

<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>9</b>
17.2.1. AVALIAÇÃO DA QUALIDADE DO SEDIMENTO .....	9
17.2.2. AVALIAÇÃO DA ESTRUTURA DA COMUNIDADE BENTÔNICA.....	15
17.2.3. AVALIAÇÃO DAS COMUNIDADES DEMERSAIS-BENTÔNICAS.....	17
17.2.4. ANÁLISES QUÍMICAS NOS TECIDOS DOS ORGANISMOS .....	20
<b>17.3. RESULTADOS E DISCUSSÃO .....</b>	<b>27</b>
ATIVIDADES DESENVOLVIDAS EM OUTUBRO E DEZEMBRO DE 2012 E ENTRE JANEIRO E MARÇO DE 2013.....	27
17.3.1. AVALIAÇÃO DA QUALIDADE DO SEDIMENTO .....	27
17.3.2. AVALIAÇÃO DA ESTRUTURA DA COMUNIDADE BENTÔNICA.....	44
17.3.3. AVALIAÇÃO DAS COMUNIDADES DEMERSAIS-BENTÔNICAS.....	44
17.3.4. ANÁLISES QUÍMICAS NOS TECIDOS DOS ORGANISMOS .....	67
<b>17.4. CONSIDERAÇÕES FINAIS.....</b>	<b>75</b>
17.4.1. AVALIAÇÃO DA QUALIDADE DO SEDIMENTO .....	75
17.4.2. AVALIAÇÃO DA ESTRUTURA DA COMUNIDADE BENTÔNICA.....	76
17.4.3. AVALIAÇÃO DAS COMUNIDADES DEMERSAIS-BENTÔNICAS.....	76
17.4.4. ANÁLISES QUÍMICAS NOS TECIDOS DOS ORGANISMOS .....	76
<b>17.5. CRONOGRAMA .....</b>	<b>78</b>
<b>17.6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....</b>	<b>80</b>
<b>17.7. EQUIPE TÉCNICA .....</b>	<b>83</b>
<b>17.8. ANEXOS.....</b>	<b>85</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 foi elaborado 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), e visa gerenciar o uso do Polígono de Disposição Oceânica destinado ao descarte do material dragado.

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 carregados 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”, 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 de 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.

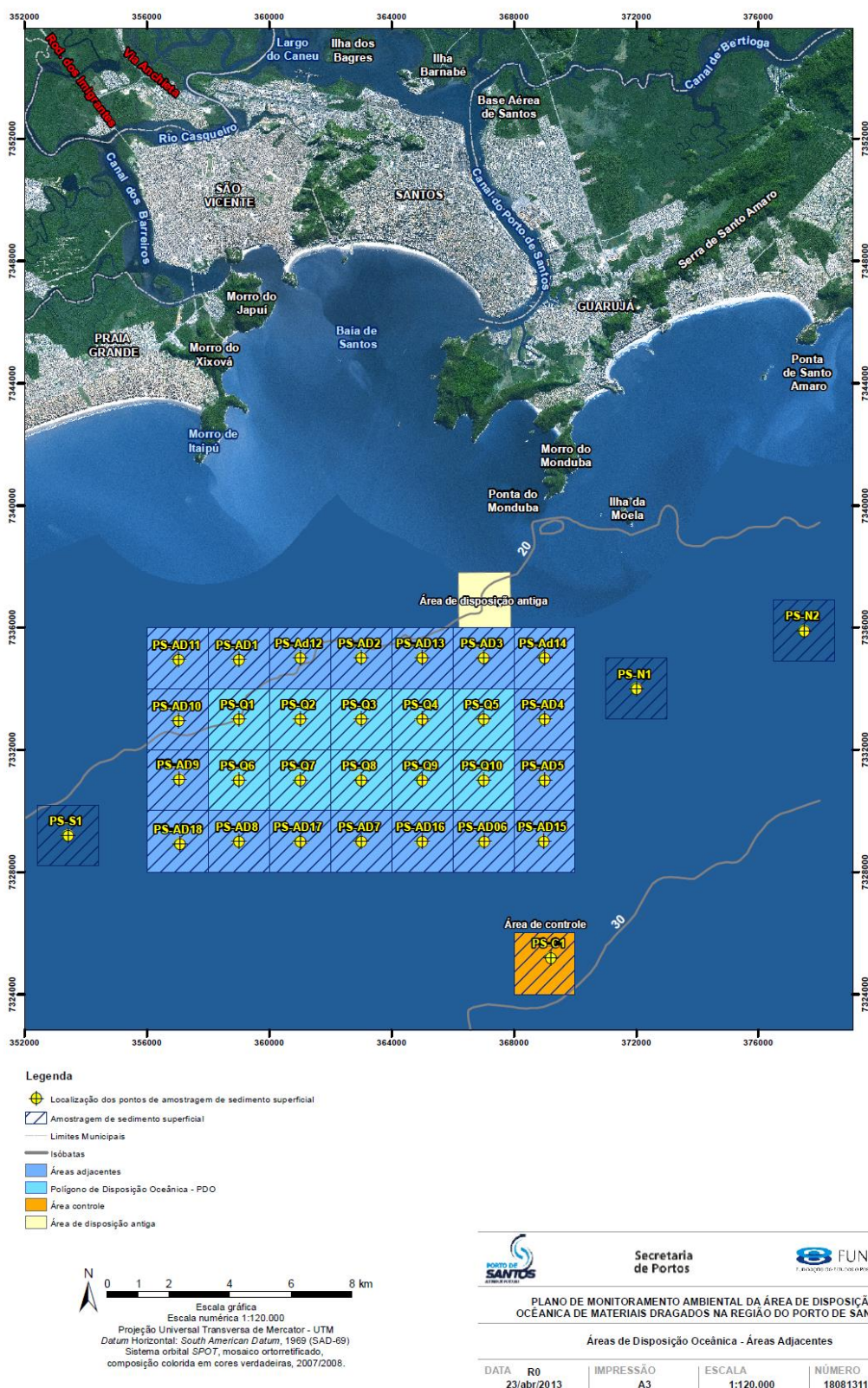


Figura 17.1-1. Localização do Polígono de Disposição Oceânica (PDO), áreas adjacentes, áreas a nordeste e sudoeste do PDO e área a ser controlada na zona de amortecimento do Parque Estadual da Laje de Santos.





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 as atividades de dragagem de sedimentos neste trecho, nas seções 4A e 4C, finalizadas em 12/04/2011 e 17/08/2011, 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) (Figura 17.1-3), a 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 – Alemoa), 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 de abril de 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 à 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 à 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 (entre 13 de março e 08 de agosto) e 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).

Considerando as atividades de dragagem de aprofundamento e de manutenção realizadas em 2012, foram realizadas 9 campanhas de monitoramento da qualidade do sedimento (análises físicas, químicas e ecotoxicológicas), 2 campanhas de monitoramento dos organismos bentônicos, 3 campanhas de monitoramento de organismos demersais-bentônicos e 3 campanhas de monitoramento para análise química no tecido dos organismos (Tabela 17.1-1).

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.

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 a 16)	C2 (14 a 16)	C1 (14 a 16)	C1 (14 a 16)	-
Mai/2010	C3 (30)	C3 (30)	-	-	-
Jun/2010	C3 (8 e 17) + C4 (18, 19, 20 e 26)	C3 (8 e 17) + C4 (18, 19, 20 e 26)	-	-	-
Jul/2010	C5 (21, 22 e 30)	C5 (21, 22 e 30)	C2 (21, 22 e 30)	C2 (21, 22 e 23)	C1 (21 e 22)
Ago/2010	C6 (20, 21 e 23)	C6 (20, 21 e 23)	-	-	-
Set/2010	C7 (24, 29 e 30)	C7 (24, 29 e 30)	-	-	-
Out/2010	C8 (28 e 29)	C8 (28 e 29)	C3 (28 e 29)	C3 (06, 07 e 08)	-
Nov/10	C8 (04) + C9 (22 e 26)	C8 (04) + C9 (22 e 26)	C3 (04)	-	-
Dez/10	C9 (03) + C10 (20, 21 e 22)	C9 (03) + C10 (20, 21 e 22)	-	-	-
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 (25)	C12 (25)	-	-	-
Abr/2011	C13 (07, 08 e 15)	C13 (07, 08 e 15)	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 28)	C18 (13) + C19 (22 e 28)	-	-	-
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 25)	C21 (18, 19 e 25)	C6 (18, 19 e 25)	-	-
Dez/2011	C22 (07, 08 e 17)	C22 (07, 08 e 17)	-	-	-
Jan/2012	-	-	-	C 8 (12,13 e 14)	C 6 (12 e 13)*
Fev/2012	C 23 (09, 10 e 15)	C 23 (09, 10 e 15)	-	-	-
Mar/2012	C 24 (21, 22 e 23)	C 24 (21, 22 e 23)	C 7 (21, 22 e 23)	-	-
Abr/2012	C 25 (17, 18 e 19)	C 25 (17, 18 e 19)	-	C 9 (18, 19 e 20)	C 7 (18 e 19)*
Mai/2012	C 26 (10, 11 e 24)	C 26 (10, 11 e 24)	-	-	-
Jun/2012	C 27 (13, 14 e 15)	C 27 (13, 14 e 15)	C 8 (13, 14 e 15)	-	-
Jul/2012	C 28 (03, 04 e 05)	C 28 (03, 04 e 05)	-	C 10 (21, 22 e 23)	C 8 (21 e 22)*
Ago/2012	C 29 (14 e 22)	C 29 (14 e 22)	-	-	-
Out/2012	C 30 (29 e 30)	C 30 (29 e 30)	-	-	-
Dez/2012	C 31 (14 e 17)	C 31 (14 e 17)	-	-	-

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

( ) - dias da coleta no mês

\* A partir do ano de 2011, com início da dragagem no Trecho 4 (AL01 e AL02) a periodicidade desta análise foi alterada para trimestral em atendimento a Nota Técnica nº 117/2010COTRA/CGTMO/DILIC/IBAMA.

As atividades do Programa de Monitoramento da Área de Disposição Oceânica que tiveram início em janeiro de 2010 permanecem em andamento, sendo que no período referente a este relatório, ocorreu a dragagem de manutenção dos Trechos 1, 2 e 3, e os descartes ocorreram nas quadrículas Q3, Q9 e Q10, conforme informado pela Codesp. Também ocorreram atividades de dragagem realizadas pelas empresas Brasil Terminal Portuário (BTP), Wilson Sons, Emraport e Copape Terminais, com descartes nas quadrículas Q4, Q5, 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 outubro e dezembro de 2012 e de janeiro, fevereiro e março de 2013. A Tabela 17.1-3 apresenta as datas de realização das campanhas de amostragem dos cinco estudos deste programa, realizadas no ano de 2013.

Tabela 17.1-3. Cronograma de coleta do Programa de Monitoramento do PDO de janeiro a março 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
Meses					
Janeiro/2013	(23, 24 e 25)	(23, 24 e 25)	(23, 24 e 25)	(23, 24 e 25)	(23 e 24)
Fevereiro/2013	(07 e 08)	(07 e 08)	-	-	-
Março/2013	(11 e 12)	(11 e 12)	-	-	-

( ) dias de coleta

## 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 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).

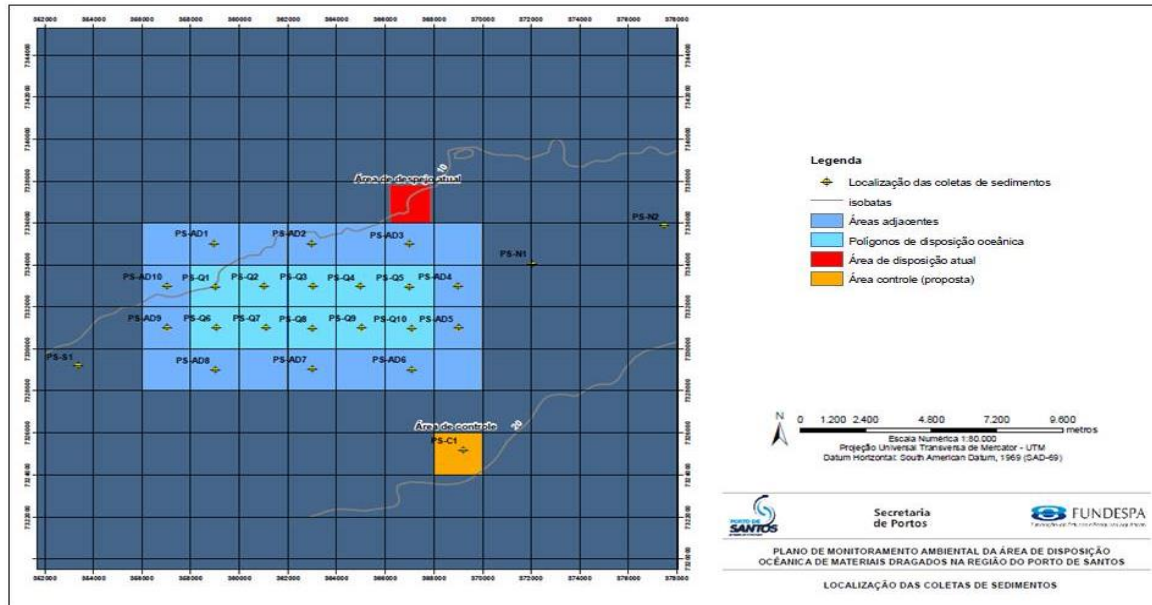


Figura 17.2.1-1. Área amostral, quadrículas de disposição de material dragado (Q1 a Q10), áreas adjacentes (Ad1 a Ad18), pontos a nordeste (PS-N1 e PS-N2) e a sudoeste (PS-S1) e ponto a ser controlado (PS-C1) localizado na zona de amortecimento do Parque Estadual Marinho da Laje de Santos.

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 de 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, armazenadas em caixas térmicas com gelo e mantidas sob refrigeração à temperatura  $\leq 6^{\circ}\text{C}$ , 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 matriz Spike 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 o Laboratório responsável pela realização das análises físico-químicas *in situ*, e está acreditado 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. 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 ≤ 6°C	100 gramas
PCBs	US EPA 3550C (preparação); US EPA 8082A (análise)	14 dias (extração); 40 dias (análise)	frasco de vidro	Refrigeração ≤ 6°C	100 gramas
Pesticidas Organodorados	US EPA 3550C (preparação); US EPA 8081B (análise)	14 dias (extração); 40 dias (análise)	frasco de vidro	Refrigeração ≤ 6°C	100 gramas
<b>Constituintes Orgânicos</b>					
Carbono Orgânico Total	Apostila 2ª ed - UFRGS	28 dias (análise)	frasco de vidro	Refrigeração ≤ 6°C	50 gramas
<b>Constituintes Inorgânicos não-metálicos</b>					
Nitrogenio Kjeldahl	SM 4500 Norg E	28 dias (análise)	frasco de vidro	Refrigeração ≤ 6°C	20 gramas
<b>Metais</b>					
Metais totais	US EPA 3050B (preparação); US EPA 6010C (análise)	6 meses (análise)	frasco de vidro	Refrigeração ≤ 6°C	30 gramas
Mercurio total	US EPA 7471B (preparação e análise)	28 dias (análise)	frasco de vidro	Refrigeração ≤ 6°C	30 gramas
<b>Propriedades Físicas</b>					
Granulometria	EMBRAPA, 1997	não determinado	frasco de plástico	não requerida	200 gramas
<b>Ecotox</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.

\*\* = parâmetros realizados pelo laboratório TECA.M

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. Ensaios de toxicidade

Além das análises físicas e químicas, as amostras de sedimentos marinhos coletadas nas quadrículas do PDO, nas quadrículas imediatamente adjacentes às que estiveram em uso e na área a ser controlada são submetidas 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 sua natureza de escavar e hábitos alimentares.

*Leptocheirus plumulosus* é tolerante à salinidade nos valores entre 1 a 35 e vive 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 têm tido sucesso para fins reguladores e de investigação por vários laboratórios, incluindo agências governamentais estaduais e federais, empresas privadas, e instituições acadêmicas (USEPA, 2001). Embora *Leptocheirus plumulosus* seja comumente usado para testar a toxicidade de sedimentos estuarinos (McGee *et al.*, 1993; USEPA, 1994), pouco se sabe sobre a absorção de metal pela dieta deste organismo (Schlekat *et al.*, 1999).

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

## E.2. Análise laboratorial

Os ensaios de toxicidade aguda com *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. 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 PDO (PS-Q1 a PS-Q10), quadrículas adjacentes às áreas utilizadas para disposição no período anterior a realização da amostragem (PS-Ad1 a PS-Ad18), em um ponto a sudoeste e dois pontos a nordeste (PS-N1, PS-N2 e PS-S1) da área principal de monitoramento e em um ponto 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 (lança). 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 com abertura de malha 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 (log<sub>e</sub>), conforme recomendam Martins e Santos (1999), através da equação:

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

Onde:

*pi* = porcentagem relativa da espécie "i" no total amostrado de todas as riquezas de espécies.

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 formula:

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

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).

### **17.2.3. 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 17.2.3-1). As coordenadas tiveram como base as informações disponíveis no Plano Básico Ambiental (PBA).

Tabela 17.2.3-1. 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 semibalão 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 foram calculadas 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 ( $\%IRI > 5$ ) 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 de homogeneidade multivariada da dispersão entre grupos, considerando neste caso as espécies entre as campanhas. Para isso, calcula-se a distância de Bray-Curtis entre os grupos e a correlação com a campanha amostral. Posteriormente foi efetuada uma análise de variância unifatorial (*One-way ANOVA*) e testes *a posteriori* para avaliar as diferenças.

Para a avaliação ecológica das comunidades, foram calculados os índices de diversidade, equitatividade e riqueza (Magurran, 1988), além de análises de



agrupamento e de componentes principais para verificar a existência de similaridade na formação dos grupos de amostras entre táxons (Romesburg, 1984). Posteriormente, testes estatísticos foram aplicados para analisar a normalidade e homogeneidade das amostras, bem como diferenças entre os parâmetros ambientais e os índices ecológicos para a variável temporal (campanhas realizadas) e espacial (pontos de coleta) (Sokal e Rohlf, 1981). Para identificar diferenças nos índices ecológicos entre campanhas e pontos de coleta foi utilizada análise de variância bifatorial (*Two-way ANOVA*).

#### **17.2.4. 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 “PHILADÉLFIA I”, 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 17.2.4-1). Os arrastos são distribuídos da seguinte maneira:

- 1 na área no setor a sudoeste do PDO (MB-01);
- 2 nas áreas nas quadrículas do PDO (MB-02 e MB-03);
- 2 nas 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).

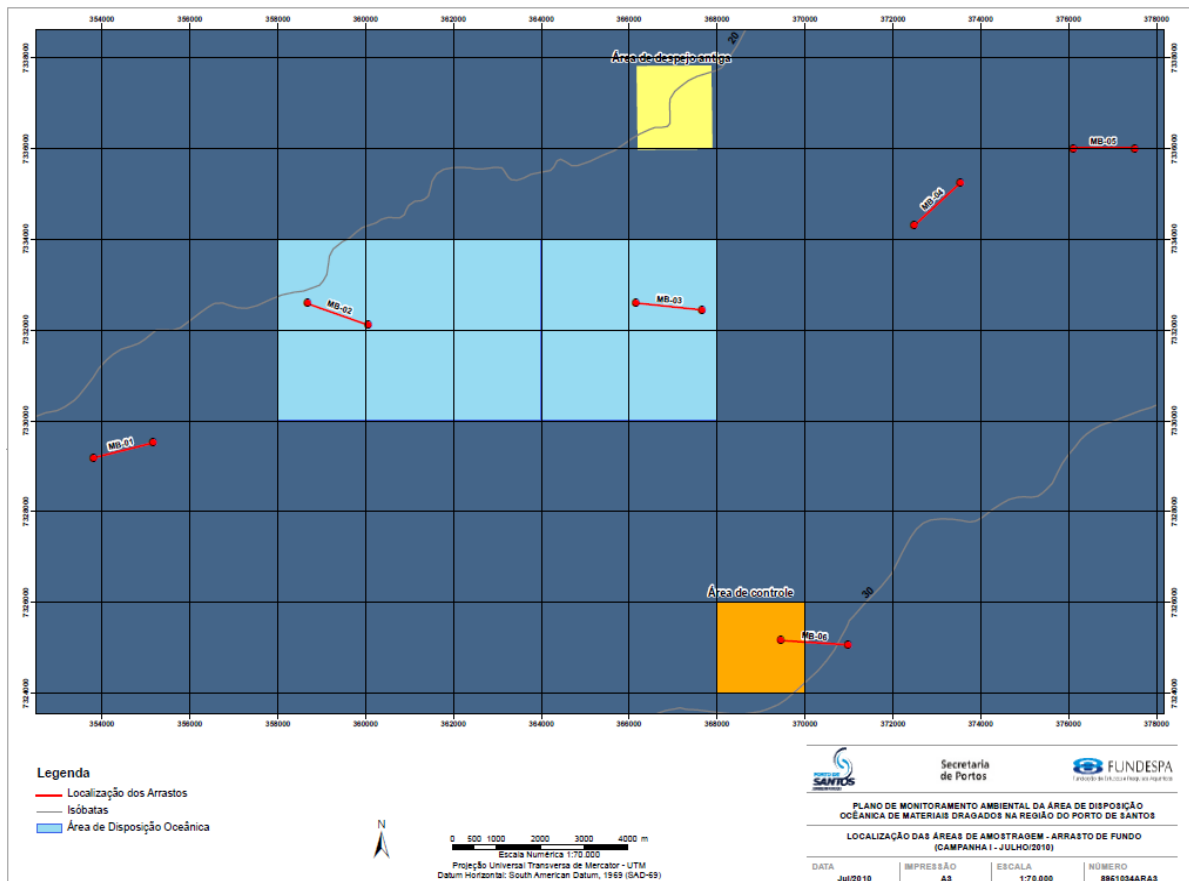


Figura 17.2.4-1. Localização dos pontos de arrastos para a amostragem de organismos na região do PDO e adjacências.

