

<b>17. PROGRAMA DE MONITORAMENTO AMBIENTAL DA ÁREA DE DISPOSIÇÃO OCEÂNICA DE MATERIAIS DRAGADOS NA REGIÃO DO PORTO DE SANTOS.....</b>	<b>1</b>
<b>17.1. INTRODUÇÃO E OBJETIVOS .....</b>	<b>1</b>
<b>17.2. METODOLOGIA .....</b>	<b>10</b>
17.2.1. AVALIAÇÃO DA QUALIDADE DO SEDIMENTO .....	10
17.2.2. MONITORAMENTO AMBIENTAL INTENSIFICADO.....	16
17.2.3. AVALIAÇÃO DA ESTRUTURA DA COMUNIDADE BENTÔNICA.....	24
17.2.4. AVALIAÇÃO DAS COMUNIDADES DEMERSAIS-BENTÔNICAS.....	26
17.2.5. ANÁLISES QUÍMICAS NOS TECIDOS DOS ORGANISMOS .....	30
<b>17.3. RESULTADOS E DISCUSSÃO .....</b>	<b>37</b>
17.3.1. AVALIAÇÃO DA QUALIDADE DO SEDIMENTO .....	38
17.3.2. MONITORAMENTO AMBIENTAL INTENSIFICADO.....	64
17.3.3. AVALIAÇÃO DA ESTRUTURA DA COMUNIDADE BENTÔNICA.....	64
17.3.4. AVALIAÇÃO DAS COMUNIDADES DEMERSAIS-BENTÔNICAS.....	73
17.3.5. ANÁLISES QUÍMICAS NOS TECIDOS DOS ORGANISMOS .....	93
<b>17.4. CONSIDERAÇÕES FINAIS.....</b>	<b>96</b>
17.4.1. AVALIAÇÃO DA QUALIDADE DO SEDIMENTO .....	96
17.4.2. MONITORAMENTO AMBIENTAL INTENSIFICADO.....	97
17.4.3. AVALIAÇÃO DA ESTRUTURA DA COMUNIDADE BENTÔNICA.....	97
17.4.4. AVALIAÇÃO DAS COMUNIDADES DEMERSAIS-BENTÔNICAS.....	98
17.4.5. ANÁLISES QUÍMICAS NOS TECIDOS DOS ORGANISMOS .....	100
<b>17.5. CRONOGRAMA .....</b>	<b>102</b>
<b>17.6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....</b>	<b>103</b>
<b>17.7. EQUIPE TÉCNICA .....</b>	<b>108</b>
<b>17.8. ANEXOS.....</b>	<b>109</b>

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

### **17.1. Introdução e Objetivos**

Este programa vem sendo realizado por solicitação da Codesp, em atendimento às exigências da Licença de Instalação nº 666/2009 - “Dragagem de aprofundamento do canal de navegação e bacias de evolução do Porto Organizado de Santos/SP”, que autoriza a dragagem de aprofundamento e o descarte do material no Polígono de Disposição Oceânica (PDO), Licença de Instalação nº910 retificada, que autoriza a dragagem de manutenção do Trecho 4 do canal de navegação do Porto de Santos e a Licença nº 861 que autoriza a dragagem do Trecho 1 e visa dar suporte ao gerenciamento do 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:

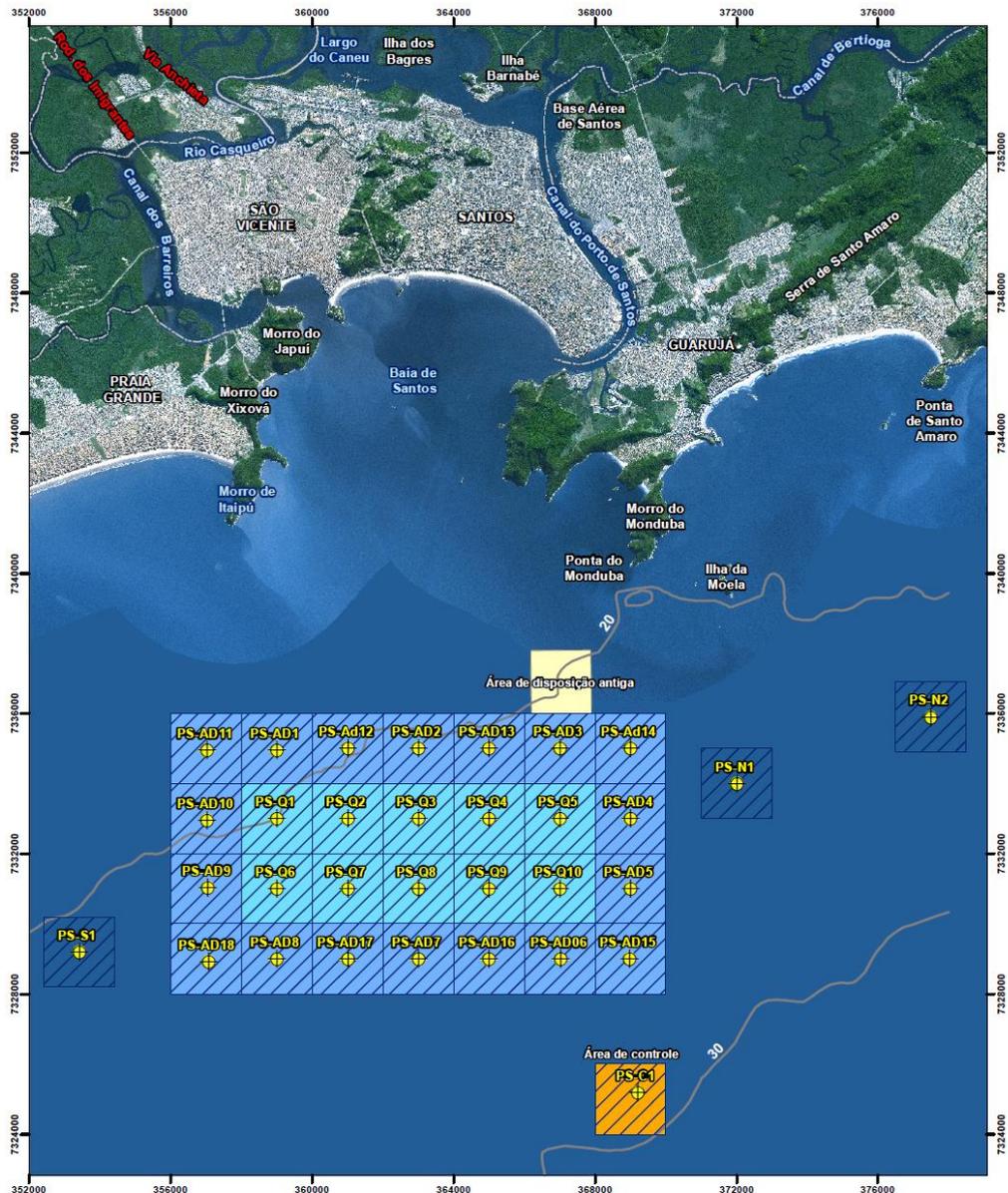
- Acompanhar a capacidade de suporte do ambiente marinho na região da área de descarte de material dragado;

- 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.

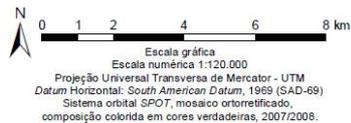
O presente Programa abrange as seguintes áreas a ser monitoradas: todas as quadrículas do PDO (Q1 a Q10) e suas áreas adjacentes (Ad1 a Ad18), uma área a SW (S1) do PDO e duas a NE (N1 e N2) e a área a ser controlada no limite da zona de amortecimento do Parque Estadual da Laje de Santos (C1) (Figura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

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

No ano de 2010 tiveram início as atividades de dragagem do canal de navegação no Trecho 1, no dia 21 de fevereiro, e nos 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.



- Legenda**
-  Localização dos pontos de amostragem de sedimento superficial
  -  Amostragem de sedimento superficial
  -  Limites Municipais
  -  Isóbatas
  -  Áreas adjacentes
  -  Polígono de Disposição Oceânica - PDO
  -  Área controle
  -  Área de disposição antiga





**Secretaria  
de Portos**



---

**PLANO DE MONITORAMENTO AMBIENTAL DA ÁREA DE DISPOSIÇÃO OCEÂNICA DE MATERIAIS DRAGADOS NA REGIÃO DO PORTO DE SANTOS**

---

Áreas de Disposição Oceânica - Áreas Adjacentes

DATA	R0	IMPRESSÃO	ESCALA	NÚMERO
23/abr/2013		A3	1:120.000	18081311PCSA3

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



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

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

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

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

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

Em 2011, após a comprovação da viabilidade da dragagem de aprofundamento e posterior descarte oceânico dos sedimentos de qualidade inferior identificados do Trecho 4 (Figura 17.1-3), e da Retificação da Licença de Instalação (LI) nº 666/2009 (emitida em 4 de outubro de 2010) foram iniciadas no dia 28 de janeiro a atividade de dragagem de sedimentos neste trecho, nas seções 4A e 4C, finalizadas em 12/04/2011 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), à não execução de *overflow* e determinou que a disposição de tais sedimentos na área de descarte marinho fosse condicionada à realização de monitoramento intensivo. O IBAMA solicitou, por meio da Nota Técnica nº 117/2010 COTRA/CGTMO/DILIC/IBAMA, a realização de monitoramentos adicionais, da região do PDO, durante a dragagem destas áreas, com coletas semanais de amostras para realização de análises químicas de mercúrio e ensaios ecotoxicológicos com as fases sólidas e líquidas do sedimento da área de disposição (Monitoramento Intensivo). Além destas análises semanais, foi solicitada a intensificação da avaliação de bioacumulação em tecidos de organismos demersais alterando a periodicidade para trimestral.



Figura 17.1-3. Divisão do Trecho 4 (Armazém 6 – 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 26/04/2011) foi paralisada no dia 21 de junho de 2011, pela Secretaria de Portos (SEP), em concordância com a retificação da Licença de Instalação nº 666/09, devido a detecção de concentração de mercúrio acima de Nível 1 (Resolução CONAMA 344/04) no ponto PS-Q9, conforme detalhado nos relatórios do Programa de Monitoramento Intensivo da área de descarte.

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

Instalação nº 814/2011. Esse material dragado foi descartado nas quadrículas Q9 e Q10, recobrando assim o material do Trecho 4 descartado anteriormente nessas mesmas 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 na 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, foram retomadas as atividades de dragagem de manutenção do Trecho 1 (Licença de Instalação nº 861/2012).

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).

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
Período	Mensal		Trimestral		Semestral em 2010 / Trimestral a partir de 2011
Meses					
Jan/2010	CP (20, 25, 26 e 27)	CP (20, 25, 26 e 27)	CP (20, 25, 26 e 27)	-	-
Fev/2010	-	-	-	CP (1, 2 e 3)	CP (1 e 2)
Mar/2010	C1 (19, 23 e 24)	C1 (19, 23 e 24)	-	-	-
Abr/2010	C2 (14 e 16)	C2 (14 e 16)	C1 (14 e 16)	C1 (14 e 16)	-
Mai/2010	C3 (30)	C3 (30)	-	-	-
Jun/2010	C3 (8 e 17) + C4 (18, 19, 20 e 26)	C3 (8 e 17) + C4 (18, 19, 20 e 26)	-	-	-
Jul/2010	C5 (21, 22 e 30)	C5 (21, 22 e 30)	C2 (21, 22 e 30)	C2 (21, 22 e 23)	C1 (21 e 22)
Ago/2010	C6 (20, 21 e 23)	C6 (20, 21 e 23)	-	-	-
Set/2010	C7 (24, 29 e 30)	C7 (24, 29 e 30)	-	-	-
Out/2010	C8 (28 e 29)	C8 (28 e 29)	C3 (28 e 29)	C3 (06, 07 e 08)	-
Nov/10	C8 (04) + C9 (22 e 26)	C8 (04) + C9 (22 e 26)	C3 (04)	-	-
Dez/10	C9 (03) + C10 (20, 21 e 22)	C9 (03) + C10 (20, 21 e 22)	-	-	-
Jan/2011	C11 (17 e 20)	C11 (17 e 20)	C4 (17 e 20)	C4 (02, 03 e 04 fev)	C2 (02 e 03 fev)
Fev/2011	C12 (23)	C12 (23)	-	-	-
Mar/2011	C12 (23)	C12 (23)	-	-	-
Abr/2011	C13 (07, 08 e 13)	C13 (07, 08 e 13)	C5 (12, 13 e 14)	C5 (12, 13)	C3 (12 e 13) *
Mai/2011	C14 (12, 13 e 14) + C15 (24, 25 e 26)	C14 (12, 13 e 14) + C15 (24, 25 e 26)	-	-	-
Jun/2011	C16 (14, 16 e 17)	C16 (14, 16 e 17)	-	-	-
Jul/2011	C17 (12, 13 e 14)	C17 (12, 13 e 14)	-	C6 (28 e 29)	C4 (28 e 29) *
Ago/2011	C18 (17)	C18 (17)	-	-	-
Set/2011	C18 (13) + C19 (22 e 23)	C18 (13) + C19 (22 e 23)	-	-	-
Out/2011	C20 (10, 26 e 28)	C20 (10, 26 e 28)	-	C7 (28 e 29)	C5 (28 e 29) *
Nov/2011	C21 (18, 19 e 23)	C21 (18, 19 e 23)	C6 (18, 19 e 23)	-	-
Dez/2011	C22 (07, 08 e 17)	C22 (07, 08 e 17)	-	-	-
Jan/2012	-	-	-	C8 (12, 13 e 14)	C6 (12 e 13) *
Fev/2012	C23 (09, 10 e 13)	C23 (09, 10 e 13)	-	-	-
Mar/2012	C24 (21, 22 e 23)	C24 (21, 22 e 23)	C7 (21, 22 e 23)	-	-
Abr/2012	C25 (17, 18 e 19)	C25 (17, 18 e 19)	-	C9 (18, 19 e 20)	C7 (18 e 19) *
Mai/2012	C26 (10, 11 e 24)	C26 (10, 11 e 24)	-	-	-
Jun/2012	C27 (13, 14 e 15)	C27 (13, 14 e 15)	C8 (13, 14 e 15)	-	-
Jul/2012	C28 (03, 04 e 05)	C28 (03, 04 e 05)	-	C10 (21, 22 e 23)	C8 (21 e 22) *
Ago/2012	C29 (14 e 22)	C29 (14 e 22)	-	-	-
Out/2012	C30 (29 e 30)	C30 (29 e 30)	-	-	-
Dez/2012	C31 (14 e 17)	C31 (14 e 17)	-	-	-

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

pela Dratec, empresa responsável pela remoção do Navio Ais Giorgis (entre novembro de 2011 e janeiro de 2012).

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

As atividades do Programa de Monitoramento da Área de Disposição Oceânica que tiveram início em janeiro de 2010 permanecem em andamento, sendo que, até março de 2013, ocorreu a dragagem de manutenção dos Trechos 1, 2 e 3 e os descartes foram realizados nas quadrículas Q3, Q5, Q9 e Q10, conforme informado pela Codesp. Também ocorreram atividades de dragagem realizadas pelas empresas Brasil Terminal Portuário (BTP), Embraport e Copape Terminais, com descartes nas quadrículas Q4, Q7 e Q8, respectivamente. De março até dezembro de 2013 ocorreram dragagens de manutenção nos Trechos 1, 2, 3 e 4, além das dragagens de berços e acessos do canal do Porto de Santos. Os descartes ocorreram nas quadrículas Q2, Q3, Q5, Q8, Q9 e Q10, conforme informado pela Codesp.

O presente relatório apresenta as atividades realizadas e os resultados obtidos em cada um dos cinco estudos deste programa de monitoramento nos meses de agosto a dezembro de 2013. A Tabela 17.1-2 apresenta as datas de realização das campanhas de amostragem dos cinco estudos deste programa, realizadas no ano de 2013 e início de 2014.

Tabela 17.1-3. Cronograma de coleta do Programa de Monitoramento do PDO de janeiro de 2013 a janeiro de 2014.

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)	-	-	-
Abril/2013	(22 e 23)	(22 e 23)	(22 e 23)	(22, 23 e 24)	-
Maió/2013	(14 e 15)	(14 e 15)	-	-	-
Junho/2013	(11 e 12)	(11 e 12)	-	-	-
Julho/2013	(12 e 15)	(12 e 15)	-	(6, 7 e 8)	(6 e 7)
Agosto/2013	(02 e 03/09)	(02 e 03/09)	-	-	-
Setembro/2013	(03, 04 e 08/10)	(03, 04 e 08/10)	-	-	-
Outubro/2013	(22 e 23)	(22 e 23)	-	-	-
Novembro/2013	(11 e 12)	(11 e 12)	-	-	-
Dezembro/2013	(11 e 17)	(11 e 17)	-	-	-
Janeiro/2014	-	-	-	-	(09 e 10)

( ) dias de amostragem

## 17.2. Metodologia

### 17.2.1. Avaliação da qualidade do sedimento

#### A. Localização dos pontos de amostragem

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

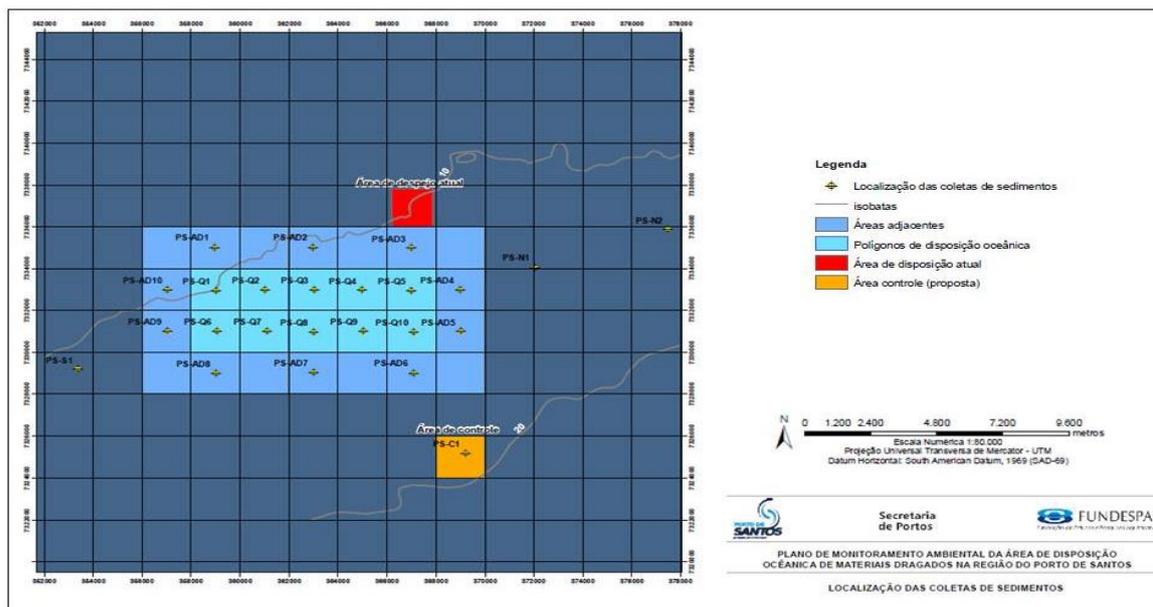


Figura 17.2.1-1. Área amostral, quadrículas de disposição de material dragado (Q1 a Q10), áreas adjacentes (Ad1 a Ad18), pontos a nordeste (PS-N1 e PS-N2) e a sudoeste (PS-S1) e ponto a ser controlado (PS-C1) localizado na zona de amortecimento do Parque Estadual Marinho da Laje de Santos.

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

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

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

\* Coordenadas referenciadas ao datum horizontal SAD-69

## B. Procedimentos de amostragem do sedimento

A amostragem dos sedimentos superficiais para as análises físicas, químicas e ecotoxicológicas são realizadas com dragas do tipo *van Veen*, de aço inoxidável, com o auxílio de mergulhadores. Em cada ponto, são coletadas amostras compostas, ou seja, cada amostra de sedimento superficial é

constituída por três subamostras. As amostras são homogeneizadas em bandeja de aço inox, com o auxílio de uma espátula de mesmo material.

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

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

### **C. Medições físico-químicas *in situ***

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

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

### **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 o prazo de análise de cada parâmetro.

Tabela 17.2.1-2. Métodos analíticos e as condições de armazenamento, preservação e prazo de análise dos parâmetros a serem analisados para a matriz sedimento.

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

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

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

A escolha desta espécie de anfípoda como organismo-teste é baseado em sua sensibilidade para associação de contaminantes no sedimento, disponibilidade, facilidade para coleta e cultivo, tolerância às condições do meio ambiente (temperatura, salinidade e granulometria), importância ecológica, fácil manuseio em laboratório, e facilidade de medição dos parâmetros de ensaio. Adicionalmente, esta espécie está intimamente associada com o sedimento pela natureza de sua escavação e hábitos alimentares.

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

De acordo com sugestão da Cetesb ao longo da execução do EIA/RIMA (FRF, 2008), citada 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 & McDonald, 1995) com aplicação da constante de proporcionalidade (“r”) de 0,80, calculada para a espécie *Leptocheirus plumulosus* (Prósperi *et al.*, 2008).

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

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

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

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

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

O ponto a nordeste do PDO (PS-N1) está posicionado fora da área de disposição e tem por finalidade identificar eventual contaminação da região, visto que o mesmo se encontra na direção principal do transporte e dispersão dos sedimentos, conforme indicado por modelagem numérica apresentada no EIA/RIMA (FRF, 2008).

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

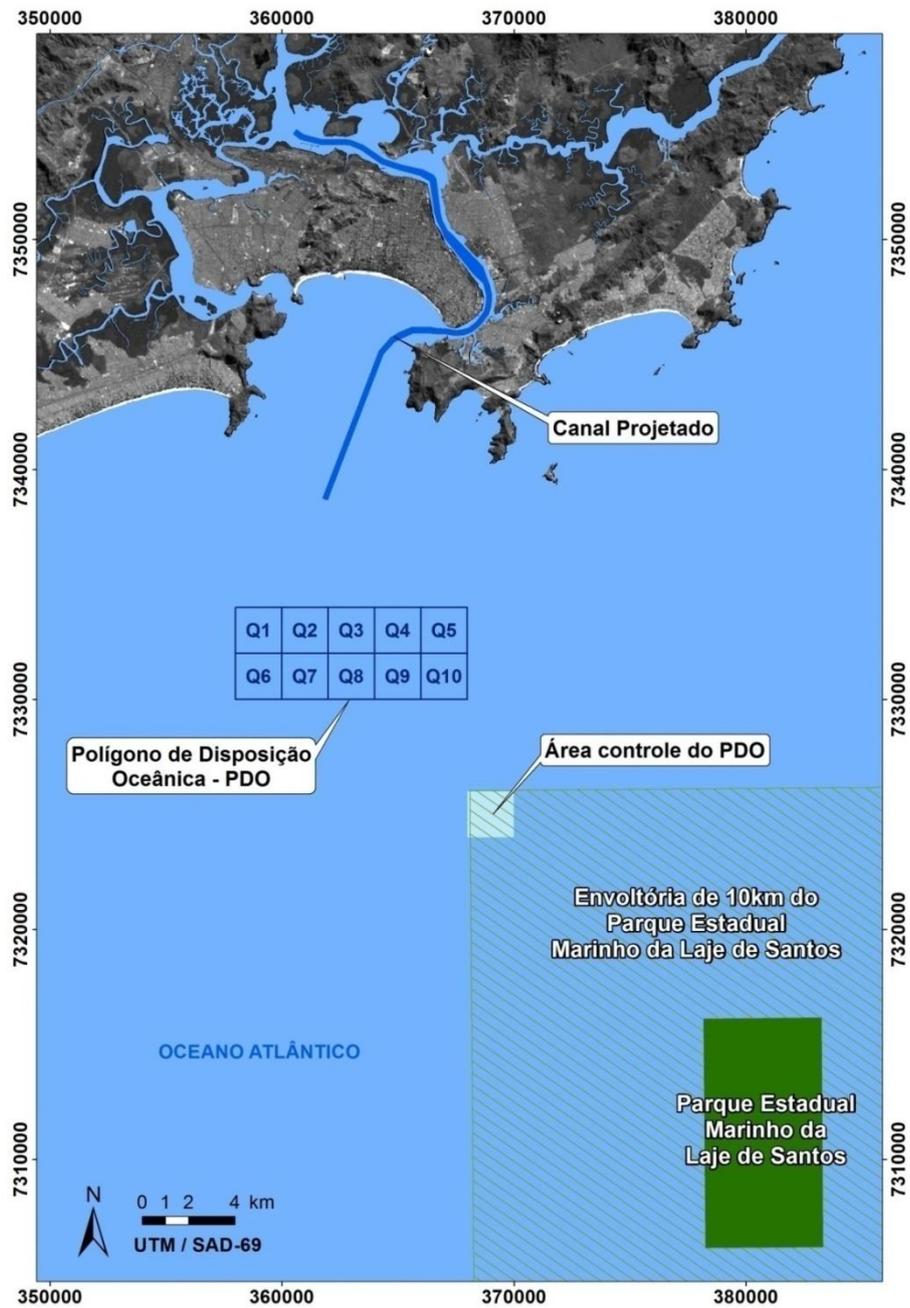


Figura 17.2.2-1. Mapa de localização do Parque Estadual Marinho da Laje de Santos e do Polígono de Disposição Oceânica (PDO).



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

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

PS-Q9	Leste (E)	Norte (N)	Fuso
A	364.552	7.331.369	23 J
B	364.645	7.330.469	23 J
C	365.564	7.330.578	23 J
D	365.426	7.331.517	23 J

PS-Q10	Leste (E)	Norte (N)	Fuso
A	366.573	7.331.331	23 J
B	366.744	7.330.452	23 J
C	367.614	7.330.603	23 J
D	367.451	7.331.498	23 J

PS-N1	Leste (E)	Norte (N)	Fuso
A	371.522	7.334.381	Fuso
B	371.656	7.333.593	23 J
C	372.589	7.333.698	23 J
D	372.455	7.334.559	23 J

PS-C1	Leste (E)	Norte (N)	Fuso
A	368.674	7.325.527	23 J
B	368.802	7.324.695	23 J
C	369.709	7.324.833	23 J
D	369.633	7.325.650	23 J

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

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

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

## **A. Análises Laboratoriais**

### ***Mercúrio***

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

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

### **Análises granulométricas**

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

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

## **B. Ensaio Ecotoxicológicos**

### **Elutriato**

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

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

Para a fecundação, são acrescentados de 1 a 2 mL da solução de esperma ao recipiente contendo os óvulos, sempre mantendo uma leve agitação. Após 10 minutos, são tomadas três subamostras de 1 mL para contagem de ovos com

o auxílio de câmara de Sedgwick-Rafter. Calculada a média entre as três subamostras, é estimado o volume da solução que contém 300 ovos. Este volume é acrescentado aos recipientes teste utilizando-se uma pipeta automática, não ultrapassando 1% do volume da solução teste.

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

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

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

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

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

- Temperatura (termômetro de vidro INCOTERM);

- Salinidade (refratômetro Shibuya 145);
- pH (peagâmetro *Laborgraf* – B474);
- Oxigênio dissolvido (método do eletrodo de membrana - Oxímetro *Oxi* WTW 3151);
- Amônia total (Método de destilação e titulação - 4500-C – APHA, 1998) e amônia não ionizada, estimada a partir dos valores de amônia total, de acordo com procedimento proposto por Whitfield (1974).

### ***Sedimento Total***

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

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

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

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

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

Nos dias 0, 7, 9 e 10 do ensaio são realizadas análises de pH, salinidade e teor de oxigênio dissolvido da água de interface do controle e de cada amostra.

As alíquotas de água para essas análises são cuidadosamente coletadas na interface água-sedimento, cerca de 1 cm acima da superfície do sedimento, formando uma amostra composta por alíquotas de cada réplica.

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

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

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

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

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

#### **A. Área de estudo**

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

(PS-C1), no limite da zona de amortecimento do Parque Estadual Marinho da Laje de Santos (Figura 17.2.1-1).

## B. Método de amostragem

A coleta de organismos da macrofauna bentônica é realizada com periodicidade trimestral, sendo o trabalho de coleta realizado a bordo da embarcação B'Nativa (lancha). A coleta da macrofauna bentônica é realizada utilizando um pegador de fundo do tipo *van Veen*, com área amostral de 0,05 m<sup>2</sup> e volume de 4 litros de sedimentos, sendo coletadas três réplicas em cada ponto amostral. As amostras obtidas são acondicionadas em sacos plásticos e armazenadas em caixas térmicas com gelo.

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

## C. Análises Estatísticas

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

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

Onde:

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

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

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

Onde:

$H'$  = índice de diversidade de espécies;

$S$  = número de espécies na amostra.

Para identificar quais as espécies mais importantes em cada amostra foi utilizada a Análise de Percentagens de Similaridade (SIMPER) (Clarke e Warwick, 2001). O SIMPER também compara pares de amostras de modo a mostrar a contribuição média das principais espécies à similaridade entre elas. Desta maneira, se uma espécie apresenta uma alta contribuição dentro de um grupo de amostras e baixa nos outros grupos, pode ser considerada como uma boa espécie discriminadora. O SIMPER foi empregado para caracterizar a macrofauna em cada campanha. Esta análise busca hierarquizar a contribuição relativa de cada espécie para cada grupamento (fator) colocado em análise. Para visualizar as similaridades entre as amostras (considerando as réplicas), foi utilizado o Escalonamento Multidimensional Não-Métrico (MDS), que é um método de ordenação preferível ao método de análise de correspondência em casos de matrizes de abundância de espécies (Clarke e Warwick, 2001).

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

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

O monitoramento dos organismos demersais-bentônicos é realizado ao longo das quadrículas do Polígono de Disposição Oceânica (PDO), que engloba a área de disposição oceânica de materiais dragados e áreas adjacentes, além dos

pontos a nordeste e a sudeste do PDO e no ponto a ser controlado (Tabela 17.2.4-1 e Figura 17.2.4-1). As coordenadas tiveram como base as informações disponíveis no Plano Básico Ambiental (PBA).

Tabela 17.2.4-1. Áreas de coleta de organismos demersais bentônicos no monitoramento da área de disposição atual

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

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

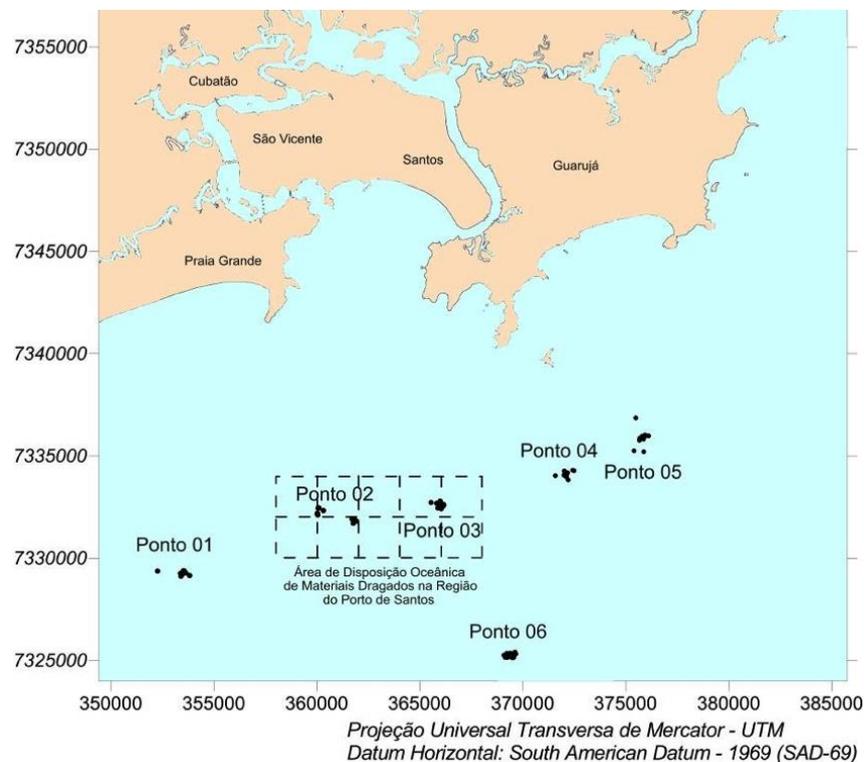


Figura 17.2.4.-1. Mapa de localização dos pontos de coleta georreferenciados no momento da amostragem

## **B. Atividades de campo**

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

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

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

## **C. Atividades de laboratório**

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

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

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

A abundância média das espécies é correlacionada com o número de pontos amostrais em que elas ocorreram para identificar as principais espécies em cada campanha. Para as principais espécies ( $\%IRI > 5$ ) são calculadas a abundância e a biomassa em relação ao ponto de coleta e campanha. Para avaliar diferenças nas distribuições entre campanhas é realizada uma análise da 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 efetua-se uma análise de variância unifatorial (*One-way ANOVA*) e testes *a posteriori* para avaliar as diferenças.

