus melanopterus</i>	Carapicu	50	2980	2	< 1	
	<i>Conodon nobilis</i>	Roncador	47	3961	4	< 1	
	<i>Haemulon aurolineatum</i>	Corcoroca	72	1390	3	< 1	
Haemulidae	<i>Haemulon plumieri</i>	Corcoroca	1	16	1	< 1	
	<i>Orthopristis ruber</i>	Corcoroca	49	8453	4	1,09	
	<i>Pomadasys corvinaeformis</i>	Corcoroca	231	7463	3	1,11	
Monacanthidae	<i>Stephanolepis hispidus</i>	Porquinho	101	6283	3	< 1	

Grupo Taxonômico	Família	Espécie	Nome Vulgar	Nt	Pt	FO	%IRI
	Mugilidae	<i>Mugil curema</i>	Parati	1	93	1	< 1
	Mullidae	<i>Upeneus parvus</i>	Trilha	21	562	3	< 1
	Muraenidae	<i>Gymnothorax ocellatus</i>	Moréia	1	124	1	< 1
	Paralichthyidae	<i>Citharichthys macrops</i>	Linguado	22	743	3	< 1
		<i>Citharichthys spilopterus</i>	Linguado	15	185	4	< 1
		<i>Cyclopsetta chittendeni</i>	Linguado-mexicano	1	5	1	< 1
		<i>Etropus crossotus</i>	Linguado	86	2200	4	< 1
		<i>Etropus longimanus</i>	Linguado	11	520	2	< 1
		<i>Paralichthys brasiliensis</i>	Linguado	1	925	1	< 1
		<i>Syacium micrurum</i>	Linguado	42	1245	4	< 1
		<i>Syacium papillosum</i>	Linguado	95	8177	4	1,18
	Polydactylidae	<i>Polydactylus virginicus</i>	Parati-barbudo	3	196	1	< 1
	Pomadasydae	<i>Anisotremus surinamensis</i>	Sargo-de-beiço	1	130	1	< 1
	Pomatomidae	<i>Pomatomus saltatrix</i>	Enchova	1	744	1	< 1
	Priacanthidae	<i>Priacanthus arenatus</i>	Olho-de-cão	98	1486	2	< 1
	Pristigasteridae	<i>Pellona harroweri</i>	Sardinha-mole	4931	53854	3	14,8
	Sciaenidae	<i>Bairdiella ronchus</i>	Corcoroca	136	2620	1	< 1
		<i>Ctenosciaena gracilicirrus</i>	Cangoá	1769	18817	4	7,02
		<i>Cynoscion acoupa</i>	Pescada-amarela	7	2461	1	< 1
		<i>Cynoscion guatucupa</i>	Maria-mole	223	7557	4	1,47
		<i>Cynoscion leiarchus</i>	Pescada-branca	17	1347	2	< 1
		<i>Cynoscion microlepterus</i>	Pescada-dentão	8	162	1	< 1
		<i>Cynoscion striatus</i>	Maria-mole	38	184	1	< 1
		<i>Cynoscion virescens</i>	Pescada-cambucu	2	469	1	< 1
		<i>Isopisthus parvipinnis</i>	Tortinha	591	7032	3	1,82
		<i>Larimus breviceps</i>	Oveva	540	10915	3	2,04
		<i>Macrodon ancylodon</i>	Pescada-foguete	226	31917	3	3,16
		<i>Menticirrus americanus</i>	Betara	357	33191	4	4,72
		<i>Micropogonias furnieri</i>	Corvina	109	23867	4	2,98
		<i>Paralonchurus brasiliensis</i>	Maria-luíza	766	44104	4	7,08
	<i>Stellifer brasiliensis</i>	Cangoá	450	9725	3	1,76	
	<i>Stellifer rastrifer</i>	Cangoa	5	233	1	< 1	
	<i>Umbrina canosai</i>	Castanha	1	144	1	< 1	
	<i>Umbrina coroides</i>	Castanha	22	3585	3	< 1	
	Serranidae	<i>Diplectrum formosum</i>	Michole-de-areia	3	12	1	< 1
		<i>Diplectrum radiale</i>	Michole-de-areia	63	4347	4	< 1
		<i>Dules auriga</i>	Mariquita	1	8	1	< 1
		<i>Serranus auriga</i>	Mariquita-de-penacho	2	57	1	< 1
	Soleidae	<i>Trinectes paulistanus</i>	Linguado	1	69	1	< 1
	Sphyraenidae	<i>Sphyraena guachancho</i>	Bicuda	4	837	2	< 1
	Stromateidae	<i>Peprilus paru</i>	Gordinho	92	453	2	< 1
	Synodontidae	<i>Saurida brasiliensis</i>	Peixe-lagarto	5	20	1	< 1
		<i>Saurida caribbaea</i>	Peixe-lagarto	4	334	2	< 1

Grupo Taxonômico	Família	Espécie	Nome Vulgar	Nt	Pt	FO	%IRI
		<i>Synodus foetens</i>	Peixe-lagarto	24	3598	2	< 1
		<i>Chilomycterus spinosus</i>	Baiacú-de-espinho	49	4835	3	< 1
	Tetraodontidae	<i>Lagocephalus laevigatus</i>	Baiacu bandeira	6	1835	3	< 1
		<i>Sphoeroides testudineus</i>	Baiacú mirim	9	139	3	< 1
	Trichiuridae	<i>Trichiurus lepturus</i>	Espada	180	10706	4	1,7
		<i>Prionotus nudigula</i>	Cabrinha	10	757	2	< 1
	Triglidae	<i>Prionotus punctatus</i>	Cabrinha	142	15087	4	2,09
<i>peixe ósseo Total</i>				14679	432480		
peixe cartilaginoso	Carcharhinidae	<i>Rhizoprionodon lalandii</i>	Cação-frango	28	20517	4	2,38
	Rajidae	<i>Rioraja agassizii</i>	Emplastro	15	5391	3	< 1
		<i>Rhinobatos horkelli</i>	Raia-viola	2	913	2	< 1
	Rhinobatidae	<i>Rhinobatos percellens</i>	Raia-viola	5	2056	1	< 1
		<i>Zapteryx brevirostris</i>	Raia-viola-cara-curta	60	27278	4	3,23
	Sphyrnidae	<i>Sphyrna zygaena</i>	Tubarão-martelo	1	2219	1	< 1
<i>peixe cartilaginoso Total</i>				111	58374		
crustáceo	Alpheidae	<i>Alpheidae</i>	Camarão-de-estalo	4	2	1	< 1
	Calappidae	<i>Hepatus pudibundus</i>	Siri-baú	195	7492	4	1,38
		<i>Dardanus arrosor</i>	Ermitão	1	3	1	< 1
	Diogenidae	<i>Dardanus insignis</i>	Ermitão	33	228	4	< 1
		<i>Petrochirus diogenes</i>	Ermitão	28	278	2	< 1
	Hemisquillidae	<i>Hemisquilla braziliensis</i>	Tamburutaca	14	116	2	< 1
	Leucosiidae	<i>Persephona mediterranea</i>	Relojinho	74	1233	4	< 1
	Majidae	<i>Libinia ferreirae</i>	Aranha	26	1952	3	< 1
		<i>Farfantepenaeus paulensis</i>	Camarão-rosa	25	172	2	< 1
	Penaeidae	<i>Litopenaeus schimitti</i>	Camarão-branco	131	2962	3	< 1
		<i>Rimapenaeus constrictus</i>	Camarão-ferrinho	3	3	1	< 1
		<i>Xiphopenaeus kroyeri</i>	Camarão-sete-barbas	5826	24297	3	14,18
		Porcellanidae	<i>Porcellana sayana</i>	-	5	2	1
		<i>Arenaeus cribrarius</i>	Siri-chita	7	627	3	< 1
		<i>Callinectes danae</i>	Siri-azul	169	6689	3	< 1
	Portunidae	<i>Callinectes ornatus</i>	Siri-azul	117	3004	3	< 1
		<i>Callinectes sapidus</i>	Siri	1	132	1	< 1
<i>Charybdis helleri</i>		Siri-killer	2	224	1	< 1	
<i>Portunus spinimanus</i>		Siri-candeia	9	807	3	< 1	
<i>crustáceo Total</i>				6670	50223		
molusco	Buccinidae	<i>Buccinanops gradatum</i>	-	26	368	2	< 1
	Loliginidae	<i>Loligo plei</i>	Lula	356	3148	4	1,34
		<i>Loligo sanpaulensis</i>	Lula	57	977	3	< 1
	Olividae	<i>Olivancillaria urceus</i>	-	6	132	1	< 1
	Veneridae	<i>Lucina pectinata</i>	Lambreta	1	8	1	< 1
<i>molusco Total</i>				446	4633		

Grupo Taxonômico	Família	Espécie	Nome Vulgar	Nt	Pt	FO	%IRI
outros grupos	Anthomedusae	<i>Renilla</i> sp	Esponja-tapete	17	93	4	< 1
	Catenicellidae	<i>Catenicella uberrima</i>	Briozoário		44	1	< 1
	Mellitidae	<i>Mellita quinquesperforata</i>	Bolacha-do-mar	1		1	< 1
	Porifera		Esponja	2	126	2	< 1
	Asteroidea		Estrela-do-mar	15	786	3	< 1
	-	Cnidario - medusa	Água-viva	233	2331	4	< 1
	-	Cnidario - pólipo	Anêmona	142	584	3	< 1
	-	Echinoderma	Bolacha-do-mar	24	2378	3	< 1
<i>outros grupos Total</i>				434	6342		
<i>Total geral</i>				22340	552052		

Ctenosciaena gracilicirrhus (Cangoá)

Ocorreu em todas as campanhas com maior abundância e biomassa no ponto 1 (entorno da área de disposição do material dragado) durante a 3ª campanha, de outubro de 2010 (Figura 17.3.2.1-21).

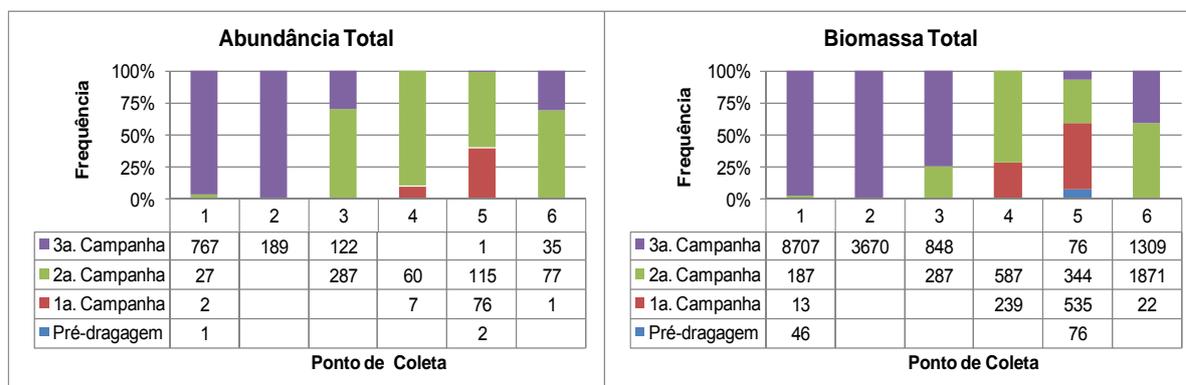


Figura 17.3.2.1-21. Estimativa da abundância e biomassa total de *Ctenosciaena gracilicirrhus* (cangoá) por campanha e ponto de coleta.

Dactylopterus volitans (Falso-voador)

Ocorreu com maior abundância e biomassa na campanha prévia (janeiro de 2010) no ponto 6 (área de amortecimento do Parque Marinho da Laje de Santos); não foi amostrado na 3ª campanha (outubro de 2010); nas demais, teve baixa representatividade (Figura 17.3.2.1-22).

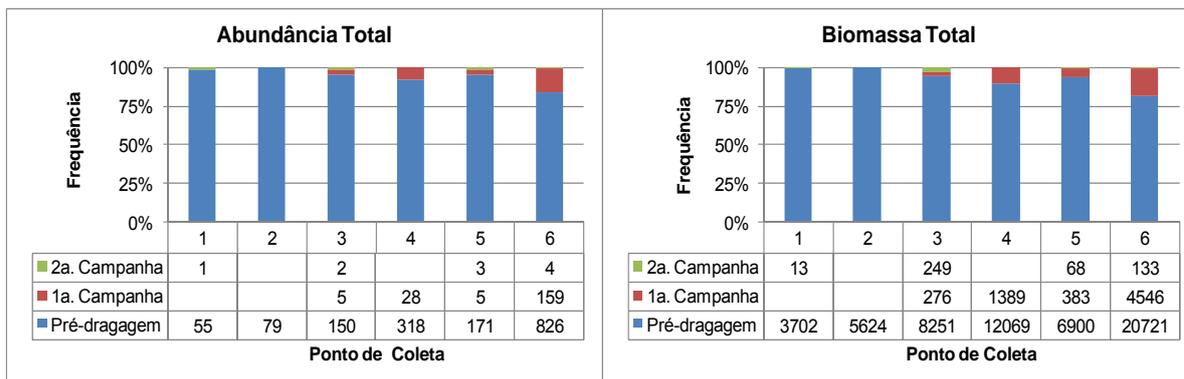


Figura 17.3.2.1-22. Estimativa da abundância e biomassa total de *Dactylopterus volitans* (falso-voador) por campanha e ponto de coleta.

Paralonchurus brasiliensis (Maria-luiza)

Ocorrência em todas as campanhas com maior abundância e biomassa na 3ª campanha no ponto 2 (área de disposição do material dragado) (Figura 17.3.2.1-23).

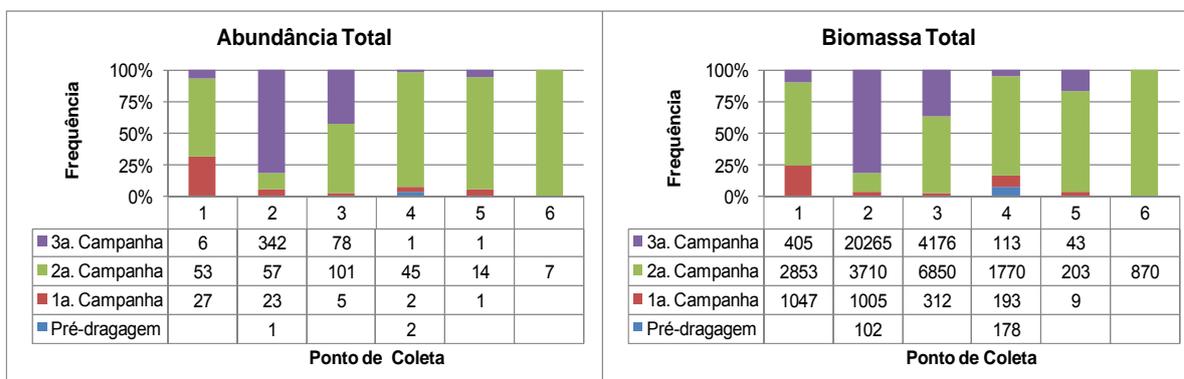


Figura 17.3.2.1-23. Estimativa da abundância e biomassa total de *Paralonchurus brasiliensis* (Maria-luiza) por campanha e ponto de coleta.

Pellona harroweri (Sardinha-mole)

Ocorrência com maior abundância e biomassa durante a 1ª campanha (abril de 2010) no ponto 2 (área de disposição do material dragado) (Figura 17.3.2.1-24). Não foi registrada a presença desta espécie no ponto 6 e na campanha pré-dragagem.

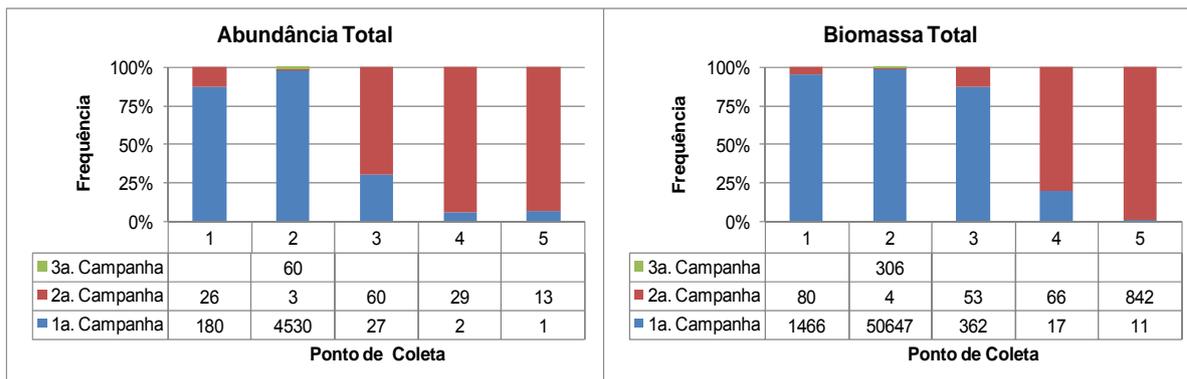


Figura 17.3.2.1-24. Estimativa da abundância e biomassa total de *Pellona harroweri* (sardinha-mole) por campanha e ponto de coleta.

Xiphopenaeus kroyeri (Camarão-sete-barbas)

Ocorrência com maior abundância e biomassa durante a 2ª campanha (julho de 2010) no ponto 2 (área de disposição do material dragado) (Figura 17.3.2.1-25). Não foi registrada a presença desta espécie no ponto 6 e na campanha prévia.

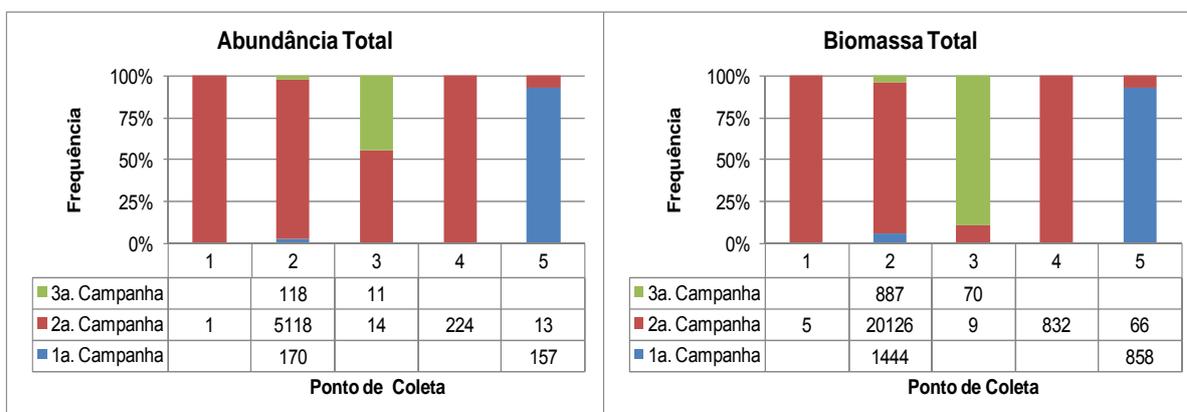


Figura 17.3.2.1-25. Estimativa da abundância e biomassa total de *Xiphopenaeus kroyeri* (camarão-sete-barbas) por campanha e ponto de coleta.

B. Análises por campanha e ponto de coleta

Considerando cada amostragem realizada, totalizando 24 coletas (4 campanhas e 6 pontos), nenhuma espécie teve 100% de ocorrência, sendo que 55,4% ocorreram em apenas 5 coletas ou menos. Dentre as espécies com maior ocorrência estão *Menticirrhus americanus* (betara) (95,8%) e *Loligo plei*

(lula) (91,7%).

No contexto geral as amostragens foram compostas por um grande grupo de espécies com baixa abundância, ocorrendo em poucas coletas. Apenas um pequeno grupo se destacou em termos de abundância também com baixa ocorrência (Figura 17.3.2.1-26). Isto demonstra o caráter sazonal da dinâmica destas espécies realizando movimentos contínuos relacionados ao ciclo de vida.

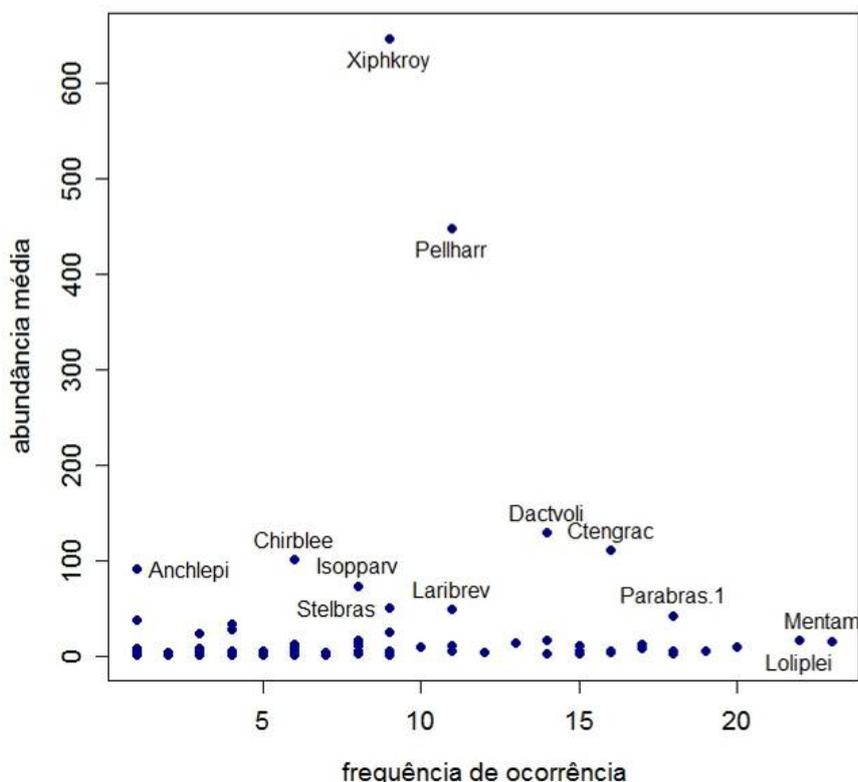


Figura 17.3.2.1-26. Relação entre abundância média e frequência de ocorrência das espécies considerando cada coleta de forma isolada (4 campanhas e 6 pontos). Os códigos se referem as quatro primeiras letras do gênero e espécie (Ex: *Dactylopterus volitans* = Dactvoli).

A análise da abundância de indivíduos entre grupos (campanhas) não apresentou diferença significativa ($p=0,66$). Na comparação pareada entre campanhas, a prévia foi mais semelhante à campanha 3 (outubro de 2010), e a campanha 1 (abril de 2010) com a campanha 2 (julho de 2010). Estas semelhanças podem estar relacionadas às estações do ano, já que as campanhas prévia e 3ª foram realizadas no verão (janeiro) e primavera (outubro),

e a 1ª e 2ª no outono (abril) e inverno (julho).

Nas análises ecológicas não foram considerados os indivíduos presentes no grupo “outros”. Foi encontrado diferença significativa, apenas entre campanhas, para o índice riqueza ($p=0,01$). Para este fator, constatou-se que a campanha prévia foi estatisticamente diferente da 2ª campanha – julho de 2010.

Na Figura 17.3.2.1-27 são apresentadas as estimativas dos índices ecológicos por campanha e ponto de coleta. Em relação a riqueza apenas o ponto 2 apresentou um padrão crescente ao longo das campanhas. Para os demais pontos a 2ª campanha mostrou os maiores valores para este atributo, permanecendo estável ou diminuindo ao longo das campanhas.

Para diversidade os maiores índices foram observados nos pontos 4 (2ª e 3ª campanha – julho e outubro de 2010) e 3 (1ª campanha – abril de 2010). Os menores índices foram encontrados no ponto 2 (1ª e 2ª campanha – abril e julho de 2010). Com exceção dos pontos 3 e 5, houve uma grande variação na diversidade ao longo das campanhas. Este mesmo padrão foi observado para equitatividade e dominância permitindo uma interpretação em conjunto destes resultados.

A presença de espécies dominantes com índices acima de 50% em uma das campanhas parece ser o principal fator de influência dos pontos 1, 2, 4 e 6. Porém esta distribuição não parece ter relação apenas com o padrão de distribuição das espécies, mas também com a sazonalidade, já que as campanhas foram realizadas em diferentes estações do ano.

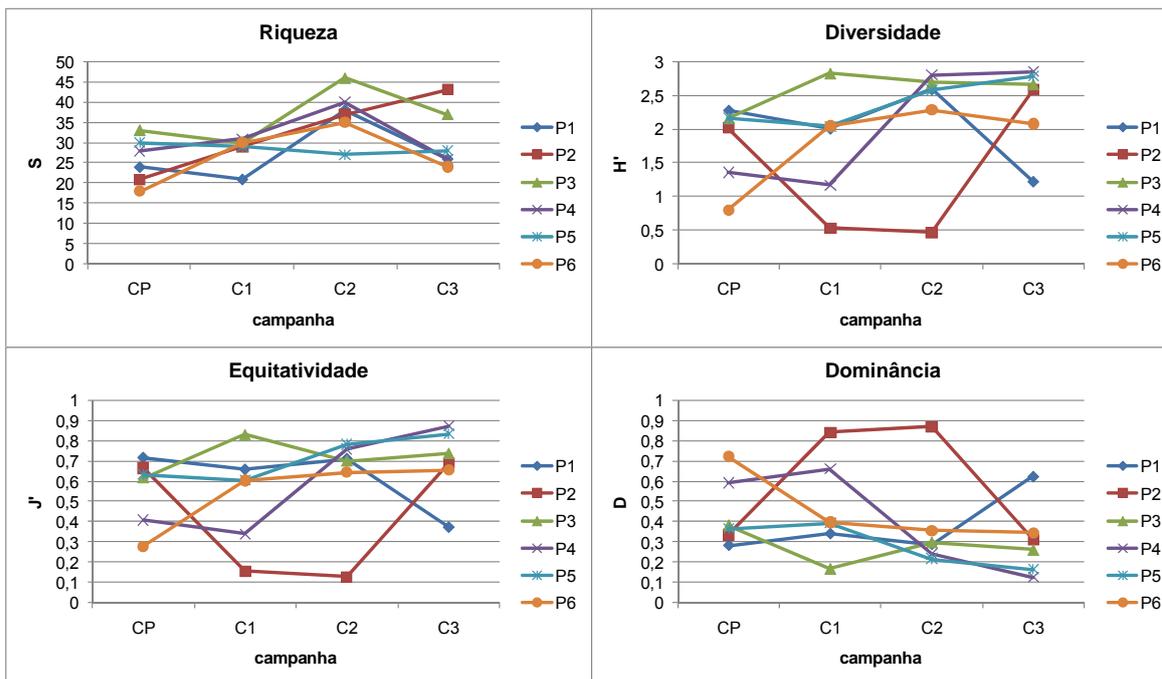


Figura 17.3.2.1-27. Comparação dos índices ecológicos entre as campanhas por ponto de coleta.

As Figuras 17.3.2.1-28 e 29 apresentam as análises multivariadas com base na abundância ($\log x+1$) por espécie. Na análise de agrupamento, três grupos principais foram identificados, sendo este mesmo resultado observado na análise discriminante e no escalonamento multidimensional. Os parâmetros ambientais (salinidade, profundidade e temperatura) não demonstraram influência nos resultados das análises multivariadas com valores explicativos pouco significativos ($p < 0,05$).

Dois grupos apresentaram padrões bem definidos de diferenciação (Figura 17.3.2.1-28). O primeiro grupo (destacado em verde) apresenta sete espécies com alta abundância relacionadas ao período de outono e inverno (1ª e 2ª campanha – abril e julho de 2010) e principalmente aos pontos 1 (entorno da área de disposição do material dragado), 2 (área de disposição do material dragado) e 3 (área de disposição do material dragado). Dentre as espécies destacou-se a presença de *Xiphopenaeus kroyeri*, e dos siris *Callinectes danae* e *Callinectes ornatus*, pertencentes ao grupo crustáceos.

O segundo grupo (destacado em vermelho) foi formado quase que exclusivamente pelas coletas realizadas na campanha prévia (Figura 17.3.2.1-28).

Esta diferenciação parece ser explicada pela presença abundante e exclusiva de *Dactylopterus volitans* (falso-voador). Além disto, outros dois fatores podem ter influenciado a diferenciação deste grupo: o primeiro devido a fatores ambientais relacionados a estação do ano em que foi realizada a coleta (verão); o segundo devido, eventualmente, à interferência antrópica pelo início das atividades de descarte de material dragado.

O terceiro agrupamento (destacado em cinza), apresenta diferenciação quanto ao ponto de coleta agregando principalmente os pontos 4, 5 e 6, localizados nas área de dispersão da pluma de sedimento e de amortecimento do Parque Marinho da Laje de Santos (Figura 17.3.2.1-28). À exceção deste fator, nenhum outro apresentou influência no agrupamento destas coletas.

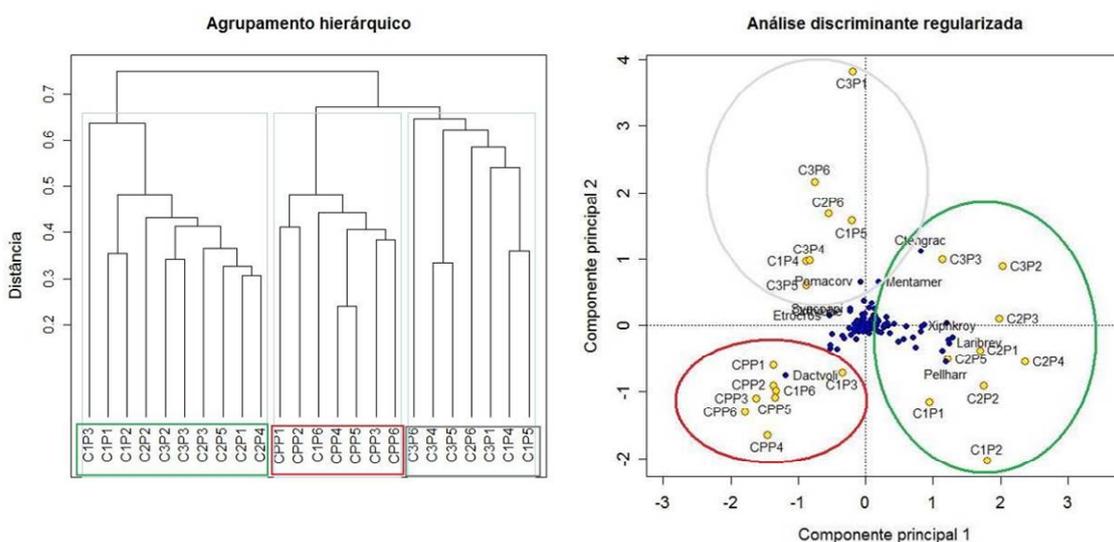


Figura 17.3.2.1-28. Avaliação multivariada das amostragens realizadas durante as campanhas. Os códigos referem-se a campanha (C) e ponto (P), e o nome das espécies as quatro primeiras letras do gênero e espécie.

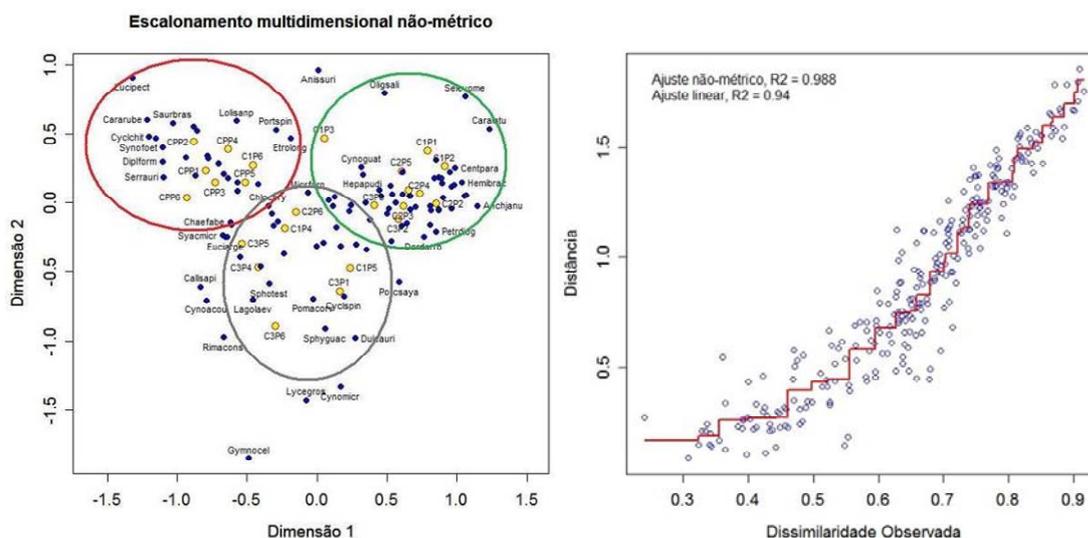


Figura 17.3.3.2-29 Avaliação multivariada das amostragens realizadas durante as campanhas. Os códigos referem-se a campanha (C) e ponto (P), e o nome das espécies as quatro primeiras letras do gênero e espécie.

17.3.2.2. Análises químicas nos tecidos dos organismos

As informações aqui apresentadas referem-se aos resultados obtidos durante a Campanha I, realizada entre os dias 21 e 22 de julho de 2010 nas áreas do PDO e seu entorno, correspondente ao 1º semestre de monitoramento. A amostragem de organismos para as análises químicas nos seus tecidos ocorreu de acordo com os critérios e procedimentos estabelecidos como garantia de qualidade de execução das coletas e de preservação das amostras, conforme descritos no item 17.2.2.

As análises químicas contribuem para a geração de dados de interesse público sobre a qualidade do pescado, que são de grande relevância, uma vez que não se tem um monitoramento periódico para este propósito.

Entretanto, a relação de causa e efeito com a operação de dragagem (descarte oceânico de material dragado) não pode ser estabelecida, pois não é possível separar as diversas causas de potencial acumulação de contaminantes nestes organismos, visto que não se tratam de organismos sésseis.

De acordo com a importância dos critérios estabelecidos e os objetivos do presente estudo, as análises químicas dos organismos capturados nas áreas do

polígono de disposição oceânica dos materiais dragados e áreas adjacentes para a Campanha I (Julho/2010) foram realizadas com uma espécie de peixe e duas espécies de camarão, compostas em dois grupos de amostras (peixes e camarões), a saber:

- Peixe maria-luiza - *Paralanchurus brasiliensis*;
- Camarão-branco - *Litopenaeus schmitti*;
- Camarão-rosa - *Farfantepenaeus brasiliensis*.

As amostras MB-01, MB-02, MB-03, MB-04 e MB-05 foram constituídas apenas de tecidos de camarões-brancos, da espécie *Litopenaeus schmitti*. A amostra MB-06, em contrapartida, foi composta por duas espécies de camarão, uma vez que a massa de tecido obtida da espécie *Litopenaeus schmitti*, coletado na área, não foi suficiente para a realização de todos os ensaios. Nesse caso, a amostra foi complementada por indivíduos da espécie *Farfantepenaeus brasiliensis* (camarão-rosa), coletados na mesma área. A composição de amostras pela junção de espécies considerou a semelhança de características como: tipo de hábitat, comportamento e hábitos alimentares.

De acordo com os procedimentos descritos na metodologia de coletas (item 17.2.2), a composição das amostras levou em consideração os critérios estabelecidos. Todas estas espécies apresentam grande associação com ambiente de fundo inconsolidado e/ou hábitos alimentares associados a organismos que vivem nesta região. Os organismos selecionados estavam presentes na maioria das regiões amostrais, o que constitui um importante elemento de comparação de resultados entre as diferentes áreas.

Ressalta-se que as análises dos parâmetros umidade e gorduras totais para as amostras de camarão coletadas nos pontos MB-02 e MB-06 não foram realizadas devido à insuficiência da massa total de tecido coletado para a realização do ensaio, uma vez que o esforço de captura foi padronizado em todos os pontos de amostragem e poucos indivíduos foram obtidos nesses pontos (vide Tabela 17.3.2.1-1).

A seguir, são apresentados os resultados dos dados biológicos de biometria, sexagem e estádios de maturação dos organismos coletados na região do PDO e

adjacências, bem como os dados analíticos das análises químicas realizadas nos tecidos dos organismos.

A. Biometria dos organismos

Os dados obtidos de cada organismo submetido à biometria estão apresentados no Anexo 17.8-8.

Durante a realização das atividades, foi realizada a biometria em 181 peixes (*P. brasiliensis*) e em 75 camarões (*L. schmitti* e *F. brasiliensis*). Em cada ponto, um número variado de espécimes foi capturado; no entanto, foi adotado um número amostral máximo de 50 indivíduos, por ponto amostral, para a realização da biometria. A maria-luiza (*P. brasiliensis*) foi capturada em quantidades superiores a 50 indivíduos apenas nos pontos MB-01 e MB-03; nos demais pontos, todos os indivíduos coletados foram submetidos aos procedimentos biométricos. Em relação ao camarão (*L. schmitti* e *F. brasiliensis*), todos os indivíduos coletados foram submetidos aos procedimentos biométricos para todos os pontos amostrados.

Os dados biométricos são úteis, pois refletem o padrão de crescimento da população amostrada. Este padrão e a taxa de crescimento dos indivíduos pode ser influenciada por fatores ambientais (Batista-Metri *et al.*, 2005; Branco, 1996) o que torna importante sua investigação como complemento às demais análises realizadas. Os resultados da biometria dos organismos (peixes e camarões) coletados no PDO e adjacências mostraram que esses não possuíam deformidades morfológicas.

A Tabela 17.3.2.2-1 apresenta os dados de quantidade de maria-luiza capturada, os valores médio, mínimo e máximo da massa dos indivíduos obtidos (Kg), do comprimento total e do comprimento padrão dos organismos em cada ponto de amostragem.

