

<b>17. PROGRAMA DE MONITORAMENTO AMBIENTAL DA ÁREA DE DISPOSIÇÃO OCEÂNICA DE MATERIAIS DRAGADOS NA REGIÃO DO PORTO DE SANTOS.....</b>	<b>1</b>
<b>17.1. INTRODUÇÃO E OBJETIVOS .....</b>	<b>1</b>
<b>17.2. METODOLOGIA .....</b>	<b>10</b>
17.2.1. AVALIAÇÃO DA QUALIDADE DO SEDIMENTO .....	10
17.2.2. MONITORAMENTO AMBIENTAL INTENSIFICADO.....	15
17.2.3. AVALIAÇÃO DA ESTRUTURA DA COMUNIDADE BENTÔNICA.....	22
17.2.4. AVALIAÇÃO DAS COMUNIDADES DEMERSAIS-BENTÔNICAS.....	24
17.2.5. ANÁLISES QUÍMICAS NOS TECIDOS DOS ORGANISMOS .....	27
<b>17.3. RESULTADOS E DISCUSSÃO .....</b>	<b>34</b>
ATIVIDADES DESENVOLVIDAS ENTRE JULHO E SETEMBRO DE 2013 .....	34
17.3.1. AVALIAÇÃO DA QUALIDADE DO SEDIMENTO .....	35
17.3.2. MONITORAMENTO AMBIENTAL INTENSIFICADO.....	45
17.3.3. AVALIAÇÃO DA ESTRUTURA DA COMUNIDADE BENTÔNICA.....	46
17.3.4. AVALIAÇÃO DAS COMUNIDADES DEMERSAIS-BENTÔNICAS.....	75
17.3.5. ANÁLISES QUÍMICAS NOS TECIDOS DOS ORGANISMOS .....	95
<b>17.4. CONSIDERAÇÕES FINAIS.....</b>	<b>102</b>
17.4.1. AVALIAÇÃO DA QUALIDADE DO SEDIMENTO .....	102
17.4.2. MONITORAMENTO AMBIENTAL INTENSIFICADO.....	103
17.4.3. AVALIAÇÃO DA ESTRUTURA DA COMUNIDADE BENTÔNICA.....	103
17.4.4. AVALIAÇÃO DAS COMUNIDADES DEMERSAIS-BENTÔNICAS.....	104
17.4.5. ANÁLISES QUÍMICAS NOS TECIDOS DOS ORGANISMOS .....	105
<b>17.5. CRONOGRAMA .....</b>	<b>106</b>
<b>17.6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....</b>	<b>108</b>
<b>17.7. EQUIPE TÉCNICA .....</b>	<b>112</b>
<b>17.8. ANEXOS.....</b>	<b>113</b>

## **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 vem sendo realizado por solicitação da Codesp, em atendimento às exigências da Licença de Instalação nº 666/2009 - “Dragagem de aprofundamento do canal de navegação e bacias de evolução do Porto Organizado de Santos/SP”, que autoriza a dragagem de aprofundamento e o descarte do material no Polígono de Disposição Oceânica (PDO), Licença de Instalação nº 910 retificada, que autoriza a dragagem de manutenção do Trecho 4 do canal de navegação do Porto de Santos e a Licença nº 961/2013 que autoriza a dragagem de manutenção dos Trechos 1 a 4 e dos berços e acessos listados na referida licença.

Além de prever o monitoramento do PDO durante as atividades de dragagem de aprofundamento do Canal de Navegação do Porto de Santos, a Licença de Instalação nº 666/2009 - “Dragagem de aprofundamento do canal de navegação e bacias de evolução do Porto Organizado de Santos/SP” e o Parecer nº 134/2009, preveem que o monitoramento da área de disposição oceânica deve ser contínuo enquanto a área de descarte estiver sendo utilizada, como descrito no Parecer nº 134/2009:

*“A duração prevista para o plano é de seis anos, envolvendo a dragagem de aprofundamento e futuras dragagens de manutenção, estendendo-se por mais seis meses após o término dos lançamentos. Cabe ressaltar que o entendimento desta equipe é que tal monitoramento deve ser contínuo enquanto a área de descarte estiver sendo utilizada, seja para a dragagem de aprofundamento, seja para futuras dragagens de manutenção.”*

São objetivos do presente programa:

- Acompanhar a capacidade de suporte do ambiente marinho na região da área de descarte de material dragado;

- 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.

O presente Programa abrange as seguintes áreas a ser monitoradas: todas as quadrículas do PDO (Q1 a Q10) e suas áreas adjacentes (Ad1 a Ad18), os pontos PS-S1, PS-N1, PS-N2 e a área a ser controlada no limite da zona de amortecimento do Parque Estadual da Laje de Santos (C1), Figura 17.1-1. Os pontos PS-N1, PS-N2 e PS-S1 estão posicionados fora da área de disposição e tem por finalidade avaliar eventual influência de sedimentos carreados da área de disposição por correntes marinhas que predominam nesta direção (SW-NE). O ponto PS-C1, além de referência para comparação de dados, constitui um instrumento de prevenção de impactos sobre a Laje de Santos. Cabe ressaltar que esse não é um ponto “controle” ou “referência”, dado que não é possível afirmar que este ponto seja livre de outras influências antrópicas e também possui características distintas ao polígono de disposição.

Para a realização da dragagem de aprofundamento do canal de navegação, o mesmo foi dividido em 4 trechos (Figura 17.1-2), seguindo EIA/RIMA (FRF, 2008).

No ano 2010 tiveram início as atividades de dragagem do canal de navegação, pelo Trecho 1, no dia 21 de fevereiro, e pelos Trechos 2 e 3 (início em 12 de julho e 05 de outubro de 2010, respectivamente). O material dragado nestes trechos foi descartado nas quadrículas Q1, Q2, Q3 e Q5 do PDO. A dragagem do Trecho 1 foi finalizada em 21 de fevereiro de 2011, do Trecho 2 em 25 de outubro de 2010 e do Trecho 3 em 30 de dezembro de 2010.

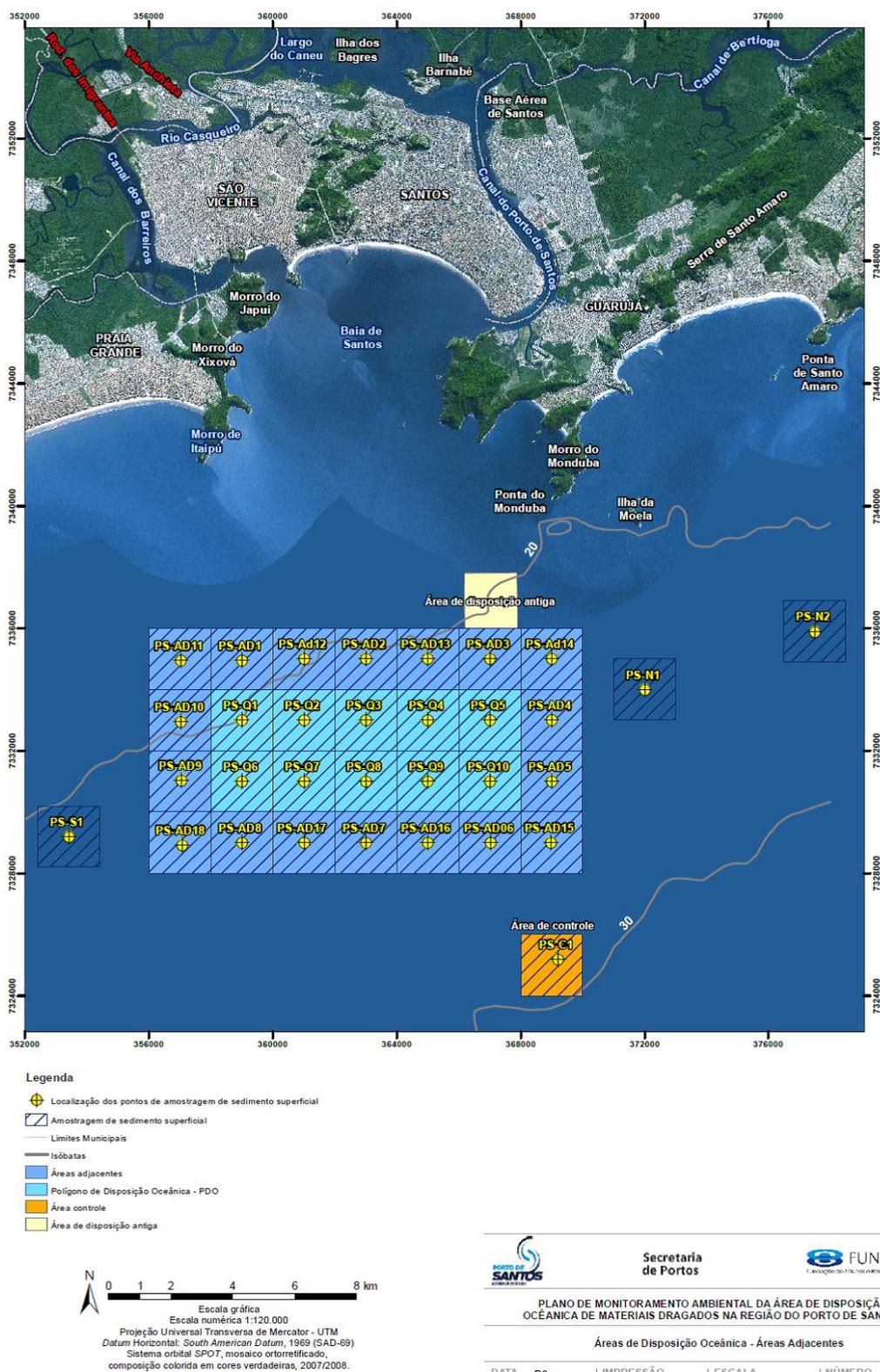


Figura 17.1-1. Localização do Polígono de Disposição Oceânica (PDO) e áreas adjacentes.



Figura 17.1-2. Divisão do Canal de Navegação em 4 trechos de acordo com EIA/RIMA (FRF, 2008).

Em janeiro de 2010, previamente ao início das atividades de dragagem e disposição do material dragado na região do Porto de Santos, iniciaram-se as atividades de monitoramento ambiental do polígono de disposição oceânica com a realização da Campanha Prévia, na qual foram realizadas campanhas amostrais contemplando os cinco estudos realizados por este programa:

- a) Análises físico-químicas do sedimento no PDO e áreas adjacentes;
- b) Ensaio ecotoxicológicos com anfípoda;
- c) Avaliação da estrutura da comunidade bentônica;
- d) Avaliação das comunidades demersais-bentônicas;
- e) Análises químicas em tecidos dos organismos.

Ao longo do ano de 2010 foram realizadas campanhas de monitoramento da área de disposição, seguindo o cronograma de atividades proposto para cada um

dos cinco estudos deste programa, sendo realizadas um total de 10 campanhas de monitoramento da qualidade do sedimento (análise físico-química e ecotoxicológica), 3 campanhas de monitoramento dos organismos bentônicos e demersais-bentônicos e uma campanha de análise química no tecido dos organismos (Tabela 17.1-1)

Em 2011, após a comprovação da viabilidade da dragagem de aprofundamento e posterior descarte oceânico dos sedimentos de qualidade inferior identificados do Trecho 4 (Figura 17.1-3), e da Retificação da Licença de Instalação (LI) nº 666/2009 (emitida em 4 de outubro de 2010) foram iniciadas no dia 28 de janeiro a atividade de dragagem de sedimentos neste trecho, nas seções 4A e 4C, finalizadas em 12 de abril e 17 de agosto de 2011, respectivamente.

A Retificação da LI nº 666/2009, condicionou a dragagem de aprofundamento do Trecho 4, nas áreas denominadas AL 01 (seção 4D) e AL 02 (seção 4B), à não execução de *overflow* e determinou que a disposição de tais sedimentos na área de descarte marinho fosse condicionada à realização de monitoramento intensivo. O IBAMA solicitou, por meio da Nota Técnica nº 117/2010 COTRA/CGTMO/DILIC/IBAMA, a realização de monitoramentos adicionais, da região do PDO, durante a dragagem destas áreas, com coletas semanais de amostras para realização de análises químicas de mercúrio e ensaios ecotoxicológicos com as fases sólidas e líquidas do sedimento da área de disposição (Monitoramento Intensivo). Além destas análises semanais, foi solicitada a intensificação da avaliação de bioacumulação em tecidos de organismos demersais alterando a periodicidade para trimestral.



Figura 17.1-3. Divisão do Trecho 4 (Armazém 6 – Almoa), entre as seções A, B, C e D, indicando áreas AL1 e AL2 (áreas com sedimento de pior qualidade).

Assim, a partir do início das atividades de dragagem dos Trechos 4B e 4D, com sedimento de pior qualidade, em 16 de março e 26 de abril de 2011, respectivamente, foram iniciadas as atividades semanais do Monitoramento Intensivo e as atividades trimestrais de análise química nos tecidos dos organismos.

A dragagem do Trecho 4B foi realizada entre março e maio de 2011 e seus descartes monitorados seguindo as atividades deste programa e do Monitoramento Intensivo.

Durante o período de realização do Monitoramento Intensivo a dragagem do subtrecho 4D (iniciada em 26/04/2011) foi paralisada, no dia 21 de junho de 2011, pela Secretaria de Portos (SEP), em concordância com a retificação da Licença de Instalação nº 666/09, devido a detecção de concentração de mercúrio acima de Nível 1 (Resolução CONAMA 344/04) no ponto PS-Q9, conforme detalhado nos relatórios do Programa de Monitoramento Intensivo da área de descarte.

No segundo semestre de 2011, no período de 23 de setembro e 10 de novembro, foi realizada a primeira etapa das atividades de dragagem de manutenção do Trecho 1 (Barra – Entrepasto de Pesca), através da Licença de

Instalação nº 814/2011. O material dragado foi descartado nas quadrículas Q9 e Q10, utilizando-se assim o material do Trecho 1 para recobrimento do material do Trecho 4 descartado nas respectivas quadrículas.

Ao longo do ano de 2011, devido às atividades da dragagem de aprofundamento do Trecho 4, à finalização da dragagem de aprofundamento do Trecho 1 e da subsequente dragagem de manutenção do Trecho 1, realizaram-se 12 campanhas de monitoramento da qualidade do sedimento, 3 campanhas de monitoramento dos organismos bentônicos, 4 campanhas de monitoramento de organismos demersais-bentônicos, 4 campanhas de monitoramento para análise química no tecido dos organismos (bioacumulação) e 43 campanhas de monitoramento intensivo.

O monitoramento para análise química no tecido dos organismos (bioacumulação) foi realizado trimestralmente em atendimento a Nota Técnica nº 117/2010 COTRA/CGTMO/DILIC/IBAMA (Tabela 17.1-1).

Em 2012 foram retomadas as atividades de dragagem de aprofundamento do Trecho 4, seção D em 13 de março sendo finalizada em 08 de agosto do mesmo ano. Ainda em 2012, foram iniciadas as atividades de dragagem de manutenção do Trecho 2 (entre 08 de março e 25 de maio), através da Licença de Instalação nº 852/2011. Em 06 de abril foram iniciadas as atividades de dragagem de manutenção do Trecho 3 (Licença de Instalação nº 852/2011) e em 16 de abril retomadas as atividade de dragagem de manutenção do Trecho 1 (Licença de Instalação nº861/2012).

Em 2013 a Licença de Instalação nº910/2013 foi emitida, 24 de janeiro de 2013, autorizando a dragagem de manutenção do Trecho 4 com a condicionante 2.1, que impedia a execução de overflow nas áreas AL1 e AL2. Entretanto, em 21 de março de 2013 esta licença foi retificada com a liberação da realização de overflow em toda a extensão do trecho 4.

A Tabela 17.1-1 apresenta as datas das Campanhas de todos os monitoramento realizados no PDO entre janeiro de 2010 e dezembro de 2012.

Tabela 17.1-1. Atividades realizadas no período de janeiro de 2010 a dezembro de 2012 pelo Programa de Monitoramento do PDO.

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	Mensal		Trimestral		Semestral em 2010 / Trimestral a partir de 2011
Meses					
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 e 16)	C2 (14 e 16)	C1 (14 e 16)	C1 (14 e 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)	-	-	-
Jan/2011	C11 (17 e 20)	C11 (17 e 20)	C4 (17 e 20)	C4 (02, 03 e 04 fev)	C2 (02 e 03 fev)
Fev/2011	C12 (23)	C12 (23)	-	-	-
Mar/2011	C12 (23)	C12 (23)	-	-	-
Abr/2011	C13 (07, 08 e 13)	C13 (07, 08 e 13)	C5 (12, 13 e 14)	C5 (12, 13)	C3 (12 e 13) *
Mai/2011	C14 (12, 13 e 14) + C15 (24, 25 e 26)	C14 (12, 13 e 14) + C15 (24, 25 e 26)	-	-	-
Jun/2011	C16 (14, 16 e 17)	C16 (14, 16 e 17)	-	-	-
Jul/2011	C17 (12, 13 e 14)	C17 (12, 13 e 14)	-	C6 (28 e 29)	C4 (28 e 29) *
Ago/2011	C18 (17)	C18 (17)	-	-	-
Set/2011	C18 (13) + C19 (22 e 23)	C18 (13) + C19 (22 e 23)	-	-	-
Out/2011	C20 (10, 26 e 28)	C20 (10, 26 e 28)	-	C7 (28 e 29)	C5 (28 e 29) *
Nov/2011	C21 (18, 19 e 23)	C21 (18, 19 e 23)	C6 (18, 19 e 23)	-	-
Dez/2011	C22 (07, 08 e 17)	C22 (07, 08 e 17)	-	-	-
Jan/2012	-	-	-	C8 (12, 13 e 14)	C6 (12 e 13) *
Fev/2012	C23 (09, 10 e 13)	C23 (09, 10 e 13)	-	-	-
Mar/2012	C24 (21, 22 e 23)	C24 (21, 22 e 23)	C7 (21, 22 e 23)	-	-
Abr/2012	C25 (17, 18 e 19)	C25 (17, 18 e 19)	-	C9 (18, 19 e 20)	C7 (18 e 19) *
Mai/2012	C26 (10, 11 e 24)	C26 (10, 11 e 24)	-	-	-
Jun/2012	C27 (13, 14 e 15)	C27 (13, 14 e 15)	C8 (13, 14 e 15)	-	-
Jul/2012	C28 (03, 04 e 05)	C28 (03, 04 e 05)	-	C10 (21, 22 e 23)	C8 (21 e 22) *
Ago/2012	C29 (14 e 22)	C29 (14 e 22)	-	-	-
Out/2012	C30 (29 e 30)	C30 (29 e 30)	-	-	-
Dez/2012	C31 (14 e 17)	C31 (14 e 17)	-	-	-

Durante o monitoramento, além da disposição do material dragado, proveniente das dragagens de aprofundamento e manutenção do canal de navegação do Porto de Santos, houve também a disposição de material dragado na quadrícula Q4, pelas empresas: Santos Brasil (entre julho e agosto de 2010) e BTP-Brasil Terminais Portuários (desde dezembro de 2010); na quadrícula Q7 pela Embraport (entre setembro de 2011 e julho de 2012) e na quadrícula Q10

pela Dratec, empresa responsável pela remoção do Navio Ais Giorgis, para a disposição de sedimento dragado entre novembro de 2011 e janeiro de 2012.

As quadrículas utilizadas por estes empreendimentos (Q4, Q7 e Q10) também foram consideradas ao longo deste programa de monitoramento, que abrange todas as quadrículas do Polígono de Disposição Oceânica – PDO, bem como suas adjacências.

As atividades do Programa de Monitoramento da Área de Disposição Oceânica que tiveram início em janeiro de 2010 permanecem em andamento, sendo que até setembro de 2013, ocorreu a dragagem de manutenção dos Trechos 1, 2 e 3, além das dragagens de berços e acessos do canal do Porto de Santos. Os descartes ocorreram nas quadrículas Q2, Q3, Q5, Q9 e Q10, conforme informado pela Codesp. Também ocorreram atividades de dragagem realizadas pelas empresas Brasil Terminal Portuário (BTP), Emraport e Copape Terminais, com descartes nas quadrículas Q4, Q7 e Q8, respectivamente.

O presente relatório apresenta as atividades realizadas e os resultados obtidos em cada um dos cinco estudos deste programa de monitoramento nos meses de julho a setembro de 2013. A Tabela 17.1-2 apresenta as datas de realização das campanhas de amostragem dos cinco estudos deste programa, realizadas no ano de 2013.

Tabela 17.1-2. Cronograma de coleta do Programa de Monitoramento do PDO de janeiro a setembro de 2013.

Análises do Programa de Monitoramento do PDO	A. Química e granulometria	B. Ecotoxicologia dos sedimentos	C. Organismos bentônicos	D. Organismos demersais-bentônicos	E. Análise química dos tecidos dos organismos
<b>Meses</b>					
<b>Janeiro/2013</b>	(23, 24 e 25)	(23, 24 e 25)	(23, 24 e 25)	(23, 24 e 25)	(23, 24 e 25)
<b>Fevereiro/2013</b>	(07 e 08)	(07 e 08)	-	-	-
<b>Março/2013</b>	(11 e 12)	(11 e 12)	-	-	-
<b>Abril/2013</b>	(22 e 23)	(22 e 23)	(22 e 23)	(22, 23 e 24)	-
<b>Mai/2013</b>	(14 e 15)	(14 e 15)	-	-	-
<b>Junho/2013</b>	(11 e 12)	(11 e 12)	-	-	-
<b>Julho/2013</b>	(12 e 15)	(12 e 15)	(12 e 15)	(06, 07 e 08)	(06 e 07)
<b>Agosto/2013</b>	(02 e 03/09)	(02 e 03/09)	-	-	-
<b>Setembro/2013</b>	(03, 04 e 08/10)	(03, 04 e 08/10)	-	-	-

## 17.2. Metodologia

### 17.2.1. Avaliação da qualidade do sedimento

#### A. Localização dos pontos de amostragem

O estudo abrange os quadrantes do Polígono de Disposição Oceânica (PDO) do sedimento de dragagem (PS-Q1 a PS-Q10), bem como quadrículas adjacentes às áreas utilizadas para disposição no período anterior à realização da amostragem, representadas pelos quadrantes PS-Ad1 a PS-Ad18, um ponto a sudoeste e dois pontos a nordeste (PS-S1, PS-N1 e PS-N2) da área principal de monitoramento e um ponto amostral na área a ser controlada (PS-C1), no limite da zona de amortecimento do Parque Estadual Marinho da Laje de Santos (Figura 17.2.1-1).

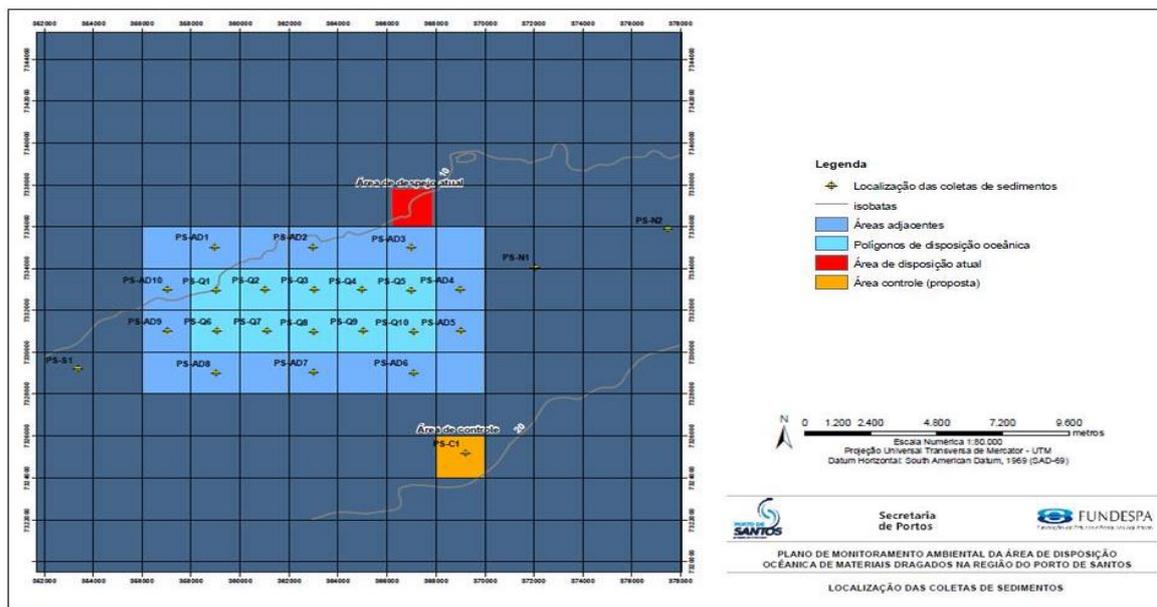


Figura 17.2.1-1. Área amostral, quadrículas de disposição de material dragado (Q1 a Q10), áreas adjacentes (Ad1 a Ad18), pontos a nordeste (PS-N1 e PS-N2) e a sudoeste (PS-S1) e ponto a ser controlado (PS-C1) localizado na zona de amortecimento do Parque Estadual Marinho da Laje de Santos.

As coordenadas dos pontos de amostragem, considerando todos os pontos que compõe o PDO e áreas adjacentes são apresentadas na Tabela 17.2.1-1.

Tabela 17.2.1-1. Pontos amostrais de sedimento e de organismos bentônicos e suas respectivas coordenadas de localização geográfica (Projeção UTM – \* Datum horizontal SAD-69).

Número	Nome do Ponto	Coordenadas UTM*		
		Zona	Eastings (mE)	Northings (mN)
1	PS-Q1	23 J	359.000	7.333.000
2	PS-Q2	23 J	361.000	7.333.000
3	PS-Q3	23 J	363.000	7.333.000
4	PS-Q4	23 J	365.000	7.333.000
5	PS-Q5	23 J	367.000	7.333.000
6	PS-Q6	23 J	359.000	7.331.000
7	PS-Q7	23 J	361.000	7.331.000
8	PS-Q8	23 J	363.000	7.331.000
9	PS-Q9	23 J	365.000	7.331.000
10	PS-Q10	23 J	367.000	7.331.000
11	PS-Ad1	23 J	359.000	7.335.000
12	PS-Ad2	23 J	363.000	7.335.000
13	PS-Ad3	23 J	367.000	7.335.000
14	PS-Ad4	23 J	369.000	7.333.000
15	PS-Ad5	23 J	369.000	7.331.000
16	PS-Ad6	23 J	367.000	7.329.000
17	PS-Ad7	23 J	363.000	7.329.000
18	PS-Ad8	23 J	359.000	7.329.000
19	PS-Ad9	23 J	357.000	7.331.000
20	PS-Ad10	23 J	357.000	7.333.000
21	PS-Ad11	23 J	357.000	7.335.000
22	PS-Ad12	23 J	361.000	7.335.000
23	PS-Ad13	23 J	365.000	7.335.000
24	PS-Ad14	23 J	369.000	7.355.000
25	PS-Ad15	23J	369.000	7.329.000
26	PS-Ad16	23J	364.000	7.329.000
27	PS-Ad17	23J	361.000	7.329.000
28	PS-Ad18	23J	357.000	7.329.000
29	PS-N1	23J	372.000	7.334.000
30	PS-N2	23 J	377.500	7.335.900
31	PS-S1	23 J	353.400	7.329.200
32	PS-C1	23 J	369.200	7.325.200

\* Coordenadas referenciadas ao datum horizontal SAD-69

## B. Procedimentos de amostragem do sedimento

A amostragem dos sedimentos superficiais para as análises físicas, químicas e ecotoxicológicas são realizadas com dragas do tipo *van Veen*, de aço inoxidável, com o auxílio de mergulhadores. Em cada ponto, são coletadas amostras compostas, ou seja, cada amostra de sedimento superficial é constituída por três subamostras. As amostras são homogeneizadas em bandeja de aço inox, com o auxílio de uma espátula de mesmo material.

As amostras de sedimento são acondicionadas em frascaria apropriada, fornecida pelo laboratório, e armazenadas em caixas térmicas com gelo e mantidos sob refrigeração, à temperatura  $\leq 6^{\circ}\text{C}$  (evitando congelamento), desde o momento da coleta até a entrega das amostras ao laboratório responsável pelas análises. Adicionalmente, a cada 50 amostras, são coletadas alíquotas adicionais de amostras de sedimento para análise química com fortificação de matriz (matriz spike e duplicate), para fins de controle de qualidade (exatidão e precisão analíticas).

Os procedimentos de amostragem adotados foram realizados pela CPEA, a qual é acreditada pelo INMETRO de acordo com a norma NBR ISO/IEC 17.025:2005 (CRL 402) para tal atividade.

### **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, da marca *Hanna 991003*, com eletrodo HI 1297D 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.

A CPEA foi responsável pela realização das análises físico-químicas *in situ*, sendo esta acreditada pelo INMETRO de acordo com a Norma NBR ISO/IEC 17.025 (CRL 402) para tal atividade.

### **D. Análises laboratoriais**

Os parâmetros de qualidade do sedimento que são analisados em laboratório estão listados na Tabela 17.2.1-2, a qual também apresenta o método de análise, as condições de armazenagem, preservação, quantidade e prazo de análise de cada parâmetro.

Tabela 17.2.1-2. 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	Quantidade de amostra
<b>Compostos Orgânicos</b>					
HPA	US EPA 3550C (preparação) ; US EPA 8270D (análise)	14 dias (extração); 40 dias (análise)	frasco de vidro	Refrigeração $\leq 6^{\circ}\text{C}$	100 gramas
PCBs	US EPA 3550C (preparação) ; US EPA 8082A (análise)	14 dias (extração); 40 dias (análise)	frasco de vidro	Refrigeração $\leq 6^{\circ}\text{C}$	100 gramas
Pesticidas Organodorados	US EPA 3550C (preparação) ; US EPA 8081B (análise)	14 dias (extração); 40 dias (análise)	frasco de vidro	Refrigeração $\leq 6^{\circ}\text{C}$	100 gramas
<b>Constituintes Orgânicos</b>					
Carbono Orgânico Total	Apostila 2ª ed - UFRGS	28 dias (análise)	frasco de vidro	Refrigeração $\leq 6^{\circ}\text{C}$	50 gramas
<b>Metais</b>					
Metais totais	US EPA 3050B (preparação); US EPA 6010C (análise)	6 meses (análise)	polietileno ou vidro	Refrigeração $\leq 6^{\circ}\text{C}$	100 gramas
Mercurio total	US EPA 1631E	28 dias (análise)	polietileno ou vidro	Refrigeração $\leq 6^{\circ}\text{C}$	100 gramas
<b>Constituintes Inorgânicos não-metálicos</b>					
Nitrogenio Kjeldahl	SM 4500 Norg B	28 dias (análise)	frasco de vidro	Refrigeração $\leq 6^{\circ}\text{C}$	20 gramas
<b>Propriedades Físicas</b>					
Granulometria	EMBRAPA, 1997	não determinado	frasco de plástico	não requerida	200 gramas
<b>Ecotox - Tecam</b>					
Toxicidade aguda com <i>Leptocheirus plumulosus</i>	ABNT NBR 15638	60 dias	saco plástico	Refrigeração entre 4 e 10°C	2 a 3 Kg.

Os métodos do Standard Methods (SM) utilizados pelos laboratórios é a versão 22nd edition

As análises físicas e químicas foram realizadas pelo laboratório *Analytical Technology*, o qual possui acreditação pelo Instituto Nacional de Metrologia - INMETRO pela Norma NBR ISO/IEC 17.025.

## E. Ensaio 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 a ensaios mensais 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; 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 à salinidade nos valores entre 1 a 35 e em sedimentos de finos a grosseiros. Áreas de estudos validadas demonstram que os anfípodas são nulos ou com abundância reduzida nos locais onde são identificadas toxicidade em testes laboratoriais (USEPA, 2001). Testes de toxicidade realizados nos sedimentos com anfípodas tem 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 *Leptocheirus plumulosus* na matriz sedimento total são conduzidos pela TECAM Tecnologia Ambiental LTDA, a qual é acreditada na norma NBR ISO/IEC 17025 para este teste de acordo com a norma ABNT NBR 15638 (2008).

### **E.3. Análises estatísticas**

Após 10 dias de exposição, o laboratório avalia a toxicidade das amostras a partir da comparação da taxa de mortalidade dos organismos 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 e McDonald, 1995) com aplicação da constante de proporcionalidade (“r”) de 0,80, calculada para a espécie *Leptocheirus plumulosus* (Prósperi *et al.*, 2008).

No entanto, para o presente estudo, o critério adotado para avaliação de toxicidade aguda dos sedimentos é mortalidade superior a 50%, conforme definido na Resolução CONAMA 454/2012 (Brasil, 2012).

#### **17.2.2. Monitoramento Ambiental Intensificado**

Para a realização do monitoramento intensivo as amostras de sedimento são coletadas nos seguintes locais, conforme Figura 17.2.2-1:

- 1) Quadrícula Q9 (PS-Q9);
- 2) Quadrícula Q10 (PS-Q10);
- 3) Ponto a Nordeste do Polígono de Disposição Oceânica (PS-N1);
- 4) Ponto a ser controlado, próximo à Laje de Santos (PS-C1).

Como já mencionado, o sedimento dragado é descartado no Setor de Uso Restrito (quadrículas Q9 e Q10), reservado para a disposição controlada dos sedimentos de qualidade inferior. O ponto de coleta localizado próximo ao Parque Estadual Marinho da Laje de Santos (PS-C1), entre a Laje e o local de disposição, no limite da zona de amortecimento do parque (Figura 17.2.2-1), é monitorado visando verificar eventual dispersão de sedimento dragado nesta direção.

O ponto a nordeste do PDO (PS-N1) está posicionado fora da área de disposição e tem por finalidade identificar eventual contaminação da região, visto

que o mesmo se encontra na direção principal do transporte e dispersão dos sedimentos, conforme indicado por modelagem numérica apresentada no EIA/RIMA (FRF, 2008).

A Figura 17.2.2-2 apresenta esquema da malha amostral e as coordenadas geográficas dos pontos amostrais estão listadas na Tabela 17.2.2-1.

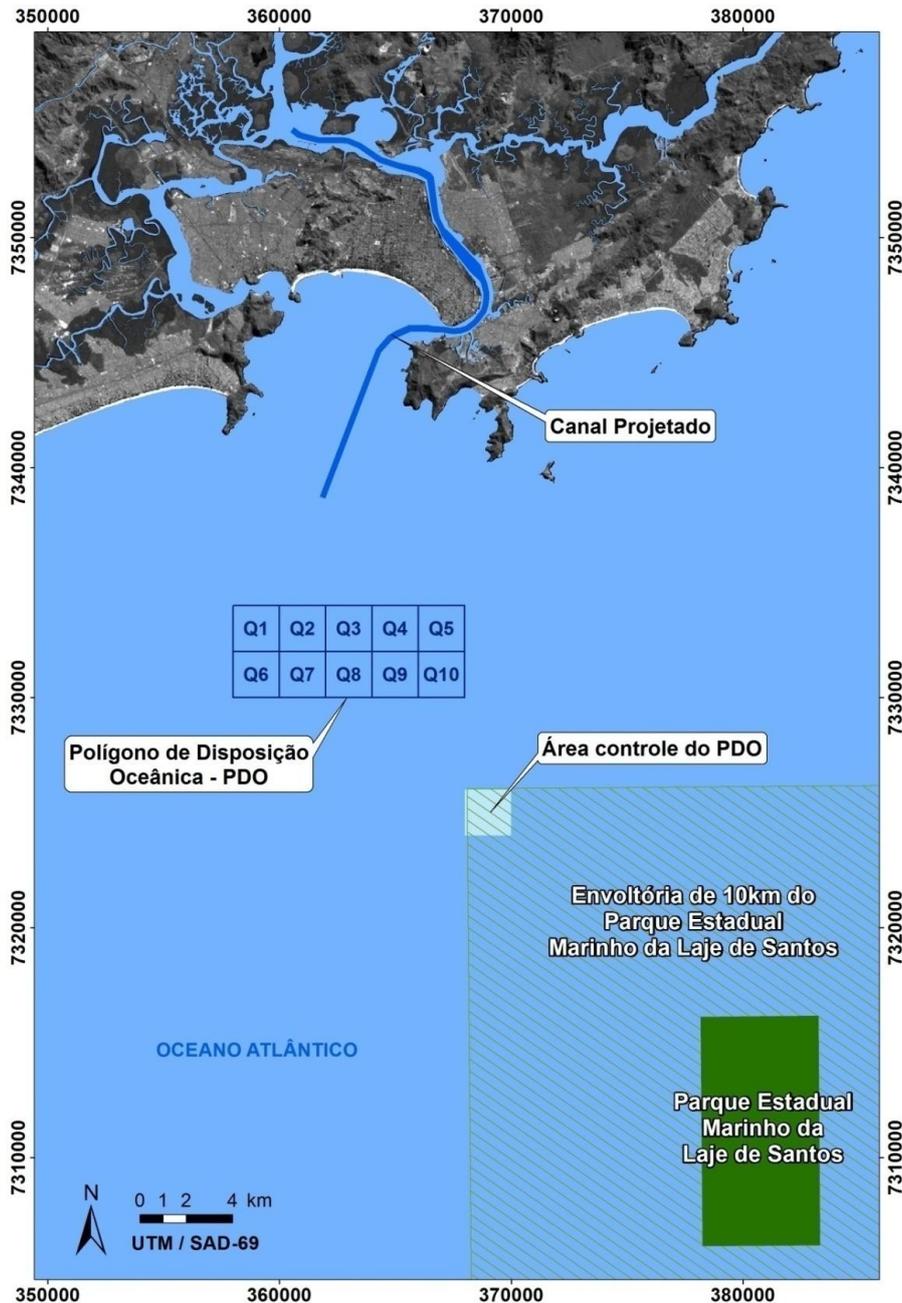


Figura 17.2.2-1. Mapa de localização do Parque Estadual Marinho da Laje de Santos e do Polígono de Disposição Oceânica (PDO).