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

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

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

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

#### **A. Métodos de captura dos organismos**

A coleta dos organismos para este trabalho é realizada através da aplicação da arte de pesca denominada arrasto duplo. Neste tipo de arte de pesca, a embarcação utilizada apresenta tangones (grandes braços laterais nos quais são fixados os cabos de tração das redes), os quais permitem que duas redes idênticas sejam arrastadas simultaneamente; cada uma das redes é dotada de um par de portas retangulares posicionadas junto às extremidades anteriores da rede.

Vale ressaltar que para este trabalho são utilizados apenas os organismos capturados em uma das redes; os organismos da outra rede são utilizados nas análises ecológicas dos organismos demersais-bentônicos.

A amostragem dos organismos é realizada com uma embarcação pesqueira de arrasto duplo “B.J.B.”, licenciada para operar com arrasto de porta na pesca de camarão. A embarcação utiliza redes do tipo semibalão com 7 m de abertura de boca. Os lances para coleta das amostras tem duração de 30 minutos em cada ponto e são realizados durante o dia.

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

As regiões de monitoramento de organismos para as análises químicas nos tecidos dos organismos, assim como para as avaliações ecológicas de organismos demersais-bentônicos, ocorrem ao longo do Polígono de Disposição Oceânica (PDO), a sudoeste e nordeste do PDO e na zona de amortecimento do

Parque Estadual Marinho da Laje de Santos (Figura 17.2.5-1). Os arrastos são distribuídos da seguinte maneira:

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

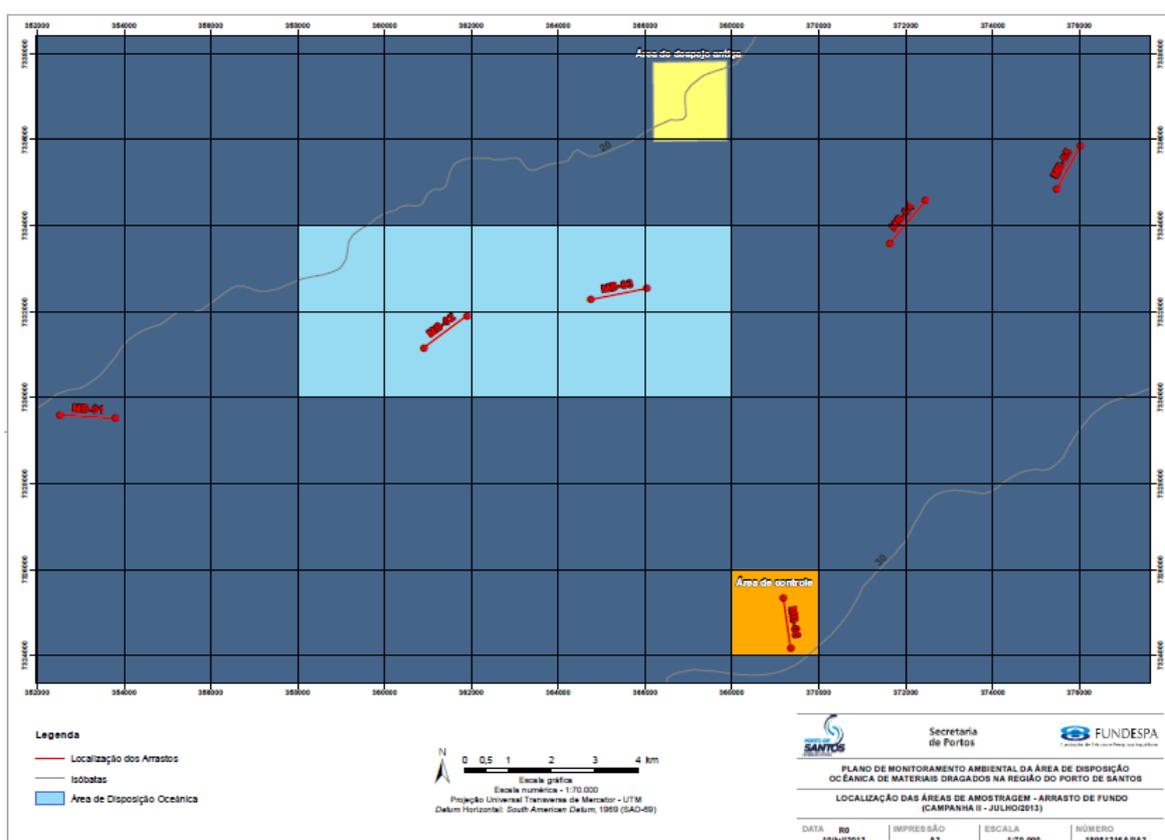


Figura 17.2.5-1. Localização dos pontos de arrastos para a amostragem de organismos na região do PDO e adjacências.

### C. Seleção dos organismos para análise química

A análise química se caracteriza pela quantificação de elementos e substâncias químicas, nos tecidos dos organismos selecionados para essa avaliação. A seleção desses organismos deve considerar diversos aspectos

referentes à biologia dos organismos e sua forma de vida. A seleção das espécies de interesse para a análise química em seus tecidos considerou os seguintes critérios:

- Espécies cujos indivíduos apresentem biomassa suficiente para compor amostras e realizar as análises químicas necessárias;
- Espécies de interesse ao consumo pela população local;
- Hábito alimentar da espécie/associação com o sedimento de fundo e;
- Época de reprodução da espécie.

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

#### **D. Procedimentos de tratamento das amostras e armazenamento**

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

Após os procedimentos de pesca e despesca dos organismos, os espécimes coletados para as análises químicas são abatidos por choque térmico, processo no qual os indivíduos são transferidos para uma caixa de isopor (120 litros) contendo água do ambiente e gelo de boa qualidade (feito a partir de água potável) na proporção 1:1, e mantidos nesse ambiente até a sua insensibilização. A quantidade de gelo utilizada deve ser suficiente para manter a temperatura da água entre 4 e 6°C (Kietzmann *et al.*, 1974; Meyer e Ludorff, 1978; Kubitzka, 2000). Desta maneira, ocorre uma redução do estresse sofrido pelos organismos durante o processo de abate e garante uma boa qualidade para as amostras.

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

## **E. Análises realizadas**

### ***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 de camarões, como reportado em Pérez-Farfante e Kensley (1997 apud Costa, *et al.* 2003). São obtidas as seguintes medidas:

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

Além disso, é registrado o número de indivíduos em cada ponto, sendo identificado, no caso dos peixes, o sexo de cada organismo e o estágio de maturação das gônadas, adaptando-se a escala de classificação proposta por Vazzoler (1996). Esta classificação é baseada em características visuais das gônadas como: turgidez, coloração, tamanho e proporção de preenchimento da cavidade celomática. Assim sendo, são discriminados cinco estádios de maturação de suas gônadas (IM-imaturo; E1-reposo; E2-em maturação; E3-madura; E4-desovada).

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

As amostras obtidas são enviadas ao laboratório de análises químicas. A sigla de identificação dessas amostras foi composta da seguinte maneira: MB – identifica material biológico + número referente à região de coleta + diferenciação dos organismos analisados pelas siglas ML (maria-luiza), LI (linguado), CAO (camarão), BE(betara), RA (raia).

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

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

Parâmetros	Método de análise	Receptáculo de armazenamento	Preservação	Quantidade mínima de amostra	Prazo para análise (amostras congeladas)
Metais e semi-metais	EPA 8080 (preparação); EPA 8010 (análise)	Frasco de vidro	Refrigeração a 5 -20°C	4g	6 meses
Metais totais	EPA 7471	Frasco de vidro	Refrigeração a 5 -20°C	4g	28 dias para o envio
Parâmetros organoclorados	EPA 8180 (amostra); EPA 8081 (análise)	Frasco de vidro	Refrigeração a 5 -20°C	32g	1 ano, se congelado
Bifenilas policloradas totais	EPA 8180 (amostra); EPA 8082 (análise)	Frasco de vidro	Refrigeração a 5 -20°C	32g	1 ano, se congelado
Semimetálicos (incluindo HPA)	EPA 8180 (amostra); EPA 8170 (análise)	Frasco de vidro	Refrigeração a 5 -20°C	32g	1 ano, se congelado
Vit. dissim. (spídicos)	EPA 1209B 045	Frasco de vidro	Refrigeração a 5 -20°C	15g	1 ano, se congelado
Vit. dissim. (umidade)	SM 2540 G	Frasco de vidro	Refrigeração a 5 -20°C	10g	1 ano, se congelado

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

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

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

Parâmetro	Legislação	Tipo de alimento
Arsênio	RDC nº 42/13	Peixes crus, congelados ou refrigerados
		Crustáceos
Cádmio	RDC nº 42/13	Peixes crus, congelados ou refrigerados, exceto casos específicos*
		*casos específicos: bonito, carapeba, enguia, tainha, jurel, imperador, cavala, sardinha, atum e linguado
		*caso específico: melva
		*casos específicos: anchova e peixe espada
Chumbo	RDC nº 42/13	Crustáceo
		Peixes crus, congelados ou refrigerados
Cobre	Decreto 55.871/65	Outros alimentos
Cromo	Decreto 55.871/65	Qualquer alimento
Mercúrio	RDC nº 42/13	Peixe, exceto predadores
		Peixes predadores
		Crustáceos
Níquel	Decreto 55.871/65	Outros alimentos
Zinco	Decreto 55.871/65	Outros alimentos

No Decreto nº 55.871/65, alguns alimentos (p.ex., bebidas e sucos) apresentam valores máximos diferenciados para cada metal. Quando um alimento não se enquadra em nenhuma das categorias apresentadas no referido decreto, como é o caso dos peixes e camarões, ele é classificado como “outros alimentos”.

No caso específico do cromo, todos os alimentos consumidos são enquadrados na categoria “qualquer alimento”, uma vez que não há diferença nos valores máximos permitidos deste metal para as diferentes categorias alimentícias.

Para os compostos orgânicos, a legislação brasileira não contempla valores para consumo humano de alimentos ou pescados, desta forma optou-se por utilizar valores estabelecidos pelo órgão ambiental americano – USEPA, baseados em risco à saúde humana (Tabela 17.2.5-3).

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

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

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

Os valores estabelecidos como limite máximo de tolerância para consumo humano são determinados a partir de cálculos matemáticos, os quais levam em consideração peso corpóreo médio da população, fator de risco (para compostos

carcinogênicos) ou dose de referência (para compostos não-carcinogênicos) e taxa de consumo. No caso da USEPA (2011), por exemplo, estes valores correspondem a um peso corpóreo de 70 kg, fator de risco de  $10^{-5}$  e taxa de consumo diário de 17,5g de pescado por dia, ao longo de toda a vida do consumidor; no entanto, estas variáveis populacionais não condizentes com a realidade brasileira. Já as legislações brasileiras são antigas (de 15 a 50 anos atrás), baseiam-se em consumo de produtos pós-processo de conservação ou produto “*in natura*” e não informam os valores utilizados para derivação dos limites.

### **17.3. Resultados e discussão**

#### **ATIVIDADES DESENVOLVIDAS ENTRE JULHO A DEZEMBRO DE 2013**

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

São apresentadas neste relatório as descrições das seguintes atividades:

- Campanhas de agosto a dezembro de 2013 do monitoramento da qualidade do sedimento;
- Campanha de outubro de 2013 do monitoramento da comunidade da macrofauna bentônica;
- Campanha de outubro de 2013 do monitoramento da comunidade demersal-bentônica e pelágica.

Os resultados analíticos e ecotoxicológicos da qualidade do sedimento da Campanha de julho de 2013 já foram apresentados no Relatório Consolidado RTS – 111113 e, portanto, não são apresentados neste relatório. O mesmo vale para os resultados das análises químicas nas amostras de tecido de organismos demersais-bentônicos da Campanha de julho de 2013.

Além das campanhas realizadas no segundo semestre de 2013, também são descritas as atividades de coleta de organismos demersais-bentônicos para análise química de amostras de tecido referente à Campanha de janeiro de 2014.

### 17.3.1. Avaliação da qualidade do sedimento

Entre os meses de julho e dezembro de 2013, foram realizadas pela Codesp atividades de dragagem de manutenção nos Trecho 1, 2, 3 e 4 com a draga *Xin Hai Niu*. O descarte deste material dragado foi realizado nas quadrículas Q4, Q8 e Q10.

Neste período, além dos descartes realizados pela Codesp, também ocorreram descartes pelas empresas:

- Brasil Terminal Portuário (BTP) nas quadrículas Q2 e Q3;
- Santos Brasil na quadrícula Q10;
- Terminal de Granéis do Guarujá na quadrícula Q5.

Os procedimentos de amostragem foram realizados conforme descrito na metodologia (item 17.2.1), onde também se encontram os parâmetros avaliados ao longo das diferentes campanhas amostrais, tendo sido atendido os critérios e procedimentos de garantia de qualidade quanto à execução das coletas, armazenamento e preservação das amostras. O dossiê fotográfico da amostragem encontra-se no Anexo 17.8-1. Todas as amostras foram analisadas dentro do prazo de validade, garantindo a qualidade técnica dos resultados. No Anexo 17.8-2 é apresentado o programa de garantia e controle de qualidade. Os laboratórios *Analytical Technology* - AT e TECAM Laboratórios, foram os responsáveis pela realização dos ensaios e emissão dos laudos analíticos referentes às análises físico-químicas e ecotoxicológicas, respectivamente.

Os resultados obtidos nas análises *in situ* (pH,  $E_H$  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 agosto a dezembro 2013 – estão apresentados nos relatórios dos ensaios analíticos conforme listado a seguir:

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

- Relatórios de ensaios das análises químicas e granulométricas – Anexo 17.8-5;
- Cadeia de custódia das amostras enviadas para ensaios ecotoxicológicos - Anexo 17.8-6;
- Relatórios de ensaios ecotoxicológicos - Anexo 17.8-7.

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

A seguir são apresentados as atividades realizadas e os resultados observados ao longo das campanhas do segundo semestre de 2013 em comparação aos valores orientadores da Resolução CONAMA 454/2012. Os resultados da Campanha de julho de 2013 referentes à avaliação da qualidade do sedimento foram apresentados no Relatório Consolidado RTS – 111113 e, portanto, não são apresentados neste relatório.

### **A. Campanha de agosto de 2013**

A coleta de amostras de sedimento referente à Campanha de agosto de 2013 prevista para os dias 29 e 30 de agosto de 2013 foi adiada devido às condições meteoceanográficas desfavoráveis para a navegação na região sudeste. A Figura 17.3.1-1 apresenta as previsões das condições de mar e vento para o período em questão. Em função das referidas condições, a Campanha de agosto de 2013 foi realizada somente nos dias 02 e 03 de setembro de 2013.

Quinta-feira 29-08-2013		06Z		09Z		12Z		15Z		18Z		21Z	
00Z	03Z									Alt. e Dir(m)	Vento (m/s)		
2.1 SSE	2.0 SSE	1.9 SSE	1.8 SSE	1.7 SSE	1.6 SSE	1.6 SSE	1.6 SSE	1.6 SSE	1.5 SSE				
1.1 S	2.1 ENE	2.8 NE	3.4 NE	3.5 NE	4.4 ESE	5.4 ESE	4.8 E						
Sexta-feira 30-08-2013		06Z		09Z		12Z		15Z		18Z		21Z	
00Z	03Z												
1.5 SSE	1.4 SSE	1.4 SSE	1.3 SSE	1.2 SE	1.1 SE	1.1 SE	1.1 SE	1.1 SE	1.2 SE	1.1 SE	1.2 SE	1.2 SE	1.2 SE
5.6 ENE	4.9 NE	4.2 NE	3.6 NNE	3.1 NE	4.0 ESE	5.7 ESE	5.1 ENE						
Sábado 31-08-2013		06Z		09Z		12Z		15Z		18Z		21Z	
00Z	03Z												
1.2 ESE	1.2 ESE	1.2 ESE	1.1 E	1.1 E	1.1 E	1.1 E							
5.1 ENE	4.4 NE	3.3 NE	2.9 NNE	2.1 NNE	3.2 SE	4.6 ESE	4.5 ENE						
Domingo 01-09-2013		06Z		09Z		12Z		15Z		18Z		21Z	
00Z	03Z												
1.0 E	1.0 E	1.0 E	1.1 E	1.1 E	1.2 E	1.2 E	1.1 E	1.2 E	1.2 E	1.2 E	1.2 E	1.1 E	1.1 E
4.6 NE	3.3 NE	2.3 N	2.7 N	2.4 NNW	1.7 SSE	4.5 ESE	5.3 ENE						

Figura 17.3.1-1. Condições meteoceanográficas previstas para os dias 29 e 30 de agosto de 2013. Fonte: INPE/CPTEC

No período referente a esta campanha estava ocorrendo disposição de sedimentos dragados nas quadrículas Q2 e Q3, pela BTP, e Q10, pela Codesp. Desta forma, foram monitorados 23 pontos de amostragem distribuídos dentro do polígono de disposição oceânica – PDO (PS-Q1 a PS-Q10), incluindo nove áreas adjacentes (PS-Ad1, PS-Ad2, PS-Ad4, PS-Ad5, PS-Ad6, PS-Ad12, PS-Ad13, PS-Ad15 e PS-Ad16) às quadrículas em uso, dois setores a nordeste (PS-N1 e PS-N2), um setor a sudoeste (PS-S1) e na área a ser controlada (PS-C1), localizada no limite do Parque Estadual Marinho da Laje de Santos (Figura 17.3.1-2).

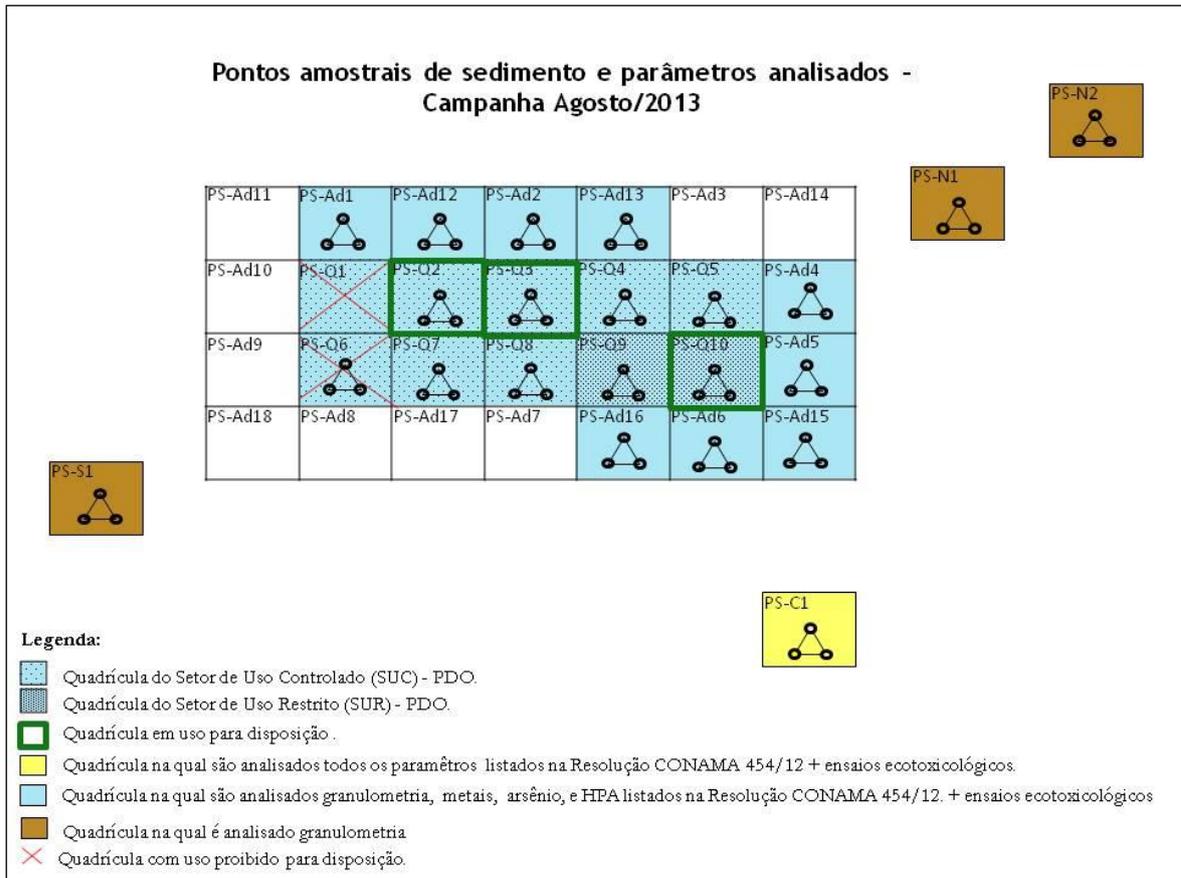


Figura 17.3.1-2. Esquema ilustrativo contemplando os pontos amostrais e os parâmetros analisados durante a Campanha de agosto de 2013.

### A1. Análise físico-química *in situ*

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

### A2. Análises químicas

Foram quantificados os metais cromo, chumbo, cobre, níquel e zinco na maioria das amostras coletadas, no entanto, todas apresentaram concentrações abaixo dos valores orientadores de Nível 1 estabelecidos pela Resolução

CONAMA 454/2012 (Figura 17.3.1-3). Todas as amostras analisadas apresentaram concentrações dos metais cádmio e mercúrio e do semimetal arsênio abaixo dos limites de quantificação do método analítico (Tabela 17.3.1-1).

Observa-se na Figura 17.3.1-3 que os metais quantificados ocorreram em todas as quadrículas do PDO e áreas adjacentes amostradas, inclusive no ponto a ser controlado, de forma independente ao local de descarte de sedimento no período (Q10).

Tabela 17.3.1-1. Resultados da análise de metais e semimetal arsênio (mg/kg) nas amostras de sedimento da Campanha de agosto de 2013.

Parâmetros	CONAMA 454/12		PONTO A SER CONTROLADO	PONTOS ADJACENTES ÀS QUADRÍCULAS					
	Nível 1	Nível 2		PS-AD1	PS-AD2	PS-AD4	PS-AD5	PS-AD6	PS-AD12
	Água Salina e Salobra								
Data da Coleta			02/09/2013	03/09/2013	03/09/2013	02/09/2013	02/09/2013	02/09/2013	03/09/2013
Profundidade			31.0	20.6	22.0	26.7	29.3	29.3	20.9
Identificação do laboratório - AT			12712	12711	12711	12710	12710	12710	12711
<b>Metais e semi metais, em mg/kg</b>									
Arsênio Total	19	70	< 0,478	< 0,495	< 0,497	< 0,501	< 0,484	< 0,487	< 0,495
Cádmio total	1.2	7.2	< 0,318	< 0,330	< 0,331	< 0,334	< 0,323	< 0,325	< 0,330
Cromo Total	81	370	2.32	6.73	6.54	4.96	2.59	2.42	6.69
Chumbo total	46.7	218	2.47	2.95	3.63	4.01	2.21	1.98	3.28
Cobre Total	34	270	< 0,637	< 0,661	< 0,662	0.851	< 0,646	< 0,649	< 0,661
Mercúrio Total	0.3	1	< 0,013	< 0,013	< 0,013	< 0,013	< 0,013	< 0,013	< 0,013
Níquel Total	20.9	51.6	< 0,637	1.75	1.91	1.66	0.701	< 0,649	1.86
Zinco Total	150	410	8.32	15.8	16.4	12.5	6.28	6.13	15.3
Parâmetros	CONAMA 454/12		PONTOS ADJACENTES ÀS QUADRÍCULAS			QUADRÍCULAS			
	Nível 1	Nível 2	PS-AD13	PS-AD15	PS-AD16	PS-Q1	PS-Q2	PS-Q3	PS-Q4
	Água Salina e Salobra								
Data da Coleta			02/09/2013	02/09/2013	02/09/2013	03/09/2013	03/09/2013	03/09/2013	03/09/2013
Profundidade			22.0	29.8	28.8	21.3	20.9	23.9	28.4
Identificação do laboratório - AT			12711	12710	12710	12711	12711	12711	12711
<b>Metais e semi metais, em mg/kg</b>									
Arsênio Total	19	70	< 0,484	< 0,496	< 0,490	< 0,503	< 0,494	< 0,651	< 0,556
Cádmio total	1.2	7.2	< 0,323	< 0,331	< 0,327	< 0,336	< 0,329	< 0,434	< 0,371
Cromo Total	81	370	5.70	2.45	2.19	7.26	5.82	10.3	8.39
Chumbo total	46.7	218	2.91	2.01	1.72	3.02	2.47	6.00	4.63
Cobre Total	34	270	< 0,646	< 0,661	< 0,654	< 0,671	< 0,659	2.95	1.61
Mercúrio Total	0.3	1	< 0,013	< 0,013	< 0,013	< 0,013	< 0,013	< 0,017	< 0,015
Níquel Total	20.9	51.6	1.59	0.665	< 0,654	2.13	1.64	3.97	2.89
Zinco Total	150	410	13.2	7.24	5.41	17.8	14.1	26.1	19.5
Parâmetros	CONAMA 454/12		QUADRÍCULAS						
	Nível 1	Nível 2	PS-Q5	PS-Q6	PS-Q7	PS-Q8	PS-Q9	PS-Q10	
	Água Salina e Salobra								
Data da Coleta			02/09/2013	03/09/2013	03/09/2013	02/09/2013	02/09/2013	02/09/2013	
Profundidade			25.9	23.6	28.0	28.6	27.5	28.1	
Identificação do laboratório - AT			12710	12711	12711	12710	12710	12710	
<b>Metais e semi metais, em mg/kg</b>									
Arsênio Total	19	70	< 0,514	< 0,492	< 0,649	< 0,618	< 0,613	< 0,622	
Cádmio total	1.2	7.2	< 0,342	< 0,328	< 0,433	< 0,412	< 0,408	< 0,415	
Cromo Total	81	370	4.96	6.31	9.07	7.04	9.20	10.1	
Chumbo total	46.7	218	2.82	3.45	6.49	4.65	4.65	6.75	
Cobre Total	34	270	1.17	< 0,656	2.61	2.03	2.24	2.84	
Mercúrio Total	0.3	1	< 0,014	< 0,013	< 0,017	< 0,016	< 0,016	< 0,017	
Níquel Total	20.9	51.6	1.90	1.84	3.85	2.65	3.22	3.49	
Zinco Total	150	410	14.0	14.2	22.7	16.5	24.1	25.7	



### **A3. Análises ecotoxicológicas**

Das 23 amostras de sedimento coletadas no PDO e áreas adjacentes, seguindo cronograma deste programa de análise mensal, 20 foram submetidas aos ensaios ecotoxicológicos com *Leptocheirus plumulosus*, sendo que todas as amostras apresentaram resultados de mortalidade abaixo de 50% para o organismo-teste, ou seja, efeito tóxico não significativo (Figura 17.3.1-3), conforme classificado pela Resolução CONAMA 454/12.

### **A4. Análises granulométricas do sedimento**

As análises para caracterização física dos sedimentos, considerando as amostras obtidas na Campanha de agosto de 2013, indicam um predomínio da fração de areia muito fina na maioria das amostras analisadas seguido pelo silte. Algumas amostras (PS-C1, PS-Ad5, PS-Ad6, PS-Ad15, PS-Ad16, PS-N1 e PS-N2), apresentaram uma maior porcentagem da fração de areia fina seguido pela areia muito fina (Figura 17.3.1-4).

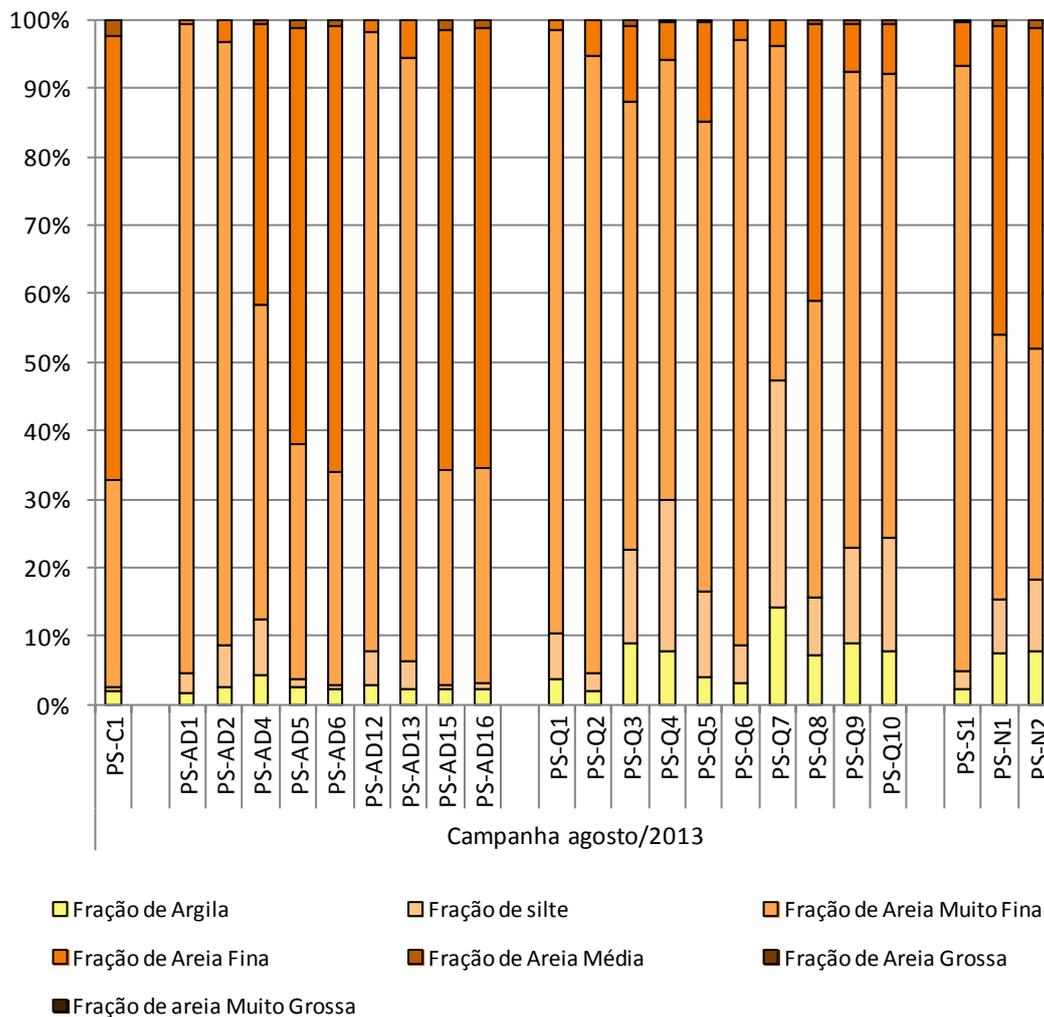


Figura 17.3.1-4. Caracterização granulométrica do sedimento das amostras coletadas na Campanha de agosto de 2013.