Tabela 17.3.2.2-1. Número de indivíduos (*P. brasiliensis*) amostrados, peso, comprimento total e comprimento padrão das amostras em cada ponto (Campanha I – Julho de 2010).

Região de amostragem	Amostra	Qtdd. Indiv.	Massa total (kg.)			Comprimento total (cm.)			Comprimento-padrão (cm.)		
			Média	Máx.	Mín.	Média	Máx.	Mín.	Média	Máx.	Mín.
Sudoeste do PDO	MB-01-ML	50	68,64	127,0	8,6	18,95	23,6	11,9	14,93	19,3	7,8
Interior do PDO	MB-02-ML	21	108,43	144,0	73,0	22,14	24,5	19,4	17,55	19,5	14,9
Interior do PDO	MB-03-ML	50	89,98	127,0	34,0	20,93	23,6	16,0	16,54	18,8	12,3
Nordeste PDO	MB-04-ML	36	60,14	126,0	10,0	18,66	24,2	11,5	14,32	18,8	8,4
Nordeste PDO	MB-05-ML	19	34,65	96,0	8,5	15,55	22,5	10,3	11,80	17,3	8,0
Área a ser controlada	MB-06-ML	9	94,89	127,0	61,0	21,86	23,9	19,5	17,20	18,9	14,8

As maiores abundâncias de maria-luiza foram observadas nos pontos MB-01, a sudoeste do PDO, e MB-03, nas quadrículas do PDO. O ponto MB-06, localizado no limite da área a ser controlada, apresentou a menor abundância de indivíduos desta espécie, com apenas 09 exemplares. Os menores indivíduos, tanto em comprimento quanto em massa corporal, foram capturados no ponto MB-05, a nordeste do PDO, enquanto que os maiores foram capturados no ponto MB-02, localizado nas quadrículas do PDO. Cabe ressaltar que os indivíduos capturados neste ponto amostral apresentaram massa corporal média equivalente ao triplo da obtida no ponto MB-05.

A Tabela 17.3.2.2-2 apresenta os dados de quantidade de camarões capturados, agrupando-se as espécies e as características da amostra em cada ponto de coleta.

Tabela 17.3.2.2-2. Número de indivíduos (camarões) amostrados, peso, comprimento total e comprimento padrão das amostras em cada ponto (Campanha I – Julho de 2010).

Região de amostragem	Amostra	Qtdd. Indiv.	Massa total (kg.)			Comprimento total (cm.)			Comprimento carapaça (cm.)		
			Média	Máx.	Mín.	Média	Máx.	Mín.	Média	Máx.	Mín.
Sudoeste do PDO	MB-01-CAO	23	35,98	61,71	25,69	162,68	191,0	149,0	59,90	72,18	53,24
Interior do PDO	MB-02-CAO	3	38,84	60,82	26,66	163,00	192,0	140,0	57,72	73,28	39,72
Interior do PDO	MB-03-CAO	19	42,61	66,72	10,97	170,21	197,0	114,0	62,24	74,75	41,04
Nordeste PDO	MB-04-CAO	18	39,15	59,16	26,43	166,71	188,0	142,0	60,57	72,62	46,95
Nordeste PDO	MB-05-CAO	9	48,54	62,68	37,09	177,89	192,0	167,0	64,36	73,41	54,61
Área a ser controlada	MB-06-CAO	3	48,14	52,55	43,42	177,00	182,0	172,0	64,26	67,47	61,19

As maiores abundâncias de camarões foram obtidas nos pontos MB-01, a sudoeste do PDO, e MB-03, nas quadrículas do PDO. Os pontos MB-02, no interior do PDO, e MB-06, na área a ser controlada, apresentaram as menores

abundâncias de indivíduos deste grupo, com apenas 03 exemplares cada. Os menores indivíduos, tanto em comprimento quanto em massa corporal, foram capturados no ponto MB-01, a sudoeste do PDO, enquanto que os maiores foram capturados no ponto MB-05, localizado a nordeste do PDO.

Outra informação avaliada foi o estágio de maturação, pois está relacionado a estados fisiológicos específicos de acordo com as necessidades do organismo (p. ex.: quantidade de gordura acumulada nos tecidos na época de reprodução e em períodos não reprodutivos). Pelo fato dos contaminantes se acumularem nas camadas lipídicas, a avaliação do estágio de maturação gonadal associada ao teor de gorduras é complementar à análise química dos tecidos.

Na população amostrada de *P. brasiliensis*, observou-se um predomínio de fêmeas (60%) em relação aos machos (29%). A distribuição dos organismos maduros de *P. brasiliensis* em função do sexo e da classificação dos estágios de maturação gonadal, considerando os peixes coletados em todas as áreas de amostragem, foi de fêmeas (81%) em sua maioria em estágio de maturação gonadal 3 (maduro) e machos em sua maioria em estágio de maturação gonadal 1 (em repouso). No litoral de São Paulo, Cunningham & Diniz-Filho (1995) obtiveram o valor de 145 mm, como comprimento médio de primeira maturação, sendo que, a partir de 192 mm de comprimento, todos os indivíduos eram considerados adultos. Tais resultados estão similares aos obtidos no presente estudo.

B. Análises químicas

Os resultados obtidos foram 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 (APPENDIX E-1 DEQ/WQAGM, 2010).

As legislações brasileiras utilizadas foram: Portaria do Ministério da Saúde nº685/98 e Decreto Ministério da Saúde nº55.871/65 para metais e semi-metais, conforme apresentado na Tabela 17.3.2.2-3.

Tabela 17.3.2.2-3. Considerações sobre os limites para consumo humano de 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
Cromo	Decreto 55.871/65	Qualquer alimento
Mercúrio	Portaria 685/98	Peixes e produtos da pesca
Níquel	Decreto 55.871/65	Outros alimentos
Zinco	Decreto 55.871/65	Outros alimentos

No Decreto nº 55.871/65, 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 camarões, ele é classificado como “outros alimentos”. No caso específico do cromo, todos os alimentos consumidos são enquadrados na categoria “qualquer alimento”, uma vez que não há diferença nos valores máximos permitidos deste metal para as diferentes categorias alimentícias.

A legislação brasileira não contempla valores para os compostos orgânicos para consumo humano de alimentos ou pescados. Desta forma optou-se por utilizar valores estabelecidos pelo órgão ambiental americano – USEPA, baseados em risco à saúde humana (Tabela 17.3.2.2-4).

Vale ressaltar que 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*”.

Tabela 17.3.2.2-4. Considerações sobre os limites para consumo humano de legislações internacionais, para compostos orgânicos.

Parâmetro	Legislação	Tipo de alimento
PCBs totais e semi-voláteis (incluindo HPA)	USEPA (2010)	Peixes

As amostras obtidas foram enviadas ao laboratório de análises químicas *Analytical Technology*. A sigla de identificação destas amostras foi composta da seguinte maneira: MB – identifica material biológico + número referente à região de coleta + diferenciação dos organismos analisados pelas siglas ML (maria-luiza) e CA (camarão). A identificação das amostras junto ao laboratório é apresentada na Tabela 17.3.2.2-5.

Tabela 17.3.2.2-5. Identificação do laboratório das amostras obtidas para análise química (Campanha I – Julho de 2010).

Amostras	ID Laboratório	Data de coleta	Data de triagem
MB-01-ML	1007127-01	21/7/2010	22/7/2010
MB-01-CA	1007127-02	21/7/2010	22/7/2010
MB-02-ML	1007127-03	21/7/2010	23/7/2010
MB-02-CA	1007127-04	21/7/2010	23/7/2010
MB-03-ML	1007127-05	21/7/2010	23/7/2010
MB-03-CA	1007127-06	21/7/2010	22/7/2010
MB-04-ML	1007127-07	22/7/2010	23/7/2010
MB-04-CA	1007127-08	22/7/2010	23/7/2010
MB-05-ML	1007127-09	22/7/2010	23/7/2010
MB-05-CA	1007127-10	22/7/2010	23/7/2010
MB-06-ML	1007127-11	22/7/2010	23/7/2010
MB-06-CA	1007127-12	22/7/2010	23/7/2010

A seguir, são apresentados os resultados das análises químicas realizadas nos tecidos dos organismos coletados nas áreas do PDO e seu entorno.

B.1. Metais e semi-metais

Os resultados analíticos determinados para os metais e semi-metais nas amostras de tecidos de organismos coletados nas quadrículas do PDO e seu entorno estão apresentados na Tabela 17.3.2.2-6.

Arsênio e os metais cádmio, cromo e cobre ocorreram em concentrações inferiores aos limites de quantificação dos métodos analíticos utilizados em todas as amostras coletadas de tecido do peixe maria-luiza. Manganês (MB-01, MB-02 e MB-03), níquel (MB-04 e MB-06) e mercúrio (MB-01, MB-02, MB-03, MB-05 e MB-06) foram quantificados em apenas algumas amostras, enquanto que zinco foi quantificado em todas as amostras de maria-luiza. Apesar disto, todas as concentrações obtidas estiveram abaixo dos valores para consumo humano estabelecidos pelo Ministério da Saúde através da Portaria 685/98 (mercúrio) e do Decreto 55.871/65 (cobre e zinco).

Nas amostras de tecido de camarão, a maioria dos metais e semi-metais analisados também ocorreram em concentrações abaixo dos limites de quantificação dos métodos analíticos. Arsênio e os metais cádmio, cromo, chumbo e níquel ocorreram em concentrações abaixo dos limites de quantificação dos métodos analíticos utilizados em todas as amostras de tecido de camarão. Manganês (MB-01, MB-02, MB-03 e MB-04) e mercúrio (MB-01, MB-03, MB-04, MB-05 e MB-06) foram quantificados na maioria das amostras, enquanto que cobre e zinco foram quantificados em todas as amostras de camarão. No entanto, todas as concentrações obtidas estiveram abaixo dos valores para consumo humano estabelecidos pelo Ministério da Saúde através da Portaria 685/98 (mercúrio) e do Decreto 55.871/65 (cobre e zinco).

Quanto ao mercúrio, as concentrações quantificadas nas amostras foram muito baixas, sendo inferiores em relação à legislação para consumo humano em duas ordens de grandeza (1%).

Tabela 17.3.2.2-6. Resultados da análise química de concentração de metais nos tecidos musculares de maria-luiza (*Paralichthys brasiliensis*) (MB-ML) e camarões (MB-CAO) (Campanha I – Julho de 2010).

Parâmetros	Legislações	MB-01-ML	MB-01-CAO	MB-02-ML	MB-02-CAO	MB-03-ML	MB-03-CAO
Organismo		Peixe (Maria-Luiza)	Camarão Branco	Peixe (Maria-Luiza)	Camarão Branco	Peixe (Maria-Luiza)	Camarão Branco
Localização		Sudoeste do PDO			Dentro do PDO		
Data de Coleta		22/7/2010	22/7/2010	23/7/2010	23/7/2010	23/7/2010	22/7/2010
Hora de Coleta		12:00	15:00	10:30	12:00	9:00	17:00
Metais (mg/kg)							
Arsênio	1*	<0,81	<0,82	<0,82	<0,78	<0,81	<0,81
Cádmio	1*	<0,14	<0,14	<0,14	<0,13	<0,14	<0,14
Cromo	11****	<0,81	<0,82	<0,82	<0,78	<0,83	<0,81
Cobre	30**	<0,81	5,53	<0,82	5,39	<0,83	5,31
Chumbo	2*	<0,54	<0,55	<0,55	<0,52	<0,56	<0,54
Manganês	54***	2	0,69	0,27	0,84	1,14	0,57
Níquel	5**	<0,27	<0,27	<0,27	<0,26	<0,28	<0,27
Zinco	50**	3,84	12,9	3,28	14,7	3,07	14,2
Mercurio	0,5*	0,036	0,025	0,121	<0,015	0,049	0,045
Parâmetros	Legislações	MB-04-ML	MB-04-CAO	MB-05-ML	MB-05-CAO	MB-06-ML	MB-06-CAO
Organismo		Peixe (Maria-Luiza)	Camarão Branco	Peixe (Maria-Luiza)	Camarão Branco	Peixe (Maria-Luiza)	Camarão Branco
Localização		Nordeste do PDO				Pq Est. Marinho da Laje de Santos	
Data de Coleta		23/7/2010	23/7/2010	23/7/2010	23/7/2010	23/7/2010	23/7/2010
Hora de Coleta		13:00	14:00	15:00	16:00	17:00	18:00
Metais (mg/kg)							
Arsênio	1*	<0,83	<0,82	<0,81	<0,81	<0,79	<0,83
Cádmio	1*	<0,14	<0,14	<0,14	<0,14	<0,13	<0,14
Cromo	11****	<0,83	<0,82	<0,81	<0,82	<0,79	<0,83
Cobre	30**	<0,83	6,94	<0,81	5,02	<0,79	6,23
Chumbo	2*	<0,55	<0,55	<0,54	<0,55	<0,53	<0,56
Manganês	54***	<0,28	0,36	<0,27	<0,27	<0,26	<0,28
Níquel	5**	0,38	<0,27	<0,27	<0,27	0,95	<0,28
Zinco	50**	3,02	14,2	2,97	13,80	2,72	16
Mercurio	0,5*	<0,015	0,0317	0,041	0,021	0,053	0,029

* Portaria MS 685/98

** Decreto 55.871/65

*** US EPA

****USFDA (apud CETESB, 2001)

B.2. Bifenilas policloradas (PCB)

Os resultados obtidos na análise de PCB nas amostras de tecidos de maria-luiza e camarão estão apresentados na Tabela 17.3.2.2-7.

Tabela 17.3.2.2-7. Resultados da análise química de concentração de PCB nos tecidos musculares de maria-luiza (*Paralichthys brasiliensis*) (MB-ML) e camarões (MB-CAO) (Campanha I – Julho de 2010).

Parâmetros	Legislações	MB-01-ML	MB-01-CAO	MB-02-ML	MB-02-CAO	MB-03-ML	MB-03-CAO
Organismo		Peixe (Maria-Luiza)	Camarão Branco	Peixe (Maria-Luiza)	Camarão Branco	Peixe (Maria-Luiza)	Camarão Branco
Localização		Sudoeste do PDO		Dentro do PDO			
Data de Coleta		22/7/2010	22/7/2010	23/7/2010	23/7/2010	23/7/2010	22/7/2010
Hora de Coleta		12:00	15:00	10:30	12:00	9:00	17:00
PCBs (mg/kg)							
PCB 28	-	<0,00032	<0,00031	<0,00032	<0,00032	<0,00032	<0,00031
PCB 52	-	<0,00032	<0,00031	<0,00032	<0,00032	<0,00032	<0,00031
PCB 101	-	<0,00032	<0,00031	<0,00032	<0,00032	<0,00032	<0,00031
PCB 118	-	<0,00032	<0,00031	<0,00032	<0,00032	<0,00032	<0,00031
PCB 153	-	<0,00032	<0,00031	<0,00032	<0,00032	<0,00032	<0,00031
PCB 138	-	<0,00032	<0,00031	<0,00032	<0,00032	<0,00032	<0,00031
PCB 180	-	<0,00032	<0,00031	<0,00032	<0,00032	<0,00032	<0,00031
PCBs Totais	0,014***	<0,00032	<0,00031	<0,00032	<0,00032	<0,00032	<0,00031

Parâmetros	Legislações	MB-04-ML	MB-04-CAO	MB-05-ML	MB-05-CAO	MB-06-ML	MB-06-CAO
Organismo		Peixe (Maria-Luiza)	Camarão Branco	Peixe (Maria-Luiza)	Camarão Branco	Peixe (Maria-Luiza)	Camarão Branco
Localização		Nordeste do PDO				Pq Est. Marinho da Laje de Santos	
Data de Coleta		23/7/2010	23/7/2010	23/7/2010	23/7/2010	23/7/2010	23/7/2010
Hora de Coleta		13:00	14:00	15:00	16:00	17:00	18:00
PCBs (mg/kg)							
PCB 28	-	<0,00032	<0,00032	<0,00031	<0,00031	<0,00031	<0,00033
PCB 52	-	<0,00032	<0,00032	<0,00031	<0,00031	<0,00031	<0,00033
PCB 101	-	<0,00032	<0,00032	<0,00031	<0,00031	<0,00031	<0,00033
PCB 118	-	<0,00032	<0,00032	<0,00031	<0,00031	<0,00031	<0,00033
PCB 153	-	<0,00032	<0,00032	<0,00031	<0,00031	<0,00031	<0,00033
PCB 138	-	<0,00032	<0,00032	<0,00031	<0,00031	<0,00031	<0,00033
PCB 180	-	<0,00032	<0,00032	<0,00031	<0,00031	<0,00031	<0,00033
PCBs Totais	0,014***	<0,00032	<0,00032	<0,00031	<0,00031	<0,00031	<0,00033

*** US EPA

Todas as amostras de tecidos de organismos apresentaram concentrações dos sete congêneres de PCB analisados abaixo do limite de quantificação do método analítico para as amostras de maria-luiza e camarão.

B.3. Compostos fenólicos, dienoclorados e clorobenzenos

Nas Tabelas 17.3.2.2-8 a 17.3.2.2-10 são apresentadas as concentrações de compostos fenólicos, dienoclorados e clorobenzenos determinadas nas amostras de maria-luiza e camarão, identificadas de acordo com a nomenclatura já apresentada.

Tabela 17.3.2.2-8. Resultados da análise química de concentração de compostos fenólicos nos tecidos musculares de maria-luiza (*Paralichthys brasiliensis*) (MB-ML) e camarões (MB-CAO) (Campanha I – Julho de 2010).

Parâmetros	Legislações	MB-01-ML	MB-01-CAO	MB-02-ML	MB-02-CAO	MB-03-ML	MB-03-CAO
Organismo		Peixe (Maria-Luiza)	Camarão Branco	Peixe (Maria-Luiza)	Camarão Branco	Peixe (Maria-Luiza)	Camarão Branco
Localização		Sudoeste do PDO		Dentro do PDO			
Data de Coleta		22/7/2010	22/7/2010	23/7/2010	23/7/2010	23/7/2010	22/7/2010
Hora de Coleta		12:00	15:00	10:30	12:00	9:00	17:00
Compostos fenólicos (mg/Kg)							
2-clorofenol	54***	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
2,4-diclorofenol	32***	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
2,4,5-triclorofenol	1100***	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
2,4,6-triclorofenol	9,8***	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
2,3,4,6-tetraclorofenol	320***	<0,333	<0,333	<0,333	<0,333	<0,333	<0,333
Pentaclorofenol	0,9***	<0,333	<0,333	<0,333	<0,333	<0,333	<0,333
Fenol	6500***	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
2,4-dimetilfenol	220***	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
4-nitrofenol	670***	<0,333	<0,333	<0,333	<0,333	<0,333	<0,333
2,4-dinitrofenol	22***	<0,667	<0,667	<0,667	<0,667	<0,667	<0,667
Parâmetros	Legislações	MB-04-ML	MB-04-CAO	MB-05-ML	MB-05-CAO	MB-06-ML	MB-06-CAO
Organismo		Peixe (Maria-Luiza)	Camarão Branco	Peixe (Maria-Luiza)	Camarão Branco	Peixe (Maria-Luiza)	Camarão Branco
Localização		Nordeste do PDO			Pq Est. Marinho da Laje de Santos		
Data de Coleta		23/7/2010	23/7/2010	23/7/2010	23/7/2010	23/7/2010	23/7/2010
Hora de Coleta		13:00	14:00	15:00	16:00	17:00	18:00
Compostos fenólicos (mg/Kg)							
2-clorofenol	54***	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
2,4-diclorofenol	32***	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
2,4,5-triclorofenol	1100***	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
2,4,6-triclorofenol	9,8***	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
2,3,4,6-tetraclorofenol	320***	<0,333	<0,333	<0,333	<0,333	<0,333	<0,333
Pentaclorofenol	0,9***	<0,333	<0,333	<0,333	<0,333	<0,333	<0,333
Fenol	6500***	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
2,4-dimetilfenol	220***	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
4-nitrofenol	670***	<0,333	<0,333	<0,333	<0,333	<0,333	<0,333
2,4-dinitrofenol	22***	<0,667	<0,667	<0,667	<0,667	<0,667	<0,667

*** US EPA

Tabela 17.3.2.2-9. Resultados da análise química de concentração de dienos clorados nos tecidos musculares de maria-luiza (*Paralichthys brasiliensis*) (MB-ML) e camarões (MB-CAO) (Campanha I – Julho de 2010).

Parâmetros	Legislações	MB-01-ML	MB-01-CAO	MB-02-ML	MB-02-CAO	MB-03-ML	MB-03-CAO
Organismo		Peixe (Maria-Luiza)	Camarão Branco	Peixe (Maria-Luiza)	Camarão Branco	Peixe (Maria-Luiza)	Camarão Branco
Localização		Sudoeste do PDO		Dentro do PDO			
Data de Coleta		22/7/2010	22/7/2010	23/7/2010	23/7/2010	23/7/2010	22/7/2010
Hora de Coleta		12:00	15:00	10:30	12:00	9:00	17:00
Dienos clorados (mg/Kg)							
Hexaclorociclopentadieno	75***	<0,667	<0,667	<0,667	<0,667	<0,667	<0,667
1,3-butadieno hexacloro	1,4***	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
Parâmetros	Legislações	MB-04-ML	MB-04-CAO	MB-05-ML	MB-05-CAO	MB-06-ML	MB-06-CAO
Organismo		Peixe (Maria-Luiza)	Camarão Branco	Peixe (Maria-Luiza)	Camarão Branco	Peixe (Maria-Luiza)	Camarão Branco
Localização		Nordeste do PDO			Pq Est. Marinho da Laje de Santos		
Data de Coleta		23/7/2010	23/7/2010	23/7/2010	23/7/2010	23/7/2010	23/7/2010
Hora de Coleta		13:00	14:00	15:00	16:00	17:00	18:00
Dienos clorados (mg/Kg)							
Hexaclorociclopentadieno	75***	<0,667	<0,667	<0,667	<0,667	<0,667	<0,667
1,3-butadieno hexacloro	1,4***	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1

*** US EPA

Tabela 17.3.2.2-10. Resultados da análise química de concentração de clorobenzenos nos tecidos musculares de maria-luiza (*Paralichthys brasiliensis*) (MB-ML) e camarões (MB-CAO) (Campanha I – Julho de 2010).

Parâmetros	Legislações	MB-01-ML	MB-01-CAO	MB-02-ML	MB-02-CAO	MB-03-ML	MB-03-CAO
Organismo		Peixe (Maria-Luiza)	Camarão Branco	Peixe (Maria-Luiza)	Camarão Branco	Peixe (Maria-Luiza)	Camarão Branco
Localização		Sudoeste do PDO			Dentro do PDO		
Data de Coleta		22/7/2010	22/7/2010	23/7/2010	23/7/2010	23/7/2010	22/7/2010
Hora de Coleta		12:00	15:00	10:30	12:00	9:00	17:00
Clorobenzenos (mg/Kg)							
1,2-diclorobenzeno	970***	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
1,3-diclorobenzeno	960***	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
1,4-diclorobenzeno	140***	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
1,2,4-triclorobenzeno	110***	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
1,2,4,5-Tetraclorobenzeno	3,2***	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
Parâmetros	Legislações	MB-04-ML	MB-04-CAO	MB-05-ML	MB-05-CAO	MB-06-ML	MB-06-CAO
Organismo		Peixe (Maria-Luiza)	Camarão Branco	Peixe (Maria-Luiza)	Camarão Branco	Peixe (Maria-Luiza)	Camarão Branco
Localização		Nordeste do PDO				Pq Est. Marinho da Laje de Santos	
Data de Coleta		23/7/2010	23/7/2010	23/7/2010	23/7/2010	23/7/2010	23/7/2010
Hora de Coleta		13:00	14:00	15:00	16:00	17:00	18:00
Clorobenzenos (mg/Kg)							
1,2-diclorobenzeno	970***	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
1,3-diclorobenzeno	960***	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
1,4-diclorobenzeno	140***	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
1,2,4-triclorobenzeno	110***	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
1,2,4,5-Tetraclorobenzeno	3,2***	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1

*** US EPA

Todas as amostras dos organismos maria-luiza e camarão analisadas apresentaram concentrações de compostos fenólicos, dienoclorados e clorobenzenos inferiores aos limites de quantificação do método analítico utilizado.

B.4. Hidrocarbonetos policíclicos aromáticos (HPA)

Na Tabela 17.3.2.2-11 são apresentados os resultados obtidos para hidrocarbonetos policíclicos aromáticos (HPA) analisados nas amostras de maria-luiza e camarões.

Tabela 17.3.2.2-11. Resultados da análise química de concentração de HPA nos tecidos musculares de maria-luiza (*Paralichthys brasiliensis*) (MB-ML) e camarões (MB-CAO) (Campanha I – Julho de 2010).

Parâmetros	Legislações	MB-01-ML	MB-01-CAO	MB-02-ML	MB-02-CAO	MB-03-ML	MB-03-CAO
Organismo		Peixe (Maria-Luiza)	Camarão Branco	Peixe (Maria-Luiza)	Camarão Branco	Peixe (Maria-Luiza)	Camarão Branco
Localização		Sudoeste do PDO		Dentro do PDO			
Data de Coleta		22/7/2010	22/7/2010	23/7/2010	23/7/2010	23/7/2010	22/7/2010
Hora de Coleta		12:00	15:00	10:30	12:00	9:00	17:00
Hidrocarbonetos policíclicos aromáticos (mg/Kg)							
Acenafteno	650***	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02
Pireno	320***	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02
Fluoreno	430***	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02
Benzo(b)fluoranteno	0,015***	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
Benzo(k) Fluoranteno	0,015***	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
Dibenzo(a,h)antraceno	0,015***	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
Naftaleno	430***	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02
Antraceno	3200***	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02
Fenantreno	3200***	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02
Fluoranteno	430***	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02
Benzo(a)antraceno	0,15***	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
Criseno	15***	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
Benzo(a)pireno	0,015***	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
Indeno(1,2,3-cd)pireno	0,15***	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
Parâmetros	Legislações	MB-04-ML	MB-04-CAO	MB-05-ML	MB-05-CAO	MB-06-ML	MB-06-CAO
Organismo		Peixe (Maria-Luiza)	Camarão Branco	Peixe (Maria-Luiza)	Camarão Branco	Peixe (Maria-Luiza)	Camarão Branco
Localização		Nordeste do PDO			Pq Est. Marinho da Laje de Santos		
Data de Coleta		23/7/2010	23/7/2010	23/7/2010	23/7/2010	23/7/2010	23/7/2010
Hora de Coleta		13:00	14:00	15:00	16:00	17:00	18:00
Hidrocarbonetos policíclicos aromáticos (mg/Kg)							
Acenafteno	650***	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02
Pireno	320***	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02
Fluoreno	430***	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02
Benzo(b)fluoranteno	0,015***	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
Benzo(k) Fluoranteno	0,015***	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
Dibenzo(a,h)antraceno	0,015***	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
Naftaleno	430***	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02
Antraceno	3200***	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02
Fenantreno	3200***	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02
Fluoranteno	430***	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02
Benzo(a)antraceno	0,15***	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
Criseno	15***	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
Benzo(a)pireno	0,015***	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
Indeno(1,2,3-cd)pireno	0,15***	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01

*** US EPA

Todas as concentrações dos diferentes congêneres de HPA analisados estiveram abaixo dos respectivos limites de quantificação dos métodos analíticos nas amostras de maria-luiza e camarão. Cabe ressaltar que todos os limites de quantificação do método obtidos encontraram-se abaixo dos limites estabelecidos para consumo humano pela USEPA (2004).

B.5. Pesticidas organoclorados (POC)

Os resultados de pesticidas organoclorados (POC) analisados nas amostras de maria-luiza e camarão são apresentados na Tabela 17.3.2.2-12.

Tabela 17.3.2.2-12. Resultados da análise química de concentração de POC nos tecidos musculares de maria-luiza (*Paralichthys brasiliensis*) (MB-ML) e camarões (MB-CAO) (Campanha I – Julho de 2010).

Parâmetros	Legislações	MB-01-ML	MB-01-CAO	MB-02-ML	MB-02-CAO	MB-03-ML	MB-03-CAO
Organismo		Peixe (Maria-Luiza)	Camarão Branco	Peixe (Maria-Luiza)	Camarão Branco	Peixe (Maria-Luiza)	Camarão Branco
Localização		Sudoeste do PDO		Dentro do PDO			
Data de Coleta		22/7/2010	22/7/2010	23/7/2010	23/7/2010	23/7/2010	22/7/2010
Hora de Coleta		12:00	15:00	10:30	12:00	9:00	17:00
POC (mg/Kg)							
alfa-BHC	0,017***	<0,0019	<0,0019	<0,0019	<0,0027	<0,0019	<0,0019
gama - BHC	0,083***	<0,0019	<0,0019	<0,0019	<0,0027	<0,0019	<0,0019
beta - BHC	0,06***	<0,0019	<0,0019	<0,0019	<0,0027	<0,0019	<0,0019
delta - BHC	0,06***	<0,0019	<0,0019	<0,0019	<0,0027	<0,0019	<0,0019
Aldrin	0,0063***	<0,0019	<0,0019	<0,0019	<0,0027	<0,0019	<0,0019
Dieldrin	0,0067***	<0,0019	<0,0019	<0,0019	<0,0027	<0,0019	<0,0019
Endrin	3,2***	<0,0019	<0,0019	<0,0019	<0,0027	<0,0019	<0,0019
4,4'-DDD	0,45***	<0,0019	<0,0019	<0,0019	<0,0027	<0,0019	<0,0019
4,4'-DDE	0,32***	<0,0019	<0,0019	<0,0019	<0,0027	<0,0019	<0,0019
4,4'-DDT	0,32***	<0,0019	<0,0019	<0,0019	<0,0027	<0,0019	<0,0019
Alfa-clordano	0,083***	<0,0019	<0,0019	<0,0019	<0,0027	<0,0019	<0,0019
Gama-clordano	0,083***	<0,0019	<0,0019	<0,0019	<0,0027	<0,0019	<0,0019
Heptacloro	0,024***	<0,0019	<0,0019	<0,0019	<0,0027	<0,0019	<0,0019
Heptacloro epóxido	0,012***	<0,0019	<0,0019	<0,0019	<0,0027	<0,0019	<0,0019
Hexaclorobenzeno	0,067***	<0,0019	<0,0019	<0,0019	<0,0027	<0,0019	<0,0019
Endossulfan I + II	65***	<0,0019	<0,0019	<0,0019	<0,0027	<0,0019	<0,0019
Endossulfan sulfato	-	<0,0019	<0,0019	<0,0019	<0,0027	<0,0019	<0,0019
Toxafeno	0,098***	<0,086	<0,087	<0,085	<0,121	<0,086	<0,087
Parâmetros	Legislações	MB-04-ML	MB-04-CAO	MB-05-ML	MB-05-CAO	MB-06-ML	MB-06-CAO
Organismo		Peixe (Maria-Luiza)	Camarão Branco	Peixe (Maria-Luiza)	Camarão Branco	Peixe (Maria-Luiza)	Camarão Branco
Localização		Nordeste do PDO				Pq Est. Marinho da Laje de Santos	
Data de Coleta		23/7/2010	23/7/2010	23/7/2010	23/7/2010	23/7/2010	23/7/2010
Hora de Coleta		13:00	14:00	15:00	16:00	17:00	18:00
POC (mg/Kg)							
alfa-BHC	0,017***	<0,0019	<0,0019	<0,0019	<0,0019	<0,0019	<0,0019
gama - BHC	0,083***	<0,0019	<0,0019	<0,0019	<0,0019	<0,0019	<0,0019
beta - BHC	0,06***	<0,0019	<0,0019	<0,0019	<0,0019	<0,0019	<0,0019
delta - BHC	0,06***	<0,0019	<0,0019	<0,0019	<0,0019	<0,0019	<0,0019
Aldrin	0,0063***	<0,0019	<0,0019	<0,0019	<0,0019	<0,0019	<0,0019
Dieldrin	0,0067***	<0,0019	<0,0019	<0,0019	<0,0019	<0,0019	<0,0019
Endrin	3,2***	<0,0019	<0,0019	<0,0019	<0,0019	<0,0019	<0,0019
4,4'-DDD	0,45***	<0,0019	<0,0019	<0,0019	<0,0019	<0,0019	<0,0019
4,4'-DDE	0,32***	<0,0019	<0,0019	<0,0019	<0,0019	<0,0019	<0,0019
4,4'-DDT	0,32***	<0,0019	<0,0019	<0,0019	<0,0019	<0,0019	<0,0019
Alfa-clordano	0,083***	<0,0019	<0,0019	<0,0019	<0,0019	<0,0019	<0,0019
Gama-clordano	0,083***	<0,0019	<0,0019	<0,0019	<0,0019	<0,0019	<0,0019
Heptacloro	0,024***	<0,0019	<0,0019	<0,0019	<0,0019	<0,0019	<0,0019
Heptacloro epóxido	0,012***	<0,0019	<0,0019	<0,0019	<0,0019	<0,0019	<0,0019
Hexaclorobenzeno	0,067***	<0,0019	<0,0019	<0,0019	<0,0019	<0,0019	<0,0019
Endossulfan I + II	65***	<0,0019	<0,0019	<0,0019	<0,0019	<0,0019	<0,0019
Endossulfan sulfato	-	<0,0019	<0,0019	<0,0019	<0,0019	<0,0019	<0,0019
Toxafeno	0,098***	<0,086	<0,087	<0,085	<0,085	<0,085	<0,085

*** US EPA

Todas as concentrações de POC, nos tecidos dos organismos analisados, estiveram abaixo do limite de quantificação do método analítico utilizado.

B.6. Umidade e gorduras totais

Os resultados de via clássica analisados nas amostras de maria-luiza e camarão são apresentados na Tabela 17.3.2.2-13.

Tabela 17.3.2.2-13. Resultados da análise química de porcentagem de umidade e gorduras totais nos tecidos musculares de maria-luiza (*Paralichthys brasiliensis*) (MB-ML) e camarões (MB-CAO) (Campanha I – Julho de 2010).

Parâmetros	Legislações	MB-01-ML	MB-01-CAO	MB-02-ML	MB-02-CAO	MB-03-ML	MB-03-CAO
Organismo		Peixe (Maria-Luiza)	Camarão Branco	Peixe (Maria-Luiza)	Camarão Branco	Peixe (Maria-Luiza)	Camarão Branco
Localização		Sudoeste do PDO			Dentro do PDO		
Data de Coleta		22/7/2010	22/7/2010	23/7/2010	23/7/2010	23/7/2010	22/7/2010
Hora de Coleta		12:00	15:00	10:30	12:00	9:00	17:00
Via Clássica							
Umidade (%)	-	82,9	78,6	83,1	N.A.	83,5	78,9
Gorduras totais (%)	-	0,61	0,18	0,23	N.A.	0,12	0,2
Parâmetros	Legislações	MB-04-ML	MB-04-CAO	MB-05-ML	MB-05-CAO	MB-06-ML	MB-06-CAO
Organismo		Peixe (Maria-Luiza)	Camarão Branco	Peixe (Maria-Luiza)	Camarão Branco	Peixe (Maria-Luiza)	Camarão Branco
Localização		Nordeste do PDO				Pq Est. Marinho da Laje de Santos	
Data de Coleta		23/7/2010	23/7/2010	23/7/2010	23/7/2010	23/7/2010	23/7/2010
Hora de Coleta		13:00	14:00	15:00	16:00	17:00	18:00
Via Clássica							
Umidade (%)	-	80,9	76,3	82,9	76,7	82,4	N.A.
Gorduras totais (%)	-	0,28	0,13	0,15	0,2	0,32	N.A.

N.A. - Não Analisado

A porcentagem de umidade nos tecidos dos organismos variou entre 76,3 e 83,5%, enquanto que a porcentagem de gorduras totais variou entre 0,12 e 0,61%.

Conforme já comentado, as análises de umidade e gorduras totais nas amostras de camarão coletadas nos pontos MB-02 e MB-06 não foram realizadas devido à insuficiência de massa necessária para a realização dos ensaios.

17.3.2.3. Avaliação da qualidade do sedimento

Durante os meses de maio a dezembro de 2010 foram realizadas as atividades descritas a seguir. A dragagem, durante este período, ocorreu nos Trechos 1, 2 e 3, com descarte dos sedimentos dragados nas quadrículas Q-2 e Q-5. No período de 28 de julho a 03 de agosto de 2010 ocorreu a dragagem de outro empreendimento (dragagem do Terminal e berços de atracação TECON IV, pela Santos Brasil) com disposição dos sedimentos na quadrícula Q-4. A Tabela

17.3.2.3-1, apresentada a seguir resume a evolução da dragagem no ano de 2010, bem como a utilização das quadrículas do PDO.

Tabela 17.3.2.3-1. Período de dragagem por trecho do canal de navegação do Porto de Santos.

Trecho de dragagem	Localização	Períodos de dragagem*		Local de disposição
		Início	Fim	
Trecho 1	Barra - Entreposto de Pesca	21/fev/10	31/out/10	Q1, Q2 E Q5
Trecho 2	Fortaleza da Barra - Travessia de bolas Santos-Guarujá	12/jul/10	25/out/10	Q2 e Q5
Trecho 3	Concais - Armazém 6	5/out/10	Previsão 30/dez/2010	Q2 e Q5
Trecho 4	Armazém 6 - Alemoa	1/jan/10	Sem previsão	-

*As dragagens não ocorreram de forma ininterrupta nos períodos apresentados, devido a pausas e interrupções nas atividades

As amostragens ocorreram conforme previsto no planejamento inicial, de acordo com os critérios e procedimentos referentes à garantia de qualidade de execução das coletas e de preservação das amostras. Todas as amostras foram conservadas de maneira adequada e o *holding time* para análise foi atendido, garantindo a qualidade de preservação destas. Os laboratórios *Analytical Technology - AT* e *TECAM Laboratórios* são os responsáveis pela realização e emissão dos laudos analíticos referentes às análises físicas e químicas (AT) e ecotoxicológicas (TECAM).