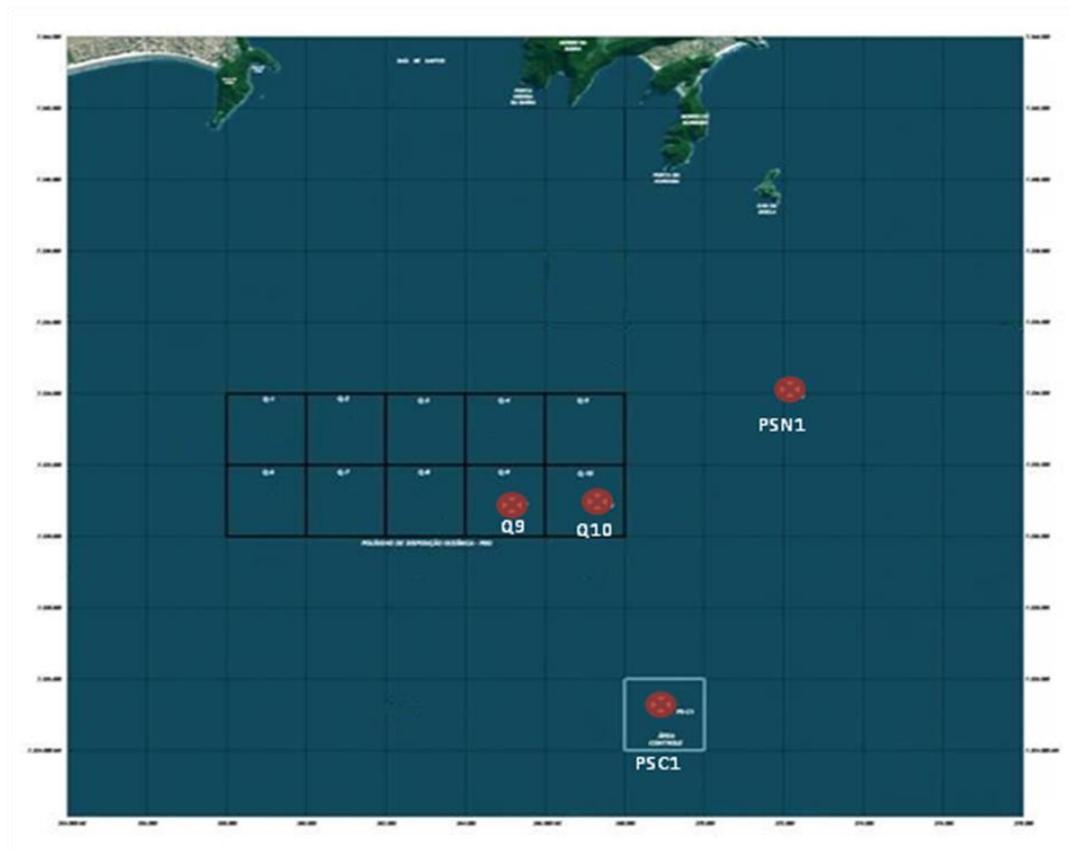


Figura 17.2.2-2. Imagem da região marinha da Baixada Santista, onde se pode observar o polígono de disposição dos sedimentos dragados, com indicação das áreas monitoradas.

Tabela 17.2.2-1. Posição geográfica dos pontos de coleta. Projeção UTM. Datum horizontal: SAD 69.

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

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

Cada local de coleta possui área de 4 km<sup>2</sup> e é subdividido em 4 subáreas de onde são obtidas subamostras de sedimento. Estas subamostras são homogeneizadas para, assim, compor uma amostra representativa do local. A coleta do sedimento é realizada com amostrador de fundo do tipo *van Veen*.

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

As coletas para análises de mercúrio e ensaios ecotoxicológicos são realizadas semanalmente, sendo iniciada aproximadamente 7 dias após início das atividades de dragagem das áreas que contêm sedimento de pior qualidade.

## **A. Análises Laboratoriais**

### **A.1. Mercúrio**

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

A técnica analítica empregada para análise de mercúrio nos sedimentos apresenta excelente detectabilidade, sendo possível a quantificação deste elemento em nível de µg/kg (ppb – parte por bilhão). Os resultados obtidos são, portanto, expressos nesta unidade, estando a incerteza de medição associada ao terceiro algarismo significativo. No entanto, para facilitar ao usuário a comparação do resultado obtido com a Resolução CONAMA 454/12, que está expresso em mg/kg (ppm – parte por milhão), o laboratório converte o resultado obtido para esta unidade, gerando um resultado com quatro casas decimais.

## **A.2. Análises granulométricas**

A análise granulométrica é realizada em laboratório acreditado pela norma NBR ISO/IEC 17025:2005, seguindo o método de acordo com Embrapa (1997), conforme vem sendo conduzido no monitoramento implantado.

Os resultados são obtidos para 7 frações granulométricas, em valores de porcentagem, com limite de quantificação de 0,10%.

## **B. Ensaio Ecotoxicológicos**

### **B.1. Elutriato**

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

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

Para a fecundação, são acrescentados de 1 a 2 mL da solução de esperma ao recipiente contendo os óvulos, sempre mantendo uma leve agitação. Após 10 minutos, são tomadas três subamostras de 1 mL para contagem de ovos com o auxílio de câmara de Sedgwick-Rafter. Calculada a média entre as três

subamostras, é estimado o volume da solução que contém 300 ovos. Este volume é acrescentado aos recipientes teste utilizando-se uma pipeta automática, não ultrapassando 1% do volume da solução teste.

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

Os ensaios são conduzidos em tubos de ensaio de 15 mL nos quais, para cada amostra, são montadas 4 réplicas. Uma alíquota de 150 g de sedimento de cada amostra é homogeneizada por 30 minutos com 600 mL de água de diluição marinha filtrada, utilizando agitador Turbo-Floc/2c de marca Policontrol com velocidade constante de 105 rpm. Após agitação, as amostras permaneceram em repouso por 24h e, posteriormente, são sifonados 10 mL do sobrenadante e adicionados a cada réplica do teste, conforme (ABNT/NBR15350, 2006; USEPA, 2001).

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

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

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

- Temperatura (termômetro de vidro INCOTERM);
- Salinidade (refratômetro Shibuya 145);

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

## **B.2. Sedimento Total**

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

O ensaio com *L. plumulosus* é um método internacionalmente aplicado na avaliação ecotoxicológica de sedimentos marinhos e vem sendo utilizado no monitoramento mensal da área de disposição.

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

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

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

Nos dias 0, 7, 9 e 10 do ensaio são realizadas análises de pH, salinidade e teor de oxigênio dissolvido da água de interface do controle e de cada amostra. As alíquotas de água para essas análises são cuidadosamente coletadas na

interface água-sedimento, cerca de 1 cm acima da superfície do sedimento, formando uma amostra composta por alíquotas de cada réplica.

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

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

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

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

### **17.2.3. Avaliação da estrutura da comunidade bentônica**

#### **A. Área de estudo**

Assim como a avaliação da qualidade do sedimento, as amostragens para avaliação da comunidade bentônica são realizadas nas quadrículas do Polígono de Disposição Oceânica (PDO) do sedimento de dragagem (PS-Q1 a PS-Q10), quadrículas adjacentes às áreas utilizadas para disposição no período anterior a realização da amostragem, representadas pelos quadrantes PS-Ad1 a PS-Ad18, um ponto a sudoeste e dois pontos a nordeste (PS-N1, PS-N2 e PS-S1) da área principal de monitoramento e um ponto amostral na área a ser controlada (PS-C1), no limite da zona de amortecimento do Parque Estadual Marinho da Laje de Santos (Figura 17.2.1-1).

## 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 m<sup>2</sup> e volume de 4 litros de sedimentos, sendo coletadas três réplicas em cada ponto amostral. As amostras obtidas são acondicionadas em sacos plásticos e armazenadas em caixas térmicas com gelo.

Após a 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<sup>-2</sup>); (2) riqueza específica (S: número de espécies/m<sup>2</sup>); (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 e Santos (1999), através da equação:

$$H' = - \sum_{i=1}^S p_i \ln p_i$$

Onde:  
 $p_i$  = porcentagem relativa da espécie "i" no total amostrado de todas as riquezas de espécies.

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 e Santos 1999, Clarke e Warwick, 2001). A equitatividade foi calculada através da fórmula:

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

Onde:

$H'$  = índice de diversidade de espécies;

$S$  = número de espécies na amostra.

Para identificar quais as espécies mais importantes em cada amostra foi utilizada a Análise de Percentagens de Similaridade (SIMPER) (Clarke e 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. O SIMPER foi empregado para caracterizar a macrofauna em cada campanha. Esta análise busca hierarquizar a contribuição relativa de cada espécie para cada grupamento (fator) colocado em análise. Para visualizar as similaridades entre as amostras (considerando as réplicas), foi 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 e Warwick, 2001).

#### **17.2.4. Avaliação das comunidades demersais-bentônicas**

##### **A. Localização das áreas de amostragem**

O monitoramento dos organismos demersais-bentônicos é realizado ao longo das quadrículas do Polígono de Disposição Oceânica (PDO), que engloba a área de disposição oceânica de materiais dragados e áreas adjacentes, além dos pontos a nordeste e a sudeste do PDO e no ponto a ser controlado (Tabela 17.2.4-1). As coordenadas tiveram como base as informações disponíveis no Plano Básico Ambiental (PBA).

Tabela 17.2.4-1. Áreas 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 são georreferenciados e posteriormente inseridos em GPS para referenciar os locais em campo. Com base nas informações georreferenciadas são localizadas as áreas de coleta e registradas as reais coordenadas do local de coleta.

## **B. Atividades de campo**

As coletas foram 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 área amostral foi realizado um lance de arrasto de fundo e um de emalhe. O esforço de arrasto foi de 30 minutos em cada ponto, durante o período diurno e o de emalhe de no mínimo de 12 horas de imersão durante o período noturno, estando a rede disposta a uma profundidade mínima de 2 metros a fim de minimizar a captura de cetáceos e quelônios.

Ao final de cada operação de pesca, após a despesca da rede, o material coletado para as análises foi acondicionado em sacos de ráfia, devidamente identificados com número do ponto e aparelho de pesca e mantidos em gelo até o desembarque. Ao término de cada dia de coleta, o material foi transportado às dependências do Instituto de Pesca/APTA/SAA/SP, e armazenado em câmara frigorífica a 15°C negativos até o momento da triagem em laboratório.

### **C. Atividades de laboratório**

Em laboratório, o material foi triado inicialmente em grandes grupos e posteriormente identificado ao menor táxon possível, utilizando referência bibliográfica para peixes (Barletta e Corrêa, 1992; Figueiredo, 1977; Figueiredo e Menezes, 1978; Menezes e Figueiredo, 1980; 1981; 1985; Murakami e Amaoka, 1992; Randall, 1983), crustáceos (Melo, 1996) e moluscos (Rios, 1986). Medidas do comprimento padrão e total (em milímetros) e a massa individual dos espécimes (em grama) foram obtidas. Quando ocorridas capturas numericamente elevadas de um táxon em cada um dos pontos amostrados, foi efetuada uma subamostra representativa para obtenção do comprimento total e massa total individual, sendo informado o número de indivíduos e a massa total.

Inicialmente foi calculada a curva de acumulação de espécies para verificar a suficiência amostral e a composição das capturas entre as campanhas em termos de abundância absoluta (Nt), biomassa absoluta (Pt), frequência de ocorrência (FO) e o índice de importância relativa percentual (%IRI).

O Índice de Importância Relativa (IRI), calculado de acordo com Pinkas *et al.* (1971), permite classificar as espécies em termos de importância relativa com base no número de indivíduos, a frequência de ocorrência e biomassa, segundo a seguinte equação:  $IRI = FO\%(Nt\% + Pt\%)$ .

A abundância média das espécies foi correlacionada com o número de pontos amostrais em que elas ocorreram para identificar as principais espécies em cada campanha. Para as principais espécies, segundo o %IRI ( $\%IRI > 5$ ), foram calculadas a abundância e a biomassa em relação ao ponto de coleta e campanha. Para avaliar diferenças nas distribuições entre campanhas foi realizada uma análise da homogeneidade multivariada da dispersão entre grupos, considerando neste caso as espécies entre as campanhas. Para isso, calcula-se a distância Bray-Curtis entre os grupos e a correlação com a campanha amostral. Posteriormente foi efetuada uma análise de variância unifatorial (ANOVA-one way) e testes posteriores para avaliar as diferenças.

A abundância por espécie foi comparada quanto as áreas de coleta e campanha utilizando matrizes de similaridade com base no índice de Morisita-Horn ( $C_H$ ) (Jost, 2007).

Para a avaliação ecológica das comunidades inicialmente foi utilizada a ordenação gráfica de Réynique, que analisa conjuntamente a diversidade de Shannon e a equitatividade segundo um ranque de abundância e apresenta um perfil do maior e do menor valor entre as amostras (Tóthmérész, 1995). Nesta análise, quanto mais horizontal for o perfil, maior a equitatividade, e quanto mais elevado, maior a diversidade. Para avaliação da riqueza foi utilizado o número absoluto de espécies e para a diversidade foi utilizado o índice de Shannon-Weaver, além dos índices de equitatividade e dominância (Magurran, 1988; Zar, 1996).

Para verificar associações espaciais e temporais entre as diferentes variáveis serão aplicadas análises multivariadas de agrupamento e ordenação. O objetivo é investigar variações de composição das espécies e dos locais de coleta, tendo como base a abundância, índices ecológicos e diferentes descritores ambientais.

### **17.2.5. 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 denominada arrasto duplo, como descrito a seguir:

Arrasto duplo: a embarcação utilizada apresenta tangones (grandes braços laterais nos quais são fixados os cabos de tração das redes), 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 ecológicas dos organismos demersais-bentônicos.

A amostragem dos organismos é realizada com uma embarcação pesqueira de arrasto duplo “B.J.B.”, licenciada para operar com arrasto de porta na pesca de

camarão. A embarcação utiliza redes do tipo semibalão com 7 m de abertura de boca. Os lances para coleta das amostras tem duração de 30 minutos em cada ponto, e são realizados durante o dia.

## **B. Localização das áreas de amostragem**

As regiões de monitoramento de organismos para as análises químicas nos tecidos dos organismos, assim como para as avaliações ecológicas de organismos demersais-bentônicos, ocorrem ao longo do Polígono de Disposição Oceânica (PDO), a sudoeste e nordeste do PDO e na zona de amortecimento do Parque Estadual Marinho da Laje de Santos (Figura 17.2.5-1). Os arrastos são distribuídos da seguinte maneira:

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

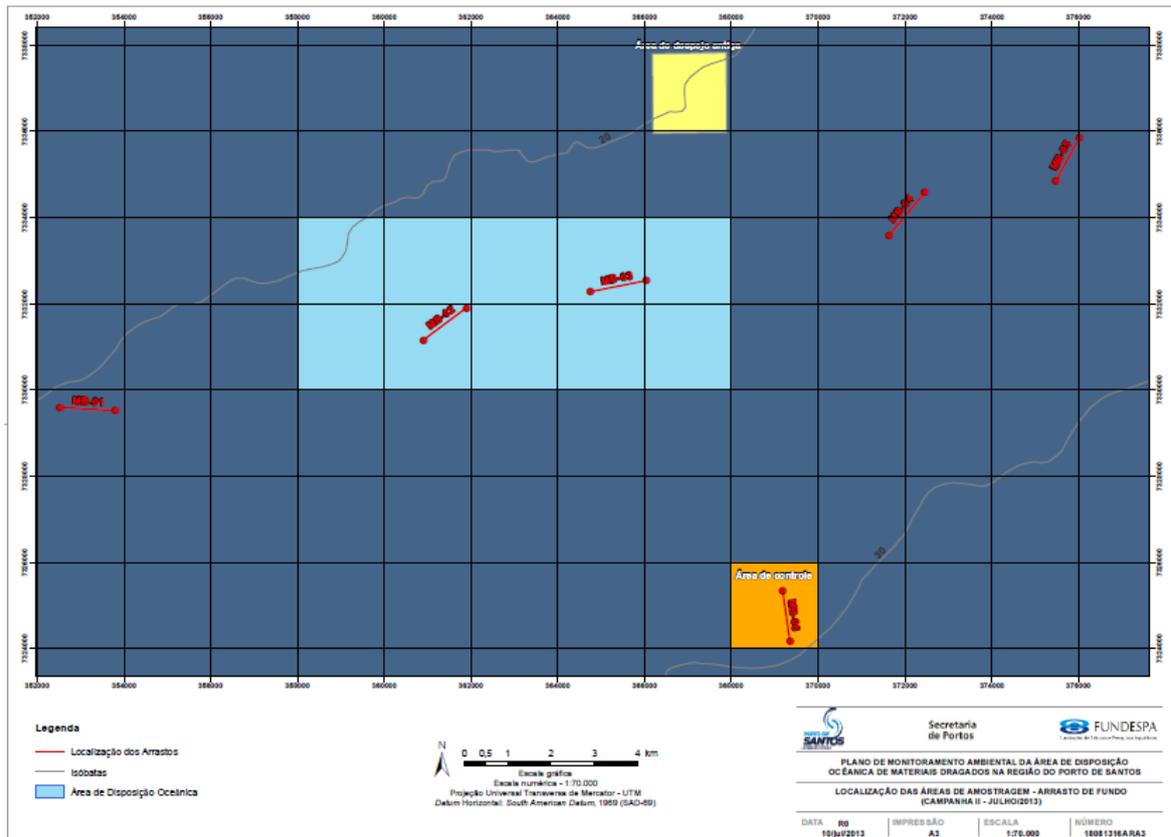


Figura 17.2.5-1. Localização dos pontos de arrastos para a amostragem de organismos na região do PDO e adjacências.

### 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 da metodologia apresentada. 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, a fim de minimizar as diferenças de hábito e mecanismos de assimilação entre as espécies, 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, realiza-se 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 habitat, 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 são 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 e Ludorff, 1978; Kubitzka, 2000). Desta maneira, ocorre uma redução do estresse sofrido pelos organismos durante o processo de abate e garante uma boa qualidade para as amostras.

Os organismos obtidos e conservados sob-regime de resfriamento passam então por um procedimento biométrico e posterior extração do tecido muscular para análise.

## **E. Análises realizadas**

### **E.1. Biometria**

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 existentes 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);
- Raias: comprimento total (Lt) em cm; comprimento do disco em cm; largura do disco em cm; massa (g);
- 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). Esta classificação é 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-reposo; E2-em maturação; E3-madura; E4-desovada).

## E.2. Análise química

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 mantidos sob refrigeração (congelamento, a temperatura  $\leq -20^{\circ}\text{C}$ ) até o momento da realização das análises em laboratório. Os parâmetros analisados nos tecidos dos organismos estão apresentados na Tabela 17.2.5-1, a qual também apresenta o método de análise, as condições de armazenagem, preservação e prazo de análise de cada parâmetro.

As amostras obtidas são enviadas ao laboratório de análises químicas. A sigla de identificação dessas 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), LI (linguado), CAO (camarão), BE (betara), RA (raia).

Destaca-se que não foi premissa deste programa a identificação da correlação entre biometria e os contaminantes investigados. O foco foi avaliar a qualidade do pescado da região para fins de consumo humano, visto que estes dados são de interesse público, considerando que na região não se tem um monitoramento periódico para este fim.

Tabela 17.2.5-1. Métodos analíticos e as condições de armazenamento, preservação e prazo de análise dos parâmetros a serem analisados.

Parâmetros	Método de análise	Recipiente de armazenamento	Preservação	Quantidade mínima de amostra	Prazo para análise (amostras congeladas)
Metas e semi-metas	EPA 3050 (preparação); EPA 6010 (análise)	Frasco de vidro	Refrigerar a $\leq -20^{\circ}\text{C}$	4g	6 meses
Mercurio total	EPA 7471	Frasco de vidro	Refrigerar a $\leq -20^{\circ}\text{C}$	4g	28 dias para mercurio
Pesticidas organoclorados	EPA 3550 (extração); EPA 8031 (análise)	Frasco de vidro	Refrigerar a $\leq -20^{\circ}\text{C}$	32g	1 ano, se congelado
Bifenilas policloradas totais	EPA 3550 (extração); EPA 8032 (análise)	Frasco de vidro	Refrigerar a $\leq -20^{\circ}\text{C}$	32g	1 ano, se congelado
Semivoláteis (incluindo HPA)	EPA 3550 (extração); EPA 8270 (análise)	Frasco de vidro	Refrigerar a $\leq -20^{\circ}\text{C}$	32g	1 ano, se congelado
Via clássica (lipídeos)	EPA LMDM 043	Frasco de vidro	Refrigerar a $\leq -20^{\circ}\text{C}$	15g	1 ano, se congelado
Via clássica (umidade)	SM 2540 G	Frasco de vidro	Refrigerar a $\leq -20^{\circ}\text{C}$	10g	1 ano, se congelado

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

As legislações brasileiras utilizadas foram: Portaria do Ministério da Saúde nº685/98 e Decreto Ministério da Saúde nº55.871/65 para metais e semimetais conforme apresentado na Tabela 17.2.5-2.

Tabela 17.2.5-2. Considerações sobre os limites para consumo humano de legislações nacionais.

Parâmetros	Legislação	Tipo de alimento
Arsênio	Portaria 685/1998	Peixe e produtos de peixe
Cádmio	Portaria 685/1998	Peixe e produtos de peixe
Chumbo	Portaria 685/1998	Peixe e produtos de peixe
Cobre	Decreto 55.871/1965	Outros alimentos
Cromo	USFDA (apud Cetesb, 2001)	Qualquer alimento
Mercúrio	Portaria 685/1998	Peixe e produtos de peixe
Níquel	Decreto 55.871/1965	Outros alimentos
Zinco	Decreto 55.871/1965	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.

Para os compostos orgânicos, a legislação brasileira não contempla valores 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 17.2.5-3).

Vale ressaltar que os valores estabelecidos pela USEPA são baseados em risco de ingestão de organismos (peixes) determinado com cálculos matemáticos

e variáveis populacionais muitas vezes não condizentes com a realidade brasileira. As legislações brasileiras, de 1965 e 1998, utilizaram como base para derivação dos valores normas, diretrizes ou recomendações da Comissão do Codex Alimentarius, União Europeia, US FDA ou outros órgãos reconhecidos internacionalmente; porém, são antigas, não refletindo os resultados de estudos recentemente desenvolvidos por estes órgãos, além de se basearem em consumo de produtos pós-processo de conservação ou produto “*in natura*”.

Tabela 17.2.5-3. Considerações sobre os limites para consumo humano de legislações internacionais.

Parâmetros	Legislação	Tipo de alimento
PCBs totais e semivoláteis (incluindo HPA)	USEPA (2010)	Peixes
POC - Pesticidas organoclorados	USEPA (2010)	Peixes

Os valores estabelecidos como limite máximo de tolerância para consumo humano são determinados a partir de cálculos matemáticos, os quais levam em consideração peso corpóreo médio da população, fator de risco (para compostos carcinogênicos) ou dose de referência (para compostos não-carcinogênicos) e taxa de consumo. No caso da USEPA (2010), por exemplo, estes valores correspondem a um peso corpóreo de 70 kg, fator de risco de  $10^{-5}$  e taxa de consumo diário de 17,5 g de pescado por dia, ao longo de toda a vida do consumidor; no entanto, estas variáveis populacionais não condizentes com a realidade brasileira. Já as legislações brasileiras são antigas (de 15 a 50 anos atrás), baseiam-se em consumo de produtos pós-processo de conservação ou produto “*in natura*” e não informam os valores utilizados para derivação dos limites.

### 17.3. Resultados e discussão

#### ATIVIDADES DESENVOLVIDAS ENTRE JULHO E SETEMBRO DE 2013

A seguir são apresentadas as atividades desenvolvidas entre os meses de julho e setembro de 2013, pelos cinco estudos desenvolvidos por este programa.

Em atendimento a solicitação do IBAMA a frequência de emissão dos relatórios do Monitoramento Ambiental da Área de Disposição Oceânica passará a ser trimestral.

Serão apresentadas neste relatório as descrições das seguintes atividades:

- Campanha de julho de 2013 - análise química das amostras de tecido dos organismos;
- Campanha de julho de 2013 - análises físico-química *in situ*, química e ecotoxicológica das amostras de sedimento;
- Campanha de agosto de 2013 - análise físico-química *in situ* das amostras de sedimento;
- Campanha de julho de 2013 - avaliação da comunidade da macrofauna bentônica;
- Campanha de julho de 2013 - monitoramento da comunidade demersal-bentônica e pelágica.

### **17.3.1. Avaliação da qualidade do sedimento**

Entre os meses de julho e setembro de 2013, foram realizadas pela Codesp atividades de dragagem de manutenção nos Trecho 1, 2 e 3 com a draga *Xin Hai Niu*. O descarte deste material dragado foi realizado nas quadrículas Q2, Q3 e Q10.

Neste período, além dos descartes realizados pela Codesp, também foram registrados descartes pela empresa Brasil Terminal Portuário (BTP) nas quadrículas Q2 e Q3.

Os procedimentos de amostragem foram realizados conforme descrito na metodologia (item 17.2.1), onde também se encontra os parâmetros avaliados ao longo das diferentes campanhas amostrais, tendo sido atendido aos critérios e procedimentos de garantia de qualidade quanto à execução das coletas, armazenamento e preservação das amostras. O dossiê fotográfico da amostragem encontra-se no Anexo 17.8-1. Todas as amostras foram analisadas

dentro do prazo de validade, garantindo a qualidade técnica dos resultados. No Anexo 17.8-2 é apresentado o programa de garantia e controle de qualidade. Os laboratórios *Analytical Technology* - AT e TECAM Laboratórios, foram os responsáveis pela realização dos ensaios e emissão dos laudos analíticos referentes às análises físico-químicas e ecotoxicológicas, respectivamente.

Os resultados obtidos nas análises *in situ* (pH, E<sub>H</sub> e temperatura) e laboratoriais (física, 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 – Campanhas de julho e agosto 2013 – estão apresentados nos relatórios dos ensaios analíticos conforme listado a seguir:

- Relatórios de ensaios físico-químicos (medições *in situ*) - Anexo 17.8-3;
- Cadeia de custódia das amostras enviadas para análises químicas e granulométricas - Anexo 17.8-4;
- Relatórios de ensaios das análises químicas e granulométricas – Anexo 17.8-5;
- Cadeia de custódia das amostras enviadas para ensaios ecotoxicológicos - Anexo 17.8-6;
- Relatórios de ensaios ecotoxicológicos - Anexo 17.8-7.

Os resultados das análises físico-químicos realizados *in situ* foram integrados em tabelas, assim como os resultados das análises químicas, ecotoxicológicas e granulométricas, e comparados com os valores orientadores estabelecidos na Resolução CONAMA 454/2012, as quais são apresentadas nos Anexos 17.8-8 e 17.8-9. Foram considerados também para a discussão, os resultados obtidos durante a elaboração do EIA/RIMA (FRF, 2008).

A seguir são apresentados as atividades realizadas e os resultados observados ao longo das campanhas de julho a setembro de 2013 em comparação aos valores orientadores da Resolução CONAMA 454/2012.

## A. Campanha de julho de 2013

No período referente a esta campanha ocorreu à disposição de sedimentos dragados na quadrícula Q10 pela Codesp, sendo monitorados 19 pontos de amostragem distribuídos dentro do polígono de disposição oceânica – PDO (PS-Q1 a PS-Q10), incluindo cinco áreas adjacentes (PS-Ad4, PS-Ad5, PS-Ad6, PS-Ad15 e PS-Ad16) as quadrículas em uso (Q10), dois setores a nordeste (PS-N1 e PS-N2), um setor a sudoeste (PS-S1) e uma na área a ser controlada (PS-C1), localizada no limite do Parque Estadual Marinho da Laje de Santos (Figura 17.3.1-1).

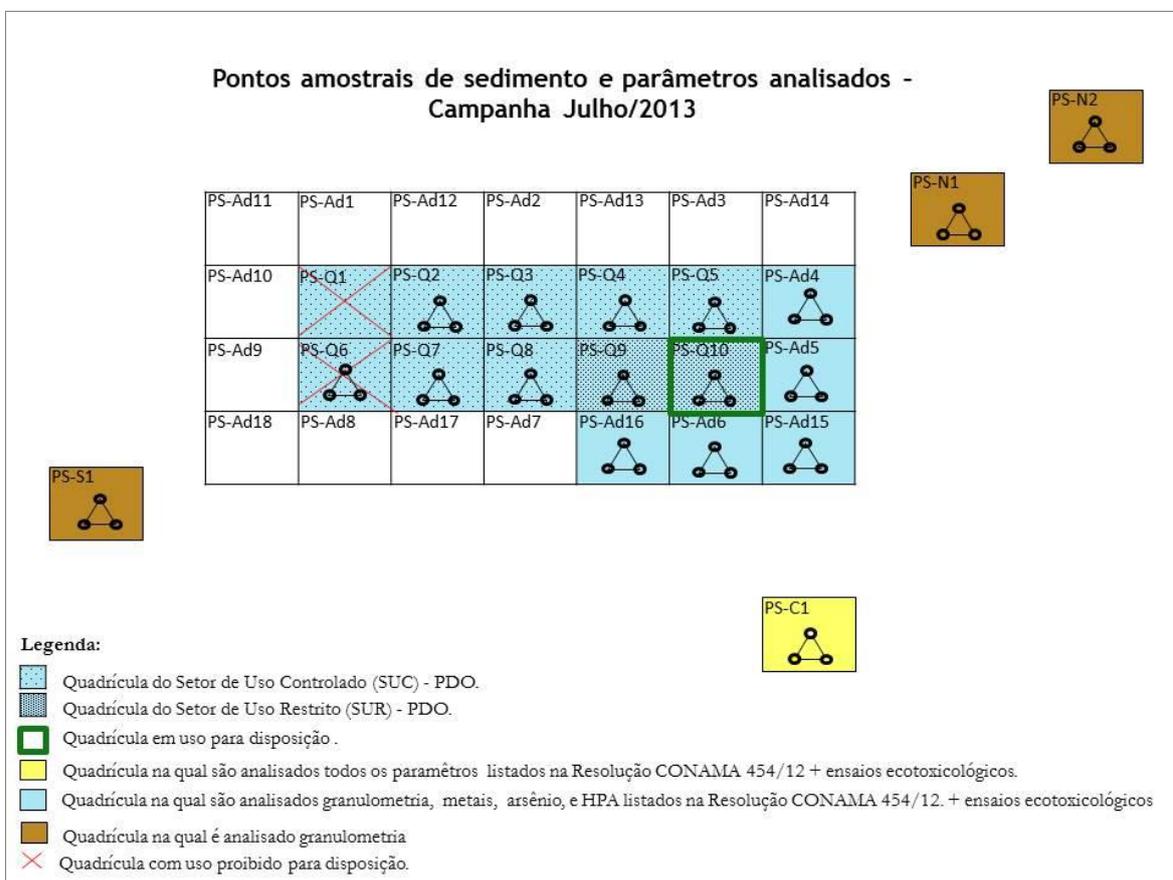


Figura 17.3.1-1. Esquema ilustrativo contemplando os pontos amostrais e os parâmetros analisados durante a Campanha de julho de 2013.

### **A.1. Análise físico-química *in situ***

Entre as 19 amostras analisadas, o pH apresentou valores entre 6,04 e 7,72, o Eh apresentou valores entre -169,0 e 165,0 mV e a temperatura média dentre as 19 amostras foi de 22,15°C. O Anexo 17.8-8 apresenta os resultados das medições físico-químicas realizadas *in situ* nas amostras de sedimento coletadas no PDO e áreas adjacentes, durante a Campanha de julho de 2013.

### **A.2. Análises químicas**

Foram quantificados os metais cromo, chumbo, cobre, níquel e zinco na maioria das amostras coletadas, no entanto, todas apresentaram concentrações abaixo dos valores orientadores de Nível 1 estabelecidos pela Resolução CONAMA 454/2012 (Figura 17.3.1-9). Todas as amostras analisadas apresentaram concentrações dos metais cádmio e mercúrio e do semimetal arsênio abaixo dos limites de quantificação do método analítico (Tabela 17.3.1-1).

Observa-se na Figura 17.3.1-2 que os metais quantificados ocorreram em todas as quadrículas do PDO e áreas adjacentes amostradas, inclusive no ponto a ser controlado, de forma independente ao local de descarte de sedimento no período (Q10).

Tabela 17.3.1-1. Resultados análise de metais e semimetal arsênio (mg/Kg) para as amostras de sedimento (Campanha de julho de 2013).

Parâmetros	CONAMA 454/12		PONTO A SER CONTROLADO	PONTOS ADJACENTES ÀS QUADRÍCULAS					
	Nível 1	Nível 2		PS-C1	PS-AD4	PS-AD5	PS-AD6	PS-AD15	PS-AD16
	Água Salina e Salobra								
Data da Coleta			12/07/2013	12/07/2013	12/07/2013	12/07/2013	12/07/2013	12/07/2013	12/07/2013
Profundidade			30,6	26,4	28,0	28,5	29,0	28,2	
Identificação do laboratório - AT			10252	10252	10252	10252	10252	10252	10252
Identificação do laboratório - TECAM			7135	7144	7142	7137	7136	7138	
<b>Metais e semi metais, em mg/kg</b>									
Arsênio Total	19	70	< 0,474	< 0,499	< 0,476	< 0,472	< 0,475	< 0,479	
Cádmio total	1,2	7,2	< 0,316	< 0,333	< 0,318	< 0,315	< 0,316	< 0,319	
Cromo Total	81	370	2,23	5,14	2,99	2,10	2,17	2,19	
Chumbo total	46,7	218	3,06	6,69	4,66	3,52	3,40	3,40	
Cobre Total	34	270	< 0,632	1,16	< 0,635	< 0,630	< 0,633	< 0,639	
Mercurio Total	0,3	1	< 0,013	< 0,013	< 0,013	< 0,013	< 0,013	< 0,013	
Níquel Total	20,9	51,6	0,686	2,04	0,896	< 0,630	0,649	0,664	
Zinco Total	150	410	4,95	12,0	7,44	5,65	4,33	4,58	
Parâmetros	CONAMA 454/12		QUADRÍCULAS						
	Nível 1	Nível 2	PS-Q1	PS-Q2	PS-Q3	PS-Q4	PS-Q5	PS-Q6	
	Água Salina e Salobra								
Data da Coleta			15/07/2013	15/07/2013	15/07/2013	15/07/2013	12/07/2013	15/07/2013	
Profundidade			21,5	20,8	23,5	24,2	24,6	24,2	
Identificação do laboratório - AT			10350	10350	10350	10350	10252	10350	
Identificação do laboratório - TECAM			7185	7186	7187	7188	7143	7183	
<b>Metais e semi metais, em mg/kg</b>									
Arsênio Total	19	70	< 0,497	< 0,486	< 0,514	< 0,551	< 0,539	< 0,488	
Cádmio total	1,2	7,2	< 0,332	< 0,324	< 0,342	< 0,368	< 0,359	< 0,325	
Cromo Total	81	370	7,20	4,93	6,09	6,51	6,25	5,46	
Chumbo total	46,7	218	5,98	4,89	5,07	6,06	7,42	4,55	
Cobre Total	34	270	1,19	< 0,648	1,46	1,67	1,14	0,845	
Mercurio Total	0,3	1	< 0,013	< 0,013	< 0,014	< 0,015	< 0,014	< 0,013	
Níquel Total	20,9	51,6	2,45	1,62	2,33	2,64	2,47	1,74	
Zinco Total	150	410	16,6	14,1	14,7	15,3	14,2	11,6	
Parâmetros	CONAMA 454/12		QUADRÍCULAS				PONTOS A NORDESTE E SUDOESTE		
	Nível 1	Nível 2	PS-Q7	PS-Q8	PS-Q9	PS-Q10	PS-S1	PS-N1	
	Água Salina e Salobra								
Data da Coleta			15/07/2013	12/07/2013	12/07/2013	12/07/2013	15/07/2013	12/07/2013	
Profundidade			25,5	25,7	26,2	26,8	23,7	27,4	
Identificação do laboratório - AT			10350	10252	10252	10252	10350	10252	
Identificação do laboratório - TECAM			7182	7139	7140	7141	7184	7145	
<b>Metais e semi metais, em mg/kg</b>									
Arsênio Total	19	70	< 0,566	< 0,520	< 0,709	< 0,753	< 0,498	< 0,595	
Cádmio total	1,2	7,2	< 0,377	< 0,347	< 0,473	< 0,502	< 0,332	< 0,397	
Cromo Total	81	370	7,89	4,23	13,8	12,3	6,65	7,97	
Chumbo total	46,7	218	7,03	5,33	14,9	15,0	5,47	9,24	
Cobre Total	34	270	1,98	0,721	3,85	4,64	1,19	1,87	
Mercurio Total	0,3	1	< 0,015	< 0,014	< 0,019	< 0,020	< 0,013	< 0,016	
Níquel Total	20,9	51,6	3,55	1,62	5,73	4,79	2,13	3,52	
Zinco Total	150	410	20,0	9,07	37,5	30,8	14,1	17,2	
Parâmetros	CONAMA 454/12		PS-N2						
	Nível 1	Nível 2							
	Água Salina e Salobra								
Data da Coleta			12/07/2013						
Profundidade			27,9						
Identificação do laboratório - AT			10252						
Identificação do laboratório - TECAM			7146						
<b>Metais e semi metais, em mg/kg</b>									
Arsênio Total	19	70	< 0,561						
Cádmio total	1,2	7,2	< 0,374						
Cromo Total	81	370	6,04						
Chumbo total	46,7	218	7,70						
Cobre Total	34	270	1,29						
Mercurio Total	0,3	1	< 0,015						
Níquel Total	20,9	51,6	2,38						
Zinco Total	150	410	12,7						



Figura 17.3.1-2. Esquema ilustrativo contemplando os pontos amostrais e os parâmetros quantificados durante a Campanha de julho de 2013.

