

13. PROGRAMA DE MONITORAMENTO DA MACROFAUNA BENTÔNICA.....	1
13.1. INTRODUÇÃO E OBJETIVOS.....	1
13.2. METODOLOGIA.....	1
13.3. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	4
13.3.1. Atividades desenvolvidas no 1º e 2º Semestres de 2010: Janeiro a Dezembro	4
13.3.2. Atividades desenvolvidas no 1º Semestre de 2011: Janeiro a Junho	4
13.3.3. Atividades desenvolvidas no 2º Semestre de 2011: Julho a Dezembro.....	4
13.4. ANÁLISE TEMPORAL	15
13.5. CONSIDERAÇÕES FINAIS	36
13.6. CRONOGRAMA	37
13.7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	37
13.8. EQUIPE TÉCNICA.....	38
13.9. ANEXOS	38

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.

A rede amostral do programa em questão é composta por um total de 50 pontos de coleta, sendo 40 pontos coincidentes ao estudo do meio biótico do EIA/RIMA da dragagem de aprofundamento do Porto de Santos (FRF, 2008) e 10 pontos 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 em 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.

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

O cálculo 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:

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

Onde:

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

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

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

Onde:

H' = índice de diversidade de espécies;

S = número de espécies na amostra.

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

se uma espécie apresenta uma alta contribuição dentro de um grupo de amostras e baixa nos outros grupos, pode ser considerada como uma boa espécie discriminadora.

13.3. Resultados e Discussão

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

Neste período foi realizada 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, 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 Semestre de 2011: Janeiro a Junho

Neste período foi realizada a segunda Campanha de monitoramento da macrofauna bentônica (janeiro de 2011), na qual foram coletadas amostras em 50 pontos, sendo realizadas 3 réplicas com o pegador *Van Veen* em cada ponto.

13.3.3. Atividades desenvolvidas no 2º Semestre de 2011: Julho a Dezembro

A seguir são apresentados os resultados obtidos na terceira Campanha de monitoramento da macrofauna bentônica (Novembro de 2011). Para melhor avaliação das variações temporais da comunidade bentônica, foram utilizados no presente relatório os dados obtidos nas Campanhas Prévia, Campanha 1 e Campanha 2.

3º Campanha (Novembro de 2011)

As amostras de macrofauna bentônica foram coletadas nos 50 pontos amostrais, sendo realizadas 3 réplicas de pegador Van Veen para cada ponto. Neste total de 50 pontos foram encontrados 23.534 indivíduos, comparando com o número de indivíduos registrados em coletas anteriores, este número supera em muito o número esperado de indivíduos. Isto se deu por conta da alta dominância do gastrópode *Heleobia australis* no ponto de coleta P40, onde foram contados 23.062 indivíduos, resultando em uma densidade média de 153.746,6 indivíduos/m².

No Anexo 13.9-1 encontra-se a lista das espécies da macrofauna bentônica encontradas na 3ª Campanha. As espécies encontradas durante esta campanha foram avaliadas com base na lista de espécies ameaçadas em âmbito estadual e federal, e não foi identificada nenhuma espécie com status ameaçado.

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. Por representar um pouco mais de 98% dos indivíduos coletados em toda a Campanha 3 (Novembro de 2011, Figura 13.3.3-1) e ocorrendo em apenas em dois pontos de coleta (P39 com 4 indivíduos e P40 com 23.062 indivíduos), esta espécie foi retirada de algumas análises por interferir fortemente nos resultados e inviabilizar a comparação entre pontos de coleta e entre as demais campanhas do programa. As considerações sobre abundância e densidade de organismos e a ocorrência proporcional de táxons, a seguir, não incluem *Heleobia australis*, pois a sua desproporção numérica em relação a outras espécies prejudica a análise e comparação dos resultados (Figura 13.3.3-1). Em relação aos descritores ecológicos (Riqueza de espécies, Diversidade de Shannon e Equitatividade de Pielou), a espécie consta nas análises.

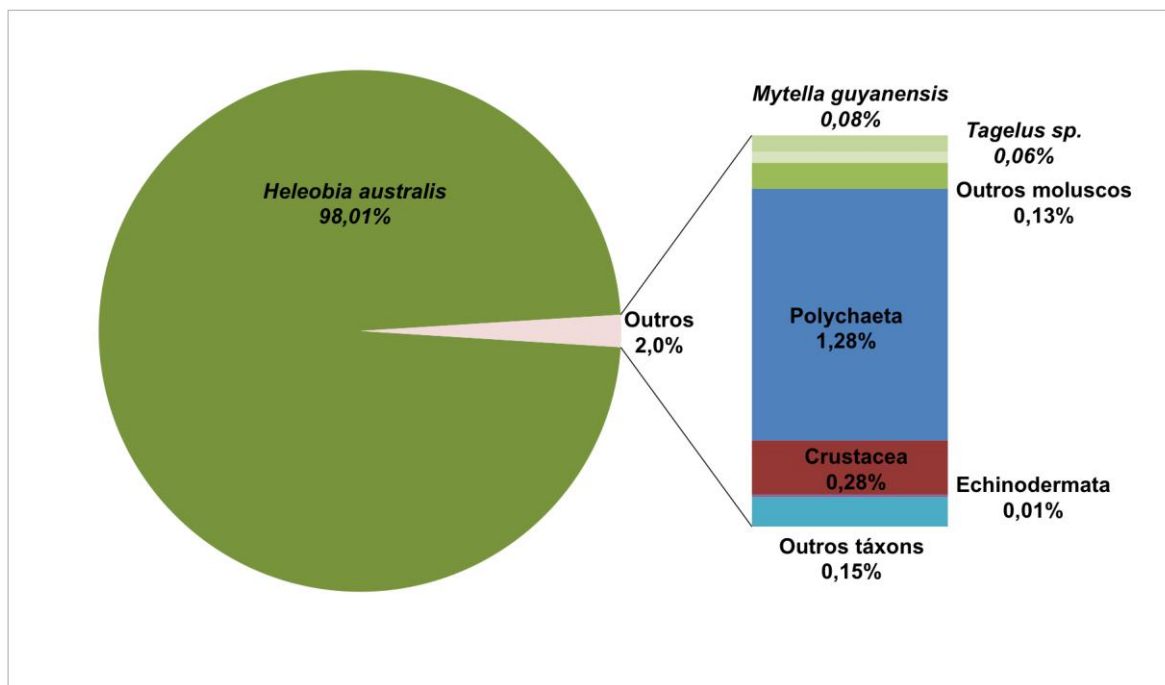


Figura 13.3.3-1. Frequência relativa dos principais grupos da macrofauna bentônica coletados na Campanha 3, realizada em novembro de 2011, em relação ao gastrópodo oportunista *Heleobia australis*, que ocorreu apenas nos pontos P39 e P40. Outros táxons = Anthozoa, Nemertea, Oligochaeta e Enteropneusta.

Em um total de 468 indivíduos da macrofauna bentônica, o grupo mais abundante foi Polychaeta, com 301 indivíduos, o que representou 64,3% do total. O segundo grupo mais abundante foi Crustacea com 65 indivíduos (13, 9%), seguido por Mollusca, com 64 indivíduos (já excetuado *Heleobia australis*), representando 13,7% do total. O grupo Equinodermata, com 3 indivíduos, representou 0,6% do total. Outros táxons ocorreram em menor frequência (7,5% dos indivíduos no total), e estão representados por Anthozoa, Hemichordata, Nemertea e Oligochaeta (Figura 13.3.3-2). Excluindo o gastrópodo *Heleobia australis* da análise observa-se uma diminuição no número de indivíduos coletados em relação à Campanha anterior de Janeiro de 2011 (962 indivíduos).

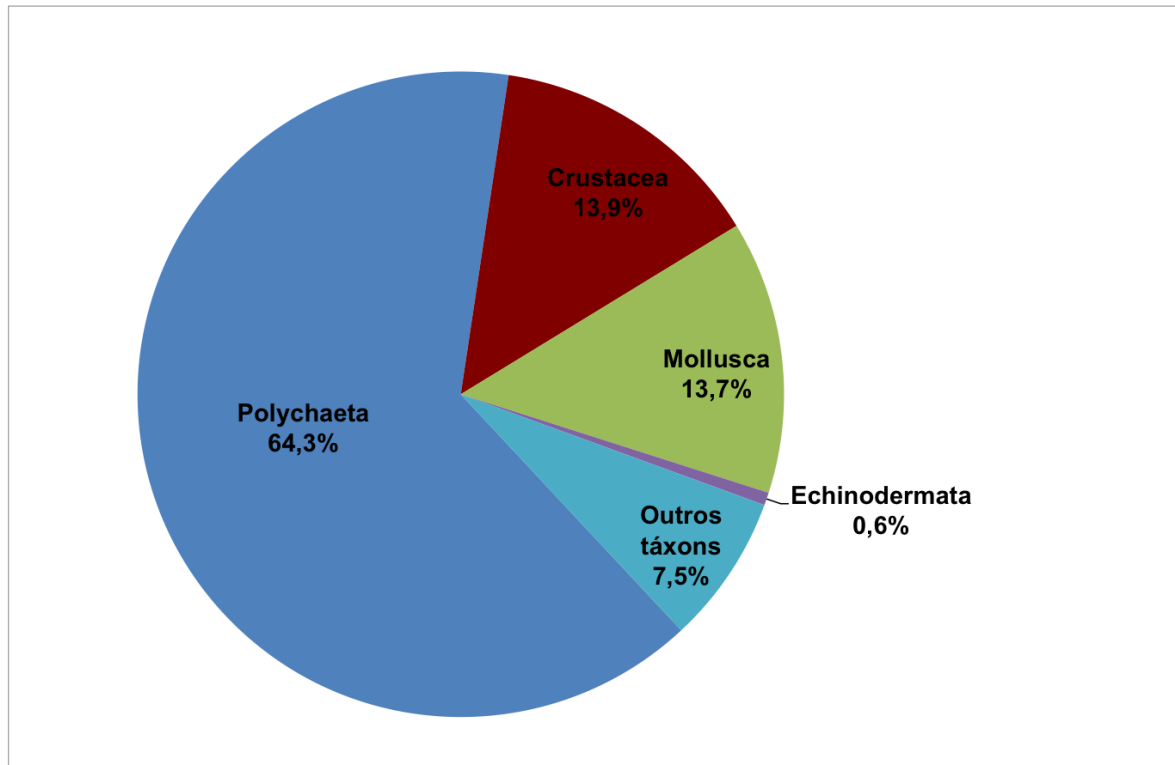


Figura 13.3.3-2. Frequência relativa dos principais grupos da macrofauna bentônica coletados na Campanha 3, realizada em Novembro de 2011. Outros táxons = Anthozoa, Hemichordata, Nemertea e Oligochaeta.

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 ocorreram nos pontos P1, P1C e P2C. Esses dois últimos localizam-se no canal de dragagem e são diretamente afetados pelas atividades de dragagem. O ponto de coleta P1C não apresentou organismos nas amostras e os pontos P1 e P2C apresentaram apenas 2 indivíduos cada (Figura 13.3.-3.a). Este trecho possui como organismo típico o poliqueta *Ninoe brasiliensis* que representa 31,8% da comunidade bentônica (análise SIMPER).

O Trecho 2 apresentou maior número de indivíduos em relação ao Trecho 1, com dominância do poliqueta *Kinbergonuphis orensanzi*, principalmente em P7. Esta espécie é tubícola e pode estar resistindo às atividades de dragagem. Os pontos P9, P10 e P3C são os mais densos e mais diversos neste trecho (Figura 13.3.3-3a). Em

especial, o P9 é dominado pelo poliqueta *Glycinde multidentis* e P10 é dominado pelo poliqueta *Owenia* sp. Nos pontos P8 e P4C não foram coletados representantes da macrofauna.

O Trecho 3 de dragagem, localizado mais no interior do canal, teve como organismos típicos o poliqueta *Glycinde multidentis* (dominante no Ponto 11), o camarão-de-toca *Alpheus* sp. (que foi abundante no P13) e uma espécie de nemertino (Figura 13.3.3-3.a). O ponto P7C foi o mais abundante e diverso taxonomicamente, com boa representatividade do poliqueta *Chaetozone* sp.

O Trecho 4 tem como organismos típicos os poliquetas *Tharyx* sp., *Aricidea* (*A*) *suecica* e *Glycinde multidentis*. O Ponto P20 foi o mais diverso e abundante, diferenciou-se com a alta abundância relativa do bivalve *Tagelus* sp. e de pequenas anêmonas (Anthozoa). Os pontos P14, P19, P9C e P10C apresentou ausência de integrantes da macrofauna bêntica (Figura 13.3.3-3a).