### **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.

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 a garantia de 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**

### **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 rostró 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 estágios de maturação de suas gônadas (IM-imaturo; E1-repouso; E2-em maturação; E3-madura; E4-desovada).

### **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 17.2.4-1, 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), CO (coió), 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 17.2.4-1. Métodos analíticos e as condições de armazenamento, preservação e prazo de análise dos parâmetros a serem analisados nas amostras de tecido muscular.

Parâmetros	Método de análise	Recipiente de armazenamento	Preservação	Quantidade de amostra	Prazo para análise (amostras congeladas)
Metais e semimetais	EPA3050 (preparação); EPA 6010 (análise)	Frasco de vidro	Refrigerar a $\leq -20^{\circ}\text{C}$	50g	6 meses (28 dias para mercúrio)
Pesticidas organodorados	EPA 3550 (extração); EPA 8081 (análise)	Frasco de vidro	Refrigerar a $\leq -20^{\circ}\text{C}$	50g	1 ano, se congelado
Bifenilas polidoradas totais	EPA 3550 (extração); EPA 8082 (análise)	Frasco de vidro	Refrigerar a $\leq -20^{\circ}\text{C}$	50g	1 ano, se congelado
Semivoláteis (incluindo HPA)	EPA 3550 (extração); EPA 8270 (análise)	Frasco de vidro	Refrigerar a $\leq -20^{\circ}\text{C}$	100g	1 ano, se congelado
Via clássica (umidade e lipídeos)	PORTARIA N° 01 de 07/10/81	Frasco de vidro	Refrigerar a $\leq -20^{\circ}\text{C}$	50g	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 n°685/98 e Decreto Ministério da Saúde n°55.871/65 para metais e semimetais conforme apresentado na Tabela 17.2.4-2.

Tabela 17.2.4.-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 n° 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 17.2.4-3).

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 como, por exemplo, 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. Já 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* e não informarem os valores utilizados para derivação dos limites.

Tabela 17.2.4-3. 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

### **17.3. Resultados e discussão**

#### **Atividades Desenvolvidas em Outubro e Dezembro de 2012 e entre Janeiro e Março de 2013**

A seguir são apresentadas as atividades desenvolvidas entre os meses de janeiro e março de 2013, pelos cinco estudos desenvolvidos por este programa, além das atividades realizadas em outubro e dezembro de 2012. 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:

- Campanhas de outubro e dezembro de 2012 e de janeiro a março de 2013, de análise química, física e ecotoxicológica do sedimento;
- Campanha de janeiro de 2013 de análise dos organismos bentônicos;
- Campanha de janeiro de 2013 de análise química no tecido dos organismos;
- Campanha de janeiro de 2013 de análise dos organismos demersais-bentônicos.

As campanhas de outubro e dezembro de 2012 foram realizadas em atendimento ao contrato DP/06.2012 - aditamento, firmado no dia 08 de março de 2012, entre Fundespa e Codesp. As campanhas referentes ao período entre janeiro e julho de 2013 foram realizadas em atendimento ao contrato atual vigente, DP/02.2013, firmado no dia 24 de janeiro de 2013, entre Fundespa e Codesp, em continuidade ao monitoramento das atividades de descartes de material dragado na região do Porto de Santos.

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

Entre os meses de outubro e dezembro de 2012 e entre janeiro e fevereiro de 2013, foram realizadas atividades de dragagem de manutenção nos Trecho 1, 2 e 3 com a draga *Hang Jun 5001*. O descarte do material dragado foi realizado nas quadrículas Q3, Q9 e Q10.

Neste período, além dos descartes realizados pela Codesp, foram registrados eventos de descarte pela empresa Brasil Terminal Portuário (BTP) na quadrícula Q4 (de dezembro de 2010 a novembro de 2012), pela empresa Wilson Sons na quadrícula Q5, pela Empresa Brasileira de Terminais Portuários (Embraport) na quadrícula Q7 (dezembro 2012 a fevereiro de 2013) e pela Copape Terminais, na quadrícula Q8 (dezembro 2012 a fevereiro de 2013).

Os procedimentos de amostragem realizaram-se conforme descrito no item 17.2.1, assim como os parâmetros avaliados ao longo das diferentes campanhas amostrais, tendo sido atendidos os critérios e procedimentos de garantia de qualidade quanto à execução das coletas, armazenamento e preservação das amostras. Todas as amostras foram analisadas dentro do prazo de validade, garantindo a qualidade técnica dos resultados. Os laboratórios *Analytical Technology* - AT e TECAM Laboratórios, são 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 outubro e dezembro de 2012, e de janeiro a março de 2013), estão apresentados nos relatórios de ensaios analíticos, conforme listado abaixo.

- Relatórios de ensaios físico-químicos (medições *in situ*) - Anexo 17.8-1.
- Relatórios de ensaios das análises químicas e granulométricas - Anexo 17.8-2.
- Relatórios de ensaios ecotoxicológicos - Anexo 17.8-3.

Os resultados das análises físico-químicos realizados *in situ* foram integrados em tabelas, assim como os resultados das análises químicas, ecotoxicológicas e granulométricas, comparados com os valores orientadores estabelecidos na Resolução CONAMA 454/2012, as quais são apresentadas nos Anexos 17.8-4 e 17.8-5. Foram considerados também para a discussão, os resultados obtidos durante a elaboração do EIA/RIMA (FRF, 2008).



Estes resultados foram comparados com a Resolução CONAMA 454/2012, publicada no DOU em 08/11/2012, a qual revoga a Resolução CONAMA 344/2004. A seguir são apresentados os resultados observados ao longo das campanhas de outubro e dezembro de 2012 e de janeiro e fevereiro de 2013, além das atividades realizadas na Campanha de março de 2013.

### **A. Campanha de outubro de 2012**

Durante o período referente à Campanha de outubro de 2012 ocorreu disposição de sedimentos nas quadrículas Q3, Q9 e Q10 pela Codesp e Q4 pela Brasil Terminal Portuário (BTP), sendo monitorados 22 pontos amostrais distribuídos dentro do polígono de disposição oceânica - PDO (PS-Q2 a PS-Q5, PS-7 a PS-Q10), incluindo dez áreas adjacentes às quadrículas em uso para disposição (PS-Ad2, PS-Ad3, PS-Ad4, PS-Ad5, PS-Ad6, PS-Ad7, PS-Ad13, PS-Ad15 e PS-Ad16), dois setores a nordeste (PS-N1 a PS-N2), um setor a sudoeste (PS-S1) e uma área a ser controlada (PS-C1), localizada no limite da zona de amortecimento do Parque Estadual Marinho da Laje de Santos (Figura 17.3.1-1).

Entre as 22 amostras de sedimento coletadas observou-se valores de pH entre 5,27 e 6,85, o  $E_H$  apresentou valores entre -125 e 225 mV e a temperatura média dentre as 22 amostras foi de 22,2°C. A Tabela 1 do Anexo 17.8-4 apresenta os resultados das medições físico-químicas realizadas *in situ* nas amostras de sedimento coletadas no PDO e áreas adjacentes, durante o mês de outubro de 2012.

Os resultados observados na análise química das amostras de sedimento coletadas na Campanha de outubro de 2012 foram comparados com a Resolução CONAMA 454/2012, publicada no DOU em 08/11/2012, a qual revoga a Resolução CONAMA 344/2004. No entanto, vale ressaltar, que a elaboração do plano de amostragem, a realização das atividades de amostragem e as análises laboratoriais das amostras de sedimento foram realizadas durante a vigência da Resolução CONAMA 344/2004, assim alguns parâmetros presentes na atual

resolução em vigor (TBT e somatório de HPA com 17 compostos) não foram contemplados nestas análises.

Dentre os metais analisados foram quantificados em todas as amostras coletadas cromo, chumbo, níquel e zinco, porém em concentrações abaixo dos valores orientadores de nível 1 da Resolução CONAMA 454/2012. O mesmo ocorreu para as concentrações de cobre em 12 amostras e mercúrio em quatro (4) amostras (PS-Q2, PS-Q3, PS-Q9 e PS-Q10) (Figura 17.3.1-1).

Todas as amostras analisadas apresentaram concentrações inferiores ao limite de quantificação do método analítico para o metal cádmio e para o semimetal arsênio (Tabela 1 do Anexo 17.8-5).

Observa-se na Figura 17.3.1-1 que os metais quantificados, à exceção do mercúrio, ocorreram na maioria das quadrículas do PDO e áreas adjacentes amostradas, inclusive nos pontos a sudoeste, nordeste e ponto a ser controlado, de forma independente aos locais de descarte de sedimento no período (Q3, Q4, Q9 e Q10). O metal cromo foi quantificado em concentrações entre 4,01 e 17,3 mg/kg, chumbo entre 2,69 e 7,99 mg/kg, cobre entre 0,96 e 5,43 mg/kg, níquel entre 1,11 e 6,35 mg/kg e zinco entre 9,27 e 41,0 mg/kg.

**Pontos amostrais de sedimento e parâmetros quantificados  
Campanha - outubro/2012**

PS-Ad11	PS-Ad1	PS-Ad12 Cr, Pb, Ni e Zn; P	PS-Ad2 Cr, Pb, Cu, Ni e Zn; P	PS-Ad13 Cr, Pb, Cu, Ni e Zn; P	PS-Ad3 Cr, Pb, Ni e Zn; P	PS-Ad14	PS-N2 Cr, Pb, Cu, Ni e Zn; P
PS-Ad10	PS-Q1	PS-Q2 Cr, Pb, Cu, Hg, Ni e Zn; P	PS-Q3 Cr, Pb, Cu, Hg, Ni e Zn; P	PS-Q4 Cr, Pb, Cu, Ni e Zn; P	PS-Q5 Cr, Pb, Cu, Ni e Zn; P	PS-Ad4 Cr, Pb, Cu, Ni e Zn; P	PS-N1 Cr, Pb, Ni e Zn; P
PS-Ad9	PS-Q6	PS-Q7 Cr, Pb, Cu, Ni e Zn; P	PS-Q8 Cr, Pb, Cu, Ni e Zn; P	PS-Q9 Cr, Pb, Cu, Hg, Ni e Zn; P	PS-Q10 Cr, Pb, Cu, Hg, Ni e Zn; P	PS-Ad5 Cr, Pb, Cu, Ni e Zn; P	
PS-Ad18	PS-Ad8	PS-Ad17	PS-Ad7 Cr, Pb, Ni e Zn; P	PS-Ad16 Cr, Pb, Ni e Zn; P	PS-Ad6 Cr, Pb, Ni e Zn; P	PS-Ad15 Cr, Pb, Ni e Zn; P	PS-C1 Cr, Pb, Ni e Zn; P

**Legenda:**

- texto Parâmetros quantificados
- texto Parâmetros quantificados acima do valor orientador de nível 1 da Resolução Conama 454/2012..
- texto Não tóxico para a análise de toxicidade aguda para o anfípoda *Leptocheirus plumulosus*
- texto Tóxico para a análise de toxicidade aguda para o anfípoda *Leptocheirus plumulosus*
- Quadrícula em uso

Figura 17.3.1-1. Esquema ilustrativo contemplando os pontos amostrais e os parâmetros quantificados durante a Campanha de outubro de 2012.

Os compostos de hidrocarbonetos policíclicos aromáticos (HPA) analisados apresentaram resultados abaixo dos limites de quantificação do método analítico em todas as amostras (Tabela 1 do Anexo 17.8-5).

As amostras de sedimento analisadas apresentaram concentrações de fósforo total inferiores aos valores de alerta estabelecidos na Resolução CONAMA 454/2012, com concentrações entre 47 a 235,40 mg/kg (Tabela 1 do Anexo 17.8-3).

Entre as 22 amostras de sedimento coletadas no PDO e áreas adjacentes em outubro de 2012, oito (8) amostras foram submetidas a análise ecotoxicológica com o organismo *Leptocheirus plumulosus* (PS-Q3, PS-Q4, PS-Q9, PS-Q10, PS-C1, PS-S1, PS-N1 e PS-N2), sendo que não foi observada mortalidade acima de 50% dos organismos testes, como pode ser observado na Figura 17.3.1-1.

A análise granulométrica das amostras de sedimento coletadas no PDO e áreas adjacentes no mês de outubro de 2012 indicou uma predominância das frações granulométricas de areia muito fina, argila e silte nas quadrículas de disposição do PDO (PS-Q2, PS-Q3, PS-Q4, PS-Q5, PS-Q7, PS-Q8, PS-Q9, PS-Q10). Nas quadrículas adjacentes ocorreu predomínio da fração granulométrica de areia muito fina, assim como no ponto a ser controlado (PS-C1), nos pontos a nordeste (PS-N1 e PS-N2) e no ponto a sudoeste (PS-S1) (Figura 17.3.1-2 e Tabela 1 do Anexo 17.8-5).

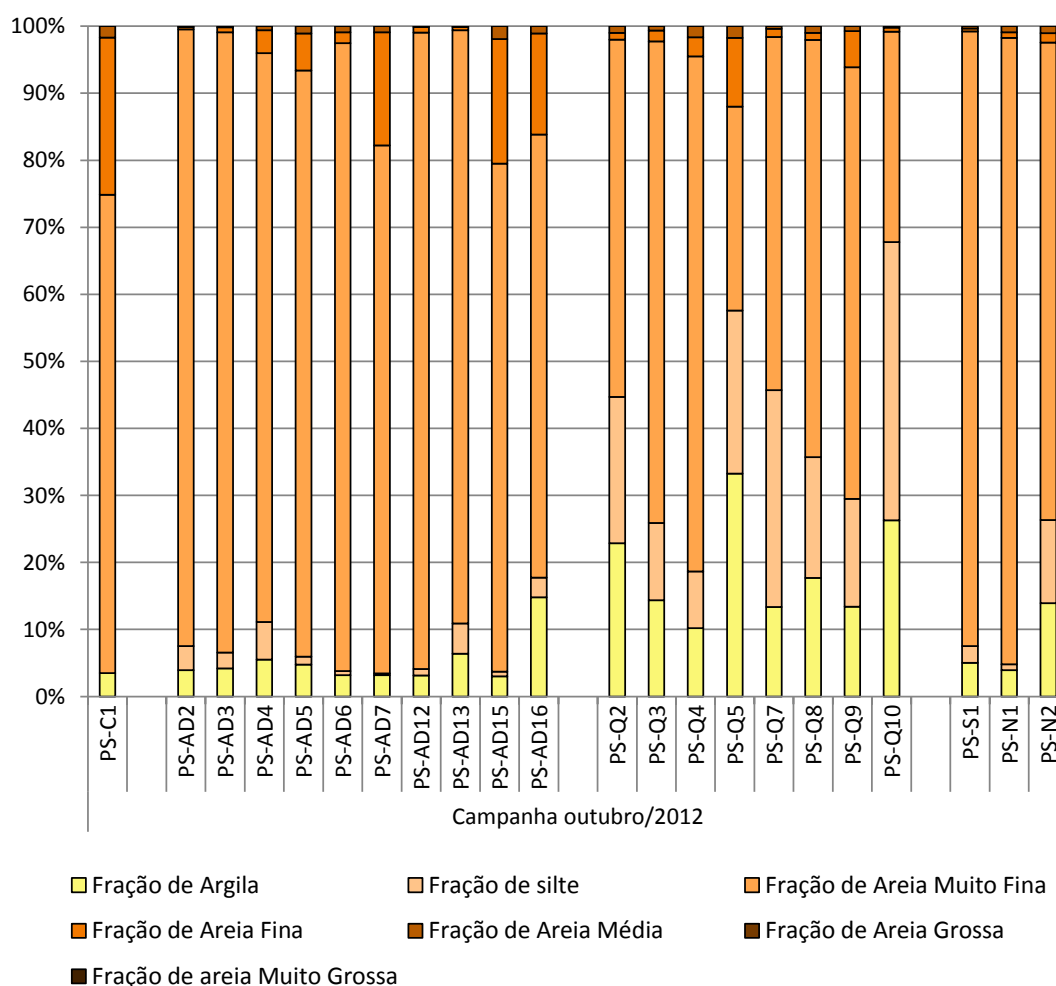


Figura 17.3.1-2 Caracterização granulométrica do sedimento (Campanha outubro de 2012).

## **B. Campanha de dezembro de 2012**

Durante a Campanha de dezembro de 2012 a disposição de sedimentos ocorreu nas quadrículas Q3 (Codesp), Q4 (BTP – Brasil Terminal Portuário), Q5 (Wilson Sons), Q7 (Embraport) e Q8 (Copape). Foram monitorados 18 pontos amostrais distribuídos dentro do polígono de disposição oceânica - PDO (PS-Q2 a PS-Q10), incluindo sete áreas adjacentes às quadrículas em uso para disposição (PS-Ad2, PS-Ad3, PS-Ad4, PS-Ad5, PS-Ad7, PS-Ad13 e PS-Ad17), um setor a nordeste (PS-N1) e uma área a ser controlada (PS-C1), localizada no limite da zona de amortecimento do Parque Estadual Marinho da Laje de Santos (Figura 17.3.1-3).

Entre as 18 amostras de sedimento avaliadas, foram observados valores de pH entre 5,40 e 6,85, o  $E_H$  apresentou valores entre -116 e 180 mV e a temperatura média dentre as 18 amostras foi de 20,9°C. A amostragem ocorreu em condição de chuva nas 24 horas antecedentes. A Tabela 2 do Anexo 17.8-4 apresenta os resultados das medições físico-químicas realizadas *in situ* nas amostras de sedimento coletadas no PDO e áreas adjacentes, durante o mês de dezembro de 2012.

Foram quantificadas concentrações abaixo dos valores orientadores de Nível 1 estabelecidos pela Resolução CONAMA 454/2012 dos metais: cromo, chumbo, níquel e zinco em todas as amostras coletadas, exceto o níquel na amostra PS-Ad7 que ocorreu em valor abaixo do limite de quantificação do método analítico (Figura 17.3.1-3). O mesmo ocorreu para as concentrações de cobre em nove (9) das 18 amostras analisadas (Figura 17.3.1-3).

Os metais cádmio e mercúrio e o semimetal arsênio ocorreram em concentrações abaixo do limite de quantificação do método analítico em todas as amostras analisadas (Tabela 2 do Anexo 17.8-5).

Observa-se na Figura 17.3.1-3 que os metais quantificados ocorreram na maioria das quadrículas do PDO e áreas adjacentes amostradas, inclusive no ponto nordeste e ponto a ser controlado, de forma independente aos locais de descarte de sedimento no período (Q3, Q4, Q5, Q7 e Q8). O metal cromo foi quantificado em concentrações entre 2,81 e 14,5 mg/kg, chumbo entre 1,93 e



9,95 mg/kg, cobre entre 0,90 e 5,48 mg/kg, níquel entre 0,98 e 6,11 mg/kg e zinco entre 5,59 e 36,9 mg/kg.