## B. Campanha de setembro de 2013

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

Dentre os procedimentos adotados para o cancelamento da coleta, incluiu-se uma saída prévia da barra em Bertioga, local próximo à garagem náutica onde a embarcação fica alocada, para averiguação das condições de mar e vento. Esta avaliação é realizada por membros da equipe com habilitação de Capitão,

possuindo um deles mais de 40 anos de experiência em navegação na região. Em tentativas anteriores, em circunstâncias similares, as condições mostraram-se totalmente desfavoráveis à realização das coletas e mergulhos, com dificuldade de fundeio da embarcação, arrasto da mesma e quedas de equipamentos e tripulantes. O aumento no esforço realizado pelo mergulhador devido às correntes e ao arrasto da embarcação é outro fator de risco importante a ser avaliado nessas condições meteorológicas e oceanográficas adversas. Logo, a campanha foi realizada somente nos dias 03, 04 e 08 de outubro de 2013 quando as condições meteoceanográficas estavam dentro dos padrões mínimos de segurança a navegação e tripulação.

No período referente a esta campanha estava ocorrendo disposição de sedimentos dragados nas quadrículas Q3, pela BTP, e Q4 e Q8, pela Codesp. Desta forma, foram monitorados 21 pontos de amostragem distribuídos dentro do polígono de disposição oceânica – PDO (PS-Q1 a PS-Q10), incluindo sete áreas adjacentes (PS-Ad2, PS-Ad3, PS-Ad7, PS-Ad12, PS-Ad13, PS-Ad16 e PS-Ad17) às quadrículas em uso, dois setores a nordeste (PS-N1 e PS-N2), um setor a sudoeste (PS-S1) e na área a ser controlada (PS-C1), localizada no limite do Parque Estadual Marinho da Laje de Santos (Figura 17.3.1-5).

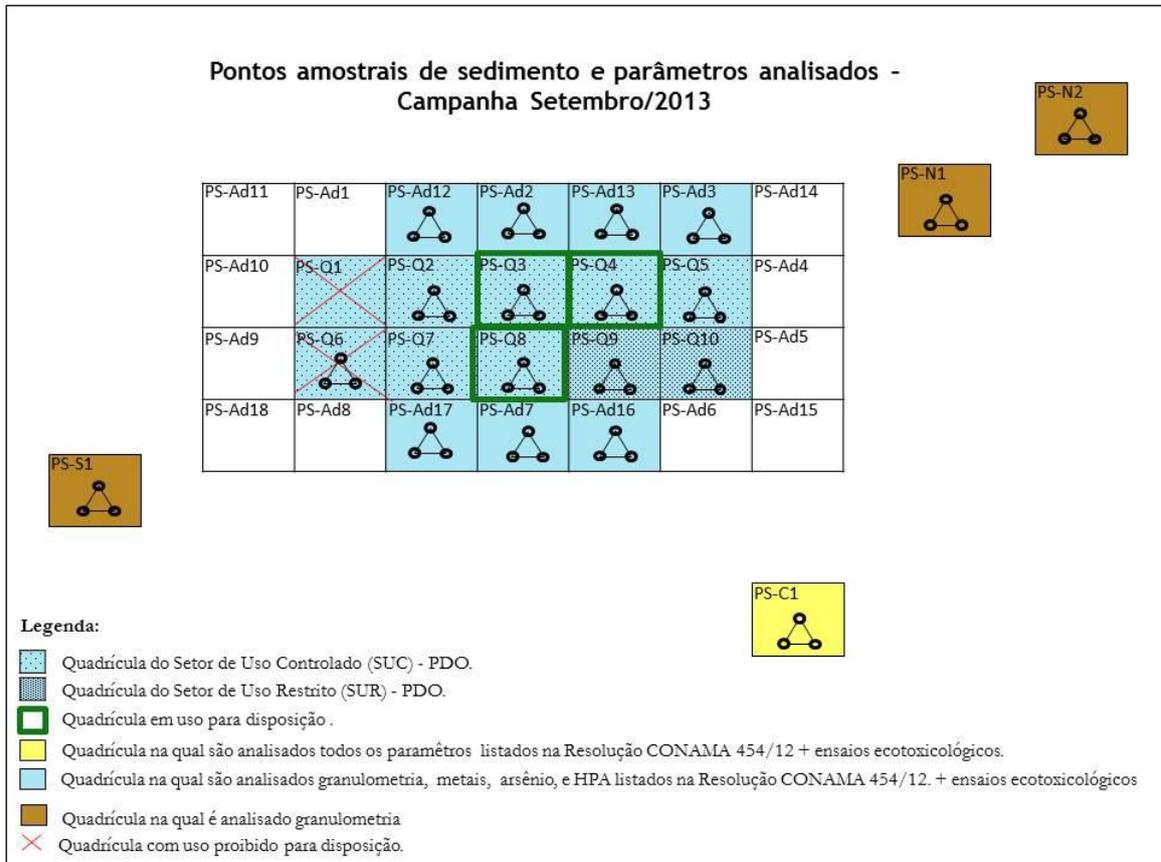


Figura 17.3.1-5. Esquema ilustrativo contemplando os pontos amostrais e os parâmetros analisados durante a Campanha de setembro de 2013.

### B1. Análise físico-química *in situ*

As análises físico-químicas *in situ* realizadas nas amostras de sedimento, apresentaram valores de pH entre 5,58 e 7,72, de  $E_H$  entre -147 e 181 mV e a temperatura média dentre as 21 amostras foi de 20,1°C. O Anexo 17.8-8 apresenta os resultados das medições físico-químicas realizadas *in situ* nas amostras de sedimento coletadas no PDO e áreas adjacentes, referente a campanha amostral de setembro de 2013.

### B2. Análises químicas

Foram quantificados os metais cromo, chumbo, cobre, níquel e zinco na maioria das amostras coletadas, no entanto, todas apresentaram concentrações abaixo dos valores orientadores de Nível 1 estabelecidos pela Resolução

CONAMA 454/2012 (Figura 17.3.1-6). Todas as amostras analisadas apresentaram concentrações dos metais cádmio e mercúrio e do semimetal arsênio abaixo dos limites de quantificação do método analítico (Tabela 17.3.1-2).

Observa-se na Figura 17.3.1-6 que os metais quantificados ocorreram em todas as quadrículas do PDO e áreas adjacentes amostradas, inclusive no ponto a ser controlado, de forma independente ao local de descarte de sedimento no período (Q3, Q4 e Q8).

Tabela 17.3.1-2. Resultados da análise de metais e semimetal arsênio (mg/kg) nas amostras de sedimento da Campanha de setembro de 2013.

Parâmetros	CONAMA 454/12		PONTO A SER CONTROLADO	PONTOS ADJACENTES ÀS QUADRÍCULAS					
	Nível 1	Nível 2		PS-AD2	PS-AD3	PS-AD7	PS-AD12	PS-AD13	PS-AD16
	Água Salina e Salobra								
Identificação do laboratório - AT			14397	14565	14565	14565	14565	14565	14397
<b>Metais e semi metais, em mg/kg</b>									
Arsênio Total	19	70	< 0,472	< 0,638	< 0,667	< 0,652	< 0,696	< 0,653	< 0,471
Cádmio total	1.2	7.2	< 0,315	< 0,425	< 0,445	< 0,435	< 0,464	< 0,436	< 0,314
Cromo Total	81	370	2.95	7.80	8.42	2.96	8.05	8.28	2.38
Chumbo total	46.7	218	2.45	5.60	5.89	3.01	5.49	5.74	2.19
Cobre Total	34	270	0.790	0.948	1.10	< 0,870	< 0,928	< 0,871	< 0,628
Mercúrio Total	0.3	1	< 0,013	< 0,017	< 0,018	< 0,017	< 0,019	< 0,017	< 0,013
Níquel Total	20.9	51.6	0.753	2.30	2.46	< 0,870	2.24	2.33	< 0,628
Zinco Total	150	410	5.66	14.4	14.6	5.29	15.0	15.0	3.79
Parâmetros	CONAMA 454/12		PONTOS ADJACENTES ÀS QUADRÍCULAS	QUADRÍCULAS					
	Nível 1	Nível 2		PS-Q1	PS-Q2	PS-Q3	PS-Q4	PS-Q5	PS-Q6
	Água Salina e Salobra								
Identificação do laboratório - AT			14565	14565	14397	14397	14397	14397	14397
<b>Metais e semi metais, em mg/kg</b>									
Arsênio Total	19	70	< 0,692	< 0,667	< 0,493	< 1,01	< 0,591	< 2,34	< 0,524
Cádmio total	1.2	7.2	< 0,461	< 0,445	< 0,329	< 0,674	< 0,394	< 0,389	< 0,350
Cromo Total	81	370	3.90	7.39	6.89	20.2	9.23	37.1	8.79
Chumbo total	46.7	218	3.58	4.91	4.11	10.3	6.33	29.8	5.82
Cobre Total	34	270	< 0,923	< 0,890	0.710	6.83	1.91	9.35	1.24
Mercúrio Total	0.3	1	< 0,018	< 0,018	< 0,013	< 0,027	< 0,016	< 0,016	< 0,014
Níquel Total	20.9	51.6	1.06	1.99	2.04	7.66	3.20	13.4	2.62
Zinco Total	150	410	5.73	13.8	16.2	41.8	17.6	78.3	15.4
Parâmetros	CONAMA 454/12		QUADRÍCULAS						
	Nível 1	Nível 2	PS-Q7	PS-Q8	PS-Q9	PS-Q10			
	Água Salina e Salobra								
Identificação do laboratório - AT			14397	14397	14397	14397			
<b>Metais e semi metais, em mg/kg</b>									
Arsênio Total	19	70	< 0,670	< 0,728	< 0,789	< 2,40			
Cádmio total	1.2	7.2	< 0,446	< 0,485	< 0,526	< 0,400			
Cromo Total	81	370	12.5	12.0	16.0	39.7			
Chumbo total	46.7	218	8.91	8.47	13.4	24.4			
Cobre Total	34	270	3.08	3.50	6.74	9.89			
Mercúrio Total	0.3	1	< 0,018	< 0,019	< 0,021	< 0,016			
Níquel Total	20.9	51.6	4.72	4.51	5.96	13.4			
Zinco Total	150	410	22.8	22.9	42.3	115.8			

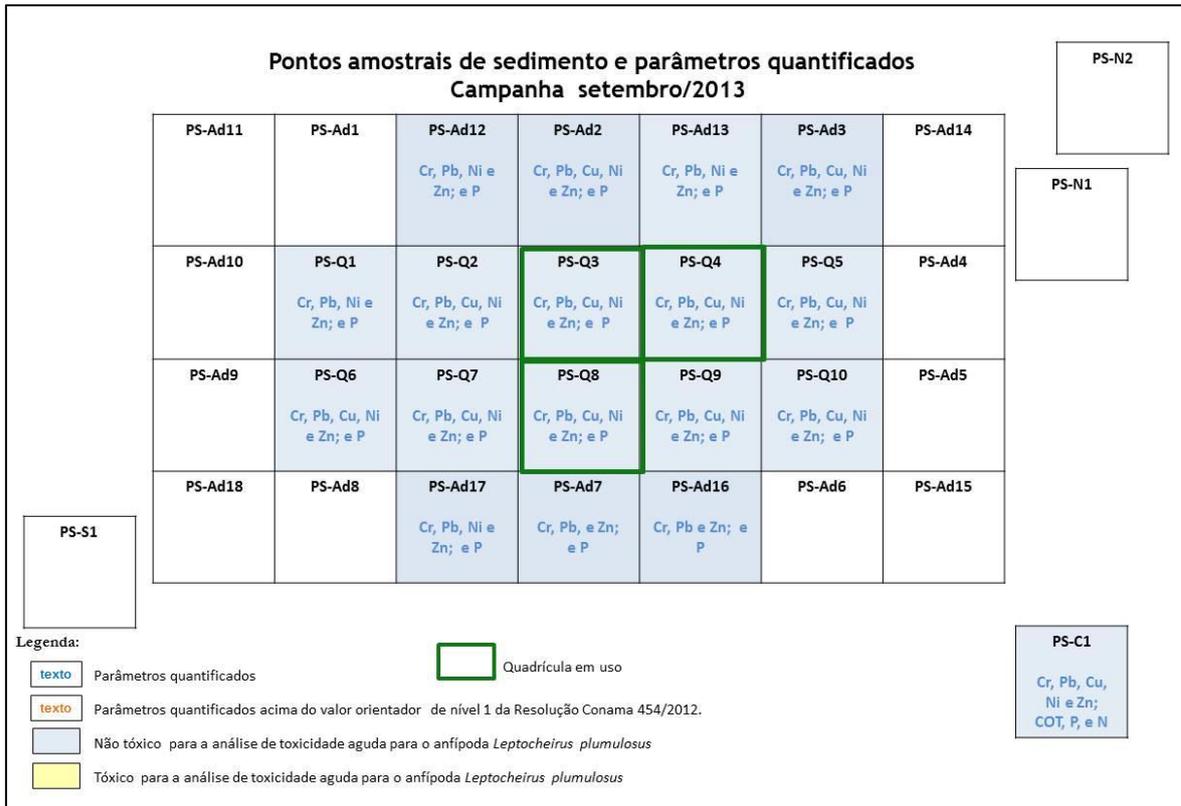


Figura 17.3.1-6. Esquema ilustrativo contemplando os pontos amostrais e os parâmetros quantificados durante a Campanha de setembro de 2013.

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

A amostra do ponto a ser controlado (PS-C1) apresentou concentrações de fósforo total, nitrogênio Kjeldahl total e carbono orgânico total iguais a 46,5 mg/kg, 154,5 mg/kg e 0,270%, respectivamente. Nas amostras coletadas nas quadrículas e nos pontos adjacentes, as concentrações de fósforo total estiveram entre 44,0 (PS-Ad07) a 518,7 mg/kg (PS-Q10). Todas as concentrações foram inferiores aos valores de alerta estabelecido na Resolução CONAMA 454/12. (Anexo 17.8-9).

### **B3. Análises ecotoxicológicas**

Das 21 amostras de sedimento coletadas no PDO e áreas adjacentes, seguindo cronograma deste programa de análise mensal, 18 foram submetidas aos ensaios ecotoxicológicos com *Leptocheirus plumulosus*, sendo que todas as amostras apresentaram resultados de mortalidade abaixo de 50% para o organismo-teste, ou seja, efeito tóxico não significativo (Figura 17.3.1-6) conforme classificado pela Resolução CONAMA 454/12.

### **B4. Análises granulométricas do sedimento**

As análises para caracterização física dos sedimentos, considerando as amostras obtidas na Campanha de setembro de 2013, indicam um predomínio da fração de areia muito fina na maioria das amostras analisadas seguido pelo silte (Figura 17.3.1-7).

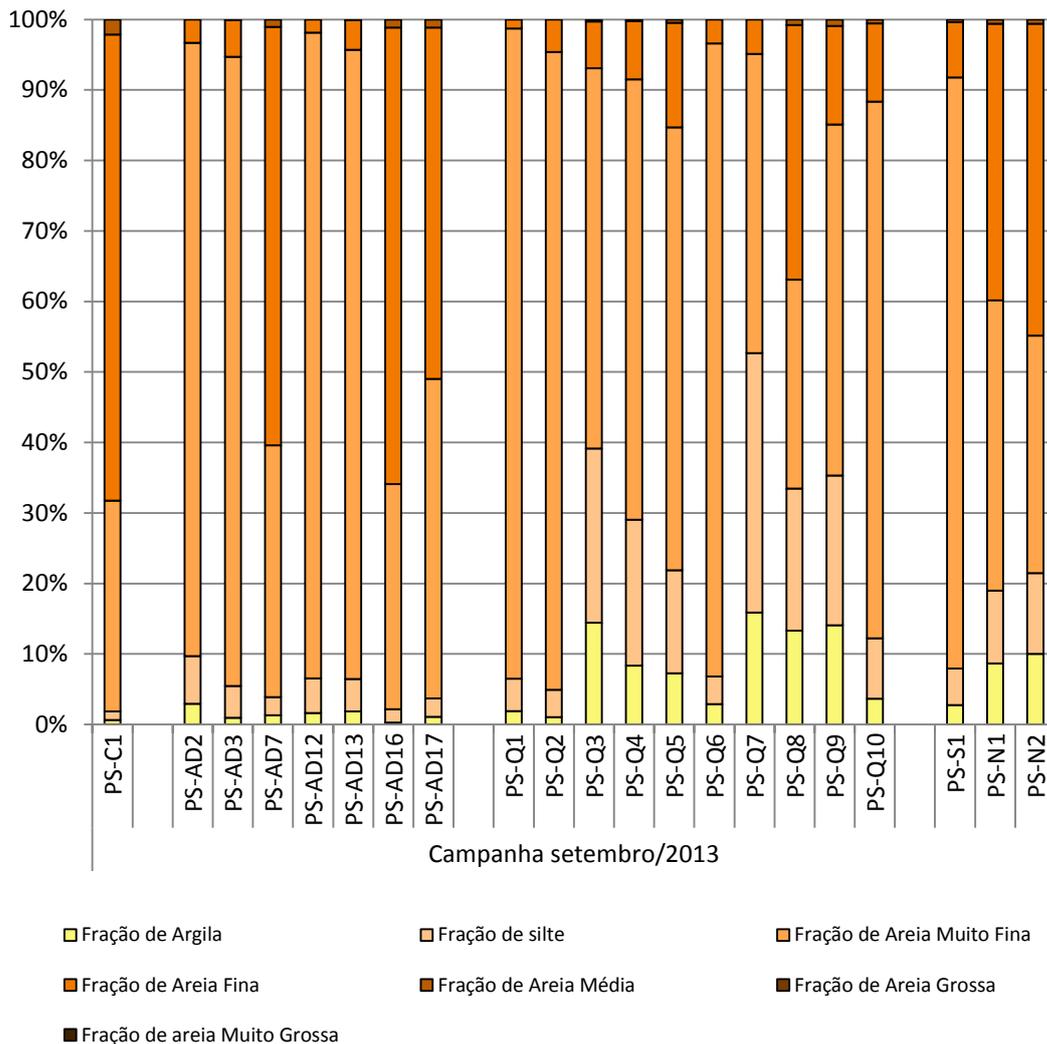


Figura 17.3.1-7. Caracterização granulométrica do sedimento das amostras coletadas na Campanha de setembro de 2013.

### C. Campanha de outubro de 2013

A coleta de amostras de sedimento referente à Campanha de outubro de 2013 (trimestral) foi realizada nos dias 22 e 23 de outubro de 2013.

No período referente a esta campanha estava ocorrendo disposição de sedimentos dragados nas quadrículas Q3, pela BTP, Q8 pela Codesp e Q10 pela Santos Brasil. Desta forma, foram monitorados 24 pontos de amostragem distribuídos dentro do polígono de disposição oceânica – PDO (PS-Q1 a PS-Q10), incluindo dez áreas adjacentes (PS-Ad2, PS-Ad4, PS-Ad5, PS-Ad6, PS-Ad7, PS-Ad12, PS-Ad13, PS-Ad15, PS-Ad16 e PS-Ad17) às quadrículas em uso, dois

setores a nordeste (PS-N1 e PS-N2), um setor a sudoeste (PS-S1) e na área a ser controlada (PS-C1), localizada no limite do Parque Estadual Marinho da Laje de Santos (Figura 17.3.1-8).

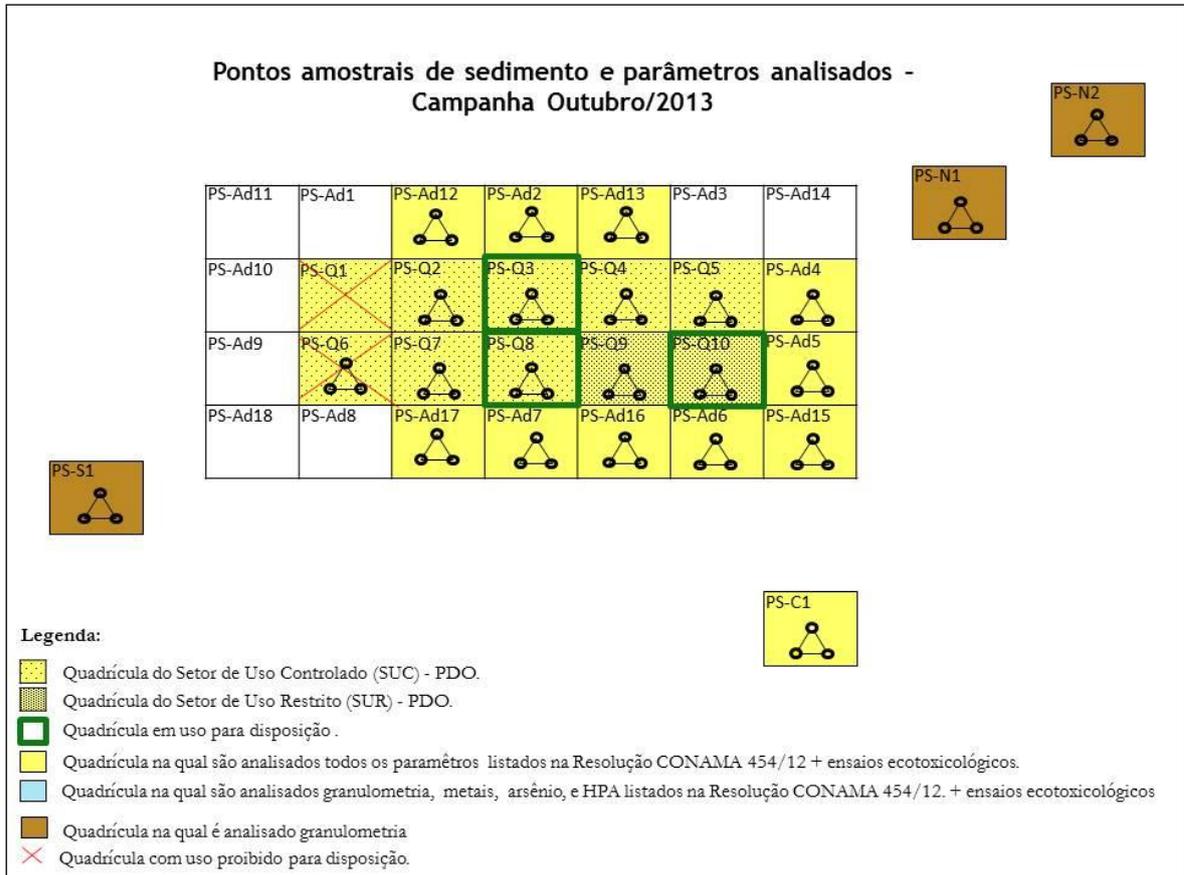


Figura 17.3.1-8. Esquema ilustrativo contemplando os pontos amostrais e os parâmetros analisados durante a Campanha de outubro de 2013.

### C1. Análise físico-química *in situ*

As análises físico-químicas *in situ* realizadas nas amostras de sedimento, apresentaram valores de pH entre 6,03 e 7,57, de  $E_H$  entre -161 e 184 mV e a temperatura média dentre as 24 amostras foi de 21,0°C. O Anexo 17.8-8 apresenta os resultados das medições físico-químicas realizadas *in situ* nas amostras de sedimento coletadas no PDO e áreas adjacentes, referente a campanha amostral de setembro de 2013.

## C2. Análises químicas

Foram quantificados os metais cromo, chumbo, cobre, níquel e zinco na maioria das amostras coletadas, no entanto, todas apresentaram concentrações abaixo dos valores orientadores de Nível 1 estabelecidos pela Resolução CONAMA 454/2012 (Figura 17.3.1-9). Todas as amostras analisadas apresentaram concentrações dos metais cádmio e mercúrio e do semimetal arsênio abaixo dos limites de quantificação do método analítico (Tabela 17.3.1-3).

Observa-se na Figura 17.3.1-9 que os metais quantificados ocorreram em todas as quadrículas do PDO e áreas adjacentes amostradas, inclusive no ponto a ser controlado, de forma independente ao local de descarte de sedimento no período (Q3, Q8 e Q10).

Tabela 17.3.1-3. Resultados da análise de metais e semimetal arsênio (mg/kg) nas amostras de sedimento da Campanha de outubro de 2013.

Parâmetros	CONAMA 454/12		PONTO A SER CONTROLADO	PONTOS ADJACENTES ÀS QUADRÍCULAS						
	Nível 1	Nível 2		PS-C1	PS-AD2	PS-AD4	PS-AD5	PS-AD6	PS-AD7	PS-AD12
	Água Salina e Salobra									
Identificação do laboratório - AT			15561	15554	15561	15561	15561	15561	15561	15554
<b>Metais e semi metais, em mg/kg</b>										
Arsênio Total	19	70	< 0,684	< 0,480	< 0,654	< 0,671	< 0,693	< 0,659	< 0,496	< 0,496
Cádmio total	1,2	7,2	< 0,456	< 0,320	< 0,436	< 0,447	< 0,462	< 0,439	< 0,331	< 0,331
Cromo Total	81	370	3,97	8,26	10,4	5,72	4,55	5,23	9,38	9,38
Chumbo total	46,7	218	3,44	4,50	6,25	5,02	3,57	3,91	5,04	5,04
Cobre Total	34	270	< 0,912	0,889	2,81	< 0,894	< 0,924	< 0,879	1,37	1,37
Mercúrio Total	0,3	1	< 0,018	< 0,013	< 0,017	< 0,018	< 0,018	< 0,018	< 0,013	< 0,013
Níquel Total	20,9	51,6	0,935	2,17	3,66	1,52	1,04	1,58	2,65	2,65
Zinco Total	150	410	13,2	14,7	17,8	12,3	11,0	64,0	18,4	18,4

Parâmetros	CONAMA 454/12		PONTOS ADJACENTES ÀS QUADRÍCULAS				QUADRÍCULAS		
	Nível 1	Nível 2	PS-AD13	PS-AD15	PS-AD16	PS-AD17	PS-Q1	PS-Q2	PS-Q3
	Água Salina e Salobra								
Identificação do laboratório - AT			15554	15561	15561	15554	15554	15554	15554
<b>Metais e semi metais, em mg/kg</b>									
Arsênio Total	19	70	< 0,481	< 0,658	< 0,702	< 0,468	< 0,485	< 0,498	< 0,678
Cádmio total	1,2	7,2	< 0,321	< 0,439	< 0,468	< 0,312	< 0,323	< 0,332	< 0,452
Cromo Total	81	370	7,90	7,98	5,02	3,54	8,62	7,53	12,6
Chumbo total	46,7	218	4,35	3,57	4,34	2,49	4,49	3,57	7,08
Cobre Total	34	270	0,725	< 0,877	< 0,936	< 0,623	0,786	0,807	3,77
Mercúrio Total	0,3	1	< 0,013	< 0,018	< 0,019	< 0,012	< 0,013	< 0,013	< 0,018
Níquel Total	20,9	51,6	1,97	1,16	1,55	0,910	2,24	2,09	4,51
Zinco Total	150	410	14,3	10,1	12,8	6,08	16,2	13,6	22,2

Parâmetros	CONAMA 454/12		QUADRÍCULAS						
	Nível 1	Nível 2	PS-Q4	PS-Q5	PS-Q6	PS-Q7	PS-Q8	PS-Q9	PS-Q10
	Água Salina e Salobra								
Identificação do laboratório - AT			15554	15554	15554	15554	15561	15561	15561
<b>Metais e semi metais, em mg/kg</b>									
Arsênio Total	19	70	< 0,489	< 0,498	< 0,491	< 0,568	< 0,665	< 0,671	< 0,654
Cádmio total	1,2	7,2	< 0,326	< 0,332	< 0,328	< 0,379	< 0,443	< 0,447	< 0,436
Cromo Total	81	370	8,15	6,10	8,81	10,3	15,4	8,93	12,7
Chumbo total	46,7	218	4,84	3,64	4,64	6,07	9,95	5,39	6,49
Cobre Total	34	270	1,53	1,17	1,19	2,70	7,42	3,29	3,05
Mercúrio Total	0,3	1	< 0,013	< 0,013	< 0,013	< 0,015	< 0,018	< 0,018	< 0,017
Níquel Total	20,9	51,6	2,58	1,94	2,44	3,78	5,53	2,96	4,12
Zinco Total	150	410	18,0	12,7	13,9	19,0	32,5	19,4	27,2

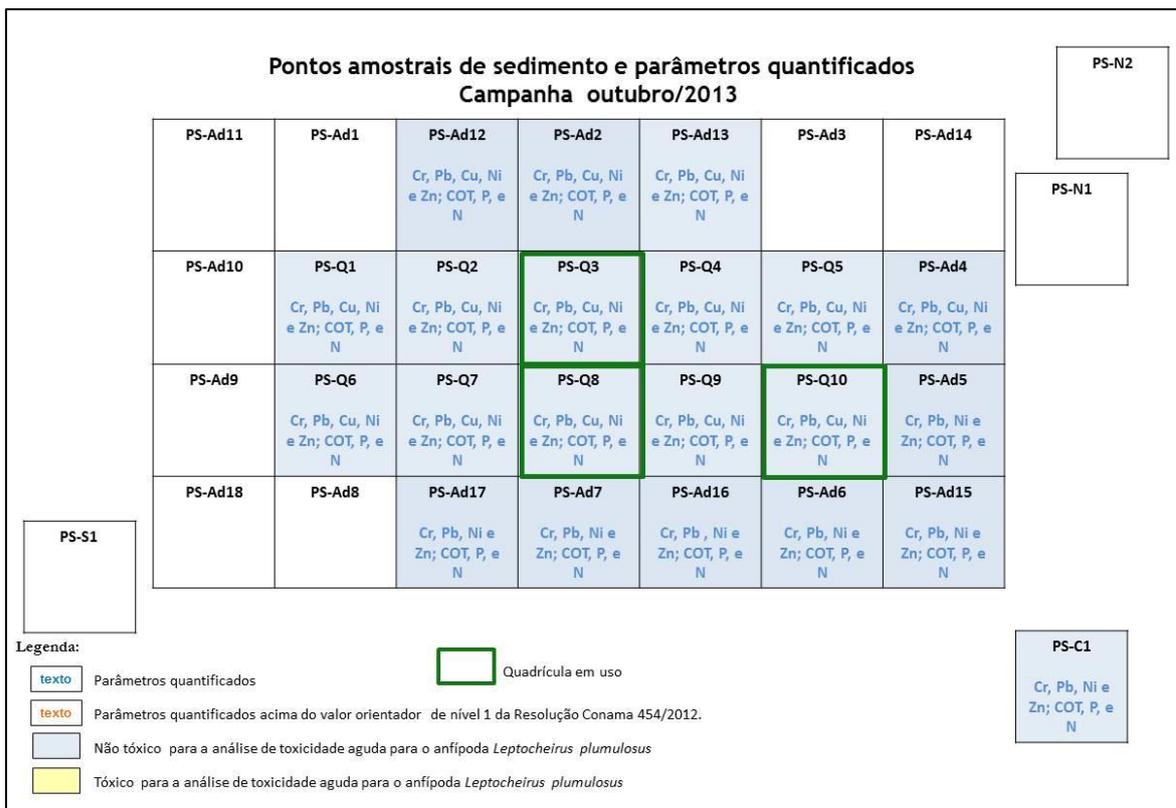


Figura 17.3.1-9. Esquema ilustrativo contemplando os pontos amostrais e os parâmetros quantificados durante a Campanha de outubro de 2013.