Os pontos localizados no canal de Bertioga de modo geral apresentaram baixas densidades de organismos (Figura 13.3.3-3b) e sua fauna típica é dominada por *Glycinde multidentis* e *Nereis succinea*.

Os pontos no rio Casqueiro apresentaram, relativamente, densidades medianas de organismos (ao redor de 70 ind/m²) (Figura 13.3.3-3b). A comunidade bentônica nesta área é composta por *Tagelus* sp. *Glycinde multidentis*. O ponto P40 foi o mais diverso e com a maior densidade nesta campanha, com 706,6 inds./m² com dominância dos poliquetas *Paraprionospio pinnata*, *Glycinde multidentis* e *Magelona papillicornis* e do bivalve *Mytella guyanensis*. Vale lembrar que em P40 há a dominância de *Heleobia australis*, não representada na figura (Figura 13.3.3-3b).

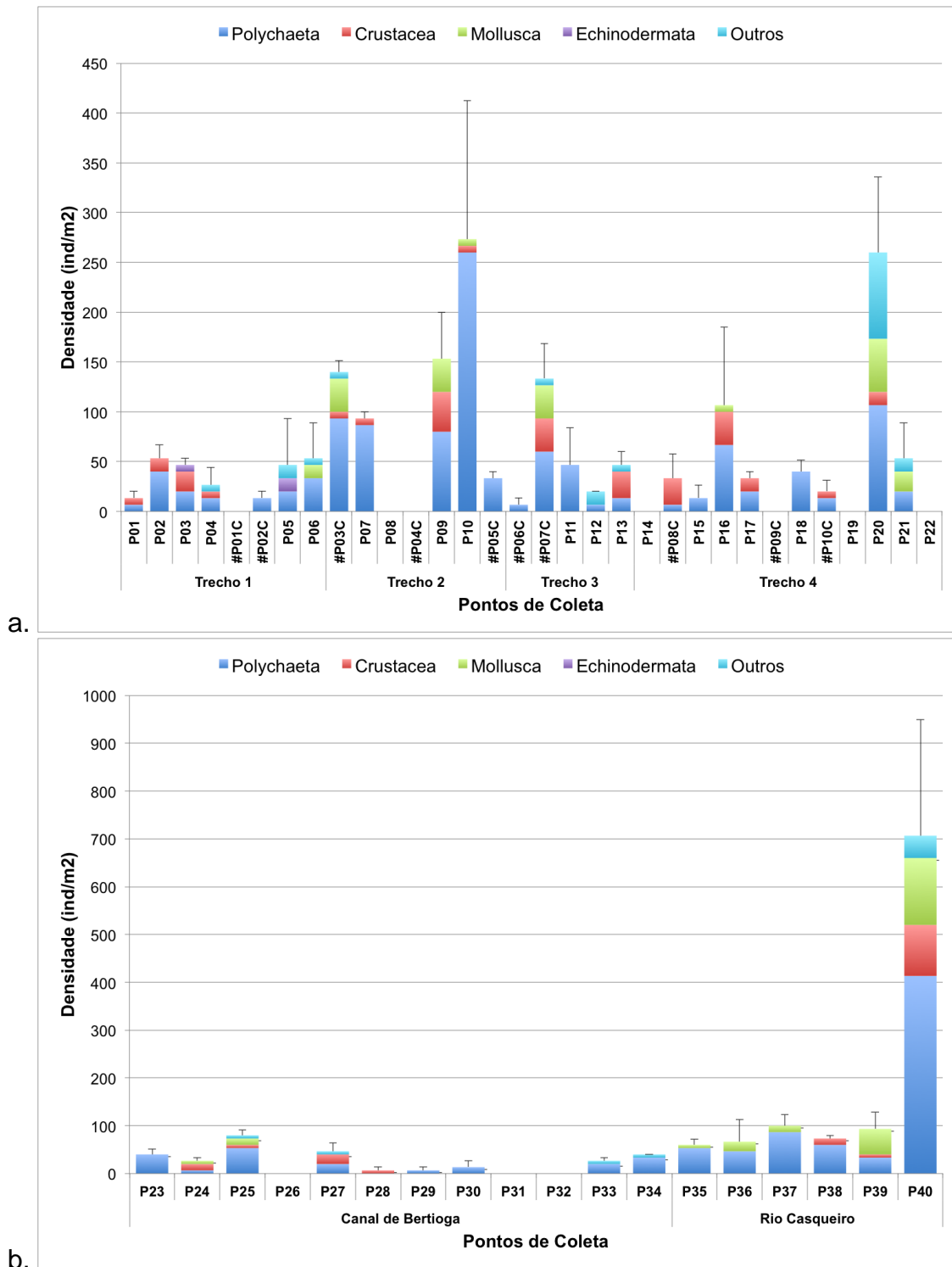


Figura 13.4-3. Densidade média (ind. m⁻²) dos principais grupos da macrofauna bentônica coletados durante a campanha realizada em Novembro de 2011. a. Pontos de coleta na área do Canal de Dragagem (Trechos); b. Pontos de coleta no Canal Bertioga/Casqueiro. Outros táxons = Anthozoa, Hemichordata, Nemertea e Oligochaeta.

Os pontos de coleta foram normalmente dominados pelo grupo Polychaeta, com densidades geralmente superiores a 60% (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 (Knox, 1977).

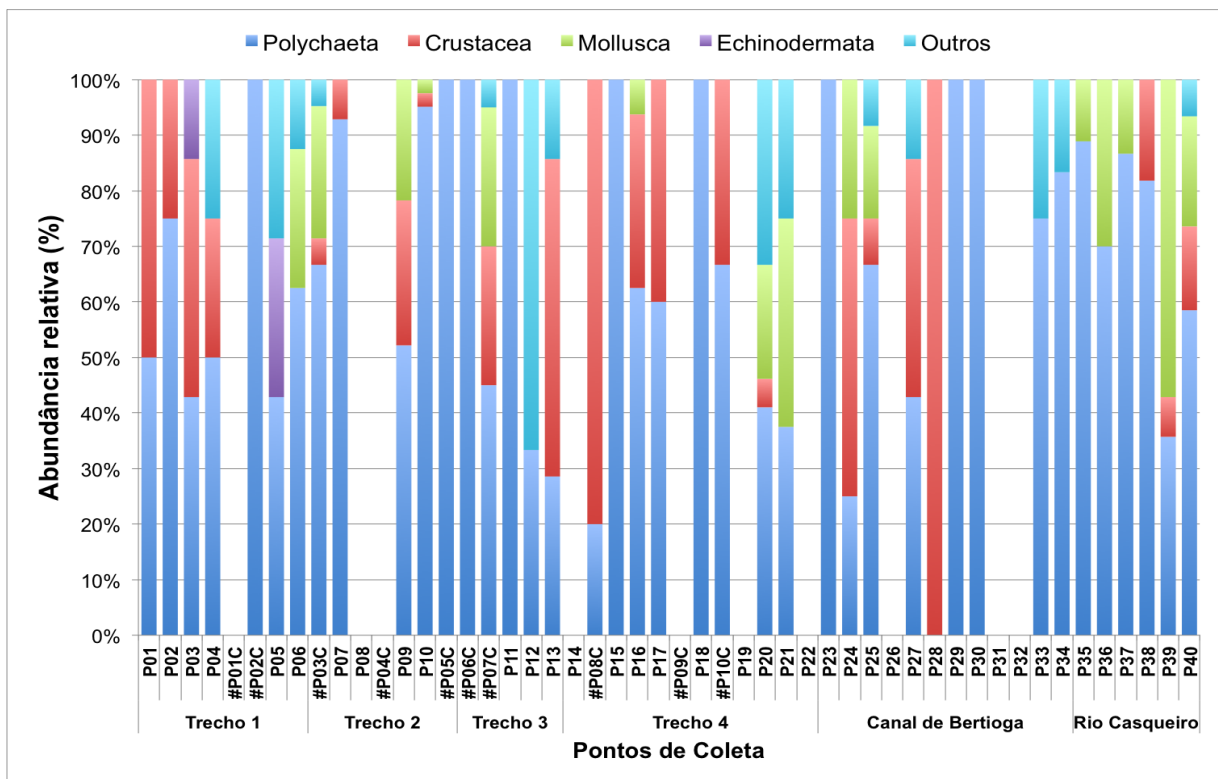
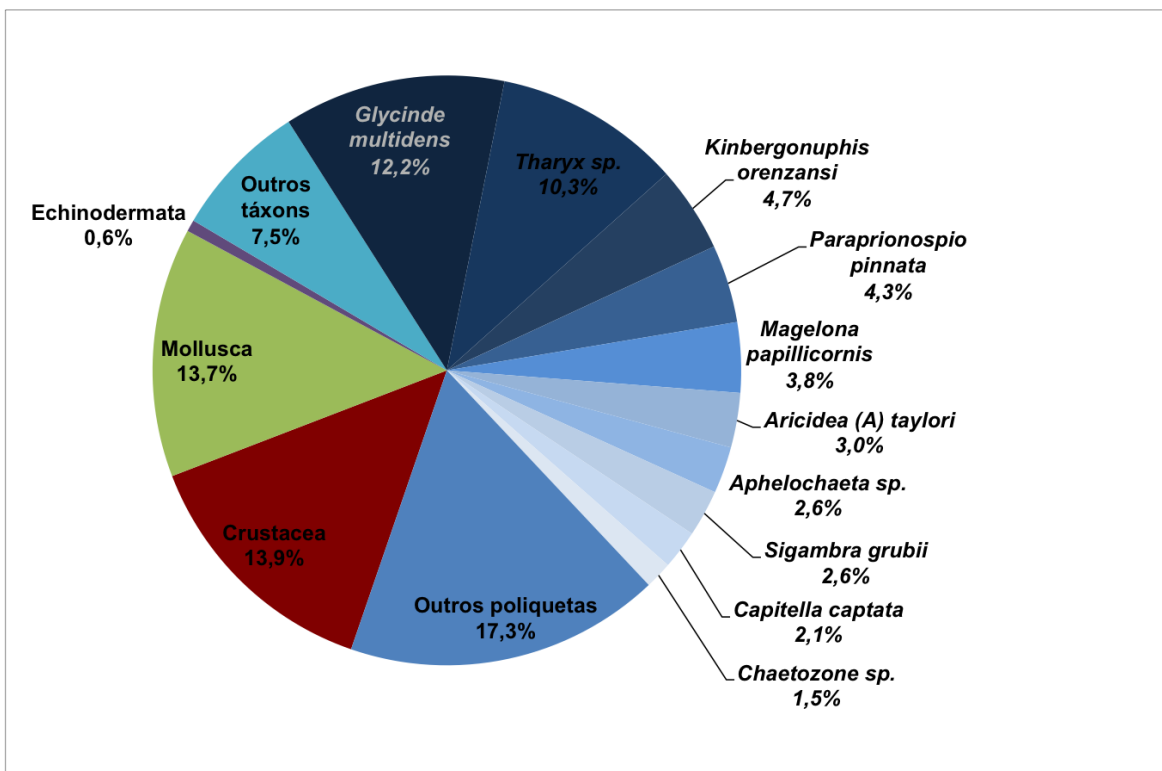


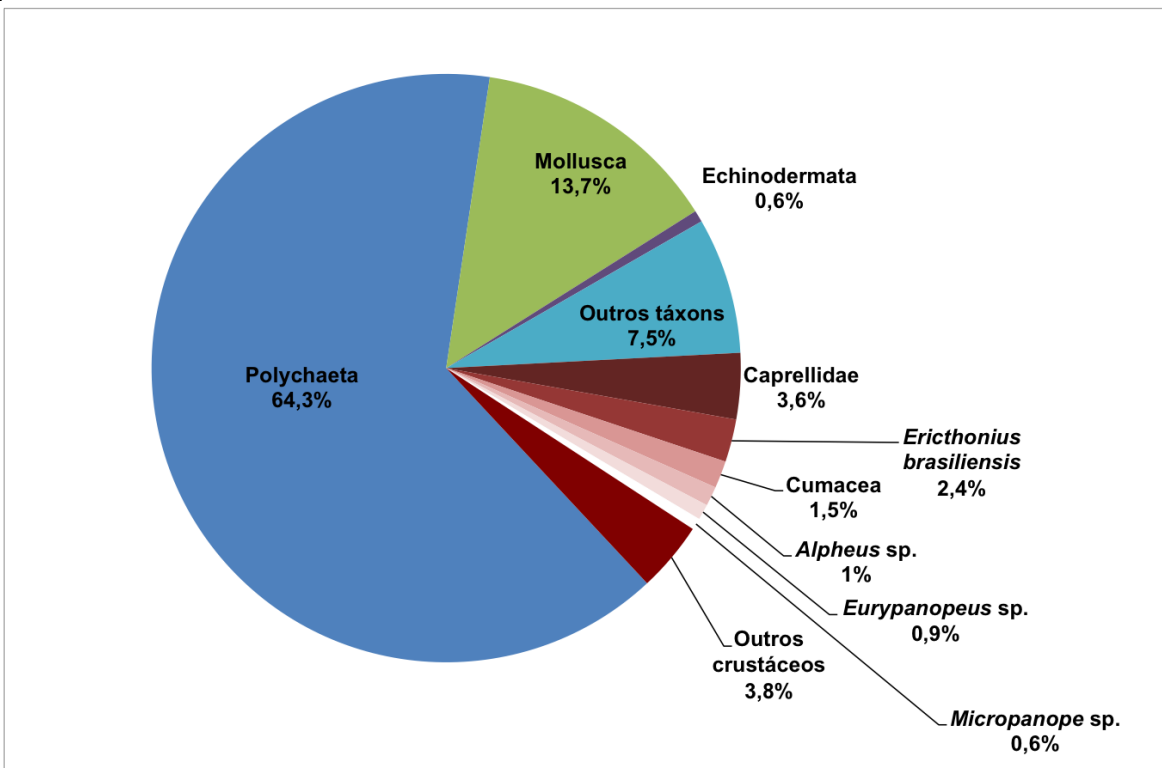
Figura 13.3.3-4. Frequência relativa dos principais grupos da macrofauna bentônica coletados durante a Campanha 3, de novembro de 2011. Outros táxons = Anthozoa, Hemichordata, Nemertea e Oligochaeta.

