

13. PROGRAMA DE MONITORAMENTO DA MACROFAUNA BENTÔNICA.....	1
13.1. INTRODUÇÃO E OBJETIVOS.....	1
13.2. METODOLOGIA.....	1
13.3. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	5
13.3.1. <i>Atividades desenvolvidas no 1º e 2º Semestres de 2010: Janeiro a Dezembro</i>	5
13.3.2. <i>Atividades desenvolvidas no 1º e 2º Semestres de 2011: Janeiro a Dezembro</i>	5
13.3.3. <i>Atividades desenvolvidas no 1º Semestre de 2012: Janeiro a Julho</i>	5
13.4. ANÁLISE TEMPORAL	16
13.5. CONSIDERAÇÕES FINAIS	31
13.6. CRONOGRAMA	32
13.7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	32
13.8. EQUIPE TÉCNICA.....	33
13.9. ANEXOS	33

13. Programa de Monitoramento da Macrofauna Bentônica

13.1. Introdução e Objetivos

Este programa tem como objetivo quantificar e qualificar os possíveis impactos do processo de dragagem de aprofundamento e das medidas mitigadoras propostas sobre macrofauna bentônica.

13.2. Metodologia

Este estudo irá ocorrer em toda a área diretamente afetada (ADA) e área de influência direta (AID) no estuário e coincidente com os pontos amostrados no diagnóstico do meio biótico apresentado no EIA/RIMA da dragagem de aprofundamento do canal de navegação do Porto de Santos (FRF, 2008).

A rede amostral do programa em questão é composta por um total de 50 pontos de coleta, sendo 40 pontos (Tabela 13.2-1) coincidentes ao estudo do meio biótico do EIA/RIMA da dragagem de aprofundamento do canal do Porto de Santos (FRF, 2008) e 10 pontos (Tabela 13.2-2) adicionais na área dragada (meio do canal), conforme a Figura 13.2-1, que foram amostrados com frequência semestral.

A coleta da macrofauna bentônica foi realizada utilizando pegador-de-fundo do tipo *Van Veen*, com área amostral de 0,05 m² e volume de 4 litros de sedimento. Foram realizadas coletas nos 50 pontos, sendo coletadas três réplicas para cada ponto de amostragem. As amostras foram lavadas em peneira de 500 µm e o material retido foi preservado em álcool a 70% para posterior análise. Em laboratório, as amostras foram triadas sob microscópio estereoscópico (Leica MZ6®) e os organismos separados em grandes grupos. A fauna foi identificada no menor nível taxonômico possível e os organismos não identificados em nível de espécie foram classificados em morfotipos para serem incluídos nos cálculos de riqueza e diversidade de espécies. Os resultados foram expressos utilizando as médias das triplicatas, com os respectivos valores de erro-padrão.

Todo o trabalho de coleta foi realizado a bordo da embarcação LABOR, barco do tipo catraia, sendo utilizada também uma embarcação de pequeno porte de alumínio para os pontos de menor profundidade.

Tabela 13.2-1. Pontos de amostragem coincidentes com o EIA/RIMA e suas respectivas coordenadas de localização geográfica (Datum WGS 84).

Pontos	Fuso	Leste (E)	Norte (N)	Pontos	Fuso	Leste (E)	Norte (N)
P1	23J	364.243	7.342.570	P21	23K	360.068	7.354.666
P2	23J	364587	7.343.656	P22	23K	359.927	7.355.545
P3	23K	365.514	7.345.615	P23	23K	366.849	7.355.538
P4	23K	365.053	7.346.057	P24	23K	366.623	7.354.591
P5	23K	368.881	7.346.654	P25	23K	367.152	7.353.981
P6	23K	368.576	7.346.812	P26	23K	368.343	7.354.110
P7	23K	368.827	7.348.443	P27	23K	368.574	7.353.681
P8	23K	368.427	7.348.255	P28	23K	369.992	7.354.387
P9	23K	367.688	7.349.946	P29	23K	373.731	7.343.648
P10	23K	367.306	7.349.713	P30	23K	374.462	7.353.003
P11	23K	366.992	7.352.522	P31	23K	374.374	7.354.463
P12	23K	366.399	7.352.544	P32	23K	375.100	7.354.975
P13	23K	366.405	7.353.183	P33	23K	375.316	7.355.513
P14	23K	365.322	7.353.365	P34	23K	376.040	7.355.110
P15	23K	363.729	7.353.503	P35	23K	357.327	7.353.578
P16	23K	364.385	7.354.524	P36	23K	358.885	7.352.584
P17	23K	363.438	7.354.500	P37	23K	356.412	7.352.200
P18	23K	363.654	7.354.616	P38	23K	354.018	7.352.037
P19	23K	360.677	7.354.199	P39	23K	353.447	7.350.594
P20	23K	361.146	7.354.776	P40	23K	355.805	7.349.602

Tabela 13.2-2. Pontos de amostragem no meio do canal de navegação e suas respectivas coordenadas de localização geográfica (Datum WGS 84).

Pontos	Fuso	Leste (E)	Norte (N)
P1C	23K	366.125	7.345.900
P2C	23K	367.885	7.345.998
P3C	23K	368.802	7.347.911
P4C	23K	368.171	7.348.891
P5C	23K	367.234	7.349.939
P6C	23K	366.810	7.350.953
P7C	23K	366.468	7.352.242
P8C	23K	364.919	7.353.075
P9C	23K	363.317	7.353.943
P10C	23K	361.032	7.354.484

Figura 13.2-1. Indicação dos 50 pontos amostrais da comunidade da macrofauna bentônica. Em amarelo os pontos indicados pelo EIA/RIMA (FRF, 2008) e em azul os pontos adicionais na área dragada.

13.2.1. Análises Estatísticas

Os cálculos para as densidades médias e descritores da comunidade bentônica foram feitos a partir da média entre as triplicatas, foram eles: (1) abundância de indivíduos (Ind.m⁻²); (2) riqueza específica (S: número de espécies/0,05m²); (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) foi calculado com logaritmos naturais (log_e), conforme recomendam Martins & Santos (1999), através da equação:

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

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 à zero) (Krebs, 1989; Martins e Santos, 1999; Clarke e Warwick, 2001). A equitatividade foi calculada através da formula:

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

Onde:

H' = índice de diversidade de espécies;

S = número de espécies na amostra.

Para identificar quais as espécies mais importantes em cada amostra foi utilizada a Análise de Percentagens de Similaridade (SIMPER) (Clarke e Warwick, 2001). O SIMPER também compara pares de amostras de modo a mostrar a contribuição média das principais espécies à similaridade entre elas. Desta maneira se uma espécie apresenta uma alta contribuição dentro de um grupo de

amostras e baixa nos outros grupos, pode ser considerada como uma boa espécie discriminadora.

13.3. Resultados e Discussão

13.3.1. Atividades desenvolvidas no 1º e 2º Semestres de 2010: Janeiro a Dezembro

Neste período foram realizadas a Campanha Prévia (janeiro de 2010), que corresponde à campanha de coleta de dados anteriormente ao início das obras de dragagem de aprofundamento do canal de navegação do Porto de Santos e a 1ª Campanha de monitoramento, realizada em julho de 2010. Para as duas campanhas foram coletadas amostras nos 50 pontos de amostragem, sendo realizadas três réplicas de pegador *Van Veen*, para cada ponto.

13.3.2. Atividades desenvolvidas no 1º e 2º Semestres de 2011: Janeiro a Dezembro

Neste período foram realizadas a 2º e 3º Campanhas de monitoramento da macrofauna bentônica (janeiro e novembro de 2011). Para as duas campanhas foram coletadas amostras nos 50 pontos de amostragem, sendo realizadas três réplicas de pegador *Van Veen*, para cada ponto.

13.3.3. Atividades desenvolvidas no 1º Semestre de 2012: Janeiro a Julho

A seguir são apresentados os resultados obtidos na 4º Campanha de monitoramento da macrofauna bentônica (maio de 2012). Para melhor avaliação das variações temporais da comunidade bentônica, foram utilizados no presente relatório os dados obtidos nas Campanhas Prévia, 1, 2 e 3.

4º Campanha (Maio de 2012)

As amostras de macrofauna bentônica foram coletadas em 50 pontos, sendo realizadas 3 réplicas de pegador *van Veen* para cada ponto. Neste total de 50 pontos foram encontrados 8.580 indivíduos, sendo a segunda campanha com maior abundância de organismos desde o início do monitoramento, ficando atrás apenas da coleta anterior (novembro 2011), que obteve 23.534 indivíduos. Isto se deu por conta da alta dominância do gastrópode *Heleobia australis* no ponto de coleta P40, onde foram contados 5.828 indivíduos, resultando em uma densidade média de 38.853,3 indivíduos/m².

Este gastrópode oportunista é comum em áreas enriquecidas por material orgânico e com pouca influência marinha. É comum encontrá-lo em altas densidades e dominando a comunidade bentônica, principalmente em ambientes que recebem cargas de matéria orgânica, poluição e sedimento em condições anóxicas. Este organismo também foi frequente e abundante no ponto de coleta P40 em outras campanhas deste monitoramento. Por representar 67,9% dos indivíduos coletados em toda a Campanha de maio de 2012 (Figura 13.3.3-1) e ocorrer apenas nos pontos de coleta P37 (2 indivíduos), P39 (1 indivíduo) e P40 (5.828 indivíduos), esta espécie foi retirada das análises por interferir fortemente nos resultados e inviabilizar a comparação entre pontos de coleta e entre as demais campanhas deste programa. Assim, as considerações seguintes neste relatório não incluem esta espécie.