As análises de tributilestanho (TBT) e dos compostos de pesticidas organoclorados (POC) e bifenilas policloradas (PCB) realizadas nas amostras coletadas nas quadrículas do PDO, nas quadrículas adjacentes e no ponto a ser controlado apresentaram concentrações inferiores aos limites de quantificação (LQ) do método analítico utilizado.

Os compostos de hidrocarbonetos policíclicos aromáticos (HPA), analisados nas amostras coletadas nas quadrículas do PDO, nas quadrículas adjacentes e no ponto a ser controlado, foram quantificados em apenas duas amostras: PS-Q8 (benzo(a)antraceno, benzo(a)pireno, fluoranteno, pireno, benzo(b)fluoranteno, benzo(k)fluoranteno, benzo(g,h,i)perileno, indeno(1,2,3cd)pireno e HPA (somatória)) e PS-Q10 (benzo(a)antraceno, criseno, benzo(a)pireno, acenaftileno, acenafteno, fluoreno, fenantreno, antraceno, fluoranteno, pireno, benzo(b)fluoranteno, benzo(k)fluoranteno, benzo(g,h,i)perileno,

indeno(1,2,3cd)pireno e HPA (somatória)). No entanto, em ambas as amostras as concentrações foram inferiores aos valores orientadores de Nível 1 da Resolução CONAMA 454/12 para os respectivos compostos supracitados, com exceção do composto fluoreno na amostra PS-Q10 que foi quantificado em concentração acima do valor orientador de Nível 1 da referida legislação (Anexo 17.8-9). As demais amostras analisadas apresentaram concentrações abaixo do limite de quantificação do método analítico utilizado.

A amostra do ponto a ser controlado (PS-C1) apresentou concentrações de fósforo total, nitrogênio Kjeldahl total e carbono orgânico total iguais a 69,5 mg/kg, 223,8 mg/kg e 0,260%, respectivamente. Nas amostras coletadas nas quadrículas e nos pontos adjacentes, as concentrações de fósforo total variaram entre 41,0 (PS-Ad17) e 291 mg/kg (PS-Q8), as de nitrogênio Kjeldahl total entre 153,7mg/kg (PS-Q7) e 664,6 mg/kg (PS-Ad16) e as de carbono orgânico total entre 0,11% (PS-Ad6) e 2,68% (PS-Q8). Todas as concentrações foram inferiores aos valores de alerta estabelecido na Resolução CONAMA 454/12 (Anexo 17.8-9).

### **B3. Análises ecotoxicológicas**

Das 21 amostras de sedimento coletadas no PDO e áreas adjacentes, seguindo cronograma deste programa de análise trimestral, 18 foram submetidas aos ensaios ecotoxicológicos com *Leptocheirus plumulosus*, sendo que todas as amostras apresentaram resultado de mortalidade abaixo de 50% para o organismo-teste, ou seja, efeito tóxico não significativo (Figura 17.3.1-9) conforme classificado pela Resolução CONAMA 454/12.

### **B4. Análises granulométricas do sedimento**

As análises para caracterização física dos sedimentos, considerando as amostras obtidas na Campanha de outubro de 2013, indicam um predomínio da fração de areia muito fina na maioria das amostras analisadas seguido pelo silte.

Todas as amostras analisadas no polígono de disposição, exceto PS-Q8, e a amostra coletada a sudoeste (PS-S1) apresentaram maior porcentagem da fração

de areia muito fina seguida de silte e argila. A amostra PS-Q8 apresentou maior porcentagem da fração de silte seguida de argila. Algumas amostras (PS-C1, PS-Ad4, PS-Ad5, PS-Ad6, PS-Ad7, PS-Ad15, PS-Ad16, PS-Ad17, PS-N1 e PS-N2) apresentaram uma maior porcentagem da fração de areia fina seguido pela areia muito fina (Figura 17.3.1-10).

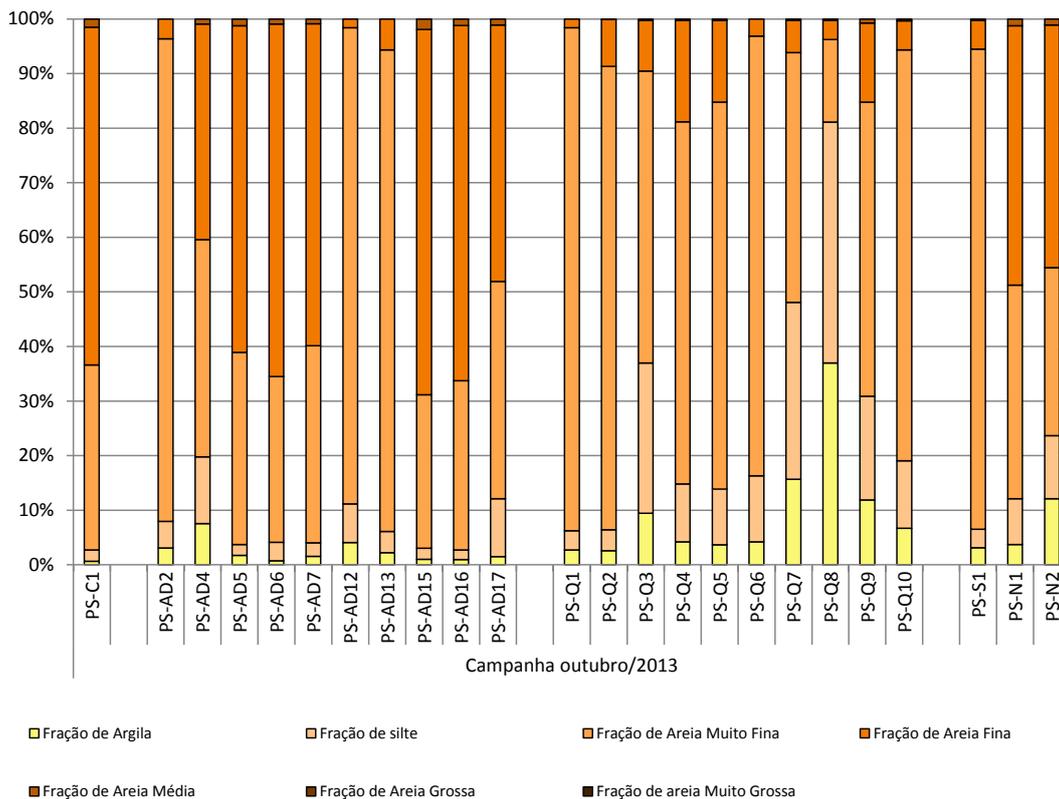


Figura 17.3.1-10. Caracterização granulométrica do sedimento das amostras coletadas na Campanha de outubro de 2013.

#### D. Campanha de novembro de 2013

As atividades de coleta, referente à campanha de novembro de 2013, foram realizadas nos dias 11 e 12 de novembro de 2013. No período referente a esta campanha estava ocorrendo disposição de sedimentos dragados nas quadrículas Q3 pela BTP, Q8 pela Codesp e Q10 pela Santos Brasil.

A coleta foi realizada em 24 pontos de amostragem distribuídos dentro do polígono de disposição oceânica – PDO (PS-Q1 a PS-Q10), incluindo dez áreas

adjacentes (PS-Ad2, PS-Ad4, PS-Ad5, PS-Ad6, PS-Ad7, PS-Ad12, PS-Ad13, PS-Ad15, PS-Ad16 e PS-Ad-17) às quadrículas em uso (Q3, Q8 e Q10), dois setores a nordeste (PS-N1 e PS-N2), um setor a sudoeste (PS-S1) e uma na área a ser controlada (PS-C1), localizada no limite do Parque Estadual Marinho da Laje de Santos (Figura 17.3.1-11).

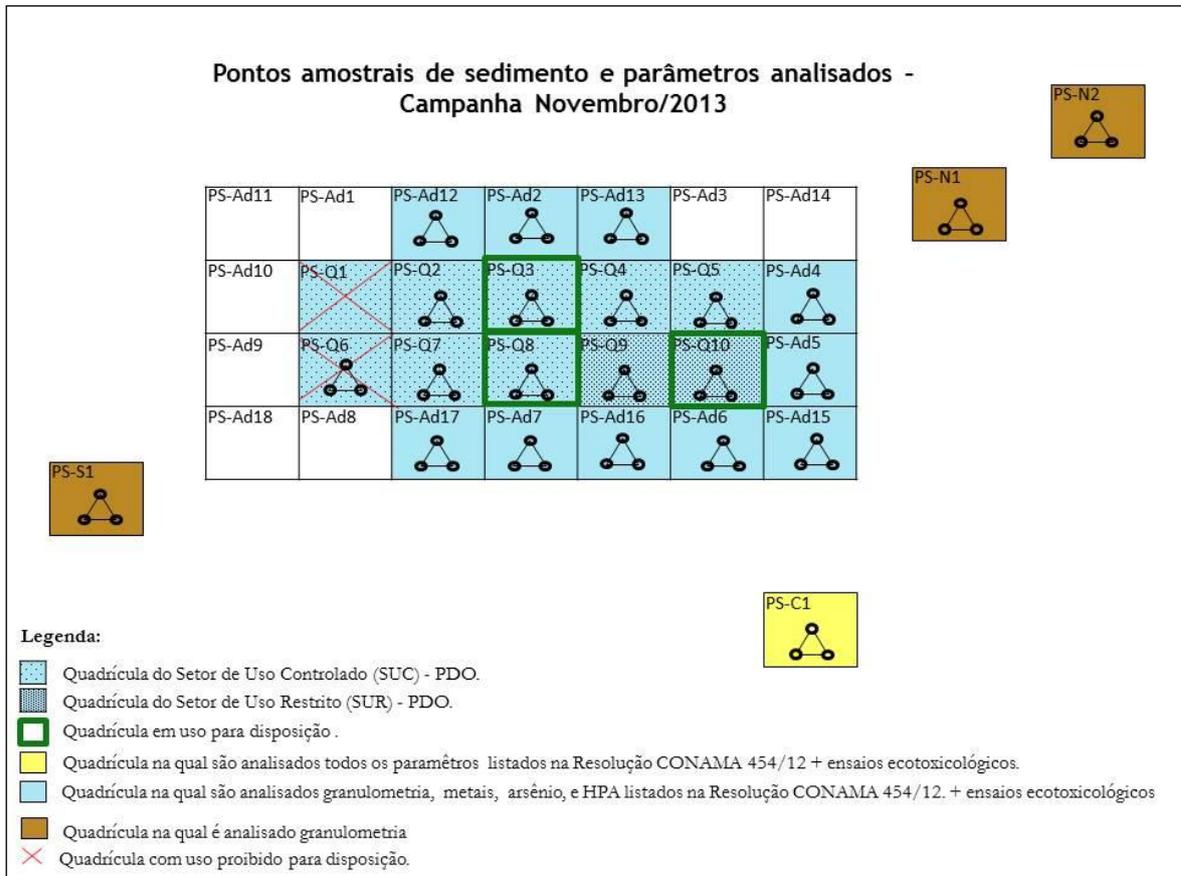


Figura 17.3.1-11. Esquema ilustrativo contemplando os pontos amostrais e os parâmetros analisados durante a Campanha de novembro de 2013.

### D1. Análise físico-química *in situ*

As análises físico-químicas *in situ* realizadas nas amostras de sedimento, apresentaram valores de pH entre 6,06 e 7,57, de  $E_H$  entre -170 e 151 mV e a temperatura média dentre as 24 amostras foi de 22,2°C. O Anexo 17.8-8 apresenta os resultados das medições físico-químicas realizadas *in situ* nas

amostras de sedimento coletadas no PDO e áreas adjacentes, referente à campanha amostral de novembro de 2013.

## **D2. Análises químicas**

Foram quantificados os metais cromo, chumbo, cobre, níquel e zinco na maioria das amostras coletadas, no entanto, todas apresentaram concentrações abaixo dos valores orientadores de Nível 1 estabelecidos pela Resolução CONAMA 454/2012 (Figura 17.3.1-12). Todas as amostras analisadas apresentaram concentrações dos metais cádmio e mercúrio e do semimetal arsênio abaixo dos limites de quantificação do método analítico (Tabela 17.3.1-4).

Observa-se na Figura 17.3-12 que os metais quantificados ocorreram em todas as quadrículas do PDO e áreas adjacentes amostradas, inclusive no ponto a ser controlado, de forma independente ao local de descarte de sedimento no período (Q4).

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

A amostra do ponto a ser controlado (PS-C1) apresentou concentrações de fósforo total, nitrogênio Kjeldahl total e carbono orgânico total iguais a 62,1 mg/kg, 154,5 mg/kg e 0,15%, respectivamente. Nas amostras coletadas nas quadrículas do PDO e nas adjacentes, as concentrações de fósforo total estiveram entre 64,1 (PS-Ad17) e 672,8 mg/kg (PS-Q8). Todas as concentrações foram inferiores aos valores de alerta estabelecido na Resolução CONAMA 454/12 (Anexo 17.8-9).

Tabela 17.3.1-4. Resultados da análise de metais e semimetal arsênio (mg/kg) nas amostras de sedimento da Campanha de novembro de 2013.

Parâmetros	CONAMA 454/12		PONTO A SER CONTROLADO	PONTOS ADJACENTES ÀS QUADRÍCULAS					
	Nível 1	Nível 2		PS-C1	PS-AD2	PS-AD4	PS-AD5	PS-AD6	PS-AD7
	Água Salina e Salobra								
Identificação do laboratório - AT			16715	16746	16746	16746	16727	16746	16753
<b>Metais e semi metais, em mg/kg</b>									
Arsênio Total	19	70	< 0,486	< 0,783	< 0,732	< 0,781	< 0,498	< 0,765	< 0,786
Cádmio total	1,2	7,2	< 0,324	< 0,522	< 0,488	< 0,521	< 0,332	< 0,510	< 0,524
Cromo Total	81	370	<b>3,86</b>	<b>13,4</b>	<b>11,0</b>	<b>9,56</b>	<b>4,13</b>	<b>4,86</b>	<b>12,6</b>
Chumbo total	46,7	218	< 0,649	<b>6,53</b>	<b>6,98</b>	<b>6,66</b>	<b>3,17</b>	<b>3,89</b>	<b>8,69</b>
Cobre Total	34	270	<b>2,43</b>	<b>2,27</b>	<b>2,40</b>	<b>1,41</b>	< 0,664	< 1,02	< 1,05
Mercurio Total	0,3	1	< 0,013	< 0,021	< 0,020	< 0,021	< 0,013	< 0,020	< 0,021
Níquel Total	20,9	51,6	<b>0,924</b>	<b>4,71</b>	<b>4,00</b>	<b>3,48</b>	<b>0,956</b>	<b>1,30</b>	<b>3,81</b>
Zinco Total	150	410	<b>15,00</b>	<b>27,1</b>	<b>35,1</b>	<b>21,3</b>	<b>8,45</b>	<b>8,11</b>	<b>26,8</b>

Parâmetros	CONAMA 454/12		PONTOS ADJACENTES ÀS QUADRÍCULAS				QUADRÍCULAS		
	Nível 1	Nível 2	PS-AD13	PS-AD15	PS-AD16	PS-AD17	PS-Q1	PS-Q2	PS-Q3
	Água Salina e Salobra								
Identificação do laboratório - AT			16746	16727	16727	16746	16753	16753	16727
<b>Metais e semi metais, em mg/kg</b>									
Arsênio Total	19	70	< 0,772	< 0,498	< 0,498	< 0,765	< 0,764	< 0,798	< 0,926
Cádmio total	1,2	7,2	< 0,514	< 0,332	< 0,332	< 0,510	< 0,509	< 0,532	< 0,617
Cromo Total	81	370	<b>13,6</b>	<b>4,06</b>	<b>5,22</b>	<b>4,97</b>	<b>11,8</b>	<b>11,5</b>	<b>24,6</b>
Chumbo total	46,7	218	<b>6,75</b>	<b>3,47</b>	<b>3,73</b>	<b>4,09</b>	<b>5,43</b>	<b>4,06</b>	<b>16,8</b>
Cobre Total	34	270	<b>1,39</b>	< 0,664	< 0,664	< 1,02	< 1,02	< 1,06	<b>9,66</b>
Mercurio Total	0,3	1	< 0,021	< 0,013	< 0,013	< 0,020	< 0,020	< 0,021	< 0,025
Níquel Total	20,9	51,6	<b>4,34</b>	<b>1,07</b>	<b>1,41</b>	<b>1,13</b>	<b>3,62</b>	<b>3,01</b>	<b>10,5</b>
Zinco Total	150	410	<b>26,5</b>	<b>10,9</b>	<b>9,64</b>	<b>11,7</b>	<b>25,7</b>	<b>21,6</b>	<b>55,6</b>

Parâmetros	CONAMA 454/12		QUADRÍCULAS						
	Nível 1	Nível 2	PS-Q4	PS-Q5	PS-Q6	PS-Q7	PS-Q8	PS-Q9	PS-Q10
	Água Salina e Salobra								
Identificação do laboratório - AT			16727	16727	16746	16727	16727	16727	16727
<b>Metais e semi metais, em mg/kg</b>									
Arsênio Total	19	70	< 0,589	< 0,536	< 0,786	< 0,839	< 1,25	< 0,912	< 0,712
Cádmio total	1,2	7,2	< 0,392	< 0,358	< 0,524	< 0,559	< 0,833	< 0,608	< 0,474
Cromo Total	81	370	<b>14,2</b>	<b>14,0</b>	<b>13,2</b>	<b>23,5</b>	<b>31,8</b>	<b>22,2</b>	<b>16,2</b>
Chumbo total	46,7	218	<b>9,49</b>	<b>7,21</b>	<b>8,09</b>	<b>13,5</b>	<b>22,7</b>	<b>18,1</b>	<b>11,4</b>
Cobre Total	34	270	<b>3,50</b>	<b>3,50</b>	<b>4,46</b>	<b>6,12</b>	<b>15,9</b>	<b>10,8</b>	<b>5,72</b>
Mercurio Total	0,3	1	< 0,016	< 0,014	< 0,021	< 0,022	< 0,033	< 0,024	< 0,019
Níquel Total	20,9	51,6	<b>5,61</b>	<b>5,99</b>	<b>4,82</b>	<b>9,50</b>	<b>12,9</b>	<b>9,01</b>	<b>6,56</b>
Zinco Total	150	410	<b>32,3</b>	<b>31,5</b>	<b>30,5</b>	<b>46,5</b>	<b>70,8</b>	<b>56,3</b>	<b>39,0</b>

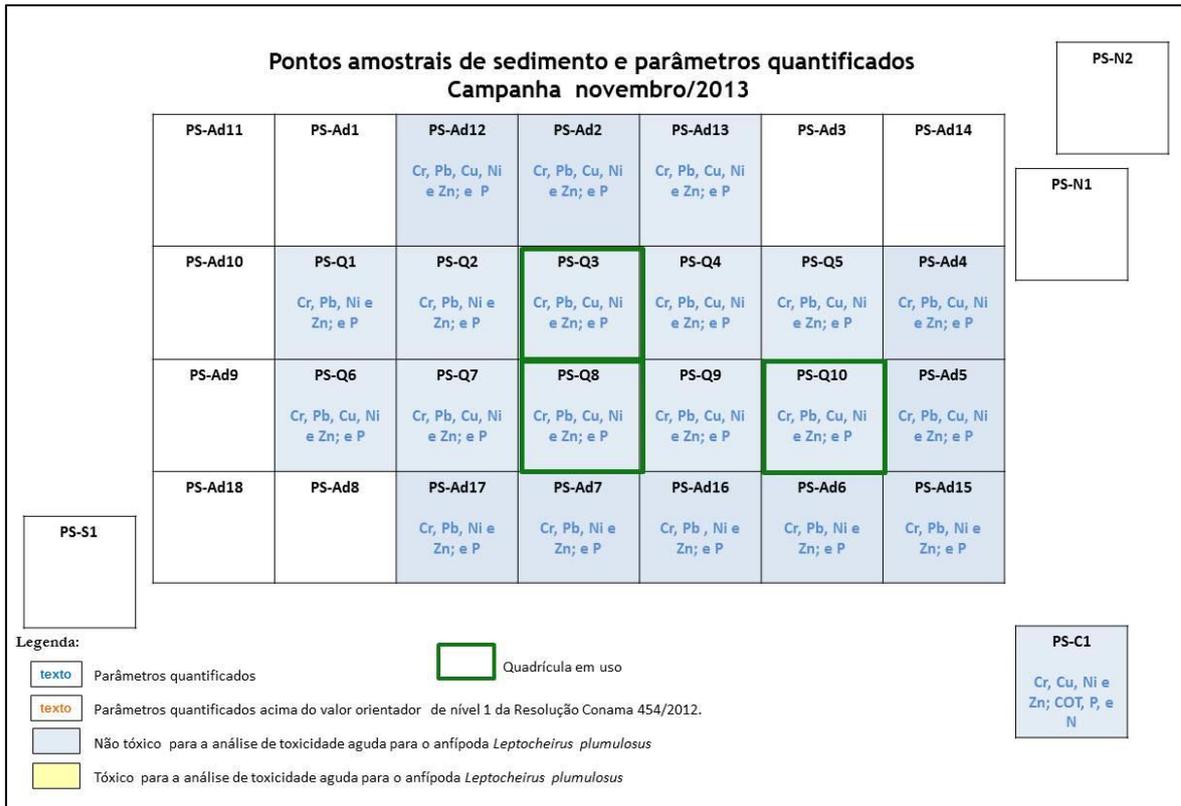


Figura 17.3.1-12. Esquema ilustrativo contemplando os pontos amostrais e os parâmetros quantificados durante a Campanha de novembro de 2013.

### D3. Análises ecotoxicológicas

Das 21 amostras de sedimento coletadas no PDO e áreas adjacentes, seguindo cronograma deste programa de análise mensal, 18 foram submetidas aos ensaios ecotoxicológicos com *Leptocheirus plumulosus*, sendo que todas as amostras apresentaram resultados de mortalidade abaixo de 50% para o organismo-teste, ou seja, efeito tóxico não significativo (Figura 17.3.1-12) conforme classificado pela Resolução CONAMA 454/12.

### D4. Análises granulométricas do sedimento

As análises para caracterização física dos sedimentos, considerando as amostras obtidas na Campanha de novembro de 2013, indicam um predomínio da fração de areia muito fina seguida de argila, na maioria das amostras analisadas.

Todas as amostras analisadas no polígono de disposição, exceto PS-Q8, e a amostra coletada a sudoeste (PS-S1) apresentaram maior porcentagem da fração de areia muito fina seguida de silte e argila. A amostra PS-Q8 apresentou maior porcentagem da fração de argila. Algumas amostras (PS-C1, PS-Ad4, PS-Ad5, PS-Ad6, PS-Ad7, PS-Ad15, PS-Ad16, PS-Ad17, PS-N1 e PS-N2), apresentaram uma maior porcentagem da fração de areia fina seguido pela areia muito fina (Figura 17.3.1-13).

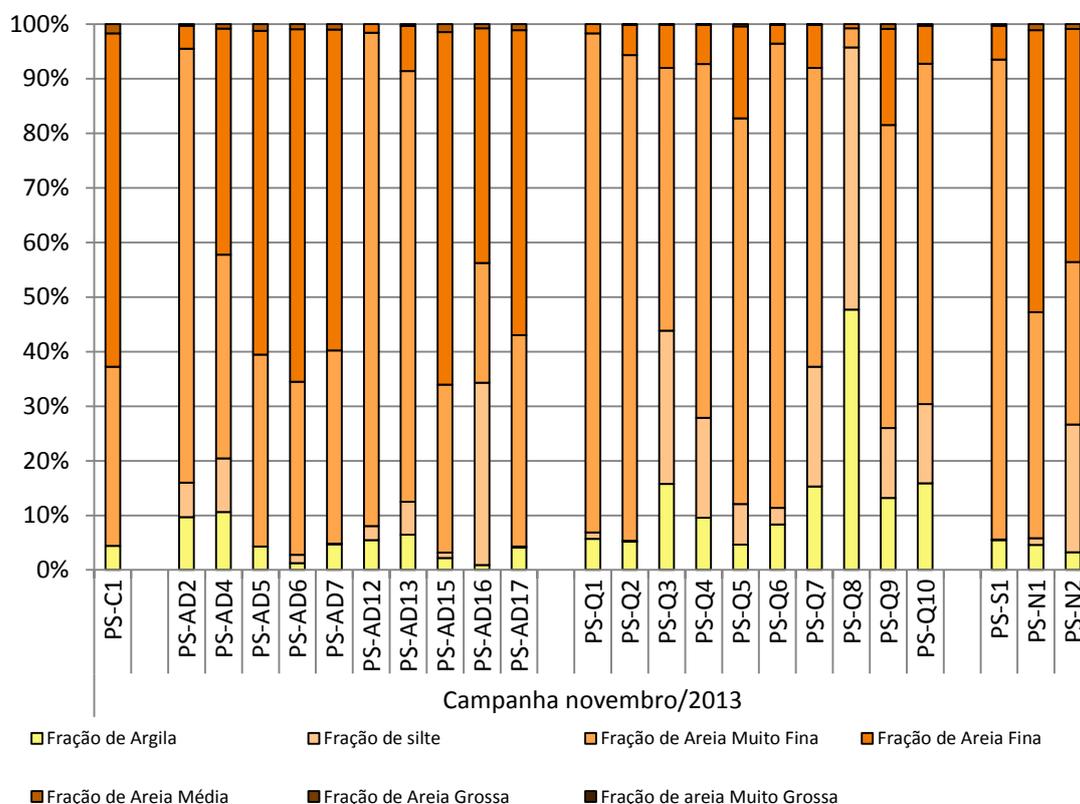


Figura 17.3.1-13. Caracterização granulométrica do sedimento das amostras coletadas na Campanha de novembro de 2013.

### E. Campanha de dezembro de 2013

A coleta de amostras de sedimento, referente à Campanha de dezembro de 2013, iniciou no dia 11 de dezembro. Porém, a amostragem prevista para os dias 12 e 13 foi adiada devido às condições meteoceanográficas desfavoráveis para a navegação na região sudeste da costa brasileira. A Figura 17.3.1-14 apresenta as

previsões para as condições de mar e vento para o período em questão. Em função das referidas condições, a Campanha de dezembro de 2013 foi finalizada no dia 17 de dezembro de 2013.



Figura 17.3.1-14. Condições meteoceanográficas previstas para os dias 11, 12 e 13 de dezembro de 2013. Fonte: INPE/CPTEC

No período referente a esta campanha, estava ocorrendo disposição de sedimentos dragados nas quadrículas Q3, pela BTP, Q5 pela TGG e Q10 pela Santos Brasil, sendo monitorados 24 pontos de amostragem distribuídos dentro do polígono de disposição oceânica – PDO (PS-Q1 a PS-Q10), incluindo dez áreas adjacentes (PS-Ad2, PS-Ad3, PS-Ad4, PS-Ad5, PS-Ad6, PS-Ad12, PS-Ad13, PS-Ad14, PS-Ad15 e PS-Ad16) às quadrículas em uso (Q3, Q5 e Q10), dois setores a nordeste (PS-N1 e PS-N2), um setor a sudoeste (PS-S1) e uma na área a ser controlada (PS-C1), localizada no limite do Parque Estadual Marinho da Laje de Santos (Figura 17.3.1-15).

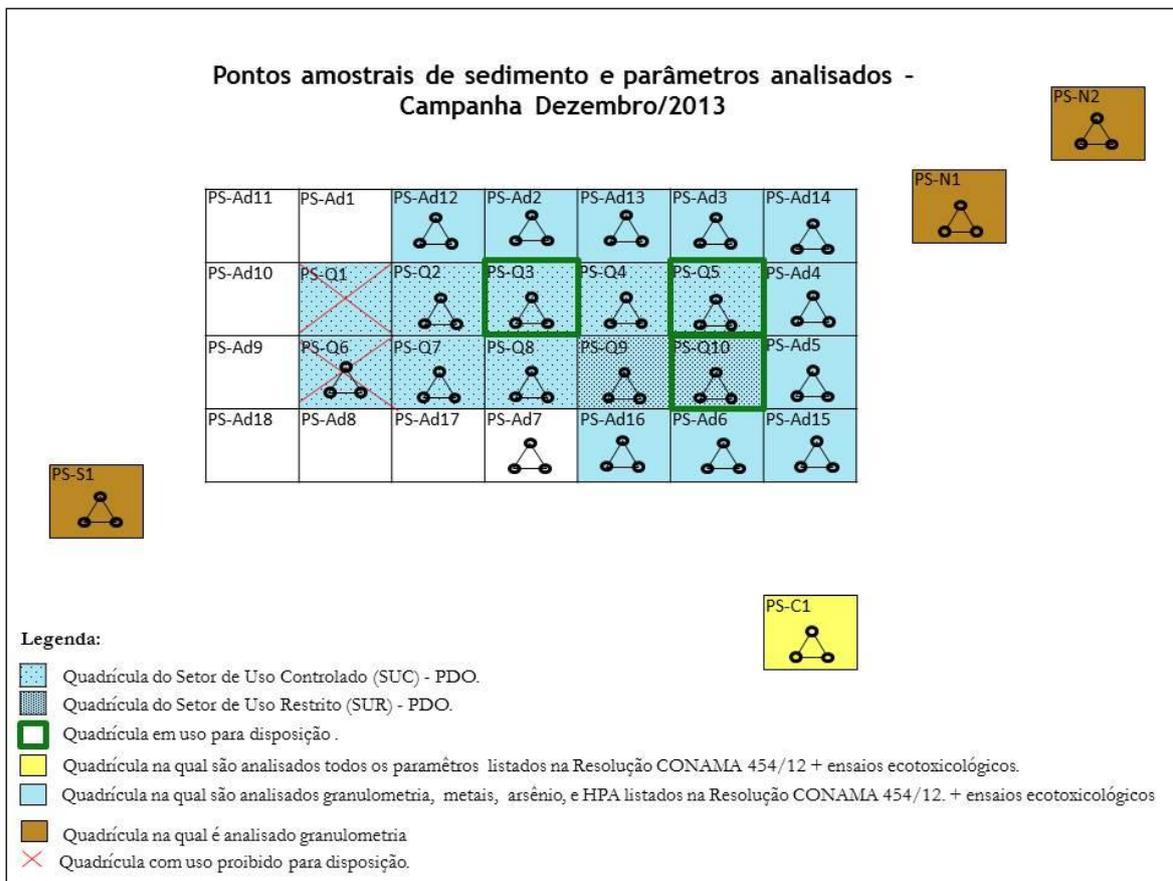


Figura 17.3.1-15. Esquema ilustrativo contemplando os pontos amostrais e os parâmetros analisados durante a Campanha de dezembro de 2013.

### E1. Análise físico-química *in situ*

As análises físico-químicas *in situ* realizadas nas amostras de sedimento, apresentaram valores de pH entre 5,85 e 7,53, de  $E_H$  entre -181 e 218 mV e a temperatura média dentre as 23 amostras foi de 21,0°C. O Anexo 17.8-8 apresenta os resultados das medições físico-químicas realizadas *in situ* nas amostras de sedimento coletadas no PDO e áreas adjacentes, referente à campanha amostral de dezembro de 2013.