Os compostos de hidrocarbonetos policíclicos aromáticos (HPA), bifenilas policloradas (PCB) e pesticidas organoclorados (POC) analisados apresentaram resultados abaixo dos limites de quantificação do método analítico em todas as amostras (Anexo 17.8-9).

As amostras analisadas apresentaram concentrações de fósforo total entre 32,9 e 186,4 mg/kg, de nitrogênio Kjeldahl total entre 53,3 e 147,7 mg/kg e carbono orgânico total entre 0,11 e 1,14%, sendo essas concentrações inferiores aos valores de alerta estabelecidos pela Resolução CONAMA 454/2012 (Anexo 17.8-9).

### A.3. Análises ecotoxicológicas

Todas as amostras de sedimento coletadas no mês de julho de 2013 foram submetidas aos ensaios ecotoxicológicos com o organismo *Leptocheirus*

*plumulosus* (segundo cronograma de análise semestral), sendo que todas apresentaram mortalidade abaixo de 50% para o organismo teste, ou seja, efeito tóxico não significativo (Figura 17.3.1-9).

#### A.4. Análises granulométricas do sedimento

As análises para caracterização física dos sedimentos, considerando as amostras obtidas na Campanha de julho de 2013, indicam um predomínio da fração de areia muito fina na maioria das amostras analisadas seguido pelas frações de areia fina. Algumas amostras (PS-C1, PS-Ad4, PS-Ad5, PS-Ad6, PS-Ad15, PS-Ad16, PS-Q8, PS-N1 e PS-N2) apresentaram o inverso, ou seja, uma maior porcentagem da fração de areia fina seguido pela areia muito fina (Figura 17.3.1-3).

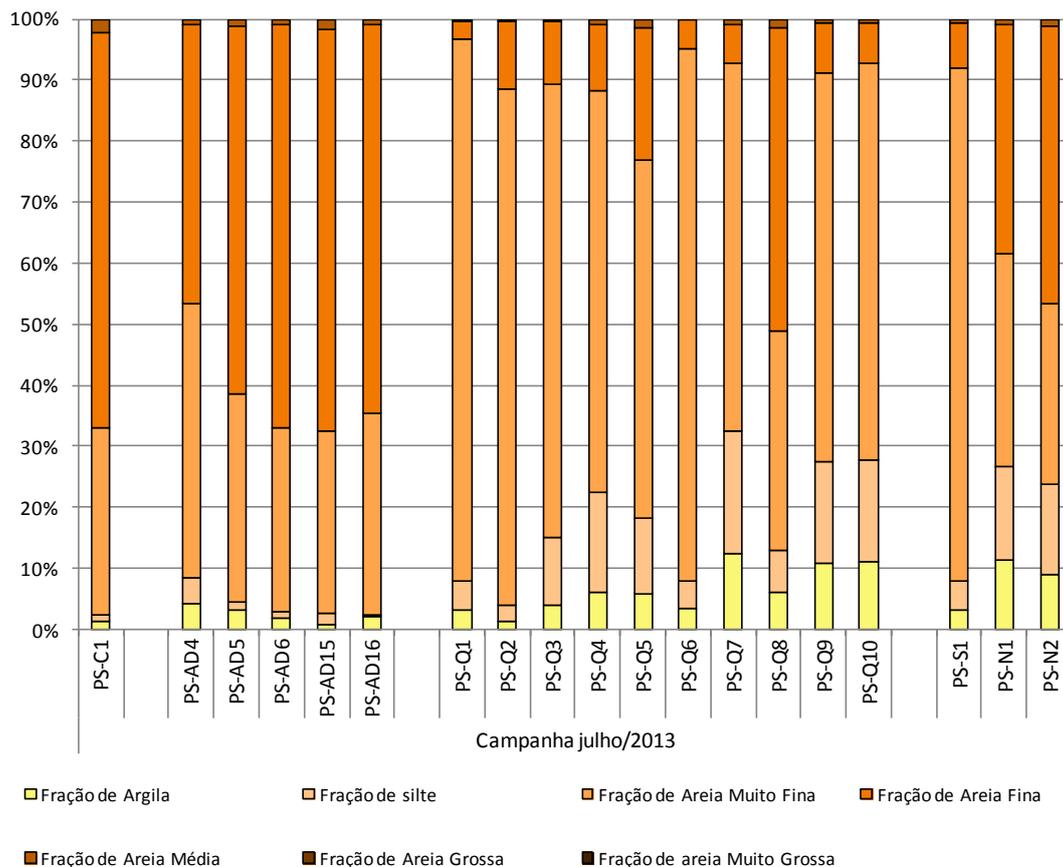


Figura 17.3.1-3. Caracterização granulométrica do sedimento das amostras coletadas na Campanha de julho de 2013.

## B. Campanha de agosto de 2013

A coleta de amostras de sedimento referente à Campanha de agosto de 2013 prevista para os dias 29 e 30 de agosto de 2013 foi adiada devido às condições meteoceanográficas desfavoráveis para a navegação na região sudeste. A Figura 17.3.1-4 apresenta as previsões para as condições de mar e vento para o período em questão. Em função destas condições meteoceanográficas, a Campanha de agosto de 2013 foi realizada somente nos dias 02 e 03 de setembro de 2013.

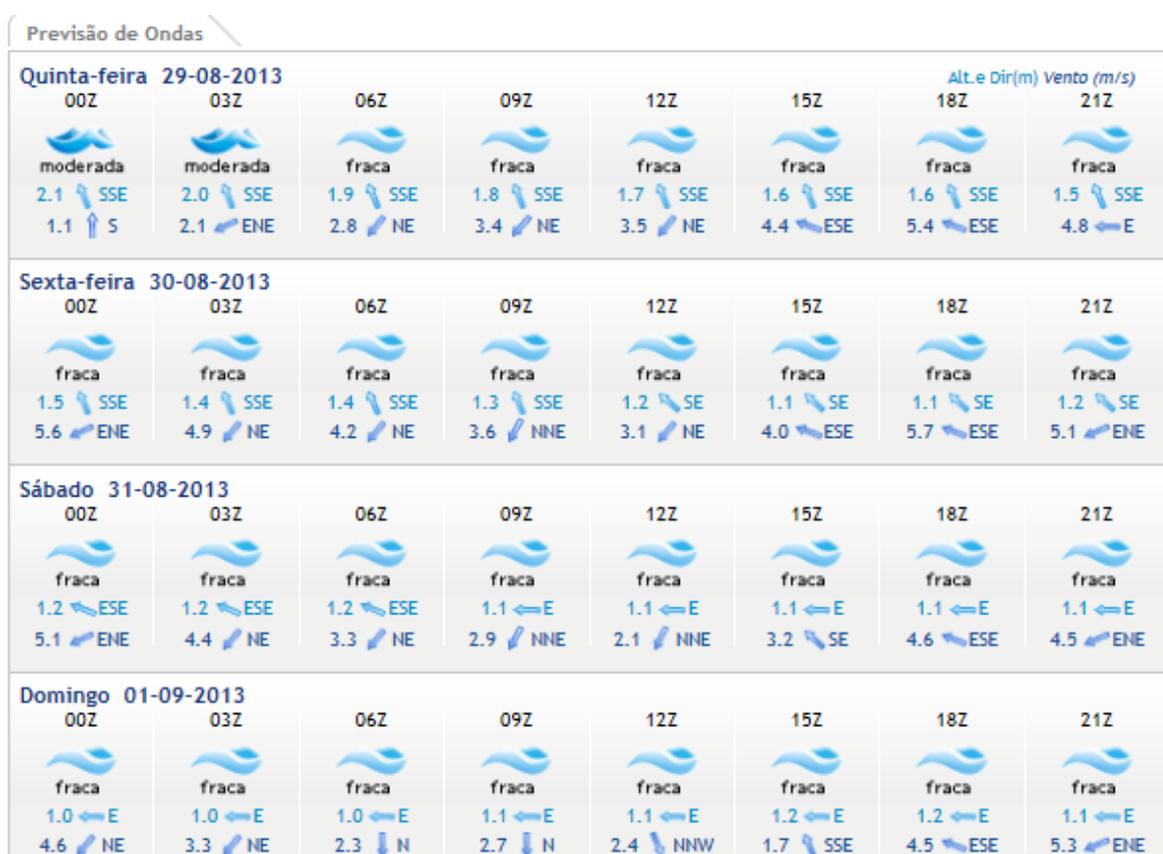


Figura 17.3.1-4. Condições meteoceanográficas previstas para navegação nos dias 29 e 30 de agosto de 2013. Fonte: INPE/CPTEC

No período referente a esta campanha estava ocorrendo à disposição de sedimentos dragados nas quadrículas Q2 e Q3, pela BTP, e Q10, pela Codesp. Desta forma, foram monitorados 23 pontos de amostragem distribuídos dentro do polígono de disposição oceânica – PDO (PS-Q1 a PS-Q10), incluindo nove áreas adjacentes (PS-Ad1, PS-Ad2, PS-Ad4, PS-Ad5, PS-Ad6, PS-Ad12, PS-Ad13,

PS-Ad15 e PS-Ad16) às quadrículas em uso, dois setores a nordeste (PS-N1 e PS-N2), um setor a sudoeste (PS-S1) e na área a ser controlada (PS-C1), localizada no limite do Parque Estadual Marinho da Laje de Santos (Figura 17.3.1-5).

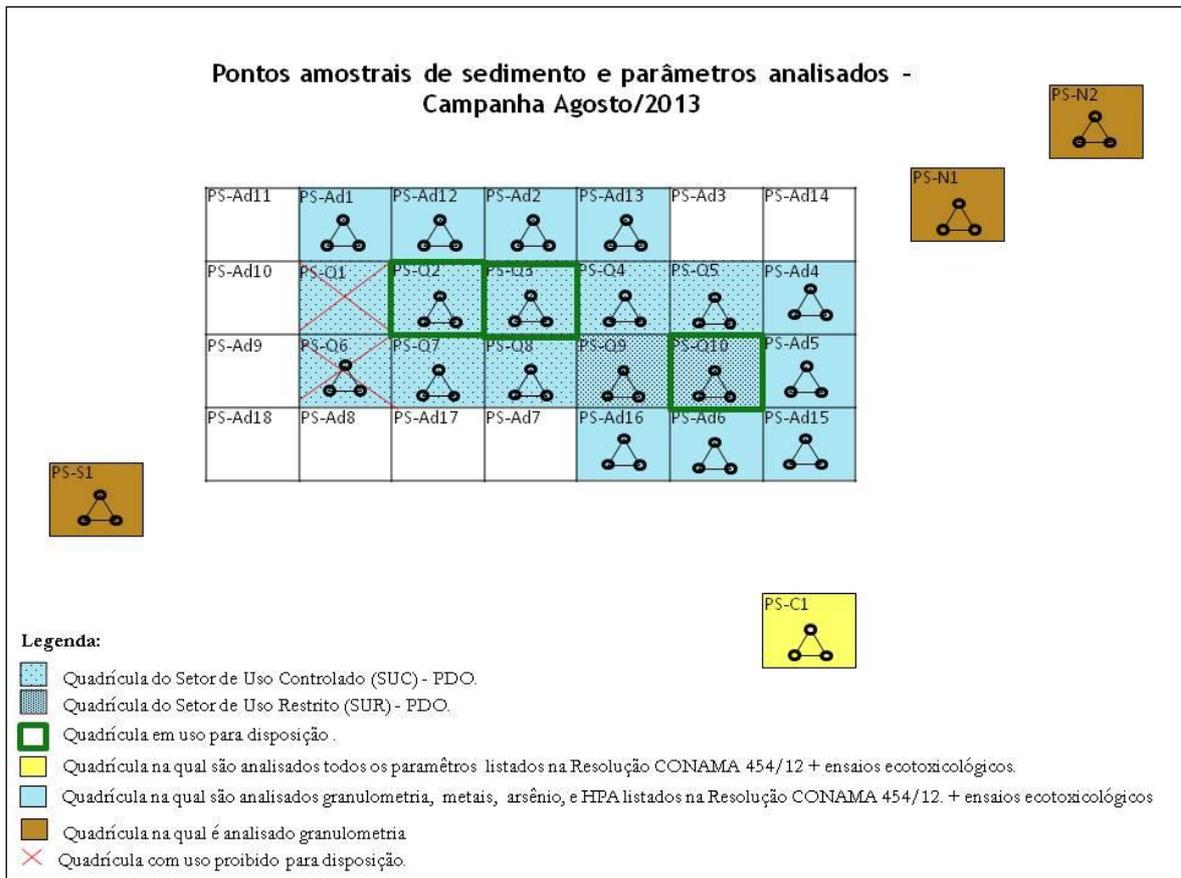


Figura 17.3.1-5. Esquema ilustrativo contemplando os pontos amostrais e os parâmetros analisados durante a Campanha de agosto de 2013.

### B.1. Análise físico-química *in situ*

As análises físico-químicas *in situ* realizadas nas amostras de sedimento, apresentaram valores de pH entre 5,7 e 7,9, o  $E_H$  apresentou valores entre -156 e 152 mV e a temperatura média dentre as 23 amostras foi de 20,2°C. O Anexo 17.8-8 apresenta os resultados das medições físico-químicas realizadas *in situ* nas amostras de sedimento coletadas no PDO e áreas adjacentes, referente a campanha amostral de agosto de 2013.

## **B.2. Análises químicas, ecotoxicológicas e granulométricas**

As amostras de sedimento, coletadas na Campanha de agosto de 2013, encontram-se em fase de processamento pelos laboratórios responsáveis e seus resultados serão apresentados em relatório futuro.

## **C. Campanha de setembro de 2013**

A coleta de amostras de sedimento referente à Campanha de setembro de 2013 prevista para os dias de 23 a 27 de setembro de 2013 foi adiada devido às condições meteoceanográficas desfavoráveis para a navegação na região sudeste.

Dentre os procedimentos adotados para o cancelamento da coleta, inclui uma saída prévia da barra em Bertioga, local próximo a garagem náutica onde a embarcação fica alocada para averiguação das condições de mar e vento. Esta avaliação é realizada por membros da equipe com habilitação de Capitão, possuindo um deles mais de 40 anos de experiência em navegação na região. Em tentativas anteriores, em circunstâncias similares, as condições mostraram-se totalmente desfavoráveis a realização das coletas e mergulhos, com dificuldade de fundeio da embarcação, arrasto da mesma e quedas de equipamentos e tripulantes. O aumento no esforço realizado pelo mergulhador devido a correntes e o arrasto da embarcação é outro fator de risco importante a ser avaliado nessas condições meteorológicas e oceanográficas adversas. Logo, a campanha foi realizada somente nos dias 03, 04 e 08 de outubro de 2013 quando as condições meteoceanográficas estavam dentro dos padrões mínimos de segurança a navegação e da tripulação.

No período referente a esta campanha estava ocorrendo à disposição de sedimentos dragados nas quadrículas Q3, pela BTP, e Q4 e Q8, pela Codesp. Desta forma, foram monitorados 21 pontos de amostragem distribuídos dentro do polígono de disposição oceânica – PDO (PS-Q1 a PS-Q10), incluindo sete áreas adjacentes (PS-Ad2, PS-Ad3, PS-Ad7, PS-Ad12, PS-Ad13, PS-Ad16 e PS-Ad17) às quadrículas em uso, dois setores a nordeste (PS-N1 e PS-N2), um setor a

sudoeste (PS-S1) e na área a ser controlada (PS-C1), localizada no limite do Parque Estadual Marinho da Laje de Santos (Figura 17.3.1-6).

As amostras foram enviadas ao laboratório *Analytical Technology* para realização de análises químicas, enquanto os ensaios ecotoxicológicos foram destinados ao laboratório TECAM, conforme apresentado no Anexo 17.8-4.

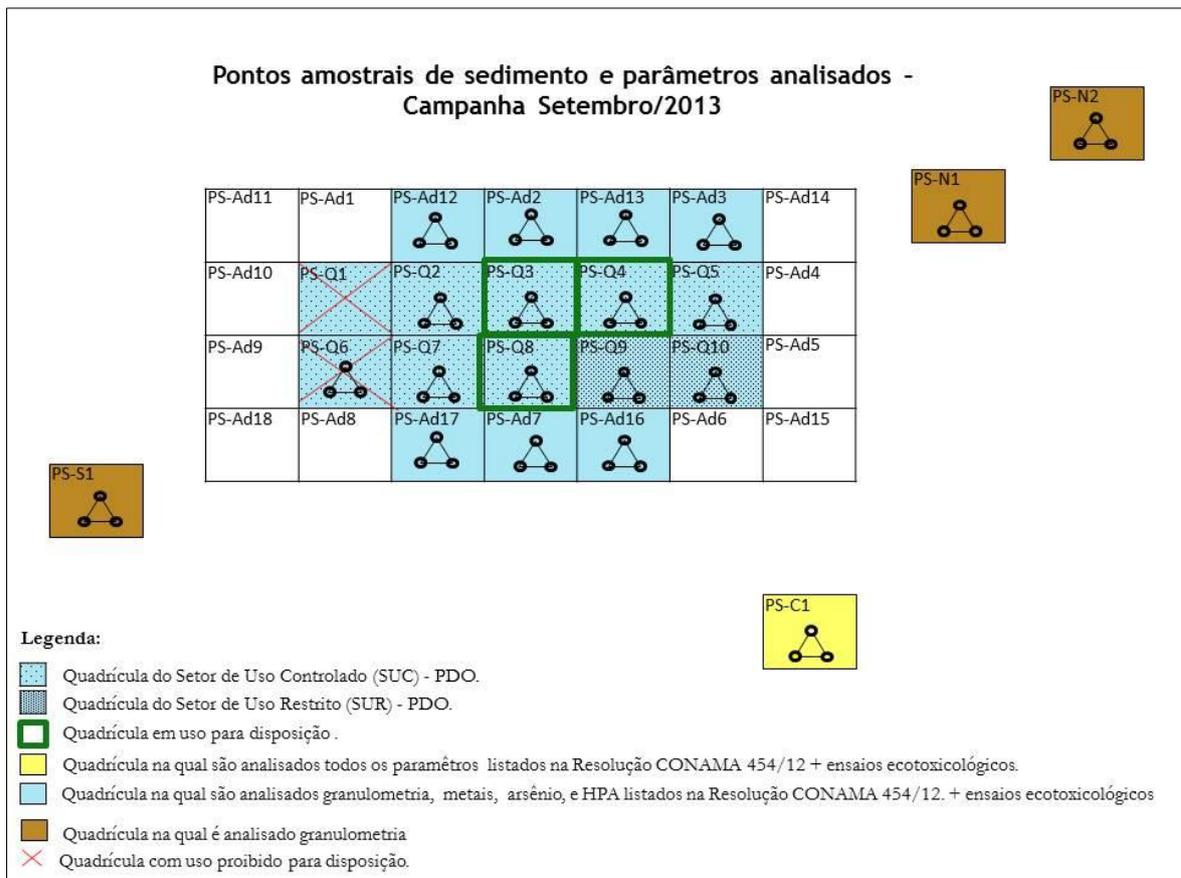


Figura 17.3.1-6. Esquema ilustrativo contemplando os pontos amostrais e os parâmetros analisados durante a Campanha de setembro de 2013.

### 17.3.2. Monitoramento Ambiental Intensificado

As atividades previstas para este monitoramento serão iniciadas após informação da Codesp de realização de dragagem de sedimentos de pior qualidade.

As coletas para análises de mercúrio e ensaios ecotoxicológicos serão realizadas semanalmente, tendo seu início em aproximadamente sete dias após início da dragagem do trecho com sedimento de pior qualidade.

### 17.3.3. Avaliação da estrutura da comunidade bentônica

Durante o período entre julho e setembro de 2013 foi realizada apenas a Campanha de julho de 2013. Contudo, em função de uma reestruturação dos dados, são apresentados neste relatório os resultados das Campanhas de janeiro e abril de 2013.

Considerando o início deste monitoramento em janeiro de 2010, foram realizadas até o presente 12 campanhas (Tabela 17.3.3-1). A seguir são apresentados os resultados das 9ª, 10ª e 11ª campanhas.

Tabela 17.3.3-1. Campanhas realizadas desde janeiro de 2010 a julho de 2013 para avaliação da estrutura da comunidade bentônica do PDO e áreas adjacentes.

Campanha	Data	Campanha	Data
Campanha Prévia	janeiro de 2010	6ª Campanha	novembro de 2011
1ª Campanha	abril de 2010	7ª Campanha	março de 2012
2ª Campanha	julho de 2010	8ª Campanha	junho de 2012
3ª Campanha	outubro de 2010	9ª Campanha	janeiro de 2013
4ª Campanha	janeiro de 2011	10ª Campanha	abril de 2013
5ª Campanha	abril de 2011	11ª Campanha	julho de 2013

### Campanha de janeiro de 2013 (9ª Campanha)

As amostras da macrofauna bentônica referentes à Campanha de janeiro de 2013 foram coletadas no dia 23 do referido mês. Nesta campanha foram coletadas no Polígono de Disposição Oceânica (PDO) amostras da macrofauna bentônica em 25 pontos de coleta, totalizando 75 amostras, onde foram encontrados 4.622 indivíduos. A abundância da macrofauna aumentou consideravelmente em relação às três campanhas anteriores, quando já era observado uma tendência de aumento da abundância. Em novembro de 2011 foram registrados 1.486 indivíduos, em março de 2011 foram 1.795 indivíduos e em julho de 2012 foram 2.547 indivíduos.

Os poliquetas continuaram a dominar a comunidade, assim como em campanhas anteriores, representando 70% de todos os indivíduos coletados, com 3.243 indivíduos. O segundo grupo mais abundante foi Crustacea, com 685 indivíduos, representando 14,8% do total. Com menor representatividade ficou o grupo Mollusca, com 458 indivíduos encontrados (9,9% do total) e Echinodermata, com 68 indivíduos, representando 1,5% do total de indivíduos. Outros grupos taxonômicos foram representados por 179 indivíduos (cerca de 3,9% do total) de diferentes grupos como Cnidaria, Nemertea, Sipuncula, Pycnogonida, Cephalochordata, Enteropneusta, Actinopterygii e Phoronida (Figura 17.3.3-1).

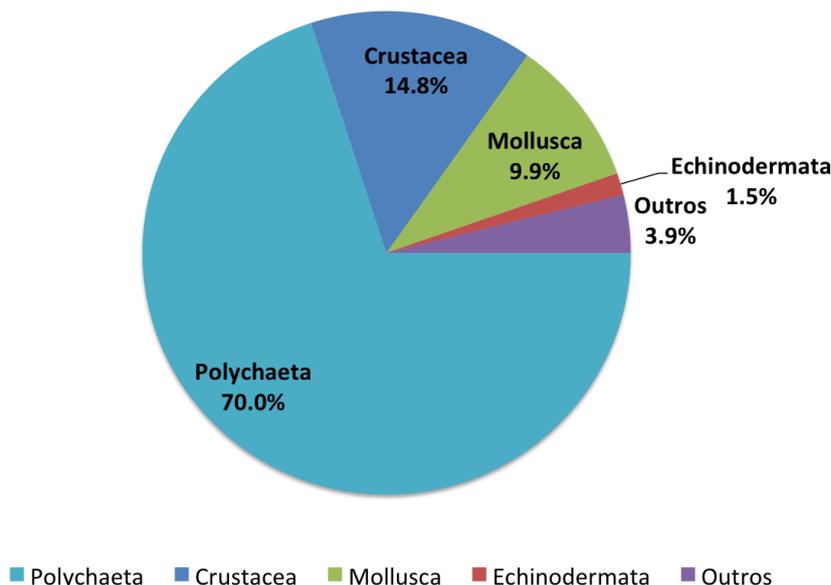


Figura 17.3.3-1. Frequência relativa dos principais grupos da macrofauna bentônica da Campanha de janeiro de 2013 (9ª Campanha). Outros = Cnidaria, Nemertea, Sipuncula, Pycnogonida, Cephalochordata, Enteropneusta, Actinopterygii e Phoronida.

De modo geral, as densidades de organismos foram mais homogêneas e menos discrepantes entre os pontos de coleta, em relação à campanhas anteriores, ficando a média geral desta campanha ao redor de 1.233,5 ind.m<sup>-2</sup>. Os pontos com as maiores densidades foram PS-Q1, com 2.280 ind.m<sup>-2</sup>, PS-Ad13, com 2.227 ind.m<sup>-2</sup>, PS-Q6, com 2066,6 ind.m<sup>-2</sup>, e PS-Q2, com 1886,6 ind.m<sup>-2</sup> (Figura 17.3.3-2). A menor densidade entre todos os pontos ocorreu em PS-Q9, com 386,6 ind.m<sup>-2</sup>. Na área de disposição, os outros pontos com baixas

densidades foram PS-Q8 e PS-Q5, com densidades próximas a 566,6 ind.m<sup>-2</sup> e 720 ind.m<sup>-2</sup>, respectivamente (Figura 17.3.3-2).

A maioria dos pontos de coleta apresentaram dominância do grupo taxonômico Polychaeta, seguido por Crustacea como segundo grupo mais representativo (Figura 17.3.3-2). O ponto PS-Ad8 foi a exceção, onde os crustáceos foram mais comuns do que os poliquetas.

Em relação aos pontos de coleta nas quadrículas adjacentes, o mais abundante foi PS-Ad13, com 2.227 ind.m<sup>-2</sup>, seguido por PS-Ad3, com 1.780,0 ind.m<sup>-2</sup>. O ponto com a menor abundância foi PS-Ad4, com 760,0 ind.m<sup>-2</sup> (Figura 17.3.3-2).

Os pontos de coleta mais afastados da área de disposição apresentaram densidades relativamente baixas, abaixo da média geral desta campanha (1.233,5 ind.m<sup>-2</sup>), sendo que o ponto PS-S1 foi o mais abundante (1000,0 ind.m<sup>-2</sup>). A menor densidade dentre estes pontos foi PS-N2, com 513,3 ind.m<sup>-2</sup>.

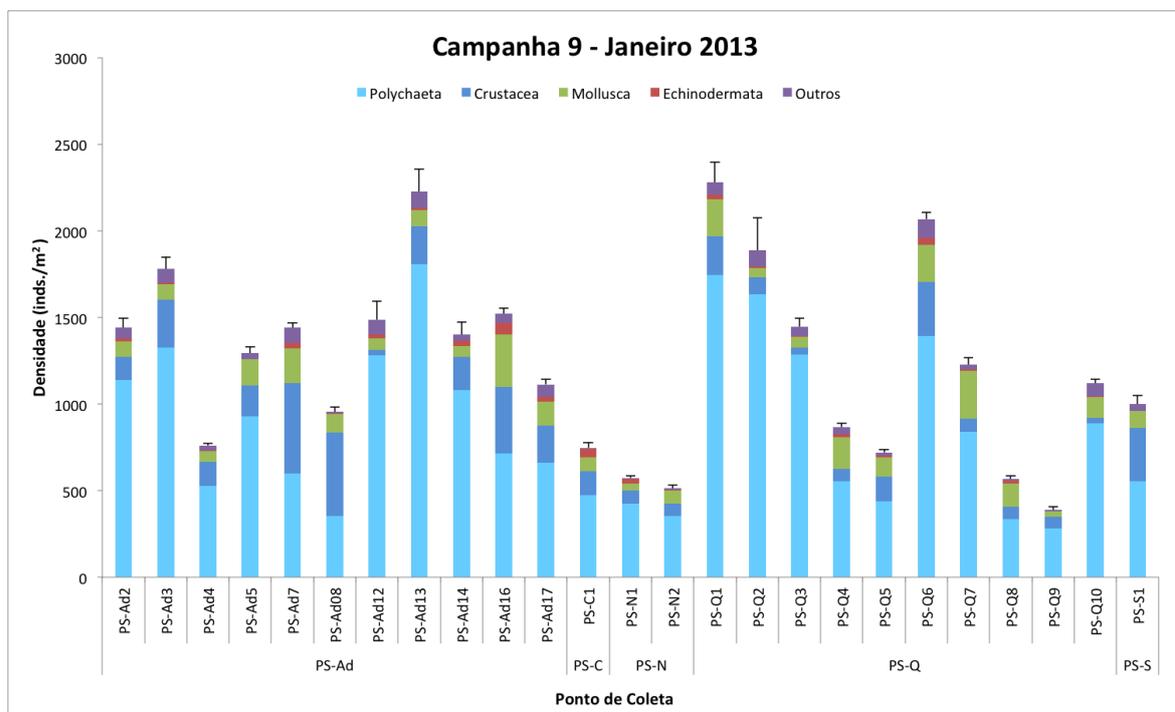


Figura 17.3.3-2. Densidade média (ind.m<sup>-2</sup>) dos principais grupos da macrofauna bentônica da Campanha de janeiro de 2013 (9ª Campanha). Outros = Cnidaria, Nemertea, Sipuncula, Pycnogonida, Cephalochordata, Enteropneusta, Actinopterygii e Phoronida. Linhas verticais indicam o erro padrão.

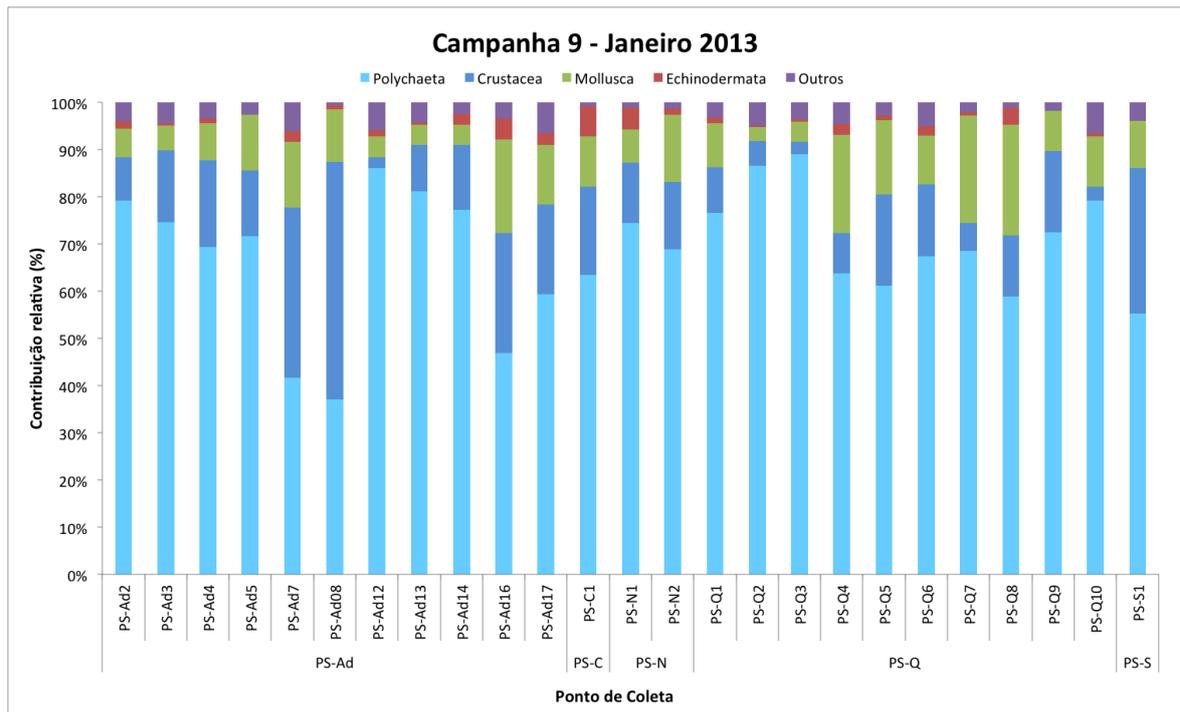


Figura 17.3.3-3. Densidade relativa dos principais grupos da macrofauna bentônica coletados da Campanha de janeiro de 2013 (9ª Campanha). Outros = Cnidaria, Nemertea, Sipuncula, Pycnogonida, Cephalochordata, Enteropneusta, Actinopterygii e Phoronida.

Nesta campanha, a espécie de Polychaeta *Prionospio dayi* representou 21,7% do total de indivíduos coletados (Figura 17.3.3-4a) e 31% do total de poliquetas. Além desta, 3 outras espécies de poliquetas [*Mediomastus* sp., *Magelona postereelongata* e *Aricidea (A.) catherinae*] ocorreram em abundâncias semelhantes entre si, cada uma representando aproximadamente entre 3 a 4% do total de indivíduos coletados nesta campanha (Figura 17.3.3-4a).

Crustáceos, o segundo grupo taxonômico mais representativo da campanha (Figura 17.3.3-1), teve como seu representante mais comum o anfípode *Ampelisca paria*, que fez 4,6% do total de indivíduos coletados e 31,2% de todos os crustáceos registrados na Campanha de janeiro de 2013 (Figura 17.3.3-4b). Esta espécie de anfípode foi frequente nas amostras e é muito comum na área estudada (Santos, 2004; Waiteman, 2009).

Os moluscos foram bem representados, contribuindo com 9,9% do total de indivíduos coletados (Figura 17.3.3-1). Os bivalves *Abra lioica* e *Angulus*

*versicolor* representaram 4,6% e 1,7%, respectivamente, do total de indivíduos da campanha.

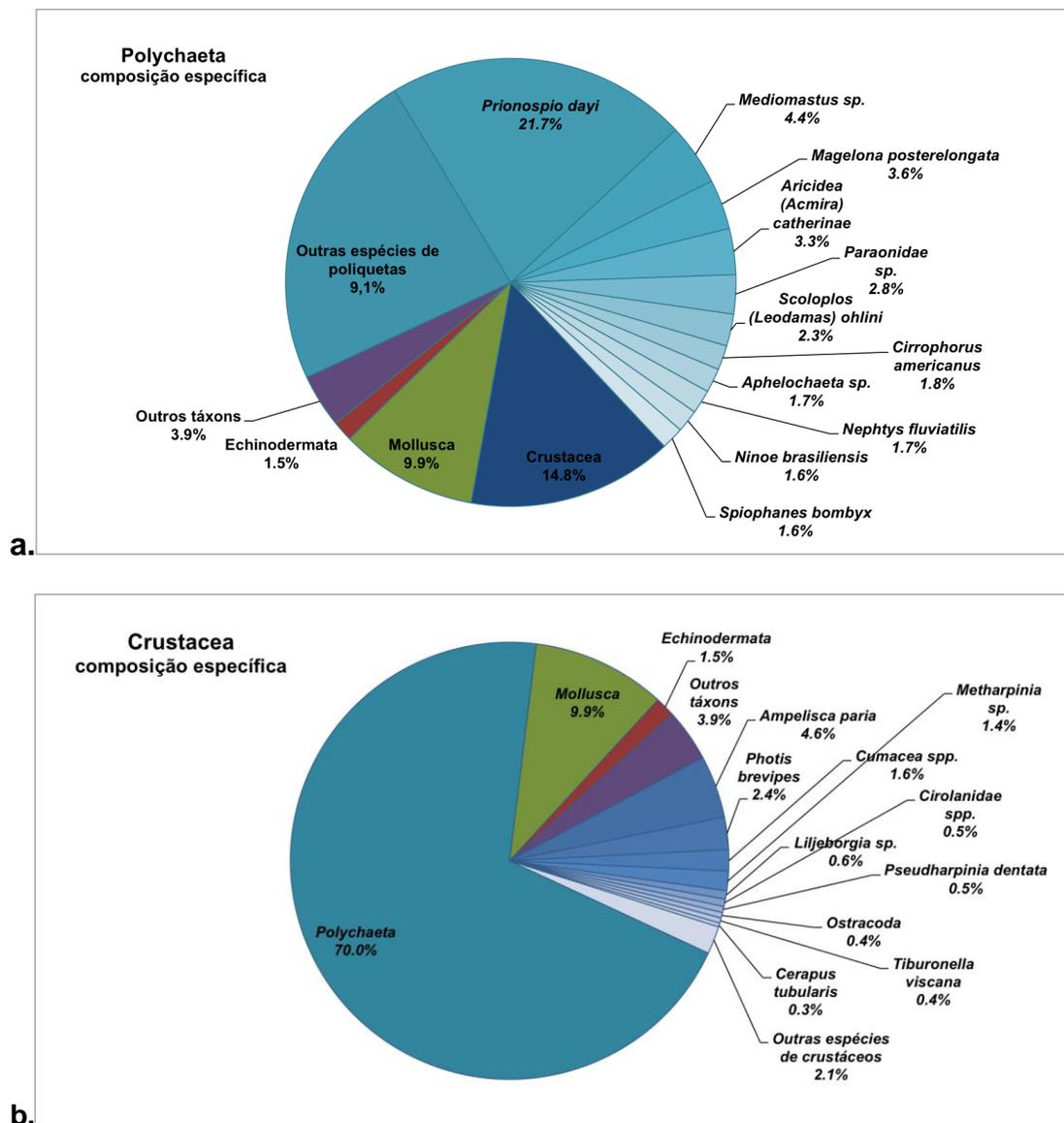


Figura 17.3.3-4 Frequência relativa das principais espécies de (a.) Polychaeta e (b.) Crustacea da Campanha de janeiro de 2013 (9ª Campanha).

A análise SIMPER (porcentagem de contribuição das principais espécies na campanha) indicou *Prionospio dayi* como o organismo mais representativo da Campanha de janeiro de 2013 (8,9%), por ser a espécie relativamente mais constante e abundante na maioria dos pontos amostrados. Pelo mesmo motivo, seguem como os organismos mais representativos desta campanha o bivalve

*Abra lioica*, o poliqueta *Mediomastus* sp. e o anfípode *Ampelisca paria*, nesta ordem (Tabela 17.3.3-2).

Tabela 17.3.3-2. Abundância média (ind.0,05 m<sup>-2</sup>) das principais espécies responsáveis pela distinção entre os pontos de coleta da Campanha de janeiro de 2013, ordenados de acordo com os resultados da análise SIMPER.