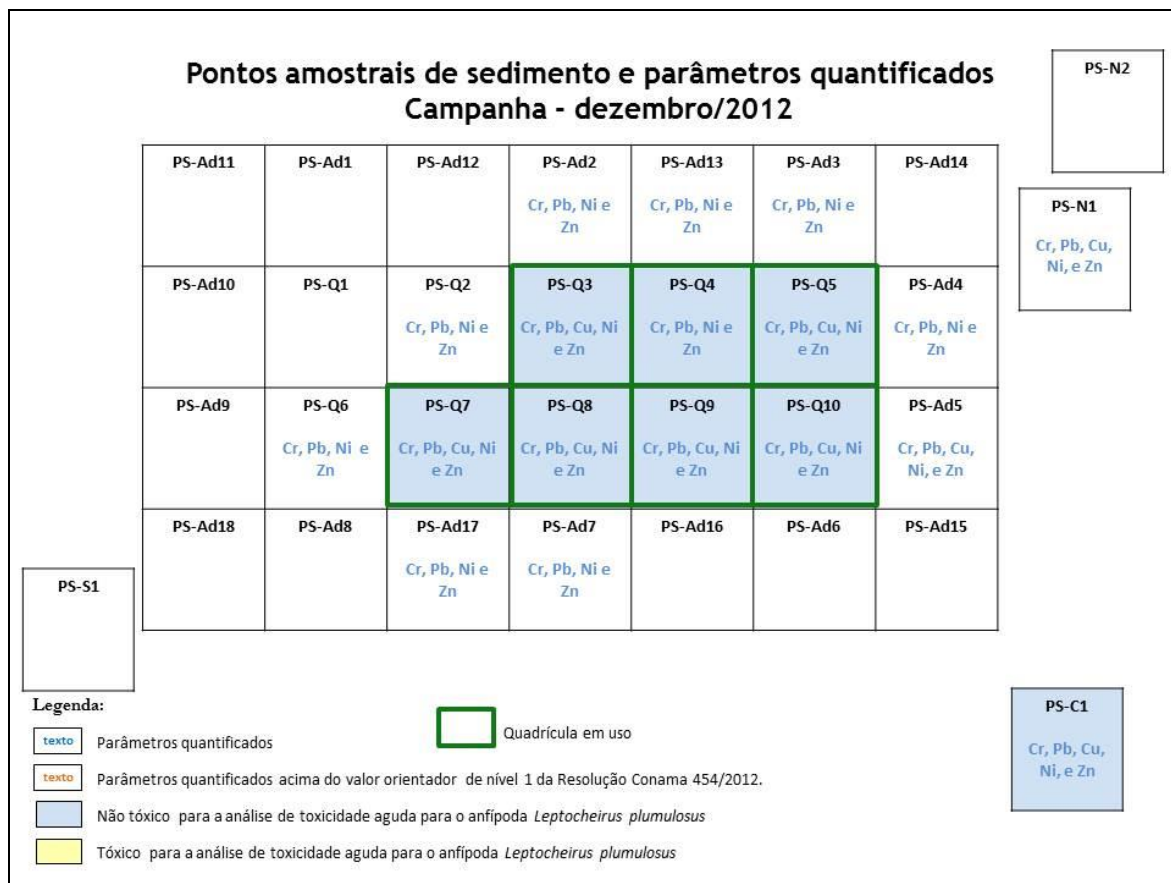


Figura 17.3.1-3. Esquema ilustrativo contemplando os pontos amostrais e os parâmetros quantificados durante a Campanha de dezembro de 2012.

Os compostos de hidrocarbonetos policíclicos aromáticos (HPA) analisados apresentaram resultados abaixo dos limites de quantificação do método analítico em todas as amostras (Tabela 2 do Anexo 17.8-5).

Entre as 18 amostras de sedimento coletadas no PDO e áreas adjacentes em outubro de 2012, oito (8) amostras foram submetidas à análise ecotoxicológica com o organismo *Leptocheirus plumulosus* (PS-Q3, PS-Q4, PS-Q5, PS-Q7, PS-Q8, PS-Q9, PS-Q10 e PS-C1), sendo que não foi observada mortalidade acima de 50% dos organismos testes em nenhuma amostra analisada, como pode ser observado na Figura 17.3.1-3.

As análises para caracterização física dos sedimentos coletados na Campanha de dezembro de 2012 indicam que em todas as amostras (quadrículas do PDO, quadrículas adjacentes, a nordeste do PDO e no ponto a ser controlado) ocorreu um predomínio de sedimentos na fração granulométrica de areia muito fina ( $\geq 55\%$ ), conforme apresentado na Figura 17.3.1-4.

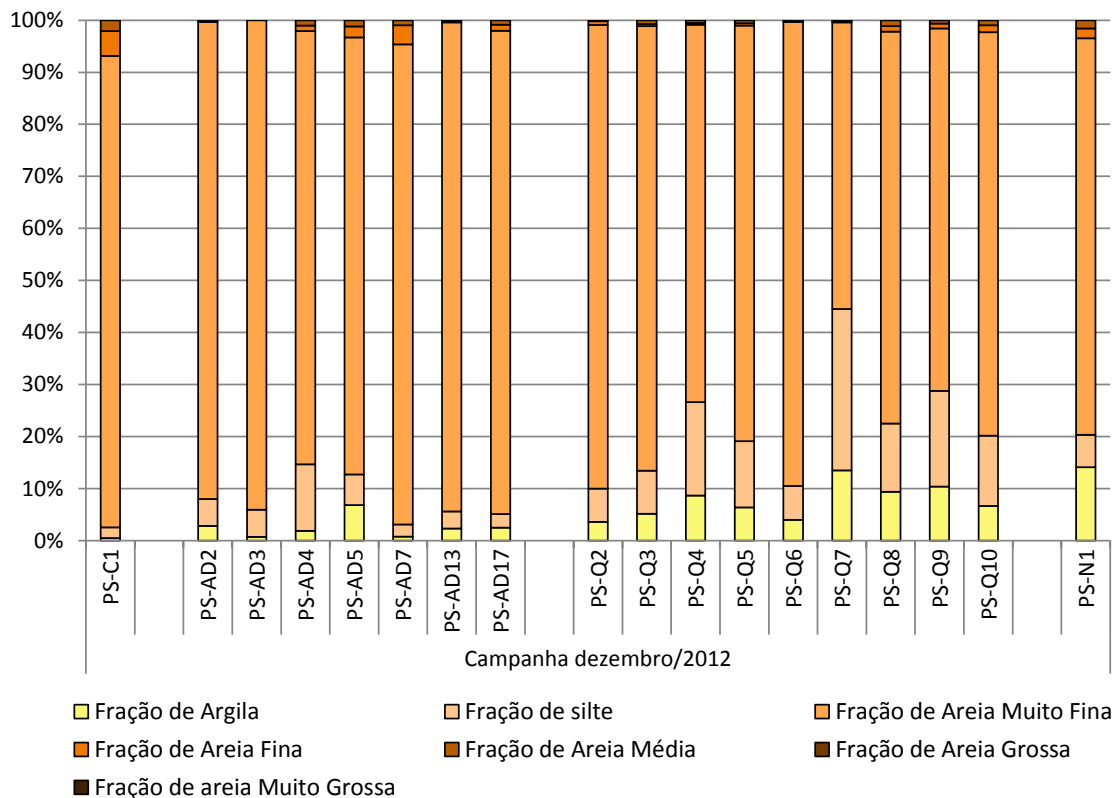


Figura 17.3.1-4 Caracterização granulométrica do sedimento (Campanha de dezembro de 2012).

### C. Campanha de janeiro de 2013

No período referente a esta campanha estava ocorrendo disposição de sedimentos dragados nas quadrículas, Q3 pela Codesp, Q4 pela Brasil Terminal Portuário (BTP), Q5 pela Wilson Sons, Q7 pela Emraport e Q8 pela Copape Terminais. Foram monitorados 25 pontos de amostragem distribuídos dentro do polígono de disposição oceânica – PDO (PS-Q1 a PS-Q10), incluindo onze áreas adjacentes (PS-Ad2, PS-Ad3, PS-Ad4, PS-Ad5, PS-Ad7, PS-Ad8, PS-Ad12, PS-Ad13,

PS-Ad14, PS-Ad16 e PS-Ad17) às quadrículas em uso (Q3, Q4, Q5, Q7 e Q8), 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.

Nesta campanha foram realizadas as análises químicas de todos os parâmetros listados na Resolução CONAMA 454/2012 (metais e arsênio, POC, PCBs, HPA, TOC, nitrogênio Kjeldahl total e fósforo total, granulometria e ensaios ecotoxicológicos) em todas as amostras de sedimento coletadas no PDO e adjacências.

Entre as 25 amostras de sedimento avaliadas, foram observados valores de pH entre 5,52 e 7,46, o  $E_H$  apresentou valores entre -123 e 218 mV e a temperatura média dentre as 25 amostras foi de 21,9°C. A Tabela 3 do Anexo 17.8-4 apresenta os resultados das medições físico-químicas realizadas *in situ* nas amostras de sedimento coletadas no PDO e áreas adjacentes, durante o mês de janeiro de 2013.

Foram quantificados os metais: cobre, cromo, chumbo, níquel e zinco em praticamente todas as amostras coletadas, no entanto, apresentaram concentrações abaixo dos valores orientadores de Nível 1 estabelecidos pela Resolução CONAMA 454/2012. Os metais cádmio e mercúrio e o semimetal arsênio ocorreram em concentrações inferiores ao limite de quantificação do método analítico em todas as amostras analisadas (Tabela 3 do Anexo 17.8-5).

Observa-se na Figura 17.3.1-5 que os metais quantificados ocorreram na maioria das quadrículas do PDO e áreas adjacentes amostradas, inclusive nos pontos nordeste, a sudoeste e ponto a ser controlado, de forma independente aos locais de descarte de sedimento no período (Q3, Q4, Q5, Q7 e Q8). O metal cobre foi quantificado em concentrações entre 0,941 e 3,39 mg/kg, o cromo foi quantificado em concentrações entre 2,29 e 20,1 mg/kg, chumbo entre 1,96 e 8,05 mg/kg, níquel entre 0,793 e 5,32 mg/kg e zinco entre 5,32 e 90,5 mg/kg.

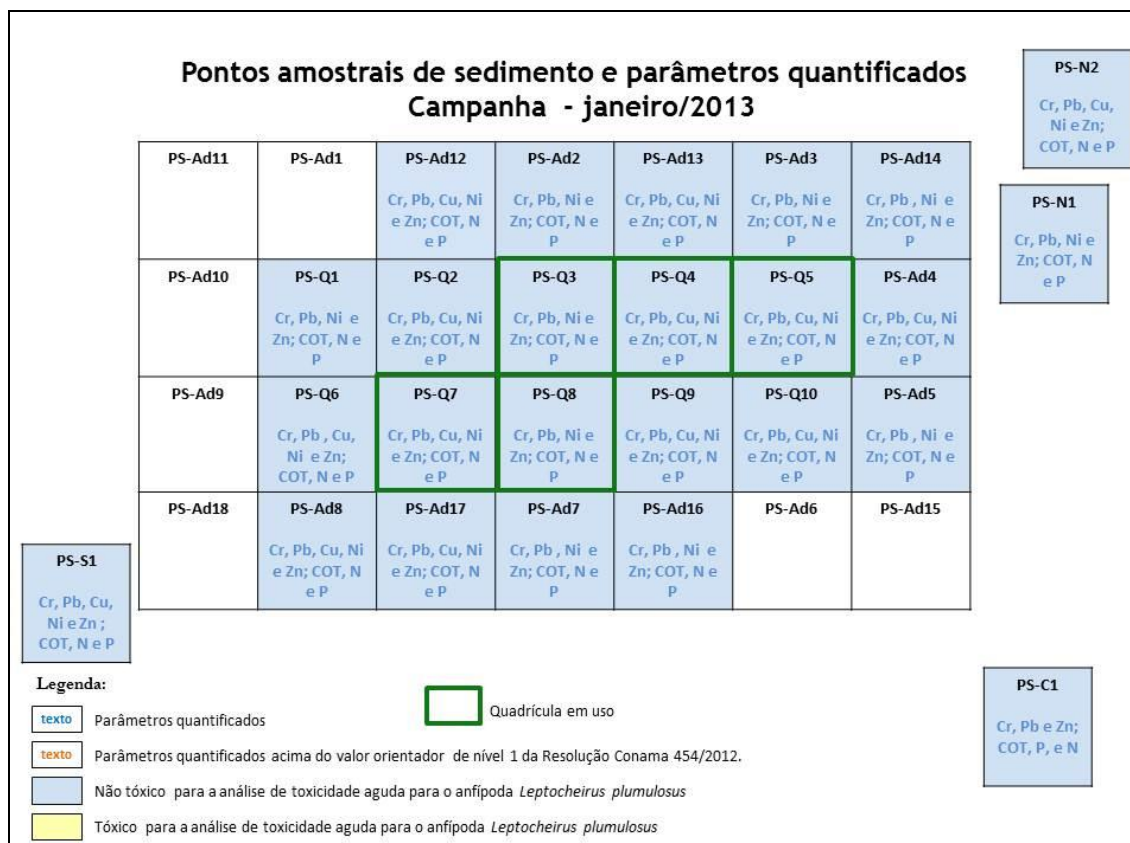


Figura 17.3.1-5. Esquema ilustrativo contemplando os pontos amostrais e os parâmetros quantificados durante a Campanha de janeiro de 2013.

As análises nas amostras de sedimento dos compostos de hidrocarbonetos policíclicos aromáticos (HPA), bifenilas policloradas (PCBs), pesticidas organoclorados (POC) apresentaram resultados abaixo dos limites de quantificação (LQ) do método analítico utilizado em todas as amostras (Tabela 3 do Anexo 17.8-5).

As amostras analisadas apresentaram concentrações de fósforo total entre 47 a 273,00 mg/kg, o nitrogênio Kjeldahl total variou entre 126,9 e 791,7 mg/kg e carbono orgânico total apresentou concentrações entre 0,04 e 2,61 %, sendo que todas as amostras apresentaram valores inferiores aos valores de alerta estabelecidos na Resolução CONAMA 454/2012 (Tabela 3 do Anexo 17.8-5).

Entre as 25 amostras de sedimento coletadas no PDO e áreas adjacentes em janeiro de 2013 e submetidas à análise ecotoxicológica com o organismo *Leptocheirus plumulosus*, não foi observada mortalidade acima de 50% dos

organismos testes em nenhuma amostra analisada, como pode ser observado na Figura 17.3.1-5.

As análises para caracterização física dos sedimentos, considerando as amostras obtidas na Campanha de janeiro de 2013, indicam um predomínio de areia muito fina em todas as quadrículas amostradas (quadrículas de disposição do PDO, adjacentes e pontos a nordeste e sudoeste), seguido pelas frações de silte e argila (Figura 17.3.1-6), exceto a amostra da quadrícula PS-Q7, na qual se observou um predomínio das frações de silte e argila sobre a fração de areia muito fina. No ponto a ser controlado (PS-C1) ocorreu o predomínio de areia muito fina.

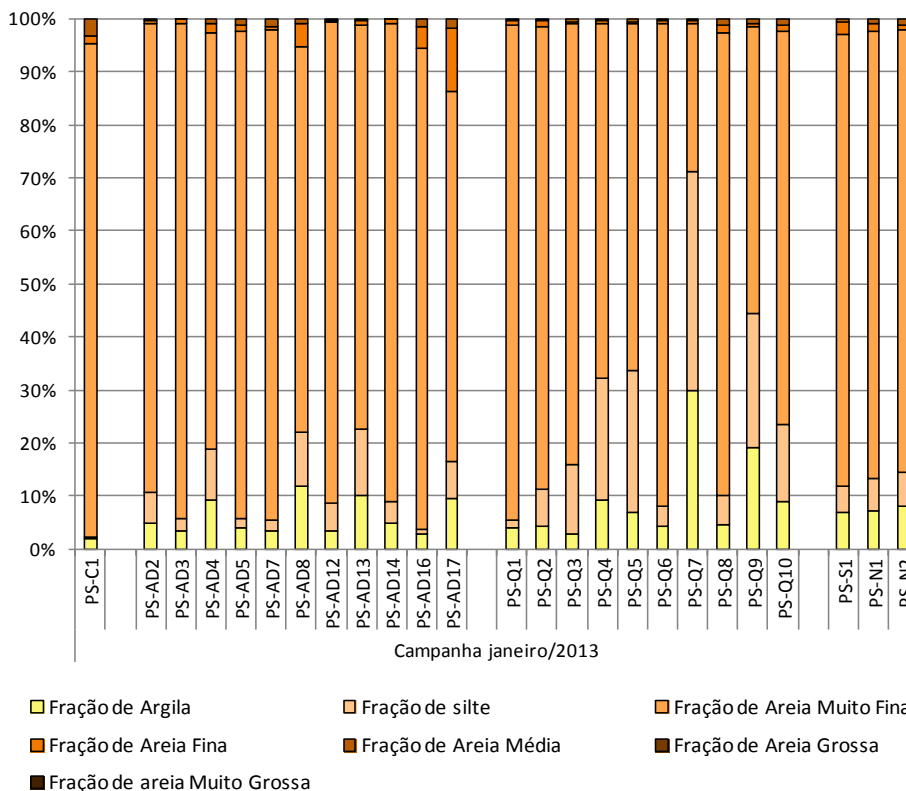


Figura 17.3.1-6. Caracterização granulométrica do sedimento (Campanha de janeiro de 2013).

#### D. Campanha de fevereiro de 2013

No período referente a esta campanha a disposição de sedimentos dragados ocorreu nas seguintes quadrículas: Q5 pela Wilson Sons, Q4 pela Brasil Terminal



Portuário (BTP), Q7 pela Embraport e Q8 pela Copape Terminais. Foram monitorados 24 pontos de amostragem distribuídos dentro do polígono de disposição oceânica – PDO (PS-Q1 a PS-Q10), incluindo onze áreas adjacentes (PS-Ad2, PS-Ad3, PS-Ad4, PS-Ad5, PS-Ad7, PS-Ad8, PS-Ad13, PS-Ad14, PS-Ad16 e PS-Ad17) as quadrículas em uso (Q4, Q5, Q7 e Q8), 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.

Nesta campanha foram realizadas nas amostras de sedimento das quadrículas de disposição e adjacentes as análises de metais, HPA, granulometria e ecotoxicologia; na amostra do ponto a ser controlado foram feitas as análises de todos os parâmetros listados na Resolução CONAMA 454/2012 (metais e arsênio, POC, PCBs, HPA, TOC, nitrogênio Kjeldahl total, fósforo total, granulometria e ensaios ecotoxicológicos) com exceção de TBT; e nas amostras dos pontos a nordeste e a sudoeste apenas a análise granulométrica foi realizada.

Entre as 24 amostras analisadas, o pH apresentou valores entre 6,0 e 6,8, o  $E_H$  apresentou valores entre -89 e 157 mV e a temperatura média dentre as 24 amostras foi de 21,8°C. A Tabela 4 do Anexo 17.8-4 apresenta os resultados das medições físico-químicas realizadas *in situ* nas amostras de sedimento coletadas no PDO e áreas adjacentes, durante o mês de fevereiro de 2013.

Foram quantificados os metais cromo, chumbo, cobre, níquel e zinco em praticamente todas as amostras coletadas, no entanto, apresentaram concentrações abaixo dos valores orientadores de Nível 1 estabelecidos pela Resolução CONAMA 454/2012 (Tabela 4 do Anexo 17.8-5). O mesmo ocorreu para o metal mercúrio em duas amostras, Q3 (0,07 mg/kg) e Q10 (0,16 mg/kg), quadrículas estas utilizadas para descarte de material dragado até janeiro de 2013. O metal cádmio e o semimetal arsênio ocorreram em concentrações abaixo do limite de quantificação do método analítico em todas as amostras analisadas.

Observa-se na Figura 17.3.1-7 que os metais quantificados ocorreram em todas as quadrículas do PDO e áreas adjacentes amostradas, inclusive no ponto a ser controlado, de forma independente aos locais de descarte de sedimento no período (Q4, Q5, Q7 e Q8). O metal cobre foi quantificado em concentrações

entre 0,65 e 8,21 mg/kg, o cromo foi quantificado em concentrações entre 2,79 e 15,9 mg/kg, chumbo entre 2,45 e 11,5 mg/kg, níquel entre 0,66 e 6,30 mg/kg e zinco entre 5,78 e 42,1 mg/kg.