### E2. Análises químicas, ecotoxicológicas e granulométricas

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

### **17.3.2. Monitoramento Ambiental Intensificado**

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

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

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

Na campanha realizada em outubro de 2013, foram coletadas no Polígono de Disposição Oceânica (PDO) amostras em triplicata para análise da macrofauna bentônica em 24 pontos amostrais (PS-Q1, PS-Q2, PS-Q3, PS-Q4, PS-Q5, PS-Q6, PS-Q7, PS-Q8, PS-Q9, PS-Q10, PS-Ad2, PS-Ad4, PS-Ad5, PS-Ad6, PS-Ad7, PS-Ad12, PS-Ad13, PS-Ad15, PS-Ad16, PS-Ad17, PS-N1, PS-N2, PS-S1 e PS-C). No Anexo 17.8-10 estão listadas as espécies registradas, e sua abundância, nas amostras referentes a esta campanha. Devido a não apresentação das listas de espécies registradas nas Campanhas de janeiro à julho de 2013, estas estão apresentadas também no Anexo 17.8-10.

No total de 72 amostras foram encontrados 1.650 indivíduos. A abundância da macrofauna diminuiu levemente em relação à campanha anterior (julho de 2013), que registrou 1.734 indivíduos. Ainda assim, essa abundância observado em outubro foi muito abaixo em comparação com a da Campanha de janeiro de 2013, quando foram encontrados 4.362 indivíduos.

Os poliquetas, assim como em campanhas anteriores, dominaram a comunidade, representando 67,6% de todos os indivíduos coletados, com 1.116 indivíduos. O segundo grupo mais abundante foi Crustacea, com 364 indivíduos, representando 22,1% do total. Os moluscos representaram 4,5% da fauna total coletada. Juntos, estes três grupos somaram 94,2% da abundância total da macrofauna (Figura 17.3.3-1). Foram encontrados apenas 16 indivíduos do grupo Echinodermata, o que representou cerca de 1% do total. Outros grupos faunísticos mais raros nas amostras foram Nemertea, Sipuncula, Enteropneusta,

Cephalochordata e Bryozoa. Estes juntos contribuíram com 4,8% do total de indivíduos desta campanha (Figura 17.3.3-1).

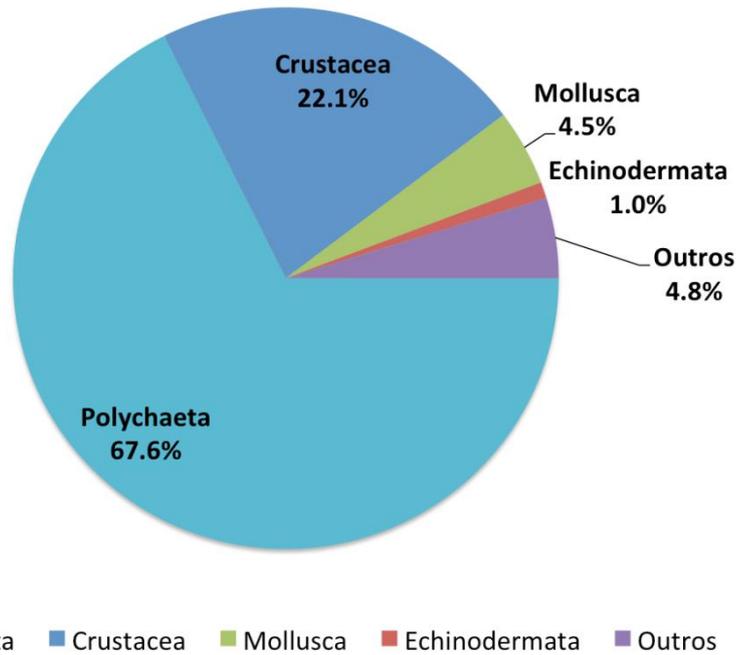


Figura 17.3.3-1. Frequência relativa dos principais grupos da macrofauna bentônica coletados durante a Campanha de outubro de 2013. Outros = Nemertea, Sipuncula, Enteropneusta, Cephalochordata e Bryozoa.

De modo geral, a densidade dos organismos foi reduzida, ficando a média geral desta campanha ao redor de 458,3 ind.m<sup>-2</sup>. Os pontos com as maiores densidades foram PS-Q6 com 833,3 ind.m<sup>-2</sup>, PS-Ad15 com 793,3 ind.m<sup>-2</sup>, PS-Q7 com 773,3 ind.m<sup>-2</sup> e PS-Ad16 com 693,3 ind.m<sup>-2</sup> (Figura 17.3.3-2). A menor densidade ocorreu em PS-Q8 com 53,3 ind.m<sup>-2</sup>.

No geral, as quadrículas adjacentes à área de disposição apresentaram as maiores densidades, com média próxima a 496,6 ind.m<sup>-2</sup>. As maiores abundâncias ocorreram em PS-Ad15 (com 793,3 ind.m<sup>-2</sup>), PS-Ad16 e PS-Ad17. O ponto com a menor abundância foi PS-Ad12, com 293,3 ind.m<sup>-2</sup> (Figura 17.3.3-2).

Já nas quadrículas de disposição a média foi menor, com valor em torno de 433,3 ind.m<sup>-2</sup>.

Os pontos mais afastados da área de disposição apresentaram densidades um pouco mais baixas, com média para esta campanha de 425 ind.m<sup>-2</sup>, sendo que o ponto PS-C1 foi o mais abundante (653,3 ind.m<sup>-2</sup>). A menor densidade dentre estes pontos foi PS-N2, com 233,3 ind.m<sup>-2</sup> (Figura 17.3.3-2).

O grupo taxonômico Polychaeta foi o predominante em todos os pontos de coleta (Figura 17.3.3-2).

Nesta campanha, a macrofauna foi dominada pelos grupos típicos do bentos de fundos não consolidados (Figura 17.3.3-3). Contudo, apesar de Polychaeta ser o grupo dominante, os pontos mais distantes do polígono de disposição tenderam a apresentar uma maior abundância de Crustacea e dos grupos mais raros da macrofauna em comparação aos pontos de disposição e aos imediatamente adjacentes.

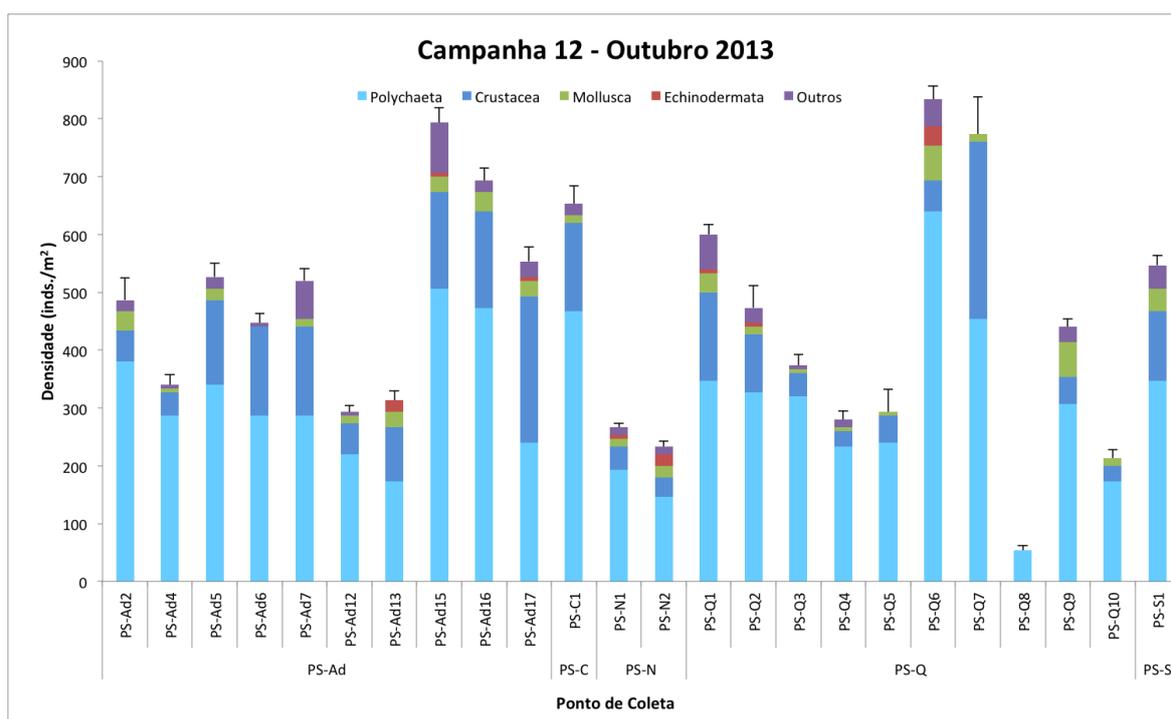


Figura 17.3.3.-2. Densidade numérica média (ind.m<sup>-2</sup>) dos principais grupos da macrofauna bentônica coletados durante a Campanha de outubro de 2013. Outros = Nemertea, Sipuncula, Enteropneusta, Cephalochordata e Bryozoa. Linhas verticais indicam o erro padrão.

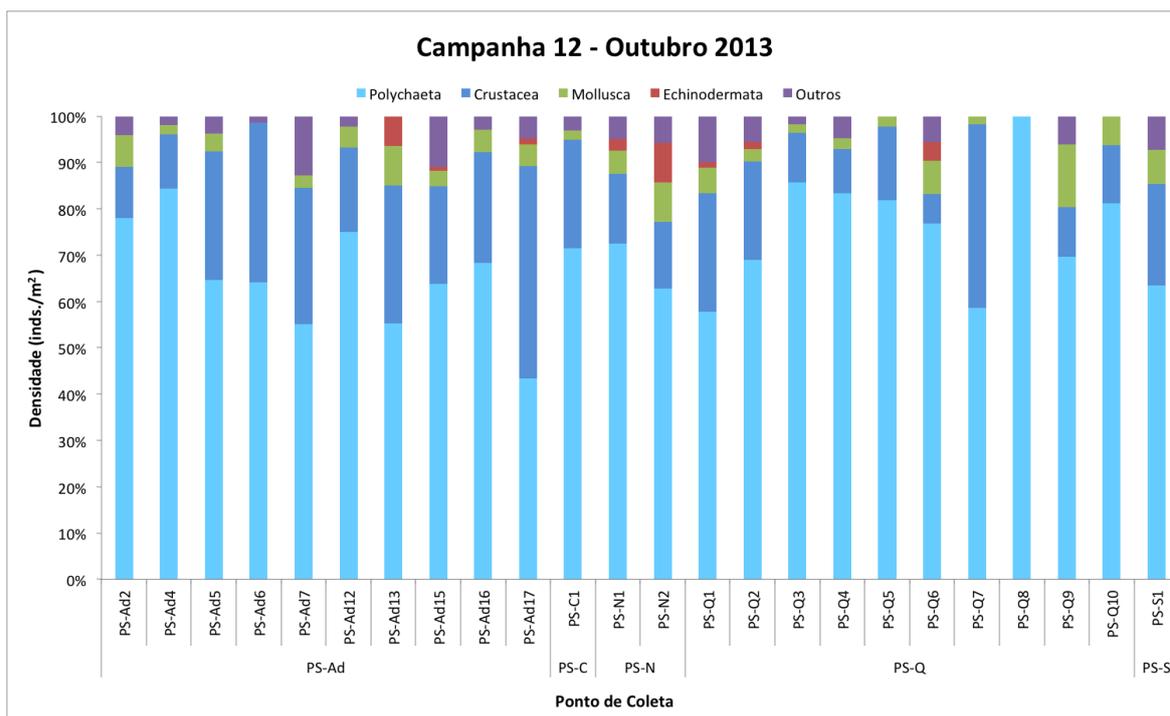


Figura 17.3.3-3. Densidade relativa dos principais grupos da macrofauna bentônica coletados durante a Campanha de outubro de 2013. Outros = Nemertea, Sipuncula, Enteropneusta, Cephalochordata e Bryozoa.

Em relação aos Polychaeta, a espécie *Prionospio pinnata* foi a mais abundante, representando 12,7% do total de indivíduos coletados nesta campanha. As outras 5 espécies mais abundantes de poliquetas apresentaram uma distribuição semelhante, mais equitativa, com contribuição entre 4 e 6% do total. Destas, apenas *Monticellina* sp. destaca-se, perfazendo 6,2% do total de indivíduos coletados (Figura 17.3.3-4a).

Como é comum entre as comunidades bentônicas, os crustáceos foram o segundo grupo taxonômico mais comum nas amostras. O crustáceo mais abundante foi *Pseudharpinia dentata*, que representou 3,2% do total de indivíduos coletados, seguido pela espécie de cumáceo não identificado *Cumacea* sp., que representou 3,1% de toda a fauna coletada (Figura 17.3.3-4b). *P. dentata* não foi uma espécie registrada em números relevantes em campanhas anteriores apesar de ser relativamente comum na região (Santos, 2004; Waiteman, 2009).

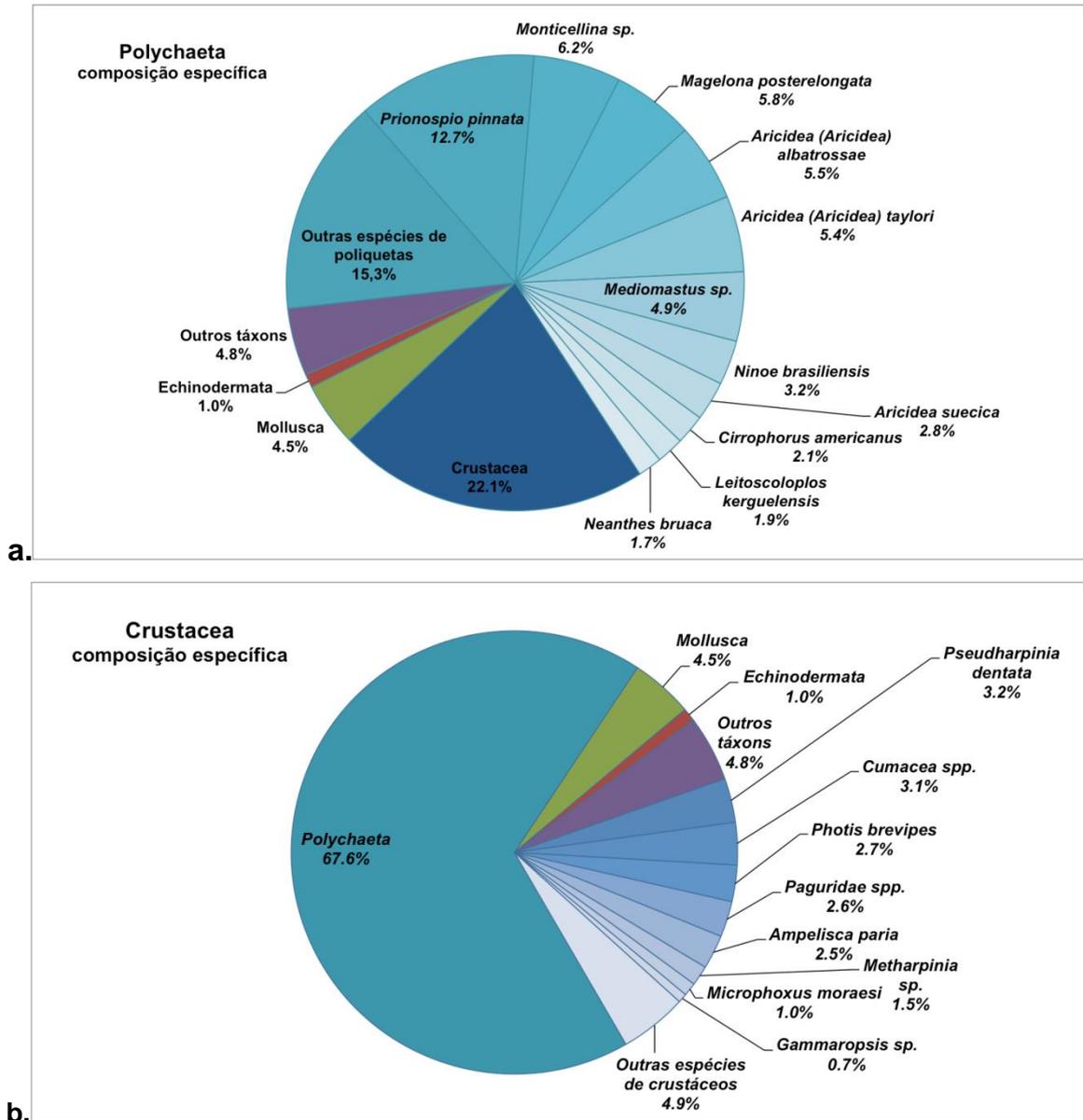


Figura 17.3.3-4. Frequência relativa das principais espécies de (a.) Polychaeta e (b.) Crustacea durante a Campanha de outubro de 2013.

A análise SIMPER indicou a espécie *Prionospio pinnata* como o organismo mais representativo desta campanha (16,69%), por ser a espécie mais constante e relativamente abundante em todos os pontos amostrados. Pelo mesmo motivo, seguiram como os organismos mais representativos desta campanha o poliqueta *Magelona posterelongata*, uma espécie de cumáceo não identificado (*Cumacea* spp.), os poliquetas *Mediomastus* sp., *Aricidea* (A.) *taylora*, *Ninoe brasiliensis*, o anfípode *Ampelisca paria*, o poliqueta *Aricidea suecica* e o anfípode *Photis*

*brevipes*, nesta ordem (Tabela 17.3.3-1). Estas espécies citadas representam 65,42% da comunidade bentônica desta campanha.

Tabela 17.3.3-1. Abundância média (ind. 0,05 m<sup>-2</sup>) dos principais responsáveis pela distinção entre os pontos de coleta da Campanha de outubro de 2013, ordenados de acordo com os resultados da análise SIMPER (Porcentagem de contribuição das principais espécies na campanha).

<b>Espécies</b>	<b>Abundância Média</b>	<b>Similaridade de Média</b>	<b>Sim/DP</b>	<b>% Contribuição</b>	<b>% Cumulativa</b>
<i>Prionospio pinnata</i>	1,18	3,26	0,59	16,69	16,69
<i>Magelona posterelongata</i>	0,74	2,23	0,43	11,42	28,11
Cumacea spp.	0,56	1,4	0,5	7,16	35,28
<i>Mediomastus</i> sp.	0,62	1,23	0,38	6,29	41,56
<i>Aricidea (Aricidea) taylori</i>	0,67	1,18	0,42	6,03	47,59
<i>Ninoe brasiliensis</i>	0,48	1,17	0,36	6,02	53,61
<i>Ampelisca paria</i>	0,43	0,82	0,36	4,19	57,8
<i>Aricidea suecica</i>	0,45	0,77	0,35	3,94	61,73
<i>Photis brevipes</i>	0,45	0,72	0,35	3,69	65,42
<i>Monticellina</i> sp.	0,6	0,71	0,29	3,64	69,07
<i>Aricidea (Aricidea) albatrossae</i>	0,56	0,63	0,28	3,25	72,32
<i>Pseudharpinia dentata</i>	0,42	0,52	0,27	2,65	74,97
<i>Leitoscoloplos kerguelensis</i>	0,34	0,51	0,25	2,59	77,56
<i>Neanthes bruaca</i>	0,28	0,36	0,2	1,82	79,39
<i>Cirrophorus americanus</i>	0,32	0,33	0,23	1,71	81,09
<i>Nephtys fluviatilis</i>	0,23	0,32	0,21	1,63	82,72
<i>Hermundura fauveli</i>	0,25	0,29	0,22	1,5	84,23
<i>Magelona variolamellata</i>	0,28	0,28	0,2	1,46	85,68
Nemertea sp. 3	0,21	0,19	0,17	0,99	86,67
<i>Metharpinia</i> sp.	0,24	0,18	0,17	0,9	87,57
Nemertea sp.	0,22	0,17	0,16	0,88	88,46
<i>Scololoplos (Leodamas) rubra</i>	0,2	0,17	0,16	0,85	89,31
<i>Abra lioica</i>	0,16	0,16	0,14	0,81	90,12

Em relação aos descritores ecológicos, o número médio de espécies foi maior nos pontos PS-Q6, PS-Ad15 e PS-Q1, apresentando 15 ou mais espécies cada um. Já os pontos PS-Q5, PS-Q10 e PS-Q8 apresentaram as menores riquezas, com número igual ou inferior a 7 espécies (Figura 17.3.3-5).

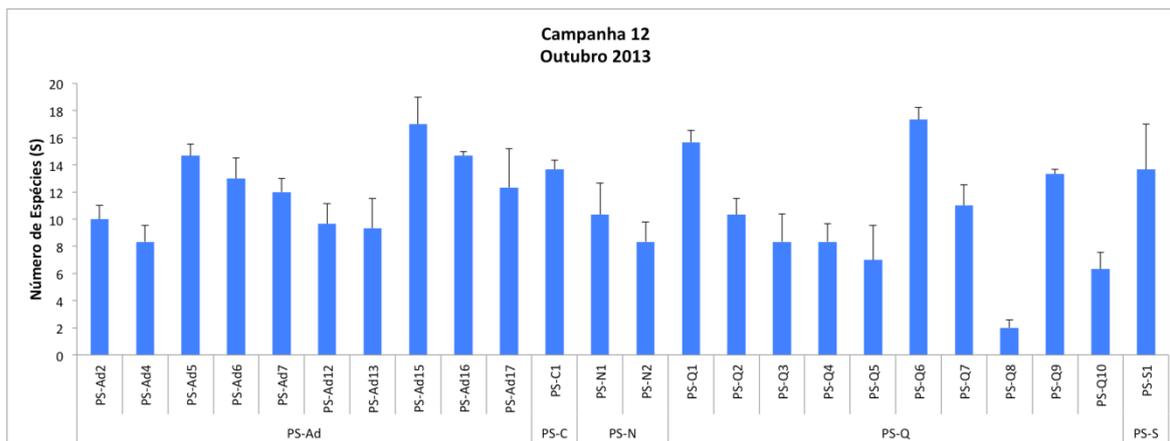


Figura 17.3.3-5. Número médio de espécies coletadas durante a Campanha de outubro de 2013. Linhas verticais representam o erro padrão.

Em relação à diversidade específica, os pontos de coleta mostraram índices com média variando entre 0,57 (PS-Q8) e 2,56 (PS-Q6). Na quadrícula PS-Q10, uma das que foram utilizadas para disposição no período anterior à coleta de amostras, a diversidade foi 1,7 bits ind.<sup>-1</sup>, ou seja, abaixo da média para todos os pontos coletados que foi de 2,1 bits ind.<sup>-1</sup> (Figura 17.3.3-6).

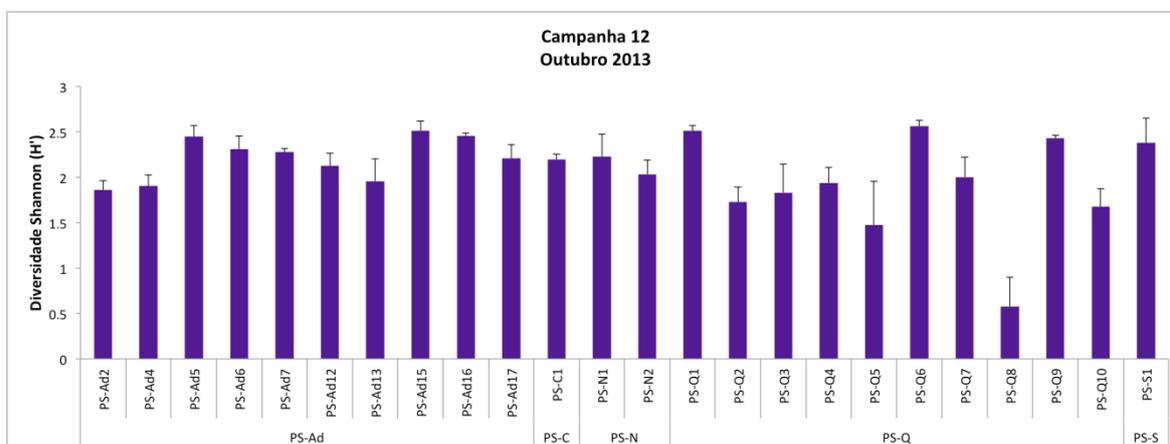


Figura 17.3.3-6. Diversidade específica encontrada nas amostras de macrofauna bentônica coletadas durante a Campanha de outubro de 2013. Linhas verticais representam o erro padrão.

Em termos de distribuição das espécies em cada ponto de amostragem (equitatividade), os resultados foram muito semelhantes à campanha anterior. O ponto PS-Q2 apresentou o menor valor de equitatividade  $J'=0,74$  (Figura 17.3.3-7), devido à dominância de uma única espécie de poliqueta

*Paraprionospio pinnata*. Os pontos com maior equabilidade foram PS-N1 e PS-N2, ambos com  $J'$  próximo de 0,97 (Figura 17.3.3-7).

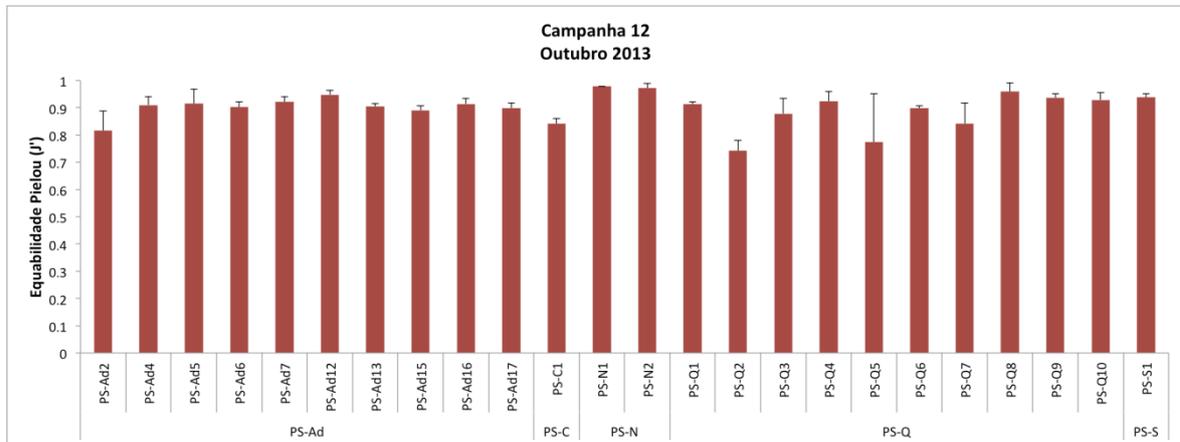


Figura 17.3.3-7. Equitatividade ( $J'$ ) encontrada nas amostras de macrobentos coletadas durante a Campanha de outubro de 2013. Linhas verticais representam o erro padrão.

Levando em conta o conjunto dos resultados dos índices de diversidade mostrados anteriormente, observa-se que o descarte de sedimento afeta a comunidade bentônica nas quadriculas que vêm sendo usadas para a disposição (PS-Q3, PS-Q8 e PS-Q10). Se a diminuição da abundância e dos valores dos índices ecológicos da macrofauna são indicativos do efeito deste descarte, este parece ocorrer também em quadriculas adjacentes, tais como PS-Q4, PS-Q5, PS-Q9, PS-Ad2, PS-Ad4, PS-Ad12 e PS-Ad13 e outras quadriculas à NE das quadriculas de disposição em uso. Os valores muito baixos notados na quadricula PS-Q8 podem ser devidos a alta carga de sedimentos recebidos durante o período anterior ao da coleta, além de fatores intrínsecos ao local (quadricula).

Apesar dos impactos quanto à disposição de sedimento nas quadriculas, a área do monitoramento pode ser considerada medianamente homogênea quanto à composição da comunidade bentônica, com leves diferenças na composição da comunidade bentônica entre as 24 estações amostradas (ANOSIM  $R= 0,661$ ,  $p=0,1\%$ ) (Figura 17.3.3-8a).

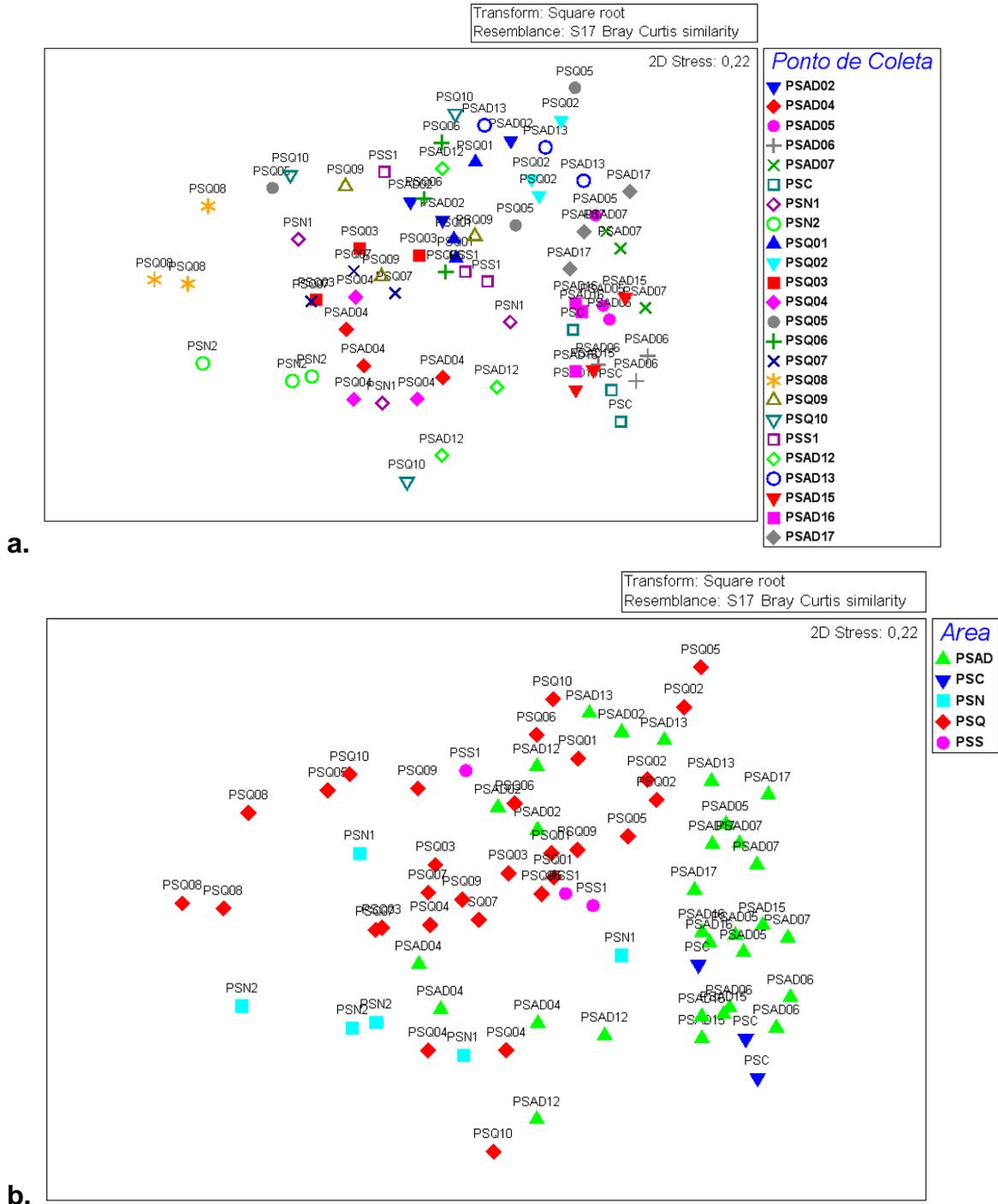


Figura 17.3.3-8. Escalonamento não-métrico multidimensional (n-MDS) comparando: (a.) pontos de coleta e (b.) áreas de coleta em relação à Campanha de outubro de 2013.