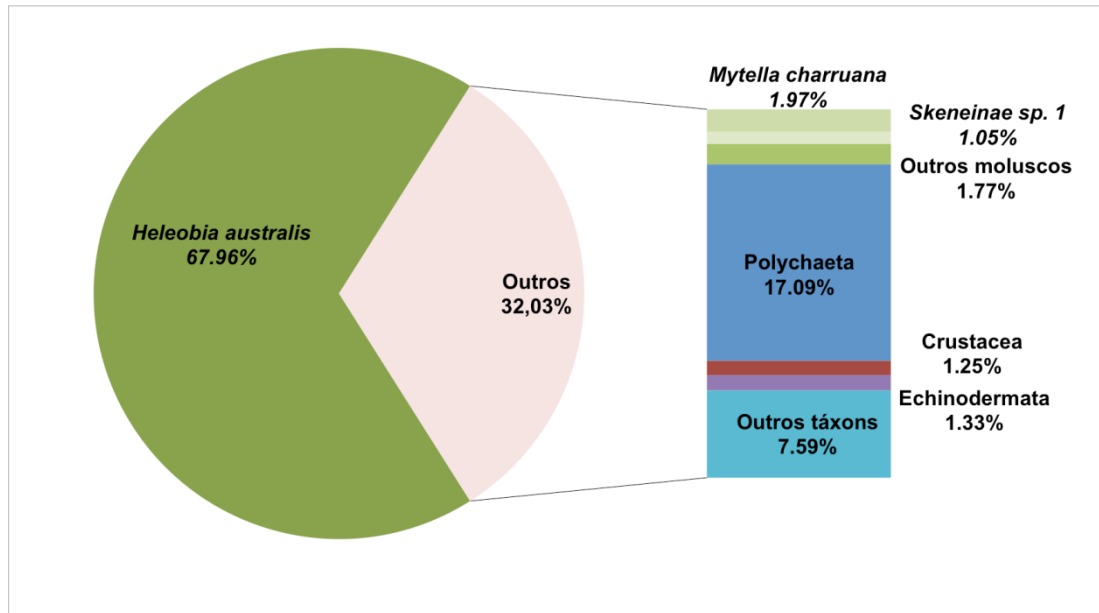


Figura 13.3.3-1. Frequência relativa dos principais grupos da macrofauna bentônica coletados na campanha realizada em maio de 2012 (Campanha 4) em relação ao gastrópode oportunista *Heleobia australis*, que ocorreu apenas nos pontos P37, P39 e P40. Outros táxons = Anthozoa, Nemertea, Phoronida, Sipuncula, Pycnogonida e Enteropneusta.

Em um total de 2.749 indivíduos da macrofauna bentônica, já excetuado *Heleobia australis*, o grupo mais abundante foi Polychaeta, com 1.466 indivíduos, o que representou 53,3% do total. O segundo grupo mais abundante foi Mollusca (15%) com 411 indivíduos (já excetuado *Heleobia australis*), seguido por Echinodermata, com 114 indivíduos, representando 4,1% do total. Nesta campanha, os crustáceos foram numericamente pouco representativos, com 107 indivíduos (3,9%). Outros táxons (Anthozoa, Nemertea, Phoronida, Sipuncula, Pycnogonida e Enteropneusta), que sempre foram menos representativos em outras campanhas, ocorreram em maior frequência (651 indivíduos, perfazendo 23,7% do total), sendo esta grande abundância dada pela alta ocorrência de antozoários (568 indivíduos; 20,6% do total) (Figura 13.3.3-2). Houve uma expressiva alta no número de indivíduos coletados em relação à Campanha anterior de Novembro de 2011 (468 indivíduos), quando se exclui os indivíduos de *Heleobia australis*.

A lista das espécies da macrofauna bentônica encontradas na 4^o Campanha, realizada em maio de 2012, encontra-se no Anexo 13.9-1.

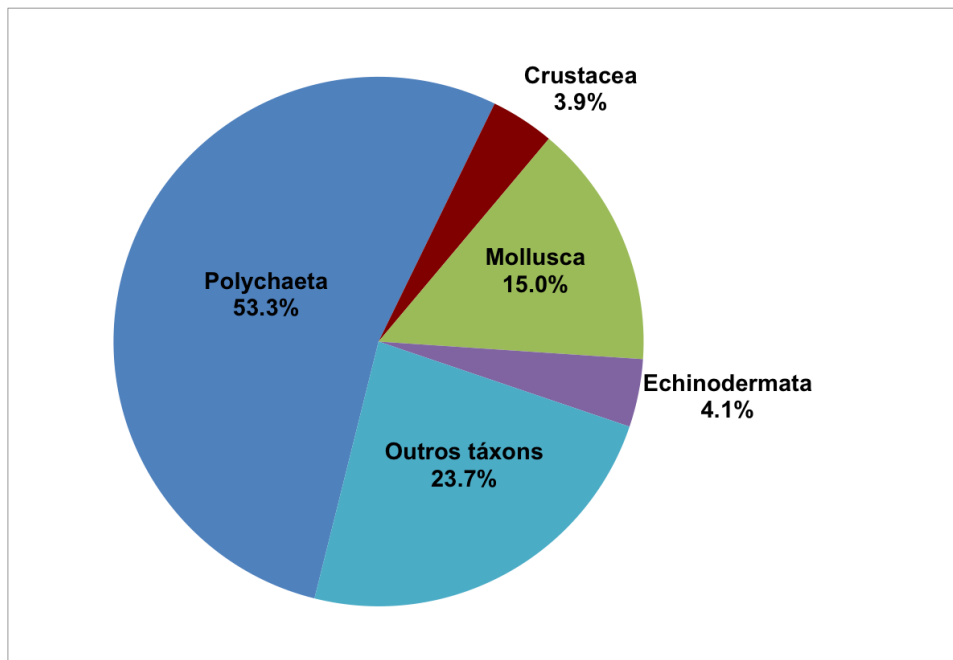


Figura 13.3.3-2. Frequência relativa dos principais grupos da macrofauna bentônica coletados na campanha realizada em maio de 2012. Outros táxons = Anthozoa, Nemertea, Phoronida, Sipuncula, Pycnogonida e Enteropneusta.

Os resultados de densidade média da macrofauna bentônica foram organizados de acordo com os trechos de dragagem do canal.

Em relação ao Trecho 1, as menores densidades foram observadas nos pontos P1C, P2 e P4. O ponto P1C não apresentou organismos nas amostras e, por localizar-se no canal de dragagem, pode ser diretamente afetado pelas atividades de dragagem. O ponto P2C teve alta densidade de organismos, especialmente pela presença do ofiúro *Hemipholis elongata* e do poliqueta *Pherusa* sp. (Figura 13.3.3-3.a). O Trecho 1 possui como organismos típicos os poliquetas *Goniada maculata*, *Ninoe brasiliensis* e *Owenia fusiformis*, que representaram 31,1% da comunidade bentônica (análise SIMPER).

O Trecho 2 apresentou pontos sem ocorrência de organismos, como o P8, P10 e P5C. O ponto P4C apresentou apenas 2 indivíduos em suas amostras. O ponto P7 foi o ponto com maior densidade de organismos nesta campanha (excetuando-se *Heleobia australis* do P40), devido à alta ocorrência de antozoários (Figura 13.3.3-3.a). Tais organismos sésseis podem ocorrer em

agregados e atingir altas densidades em uma pequena área. Além deste cnidário, o Trecho 2 tem como organismos típicos os poliquetas *Owenia fusiformis* e *Aricidea suecica*, que representaram 55,7% da comunidade bentônica (análise SIMPER).

O Trecho 3, localizado mais no interior do canal, apresentou 12 indivíduos, coletados em todos os seus 5 pontos de coleta, sendo o trecho que apresentou a menor densidade nesta campanha (Figura 13.3.3-3.a). Não foi possível indicar uma espécie típica neste trecho.

O Trecho 4 teve como organismos típicos os poliquetas *Aphelochaeta* sp. e *Aricidea (A) taylori* (SIMPER - 53,4% de representatividade neste trecho). Os pontos P17 e P18 foram os mais diversos e abundantes. Semelhantemente à campanha anterior, os pontos P14, P15, P19, P9C e P10C não tiveram nenhum indivíduo em suas amostras (Figura 13.3.3-3.a).

Os pontos localizados no canal de Bertioga de modo geral apresentaram baixas densidades de organismos e sua fauna típica é dominada por *Cyrtoplax spinidentata*, *Aricidea (A) taylori* e *Glycinde multidentis* (Figura 13.3.3-3.b). O caranguejo *Cyrtoplax spinidentata*, apesar de não ser muito abundante, foi bem constante nas estações deste trecho e é típico de substratos inconsolidados, vivendo em tocas no sedimento e associado a ambientes de alta salinidade (Bezerra *et al.*, 2005). Esta espécie pode indicar a intrusão de águas salinas nesta altura do estuário.

Os pontos no rio Casqueiro apresentaram relativamente altas densidades de organismos, especialmente no ponto P37 que apresenta alta densidade do bivalve *Mytella charruana*. Os pontos P35 e P40 possuem como organismo mais comum o poliqueta *Magelona papillicornis* (em P40, vale lembrar, há a dominância de *Heleobia australis*). Os pontos P38 e P39 apresentaram poucos indivíduos (Figura 13.3.3-3.b).