- Nos dias 30 de maio, 08 e 17 de junho de 2010 foi realizada a Campanha III – Maio/2010, referente ao quarto mês de monitoramento da área de descarte, sendo monitorados 17 pontos amostrais, conforme apresentado na Figura 17.3.2.3-1.

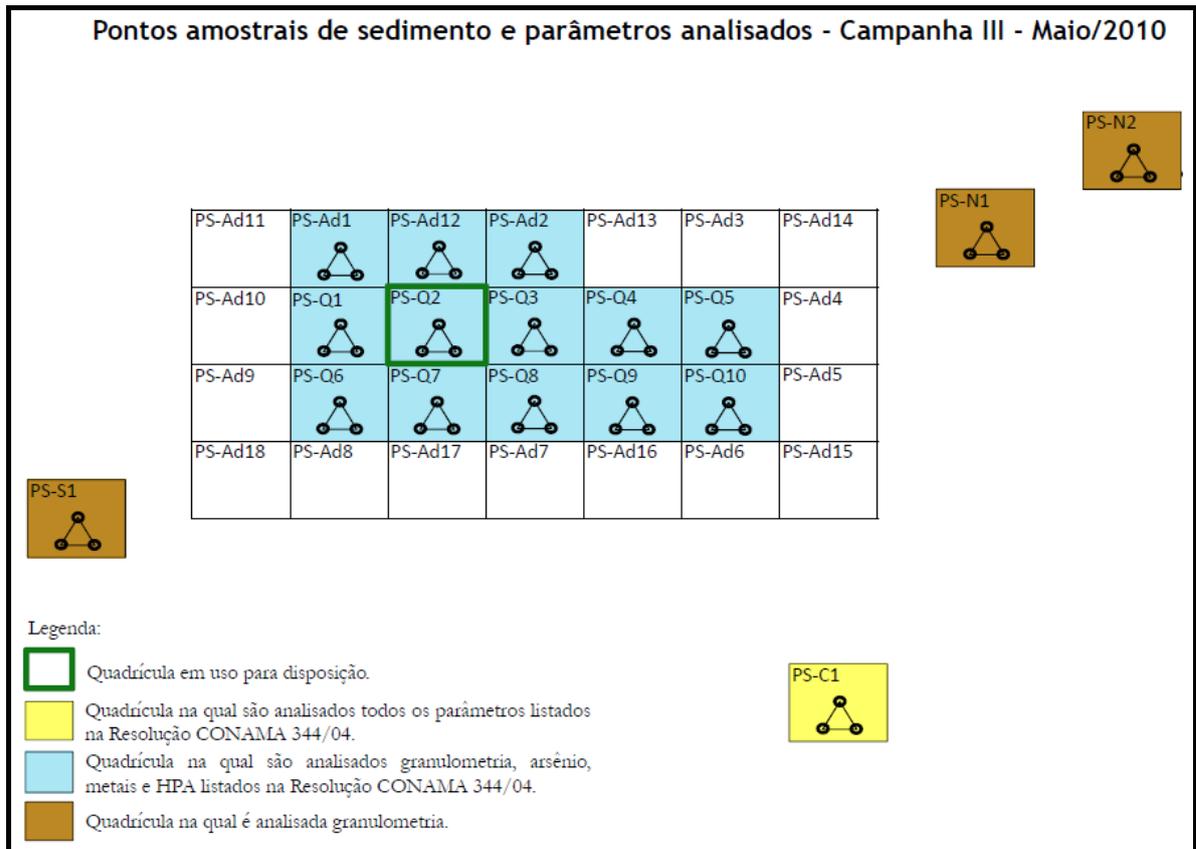


Figura 17.3.2.3-1. Esquema ilustrativo contemplando a distribuição dos pontos de amostragem e parâmetros avaliados durante a Campanha III – Maio/2010.

- Nos dias 18, 19, 20 e 26 de junho de 2010 foi realizada a Campanha IV – Junho/2010, referente ao quinto mês de monitoramento da área de descarte, sendo monitorados 22 pontos amostrais, conforme apresentado na Figura 17.3.2.2-2.

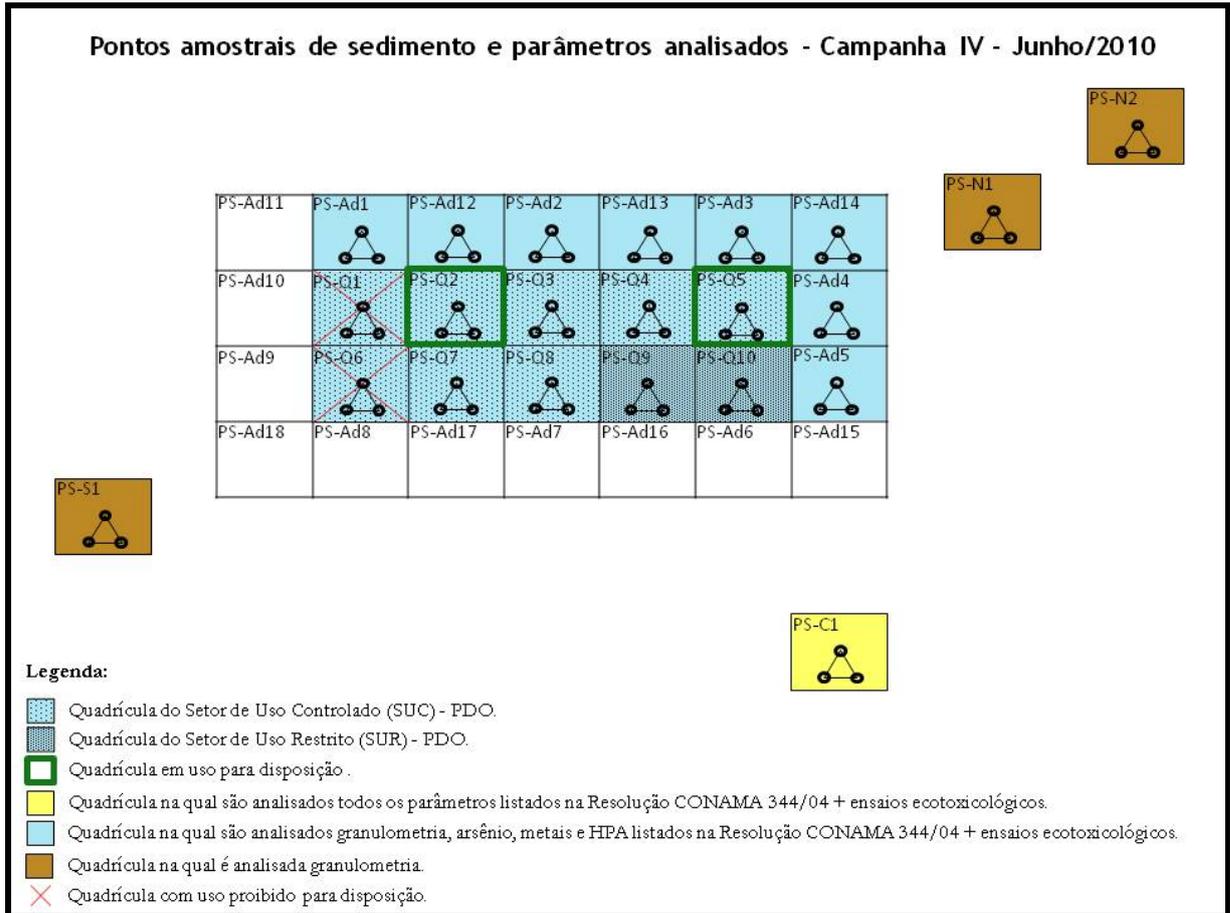


Figura 17.3.2.3-2. Esquema ilustrativo contemplando a distribuição dos pontos de amostragem e parâmetros avaliados durante a Campanha IV – Junho/2010.

- Nos dias 21, 22 e 30 de julho de 2010 foi realizada a Campanha V – Julho/2010 (semestral), referente ao primeiro semestre de monitoramento da área de descarte, sendo monitorados os mesmos 22 pontos amostrais da campanha anterior, conforme apresentado na Figura 17.3.2.3-3.

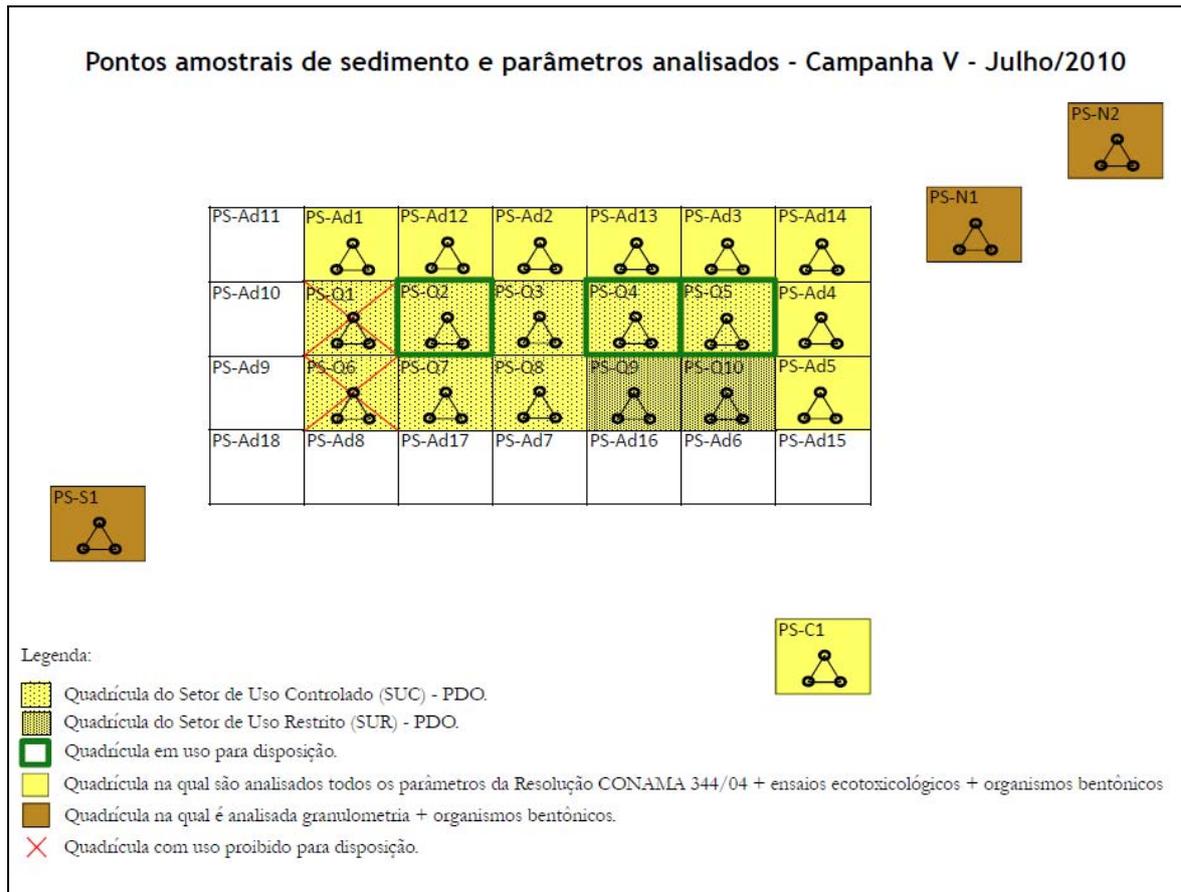


Figura 17.3.2.3-3. Esquema ilustrativo contemplando a distribuição dos pontos de amostragem e parâmetros avaliados durante a Campanha V – Julho/2010.

- Nos dias 20, 21 e 23 de agosto de 2010 foi realizada a Campanha VI – Agosto/2010, referente ao sétimo mês de monitoramento da área de descarte, sendo monitorados os mesmos 22 pontos amostrais da campanha anterior, conforme apresentado na Figura 17.3.2.2-4.

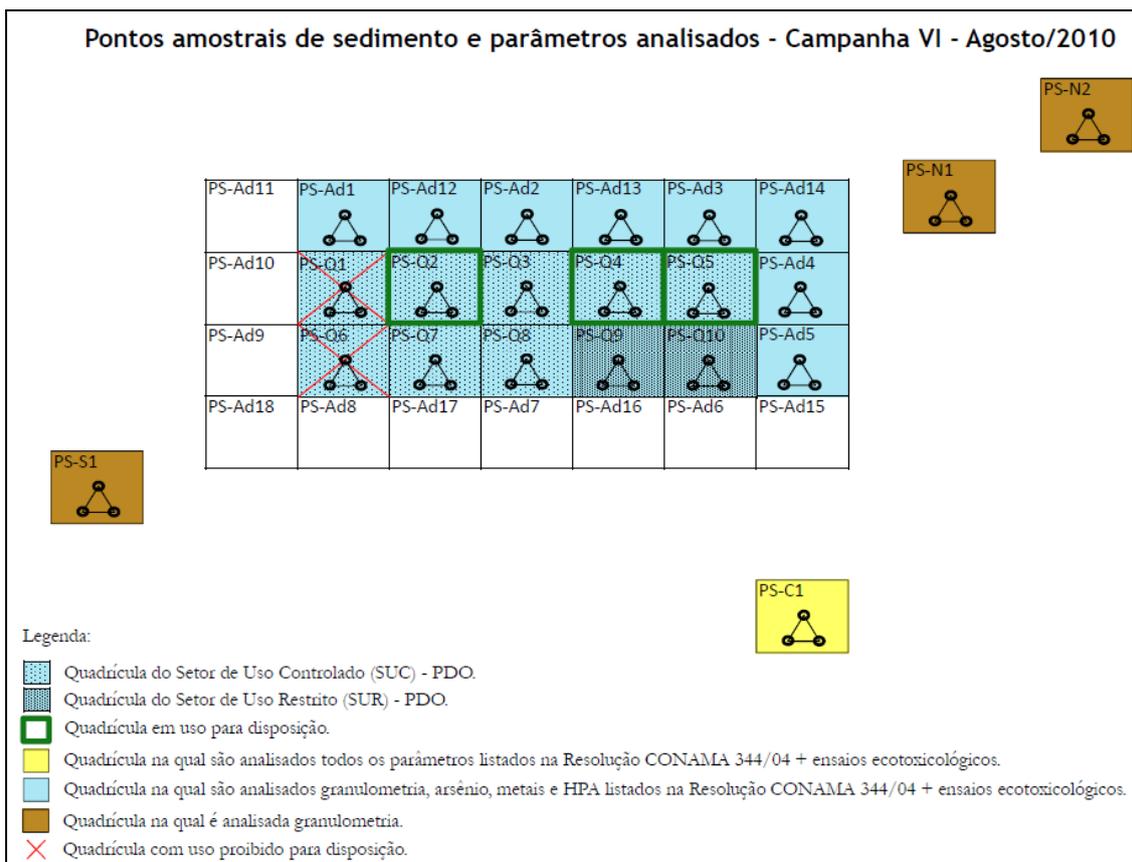


Figura 17.3.2.2-4. Esquema ilustrativo contemplando a distribuição dos pontos de amostragem e parâmetros avaliados durante a Campanha VI – Agosto/2010.

- Nos dias 24, 29 e 30 de setembro de 2010 foi realizada a Campanha VII – setembro/2010, referente ao oitavo mês de monitoramento da área de descarte, sendo monitorados os mesmos 22 pontos amostrais da campanha anterior, conforme apresentado na Figura 17.3.2.3-5.

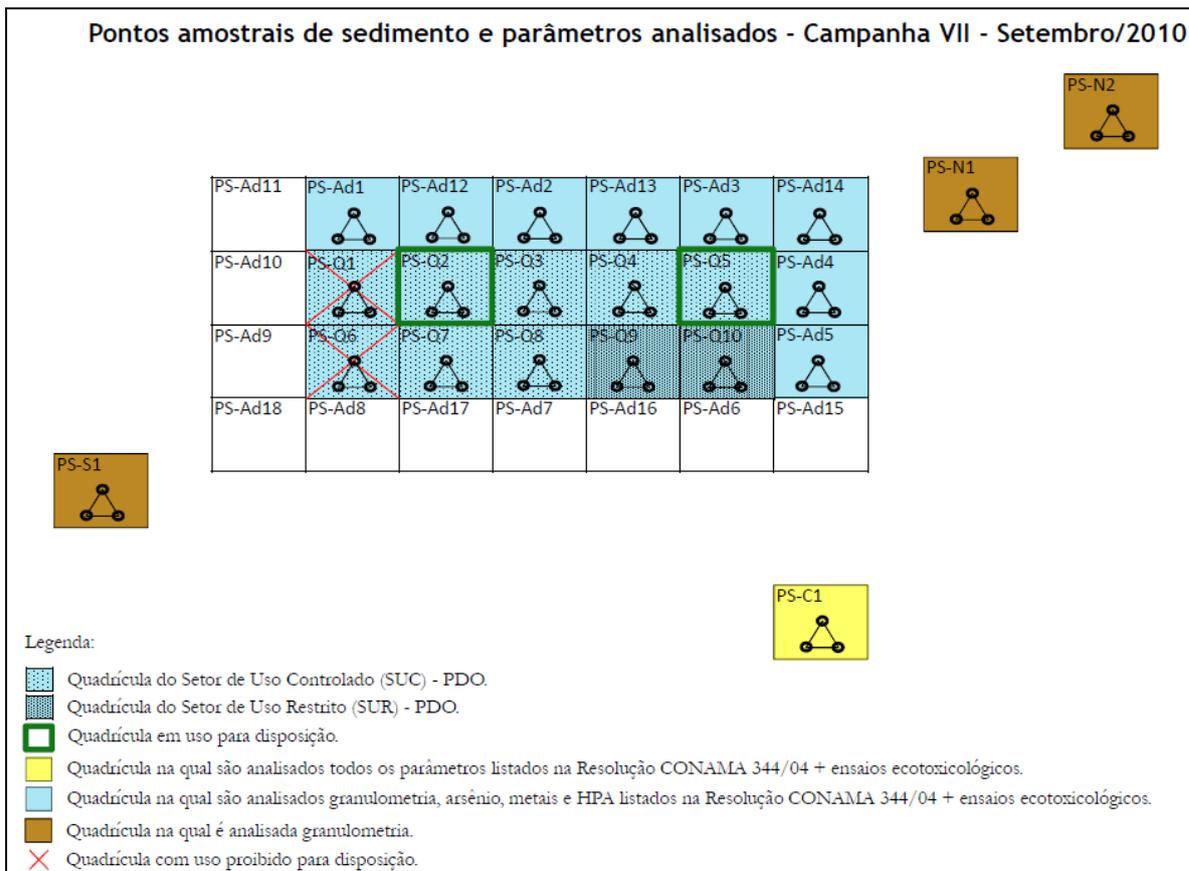


Figura 17.3.2.3-5. Esquema ilustrativo contemplando a distribuição dos pontos de amostragem e parâmetros avaliados durante a Campanha VII – Setembro/2010.

- Nos dias 28 e 29 de outubro e 04 de novembro de 2010 foi realizada a Campanha VIII – outubro/2010, referente ao monitoramento trimestral da área de descarte, sendo monitorados os mesmos 22 pontos amostrais da campanha anterior, conforme apresentado na Figura 17.3.2.3-6.

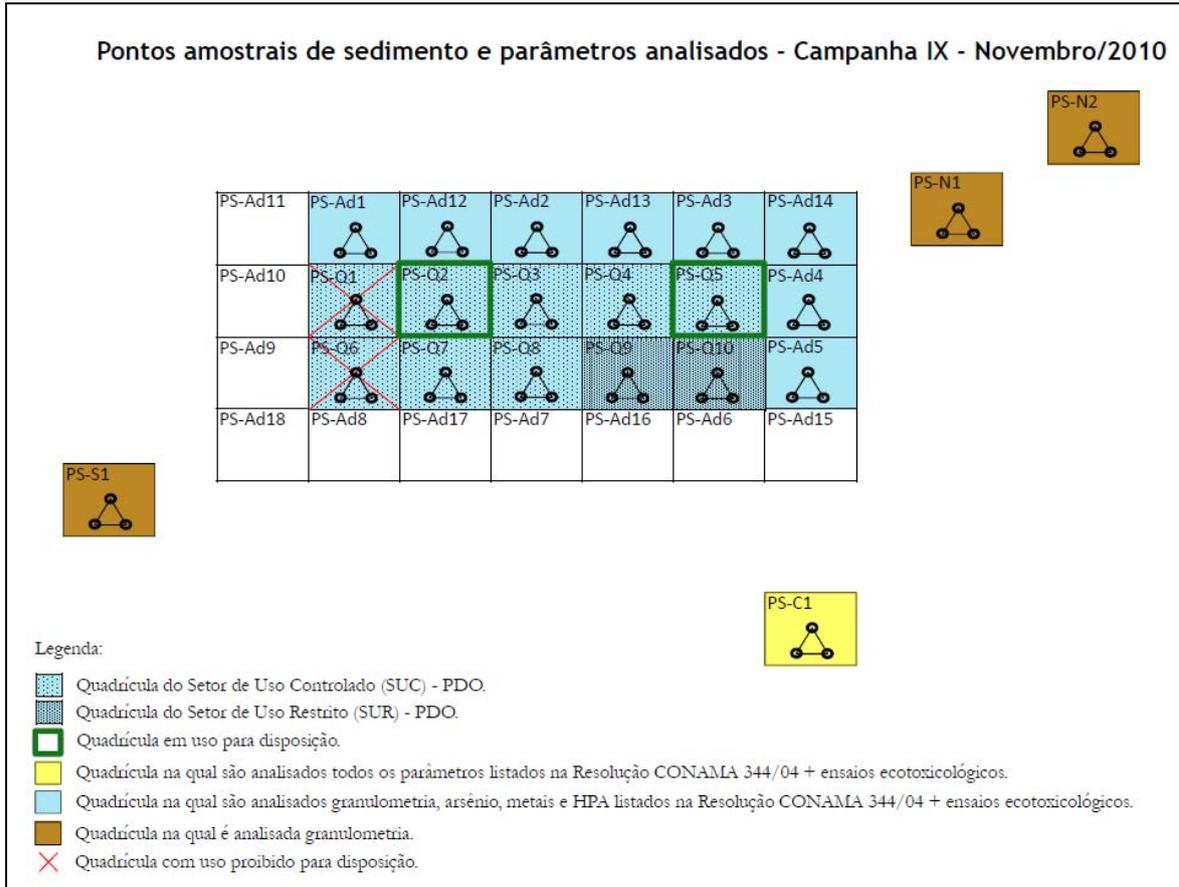


Figura 17.3.2.3-7. Esquema ilustrativo contemplando a distribuição dos pontos de amostragem e parâmetros avaliados durante a Campanha IX – Novembro/2010.

- Nos dias 20, 21 e 22 de dezembro de 2010 foi realizada a Campanha X – dezembro/2010, referente ao monitoramento mensal da área de descarte, sendo monitorados os mesmos 22 pontos amostrais das campanhas anteriores, conforme apresentado na Figura 17.3.2.3-8. As amostras obtidas nesta campanha ainda se encontram em fase de análise, no laboratório contratado; assim, os resultados referentes a esta campanha serão apresentados em relatórios posteriores.

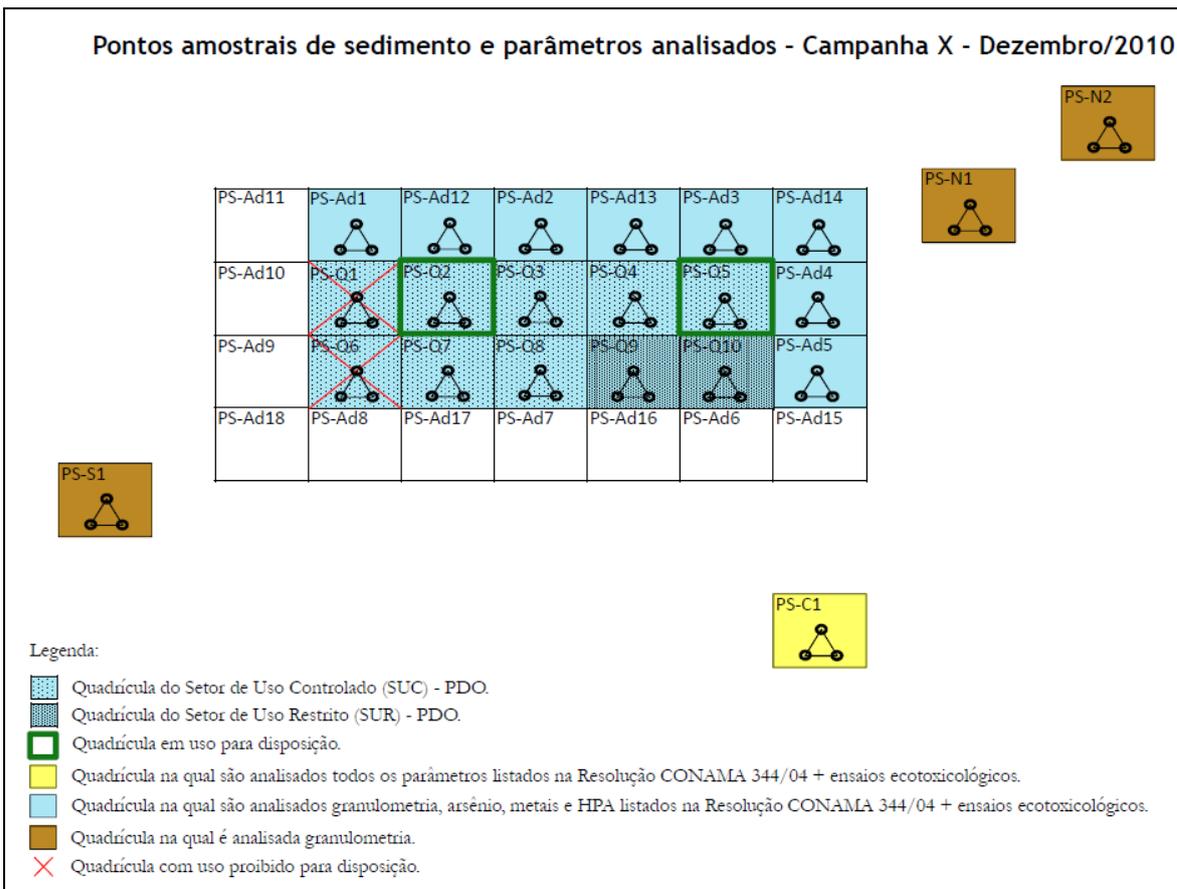


Figura 17.3.2.3-8. Esquema ilustrativo contemplando a distribuição dos pontos de amostragem e parâmetros avaliados durante a Campanha X – Dezembro/2010.

Os resultados obtidos nas análises laboratoriais (físico-químicas, química e ecotoxicológica) para as amostras de sedimento superficial coletadas nas áreas do PDO e adjacências e área a ser controlada, durante as campanhas consideradas - campanha III – maio/2010 a campanha VIII – outubro/2010, estão apresentados em laudos analíticos, conforme listado abaixo. Já a campanha IX – novembro/2010 e campanha X – dezembro/2010 ainda se encontram em fase de análise laboratorial.

- Laudos físico-químicos (medições *in situ*) - Anexo 17.8-10.
- Laudos análises químicas e granulométricas - Anexo 17.8-4,
- Laudos ecotoxicológicos - Anexo 17.8-7.

Os parâmetros analisados (análises químicas e granulométricas) foram comparados com os valores orientadores estabelecidos na Resolução Conama

344/2004 (Brasil, 2004) e integrados em tabelas, apresentadas no Anexo 17.8-9. Foram considerados para a discussão, os resultados obtidos durante a elaboração do EIA/RIMA (FRF, 2008) do empreendimento em questão.

A. Análise físico-química *in situ*

Os valores de pH oscilaram entre 6,8 (PS-Ad2 – Campanha VII) e 7,9 (PS-Ad3 – Campanha IV) e os de E_H entre -125 (PS-Ad12 - Campanha VI e PS-Q5 – Campanha VII) e 202 (PS-Ad3 – Campanha V) ao longo das campanhas.

O Anexo 17.8-10 apresenta os resultados das medições físico-químicas realizadas *in situ* nas amostras de sedimento coletadas no PDO e áreas adjacentes, além da data, profundidade de coleta e o código de identificação do laboratório para cada amostra analisada durante o período em questão (maio a outubro de 2010).

B. Análises químicas e granulométricas

As análises para caracterização física dos sedimentos, considerando-se o período do presente relatório (maio a outubro de 2010), indicam que na maior parte das quadrículas de disposição do PDO e quadrículas adjacentes ocorreu um predomínio das frações mais finas de sedimento. Estes resultados corroboraram com as características da granulometria original do PDO anterior a obra de dragagem de aprofundamento.

A fração dominante em boa parte das quadrículas ao longo das amostragens mensais correspondeu à areia muito fina, seguido por silte e argila. Nas quadrículas de PS-Q1 a PS-Q7 predominou a fração de areia muito fina e em PS-Q8, PS-Q9 e PS-Q10 a fração de areia fina. Nas amostras dos pontos a Nordeste ocorreu uma distribuição razoavelmente equilibrada entre as frações de areia muito fina e areia fina; no ponto a Sudoeste, predominou, ao longo das campanhas, a fração de areia muito fina. No ponto PS-C1 observou-se predomínio da fração de areia fina e grande presença de frações de areia muito fina (Anexos 17.8-4 e 17.8-9).

Os resultados da atual caracterização física do sedimento são similares àqueles observados durante as amostragens realizadas em 2006 para a elaboração do EIA/RIMA para o aprofundamento do Canal de navegação do Porto de Santos (FRF, 2008), assim como, nas amostras das campanhas prévia, campanha I e II.

Os dados apresentados neste relatório correspondem às campanhas de maio a outubro de 2010, e neste período o volume de material dragado, de acordo com a batimetria realizada em 14/10/2010 foi de 6.727.427 m³ de sedimentos oriundos dos Trechos 01 e 02 (Tabela 17.3.2.3-2). A batimetria do trecho 03 não foi realizada no dia 14 de outubro de 2010, já que a dragagem deste trecho iniciou em outubro.

Tabela. 17.3.2.3-2. Volume dragado nos Trechos 1 e 2 entre os meses de maio e outubro de 2010.

Mês	Trecho 1		Trecho 2	
	Q-2	Q-5	Q-2	Q-5
Maio	433.914,80	223.245,10	-	-
Junho	615.704,96	328.759,50	-	-
Julho	999.466,30	-	774.709,90	11.964,06
Agosto	854.685,80	-	455.824,20	27.916,14
Setembro	782.384,80	6.302,57	556.275,50	111.664,60
Outubro	299.166,80	19.925,41	150.638,00	74.878,65
TOTAL, em m³	4.563.556		2.163.871	

Quanto à análise química de metais e arsênio nos sedimentos, arsênio, cádmio e mercúrio estavam abaixo dos limites de quantificação em todos os pontos amostrados e em todas as campanhas consideradas. Cromo total, níquel total e zinco total foram quantificados na maioria das amostras obtidas ao longo de todas as campanhas estando, porém, abaixo dos valores orientadores de nível 1 estabelecidos pela Resolução Conama 344/2004 (Brasil, 2004). Chumbo e cobre foram quantificados acima do nível 1 em apenas uma amostra (PS-Q7), coletada durante a Campanha VIII – Outubro/2010; nos demais pontos de amostragem e nas demais campanhas, esses metais foram quantificados em

algumas amostras, mas em concentrações inferiores aos valores orientadores de nível 1 da referida resolução (Anexo 17.8-9).

No caso dos HPA, praticamente em todos os pontos ao longo das campanhas, em todos os parâmetros analisados, estes apresentaram concentrações inferiores aos limites de quantificação do método analítico utilizado. Nas campanhas III e V, no PS-Q2, a maioria dos parâmetros foi quantificada, mas as concentrações obtidas para estes parâmetros, incluindo a somatória de HPA, estiveram abaixo dos valores orientadores de nível 1 estabelecidos pela legislação supracitada, assim como nos demais casos onde estes parâmetros foram quantificados (Anexo 17.8-9).

Nas análises de PCB e POC, todas as amostras coletadas ao longo do período considerado, em todos os pontos de amostragem, apresentaram concentrações inferiores aos limites de quantificação do método analítico utilizado (Anexo 17.8-9).

Por fim, em relação ao carbono orgânico total e nutrientes (nitrogênio *Kjeldahl* total e fósforo total), todas as amostras de sedimento analisadas ao longo das campanhas apresentaram concentrações inferiores aos valores de alerta estabelecidos na resolução Conama 344/2004 (Brasil, 2004).

Com relação ao material dragado dos Trechos 01 a 03, na caracterização realizada para o EIA (FRF, 2008), foram quantificados em concentrações superiores ao nível 1 da resolução Conama 344/2004 (Brasil, 2004), em pelo menos uma amostra, os seguintes parâmetros:

- Arsênio, cobre, alguns HPA e dieldrin (pontualmente) em amostras coletadas no Trecho 1 (Barra – entreposto de pesca);
- Arsênio e alguns HPA em amostras coletadas no Trecho 2 (Fortaleza – Torre Grande);
- Arsênio, mercúrio, alguns HPA e dieldrin (pontualmente) em amostras coletadas no Trecho 3 (Torre Grande – Alemoa);

Conforme discutido anteriormente, no monitoramento realizado no PDO os resultados de todos dos parâmetros estiveram abaixo dos limites de quantificação

(POC, PCB, HPA) ou foram quantificados abaixo dos valores estabelecidos para o nível 1 da resolução Conama 344/2004 (Brasil, 2004).

C. Análises ecotoxicológicas

Durante as campanhas de amostragem de sedimento, foram coletadas mensalmente amostras para análise ecotoxicológica em todos os pontos amostrais onde foram realizadas análises químicas (excetuando-se os pontos a Nordeste – PS-N1 e PS-N2 e Sudoeste - PS-S1).

De acordo com o parecer N.º 002/09/TLH/TQA da Cetesb, de 22/09/2009, o ambiente deverá ser considerado saturado caso seja observado efeito tóxico acima de 50%, como transcrito abaixo:

“Quanto aos critérios mencionados reforçamos a conveniência de explicitar que, para considerar o ambiente saturado, a “ocorrência de toxicidade” deve ser caracterizada como “ \geq 50% do efeito tóxico medido (mortalidade) para anfípodas no ensaio ecotoxicológico com o sedimento total”.

A Tabela.17.3.2.2-3 apresenta os resultados dos testes de toxicidade aguda com os sedimentos amostrados na área de descarte do material dragado no Canal do Porto de Santos, utilizando como organismo-teste o *Leptocheirus plumulosus*.

Tabela 17.3.2.3-3. Resultados dos ensaios ecotoxicológicos realizados com os sedimentos coletados nas áreas do PDO e adjacências durante a execução do programa de monitoramento.

Ensaio ecotoxicológico: mortalidade para <i>Leptocheirus plumulosus</i> (%)					
Campanhas		Campanha Prévia	Campanha 1 - Março/2010	Campanha 2 - Abril/2010	Campanha 3 - Maio/2010
50%					
Quadrículas do PDO	PS-Q1	8	18	2	10
	PS-Q2	6	0	34	50
	PS-Q3	14	26	10*	20
	PS-Q4	12	2	4	4
	PS-Q5	0	20	14	2
	PS-Q6	0	2	8	28
	PS-Q7	4	6	2	8
	PS-Q8	6	8	4	34
	PS-Q9	8	8	2	30
	PS-Q10	22	2	4	10
Quadrículas adjacentes	PS-AD1	4	8	2	32
	PS-AD2	0	N.C.	4	20
	PS-AD3	4	N.C.	N.C.	N.C.
	PS-AD4	6	N.C.	N.C.	N.C.
	PS-AD5	12	N.C.	N.C.	N.C.
	PS-AD6	20	N.C.	N.C.	N.C.
	PS-AD7	42	N.C.	N.C.	N.C.
	PS-AD8	10	N.C.	N.C.	N.C.
	PS-AD9	6	8	N.C.	N.C.
	PS-AD10	8	0	N.C.	N.C.
	PS-AD11	N.C.	0	N.C.	N.C.
	PS-AD12	N.C.	6	0	10
	PS-AD13	N.C.	N.C.	N.C.	N.C.
	PS-AD14	N.C.	N.C.	N.C.	N.C.
	PS-AD15	N.C.	N.C.	N.C.	N.C.
	PS-AD16	N.C.	N.C.	N.C.	N.C.
	PS-AD17	N.C.	N.C.	N.C.	N.C.
	PS-AD18	N.C.	N.C.	N.C.	N.C.
Pontos a nordeste e sudoeste	PS-S1	14	N.C.	N.C.	N.C.
	PS-N1	22	N.C.	N.C.	N.C.
	PS-N2	6	N.C.	N.C.	N.C.
Ponto controle	PS-C1	38	2	20	12

* Valor obtido por reanálise.

N.C. - Não coletado

Tabela 17.3.2.3-3 (Continuação). Resultados dos ensaios ecotoxicológicos realizados com os sedimentos coletados nas áreas do PDO e adjacências durante a execução do programa de monitoramento.