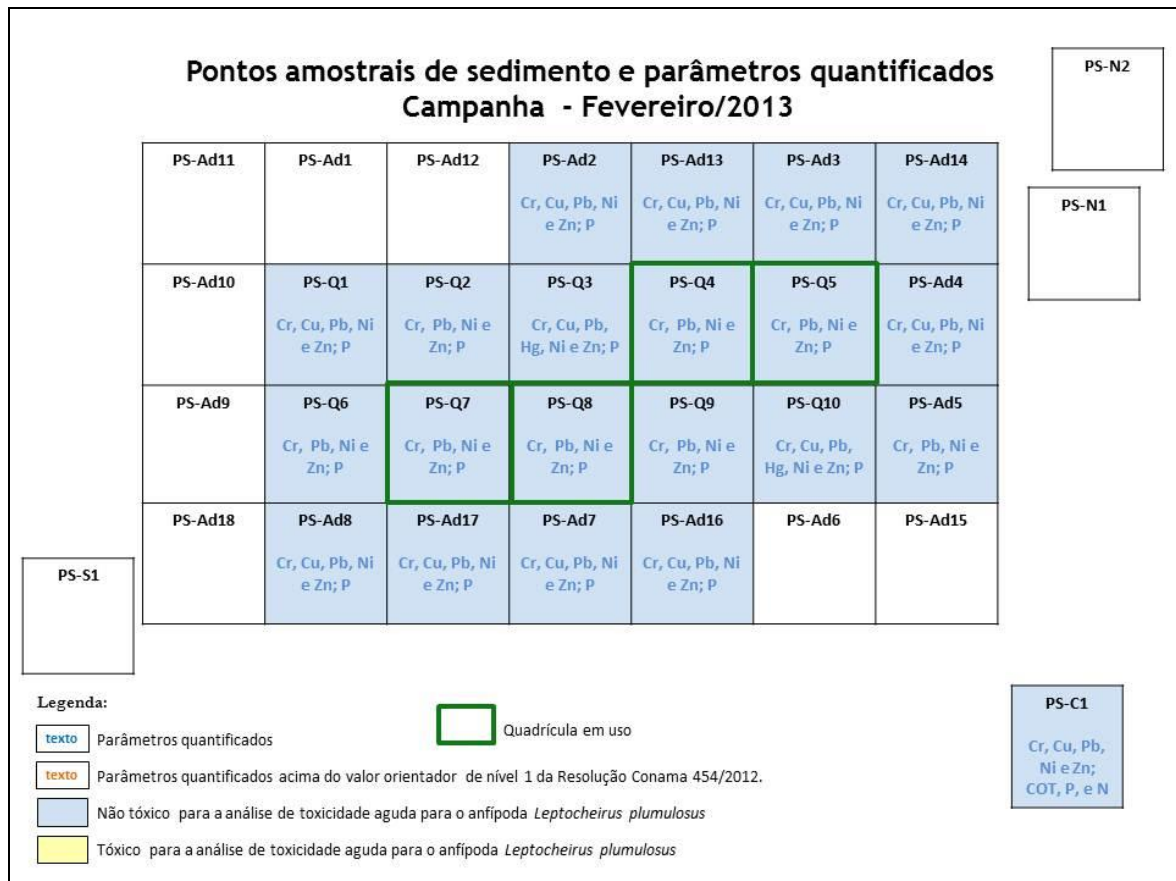


Figura 17.3.1-7. Esquema ilustrativo contemplando os pontos amostrais e os parâmetros quantificados durante a Campanha de fevereiro de 2013.

As análises nas amostras de sedimento dos compostos de hidrocarbonetos policíclicos aromáticos (HPA) das quadrículas do PDO e quadrículas adjacentes e dos compostos de HPA, bifenilas policloradas (PCBs) e pesticidas organoclorados (POC) na amostra do ponto a ser controlado apresentaram resultados abaixo dos limites de quantificação (LQ) do método analítico utilizado para todas as amostras (Tabela 4 do Anexo 17.8-5).

As amostras analisadas apresentaram concentrações de fósforo total entre 39,9 e 305,9 mg/kg, valores inferiores aos valores de alerta estabelecidos na Resolução CONAMA 454/2012. A amostra do ponto a ser controlado apresentou

concentração de nitrogênio Kjeldahl total de 199,1 mg/kg e carbono orgânico total de 0,04%, valores inferiores aos valores de alerta estabelecidos na Resolução CONAMA 454/2012 (Tabela 4 do Anexo 17.8-5).

Das 24 amostras de sedimento coletadas no PDO e áreas adjacentes, 21 foram submetidas aos ensaios ecotoxicológicos com o organismo *Leptocheirus plumulosus* (seguindo cronograma de análise mensal), sendo que todas apresentaram mortalidade abaixo de 50% para o organismo teste.

As análises para caracterização física dos sedimentos, considerando as amostras obtidas na Campanha de fevereiro de 2013, indicam um predomínio de areia muito fina em praticamente todas as quadrículas amostradas (quadrículas de disposição do PDO, adjacentes, pontos a nordeste e no ponto a ser controlado) seguido pelas frações de silte e argila (Figura 17.3.1-8), a exceção das amostras das quadrículas PS-Q7 e PS-Q10, nas quais se observou um predomínio das frações de silte e argila sobre a fração de areia muito fina.

Este predomínio das frações de silte e argila já havia sido observado na quadrícula Q7 na amostra da Campanha de janeiro de 2013, lembrando que esta quadrícula foi utilizada para descarte pela Embraport entre setembro de 2011 e fevereiro de 2013.

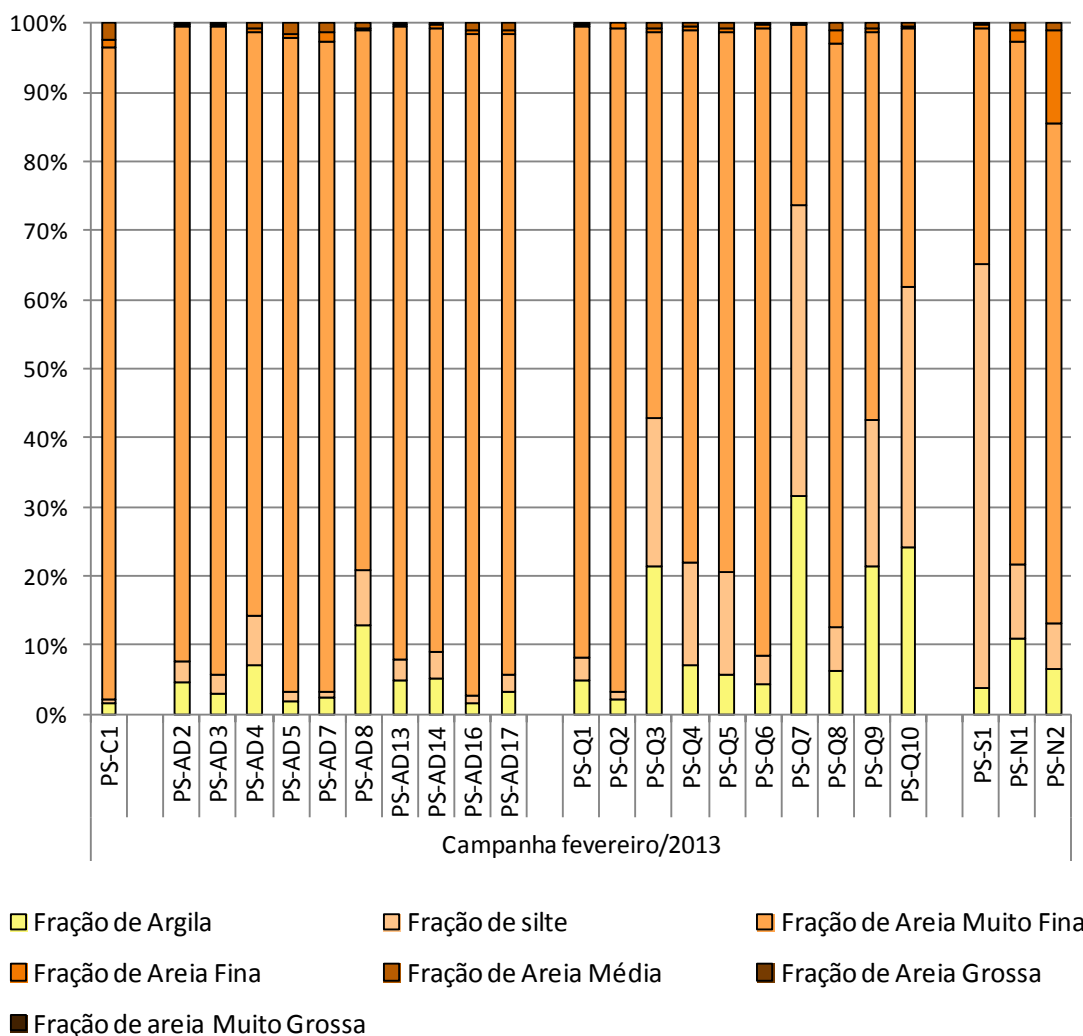


Figura 17.3.1-8. Caracterização granulométrica do sedimento (Campanha fevereiro de 2013).

### E. Campanha de março de 2013

No período referente a esta campanha, a disposição de sedimentos dragados ocorreu na quadrícula Q5, pela Wilson Sons.

A coleta foi realizada em 19 pontos de amostragem distribuídos dentro do polígono de disposição oceânica – PDO (PS-Q1 a PS-Q10), incluindo cinco áreas adjacentes (PS-Ad3, PS-Ad4, PS-Ad5, PS-Ad13 e PS-Ad14) à quadrícula em uso (Q5), 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.

Nesta campanha foram realizadas nas amostras de sedimento das quadrículas de disposição e adjacentes as análises de metais, HPA, granulometria e ecotoxicologia; na amostra do ponto a ser controlado foram efetuadas as análises de todos os parâmetros listados na Resolução CONAMA 454/2012 (metais e arsênio, POC, PCBs, HPA, TOC, nitrogênio Kjeldahl total e fósforo total, granulometria e ensaios ecotoxicológicos); e nas amostras dos pontos a nordeste e a sudoeste apenas a análise granulométrica foi realizada.

As amostras foram enviadas ao laboratório *Analytical Technology* para realização de análises químicas, enquanto as amostras para os ensaios ecotoxicológicos foram destinadas ao laboratório TECAM (Anexo 17.8-6 apresenta cadeias de custódia enviadas aos laboratórios responsáveis). A Figura 17.3.1-9 apresenta a localização dos pontos amostrados.

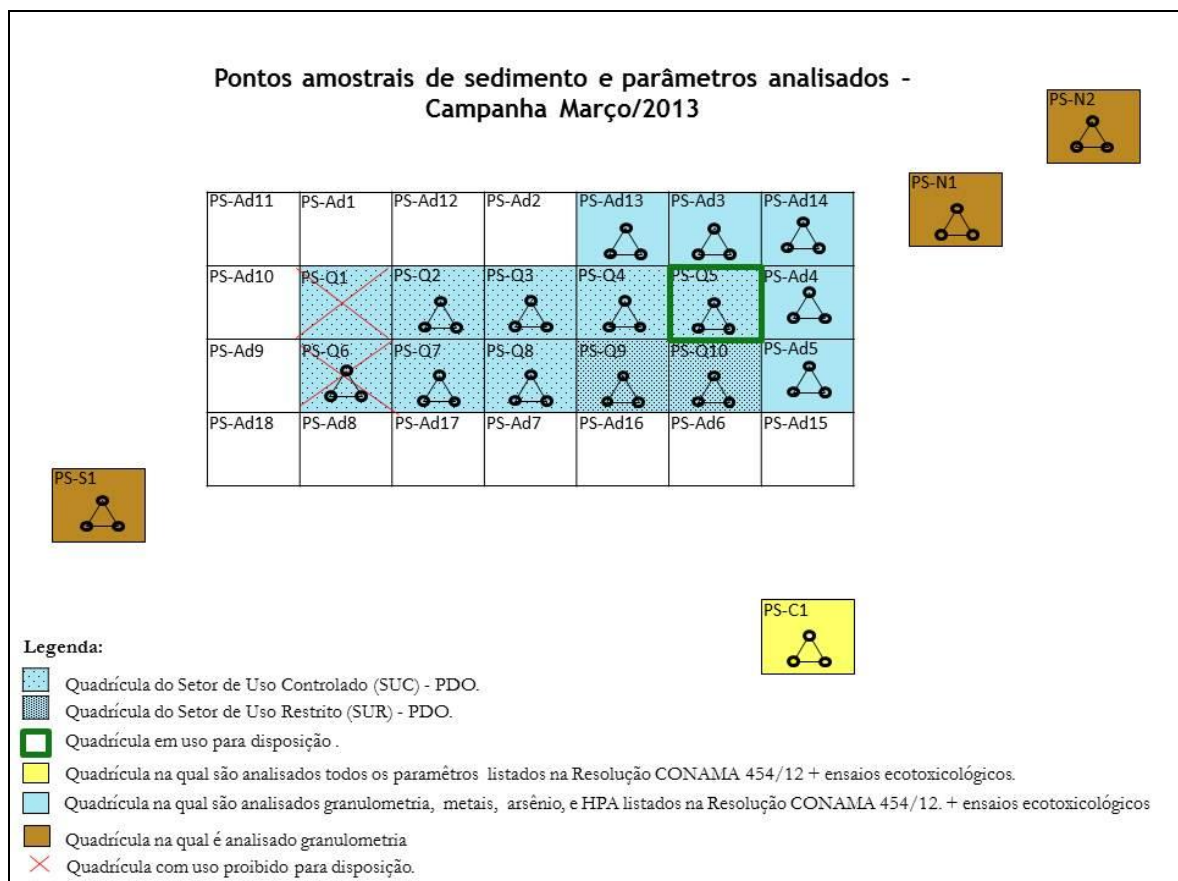


Figura 17.3.1-9. Localização dos pontos amostrais, Campanha de março de 2013.

As análises químicas e ecotoxicológicas referente a esta campanha amostral estão em fase de processamento pelos laboratórios responsáveis e seus resultados serão apresentados em relatório futuro.

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

As amostras de sedimento referentes à Campanha de janeiro de 2013 foram coletadas no dia 23 de janeiro de 2013 juntamente com a campanha de janeiro de 2013 para avaliação da qualidade do sedimento do polígono de disposição oceânica.

As amostras foram lavadas em peneiras com abertura de malha de 500  $\mu$ m e o material retido foi preservado em álcool a 70%, conforme metodologia descrita neste relatório. Após isto, as amostras foram enviadas para o laboratório especializado e a triagem dos organismos da macrofauna bentônica foi iniciada.

A próxima etapa deste trabalho consiste na finalização da triagem, para que seja iniciada a identificação ao menor nível taxonômico possível dos organismos pertencentes aos principais grupos da macrofauna.

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

A coleta para a avaliação das comunidades demersais-bentônicas foi realizada entre os dias 23 e 25 de janeiro de 2013 nas 6 áreas de coleta, a bordo da embarcação pesqueira de arrasto duplo “PHILADÉLFIA I”.

Os lances de arrasto de fundo e de emalhe foram realizados de acordo com a metodologia descrita neste relatório. O material coletado foi acondicionado em sacos de ráfia e armazenado em câmara frigorífica a  $-15^{\circ}\text{C}$  até o momento da triagem nas dependências do Instituto de Pesca/APTA/SAA/SP.

Em laboratório, o material foi triado e identificado ao menor táxon possível, utilizando literatura atualizada. As medidas do comprimento padrão e total (em milímetros) e a massa individual dos espécimes (em grama) foram obtidas. Foram calculados a curva de acumulação de espécies, o Índice de Importância Relativa (IRI) e a correlação entre a abundância média das espécies e o número de coletadas. Para as espécies com  $\%IRI > 5$  foram calculadas a abundância e



biomassa em relação ao ponto de coleta e campanha.

Os índices ecológicos foram calculados e as análises estatísticas foram realizadas como descrito nos materiais e métodos deste documento (item 17.2.3).

### **Análise dos Dados**

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 janeiro de 2013, considerando assim a campanha da Pré-dragagem e as onze campanhas realizadas durante as operações de dragagem, sendo elas:

Pré-dragagem (fevereiro de 2010)	6ª. Campanha (julho de 2011)
1ª. Campanha (abril de 2010)	7ª. Campanha (outubro de 2011)
2ª. Campanha (julho de 2010)	8ª. Campanha (janeiro de 2012)
3ª. Campanha (outubro de 2010)	9ª. Campanha (abril de 2012)
4ª. Campanha (janeiro de 2011)	10ª. Campanha (julho de 2012)
5ª. Campanha (abril de 2011)	11ª. Campanha (janeiro de 2013)

As campanhas realizadas entre janeiro de 2010 e julho de 2011 foram em atendimento ao contrato DP/04.2010, firmado entre a Codesp e a Fundespa no dia 08 de janeiro de 2010, e as campanhas realizadas entre outubro de 2011 e janeiro de 2012 foram referentes ao contrato DP/39.2011, firmado entre a Codesp e a Fundespa, com início no dia 08 de novembro de 2011. As campanhas realizadas entre abril e julho de 2012 foram realizadas em atendimento ao contrato DP/11.2012, firmado no dia 08 de março de 2012 entre as referidas empresas. As campanhas realizadas entre janeiro e julho de 2013 serão realizadas em atendimento ao contrato atual vigente, DP/02.2013, firmado pela Codesp e Fundespa no dia 24 de janeiro de 2013, em continuidade ao monitoramento das atividades de descartes de material dragado na região do

Porto de Santos.

No período de fevereiro de 2010 a janeiro de 2013 foram realizadas 12 campanhas resultando na amostragem de 63.457 indivíduos com massa total de 1.455.935 g. A maior contribuição nestes valores provêm da coleta com arrasto de fundo representando 96,7% da abundância e 68,9% da biomassa totais (Tabela 17.3.3-1).

Tabela 17.3.3-1. Abundância e biomassa (g) amostrada no período de fevereiro de 2010 a janeiro de 2013 por aparelho de coleta.

Aparelho de Coleta	Abundância	Biomassa (g)
Arrasto de fundo	61.365	1.003.216
Emalhe	2.092	452.719
<b>Total geral</b>	<b>63.457</b>	<b>1.455.935</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 17.3.3-1). 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 locais representaram juntamente 72,3% da abundância e 52,6% da biomassa totais. 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 (Ponto 1 e 4), os resultados se encontram em patamares muito abaixo.

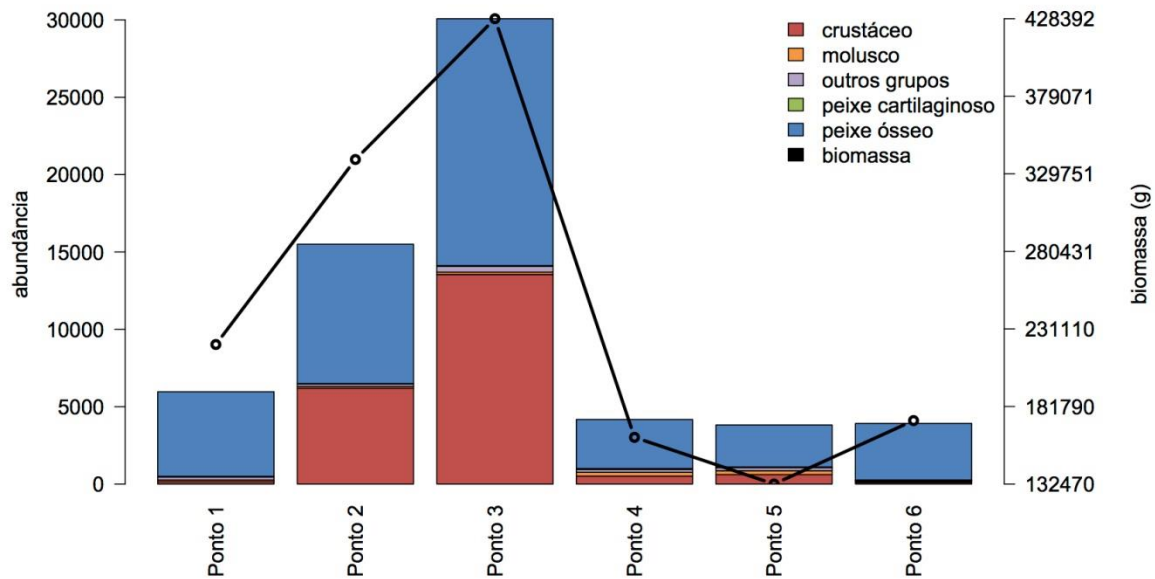


Figura 17.3.3-1. Abundância por grupo taxonômico e biomassa por ponto de coleta considerando as campanhas de fevereiro de 2010 a janeiro de 2013.

Na Figura 17.3.3-2 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 adicionada, como medida de comparação, a somatória do número de descartes (até abril de 2012 para o ponto 2 e julho de 2012 para o ponto 3) que a draga realizou nas quadrículas correspondentes, 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 última campanha (janeiro de 2013) apresentou um aumento bastante elevado em decorrência da captura de 100 espécimes de *Oligoplites saliens* (guaivira) que pesaram 29.783 g. Estes espécimes tiveram comprimento total médio de 34,6 cm e peso médio de 297 g, com registro anterior na campanha de abril de 2010 só que com abundância de apenas 3 indivíduos.