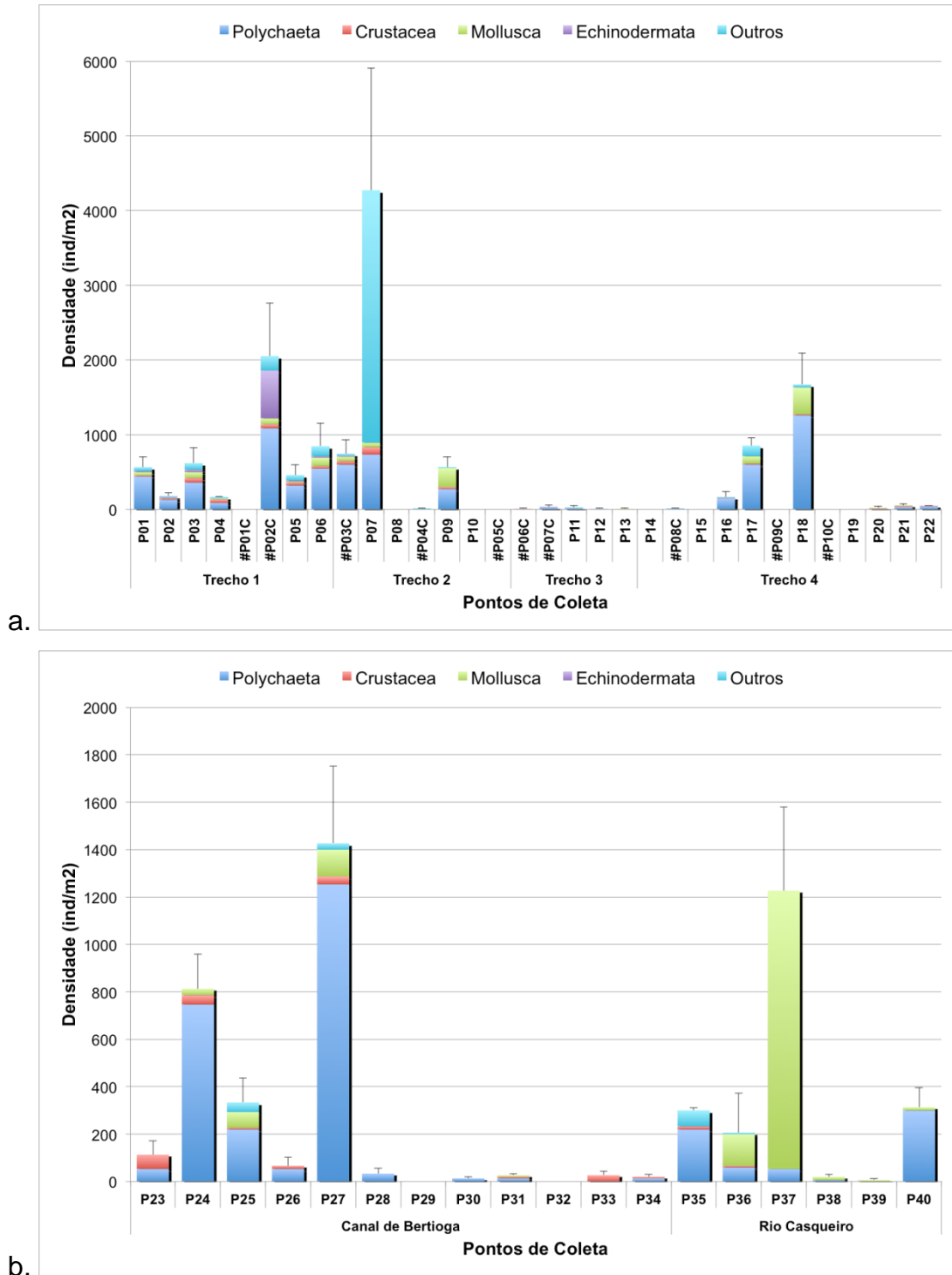


Figura 13.3.3-3. Densidade (Ind.m⁻²) dos principais grupos da macrofauna bentônica coletados durante a campanha realizada em maio de 2012. a. Pontos de coleta na área do Canal de Dragagem (Trechos); b. Pontos de coleta no Canal Bertioga/Casqueiro. Outros táxons = Anthozoa, Nemertea, Phoronida, Sipuncula, Pycnogonida e Enteropneusta.

Os pontos de coleta foram normalmente dominados pelo grupo Polychaeta, com densidades geralmente superiores a 50% (Figura 13.3.3-4). A dominância dos poliquetas sobre os outros grupos da macrofauna é comum em sedimentos não consolidados não apenas na Baía de Santos (Paiva, 2006), como também em outras áreas do oceano mundial (ver Knox, 1977).

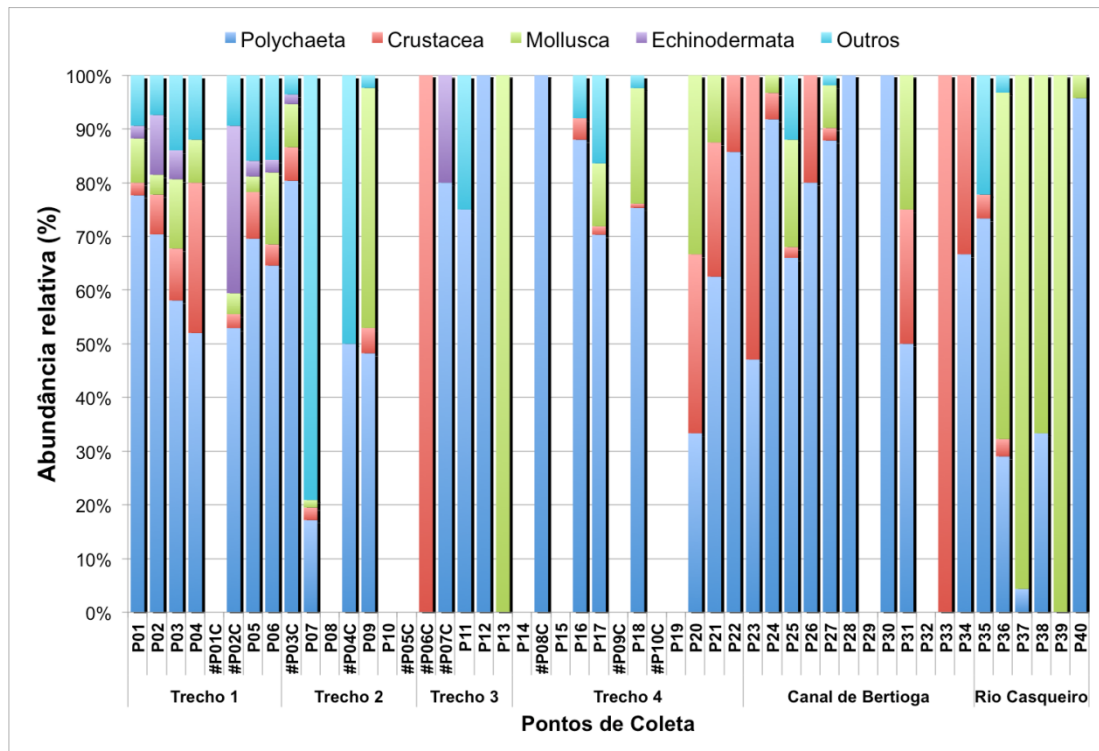


Figura 13.3.3-4. Frequência relativa dos principais grupos da macrofauna bentônica coletados durante a campanha de maio de 2012. Outros táxons = Anthozoa, Nemertea, Phoronida, Sipuncula, Pycnogonida e Enteropneusta.

A composição específica dos principais táxons da macrofauna bentônica deste programa teve como principais elementos os poliquetas *Owenia fusiformis* e *Aricidea (A) taylori*, a primeira mais comum em áreas perto da foz do estuário e a última mais comum nas amostras na região mais interior do Estuário de Santos (Figura 13.3.3-5.a.).

Os crustáceos ocorreram em baixas densidades, muito provavelmente pela pequena abundância de anfípodes e tanaidáceos nesta campanha. Estes grupos são os crustáceos mais comuns na macrofauna bentônica e muitas vezes

dominam a comunidade logo após os poliquetas. Por outro lado, os crustáceos decápodes – muito maiores em tamanho - foram muito mais comuns nas amostras (Figura 13.3.3-5.b.). O caranguejo xantídeo *Eurypanopeus* sp. esteve associado às amostras coletadas próximas da foz do estuário e o caranguejo goneplacídeo *Cyrtoplax spinidentata* com as amostras de “fundo” do estuário.

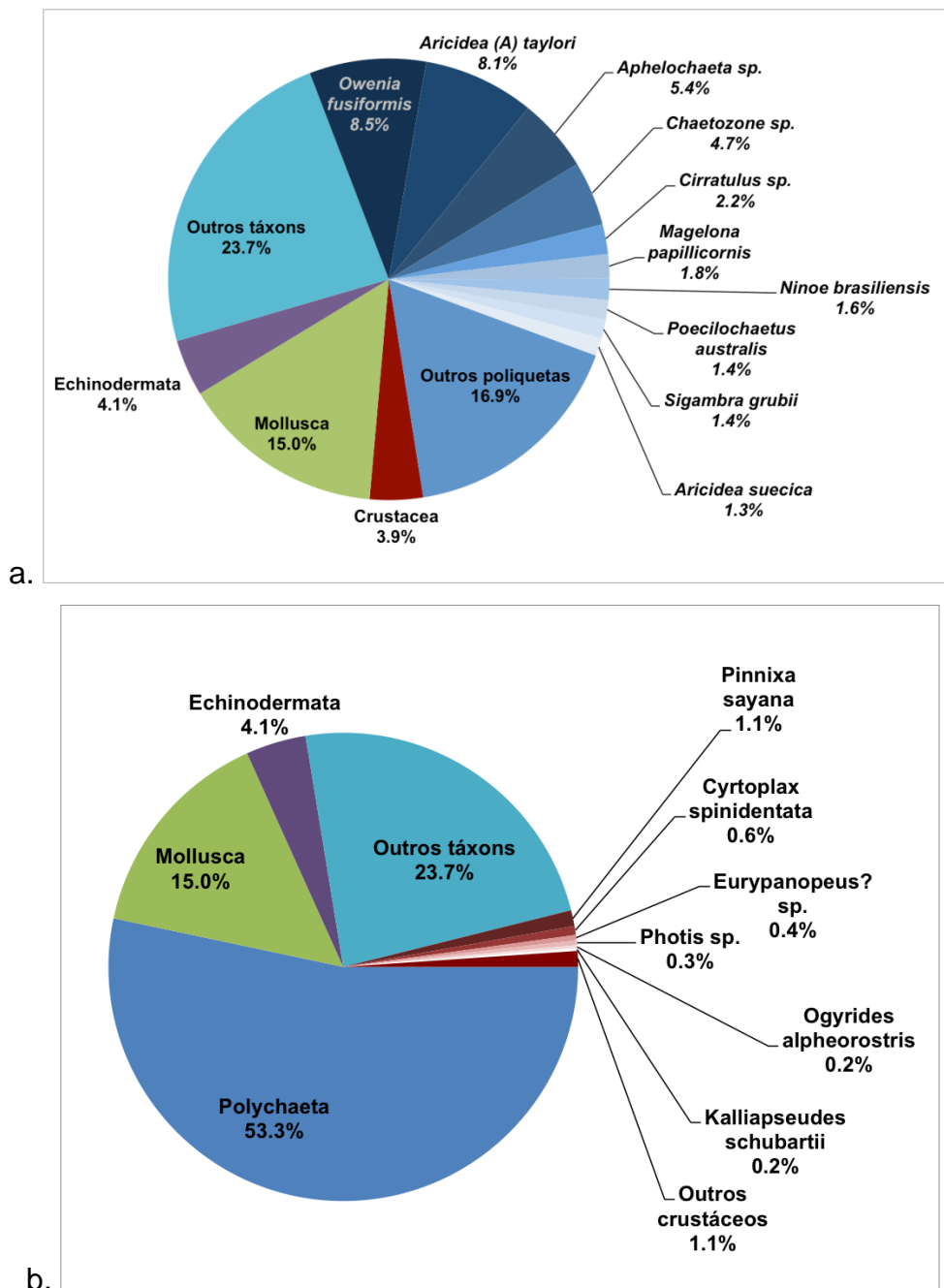


Figura 13.3.3-5. Frequência relativa das principais espécies de (a.) Polychaeta e (b.) Crustacea coletadas durante a campanha de maio de 2012.

Em termos de riqueza específica, o Trecho 1 foi o mais rico com presença de 10 espécies em média. Dentro deste trecho, o ponto de coleta P2C foi o mais rico de toda a campanha, apresentando um número médio de 22 espécies (Figura 13.3.3-6). No entanto, a maioria dos pontos de coleta apresentou baixa

riqueza, com menos de 5 espécies. O Trecho 3 teve a menor riqueza de todos os trechos (Figura 13.3.3-6).