Ensaio ecotoxicológico: mortalidade para <i>Leptocheirus plumulosus</i> (%)						
Campanhas		Campanha 4 - Junho/2010	Campanha 5 - Julho/2010	Campanha 6 - Agosto/2010	Campanha 7 - Setembro/2010	Campanha 8 - Outubro/2010
		50%				
Quadrículas do PDO	PS-Q1	6	8	38	Em análise	Em análise
	PS-Q2	6	10	52 **	10	Em análise
	PS-Q3	2	10	14	32	Em análise
	PS-Q4	2	16	10	22	Em análise
	PS-Q5	4	6	10	22	Em análise
	PS-Q6	6	0	3	Em análise	Em análise
	PS-Q7	0	2	14	Em análise	Em análise
	PS-Q8	0	10	24	Em análise	Em análise
	PS-Q9	4	6	0	Em análise	Em análise
	PS-Q10	0	12	15	Em análise	Em análise
Quadrículas adjacentes	PS-AD1	10	4	0	Em análise	Em análise
	PS-AD2	4	6	0	14	Em análise
	PS-AD3	8	24	0	6	Em análise
	PS-AD4	6	4	6	Em análise	Em análise
	PS-AD5	54	6	2	Em análise	Em análise
	PS-AD6	N.C.	N.C.	N.C.	N.C.	Em análise
	PS-AD7	N.C.	N.C.	N.C.	N.C.	Em análise
	PS-AD8	N.C.	N.C.	N.C.	N.C.	Em análise
	PS-AD9	N.C.	N.C.	N.C.	N.C.	Em análise
	PS-AD10	N.C.	N.C.	N.C.	N.C.	Em análise
	PS-AD11	N.C.	N.C.	N.C.	N.C.	Em análise
	PS-AD12	10	4	15	84	Em análise
	PS-AD13	2	16	2	45	Em análise
	PS-AD14	2	4	2	Em análise	Em análise
	PS-AD15	N.C.	N.C.	N.C.	N.C.	Em análise
	PS-AD16	N.C.	N.C.	N.C.	N.C.	Em análise
	PS-AD17	N.C.	N.C.	N.C.	N.C.	Em análise
	PS-AD18	N.C.	N.C.	N.C.	N.C.	Em análise
Pontos a nordeste e sudoeste	PS-S1	N.C.	6	N.C.	N.C.	Em análise
	PS-N1	N.C.	12	N.C.	N.C.	Em análise
	PS-N2	N.C.	4	N.C.	N.C.	Em análise
Ponto controle	PS-C1	4	6	0	Em análise	Em análise

* Valor obtido por reanálise.

** A concentração de amônia não ionizada apresentou concentração inicial de 1,62 mg/L, acima portanto do limite de 0,8 mg/L, o que isoladamente pode causar efeito tóxico para *L. plumulosus*

N.C. - Não coletado

Durante a realização dos testes com *L. plumulosus*, acompanhou-se a variação dos parâmetros físico-químicos (pH, salinidade, OD, nitrogênio amoniacal e amônia não ionizada) da água intersticial e da água de interface, conforme laudo apresentado pelo laboratório de análises. Os resultados obtidos indicam uma qualidade aceitável das águas durante o período de teste.

Nas campanhas consideradas, observou-se efeito tóxico para *Leptocheirus plumulosus* em algumas das amostras analisadas (Campanha III – PS-Q2; Campanha IV – PS-Ad5; Campanha VI – PS-Q2; Campanha VII – PS-Ad12), sendo obtidas nessas amostras mortalidades superiores a 50% dos organismos expostos à amostra coletada em relação ao controle do teste.

Conforme os laudos laboratoriais, a concentração de amônia não ionizada da água intersticial, no início dos testes, foi inferior ao limite de 0,8 mg/L aceito para esta espécie (USEPA, 2001) em quase todas as amostras ao longo das campanhas. Apenas na campanha VI, na amostra PS-Q2, a concentração de amônia não ionizada foi quantificada acima desta concentração (1,62 mg/L), podendo a mortalidade dos organismos teste, neste caso, estar relacionada à esta concentração de amônia. Os laudos laboratoriais são apresentados no Anexo 17.8-7 deste documento.

As quadrículas onde consta a sigla “N.C.”, não foram coletadas amostras, pois de acordo com a frequência proposta no Termo de Referência (TR), apenas as quadrículas imediatamente adjacentes às em uso devem ser amostradas mensalmente. Em relação aos pontos a nordeste e sudoeste, as análises ecotoxicológicas possuem periodicidade semestral.

D. Análise química e ecotoxicológica - VisSed

O monitoramento de regiões que recebem material dragado exige a comparação de um número significativamente elevado de amostras coletadas em diferentes locais ao longo do tempo. Análises visuais (percepções) de dados podem beneficiar-se de técnicas advindas da área denominada Visualização de Informação, uma área de estudo que visa facilitar o processo de derivação e entendimento de informação a partir da análise visual de conjuntos de dados (Card *et al.*, 1999; Chen, 2002). Nesta ótica foi desenvolvido um protótipo de programa de visualização de informações denominado *VisSed*, o qual se mostrou muito útil em estudos anteriores (Umbuzeiro, G. A. *et al.*, 2009).

A ausência de critérios de qualidade para substâncias químicas em sedimentos foi suprida pela utilização do nível 1 da Resolução Conama 344 (Brasil, 2004), e portanto a interpretação feita deve ser realizada com cautela.

Durante o período monitorado (Campanha Prévia/Jan 2010 a Campanha VIII/Octubre 2010), o material dragado foi disposto predominantemente nas quadrículas Q2 e Q5. Uma visão geral dos resultados do monitoramento relativos às substâncias analisadas e a toxicidade aguda pode ser observada nas Figuras 17.3.2.3-9 a 17.3.2.3-17, correspondentes respectivamente à Campanha Prévia (antes do início da atividade de dragagem e descarte) até a Campanha VIII (out/2010).

Foi observado que todas as substâncias químicas avaliadas nos pontos amostrados estiveram abaixo dos níveis de quantificação dos métodos ou abaixo dos níveis 1 da resolução Conama 344 (Brasil, 2004) (Figuras 17.3.2.3-9 a 17.3.2.3-16), exceto para chumbo e cobre na quadrícula Q7 na Campanha 8 (Figuras 17.3.2.3-17 a 17.3.2.3-21). A concentração de chumbo foi de 152,3 mg/Kg (nível 1 = 46,7; nível 2 = 218), e a de cobre foi de 36,2 mg/Kg (nível 1 = 34; nível 2 = 270).

Esta quadrícula, apesar de não estar sendo usada para disposição de material dragado, é adjacente a Q2, o que poderia explicar esta alteração na qualidade do sedimento. Porém ressalta-se que chumbo não foi encontrado acima de nível 1 em nenhuma das amostras analisadas dos sedimentos dos trechos dragados (1, 2 e 3), e o cobre apareceu acima de nível 1 em apenas uma amostra do trecho 1. Mais dados ao longo do tempo serão necessários para verificar se este comportamento será mantido na Q7, ou se trata de um evento esporádico.

Estes dois metais acima do nível 1 causaram alteração no quociente de metais, que vinha se mantendo estável ao longo de todo o período de monitoramento, como pode ser observado na Figura 17.3.2.3-20. A Figura 17.3.2.3-21 apresenta o monitoramento especificamente da Q7 ao longo do tempo, quanto às substâncias químicas e toxicidade. Como ainda não foram fornecidos os resultados de toxicidade relativos esta amostra, não há como estabelecer uma relação entre os dados químicos e de toxicidade (Figura 17.3.2.3-21).

Quanto à granulometria, a Figura 17.3.2.3-18 apresenta os resultados obtidos para a Campanha Prévia e as oito campanhas de coleta subsequentes, onde pode-se observar um decréscimo da porcentagem de areia nas quadrículas em uso, especialmente a Q2, a partir da campanha VI (ago/2010) a VIII (out/2010). A Q5 apresentou na Campanha VIII (out/2010) uma alteração drástica em relação às outras campanhas amostrais, com valores de 75% de silte. Porém esta alteração não se refletiu em alteração dos níveis de substâncias químicas desta amostra (Figura 17.3.2.3-17). Ainda estão sendo aguardados os resultados do teste de toxicidade desta amostra.

Os testes de toxicidade aguda com *L. plumulosus* foram realizados em todas as amostras, exceto para alguns pontos amostrais da Campanha VII (set/2010) e para todos os pontos amostrais da Campanha VIII (out/2010) (Figura 17.3.2.3-19). As respostas obtidas até o momento foram negativas, exceto para a Q2 nas campanhas III (mai/2010) e VI (ago/2010), para o ponto AD5 (ponto adjacente à Q5) na campanha IV (jun/2010) e para o ponto AD12 na campanha VII (set/2010) (Figura 17.3.2.3-19). A amônia não ionizada é monitorada no início da realização do teste, e caso seja maior do que 0,8 mg/L, pode interferir nos resultados. Isto ocorreu com a amostra da Q2 na campanha VI (ago/2010), cujo valor de amônia não ionizável medido foi de 1,6 mg/L, indicando que a mortalidade observada pode ter sido causada pelo excesso de amônia. Não há como avaliar se a amônia não ionizada teve influência na toxicidade observada no ponto AD5, tendo em vista que não pode ser medida por insuficiência de volume conforme relatório de análise RL8774/2010 - 1.1LEP.

Para as outras duas amostras positivas, a amônia, bem como os outros parâmetros de controle do teste, estiveram dentro da faixa recomendada, indicando que a toxicidade deve estar relacionada a outros fatores. A toxicidade observada na Q2 poderia estar relacionada à disposição do material dragado, que vem ocorrendo sistematicamente nessa quadrícula. No caso dos outros dois pontos amostrais que apresentaram resultados positivos (AD5 e AD12), ambos se encontram adjacentes às quadrículas em uso, respectivamente Q5 e Q2, o que poderia ser explicado pela dispersão da pluma do material dragado nas campanhas especificadas anteriormente (Figura 17.3.2.3-19).

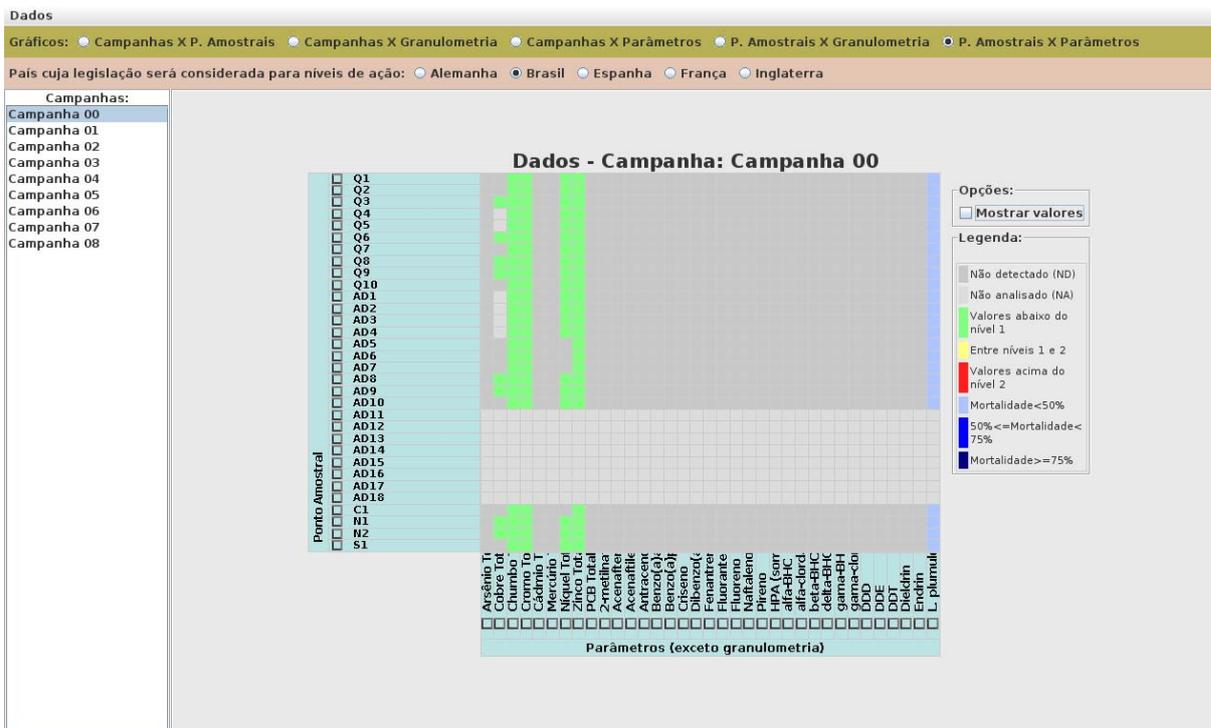


Figura 17.3.2.3-9. Visão geral do monitoramento na campanha antes do início da atividade de descarte (Campanha Prévia/jan 2010) para todas as substâncias químicas avaliadas e toxicidade aguda.

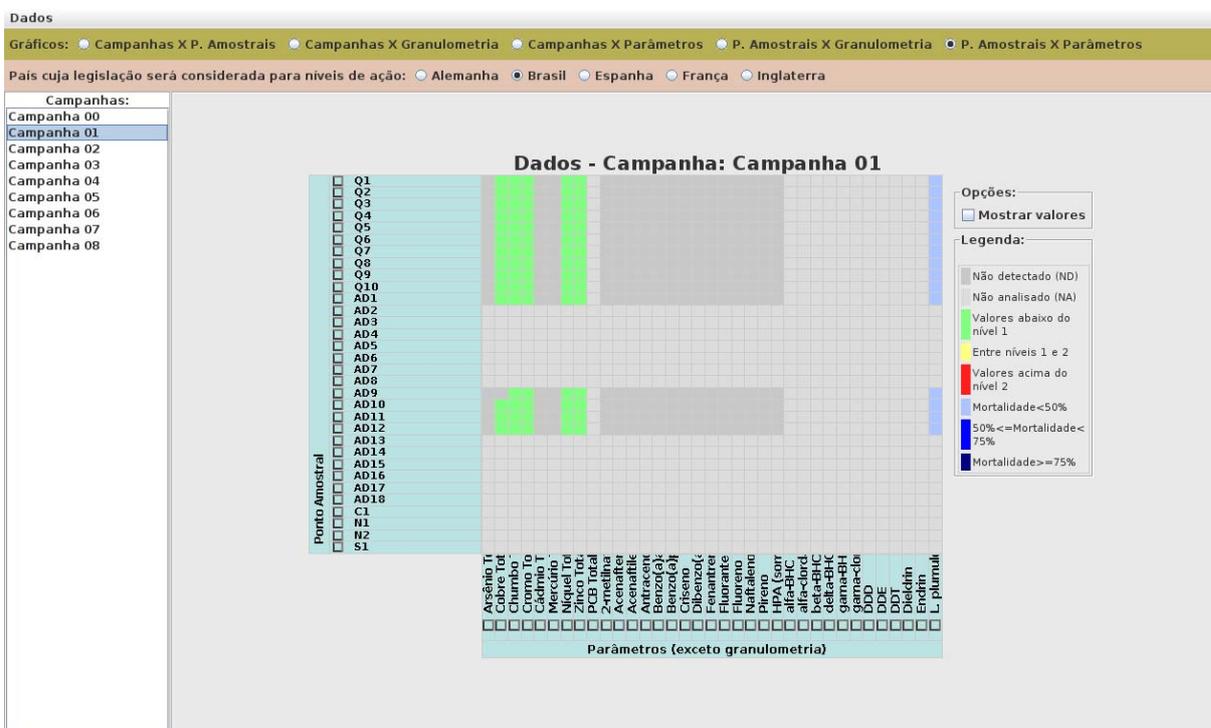


Figura 17.3.2.3-10. Visão geral do monitoramento na Campanha I (mar/2010) para todas as substâncias químicas avaliadas e toxicidade aguda.

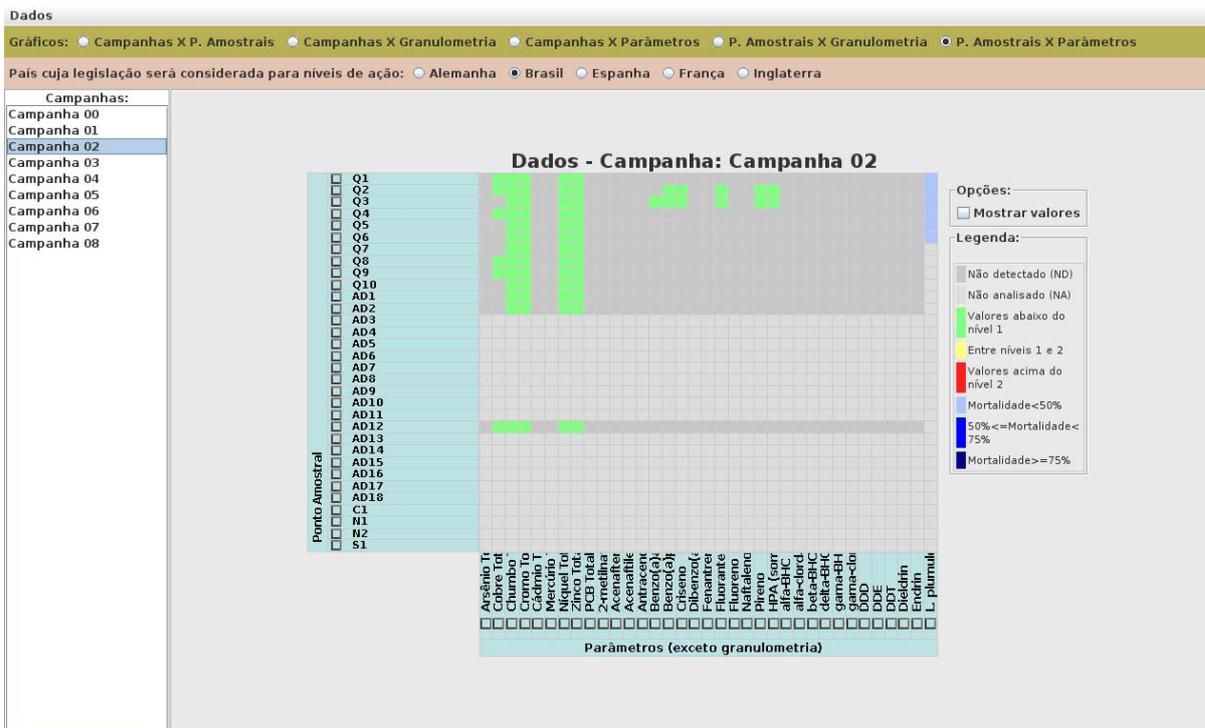


Figura 17.3.2.3-11. Visão geral do monitoramento na Campanha II (abr/2010) para todas as substâncias químicas avaliadas e toxicidade aguda.

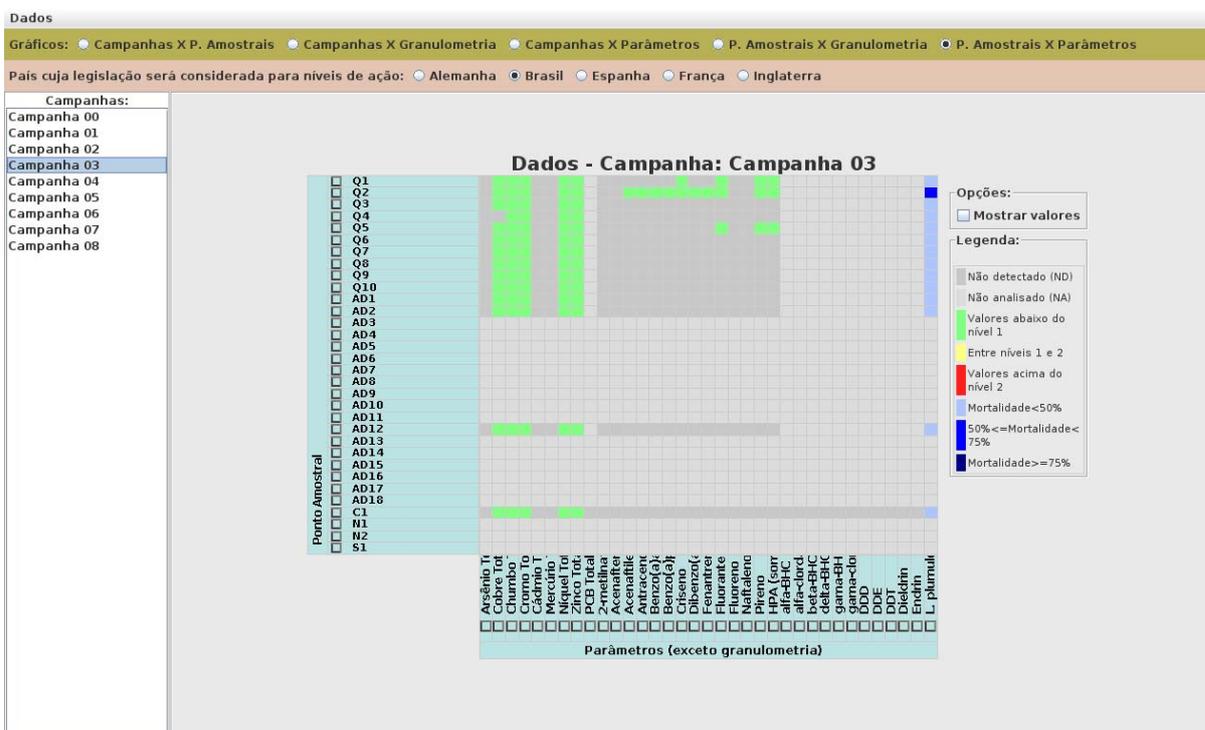


Figura 17.3.2.3-12. Visão geral do monitoramento na Campanha III (mai/2010) para todas as substâncias químicas avaliadas e toxicidade aguda.

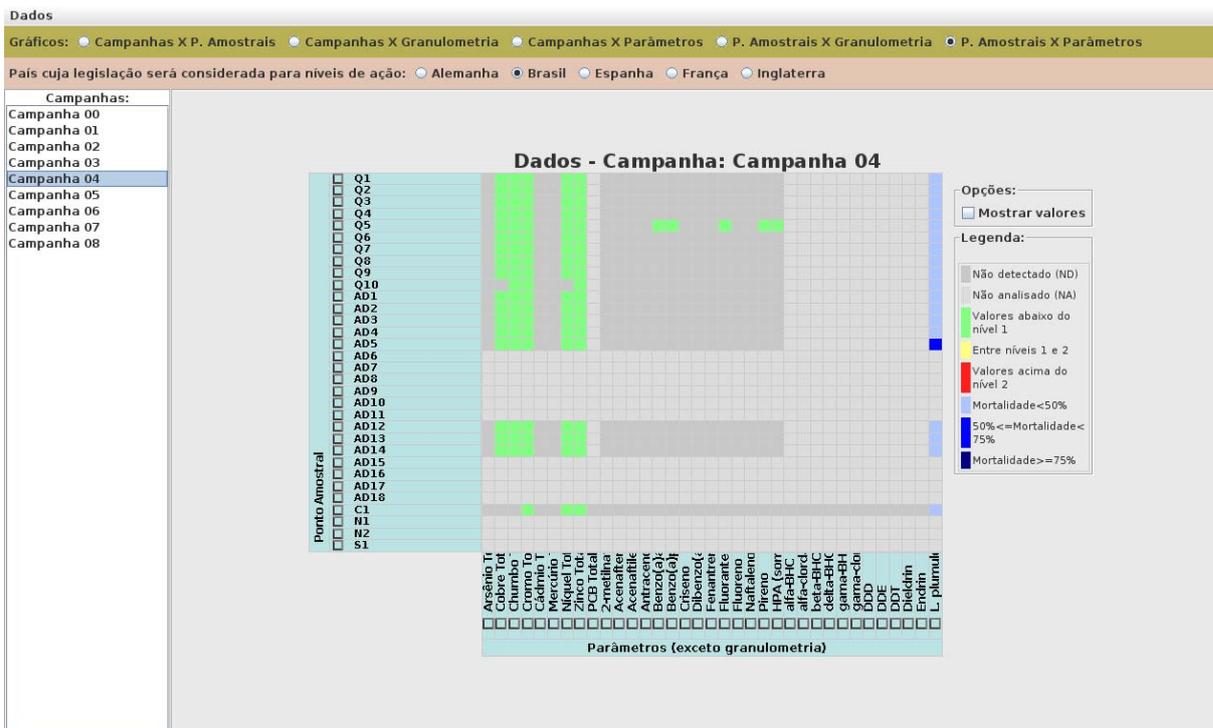


Figura 17.3.2.3-13. Visão geral do monitoramento na Campanha IV (jun/2010) para todas as substâncias químicas avaliadas e toxicidade aguda.

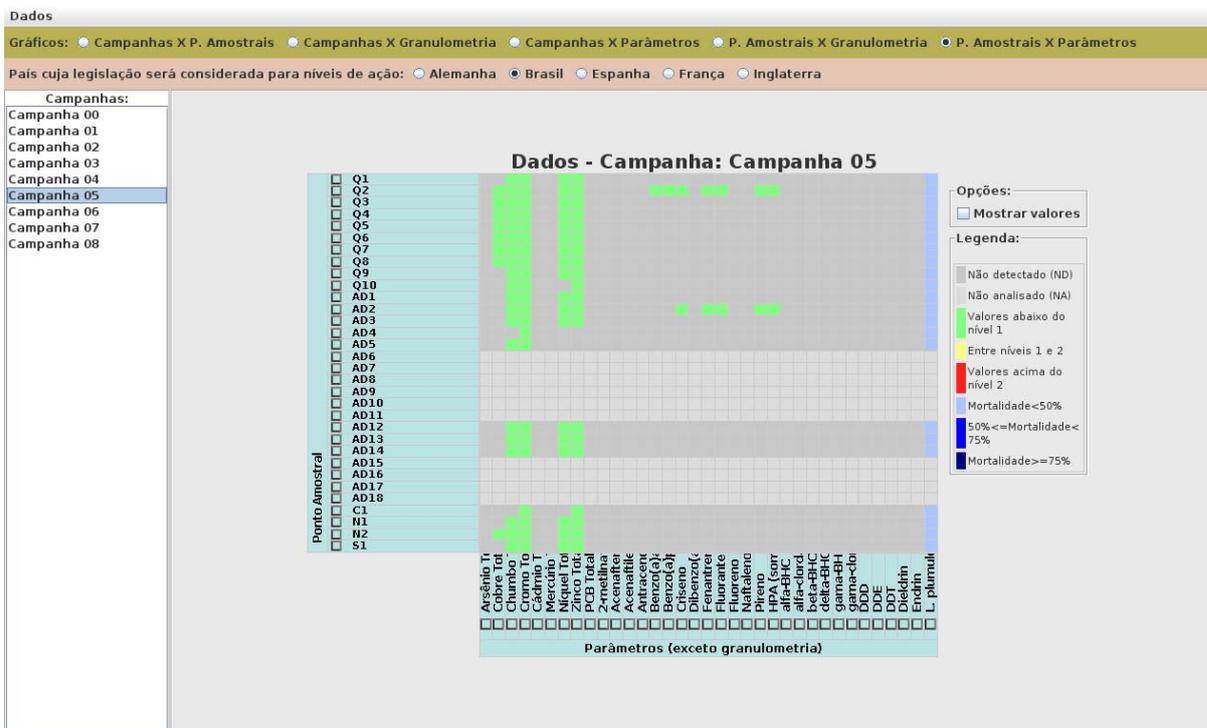


Figura 17.3.2.3-14. Visão geral do monitoramento na Campanha V (jul/2010) para todas as substâncias químicas avaliadas e toxicidade aguda.

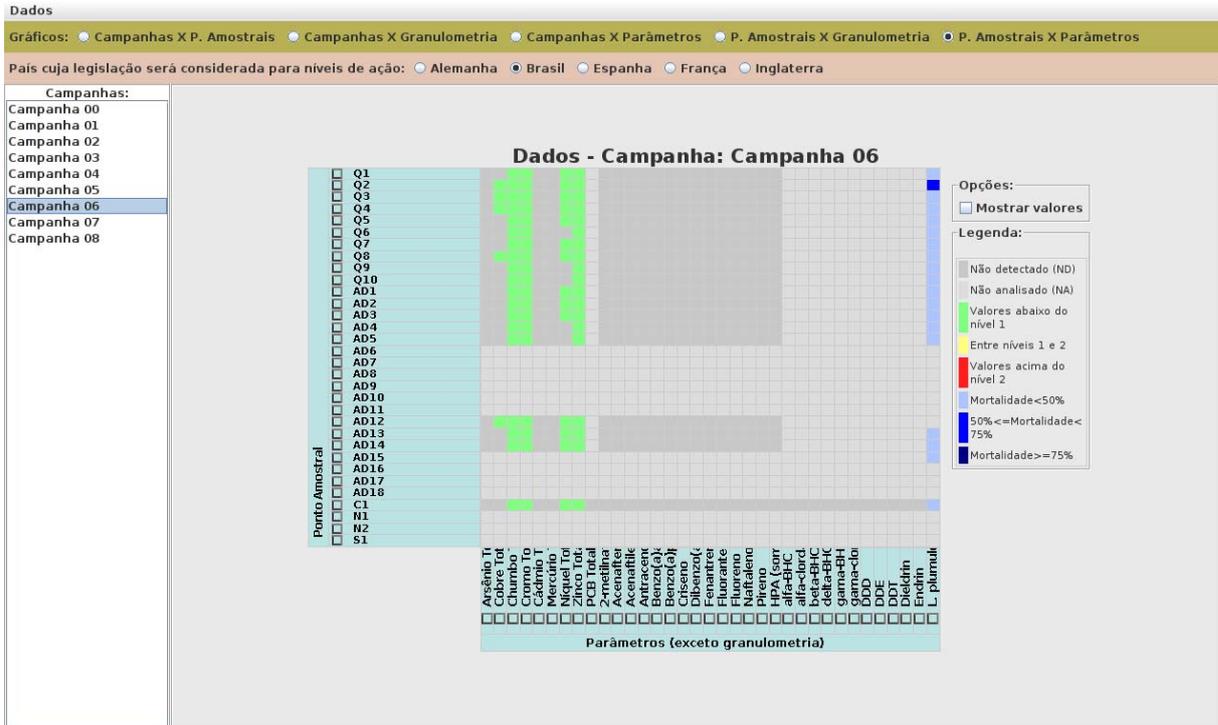


Figura 17.3.2.3-15. Visão geral do monitoramento na Campanha VI (ago/2010) para todas as substâncias químicas avaliadas e toxicidade aguda.

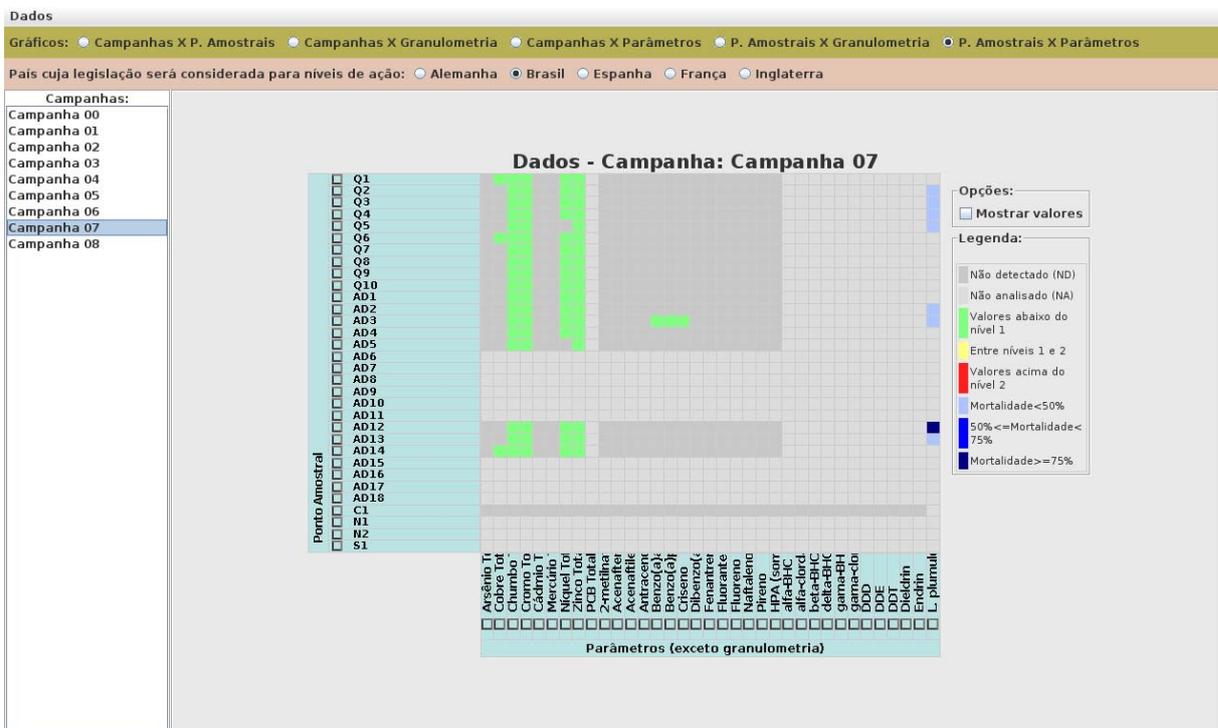


Figura 17.3.2.3-16. Visão geral do monitoramento na Campanha VII (set/2010) para todas as substâncias químicas avaliadas e toxicidade aguda.

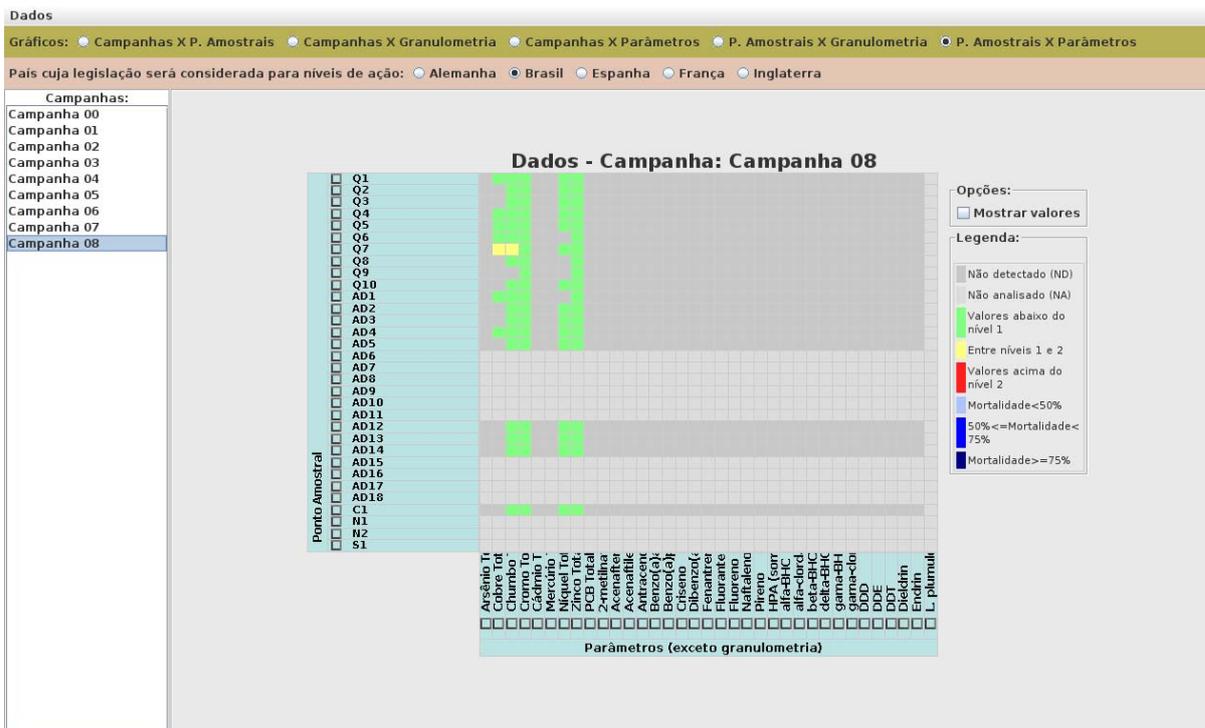


Figura 17.3.2.3-17. Visão geral do monitoramento na Campanha VIII (out/2010) para todas as substâncias químicas avaliadas e toxicidade aguda.

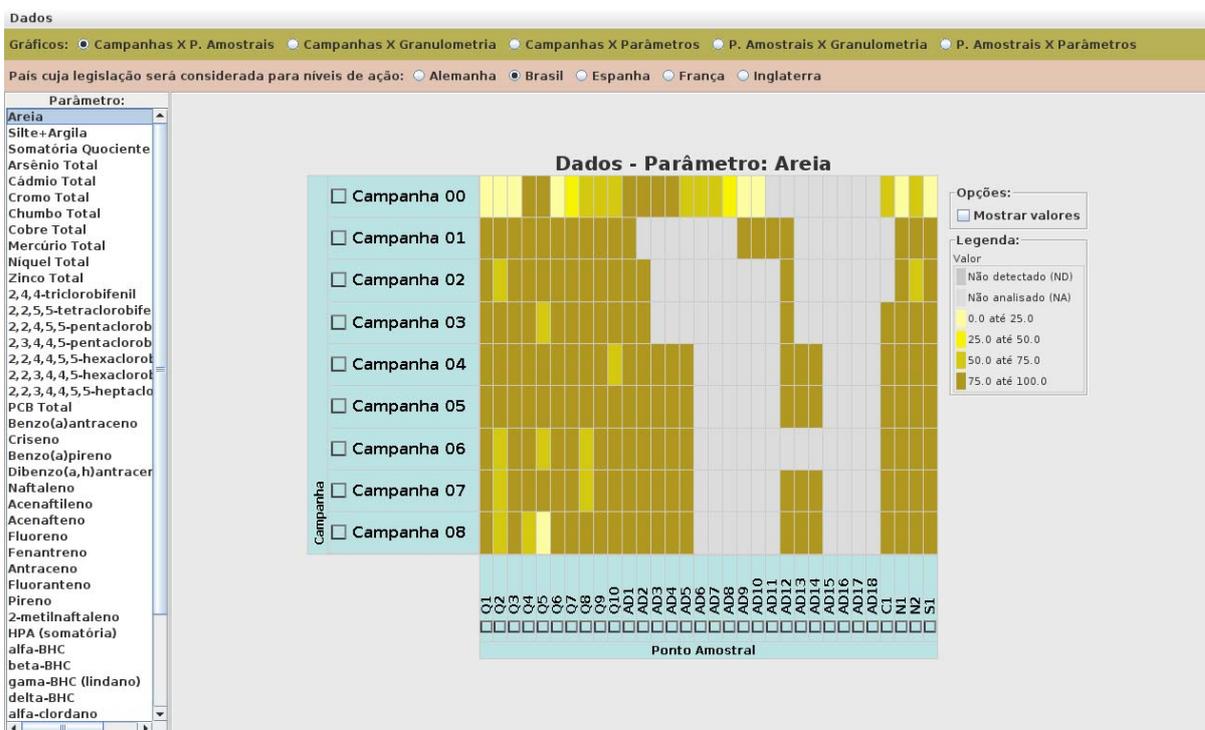


Figura 17.3.2.3-18. Visão do monitoramento da granulometria, expressa em percentual de areia ao longo das campanhas de coleta realizadas.