O ponto 2 apresentou claramente dois picos de abundância relacionados à

*Pellona harroweri* (sardinha-mole, 4.530 indivíduos) em abril de 2010 e à *Xiphopenaeus kroyeri* (camarão-sete-barbas, 5.118 indivíduos) em julho de 2010. Esses picos foram concomitantes ao aumento do número de descartes. Não foi possível atualizar a correlação entre a abundância e o número de viagens pela falta da segunda informação nas campanhas de julho de 2012 e janeiro de 2013. Assim foi verificada esta relação até abril de 2012 resultando em um coeficiente de determinação ( $r^2$ ) de 0,705. Assim como no ponto 2, vemos no ponto 3 uma correlação de abundância, ainda que baixa, com o número de descartes na área ( $r^2 = 0,336$ ). Em abril de 2011, novamente se evidencia um pico de crustáceos devido à presença de *Xiphopenaeus kroyeri* concomitante ao ápice do número de descartes. Esta abundância atingiu níveis bastante elevados (12.594 espécimes), fato incomum na área em razão da distribuição das espécies.

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

A alta abundância do camarão-sete-barbas apenas nos pontos 2 e 3 sugere a influência da disposição do material dragado nestas áreas, já que esta espécie tem sua distribuição até os 20 m de profundidade.

Os pontos 4 e 5 apresentaram picos de abundância no inverno em diferentes anos com valores máximos em julho de 2010, no ponto 4, e em julho de 2012, no ponto 5. As campanhas anteriores a estas não evidenciaram tal relação com fatores sazonais como os atuais resultados demonstram. O ponto 6, que apresentava queda nos padrões numéricos até janeiro de 2012, demonstrou elevação após esta campanha.

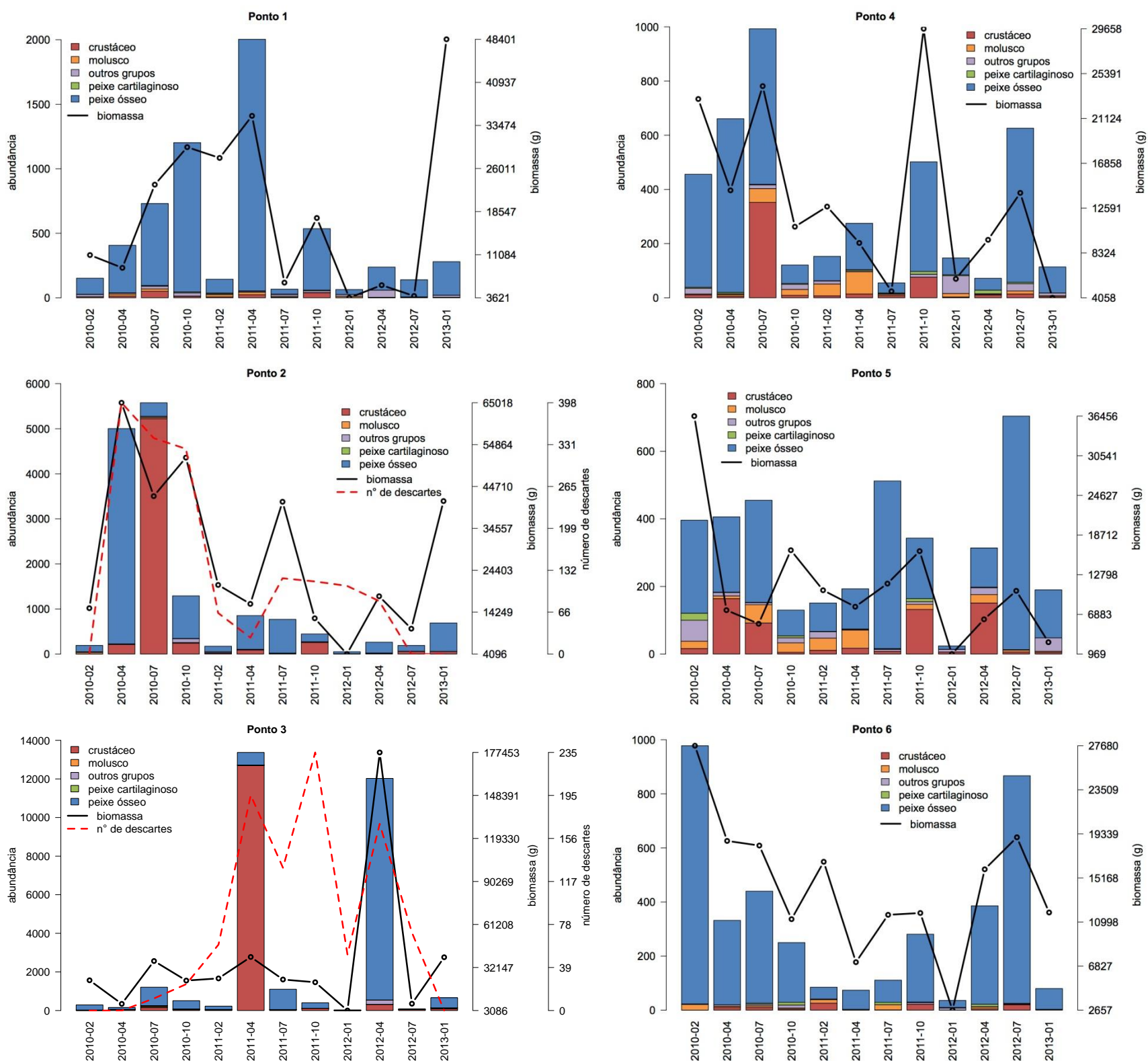


Figura 17.3.3-2. Abundância por grupo taxonômico e biomassa total por ponto de coleta e campanha no período de fevereiro de 2010 a janeiro de 2013.

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 17.3.3-3). Em ambos os casos, a curva resultante apresentou tendência à estabilização, contudo na última campanha (janeiro de 2013) foram coletadas 5 espécies ainda não registradas anteriormente, *Achirus declivis* (16 ind.), *Cetengraulis edentulus* (35 ind.), *Hemicaranx amblyrhynchus* (5 ind.), *Lutjanus synagris* (1 indivíduo) e *Pseudocaranx dentex* (8 ind.).

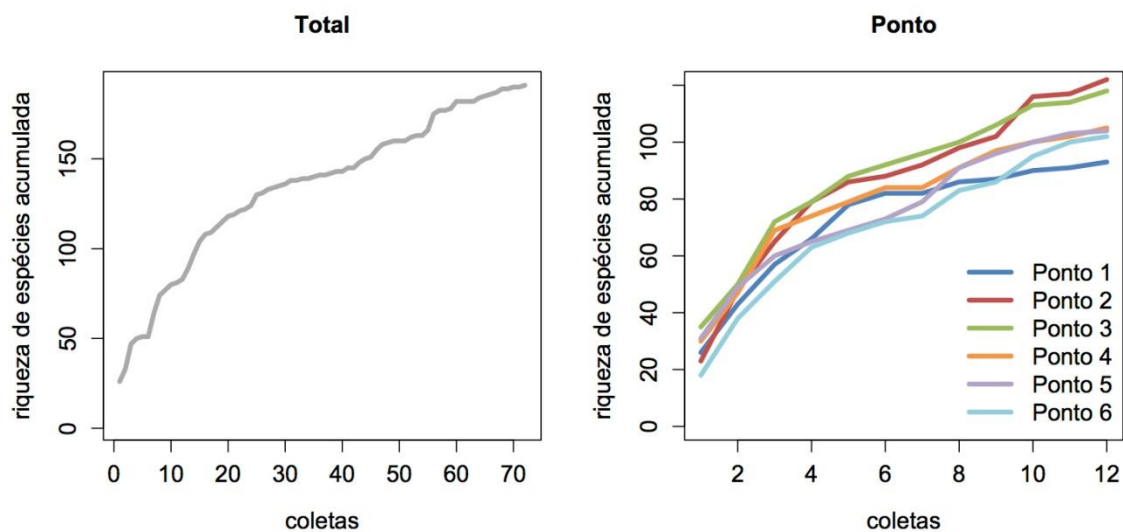


Figura 17.3.3-3. Curva de acumulação de espécies considerando todos os pontos agrupados (total) e separados.

Avaliando a composição específica das coletas durante todo o monitoramento até a presente campanha, foram identificadas 75 famílias, sendo 56% do grupo peixes ósseos, 16% de crustáceos, 12% de moluscos, 9,3% de peixes cartilagosos, e 6,6% de “outros grupos taxonômicos” (Tabela 17.3.3-2). Em média, foram observadas 34 famílias por campanha, com mínimo de 29 em julho de 2012 e máximo de 42 em abril de 2012. O número de famílias foi superior no inverno de 2010 e 2011 e outono de 2012, sendo em número de espécies: Sciaenidae (20), Carangidae (16), Paralichthyidae (9) e Portunidae (8). Foram verificadas diferenças significativas no número de famílias entre as campanhas ( $p=0,0004$ ).



O número total de espécies identificadas foi de 184, sendo a maioria pertencente aos grupos peixes (88%) e crustáceos (16,3%). Outros 10 organismos não puderam ser identificados taxonomicamente até o nível de espécie, sendo 3 pertencentes aos crustáceos, 1 aos moluscos e 6 relacionados em “outros grupos taxonômicos”. Entre coletas, o número de espécies apresentou grande variação com máximo de 49 em abril de 2012 no ponto 4 e mínimo de 11 em janeiro de 2013 no ponto 6, ocorrendo em média 26 espécimes por coleta. Foram detectadas diferenças significativas no número de espécies entre os pontos ( $p=0,003$ ) e campanhas ( $p=1,66 \times 10^{-6}$ ).

A espécie mais abundante foi *Xiphopenaeus kroyeri* (camarão-sete-barbas), com 18.797 indivíduos, e a de maior biomassa total foi *Ctenosciaena gracilicirrhus* (cangoá) com 156.383 g. Considerando o índice de importância relativa (%IRI) 6 espécies tiveram resultados acima de 5%, sendo estas, em ordem de importância, *Ctenosciaena gracilicirrhus* (cangoá) %IRI=21,83, *Paralonchurus brasiliensis* (maria-luiza) %IRI=11,78, *Xiphopenaeus kroyeri* (camarão-sete-barbas) %IRI=8,49, *Menticirrhus americanus* (betara) %IRI=6,39, *Micropogonias furnieri* (corvina) %IRI=5,40, e *Prionotus punctatus* (cabrinha) %IRI=5,16. Até a campanha de julho de 2011, eram 4 espécies com valores de %IRI > 5%. Das demais espécies, 15 registraram índices entre 1% e 5% e o restante, abaixo de 1%.

Duas das espécies com maiores valores de IRI possuem alto interesse comercial, sendo elas, 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. O cangoá também faz parte da fauna acompanhante, porém é uma espécie sem interesse comercial. Além destas, foram observadas espécies de alto interesse comercial na faixa de IRI entre 1% a 5% como a pescada-foguete *Macrodon atricauda*, a maria-mole *Cynoscion guatucupa* e a lula *Doryteuthis plei*.

Quanto ao *status* de conservação, 32 espécies constam nos instrumentos legais vigentes, sendo todas com baixa participação nas amostras. Segundo o Decreto Estadual 56.031, de 20 de julho de 2010 (São Paulo, 2010), 14 espécies estão classificadas como “ameaçadas de sobrexplotação”, 12 como

“sobrexplotados”, e 1 (*Rhinobatos horkelii* raia-viola) como “colapsada”. Segundo a Instrução Normativa nº5 (21 de maio de 04) e nº52 (08 de novembro de 05) do Ministério do Meio Ambiente, 13 espécies estão classificadas como “sobrexplotados ou ameaçado de sobreexploração” e 2 como “ameaçadas de extinção” (*Rhinobatos horkelii* raia-viola, *Squatina guggenheim* cação-anjo).

Tabela 17.3.3-2. Número de indivíduos (Nt), biomassa em gramas (Pt), frequência de ocorrência (FO) e índice de importância relativa (%IRI) das espécies coletadas no período de fevereiro 2010 a janeiro de 2013.

Grupo	Família	Espécie	Nome Vulgar	Nt.	Pt.	Fo.	IRI%	
Crustáceo	<b>Alpheidae</b>		Camarão-de-estalo	4	2	2	0,00	
	<b>Calappidae</b>	<i>Hepatus pudibundus</i>	Siri-baú	462	16414	48	1,41	
		<i>Dardanus arrosor</i>	Ermitão	5	9	2	0,00	
	<b>Diogenidae</b>		<i>Dardanus insignis</i>	Ermitão	47	264	22	0,03
			<i>Loxopagurus loxochelis</i>	Ermitão	1	1	1	0,00
			<i>Petrochirus diogenes</i>	Ermitão	31	365	7	0,01
			<i>Libinia ferreirae</i>	Aranha	49	3962	22	0,12
	<b>Epiplatidae</b>		<i>Libinia spinosa</i>	Aranha	7	608	4	0,00
	<b>Hemisquillidae</b>		<i>Hemisquilla braziliensis</i>	Tamburutaca	20	474	10	0,01
	<b>Leucosiidae</b>		<i>Persephona mediterranea</i>	Relojinho	132	2373	31	0,18
			<i>Persephona punctata</i>	Relojinho	5	93	4	0,00
	<b>Paguridae</b>			Ermitão	1	1	1	0,00
	<b>Penaeidae</b>		<i>Artemesia longinaris</i>	Camarão-ferrinho	6	12	1	0,00
			<i>Farfantepenaeus brasiliensis</i>	Camarão-rosa	133	834	5	0,02
			<i>Farfantepenaeus paulensis</i>	Camarão-rosa	94	844	12	0,04
			<i>Litopenaeus schmitti</i>	Camarão-branco	180	4456	23	0,21
			<i>Rimapenaeus constrictus</i>	Camarão-ferrinho	55	313	3	0,01
			<i>Xiphopenaeus kroyeri</i>	Camarão-sete-barbas	18797	32839	17	8,49
	<b>Porcellanidae</b>		<i>Porcellana sayana</i>	Caranguejo-de-porcelana	6	2	3	0,00
			<i>Porcellana</i> sp.	Caranguejo-de-porcelana	1	19	1	0,00
			<i>Achelous</i> sp.	Siri-candeia	1	2	1	0,00
			<i>Achelous spinicarpus</i>	Siri-candeia	170	1052	9	0,05
	<b>Portunidae</b>		<i>Achelous spinimanus</i>	Siri-candeia	27	1555	8	0,02
			<i>Arenaeus cribrarius</i>	Siri-chita	40	3277	18	0,08
			<i>Callinectes danae</i>	Siri-azul	247	9890	32	0,54
			<i>Callinectes ornatus</i>	Siri-azul	489	10583	38	0,90
			<i>Callinectes sapidus</i>	Siri	23	1021	7	0,01
			<i>Charybdis hellerii</i>	Siri-killer	3	270	3	0,00

		<i>Cronius ruber</i>	Siri-vermelho	16	1477	2	0,00
	<b>Sicyoniidae</b>	<i>Sicyonia dorsalis</i>	Camarão-da-pedra	2	1	1	0,00
		<i>Sicyonia</i> sp.	Camarão-da-pedra	1	1	1	0,00
	<b>Solenoceridae</b>	<i>Pleoticus muelleri</i>	Camarão-santana	42	217	4	0,01
	-		Ermitão	5	10	2	0,00
<b>Crustáceo Total</b>				<b>21102</b>	<b>93241</b>	<b>345</b>	
<b>Molusco</b>	<b>Arcidae</b>	<i>Anadara brasiliensis</i>	Molusco	1	1	1	0,00
	<b>Buccinidae</b>	<i>Buccinanops gradatum</i>	Caramujo	26	368	6	0,01
		<i>Doryteuthis plei</i>	Lula	774	8066	49	1,37
	<b>Loliginidae</b>	<i>Doryteuthis sanpaulensis</i>	Lula	107	2094	20	0,10
		<i>Loliguncula brevis</i>	Lula	9	53	4	0,00
	<b>Muricidae</b>	<i>Stramonita haemostoma</i>	Saquarita	4	81	1	0,00
	<b>Octopodidae</b>	<i>Octopus vulgaris</i>	Polvo	4	1364	3	0,01
	<b>Olividae</b>	<i>Olivancillaria urceus</i>	Concha oliva	10	220	3	0,00
	<b>Strombidae</b>	<i>Strombus pugilis</i>	Concha	1	61	1	0,00
	<b>Ungulinidae</b>	<i>Diplodonta punctata</i>	Concha	1	77	1	0,00
	<b>Veneridae</b>	<i>Lucina pectinata</i>	Almeja	1	8	1	0,00
		-		Concha	10	149	1
<b>Molusco Total</b>				<b>948</b>	<b>12542</b>	<b>91</b>	

Outros grupos	<b>Catenicellidae</b>	<i>Catenicella uberrima</i>	Briozoário	470	5		
	<b>Electridae</b>	<i>Arbocuspis bellula</i>	Briozoário	410	1		
	<b>Mellitidae</b>	<i>Mellita quinquesperforata</i>	Bolacha-do-mar	3	221	3	0,00
	<b>Renillidae</b>	<i>Renilla sp</i>	Esponja-tapete	94	568	29	0,09
	<b>Sargassaceae</b>	<i>Sargassum sp</i>	Alga		7227	1	
	-		Ascídia	1	1	1	0,00
	Asteroidea		Estrela-do-mar	1636	10799	45	2,35
	-	Cnidario - medusa	Água-viva	246	7381	30	0,43
	-	Cnidario - pólipo	Anêmona	355	1724	48	0,51
	-		Bolacha-do-mar	43	4003	19	0,10
-		Esponja	5	295	8	0,00	
<b>Outros grupos Total</b>				<b>2383</b>	<b>33099</b>	<b>190</b>	
Peixe cartilaginoso	<b>Arhynchobatidae</b>	<i>Atlantoraja cyclophora</i>	Emplastro	4	1368	2	0,00
		<i>Atlantoraja platana</i>	Emplastro	1	510	1	0,00
	<b>Carcharhinidae</b>	<i>Rhizoprionodon lalandii</i>	Cação-frango	45	33451	17	0,64
		<i>Rhizoprionodon porosus</i>	Cação-frango	2	2010	2	0,01
	<b>Dasyatidae</b>	<i>Dasyatis hypostigma</i>	Raia-manteiga	1	206	1	0,00
	<b>Rajidae</b>	<i>Rioraja agassizii</i>	Emplastro	36	14049	24	0,39
		<i>Rhinobatos horkelii</i>	Raia-viola	4	2432	4	0,01
	<b>Rhinobatidae</b>	<i>Rhinobatos percellens</i>	Raia-viola	5	2056	4	0,01
		<i>Zapteryx brevirostris</i>	Raia-viola-cara-curta	129	56045	41	2,65
	<b>Sphyrnidae</b>	<i>Sphyrna lewini</i>	Cambeva	1	5200	1	0,01
		<i>Sphyrna zygaena</i>	Tubarão-martelo	2	4033	2	0,01
	<b>Squatinaidae</b>	<i>Squatina guggenheim</i>	Cação-anjo	2	222	2	0,00
<b>Peixe cartilaginoso Total</b>				<b>232</b>	<b>121582</b>	<b>101</b>	
Peixe ósseo	<b>Achiridae</b>	<i>Achirus declivis</i>	Linguado	16	1058	2	0,00
		<i>Achirus lineatus</i>	Linguado	4	65	2	0,00
		<i>Gymnachirus nudus</i>	Linguado-zebra	4	120	3	0,00
		<i>Trinectes paulistanus</i>	Linguado	1	69	1	0,00