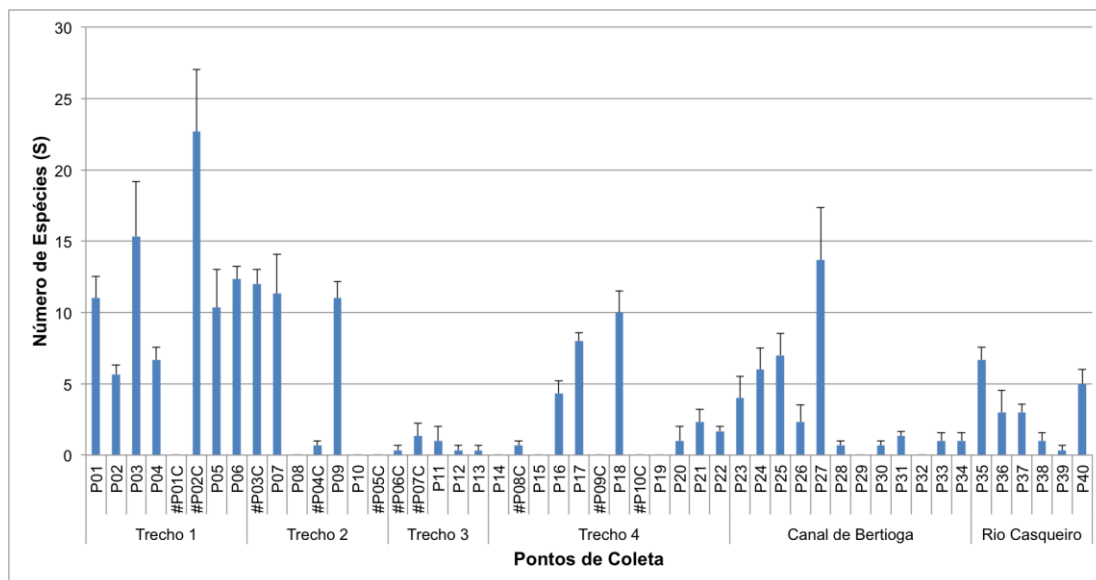


Figura 13.3.3-6. Riqueza em número de espécies coletadas durante a campanha realizada em maio de 2012. Linhas verticais representam o erro padrão.

Em relação à diversidade específica, esta campanha mostrou baixa diversidade (com valores próximos ou abaixo de 2,0 bits/espécie), ou seja, com poucos indivíduos distribuídos em um baixo número de espécies (Figura 13.3.3-7).

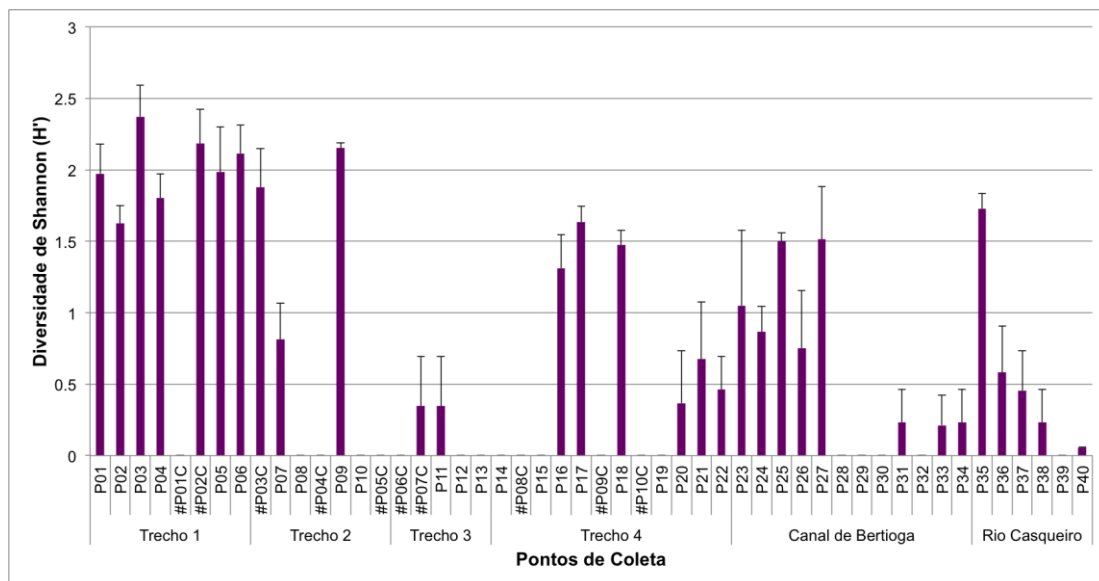


Figura 13.3.3-7. Diversidade específica encontrada nas amostras de macrofauna bentônica durante a campanha realizada em maio de 2012. Linhas verticais representam o erro padrão.

Esta situação reflete na equitatividade calculada para os pontos de coleta, onde grande parte dos valores ficou abaixo de 0,7, mostrando que normalmente há uma espécie ocorrendo em maior densidade que as outras numa mesma amostra (Figura 13.3.3-8).

De modo geral, o Trecho 1 foi o mais diverso e com as espécies ocorrendo em relativa maior abundância no estuário de Santos.

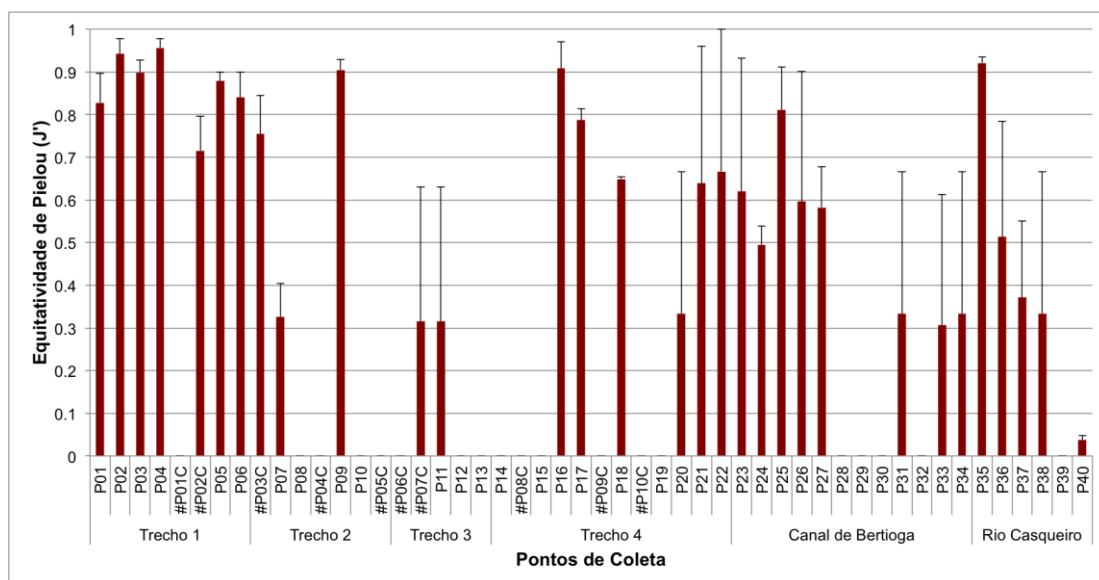


Figura 13.3.3-8. Equitatividade (J') encontrada nas amostras de macrobentos durante campanha realizada em maio de 2012. Linhas verticais representam o erro padrão.

13.4. Análise Temporal

A seguir são apresentados os resultados correspondentes à análise temporal da densidade da macrofauna bentônica referente a este programa, incluindo as quatro campanhas de amostragem: janeiro 2010, julho 2010, janeiro 2011, novembro 2011 e maio 2012. As figuras contêm a densidade média de indivíduos (Ind.m⁻²) dos principais grupos da macrofauna bentônica para cada ponto de coleta, assim como o período em que as atividades de dragagens foram realizadas durante as campanhas. Os pontos foram agrupados de acordo com os trechos de dragagem e áreas adjacentes, de acordo com a Tabela 13.4-1.

Tabela 13.4-1: Pontos de coleta e suas respectivas localizações ao longo do Canal do Porto de Santos.

Local	Pontos de coleta
Trecho 1	P1 a P6, P1C e P2C
Trecho 2	P7 a P10, P3C a P5C
Trecho 3	P11 a P13, P6C e P7C
Trecho 4	P14 a P22, P8C a P10C
Canal de Bertioiga	P23 a P34
Rio Casqueiro	P35 a P40

Em relação aos pontos de coleta localizados no Trecho 1 de dragagem, os pontos P1C e P2C mostraram valores mais baixos de densidade em todas as campanhas, independente dos períodos de dragagem (Figura 13.4-1). Em maio de 2012, P2C excepcionalmente mostrou a mais alta densidade entre todos os pontos deste programa no Trecho 1.

Em relação aos pontos de coleta mais internos do canal, P1-P4 e P6 apresentaram altos valores de densidade nas duas primeiras campanhas (Jan-Jul. 2010), atingindo o maior valor em maio de 2012. Novembro de 2011 foi um mês consistentemente de baixa densidade em todos os pontos amostrados. (Figura 13.4-1). Foi observado uma diminuição nos valores de densidade assim como um aumento relativo no número de anelídeos poliquetas em relação ao de crustáceos e outros grupos da macrofauna no período entre janeiro de 2011 e novembro de 2011, logo após os eventos de dragagem. Após a finalização das atividades de dragagem, observou-se que a campanha de maio 2012 apresentou significativa alta na densidade da macrofauna. Isto sugere um impacto da dragagem, porém as variações na densidade da macrofauna ocorreram em todo o trecho, e alterações ambientais sazonais também exercem forte influência no local. No entanto, os dados indicam que, se impactado, o ambiente é plenamente capaz de recuperar-se e reconstituir (ou até mesmo superar) os valores de diversidade anterior ao impacto em relativo curto espaço de tempo.