A composição específica dos principais táxons da macrofauna bentônica amostrada nesta campanha teve como principais elementos os poliquetas *Glycinde multidentis* e *Tharyx* sp. (Figura 13.3.3-5.a.), mais comuns nas amostras do interior do Estuário de Santos. A espécie *Kinbergonuphis orensanzi* foi relacionada a locais com maior influência marinha (Figura 13.3.3-5.a.).

Os crustáceos foram bem representados por anfípodes caprelídeos (Figura 13.3.3-5.b.), que ficam normalmente associados à vegetação submarina ou outros substratos sobre o sedimento, sendo pouco comuns em sedimentos (areia ou lodo). O anfípode tubícola *Erichthonius brasiliensis* e cumáceos, crustáceos típicos de sedimento, foram comuns nesta campanha (Figura 13.3.3-5.b.).



a.



b.

Figura 13.3.3-5. Frequência relativa das principais espécies de (a.) Polychaeta e (b.) Crustacea coletadas durante a campanha de Novembro de 2011.

Em termos de riqueza específica, o ponto de coleta P40 foi a mais rica, apresentando um número médio de 12 espécies. No entanto, a maioria dos pontos de coleta apresentou baixa riqueza, com menos de 2 espécies (Figura 13.3.3-6). Os pontos no Rio Casqueiro apresentaram os maiores valores médios de riqueza específica (Figura 13.3.3-6).

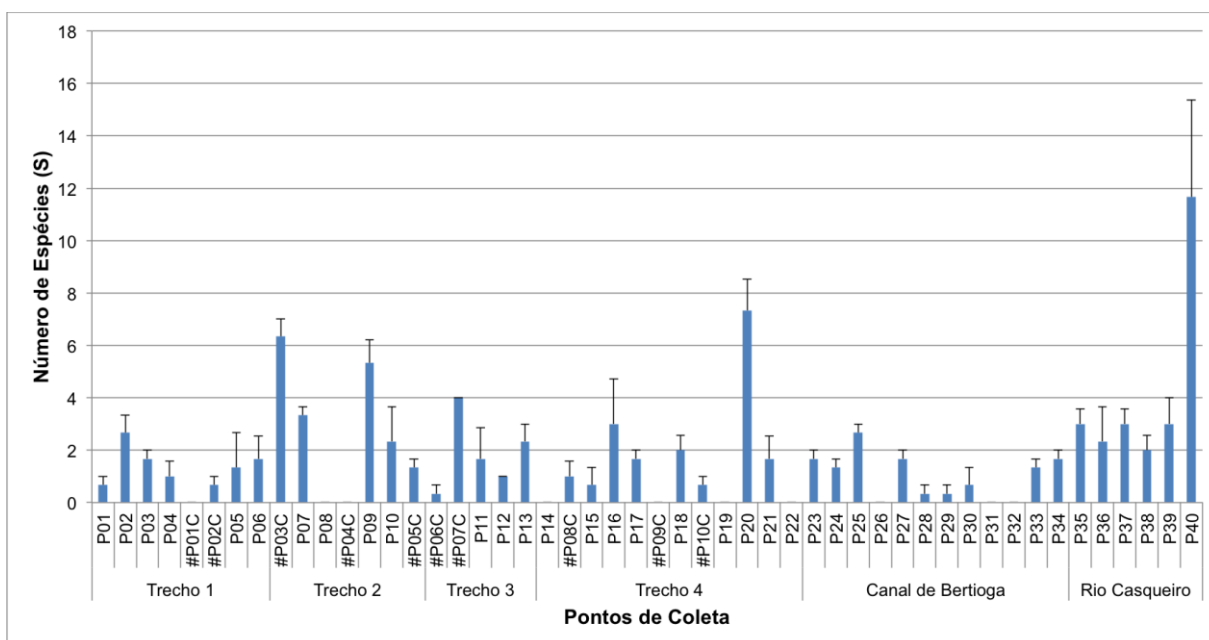


Figura 13.3.3-6. Riqueza em número de espécies coletadas durante a campanha realizada em Novembro de 2011. Linhas verticais representam o erro padrão.

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

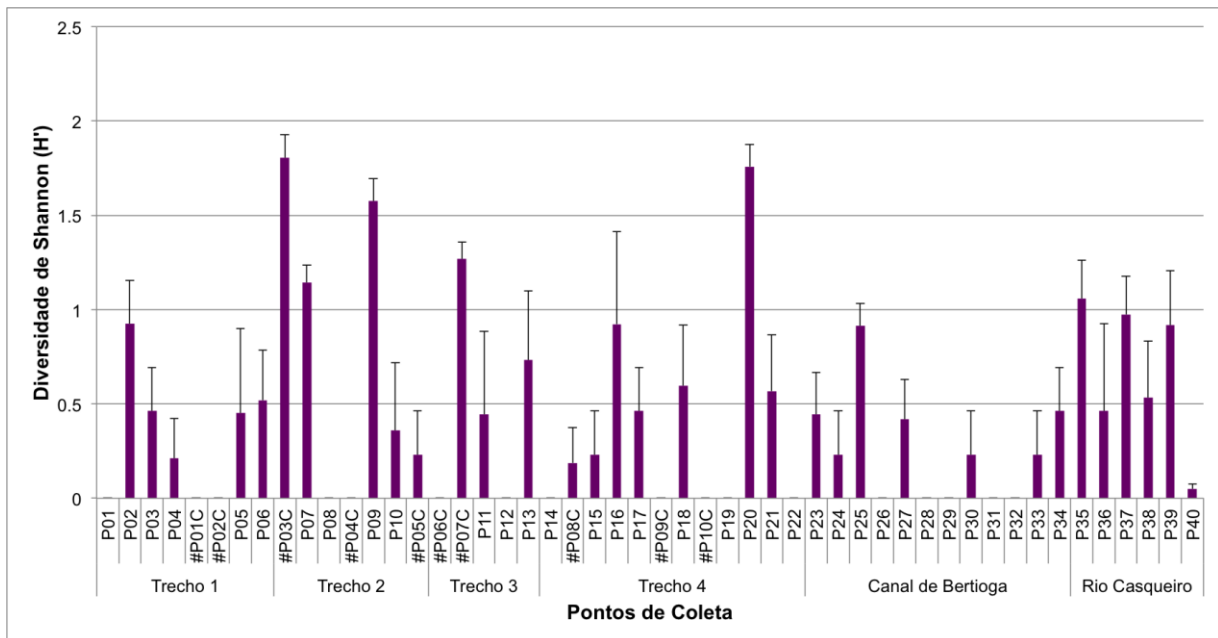


Figura 13.3.3-7. Diversidade específica encontrada nas amostras de macrofauna bentônica, Campanha 3, novembro de 2011. Linhas verticais representam o erro padrão.

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).

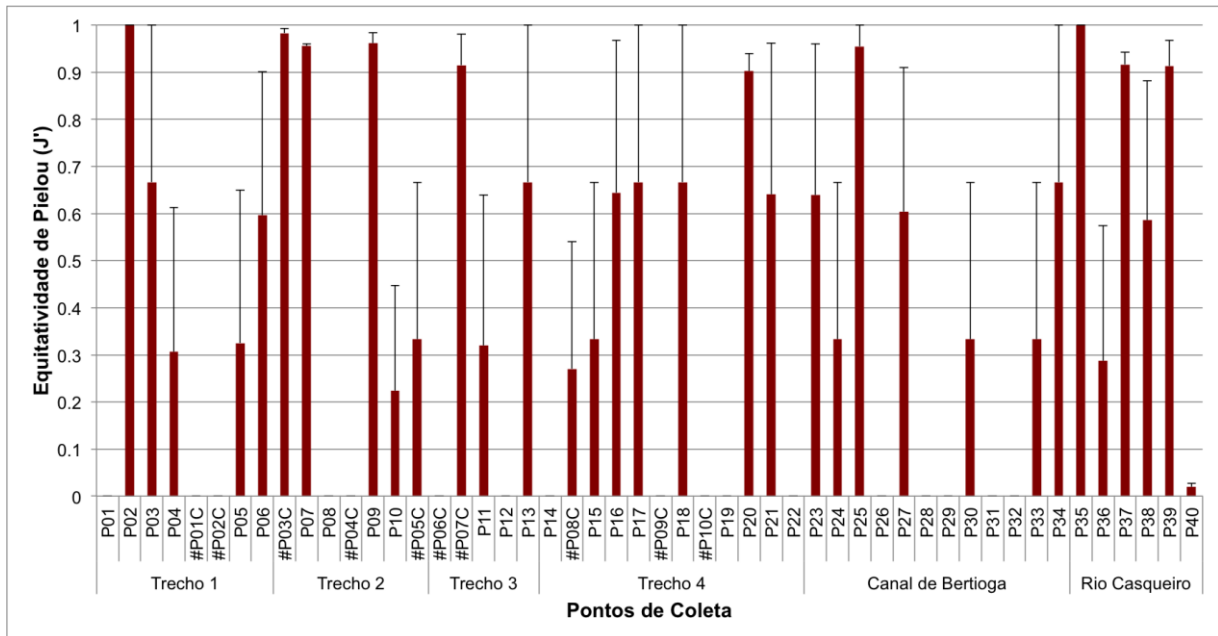


Figura 13.3.3-8. Equitatividade (J') encontrada nas amostras de macrofauna bentônica, Campanha 3, novembro de 2011. Linhas verticais representam o erro padrão.

13.4. Análise Temporal

A seguir são apresentados os resultados correspondentes à análise temporal da densidade da macrofauna bêmica referente às quatro campanhas de amostragem: janeiro 2010, julho 2010, janeiro 2011 e novembro 2011. As figuras contém 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 ocorreu a dragagem em cada ponto amostral durante este monitoramento. 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 Bertioga	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 (pontos dentro do canal de navegação) mostraram valores mais baixos de densidade em todas as campanhas, independente dos períodos de dragagem (Figuras 13.4-1 e 13.4-2). Os pontos de coleta marginais ao canal de navegação, P1-P4 e P6 apresentaram maiores valores de densidade nas duas primeiras campanhas (Janeiro e Julho de 2010, Campanhas Prévia e 1), já o ponto P5 apresentou a maior densidade em Janeiro de 2011, Campanha 2 (Figura 13.4-2). Observou-se 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 2010 e Novembro de 2011, logo após os eventos de dragagem. Isto sugere um impacto moderado sobre a macrofauna bentônica, porém as variações na densidade da macrofauna ocorreram em todo o trecho, e alterações ambientais como sazonalidade também exercem forte influência no local.