Se analisadas as áreas (PSQ, PSAd, PSN, PSS e PSC), o valor de  $R=0,302$  ( $p=0,1\%$ ) indica que as áreas não apresentaram diferenças significativas entre si quanto à composição da comunidade bentônica. Estas tendem a ser internamente homogêneas e, portanto, a variação da fauna é provavelmente explicada numa

escala maior do que a estudada. Isto exclui, portanto, a hipótese de que a área de disposição é diferente (impactada) em relação às demais (Figura 17.3.3-8b). Muito provavelmente, o fator regulador da composição e abundância da fauna coletada está presente no eixo oeste-sudoeste a leste-nordeste (WSW-ENE) e é altamente influenciado pelas mudanças de profundidade e das características físicas do sedimento (granulométricas).

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

O período a que compreende os dados analisados abrange o intervalo de fevereiro de 2010 a outubro de 2013, totalizando 15 campanhas, sendo a primeira realizada antes do início da dragagem de aprofundamento do canal do Porto de Santos (Tabela 17.3.4-1).

Tabela 17.3.4-1. Campanhas realizadas no período de fevereiro de 2010 a outubro de 2013, referentes ao monitoramento ambiental da área de disposição oceânica de materiais dragados na região do Porto de Santos.

Campanha (Data)	
Pré-dragagem (fevereiro de 2010)	8ª. Campanha (janeiro de 2012)
1ª. Campanha (abril de 2010)	9ª. Campanha (abril de 2012)
2ª. Campanha (julho de 2010)	10ª. Campanha (julho de 2012)
3ª. Campanha (outubro de 2010)	11ª. Campanha (janeiro de 2013)
4ª. Campanha (janeiro de 2011)	12ª. Campanha (abril de 2013)
5ª. Campanha (abril de 2011)	13ª. Campanha (julho de 2013)
6ª. Campanha (julho de 2011)	14ª. Campanha (outubro de 2013)
7ª. Campanha (outubro de 2011)	

#### **Análise dos dados**

No período de fevereiro de 2010 a outubro de 2013 foram realizadas 15 campanhas resultando na amostragem de 70.176 indivíduos com massa total de 1.725.078 g.

Na campanha de outubro de 2013 ocorreram problemas no recolhimento das redes de emalhe nos pontos 01, 02 e 03 impedindo que as amostras com este aparelho fossem consideradas nas análises. Esse problema foi causado pela

entrada antecipada de uma frente fria, que elevou as condições do mar para 4 a 5, na escala Beaufort, tornando inviável o recolhimento das redes no padrão do esforço amostral.

Mesmo com certo prejuízo, acredita-se que os resultados comparativos não sejam prejudicados, pois o emalhe por ser um aparelho secundário em termos de representatividade amostral quando comparado ao arrasto. Seguindo os resultados anteriores, a maior contribuição amostral provem da coleta com arrasto de fundo representando 96,3% da abundância e 66,9% da biomassa (Tabela 17.3.4-2).

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

Aparelho de Coleta	Abundância	Biomassa (g)
Arrasto de fundo	67.562	1.154.694
Emalhe	2.614	570.384
Total geral	70.176	1.725.078

Os peixes ósseos foram os mais representativos numericamente em todos os pontos de coleta e apenas nos pontos 2 e 3 os crustáceos apresentaram alta abundância (Figura 17.3.4-1). Em termos gerais, os maiores resultados foram obtidos nas coletas realizadas nos pontos 3 e 2, localizados na área de disposição do material dragado, sendo estes dois locais conjuntamente representaram 69,2% da abundância e 49,4% 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 (pontos 1 e 4) os resultados encontrados são muito inferiores. Em relação às análises passadas, nota-se um leve aumento da biomassa no Ponto 6.

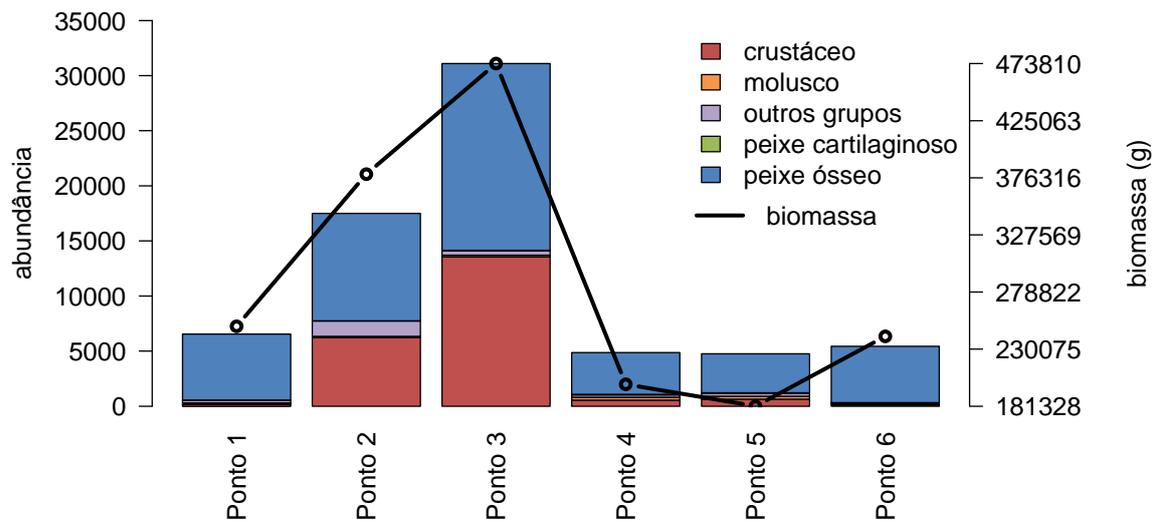


Figura 17.3.4-1. Abundância por grupo taxonômico e biomassa por ponto de coleta considerando as campanhas de fevereiro de 2010 a outubro de 2013.

Na Figura 17.3.4-2 é apresentada a abundância por grupo taxonômico e biomassa das 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 pontos. Além disso, nos pontos 2 e 3 (localizados na área de disposição do material dragado) foi adicionado, como medida de comparação, a somatória do número de viagens (até a campanha de abril de 2013) que a draga realizou nas quadrículas correspondentes, 30 dias antes da realização da campanha.

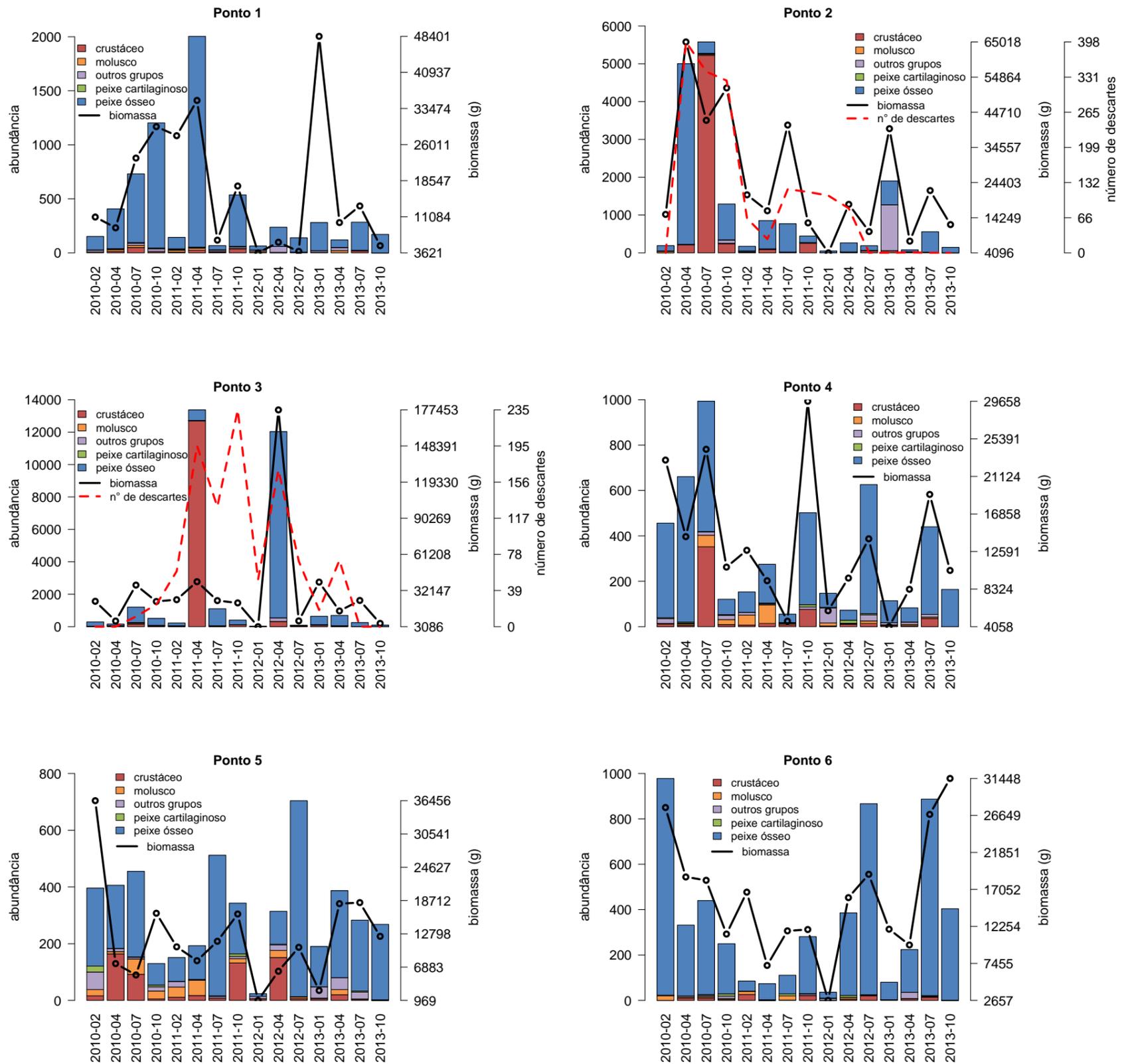


Figura 17.3.4-2. Abundância por grupo taxonômico e biomassa total por ponto de coleta e campanha no período de fevereiro de 2010 a julho de 2013.

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

O ponto 2 apresentou claramente dois picos que foram concomitantes ao aumento do número de viagens para disposição do material dragado em abril e julho de 2010. Apesar desta evidência, a relação parece pontual pois ocorreram outras variações no número de viagens que não refletiram em aumento conjunto da captura. A relação entre o número de viagens e a abundância total apresentou coeficiente de determinação ( $r^2$ ) de 0,627, e entre a biomassa de 0,606. Os picos citados estão relacionados a duas espécies de comportamentos bastante distintos: *Pellona harroweri* (sardinha-mole, 4.530 indivíduos), em abril de 2010, e *Xiphopenaeus kroyeri* (camarão-sete-barbas, 5.118 indivíduos), em julho de 2010. A última campanha realizada pouco acrescentou quanto a abundância e biomassa deste ponto.

Assim como no ponto anterior, no ponto 3 a elevação da abundância e biomassa coincidiu com o aumento do número de viagens, porém com menores resultados do coeficiente de determinação para abundância ( $r^2=0,365$ ) e biomassa ( $r^2=0,161$ ).

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

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

recrutamento da espécie.

Os resultados sugerem que o aumento no número de viagens para disposição do material dragado não exerce força suficiente para determinar alterações na fauna local, devendo este coincidir com momentos específicos do ciclo de vida das espécies. A alta abundância do camarão-sete-barbas apenas nos pontos 2 e 3 sugere existir influência de atração do material dragado disposto nestas áreas, já que esta espécie tem sua distribuição até os 20 m de profundidade.

Os pontos 4 e 5, comparativamente aos demais, apresentaram baixa abundância total e picos no inverno e primavera em diferentes anos. No ponto 4 os maiores picos decorreram da abundância das seguintes espécies: *Dactylopterus volitans* (fevereiro de 2010); *Chirocentron bleekermanus* (abril de 2010), *Xiphopenaeus kroyeri* e *Isopisthus parvipinnis* (julho de 2010); *Pomadasys corvinaeformis* (outubro de 2010) e *Ctenosciaena gracilicirrhus* (julho de 2012). No ponto 5, semelhante ao ponto 4, diferentes espécies apresentaram abundância alta ao longo das campanhas. Em especial na última campanha realizada foi registrada alta abundância de *Dactylopterus volitans* (168 indivíduos), dominando praticamente a coleta neste ponto.

No ponto 6, a campanha atual (outubro de 2013) apresentou elevação na biomassa em decorrência da alta captura de *Paralichthys brasiliensis* (maria-luiza), fato semelhante ao ocorrido no mesmo mês em 2010 e 2011. Em julho de 2012 foi evidenciada uma alta abundância devido à presença de *Ctenosciaena gracilicirrhus* (cangoá).

A suficiência amostral foi verificada com base em curvas de acumulação de espécies (“curva do coletor”) considerando a área total e os pontos de coleta (Figura 17.3.4-3). Em ambos os casos, a curva resultante apresentou tendência à estabilização, na última campanha foi registrada pela primeira vez um indivíduo de *Rypticus randalli* (badejo-sabão) no Ponto 04 e quatro indivíduos de *Cynoscion striatus* (pescada-olhuda) no Ponto 06.

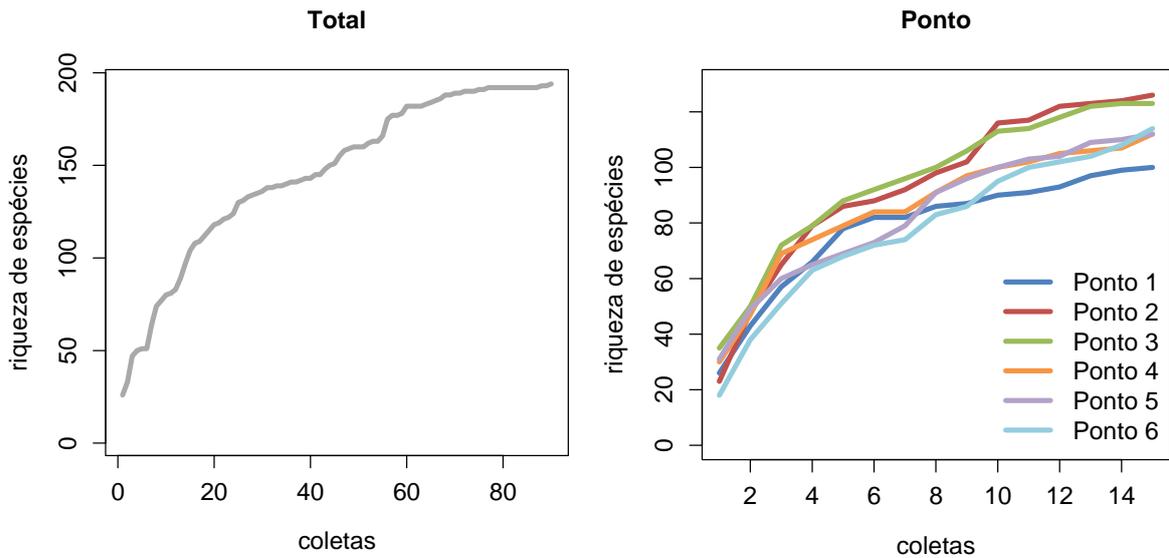


Figura 17.3.4-3. Curva de acumulação de espécies considerando todos os pontos agrupados (total) e separados.

Avaliando a composição específica das coletas durante todo o monitoramento até a presente campanha, foram identificadas 75 famílias, sendo 69,5% do grupo peixes ósseos, 10,5% de crustáceos, 8,6% de moluscos, 6,7% de peixes cartilagosos e 4,8% de “outros grupos taxonômicos” (Tabela 17.3.4-3). As famílias mais abundantes em número de espécies foram Sciaenidae (22), Carangidae (16), Paralichthyidae (9) e Portunidae (9). Analisando a variação do número de famílias entre campanha e pontos de coleta foram detectadas diferenças significativas apenas entre as campanhas (ANOVA;  $p=2,927 \times 10^{-06}$ ).

O número de organismos diferentes identificados até o nível de espécie foi de 182. Além destes, outros 15 apareceram nas coletas, porém em sua maioria se encontravam em estados que a identificação não foi possível. Foram verificadas diferenças significativas no número de espécies entre as campanhas (ANOVA;  $p=1,071 \times 10^{-07}$ ) e pontos (ANOVA;  $p=0,002$ ).

A espécie mais abundante continuou sendo o camarão-sete-barbas *Xiphopenaeus kroyeri* (18.797 indivíduos) não havendo acréscimo com a última campanha (outubro de 2013) em sua abundância e biomassa. Já a espécie de maior biomassa passou a ser a maria-luiza *Paralanchurus brasiliensis* com 177.822 g, ficando o cangoá *Ctenosciaena gracilicirrus* em segundo lugar com 168.963 g.

Sobre o índice de importância relativa (%IRI), as mesmas 6 espécies continuaram com índice acima de 5%, sendo elas em ordem de importância, *Ctenosciaena gracilicirrhus* (cangoá) %IRI=19,50, *Paralonchurus brasiliensis* (maria-luíza) %IRI=13,41, *Menticirrhus americanus* (betara) %IRI=7,59, *Xiphopenaeus kroyeri* (camarão-sete-barbas) %IRI=6,40, *Micropogonias furnieri* (corvina) %IRI=5,88, e *Prionotus punctatus* (cabrinha) %IRI=5,51. Além destas, 14 espécies mantiveram índices entre 1% e 5% e 175 abaixo de 1%.

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

Quanto ao *status* de conservação, 35 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), 15 espécies estão classificadas como “ameaçadas de sobreexploração”, 12 como “sobreexploradas” e 1 (*Rhinobatos horkelii*) como “colapsada”. Segundo a Instrução Normativa nº5 (21 de maio de 04) e nº52 (08 de novembro de 05) do Ministério do Meio Ambiente, 14 espécies estão classificadas como “sobreexplorados ou ameaçado de sobreexploração” e 2 como “ameaçadas de extinção” (*Rhinobatos horkelii* e *Squatina guggenheim*) (Tabela 17.3.4-4).

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

Grupo	Família	Espécie	Nome Vulgar	Nt	Pt	Fo	%IRI	
Crustáceo	Alpheidae	Alpheidae	Camarão-de-estalo	4	2	2	0	
	Calappidae	<i>Hepatus pudibundus</i>	Siri-baú	483	17.604	56	1,257	
	Diogenidae	<i>Dardanus arrosor</i>	Ermitão	5	9	2	0	
		<i>Dardanus insignis</i>	Ermitão	47	264	22	0,024	
		<i>Loxopagurus loxochelis</i>	Ermitão	1	1	1	0	
		<i>Petrochirus diogenes</i>	Ermitão	31	365	7	0,006	
	Epialtidae	<i>Libinia ferreirae</i>	Aranha	49	3962	22	0,087	
		<i>Libinia spinosa</i>	Aranha	11	946	8	0,007	
	Hemisquillidae	<i>Hemisquilla braziliensis</i>	Tamburutaca	20	474	10	0,007	
	Leucosiidae	<i>Persephona mediterranea</i>	Relojinho	137	2.479	34	0,151	
		<i>Persephona punctata</i>	Relojinho	5	93	4	0,001	
	Peneaeidae	<i>Artemesia longinaris</i>	Camarão-ferrinho	6	12	1	0	
		<i>Farfantepenaeus brasiliensis</i>	Camarão-rosa	133	834	5	0,016	
		<i>Farfantepenaeus paulensis</i>	Camarão-rosa	94	844	12	0,029	
		<i>Litopenaeus schmitti</i>	Camarão-branco	182	4.512	24	0,164	
		<i>Rimapenaeus constrictus</i>	Camarão-ferrinho	55	313	3	0,004	
		<i>Xiphopenaeus kroyeri</i>	Camarão-sete-barbas	18.797	32.839	17	6,409	
		Porcellanidae	<i>Porcellana sayana</i>	Caranguejo-de-porcelana	6	2	3	0
	<i>Porcellana</i> sp		Caranguejo-de-porcelana	1	19	1	0	
	Portunidae	<i>Achelous</i> sp	Siri-candeia	1	2	1	0	
		<i>Achelous spinicarpus</i>	Siri-candeia	170	1.052	9	0,036	
		<i>Achelous spinimanus</i>	Siri-candeia	88	6.544	17	0,113	
		<i>Arenaeus cribrarius</i>	Siri-chita	41	3.349	19	0,063	
		<i>Callinectes danae</i>	Siri-azul	247	9.890	32	0,389	
		<i>Callinectes ornatus</i>	Siri-azul	539	12.335	46	0,897	
		<i>Callinectes sapidus</i>	Siri	23	1.021	7	0,008	
		<i>Charybdis hellerii</i>	Siri-killer	3	270	3	0,001	
		<i>Cronius ruber</i>	Siri-vermelho	16	1.477	2	0,003	
		Sicyoniidae	<i>Sicyonia dorsalis</i>	Camarão-da-pedra	2	1	1	0
	<i>Sicyonia</i> sp		Camarão-da-pedra	1	1	1	0	
	Solenoceridae	<i>Pleoticus muelleri</i>	Camarão-santana	42	217	4	0,004	
			Ermitão	10	26	5	0,001	
	<b>Crustáceo Total</b>				<b>21.250</b>	<b>101.759</b>		
	Molusco	Arcidae	<i>Anadara brasiliensis</i>	Molusco	1	1	1	0
		Buccinidae	<i>Buccinanops cochlidium</i>	Caramujo	26	368	6	0,005
			<i>Doryteuthis pleii</i>	Lula	785	8.206	54	1,131
		Loliginidae	<i>Doryteuthis sanpaulensis</i>	Lula	107	2.094	20	0,072
			<i>Lolliguncula brevis</i>	Lula	53	298	8	0,01
		Muricidae	<i>Stramonitahae mastoma</i>	Saquarita	4	81	1	0
		Octopodidae	<i>Octopus vulgaris</i>	Polvo	5	2.955	4	0,009
		Olividae	<i>Olivancillaria urceus</i>	Concha oliva	10	220	3	0,001
		Strombidae	<i>Strombus pugilis</i>	Concha	1	61	1	0
		Ungulinidae	<i>Diplodonta punctata</i>	Concha	1	77	1	0
		Veneridae	<i>Lucina pectinata</i>	Almeja	1	8	1	0
				Concha	10	149	1	0
	<b>Molusco Total</b>				<b>1.004</b>	<b>14.518</b>		
	Outros	Catenicellidae	<i>Catenicella auberrima</i>	Briozoário		470	5	
Electridae		<i>Arbocuspis bellula</i>	Briozoário		410	1		
Mellitidae		<i>Mellitaquinques perforata</i>	Bolacha-do-mar	4	325	4	0,001	
Renillidae		<i>Renilla</i> sp	Esponja-tapete	122	830	35	0,102	
Sargassaceae		<i>Sargassum</i> sp	Alga		7.227	1		
			Ascícia	1	1	1	0	
			Estrela-do-mar	1.784	13.853	54	2,374	
			Água-viva	249	8.782	36	0,409	
			Anêmona	378	1.827	53	0,449	
			Bolacha-do-mar	49	4.576	20	0,088	
	Esponja	5	295	8	0,003			
<b>Outros Total</b>				<b>2.592</b>	<b>38.596</b>			
Peixes cartilaginosos	Arhynchobatidae	<i>Atlantoraja cyclophora</i>	Emplastro	4	1.368	2	0,002	
		<i>Atlantoraja platana</i>	Emplastro	1	510	1	0	
	Carcharhinidae	<i>Rhizoprionodon lalandii</i>	Cação-frango	47	35.780	19	0,535	
		<i>Rhizoprionodon porosus</i>	Cação-frango	2	2.010	2	0,003	
	Dasyatidae	<i>Dasyatis postigma</i>	Raia-manteiga	1	206	1	0	
	Rajidae	<i>Rioraja agassizii</i>	Emplastro	40	15.751	26	0,331	
	Rhinobatidae	<i>Rhinobatos horkelii</i>	Raia-viola	5	2.495	5	0,01	
		<i>Rhinobatos percellens</i>	Raia-viola	5	2.056	4	0,007	
		<i>Zapteryx brevirostris</i>	Raia-viola-cara-curta	138	59.370	48	2,295	
	Sphyrnidae	<i>Sphyrna lewini</i>	Cambeva	1	5.200	1	0,004	
		<i>Sphyrna zygaena</i>	Tubarão-martelo	2	4033	2	0,006	
Squatinae	<i>Squatina guggenheim</i>	Cação-anjo	2	222	2	0		
<b>Peixes cartilaginosos Total</b>				<b>248</b>	<b>129.001</b>			

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

Grupo	Família	Espécie	Nome Vulgar	Nt	Pt	Fo	%IRI
Achiridae		<i>Achirus declivis</i>	Linguado	16	1.058	2	0,002
		<i>Achirus lineatus</i>	Linguado	4	65	2	0
		<i>Gymnachirus nudus</i>	Linguado-zebra	4	120	3	0
		<i>Trinectes paulistanus</i>	Linguado	1	69	1	0
Ariidae		<i>Bagre bagre</i>	Sari-sari	1	104	1	0
		<i>Cathorops spixii</i>	Bagre-amarelo	5	782	1	0,001
Balistidae		<i>Balistes capriscus</i>	Porco	20	3.064	10	0,027
		<i>Canthidermis sufflamen</i>	Cangulo	1	150	1	0
Batrachoididae		<i>Porichthys porosissimus</i>	Mamangá-liso	26	2.596	12	0,03
Carangidae		<i>Caranx crysos</i>	Carapau	17	2.820	6	0,015
		<i>Caranx hippos</i>	Xaréu	6	1.089	4	0,004
		<i>Caranx latus</i>	Xarelete	1	37	1	0
		<i>Chloroscombrus chrysurus</i>	Palombeta	214	6.939	35	0,325
		<i>Hemicaranx amblyrhynchus</i>	Água-fria	5	273	1	0
		<i>Naucrates ductor</i>	Peixe-piloto	2	359	1	0
		<i>Oligoplites saliens</i>	Guaivira	125	35.926	9	0,267
		<i>Oligoplites saurus</i>	Guaivira	42	10.392	4	0,035
		<i>Pseudocaranx dentex</i>	Vento-leste	8	487	1	0,001
		<i>Selar crumenophthalmus</i>	Xixarro	21	40	5	0,002
		<i>Selene setapinnis</i>	Galo-sem-penacho	215	2.534	36	0,214
		<i>Selene vomer</i>	Galo-de-penacho	17	499	7	0,005
		<i>Trachinotus carolinus</i>	Pampo	1	145	1	0
		<i>Trachinotus marginatus</i>	Pampo-malhado	1	102	1	0
		<i>Trachurus lathamii</i>	Xixarro	1	6	1	0
		<i>Uraspis secunda</i>	Sabão	31	10.521	1	0,009
	Centropomidae		<i>Centropomus parallelus</i>	Robalo-peva	11	3.529	6
		<i>Centropomus undecimalis</i>	Robalo-flexa	3	1.551	3	0,004
		<i>Brevoortia aurea</i>	Savelha	22	114	1	0
		<i>Brevoortia pectinata</i>	Savelha	2	20	1	0
Clupeidae		<i>Chirocentron bleekermanus</i>	Manjuba	1.911	8.254	19	0,799
		<i>Harengula clupeola</i>	Sardinha-cascuda	433	5.496	19	0,234
		<i>Opisthonema oglinum</i>	Sardinha-bandeira	4	205	3	0,001
		<i>Sardinella janeiro</i>	Sardinha-verdadeira	1	55	1	0
Cynoglossidae		<i>Symphurus diomedeanus</i>	Linguado	10	494	2	0,001
		<i>Symphurus plagusia</i>	Linguado	3	120	1	0
		<i>Symphurus tessellatus</i>	Linguado	122	5.278	32	0,202
		<i>Symphurus trewavasae</i>	Língua-de-mulata	3	114	1	0
Dactylopteridae		<i>Dactylopterus volitans</i>	Coió	2.869	80.223	37	4,249
Diodontidae		<i>Chilomycterus spinosus</i>	Baiacú-de-espinho	191	28.879	52	1,33
Elopidae		<i>Elops saurus</i>	Ubarana	10	319	1	0
Engraulidae		<i>Anchoa sp</i>	Manjuba	1	6	1	0
		<i>Anchoa januaria</i>	Manjuba	344	1.701	9	0,07
		<i>Anchoa lyolepis</i>	Manjuba	1	4	1	0
		<i>Anchoa tricolor</i>	Manjuba-branca	56	248	1	0,001
		<i>Anchoviaclupeoides</i>	Manjuba	5	19	1	0
		<i>Anchoviella lepidentostole</i>	Manjuba-de-iguape	106	439	3	0,007
		<i>Cetengraulis edentulus</i>	Anchova	35	215	1	0,001
		<i>Lycengraulis grossidens</i>	Manjubão	1.500	7.963	7	0,239
Ephippidae		<i>Chaetodipterus faber</i>	Paru	24	4.765	14	0,057
Fistulariidae		<i>Fistularia petimba</i>	Trombeta-vermelha	7	126	4	0,001
Gadidae		<i>Urophycis brasiliensis</i>	Abrótea	16	279	5	0,003
Gempyidae		<i>Thyrsitops lepidopoides</i>	Cavalinha-do-norte	2	150	2	0
		<i>Diapterus rhombeus</i>	Carapeba	294	18.825	32	0,635
Gerreidae		<i>Eucinostomus argenteus</i>	Carapicu	42	2.739	12	0,034
		<i>Eucinostomus gula</i>	Carapicu	9	443	4	0,002
		<i>Eucinostomus melanopterus</i>	Carapicu	154	8.688	30	0,285
Grammastidae		<i>Rypticus randalli</i>	Sabonete	1	634	1	0,001
		<i>Anisotremus surinamensis</i>	Sargo-de-beiço	2	2.954	2	0,005
Haemulidae		<i>Conodon nobilis</i>	Roncador	72	9.510	28	0,241
		<i>Haemulon aurolineatum</i>	Corcoroca	80	1.499	8	0,021
		<i>Haemulon plumierii</i>	Corcoroca	5	366	3	0,001
		<i>Haemulon steindachneri</i>	Corcoroca-boca-larga	5	627	2	0,001
		<i>Orthopristis ruber</i>	Corcoroca	167	21.492	47	0,916
		<i>Pomadasys corvinaeformis</i>	Corcoroca	1.051	41.145	41	2,092
Lutjanidae		<i>Lutjanus synagris</i>	Vermelho Henrique	1	10	1	0
Monacanthidae		<i>Stephanolepis hispidus</i>	Porco-peludo	138	7.765	19	0,161
Mugilidae		<i>Mugil curema</i>	Parati	1	93	1	0
Mullidae		<i>Mullus argentinae</i>	Trilha	55	844	6	0,01
		<i>Upeneus parvus</i>	Trilha	56	1.655	13	0,03