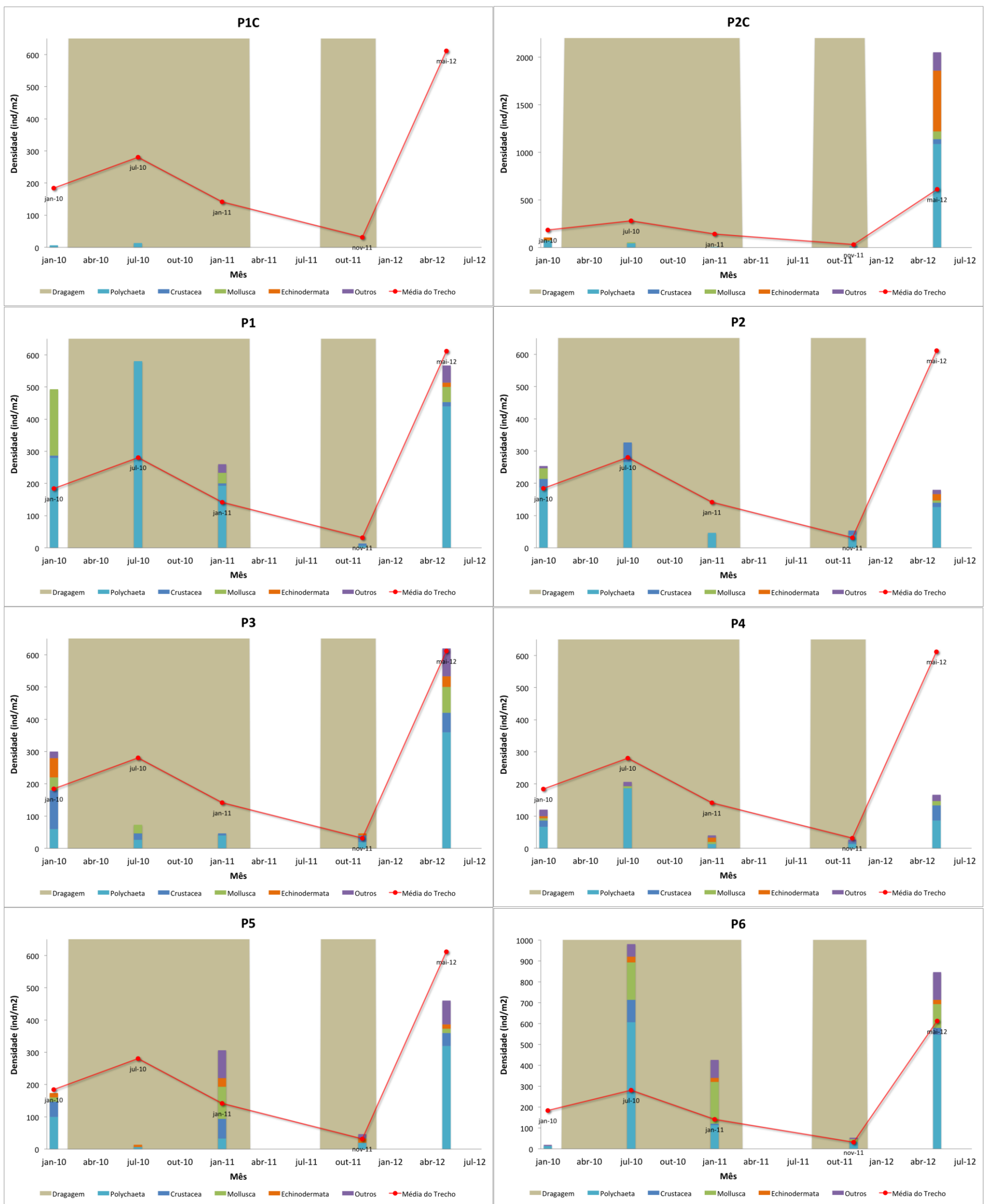


Figura 13.4-1. Densidade média (Ind.m⁻²) dos principais grupos da macrofauna bentônica coletados durante as cinco campanhas amostrais realizadas entre janeiro de 2010 e maio de 2012 no Trecho 1 de dragagem. A linha vermelha representa a densidade média da macrofauna bentônica total do Trecho 1. A área sombreada representa o período que o trecho foi dragado. A escala do eixo (ordenadas) da densidade da macrofauna pode variar para representar melhor os dados.

Em relação aos pontos de coletas localizados no Trecho 2 de dragagem, pode-se observar que após as duas primeiras campanhas houve uma diminuição na densidade dos principais grupos da macrofauna em novembro de 2011 (como observado no Trecho 1), assim como a dominância de anelídeos poliquetas sobre crustáceos e outros grupos da macrofauna na maioria dos pontos de coleta, após o período de dragagem neste trecho (Figura 13.4-2). A área não apresentou um padrão em todos os pontos de coleta, com locais mostrando aumento da densidade na última campanha (P3C, P7 e P9, em maio de 2012) e pontos em que maio de 2012 apresentou nenhum ou poucos indivíduos (P5C, P8 e P10) (Figura 13.4-2). O ponto P4C neste aspecto mostrou-se inconclusivo, com baixa densidade em toda duração do programa de monitoramento. Nos pontos P7, P9 e P10, ocorreram picos de abundância de algumas espécies de poliquetas (em julho de 2010 em P9) e de antozoários (em janeiro de 2010 em P7 e P10), mas sem nenhum significado ecológico plausível.

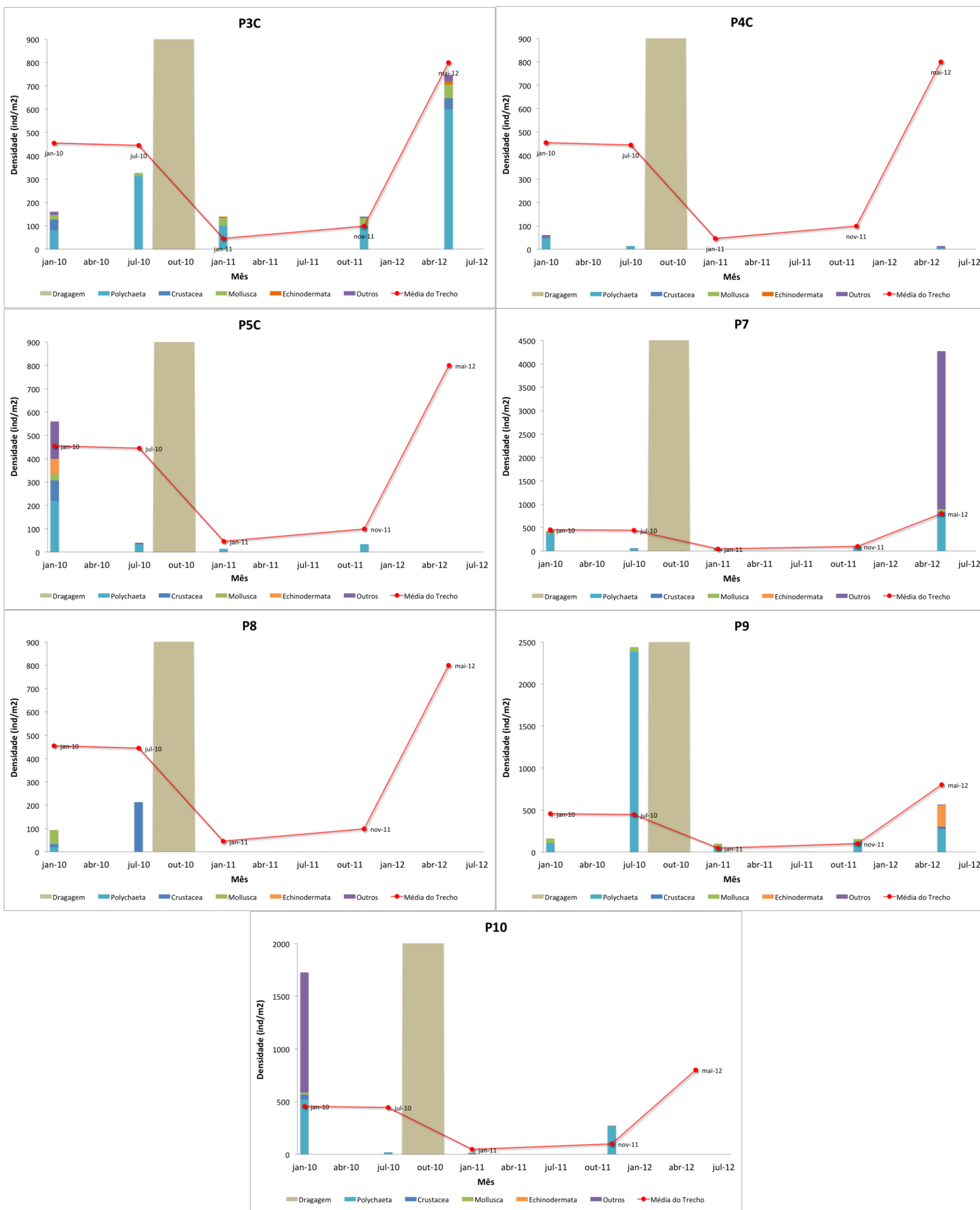


Figura 13.4-2. Densidade média (Ind.m⁻²) dos principais grupos da macrofauna bentônica coletados durante as cinco campanhas amostrais realizadas entre janeiro de 2010 e maio de 2012 no Trecho 2 de dragagem. A linha vermelha representa a densidade média da macrofauna bentônica total do Trecho 2. A área sombreada representa o período que o trecho foi dragado.

Em relação aos pontos do Trecho 3, uma aparente recuperação também foi observada em novembro de 2011 e com uma retração na densidade da macrofauna em maio de 2012. Com exceção do ponto P6C, os demais pontos de coleta localizados neste trecho apresentaram maiores densidades na campanha de novembro de 2011. Por outro lado, houve a dominância de anelídeos poliquetas sobre os crustáceos e os demais grupos da macrofauna (Figura 13.4-3).

É importante ressaltar que a campanha de janeiro de 2011 foi a que apresentou os menores valores de abundância (atentar para a linha vermelha nas figuras). Esta campanha ocorreu no mesmo período das atividades de dragagem neste trecho (Figura 13.4-2), sugerindo que a retirada de sedimento pode ter sido responsável pela ausência de indivíduos na área dragada.