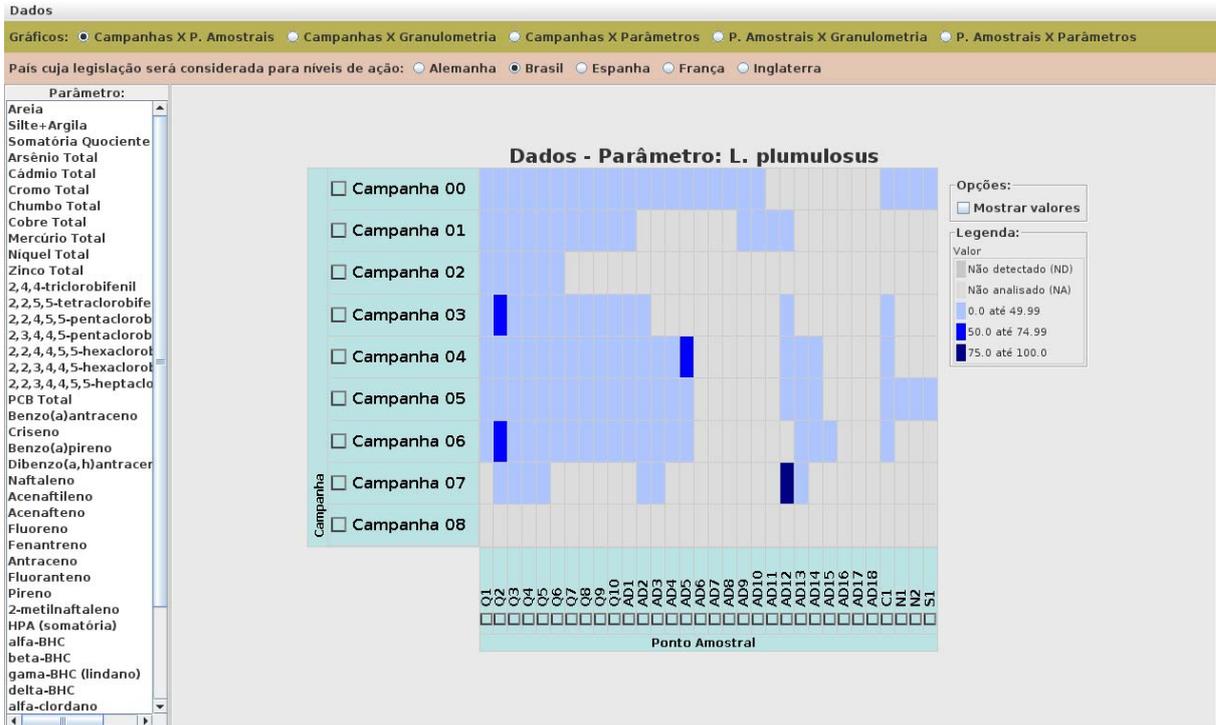


Figura 17.3.2.3-19. Visão do monitoramento da toxicidade aguda (*L. plumulosus*) ao longo das campanhas de amostragem.

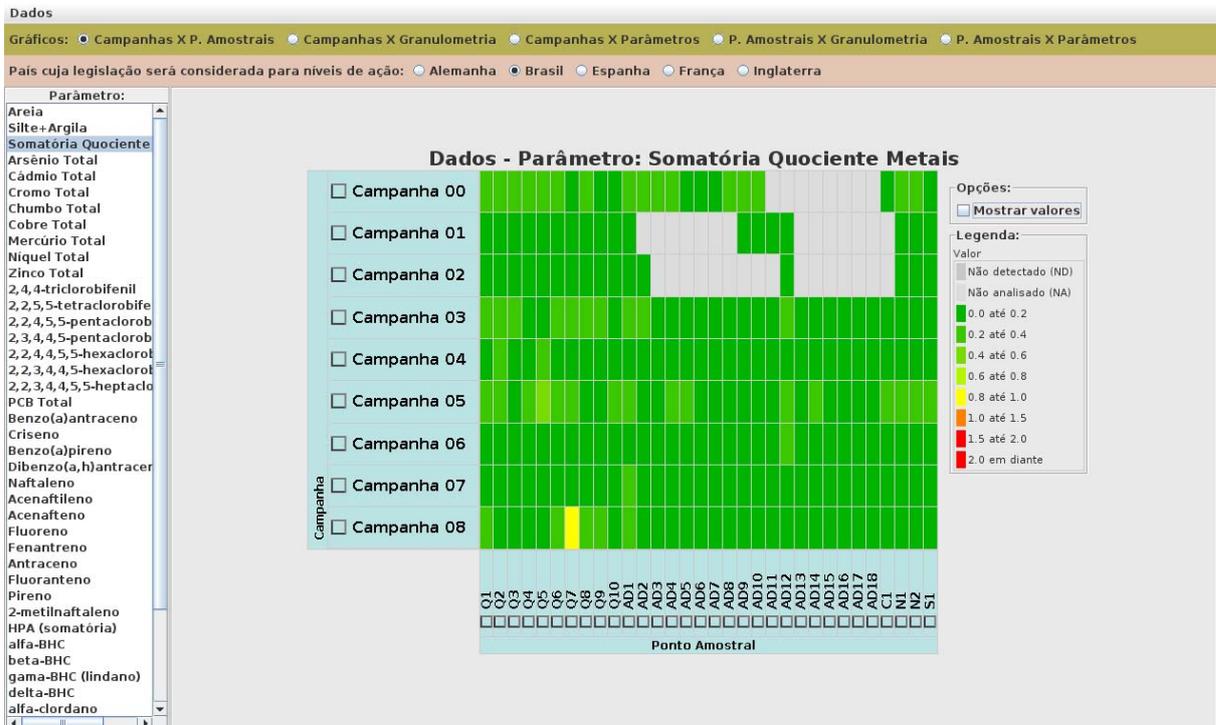


Figura 17.3.2.3-20. Somatória de quociente de metais. Atenção para quadrícula Q7 na Campanha VIII (out/2010). Veja detalhamento na figura a seguir.

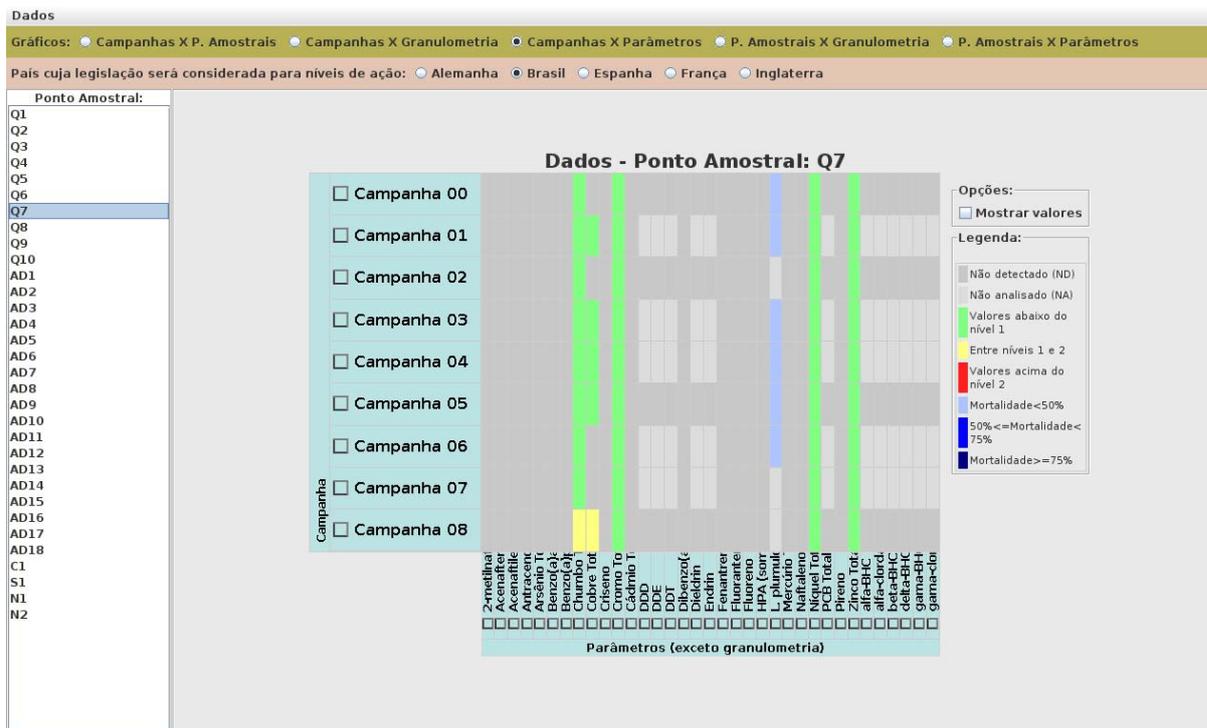


Figura 17.3.2.3-21. Detalhe do monitoramento do ponto amostral Q7.

17.3.2.4. Análises dos organismos bentônicos

A campanha de Julho de 2010 para a análise de organismos bentônicos considerou os mesmos 22 pontos amostrais das análises químicas e ecotoxicológicas (Figura 17.3.2.4-1 deste documento e Figura 3 do Anexo 17.8-1). No total de 66 amostras foram encontrados 899 indivíduos. O grupo mais abundante nesta avaliação foi Polychaeta, sendo registrados 608 indivíduos, representando 68% do total de indivíduos. O segundo grupo mais abundante foi Crustacea, com 165 indivíduos, representando 18% do total. Com menor representatividade ficou o grupo Mollusca, com 93 indivíduos (10% do total) (Figura 17.3.2.4-2).

Outros grupos ocorreram em menor número (menos que 5% dos indivíduos cada), e estão representados por Nemertina, Ophiuroidea e Cephalocordata (Figura 17.3.2.4-2).

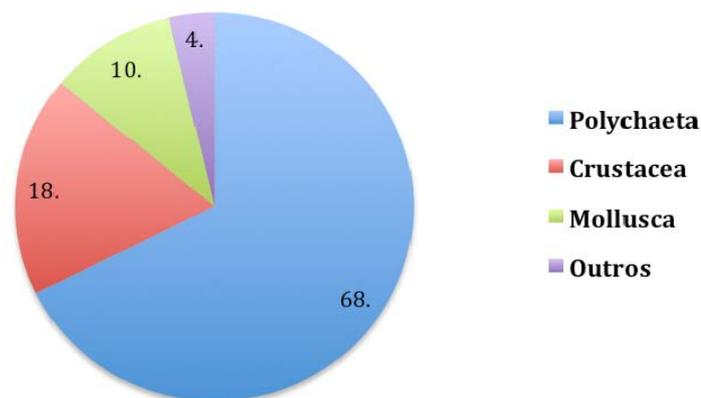


Figura 17.3.2.4-2. Frequência relativa dos principais grupos da macrofauna bêntica coletados durante o programa 17, na campanha de julho de 2010. Outros = Nemertina, Ophiuroidea e Cephalocordata.

Em relação aos quadrantes de disposição, os pontos de coleta mais abundantes foram PS-Q8, com cerca de 550 Ind. m⁻², seguido do PS-Q6, com 470 Ind. m⁻² e PSQ 1, com quase 500 Ind. m⁻². O grupo Polychaeta foi o mais abundante em todos os pontos. A menor densidade de indivíduos ocorreu em PS-Q2, apresentando menos de 100 Ind. m⁻² (Figura 17.3.2.4-3).

Nos pontos de coleta adjacentes à disposição, o mais abundante foi PS-Ad12, com cerca de 350 Ind. m⁻² e o menos abundante foi a PS-Ad13, com cerca de 140 Ind. m⁻². Os pontos ao norte e ao sul (PS-N1, PS-N2 e PS-S1) apresentaram valores semelhantes de densidade, sendo a PS-N2 a mais abundante, com cerca de 300 Ind. m⁻², e a PSN 1 a menos abundante, com cerca de 200 Ind. m⁻². O grupo Polychaeta foi dominante em todos os pontos. O ponto controle apresentou densidade de 280 Ind. m⁻², sendo o grupo Polychaeta o mais abundante (Figura 17.3.2.4-3).

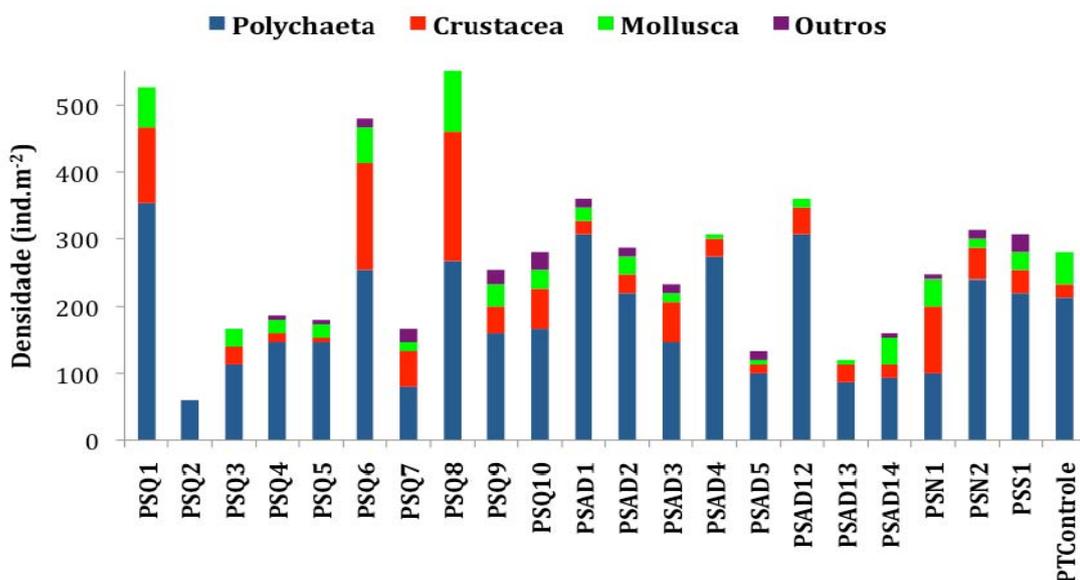


Figura 17.3.2.4-3. Densidade numérica média (ind. m⁻²) dos principais grupos da macrofauna bêntica coletados durante o programa 17, na campanha de julho de 2010. Outros = Nemertina, Ophiuroidea e Cephalocordata. Barras expressam o erro padrão.

Os pontos de coleta foram dominados pelo grupo Polychaeta, com densidades geralmente superiores a 50% (Figura 17.3.2.4-4). Monitoramentos anteriores realizados em função da dragagem e aprofundamento do canal de navegação do Porto de Santos constataram a predominância de poliquetos, principalmente nas áreas de deposição de sedimento (Fundespa, 2008). Em relação à campanha anterior (abril de 2010), houve a manutenção do número de indivíduos coletados, sendo coletados cerca de 1.000 indivíduos, em ambas as campanhas.

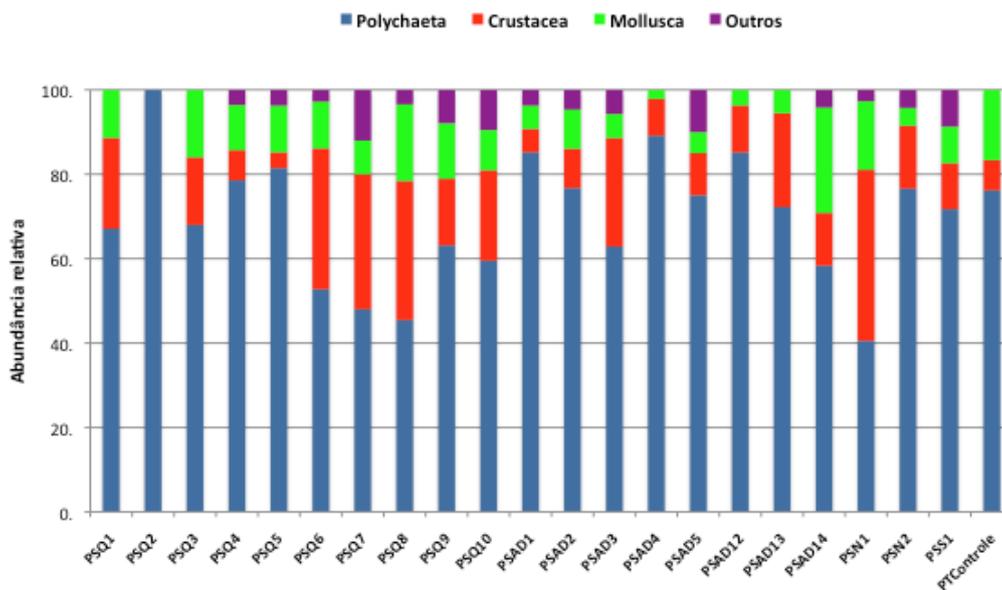


Figura 17.3.2.4-3. Densidade relativa dos principais grupos da macrofauna bêntica coletados durante o programa 17, na campanha de julho de 2010. Outros = Nemertina, Ophiuroidea e Cephalocordata. Os dados estão representados em porcentagem.

Neste evento de coleta o número de poliquetos foi elevado, especialmente nos pontos PS-Ad4 e PS-Q2, representando 80% dos indivíduos em PS-Ad4 e 100% dos indivíduos em PS-Q2 (Figura 17.3.2.4-4).

A maior quantidade de indivíduos encontrada ocorreu principalmente devido a presença da espécie *Magelona posterelongata*. Cerca de 19% do total de indivíduos do grupo Polychaeta foi representado pela espécie *M. posterelongata* (Figura 17.3.2.4-5), assim como na campanha de janeiro e abril de 2010. Esta espécie, assim como *Capitella captata* e *Aricidea albatrossae*, é considerada oportunista e altas densidades podem estar relacionadas ao enriquecimento de recursos alimentares em regiões costeiras (Pearson & Rosenberg, 1978; Fauchald & Jumars, 1979).

As espécies *Aopronospio dayi* (Spionidae) e *Parandalia americana* (Pilargidae) também foram abundantes, ambas representando 8%, em relação ao total de indivíduos desta coleta (Figura 17.3.2.4-5).

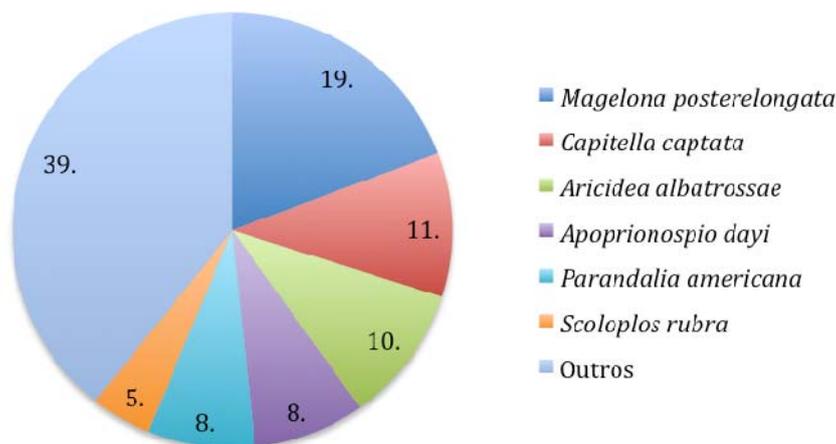


Figura 17.3.2.4-5. Frequência relativa das principais espécies de Polychaeta coletadas nas amostragens feitas por este programa, na campanha de julho de 2010.

A análise SIMPER revelou que, na maioria dos pontos de coleta, o grupo Polychaeta foi o mais importante e apresentou as maiores contribuições para a dissimilaridade entre os pontos de coleta (Tabela 17.3.2.4-1). De uma maneira geral, as espécies repetiram-se ao longo dos pontos, sugerindo semelhanças em termos de estrutura trófica.

Em relação aos pontos situados nas quadrículas de disposição do sedimento dragado (PS-Q1 a PS-Q10), as espécies de Polychaeta *Parandalia americana* e *Aricidea albatrossae* foram as maiores responsáveis pela dissimilaridade entre os pontos. Já nos pontos PS-Q6, PS-Q7, e PS-Q8, as espécies de crustáceos *Ampelisca parva* e *Heterophoxus videns* foram as que mais contribuíram para a dissimilaridade entre os pontos (Tabela 17.3.2.4-1).

Em relação aos pontos de coleta referentes às áreas adjacentes às quadrículas de disposição de material dragado, as espécies *Magelona posterelongata* e *Capitella captata* foram as mais importantes para a dissimilaridade entre os pontos. Os pontos ao norte e ao sul da área de dragagem (PS-N1 e PS-N2, PS-S1) apresentaram baixa similaridade entre si, já que cada ponto apresentou uma espécie diferente como sendo a mais importante em termos de contribuição relativa (Tabela 17.3.2.4-1). Em PT Controle, *Aricidea*

albatrossae apresentou a maior contribuição, assim como na campanha de abril/2010.

Tabela 17.3.2.4-1. Resultados da análise SIMPER para verificar a similaridade entre os pontos e a contribuição das espécies para essa similaridade.

	Similaridade média	Espécies	Abund Média	Média	Contr Relativa
PSQ 1	45,8	<i>Apoprionospio dayi</i>	2,19	18,6	39,73
		<i>Microphoxus maaresi</i>	0,7	6,11	13,05
PSQ 2	35,5	<i>Parandalia americana</i>	0,46	13,3	37,5
		<i>M. posterelongata</i>	0,69	11	26,17
PSQ 3	19	<i>Parandalia americana</i>	0,1.0	14,12	73,8
		<i>Lumbrineris januarii</i>	0,46	5	26,17
PSQ 4	23,7	<i>M. posterelongata</i>	1,29	15,28	65
		<i>L. januarii</i>	0,46	4,76	20
PSQ 5	12,2	<i>Kinbergonuphis orenzansi</i>	0,46	4,22	34,5
		<i>M. posterelongata</i>	0,77	4	32,75
PSQ 6	39	<i>Ampelisca paria</i>	1,44	10,06	25
		<i>M. posterelongata</i>	1,43	7,18	18,4
		<i>Cirrophorus americanus</i>	1,06	6,53	16,73
PSQ 7	34	<i>Heteroproxus videns</i>	1,79	4,41	10,85
		<i>Ampelisca brevissimulata</i>	1,52	4,13	10,17
PSQ 8	42	<i>Anthuridae sp. 1.</i>	1,66	10,33	24,5
		<i>M. posterelongata</i>	1,52	8,98	21,36
PSQ 9	35	<i>Aricidea albatrossae</i>	1,65	19,14	46,24
		<i>Aphelochaeta sp.</i>	0,46	4,3	12,2
PSQ 10	41	<i>A. albatrossae</i>	1,65	19,14	46,24
		<i>Ophelina acuminata</i>	0,96	10,58	25,58
PSAD 1	38,5	<i>Capitella captata</i>	1,8	17,8	46,32
		<i>M. posterelongata</i>	1	7,86	20,4
PSAD 2	30,00	<i>M. posterelongata</i>	1,2	11	37
		<i>Capitella captata</i>	0,92	4,26	14,12
PSAD 3	40,00	<i>Ampelisca paria</i>	1,16	13,15	34,5
		<i>Apoprionospio dayi</i>	1,13	12,21	31,4
PSAD 4	51,00	<i>M. posterelongata</i>	1,73	18,7	35,4
		<i>Neanthes bruaca</i>	1,1	13,5	26,4
PSAD 5	13,00	<i>A. albatrossae</i>	0,6	8,16	62,4
PSAD 12	24,50	<i>M. posterelongata</i>	0,92	9,31	38
		<i>Capitella captata</i>	1,6	7,5	30
PSAD 13	25,50	<i>Capitella captata</i>	0,73	9,4	37
		<i>M. Vvariolamellata</i>	0,46	5,27	23,36
PSAD 14	19,20	<i>M. posterelongata</i>	0,69	5,23	27,16
		<i>C. captata</i>	0,46	5,23	27,16
PSN 1	20,20	<i>Natica (Natica) menkeana</i>	0,83	9,37	33,15
		<i>Ampelisca paria</i>	1,07	7,59	26,86
PSN 2	32,00	<i>Scoloplos rubra</i>	1,27	11,87	37,3
		<i>Neanthes bruaca</i>	0,69	7,5	24
PSS 1	29,00	<i>P. americana</i>	0,83	8,03	27,5
		<i>Aphelochaeta sp.</i>	0,92	8,03	27,5
PT Controle	49,00	<i>A. albatrossae</i>	2	27	55
		<i>Olivella (Niteoliva) defiorei</i>	0,69	10,7	22

Em termos de composição específica, os pontos PS-Q6 e PS-Q8 foram os mais ricos, apresentando um número médio de espécies entre 12 e 14. Já o ponto PS-Q2 apresentou a menor composição específica, apresentando menos de 4 espécies (Figura 17.3.2.4-6). Em relação à campanha anterior (abril/2010) o número de espécies diminuiu, já que em abril o número médio de espécies variou

entre 20 e 30 e nesta campanha não chegou a 15 espécies por amostra (Figura 17.3.2.4-6).

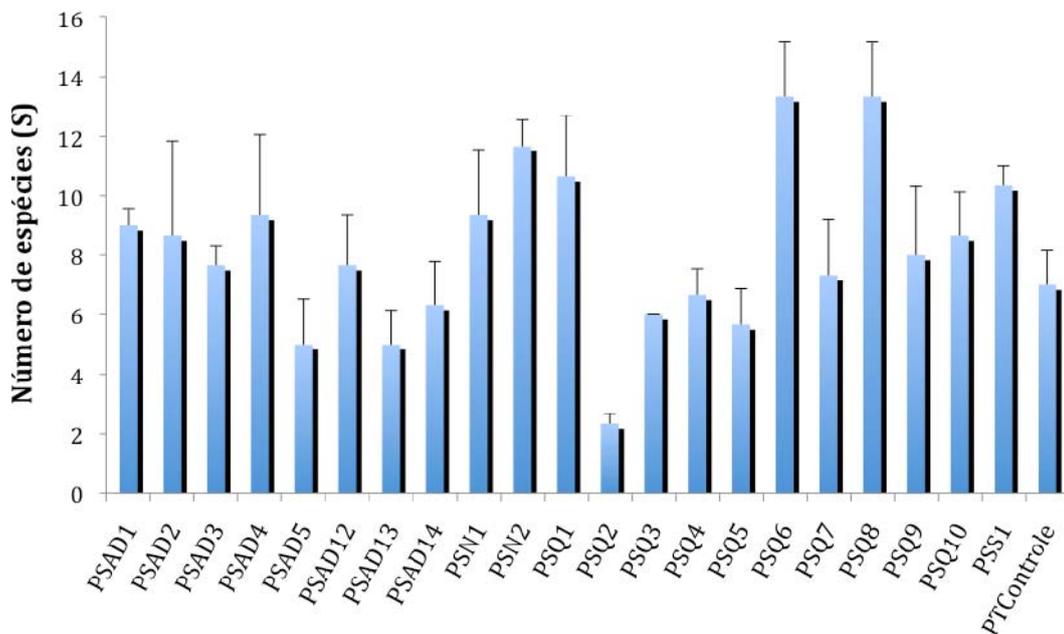


Figura 17.3.2.4-6. Número médio de espécies coletadas em por este programa, na campanha de julho de 2010. Linhas verticais representam o erro padrão.

A riqueza de espécies (Riqueza de Margalef) foi maior nos pontos PS-Q6 e PS-N1 (Figura 17.3.2.4-7). O ponto com menor riqueza em espécies foi o PS-Q2.

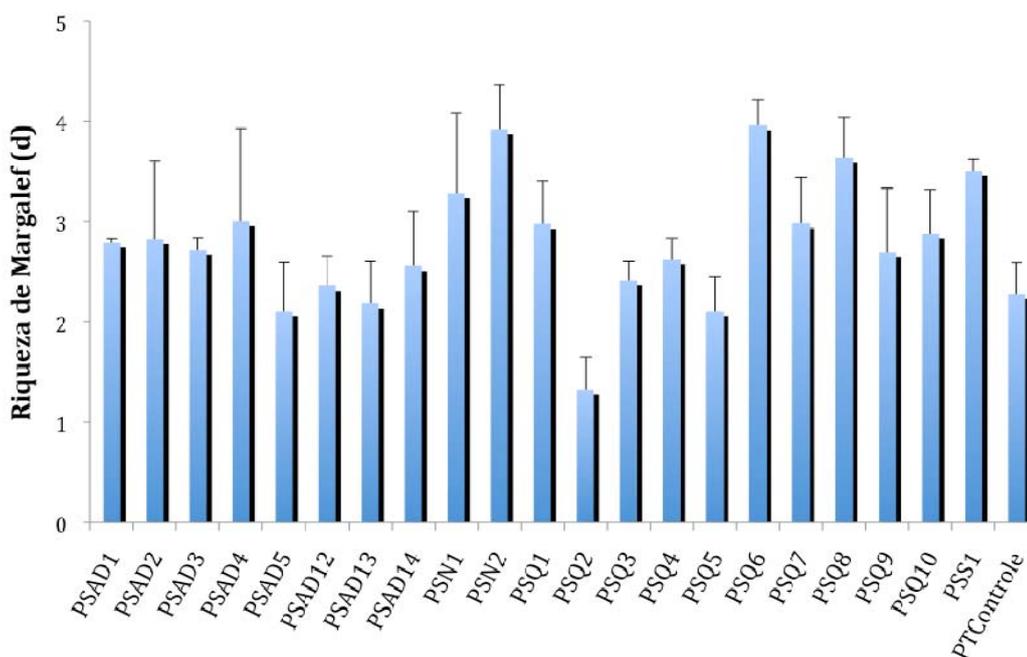


Figura 17.3.2.4-7. Riqueza de espécies (Riqueza de Margalef) referente as amostras coletadas por este programa, na campanha de julho de 2010. Linhas verticais representam o erro padrão.

Em relação à diversidade específica, os resultados se mostraram semelhantes à coleta de abril/2010, sendo maior no ponto PS-Q6 e menor no ponto PS-Q2 (Figura 17.3.2.4-8).

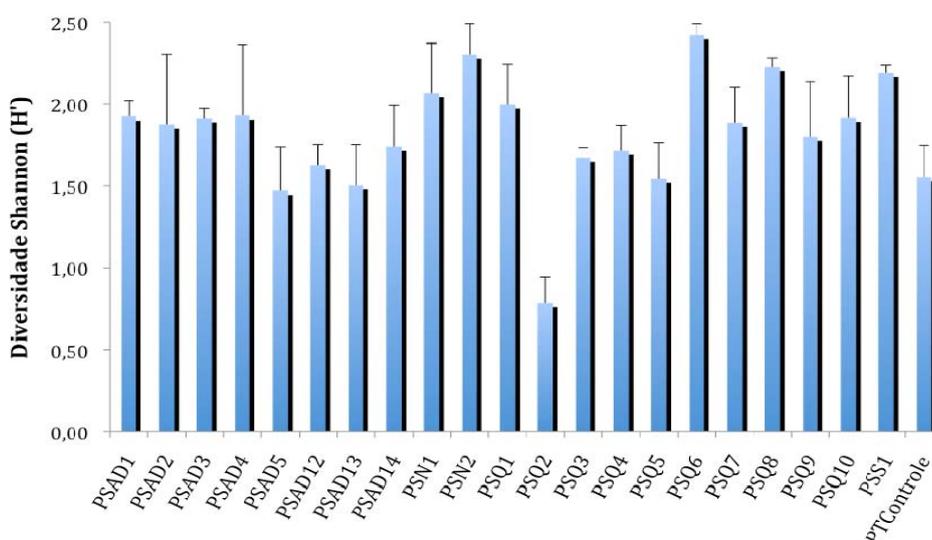


Figura 17.3.2.4-8. Diversidade específica encontrada nas amostras de macrobentos coletadas por este programa, na campanha de julho de 2010. Linhas verticais representam o erro padrão.

Em termos de distribuição das espécies (equitatividade), apenas o ponto PS-Ad12 apresentou um valor baixo de equitatividade (cerca de 0,7); os demais mantiveram um valor médio de J' acima de 0,8 (Figura 17.3.2.4-9).

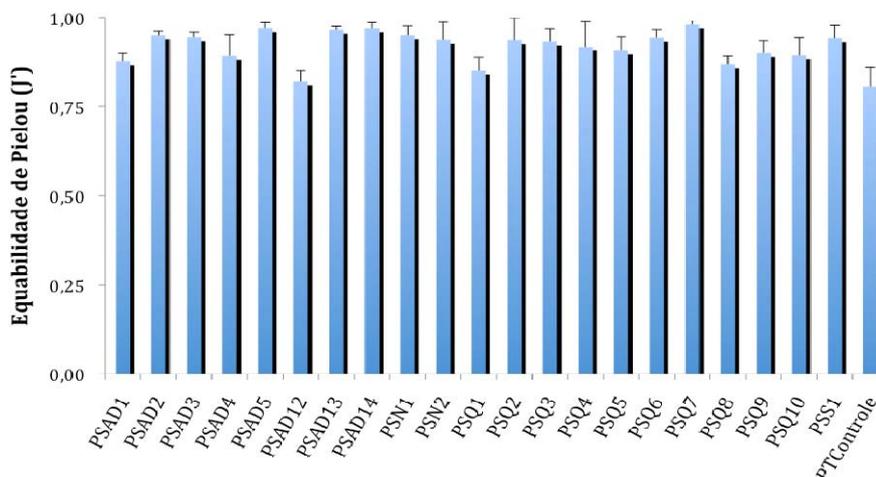


Figura 17.3.2.4-9. Equitatividade (J') encontrada nas amostras de macrobentos coletadas por este programa, na campanha de julho de 2010. Linhas verticais representam o erro padrão.

A análise de agrupamento tipo MDS (Figura 17.3.2.4-10) mostrou que as áreas amostradas não possuem diferenças representativas entre elas. Os pontos referentes à área de disposição do sedimento dragado se mostraram semelhantes aos pontos adjacentes, sugerindo que as áreas adjacentes não estão sendo influenciadas pela disposição em si. Isso pode ser observado também pela Análise SIMPER, na qual as espécies que contribuem para a similaridade entre os pontos são praticamente as mesmas, ou seja, as amostras são bastante semelhantes em termos de distribuição das espécies.

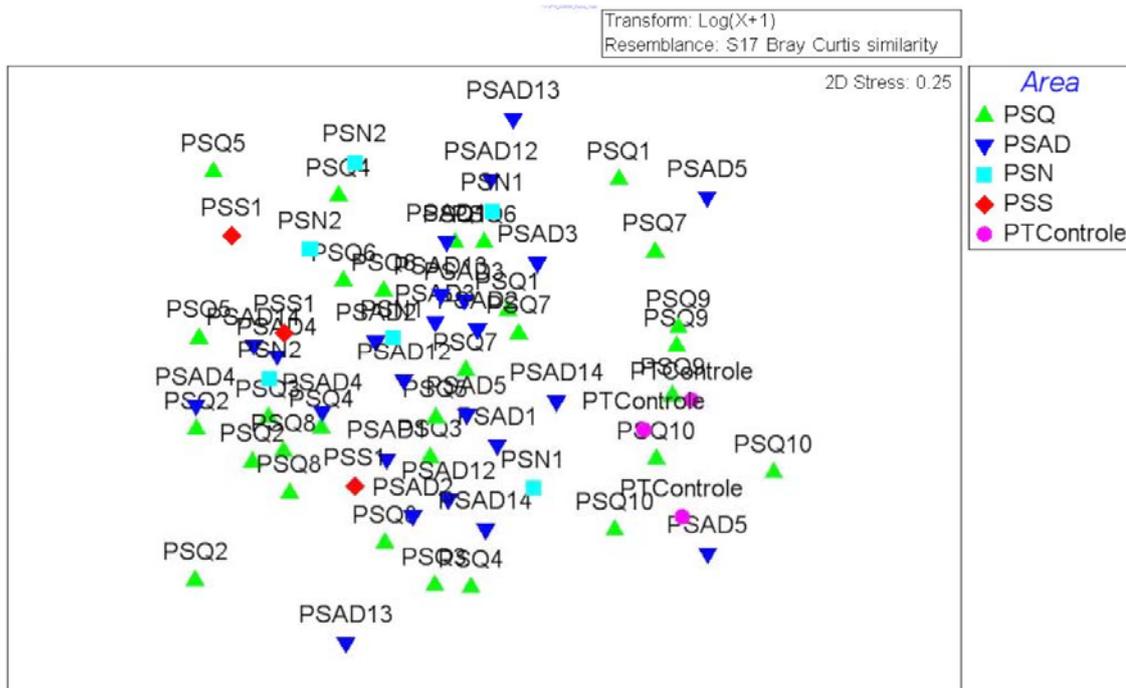


Figura 17.3.2.4-10. Escalonamento multidimensional não-métrico (MDS) representando as distâncias entre as amostras, evidenciando as áreas de disposição (PSQ), adjacentes (PSAD), de monitoramento norte (PSN) e sul (PSS) e controle (PTControle), na campanha de julho de 2010.