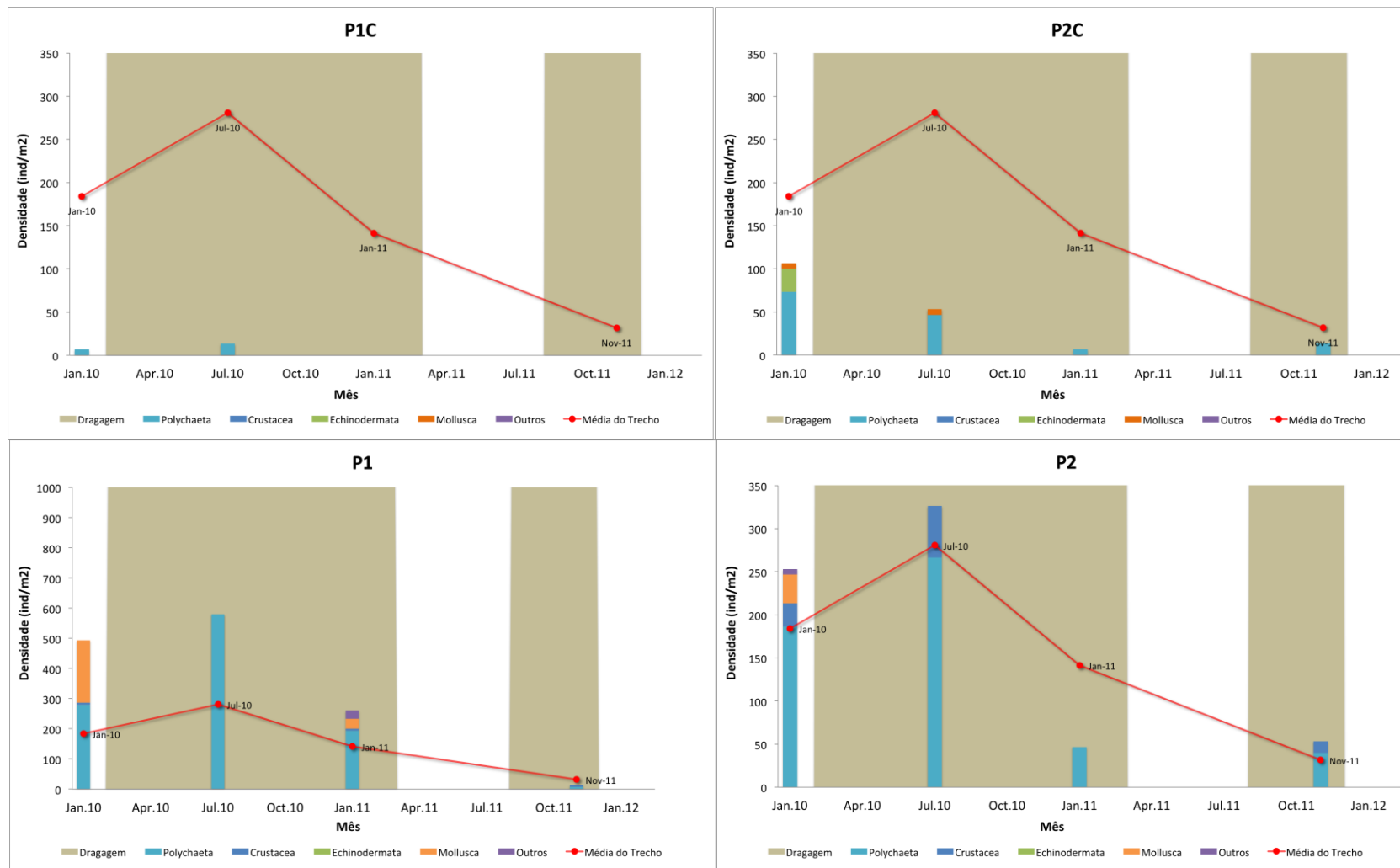


Figura 13.4-1. Densidade média (Ind. m⁻²) dos principais grupos da macrofauna bentônica coletados durante as quatro campanhas amostrais realizadas entre janeiro de 2010 e novembro de 2011 no Trecho 1 de dragagem. A linha vermelha representa a densidade média da macrofauna bentônica total do Trecho 1. 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.

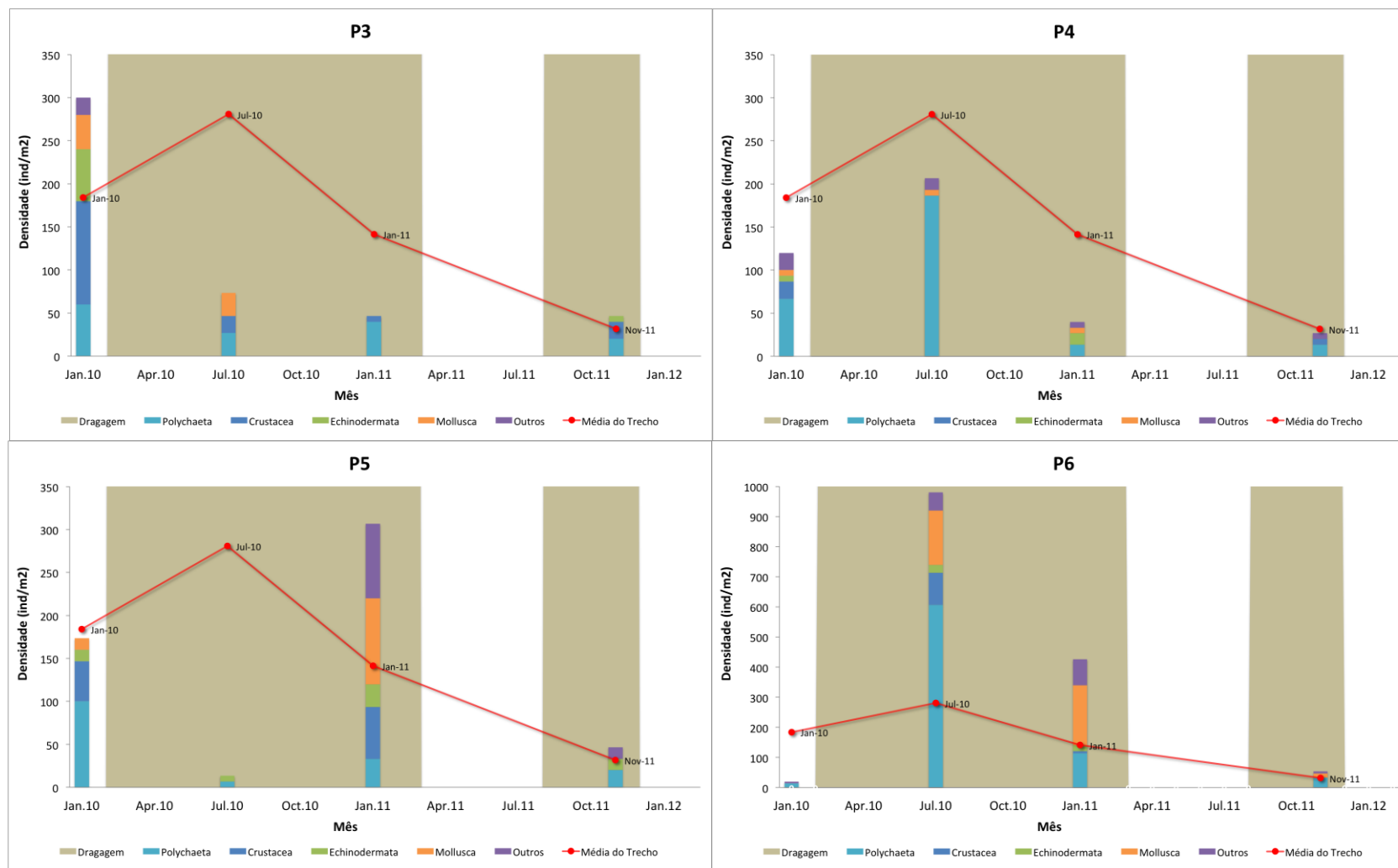


Figura 13.4-2. Densidade média (Ind. m⁻²) dos principais grupos da macrofauna bentônica coletados durante as quatro campanhas amostrais realizadas entre janeiro de 2010 e novembro de 2011 no Trecho 1 de dragagem. A linha vermelha representa a densidade média da macrofauna bentônica total do Trecho 1. 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 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 (Figuras 13.4-3 e 13.4-4).

No entanto, a área parece ter se recuperado após a dragagem ter sido realizada, já que em muitos pontos de coleta, principalmente em P9 e P10, houve um aumento no número de indivíduos e na diversidade de espécies na campanha de janeiro 2011, sendo mais acentuado na campanha de novembro 2011 (Figuras 13.4-3 e 13.4-4). Nos pontos P9 e P10, ocorreram picos de abundância de algumas espécies de poliquetas (em julho 2010 em P9) e de antozoários (em janeiro 2010 em P10), mas sem nenhum significado ecológico plausível.

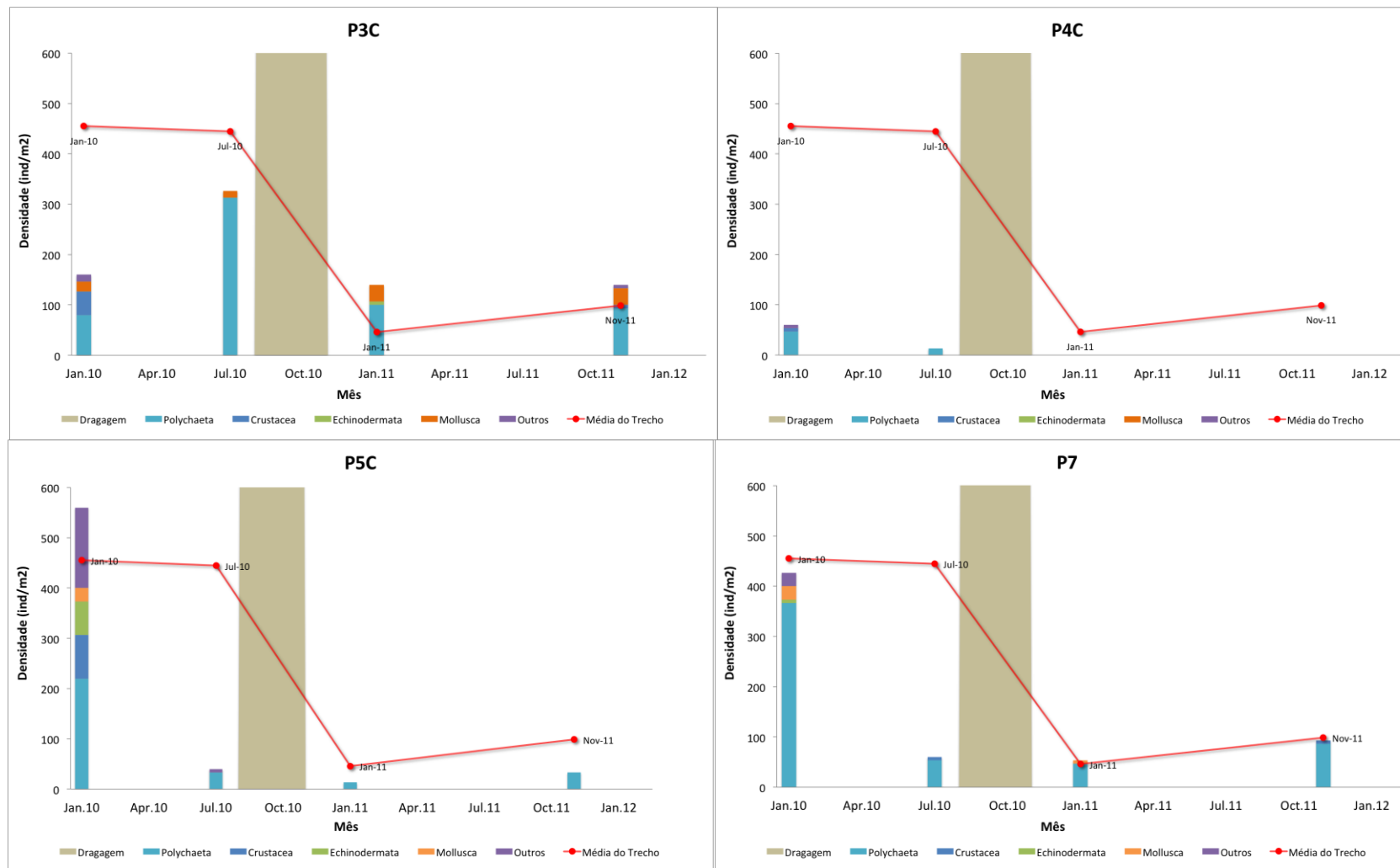


Figura 13.4-3. Densidade média (Ind. m⁻²) dos principais grupos da macrofauna bentônica coletados durante as quatro campanhas amostrais realizadas entre janeiro de 2010 e novembro de 2011 no Trecho 2 de dragagem. A linha vermelha representa a densidade média da macrofauna bentônica total do Trecho 2. A área sombreada representa o período que o trecho foi dragado.