Peixes ósseos

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

Grupo	Família	Espécie	Nome Vulgar	Nt	Pt	Fo	%IRI
	Muraenidae	<i>Gymnothorax ocellatus</i>	Moréia	9	1.185	8	0,009
	Ogcocephalidae	<i>Ogcocephalus vespertilio</i>	Morcego	5	274	5	0,002
	Ophichthidae	<i>Ophichthus gomesii</i>	Cobra-do-mar	1	59	1	0
		<i>Citharichthys macrops</i>	Linguado	144	4.739	27	0,17
		<i>Citharichthys spilopterus</i>	Linguado	69	1.010	22	0,045
		<i>Cyclopsetta chittendeni</i>	Linguado-mexicano	5	672	5	0,003
		<i>Etropus crossotus</i>	Linguado	289	8.466	48	0,569
	Paralichthyidae	<i>Etropus longimanus</i>	Linguado	150	3.598	21	0,117
		<i>Paralichthys brasiliensis</i>	Linguado	29	2.281	4	0,009
		<i>Paralichthys patagonicus</i>	Linguado-branco	44	3.527	11	0,039
		<i>Syacium micrurum</i>	Linguado	107	4.051	24	0,122
		<i>Syacium papillosum</i>	Linguado	266	25.594	55	1,346
	Percophidae	<i>Percophis brasiliensis</i>	Tira-vira	7	1.883	3	0,005
	Polydactylidae	<i>Polydactylus oligodon</i>	Parati-barbudo	30	5.870	7	0,035
		<i>Polydactylus virginicus</i>	Parati-barbudo	8	1.360	7	0,008
	Pomatomidae	<i>Pomatomus saltatrix</i>	Enchova	9	2.900	6	0,014
	Priacanthidae	<i>Priacanthus arenatus</i>	Olho-de-cão	99	1.508	9	0,027
	Pristigasteridae	<i>Pellona harroweri</i>	Sardinha-mole	6064	61.077	26	4,162
		<i>Bairdiella ronchus</i>	Corcoroca	174	4.291	11	0,072
		<i>Ctenosciaena gracilicirrus</i>	Cangoá	13.554	168.963	51	19,508
		<i>Cynoscion acoupa</i>	Pescada-amarela	124	40.455	11	0,365
		<i>Cynoscion guatucupa</i>	Maria-mole	520	28.379	45	1,411
		<i>Cynoscion jamaicensis</i>	Goete	214	13.216	15	0,211
		<i>Cynoscion leiarchus</i>	Pescada-branca	34	3.234	10	0,031
		<i>Cynoscion microlepidotus</i>	Pescada-dentão	64	15.413	11	0,142
		<i>Cynoscion striatus</i>	Pescada-olhuda	3	429	1	0
		<i>Cynoscion virescens</i>	Pescada-cambucu	2	469	1	0
		<i>Isopisthus parvipinnis</i>	Tortinha	1.229	15.745	25	0,875
	Sciaenidae	<i>Larimus breviceps</i>	Oveva	1.245	27.531	40	1,771
		<i>Macrodon atricauda</i>	Pescada-foguete	322	62.799	38	2,047
		<i>Menticirrus americanus</i>	Betara	995	105.011	77	7,594
		<i>Menticirrus littoralis</i>	Betara	4	1.290	3	0,003
		<i>Micropogonias furnieri</i>	Corvina	608	103.879	65	5,884
		<i>Ophioscion punctatissimus</i>	Cangoá	1	61	1	0
		<i>Paralonchurus brasiliensis</i>	Maria-luiza	4.141	177.822	63	13,419
		<i>Stellifer brasiliensis</i>	Cangoá	1.592	30.889	36	1,92
		<i>Stellifer rastrifer</i>	Cangoa	210	4.280	10	0,072
		<i>Stellifer stellifer</i>	Cangoá	9	93	3	0,001
		<i>Umbrina canosai</i>	Castanha	34	6.880	9	0,053
		<i>Umbrina coroides</i>	Castanha	43	8.014	8	0,055
	Scombridae	<i>Sarda sarda</i>	Bonito-serrinha	1	995	1	0,001
	Scorpaenidae	<i>Scorpaenaplumieri</i>	Peixe-pedra	2	548	2	0,001
		<i>Diplectrum formosum</i>	Michole-de-areia	20	1.067	8	0,009
	Serranidae	<i>Diplectrum radiale</i>	Michole-de-areia	238	12.515	51	0,713
		<i>Dules auriga</i>	Mariquita	80	1.247	20	0,049
		<i>Epinephelus niveatus</i>	Cherne-verdadeiro	1	88	1	0
	Sparidae	<i>Pagrus pagrus</i>	Pargo-rosa	80	1.016	1	0,002
	Sphyraenidae	<i>Sphyraena guachancho</i>	Bicuda	7	875	5	0,004
		<i>Sphyraena tome</i>	Barracuda	1	24	1	0
	Stromateidae	<i>Peprilus paru</i>	Gordinho	153	4.056	18	0,107
		<i>Saurida brasiliensis</i>	Peixe-lagarto	5	20	2	0
	Synodontidae	<i>Saurida caribbaea</i>	Peixe-lagarto	4	334	2	0,001
		<i>Synodus foetens</i>	Peixe-lagarto	50	11.373	20	0,192
		<i>Lagocephalus laevigatus</i>	Baiacú	14	2.172	8	0,015
		<i>Sphoeroides greeleyi</i>	Baiacú mirim	4	26	2	0
	Tetraodontidae	<i>Sphoeroides spengleri</i>	Baiacú mirim	5	68	2	0
		<i>Sphoeroides testudineus</i>	Baiacú mirim	33	245	15	0,012
		<i>Sphoeroides tyleri</i>	Baiacú	5	10	2	0
	Trichiuridae	<i>Trichiurus lepturus</i>	Espada	253	29.266	41	1,108
	Triglidae	<i>Prionotus nudigula</i>	Cabrinha	67	2.522	10	0,032
		<i>Prionotus punctatus</i>	Cabrinha	992	73.508	74	5,518
	<b>Peixes ósseos Total</b>			<b>45.082</b>	<b>1.441.204</b>		
	<b>Total</b>			<b>70.176</b>	<b>1.725.078</b>		

Tabela 17.3.4-4. Composição das espécies quanto ao *status* de conservação, segundo Decreto Estadual (São Paulo) nº56.031 (20 de julho de 2010), a Instrução Normativa nº5 (21 de maio de 2004) e nº52 (08 de novembro de 2005) do Ministério do Meio Ambiente.

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

Prosseguindo com a avaliação do índice de importância relativa, em relação às campanhas, as principais espécies foram *Ctenosciaena gracilicirrhus*, *Dactylopterus volitans*, *Paralonchurus brasiliensis*, *Pellona harroweri* e *Xiphopenaeus kroyeri*. Além destas, estrela-do-mar (Asteroidea) apresentou índice bastante elevado na campanha de janeiro de 2013 (Figura 17.3.4-4).

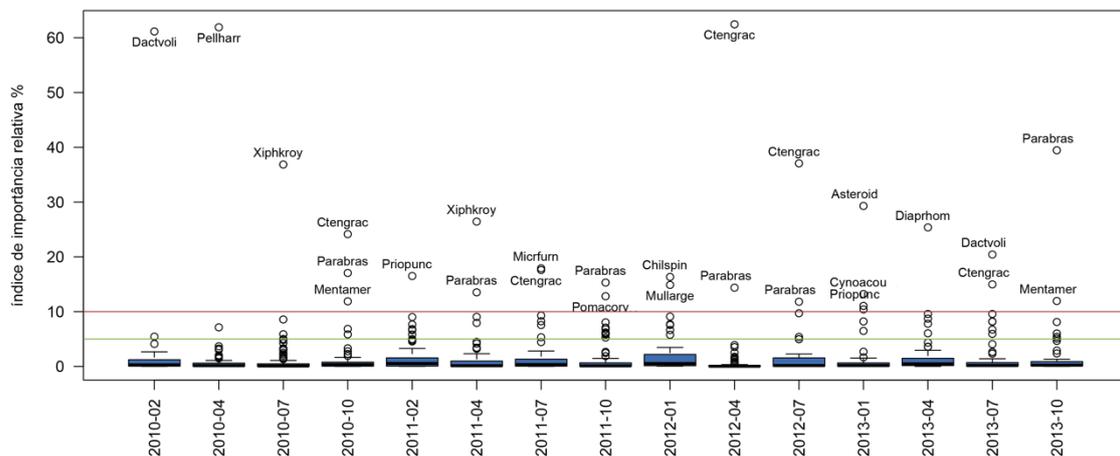


Figura 17.3.4-4. Índice de importância relativa (%IRI) por campanha no período de fevereiro de 2010 a outubro de 2013 (Dactvol = *Dactylopterus volitans*).

Em relação aos pontos de coleta, 13 espécies apresentaram índice de importância relativa acima de 5% em pelo menos um dos locais, sendo o cangoá (*Ctenosciaena gracilicirrhus*) a mais frequente (Figura 17.3.4-5). Na área em que ocorre a disposição do material dragado (Pontos 2 e 3) as espécies com maior índice de importância se mantiveram com a adição dos dados da última campanha, sendo elas *Ctenosciaena gracilicirrhus*, *Paralonchurus brasiliensis* e *Pellona harroweri*, do grupo peixes, e *Xiphopenaeus kroyeri*, do grupo crustáceo.

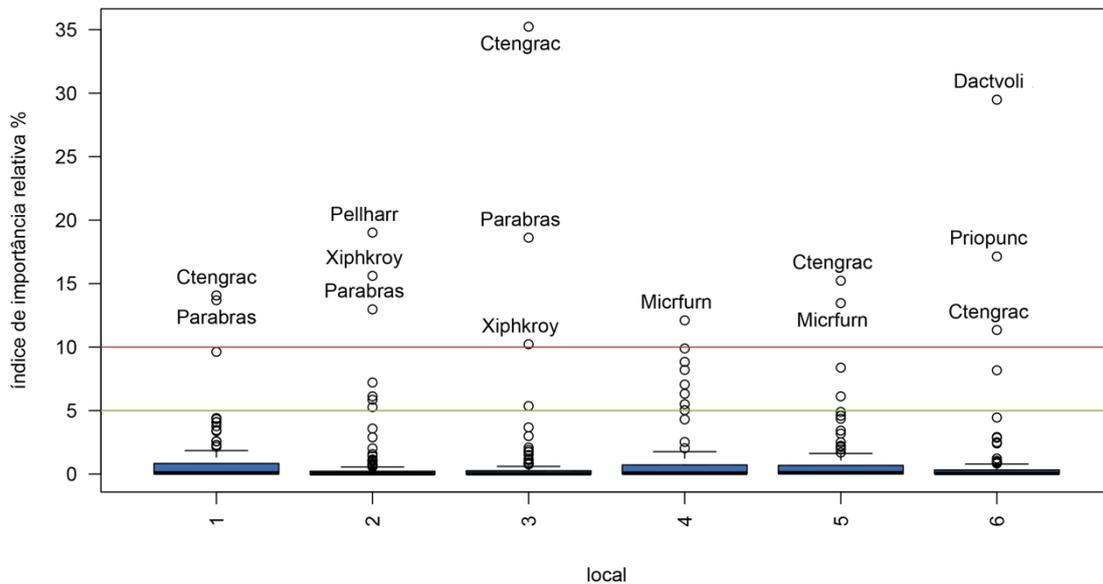


Figura 17.3.4-5. Índice de importância relativa (%IRI) por ponto de coleta, nas campanhas realizadas no período de fevereiro de 2010 a outubro de 2013 (Dactvoli = *Dactylopterus volitans*).

A similaridade entre campanhas e pontos foi avaliada com base no índice de similaridade de Morisita-Horn ( $C_H$ ) utilizando a abundância por espécie. Entre as campanhas foi observada alta similaridade ( $C_H > 0,75$ ) da campanha de julho de 2010 com abril de 2011, outubro de 2010 com julho de 2012 e abril de 2012 com julho de 2012 (Tabela 17.3.4-5). A última campanha (outubro de 2013) apresentou similaridade moderada com as campanhas de outubro de 2011 e janeiro de 2013.

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

	2010-02	2010-04	2010-07	2010-10	2011-02	2011-04	2011-07	2011-10	2012-01	2012-04	2012-07	2013-01	2013-04	2013-07	2013-10
2010-02	1														
2010-04	0,2	1													
2010-07	0,11	0,36	1												
2010-10	0,17	0,33	0,54	1											
2011-02	0,38	0,18	0,26	0,39	1										
2011-04	0,08	0,3	0,84	0,39	0,15	1									
2011-07	0,19	0,57	0,48	0,65	0,32	0,25	1								
2011-10	0,17	0,38	0,68	0,74	0,35	0,5	0,64	1							
2012-01	0,33	0,11	0,12	0,24	0,56	0,1	0,22	0,24	1						
2012-04	0,11	0,21	0,27	0,69	0,23	0,14	0,47	0,38	0,14	1					
2012-07	0,12	0,3	0,37	0,8	0,28	0,2	0,62	0,52	0,16	0,85	1				
2013-01	0,19	0,36	0,29	0,48	0,38	0,23	0,49	0,47	0,25	0,31	0,34	1			
2013-04	0,33	0,21	0,25	0,61	0,36	0,16	0,44	0,47	0,25	0,54	0,61	0,32	1		
2013-07	0,62	0,25	0,28	0,59	0,31	0,17	0,44	0,49	0,19	0,51	0,58	0,34	0,76	1	
2013-10	0,16	0,43	0,26	0,49	0,25	0,19	0,48	0,52	0,22	0,29	0,31	0,6	0,33	0,38	1

Entre pontos de coleta, o padrão geral não foi alterado com a adição dos dados da última campanha. As maiores similaridades foram observadas entre os pontos 4 e 5 ( $C_H=0,88$ ) e os pontos 2 e 3 ( $C_H=0,80$ ), que registraram um leve aumento em relação a análises anteriores (Tabela 17.3.4-6). As demais comparações, em sua maioria, apresentaram similaridade moderada, a exceção das comparações entre o ponto 6 com os pontos 2 e 3, que apresentaram similaridade baixa.

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

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

	Ponto 1	Ponto 2	Ponto 3	Ponto 4	Ponto 5	Ponto 6
Ponto 1	1					
Ponto 2	0,55	1				
Ponto 3	0,54	0,8	1			
Ponto 4	0,69	0,58	0,68	1		
Ponto 5	0,69	0,56	0,67	0,88	1	
Ponto 6	0,55	0,35	0,44	0,66	0,67	1

Os padrões ecológicos foram inicialmente avaliados com base nos perfis de diversidade de Rényi em relação às campanhas e aos locais de coleta. Entre campanhas, o maior perfil de diversidade é observado em fevereiro e outubro de 2011 e os menores em fevereiro de 2010 (campanha pré-dragagem), abril de 2010, 2011 e 2012 e julho/2012 (Figura 17.3.4-6). A última campanha (outubro de 2013) apresentou padrão de diversidade e equitatividade semelhante à média geral.

Em relação aos pontos de coleta, o maior perfil de diversidade é observado no Ponto 4 (Figura 17.3.4-7), a nordeste da área de deposição do material dragado. Os menores índices foram observados nos dois pontos da área de deposição do material dragado (Ponto 2 e 3) e na área de amortecimento do Parque Marinho da Laje de Santos (Ponto 6).

A última campanha pouco alterou o perfil de diversidade em relação aos pontos de coleta. O que se pode notar ao longo do monitoramento é o aumento da diversidade na maioria das campanhas no ano de 2013 em relação aos demais, principalmente quando comparada as campanhas de 2012 e início de 2010.

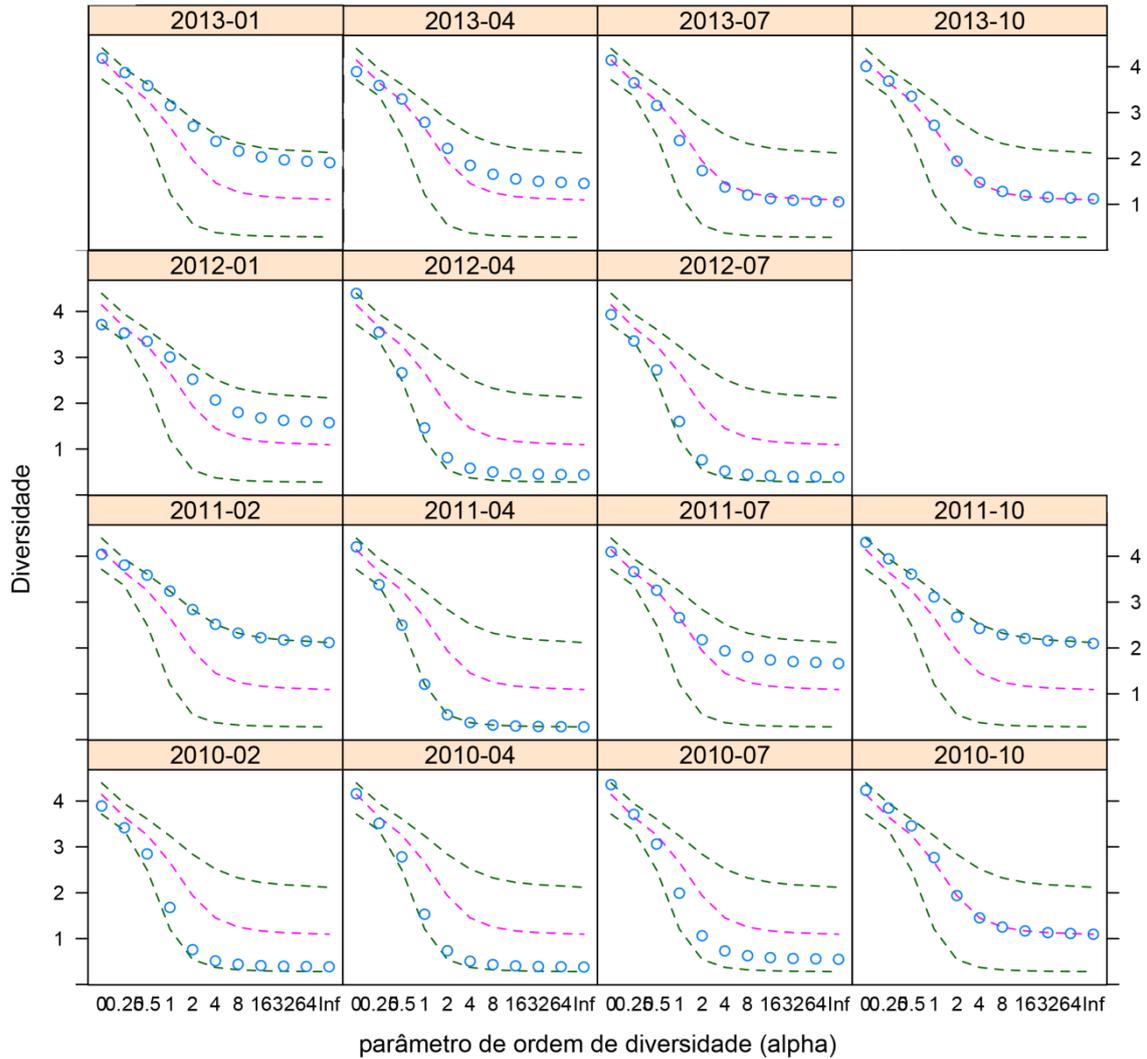


Figura 17.3.4-6. Avaliação da diversidade e equitatividade por campanha segundo o perfil de diversidade de Rényi (quanto mais elevada for a posição dos pontos em azul, maior será a diversidade, quanto mais tênue for a queda maior a equitatividade).

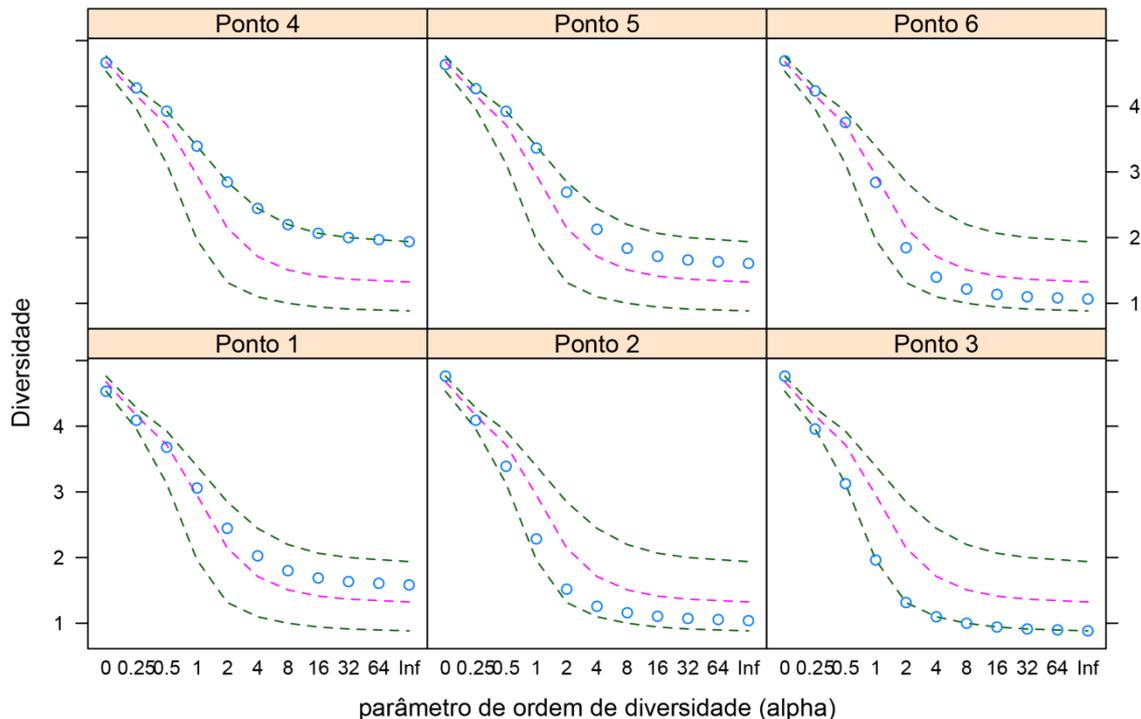


Figura 17.3.4-7. Avaliação da diversidade e equitatividade por ponto de coleta segundo o perfil de diversidade de Rényi (quanto mais elevada for a posição dos pontos em azul, maior será a diversidade, quanto mais tênue for a queda maior a equitatividade).

Os índices ecológicos foram obtidos com base nas informações de abundância das espécies por campanhas e pontos (Tabelas 17.3.4-7, 17.3.4-8, 17.3.4-9 e 17.3.4-10). A riqueza, com variação de 11 a 52, teve seu maior valor no Ponto 3, em abril de 2012, e o menor no Ponto 6, em janeiro de 2012 e 2013, não apresentando alteração com a adição da última campanha. O Ponto 6 foi o que apresentou os menores resultados para riqueza, em especial nas coletas de verão, sendo o oposto verificado no inverno.

A diversidade teve maior registro no Ponto 5, na campanha de outubro de 2011 (3,065), e menor nos pontos 3, em abril de 2011 (0,381), e 2, em julho de 2010 (0,498). Os maiores índices foram registrados nos pontos 1, 2, 4 e 5, em diferentes campanhas que ocorreram durante a primavera e verão.

A equitatividade seguiu praticamente o mesmo padrão observado para a diversidade. A variação foi de 0,106 (Ponto 3 abril de 2011) a 0,935 (Ponto 5 janeiro de 2012), os menores índices ocorreram no outono e inverno e os maiores

no verão. A dominância seguiu o padrão oposto da equitatividade sobre todos os aspectos citados acima.

Tabela 17.3.4-7. Riqueza absoluta de espécies por campanha e ponto de coleta.

	Ponto 01	Ponto 02	Ponto 03	Ponto 04	Ponto 05	Ponto 06
2010-02	26	23	35	30	31	18
2010-04	24	30	31	33	32	31
2010-07	40	39	49	41	30	36
2010-10	30	47	41	28	32	27
2011-02	29	30	36	27	23	16
2011-04	33	31	36	27	26	22
2011-07	19	28	34	19	29	20
2011-10	36	33	30	37	44	34
2012-01	16	15	17	24	15	11
2012-04	20	32	52	20	28	36
2012-07	18	18	22	32	26	28
2013-01	28	34	33	20	19	11
2013-04	27	24	31	19	25	23
2013-07	28	27	29	28	30	27
2013-10	15	26	17	25	19	24

Tabela 17.3.4-8. Diversidade de espécies por campanha e ponto de coleta.

	Ponto 01	Ponto 02	Ponto 03	Ponto 04	Ponto 05	Ponto 06
2010-02	2,416	2,138	2,209	1,495	2,256	0,807
2010-04	2,093	0,537	2,884	1,199	2,127	2,096
2010-07	2,663	0,498	2,76	2,836	2,626	2,328
2010-10	1,32	2,728	2,782	2,866	2,95	2,209
2011-02	2,921	2,985	2,824	2,671	2,514	2,289
2011-04	1,571	2,35	0,381	2,159	2,266	2,779
2011-07	2,53	1,387	1,851	2,428	1,984	2,528
2011-10	2,482	2,164	2,561	2,506	3,065	2,556
2012-01	2,366	2,288	2,648	2,291	2,532	2,033
2012-04	1,656	2,364	1,166	2,357	2,132	2,564
2012-07	1,953	2,334	2,701	1,326	0,682	1,123
2013-01	2,331	1,425	2,565	2,218	1,967	1,438
2013-04	2,738	2,637	1,984	2,074	2,152	2,16
2013-07	2,442	1,467	2,2	2,333	1,815	0,835
2013-10	1,549	2,715	1,699	2,165	1,381	2,571

Tabela 17.3.4-9. Equitatividade por campanha e ponto de coleta.

	Ponto 01	Ponto 02	Ponto 03	Ponto 04	Ponto 05	Ponto 06
2010-02	0,741	0,682	0,621	0,44	0,657	0,279
2010-04	0,659	0,158	0,84	0,343	0,614	0,61
2010-07	0,722	0,136	0,709	0,764	0,772	0,65
2010-10	0,388	0,708	0,749	0,86	0,851	0,67
2011-02	0,867	0,878	0,788	0,811	0,802	0,825
2011-04	0,449	0,684	0,106	0,655	0,695	0,899
2011-07	0,859	0,416	0,525	0,825	0,589	0,844
2011-10	0,693	0,619	0,753	0,694	0,81	0,725
2012-01	0,854	0,845	0,934	0,721	0,935	0,848
2012-04	0,553	0,682	0,295	0,787	0,64	0,715
2012-07	0,676	0,808	0,874	0,382	0,209	0,337
2013-01	0,7	0,404	0,734	0,74	0,668	0,6
2013-04	0,831	0,83	0,578	0,705	0,669	0,689
2013-07	0,733	0,445	0,653	0,7	0,534	0,253
2013-10	0,572	0,833	0,6	0,673	0,469	0,809

Tabela 17.3.4-10. Dominância por campanha e ponto de coleta.

	Ponto 01	Ponto 02	Ponto 03	Ponto 04	Ponto 05	Ponto 06
2010-02	0,259	0,318	0,379	0,56	0,343	0,721
2010-04	0,341	0,842	0,16	0,657	0,386	0,39
2010-07	0,278	0,864	0,291	0,236	0,228	0,35
2010-10	0,612	0,292	0,251	0,14	0,149	0,33
2011-02	0,133	0,122	0,212	0,189	0,198	0,175
2011-04	0,551	0,316	0,894	0,345	0,305	0,101
2011-07	0,141	0,584	0,475	0,175	0,411	0,156
2011-10	0,307	0,381	0,247	0,306	0,19	0,275
2012-01	0,146	0,155	0,066	0,279	0,065	0,152
2012-04	0,447	0,318	0,705	0,213	0,36	0,285
2012-07	0,324	0,192	0,126	0,618	0,791	0,663
2013-01	0,3	0,596	0,266	0,26	0,332	0,4
2013-04	0,169	0,17	0,422	0,295	0,331	0,311
2013-07	0,267	0,555	0,347	0,3	0,466	0,747
2013-10	0,428	0,167	0,4	0,327	0,531	0,191

A análise de componentes principais sobre a abundância padronizada das espécies corroborou a grande diferenciação existente entre os pontos localizados na área de disposição do material dragado (Ponto 2 e 3) com os demais (Figura 17.3.4-8).

A primeira dimensão explicou 35,27% da variabilidade, que revelou a diferença quanto a composição e abundância por espécie do Ponto 6, localizado na área de amortecimento do Parque Marinho da Laje de Santos, com os demais. Nesta dimensão, um *pool* de 42 espécies foi responsável por 52,94% da contribuição no eixo.

A segunda dimensão esteve relacionada com a diferenciação da área de disposição do material dragado (Pontos 2 e 3) de áreas vizinhas (Pontos 1, 4 e 5), explicando 20,89% da variabilidade. Nesta dimensão, 36 espécies representaram conjuntamente 50,92% de contribuição no eixo.

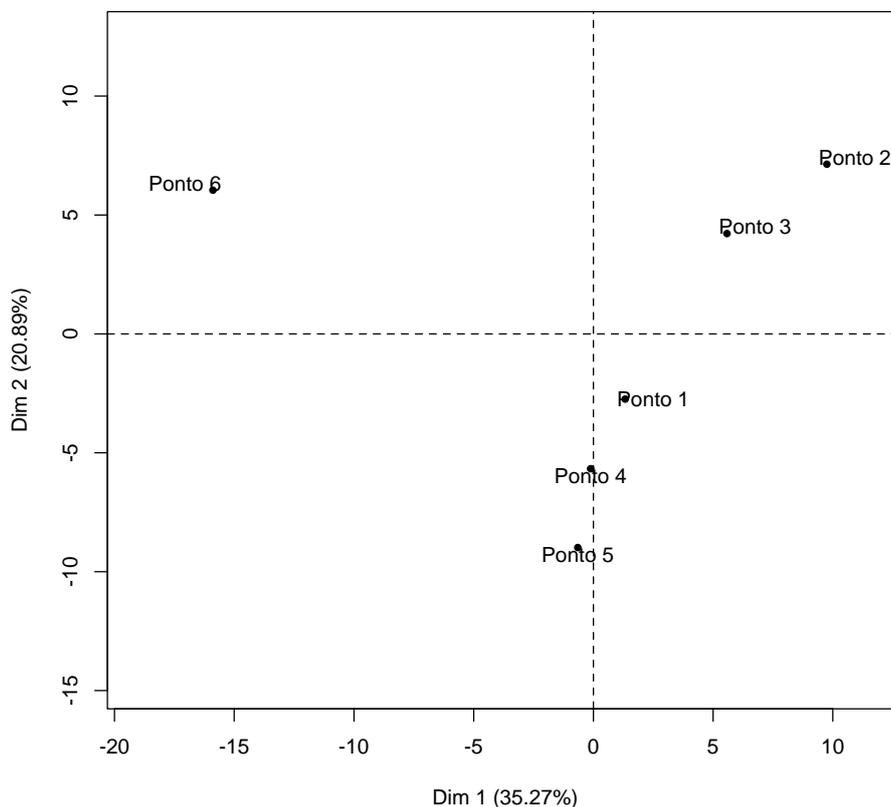


Figura 17.3.4-8. Análise de componentes principais da abundância por espécie padronizada ( $\log x + 1$ ) em função dos pontos de coleta.

### 17.3.5. Análises químicas nos tecidos dos organismos

Durante o segundo semestre de 2013 foi realizada uma campanha para análise química nos tecidos de organismos demersais-bentônicos em julho de

2013. Todos os resultados referentes a esta campanha já foram apresentados no Relatório Consolidado RTS – 111113.

Além da campanha de julho de 2013, durante o período de elaboração deste relatório, foi realizada a campanha de coleta de organismos no PDO e áreas adjacentes para análise química de tecidos referente ao mês de janeiro de 2014. As atividades de coleta foram realizadas com a embarcação pesqueira de arrasto duplo “B.J.B.”, licenciada para operar com arrasto de porta na pesca de camarão, que esteve equipada com duas redes de arrasto de fundo com portas (*Otter trawl*) do tipo semibalão com 7 metros de abertura de boca e duração de 30 minutos em cada arrasto. A Figura 17.3.5-1 apresenta a localização dos pontos de arrasto de fundo.