A. Variação temporal dos descritores ecológicos da macrofauna bêntica

As campanhas de Janeiro, Abril e Julho de 2010 mostraram uma tendência de aumento da riqueza e diversidade de espécies.

Em relação à riqueza de espécies, os pontos PS-N2 e PS-Q5 foram os mais ricos durante todo o período de amostragem. Os pontos PS-Q7 e PTC também apresentaram alta riqueza de espécies em praticamente todas as campanhas. Observou-se que as coletas mais recentes foram mais diversas e um pouco menos dominadas por poucas espécies. A campanha de Julho foi a mais rica em espécies enquanto que a de janeiro a menos rica. Isso mostra que houve uma tendência temporal de aumento da riqueza de espécies. (Figura 17.3.2.4-11).

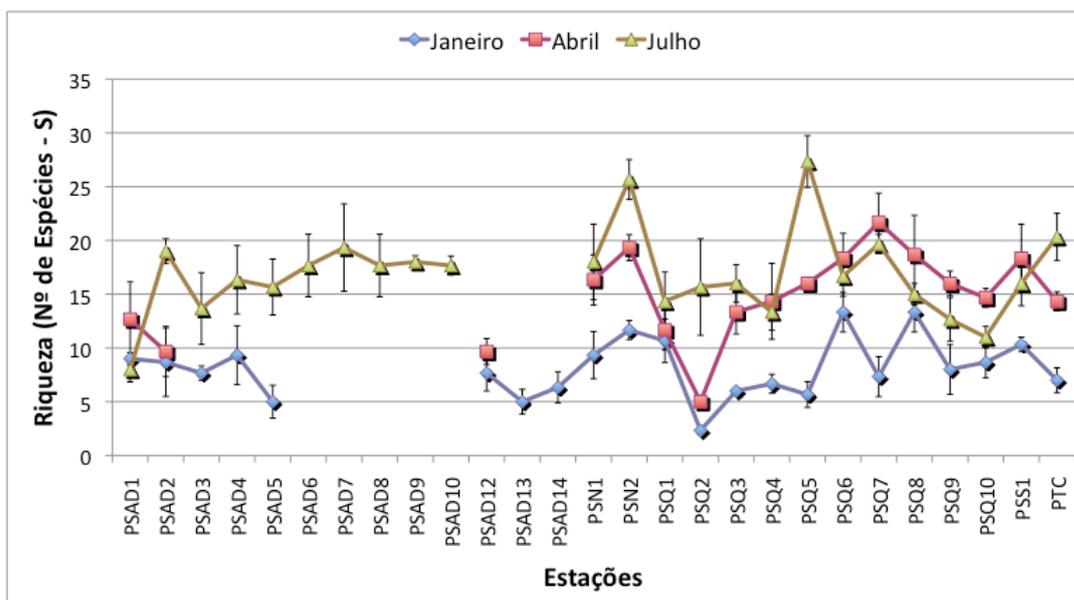


Figura 17.3.2.4-11. Riqueza de espécies encontradas nas amostras de macrobentos coletadas por este programa no ano de 2010. Linhas verticais representam o erro padrão.

A diversidade de espécies apresentou tendência semelhante à riqueza, sendo as campanhas mais recentes mais diversas e com menor dominância de poucas espécies. Os pontos com maior diversidade foram PS-N1 e PS-S1 em todo o período de amostragem. Já o ponto PS-Q2 apresentou os menores índices de diversidade em todo o período. Observou-se uma tendência de aumento da diversidade no período entre janeiro e julho de 2010 (Figura 17.3.2.4-12).

A Equabilidade de Pielou ficou entre 0,8 e 1 para a maioria das amostras do período, sugerindo uma distribuição heterogênea de espécies e dominância de um pequeno número de espécies (Figura 17.3.2.4-13).

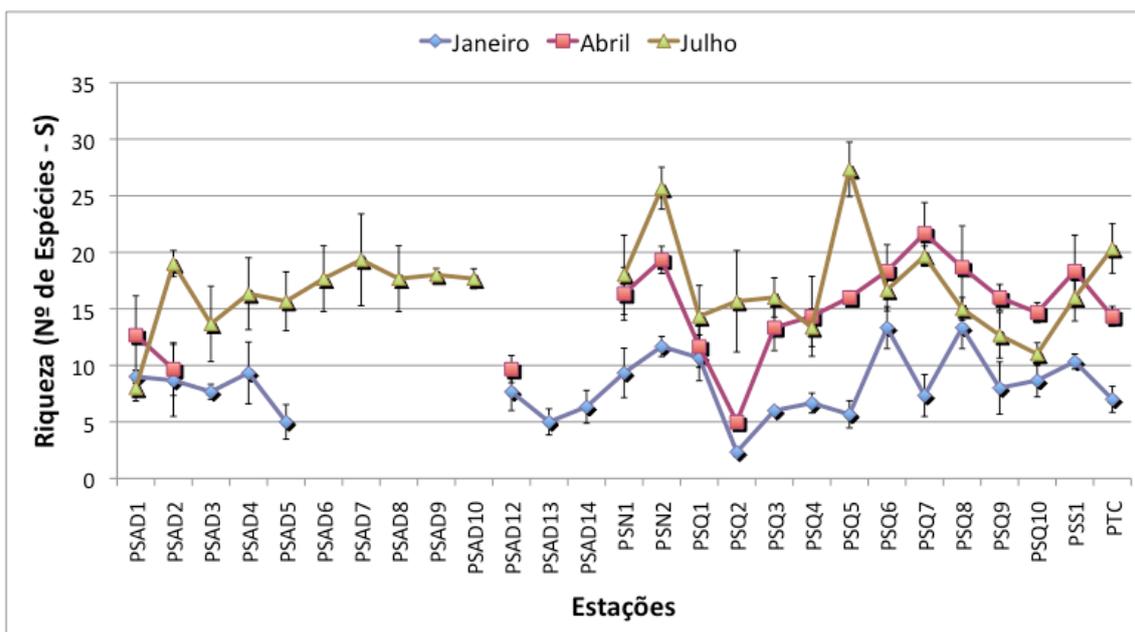


Figura 17.3.2.4-12. Diversidade de espécies encontradas nas amostras de macrobentos coletadas por este programa no ano de 2010. Linhas verticais representam o erro padrão.

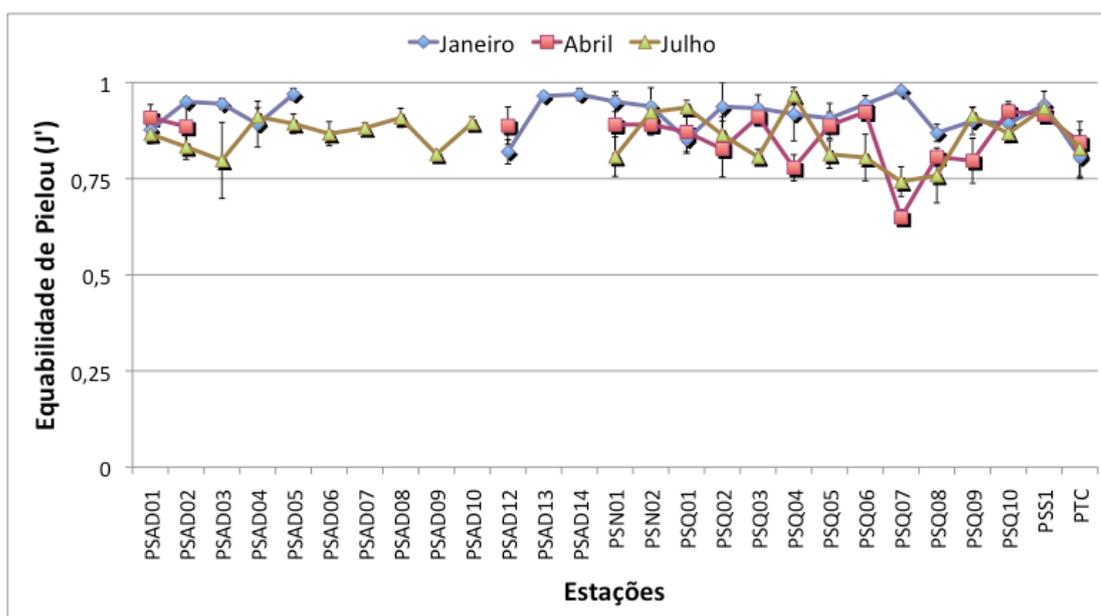


Figura 17.3.2.4-13. Diversidade de espécies encontradas nas amostras de macrobentos coletadas por este programa no ano de 2010. Linhas verticais representam o erro padrão.

B. Análise da comunidade bentônica - *VisSed*

São apresentadas a seguir algumas representações visuais obtidas com o software *VisSed*, a partir dos dados indicativos de características de uma comunidade bentônica fornecidos pela Fundespa. Os exemplos estão

organizados de acordo com os três grupos de mapeamentos visuais utilizados no *VisSed*.

B.1. Campanhas X Pontos amostrais:

Valores de $\Delta H'$ em todos os pontos amostrais e campanhas (Figura 17.3.2.4-14);

Valores de $\Delta H'$ em todas as campanhas, para os pontos amostrais C, Q2 e Q5 (Figura 17.3.2.4-15);

- Valores de $\Delta J'$ em todos os pontos amostrais e campanhas (Figura 17.3.2.4-16);
- Valores de N/N_0 em todos os pontos amostrais e campanhas (Figura 17.3.2.4-17);
- Valores de S/S_0 em todos os pontos amostrais e campanhas (Figura 17.3.2.4-18);
- Valores de S/S_0 em todas as campanhas, para os pontos amostrais C, Q2 e Q5 (Figura 17.3.2.4-19);

B.2. Campanhas X Parâmetros:

- Valores medidos na réplica Q2A em todas as campanhas e parâmetros (Figura 17.3.2.4-20);

B.3. Parâmetros X Pontos amostrais:

- Valores medidos na Campanha II para todos os pontos amostrais e parâmetros (Figura 17.3.2.4-21);
- Valores medidos na Campanha II para todos os parâmetros nos pontos amostrais das quadrículas Q1 a Q10 (Figura 17.3.2.4-22).

Em especial, destacam-se as Figuras 17.3.2.4-15 e 17.3.2.4-19, que indicam que houve um aumento nos valores de $\Delta H'$ (diversidade) e S/S_0 , respectivamente,

nas campanhas denominadas de 01 e 02 nestas telas (campanhas de Abril e Julho de 2010).

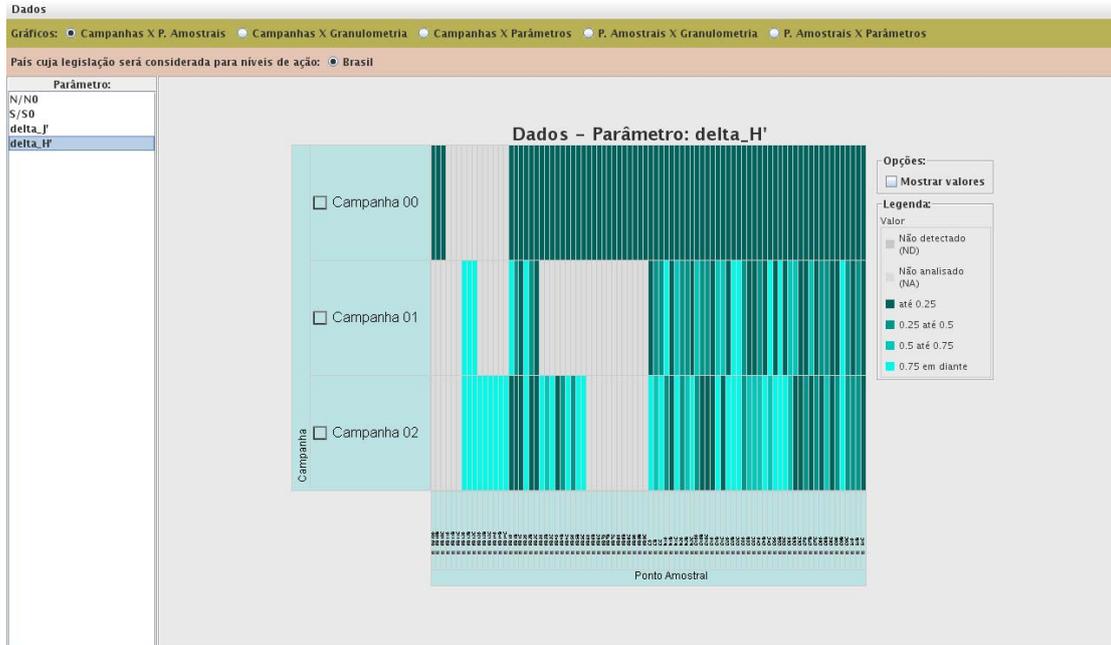


Figura 17.3.2.4-14. Valores de $\Delta H'$ em todos os pontos amostrais e campanhas.

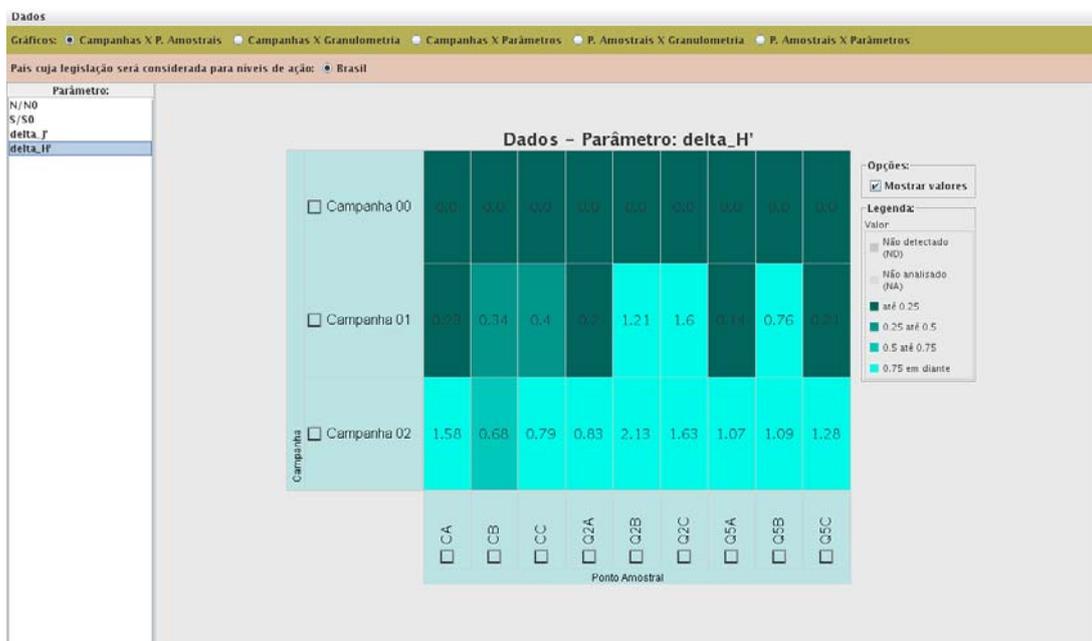


Figura 17.3.2.4-15. Valores de $\Delta H'$ em todas as campanhas, para os pontos amostrais C, Q2 e Q5.



Figura 17.3.2.4-16. Valores de $\Delta J'$ em todos os pontos amostrais e campanhas.



Figura 17.3.2.4-17. Valores de N/N0 em todos os pontos amostrais e campanhas.

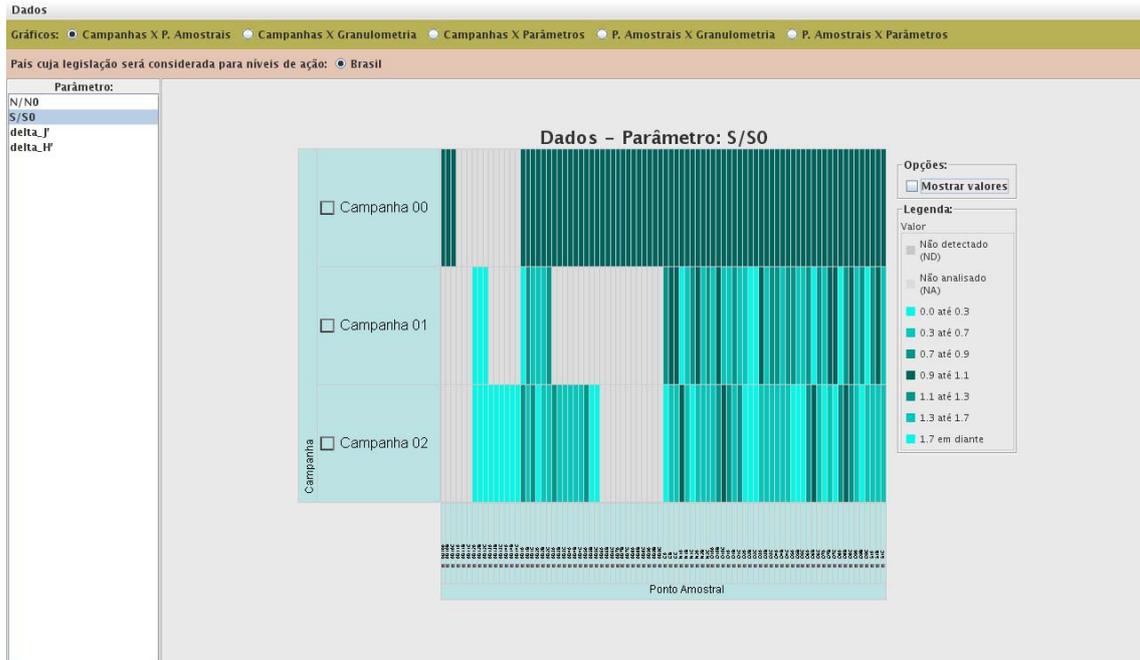


Figura 17.3.2.4-18. Valores de S/S0 em todos os pontos amostrais e campanhas.

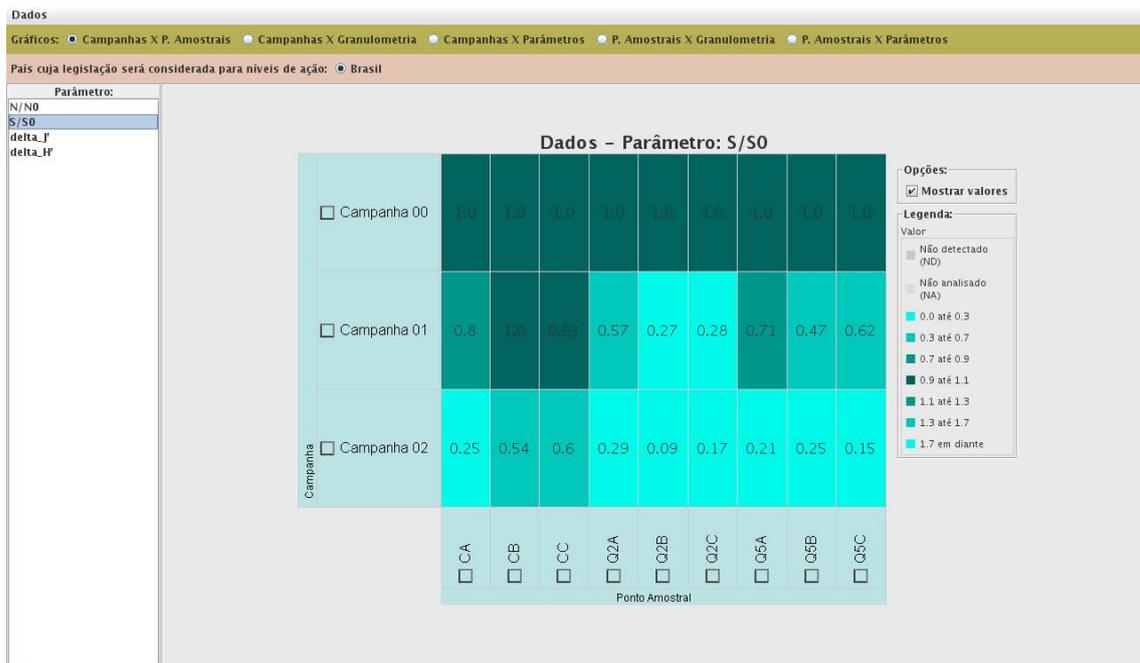


Figura 17.3.2.4-19. Valores de S/S0 em todas as campanhas, para os pontos amostrais C, Q2 e Q5.

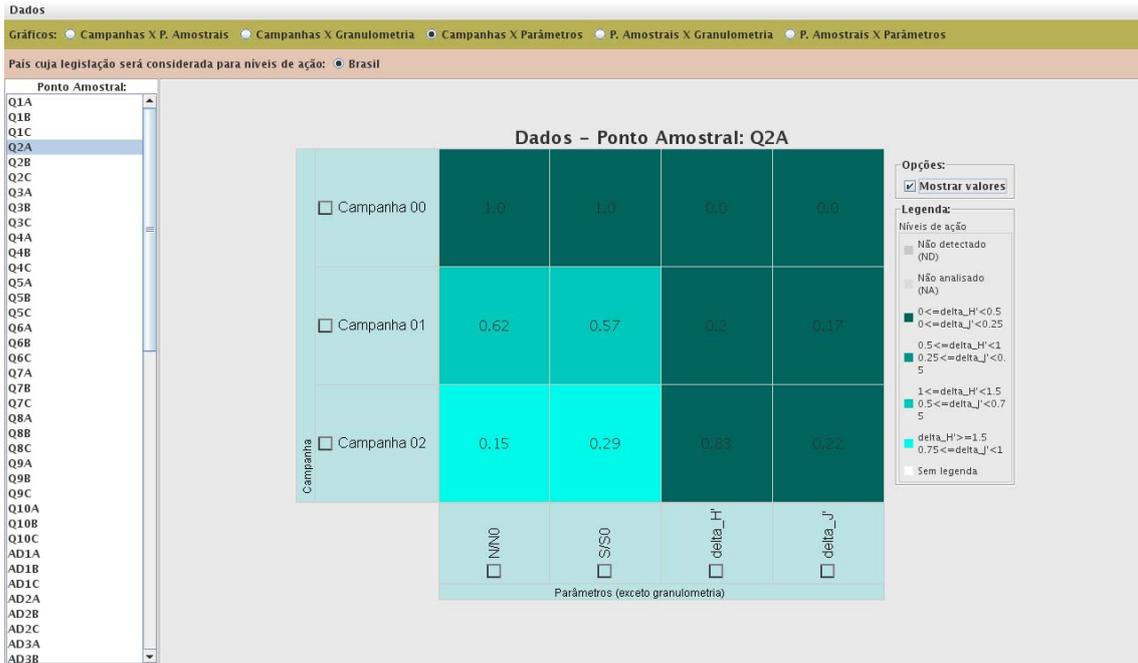


Figura 17.3.2.4-20. Valores medidos na réplica Q2A em todas as campanhas e parâmetros.

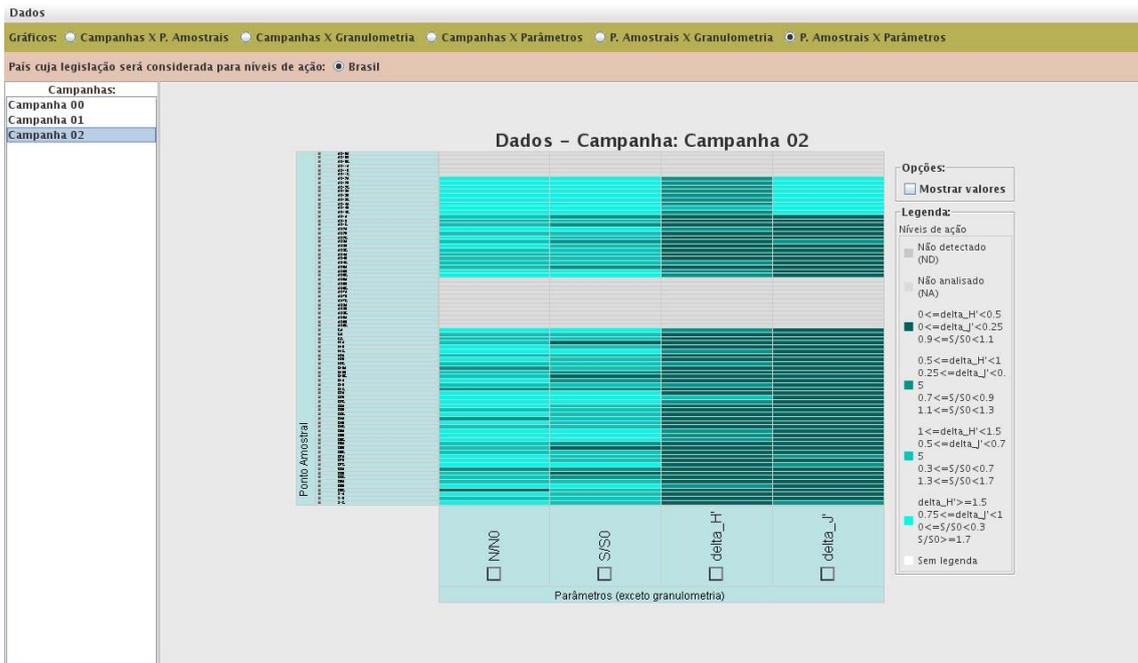


Figura 17.3.2.4-21. Valores medidos na Campanha 2 para todos os pontos amostrais e parâmetros.

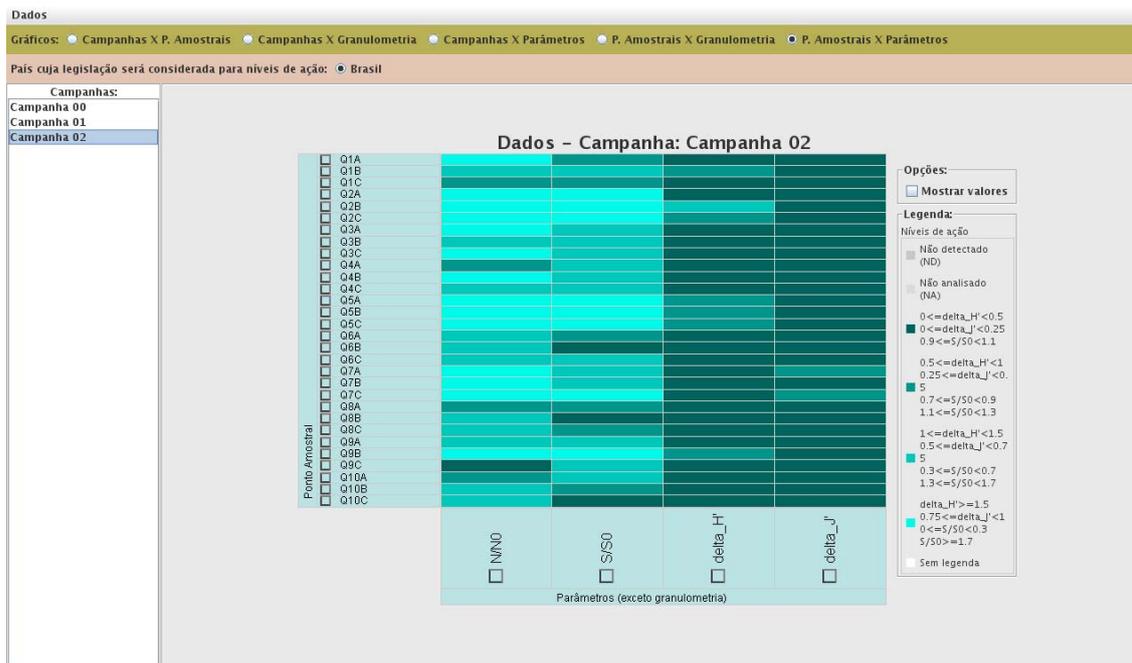


Figura 17.3.2.4-22. Valores medidos na Campanha 2 para todos os parâmetros nos pontos amostrais das quadrículas Q1 a Q10.

17.3.2.5. Análise Integrada

A. Análise Estatística

A.1. Campanha Prévia – Janeiro/2010

Na campanha prévia, realizada em janeiro de 2010, foram avaliados: as concentrações de metais (arsênio, cádmio, cromo, chumbo, cobre, mercúrio, níquel e zinco), de compostos orgânicos (PCB, HPA, POC) e de nutrientes (nitrogênio, carbono e fósforo), bem como a granulometria do sedimento do local, a mortalidade de *Leptocheirus plumulosus* em bioensaios e parâmetros relativos à comunidade bentônica (abundância, riqueza de Margalef, diversidade de Shannon, diversidade de Simpson e equitatividade de Pielou).

A análise de cluster classificou os pontos amostrais em 6 grupos, listados a seguir (Figura 17.3.2.5-1):

- Grupo 1 – PS-Q7, PS-AD9, PS-Q2, PS-AD6, PS-AD5, PS-AD7

- Grupo 2 – PS-Q3, PS-AD10, PS-Q6, PS-S1
- Grupo 3 – PS-Q1, PS-C1, PS-Q10
- Grupo 4 – PS-AD8, PS-N2, PS-Q9, PS-Q8, PS-N1
- Grupo 5 – PS-AD1, PS-AD4, PS-Q4
- Grupo 6 – PS-AD2, PS-AD3, PS-Q5.

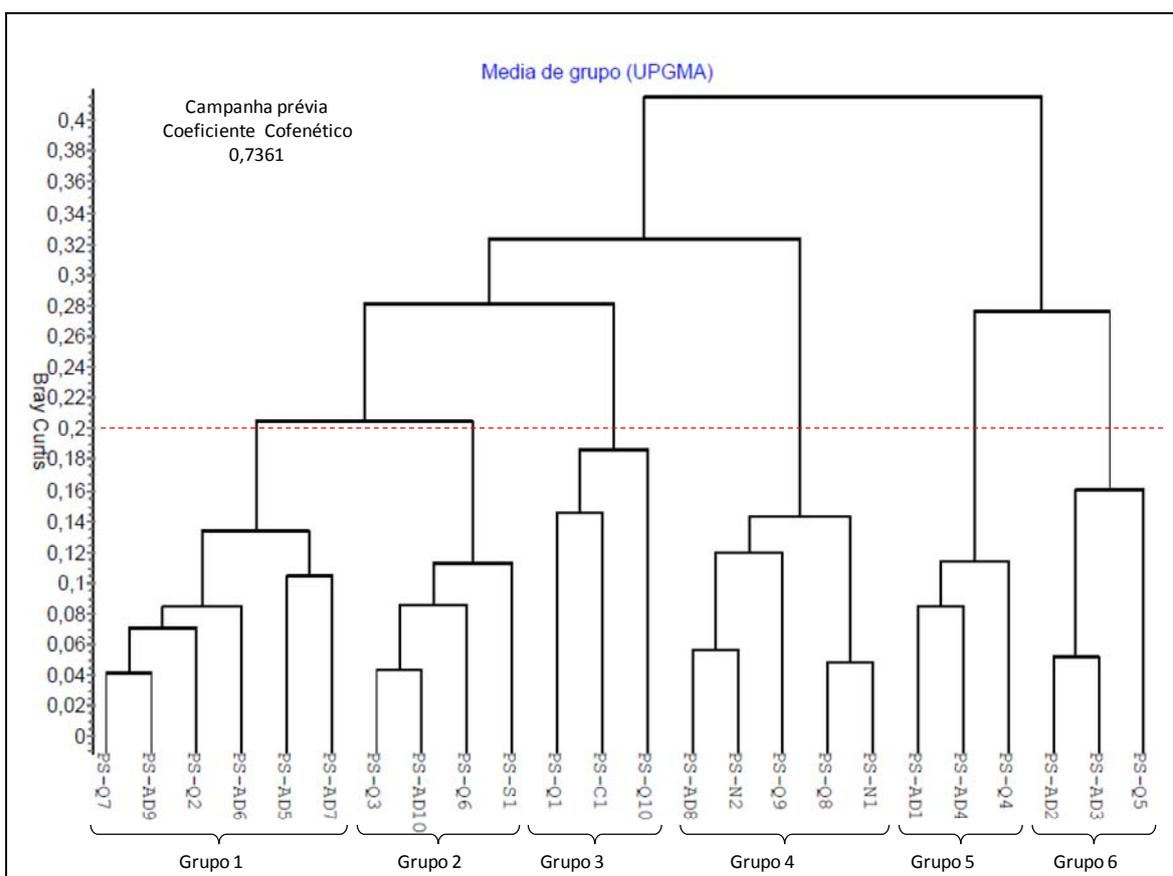


Figura 17.3.2.5-1. Dendrograma resultante da análise estatística realizada com os dados obtidos durante a Campanha Prévia – Janeiro/2010.

A concentração de nitrogênio foi o parâmetro que teve a maior influência na distribuição dos grupos, sendo que as mais altas concentrações foram encontradas no grupo 4, enquanto as menores concentrações foram encontradas nos grupos 5 e 6. A abundância (nº de indivíduos por m²) também foi importante na determinação dos grupos, sendo que os grupos 1, 4 e 6 apresentaram os maiores valores de abundância, enquanto que o grupo 3 tinham os menores

valores. As concentrações de fósforo e de zinco, bem como a granulometria do sedimento, em especial as frações fina e muito fina, foram os outros parâmetros que influenciaram a distribuição dos grupos.

A.2. Campanha I – Março/2010

A campanha I, realizada em março de 2010, contou apenas com a análise das concentrações de metais, de HPA e de fósforo, bem como da granulometria do sedimento e dos bioensaios com *L. plumulosus*.

A análise de cluster classificou os grupos amostrais em 4 grupos (Figura 17.3.2.5-2):

- Grupo 1 – PS-Q2, PS-AD10, PS-AD1, PS-Q6, PS-AD11, PS-Q4, PS-Q3, PS-Q1, PS-AD12.
- Grupo 2 – PS-AD9
- Grupo 3 – PS-Q9, PS-C1, PS-Q10, PS-Q7
- Grupo 4 – PS-Q5, PS-Q8

As concentrações de fósforo foram determinantes na distinção dos grupos. O grupo 2 (constituído apenas pelo ponto PS-AD9) apresentou as menores concentrações deste nutriente. A granulometria também teve influência na distribuição dos grupos. Os grupos 1 e 2 foram os que apresentaram maiores proporções de areia muito fina, enquanto as maiores frações de areia fina foram encontradas nos pontos do grupo 3. Os resultados dos bioensaios também influenciaram a distribuição dos grupos sendo que os maiores valores de mortalidade foram encontrados nos grupos 1 e 4. As concentrações de zinco também influenciaram a distribuição dos grupos, onde as menores concentrações de zinco foram encontrados nos pontos do grupo 3, enquanto que as maiores concentrações no grupo 1.

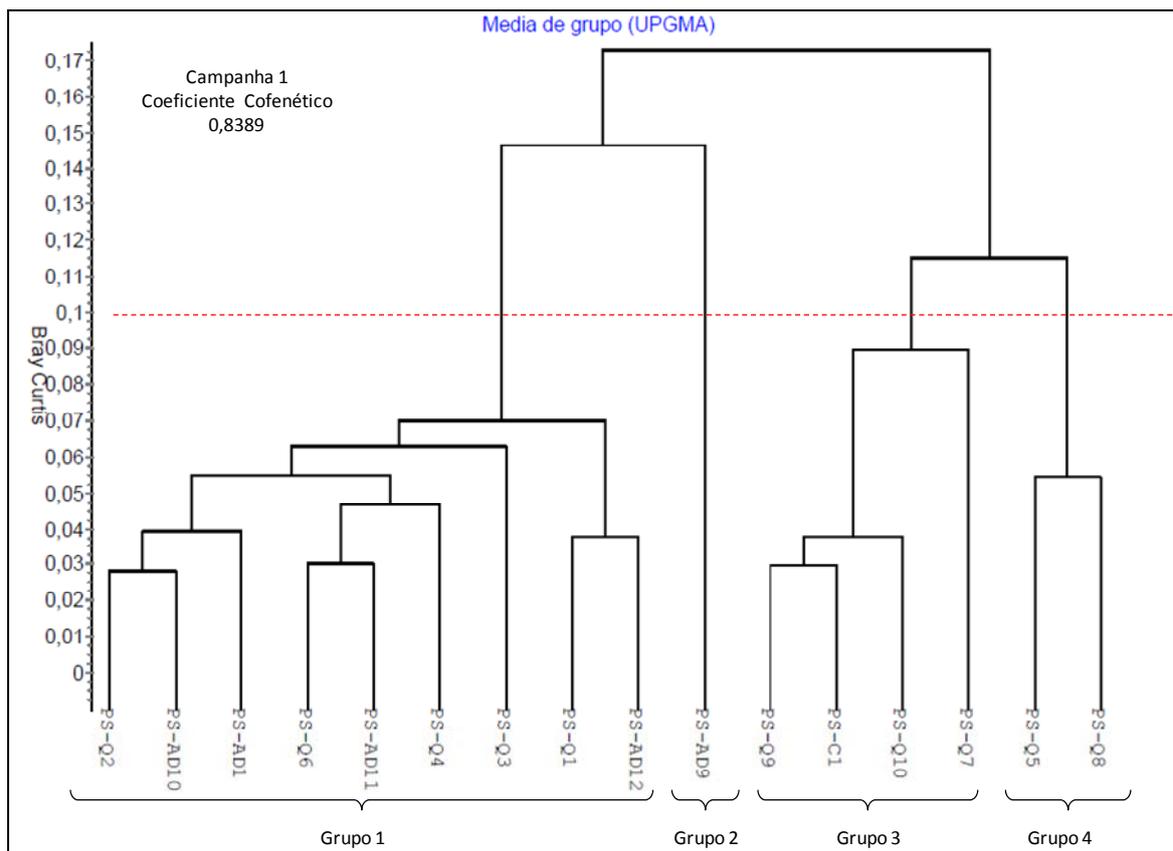


Figura 17.3.2.5-2. Dendrograma resultante da análise estatística realizada com os dados obtidos durante a Campanha I – Março/2010.