<b>Ariidae</b>	<i>Bagre bagre</i>	Sari-sari	1	104	1	0,00	
	<i>Cathorops spixii</i>	Bagre-amarelo	5	782	1	0,00	
<b>Balistidae</b>	<i>Balistes capriscus</i>	Porco	20	3064	10	0,04	
	<i>Canthidermis sufflamen</i>	Cangulo	1	150	1	0,00	
<b>Batrachoididae</b>	<i>Porichthys porosissimus</i>	Mamangá-liso	13	2032	9	0,02	
	<i>Caranx crysos</i>	Carapau	2	236	2	0,00	
	<i>Caranx hippos</i>	Xaréu	6	1089	4	0,01	
	<i>Caranx latus</i>	Xarelete	1	37	1	0,00	
	<i>Chloroscombrus chrysurus</i>	Palombeta	92	3486	26	0,16	
	<i>Hemicaranx amblyrhynchus</i>	Água-fria	5	273	1	0,00	
	<i>Naucrates ductor</i>	Peixe-piloto	2	359	1	0,00	
	<i>Oligoplites saliens</i>	Guaivira	105	30478	5	0,18	
	<i>Oligoplites saurus</i>	Guaivira	42	10392	4	0,05	
	<b>Carangidae</b>	<i>Pseudocaranx dentex</i>	Vento-leste	8	487	1	0,00
		<i>Selar crumenophthalmus</i>	Xixarro	21	40	5	0,00
		<i>Selene setapinnis</i>	Galo-sem-penacho	147	1682	26	0,14
		<i>Selene vomer</i>	Galo-de-penacho	10	273	4	0,00
		<i>Trachinotus carolinus</i>	Pampo	1	145	1	0,00
<i>Trachinotus marginatus</i>		Pampo-malhado	1	102	1	0,00	
<i>Trachurus lathami</i>		Xixarro	1	6	1	0,00	
<i>Uraspis secunda</i>		Sabão	31	10521	1	0,01	
<b>Centropomidae</b>		<i>Centropomus parallelus</i>	Robalo-peva	10	3343	5	0,02
		<i>Centropomus undecimalis</i>	Robalo-flexa	3	1551	3	0,01
		<i>Brevoortia aurea</i>	Savelha	22	114	1	0,00
		<i>Brevoortia pectinata</i>	Savelha	2	20	1	0,00
<b>Clupeidae</b>		<i>Chirocentrodon bleekermanus</i>	Manjuba	1910	8246	18	1,01
		<i>Harengula clupeola</i>	Sardinha-cascuda	425	5353	15	0,25
	<i>Opisthonema oglinum</i>	Sardinha-bandeira	4	205	3	0,00	
	<i>Sardinella janeiro</i>	Sardinha-verdadeira	1	55	1	0,00	
<b>Cynoglossidae</b>	<i>Symphurus diomedeanus</i>	Linguado	10	494	2	0,00	
	<i>Symphurus plagusia</i>	Linguado	3	120	1	0,00	



	<i>Symphurus tessellatus</i>	Linguado	89	3563	25	0,15
	<i>Symphurus trewasasae</i>	Língua-de-mulata	3	114	1	0,00
<b>Dactylopteridae</b>	<i>Dactylopterus volitans</i>	Coió	1857	68305	29	3,50
<b>Diodontidae</b>	<i>Chilomycterus spinosus</i>	Baiacú-de-espinho	181	25777	44	1,44
<b>Elopidae</b>	<i>Elops saurus</i>	Ubarana	10	319	1	0,00
	<i>Anchoa januaria</i>	Manjuba	104	443	4	0,01
	<i>Anchoa lyolepis</i>	Manjuba	1	4	1	0,00
	<i>Anchoa sp</i>	Manjuba	1	6	1	0,00
<b>Engraulidae</b>	<i>Anchoa tricolor</i>	Manjuba-branca	56	248	1	0,00
	<i>Anchovia clupeoides</i>	Manjuba	5	19	1	0,00
	<i>Anchoviella lepidentostole</i>	Manjuba-de-iguape	106	439	3	0,01
	<i>Cetengraulis edentulus</i>	Anchova	35	215	1	0,00
	<i>Lycengraulis grossidens</i>	Manjubão	1500	7963	7	0,32
<b>Ephippidae</b>	<i>Chaetodipterus faber</i>	Paru	19	3846	12	0,06
<b>Fistulariidae</b>	<i>Fistularia petimba</i>	Trombeta-vermelha	7	126	4	0,00
<b>Gadidae</b>	<i>Urophycis brasiliensis</i>	Abrótea	9	121	2	0,00
<b>Gempylidae</b>	<i>Thyrsitops lepidopoides</i>	Cavalinha-do-norte	2	150	2	0,00
	<i>Diapterus rhombeus</i>	Carapeba	54	4952	20	0,14
<b>Gerreidae</b>	<i>Eucinostomus argenteus</i>	Carapicu	36	2377	11	0,04
	<i>Eucinostomus gula</i>	Carapicu	2	153	2	0,00
	<i>Eucinostomus melanopterus</i>	Carapicu	122	7511	23	0,26
	<i>Anisotremus surinamensis</i>	Sargo-de-beiço	1	130	1	0,00
	<i>Conodon nobilis</i>	Roncador	63	7265	21	0,20
	<i>Haemulon aurolineatum</i>	Corcoroca	77	1442	6	0,02
<b>Haemulidae</b>	<i>Haemulon plumierii</i>	Corcoroca	1	16	1	0,00
	<i>Haemulon steindachneri</i>	Corcoroca-boca-larga	5	627	2	0,00
	<i>Orthopristis ruber</i>	Corcoroca	97	16771	36	0,75
	<i>Pomadasys corvinaeformis</i>	Corcoroca	601	31523	25	1,23
<b>Lutjanidae</b>	<i>Lutjanus synagris</i>	Vermelho Henrique	1	10	1	0,00
<b>Monacanthidae</b>	<i>Stephanolepis hispidus</i>	Porco-peludo	137	7624	18	0,21
<b>Mugilidae</b>	<i>Mugil curema</i>	Parati	1	93	1	0,00

<b>Mullidae</b>	<i>Mullus argentinae</i>	Trilha	55	844	6	0,01	
	<i>Upeneus parvus</i>	Trilha	49	1611	12	0,04	
<b>Muraenidae</b>	<i>Gymnothorax ocellatus</i>	Moreia	6	898	5	0,01	
<b>Ogcocephalidae</b>	<i>Ogcocephalus vespertilio</i>	Morcego	2	224	2	0,00	
<b>Ophichthidae</b>	<i>Ophichthus gomesii</i>	Cobra-do-mar	1	59	1	0,00	
	<i>Citharichthys macrops</i>	Linguado	137	4605	25	0,21	
	<i>Citharichthys spilopterus</i>	Linguado	40	460	13	0,02	
	<i>Cyclopsetta chittendeni</i>	Linguado-mexicano	5	672	5	0,00	
	<i>Etropus crossotus</i>	Linguado	267	7928	40	0,61	
	<b>Paralichthyidae</b>	<i>Etropus longimanus</i>	Linguado	144	2828	19	0,13
		<i>Paralichthys brasiliensis</i>	Linguado	2	1413	2	0,00
<i>Paralichthys patagonicus</i>		Linguado-branco	44	3527	11	0,05	
<i>Syacium micrurum</i>		Linguado	87	3053	22	0,12	
<i>Syacium papillosum</i>		Linguado	230	21123	47	1,35	
<b>Percophidae</b>	<i>Percophis brasiliensis</i>	Tira-vira	3	105	2	0,00	
<b>Polydactylidae</b>	<i>Polydactylus oligodon</i>	Parati-barbudo	24	4629	5	0,03	
	<i>Polydactylus virginicus</i>	Parati-barbudo	5	612	5	0,00	
<b>Pomatomidae</b>	<i>Pomatomus saltatrix</i>	Enchova	7	2291	4	0,01	
<b>Priacanthidae</b>	<i>Priacanthus arenatus</i>	Olho-de-cão	99	1508	9	0,04	
<b>Pristigasteridae</b>	<i>Pellona harroweri</i>	Sardinha-mole	5873	59753	21	4,42	
	<i>Bairdiella ronchus</i>	Corcoroca	174	4291	11	0,10	
	<i>Ctenosciaena gracilicirrhus</i>	Cangoá	12724	156383	45	21,83	
	<i>Cynoscion acoupa</i>	Pescada-amarela	98	32344	7	0,27	
	<i>Cynoscion guatucupa</i>	Maria-mole	500	25768	38	1,54	
	<i>Cynoscion jamaicensis</i>	Goete	204	11078	9	0,16	
	<b>Sciaenidae</b>	<i>Cynoscion leiarchus</i>	Pescada-branca	29	1422	6	0,01
		<i>Cynoscion microlepidotus</i>	Pescada-dentão	9	190	2	0,00
		<i>Cynoscion virescens</i>	Pescada-cambucu	2	469	1	0,00
		<i>Isopisthus parvipinnis</i>	Tortinha	1225	15691	22	1,04
	<i>Larimus breviceps</i>	Oveva	1116	24753	32	1,75	
	<i>Macrodon atricauda</i>	Pescada-foguete	300	55814	33	2,26	

	<i>Menticirrhus americanus</i>	Betara	800	80909	59	6,40
	<i>Menticirrhus littoralis</i>	Betara	2	756	2	0,00
	<i>Micropogonias furnieri</i>	Corvina	532	82872	52	5,40
	<i>Ophioscion punctatissimus</i>	Cangoá	1	61	1	0,00
	<i>Paralonchurus brasiliensis</i>	Maria-luiza	3543	148935	47	11,78
	<i>Stellifer brasiliensis</i>	Cangoá	1577	30456	29	2,10
	<i>Stellifer rastrifer</i>	Cangoa	157	2318	6	0,04
	<i>Umbrina canosai</i>	Castanha	34	6880	9	0,08
	<i>Umbrina coroides</i>	Castanha	25	3963	6	0,03
<b>Scombridae</b>	<i>Sarda sarda</i>	Bonito-serrinha	1	995	1	0,00
<b>Scorpaenidae</b>	<i>Scorpaena plumieri</i>	Peixe-pedra	1	392	1	0,00
	<i>Diplectrum formosum</i>	Michole-de-areia	10	367	4	0,00
<b>Serranidae</b>	<i>Diplectrum radiale</i>	Michole-de-areia	214	9298	41	0,63
	<i>Dules auriga</i>	Mariquita	63	766	12	0,03
	<i>Epinephelus niveatus</i>	Cherne-verdadeiro	1	88	1	0,00
<b>Sparidae</b>	<i>Pagrus pagrus</i>	Pargo-rosa	80	1016	1	0,00
<b>Sphyraenidae</b>	<i>Sphyraena guachancho</i>	Bicuda	7	875	5	0,01
<b>Stromateidae</b>	<i>Peprilus paru</i>	Gordinho	136	1024	15	0,07
	<i>Saurida brasiliensis</i>	Peixe-lagarto	5	20	2	0,00
<b>Synodontidae</b>	<i>Saurida caribbaea</i>	Peixe-lagarto	4	334	2	0,00
	<i>Synodus foetens</i>	Peixe-lagarto	49	11364	19	0,26
	<i>Lagocephalus laevigatus</i>	Baiacú	14	2172	8	0,02
	<i>Sphoeroides greeleyi</i>	Baiacú mirim	4	26	2	0,00
<b>Tetraodontidae</b>	<i>Sphoeroides spengleri</i>	Baiacú mirim	2	40	1	0,00
	<i>Sphoeroides testudineus</i>	Baiacú mirim	31	221	13	0,01
	<i>Sphoeroides tyleri</i>	Baiacú	5	10	2	0,00
<b>Trichiuridae</b>	<i>Trichiurus lepturus</i>	Espada	238	22178	29	0,88
<b>Triglidae</b>	<i>Prionotus nudigula</i>	Cabrinha	15	1620	8	0,02
	<i>Prionotus punctatus</i>	Cabrinha	858	59125	60	5,16
<b>Peixe ósseo Total</b>			<b>39983</b>	<b>1194130</b>	<b>1371</b>	
<b>Total Geral</b>			<b>64648</b>	<b>1454594</b>	<b>2098</b>	

Prosseguindo com a avaliação do índice de importância relativa, em relação às campanhas, 25 espécies apresentaram índice superior a 5%. As principais espécies foram *Ctenosciaena gracilicirrhus*, *Dactylopterus volitans*, *Pellona harroweri* e *Xiphopenaeus kroyeri*. Além destas, estrela-do-mar (Asteroidea) apresentou índice bastante elevado na última campanha (janeiro de 2013) tendo padrão semelhante em janeiro de 2012 (Figura 17.3.3-4).

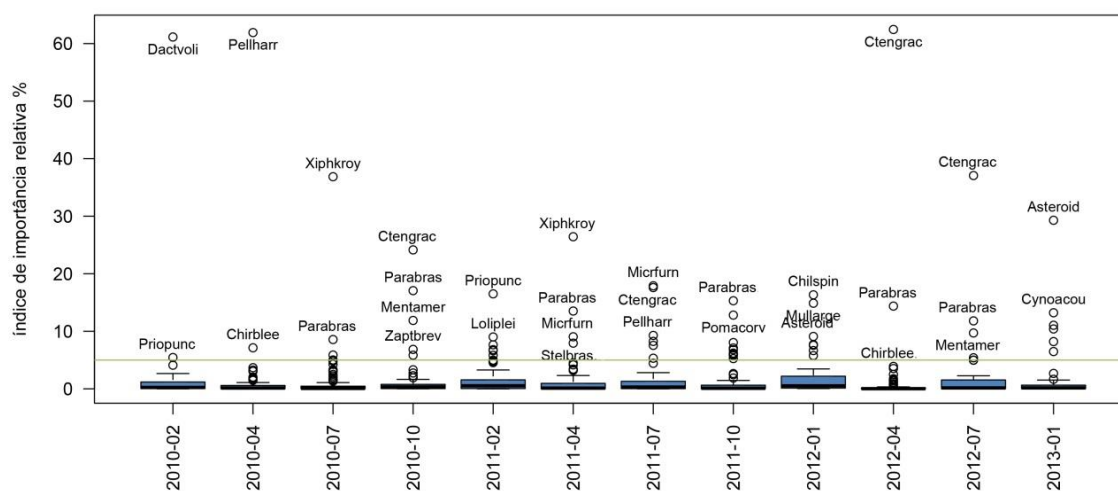


Figura 17.3.3-4. Índice de importância relativa (%IRI) por campanha no período de fevereiro de 2010 a janeiro de 2013 (Dactvoli = *Dactylopterus volitans*).

Em relação aos pontos de coleta, 12 espécies apresentaram índice de importância relativa acima de 5% em pelo menos um dos locais (Figura 17.3.3-5). O cangoá (*Ctenosciaena gracilicirrhus*) foi a única espécie com índice acima de 5% em todos os pontos de coleta. Até a campanha anterior nenhuma espécie havia alcançado este resultado. Os pontos 2 e 3 (na área de disposição do material dragado) mantiveram as mesmas espécies entre as mais importantes, *Ctenosciaena gracilicirrhus*, *Paralonchurus brasiliensis* e *Pellona harroweri* do grupo peixes, e *Xiphopenaeus kroyeri* do grupo crustáceo.

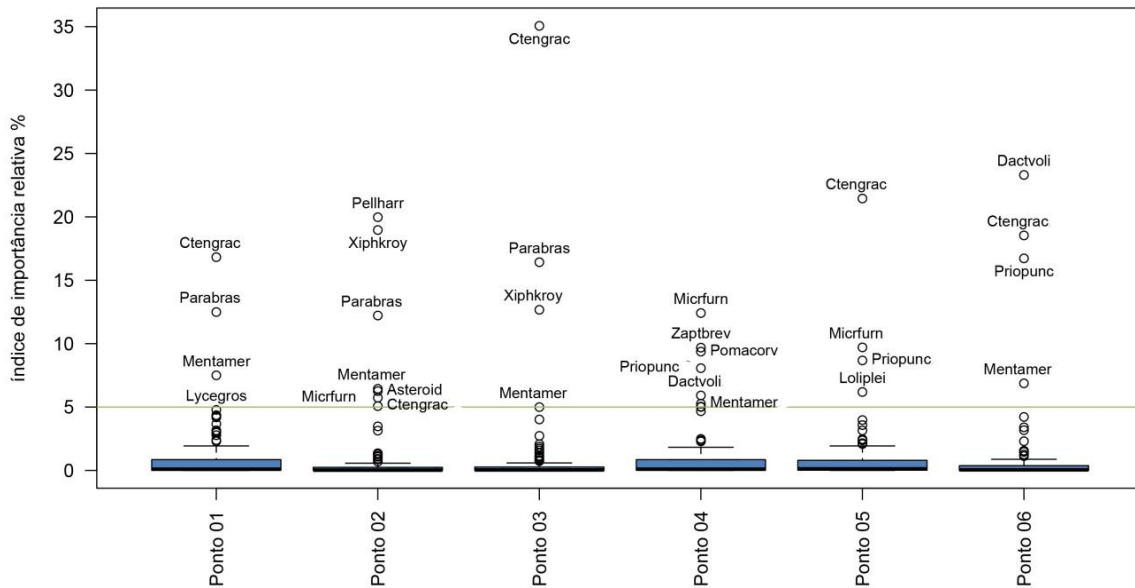


Figura 17.3.3-5. Índice de importância relativa (%IRI) por ponto de coleta, nas campanhas realizadas no período de fevereiro de 2010 a abril de 2012.

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 ( $C_H > 0,75$ ) na campanha de julho de 2012 com outubro de 2010 e abril de 2012, por conta da influência da abundância de *Paralanchurus brasiliensis* (maria-luiza), e entre julho de 2010 e abril de 2011, por conta da influência da abundância do camarão-sete-barbas (*Xiphopenaeus kroyeri*) (Tabela 17.3.3-3).

Nas demais campanhas, a similaridade foi entre moderada e baixa e na campanha pré-dragagem (fevereiro de 2010) os índices registraram os menores valores (0,08 a 0,36) em comparação às demais campanhas.

Entre pontos de coleta, as maiores similaridades foram observadas entre os pontos 4 e 5 ( $C_H = 0,85$ ) e os pontos 2 e 3 ( $C_H = 0,78$ ), que registraram um aumento de 0,01 com a adição da última campanha (Tabela 17.3.3-4). As demais comparações em sua maioria apresentaram similaridade moderada, a exceção da comparação entre o ponto 6 com os pontos 2 e 3.

Nestas avaliações ficou evidente que os pontos 2 e 3 (área de disposição do material dragado) se apresentam diferentes dos demais quanto à abundância por

espécie. Como já ressaltado anteriormente, nesta área a abundância e a biomassa foram extremamente elevadas, com a ocorrência do *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 17.3.3-3. Matriz de similaridade (Morisita-Horn) entre campanhas (>0,75 alta similaridade – em vermelho; 0,5 e 0,75 moderada – em azul; 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
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	0,3	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	0,14	0,47	0,39	0,18	1	-	-
2012-07	0,12	0,3	0,37	0,79	0,3	0,2	0,62	0,52	0,19	0,85	1	-
2013-01	0,19	0,38	0,33	0,49	0,4	0,27	0,49	0,5	0,31	0,33	0,35	1

Tabela 17.3.3-4. Matriz de similaridade (Morisita-Horn) entre pontos (>0,75 alta similaridade – em vermelho; 0,5 e 0,75 moderada – em azul; 0 e 0,5 baixa).

	Ponto 1	Ponto 2	Ponto 3	Ponto 4	Ponto 5	Ponto 6
Ponto 1	1,00	-	-	-	-	-
Ponto 2	0,50	1,00	-	-	-	-
Ponto 3	0,52	0,78	1,00	-	-	-
Ponto 4	0,66	0,55	0,65	1,00	-	-
Ponto 5	0,68	0,53	0,67	0,85	1,00	-
Ponto 6	0,57	0,30	0,47	0,67	0,67	1,00

Os padrões ecológicos foram inicialmente avaliados com base nos perfis de diversidade de Rényi em relação às campanhas e locais de coleta. A maior diversidade é observada em fevereiro de 2011, janeiro de 2013 e outubro de 2011, apresentando de um modo geral alta equitatividade (Figura 17.3.3-6). Os menores índices de diversidade foram observados em abril de 2010, 2011 e 2012,



em julho de 2012 e na campanha pré-dragagem (fevereiro de 2010).

Em relação aos pontos de coleta, o maior perfil de diversidade é observado no Ponto 4 (Figura 17.3.3-7), 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). O perfil geral dos pontos de coleta não apresentou padrão equitativo.