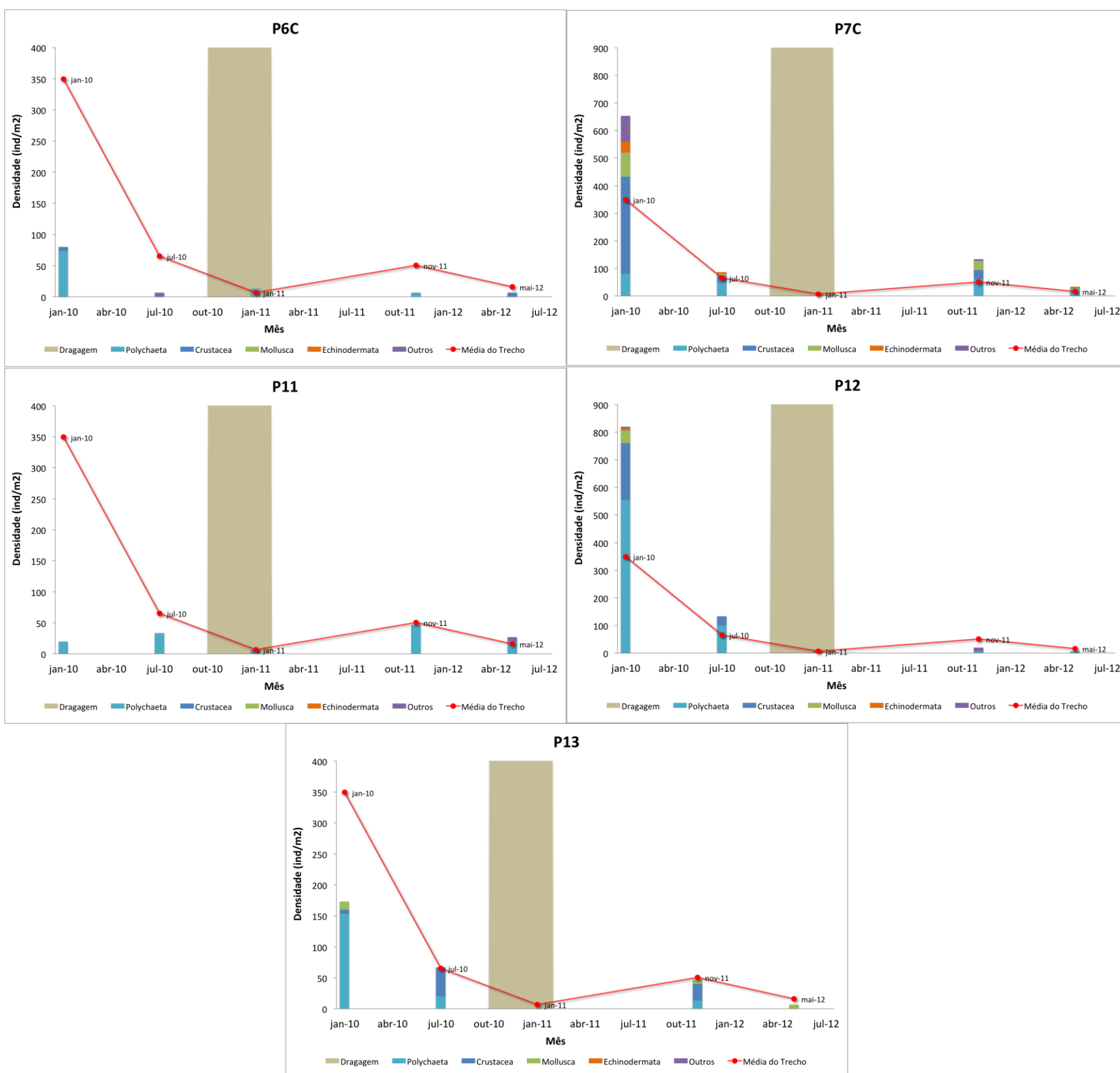


Figura 13.4-3. Densidade média (Ind.m⁻²) dos principais grupos da macrofauna bentônica coletados durante as cinco campanhas amostrais realizadas entre janeiro de 2010 e maio de 2012 no Trecho 3 de dragagem. A linha vermelha representa a densidade média da macrofauna bentônica total do Trecho 3. A área sombreada representa o período que o trecho foi dragado.

Os pontos localizados no Trecho 4 apresentaram resultados muito contrastantes entre si, independente do período de dragagem (Figura 13.4-4), por serem geograficamente muito diferentes entre si. Os pontos P8C, P9C, P21 e P22 foram os mais abundantes e diversos, com valores acima da média total em campanhas pré-dragagem, sofrendo baixas densidades durante o período de dragagem e não 'recuperando' os valores anteriores de densidades nas campanhas seguintes. Já P10C e P19 apresentaram valores muito baixos em todas as campanhas (Figura 13.4-4). Os pontos P14-16 e P19 não mostraram diferenças significativas em relação à densidade de organismos ao longo das campanhas, apresentando baixos valores de densidade e diversidade em todo o período. Os pontos P17-18 foram mais abundantes que os demais, mas sofreram uma drástica redução entre janeiro e novembro de 2011, mas recuperando as altas densidades em maio de 2012. Em relação aos impactos da dragagem sobre os pontos localizados no Trecho 4, houve, em geral, redução no número de indivíduos após a dragagem, sendo essa redução mais acentuada em P8C, P9C, P17 e P18. Por outro lado, em P16, P17, P18 e P20 houve uma recuperação da macrofauna local pelo aumento na densidade e na diversidade de espécies na campanha de novembro de 2011 ou em maio de 2012 (Figura 13.4-4).

A área do Trecho 4 não mostra uma relação clara com os impactos da dragagem em si. A área apresenta diferenças naturais em relação aos pontos, como a própria biogeografia local, diferentes profundidades, granulometria, entre outros. Foi observada uma redução na densidade na maioria dos pontos, mas essa diminuição não pode ser atribuída somente ao evento de dragagem, é necessário um período maior de estudos para podermos diferenciar entre variações naturais e impactos relacionadas à dragagem.

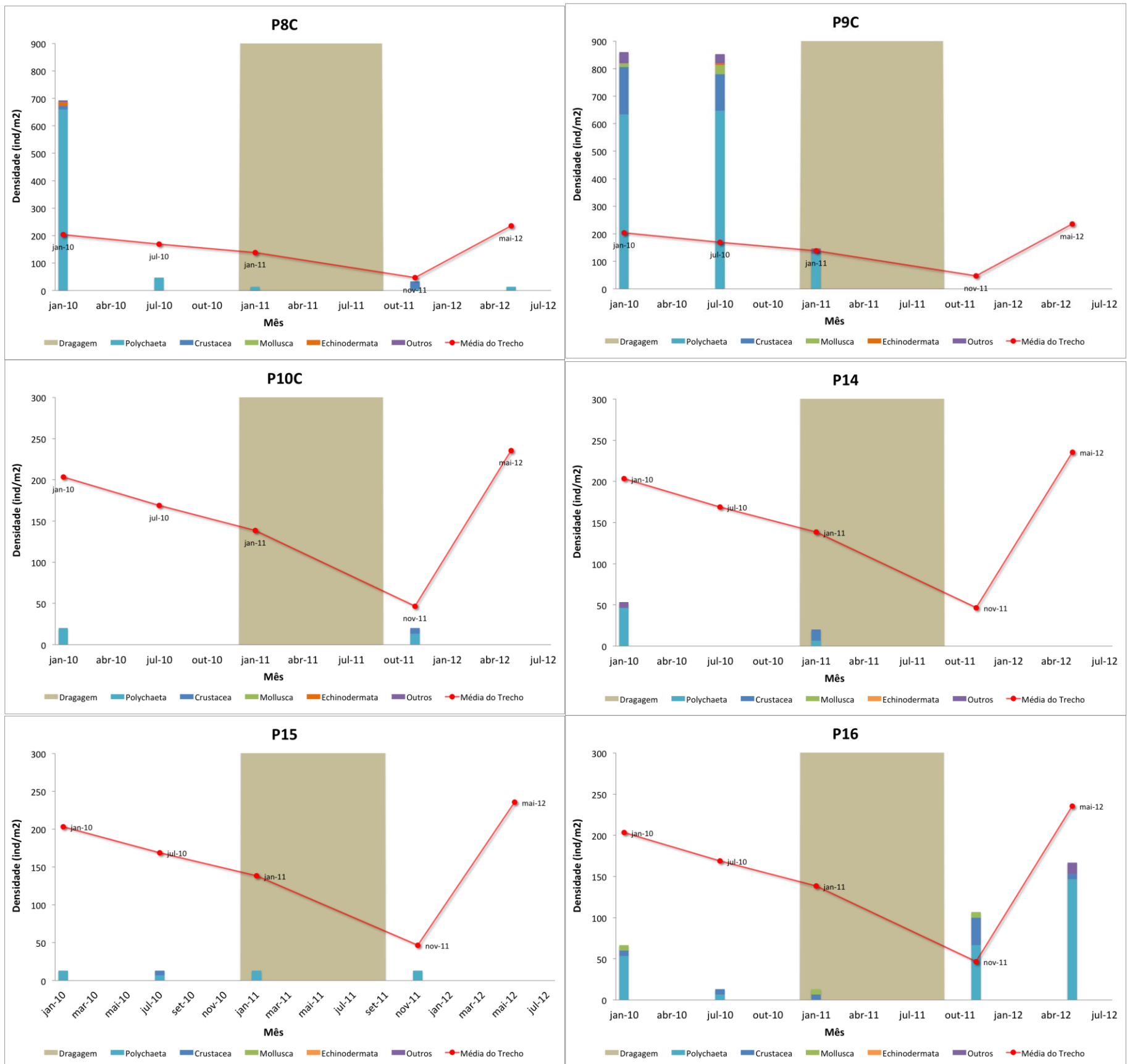


Figura 13.4-4. Densidade média (Ind.m⁻²) dos principais grupos da macrofauna bentônica coletados durante as cinco campanhas amostrais realizadas entre janeiro de 2010 e maio de 2012 no Trecho 4 de dragagem. A linha vermelha representa a densidade média da macrofauna bentônica total do Trecho 4. A área sombreada representa o período que o trecho foi dragado.