Espécies	Abundância Média	Similaridade Média	Sim/DP	% Contribuição	% Cumulativa
<i>Prionospio dayi</i>	10,24	2,42	0,61	8,9	8,9
<i>Abra lioica</i>	5,9	2,05	0,86	7,55	16,45
<i>Mediomastus</i> sp.	5,62	1,84	0,86	6,76	23,21
<i>Ampelisca paria</i>	5,5	1,82	0,75	6,69	29,9
<i>Magelona posterelongata</i>	4,82	1,58	0,69	5,81	35,71
Nemertea sp. 3	4,26	1,26	0,73	4,64	40,35
<i>Aricidea (Acmira) catherinae</i>	4,31	1,13	0,65	4,17	44,52
<i>Scoloplos (Leodamas) ohlini</i>	3,66	0,95	0,58	3,49	48,01
<i>Photis brevipes</i>	3,55	0,91	0,52	3,34	51,34
<i>Angulus versicolor</i>	3,12	0,76	0,51	2,8	54,14
<i>Nephtys fluviatilis</i>	3,01	0,73	0,51	2,7	56,84
<i>Cirrophorus americanus</i>	2,99	0,66	0,48	2,44	59,29
<i>Cumacea</i> spp.	2,8	0,66	0,45	2,44	61,72
<i>Lumbrineris januarii</i>	2,4	0,64	0,49	2,36	64,08
<i>Aphelochaeta</i> sp.	2,88	0,61	0,48	2,23	66,31
<i>Neanthes bruaca</i>	2,55	0,58	0,44	2,14	68,46
<i>Ninoe brasiliensis</i>	2,57	0,55	0,38	2,02	70,47
<i>Metharpinia</i> sp.	2,4	0,52	0,38	1,9	72,37
<i>Lumbrineris tetraura</i>	2,6	0,48	0,41	1,77	74,15
<i>Magelona variolamellata</i>	2,15	0,45	0,38	1,67	75,82
<i>Orbinia</i> sp.	2,26	0,45	0,42	1,66	77,48
<i>Aricidea (Allia) albatrossae</i>	2,05	0,41	0,36	1,5	78,97
<i>Sigambra grubii</i>	2,24	0,39	0,34	1,43	80,41
<i>Fimbristhenelais marianae</i>	2,03	0,37	0,38	1,37	81,78
<i>Natica</i> sp. 1	1,81	0,36	0,35	1,34	83,12
<i>Paraonidae</i> sp.	2,73	0,34	0,25	1,25	84,37
<i>Parandalia americana</i>	1,79	0,31	0,29	1,14	85,52
<i>Globivenus rigida</i>	1,78	0,28	0,34	1,02	86,54
Ophiuroidea NI (juvenil)	1,8	0,28	0,3	1,01	87,55
<i>Armandia</i> sp.	2,33	0,26	0,28	0,96	88,51
Nemertea sp. 12	1,43	0,22	0,29	0,79	89,31
<i>Spiophanes bombyx</i>	1,96	0,19	0,22	0,7	90,01

Em relação aos descritores ecológicos, o número médio de espécies foi maior nos pontos PS-Q6, PS-Q1, PS-Ad3 e PS-Ad7, apresentando cada um mais de 29 espécies. Já o ponto PS-Q9 apresentou a menor riqueza, apresentando cerca de 10 espécies (Figura 17.3.3-5).

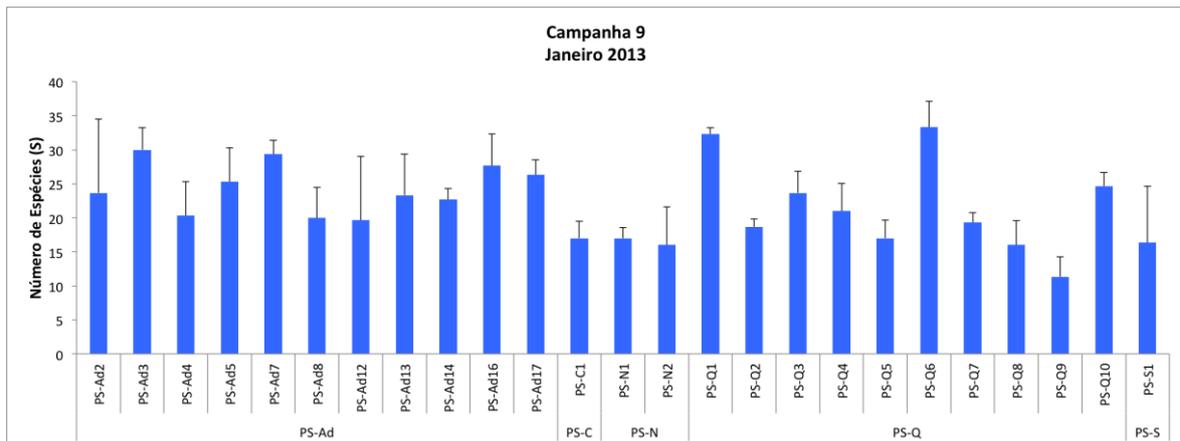


Figura 17.3.3-5. Riqueza (S) das amostras da macrofauna bentônica da Campanha de janeiro de 2013 (9ª Campanha). Linhas verticais representam o erro padrão.

Em relação à diversidade específica, os pontos de coleta apresentaram índices variando entre 1,5 (PS-Q12) e 3,1 (PS-Q6), o que pode ser considerado um diversidade moderadamente alta. Os menores valores de diversidade ocorreram nos pontos de coleta PS-Ad12, PS-Q2 e PS-Ad13 (1,5; 1,7 e 2,0 respectivamente), sendo que estes correspondem às quadriculas ao norte da quadricula PS-Q8, que estava em uso para a disposição dos sedimentos dragados no Porto de Santos no período da realização da Campanha de janeiro de 2013 (Figura 17.3.3-6).

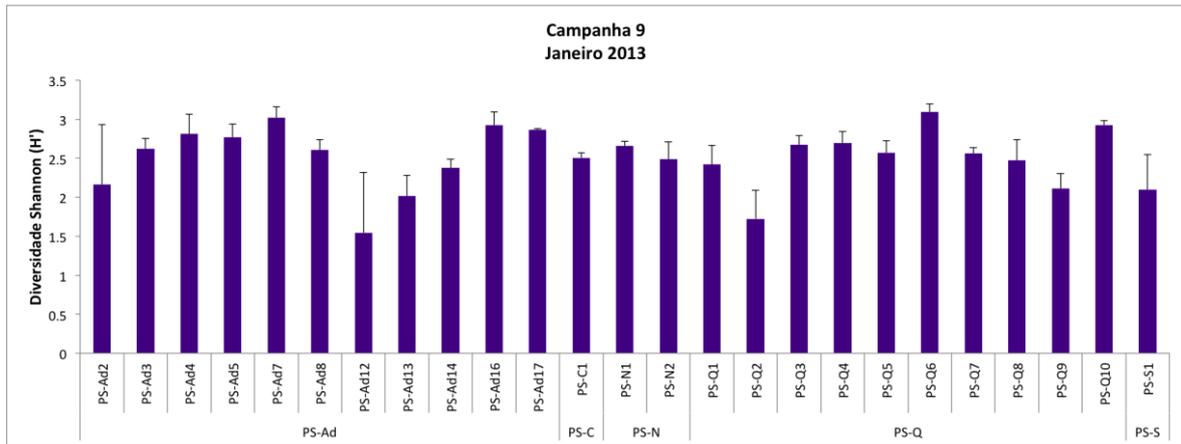


Figura 17.3.3-6. Diversidade específica ( $H'$ ) das amostras da macrofauna bentônica da Campanha de janeiro de 2013 (9ª Campanha). Linhas verticais representam o erro padrão.

Em termos de distribuição das espécies em cada ponto de amostragem (equitatividade), os pontos PS-Q2, PS-Ad13 e PS-Ad12 apresentaram os valores mais baixos de equitatividade ( $J' = 0,59$ ;  $0,64$ ; e  $0,68$ , respectivamente) (Figura 17.3.3-7) devido à dominância de uma única espécie, o poliqueta *Prionospio dayi*, nestas amostras. A maior parte dos pontos de coleta mantiveram um valor médio de  $J'$  acima de  $0,8$  (Figura 17.3.3-7).

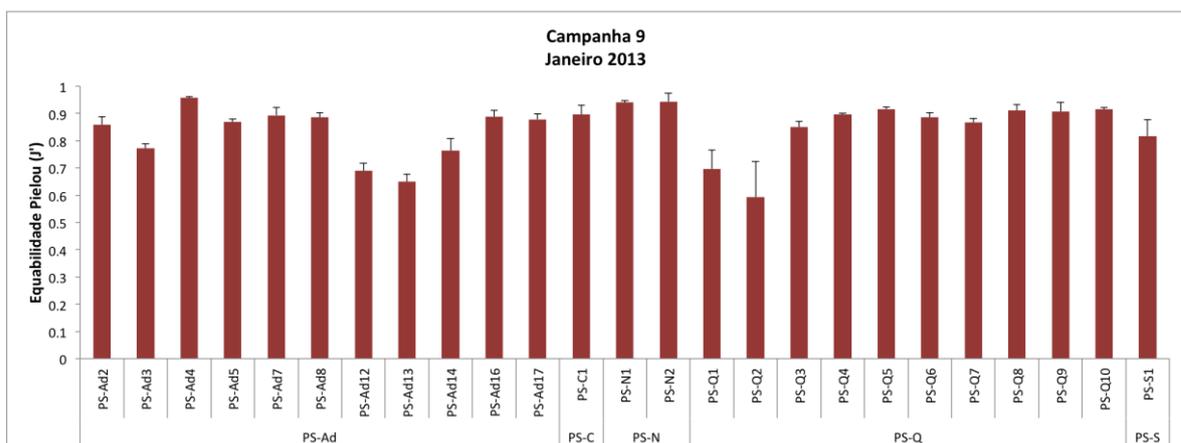


Figura 17.3.3-7. Equitabilidade ( $J'$ ) das amostras da macrofauna bentônica da Campanha de janeiro de 2013 (9ª Campanha). Linhas verticais representam o erro padrão.

Levando em conta o conjunto dos resultados dos índices de diversidade apresentados, pode-se supor que o descarte de sedimento afetou a comunidade

bentônica através da diminuição da diversidade observada nas quadrículas ao norte (N, NE e NW) da quadrícula de disposição em uso (Q8). Isto provavelmente se dá por mortalidade devido ao soterramento, que diminui o número de indivíduos da macrofauna bentônica, causa o desaparecimento de espécies mais sensíveis e favorece a dominância numérica de espécies mais resistentes e/ou oportunistas, notoriamente de poliquetas.

Apesar dos impactos da disposição de sedimento nas quadrículas do PDO, a área do monitoramento pode ser considerada medianamente homogênea quanto à composição da comunidade bentônica, com leves diferenças entre os 25 pontos amostrados (ANOSIM:  $R= 0,473$ ,  $p=0,1\%$ ) (Figura 17.3.3-8a). Se analisadas as áreas PS-Q, PS-Ad, PS-N, PS-S e PS-C, o valor de  $R= 0,300$  ( $p=0,1\%$ ) indica que as áreas são internamente homogêneas e que a variação da fauna é explicada numa escala menor que esta, excluindo a hipótese de que a área de disposição é diferente (impactada) em relação às demais (Figura 17.3.3-8b). Muito provavelmente, o fator regulador da composição e abundância da fauna na região estudada está presente no eixo oeste-sudoeste a leste-nordeste (WSW-ENE) e é altamente influenciado pelas mudanças de profundidade e das características físicas do sedimento (granulométricas).

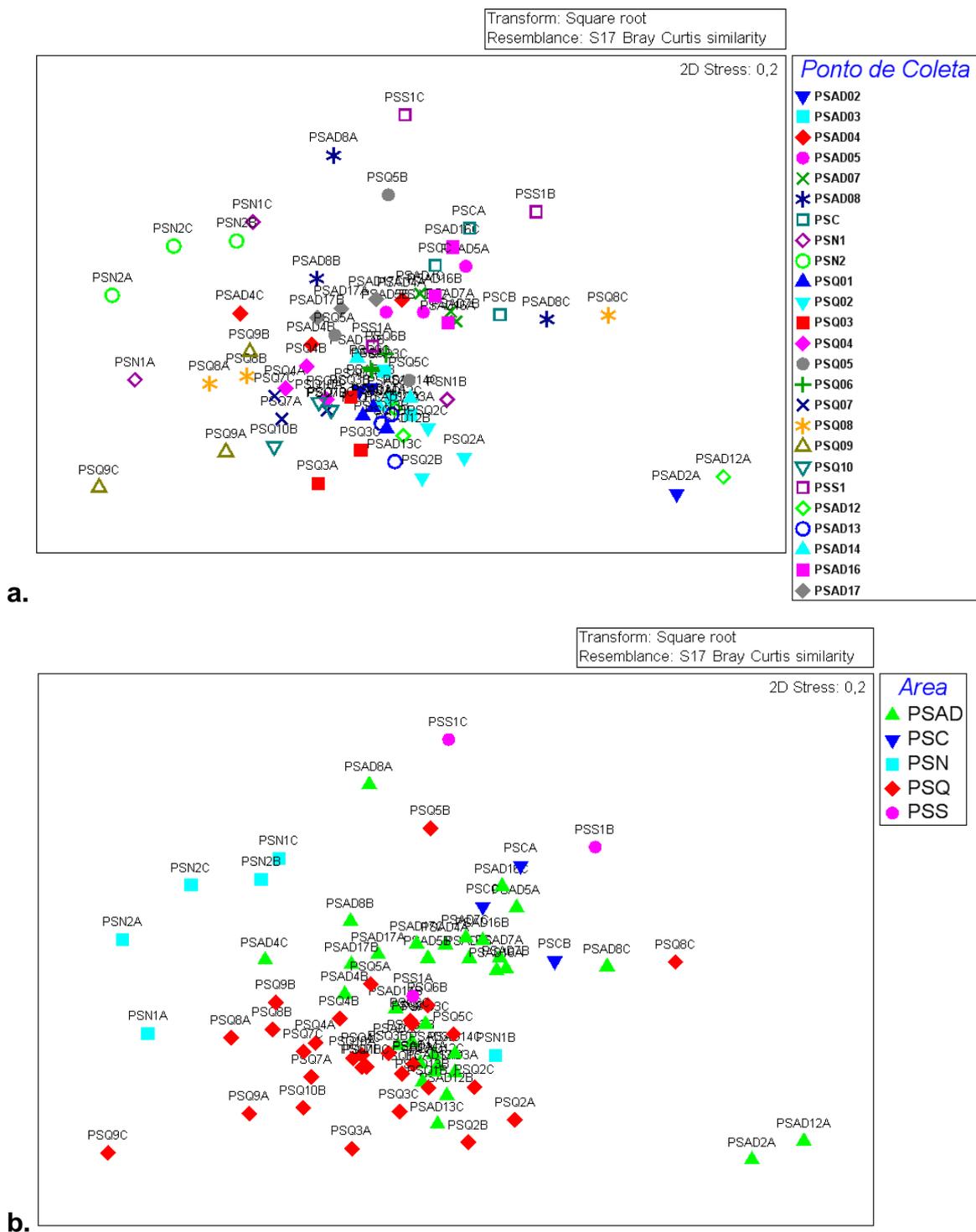


Figura 17.3.3-8. Escalonamento não-métrico multidimensional (n-MDS), referente à Campanha de janeiro de 2013 (9ª Campanha), comparando: (a.) pontos de coleta e (b.) áreas de coleta.

### **Campanha de abril de 2013 (10ª Campanha)**

As amostras para avaliação da macrofauna bentônica referentes à Campanha de abril de 2013 foram coletadas nos dias 22 e 23 do referido mês. Nesta campanha foram coletadas no Polígono de Disposição Oceânica (PDO) amostras da macrofauna bentônica em 21 pontos de coleta, totalizando 63 amostras, onde foram encontrados 1.424 indivíduos. A abundância da macrofauna diminuiu em relação às duas campanhas anteriores, sendo de 1.486 indivíduos, em novembro de 2011, passando para 1.795 indivíduos, em março de 2012, 2.547 indivíduos, em junho de 2012, 4.622 indivíduos em janeiro de 2013 e, finalmente, para 1.424 indivíduos na presente campanha.

Os poliquetas continuaram a dominar a comunidade, assim como em campanhas anteriores, representando 72,8% de todos os indivíduos coletados, com 1.037 indivíduos. O segundo grupo mais abundante foi Crustacea, com 157 indivíduos, representando 11% do total. Molluca apresentou um número de indivíduos muito próximo ao de Crustacea (155 indivíduos). Juntos, esses três grupos somaram 94,7% da abundância total da macrofauna (Figura 17.3.3-9). Foram encontrados apenas 19 indivíduos do grupo Echinodermata, o que representou 1,3% do total. Outros grupos faunísticos mais raros nas amostras foram Cnidaria, Nemertea, Sipuncula, Cephalochordata e Bryozoa, que contribuíram com 3,9% do total de indivíduos desta campanha (Figura 17.3.3-9).

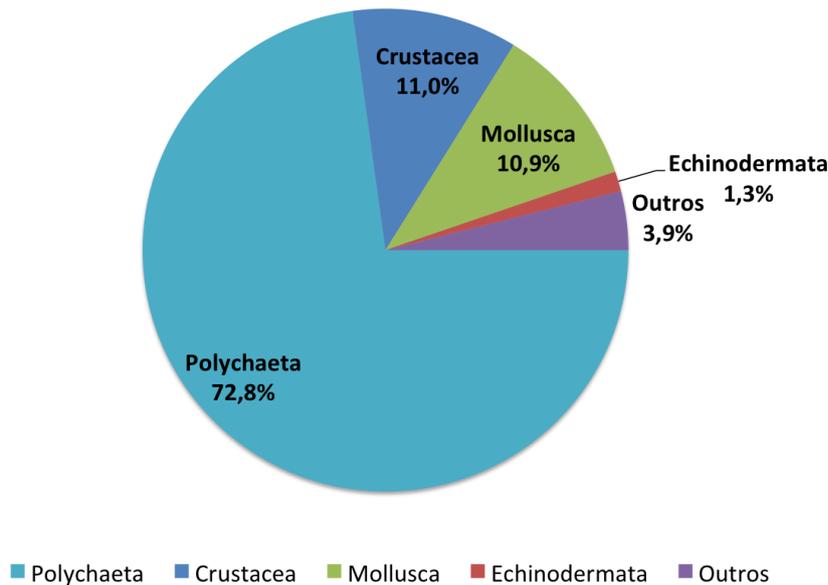


Figura 17.3.3-9. Frequência relativa dos principais grupos da macrofauna bentônica da Campanha de abril de 2013 (10ª Campanha). Outros = Cnidaria, Nemertea, Sipuncula, Cephalochordata e Bryozoa.

De modo geral, a densidade de organismo desta campanha foi reduzida, ficando a média geral ao redor de 452 ind.m<sup>-2</sup>. Os pontos com as maiores densidades foram PS-Q6, com 806,7 ind.m<sup>-2</sup>, PS-S1, com 640,0 ind.m<sup>-2</sup>, PS-Ad5, com 620,0 ind.m<sup>-2</sup>, PS-C1, com 620,0 ind.m<sup>-2</sup>, e PS-Ad2, com 560,0 ind.m<sup>-2</sup> (Figura 17.3.3-10). A menor densidade ocorreu em PS-Ad3, com 220,0 ind.m<sup>-2</sup>.

Os pontos de coleta das quadrículas da área de disposição (PS-Q) apresentaram densidades com média próxima a 438,6 ind.m<sup>-2</sup>, enquanto os pontos das quadrículas adjacentes (PS-Ad) alcançaram uma média de 451,4 ind.m<sup>-2</sup> (Figura 17.3.3-10). A maior abundância entre os pontos PS-Ad ocorreu em PS-Ad5 (620,0 ind.m<sup>-2</sup>) e a menor abundância em PS-Ad3, com 220,0 ind.m<sup>-2</sup> (Figura 17.3.3-10).

Os pontos mais afastados da área de disposição apresentaram altas densidades, sendo que o ponto PS-S1 foi o mais abundante (640 ind.m<sup>-2</sup>). A menor densidade dentre estes pontos ocorreu em PS-N1, com 280,0 ind.m<sup>-2</sup> (Figura 17.3.3-10).

Como em campanha anteriores, a macrofauna neste campanha apresentou uma composição típica da macrofauna bentônica de fundos não consolidados,

com Polychaeta sendo o táxon mais abundante na maioria dos pontos de coleta. A exceção ocorreu no ponto de coleta PS-N2, onde Crustacea foi dominante (Figura 17.3.3-11). Os crustáceos foram o segundo grupo mais comum, mas Mollusca alcançou uma representatividade muito próxima ou, até mesmo, superando os crustáceos como o segundo grupo mais abundante em alguns pontos (e.g. PS-Q4, PS-Q5, PS-Ad4 e PS-S1).

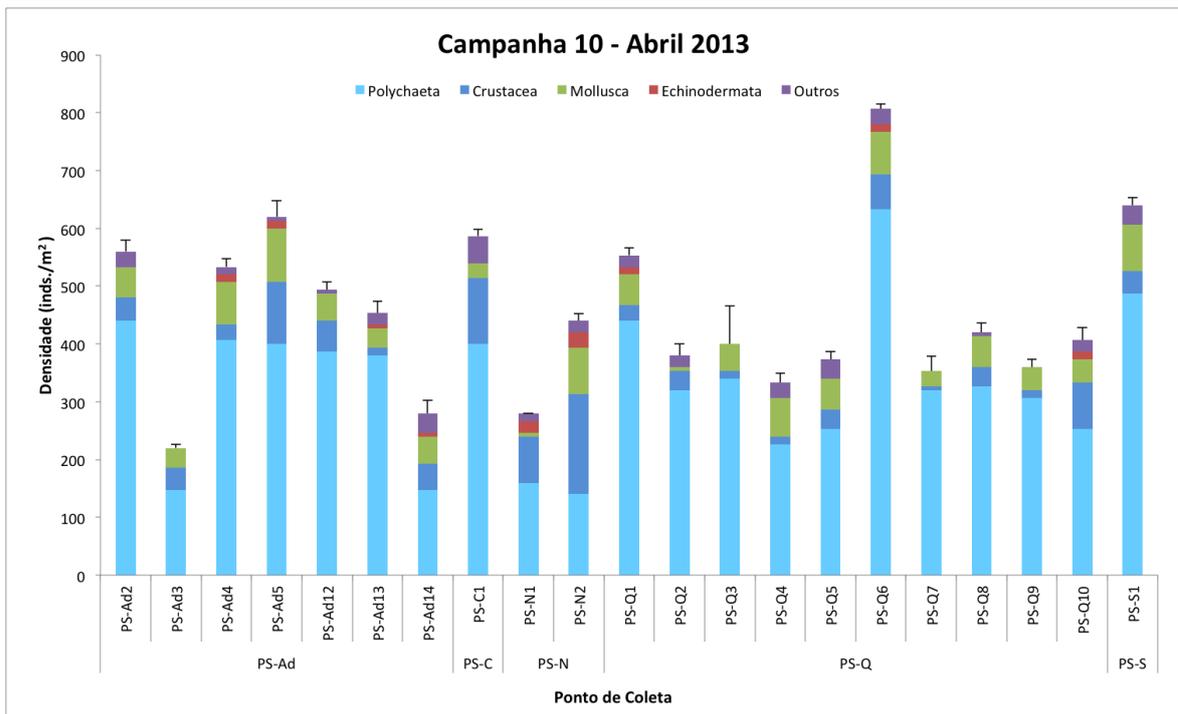


Figura 17.3.3-10. Densidade média (ind.m<sup>-2</sup>) dos principais grupos da macrofauna bentônica da Campanha de abril de 2013 (10ª Campanha). Outros = Cnidaria, Nemertea, Sipuncula, Cephalochordata e Bryozoa. Linhas verticais indicam o erro padrão.

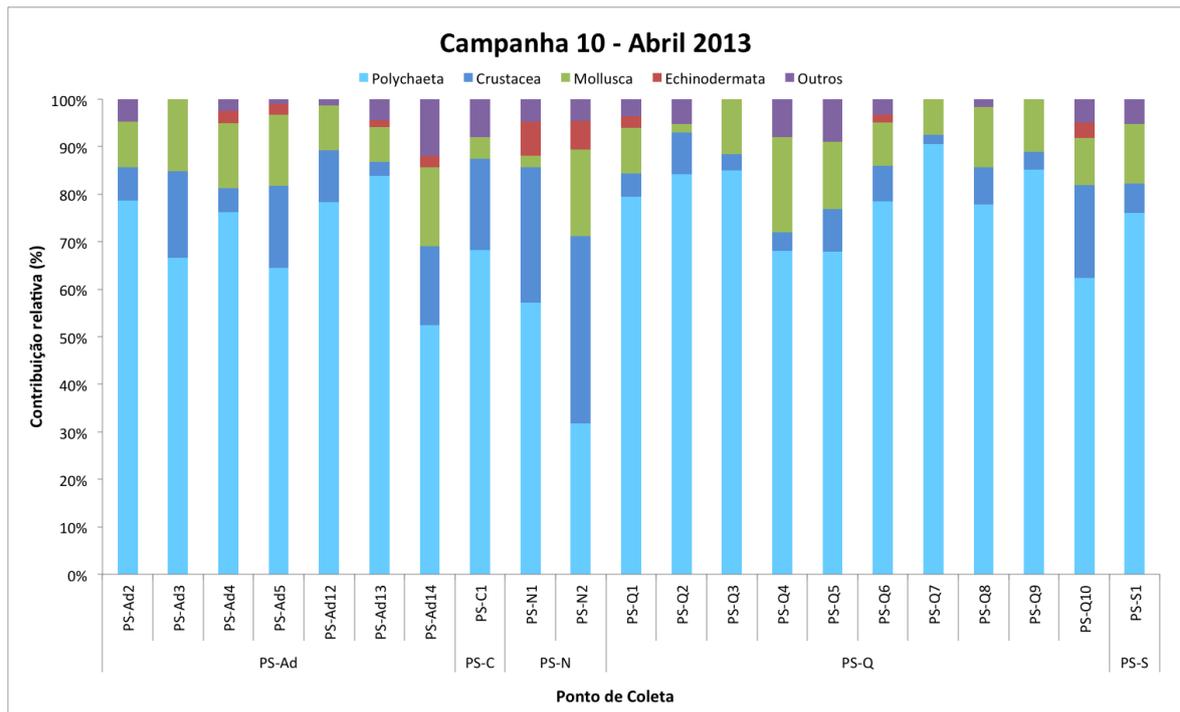


Figura 17.3.3-11. Densidade relativa dos principais grupos da macrofauna bentônica da Campanha de abril de 2013 (10ª Campanha). Outros = Cnidaria, Nemertea, Sipuncula, Cephalochordata e Bryozoa.

Em relação aos Polychaeta, houve uma distribuição mais equitativa entre 11 espécies. Destas, apenas *Magelona posterolongata* se destacou, com 9,1% do total de indivíduos coletados (Figura 17.3.3-12a). As outras 10 espécies ocorreram com frequências entre 2,9 e 7,4% do total (Figura 17.3.3-12a).

O número de crustáceos e moluscos foi muito semelhante nesta campanha (Figura 17.3.3-9), fato pouco comum neste tipo de comunidade bentônica. Desde o início do monitoramento em 2010, apenas na Campanha de junho de 2012 os moluscos superaram os crustáceos em número. O crustáceo mais comum foi *Ampelisca parva*, que representou 2,4% do total de indivíduos coletados e 21,7 de todos os crustáceos amostrados nesta campanha (Figura 17.3.3-12b). Esta espécie de anfípode foi comumente registrada nas amostras e é muito comum na área (Santos, 2004; Waiteman, 2009).

Os moluscos foram bem representados, contribuindo com 10,9 % do total de indivíduos coletados (Figura 17.3.3-9). O bivalves *Angulus versicolor* representou

2,2% do total da campanha (20% dos moluscos) e o gastrópode *Olivella defioerei* correspondeu a 1,8% do total (16,8% dos moluscos) (Figura 17.3.3-12c).

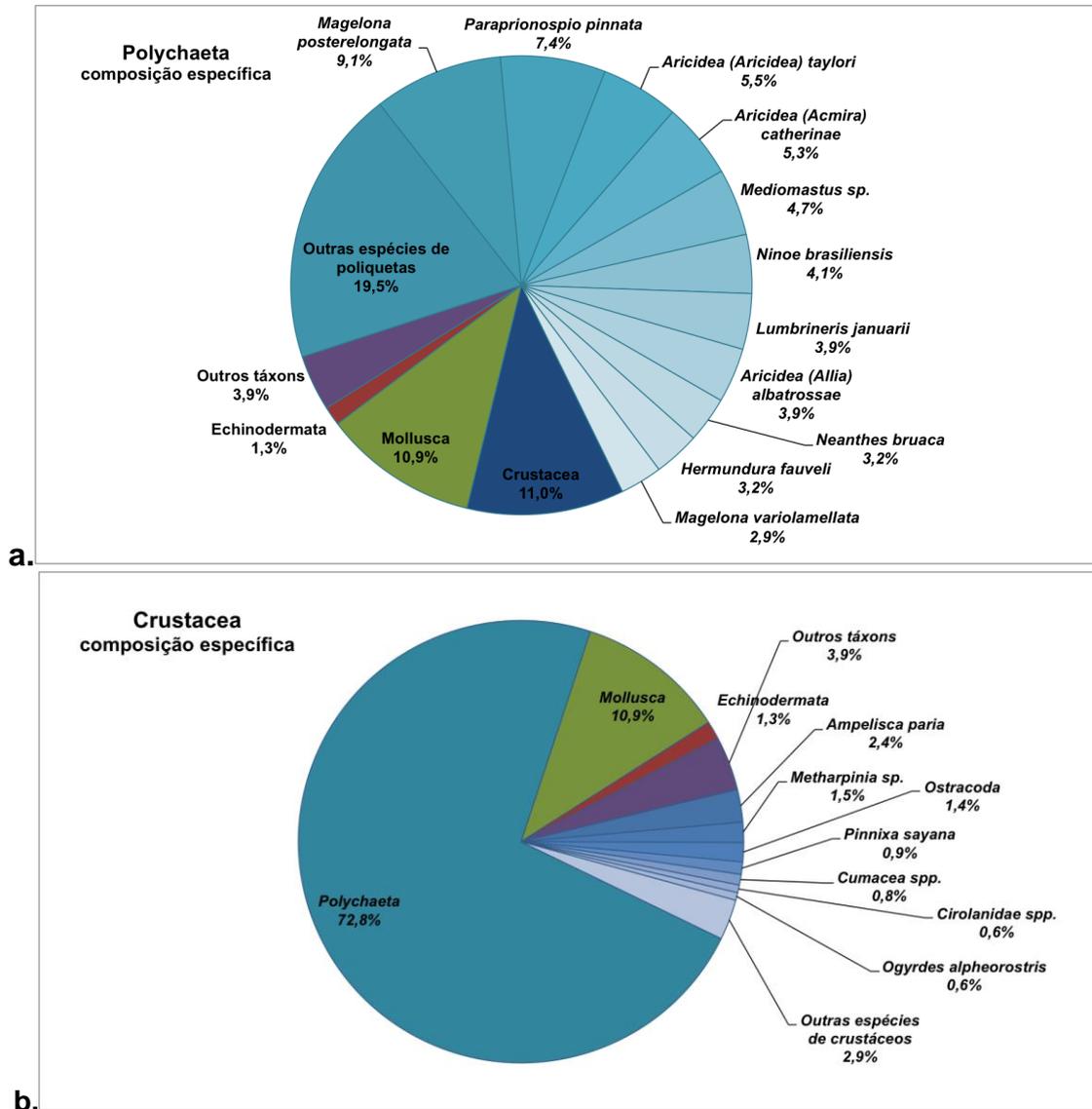


Figura 17.3.3-12. Frequência relativa das principais espécies de (a.) Polychaeta, (b.) Crustacea e (c.) Mollusca da Campanha de abril de 2013 (10ª Campanha).

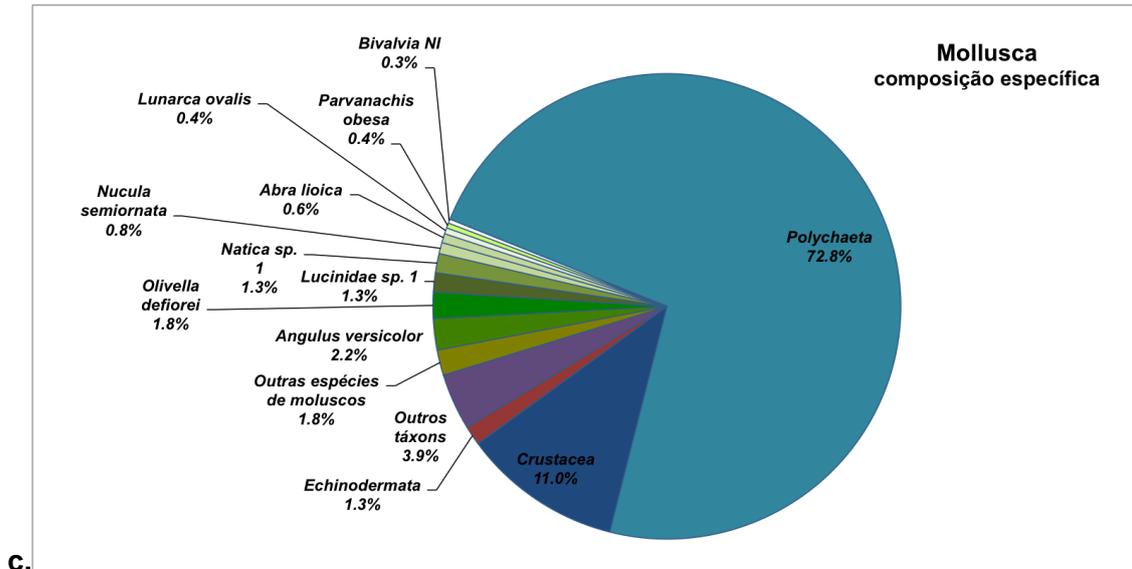


Figura 17.3.3-12. (continuação) Frequência relativa das principais espécies de (a.) Polychaeta, (b.) Crustacea e (c.) Mollusca da Campanha de abril de 2013 (10ª Campanha).

A análise SIMPER (porcentagem de contribuição das principais espécies na campanha) indicou a espécie *Magelona posterolongata* como o organismo mais representativo desta campanha (13,36%), por ser a espécie mais constante e relativamente abundante em todos os pontos amostrados. Pelo mesmo motivo, seguem como os organismos mais representativos desta campanha os poliquetas *Prionospio pinnata*, *Aricidea (A.) catharinae*, *Lumbrinereis januarii*, *Ninoe brasiliensis* e *Neanthes bruaca*, nesta ordem (Tabela 17.3.3-3).

Tabela 17.3.3-3. Abundância média (ind.0,05 m<sup>-2</sup>) das principais espécies responsáveis pela distinção entre os pontos de coleta da Campanha de abril de 2013, ordenados de acordo com os resultados da análise SIMPER.

Espécies	Abundância Média	Similaridade Média	Sim/DP	% Contribuição	% Cumulativa
<i>Magelona posterelongata</i>	4,62	3,03	0,64	13,36	13,36
<i>Prionospio pinnata</i>	3,93	2,07	0,5	9,13	22,49
<i>Aricidea (Acmira) catherinae</i>	3,41	1,86	0,58	8,21	30,69
<i>Lumbrineris januarii</i>	2,79	1,56	0,5	6,87	37,56
<i>Ninoe brasiliensis</i>	2,77	1,45	0,43	6,39	43,96
<i>Neanthes bruaca</i>	2,4	1,17	0,44	5,17	49,13
<i>Magelona variolamellata</i>	2,32	1,11	0,47	4,91	54,04
<i>Hermundura fauveli</i>	2,28	1,09	0,43	4,81	58,84
<i>Aricidea (Aricidea) taylori</i>	2,94	1,06	0,41	4,67	63,52
<i>Goniada maculata</i>	1,73	0,7	0,33	3,09	66,6
<i>Aricidea (Allia) albatrossae</i>	2,23	0,69	0,33	3,05	69,66
<i>Scoloplos (Leodamas) rubra</i>	1,88	0,69	0,31	3,04	72,7
<i>Olivella deflorei</i>	1,58	0,65	0,32	2,89	75,58
<i>Angulus versicolor</i>	1,65	0,59	0,29	2,59	78,17
<i>Mediomastus sp.</i>	2,34	0,55	0,3	2,43	80,6
<i>Ampelisca paria</i>	1,64	0,48	0,26	2,13	82,73
Lucinidae sp. 1	1,22	0,38	0,25	1,65	84,38
<i>Metharpinia sp.</i>	1,23	0,36	0,22	1,58	85,97
<i>Natica sp. 1</i>	1,22	0,36	0,25	1,58	87,55
<i>Sigambra grubii</i>	1,25	0,35	0,25	1,54	89,09
Ostracoda	1,2	0,28	0,24	1,23	90,32

Em relação aos descritores ecológicos, o número médio de espécies foi maior nos pontos PS-Q6, PS-Ad4, PS-S1 e PS-N2, apresentando 15 ou mais espécies cada um. Já o ponto PS-Q2 apresentou a menor riqueza, com 5 espécies em média (Figura 17.3.3-13).