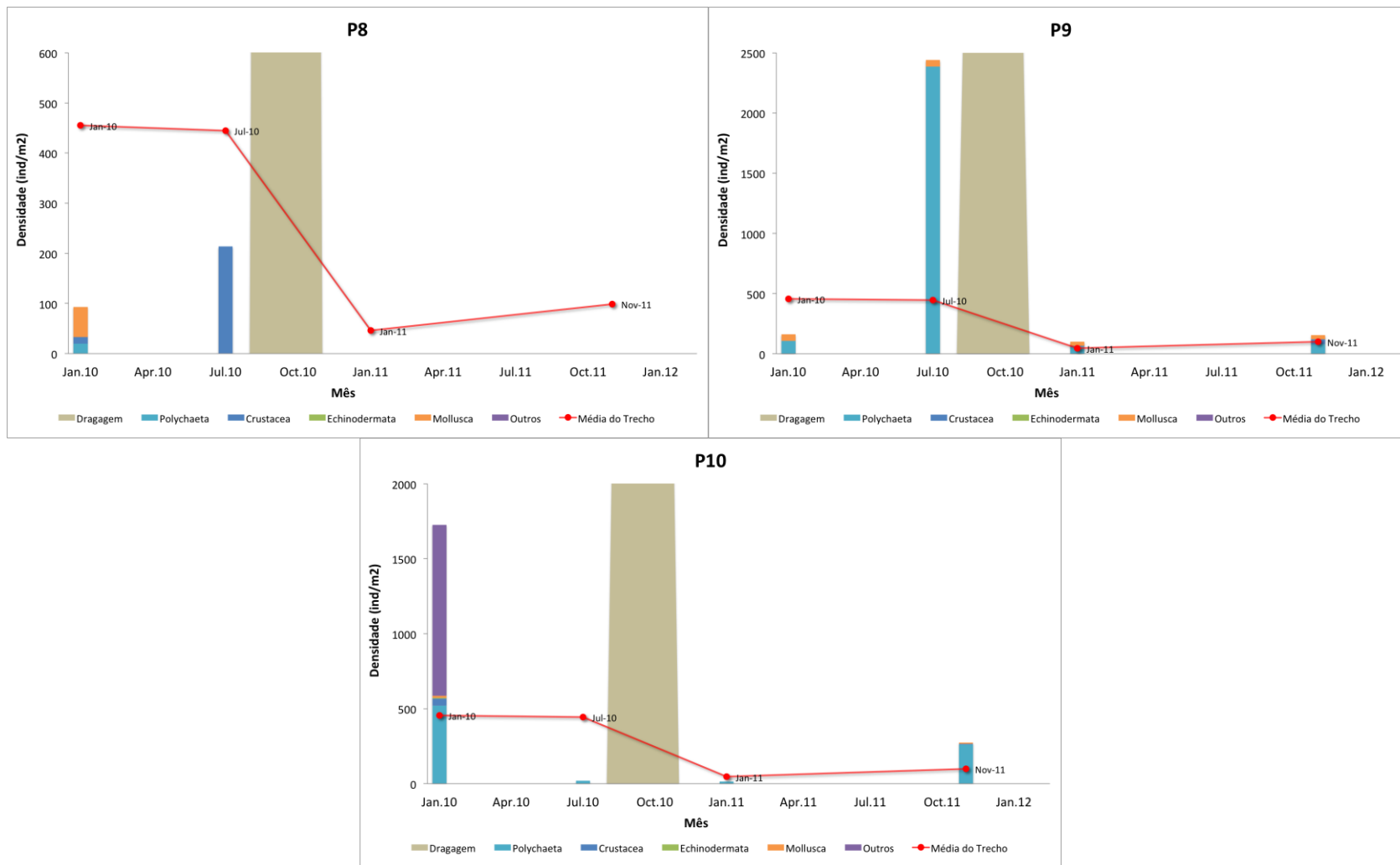


Figura 13.4-4. Densidade média (Ind. m⁻²) dos principais grupos da macrofauna bentônica coletados durante as quatro campanhas amostrais realizadas entre janeiro de 2010 e novembro de 2011 no Trecho 2 de dragagem. A linha vermelha representa a densidade média da macrofauna bentônica total do Trecho 2. A área sombreada representa o período que o trecho foi dragado.

Em relação aos pontos do Trecho 3, esta recuperação também foi observada. Com exceção de P6C, os demais pontos de coleta localizados neste trecho apresentaram maiores densidades na campanha de novembro 2011. Por outro lado, houve a dominância de anelídeos poliquetos sobre os crustáceos e demais grupos da macrofauna (Figuras 13.4-5 e 13.4-6).

É importante ressaltar que a campanha de Janeiro 2011 foi a que apresentou os menores valores de abundância (atentar para a linha vermelha nas figuras). Esta campanha ocorreu ao mesmo tempo em que a dragagem (ver Figura 13.5-2), sugerindo que a retirada de sedimento pode ter sido responsável pela ausência de indivíduos na área dragada.

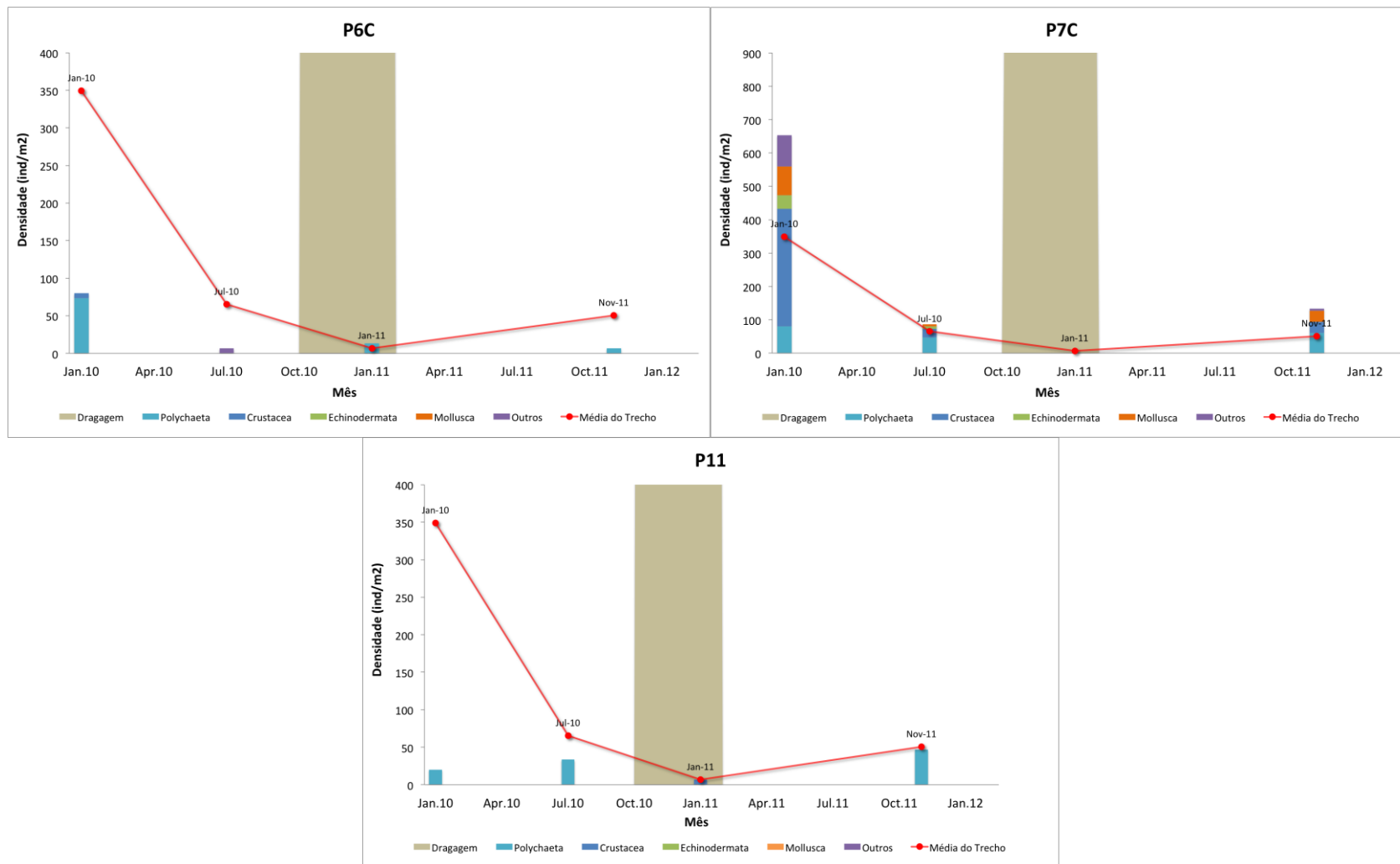


Figura 13.4-5. Densidade média (Ind. m⁻²) dos principais grupos da macrofauna bentônica coletados durante as quatro campanhas amostrais realizadas entre janeiro de 2010 e novembro de 2011 no Trecho 3 de dragagem. A linha vermelha representa a densidade média da macrofauna bentônica total do Trecho 3. A área sombreada representa o período que o trecho foi dragado.

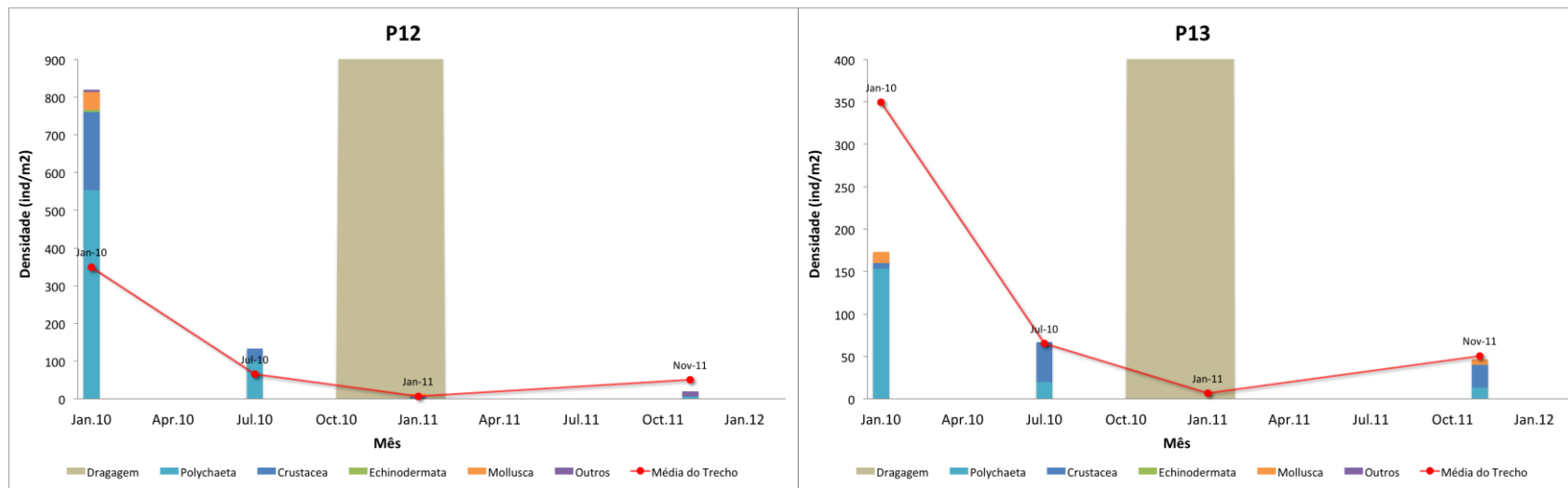


Figura 13.4-6. Densidade média (Ind. m⁻²) dos principais grupos da macrofauna bentônica coletados durante as quatro campanhas amostrais realizadas entre janeiro de 2010 e novembro de 2011 no Trecho 3 de dragagem. A linha vermelha representa a densidade média da macrofauna bentônica total do Trecho 3. 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 (Figuras 13.4-7 a 13.4-9), 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 algumas campanhas. Já P10C e P19 apresentaram valores muito baixos em todas as campanhas (Figuras 13.4-7 e 13.4-9).

Os pontos P14, P15, P16 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 2011 e Novembro 2011. 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 P10C, P16 e P20 houve uma recuperação da macrofauna local pelo aumento na densidade e na diversidade de espécies na campanha de novembro 2011 (ver Figura 13.4-7).

A área do Trecho 4 não apresenta uma relação clara com os impactos da dragagem em si. A área apresenta muitas 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 relacionados à dragagem.