A.3. Campanha II – Abril/2010

A campanha II foi realizada em abril de 2010, contando com os mesmos parâmetros avaliados na campanha prévia.

Os grupos separados pela análise de cluster estão listados a seguir (Figura 17.3.2.5-3):

- Grupo 1 – PS-Q8, PS-Q9, PS-AD12, PS-Q4
- Grupo 2 – PS-Q5, PS-C1, PS-Q1
- Grupo 3 – PS-Q6, PS-Q7
- Grupo 4 – PS-Q10, PS-AD2, PS-Q3
- Grupo 5 – PS-AD1
- Grupo 6 – PS-Q2

A distribuição dos grupos foi influenciada pela abundância (nº de organismos por m²), sendo os maiores valores encontrados nos grupos 1, 2 e 3, e foram influenciados também pela concentração de nitrogênio, onde as maiores concentrações de nitrogênio foram encontradas no sítio PS-Q2 (grupo 6). As concentrações de fósforo também apresentaram grande variância entre os pontos, influenciando a distribuição dos grupos, sendo que a maior concentração de fósforo foi encontrado no grupo 6.

A granulometria e as concentrações de HPA e zinco também apresentaram grande variância e foram significativos na segregação dos grupos.

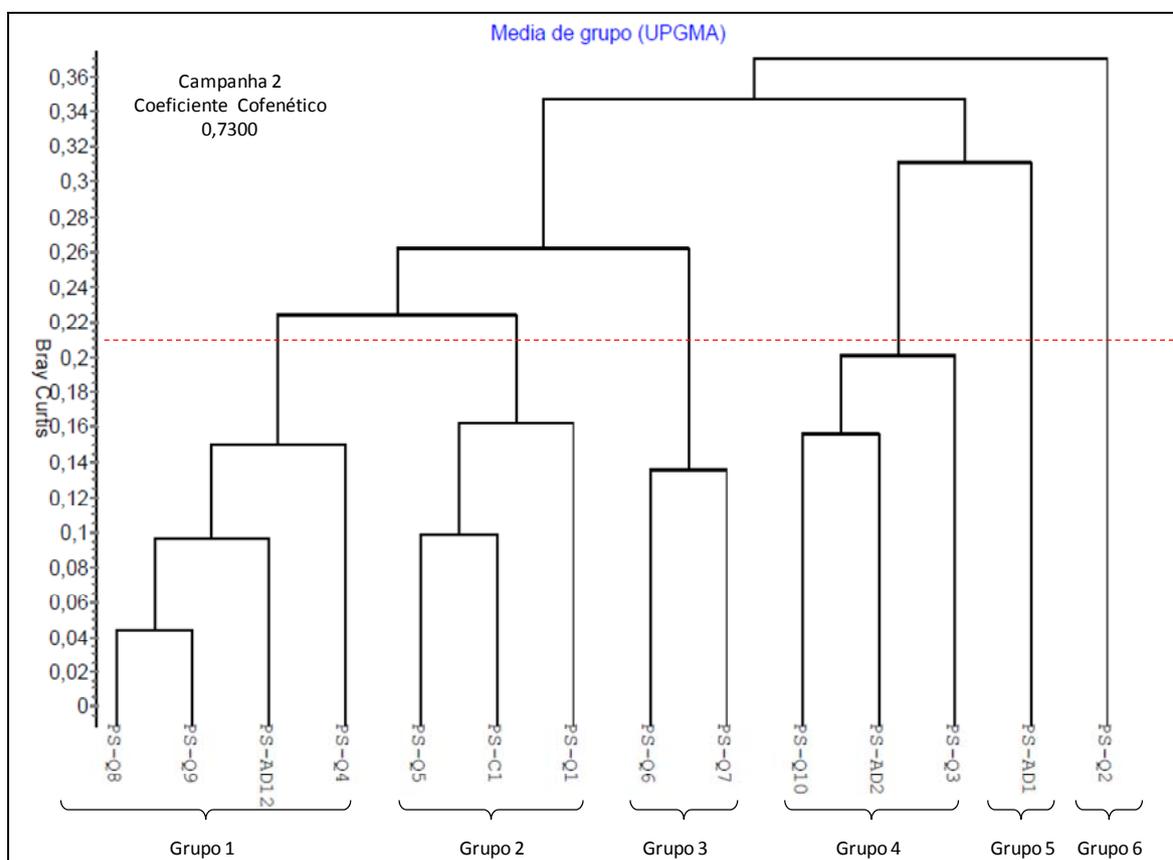


Figura 17.3.2.5-3. Dendrograma resultante da análise estatística realizada com os dados obtidos durante a Campanha II – Abril/2010.

A.4. Campanha III – Maio/2010

A campanha III foi realizada em maio de 2010, avaliando-se os mesmos parâmetros da campanha I.

A análise de cluster separou os pontos amostrais em 5 grupos (Figura 17.3.2.5-4):

- Grupo 1 – PS-Q6, PS-AD12, PS-Q1, PS-AD1, PS-AD2, PS-Q7, PS-Q8
- Grupo 2 – PS-Q3, PS-Q5
- Grupo 3 – PS-Q10, PS-C1, PS-Q9
- Grupo 4 – PS-Q4
- Grupo 5 – PS-Q2

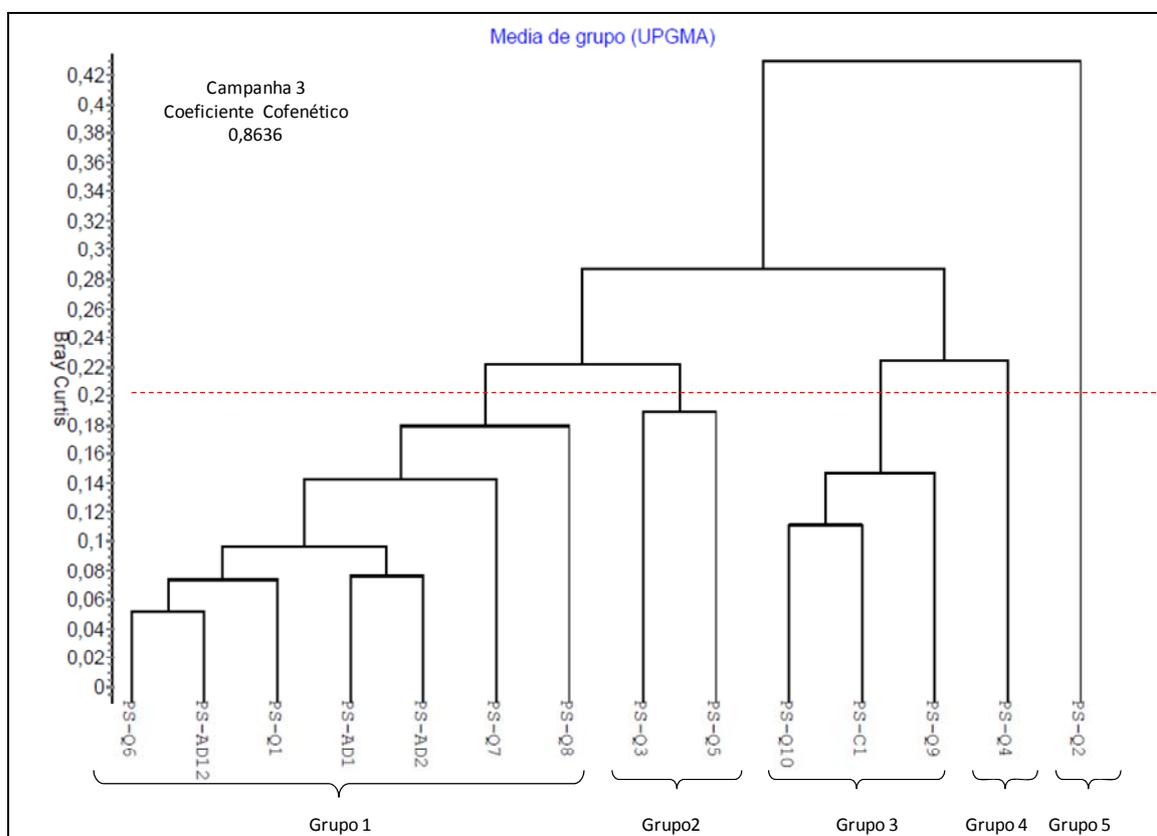


Figura 17.3.2.5-4. Dendrograma resultante da análise estatística realizada com os dados obtidos durante a Campanha III – Maio/2010.

Os principais parâmetros que influenciaram a segregação dos grupos na análise de cluster foram: as concentrações de fósforo, de HPA e a granulometria do sedimento.

O grupo 5, composto exclusivamente pelo sítio PS-Q2 foi o que apresentou os maiores valores de concentração de fósforo e de HPAs. Este grupo também apresentou o mais alto índice de mortalidade de *L. plumulosus* em bioensaios. Os menores valores de mortalidade ficaram com os grupos 2 e 5.

O grupo 4, composto pelo sítio PS-Q4, por sua vez apresentou as mais baixas concentrações de cobre e zinco.

As maiores concentrações de cobre foram encontrados no grupo 1, e as maiores concentrações de zinco foram encontradas nos pontos dos grupos 1 e 5.

A.5. Campanha IV – Junho/2010

A campanha IV foi realizada em junho de 2010, contando com a avaliação dos mesmos parâmetros da campanha anterior (maio/2010).

A análise de cluster dividiu os pontos amostrais em 5 grupos (Figura 17.3.2.5-5):

- Grupo 1 – PS-Q1, PS-AD14, PS-AD1, PS-AD12, PS-Q6, PS-AD13, PS-Q4, PS-Q3, PS-AD2.
- Grupo 2 – PS-Q2, PS-AD3
- Grupo 3 – PS-Q7, PS-Q9, PS-Q8, PS-AD4, PS-Q5, PS-AD5
- Grupo 4 – PS-C1
- Grupo 5 – PS-Q10

Os parâmetros determinantes na separação dos grupos foram as concentrações de fósforo, zinco e HPA e a granulometria.

O grupo 2 foi o que apresentou os maiores valores de concentração de fósforo. O grupo 3 apresentou valores mais elevados para as concentrações de HPA. O grupo 4 apresentou os menores valores de concentrações de metais, de HPA e de fósforo.

O grupo 5 foi diferenciado principalmente com relação aos valores de granulometria, apresentando menores frações de areia total, em relação aos outros grupos.

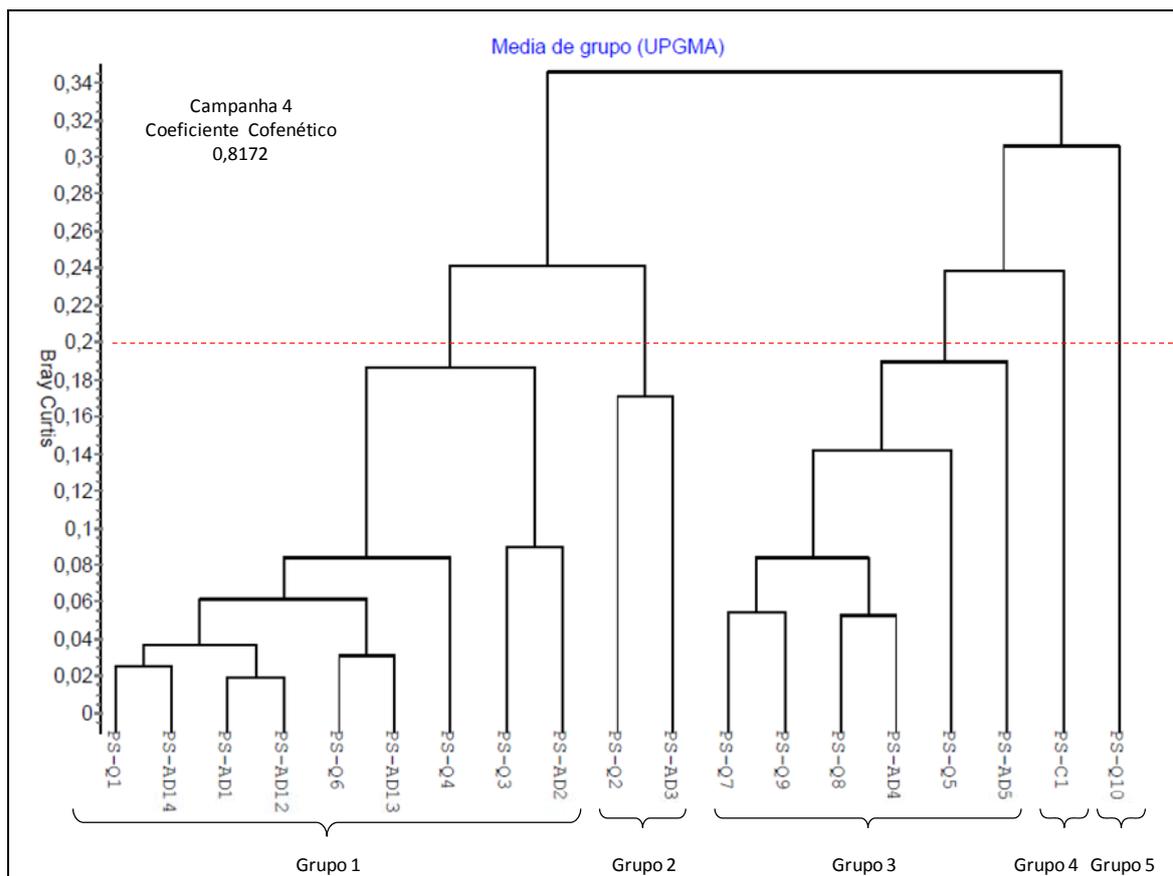


Figura 17.3.2.5-5. Dendrograma resultante da análise estatística realizada com os dados obtidos durante a Campanha IV - Junho/2010.

A.6. Campanha V – Julho/2010

A campanha V foi realizada em julho de 2010, tendo sido avaliados os mesmos parâmetros das campanhas prévia e 2 (janeiro e abril de 2010).

A análise de cluster forneceu a seguinte distinção entre os pontos amostrais (Figura 17.3.2.5-6):

- Grupo 1 – PS-Q10, PS-AD4, PS-Q9, PS-Q3, PS-N1, PS-Q2, PS-Q4.
- Grupo 2 – PS-AD3, PS-AD13, PS-AD14, PS-C1, PS-AD5,
- Grupo 3 – PS-Q5, PS-N2.
- Grupo 4 – PS-AD2, PS-S1, PS-Q8, PS-Q6, PS-AD12
- Grupo 5 – PS-Q1, PS-AD1, PS-Q7

Os grupos 1 e 5 foram caracterizados, respectivamente, pelas maiores e menores concentrações de nitrogênio. O Grupo 1 também foi o que apresentou os menores valores de abundância, enquanto que o grupo 4 apresentou os maiores valores para esse parâmetro.

As maiores concentrações de fósforo caracterizaram o grupo 3 e as menores concentrações desse nutriente caracterizaram o grupo 1.

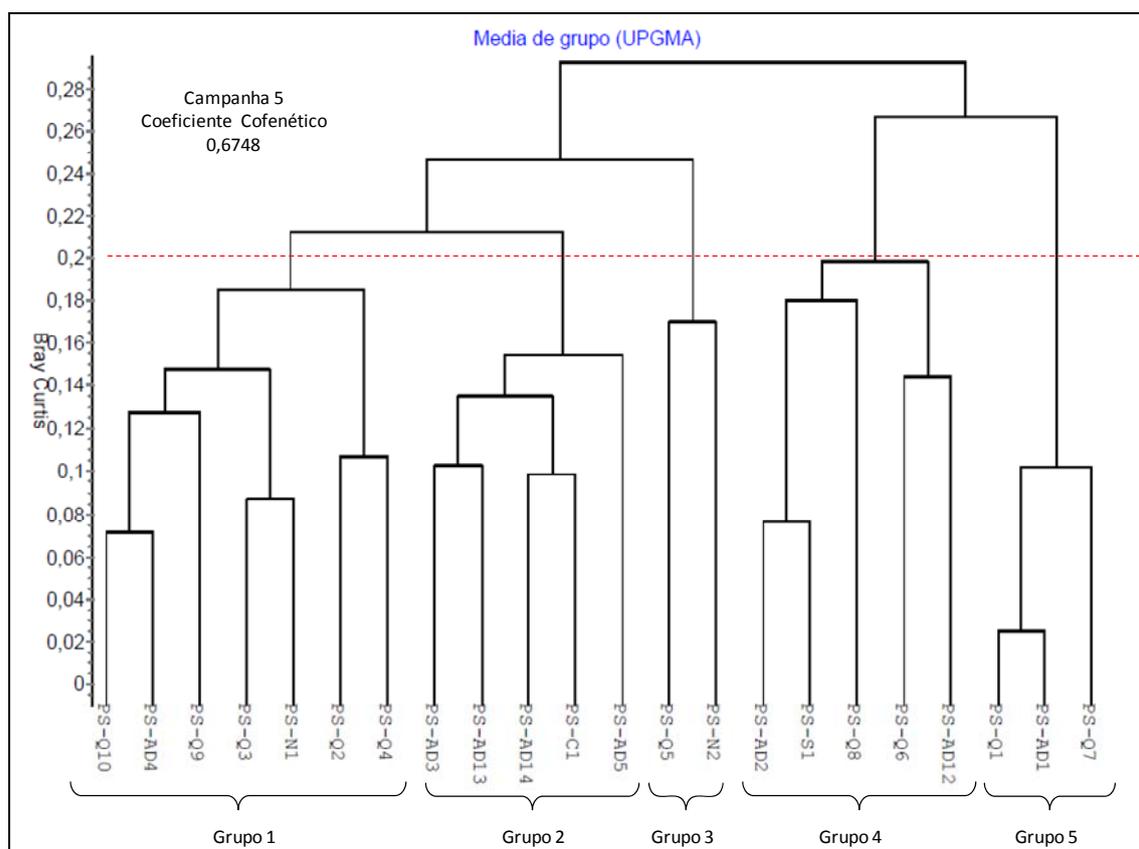


Figura 17.3.2.5-6. Dendrograma resultante da análise estatística realizada com os dados obtidos durante a Campanha V – Julho/2010.

A.7. Campanha VI – Agosto/2010

A campanha VI, agosto de 2010 contou com a avaliação dos mesmos parâmetros das campanhas I, III e IV (março, maio e junho de 2010).

A análise de cluster mostra a seguinte distinção entre os pontos amostrais (Figura 17.3-7):

- Grupo 1 – PS-AD2, PS-AD13, PS-AD1, PS-AD3, PS-Q4, PS-Q3, PS-Q7, PS-Q6, PS-Q1.
- Grupo 2 – PS-Q9, PS-AD4, PS-C1, PS-Q10, PS-AD5.
- Grupo 3 – PS-Q2, PS-Q5.
- Grupo 4 – PS-Q8, PS-AD14.
- Grupo 5 – PS-AD12.

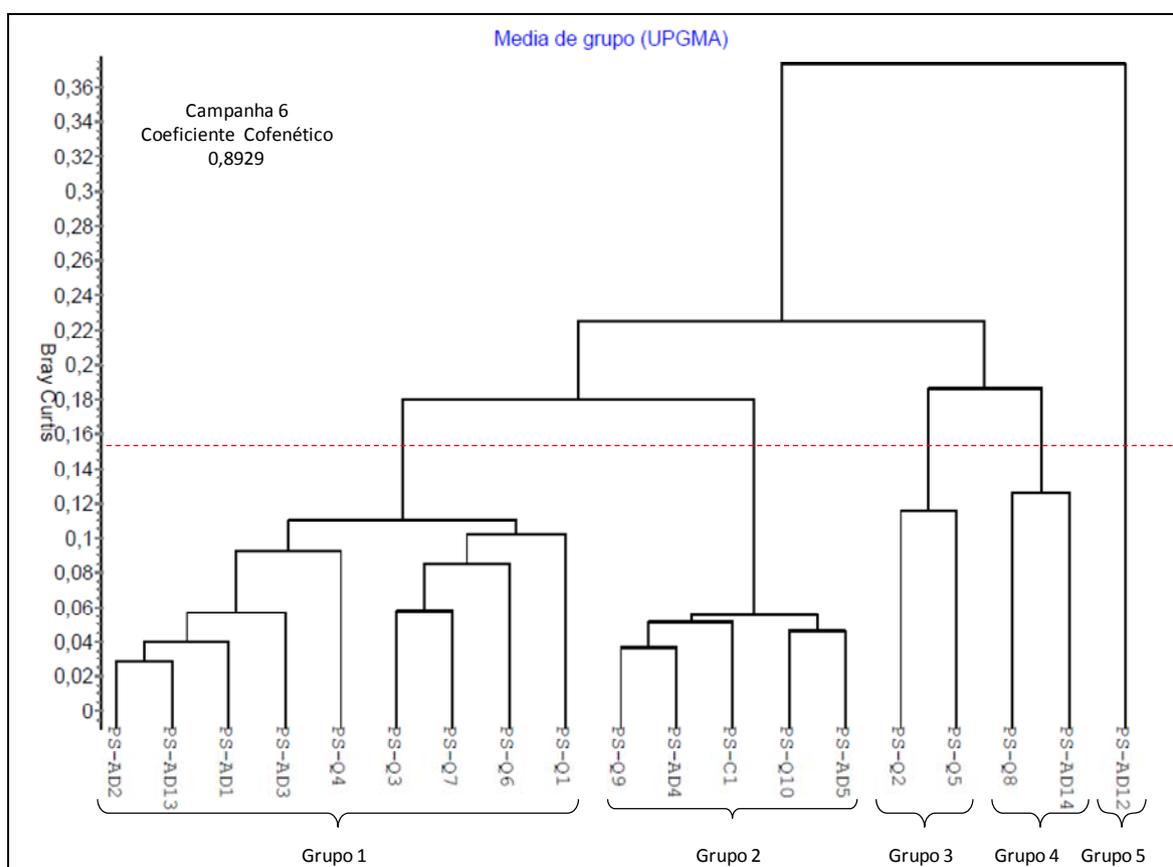


Figura 17.3.2.5-7. Dendrograma resultante da análise estatística realizada com os dados obtidos durante a Campanha VI – Agosto/2010.

A distinção dos grupos se deu principalmente devido à granulometria dos sedimentos. Os grupos 1 e 2 apresentaram as menores frações de silte, enquanto que as maiores frações de silte são encontradas no grupo 5. O grupo 1 foi o que apresentou as maiores frações de areia muito fina, enquanto que as menores

frações foram encontradas nos grupos 3 e 5. As maiores frações de areia fina foram encontradas no grupo 2 e as menores no grupo 1.

As concentrações de zinco e de fósforo também foram significativas na segregação dos grupos. As maiores concentrações de fósforo foram encontradas no grupo 4, enquanto que concentrações mais baixas de zinco caracterizam o grupo 2.

A.8. Campanha VII – Setembro/2010

A campanha VII foi realizada em setembro de 2010 e contou com a análise dos mesmos parâmetros, sem os bioensaios com *L. plumulosus*.

A análise de cluster mostrou os seguintes grupos (Figura 17.3.2.5-8):

- Grupo 1 – PS-Q1, PS-Q6, PS-AD1, PS-Q3, PS-AD3, PS-AD12.
- Grupo 2 – PS-AD2, PS-AD13, PS-Q5.
- Grupo 3 – PS-Q4, PS-Q8.
- Grupo 4 – PS-Q2.
- Grupo 5 – PS-Q9, PS-C1, PS-Q10, PS-AD5, PS-AD4.
- Grupo 6 – PS-Q7
- Grupo 7 – PS-AD14

A granulometria foi o principal parâmetro que distinguiu os grupos, as concentrações de zinco, cromo e fósforo também contribuíram para esta caracterização.

O grupo 6 caracterizou-se pelos maiores valores de concentração de zinco e fósforo. O grupo 2 foi caracterizado pelas menores concentrações de fósforo. O grupo 7 apresentou as maiores concentrações de cromo. Os valores mais baixos de concentrações de cromo e zinco apareceram no grupo 5.

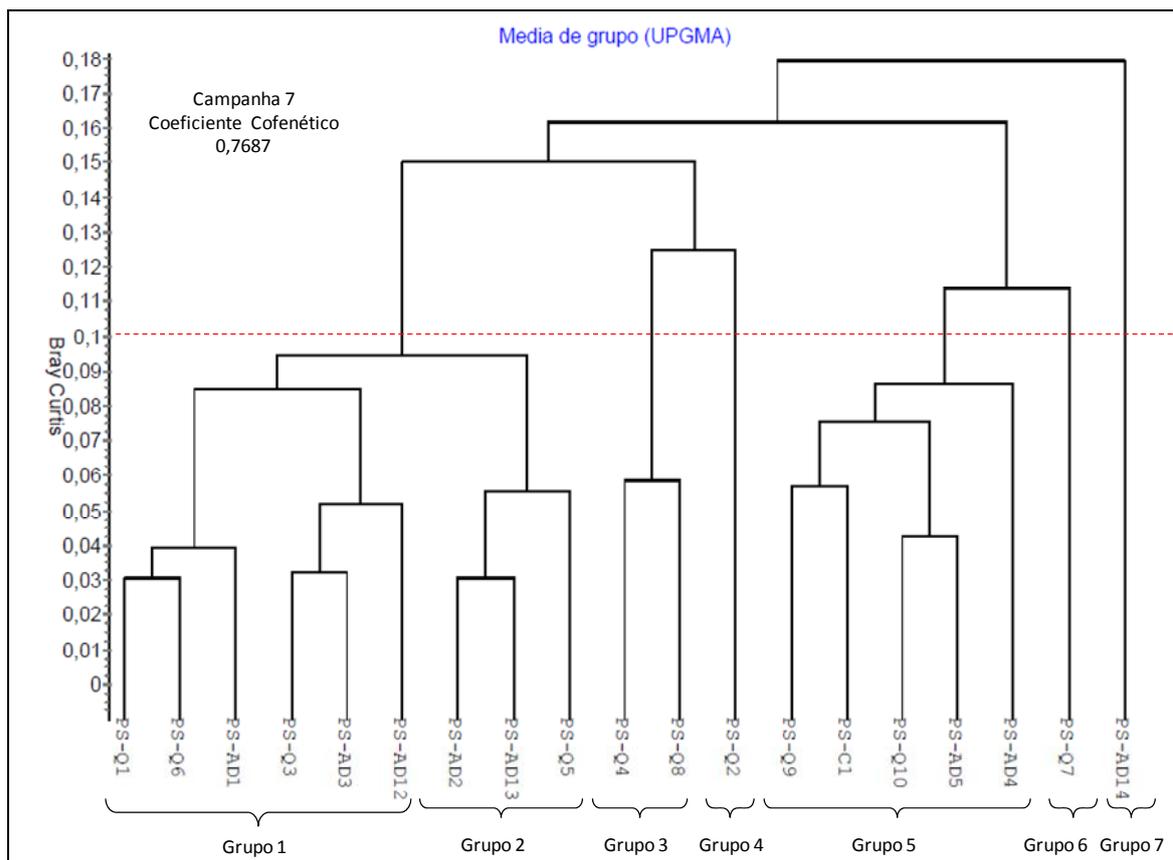


Figura 17.3.2.5-8. Dendrograma resultante da análise estatística realizada com os dados obtidos durante a Campanha VII – Setembro/2010.

A.9. Campanha VIII – Outubro/2010

A campanha VIII foi realizada em novembro de 2010 e contou com a análise das concentrações de metais (arsênio, cádmio, cromo, chumbo, cobre, mercúrio, níquel e zinco) de compostos orgânicos (PCB, HPA, POC) e de nutrientes (nitrogênio, carbono e fósforo), bem como a granulometria do sedimento do local.

A análise de cluster produziu a seguinte classificação dos pontos amostrais (Figura 17.3.2.5-9):

- Grupo 1 – PS-Q3, PS-AD12, PS-AD13, PS-AD14, PS-Q9, PS-AD3.
- Grupo 2 – PS-Q2, PS-Q4.
- Grupo 3 – PS-Q6, PS-AD1, PS-Q1, PS-Q8.
- Grupo 4 – PS-AD2, PS-C1, PS-AD5, PS-Q10.
- Grupo 5 – PS-AD4.

- Grupo 6 – PS-Q7.
- Grupo 7 – PS-Q5.

As concentrações de fósforo, nitrogênio, chumbo, cobre e zinco, juntamente com a granulometria do sedimento foram responsáveis pela dissociação dos grupos. Os grupos 3 e 6 apresentaram as maiores concentrações de fósforo. O grupo 6 também apresentou as maiores concentrações de chumbo e zinco. O grupo 5 apresentou menores valores de concentração de nitrogênio. O grupo 4 apresentou as menores concentrações de chumbo. As maiores frações de silte e menores frações de areia muito fina foram encontradas no grupo 7, enquanto que as maiores frações de silte foram encontradas no grupo 4, que também apresentou as maiores frações de areia fina.

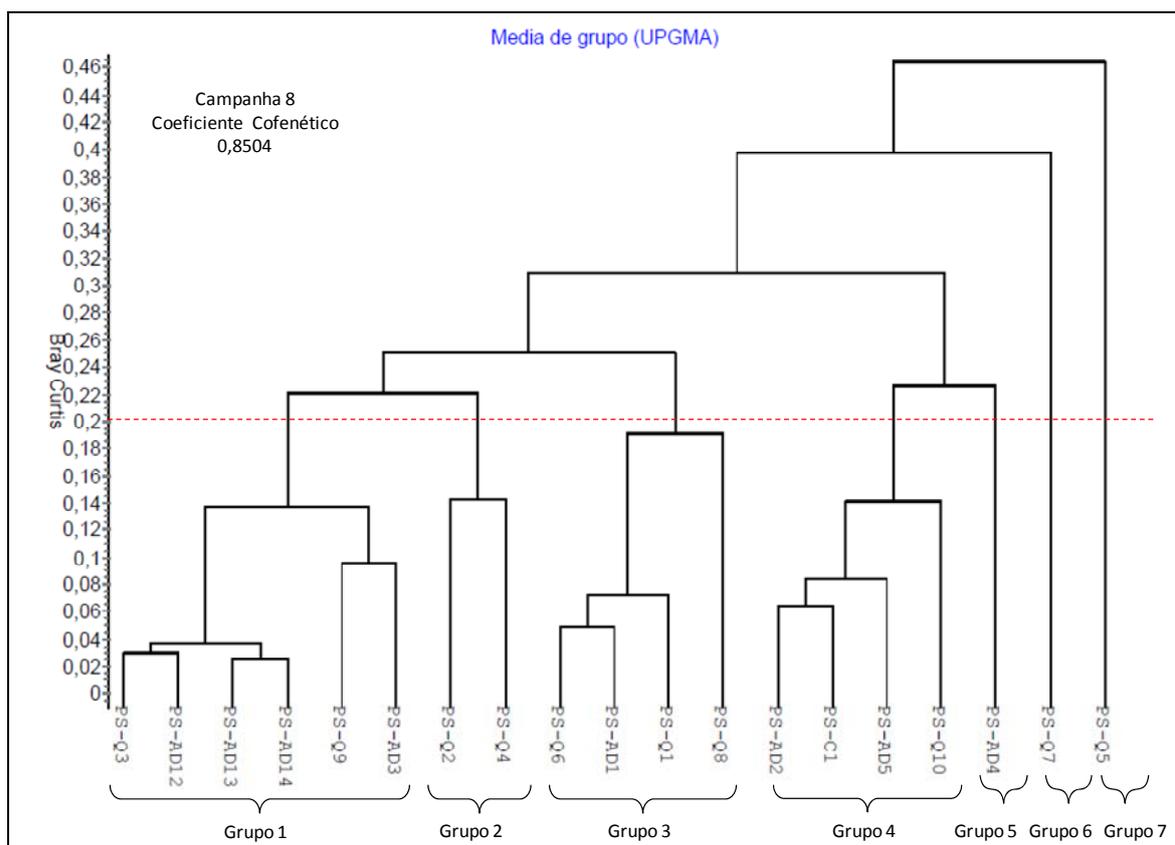


Figura 17.3.2.5-9. Dendrograma resultante da análise estatística realizada com os dados obtidos durante a Campanha VIII – Outubro/2010.

B. Avaliação Integrada (análise química, comunidade bentônica e testes de toxicidade)

A disposição de material dragado em mar aberto pode ser considerada a primeira vista prejudicial para o ambiente bentônico, sendo que pelo menos temporariamente, causa aumento de sedimentação, muitas vezes soterrando invertebrados que habitam o sedimento inconsolidado do local, principalmente as espécies sésseis e semi-sésseis.

Os efeitos causados pela disposição de material dragado no ambiente marinho foram bem estudados e documentados (Bolam & Rees, 2003). No entanto, o grau de impacto de sedimentação sobre comunidades bentônicas na área de disposição é altamente variável e depende de fatores, tais como: (1) volume de material disposto; (2) características granulométricas e teor de carbono orgânico do material dragado e sua similaridade com o sedimento da área de disposição; (3) profundidade e condições hidrodinâmicas do local; (4) características das comunidades bentônicas, entre outras características.

A disposição de material dragado pode afetar os invertebrados bentônicos em curto espaço de tempo pela ação física resultante do soterramento. Os efeitos de longo prazo, causados pela alteração do habitat local por meio da introdução de um substrato com características distintas das condições locais antes do despejo podem causar alterações mais sutis nas comunidades bentônicas.

Além dos efeitos causados pela sedimentação, a introdução de material estuarino no ambiente marinho pode causar uma elevação da carga de contaminantes no sedimento, que pode provocar efeitos tóxicos e propagação da contaminação por meio de bioacumulação nos organismos bentônicos. Dependendo do grau e características da contaminação, os efeitos decorrentes da exposição aos contaminantes podem ser de curto ou longo prazo.

Estudos de monitoramento em diversos locais de disposição em mar aberto ao redor do mundo indicam uma ampla gama de efeitos ambientais nas comunidades bentônicas, tanto quanto ao dimensionamento espacial (i.e., área afetada em relação ao ponto de descarte) quanto à propagação temporal dos efeitos (i.e., ocorrência de efeito em relação ao(s) episódio(s) de descarte),

indicando que a determinação de ocorrência de impacto deve ser avaliada em cada situação por meio de atividades de monitoramento.

B.1. Avaliação dos dados do monitoramento do PDO

O objetivo do monitoramento das condições do ambiente bentônico na área de disposição oceânica durante a dragagem e disposição de sedimentos oriundos dos Trechos 1, 2 e 3 foi avaliar o potencial de impacto ambiental da disposição oceânica nas comunidades bentônicas nos locais de disposição e áreas adjacentes. O conjunto de campanhas de monitoramento realizadas até o momento permitiu caracterizar espacialmente e temporalmente as condições do ambiente bentônico das áreas potencialmente impactadas durante o período de dragagem através de comparações com as condições verificadas na área de disposição (PDO) antes do início das operações de dragagem e disposição (Campanha prévia – C0).

Durante o período monitorado (Campanhas 0 a 8) o material dragado foi disposto predominantemente nas quadrículas Q2 e Q5. Entre 21 de fevereiro a 14 de outubro de 2010, do total de 7.800.663 milhões de m³ de material disposto no PDO, oriundo dos Trechos 1 e 2, 96,8% foram lançados em uma área de 8Km², correspondente a estas duas quadrículas e o restante (3,2%) na quadrícula Q1.

A avaliação dos impactos ambientais potencialmente resultantes da disposição de material dragado na área de descarte e adjacências foi realizada com base em três linhas de evidência de impacto, a saber:

- 1) Avaliação de análises químicas de sedimentos para caracterização espacial e temporal da contaminação no ambiente bentônico;
- 2) Avaliação de análises ecotoxicológicas de sedimentos para caracterização espacial e temporal do potencial de toxicidade a invertebrados bentônicos;
- 3) Avaliação de estudos da estrutura de comunidades bentônicas e suas alterações temporais.

As linhas de evidência acima são amplamente utilizadas em estudos de avaliação da qualidade de sedimentos através do uso da tríade de qualidade de sedimento associada ou não ao uso de peso de evidências (Bay *et al.*, 2007). A avaliação individual e integrada destas linhas de evidência permite chegar a conclusões robustas sobre o risco ambiental causado pela contaminação dos sedimentos.

Deve ser feita uma ressalva quanto ao uso desta metodologia de linhas de evidência na avaliação do impacto causado pelo descarte de material dragado no ambiente marinho. Duas destas linhas de evidência (monitoramento das concentrações de contaminantes químicos e toxicidade) oferecem uma avaliação direta (teste de toxicidade) ou indireta (concentração química) dos potenciais efeitos deletérios dos contaminantes presentes no material dragado no ambiente bentônico das áreas monitoradas. Em contraste, o uso da linha de evidência da avaliação das comunidades bentônicas não é adequado para a avaliação dos efeitos causados por contaminantes, uma vez que alterações nas comunidades bentônicas em áreas afetadas pela disposição podem ser causadas não apenas pela ação tóxica de contaminantes, mas também por efeito de soterramento, por alteração de granulometria e de concentração de carbono orgânico no substrato.