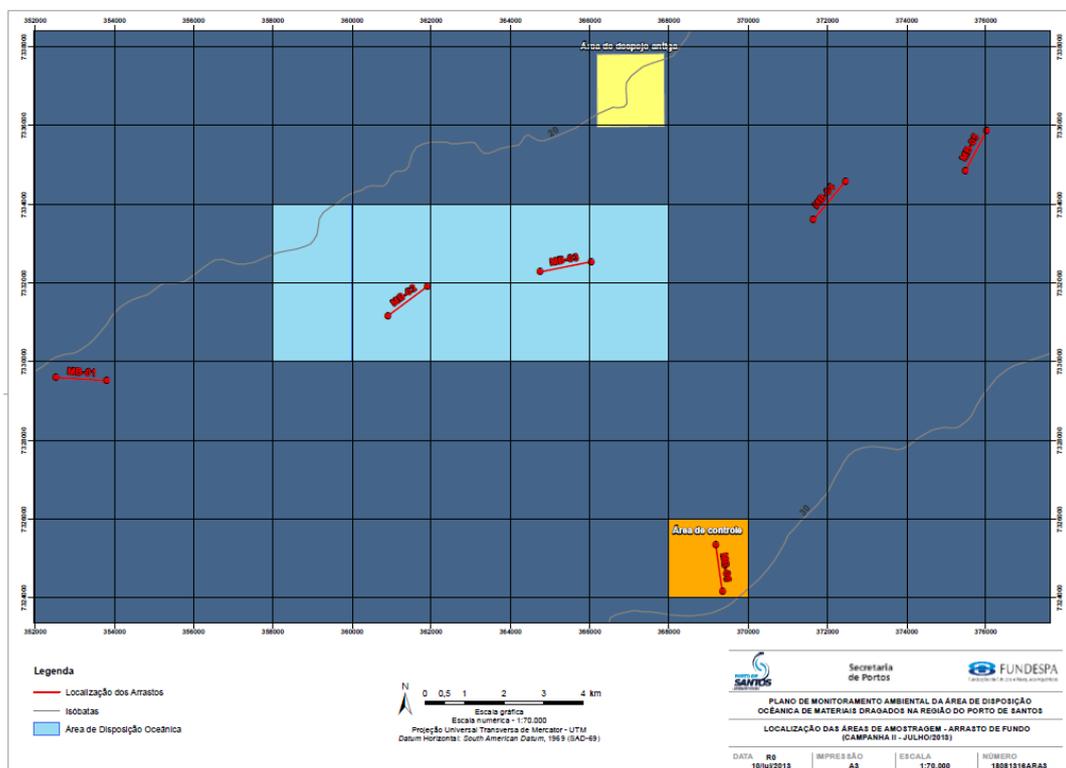


Figura 17.3.5-1. Localização dos arrastos de fundo no PDO e áreas adjacentes (MB-01 a MB-06), Campanha de janeiro de 2014.

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 17.8-11 apresenta o dossiê fotográfico dos procedimentos utilizados para a coleta e tratamento das amostras de organismos para as análises químicas nos tecidos musculares e o Anexo 17.8-12 apresenta as cadeias de custódia das amostras enviadas ao laboratório responsável pelas análises químicas.

A campanha de amostragem de organismos foi realizada nos dias 09 e 10 de janeiro de 2014. 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*); linguados (*Syacium papillosum*; *Etropus longimanus*; *Symphurus* sp); coió (*Dactylopterus volitans*) e goete (*Cynoscion jamaicensis*).
- Peixes cartilaginosos: raia-viola-de-cara-curta (*Zapteryx brevirostris*); e
- Crustáceos: siri (*Callinectes* sp).

As amostras obtidas foram enviadas ao laboratório de análises químicas. A sigla de identificação dessas amostras foi composta da seguinte maneira: MB – identifica material biológico + número referente à região de coleta + diferenciação dos organismos analisados pelas siglas LI (linguado), ML (maria-luiza), GO (goete), RA (raia), CO (coió) e SI (siri).

Os resultados da biometria e das análises químicas nos tecidos dos organismos amostrados em janeiro de 2014 serão apresentados em relatório futuro.

## 17.4. Considerações finais

### 17.4.1. Avaliação da qualidade do sedimento

O presente relatório contempla a apresentação dos resultados das análises físico-químicas das amostras referentes às Campanhas de agosto a dezembro de 2013 e das análises químicas, ecotoxicológicas e granulométricas das Campanhas de agosto a novembro de 2013. Os resultados referentes à Campanha de julho de 2013 já foram apresentados no Relatório Consolidado RTS – 111113.

Os resultados das medições físico-químicas realizadas *in situ* nas campanhas de agosto a dezembro de 2013 evidenciaram valores similares entre si de pH, E<sub>H</sub> e temperatura média.

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

Alguns compostos de hidrocarbonetos policíclicos aromáticos foram quantificados nas amostras das quadrículas Q8 e Q10 na campanha de outubro de 2013. Entretanto, todos os valores observados estiveram abaixo do valor orientador de Nível 1 da Resolução CONAMA 454/12, com exceção do composto fluoreno na amostra PS-Q10. Ressalta-se que o referido composto na amostra analisada da campanha seguinte (novembro de 2013) apresentou novamente concentração abaixo do limite de quantificação do método analítico utilizado, portanto, o ocorrido foi de abrangência pontual e temporalmente esporádica.

Entre os demais compostos analisados (bifenilas policloradas e pesticidas organoclorados e tributilestanho) não foram observadas concentrações acima do limite de quantificação do método analítico em nenhuma das amostras analisadas. Também não foram observados efeitos tóxicos para o organismo

teste (*Leptocheirus plumulosus*) em todas as amostras de sedimentos submetidas aos ensaios ecotoxicológicos.

Os parâmetros fósforo total, nitrogênio Kjeldahl total e o carbono orgânico total, analisados nas campanhas de agosto a novembro de 2013, ocorreram em todas as amostras em valores inferiores aos valores de alerta estabelecidos na Resolução CONAMA 454/12.

Os resultados da caracterização física do sedimento entre as campanhas de agosto a novembro de 2013 são similares àqueles observados durante as amostragens realizadas ao longo dos anos de 2010, 2011 e 2012 (Fundespa, 2012).

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

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

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

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

A campanha de outubro de 2013 repete o que as três últimas campanhas demonstraram, ou seja, que os possíveis impactos não são concentrados nas quadrículas onde o sedimento foi diretamente disposto (quadrículas PS-Q8 para janeiro de 2013, PS-Q3 para abril de 2013 e PS-Q10 para julho de 2013 e PS-Q3, PS-Q8 e PS-Q10 Outubro de 2013). Os efeitos desta disposição influíram em quadrículas adjacentes, porém em direções e com intensidades distintas entre as campanhas. Em janeiro de 2013, os efeitos parecem ter sido mais espalhados em direção a noroeste, passando pelas quadrículas PS-Q2, PS-Ad12 e PS-Q1 (baixa

equitatividade). Já em abril de 2013, os efeitos foram maiores apenas na quadrícula PS-Q2, imediatamente adjacente à leste da PS-Q3, onde o sedimento estava sendo disposto. Em julho de 2013, a menor densidade ocorreu em PS-Ad16, quadrícula adjacente à PS-Q10. Na campanha mais recente (outubro), as quadrículas que mais receberam influência da disposição do material dragado estão a norte e a nordeste de PS-Q3, PS-Q8 e PS-Q10. Isso sugere que os processos físicos são importantíssimos na redistribuição de sedimentos dispostos e que há uma variação espaço-temporal importante no impacto causado na área de disposição e adjacências.

Sugere-se que o monitoramento da pluma de sedimentos (direção e espalhamento) e dos padrões de corrente marinhas na área sejam observadas de modo a contribuir para a explicação da influência da deposição do material dragado sobre a fauna bentônica da área de interesse.

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

Considerando aspectos sazonais da comunidade, o monitoramento demonstra que a variabilidade da fauna demersal-bentônica no ambiente tem influência principal de fatores sazonais, relacionados ao ciclo de vida das espécies, e secundária do efeito da disposição do material dragado.

No primeiro caso é nítida a diminuição da comunidade nas estações mais frias do ano, registrando baixos índices de diversidade e equitatividade. Em contrapartida a influência da disposição é notada pontualmente, como o aumento da abundância de *Xiphopenaeus kroyeri* (camarão-sete-barbas) nos pontos de disposição, concomitante ao aumento do número de viagens da draga e a alta similaridade na composição.

Sobre a questão espacial a influência da disposição do material dragado fica mais evidente nos pontos 02 e 03, que se localizam na área de disposição e apresentaram baixa similaridade em relação às demais áreas vizinhas. Além disto, quando avaliado os perfis de diversidade, os menores valores são observados nestes dois locais próximos da área de disposição, diferindo completamente do verificado nos pontos 1 e 4.

Ainda sobre a área de disposição, em contrapartida ao discutido anteriormente, nesta localidade são observadas as maiores abundâncias por campanha. Em fevereiro de 2010 (pré-dragagem), os pontos 02 e 03 apresentavam abundância a patamares semelhantes aos dos demais pontos. Em abril de 2010, no ponto 02, foi registrada abundância média 10 vezes maior que nos demais locais e, a partir de então, manteve uma média de 1166 indivíduos por campanha (Tabela 17.5.2-1). No ponto 03 este aumento da abundância ocorreu a partir de julho de 2010, com picos em abril de 2011 e 2012, e média de 2072 indivíduos por campanha.

Tabela 17.5.2-1. Abundância total por campanha e ponto de coleta no período de fevereiro de 2010 a outubro de 2013.

<b>Campanha</b>	<b>Ponto 1</b>	<b>Ponto 2</b>	<b>Ponto 3</b>	<b>Ponto 4</b>	<b>Ponto 5</b>	<b>Ponto 6</b>
2010-02	152	192	289	456	396	978
2010-04	407	5003	159	661	406	332
2010-07	731	5576	1208	993	455	440
2010-10	1203	1292	510	121	130	250
2011-02	144	174	226	153	151	85
2011-04	2004	853	13373	275	193	74
2011-07	67	770	1103	55	512	111
2011-10	536	446	401	502	343	281
2012-01	64	52	32	147	24	36
2012-04	238	263	12027	72	314	386
2012-07	140	191	86	626	704	867
2013-01	280	1900	643	114	190	80
2013-04	120	79	692	83	387	224
2013-07	284	557	247	440	283	887
2013-10	171	147	91	164	268	404
<b>Total</b>	<b>6541</b>	<b>17495</b>	<b>31087</b>	<b>4862</b>	<b>4756</b>	<b>5435</b>

Na última campanha (outubro de 2013) os dois pontos localizados na área de disposição voltaram a patamares de abundância semelhante aos demais, porém tal fato ocorrera em outros momentos do monitoramento, não significando que a área retornou a sua condição anterior.

Não existe série de dados nesta área que anteceda a disposição do material dragado, 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.

Como discutido ao longo do documento, é fundamental a continuidade do monitoramento a fim de avaliar a ação dos possíveis efeitos antropogênicos a médio e longo prazo, mesmo após o término da disposição do material dragado, visando identificar uma possível normalização da área em relação aos aspectos sobre a comunidade.

Paralelamente, para o melhor alcance dos objetivos inicialmente propostos e a efetividade das hipóteses levantadas, sugere-se a inclusão de uma análise, contemplando o mesmo período estudado, da produção das espécies comercialmente mais importantes, a partir de dados oficiais da estatística pesqueira paulista, e sua correlação com as variações da biomassa dessas espécies no atual monitoramento. Esta análise teria finalidade de verificar se as variações da abundância dessas espécies ocorrem no ambiente de uma forma geral ou se são em função da disposição do material dragado. Além disso, tal análise poderá verificar se o aumento da biomassa do camarão sete-barbas teria promovido uma transferência de esforço de pesca (especificamente no caso da pesca de arrasto de portas pequeno dirigida ao camarão sete-barbas) para as áreas adjacentes ao PDO em função do comentado possível impacto “positivo” que a disposição de sedimento estaria causando para as espécies bentófagas.

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

Durante o segundo semestre de 2013 foi realizada uma campanha para análise química nos tecidos de organismos demersais-bentônicos em julho de 2013. Todos os resultados referentes a esta campanha já foram apresentados no Relatório Consolidado RTS – 111113.

Além dessa campanha, durante o período de elaboração deste relatório, foi realizada a Campanha de janeiro de 2014, que selecionou três grupos de

organismos (peixes teleósteos, peixes cartilaginosos e crustáceos) para realização das análises químicas nos tecidos. As espécies selecionadas foram: linguados (*Syacium papillosum*; *Etropus longimanus*; *Symphurus sp*), maria-luiza (*Paralonchurus brasiliensis*), coió (*Dactylopterus volitans*), goete (*Cynoscion jamaicensis*), raia-viola-de-cara-curta (*Zapteryx brevirostris*) e siri (*Callinectes sp*). Desta forma, a referida campanha totalizou 12 amostras, sendo: 03 amostras de coió (áreas 01, 04/05 e 06), 02 de linguado (áreas 04 e 06), 02 de maria-luiza (áreas 02 e 03), 02 de goete (áreas 02 e 03), 02 de raia-viola-de-cara-curta (áreas 02/03 e 04) e 01 de siri (área 05).

Os resultados das análises biométricas dos organismos coletados e das análises químicas nos tecidos musculares, referente às amostras supracitadas, estão em análise pelos laboratórios responsáveis e serão apresentados em relatório futuro.

## 17.5. Cronograma

O cronograma das atividades desenvolvidas por este programa ao longo dos meses de monitoramento é apresentado na Tabela 17.5-1.

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

Área	N° Amostras	Código da amostra	Parâmetro	Frequência de amostragem - Cronograma Mensal - PROGRAMA DE MONITORAMENTO DO PDO - Ano 2013								
				Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	jan/14		
ÁREA DESCARTE (PS-Q1 A PS-Q10) - 10 pontos com 3 subamostras compostas em uma por quadrícula	10	PS-Q1 A PS-Q10	Análise química: HPAs e Metais	S	M	M	T	M	M	S		
			Granulometria	S	M	M	T	M	M	S		
			Análise Ecotoxicológica	S	M	M	T	M	M	S		
			Análise química: CONAMA 454/12 completa	S			T			S		
				Organismos bentônicos	S			T		S		
	2	MB-02 e MB-03	Análise química nos tecidos musculares	S			T			S		
2	MO-02 e MO-03	Organismos demersais-bentônicos	S			T			S			
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	S	M	M	T	M	M	S		
			Granulometria	S	M	M	T	M	M	S		
			Análise Ecotoxicológica	S	M	M	T	M	M	S		
			Análise química: CONAMA 454/12 completa	S			T			S		
						Organismos bentônicos	S			T		S
ÁREA A SER CONTROLADA (PS-C1) - 1 estação com 3 sub-amostras	1	PS-C1	Análise química: HPAs e Metais	S	M	M	T	M	M	S		
			Granulometria	S	M	M	T	M	M	S		
			Análise Ecotoxicológica	S	M	M	T	M	M	S		
			Análise química: CONAMA 454/12 completa	S	M	M	T	M	M	S		
						Organismos bentônicos	S			T		S
			MB-06	Análise química nos tecidos musculares	S			T			S	
	MO-06	Organismos demersais-bentônicos	S			T			S			
PONTOS A NORDESTE (PS-N1 e PS-N2) E A SUDOESTE (PS-S1)	3	PS-N1; PS-N2; PS-S1	Granulometria	S	M	M	T	M	M	S		
			Análise Ecotoxicológica	S						S		
			Análise química: CONAMA 454/12 completa	S						S		
						Organismos bentônicos	S			T		S
			MB-01, MB-04 e MB-05	Análise química nos tecidos musculares	S			T			S	
			MO-01, MO-04 e MO-05	Organismos demersais-bentônicos	S			T			S	

LEGENDA	
M	MENSAL
T	TRIMESTRAL
S	SEMESTRAL

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

## 17.6. Referências Bibliográficas

- ABNT, Associação Brasileira de Normas Técnicas 2005. ABNT/NBR ISO/IEC 17025. Requisitos gerais para a competência de laboratórios de ensaio e calibração. Rio de Janeiro
- ABNT, Associação Brasileira de Normas Técnicas 2006. ABNT/NBR 15350. Ecotoxicologia aquática – Toxicidade crônica de curta duração – Método de ensaio do ouriço-do-mar (Echinodermata:Echinoidea). Rio de Janeiro, 17 p.
- ABNT, Associação Brasileira de Normas Técnicas 2008. ABNT/NBR 15638. Qualidade da água – Determinação da toxicidade aguda de sedimentos marinhos ou estuarino com anfípodos. Rio de Janeiro, 17 p.
- Barletta, M. & Corrêa, M.F.M. 1992. Guia para a Identificação de Peixes da Costa do Brasil. São Paulo: Ed. da UFPR, 131p. Disponível em: <[biotaneotropica.org.br/v3n1/pt/abstract?article+BN01503012003](http://biotaneotropica.org.br/v3n1/pt/abstract?article+BN01503012003)>. Acesso em: 2010.
- Bousfield, E.L. 1973. Shallow-Water Gammeridiean Amphipoda of New England. Cornell University, Ithaca, NY, 312 p.
- Bower, C.E. & Bidwell, J.P. 1978. Ionization of ammonia in seawater: Effects of temperature, pH, and salinity. J. Fish. Res. Board Can., 35: 1012-1016.
- Brasil 1965. Decreto Nº 55.871, de 26 de março de 1965. Casa Civil Subchefia para Assuntos Jurídicos. Referente a normas reguladoras do emprego de aditivos para alimentos. Diário Oficial da União; Poder Executivo, de 09 de abril de 1965 Disponível em: <[http://www.anvisa.gov.br/legis/decretos/55871\\_65.htm](http://www.anvisa.gov.br/legis/decretos/55871_65.htm)>. Acessado em 2010.
- Brasil 1998. Portaria N º 685, de 27 de agosto de 1998. Estabelece os níveis máximos de contaminantes químicos em alimentos e os limites máximos de tolerância para contaminantes inorgânicos. Diário Oficial da União de 28 de agosto de 1998, seção 1, 28 p. Disponível em: <[http://www.anvisa.gov.br/legis/portarias/685\\_98.htm](http://www.anvisa.gov.br/legis/portarias/685_98.htm)>. Acesso em 2010.
- Brasil 2004. Resolução CONAMA Nº 344, de 25 de março de 2004. Estabelece as diretrizes gerais e os procedimentos mínimos para a avaliação do material a ser dragado em águas jurisdicionais brasileiras e dá outras providências.

Diário Oficial da União, Brasília, Edição nº 087 de 07/05/2004, p. 56-57.  
Disponível em:  
<<http://www.mma.gov.br/port/conama/res/res04/res34404.xml>>.

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)>

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

Clarke, K.R. & Warwick, R.M. 2001. Change in Marine Communities: An Approach to Statistical Analysis and Interpretation. 2<sup>nd</sup> 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). Disponível em:  
<<http://www.biotaneotropica.org.br/v3n1/pt/abstract?article+BN0150301200>>

Embrapa, 1997. Manual de métodos de análise de solo. 2 ed. Embrapa/CNPS, Rio de Janeiro, p. 212.

Erickson, W.P. & McDonald, L.L. 1995. Tests for bioequivalence of control media and test media in studies of toxicity. Environmental Toxicology Chemistry, 14: 1274-1256.

Figueiredo J.L. 1977. Manual de Peixes Marinhos do Sudeste do Brasil. I. Cações e Raias. São Paulo: Univ. De S. Paulo, Museu de Zoologia. 103 p.

- Figueiredo, J.L & Menzezes, N.A. 1978. Manual de peixes marinhos do sudeste do Brasil II Teleostei (1). São Paulo: Museu de Zoologia da Universidade de São Paulo.
- FRF- Fundação Ricardo Franco 2008. Estudo de Impacto Ambiental (EIA) e Relatório de Impacto Ambiental (RIMA): projeto de aprofundamento do canal de navegação do Porto de Santos, Santos, SP. São Paulo.
- 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.
- IBAMA, Instituto Brasileiro de Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis 2009. Parecer Técnico N° 134/2009, COTRA/CGTMO/ DILIC/ IBAMA, Brasília, 34 p.
- Jost, L. 2007. Partitioning diversity in to independent alpha and beta components. *Ecology*, 88(10): 2427-2439.
- 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. & Santos, F.A.M. 1999. Técnicas Usuais de Estimativa da Biodiversidade. *Holos Environment*, 1(1): 236-267.
- Mcgee, B.L.; Schlekat, C.E., Reinharz, E. 1993. Assessing Sub-Lethal Levels of Sediment Contamination with the Estuarine Amphipod. *Leptocheirus plumulosus*. *Environ. Toxicol. Chem.*, 12: 577-588.
- Melo, G.S. 1996. Manual de Identificação dos Brachyura (Caranguejos e Siris) Do Menezes, N.A. & Figueiredo, J.L. 1980. Manual de peixes do Sudeste Brasileiro. livro (1). Teleostei. Museu de Zoologia, Universidade de São

Paulo, São Paulo, 123 p.

Menezes, N.A. & Figueiredo, J.L. 1980. Manual de peixes do Sudeste Brasileiro. livro (1). Teleostei. Museu de Zoologia, Universidade de São Paulo, São Paulo, 123 p.

Menezes, N.A. & Figueiredo, J.L. 1981 Manual de peixes do Sudeste Brasileiro. livro (3). Teleostei. Museu de Zoologia, Universidade de São Paulo, São Paulo, 128 p.

Menezes, N.A. & Figueiredo, J.L. 1985. Manual de peixes do Sudeste Brasileiro. livro (5). Teleostei. Museu De Zoologia, Universidade De São Paulo, São Paulo, 115 p.

Meyer, V. & Ludorff, W. 1978. El pescado y los productos de la pesca. Editora ACRIBIA, Zaragoza, Espanha, 341 p.

Murakami, T. & Amaoka, K. 1992. Review of the genus *Syacium* (Paralichthyidae) with the description of a new species from ecuador and colombia. Bulletin of the Faculty of Fisheries Hokkaido University, 43(2): 61-95.

Pinkas, L.M.; Oliphant, S.; Iverson, I.L.K. 1971. *Food habits of albacore, bluefin tuna and bonito in Californian waters*. Calif. Fish Game, 152, 105 p.

Prósperi, V.A. 2002. Comparação de métodos ecotoxicológicos na avaliação de sedimentos marinhos e estuarinos. Tese de Doutorado, Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos.

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

Randall, J.E. 1983. Caribbean Reef Fishes. Tfh, Neptune City. 323p.

Rios, E.C. 1986. Seashells of Brazil. Rio Grande, Ed. Furg, 2 Ed., 368p.

Romesburg, H.C. 1984. Cluster analysis for researchers. Lifetime Learning Publ. Belmont. 335 p.

- Santos, K.C. 2004. Aspectos morfológicos e taxonômicos de Tanaidacea (Crustacea - Peracarida), na plataforma continental brasileira, com ênfase na subordem Apseudomorpha. Tese de Doutorado, Instituto Oceanográfico da Universidade de São Paulo, vol.I, 232 p.
- São Paulo (Estado) 2010. Decreto Nº 56.031, de 20 de julho de 2010. 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/files/2012/04/22\\_160412.pdf](http://www.ambiente.sp.gov.br/legislacao/files/2012/04/22_160412.pdf)>. Acesso em: setembro de 2013.
- 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.
- Tóthmérész, B. 1995. Comparison of different methods for diversity ordering. Journal of Vegetation Science 6: 283-290.
- USACE, United States. Army Corps of Engineers 1998. Use of Sediment Quality Guidelines (SQGs) in dredged material management. Dredging Research Technical Note EEDP-04-29. UEPA, Washington, DC.
- USEPA, United States Environmental Protection Agency 1994. Methods for assessing the toxicity of sediment-associated contaminants with estuarine and marine amphipods. EPA 600/R-94/025. U.S. Epam Office of Research and Development, Narragansett, Ri.
- USEPA, United States Environmental Protection Agency 1998. Evaluation of dredge material proposed for discharge in waters of the U.S.: Testing Manual. EPA 823-B-98-004. USEPA/USACE, Washington, DC, 176 p.

- USEPA, United States Environmental Protection Agency 2001. Method for assessing the chronic toxicity of marine and estuarine sediment associated contaminants with the amphipod *Leptocheirus plumulosus*. EPA-600/R-01/020. Environmental Protection Agency, Cincinnati, U. S., 120 p.
- USEPA, United States Environmental Protection Agency 2010. Water Quality Assessment Guidance Manual. *In*: Integrated Water Quality Report (Y2010 305(b)/303(d)); APPENDIX E-1 - Fish Tissue Values (TVs). Disponível em: <<http://www.deq.virginia.gov/water>>. Acessado em 2010.
- Vazzoler, A.E.A.M. 1996. Biologia da reprodução de peixes teleósteos: teoria e prática. EDUEM, Maringá:, 169 p.
- Waiteman, C.R. 2009. Composição e distribuição dos Amphipoda (Crustacea: Peracarida) na Plataforma Continental entre São Sebastião e Peruíbe (São Paulo, Brasil). Dissertação de Mestrado, Instituto Oceanográfico da Universidade de São Paulo, 113 p.
- Whitfield, M. 1974. The hydrolysis of ammonia ions in sea water: a theoretical study, *Journal of Marine Biology*. Ass. U.K., 54: 565-580.
- Zar, J.H. 1999. *Biostatistical Analysis*. Upper Saddle River, New Jersey, Prentice-Hall, Inc.

### **17.7. Equipe técnica**

- Bauer Rachid - Oceanógrafo, Dr.
- Carlos Eduardo Neves Consulim – Oceanógrafo
- Clarice Yumi Hiramatsu - Química
- Cristina Gonçalves – Química, Msc.
- Felipe Tonella – Oceanógrafo
- Flavia Belloni Passaglia Pereira – Oceanógrafa
- Giuliana Felamingo de Oliveira - Oceanógrafa
- Lívia Huln Fenili – Oceanógrafa, Msc

Luciana Erika Yaginuma – Oceanógrafa, Msc

Maria Silvia Sarti – Bióloga, Msc.

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

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

Paulo Gomes Yukio Sumida – Oceanógrafo, Dr.

Priscilla Bosa – Oceanógrafa, Msc

Sérgio Luiz Tutui – Biólogo, Dr.

Tábata S. Prado – Oceanógrafa

## 17.8. Anexos

- Anexo 17.8-1. Dossiê fotográfico das amostragens de sedimento realizadas nas quadrículas do PDO, áreas adjacentes e ponto a ser controlado das Campanhas de agosto a dezembro de 2013;
- Anexo 17.8-2. Programa de garantia de controle de qualidade (QA/QC);
- Anexo 17.8-3. Relatórios das análises físico-químicas realizadas *in situ* nas amostras de sedimento das Campanhas de agosto a dezembro de 2013;
- Anexo 17.8-4. Cadeias de custódia das amostras de sedimento das Campanhas de agosto a dezembro de 2013 enviadas ao laboratório *Analytical Technology* para análises dos parâmetros químicos e granulométricos;
- Anexo 17.8-5. Relatórios das análises químicas e granulométricas das amostras de sedimentos das Campanhas de agosto a novembro de 2013;
- Anexo 17.8-6. Cadeias de custódia das amostras de sedimento das Campanhas de agosto a dezembro de 2013 enviadas ao laboratório TECAM para ensaios ecotoxicológicos;
- Anexo 17.8-7. Relatórios dos ensaios ecotoxicológicos das amostras de sedimento das Campanhas de agosto a novembro de 2013;

- Anexo 17.8-8. Tabela integrada dos resultados físico-químicos *in situ* das amostras de sedimento das Campanhas de agosto a dezembro de 2013;
- Anexo 17.8-9. Tabela integrada dos resultados das análises químicas e granulométricas realizadas nas amostras de sedimentos das Campanhas de agosto a novembro de 2013;
- Anexo 17.8-10. Lista das espécies e suas abundâncias da comunidade bentônica registradas nas Campanhas de janeiro a outubro de 2013;
- Anexo 17.8-11. Dossiê fotográfico dos procedimentos de coleta e tratamento das amostras de tecido dos organismos demersais bentônicos da Campanha de janeiro de 2014;
- Anexo 17.8-12. Cadeias de custódia das amostras de tecido muscular da Campanha de janeiro de 2014 enviadas ao laboratório *Analytical Technology* para análise química.

ANEXO 17.8-1. DOSSIÊ FOTOGRÁFICO DAS AMOSTRAGENS DE SEDIMENTO REALIZADAS NAS QUADRÍCULAS DO PDO, ÁREAS ADJACENTES E PONTO A SER CONTROLADO DAS CAMPANHAS DE AGOSTO A DEZEMBRO DE 2013

ANEXO 17.8-2. PROGRAMA DE GARANTIA DE CONTROLE DE QUALIDADE  
(QA/QC)

ANEXO 17.8-3. RELATÓRIOS DAS ANÁLISES FÍSICO-QUÍMICAS REALIZADAS  
*IN SITU* NAS AMOSTRAS DE SEDIMENTO DAS CAMPANHAS DE AGOSTO A  
DEZEMBRO DE 2013

ANEXO 17.8-4. CADEIAS DE CUSTÓDIA DAS AMOSTRAS DE SEDIMENTO DAS CAMPANHAS DE AGOSTO A DEZEMBRO DE 2013 ENVIADAS AO LABORATÓRIO *ANALYTICAL TECHNOLOGY* PARA ANÁLISES DOS PARÂMETROS QUÍMICOS E GRANULOMÉTRICOS

ANEXO 17.8-5. RELATÓRIOS DAS ANÁLISES QUÍMICAS E GRANULOMÉTRICAS DAS AMOSTRAS DE SEDIMENTOS DAS CAMPANHAS DE AGOSTO A NOVEMBRO DE 2013

ANEXO 17.8-6. CADEIAS DE CUSTÓDIA DAS AMOSTRAS DE SEDIMENTO  
DAS CAMPANHAS DE AGOSTO A DEZEMBRO DE 2013 ENVIADAS AO  
LABORATÓRIO TECAM PARA ENSAIOS ECOTOXICOLÓGICOS

ANEXO 17.8-7. RELATÓRIOS DOS ENSAIOS ECOTOXICOLÓGICOS DAS AMOSTRAS DE SEDIMENTO DAS CAMPANHAS DE AGOSTO A NOVEMBRO DE 2013

ANEXO 17.8-8. TABELA INTEGRADA DOS RESULTADOS FÍSICO-QUÍMICOS  
*IN SITU* DAS AMOSTRAS DE SEDIMENTO DAS CAMPANHAS DE AGOSTO A  
DEZEMBRO DE 2013

ANEXO 17.8-9. TABELA INTEGRADA DOS RESULTADOS DAS ANÁLISES QUÍMICAS E GRANULOMÉTRICAS REALIZADAS NAS AMOSTRAS DE SEDIMENTOS DAS CAMPANHAS DE AGOSTO A NOVEMBRO DE 2013

ANEXO 17.8-10. LISTA DAS ESPÉCIES E SUAS ABUNDÂNCIAS DA  
COMUNIDADE BENTÔNICA REGISTRADAS NAS CAMPANHAS DE JANEIRO A  
OUTUBRO DE 2013

ANEXO 17.8-11. DOSSIÊ FOTOGRÁFICO DOS PROCEDIMENTOS DE COLETA  
E TRATAMENTO DAS AMOSTRAS DE TECIDO DOS ORGANISMOS  
DEMERSAIS BENTÔNICOS DA CAMPANHA DE JANEIRO DE 2014

ANEXO 17.8-12. CADEIAS DE CUSTÓDIA DAS AMOSTRAS DE TECIDO MUSCULAR DA CAMPANHA DE JANEIRO DE 2014 ENVIADAS AO LABORATÓRIO *ANALYTICAL TECHNOLOGY* PARA ANÁLISE QUÍMICA