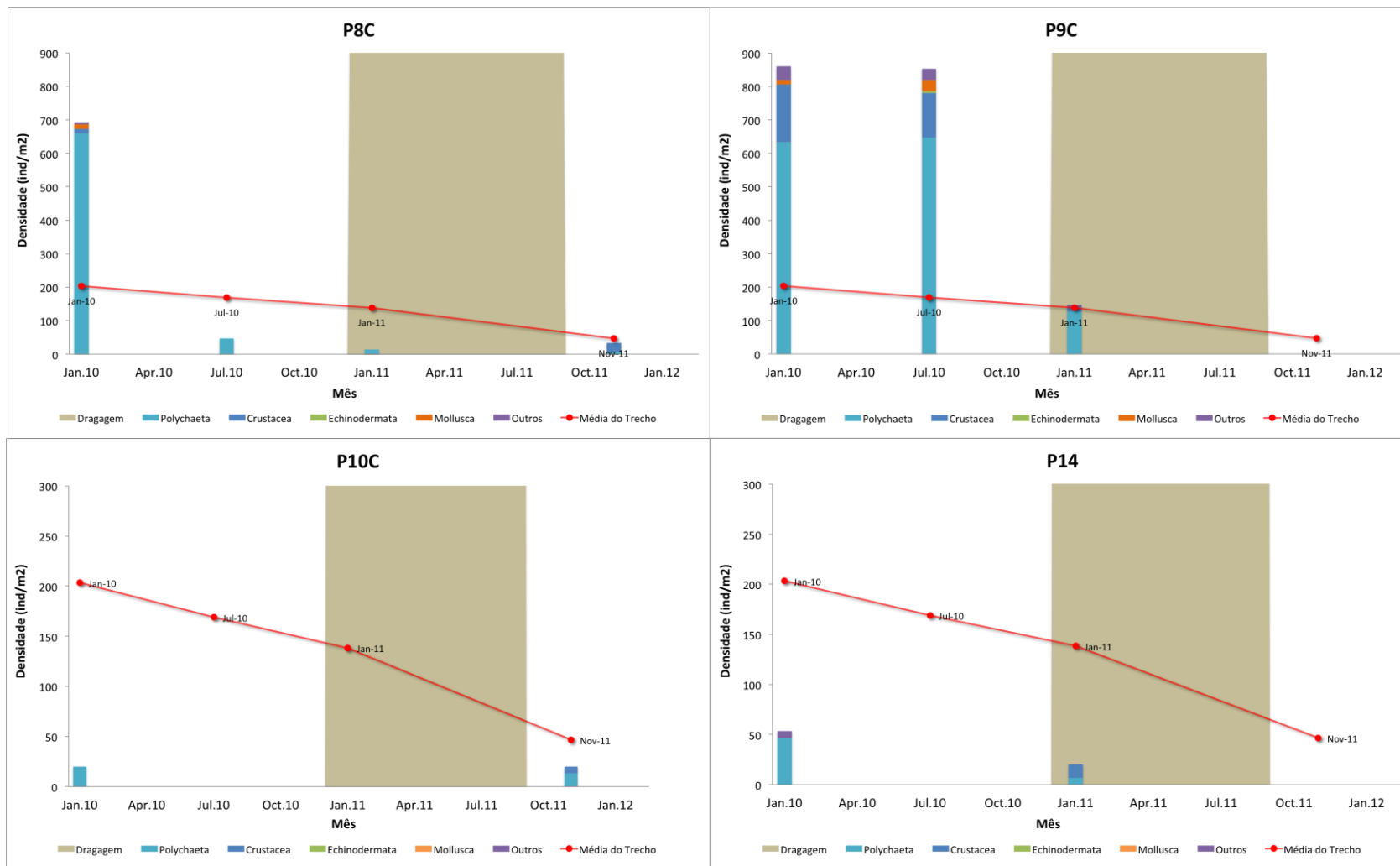


Figura 13.4-7. Densidade média (Ind. m⁻²) dos principais grupos da macrofauna bentônica coletados durante as quatro campanhas amostrais realizadas entre janeiro de 2010 e novembro de 2011 no Trecho 4 de dragagem. A linha vermelha representa a densidade média da macrofauna bentônica total do Trecho 4. A área sombreada representa o período que o trecho foi dragado.

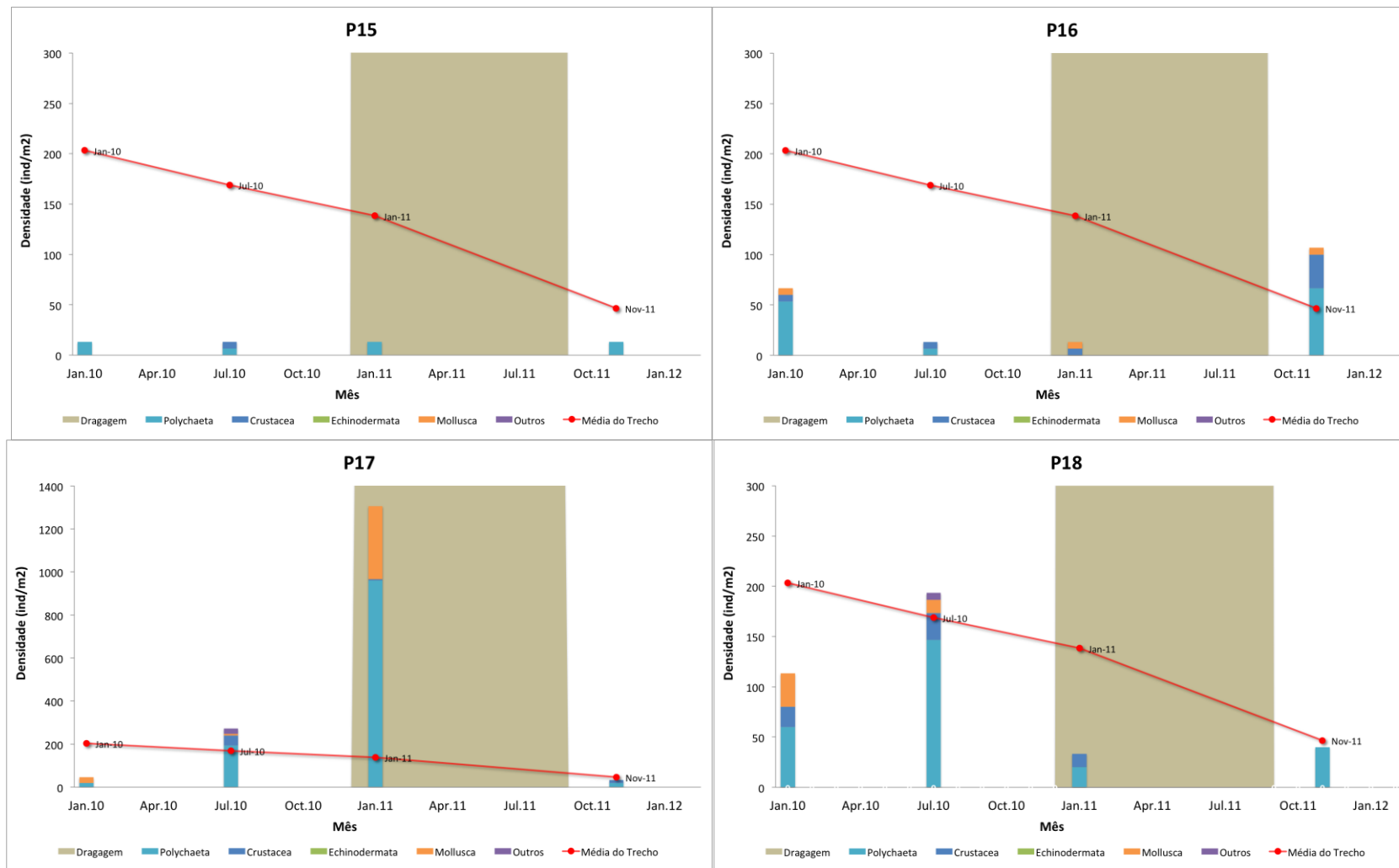


Figura 13.4-8. Densidade média (Ind. m⁻²) dos principais grupos da macrofauna bentônica coletados durante as quatro campanhas amostrais realizadas entre janeiro de 2010 e novembro de 2011 no Trecho 4 de dragagem. A linha vermelha representa a densidade média da macrofauna bentônica total do Trecho 4. A área sombreada representa o período que o trecho foi dragado.

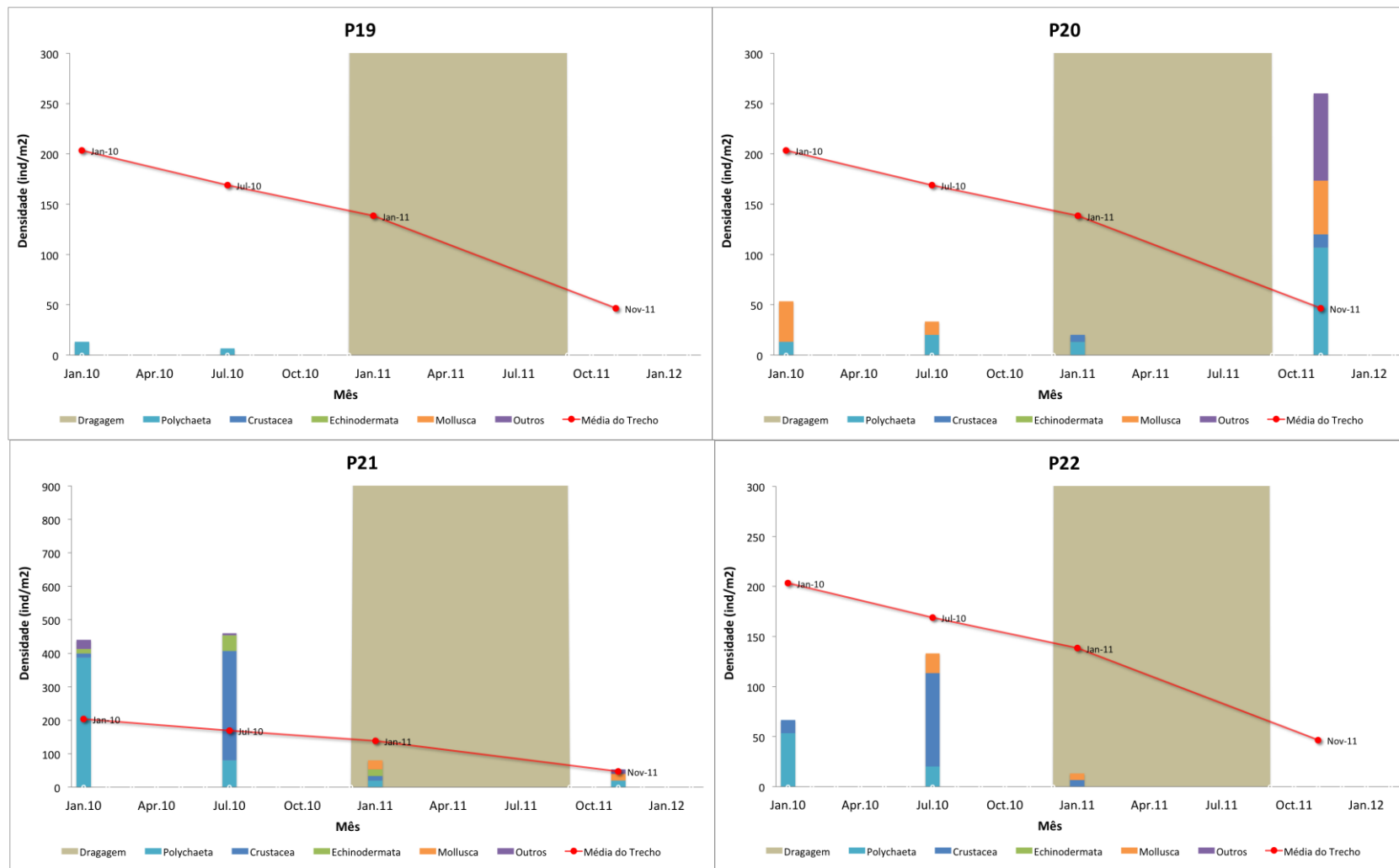


Figura 13.4-9. Densidade média (Ind. m⁻²) dos principais grupos da macrofauna bentônica coletados durante as quatro campanhas amostrais realizadas entre janeiro de 2010 e novembro de 2011 no Trecho 4 de dragagem. A linha vermelha representa a densidade média da macrofauna bentônica total do Trecho 4. 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, nas quais não houve dragagem de sedimento (Figuras 13.4-10 a 13.4-14).

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 campanha prévia, em janeiro 2010 (Figuras 13.4-10 a 13.4-12), com valores acima da média total de indivíduos para esta campanha. Porém, a partir da segunda campanha, em julho 2010, até novembro 2011, todos os pontos de coleta sofreram redução nos valores de densidade e diversidade de espécies. O ponto 27 apresentou, em julho de 2010, alta proporção de moluscos, pela ocorrência do bivalve *Mytella guyanensis*, um organismo comum na região e de ocorrência em agregamentos 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 13.4-12).