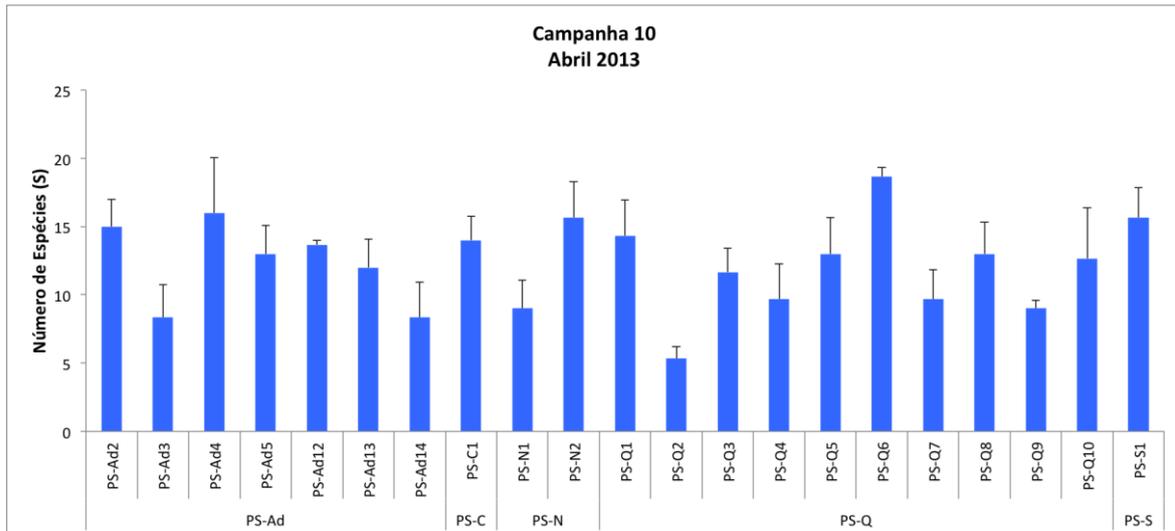


Figura 17.3.3-13. Riqueza (S) das amostras da macrofauna bentônica da Campanha de abril de 2013 (10ª Campanha). Linhas verticais representam o erro padrão.

Em relação à diversidade específica, os pontos de coleta apresentaram índices com média variando entre 1,0 (PS-Q2) e 2,7 (PS-Q6). No ponto da quadrícula Q3 (PS-Q3), que estava sendo utilizada para disposição de sedimentos dragados no período da realização da Campanha de abril de 2013, a diversidade foi de 2,2 bits ind.<sup>-1</sup>, mesmo valor da média geral desta campanha que foi também de 2,2 bits ind.<sup>-1</sup> (Figura 17.3.3-14).

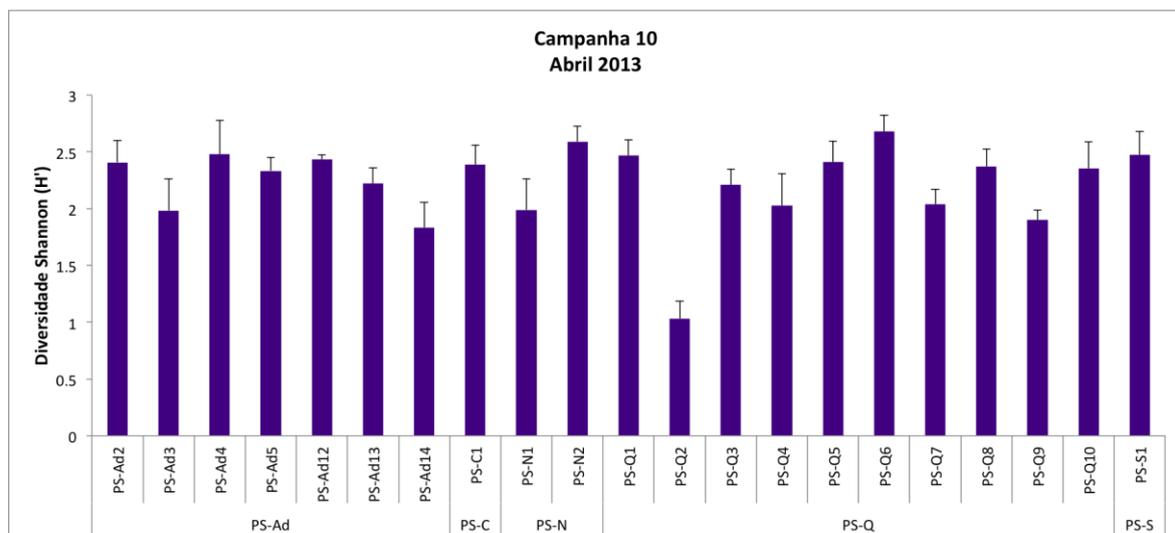


Figura 17.3.3-14. Diversidade específica (H') das amostras da macrofauna bentônica da Campanha de abril de 2013 (10ª Campanha). Linhas verticais representam o erro padrão.

Em termos de distribuição das espécies em cada ponto de amostragem (equitatividade), o ponto PS-Q2 apresentou o menor valor de equitatividade ( $J'=0,6$ ) (Figura 17.3.3-15), devido à dominância de uma única espécie de poliqueta *Parapriospio pinnata*. Os demais pontos de coleta mantiveram um valor médio de  $J'$  acima de 0,9 (Figura 17.3.3-15).

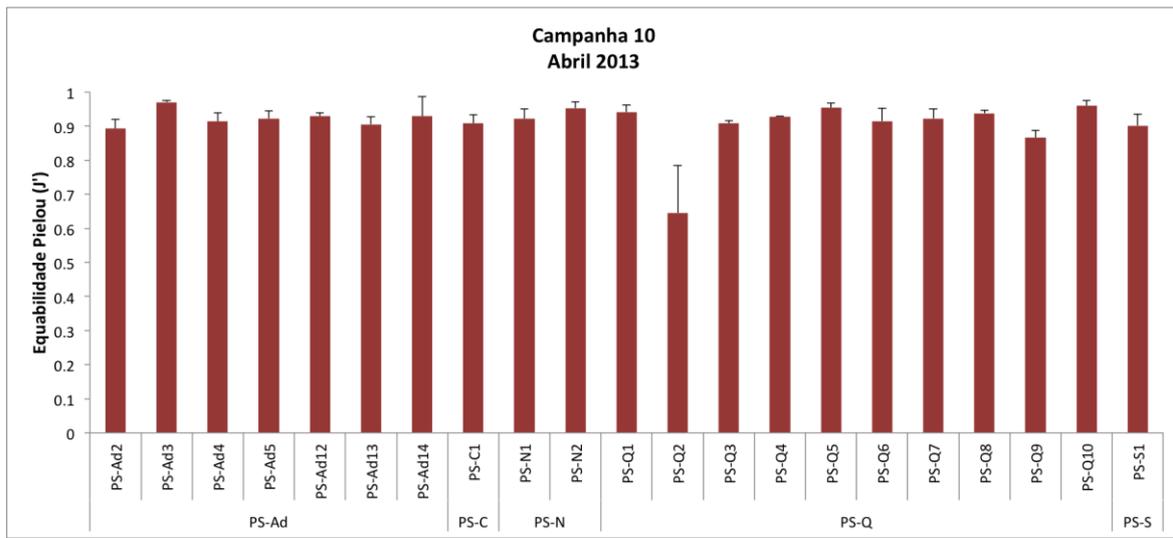


Figura 17.3.3-15. Equitabilidade ( $J'$ ) das amostras da macrofauna bentônica da Campanha de abril de 2013 (10ª Campanha). Linhas verticais representam o erro padrão.

Levando em conta o conjunto dos resultados dos índices de diversidade acima apresentados, observa-se que o descarte de sedimento não parece estar afetando a diversidade na quadrícula Q3 (PS-Q3) utilizada para disposição de sedimentos dragados. No entanto, o efeito deste descarte parece estar ocorrendo na quadrícula Q2 (PS-Q2), que apresentou diminuição desses descritores ecológicos.

Apesar dos impactos quanto à disposição de sedimento nas quadrículas do PDO, a área do monitoramento pode ser considerada medianamente homogênea quanto à composição da comunidade bentônica, com leves diferenças entre os 21 pontos amostrados (ANOSIM:  $R= 0,415$ ,  $p=0,1\%$ ) (Figura 17.3.3-16a). Se analisadas as áreas PSQ, PSAd, PSN, PSS e PSC, o valor de  $R= 0,225$  ( $p=0,1\%$ ) indica que as áreas apresentaram leves diferenças entre si quanto à composição da comunidade bentônica, tendendo a ser internamente homogêneas, e que a

variação da fauna é explicada numa escala maior que esta. Contudo, estes resultados excluem a hipótese de que a área de disposição é diferente (impactada) em relação às demais áreas estudadas (Figura 17.3.3-16b). Muito provavelmente, o fator regulador da composição e abundância da fauna coletada está presente no eixo oeste-sudoeste a leste-nordeste (WSW-ENE) e é altamente influenciado pelas mudanças de profundidade e das características físicas do sedimento (granulométricas).

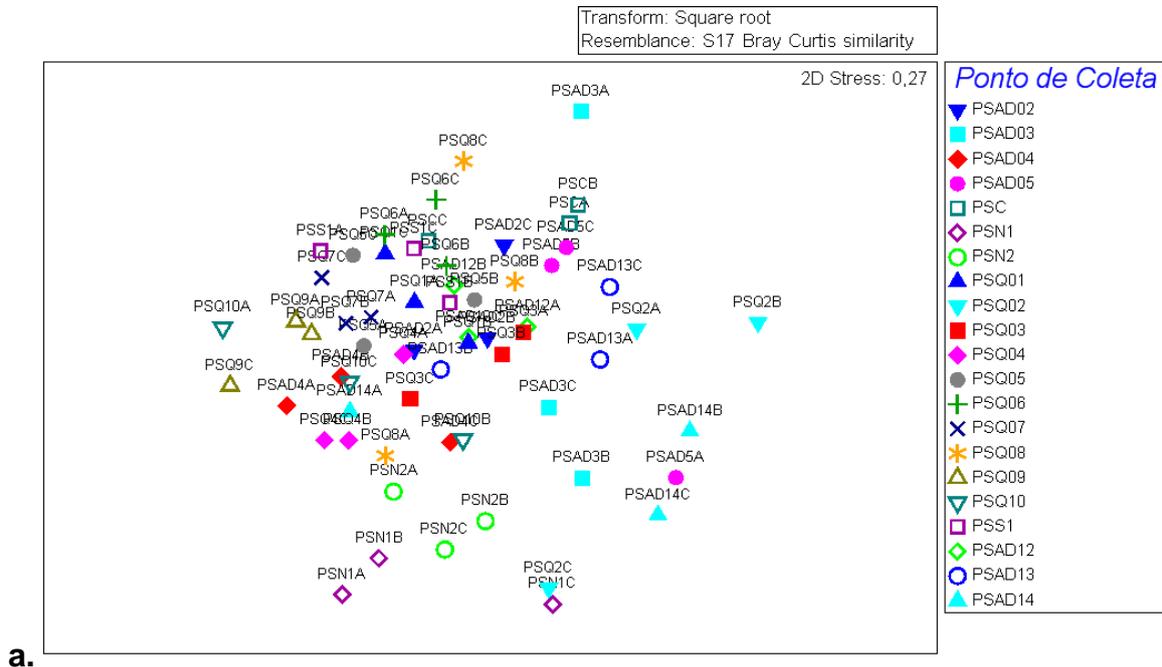


Figura 17.3.3-16. Escalonamento não-métrico multidimensional (n-MDS) referente à Campanha de abril de 2013 (10ª Campanha), comparando: (a.) pontos de coleta e (b.) áreas de coleta.

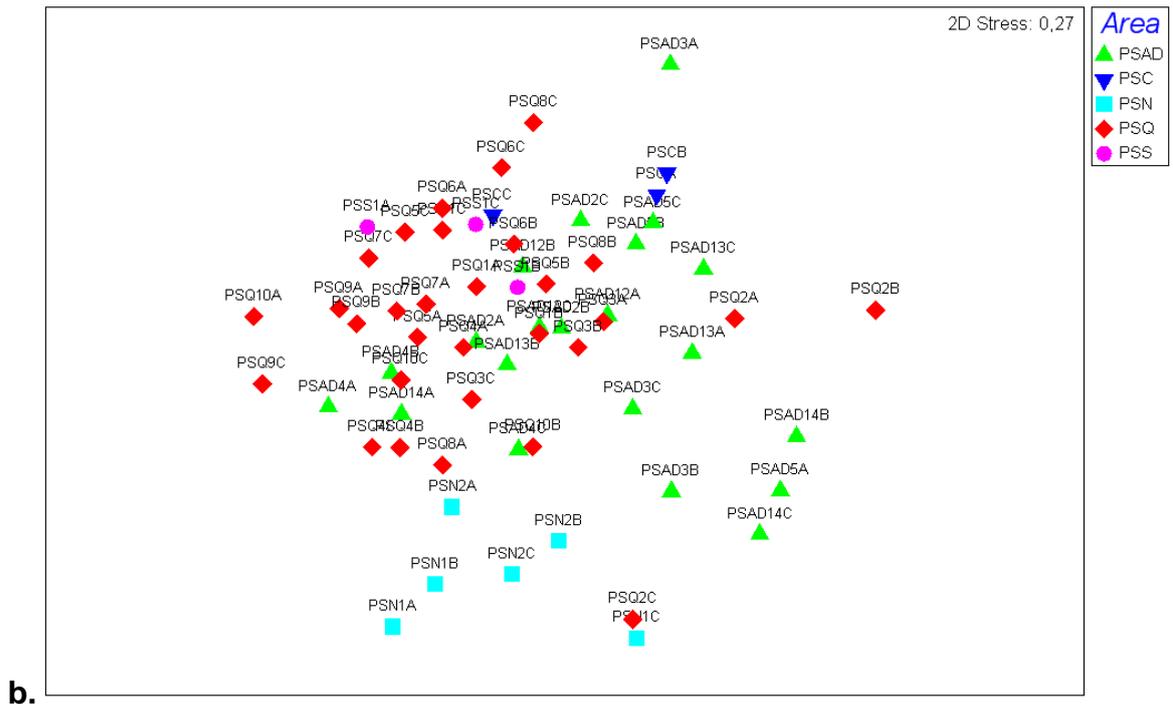


Figura 17.3.3-16. (continuação) Escalonamento não-métrico multidimensional (n-MDS) referente à Campanha de abril de 2013 (10ª Campanha), comparando: (a.) pontos de coleta e (b.) áreas de coleta.

### Campanha de julho de 2013 (11ª Campanha)

As amostras para avaliação da macrofauna bentônica referentes à Campanha de julho de 2013 foram coletadas nos dias 11 e 12 de julho de 2013 e encaminhadas ao laboratório responsável.

Nesta campanha foram coletadas no Polígono de Disposição Oceânica (PDO) amostras da macrofauna bentônica em 19 pontos, totalizando 57 amostras, nas quais foram encontrados 1.705 indivíduos. A abundância da macrofauna aumentou em relação à campanha anterior (abril de 2013), contudo apresenta números modestos em relação a outras campanhas. Na Campanha de novembro de 2011, foram coletados 1.486 indivíduos, número que aumentou para 1.795 indivíduos em março de 2012, 2.547 indivíduos em junho de 2012 e para 4.622 indivíduos em janeiro de 2013. Já em abril de 2013 observou-se um acentuado decréscimo na abundância, com somente 1.424 indivíduos e, em julho de 2013, um aumento para 1.705 indivíduos.

Os poliquetas continuaram a dominar a comunidade, assim como em campanhas anteriores, representando 77,18% de todos os indivíduos coletados, com 1.316 indivíduos. O segundo grupo mais abundante foi Crustacea, com 244 indivíduos, representando 14,31% do total. Houve um decréscimo do grupo Mollusca em relação à Campanha de abril de 2013 (97 contra 155 indivíduos em abril). Juntos, os três grupos somaram 97,18% da abundância total da macrofauna (Figura 17.3.3-17). Foram encontrados apenas 12 indivíduos do grupo Echinodermata, o que representou 0,7% do total. Outros grupos faunísticos mais raros nas amostras foram Cnidaria, Nemertea, Sipuncula, Cephalochordata e Bryozoa, que contribuíram com 2,11% do total de indivíduos desta campanha (Figura 17.3.3-17).

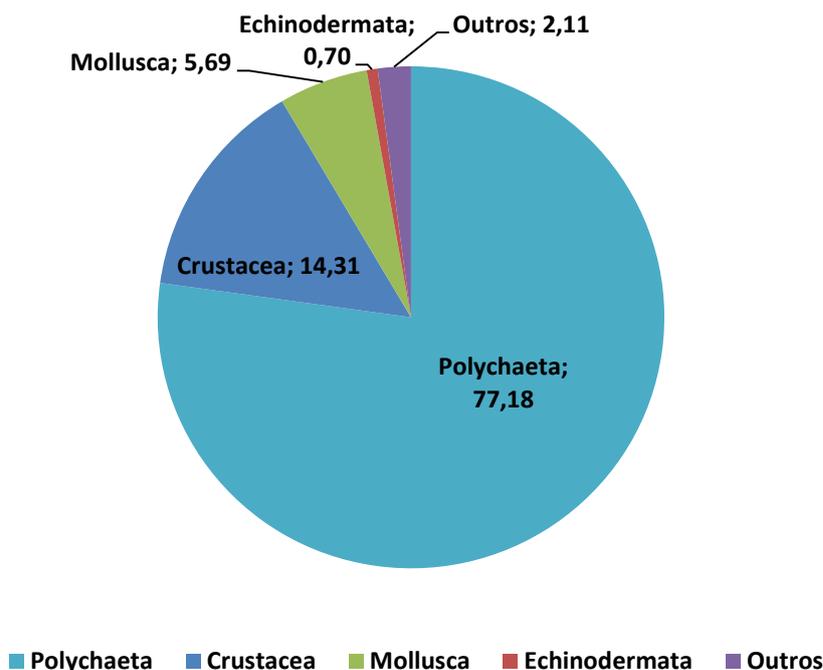


Figura 17.3.3-17. Frequência relativa dos principais grupos da macrofauna bentônica da Campanha de julho de 2013 (11ª Campanha). Outros = Cnidaria, Nemertea, Sipuncula, Cephalochordata e Bryozoa.

De modo geral, a densidade média dos organismo entre os pontos de coleta desta campanha foi de 608,4 ind.m<sup>-2</sup>. Este valor é um pouco acima da média geral obtida neste monitoramento, desde a Campanha de janeiro de 2010 a abril de 2013, de 532,6 ind.m<sup>-2</sup>. Os pontos de coleta com as maiores densidades foram

PS-Ad5, com 1047 ind.m<sup>-2</sup>, PS-Ad16, com 927 ind.m<sup>-2</sup>, PS-Q8, com 860 ind.m<sup>-2</sup>, e PS-Q6, com 840 ind.m<sup>-2</sup> (Figura 17.3.3-18). A menor densidade ocorreu em PS-Q4, com 187 ind.m<sup>-2</sup>.

No geral, os pontos das quadrículas adjacentes à área de disposição apresentaram maiores densidades, com média próxima a 746,7 ind.m<sup>-2</sup> (Figura 17.3.3-18). As maiores abundâncias ocorreram em PS-Ad5 (1047 ind.m<sup>-2</sup>), PS-Ad16 e PS-Ad4. O ponto com a menor abundância foi PS-Ad6, com 513 ind.m<sup>-2</sup> (Figura 17.3.3-18).

Nos pontos das quadrículas de disposição (Q1 a Q10), a abundância média foi menor do que nos pontos das adjacentes, com cerca de 522,7 ind.m<sup>-2</sup>.

Os pontos mais afastados da área de disposição apresentaram densidade um pouco mais baixas, com média para esta campanha de 650 ind.m<sup>-2</sup>. O ponto PS-C foi o mais abundante (760 ind.m<sup>-2</sup>) e a menor densidade ocorreu no ponto PS-S1, com 493 ind.m<sup>-2</sup> (Figura 17.3.3-18).

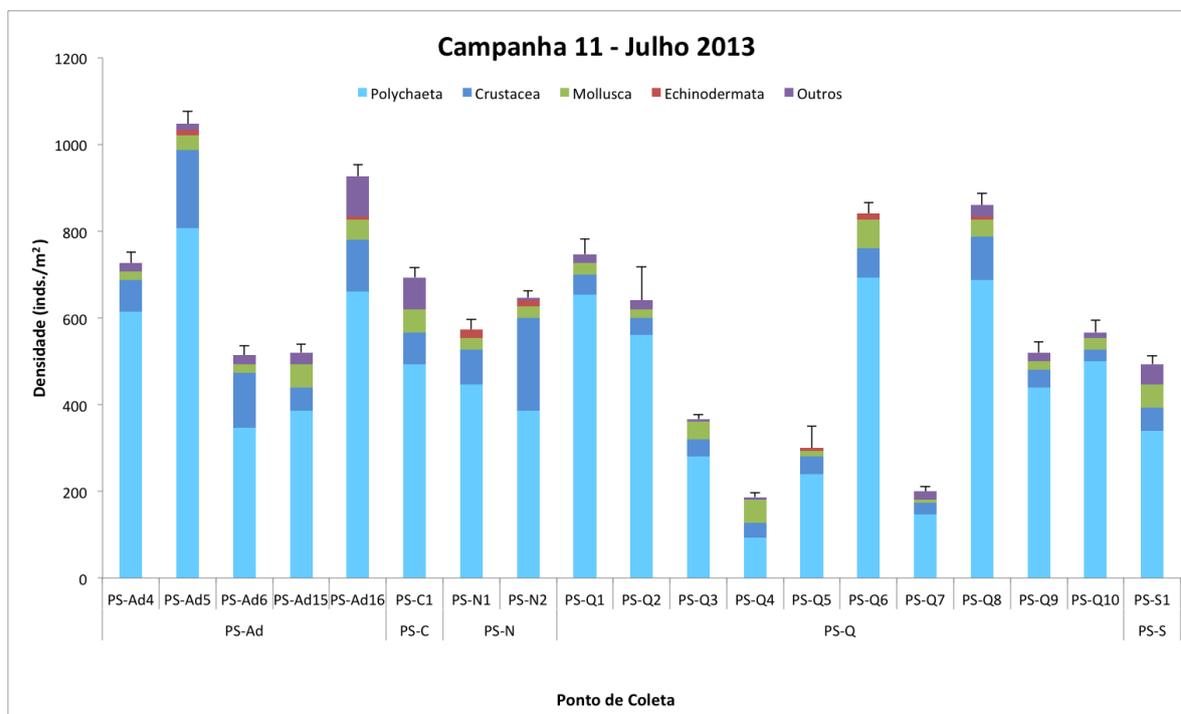


Figura 17.3.3-18. Densidade média (ind.m<sup>-2</sup>) dos principais grupos da macrofauna bentônica da Campanha de julho de 2013 (11ª Campanha). Outros = Cnidaria, Nemertea, Sipuncula, Cephalochordata e Bryozoa. Linhas verticais indicam o erro padrão.

Nesta campanha, assim como em campanha anteriores, a macrofauna foi dominada pelos grupos típicos do bentos de fundos não consolidados. O grupo taxonômico Polychaeta foi o predominante em todos os pontos de coleta (Figuras 17.3.3-18 e 17.3.3-19). Contudo, apesar de Polychaeta ser o grupo dominante, alguns pontos, como PS-N2, PS-Ad5 e PS-Ad6, apresentaram maior contribuição de Crustacea (Figura 17.3.3-19).

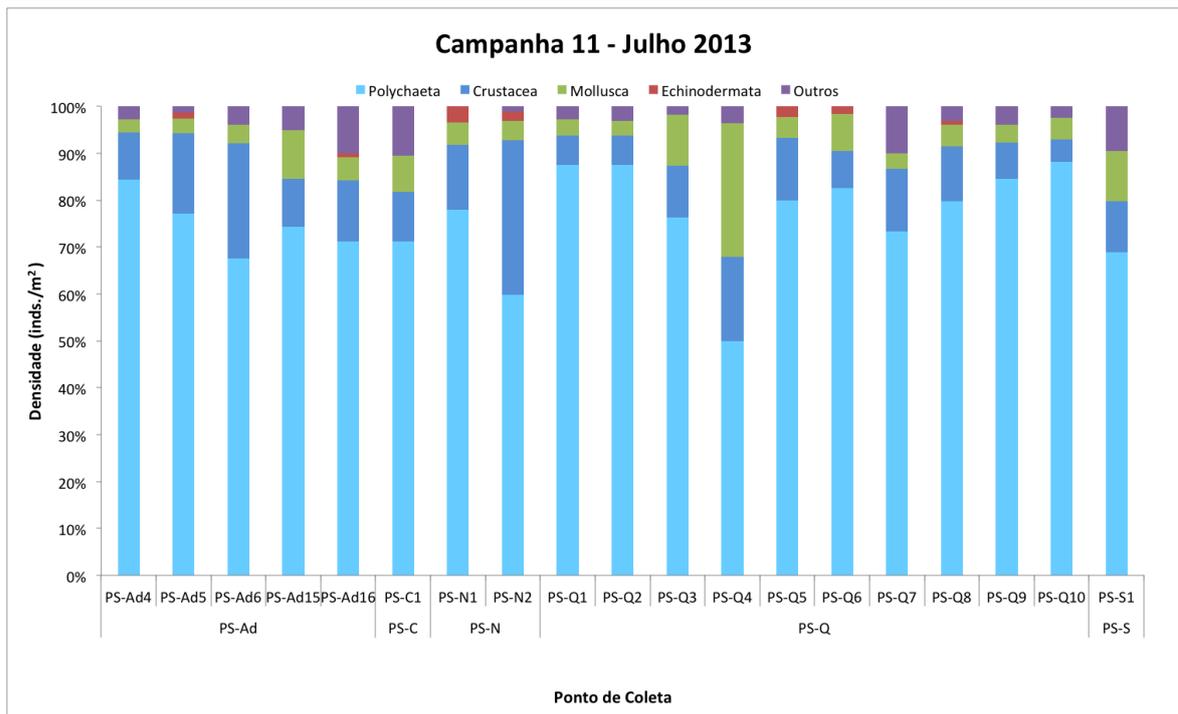


Figura 17.3.3-19. Densidade relativa dos principais grupos da macrofauna bentônica da Campanha de julho de 2013 (11ª Campanha). Outros = Cnidaria, Nemertea, Sipuncula, Cephalochordata e Bryozoa.

Em relação aos Polychaeta, a espécie *Prionospio pinnata* foi a mais abundante, representando 19% do total da macrofauna. Outras 5 espécies apresentaram distribuição mais equitativa, em torno de 4 a 8% do total. Destas, apenas *Mediomastus* sp. se destacou com 8% do total de indivíduos coletados (Figura 17.3.3-20a).

Diferentemente da campanha anterior (abril de 2013), os crustáceos foram bem mais abundantes que os moluscos nesta campanha. O crustáceo mais comum foi *Ampelisca paria*, que representou 4,3% do total de indivíduos

coletados (Figura 17.3.3-20b). Esta espécie de anfípode foi comumente registrada nas amostras e é muito comum na área (Santos, 2004; Waiteman, 2009).

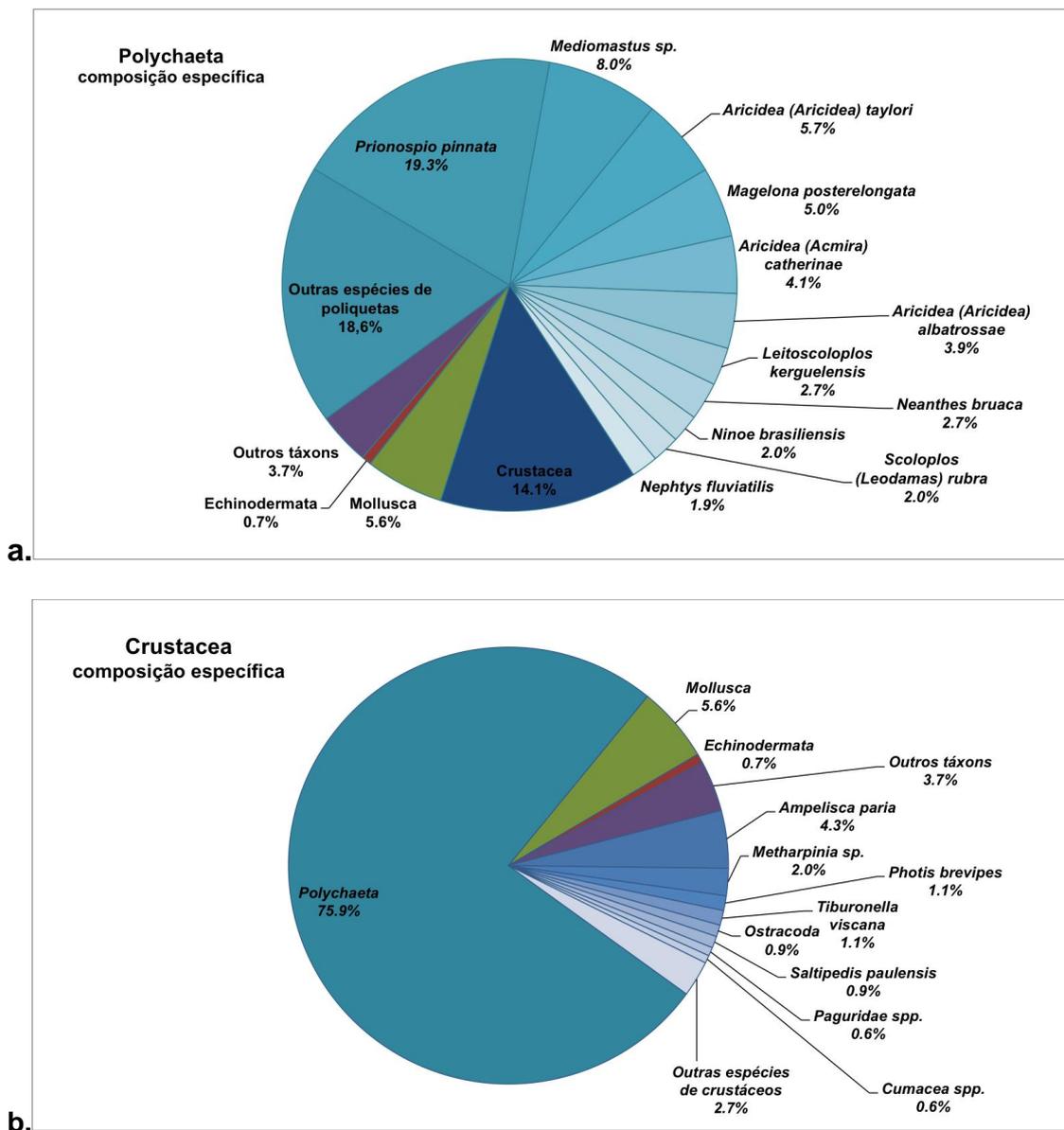


Figura 17.3.3-20 Frequência relativa das principais espécies de (a.) Polychaeta e (b.) Crustacea da Campanha de julho de 2013 (11ª Campanha).

A análise SIMPER (porcentagem de contribuição das principais espécies na campanha) indicou a espécie *Prionospio pinnata* como o organismo mais representativo desta campanha (24,79%), por ser a espécie mais constante e relativamente abundante em todos os pontos amostrados. Pelo mesmo motivo,

seguem como os organismos mais representativos desta campanha os poliquetas *Magelona posterelongata*, *Aricidea (A.) catharinae*, *Ampelisca paria*, *Mediomastus* sp. e *Neanthes bruaca*, nesta ordem (Tabela 17.3.3-4).

Tabela 17.3.3-4. Abundância média (ind.0,05 m<sup>-2</sup>) das principais espécies responsáveis pela distinção entre os pontos de coleta da Campanha de julho de 2013, ordenados de acordo com os resultados da análise SIMPER.

Espécies	Abundância Média	Similaridade Média	Sim/DP	% Contribuição	% Cumulativa
<i>Prionospio pinnata</i>	2,02	6,23	1,16	24,79	24,79
<i>Magelona posterelongata</i>	0,82	1,87	0,53	7,44	32,23
<i>Aricidea (Acmira) catharinae</i>	0,78	1,66	0,58	6,59	38,82
<i>Ampelisca paria</i>	0,75	1,43	0,56	5,67	44,49
<i>Mediomastus</i> sp.	0,94	1,32	0,41	5,26	49,75
<i>Neanthes bruaca</i>	0,57	1,17	0,43	4,65	54,4
<i>Aricidea (Aricidea) taylori</i>	0,8	1,12	0,41	4,46	58,86
<i>Leitoscoloplos kerguelensis</i>	0,59	1,08	0,46	4,29	63,15
<i>Ninoe brasiliensis</i>	0,44	0,83	0,31	3,3	66,45
<i>Aricidea (Aricidea) albatrossae</i>	0,61	0,76	0,35	3,02	69,47
<i>Nephtys fluviatilis</i>	0,46	0,71	0,4	2,81	72,28
<i>Magelona variolamellata</i>	0,44	0,69	0,37	2,75	75,03
<i>Nemertea</i> sp. 3	0,39	0,63	0,33	2,51	77,54
<i>Lucinidae</i> sp. 1	0,39	0,59	0,33	2,37	79,9
<i>Metharpinia</i> sp.	0,4	0,43	0,27	1,71	81,61
<i>Scoloplos (Leodamas) rubra</i>	0,38	0,35	0,26	1,4	83,02
<i>Aphelochaeta</i> sp.	0,37	0,33	0,24	1,3	84,31
<i>Tiburionella viscana</i>	0,29	0,31	0,26	1,25	85,57
<i>Abra lioica</i>	0,26	0,3	0,24	1,18	86,75
<i>Laonice</i> sp.	0,28	0,26	0,22	1,04	87,79
<i>Photis brevipes</i>	0,26	0,26	0,19	1,02	88,8
<i>Hermundura fauveli</i>	0,26	0,22	0,2	0,86	89,66
<i>Lumbrineris tetraura</i>	0,26	0,21	0,22	0,85	90,51

Em relação aos descritores ecológicos, o número médio de espécies foi maior nos pontos PS-Q8, PS-Q6 e PS-N2, apresentando 15 ou mais espécies cada um. Já os pontos PS-Q4, PS-Q5 e PS-Q7 apresentaram a menor riqueza, com 6,3 espécies em média (Figura 17.3.3-21).

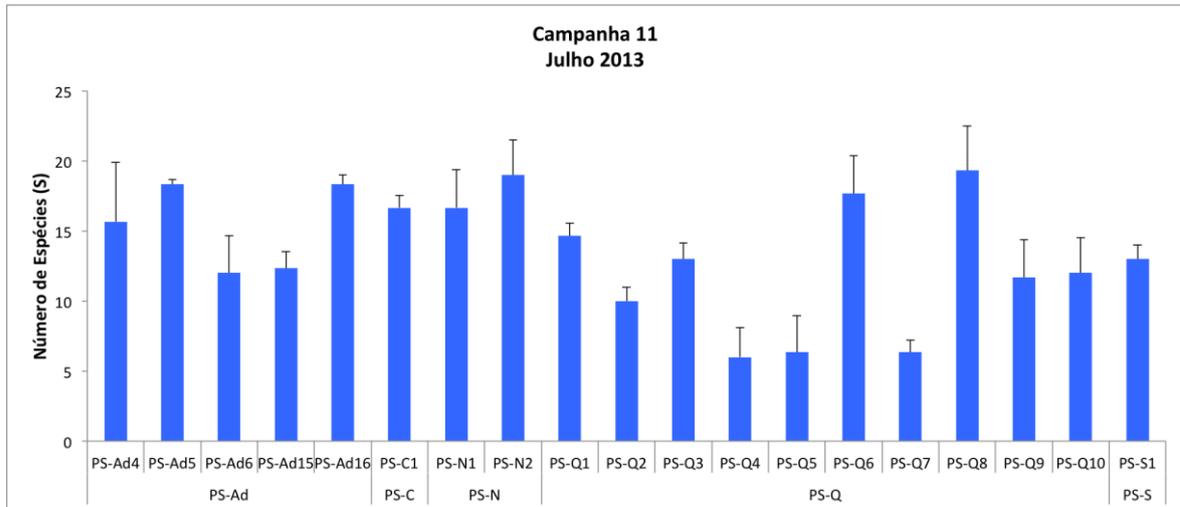


Figura 17.3.3-21. Riqueza (S) das amostras da macrofauna bentônica da Campanha de julho de 2013 (11ª Campanha). Linhas verticais representam o erro padrão.

Em relação à diversidade específica, os pontos de coleta mostraram índices com média variando entre 1,4 (PS-Q5) e 2,7 (PS-Q6). No ponto da quadrícula Q10 (PS-Q10), que estava sendo utilizada para disposição de sedimentos dragados no período da realização da Campanha de julho de 2013, a diversidade foi de 2,14 bits ind.<sup>-1</sup>, valor este semelhante à média de todos os pontos de coleta de 2,23 bits ind.<sup>-1</sup> (Figura 17.3.3-22).

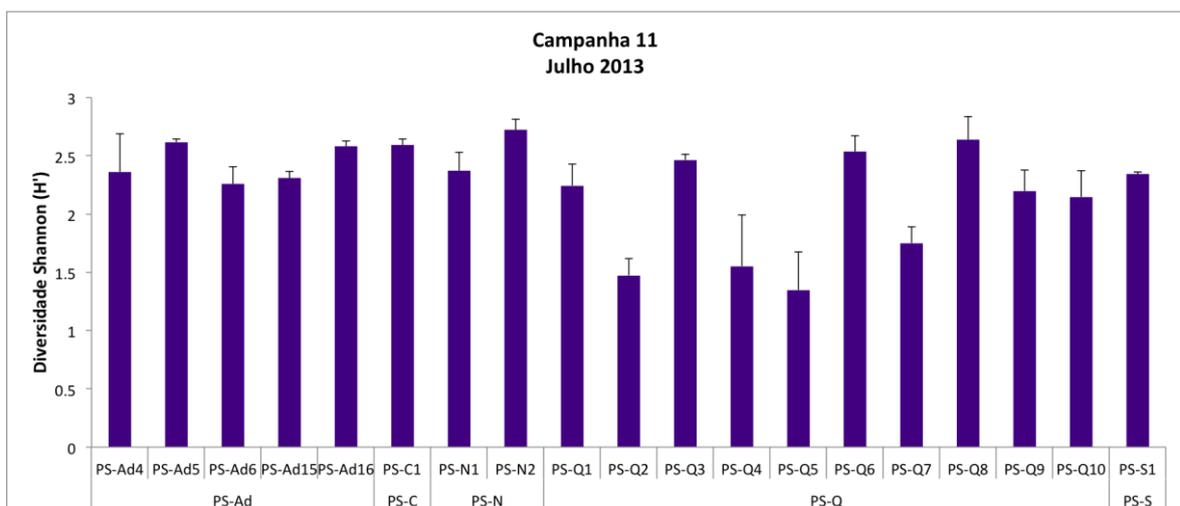


Figura 17.3.3-22. Diversidade específica ( $H'$ ) das amostras da macrofauna bentônica da Campanha de julho de 2013 (11ª Campanha). Linhas verticais representam o erro padrão.