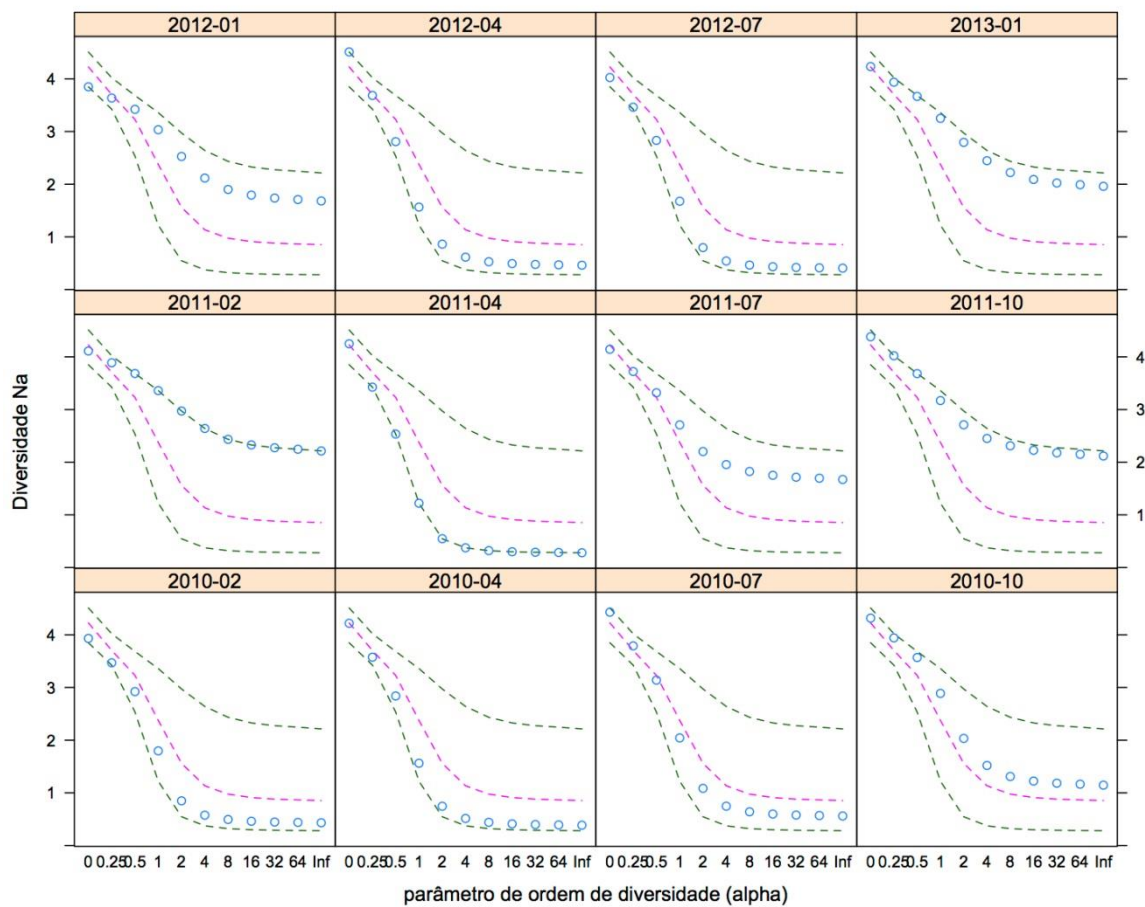


Figura 17.3.3-6. Avaliação da diversidade e equitatividade por campanha segundo o perfil de diversidade de Rényi (quanto mais elevada for a posição dos pontos em azul, maior será a diversidade, quanto mais tênue for a queda maior a equitatividade).

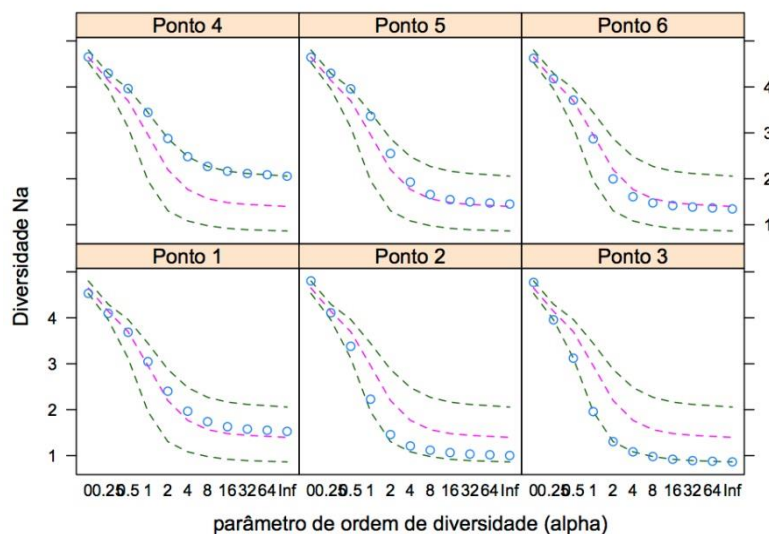


Figura 17.3.3-7. Avaliação da diversidade e equitatividade por ponto de coleta segundo o perfil de diversidade de Rényi (quanto mais elevada for a posição dos pontos em azul, maior será a diversidade, quanto mais tênue for a queda maior a equitatividade).

Os índices ecológicos foram obtidos com base nas informações de abundância das espécies por campanhas e pontos (Tabela 17.3.3-5). A riqueza, com variação de 11 a 52 espécies por coleta, teve seu maior valor no Ponto 3 em abril de 2012 e o menor no Ponto 6 em janeiro de 2013. O Ponto 6 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 verão. A correlação da diversidade com o número de descartes nos pontos 2 e 3 se apresentou negativa com coeficiente de 0,437, ou seja, quanto maior o número de descartes, menor o índice de diversidade.

A equitatividade seguiu praticamente o mesmo padrão observado pela diversidade. A amplitude variou entre 0,106 (Ponto 3 em abril de 2011) e 0,935 (Ponto 5 em janeiro de 2012). Os menores índices ocorreram no outono e inverno (Ponto 5 em janeiro de 2012). Os maiores índices ocorreram no verão. Semelhante à diversidade, a correlação da equitatividade com o número de descartes considerando apenas os pontos 2 e 3, foi de -0,437. A dominância seguiu o padrão oposto da equitatividade sobre todos os aspectos

citados acima.

Avaliando conjuntamente os índices, nota-se uma tênue influência do número de descartes na área de disposição do material dragado nos índices de diversidade, equitatividade e dominância, ainda que estes dados não possam refletir a realidade total do que ocorre na área, já que os números representam o número de descartes e não o volume descartado.

Tabela 17.3.3-5 Índices ecológicos calculados com base na abundância das espécies 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
<b>Riqueza (S)</b>												
Ponto 01	26	24	40	30	29	33	19	36	16	20	18	28
Ponto 02	23	30	39	47	30	31	28	33	15	32	18	33
Ponto 03	35	31	49	41	36	36	34	30	17	52	22	34
Ponto 04	30	33	41	28	27	27	19	37	24	20	32	20
Ponto 05	31	32	30	32	23	26	29	44	15	28	26	19
Ponto 06	18	31	36	27	16	22	20	34	11	36	28	11
<b>Diversidade (H')</b>												
Ponto 01	2,416	2,093	2,663	1,320	2,921	1,571	2,530	2,482	2,366	1,656	1,953	2,331
Ponto 02	2,138	0,537	0,498	2,728	2,985	2,350	1,387	2,164	2,288	2,364	2,334	2,119
Ponto 03	2,209	2,884	2,760	2,782	2,824	0,381	1,851	2,561	2,648	1,166	2,701	2,622
Ponto 04	1,495	1,199	2,836	2,866	2,671	2,159	2,428	2,506	2,291	2,357	1,326	2,218
Ponto 05	2,256	2,127	2,626	2,950	2,514	2,266	1,984	3,065	2,532	2,132	0,682	1,967
Ponto 06	0,807	2,096	2,328	2,209	2,289	2,779	2,528	2,556	2,033	2,564	1,123	1,438
<b>Equitatividade (J)</b>												
Ponto 01	0,741	0,659	0,722	0,388	0,867	0,449	0,859	0,693	0,854	0,553	0,676	0,700
Ponto 02	0,682	0,158	0,136	0,708	0,878	0,684	0,416	0,619	0,845	0,682	0,808	0,606
Ponto 03	0,621	0,840	0,709	0,749	0,788	0,106	0,525	0,753	0,934	0,295	0,874	0,743
Ponto 04	0,440	0,343	0,764	0,860	0,811	0,655	0,825	0,694	0,721	0,787	0,382	0,740
Ponto 05	0,657	0,614	0,772	0,851	0,802	0,695	0,589	0,810	0,935	0,640	0,209	0,668
Ponto 06	0,279	0,610	0,650	0,670	0,825	0,899	0,844	0,725	0,848	0,715	0,337	0,600
<b>Dominância (D)</b>												
Ponto 01	0,259	0,341	0,278	0,612	0,133	0,551	0,141	0,307	0,146	0,447	0,324	0,300
Ponto 02	0,318	0,842	0,864	0,292	0,122	0,316	0,584	0,381	0,155	0,318	0,192	0,394
Ponto 03	0,379	0,160	0,291	0,251	0,212	0,894	0,475	0,247	0,066	0,705	0,126	0,257
Ponto 04	0,560	0,657	0,236	0,140	0,189	0,345	0,175	0,306	0,279	0,213	0,618	0,260
Ponto 05	0,343	0,386	0,228	0,149	0,198	0,305	0,411	0,190	0,065	0,360	0,791	0,332
Ponto 06	0,721	0,390	0,350	0,330	0,175	0,101	0,156	0,275	0,152	0,285	0,663	0,400

#### **17.3.4. 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 janeiro de 2013, para análise química nos tecidos dos organismos.

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 17.3.4-1 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, referentes às amostras da campanha realizada em janeiro 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 17.8-7 apresenta o dossiê fotográfico dos procedimentos utilizados para a coleta e tratamento das amostras de organismos para as análises químicas nos tecidos musculares. Os Anexos 17.8-8 e 17.8-9 apresentam os relatórios de ensaios biométricos dos organismos coletados e os relatórios de ensaios químicos das amostras de tecido muscular analisadas, respectivamente.

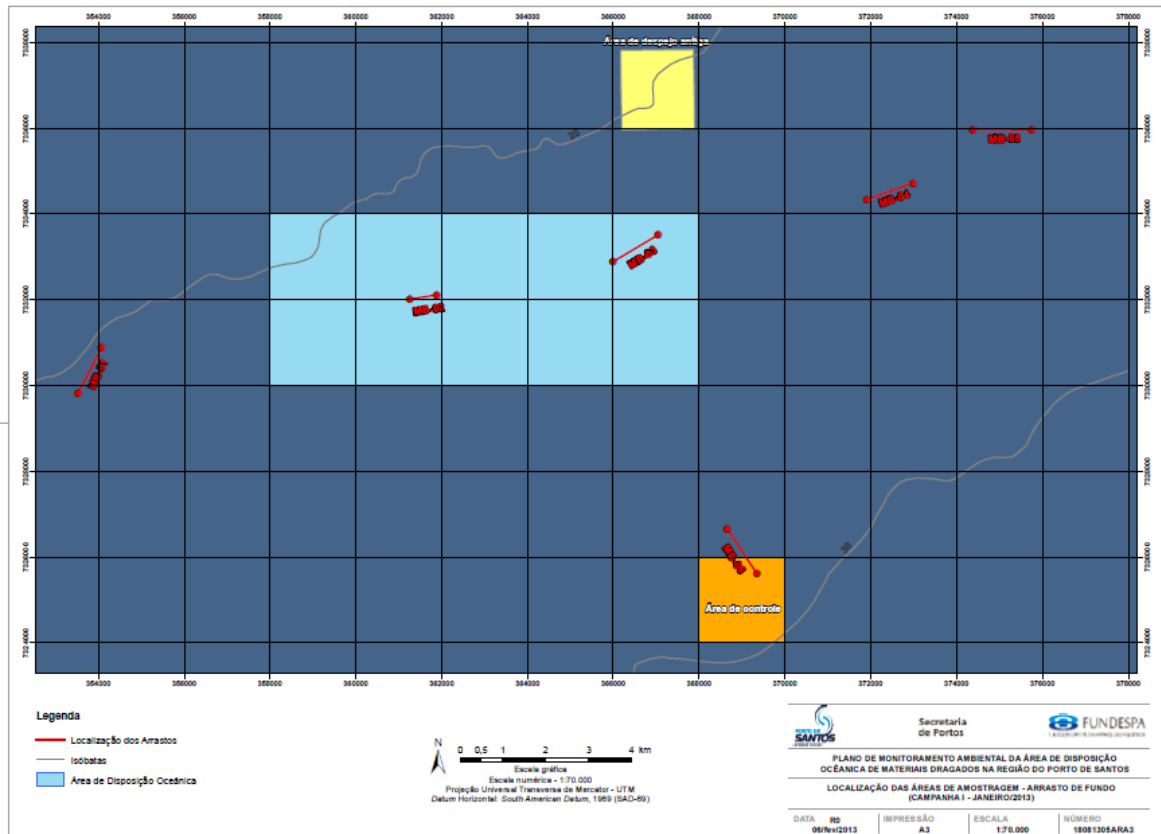


Figura 17.3.4-1. Localização dos arrastos de fundo no PDO e áreas adjacentes (MB-01 a MB-06), Campanha de janeiro de 2013.

A campanha de amostragem de organismos foi realizada nos dias 23 e 24 de janeiro 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 (*Symphurus tessellatus* Quoy e Gaimard, 1824; *Syacium papillosum* Linnaeus, 1758; *Etropus longimanus* Jordan e Gilbert, 1882; *Achiurus lineatus* Linnaeus, 1758);
- Peixes cartilaginosos: raia-viola-de-cara-curta (*Zapteryx brevirostris*; Müller e Henle, 1841); raia-viola (*Rhinobatos percellens*; Walbaum, 1792).

As amostras obtidas foram enviadas ao laboratório responsável pelas 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) e RA (raia).

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

### **A. Biometria dos organismos**

Foi realizada em laboratório a pesagem e biometria em 90 espécimes de peixe linguado, 120 espécimes de maria-luiza e em 03 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 17.3.4-1 a 17.3.4-3.

O peixe linguado foi capturado em todos os pontos (MB-01, MB-02, MB-03, MB-04, MB-05 e MB-06), entretanto nos pontos MB-04 e MB-05 em quantidade insuficiente para realização de todas as análises químicas. Logo, foi realizada uma amostra composta entre os organismos coletados nestes dois pontos amostrais localizados nos setores a nordeste do PDO (MB-04-05-LI), atendendo as premissas estabelecidas neste estudo para composição de amostras.

A Tabela 17.3.4-1 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 dos organismos em cada ponto de amostragem.

Tabela 17.3.4-1. Número de indivíduos (peixe linguado) amostrados, peso, comprimento total e comprimento padrão das amostras em cada ponto (Campanha janeiro 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	8	37	100	11	14	21	0	12	17	8
Interior do PDO	MB-02-LI	5	53	130	24	18	23	0	15	20	11
Interior do PDO	MB-03-LI	15	72	149	14	17	24	12	14	20	11
Nordeste PDO	MB-04-LI	35	11	133	3	9,0	22,5	6,5	7,2	18,6	5,3
Nordeste PDO	MB-05-LI										
Área a ser controlada	MB-06-LI	27	74	161	19	18,2	24	12,3	15,2	20	10,2

A massa corporal média dos linguados nos pontos amostrais foi de 90,0 g entre os indivíduos amostrados. Observou-se 52,2 % de imaturos, 23,3 % de fêmeas, 11,1 % de machos e 13,3 % indefinido do total de organismos capturados. Entre as fêmeas coletadas observou-se os estádios de maturação gonadal 1 (em repouso), 2 (em maturação) e 3 (maduro), enquanto os machos apresentaram os estádios 1 e 2.

O peixe maria-luiza foi capturado nos pontos MB-01, MB-02, MB-03 e MB-06 (Tabela 17.3.4-2). A massa corporal média de maria-luiza nos pontos amostrais foi de 70 g. Foram amostrados 53,8% de fêmeas e 44,2 % machos. Entre as fêmeas coletadas observou-se os estádios de maturação gonadal 1 e 2 e entre os machos os estádios 1, 2 e 3.

Tabela 17.3.4-2 Número de indivíduos (peixe maria-luiza) amostrados, peso, comprimento total e comprimento padrão das amostras em cada ponto (Campanha janeiro 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	13	71	94	53	20	22	18	15	17	14
Interior do PDO	MB-02-ML	39	62,2	115	40	19,0	22,5	16,5	14,7	18,0	12,6
Interior do PDO	MB-03-ML	43	90	157	41	21	25	17	17	21	13
Nordeste PDO	MB-04-ML	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Nordeste PDO	MB-05-ML	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Área a ser controlada	MB-06-ML	25	80	148	56	20	24	18	16	19	14

As raias foram capturadas em três pontos (MB-03, MB-04 e MB-05), porém foi realizada uma amostra composta com as raias coletadas nos pontos MB-04 e MB-05 (MB-04-05-RA), a fim de atingir o mínimo de massa de tecido muscular necessária para a realização dos ensaios químicos. As premissas estabelecidas neste estudo para composição de amostras foram atendidas.

A massa corporal média das raias capturadas foi de 749 g, com comprimento total médio de 55,6 cm, comprimento do disco médio de 22,6 cm e largura do disco médio de 20,5 cm (Tabela 17.3.4-3). Foram amostrados 2 machos e uma fêmea, não sendo possível a identificação do estágio de maturação gonadal.

Tabela 17.3.4-3 Número de indivíduos (raias) amostrados, peso, comprimento total, comprimento do disco e largura do disco das amostras em cada ponto (Campanha janeiro 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	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Interior do PDO	MB-02-RA	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Interior do PDO	MB-03-RA	1	567	-	-	44,8	-	-	19,0	-	-	21,0	-	-
Nordeste PDO	MB-04-RA	2	931	950	912	66,5	67	66	26,3	26,6	26	20	20,5	19,5
Nordeste PDO	MB-05-RA													
Área a ser controlada	MB-06-RA	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

## B. Metais e semimetais

Os resultados analíticos determinados para os metais e semimetais nas amostras de tecidos de organismos coletados nas quadrículas do PDO e seu entorno ao longo da Campanha de janeiro de 2013 estão apresentados na Tabela 17.3.4-4.

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. As amostras de linguado apresentaram concentrações entre 4,31 e 7,51 mg/kg, as de maria-luiza, concentrações entre 3,66 e 6,17 mg/kg e as de raia, entre 4,29 e 4,43 mg/kg. Entretanto, todas as amostras apresentaram concentrações abaixo do limite estabelecido para o consumo humano pelo Decreto 55.871/65 (50 mg/kg).

O metal mercúrio foi quantificado em concentração acima do limite de quantificação do método analítico em apenas uma amostra de tecido muscular de raia (MB-03-RA, dentro do PDO), com concentração de 0,12 mg/kg, valor este abaixo do limite estabelecido para o consumo humano pela Portaria MS 685/98 (1,0 mg/kg). Os demais metais analisados (cádmio, cromo, cobre, chumbo, manganês e níquel) estiveram abaixo dos limites de quantificação do método analítico em todas as amostras analisadas (Tabela 17.3.4-4).

O semimetal arsênio foi quantificado em duas amostras de tecidos musculares de linguado e em duas 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 foram de 1,01 e 1,08 mg/kg e para as raias foram quantificadas concentrações de arsênio de 2,09 e 16,4 mg/kg (Tabela 17.3.4-4).

Tanto o linguado e a raia 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, acredita-se que estes valores não sejam preocupantes, uma vez que a maior parte dos compostos de arsênio presentes em peixes marinhos é orgânica e não tóxica 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, de baixa toxicidade.

Nas demais amostras de linguado, maria-luiza e raia analisadas foram observadas valores abaixo dos limites de quantificação do método analítico (Tabela 17.3.4-4).

Tabela 17.3.4-4. Resultado das análises químicas de metais e semimetais nos tecidos musculares de linguado (MB-xx-LI), maria-luiza (MB-xx-ML) e raia (MB-xx-RA) (Campanha de janeiro de 2013).