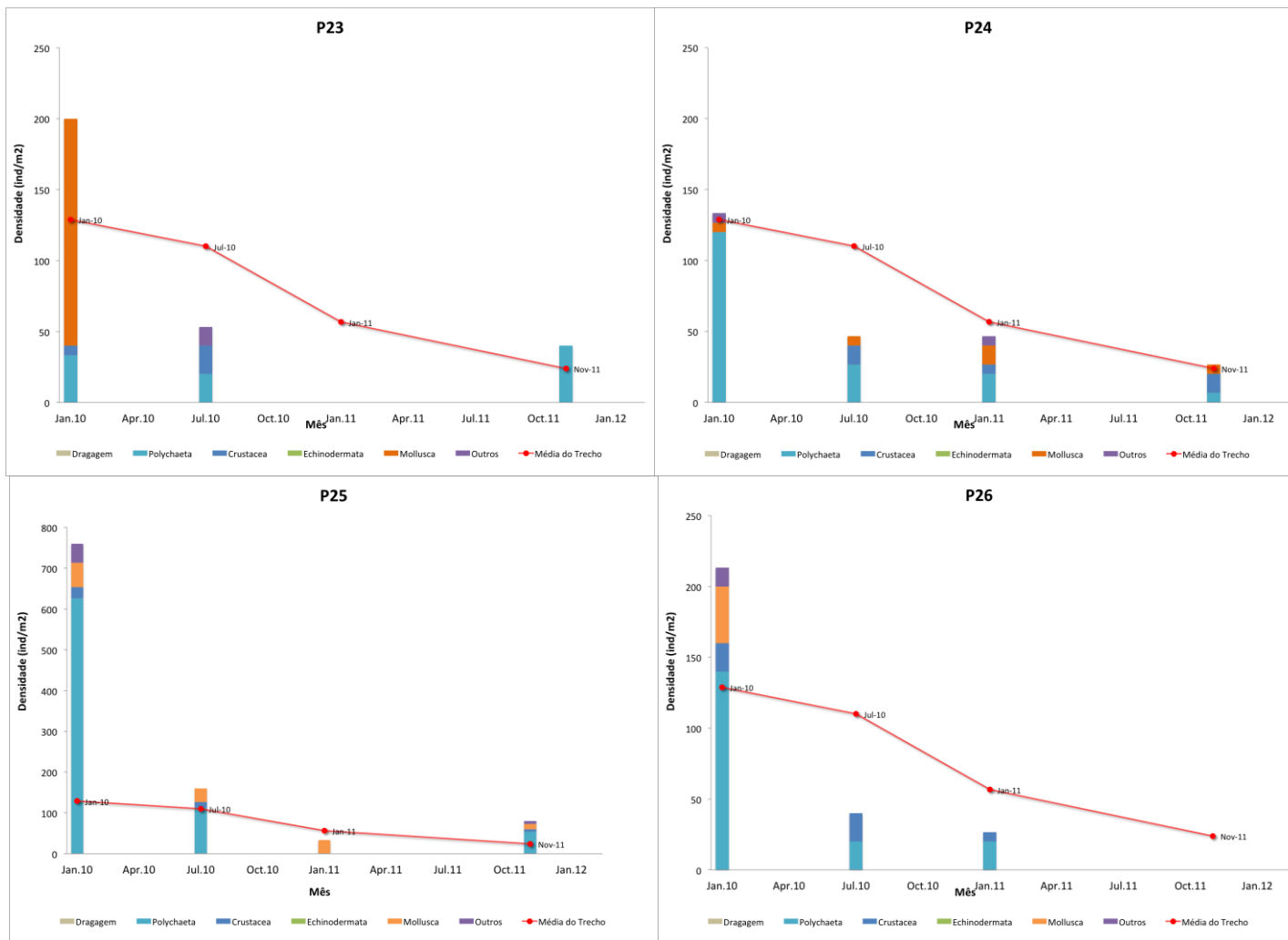


Figura 13.4-10. Densidade média (Ind. m⁻²) dos principais grupos da macrofauna bentônica coletados durante as quatro campanhas amostrais realizadas entre janeiro de 2010 e novembro de 2011 no Canal de Bertioga. A linha vermelha representa a densidade média da macrofauna bentônica total do Canal de Bertioga. Não houve dragagem nessa área.

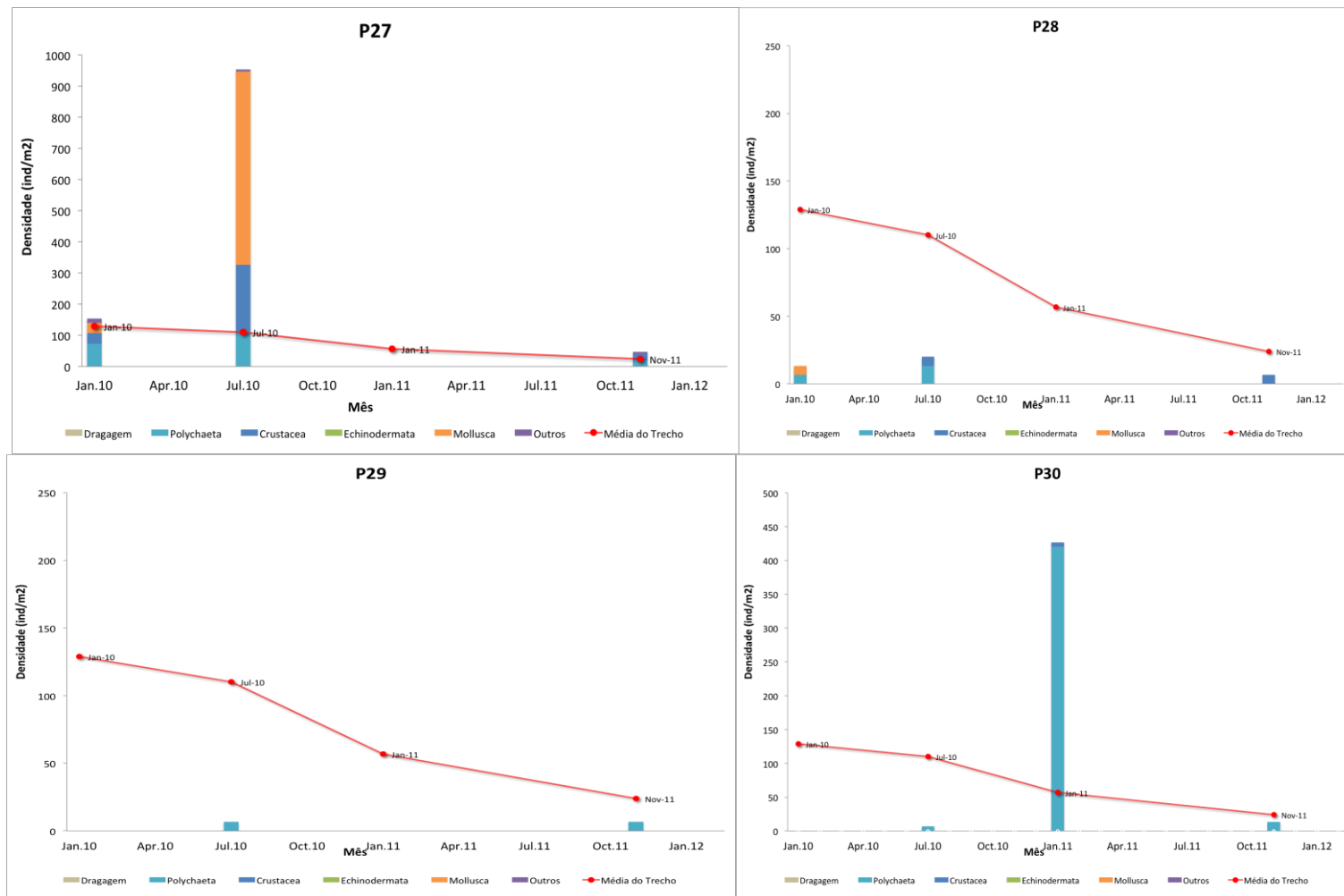


Figura 13.4-11. Densidade média (Ind. m⁻²) dos principais grupos da macrofauna bentônica coletados durante as quatro campanhas amostrais realizadas entre janeiro de 2010 e novembro de 2011 no Canal de Bertioga. A linha vermelha representa a densidade média da macrofauna bentônica total do Canal de Bertioga. Não houve dragagem nessa área.

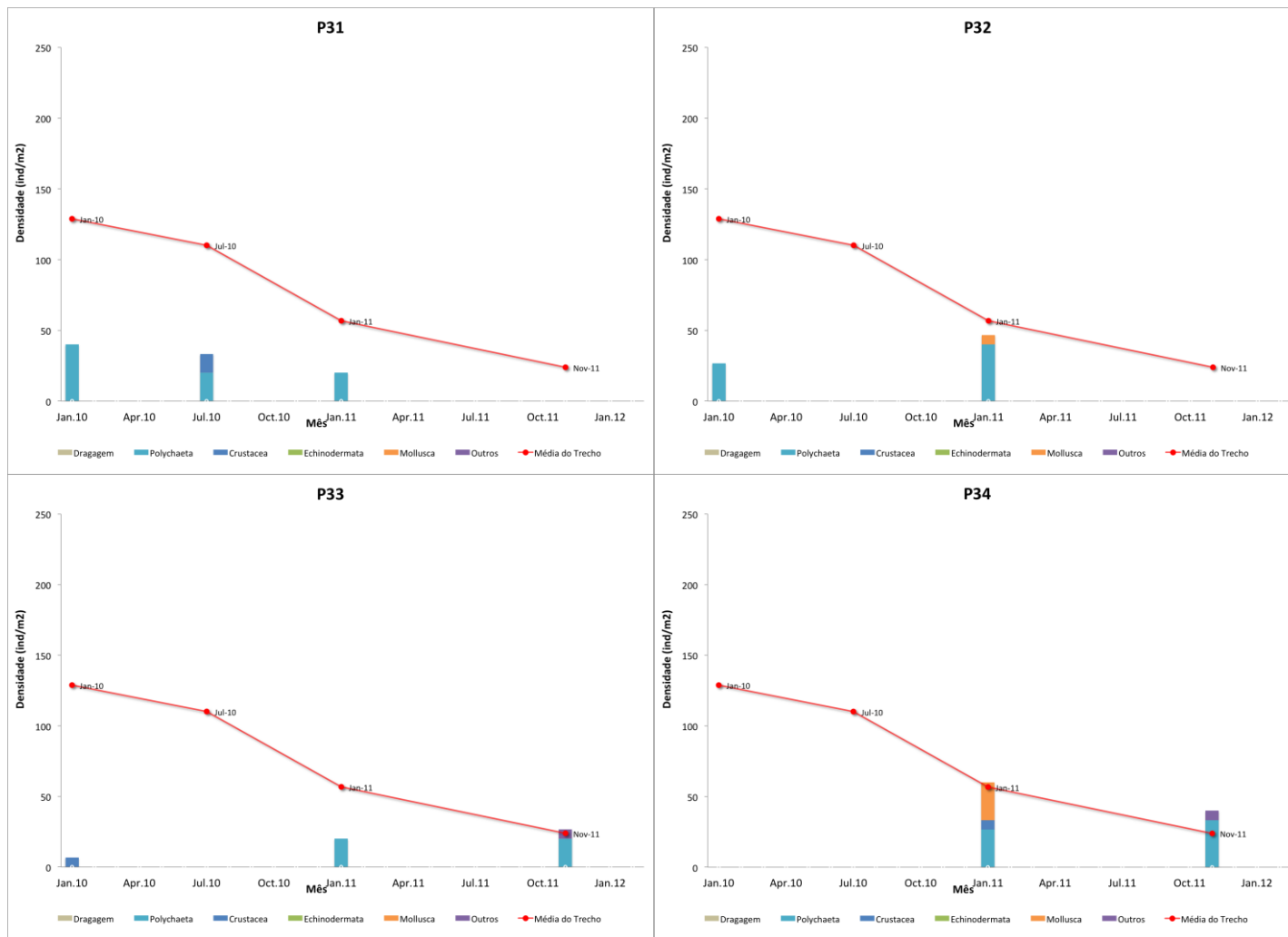


Figura 13.4-12. Densidade média (Ind. m⁻²) dos principais grupos da macrofauna bentônica coletados durante as quatro campanhas amostrais realizadas entre janeiro de 2010 e novembro de 2011 no Canal de Bertioga. A linha vermelha representa a densidade média da macrofauna bentônica total do Canal de Bertioga. Não houve dragagem nessa área.

Os pontos localizados no Rio Casqueiro apresentaram densidades mais baixas que os pontos dentro do Canal de navegação do Porto de Santos, assim como os pontos do Canal de Bertioga, demonstrando que os baixos valores encontrados parecem estar relacionados a fatores não diretamente ligados aos eventos de dragagem. No entanto, cabe ressaltar que, temporalmente, houve uma redução dos valores de densidade (Figuras 13.4-13 e 13.4-14).