Em termos de distribuição das espécies em cada ponto de amostragem (equitatividade), os resultados foram muito semelhantes à Campanha de abril de 2013. O ponto PS-Q2 apresentou o menor valor de equitatividade ( $J'=0,65$ ) (Figura 17.3.3-23), devido à dominância de uma única espécie de poliqueta *Parapriosnospio pinnata*. Os demais pontos de coleta mantiveram um valor médio de  $J'$  acima de 0,8 (Figura 17.3.3-23).

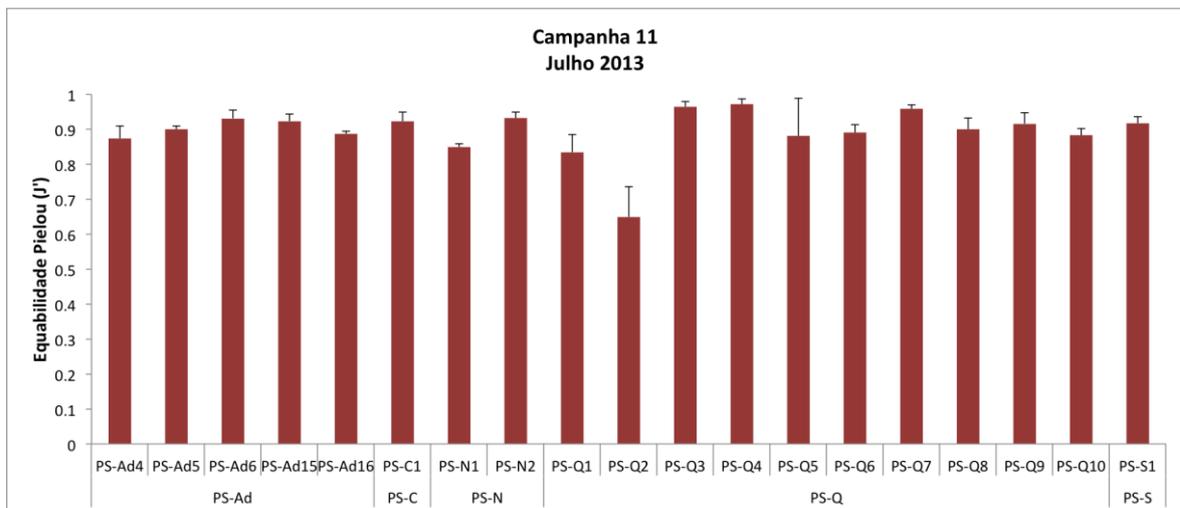


Figura 17.3.3-23. Equitabilidade ( $J'$ ) das amostras da macrofauna bentônica da Campanha de julho de 2013 (11ª Campanha). Linhas verticais representam o erro padrão.

Levando em conta o conjunto dos resultados dos índices de diversidade acima apresentados, observa-se que o descarte de sedimento não parece estar afetando a diversidade na quadrícula de disposição Q10 (PS-Q10) em uso no período da realização desta campanha. O efeito deste descarte parece estar ocorrendo na quadrícula Ad16 (PS-Ad16), que apresentou diminuição principalmente da densidade de indivíduos e em alguns descritores ecológicos.

Apesar dos impactos quanto à disposição de sedimento nas quadrículas do PDO, a área do monitoramento pode ser considerada medianamente homogênea quanto à composição da comunidade bentônica, com leves diferenças entre os 21 pontos amostrados (ANOSIM:  $R= 0,537$ ,  $p=0,5\%$ ) (Figura 17.3.3-24a).

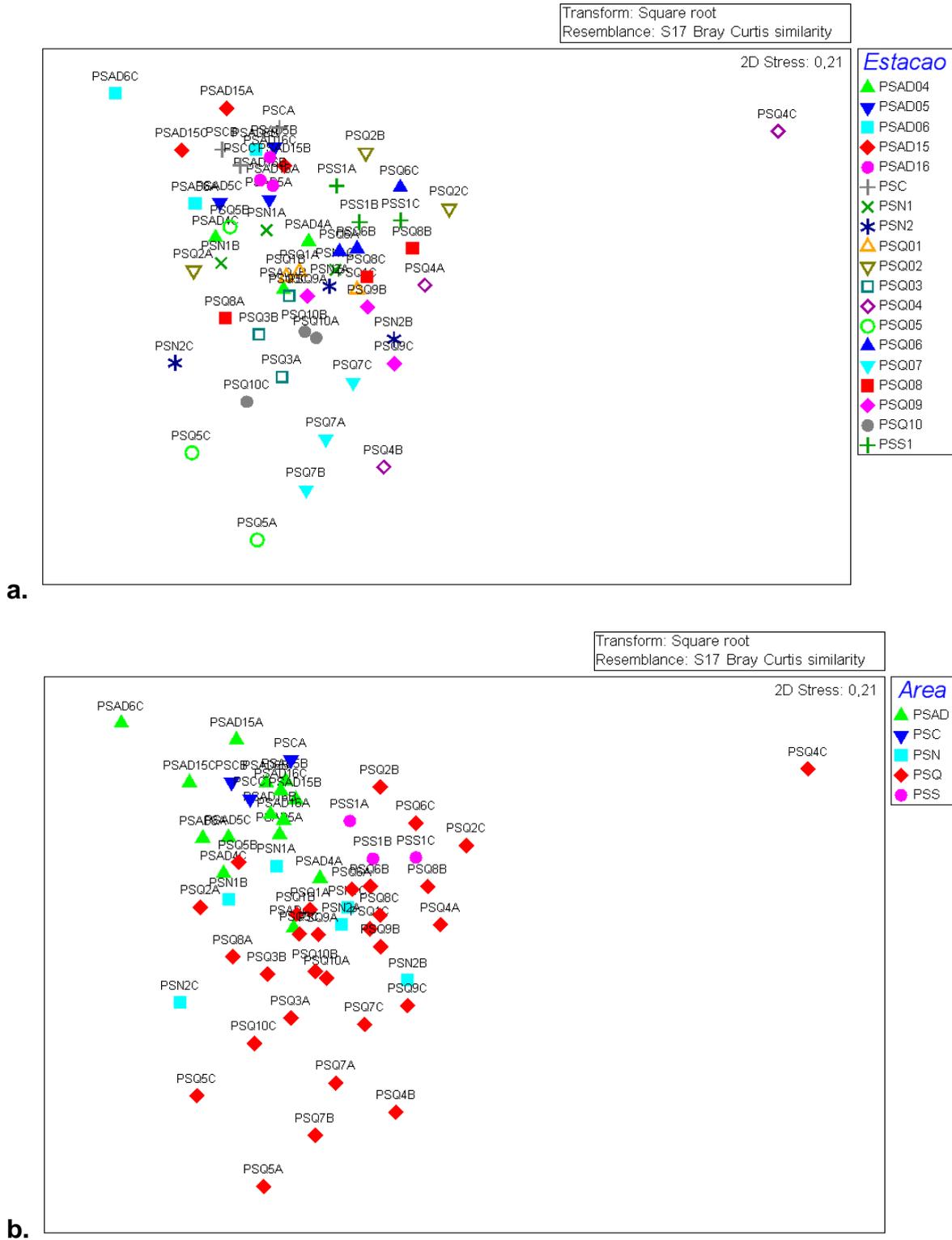


Figura 17.3.3-24. Escalonamento não-métrico multidimensional (n-MDS) referente à Campanha de julho de 2013 (11ª Campanha), comparando: (a.) pontos de coleta e (b.) áreas de coleta.

Se analisadas as áreas de coleta (PSQ, PSAd, PSN, PSS e PSC), o valor de  $R= 0,179$  ( $p=0,5\%$ ) indica que estas não apresentaram diferenças significativas entre si quanto à composição da comunidade bentônica, tendendo a ser internamente homogêneas, e que a variação da fauna é explicada numa escala maior que esta. Este resultado exclui, portanto, a hipótese de que a área de disposição é diferente (impactada) em relação às demais (Figura 17.3.3-24b). Muito provavelmente, o fator regulador da composição e abundância da fauna coletada está presente no eixo oeste-sudoeste a leste-nordeste (WSW-ENE) e é altamente influenciado pelas mudanças de profundidade e das características físicas do sedimento (granulométricas).

#### 17.3.4. Avaliação das comunidades demersais-bentônicas

As amostras de organismos demersais-bentônicos referentes à Campanha de julho de 2013 foram coletadas nos dias 5 e 6 de julho de 2013 e encaminhadas ao laboratório responsável.

Para uma melhor identificação dos fatores que influenciam na dinâmica das espécies, quer sejam eles naturais ou antropogênicos, foi realizada uma avaliação de toda série amostral, compreendendo os dados analisados entre fevereiro de 2010 e julho de 2013, considerando assim a campanha da Pré-dragagem e as doze campanhas seguintes (Tabela 17.3.4-1).

Tabela 17.3.4-1. Campanhas realizadas no período de fevereiro de 2010 a julho de 2013.

Campanha (Data)	
Pré-dragagem (fev/2010)	7 <sup>a</sup> . Campanha (out/2011)
1 <sup>a</sup> . Campanha (abr/2010)	8 <sup>a</sup> . Campanha (jan/2012)
2 <sup>a</sup> . Campanha (jul/2010)	9 <sup>a</sup> . Campanha (abr/2012)
3 <sup>a</sup> . Campanha (out/2010)	10 <sup>a</sup> . Campanha (jul/2012)
4 <sup>a</sup> . Campanha (jan/2011)	11 <sup>a</sup> . Campanha (jan/2013)
5 <sup>a</sup> . Campanha (abr/2011)	12 <sup>a</sup> . Campanha (abr/2013)
6 <sup>a</sup> . Campanha (jul/2011)	13 <sup>a</sup> . Campanha (jul/2013)

No período de fevereiro de 2010 a julho de 2013 foram realizadas 14 campanhas resultando na amostragem de 68.931 indivíduos com massa total de 1.647.777 g. A maior contribuição nestes valores provem da coleta com arrasto de

fundo representando 96,3% da abundância e 67,0% da biomassa totais (Tabela 17.3.4-2).

Tabela 17.3.4-2. Abundância e biomassa (g) amostrada no período de fevereiro de 2010 a julho de 2013 por aparelho de coleta.

Aparelho de Coleta	Abundância	Biomassa (g)
Arrasto de fundo	66.414	1.105.379
Emalhe	2.517	542.398
<b>Total geral</b>	<b>68.931</b>	<b>1.647.777</b>

Os peixes ósseos foram os mais representativos numericamente em todos os pontos de coleta e apenas nos pontos 2 e 3 os crustáceos apresentaram alta abundância (Figura 17.3.4-1). Em termos gerais, os maiores resultados foram obtidos nas coletas realizadas nos pontos 3 e 2, localizados na área de disposição do material dragado, sendo que estes dois pontos representaram conjuntamente 70,1% da abundância e 50,6% da biomassa total. Considerando apenas estes resultados, sugere-se que a disposição do material dragado possa em algum momento ter favorecido um aumento populacional, visto que em áreas vizinhas (pontos 1 e 4) os resultados foram muito inferiores.

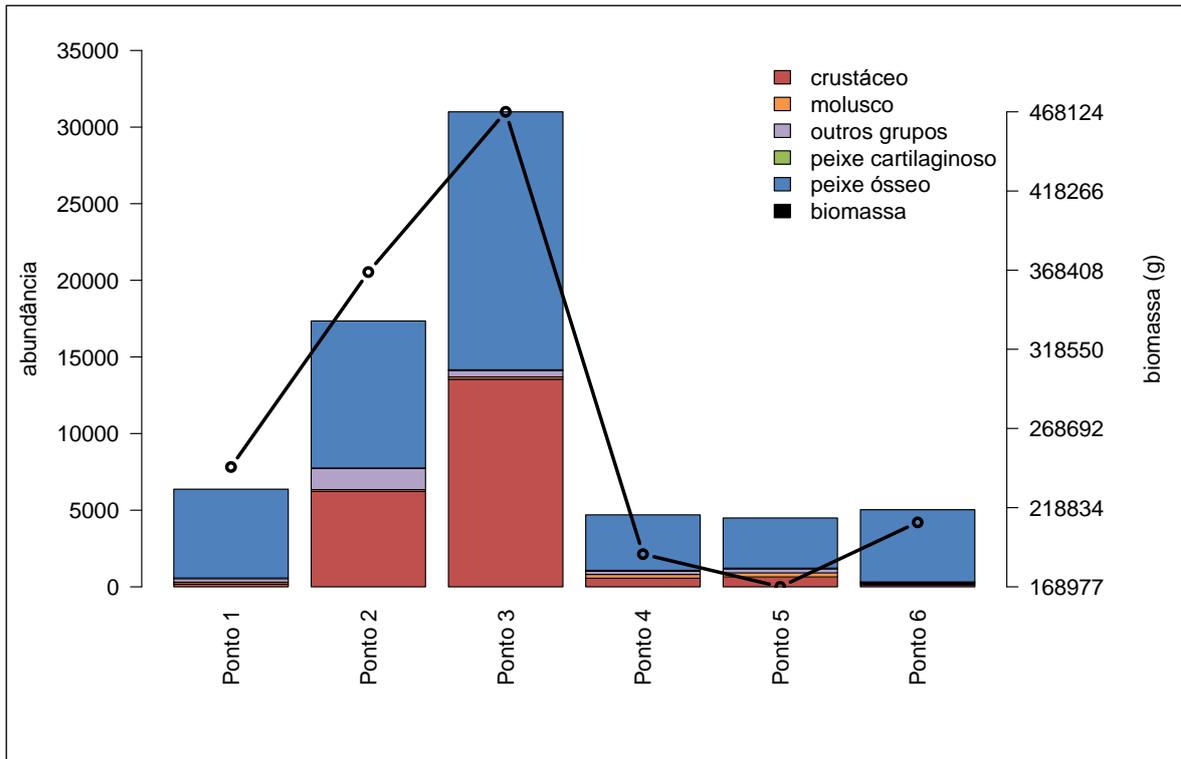


Figura 17.3.4-1. Abundância, por grupo taxonômico, e biomassa por ponto de coleta considerando as campanhas de fevereiro de 2010 a julho de 2013.

Na Figura 17.3.4-2 é apresentada a abundância por grupo taxonômico e biomassa nas campanhas em cada ponto de coleta, sendo importante ressaltar que os valores dos eixos não se encontram escalonados, o que reduziria a possibilidade de visualização devido à superioridade numérica nos pontos 2 e 3 em relação aos demais. Além disso, nos pontos 2 e 3 (localizados na área de disposição do material dragado) foi adicionado, como medida de comparação, a somatória do número de viagens que a draga realizou nas quadrículas correspondentes durante 30 dias antes da realização da campanha.

No ponto 1, em abril de 2011, foi registrada a maior abundância em decorrência da captura de *Lycengraulis grossidens* (manjubão). Em relação à biomassa, a Campanha de janeiro de 2013 apresentou um aumento bastante elevado em decorrência da captura de 100 espécimes de *Oligoplites saliens* (guaivira), perfazendo 29.783 g. Este táxon apresentou comprimento total médio de 34,6 cm e peso médio de 297 g e foi registrado anteriormente na Campanha de abril de 2010, porém em menor abundância (3 indivíduos). A última campanha

realizada até o presente (julho de 2013) manteve o padrão encontrado em campanhas anteriores, com pequeno volume na captura geral.

O ponto 2 apresentou claramente dois picos que foram concomitantes ao aumento do número de viagens para disposição do material dragado em abril e julho de 2010. Apesar desta evidência, a relação parece pontual, pois ocorreram outras variações no número de viagens que não refletiram em aumento conjunto da captura. A relação entre o número de viagens e a abundância total apresentou coeficiente de determinação ( $r^2$ ) de 0,618, e entre o número de viagens e a biomassa de 0,591. Os picos citados estão relacionados a duas espécies de comportamento bastante distintos: *Pellona harroweri* (sardinha-mole, 4.530 indivíduos), em abril de 2010, e *Xiphopenaeus kroyeri* (camarão-sete-barbas, 5.118 indivíduos), em julho de 2010.

A última campanha (julho de 2013) pouco acrescentou quanto à abundância e biomassa e não respondeu a elevação do número de viagens para disposição do material dragado.

Assim como no ponto anterior, no ponto 3 a elevação da abundância e biomassa coincidiu com o aumento do número de viagens, porém com menores resultados do coeficiente de determinação para abundância ( $r^2 = 0,355$ ) e biomassa ( $r^2 = 0,141$ ).

Em abril de 2011 houve um pico de crustáceos, devido à presença de *Xiphopenaeus kroyeri* (camarão-sete-barbas), concomitante ao ápice do número de descartes. Semelhante ao ponto 2, esta abundância atingiu níveis bastante elevados (12.594 espécimes), fato incomum na área, em decorrência da distribuição das espécies.

Ainda no ponto 3, observa-se um outro pico (abril de 2012), relacionado à presença de *Ctenosciaena gracilicirrhus* (cangoá, 8.304 indivíduos) concomitante ao aumento no número de viagens à área de descarte, podendo ter sido influenciada pela disposição do material dragado aliado ao período pós-recrutamento da espécie.

Os resultados sugerem que o aumento no número de viagens para disposição do material dragado não exerce força suficiente para determinar

alterações na fauna local, devendo este coincidir com momentos específicos do ciclo de vida das espécies. A alta abundância do camarão-sete-barbas apenas nos pontos 2 e 3 sugere existir influência de atração do material dragado disposto nestas áreas, já que esta espécie tem sua distribuição até os 20 m de profundidade.

Os pontos 4 e 5, comparativamente aos demais pontos, tiveram baixa abundância total e apresentaram picos no inverno e primavera em diferentes anos. No ponto 4 os maiores picos decorreram da abundância das seguintes espécies: *Dactylopterus volitans* (fevereiro de 2010); *Chirocentrodon bleekermanus* (abril de 2010), *Xiphopenaeus kroyeri* e *Isopisthus parvipinnis* (julho de 2010); *Pomadasys corvinaeformis* (outubro de 2010) e *Ctenosciaena gracilicirrhus* (julho de 2012). A última campanha (julho de 2013) registrou aumento da captura, com atenção à presença de *Ctenosciaena gracilicirrhus* (135 indivíduos) e *Anchoa januaria* (85 indivíduos).

No ponto 5, semelhante ao ponto anterior, diferentes espécies tiveram abundância alta ao longo das campanhas. Em especial na Campanha de julho de 2013, foi registrada alta abundância de *Dactylopterus volitans* (168 indivíduos) dominando praticamente a coleta neste ponto.

No ponto 6, a campanha atual (julho de 2013) apresentou alta abundância e biomassa de *Dactylopterus volitans* (748 indivíduos) semelhante ao ocorrido na campanha pré-dragagem (fevereiro de 2010). Em julho de 2012 também foi observada alta abundância, porém neste caso pela presença de *Ctenosciaena gracilicirrhus*. Com exceção dessas duas espécies, o padrão de abundância por espécie foi muito baixo nesta área.

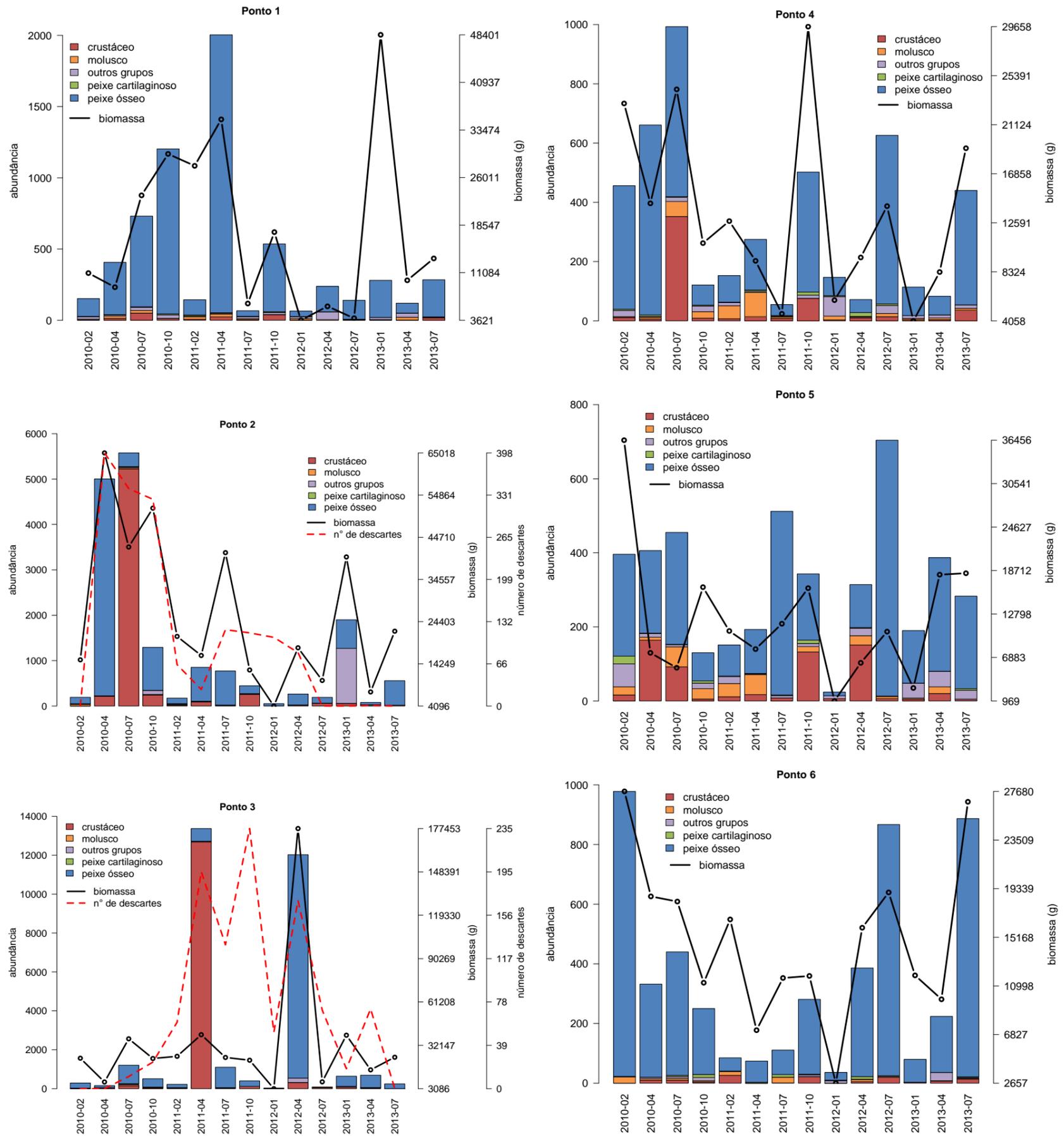


Figura 17.3.4-2. Abundância, por grupo taxonômico, e biomassa total por campanha e ponto de coleta no período de fevereiro de 2010 a julho de 2013. Destaca-se que os valores dos eixos não se encontram escalonados.

A suficiência amostral foi verificada com base em curvas de acumulação de espécies (“curva do coletor”) considerando a área total e os pontos de coleta (Figura 17.3.4-3). Em ambos os casos, a curva resultante apresentou tendência à estabilização e, diferente do observado até então, a campanha mais recente não acrescentou nenhuma espécie nova.

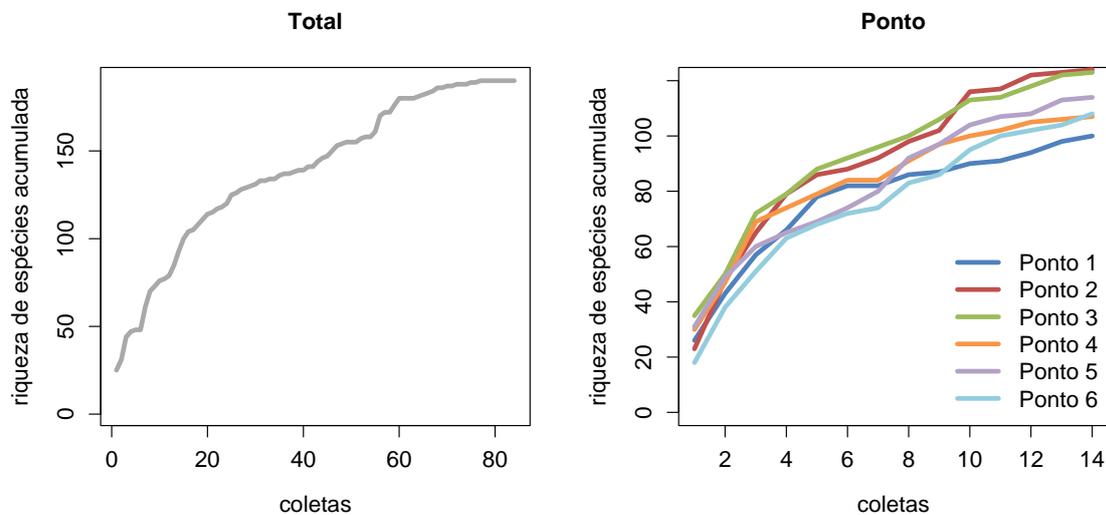


Figura 17.3.4-3. Curva de acumulação de espécies considerando todos os pontos agrupados (total) e separados.

Avaliando a composição específica das coletas durante todo o monitoramento até a presente campanha, foram identificadas 74 famílias, sendo 57% do grupo peixes ósseos, 15% de crustáceos, 12% de moluscos, 9% de peixes cartilagosos e 7% de “outros grupos taxonômicos” (Tabela 17.3.4-3). Em média foram observadas 33 famílias por campanha, com mínimo de 24 em abril de 2013 e máximo de 41 em julho de 2010 e abril de 2012. As famílias mais abundantes em número de espécies foram: Sciaenidae (21), Carangidae (16), Paralichthyidae (9) e Portunidae (9). Analisando a variação do número de famílias entre campanha e ponto de coleta, foram detectadas diferenças significativas (ANOVA;  $p = 3,521 \times 10^{-5}$ ) apenas para o primeiro fator.

Tabela 17.3.4-3. Composição das coletas realizadas no período de fevereiro de 2010 a julho de 2013 quanto ao número de indivíduos (Nt), biomassa em gramas (Pt), frequência de ocorrência (FO) e índice de importância relativa (%IRI).

Grupo	Família	Espécie	Nome Vulgar	Nt.	Pt.	FO.	%IRI
Crustáceo	Alpheidae		Camarão-de-estalo	4	2	2	0
	Calappidae	<i>Hepatus pudibundus</i>	Siri-baú	483	17.604	56	1
	Diogenidae	<i>Dardanus arrosor</i>	Ermitão	5	9	2	0
		<i>Dardanus insignis</i>	Ermitão	47	264	22	0
		<i>Loxopagurus loxochelis</i>	Ermitão	1	1	1	0
		<i>Petrochirus diogenes</i>	Ermitão	31	365	7	0
	Epiplatidae	<i>Libinia ferreirae</i>	Aranha	49	3.962	22	0
		<i>Libinia spinosa</i>	Aranha	11	946	8	0
	Hemisquillidae	<i>Hemisquilla braziliensis</i>	Tamburutaca	20	474	10	0
	Leucosiidae	<i>Persephona mediterranea</i>	Relojinho	137	2.479	34	0
		<i>Persephona punctata</i>	Relojinho	5	93	4	0
	Penaeidae	<i>Artemesia longinaris</i>	Camarão-ferrinho	6	12	1	0
		<i>Farfantepenaeus brasiliensis</i>	Camarão-rosa	133	834	5	0
		<i>Farfantepenaeus paulensis</i>	Camarão-rosa	94	844	12	0
		<i>Litopenaeus schmitti</i>	Camarão-branco	182	4.512	24	0
		<i>Rimapenaeus constrictus</i>	Camarão-ferrinho	55	313	3	0
		<i>Xiphopenaeus kroyeri</i>	Camarão-sete-barbas	18.797	32.839	17	7
	Porcellanidae	<i>Porcellana sayana</i>	Caranguejo-de-porcelana	6	2	3	0
		<i>Porcellana</i> sp	Caranguejo-de-porcelana	1	19	1	0
	Portunidae	<i>Achelous</i> sp	Siri-candeia	1	2	1	0
		<i>Achelous spinicarpus</i>	Siri-candeia	170	1.052	9	0
		<i>Achelous spinimanus</i>	Siri-candeia	88	6.544	17	0
		<i>Arenaeus cribrarius</i>	Siri-chita	41	3.349	19	0
		<i>Callinectes danae</i>	Siri-azul	247	9.890	32	0
		<i>Callinectes ornatus</i>	Siri-azul	539	12.335	46	1
		<i>Callinectes sapidus</i>	Siri	23	1.021	7	0
		<i>Charybdis (Charybdis) hellerii</i>	Siri-killer	3	270	3	0
		<i>Cronius ruber</i>	Siri-vermelho	16	1.477	2	0
		Sicyoniidae	<i>Sicyonia dorsalis</i>	Camarão-da-pedra	2	1	1
	<i>Sicyonia</i> sp		Camarão-da-pedra	1	1	1	0
Solenoceridae	<i>Pleoticus muelleri</i>	Camarão-santana	42	217	4	0	
		Ermitão	10	26	5	0	
<b>Total Crustáceo</b>				<b>21.250</b>	<b>101.759</b>		
Molusco	Arcidae	<i>Anadara brasiliensis</i>	Molusco	1	1	1	0
	Buccinidae	<i>Buccinanops cochlidium</i>	Caramujo	26	368	6	0
		<i>Doryteuthis pleii</i>	Lula	785	8.206	54	1
	Loliginidae	<i>Doryteuthis sanpaulensis</i>	Lula	107	2.094	20	0
		<i>Lolliguncula brevis</i>	Lula	53	298	8	0
	Muricidae	<i>Stramonita haemastoma</i>	Saquarita	4	81	1	0
	Octopodidae	<i>Octopus vulgaris</i>	Polvo	5	2.955	4	0
	Olividae	<i>Olivancillaria urceus</i>	Concha oliva	10	220	3	0
	Strombidae	<i>Strombus pugilis</i>	Concha	1	61	1	0
	Ungulinidae	<i>Diplodonta punctata</i>	Concha	1	77	1	0
	Veneridae	<i>Lucina pectinata</i>	Almeja	1	8	1	0
		Concha	10	149	1	0	
<b>Total Molusco</b>				<b>1.004</b>	<b>14.518</b>		

Tabela 17.3.4-3. (continuação) Composição das coletas realizadas no período de fevereiro de 2010 a julho de 2013 quanto ao número de indivíduos (Nt), biomassa em gramas (Pt), frequência de ocorrência (FO) e índice de importância relativa (%IRI).

Grupo	Família	Espécie	Nome Vulgar	Nt.	Pt.	FO.	%IRI	
Outros Grupos Taxonômicos	Catenicellidae	<i>Catenicella uberrima</i>	Briozoário		470	5		
	Electridae	<i>Arbocuspis bellula</i>	Briozoário		410	1		
	Mellitidae	<i>Mellita quinquiesperforata</i>	Bolacha-do-mar	4	325	4	0	
	Renillidae	<i>Renilla</i> sp	Esponja-tapete	122	830	35	0	
	Sargassaceae	<i>Sargassum</i> sp	Alga		7.227	1		
			Ascícia	1	1	1	0	
			Estrela-do-mar	1.784	13.853	54	3	
			Água-viva	249	8.782	36	0	
			Anêmona	378	1.827	53	0	
			Bolacha-do-mar	49	4.576	20	0	
	Esponja	5	295	8	0			
<b>Total Outros Grupos Taxonômicos</b>				<b>2.592</b>	<b>38.596</b>			
Peixe Cartilaginoso	Arhynchobatidae	<i>Atlantoraja cyclophora</i>	Emplastro	4	1.368	2	0	
		<i>Atlantoraja platana</i>	Emplastro	1	510	1	0	
	Carcharhinidae	<i>Rhizoprionodon lalandii</i>	Cação-frango	47	35.780	19	1	
		<i>Rhizoprionodon porosus</i>	Cação-frango	2	2.010	2	0	
	Dasyatidae	<i>Dasyatis hypostigma</i>	Raia-manteiga	1	206	1	0	
	Rajidae	<i>Rioraja agassizii</i>	Emplastro	39	15.097	25	0	
		<i>Rhinobatos horkelii</i>	Raia-viola	4	2.432	4	0	
	Rhinobatidae	<i>Rhinobatos percellens</i>	Raia-viola	5	2.056	4	0	
		<i>Zapteryx brevirostris</i>	Raia-viola-cara-curta	135	58.928	46	2	
	Sphyrnidae	<i>Sphyrna lewini</i>	Cambeva	1	5.200	1	0	
		<i>Sphyrna zygaena</i>	Tubarão-martelo	2	4.033	2	0	
	Squatinae	<i>Squatina guggenheim</i>	Cação-anjo	2	222	2	0	
	<b>Total Peixe Cartilaginoso</b>				<b>243</b>	<b>127.842</b>		
Peixe Ósseo	Achiridae	<i>Achirus declivis</i>	Linguado	16	1.058	2	0	
		<i>Achirus lineatus</i>	Linguado	4	65	2	0	
		<i>Gymnachirus nudus</i>	Linguado-zebra	4	120	3	0	
		<i>Trinectes paulistanus</i>	Linguado	1	69	1	0	
	Ariidae	<i>Bagre bagre</i>	Sari-sari	1	104	1	0	
		<i>Cathorops spixii</i>	Bagre-amarelo	5	782	1	0	
	Balistidae	<i>Balistes capriscus</i>	Porco	20	3.064	10	0	
		<i>Canthidermis sufflamen</i>	Cangulo	1	150	1	0	
	Batrachoididae	<i>Porichthys porosissimus</i>	Mamangá-liso	13	2.032	9	0	
	Carangidae	<i>Caranx crysos</i>	Carapau	17	2.820	6	0	
		<i>Caranx hippos</i>	Xaréu	6	1.089	4	0	
		<i>Caranx latus</i>	Xarelete	1	37	1	0	
		<i>Chloroscombrus chrysurus</i>	Palombeta	214	6.939	35	0	
		<i>Hemicaranx amblyrhynchus</i>	Água-fria	5	273	1	0	
		<i>Naucrates ductor</i>	Peixe-piloto	2	359	1	0	
		<i>Oligoplites saliens</i>	Guaivira	108	31.058	8	0	
		<i>Oligoplites saurus</i>	Guaivira	42	10.392	4	0	
		<i>Pseudocaranx dentex</i>	Vento-leste	8	487	1	0	
		<i>Selar crumenophthalmus</i>	Xixarro	21	40	5	0	
		<i>Selene setapinnis</i>	Galo-sem-penacho	213	2.531	35	0	
		<i>Selene vomer</i>	Galo-de-penacho	17	499	7	0	
		<i>Trachinotus carolinus</i>	Pampo	1	145	1	0	
		<i>Trachinotus marginatus</i>	Pampo-malhado	1	102	1	0	
		<i>Trachurus lathamii</i>	Xixarro	1	6	1	0	
		<i>Uraspis secunda</i>	Sabão	31	10.521	1	0	
		Centropomidae	<i>Centropomus parallelus</i>	Robalo-peva	10	3.343	5	0
			<i>Centropomus undecimalis</i>	Robalo-flexa	3	1.551	3	0

Tabela 17.3.4-3. (continuação) Composição das coletas realizadas no período de fevereiro de 2010 a julho de 2013 quanto ao número de indivíduos (Nt), biomassa em gramas (Pt), frequência de ocorrência (FO) e índice de importância relativa (%IRI).