Parâmetros		MB-01-LI	MB-01-ML	MB-02-LI	MB-02-ML	MB-04/05-LI	MB-04/05-RA
Organismo	Legislações	Linguado	Maria-Luiza	Linguado	Maria-Luiza	Linguado	Raia
Trecho		Sudoeste do PDO		Dentro do PDO		Nordeste do PDO	
Data de Coleta		25/01/2013	25/01/2013	24/01/2013	24/01/2013	25/01/2013	25/01/2013
Hora de Coleta		11:30	12:00	10:26	11:14	10:42	10:45
Identificação do Relatório de Ensaio		1301065	1301065	1301065	1301065	1301065	1301065
<b>Metais e arsênio totais em mg/kg</b>							
Arsênio	1*	<b>1,08</b>	< 0,94	< 1,00	< 0,91	< 0,96	<b>2,09</b>
Cádmio	1*	< 0,22	< 0,24	< 0,25	< 0,23	< 0,24	< 0,23
Cromo	11****	< 1,29	< 1,42	< 1,50	< 1,36	< 1,44	< 1,39
Cobre	30**	< 1,29	< 1,42	< 1,50	< 1,36	< 1,44	< 1,39
Chumbo	2*	< 0,86	< 0,94	< 1,00	< 0,91	< 0,96	< 0,93
Manganês	54***	< 0,43	< 0,47	< 0,50	< 0,45	< 0,48	< 0,46
Níquel	5**	< 0,43	< 0,47	< 0,50	< 0,45	< 0,48	< 0,46
Zinco	50**	<b>7,51</b>	<b>4,54</b>	<b>5,61</b>	<b>3,66</b>	<b>4,76</b>	<b>4,43</b>
Mercurio (Não predador)	0,5*	< 0,08	< 0,08	< 0,08	< 0,08	< 0,07	-
Mercurio (Predador)	1*	-	-	-	-	-	< 0,08
Parâmetros		MB-03-LI	MB-03-ML	MB-03-RA	MB-06-LI	MB-06-ML	
Organismo	Legislações	Linguado	Maria-Luiza	Raia	Linguado	Maria-Luiza	
Trecho		Dentro do PDO			Pq Est. Marinho da Laje de Santos		
Data de Coleta		24/01/2013	24/01/2013	24/01/2013	24/01/2013	24/01/2013	
Hora de Coleta		12:20	11:53	12:40	15:30	16:00	
Identificação do Relatório de Ensaio		1301065	1301065	1301065	1301065	1301065	
<b>Metais e arsênio totais em mg/kg</b>							
Arsênio	1*	<b>1,01</b>	< 0,96	<b>16,4</b>	< 0,93	< 0,98	
Cádmio	1*	< 0,21	< 0,24	< 0,22	< 0,23	< 0,25	
Cromo	11****	< 1,27	< 1,44	< 1,29	< 1,39	< 1,47	
Cobre	30**	< 1,27	< 1,44	< 1,29	< 1,29	< 1,47	
Chumbo	2*	< 0,85	< 0,96	< 0,86	< 0,93	< 0,98	
Manganês	54***	< 0,42	< 0,48	< 0,43	< 0,46	< 0,49	
Níquel	5**	< 0,42	< 0,48	< 0,43	< 0,46	< 0,49	
Zinco	50**	<b>4,31</b>	<b>6,17</b>	<b>4,29</b>	<b>4,44</b>	<b>3,70</b>	
Mercurio (Não predador)	0,5*	< 0,07	< 0,08	-	< 0,08	< 0,08	
Mercurio (Predador)	1*	-	-	<b>0,12</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 e raia coletadas durante a Campanha de janeiro de 2013 apresentaram concentrações abaixo dos limites de quantificação dos métodos analíticos utilizados (Tabela 1 do Anexo 17.8-10).

A maioria dos compostos orgânicos avaliados neste estudo é altamente solúvel em lipídeos e pouco solúvel em água; assim, a absorção destes compostos 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).

Ao longo desta campanha, nenhum composto orgânico esteve acima do limite de quantificação. Por esta razão, não foi avaliada a influência do teor de lipídeos na bioacumulação dos compostos orgânicos, a saber: PCB, pesticidas organoclorados e compostos semivoláteis (Tabela 1 do Anexo 17.8-10 apresenta os resultados observados na análise de teor de umidade e gordura analisadas na Campanha de janeiro de 2013).



## 17.4. Considerações finais

### 17.4.1. Avaliação da qualidade do sedimento

O presente relatório contempla a apresentação dos resultados de quatro campanhas de monitoramento da qualidade do sedimento, realizadas nos meses de outubro e dezembro de 2012 e janeiro e fevereiro de 2013. Sendo assim, foi analisado um total de 89 amostras de sedimentos entre outubro de 2012 e fevereiro de 2013, nas quais foram analisados os parâmetros metais, arsênio e HPA.

Entre os metais analisados, foram quantificados os metais cobre, cromo, chumbo, mercúrio, 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. O metal mercúrio foi quantificado em 4 amostras coletadas na Campanha de outubro de 2012 (PS-Q2, PS-Q3, PS-Q9 e PS-Q10), em concentrações entre 0,0516mg/kg (PS-Q2) e 0,0925 mg/kg (PS-Q10), e em duas amostras coletadas na Campanha de fevereiro de 2013, Q3 (0,07 mg/kg) e Q10 (0,16 mg/kg). Entretanto, conforme já dito anteriormente, todas as concentrações ocorreram abaixo do valor orientador de nível 1 da Resolução CONAMA 454/2012 (0,30mg/kg).

Entre os demais compostos analisados (bifenilas policloradas, pesticidas organoclorados e hidrocarbonetos policíclicos aromáticos) não foram observadas concentrações acima do limite de quantificação do método analítico nas amostras analisadas. Também não foram observados efeitos tóxicos com o organismo teste (*Leptocheirus plumulosus*) nas amostras de sedimentos submetidas aos ensaios ecotoxicológicos.

Os resultados da atual caracterização física do sedimento, considerando as amostras das quatro (4) campanhas analisadas neste relatório, indicam que na maioria das quadrículas de disposição do PDO e quadrículas adjacentes ocorreu um predomínio da fração de areia muito fina. Estes resultados são similares àqueles observados durante as amostragens realizadas em 2006 para a elaboração do EIA/RIMA para o aprofundamento do Canal de navegação do Porto

de Santos (FRF, 2008) e aos resultados observados neste monitoramento ao longo dos anos de 2010, 2011 e 2012 (Fundespa, 2012).

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

As atividades de coleta programadas para este monitoramento foram realizadas conforme o previsto, as amostras foram enviadas para o laboratório responsável e encontram-se em período de triagem e identificação.

#### **17.4.3. 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. Há 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.

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

Apesar de não ser possível estabelecer uma relação de causa e efeito com a operação de dragagem, visto que os organismos aqui avaliados não são sésseis

e não se encontram distribuídos somente na área sob influência dos descartes de material dragado, a realização de coletas e análises químicas para avaliação da qualidade do pescado é válida, uma vez que é necessário assegurar a qualidade do pescado para o consumo humano.

Desta forma, entende-se que 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 se tem um monitoramento periódico para este fim.

Assim, 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 janeiro de 2013, os parâmetros hidrocarbonetos policíclicos aromáticos (HPA), pesticidas organoclorados (POC), bifenilas policloradas (PCB), compostos fenólicos, dienos clorados e clorobenzenos foram encontrados abaixo dos limites de quantificação do método.

O metal zinco foi quantificado em concentrações acima do limite de quantificação do método analítico nas amostras de tecidos coletadas em todas as áreas, inclusive no limite da zona de amortecimento do Parque Estadual Marinho da Laje de Santos, região esta que, segundo dados do monitoramento da qualidade do sedimento, não sofreu influência dos descartes realizados no PDO. O metal mercúrio foi quantificado em uma amostra de tecido muscular de raia, coletada no PDO. Em ambos os casos, os metais ocorreram em concentrações abaixo dos limites estabelecidos para consumo humano, de 50 mg/kg para zinco segundo Decreto 55.871/65 e de 1,0 mg/kg (peixes predadores) para mercúrio segundo Portaria MS 685/98.

Vale ressaltar que o zinco é um elemento essencial para mamíferos e peixes, participando de processos metabólicos e fisiológicos. Já o mercúrio pode 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.

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. Embora tenham sido encontrados resultados acima do limite máximo estabelecido pela legislação brasileira para consumo humano, acredita-se que estes valores não sejam preocupantes, uma vez que a maior parte dos compostos de arsênio presentes em peixes marinhos é orgânica e não tóxica ao homem.

### **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									
				2012		2013							
				Out	Dez	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun		
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	M	M	S	M	M	T	M	M		
			Granulometria	M	M	S	M	M	T	M	M		
			Análise Ecotoxicológica	M	M	S	M	M	T	M	M		
			Análise química: CONAMA 454/12 completa			S			T				
			Organismos bentônicos			S			T				
	2	MB-02 e MB-03	Análise química nos tecidos musculares			S			T				
2	MO-02 e MO-03	Organismos demersais-bentônicos			S			T					
ÁREA ADJACENTE (PS-AD1 A PS-AD18) - 18 pontos com 3 subamostras compostas em uma por quadrícula	18*	PS-AD1 A PS-AD18	Análise química: HPAs e Metais	M	M	S	M	M	T	M	M		
			Granulometria	M	M	S	M	M	T	M	M		
			Análise Ecotoxicológica	M	M	S	M	M	T	M	M		
			Análise química: CONAMA 454/12 completa			S			T				
			Organismos bentônicos			S			T				
ÁREA A SER CONTROLADA (PS-C1) - 1 estação com 3 sub-amostras	1	PS-C1	Análise química: HPAs e Metais	M	M	S	M	M	T	M	M		
			Granulometria	M	M	S	M	M	T	M	M		
			Análise Ecotoxicológica	M	M	S	M	M	T	M	M		
			Análise química: CONAMA 454/12 completa	M	M	S	M	M	T	M	M		
			Organismos bentônicos			S			T				
		MB-06	Análise química nos tecidos musculares			S			T				
MO-06	Organismos demersais-bentônicos			S			T						
PONTOS A NORDESTE (PS-N1 e PS-N2) E A SUDOESTE (PS-S1)	3	PS-N1; PS-N2; PS-S1	Granulometria	S	S	S	M	M	T	M	M		
			Análise Ecotoxicológica			S							
			Análise química: CONAMA 454/12 completa			S							
			Organismos bentônicos			S			T				
		MB-01, MB-04 e MB-05	Análise química nos tecidos musculares			S			T				
		MO-01, MO-04 e MO-05	Organismos demersais-bentônicos			S			T				

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 (2008). ABNT/NBR 15638. Qualidade da água – Determinação da toxicidade aguda de sedimentos marinhos ou estuarino com anfípodos. Rio de Janeiro, 17 p.
- ABNT, Associação Brasileira de Normas Técnicas 2005. ABNT/NBR ISO/IEC 17025. Requisitos gerais para a competência de laboratórios de ensaio e calibração. Rio de Janeiro
- 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, 1 - 312.
- Brasil (2012). Resolução CONAMA Nº 454 de 01 de Novembro de 2012. Estabelece As Diretrizes Gerais E Os Procedimentos Mínimos Para A Avaliação Do Material A Ser Dragado Em Águas Jurisdicionais Brasileiras, E Dá Outras Providências. Ministério Do Meio Ambiente. Conselho Nacional Do Meio Ambiente (CONAMA). Disponível em: [http://www.icmbio.gov.br/cepsul/images/stories/legislacao/Resolucao/2012/res\\_CONAMA\\_454\\_2012\\_materialserdragadoemaguasjurisdicionaisbrasileiras.pdf](http://www.icmbio.gov.br/cepsul/images/stories/legislacao/Resolucao/2012/res_CONAMA_454_2012_materialserdragadoemaguasjurisdicionaisbrasileiras.pdf)
- Clarke, K.R. & Warwick, R.M. (2001) Change in Marine Communities: An Approach to Statistical Analysis and Interpretation. 2nd Edition. Primer-E Limited. Plymouth, UK.
- Costa, R.C., Fransozo, A., Schmidt, G.A. & Freire, F.A.M. (2003). Chave ilustrada para identificação dos camarões Dendrobranchiata do litoral norte do Estado de São Paulo. Biota Neotrop. 3(1)
- São Paulo, 2010. Decreto Nº 56.031. Assembleia Legislativa do Estado de São Paulo. Declara as espécies da fauna silvestre ameaçadas, as quase ameaçadas, as colapsadas, sobrexplotadas, ameaçadas de sobrexplotação e com dados insuficientes para avaliação no Estado de São Paulo.



Disponível em <http://www.ambiente.sp.gov.br/legislacao/estadual/decretos/2010Dec56031.pdf>

- Figueiredo J.L. (1977) Manual de Peixes Marinhos do Sudeste do Brasil. I. Cações e Raias. São Paulo: Univ. De S. Paulo, Museu de Zoologia. 103 p.
- Figueiredo, J.L & Menxeses, 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 (2008). Fundação Ricardo Franco. Estudo de Impacto Ambiental (EIA) e Relatório de Impacto Ambiental (RIMA): projeto de aprofundamento do 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.
- Fundespa - Fundação de Estudos e Pesquisas Aquáticas (2012). Quarto Relatório Técnico Semestral do Plano Básico Ambiental da Dragagem de Aprofundamento do Porto de Santos - RTS – 030912.
- Kietzmann, U; Priebe, K; Rakow, D; Reichstein, K. (1974) Inspeccion Veterinária de Pescados. 1 ed. Espaha, Acribia. 326p.
- Krebs, C.J. (1989). Ecological Methodology. Harper Collins. New York, EUA. 654p.
- Kubitza, F. (2000) Tilápia: tecnologia e planejamento na produção comercial. Jundiaí 285p.
- Magurran, A.E. (1988). Ecological Diversity and Its Measurement. Princeton University Press, Princeton, New Jersey. 179 p.
- Martins, F.R. & F.A.M. Santos (1999) Técnicas Usuais de Estimativa da Biodiversidade. Holos Environment 1(1), 236 - 267.
- Mcgee, B.L.; Schlekat, C.E., Reinharz, E. (1993) Assessing Sub-Lethal Levels of Sediment Contamination with the Estuarine Amphipod. *Leptocheirus plumulosus*. Environ Toxicol Chem 12:577 - 588.

- Melo, G.S. (1996) Manual De Identificação Dos Brachyura (Caranguejos E Siris) Do Litoral Brasileiro. São Paulo: Ed. Plêiade/Fapesp. 260 p.
- Menezes, N.A. & Figueiredo, J.L. (1980) Manual De Peixes Do Sudeste Brasileiro. li (1). Teleostei. São Paulo: Museu De Zoologia, Universidade De São Paulo. 123 p.
- Menezes, N.A. & Figueiredo, J.L. (1981) Manual De Peixes Do Sudeste Brasileiro. li (3). Teleostei. São Paulo: Museu De Zoologia, Universidade De São Paulo. 128 p.
- Menezes, N.A. & Figueiredo, J.L. (1985) Manual De Peixes Do Sudeste Brasileiro. li (5). Teleostei. São Paulo: Museu De Zoologia, Universidade De São Paulo. 115 p.
- Meyer, V. & Ludorff, W. (1978). El pescado y los productos de la pesca. *Editora ACRIBIA*, 1974, Zaragoza Spain. 341p.
- 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.
- Portaria nº 685 (1998) da Agência Nacional de Vigilância Sanitária do Ministério da Saúde, disponível em: <[http://www.anvisa.gov.br/legis/portarias/685\\_98.htm](http://www.anvisa.gov.br/legis/portarias/685_98.htm)>. Acessado em 2010.
- 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.
- 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.
- Sokal, R. & Rohlf, F.J. (1981). Biometry: the principles and practice of statistics in biological research. W.H. Freeman and Co., New York, 859 p.
- Spilzman, M. (2000). Peixes Marinhos Do Brasil: Guia Prático De Identificação. Ed. Mauad, Rio de Janeiro, 228p.

- Thomann, R.V. 1989. Bioaccumulation Model of Organic Chemical Distribution in Aquatic Food Chains. *Environmental Science & Technology*, 23:699-707.
- USACE – Army Corps of Engineers. (1998). Use of Sediment Quality Guidelines (Sqgs) In Dredged Material Management. 04 - 29.
- 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 – 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.
- USEPA – United States Environmental Protection Agency (2010). Water Quality Assessment Guidance Manual for Y2010 305(b)/303(d) Integrated Water Quality Report; APPENDIX E-1 - Fish Tissue Values (TVs). Disponível em: <<http://www.deq.virginia.gov/water>>. Acessado em 2010.
- Vazzoler, A.E.A. de M. (1996). Biologia da reprodução de peixes teleósteos: teoria e prática. Maringá: EDUEM, 169p.

### **17.7. Equipe técnica**

- Bauer Rachid - Oceanógrafo, Dr.
- Carlos Eduardo Neves Consulim – Oceanógrafo
- Clarice Yumi Hiramatsu - Química
- Cristina Gonçalves – Química, 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.
- Sérgio Luiz Tutui – Biólogo, Dr.

Débora P. Camargo - Oceanógrafa

Felipe Varela Tonella – Oceanógrafo

Flavia Belloni Passaglia Pereira – Oceanógrafa

Giuliana Felamingo de Oliveira - Oceanógrafa

Lívia Huln Fenili – Oceanógrafa

Luciana Erika Yaginuma – Oceanógrafa, Msc

Priscilla Bosa – Oceanógrafa, Msc

Rafael Ciglione Rugna - Oceanógrafo

Tábata S. Prado – Oceanógrafa

Victor Carrozza Barcellini – Biólogo

## 17.8. Anexos

- Anexo 17.8-1. Relatórios de ensaio dos parâmetros físico-químicos (*in situ*) de sedimento, Campanhas outubro e dezembro de 2012 e Campanhas de janeiro e fevereiro de 2013;
- Anexo 17.8-2. Relatórios de ensaio dos parâmetros químicos e granulometria de sedimento, Campanhas outubro e dezembro de 2012 e Campanhas de janeiro e fevereiro de 2013;
- Anexo 17.8-3. Relatório de ensaio ecotoxicológico de sedimento, Campanhas outubro e dezembro de 2012 e Campanhas de janeiro e fevereiro de 2013;
- Anexo 17.8-4. Resultados análises físico-químicos *in situ*, no sedimento das Campanhas outubro e dezembro de 2012 e Campanhas de janeiro e fevereiro de 2013;
- Anexo 17.8-5. Resultados das análises química e granulométrica do sedimento Campanhas outubro e dezembro de 2012 e Campanhas de janeiro e fevereiro de 2013;
- Anexo 17.8-6. Cadeias de custódia das amostras de sedimento coletadas no PDO e adjacências, na Campanha de março de 2013;
- Anexo 17.8-7. Dossiê fotográfico dos procedimentos de coleta de organismos e tratamento das amostras para análise química no tecido dos organismos (Campanha de janeiro de 2013);
- Anexo 17.8-8. Relatório de ensaio biométrico dos organismos para análise química no tecido, Campanha de janeiro de 2013;
- Anexo 17.8-9. Relatório de ensaio dos parâmetros químicos no tecido dos organismos, Campanha de janeiro de 2013;
- Anexo 17.8-10. Resultados análise química no tecido dos organismos, Campanha de janeiro de 2013.

ANEXO 17.8-1. RELATÓRIOS DE ENSAIO DOS PARÂMETROS FÍSICO-QUÍMICOS (*IN SITU*) DE SEDIMENTO, CAMPANHAS OUTUBRO E DEZEMBRO DE 2012 E CAMPANHAS DE JANEIRO E FEVEREIRO DE 2013



ANEXO 17.8-2. RELATÓRIOS DE ENSAIO DOS PARÂMETROS QUÍMICOS E GRANULOMETRIA DE SEDIMENTO, CAMPANHAS OUTUBRO E DEZEMBRO DE 2012 E CAMPANHAS DE JANEIRO E FEVEREIRO DE 2013

ANEXO 17.8-3. RELATÓRIO DE ENSAIO ECOTOXICOLÓGICO DE  
SEDIMENTO, CAMPANHAS OUTUBRO E DEZEMBRO DE 2012 E  
CAMPANHAS DE JANEIRO E FEVEREIRO DE 2013

ANEXO 17.8-4. RESULTADOS ANÁLISES FÍSICO-QUÍMICOS *IN SITU*, NO SEDIMENTO DAS CAMPANHAS OUTUBRO E DEZEMBRO DE 2012 E CAMPANHAS DE JANEIRO E FEVEREIRO DE 2013

ANEXO 17.8-5. RESULTADOS DAS ANÁLISES QUÍMICA E GRANULOMÉTRICA DO SEDIMENTO CAMPANHAS OUTUBRO E DEZEMBRO DE 2012 E CAMPANHAS DE JANEIRO E FEVEREIRO DE 2013

ANEXO 17.8-6. CADEIAS DE CUSTÓDIA DAS AMOSTRAS DE SEDIMENTO  
COLETADAS NO PDO E ADJACÊNCIAS, NA CAMPANHA DE MARÇO DE 2013

ANEXO 17.8-7. DOSSIÊ FOTOGRÁFICO DOS PROCEDIMENTOS DE COLETA DE ORGANISMOS E TRATAMENTO DAS AMOSTRAS PARA ANÁLISE QUÍMICA NO TECIDO DOS ORGANISMOS (CAMPANHA DE JANEIRO DE 2013)



ANEXO 17.8-8. RELATÓRIO DE ENSAIO BIOMÉTRICO DOS ORGANISMOS  
PARA ANÁLISE QUÍMICA NO TECIDO, CAMPANHA DE JANEIRO DE 2013

ANEXO 17.8-9. RELATÓRIO DE ENSAIO DOS PARÂMETROS QUÍMICOS NO  
TECIDO DOS ORGANISMOS, CAMPANHA DE JANEIRO DE 2013

ANEXO 17.8-10. RESULTADOS ANÁLISE QUÍMICA NO TECIDO DOS ORGANISMOS, CAMPANHA DE JANEIRO DE 2013