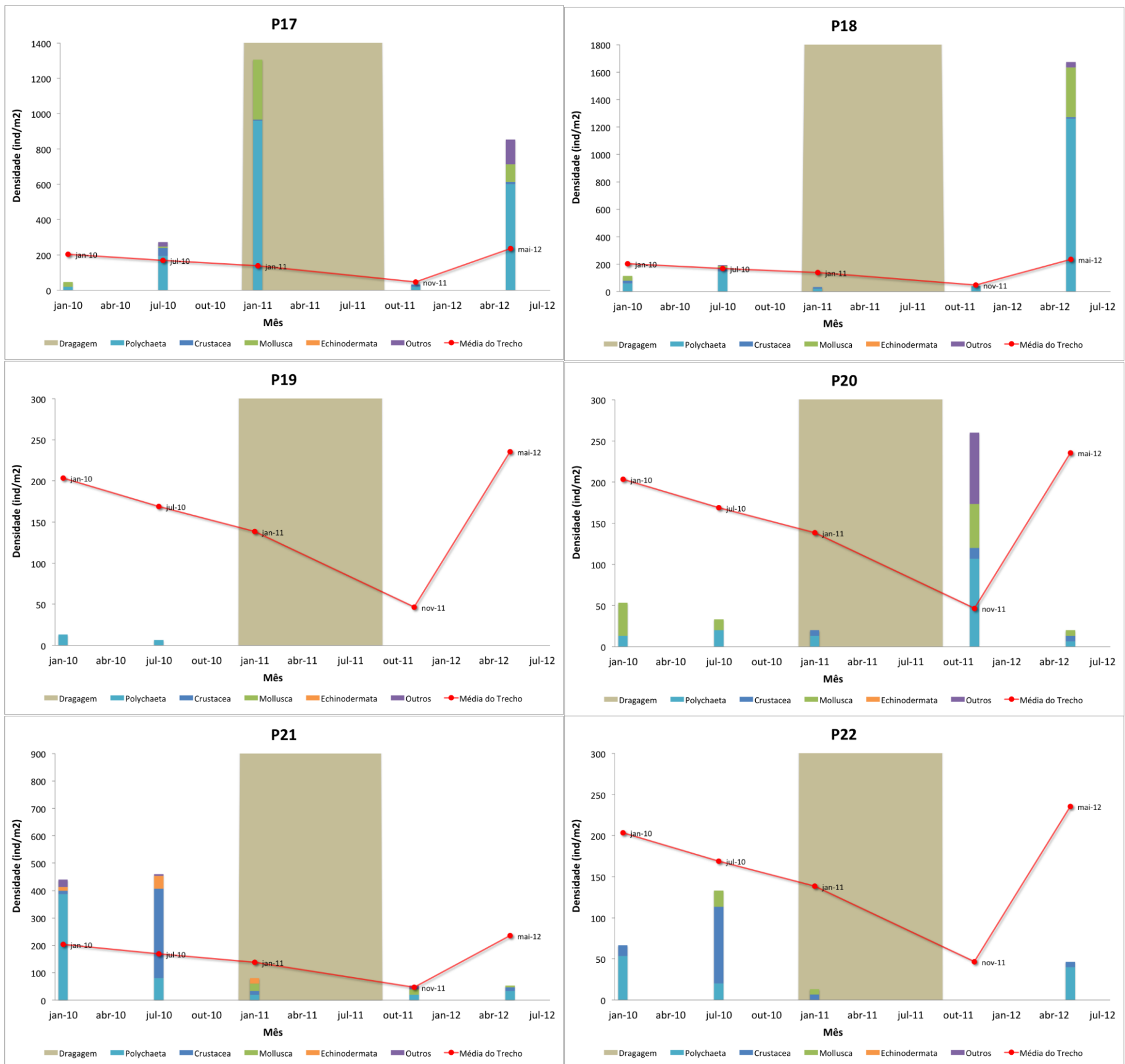


Figura 13.4-4. (continuação) Densidade média (Ind.m⁻²) dos principais grupos da macrofauna bentônica coletados durante as cinco campanhas amostrais realizadas entre janeiro de 2010 e maio de 2012 no Trecho 4 de dragagem. A linha vermelha representa a densidade média da macrofauna bentônica total do Trecho 4. A área sombreada representa o período que o trecho foi dragado.

A próxima série de figuras está relacionada aos pontos localizados no Canal de Bertioga e Rio Casqueiro, áreas adjacentes ao Canal do Porto de Santos, nas quais não houve dragagem (Figuras 13.4-5 e 13.4-6).

Em relação à área do Canal de Bertioga, os pontos P23 ao P27 apresentaram os maiores valores de densidade e diversidade de espécies, principalmente na primeira campanha, em Janeiro de 2010 e na última de maio 2012 (Figura 13.4-5). Porém, a partir da segunda campanha, em Julho de 2010, até Novembro de 2011, todos os pontos de coleta sofreram redução nos valores de densidade e diversidade de espécies. O ponto P27 apresentou em Julho de 2010 alta proporção de moluscos, pela ocorrência do bivalve *Mytella guayaensis*, um organismo comum na região e de ocorrência em agregações de alta densidade (bancos). Já os pontos P28 ao P34 apresentaram baixíssimos valores de densidade até ausência total de indivíduos em praticamente todas as campanhas (Figura 13.4-5).

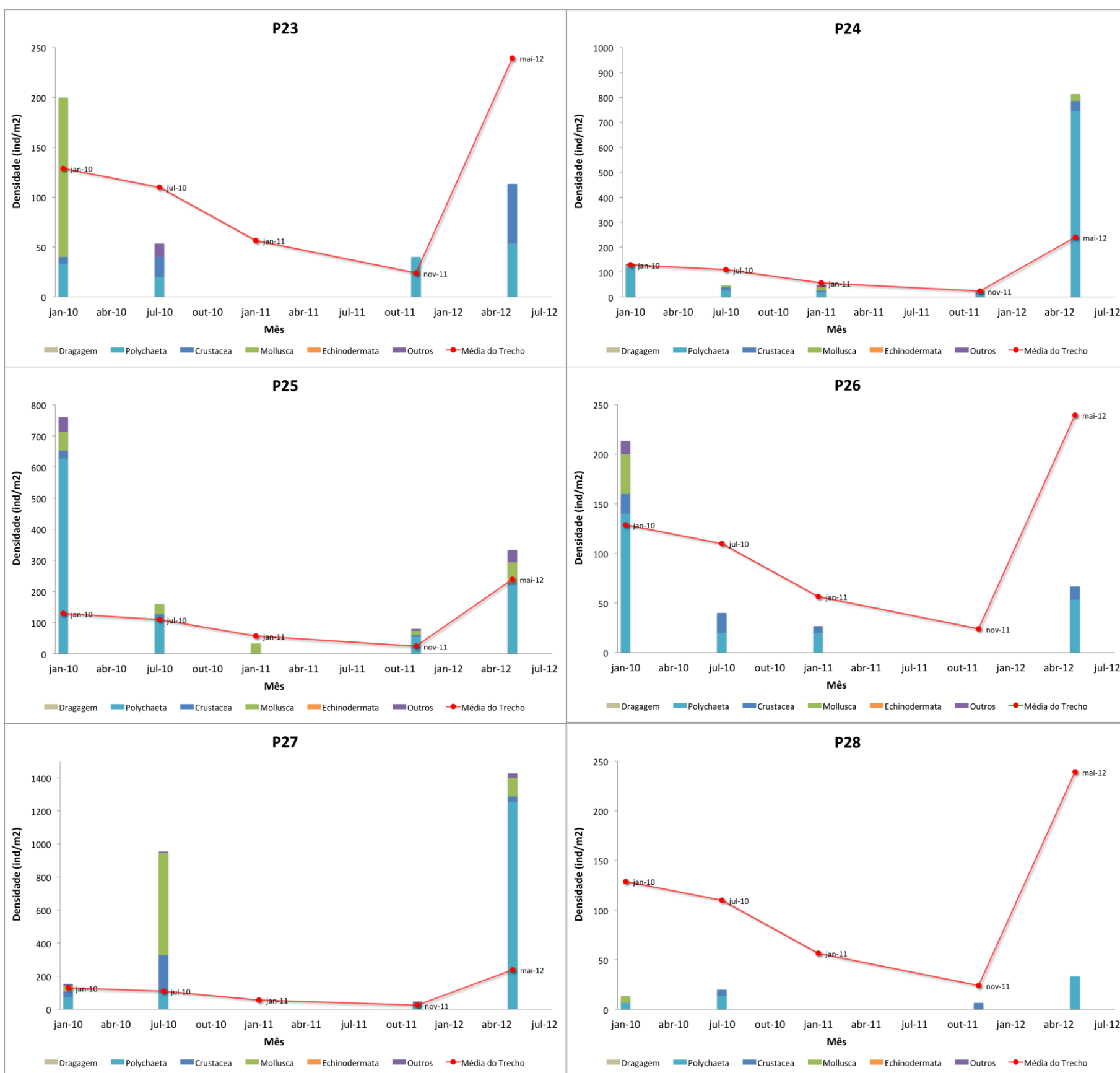


Figura 13.4-5. Densidade média (Ind.m⁻²) dos principais grupos da macrofauna bentônica coletados durante as cinco campanhas amostrais realizadas entre janeiro de 2010 e maio de 2012 no Canal de Bertioga. A linha vermelha representa a densidade média da macrofauna bentônica total do Canal de Bertioga. Não houve dragagem nessa área.

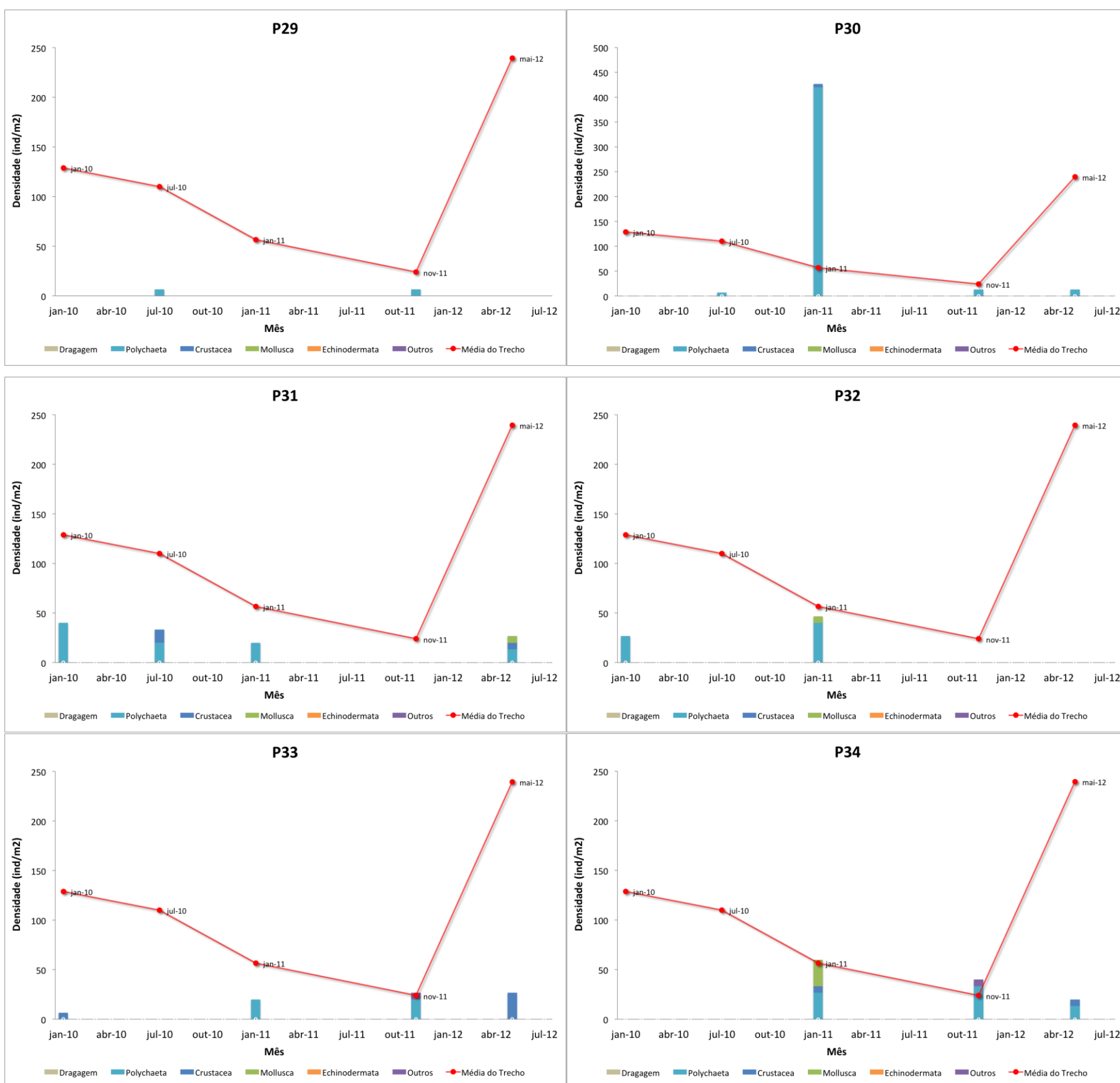


Figura 13.4-5. (continuação) Densidade média (Ind.m⁻²) dos principais grupos da macrofauna bentônica coletados durante as cinco campanhas amostrais realizadas entre janeiro de 2010 e maio de 2012 no Canal de Bertioga. A linha vermelha representa a densidade média da macrofauna bentônica total do Canal de Bertioga. Não houve dragagem nessa área.