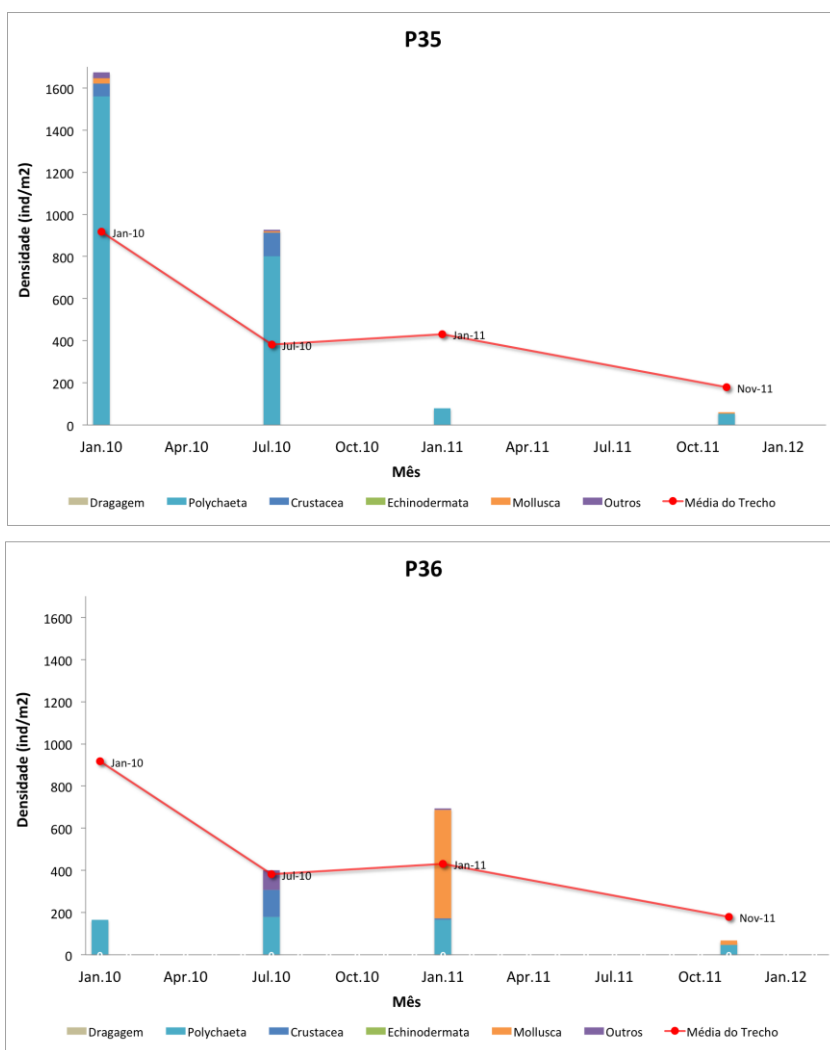


Figura 13.4-13. Densidade média (Ind. m⁻²) dos principais grupos da macrofauna bentônica coletados durante as quatro campanhas amostrais realizadas entre janeiro de 2010 e novembro de 2011 no Rio Casqueiro. A linha vermelha representa a densidade média da macrofauna bentônica total do Rio Casqueiro. Não houve dragagem nessa área.

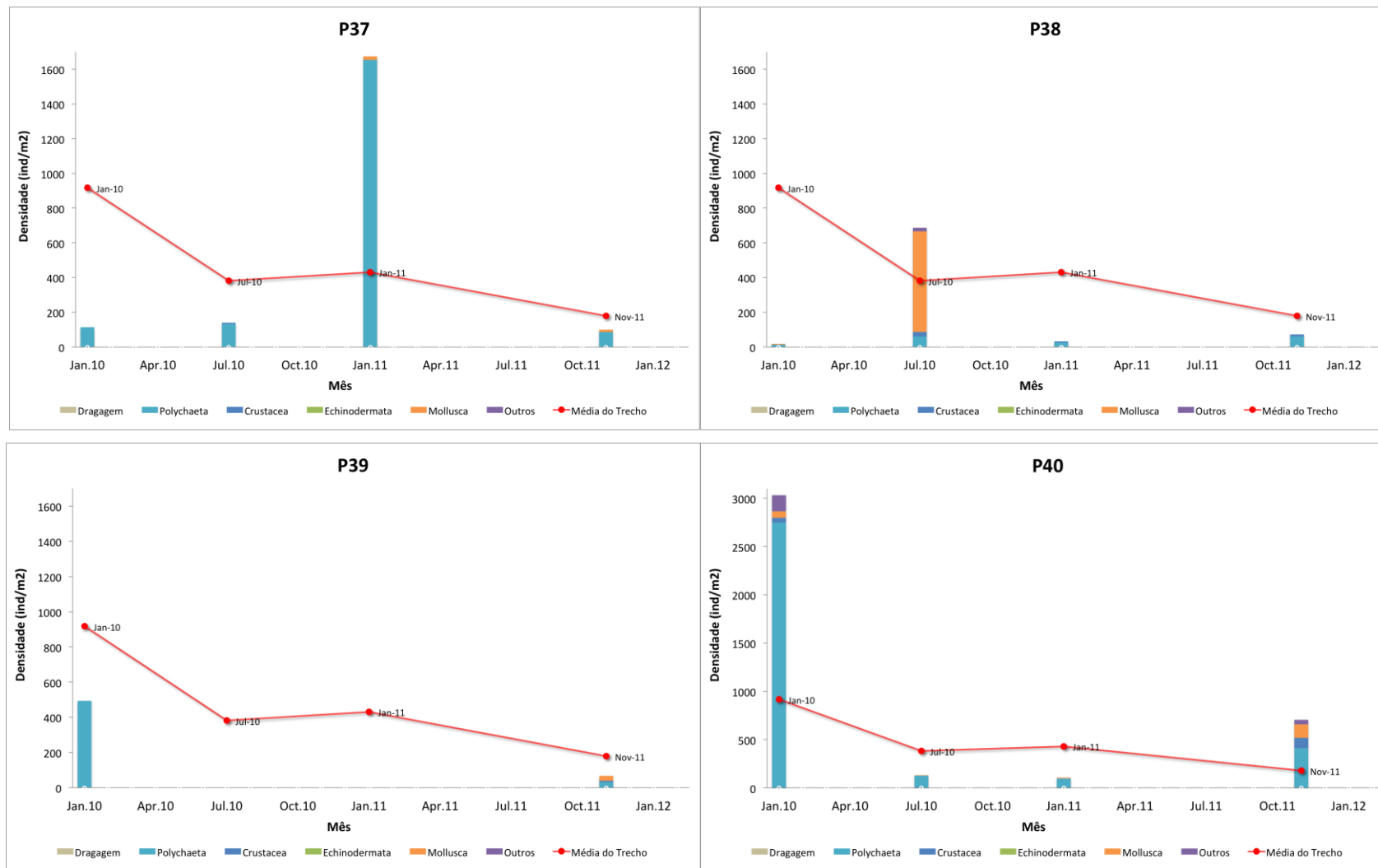


Figura 13.4-14. Densidade média (Ind. m⁻²) dos principais grupos da macrofauna bentônica coletados durante as quatro campanhas amostrais realizadas entre janeiro de 2010 e novembro de 2011 no Rio Casqueiro. A linha vermelha representa a densidade média da macrofauna bentônica total do Rio Casqueiro. Não houve dragagem nessa área.

A alta variabilidade temporal e espacial das espécies e a baixa densidade em que ocorrem não permitem estabelecer um padrão espacial ou temporal da comunidade macrobentônica espécies, notado pela ausência de formação de grupos claros em relação às campanhas (Figura 13.4-15a) ou aos trechos (Figura 13.4-15b). Se estes padrões não podem ser estabelecidos com alguma acurácia - pois são provavelmente ligados a outros fatores ambientais de maior influência no local, como a pluviosidade, por exemplo) – não é possível estabelecer qualquer relação da influência da dragagem do porto sobre a macrofauna local.

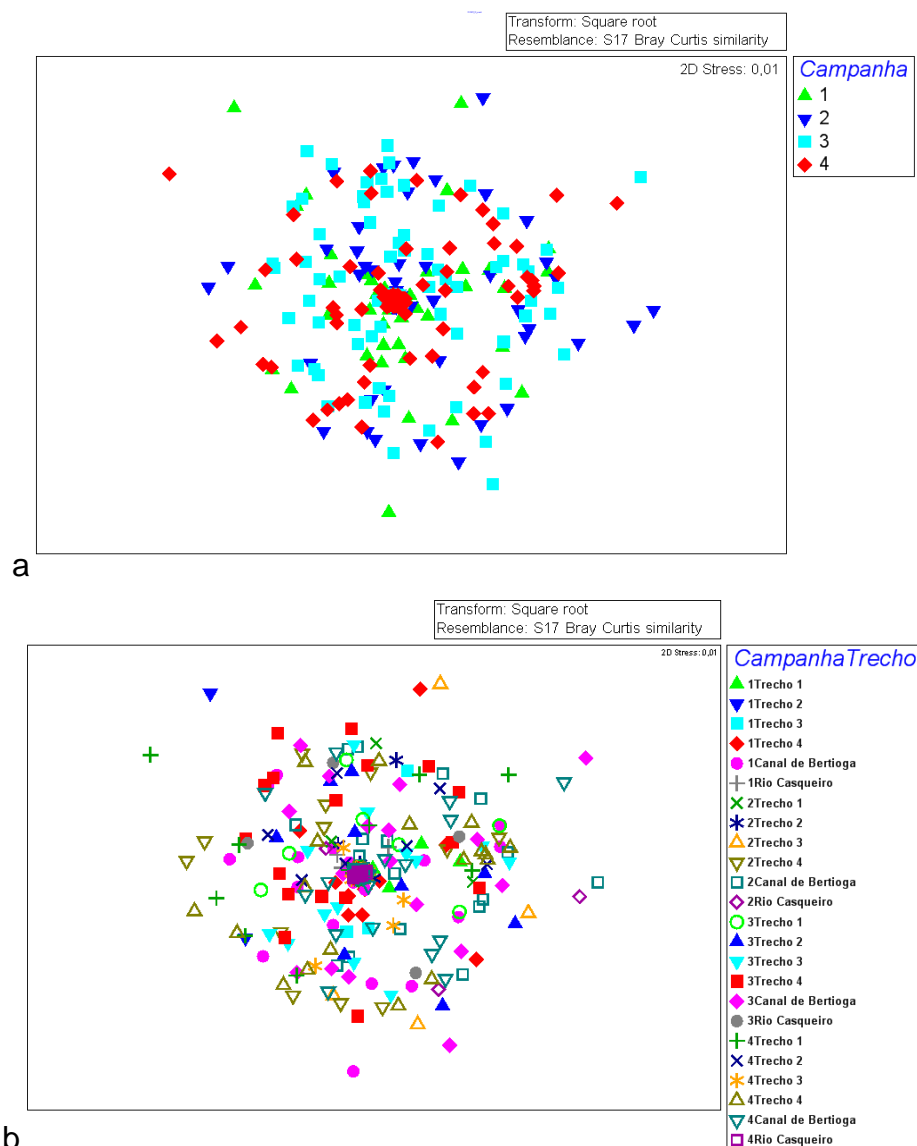


Figura 13.4-15. Escalonamento multidimensional (MDS) das quatro campanhas amostrais realizadas entre janeiro de 2010 e novembro de 2011. a. Comparação entre as diferentes Campanhas (indicadas por números em ordem cronológica) b. Comparação entre os trechos do Programa em diferentes Campanhas (indicadas por números em ordem cronológica)

13.5. Considerações Finais

O presente estudo apresenta os resultados da Campanha de novembro de 2011, avaliando os índices ecológicos de cada campanha com o objetivo de quantificar e qualificar os possíveis impactos decorrentes da obra de dragagem de aprofundamento do canal de navegação do Porto de Santos.

A Campanha de novembro de 2011 apresentou um baixo número de espécies e indivíduos da macrofauna bentônica. Por ser um fenômeno generalizado, ocorrendo em todos os pontos amostrados, conclui-se que este deve ser um fenômeno sazonal, não necessariamente relacionada às atividades de dragagem.

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 a 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.

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 em relação à campanha de janeiro 2011 – Campanha Prévia. Entretanto, os dados indicam tratar-se de um fenômeno generalizado, ocorrendo em praticamente todos os pontos amostrados. Conclui-se que estas 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.

Dessa forma, recomenda-se a continuidade do monitoramento para que se possa 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 resultantes dos impactos diretos da atividade de dragagem.

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. Los Angeles, Allan Hancock Foundation. 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. & F.A.M. Santos (1999). Técnicas usuais de estimativa da biodiversidade. Holos Environment 1(1), p. 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. Rio de Janeiro: Museu Nacional. 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 novembro de 2011.

ANEXO 13.9-1. LISTA DAS ESPÉCIES DA MACROFAUNA BENTÔNICA
ENCONTRADAS NA CAMPANHA REALIZADA EM NOVEMBRO DE 2011.