Com base na caracterização química realizada para o EIA (FRF, 2008) no sedimento dos Trechos 1, 2, e 3 é possível verificar que o material destes trechos apresentou baixas concentrações de contaminantes, sendo qualificadas como pouco prováveis de causar efeitos tóxicos em invertebrados bentônicos, ou seja, o material dragado destes trechos tem baixo potencial de causar efeitos deletérios na área de disposição.

O sedimento coletado na área disposição (PDO) e adjacências antes da disposição de material dragado (Campanha prévia-C0) também foi caracterizado como pouco contaminado e qualificado como pouco provável de causar efeitos tóxicos em invertebrados bentônicos. Mediante a semelhança quanto ao teor de contaminação entre os sedimentos dragados e o sedimento presente na área de disposição, não seria esperado um enriquecimento significativo na área do PDO ao longo das campanhas de monitoramento durante a disposição de sedimento.

A ausência de enriquecimento na concentração de contaminantes foi confirmada com os dados das campanhas 1 a 8 do monitoramento do PDO. Os resultados das análises químicas das amostras de sedimentos da área de disposição e adjacências indicam baixa probabilidade de efeitos tóxicos aos invertebrados residentes, assim como os que venham a colonizar esta área.

A avaliação direta de toxicidade do sedimento na área de disposição e adjacências corroborou para a conclusão de baixa probabilidade de toxicidade frente às baixas concentrações de contaminantes nas amostras coletadas ao longo do processo de disposição. Os testes de toxicidade aguda com *L. plumulosus* realizados resultaram em respostas negativas quanto ao critério de toxicidade, exceto para os pontos Q2 na 3ª e 6ª campanhas; AD5 (ponto adjacente à Q5) na 4ª campanha e AD12 na 7ª campanha. A baixa sobrevivência de anfípodas, incluindo *L. plumulosus*, em sedimentos com pouco potencial de causar toxicidade foi observada em outros estudos de qualidade ambiental com grande número de amostras ambientais (Thompson *et al.*, 1999; Vidal *et al.* 2005; Stevens *et al.* 2008; Greenstein *et al.* 2008).

Conforme USEPA (1994), outros fatores além dos contaminantes podem interferir negativamente na sobrevivência de anfípodas em testes de laboratório, causando toxicidade quando o sedimento não é contaminado ou a contaminação é considerada insuficiente para causar os efeitos observados.

Nos testes de toxicidade realizados nas amostras do monitoramento realizado pela Codesp, os fatores que comumente causam toxicidade além dos contaminantes (perfil granulométrico, salinidade da água intersticial, amônia na água intersticial) enquadraram-se dentro da faixa de tolerância para a espécie e, portanto, provavelmente não foram os principais agentes causadores de toxicidade na presente avaliação.

Greenstein *et al.* (2008) realizou um estudo com amostras de sedimento coletadas na Costa da Califórnia onde foram realizadas análises químicas e testes de toxicidade com *Leptocheirus plumulosus*. A Figura 17.3.2.5-10 apresenta a correlação entre o quociente médio para “ERM - effects range median” nas amostras de sedimentos coletadas no estudo e os respectivos valores médios de sobrevivência de *Leptocheirus plumulosus* após 10 dias de

exposição no teste de toxicidade aguda. É possível observar a falta de correlação entre a concentração de contaminantes constantes na Resolução Conama 344/2004 (Brasil, 2004), expressa como quociente médio e sobrevivência de *L. plumulosus*. As concentrações nas amostras foram divididas pelo respectivo valor “ERM - effects range median” para obtenção de um quociente médio. Este estudo apresenta e discute amplas diferenças entre os resultados obtidos com diferentes testes de toxicidade realizados em 15 amostras de sedimento. Grandes discrepâncias na resposta obtidas com diferentes testes, bem como baixa correlação entre a resposta e o teor de contaminação indicaram que o uso de vários testes de toxicidade, assim como um amplo conhecimento sobre a tolerância das espécies utilizadas a parâmetros físico-químicos são necessários para uma avaliação robusta da qualidade de sedimentos.

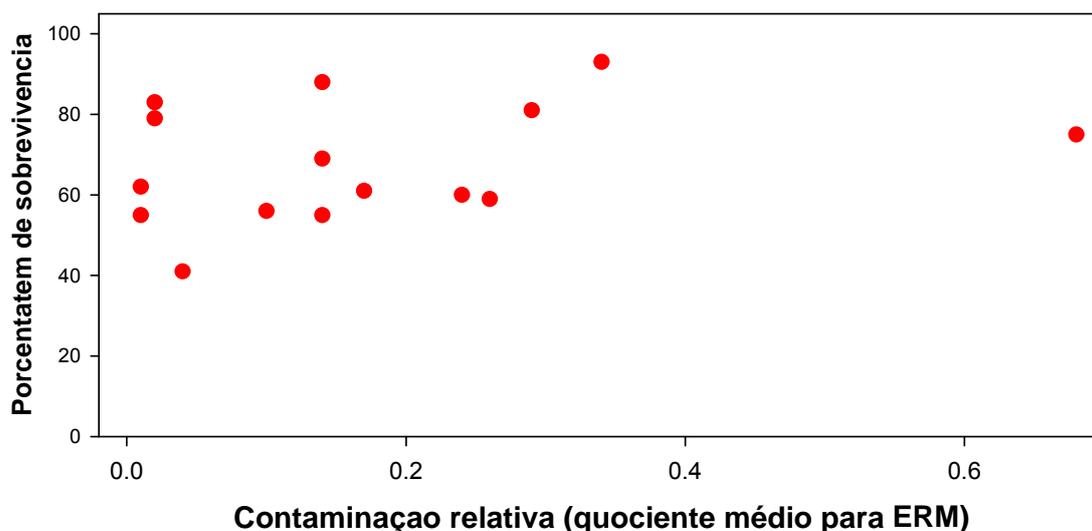


Figura 17.3.2.5-10 – Correlação entre o quociente médio para ERM - effects range median nas amostras sedimentos coletadas no do estudo de Greenstein *et al.* (2008) e respectivos valores médios de sobrevivência de *Leptocheirus plumulosus* após 10 dias de exposição no teste de toxicidade aguda.

A avaliação de estudos da estrutura de comunidades bentônicas e suas alterações temporais ao longo dos eventos de disposição de material dragado foi realizada por meio de coletas de dados anteriormente a dragagem (Campanha prévia – C0) e durante duas campanhas (segunda e quinta das oito realizadas). A

variação temporal e espacial dos índices estudados foi de baixa a moderada e ocorreu nos dois vetores de mudança. A pequena flutuação aliada à falta de tendências temporais ou espaciais sugere que as alterações foram causadas por fatores ambientais que não a disposição de material dragado. Esta conclusão de pouca influência da disposição nas variações observadas é baseada principalmente na observação de magnitudes de variação semelhantes nas quadriculas Q2 e Q5 (receptoras do material dragado) e nas demais quadriculas, onde a influência do material dragado é esperada como baixa ou insignificante. Adicionalmente, a contribuição de variações sazonais esperadas para esta área geográfica pode ser grande o suficiente para explicar as variações temporais observadas neste monitoramento.

Com base na análise estatística, a análise de agrupamentos mostrou que as áreas de intensa atividade de disposição (quadriculas Q2 e Q5) e as áreas adjacentes, com expectativa de baixa ou nenhuma influência do material dragado, são similares quanto aos parâmetros físicos e biológicos. Esta análise mostrou também baixo potencial das disposições de material dragado em causar modificações ao longo do tempo, com base nas relações de similaridade entre as áreas mais impactadas e as menos ou não impactadas. Portanto, a análise estatística corrobora a avaliação integrada das 03 linhas de evidência.

As linhas de evidência (química, ecotoxicológica e bentônica) discutidas acima indicam que a disposição de material dragado dos Trechos 1, 2, e 3 nas áreas de disposição não causaram alterações significativas quando comparadas com as condições pré-existentes. A maior alteração foi um aumento substancial de material sedimentar fino na quadrícula Q5 observado principalmente entre as Campanhas 7 e 8 (com aumento de silte de 18% em C0 para 75% em C8). Porém esta alteração não se refletiu em alteração nas concentrações de contaminantes nesta área, bem como não foram verificadas consequências desta alteração granulométrica em Q5 quanto à estrutura de comunidade bentônica.

Com base na avaliação integrada e na análise estatística é possível concluir que:

- A linha de evidência química não mostrou alterações significativas ou o enriquecimento de contaminantes na área do PDO;

- A linha de evidência ecotoxicológica apresentou resultados esporádicos de toxicidade que não puderam ser correlacionados diretamente com a concentração de contaminantes presentes no sedimento;
- A linha de evidência bentônica não apresentou variações significativas que pudessem ser correlacionadas diretamente com a disposição de material dragado dos Trechos 01 a 03;
- As análises estatísticas mostraram que as áreas com intensa atividade de disposição e as áreas com expectativa de baixa ou nenhuma influência do material dragado, são similares quanto aos parâmetros físicos e biológicos.

17.4. Considerações Finais

17.4.1. Análises dos organismos demersais-bentônicos

A sazonalidade (estações do ano) e presença de espécies dominantes com características de distribuição comuns e demonstraram serem os principais fatores que determinaram os resultados analisados. Como era esperado o número de espécies foi bastante elevado chegando até o momento a suficiência amostral, em contrapartida, em sua maioria, as espécies apresentaram baixa representatividade em termos de abundância.

Mesmo com alteração da composição da fauna e da abundância de organismos, ao longo das campanhas, parece que estas mudanças estão mais relacionadas ao ciclo natural das espécies do que aos fatores antrópicos, como a disposição do material dragado.

A exemplo disto, verifica-se o ocorrido no ponto 2, atual área de disposição do material dragado, que nas campanhas 1ª e 2ª tiveram uma diminuição drástica da diversidade, mas uma alta recuperação na 3ª campanha superior a campanha prévia. Com isto podemos considerar que a principal influência esteja relacionada a estação do ano já que a 1ª e 2ª campanha foram realizadas no outono e inverno e a 3ª e pré-dragagem, na primavera e verão.

Para que se possa avaliar o impacto da disposição de material dragado nas comunidades é fundamental a continuidade deste estudo visando minimizar a influência dos fatores sazonais com a repetição das coletas em estações análogas. A continuidade dos estudos permitirá também avaliar o comportamento das comunidades demersais-bentônicas frente às mudanças espaciais e temporais, e posteriormente obter alguma relação quanto à influência da disposição de material dragado.

17.4.2. Análises químicas nos tecidos dos organismos

A maioria dos parâmetros avaliados encontrou-se abaixo dos limites de quantificação do método, ou seja, em concentrações inferiores à mínima concentração necessária para que o aparelho/método de análise seja capaz de quantificar o analito em questão. Este fato ocorreu para todos os parâmetros de hidrocarbonetos policíclicos aromáticos (HPA), pesticidas organoclorados (POC), bifenilas policloradas (PCB), compostos fenólicos, dienoclorados e clorobenzenos.

Foram quantificados nas amostras de todos os organismos, na maior parte dos pontos, três metais, sendo eles: cobre (Cu), zinco (Zn) e mercúrio (Hg). Entretanto, vale ressaltar que o cobre e zinco são elementos essenciais para mamíferos e peixes, participando de processos metabólicos e fisiológicos. As concentrações de mercúrio quantificadas são muito inferiores aos padrões para consumo humano, sendo que o mercúrio pôde ser quantificado devido ao limite de quantificação praticado pelo laboratório representar uma concentração extremamente baixa. A concentração destes elementos nos organismos pode ser bastante variável de espécie para espécie em um mesmo ambiente visto que cada grupo apresenta maior ou menor capacidade regulatória destes elementos no organismo.

A realização de coletas e análises químicas para avaliação da qualidade do pescado é válida, porém a relação de causa e efeito com a operação de dragagem não pode ser estabelecida.

A preocupação com a qualidade do pescado se justifica pela utilização destes organismos na alimentação humana, sendo que a pesca em áreas próximas ao PDO é uma importante atividade econômica para a região.

No entanto, nos resultados obtidos até o momento não foi identificada, em nenhuma das amostras obtidas dos tecidos analisados, concentrações superiores aos limites estabelecidos para o consumo humano (Portaria do Ministério da Saúde nº685/98 e Decreto Ministério da Saúde nº55.871/65 para metais e semi-metais e USEPA (2010)).

Este monitoramento, com periodicidade semestral, fornecerá dados importantes sobre a qualidade do pescado nas áreas de disposição dos sedimentos dragados e adjacências.

17.4.3. Avaliação da qualidade do sedimento

Até o momento, não houve alterações significativas na qualidade do sedimento avaliado em relação aos parâmetros físico-químicos, com exceção do cobre e chumbo, que ultrapassaram o nível 1 na Q7 na Campanha VIII. Eventos isolados de toxicidade foram observados em quatro campanhas de amostragem. Mais dados são necessários para avaliar possíveis alterações na qualidade do sedimento ao longo do tempo. Os gráficos gerados pelo *VisSed* possibilitaram o acompanhamento visual dos resultados do monitoramento de forma integrada, permitindo rápida tomada de decisão por parte dos envolvidos nas atividades de controle da disposição de material dragado.

17.4.4. Análises dos organismos bentônicos

Os resultados sobre a composição e estrutura da macrofauna bentônica neste período sugerem que as áreas estudadas não apresentaram diferenças estatisticamente significativas entre si. Os pontos referentes à área de disposição (PSQ) se mostraram semelhantes aos pontos a ela adjacentes (PSAD), sugerindo que estas áreas não foram influenciadas pela disposição do material dragado. A pequena diferença encontrada entre os pontos de coleta (ANOSIM $R=0,429$;

$p=0,001$) ocorreu, provavelmente, devido à variação natural da composição das comunidades, relacionada com o aumento da distância entre os pontos e com a profundidade e granulometria do sedimento. Isto pode ser observado também pela composição de espécies nas amostras em que as espécies que contribuíram para a similaridade entre os pontos foram praticamente as mesmas, ou seja, as comunidades bentônicas foram muito semelhantes em termos de composição e distribuição de espécies.

Em relação à variação temporal dos descritores ecológicos, foi observado que as coletas mais recentes (abril e julho de 2010) foram mais diversificadas e um pouco menos dominadas por poucas espécies em comparação com a primeira campanha (janeiro de 2010).

As características apresentadas pelo *software VisSed*, juntamente à metodologia escolhida para a representação de dados da comunidade bentônica monitorada, possibilitaram uma representação visual das alterações sofridas, ao longo do tempo e espaço, pelos índices estruturais escolhidos (diversidade, equitatividade, riqueza específica e abundância de indivíduos). Os exemplos apresentados corroboram a utilidade do *VisSed* nos procedimentos de monitoramento, tornando visualmente evidentes tendências e padrões presentes nos dados, e incentivando, assim, a investigação dos fatores que os causam.

17.4.5. Análise Integrada (análise química, ecotoxicológica e comunidade bentônica)

- A linha de evidência química não mostrou alterações significativas ou enriquecimento de contaminantes na área do PDO;
- A linha de evidência ecotoxicológica apresentou resultados esporádicos de toxicidade que não puderam ser correlacionados diretamente com a concentração de contaminantes presentes no sedimento;
- A linha de evidência bentônica não apresentou variações significativas que pudessem ser correlacionadas diretamente com a disposição de material dragado dos trechos 01 a 03;

- As análises estatísticas mostraram que as áreas com intensa atividade de disposição e as áreas com expectativa de baixa ou nenhuma influência do material dragado foram similares quanto aos parâmetros físicos e biológicos.

17.5. Cronograma

O cronograma de atividades é apresentado na Tabela 17.5-1.

Tabela 17.5-1. Cronograma de atividades referentes ao Programa de Monitoramento Ambiental da Área de Disposição Oceânica de Materiais Dragados na Região do porto de Santos.

Área	Nº Amostras	Código da amostra	Parâmetro	Frequência de amostragem - Cronograma Mensal - PROGRAMA Nº 17																		
				Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez							
ÁREA NOVA (PS-Q1 A PS-Q10) - 10 pontos com 3 subamostras compostas em uma por quadrícula	10	PS-Q1 A PS-Q10	Análise química: HPAs e Metais		M	M	T	M	M	S	M	M	T	M	M	S	M	M	T	M	M	
			Granulometria	P	M	M	T	M	M	S	M	M	T	M	M	S	M	M	T	M	M	
			Análise Ecotoxicológica	P	M	M	T	M	M	S	M	M	T	M	M	S	M	M	T	M	M	
			Análise química: CONAMA 344/04 completa	P			T			S			T			S				T		
	Organismos bentônicos	P			T			S			T			S				T				
	2	MB-02 e MB-03	Análise química nos tecidos musculares	P						S					S							
2	MO-02 e MO-03	Organismos demersais bentônicos	P			T			S				T			S			T			
ÁREA ADJACENTE (PS-AD1 A PS-AD10) - 10 pontos com 3 subamostras compostas em uma por quadrícula	10	PS-AD1 A PS-AD10	Análise química: HPAs e Metais		M	M	T	M	M	S	M	M	T	M	M	S	M	M	T	M	M	
			Granulometria	P	M	M	T	M	M	S	M	M	T	M	M	S	M	M	T	M	M	
			Análise Ecotoxicológica	P	M	M	T	M	M	S	M	M	T	M	M	S	M	M	T	M	M	
			Análise química: CONAMA 344/04 completa	P			T			S			T			S				T		
			Organismos bentônicos	P			T			S			T			S				T		
ÁREA A SER CONTROLADA (PS-C1) - 1 estação com 3 sub-amostras	1	PS-C1	Análise química: HPAs e Metais		M	M	T	M	M	S	M	M	T	M	M	S	M	M	T	M	M	
			Granulometria	P	M	M	T	M	M	S	M	M	T	M	M	S	M	M	T	M	M	
			Análise Ecotoxicológica	P	M	M	T	M	M	S	M	M	T	M	M	S	M	M	T	M	M	
			Análise química: CONAMA 344/04 completa	P	M	M	T	M	M	S	M	M	T	M	M	S	M	M	T	M	M	
			Organismos bentônicos	P			T			S			T			S				T		
		MB-06	Análise química nos tecidos musculares	P						S					S							
MO-06	Organismos demersais bentônicos	P			T			S				T		S				T				
PONTOS A NORDESTE (PS-N1 e PS-N2) E A SUDOESTE (PS-S1)	3	PS-N1; PS-N2; PS-S1	Granulometria	P	M	M	T	M	M	S	M	M	T	M	M	S	M	M	T	M	M	
			Análise Ecotoxicológica	P						S						S						
			Análise química: CONAMA 344/04 completa	P						S						S						
			Organismos bentônicos	P			T			S				T		S				T		
		MB-01, MB-04 e MB-05	Análise química nos tecidos musculares	P						S					S							
		MO-01, MO-04 e MO-05	Organismos demersais bentônicos	P			T			S				T		S				T		

LEGENDA	
P	PRÉVIA
M	MENSAL
T	TRIMESTRAL
S	SEMESTRAL

17.6. Referências Bibliográficas

Alvarez-Guerra, M.; Viguri, J. R.; Casado-Martínez, M. C.; Delvals, T. Á. (2007a) Sediment Quality Assessment And Dredged Material Management In Spain: Part II, Analysis Of Action Levels For Dredged Material Management And Application To The Bay Of Cádiz. Integrated Environmental Assessment And Management. Volume 3, Nº 4, pp. 539-551, Setac.

- Alvarez-Guerra, M.; Viguri, J. R.; Casado-Martínez, M. C.; Delvalls, T. Á. (2007b) Sediment Quality Assessment and Dredged Material Management In Spain: Part I, Application Of Sediment Quality Guidelines In The Bay Of Santander. Integrated Environmental Assessment and Management. Volume 3, Nº 4, pp. 529-538, Setac.
- Australia (2009) National Assessment Guidelines for Dredging. Commonwealth of Australia, Department of The Environment, Water, Heritage And The Arts. Australian Government. Disponível em: <http://docs.google.com/gview?a=v&attid=0.2&thid=1210861692031fd0&mt=application%2fpdf&pli=1>
Acesso Em: 2 Maio 2009.
- Barletta, M. & Corrêa, M.F.M. (1992) Guia Para A Identificação De Peixes Da Costa Do Brasil. São Paulo: Ed. da UFPR, 131p.
- Bay,S., Berry,W., Chapman,P.M., Fairey,R., Gries,T., Long,E., MacDonald,D., & Weisberg,S.B. (2007). Evaluating Consistency of Best Professional Judgment in the Application of a Multiple Lines of Evidence Sediment Quality Triad. Integrated Environmental Assessment and Management, 3(4), 491-497.
- Bolam,S.G. & Rees,H.L. (2003). Minimizing impacts of maintenance dredged material disposal in the coastal environment: A habitat approach. Environmental Management, 32(2), 171-188.
- Bousfield, E.L. (1973). Shallow-Water Gammeridiean Amphipoda Of New England. Cornell University, Ithaca, Ny.
- Brasil (2004). Resolução Conama Nº 344 de 25 de Março de 2004. Estabelece As Diretrizes Gerais E Os Procedimentos Mínimos Para A Avaliação Do Material A Ser Dragado Em Águas Jurisdicionais Brasileiras, a dá Outras Providências. Ministério Do Meio Ambiente. Conselho Nacional Do Meio Ambiente (Conama). Disponível em: <http://www.mma.gov.br/port/conama/res/res04/res34404.xml> Acesso em: 29 Abril 2009.
- Brasil (2005). Resolução Conama Nº 357 de 17 de Março De 2005. Dispõe Sobre A Classificação Dos Corpos De Água E Diretrizes Ambientais Para O Seu Enquadramento, Bem Como Estabelece As Condições E Padrões De

Lançamento De Efluentes, E Dá Outras Providências. Disponível em: <http://www.mma.gov.br/port/conama/res/res05/res35705.pdf> Acesso em: 29 Abril 2009.

Card, S. K.; Mackinlay, J. D.; Shneiderman, B. (1999) Readings In Information Visualization: Using Vision To Think. Morgan Kaufman Publishers.

Chen, C. (2002) Editorial – Information Visualization. Information Visualization 1, Palgrave Macmillan, pp. 1-4.

Clarke, K.R. & Warwick, R.M. (2001) Change In Marine Communities: An Approach To Statistical Analysis And Interpretation. 2nd Edition. Primer-E Limited. Plymouth, UK.

Costa, R.C., Fransozo, A., Schmidt, G.A. & Freire, F.A.M. (2003). Chave ilustrada para identificação dos camarões Dendrobranchiata do litoral norte do Estado de São Paulo. Biota Neotrop. 3(1): <http://www.biotaneotropica.org.br/v3n1/pt/abstract?article+BN01503012003> (acesso em 2010).

Cunningham, P.T.M. Diniz-Filho, A.M (1995). Aspectos da biologia do *Paralichurus brasiliensis* – Scianidae – no litoral norte de São Paulo, Brasil. Publicação Especial do Instituto Oceanográfico 11: 203-210.

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. Disponível em: http://www.anvisa.gov.br/legis/decretos/55871_65.htm (acesso em 2010).

Erickson, W. P.; Mcdonald, L. L. (1995) Tests For Bioequivalence Of Control Media And Test Media In Studies Of Toxicity. Environ. Toxicol. Chem., V. 14, p. 1274-1256.

Faith, D.P., Minchin, P.R. & Belbin, L. (1987) Compositional Dissimilarity As A Robust Measure Of Ecological Distance. Vegetatio, 69. p. 57–68.

Figueiredo J.L. (1977) Manual De Peixes Marinhos Do Sudeste Do Brasil. I. Cações E Raias. São Paulo: Univ. De S. Paulo, Museu De Zoologia. 103 p.

- 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, 2008.
- Fundespa – Fundação de Estudos e Pesquisas Aquáticas (2010). Primeiro Relatório Técnico Semestral do Plano Básico Ambiental da Dragagem de Aprofundamento do Porto de Santos - RTS – 0618-140910.1447p.
- Fundespa, Rtf (3/3) 120208 (2008). Avaliação Ecotoxicológica E Das Comunidades Da Macrofauna Bentônica E Demersal-Bentônica Da Região Marinha Ao Largo Da Baixada Santista: Estudo Sobre A Macrofauna Bentônica Da Plataforma Rasa Da Baía De Santos, 40p.
- Greenstein,D., Bay,S., Anderson,B., Chandler,G.T., Farrar,J.D., Keppler,C., Phillips,B., Ringwood,A., & Young,D. (2008). Comparison of methods for evaluating acute and chronic toxicity in marine sediments. Environmental Toxicology and Chemistry, 27(4), 933-944.
- Krebs, C.J. (1989). Ecological Methodology. Harper Collins. New York, EUA. 654p.
- Legendre, P. & Legendre, L. (1998). Developments I Environmental Modelling 20. Numerical Ecology, 2nd English Edition: Elsevier Science B.V., Amsterdam, 1998.
- Long, E.R.; Ingersoll, C.G.; Macdonald, D.D. (2006) Calculation And Uses Of Mean Sediment Quality Guidelines Quotients: A Critical Review. Environ. Sci.Technol., V.40, p.1726-1736.
- Ludwig, J.A. & Reynolds, J.F. (1988) Statistical Ecology: A Primer On Methods And Computing. New York, John Wiley. 368 p.
- Magurran, A.E. (1988). Ecological Diversity And Its Measurement. Princeton University Press, Princeton, New Jersey. 179 p.
- Martins, F.R. & F.A.M. Santos (1999) Técnicas Usuais De Estimativa Da Biodiversidade. Holos Environment 1(1), p. 236-267.

- Mcgee, B.L.; Schlekat, C.E., Reinharz, E. (1993) Assessing Sub-Lethal Levels Of Sediment Contamination With The Estuarine Amphipod. *Leptocheirus plumulosus*. *Environ Toxicol Chem* 12:577-588.
- Melo, G.S. (1996) Manual De Identificação Dos Brachyura (Caranguejos E Siris) Do Litoral Brasileiro. São Paulo: Ed. Plêiade/Fapesp. 260 p.
- Menezes, N.A. & Figueiredo, J.L. (1980) Manual De Peixes Do Sudeste Brasileiro. li (1). Teleostei. São Paulo: Museu De Zoologia, Universidade De São Paulo. 123 p.
- Menezes, N.A. & Figueiredo, J.L. (1981) Manual De Peixes Do Sudeste Brasileiro. li (3). Teleostei. São Paulo: Museu De Zoologia, Universidade De São Paulo. 128 p.
- Menezes, N.A. & Figueiredo, J.L. (1985) Manual De Peixes Do Sudeste Brasileiro. li (5). Teleostei. São Paulo: Museu De Zoologia, Universidade De São Paulo. 115 p.
- Meyer, V. & Ludorff, W. (1978). El pescado y los productos de la pesca. *Editora ACRIBIA*, 1974, Zaragoza Spain. 341p.
- Michie D., Spiegelhalter, D.J., Taylor, C.C. (Eds.) (1994) Machine Learning: Neural And Statistical Classification, Ellis Horwood, Chichester. 290 p.
- Moita-Neto, J.M. & Moita, G.C. (1998) Uma Introdução À Análise Exploratória De Dados Multivariados. *Química Nova*, V. 21, N. 4. p. 467-469.
- Mozeto, A. A.; Umbuzeiro, G. A.; Araújo, R. P. A.; Jardim, W. F. (2006) Esquema De Avaliação Integrada E Hierárquica Da Qualidade De Sedimentos (Aihqs). In: *Projetos De Pesquisa Qualised: Bases Técnico-Científicas Para O Desenvolvimento De Critérios De Qualidade De Sedimentos*. P. 193-221.
- Murakami, T. & Amaoka, K. (1992) Review Of The Genus *Syacium* (Paralichthyidae) With The Description Of A New Species From Ecuador And Colombia. *Bulletin of The Faculty Of Fisheries Hokkaido University*, V. 43, N. 2. P. 61-95.
- Pérez Farfante, I. & Kensley, (1997). Penaeoid and Sergestoid Shrimps and Prawns of the World. Keys and diagnoses for the families and genera.

Mémoires du Muséum National d'Histoire Naturelle, Paris, V.175, 233p.

Portaria N ° 685, de 27 de Agosto de 1998 da Agência Nacional de Vigilância Sanitária do Ministério da Saúde, disponível em: http://www.anvisa.gov.br/legis/portarias/685_98.htm (acesso em 2010)

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

Randall, J.E. (1983) Caribbean Reef Fishes. Tfh, Neptune City. 323 P.

Rios, E.C. (1986) Seashells Of Brazil. Rio Grande, Ed. Furg, 2 Ed., 368p.

Schlekat, C.E.; Decho, A.W.; Chandler, G.T. (1999) Dietary Assimilation Of Cadmium Associates With Bacterial Exopolymer Sediment Coatings By The Estuarine Amphipod *Leptocheirus plumulosus*: Effects Of Cd Concentration And Salinity. Marine Ecology Progress Series 183: 205-216.

Shepherd, G. J. (2006). FITOPAC 1.6, Departamento de Botânica, UNICAMP

Shneiderman, B. (1994) Dynamic Queries for Visual Information Seeking. IEEE Software 11(6), pp. 70-77.

Spilzman, M. (2000) Peixes Marinhos Do Brasil: Guia Prático De Identificação. Ed. Mauad, Rio de Janeiro, 228 P.

Stevens, J. A., Kennedy, A. J., Farrar, J. D., Bridges, T. S., Reiss, M. R., Kropp, R. K., and Doi, J. (2008). Dredged Material Analysis Tools Performance of Acute and Chronic Sediment Toxicity Methods.

Thompson, B., Anderson, B., Hunt, J., Taberski, K., & Phillips, B. (1999). Relationships Between Sediment Contamination and Toxicity in San Francisco Bay. Marine Environmental Research, 48(4-5), 285-309.

U.S.Environmental Protection Agency. Methods for measuring the toxicity of sediment-associated contaminants with estuarine and marine amphipods. EPA-600/R-94/025. 1994. Narragansett, RI, USEPA.

- Umbuzeiro, G. A.; Silva, C. G.; Silva, R. C. (2009) Assessment of main contamination data related to the monitoring of Codesp's oceanic disposition area for dredged material and adjacent regions – Santos, SP, Brazil. Technical report (In Portuguese).
- USACE – Army Corps Of Engineers (1998). Use Of Sediment Quality Guidelines (Sqgs) In Dredged Material Management. Eedp-04-29.
- USEPA – U.S.Environmental Protection Agency (1994). Methods For Assessing The Toxicity Of Sediment-Associated Contaminants With Estuarine And Marine Amphipods. EPA 600/R-94/025. June 1994 U.S. Epam Office Of Research And Development, Narragansett, Ri.
- USEPA – U.S.Environmental Protection Agency (1998). Evaluation Of Dredge Material Proposed For Discharge In Waters Of The U.S.-Testing Manual. EPA 823-B-98-004.
- USEPA – U.S.Environmental Protection Agency (2001). Method For Assessing The Chronic Toxicity Of Marine And Estuarine Sediment-Associated Contaminants With The Amphipod *Leptocheirus plumulosus*. EPA 600/R-01/020.
- USEPA – U.S.Environmental Protection Agency (2010). Water Quality Assessment Guidance Manual for Y2010 305(b)/303(d) Integrated Water Quality Report; APPENDIX E-1 - Fish Tissue Values (TVs). Disponível em: <http://www.deq.virginia.gov/water> (acesso em 2010).
- Valentin, J. L. (2000) Ecologia Numérica: Uma Introdução À Análise Multivariada De Dados Ecológicos. Rio De Janeiro. Interciência.
- Vazzoler, A.E.A. de M. (1996). Biologia da reprodução de peixes teleósteos: teoria e prática. Maringá: EDUEM, 169p.
- Vidal,D.E. & Bay,S.M. (2005). Comparative sediment quality guideline performance for predicting sediment toxicity in southern California, USA. Environmental Toxicology and Chemistry, 24(12), 3173-3182.
- Zar, J. K. (1999) Biostatistical Analisis. Prentice Hall, New Jersey. 662p.

17.7. Equipe técnica

Maria Silvia Sarti – Bióloga, Msc.

Patrícia Ferreira Silvério – Química, Dr^a

Sérgio Luiz Tutui – Biólogo, Dr.

Paulo Gomes Yukio Sumida – Oceanógrafo, Dr.

Mariana Beraldo Masutti – Química, Dr^a

Daniela Cambeses Pareschi – Bióloga, Dr^a

Carlos Eduardo Neves Consulim – Oceanógrafo

Prof^a. Gisela de Aragão Umbuzeiro – Bióloga, Dr^a

Prof. Celmar Guimarães da Silva – Ciência da Computação, Dr.

Prof^a. Máurea Nicoletti Flynn Bióloga, Dr^a

Caio Augusto Almeida – Biólogo, Dr.

Guilherme Lotuffo – Biólogo, PhD.

Cristal Coelho Gomes - Bióloga

Gimel Roberto Zanin – Oceanógrafo

Lívia Huln Fenili - Oceanógrafa

Priscilla Bosa – Oceanógrafa, Msc

Vitor Inoti Yuki - Biólogo

Lucas Alves Gaulia – Estagiário Técnico

Silvio dos Santos - Biólogo

Paula Duran Nagata Perugino - Oceanógrafa

Rafael Rugna Ciglione – Oceanógrafo

Camila Ortulan - Oceanógrafa

Vanessa Ferreira Rocha - Técnica em Saneamento

Lucas Possati Campos – Estagiário de Biologia

Victor Carrozza Barcellini – Estagiário de Biologia

Caio César Ribeiro – Estagiário de Oceanografia

Tábata Sarti Prado – Estagiária de Oceanografia

17.8 Anexos

- Anexo 17.8-1. Figuras de localização das coletas de sedimento e de organismos para análises químicas.
- Anexo 17.8-2. Dossiê fotográfico das coletas de sedimentos e de organismos para análises químicas.
- Anexo 17.8-3. Cadeias de custódia e laudos analíticos das análises das amostras de organismos
- Anexo 17.8-4. Cadeias de custódia e laudos laboratoriais das análises químicas de sedimento.
- Anexo 17.8-5. Certificados dos materiais de referência de sedimentos e organismos.
- Anexo 17.8-6. Estudo de validação dos resultados analíticos – Controle de qualidade
- Anexo 17.8-7. Cadeias de custódia e laudos analíticos das amostras de sedimentos para ensaios ecotoxicológicos
- Anexo 17.8-8. Tabela com compilação de dados das análises químicas dos tecidos de organismos
- Anexo 17.8-9. Tabela com compilação de dados das análises químicas dos sedimentos
- Anexo 17.8-10. Laudos das medições físico-químicas realizadas *in situ*.

ANEXO 17.8-1. FIGURAS DE LOCALIZAÇÃO DAS COLETAS DE SEDIMENTO
E DE ORGANISMOS PARA ANÁLISES QUÍMICAS.

ANEXO 17.8-2. DOSSIÊ FOTOGRÁFICO DAS COLETAS DE SEDIMENTOS E DE ORGANISMOS PARA ANÁLISES QUÍMICAS.

ANEXO 17.8-3. CADEIAS DE CUSTÓDIA E LAUDOS ANALÍTICOS DAS
ANÁLISES DAS AMOSTRAS DE ORGANISMOS

Este anexo pode ser observado no **Volume II do Relatório de Análises – Programa 17:**

- ID – CEIMIC/1007127

- ID – IDCPEA-8950710MB-A

ANEXO 17.8-4. CADEIAS DE CUSTÓDIA E LAUDOS LABORATORIAIS DAS ANÁLISES QUÍMICAS DE SEDIMENTO.

Este anexo pode ser observado no **Volume I do Relatório de Análises – Programa 17:**

- ID – AT/3056
- ID – AT/3241
- ID – AT/3403
- ID – AT/3402
- ID – AT/3462
- ID – AT/3565
- ID – AT/4064
- ID – AT/4096
- ID – AT/4297

Volume II do Relatório de Análises – Programa 17:

- ID – AT/5053
- ID – AT/5967
- ID – AT/6238
- ID – AT/7231
- ID – AT/7355

ANEXO 17.8-5. CERTIFICADOS DOS MATERIAIS DE REFERÊNCIA DE
SEDIMENTOS E ORGANISMOS.

ANEXO 17.8-6. ESTUDO DE VALIDAÇÃO DOS RESULTADOS ANALÍTICOS –
CONTROLE DE QUALIDADE

ANEXO 17.8-7. CADEIAS DE CUSTÓDIA E LAUDOS ANALÍTICOS DAS
AMOSTRAS DE SEDIMENTOS PARA ENSAIOS ECOTOXICOLÓGICOS

Este anexo pode ser observado no **Volume III do Relatório de Análises – Programa 17:**

- ID – TECAM/7261

- ID – TECAM/7882

- ID – TECAM/8587

ID – TECAM/8591

ID – TECAM/8763

ID – TECAM/8770

ID – TECAM/8774

ID – TECAM/9109

ID – TECAM/10643

ID – TECAM/11112

ID – TECAM/12774

ID – TECAM/12782

ID – TECAM/14487

ID – TECAM/14490

ID – TECAM/14818

ANEXO 17.8-8. TABELA COM COMPILAÇÃO DE DADOS DAS ANÁLISES QUÍMICAS DOS TECIDOS DE ORGANISMOS

ANEXO 17.8-9. TABELA COM COMPILAÇÃO DE DADOS DAS ANÁLISES QUÍMICAS DOS SEDIMENTOS

ANEXO 17.8-10. LAUDOS DAS MEDIÇÕES FÍSICO-QUÍMICAS REALIZADAS *IN SITU*.

Este anexo pode ser observado no **Volume I do Relatório de Análises – Programa 17:**

- ID – IDCPEA-8950510PS
- ID – IDCPEA-8950610PS
- ID – IDCPEA-8950710PS

Volume II do Relatório de Análises – Programa 17:

- ID – IDCPEA-8950810PS
- ID – IDCPEA-8950910PS
- ID – IDCPEA-8951010PS