Os pontos localizados no Rio Casqueiro apresentaram densidades relativamente altas em alguns momentos de coleta em todos os pontos desta área, assim como períodos de baixas densidades nestes mesmos pontos. Por ser uma área afastada, pode aqui ser demonstrado que as flutuações encontradas parecem estar relacionadas a fatores não diretamente ligados aos eventos de dragagem. No entanto, cabe ressaltar que, temporalmente, houve uma redução dos valores de densidade, com pequena alta em Maio de 2012, como foi o padrão geral na área do presente monitoramento (Figura 13.4-6).

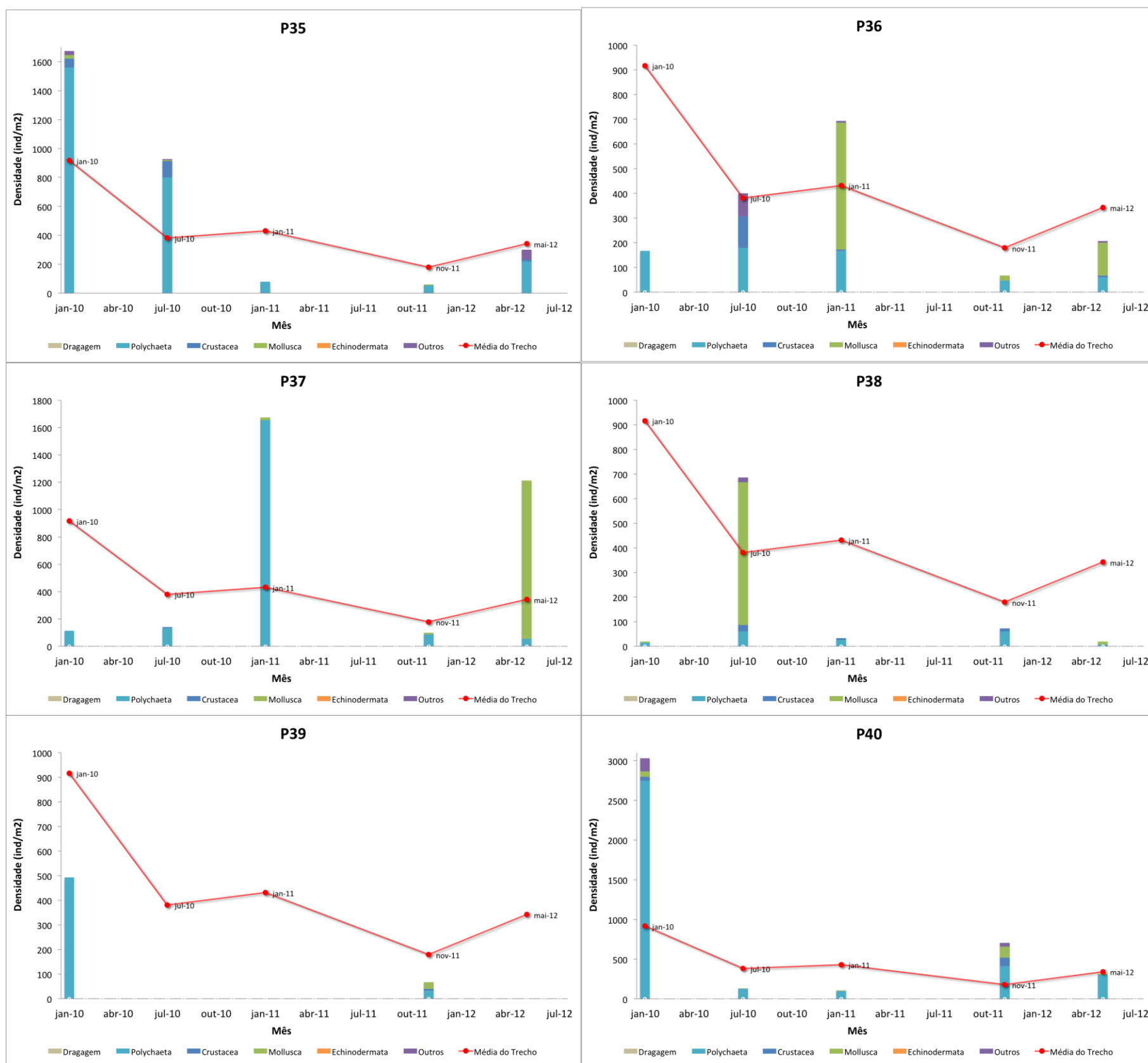


Figura 13.4-6. Densidade média (Ind.m⁻²) dos principais grupos da macrofauna bentônica coletados durante as cinco campanhas amostrais realizadas entre janeiro de 2010 e maio de 2012 no Rio Casqueiro. A linha vermelha representa a densidade média da macrofauna bentônica total do Rio Casqueiro. Não houve dragagem nessa área.

13.5. Considerações Finais

As espécies encontradas durante a Campanha de maio de 2012 foram avaliadas com base na lista de espécies ameaçadas em âmbito estadual e federal, e não foi identificada nenhuma espécie com *status* ameaçado.

A análise temporal da densidade e composição taxonômica da macrofauna bentônica nas áreas de aprofundamento do Canal do Porto de Santos indicaram que há uma flutuação na densidade faunal possivelmente de caráter regional, não necessariamente relacionados à atividade de dragagem.

Pontos de coleta localizados no Canal de Bertioga (P23 a P34) e no Rio Casqueiro (P35 a P40) representam ambientes diferentes e de influência muito remota da atividade de dragagem, também apresentaram uma flutuação da macrofauna.

Pontos localizados na calha de aprofundamento do Canal sofreram uma visível redução no número de indivíduos e na presença de grupos menos representativos da macrofauna na campanha de janeiro de 2011. Entretanto, os dados indicam tratar-se de um fenômeno generalizado, ocorrendo em praticamente todos os pontos amostrados. Conclui-se que essas variações também estão relacionadas a fenômenos ambientais comuns da área, como sazonalidade, efeitos relacionados à maré, i.e. salinidade e temperatura, impactos antrópicos recorrentes (trata-se de uma área extremamente urbanizada), granulometria, entre outros aspectos da biogeografia local.

Desta forma, é possível afirmar que existe a influência direta da dragagem de material do sedimento de fundo sobre a fauna, por remoção dos organismos e de seu hábitat. Contudo, uma vez cessado o impacto, esta fauna pode recuperar-se plenamente quanto aos seus números.

A continuidade do monitoramento pode ser importante para estabelecer se as flutuações temporais da macrofauna bentônica estão relacionadas a fatores extrínsecos à atividade do aprofundamento do canal do Porto de Santos ou se são realmente resultantes dos impactos diretos da atividade de dragagem.

13.5.1 Recomendações

Com base nos resultados obtidos ao longo do monitoramento do canal de navegação do Porto de Santos, são apresentadas abaixo propostas de alteração na frequência de análise deste monitoramento bem como na malha amostral.

Em relação aos pontos amostrais, propõe-se que o monitoramento seja realizado somente no canal de navegação do Porto de Santos, contudo há uma necessidade de revisão da posição destes pontos de coleta para a criação de uma malha amostral espacialmente comparável.

Propõe-se também, o aumento na frequência amostral para um melhor entendimento da sazonalidade local, já evidenciada pelo presente monitoramento. Além disso, é importante ressaltar a necessidade da coleta de dados abióticos como temperatura, salinidade e dados pluviométricos para relacioná-los com a fauna bentônica.

13.6. Cronograma

A Tabela 13.6-1 apresenta o cronograma geral de atividades desenvolvidas por este programa ao longo do monitoramento.

Tabela 13.6-1. Cronograma de atividades.

ATIVIDADES	MÊS																							
	2010												2011											
	jan	fev	mar	abr	mai	jun	jul	ago	set	out	nov	dez	jan	fev	mar	abr	mai	jun	jul	ago	set	out	nov	dez
Programa 13																								
Mobilização	■																							
Plano de Trabalho	■																							
Coletas e Atividade de Campo	■						■					■											■	
Triagem das Amostras		■	■	■				■	■	■			■	■	■								■	
Identificação dos Organismo			■	■					■	■				■	■								■	
Relatório Mensal	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	
Relatório Semestral						■					■							■					■	

13.7. Referências Bibliográficas

Clarke, K.R. & Warwick, R.M. 2001. Changes in marine communities: An approach to statistical analysis and interpretation. 2nd edition. PRIMER-E Limited. Plymouth, UK.

- Knox, G.A. 1977. The role of polychaetes in benthic soft-bottom communities. *In*: Reish, D. & Fauchald, K. (Eds), Essays on polychaetous annelids in memory of Dr. Olga Hartman. Allan Hancock Foundation, Los Angeles, p. 547-604.
- Krebs, C.J. 1989. Ecological Methodology. Harper Collins. New York, EUA. 654p.
- 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.
- Paiva, P.C. 2006. Capítulo 7. Filo Annelida. Classe Polychaeta. *In*: Lavrado, H.P. & Ignacio, B.L. (Eds.). Biodiversidade bentônica da região central da Zona Econômica Exclusiva brasileira. Museu Nacional, Rio de Janeiro, p. 261-298 (Série Livros n. 18).

13.8. Equipe Técnica

A equipe técnica permanente do Programa é formada pelo seguinte quadro:

- Dr. Paulo Yukio Sumida – Biólogo
- MSc. Betina Galerani R. Alves – Bióloga
- Paula Duran Nagata Perugino - Oceanógrafa
- Rafael Rugna Ciglione – Oceanógrafo

13.9. Anexos

- Anexo 13.9-1. Lista das espécies da macrofauna bentônica encontradas na Campanha realizada em maio de 2012.

ANEXO 13.9-1. LISTA DAS ESPÉCIES DA MACROFAUNA BENTÔNICA ENCONTRADAS NA CAMPANHA REALIZADA EM MAIO DE 2012.