Grupo	Família	Espécie	Nome Vulgar	Nt.	Pt.	FO.	%IRI
Peixe Ósseo	Clupeidae	<i>Brevoortia aurea</i>	Savelha	22	114	1	0
		<i>Brevoortia pectinata</i>	Savelha	2	20	1	0
		<i>Chirocentron bleekermanus</i>	Manjuba	1.911	8.254	19	1
		<i>Harengula clupeiola</i>	Sardinha-cascuda	432	5.462	18	0
		<i>Opisthonema oglinum</i>	Sardinha-bandeira	4	205	3	0
		<i>Sardinella janeiro</i>	Sardinha-verdadeira	1	55	1	0
	Cynoglossidae	<i>Symphurus diomedeanus</i>	Linguado	10	494	2	0
		<i>Symphurus plagusia</i>	Linguado	3	120	1	0
		<i>Symphurus tessellatus</i>	Linguado	97	3.991	29	0
		<i>Symphurus trewasasae</i>	Língua-de-mulata	3	114	1	0
	Dactylopteridae	<i>Dactylopterus volitans</i>	Coió	2.862	79.845	34	4
	Diodontidae	<i>Chilomycterus spinosus spinosus</i>	Baiacú-de-espinho	190	28.158	51	1
	Elopidae	<i>Elops saurus</i>	Ubarana	10	319	1	0
	Engraulidae	<i>Anchoa sp</i>	Manjuba	1	6	1	0
		<i>Anchoa januaria</i>	Manjuba	323	1.580	8	0
		<i>Anchoa lyolepis</i>	Manjuba	1	4	1	0
		<i>Anchoa tricolor</i>	Manjuba-branca	56	248	1	0
		<i>Anchovia clupeioides</i>	Manjuba	5	19	1	0
		<i>Anchoviella lepidentostole</i>	Manjuba-de-iguape	106	439	3	0
		<i>Cetengraulis edentulus</i>	Anchova	35	215	1	0
		<i>Lycengraulis grossidens</i>	Manjubão	1.500	7.963	7	0
	Ephippidae	<i>Chaetodipterus faber</i>	Paru	24	4.765	14	0
	Fistulariidae	<i>Fistularia petimba</i>	Trombeta-vermelha	7	126	4	0
	Gadidae	<i>Urophycis brasiliensis</i>	Abrótea	9	121	2	0
	Gempylidae	<i>Thysitops lepidopoides</i>	Cavalinha-do-norte	2	150	2	0
	Gerreidae	<i>Diapterus rhombeus</i>	Carapeba	284	17.623	29	1
		<i>Eucinostomus argenteus</i>	Carapicu	36	2.377	11	0
		<i>Eucinostomus gula</i>	Carapicu	5	362	3	0
		<i>Eucinostomus melanopterus</i>	Carapicu	148	8.434	27	0
	Haemulidae	<i>Anisotremus surinamensis</i>	Sargo-de-beiço	2	2.954	2	0
<i>Conodon nobilis</i>		Roncador	70	8.933	27	0	
<i>Haemulon aurolineatum</i>		Corcoroca	77	1.442	6	0	
<i>Haemulon plumierii</i>		Corcoroca	1	16	1	0	
<i>Haemulon steindachneri</i>		Corcoroca-boca-larga	5	627	2	0	
<i>Orthopristis ruber</i>		Corcoroca	107	18.646	42	1	
<i>Pomadasys corvinaeformis</i>		Corcoroca	1.031	39.273	35	2	
Lutjanidae	<i>Lutjanus synagris</i>	Vermelho Henrique	1	10	1	0	
Monacanthidae	<i>Stephanolepis hispidus</i>	Porco-peludo	137	7.624	18	0	
Mugilidae	<i>Mugil curema</i>	Parati	1	93	1	0	
Mullidae	<i>Mullus argentinae</i>	Trilha	55	844	6	0	
	<i>Upeneus parvus</i>	Trilha	49	1.611	12	0	
Muraenidae	<i>Gymnothorax ocellatus</i>	Moréia	6	898	5	0	
Ogcocephalidae	<i>Ogcocephalus vespertilio</i>	Morcego	3	268	3	0	
Ophichthidae	<i>Ophichthus gomesii</i>	Cobra-do-mar	1	59	1	0	

Tabela 17.3.4-3. (continuação) Composição das coletas realizadas no período de fevereiro de 2010 a julho de 2013 quanto ao número de indivíduos (Nt), biomassa em gramas (Pt), frequência de ocorrência (FO) e índice de importância relativa (%IRI).

Grupo	Família	Espécie	Nome Vulgar	Nt.	Pt.	FO.	%IRI
Peixe Ósseo	Paralichthyidae	<i>Citharichthys macrops</i>	Linguado	138	4.621	26	0
		<i>Citharichthys spilopterus</i>	Linguado	64	817	18	0
		<i>Cyclosetta chittendeni</i>	Linguado-mexicano	5	672	5	0
		<i>Etropus crossotus</i>	Linguado	287	8.407	46	1
		<i>Etropus longimanus</i>	Linguado	149	3.487	20	0
		<i>Paralichthys brasiliensis</i>	Linguado	3	1.553	3	0
		<i>Paralichthys patagonicus</i>	Linguado-branco	44	3.527	11	0
		<i>Syacium micrurum</i>	Linguado	107	4.051	24	0
		<i>Syacium papillosum</i>	Linguado	264	25.334	53	1
	Percophidae	<i>Percophis brasiliensis</i>	Tira-vira	7	1.883	3	0
	Polydactylidae	<i>Polydactylus oligodon</i>	Parati-barbudo	24	4.629	5	0
		<i>Polydactylus virginicus</i>	Parati-barbudo	8	1.360	7	0
	Pomatomidae	<i>Pomatomus saltatrix</i>	Enchova	9	2.900	6	0
	Priacanthidae	<i>Priacanthus arenatus</i>	Olho-de-cão	99	1.508	9	0
	Pristigasteridae	<i>Pellona harroweri</i>	Sardinha-mole	5.874	59.765	22	4
	Sciaenidae	<i>Bairdiella ronchus</i>	Corcoroca	174	4.291	11	0
		<i>Ctenosciaena gracilicirrus</i>	Cangoá	13.554	168.963	51	21
		<i>Cynoscion acoupa</i>	Pescada-amarela	98	32.344	7	0
		<i>Cynoscion guatucupa</i>	Maria-mole	507	28.165	44	1
		<i>Cynoscion jamaicensis</i>	Goete	213	12.771	14	0
		<i>Cynoscion leiarchus</i>	Pescada-branca	34	3.234	10	0
		<i>Cynoscion microlepidotus</i>	Pescada-dentão	50	15.110	9	0
		<i>Cynoscion virescens</i>	Pescada-cambucu	2	469	1	0
		<i>Isopisthus parvipinnis</i>	Tortinha	1.227	15.720	24	1
		<i>Larimus breviceps</i>	Ovea	1.183	26.357	34	2
		<i>Macrodon atricauda</i>	Pescada-foguete	322	62.799	38	2
		<i>Menticirrus americanus</i>	Betara	941	95.484	71	7
		<i>Menticirrus littoralis</i>	Betara	4	1.290	3	0
		<i>Micropogonias furnieri</i>	Corvina	578	97.000	61	6
		<i>Ophioscion punctatissimus</i>	Cangoá	1	61	1	0
		<i>Paralichthys brasiliensis</i>	Maria-luiza	3.735	160.477	57	12
		<i>Stellifer brasiliensis</i>	Cangoá	1.584	30.642	33	2
		<i>Stellifer rastrifer</i>	Cangoa	159	2.344	7	0
		<i>Stellifer stellifer</i>	Cangoá	1	14	1	0
		<i>Umbrina canosai</i>	Castanha	34	6.880	9	0
	<i>Umbrina coroides</i>	Castanha	43	8.014	8	0	
	Scombridae	<i>Sarda sarda</i>	Bonito-serrinha	1	995	1	0
	Scorpaenidae	<i>Scorpaena plumieri</i>	Peixe-pedra	1	392	1	0
	Serranidae	<i>Diplectrum formosum</i>	Michole-de-areia	17	633	7	0
		<i>Diplectrum radiale</i>	Michole-de-areia	232	11.891	48	1
		<i>Dules auriga</i>	Mariquita	80	1.247	20	0
		<i>Epinephelus niveatus</i>	Cherne-verdadeiro	1	88	1	0
	Sparidae	<i>Pagrus pagrus</i>	Pargo-rosa	80	1.016	1	0
Sphyrinae	<i>Sphyrna guachancho</i>	Bicuda	7	875	5	0	
	<i>Sphyrna tome</i>	Barracuda	1	24	1	0	
Stromateidae	<i>Peprilus paru</i>	Gordinho	140	1.041	17	0	
Synodontidae	<i>Saurida brasiliensis</i>	Peixe-lagarto	5	20	2	0	
	<i>Saurida caribbaea</i>	Peixe-lagarto	4	334	2	0	
	<i>Synodus foetens</i>	Peixe-lagarto	50	11.373	20	0	
Tetraodontidae	<i>Lagocephalus laevigatus</i>	Baiacú	14	2.172	8	0	
	<i>Sphoeroides greeleyi</i>	Baiacú mirim	4	26	2	0	
	<i>Sphoeroides spengleri</i>	Baiacú mirim	5	68	2	0	
	<i>Sphoeroides testudineus</i>	Baiacú mirim	33	245	15	0	
	<i>Sphoeroides tyleri</i>	Baiacú	5	10	2	0	
Trichiuridae	<i>Trichiurus lepturus</i>	Espada	248	27.565	37	1	
Triglidae	<i>Prionotus nudigula</i>	Cabrinha	15	1.620	8	0	
	<i>Prionotus punctatus</i>	Cabrinha	972	71.967	71	6	
<b>Total Peixe Ósseo</b>				<b>43.842</b>	<b>1.365.062</b>	<b>1.612</b>	
<b>Total Geral</b>				<b>68.931</b>	<b>1.647.777</b>	<b>2.421</b>	

O número de organismos diferentes identificados até o nível de espécie foi de 180. Além destes, outros 15 apareceram nas coletas, porém não foi possível a identificação em nível de espécie.

Entre as campanhas, o número de espécies apresentou grande variação, entre 11 e 52, sendo detectadas diferenças significativas para os fatores campanha (ANOVA;  $p = 2,759 \times 10^{-07}$ ) e ponto (ANOVA;  $p = 0,001$ ).

A espécie mais abundante continuou sendo o camarão-sete-barbas *Xiphopenaeus kroyeri* (18.797 indivíduos), não havendo aumento na abundância e biomassa com a adição dos dados da campanha mais recente. A maior biomassa foi de *Ctenosciaena gracilicirrhus* (cangoá), sendo que, com a Campanha de julho de 2013, houve um acréscimo na biomassa para 168.963 g.

Sobre o índice de importância relativa (%IRI), as mesmas 6 espécies continuaram com índice acima de 5%, sendo elas em ordem de importância, *Ctenosciaena gracilicirrhus* (cangoá) com %IRI = 21,14, *Paralonchurus brasiliensis* (maria-luiza) com %IRI = 11,97, *Xiphopenaeus kroyeri* (camarão-sete-barbas) com %IRI = 7,04, *Menticirrhus americanus* (betara) com %IRI = 6,89, *Micropogonias furnieri* (corvina) com %IRI = 5,68 e *Prionotus punctatus* (cabrinha) com %IRI = 5,68. As demais espécies com %IRI menor que 5% também continuaram as mesmas, sendo 14 espécies registrando índices entre 1% e 5% e 175 espécies com índice abaixo de 1%.

Duas das espécies com maior IRI possuem alto interesse comercial, sendo estas o camarão-sete-barbas e a corvina, que juntamente com a betara e a cabrinha, fazem parte da parcela aproveitada (captura acessória) da fauna acompanhante da pesca de arrasto de portas, além do cangoá, espécie sem interesse comercial. Além destas, foram observadas espécies de elevado interesse comercial na faixa de IRI de 1% a 5%, como a pescada-foguete *Macrodon atricauda*, a maria-mole *Cynoscion guatucupa* e a lula *Doryteuthis plei*.

Quanto ao *status* de conservação, 35 espécies capturadas neste monitoramento constam nos instrumentos legais vigentes, sendo todas com baixa participação nas amostras (Tabela 17.3.4-4). Segundo o Decreto Estadual 56.031, de 20 de julho de 2010 (São Paulo), 15 espécies estão classificadas como

“ameaçadas de sobreexploração”, 12 como “sobreexploradas”, e 1 (*Rhinobatos horkelii* raia-viola) como “colapsada”. Segundo a Instrução Normativa nº5 (21 de maio de 2004) e a Instrução Normativa nº52 (08 de novembro de 2005) do Ministério do Meio Ambiente, 14 espécies estão classificadas como “sobreexploradas ou ameaçado de sobreexploração” e 2 como “ameaçadas de extinção” (*Rhinobatos horkelii* raia-viola, *Squatina guggenheim* cação-anjo).

Tabela 17.3.4-4. Composição das espécies quanto ao *status* de conservação, segundo o Decreto Estadual (São Paulo) nº56.031 (20/jul/2010) e as Instruções Normativas nº5 (21 de maio de 2004) e nº52 (08 de novembro de 2005) do Ministério do Meio Ambiente.

Espécies	Categoria de Ameaça de Extinção: Decreto Estadual 56.031, de 20 de julho de 2010.			Classificação segundo IN nº 5 de 21 de maio de 2004 MMA e IN nº52 de 8 de novembro de 2005 MMA	
	Ameaçada de Sobreexploração	Colapsada	Sobreexplorada	Ameaçada extinção	Sobreexplorada ou Ameaçada de Sobreexploração
<i>Atlantoraja cyclophora</i>	x				
<i>Atlantoraja platana</i>	x				
<i>Callinectes sapidus</i>					x
<i>Centropomus parallelus</i>	x				
<i>Centropomus undecimalis</i>	x				
<i>Cynoscion acoupa</i>	x				
<i>Cynoscion guatucupa</i>			x		x
<i>Cynoscion jamaicensis</i>	x				
<i>Cynoscion leiarchus</i>	x				
<i>Cynoscion microlepidotus</i>	x				
<i>Cynoscion virescens</i>	x				
<i>Epinephelus marginatus</i>			x		x
<i>Epinephelus niveatus</i>			x		x
<i>Farfantepenaeus brasiliensis</i>					x
<i>Farfantepenaeus paulensis</i>					x
<i>Genidens barbatus</i>			x		x
<i>Litopenaeus schmitti</i>					x
<i>Micropogonias furnieri</i>			x		x
<i>Mugil liza</i>			x		
<i>Pagrus pagrus</i>			x		x
<i>Paralichthys brasiliensis</i>	x				
<i>Paralichthys patagonicus</i>	x				
<i>Pomatomus saltatrix</i>	x				
<i>Rhinobatos horkelii</i>		x		x	
<i>Rhinobatos percellens</i>			x		
<i>Rhizoprionodon lalandii</i>	x				
<i>Rhizoprionodon porosus</i>	x				
<i>Rioraja agassizii</i>			x		
<i>Sphyrna lewini</i>					x
<i>Sphyrna zygaena</i>					x
<i>Squatina guggenheim</i>			x	x	
<i>Ubrina canosai</i>			x		x
<i>Urophycis brasiliensis</i>	x				
<i>Xiphopenaeus kroyeri</i>					x
<i>Zapteryx brevirostris</i>			x		
<b>Totalização</b>	<b>15</b>	<b>1</b>	<b>12</b>	<b>2</b>	<b>14</b>



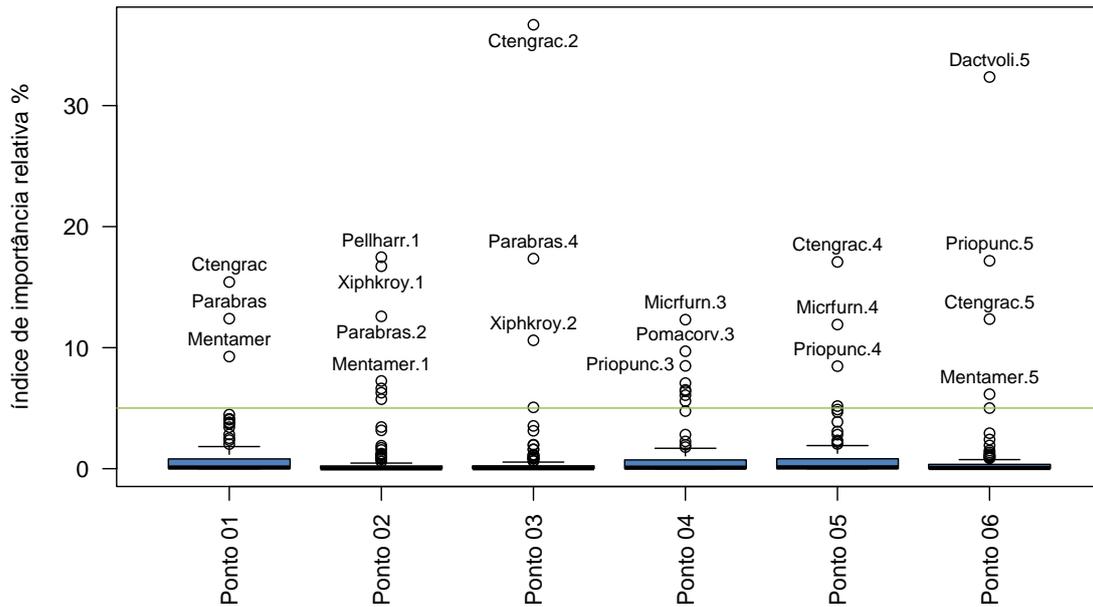


Figura 17.3.4-5. Índice de importância relativa (%IRI) por ponto de coleta, nas campanhas realizadas no período de fevereiro de 2010 a julho de 2013 (Dactvoli = *Dactylopterus volitans*).

A similaridade entre campanhas e pontos foi avaliada com base no índice de similaridade de Morisita-Horn ( $C_H$ ) utilizando a abundância por espécie. Entre as campanhas, foi observada alta similaridade ( $C_H > 0,75$ ) entre a campanha de julho de 2010 e a de abril de 2011, entre a de outubro de 2010 e a de julho de 2012 e entre a de abril de 2012 e a de julho de 2012 (Tabela 17.3.4-5). A última campanha (julho de 2013) foi a única a apresentar similaridade acima de 0,5 com a campanha de pré-dragagem, certamente em decorrência da alta abundância de *Dactylopterus volitans* em ambas.

Tabela 17.3.4-5. Matriz de similaridade (Morisita-Horn) entre campanhas (>0,75 - alta similaridade; 0,5 e 0,75 - moderada; 0 e 0,5 - baixa).

	2010-02	2010-04	2010-07	2010-10	2011-02	2011-04	2011-07	2011-10	2012-01	2012-04	2012-07	2013-01	2013-04	2013-07
2010-02	1													
2010-04	0,2	1												
2010-07	0,12	0,36	1											
2010-10	0,2	0,33	0,54	1										
2011-02	0,36	0,18	0,26	0,4	1									
2011-04	0,08	0,29	0,84	0,38	0,15	1								
2011-07	0,2	0,57	0,48	0,65	0,32	0,25	1							
2011-10	0,17	0,39	0,68	0,73	0,36	0,5	0,64	1						
2012-01	0,29	0,11	0,13	0,25	0,56	0,1	0,22	0,25	1					
2012-04	0,11	0,22	0,27	0,69	0,25	0,13	0,47	0,39	0,18	1				
2012-07	0,12	0,3	0,37	0,79	0,3	0,19	0,62	0,52	0,19	0,85	1			
2013-01	0,15	0,28	0,23	0,38	0,34	0,19	0,39	0,38	0,45	0,29	0,3	1		
2013-04	0,31	0,21	0,25	0,6	0,4	0,16	0,44	0,47	0,36	0,54	0,6	0,4	1	
2013-07	0,6	0,25	0,28	0,59	0,32	0,17	0,45	0,5	0,21	0,51	0,58	0,3	0,75	1

Entre pontos de coleta, o padrão geral não foi alterado com a adição dos dados da última campanha. As maiores similaridades foram observadas entre os pontos 4 e 5 ( $C_H=0,86$ ) e os pontos 2 e 3 ( $C_H=0,79$ ), sendo que essas similaridades registraram um leve aumento nos seus valores (Tabela 17.3.4-6). As demais comparações, em sua maioria, apresentaram similaridade moderada, com exceção da comparação entre o ponto 6 com os pontos 2 e 3.

Nesta avaliação ficou evidente que os pontos 2 e 3 (área de disposição do material dragado) apresentam diferenças em relação as demais áreas quanto à abundância por espécie. Como já ressaltado anteriormente, nesta área a abundância e a biomassa foram mais elevadas, com a ocorrência de *Xiphopenaeus kroyeri* (camarão-sete-barbas) e de *Pellona harroweri* (sardinha-mole), nos momentos de maior disposição do material dragado, e de *Ctenosciaena gracilicirrhus* (cangoá), em abril de 2012.

Tabela 17.3.4-6. Matriz de similaridade (Morisita-Horn -  $C_H$ ) entre pontos de coleta (>0,75 - alta similaridade; 0,5 e 0,75 - moderada; 0 e 0,5 - baixa).

	Ponto 1	Ponto 2	Ponto 3	Ponto 4	Ponto 5	Ponto 6
Ponto 1	1					
Ponto 2	0,53	1				
Ponto 3	0,54	0,79	1			
Ponto 4	0,7	0,58	0,68	1		
Ponto 5	0,68	0,55	0,64	0,86	1	
Ponto 6	0,53	0,31	0,43	0,65	0,66	1

Os padrões ecológicos foram inicialmente avaliados com base nos perfis de diversidade de Rényi em relação às campanhas e aos locais de coleta. Nesta análise, quanto mais elevada for a posição do perfil (pontos em azul), maior será a diversidade, e quanto mais tênue for a queda, maior a equitatividade.

Entre campanhas, o maior perfil de diversidade foi observado em fevereiro e outubro de 2011 e os menores, em fevereiro de 2010 (campanha pré-dragagem), abril de 2010, 2011 e 2012 e julho de 2012 (Figura 17.3.4-6). A última campanha realizada apresentou padrão de diversidade e equitatividade semelhante à média geral.

Em relação aos pontos de coleta, o maior perfil de diversidade é observado no Ponto 4 (Figura 17.3.4-7), a nordeste da área de deposição do material dragado. Os menores índices foram observados nos dois pontos da área de deposição do material dragado (Ponto 2 e 3) e na área de amortecimento do Parque Marinho da Laje de Santos (Ponto 6). O Ponto 6 foi influenciado pela adição da dos dados da última campanha, que apresentou dominância de *Dactylopterus volitans*.

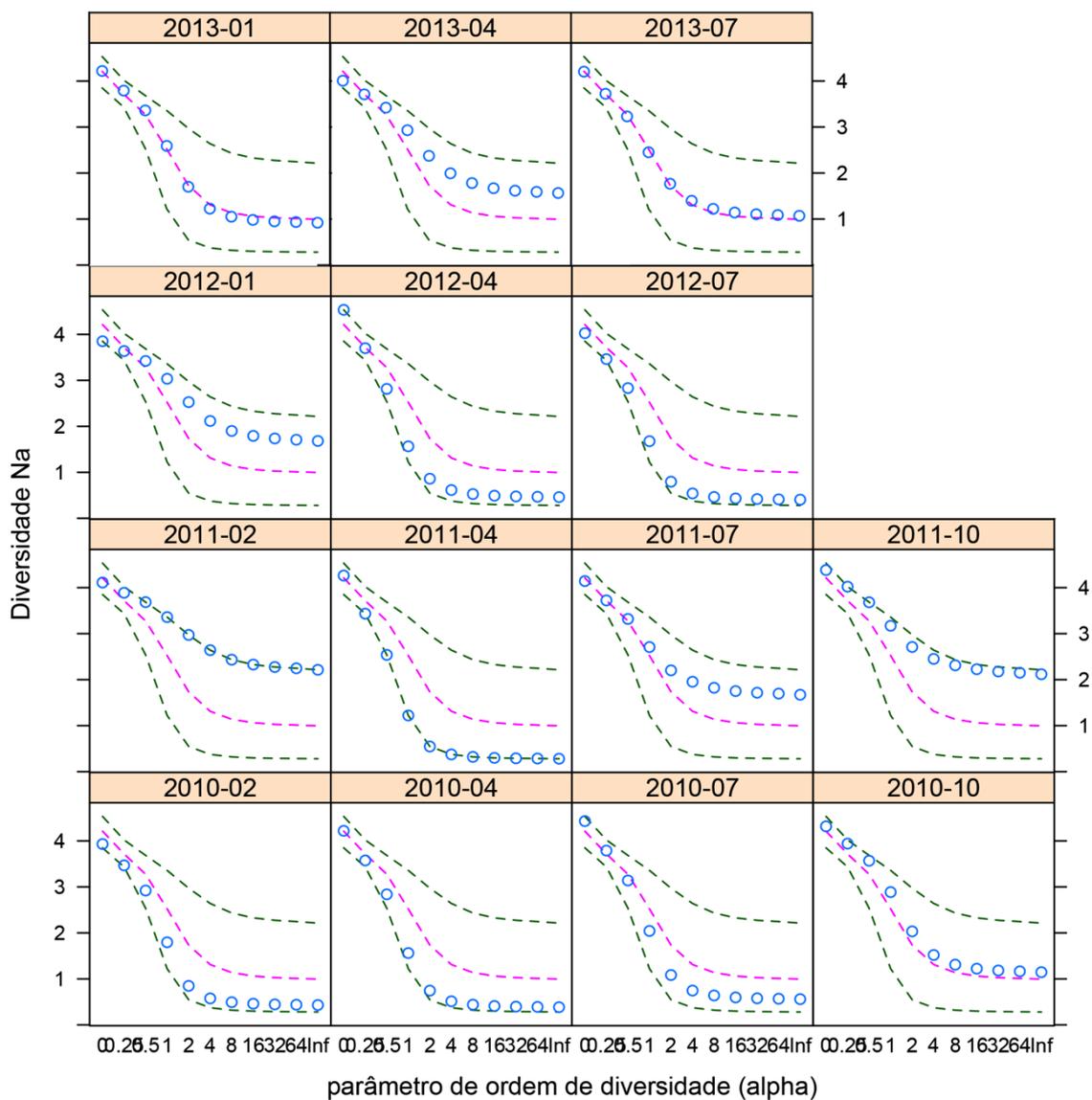


Figura 17.3.4-6. Avaliação da diversidade e equitatividade por campanha segundo o perfil de diversidade de Rényi.

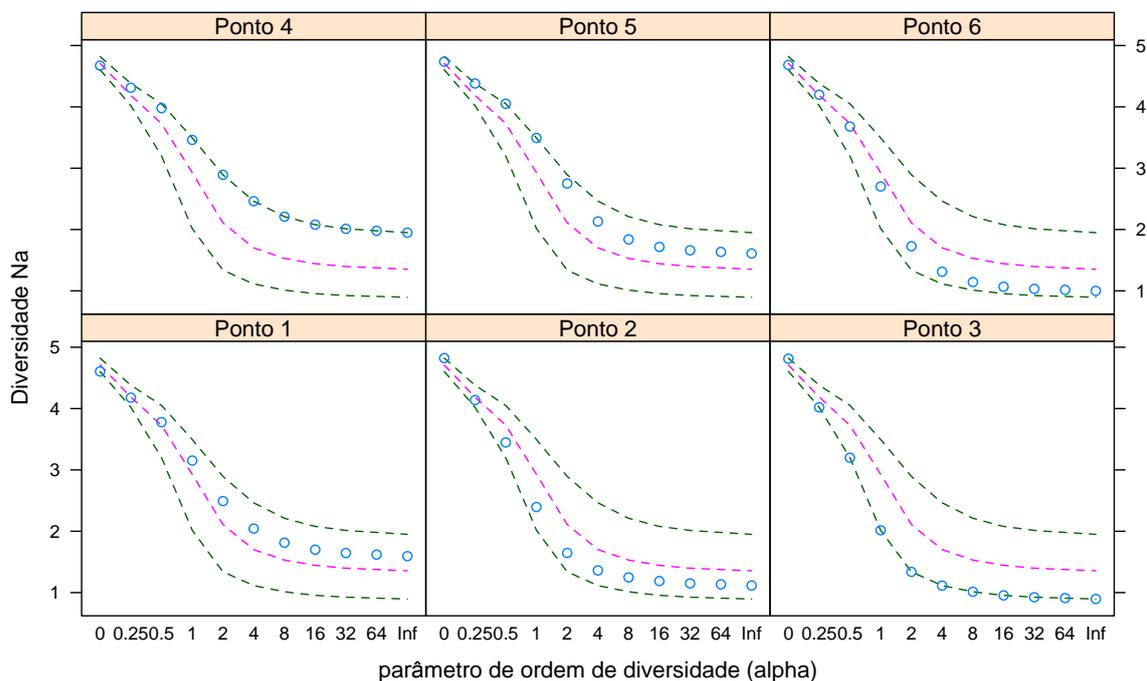


Figura 17.3.4-7. Avaliação da diversidade e equitatividade por ponto de coleta segundo o perfil de diversidade de Rényi.

Os índices ecológicos foram obtidos com base nas informações de abundância das espécies por campanhas e pontos de coleta (Tabela 17.3.4-7). A riqueza, com variação de 11 a 52, teve seu maior valor no Ponto 3, em abril de 2012, e o menor valor no Ponto 6, em janeiro de 2013, não apresentando alteração com a adição da última campanha. O Ponto 6 foi o que apresentou os menores resultados para riqueza, em especial nas coletas de verão, sendo o oposto verificado no inverno.

A diversidade teve maior registro no Ponto 5 na campanha de outubro de 2011 (3,065) e menor no Ponto 3 em abril de 2011 (0,381). Os maiores índices foram registrados nos pontos 1, 2, 4 e 5, em diferentes campanhas que ocorreram durante a primavera e o verão.

A equitatividade seguiu praticamente o mesmo padrão observado na diversidade. A amplitude foi de 0,106 (Ponto 3, abril de 2011) a 0,935 (Ponto 5, janeiro de 2012) e os menores índices ocorreram no outono e inverno e os maiores no verão. A dominância seguiu o padrão oposto da equitatividade em todos os aspectos citados acima.

Tabela 17.3.4-7. Índices ecológicos calculados com base na abundância de indivíduos por espécie por campanha e ponto de coleta.

	2010-02	2010-04	2010-07	2010-10	2011-02	2011-04	2011-07	2011-10	2012-01	2012-04	2012-07	2013-01	2013-04	2013-07
<b>Riqueza (S)</b>														
Ponto 01	26	24	40	30	29	33	19	36	16	20	18	28	27	28
Ponto 02	23	30	39	47	30	31	28	33	15	32	18	34	24	27
Ponto 03	35	31	49	41	36	36	34	30	17	52	22	33	31	29
Ponto 04	30	33	41	28	27	27	19	37	24	20	32	20	19	28
Ponto 05	31	32	30	32	23	26	29	44	15	28	26	19	25	30
Ponto 06	18	31	36	27	16	22	20	34	11	36	28	11	23	27
<b>Diversidade (H')</b>														
Ponto 01	2,42	2,09	2,66	1,32	2,92	1,57	2,53	2,48	2,37	1,66	1,95	2,33	2,74	2,44
Ponto 02	2,14	0,54	0,50	2,73	2,99	2,35	1,39	2,16	2,29	2,36	2,33	1,43	2,64	1,47
Ponto 03	2,21	2,88	2,76	2,78	2,82	0,38	1,85	2,56	2,65	1,17	2,70	2,57	1,98	2,20
Ponto 04	1,50	1,20	2,84	2,87	2,67	2,16	2,43	2,51	2,29	2,36	1,33	2,22	2,07	2,33
Ponto 05	2,26	2,13	2,63	2,95	2,51	2,27	1,98	3,07	2,53	2,13	0,68	1,97	2,15	1,82
Ponto 06	0,81	2,10	2,33	2,21	2,29	2,78	2,53	2,56	2,03	2,56	1,12	1,44	2,16	0,84
<b>Equitatividade (J)</b>														
Ponto 01	0,74	0,66	0,72	0,39	0,87	0,45	0,86	0,69	0,85	0,55	0,68	0,70	0,83	0,73
Ponto 02	0,68	0,16	0,14	0,71	0,88	0,68	0,42	0,62	0,85	0,68	0,81	0,40	0,83	0,45
Ponto 03	0,62	0,84	0,71	0,75	0,79	0,11	0,53	0,75	0,93	0,30	0,87	0,73	0,58	0,65
Ponto 04	0,44	0,34	0,76	0,86	0,81	0,66	0,83	0,69	0,72	0,79	0,38	0,74	0,71	0,70
Ponto 05	0,66	0,61	0,77	0,85	0,80	0,70	0,59	0,81	0,94	0,64	0,21	0,67	0,67	0,53
Ponto 06	0,28	0,61	0,65	0,67	0,83	0,90	0,84	0,73	0,85	0,72	0,34	0,60	0,69	0,25
<b>Dominância (D)</b>														
Ponto 01	0,26	0,34	0,28	0,61	0,13	0,55	0,14	0,31	0,15	0,45	0,32	0,30	0,17	0,27
Ponto 02	0,32	0,84	0,86	0,29	0,12	0,32	0,58	0,38	0,16	0,32	0,19	0,60	0,17	0,56
Ponto 03	0,38	0,16	0,29	0,25	0,21	0,89	0,48	0,25	0,07	0,71	0,13	0,27	0,42	0,35
Ponto 04	0,56	0,66	0,24	0,14	0,19	0,35	0,18	0,31	0,28	0,21	0,62	0,26	0,30	0,30
Ponto 05	0,34	0,39	0,23	0,15	0,20	0,31	0,41	0,19	0,07	0,36	0,79	0,33	0,33	0,47
Ponto 06	0,72	0,39	0,35	0,33	0,18	0,10	0,16	0,28	0,15	0,29	0,66	0,40	0,31	0,75

### **17.3.5. Análises químicas nos tecidos dos organismos**

No período de abrangência deste relatório foi realizada uma campanha de coleta de organismos no PDO e áreas adjacentes, em julho de 2013, para análise química dos tecidos de organismos demersais-bentônicos.

As atividades de coleta foram realizadas com a embarcação pesqueira de arrasto duplo “B.J.B.”, licenciada para operar com arrasto de porta na pesca de camarão, que esteve equipada com duas redes de arrasto de fundo com portas (*Otter trawl*) do tipo semibalão com 7 metros de abertura de boca e duração de 30 minutos em cada arrasto. A Figura 17.3.5-1 apresenta a localização dos pontos de arrasto de fundo.

A seguir são apresentados os resultados das análises biométricas dos organismos coletados e das análises químicas nos tecidos musculares, referente às amostras da campanha realizada em julho de 2013.

Ressalta-se que os resultados da análise biométrica (número de organismos coletados, peso, comprimento total e comprimento padrão) são apresentados para indicar como foram compostas as amostras, não sendo válidos para avaliações ecológicas, uma vez que o esforço amostral é direcionado para a obtenção de massa de tecido muscular suficiente para a realização das análises químicas.

O Anexo 17.8-10 apresenta o dossiê fotográfico dos procedimentos utilizados para a coleta e tratamento das amostras de organismos para as análises químicas nos tecidos musculares. O Anexo 17.8-11 apresenta os relatórios de ensaios biométricos dos organismos coletados, o Anexo 17.8-12 apresenta as cadeias de custódia das amostras enviadas ao laboratório responsável pelas análises químicas e o Anexo 17.8-13 apresenta os relatórios de ensaios químicos das amostras de tecido muscular analisadas.

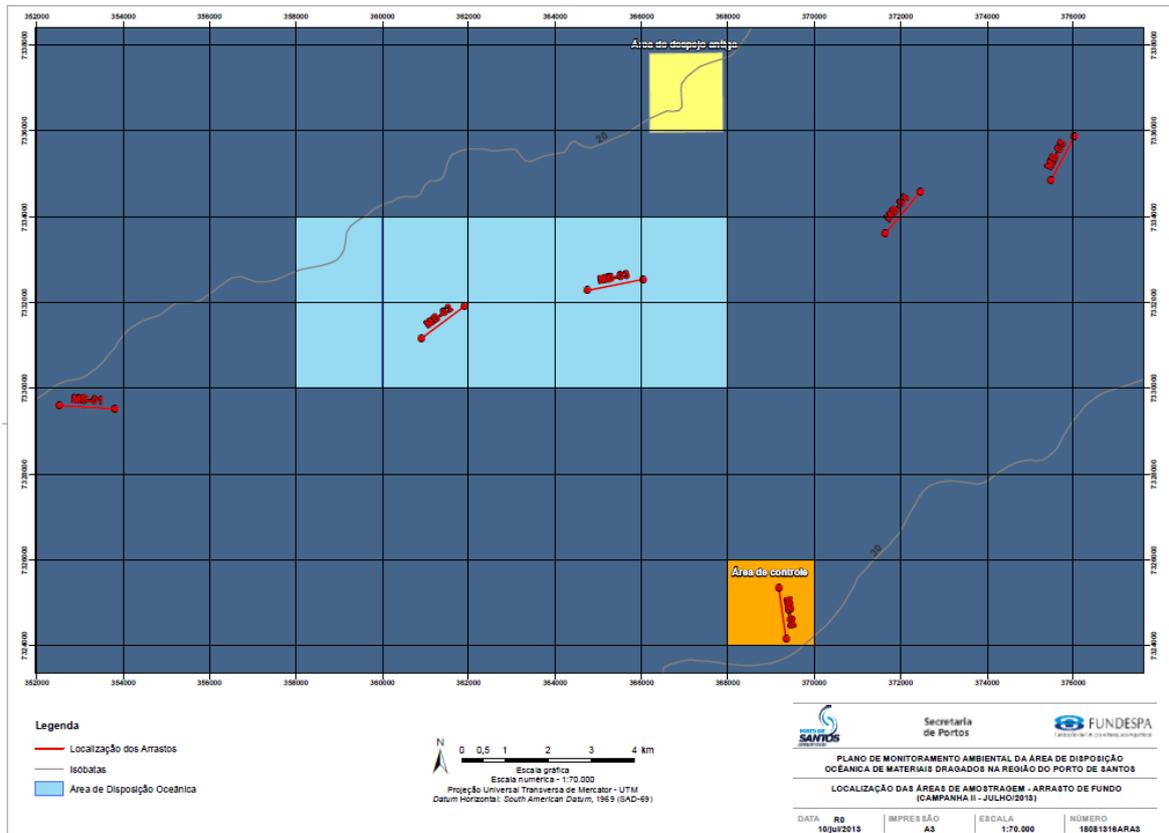


Figura 17.3.5-1. Localização dos arrastos de fundo no PDO e áreas adjacentes (MB-01 a MB-06), Campanha de julho de 2013.

A campanha de amostragem de organismos foi realizada nos dias 05 e 06 de julho de 2013. Após a amostragem, foi realizada em laboratório a pesagem, biometria e sexagem das espécies selecionadas para análise química, as quais são apresentadas a seguir:

- Peixes teleósteos: maria-luiza (*Paralichthys brasiliensis* Steindachner, 1875); linguados (*Syacium papillosum* Linnaeus, 1758; *Etropus longimanus* Jordan & Gilbert, 1882; *Etropus crossotus* Jordan & Gilbert, 1882); betara (*Menticirrhus americanus* Linnaeus, 1758);
- Peixes cartilaginosos: raia-viola-de-cara-curta (*Zapteryx brevirostris*; Müller & Henle, 1841); raia-santa (*Rioraja agassizii* Müller & Henle, 1841).

As amostras obtidas foram enviadas ao laboratório de análises químicas. A sigla de identificação dessas amostras foi composta da seguinte maneira: MB – identifica material biológico + número referente à região de coleta + diferenciação

dos organismos analisados pelas siglas LI (linguado), ML (maria-luiza), BE (betara) e RA (raia).

A seguir são apresentados os resultados da biometria e das análises químicas nos tecidos dos organismos amostrados em julho de 2013.

## A. Biometria dos organismos

Foi realizada em laboratório a pesagem e biometria em 32 espécimes de peixe linguado, 60 espécimes de maria-luiza, 42 espécimes de betara e 14 espécimes de raia. Os resultados da biometria dos organismos (peixes e raias) coletados no PDO e adjacências mostraram que estes não possuíam deformidades morfológicas. Um resumo da análise biométrica dos organismos coletados (número organismos coletados, peso, comprimento total e comprimento padrão) é apresentado nas Tabelas 17.3.5-1 a 17.3.5-4.

O peixe linguado foi capturado apenas nos pontos MB-01, MB-05 e MB-06. A Tabela 17.3.5-1 apresenta os dados de quantidade de linguado capturado, os valores médio, mínimo e máximo da massa dos indivíduos (g), do comprimento total e do comprimento padrão em cada ponto de amostragem.

Tabela 17.3.5-1. Número de indivíduos, peso, comprimento total e comprimento padrão de peixe linguado amostrados nos pontos de coleta durante Campanha de julho de 2013.

Região de amostragem	Amostra	Qtdd. Indiv.	Massa total (g.)			Comprimento total (cm.)			Comprimento padrão (cm.)		
			Média	Máx.	Mín.	Média	Máx.	Mín.	Média	Máx.	Mín.
Sudoeste do PDO	MB-01-LI	11	69,4	204	6	16,5	26,5	9	14	22,5	7,5
Interior do PDO	MB-02-LI	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Interior do PDO	MB-03-LI	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Nordeste PDO	MB-04-LI	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Nordeste PDO	MB-05-LI	5	76,8	147	4	19	24,5	8	15,9	20,5	7
Área a ser controlada	MB-06-LI	16	69,8	185	5	17,3	25,5	8	14,7	21,5	7

A massa corporal média entre os indivíduos de linguado nos pontos amostrais foi de 72,0 g. Entre os organismos amostrados, observou-se 37,5% de imaturos, 31,25% de fêmeas e 31,25% de machos. Entre as fêmeas coletadas observou-se os estádios de maturação gonadal 2 (em maturação), 3 (maduro) e 4 (desovada), enquanto os machos apresentaram os estádios 1 e 2.

O peixe maria-luiza foi capturado nos pontos MB-03 e MB-04 (Tabela 17.3.5-2). A massa corporal média de maria-luiza nos pontos amostrais foi de 65,8 g. Foram amostrados 51,6% de fêmeas e 31,6% de machos. Entre as fêmeas coletadas, observou-se os estádios de maturação gonadal 2, 4 e 3 e entre os machos, o estágio 3.

Tabela 17.3.5-2. Número de indivíduos, peso, comprimento total e comprimento padrão de peixe maria-luiza amostrados nos pontos de coleta durante Campanha de julho de 2013.

Região de amostragem	Amostra	Qtdd. Indiv.	Massa total (g.)			Comprimento total (cm.)			Comprimento padrão (cm.)		
			Média	Máx.	Mín.	Média	Máx.	Mín.	Média	Máx.	Mín.
Sudoeste do PDO	MB-01-ML	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Interior do PDO	MB-02-ML	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Interior do PDO	MB-03-ML	30	64,5	100	52	19,8	22,5	18,5	16,2	18,5	15
Nordeste PDO	MB-04-ML	30	67,1	92	41	19,9	22	17	16	18,5	13,5
Nordeste PDO	MB-05-ML	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Área a ser controlada	MB-06-ML	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

O peixe betara foi capturado nos pontos MB-01 e MB-02 (Tabela 17.3.5-3). A massa corporal média de betara nos pontos amostrais foi de 80,2 g. Foram amostrados 45,2% de fêmeas e 54,7% de machos. Entre as fêmeas e os machos coletados observou-se os estádios de maturação gonadal 2 e 3, respectivamente.

Tabela 17.3.5-3. Número de indivíduos, peso, comprimento total e comprimento padrão de peixe betara amostrados nos pontos de coleta durante Campanha de julho de 2013.

Região de amostragem	Amostra	Qtdd. Indiv.	Massa total (g.)			Comprimento total (cm.)			Comprimento padrão (cm.)		
			Média	Máx.	Mín.	Média	Máx.	Mín.	Média	Máx.	Mín.
Sudoeste do PDO	MB-01-BE	22	94,4	183	46	21	26	17,5	17,8	22	14,5
Interior do PDO	MB-02-BE	20	66	117	39	19,1	23	16,5	16	20	14
Interior do PDO	MB-03-BE	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Nordeste PDO	MB-04-BE	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Nordeste PDO	MB-05-BE	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Área a ser controlada	MB-06-BE	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

As raias foram capturadas nos pontos MB-01, MB-04, MB-05 e MB-06 (Tabela 17.3.3-4). A massa corporal média das raias capturadas foi de 441g, com comprimento total médio de 39,1 cm, comprimento do disco médio de 23,3 cm e largura do disco médio de 21,6 cm (Tabela 17.3.5-4).

Foram amostrados 71,4% de fêmeas e 28,5% de machos. Entre as fêmeas coletadas observou-se os estádios de maturação gonadal 1, 2 e 3 e entre os machos, os estádios 1 e 3.

Tabela 17.3.5-4. Número de indivíduos, peso, comprimento total e comprimento padrão de raias amostradas nos pontos de coleta durante Campanha de julho de 2013.

Região de amostragem	Amostra	Qtdd. Indiv.	Massa total (g.)			Comprimento total (cm.)			Comprimento do disco (cm.)			Largura do disco (cm.)		
			Média	Máx.	Mín.	Média	Máx.	Mín.	Média	Máx.	Mín.	Média	Máx.	Mín.
Sudoeste do PDO	MB-01-RA	2	574	610	572	43	43,5	43	25	25,5	25	21,5	22	21
Interior do PDO	MB-02-RA	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Interior do PDO	MB-03-RA	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Nordeste PDO	MB-04-RA	5	278	620	46	33,3	48	19	20,0	27	14,5	16,8	22,5	10,5
Nordeste PDO	MB-05-RA	2	625,5	688	563	49,25	51	47,5	30,5	31,5	29,5	32,8	34,5	31
Área a ser controlada	MB-06-RA	5	286,8	604	43	31,2	45	18	17,8	26	10,5	15,4	21,5	9,5

## B. Análises de metais e semimetais

Os resultados analíticos de metais e semimetais nas amostras de tecidos de organismos coletados nas quadrículas do PDO e seu entorno, da Campanha de julho de 2013, estão apresentados na Tabela 17.3.5-5.

Entre os metais analisados, o zinco esteve acima do limite de quantificação do método analítico em todas as amostras de tecido dos organismos coletados ao longo do PDO. Entretanto, todas as amostras apresentaram concentrações abaixo do limite estabelecido para o consumo humano pelo Decreto 55.871/65 (50 mg/kg) (Tabela 17.3.5-5).

Ressalta-se que o zinco é um elemento essencial para mamíferos e peixes, participando de processos metabólicos e fisiológicos e que a concentração de mercúrio quantificada foi inferior ao limite tolerável para consumo humano. O mercúrio pôde ser quantificado devido ao fato da metodologia analítica propiciar um limite de quantificação extremamente baixo. 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.

O cromo esteve acima do limite de quantificação do método analítico na maioria das amostras de tecido dos organismos coletados ao longo do PDO, porém, todas as amostras quantificadas apresentaram concentrações abaixo do

limite estabelecido para o consumo humano pelo USFDA (apud CETESB, 2001) (Tabela 17.3.5-5).

O metal mercúrio foi quantificado em três amostras de tecido muscular de raia (MB-01-RA, MB-04-RA e MB-06-RA), com concentrações entre 0,16 e 0,28 mg/kg, porém, tais valores estão abaixo do limite estabelecido para o consumo humano pela Portaria MS 685/98 (1,0 mg/kg – peixes predadores).

Os demais metais analisados (cádmio, cobre, chumbo, manganês e níquel) apresentaram valores de concentrações abaixo dos limites de quantificação do método analítico em todas as amostras analisadas (Tabela 17.3.5-5).

O semimetal arsênio foi quantificado em três amostras de tecidos musculares de linguado e em quatro amostras de raias, em concentrações acima dos valores limites estabelecidos pela Portaria MS 685/98, de 1 mg/kg. As concentrações de arsênio quantificadas no peixe linguado estiveram entre 1,05 e 1,97 mg/kg. Nas raias foram quantificadas concentrações de arsênio entre 9,01 e 16,5 mg/kg. Nas demais amostras de linguado, maria-luiza, betara e raia analisadas foram observadas valores abaixo dos limites de quantificação do método analítico (Tabela 17.3.5-5).

Cabe ressaltar que o limite máximo de arsênio total em peixes e seus derivados de 1,0 mg/kg estabelecido pela Portaria MS 685/98 refere-se ao arsênio total, não levando em consideração a especiação química do elemento. A Comissão do Codex Alimentarius, Organização Mundial da Saúde, US FDA e US EPA, por exemplo, recentemente revisaram os limites máximos permitidos para arsênio em organismos utilizados para fins de consumo humano, levando em consideração que a maior parte do arsênio presente nos organismos é orgânica, de baixa toxicidade, sendo excretado pela urina em poucos dias e que sua forma tóxica (inorgânica) está muita vezes presente em concentrações muito baixas em pescados. A Comissão do Codex Alimentarius (1998) estabelece como limite máximo tolerável de ingestão de arsênio inorgânico por semana de 15 mg/kg. Esta mesma comissão informa que, de acordo com estudos realizados sobre arsênio em peixes, mariscos e crustáceos, os valores encontrados no ambiente marinho estão tipicamente na faixa de 0,5 a 50 mg/kg. Em 2007, a US FDA elaborou um guia para controle de moluscos visando consumo humano. Definiu

como nível de tolerância para As total, 76 mg/kg em crustáceo e 86 mg/kg em moluscos. Assim, com base nos diversos estudos científicos recentes realizados por tais órgãos reconhecidos internacionalmente, acredita-se que os valores de arsênio encontrados nas amostras analisadas não sejam preocupantes.

Tabela 17.3.5-5. Resultado das análises químicas de metais e semimetais nas amostras de tecidos musculares de linguado (MB-xx-LI), maria-luiza (MB-xx-ML), betara (MB-xx-BE) e raia (MB-xx-RA) da Campanha de julho de 2013.

Parâmetros		MB-01-LI	MB-01-RA	MB-01-BE	MB-02-ML	MB-02-BE	MB-03-ML
Organismo	Legislações	Linguado	Raia	Betara	Maria-Luiza	Betara	Maria-Luiza
Trecho		Sudoeste do PDO				Dentro do PDO	
Data de Coleta		07/07/2013	07/07/2013	07/07/2013	07/07/2013	07/07/2013	07/07/2013
Hora de Coleta		10:20	10:45	11:10	10:00	11:30	09:15
Identificação do Relatório de Ensaio		1307024	1307024	1307024	1307024	1307024	1307024
<b>Metais e arsênio totais em mg/kg</b>							
Arsênio		1*	<b>1,97</b>	<b>15,0</b>	< 0,91	< 0,94	< 0,94
Cádmio	1*	< 0,25	< 0,21	< 0,23	< 0,24	< 0,24	< 0,24
Cromo	11****	<b>0,11</b>	<b>0,12</b>	<b>0,13</b>	<b>0,14</b>	<b>0,12</b>	<b>0,10</b>
Cobre	30**	< 1,47	< 1,27	< 1,36	< 1,42	< 1,42	< 1,44
Chumbo	2*	< 0,98	< 0,85	< 0,91	< 0,94	< 0,94	< 0,96
Manganês	54***	< 0,49	< 0,42	< 0,45	< 0,47	< 0,47	< 0,48
Níquel	5**	< 0,49	< 0,42	< 0,45	< 0,47	< 0,47	< 0,48
Zinco	50**	<b>4,0</b>	<b>4,7</b>	<b>4,6</b>	<b>3,0</b>	<b>4,8</b>	<b>3,6</b>
Mercurio	0,5*	< 0,07	<b>0,28</b>	< 0,08	< 0,08	< 0,08	< 0,08
Parâmetros		MB-04-ML	MB-04-RA	MB-05-LI	MB-05-RA	MB-06-LI	MB-06-RA
Organismo	Legislações	Maria-Luiza	Raia	Linguado	Raia	Linguado	Raia
Trecho		Nordeste do PDO				Pq Est. Marinho da Laje de Santos	
Data de Coleta		06/07/2013	06/07/2013	06/07/2013	06/07/2013	06/07/2013	06/07/2013
Hora de Coleta		11:15	11:40	12:10	12:50	09:30	10:45
Identificação do Relatório de Ensaio		1307024	1307024	1307024	1307024	1307024	1307024
<b>Metais e arsênio totais em mg/kg</b>							
Arsênio		1*	< 0,96	<b>16,5</b>	<b>1,05</b>	<b>9,1</b>	<b>1,55</b>
Cádmio	1*	< 0,24	< 0,24	< 0,25	< 0,22	< 0,23	< 0,24
Cromo	11****	<b>0,83</b>	<b>0,13</b>	<b>0,12</b>	< 0,10	< 0,10	<b>0,13</b>
Cobre	30**	< 1,44	< 1,44	< 1,47	< 1,32	< 1,36	< 1,44
Chumbo	2*	< 0,96	< 0,96	< 0,98	< 0,88	< 0,91	< 0,96
Manganês	54***	< 0,48	< 0,48	< 0,49	< 0,44	< 0,45	< 0,48
Níquel	5**	< 0,48	< 0,48	< 0,49	< 0,44	< 0,45	< 0,48
Zinco	50**	<b>3,6</b>	<b>4,3</b>	<b>3,5</b>	<b>4,4</b>	<b>6,5</b>	<b>5,2</b>
Mercurio	0,5*	< 0,08	<b>0,16</b>	< 0,07	< 0,08	< 0,08	<b>0,18</b>

\* Portaria MS 685/98

\*\* Decreto 55.871/65

\*\*\* US EPA (apud CETESB, 2001)

\*\*\*\* USFDA (apud CETESB, 2001)

### C. Demais parâmetros analisados

Todos os compostos de bifenilas policloradas (PCB), compostos orgânicos semivoláteis (SVOC), hidrocarbonetos policíclicos aromáticos (HPA) e pesticidas organoclorados (POC) analisados nas amostras de tecido muscular de linguado, maria-luiza, betara e raia da Campanha de julho de 2013 apresentaram concentrações abaixo dos limites de quantificação dos métodos analíticos utilizados (Tabela 1 do Anexo 17.8-14).

A maioria dos compostos orgânicos avaliados neste programa é altamente solúvel em lipídeos e pouco solúvel em água. Assim, a absorção destes compostos, que são hidrofóbicos, pode ser altamente influenciada pelo teor de lipídeos nos organismos. Uma forma de avaliar a influência dos lipídeos na bioacumulação de compostos orgânicos em organismos aquáticos é realizar estudo comparativo dos resultados a partir da normalização da concentração encontrada com o teor de lipídeos (razão entre concentração, em mg/kg e porcentagem de lipídeos) (Thomann, 1989). Contudo, como nesta campanha nenhum composto orgânico esteve acima do limite de quantificação, não foi avaliada a influência do teor de lipídeos na bioacumulação dos compostos orgânicos. A Tabela 1 do Anexo 17.8-14 apresenta os resultados observados na análise de teor de umidade e gordura analisadas na Campanha de julho de 2013.

## **17.4. Considerações finais**

### **17.4.1. Avaliação da qualidade do sedimento**

O presente relatório contempla a apresentação dos resultados das análises físico-químicas das amostras referentes às Campanhas de julho e agosto de 2013 e das análises químicas, ecotoxicológicas e granulométricas da Campanha de julho de 2013.

Entre os metais analisados, foram quantificados os metais cobre, cromo, chumbo, níquel e zinco, em grande parte das amostras analisadas, porém todas as concentrações estiveram abaixo dos valores orientadores de Nível 1 da Resolução CONAMA 454/2012. Os metais mercúrio, cádmio e o semimetal arsênio ocorreram em concentrações abaixo dos limites de quantificação dos métodos analíticos utilizados na campanha de julho de 2013.

Alguns compostos de hidrocarbonetos policíclicos aromáticos foram quantificados nas amostras das quadrículas Q3 e Q4 na Campanha de março de 2013, Q4 e Q5 na Campanha de maio de 2013 e Q3, Q4, Q5 e Q9 na Campanha de junho de 2013. Entretanto, todos os valores observados estiveram abaixo do Nível 1 do valor orientador estabelecido pela Resolução CONAMA 454/12.

Entre os demais compostos analisados (bifenilas policloradas e pesticidas organoclorados) não foram observadas concentrações acima do limite de quantificação do método analítico em nenhuma das amostras analisadas. Bem como, não foram observados efeitos tóxicos com o organismo teste (*Leptocheirus plumulosus*) em todas as amostras de sedimentos submetidas aos ensaios ecotoxicológicos.

Os resultados da atual caracterização física do sedimento, considerando as amostras da Campanha de julho de 2013 analisadas neste relatório, indicam que em todas as quadrículas de disposição do PDO ocorreu um predomínio da fração de areia muito fina, com exceção da quadrícula Q8. Estes resultados são similares àqueles observados durante as amostragens realizadas ao longo dos anos de 2010, 2011 e 2012 (Fundespa, 2012).

As amostras de sedimento coletadas na Campanha de agosto de 2013 se encontram em fase de análise pelo laboratório responsável pelas análises químicas e ecotoxicológicas e os resultados serão apresentados em relatório futuro.

#### **17.4.2. Monitoramento Ambiental Intensificado**

Não houve atividades relacionadas ao Monitoramento Ambiental Intensificado durante o período a que se refere o presente relatório, uma vez que até o momento não foi informado atividade de dragagem em áreas que apresentam sedimento de qualidade inferior.

#### **17.4.3. Avaliação da estrutura da comunidade bentônica**

As duas campanhas realizadas no primeiro semestre de 2013 (janeiro e abril) indicaram que os possíveis impactos do descarte de sedimentos não foram concentrados nas quadrículas onde o sedimento foi diretamente disposto (quadrícula Q8, para a Campanha de janeiro de 2013, e Q3, para a Campanha de abril de 2013). Os efeitos desta disposição foram percebidos nas quadrículas adjacentes, porém em direções e intensidades diferentes nos dois períodos. Em

janeiro de 2013, os efeitos parecem ter sido mais espalhados em direção a noroeste, passando pelos pontos PS-Q2, PS-Ad12 e PS-Q1 (baixa equitatividade). Já em abril de 2013, os efeitos foram perceptíveis apenas no ponto PS-Q2, imediatamente adjacente à leste da PS-Q3. Isso sugere que os processos físicos são importantíssimos na redistribuição de sedimentos e que há uma variação espaço-temporal importante no impacto causado na área de disposição e adjacências.

Na Campanha de julho de 2013, realizada durante o período de referência deste relatório, continuou-se a observar que os possíveis impactos do descarte de sedimento dragados não se concentram diretamente nas quadrículas onde o sedimento foi disposto (Q10). Os efeitos desta disposição foram notados nos pontos de coleta PS-Q3, PS-Q4 e PS-Q7, que apresentaram menores densidades, sendo que os dois primeiros são adjacentes à PS-Q10, indicando um padrão de dispersão para norte e noroeste. Novamente, tal fato sugere que os processos físicos são importantíssimos na redistribuição de sedimentos e que há uma variação espaço-temporal importante no impacto causado na área de disposição e adjacências.

#### **17.4.4. Avaliação das comunidades demersais-bentônicas**

O monitoramento até o momento demonstra que a variabilidade da fauna demersal bentônica no ambiente deve-se, sobretudo, a fatores sazonais, seguindo o ciclo de vida das espécies. A disposição oceânica de material dragado até o momento parece gerar efeitos pontuais, sem interferências permanentes. Este efeito foi notado nos pontos 2 e 3, especificamente para *Xiphopenaeus kroyeri* (camarão-sete-barbas), quando ocorreu um maior número de descartes nessas quadrículas, fato esse reforçado pela alta similaridade detectada.

Não existe série de dados nesta área que anteceda a disposição do material dragado, existindo apenas uma coleta realizada em fevereiro de 2010. Ainda assim, com ressalvas, os dados sugerem que houve um aumento nos padrões ecológicos da área de disposição e arredores ao longo do tempo, começando a refletir um padrão sazonal como se tivesse sido criado um *habitat*. Para um

melhor entendimento destes padrões recomenda-se que, quando possível, a base de dados antes da intervenção antrópica seja de, pelo menos, um ano.

A continuidade do monitoramento é fundamental a fim de avaliar a ação dos possíveis efeitos antropogênicos a médio e longo prazo, que possam interferir na capacidade de suporte do ambiente e em sua resiliência.

#### **17.4.5. Análises químicas nos tecidos dos organismos**

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, visto que os organismos aqui avaliados não são sésseis e encontram-se distribuídos não somente na área sobre influência dos descartes de material dragado. No entanto, como existe uma preocupação com a qualidade do pescado da região, a realização de coleta de organismos para análises químicas dos tecidos é importante para assegurar a qualidade do pescado para o consumo humano. Entende-se que, neste caso, a Codesp está 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 há um monitoramento periódico para este fim.

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

Nas amostras analisadas na Campanha de julho de 2013, 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 hidrocarbonetos policíclicos aromáticos (HPA), pesticidas organoclorados (POC), bifenilas policloradas (PCB), compostos fenólicos, dienos clorados e clorobenzenos.

Como observado, foram quantificadas concentrações dos metais zinco, cromo e mercúrio em algumas amostras coletas no PDO e adjacências, entretanto tais concentrações ocorreram abaixo dos limites estabelecidos para consumo humano, de 50 mg/kg para zinco segundo Decreto 55.871/65; de 11mg/kg para cromo segundo USFDA (apud CETESB, 2001) e de 1,0 mg/kg (peixes predadores) para mercúrio segundo Portaria MS 685/98.

Arsênio foi quantificado em concentrações acima dos valores limites estabelecido pela Portaria MS 685/98 (1 mg/kg) em amostras de tecidos muscular de linguado e de raias, ambas espécies demersais, que possuem hábitos alimentares e de sobrevivência associados ao fundo, onde a concentração de arsênio pode ser maior em partículas orgânicas. Embora tenham sido encontrados resultados acima do limite máximo estabelecido pela legislação brasileira para consumo humano, de 1 mg/kg, acredita-se que estes valores não sejam preocupantes, uma vez que a maior parte dos compostos de arsênio presentes em peixes marinhos são orgânicos e não são tóxicos ao homem. Diversos estudos científicos e realizados por órgãos reconhecidos internacionalmente, conforme já apresentado em relatórios anteriores, apontam que a maior parte do arsênio presente em espécies marinhas se encontra principalmente na forma de arsenobetaina (baixa toxicidade).

### **17.5. Cronograma**

O cronograma das atividades desenvolvidas por este programa ao longo dos meses de monitoramento 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	N° Amostras	Código da amostra	Parâmetro	Frequência de amostragem - Cronograma Mensal - PROGRAMA DE MONITORAMENTO DO PDO - Ano 2013						
				Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	jan/14
ÁREA DESCARTE (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	S	M	M	T	M	M	S
			Granulometria	S	M	M	T	M	M	S
			Análise Ecotoxicológica	S	M	M	T	M	M	S
			Análise química: CONAMA 454/12 completa	S			T			S
		2	MB-02 e MB-03	Organismos bentônicos	S			T		S
		2	MO-02 e MO-03	Análise química nos tecidos musculares	S			T		S
ÁREA ADJACENTE (PS-ADI A PS-AD18) - 18 pontos com 3 subamostras compostas em uma por quadrícula	18*	PS-ADI A PS-AD18	Análise química: HPAs e Metais	S	M	M	T	M	M	S
			Granulometria	S	M	M	T	M	M	S
			Análise Ecotoxicológica	S	M	M	T	M	M	S
			Análise química: CONAMA 454/12 completa	S			T			S
			Organismos bentônicos	S			T			S
						Análise química nos tecidos musculares	S			T
ÁREA A SER CONTROLADA (PS-C1) - 1 estação com 3 sub-amostras	1	PS-C1	Análise química: HPAs e Metais	S	M	M	T	M	M	S
			Granulometria	S	M	M	T	M	M	S
			Análise Ecotoxicológica	S	M	M	T	M	M	S
			Análise química: CONAMA 454/12 completa	S	M	M	T	M	M	S
			Organismos bentônicos	S			T			S
		MB-06	Análise química nos tecidos musculares	S			T			S
MO-06	Organismos demersais-bentônicos	S			T			S		
PONTOS A NORDESTE (PS-N1 e PS-N2) E A SUDOESTE (PS-S1)	3	PS-N1; PS-N2; PS-S1	Granulometria	S	M	M	T	M	M	S
			Análise Ecotoxicológica	S						S
			Análise química: CONAMA 454/12 completa	S						S
			Organismos bentônicos	S			T			S
		MB-01, MB-04 e MB-05	Análise química nos tecidos musculares	S			T			S
		MO-01, MO-04 e MO-05	Organismos demersais-bentônicos	S			T			S

LEGENDA	
M	MENSAL
T	TRIMESTRAL
S	SEMESTRAL

\* número de amostra sofre alterações de acordo com o número de quadrículas utilizadas para descarte material dragado.

## 17.6. Referências Bibliográficas

- ABNT, Associação Brasileira de Normas Técnicas 2006. ABNT/NBR 15350. Ecotoxicologia aquática – Toxicidade crônica de curta duração – Método de ensaio do ouriço-do-mar (Echinodermata:Echinoidea). Rio de Janeiro, 17 p.
- ABNT, Associação Brasileira de Normas Técnicas 2008. ABNT/NBR 15638. Qualidade da água – Determinação da toxicidade aguda de sedimentos marinhos ou estuarino com anfípodos. Rio de Janeiro, 17 p.
- Barletta, M. & Corrêa, M.F.M. (1992). Guia para a Identificação de Peixes da Costa do Brasil. São Paulo: Ed. da UFPR, 131p. [biotaneotropica.org.br/v3n1/pt/abstract?article+BN01503012003](http://biotaneotropica.org.br/v3n1/pt/abstract?article+BN01503012003). Acessado em 2010.
- Bousfield, E.L. 1973. Shallow-Water Gammeridiean Amphipoda of New England. Cornell University, Ithaca, NY, 312 p.
- Bower, C.E. & Bidwell, J.P. 1978. Ionization of ammonia in seawater: effects of temperature, pH and salinity. J. Fish. Res. Board. Can., 35: 1012-1016.
- Brasil 1965. Decreto Nº 55.871, de 26 de março de 1965. Casa Civil Subchefia para Assuntos Jurídicos. Referente a normas reguladoras do emprego de aditivos para alimentos. Diário Oficial da União; Poder Executivo, de 09 de abril de 1965 Disponível em: <[http://www.anvisa.gov.br/legis/decretos/55871\\_65.htm](http://www.anvisa.gov.br/legis/decretos/55871_65.htm)>. Acessado em 2010.
- Brasil 1998. Portaria N º 685, de 27 de agosto de 1998. Estabelece os níveis máximos de contaminantes químicos em alimentos e os limites máximos de tolerância para contaminantes inorgânicos. Diário Oficial da União de 28 de agosto de 1998, seção 1, 28 p. Disponível em: <[http://www.anvisa.gov.br/legis/portarias/685\\_98.htm](http://www.anvisa.gov.br/legis/portarias/685_98.htm)>. Acesso em 2010.
- Brasil 2012. Resolução CONAMA Nº 454, de 01 de novembro de 2012. Estabelece as diretrizes gerais e os procedimentos referenciais para o gerenciamento do material a ser dragado em águas sob jurisdição nacional. Diário Oficial da União, Brasília, seção 1, edição nº 216 de 8 de novembro de 2012, p. 66.
- CETESB, Companhia Ambiental do Estado de São Paulo 2001. Sistema

- Estuarino Santos e São Vicente. Relatório Técnico, Cetesb, São Paulo, 141 p.
- Clarke, K.R. & Warwick, R.M. 2001. Change in marine communities: an approach to statistical analysis and interpretation. Primer-E Limited, Plymouth, UK.
- Codex Alimentarius Commission. 1999. Thirty-first session of the Codex Committee on Food Additives and Contaminants, Haia, Holanda, 22-26 de Março 1999. Report. FAO/WHO Food Standards Programme, FAO, Rome, Italy, 73 p.
- 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): Disponível em: <<http://www.biotaneotropica.org.br/v3n1/pt/abstract?article+BN0150301200>> Acessado em 2010.
- Embrapa, 1997. Manual de métodos de análise de solo. 2 ed. Embrapa/CNPS, Rio de Janeiro, p. 212.
- Erickson, W.P. & McDonald, L.L. 1995. Tests for bioequivalence of control media and test media in studies of toxicity. Environmental Toxicology Chemistry, 14: 1274-1256.
- Figueiredo J.L. 1977. Manual de peixes marinhos do Sudeste do Brasil. I. Cações e Raias. Universidade de São Paulo, Museu de Zoologia, São Paulo, 103 p.
- Figueiredo, J.L & Menezes, N.A. (1978). Manual de peixes marinhos do sudeste do Brasil II Teleostei (1). São Paulo: Museus de Zoologia da Universidade de São Paulo.
- FRF- Fundação Ricardo Franco 2008. Estudo de Impacto Ambiental (EIA) e Relatório de Impacto Ambiental (RIMA): projeto de aprofundamento do canal de navegação do Porto de Santos, Santos, SP. São Paulo.
- Jost,L.2007.Partitioning diversity in to independent alpha and beta components.Ecology88(10):2427-2439.
- Kietzmann, U.; Priebe, K.; Rakow, D. & Reichstein, K. 1974. Inspección veterinaria de pescados. Editora ACRIBIA, Zaragoza, Espanha, 325 p.

- Krebs, C.J. 1989. Ecological Methodology. Harper Collins, New York, EUA., 654 p.
- Kubitza, F. 2000. Tilápia: tecnologia e planejamento na produção comercial. Ed. Jundiaí. 289p.
- Magurran, A.E. 1988. Ecological diversity and its measurement. Princeton University Press, Princeton, New Jersey. 179 p.
- Martins, F.R. & Santos, F.A.M. 1999. Técnicas usuais de estimativa da biodiversidade. Holos Environment, 1(1): 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, Zaragoza, Espanha, 341 p.
- 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, 43(2). 61-95.
- Pinkas, L.M.; Oliphant, S. & Iverson, I.L.K. 1971. Food habits of albacore, bluefin tuna and bonito in Californian waters. Calif. Fish Game, 152: 105.

- 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, Bento Gonçalves, RS. Livro de Resumos, p. 158.
- Randall, J.E. (1983) Caribbean Reef Fishes. Tfh, Neptune City. 323p.
- Rios, E.C. (1986). Seashells of Brazil. Rio Grande, Ed. Furg, 2 Ed., 368p.
- Santos, K.C. (2004). Aspectos morfológicos e taxonômicos de Tanaidacea (Crustacea - Peracarida), na plataforma continental brasileira, com ênfase na subordem Apseudomorpha, vol.I Tese de Doutorado, Instituto Oceanográfico, Universidade de São Paulo, 232p.
- 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.
- Spilzman, M. 2000. Peixes marinhos do brasil: guia prático de identificação. Ed. Mauad, Rio de Janeiro, 228 p.
- Tóthmérész B. 1995. Comparison of different methods for diversity ordering. Journal of Vegetation Science 6: 283-290.
- USACE, United States. Army Corps of Engineers 1998. Use of Sediment Quality Guidelines (SQGs) in dredged material management. Dredging Research Technical Note EEDP-04-29. UEPA, Washington, DC.
- USEPA, United States Environmental Protection Agency 1994. Methods for measuring the toxicity of sediment-associated contaminants with estuarine and marine amphipods. EPA-600/R-94/025. USEPA, Narragansett, RI, 140 p.
- USEPA, United States 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/USACE, Washington, DC, 176 p.
- USEPA, United States 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. Environmental Protection Agency, Cincinnati, U. S., 120 p.

USEPA, United States Environmental Protection Agency 2010. Water Quality Assessment Guidance Manual. In: Integrated Water Quality Report (Y2010 305(b)/303(d)); APPENDIX E-1 - Fish Tissue Values (TVs). Disponível em: <<http://www.deq.virginia.gov/water>>. Acessado em 2010.

Vazzoler, A.E.A.M. 1996. Biologia da reprodução de peixes teleósteos: teoria e prática. EDUEM, Maringá:, 169 p.

Waiteman, C. R. 2009. Composição e distribuição dos Amphipoda (Crustacea: Peracarida) na Plataforma Continental entre São Sebastião e Peruíbe (São Paulo, Brasil). Dissertação de Mestrado, Instituto Oceanográfico, Universidade de São Paulo, 113p.

Zar, J.H. 1999. Biostatistical Analysis. Upper Saddle River, New Jersey, Prentice-Hall, Inc.

### **17.7. Equipe técnica**

Bauer Rachid - Oceanógrafo, Dr.

Carlos Eduardo Neves Consulim – Oceanógrafo

Clarice Yumi Hiramatsu - Química

Cristina Gonçalves – Química, Msc.

Felipe Tonella – Oceanógrafo

Flavia Belloni Passaglia Pereira – Oceanógrafa

Giuliana Felamingo de Oliveira - Oceanógrafa

Lívia Huln Fenili – Oceanógrafa, Msc

Luciana Erika Yaginuma – Oceanógrafa, Msc

Maria Silvia Sarti – Bióloga, Msc.

Mariana Beraldo Masutti – Química, Dr<sup>a</sup>

Patrícia Ferreira Silvério – Química, Dr<sup>a</sup>

Paulo Gomes Yukio Sumida – Oceanógrafo, Dr.

Priscilla Bosa – Oceanógrafa, Msc

Sérgio Luiz Tutui – Biólogo, Dr.

Tábata S. Prado – Oceanógrafa

### **17.8. Anexos**

- Anexo 17.8-1. Dossiê fotográfico da amostragem de sedimento realizada nas quadrículas do PDO, áreas adjacentes e ponto a ser controlado; Campanhas de julho a agosto de 2013.
- Anexo 17.8-2. Programa de garantia e controle de qualidade.
- Anexo 17.8-3. Resultados análises físico-químicas realizadas *in situ*, no sedimento; Campanhas de julho e agosto de 2013.
- Anexo 17.8-4. Cadeias de custódia das amostras de sedimento enviadas para análises dos parâmetros químicos e granulométricos; Campanhas de julho a agosto de 2013.
- Anexo 17.8-5. Relatórios de ensaio dos parâmetros químicos e granulometria dos sedimentos; Campanha de julho de 2013;
- Anexo 17.8-6. Cadeias de custódia das amostras de sedimento enviadas para ensaios ecotoxicológicos; Campanha de julho a agosto de 2013.
- Anexo 17.8-7. Relatório de ensaio ecotoxicológico de sedimento; Campanhas de julho de 2013.
- Anexo 17.8-8. Tabela integrada dos resultados físico-químicos realizados *in situ*, no sedimento durante as Campanhas de julho e agosto de 2013;
- Anexo 17.8-9. Tabela integrada dos resultados das análises químicas e granulométricas realizadas nas amostras de sedimentos durante a Campanha de julho de 2013.

- Anexo 17.8-10. Dossiê fotográfico dos procedimentos de coleta de organismos e tratamento das amostras para análise química no tecido dos organismos; Campanha de julho de 2013.
- Anexo 17.8-11. Relatório de ensaio biométrico dos organismos para análise química no tecido; Campanha de julho de 2013.
- Anexo 17.8-12. Cadeias de custódia das amostras de tecido dos organismos enviados ao laboratório para análises químicas; Campanha de julho de 2013.
- Anexo 17.8-13. Relatório de ensaio dos parâmetros químicos no tecido dos organismos e as cadeias de custódia, Campanha de julho de 2013;
- Anexo 17.8-14. Tabela com os resultados das análises químicas nos tecidos dos organismos, Campanha de julho de 2013;

Anexo 17.8-1. Dossiê fotográfico da amostragem de sedimento realizada nas quadrículas do PDO, áreas adjacentes e ponto a ser controlado; Campanhas de julho a agosto de 2013.

Anexo 17.8-2. Programa de garantia e controle de qualidade.

Anexo 17.8-3. Resultados análises físico-químicas realizadas *in situ*, no sedimento; Campanhas de julho e agosto de 2013.

Anexo 17.8-4. Cadeias de custódia das amostras de sedimento enviadas para análises dos parâmetros químicos e granulométricos; Campanhas de julho a agosto de 2013.

Anexo 17.8-5. Relatórios de ensaio dos parâmetros químicos e granulometria dos sedimentos; Campanha de julho de 2013;

Anexo 17.8-6. Cadeias de custódia das amostras de sedimento enviadas para ensaios ecotoxicológicos; Campanha de julho a agosto de 2013.

Anexo 17.8-7. Relatório de ensaio ecotoxicológico de sedimento;  
Campanhas de julho de 2013.

Anexo 17.8-8. Tabela integrada dos resultados físico-químicos realizados *in situ*, no sedimento durante as Campanhas de julho e agosto de 2013;

Anexo 17.8-9. Tabela integrada dos resultados das análises químicas e granulométricas realizadas nas amostras de sedimentos durante a Campanha de julho de 2013.

Anexo 17.8-10. Dossiê fotográfico dos procedimentos de coleta de organismos e tratamento das amostras para análise química no tecido dos organismos; Campanha de julho de 2013.

Anexo 17.8-11. Relatório de ensaio biométrico dos organismos para análise química no tecido; Campanha de julho de 2013.

Anexo 17.8-12. Cadeias de custódia das amostras de tecido dos organismos enviados ao laboratório para análises químicas; Campanha de julho de 2013.

Anexo 17.8-13. Relatório de ensaio dos parâmetros químicos no tecido dos organismos e as cadeias de custódia, Campanha de julho de 2013;

Anexo 17.8-14. Tabela com os resultados das análises químicas nos tecidos dos organismos, Campanha de julho de 2013;