

PCA do Bloco BM-S-40

Fase 2A – imageamento

Campo de Baúna, Bacia de Santos

RELATÓRIO TÉCNICO MON000024-12(00)

19 DE MARÇO DE 2021

Preparado para:

KAROON Energy

Preparado por:

Paula Vieira Castellões

Júlio Augusto de Castro Pellegrini

Beatriz Barbosa Machado

Prooceano

Av. Rio Branco, 311/1205 - Centro
CEP 20.040-009 - Rio de Janeiro - RJ
Tel./Fax + 55 21 2532.5666
www.prooceano.com.br

© PROOCEANO 2021

The copyright in this document is vested in Prooceano. This document may only be reproduced in whole or in part, or stored in a retrieval system, or transmitted in any form, or by any means electronic, mechanical, photocopying or otherwise, with the prior permission of PROOCEANO.

Os direitos autorais deste documento são propriedade da PROOCEANO. Este documento somente poderá ser reproduzido inteiro ou em partes, ou armazenado, ou transmitido em qualquer forma, ou por quaisquer meios: eletrônico, mecânico, fotocópia ou qualquer outro modo, com a permissão prévia da PROOCEANO.

Controle de revisão

Revisão nº 01

Data:

Descrição:

Responsável:

Empresa:

Revisão nº 02

Data:

Descrição:

Responsável:

Empresa:

Revisão nº 03

Data:

Descrição:

Responsável:

Empresa:

Revisão nº 04

Data:

Descrição:

Responsável:

Empresa:

Revisão nº 05

Data:

Descrição:

Responsável:

Empresa:

Equipe técnica

Júlio Augusto de Castro Pellegrini

Registro no Conselho de Classe: 666 AOCEANO

Cadastro Técnico Federal de Atividades e Instrumentos de Defesa Ambiental: 210325

Responsável pela(s) Seção(ões): Todas

Paula Vieira Castellões

Registro no Conselho de Classe: 29.526/02/05 - CRBio

Cadastro Técnico Federal de Atividades e Instrumentos de Defesa Ambiental: 216354

Responsável pela(s) Seção(ões): Todas

Assinatura:

Beatriz Barbosa Machado

Registro no Conselho de Classe: 84.295/02 – CRBio

Cadastro Técnico Federal de Atividades e Instrumentos de Defesa Ambiental: 5393333

Responsável pela(s) Seção(ões): suporte técnico (externo)

Aline Zaccaron Meurer

Registro no Conselho de Classe: 63025-03D – CRBio

Cadastro Técnico Federal de Atividades e Instrumentos de Defesa Ambiental: 1932828

Responsável pela(s) Seção(ões): atividades de campo e suporte técnico (externo)

Andre Silva Francisco

Registro no Conselho de Classe: 69241-03D – CRBio

Cadastro Técnico Federal de Atividades e Instrumentos de Defesa Ambiental: 1720612

Responsável pela(s) Seção(ões): atividades de campo e suporte técnico (externo)

Patrícia da Cunha Marroig

Registro no Conselho de Classe: sem registro

Cadastro Técnico Federal de Atividades e Instrumentos de Defesa Ambiental: 5253033

Responsável pela(s) Seção(ões): suporte HSE

Sumário

1. Introdução.....	5
2. Área de estudo.....	5
3. Metodologia.....	6
3.1 Estações de amostragem – #1 a #6 (áreas 1 a 6).....	8
3.2 Alto-fundos – estação #7 (área 7).....	10
3.3 Pockmarks – estações #8, #9 e #10 (áreas 8, 9 e 10)	11
4. Apresentação dos dados.....	12
5. Resultados.....	12
5.1 Megafauna associada ao fundo (imagem ROV).....	12
5.2 Análise integrada	17
5.3 Resultados do imageamento por estação amostral	22
6. Discussão.....	39
7. Conclusão.....	41
8. Responsabilidade Técnica	42
9. Bibliografia	43
10. Anexo	47

1. Introdução

O ecossistema marinho vem sofrendo modificações ao longo do tempo, resultantes principalmente da sobrepesca, poluição, destruição de habitat e mudanças climáticas (KNOWLTON & KNOWLTON, 2008; WORM *et al.*, 2006). Para avaliar a magnitude e o efeito dos impactos antropogênicos sobre os ecossistemas naturais, é necessário o conhecimento sobre o estado inexplorado destes ambientes (BAUM & MYERS, 2004). Entretanto, dados e informações sobre o estado mais conservado dos ecossistemas são escassos, principalmente em ambientes marinhos.

O sistema bêntico dos ambientes marinhos, corresponde às áreas de sedimentação inconsolidada (fundos arenoso/lamosos) ou consolidada (fundos rochosos). Os organismos que habitam esse ambiente são conjuntamente chamados de bentos e vivem em íntima associação com o fundo oceânico (PIRESVANIN, 2008). A composição e riqueza das comunidades bênticas tendem a sofrer grandes mudanças com o aumento da profundidade como resposta às variações ambientais. Salinidade, matéria orgânica, hidrodinâmica e disponibilidade de oxigênio são alguns exemplos de variáveis ambientais capazes de influenciar a estrutura dessas comunidades (MCLACHLAN & BROWN, 2006; PEARSON & ROSENBERG, 1978).

Uma grande diversidade de espécies habita a zona bêntica e praticamente todos os grupos de invertebrados, e muitos grupos de vertebrados, fazem parte dos bentos. A megafauna e macrofauna é composta em sua maior parte por espécies dos grupos Poliqueta, Crustacea e Mollusca, além da maior contribuição de Echinodermata com o aumento da profundidade. Apesar desses grupos dominarem em termos de abundância, outros grupos taxonômicos são frequentemente encontrados, como Sipuncula, Cnidaria e Nemertea (MCLACHLAN & BROWN, 2006; SNELGROVE, 1998).

O objetivo deste estudo e do imageamento do fundo, é a identificação dos ambientes biogênicos (formações de recifes de corais, carbonatos, banco de algas e etc), de quaisquer organismos, colônias ou estruturas biológicas, mesmo que apenas esqueletos, quaisquer estruturas do ambiente físico relevante (incluindo exsudações e manchas de óleo, manchas no sedimento, descontinuidades sedimentológicas aparentes (com alterações marcantes de granulometria), aparentes tocas de animais, marcas deixadas por outras amostragens de sedimento com box-corer ou van-veen, além dos resultados das atividades antrópicas, tais como, restos de estruturas de embarcações e lixo, encontrados no fundo marinho.

Neste relatório, é apresentado uma análise descritiva do ambiente bêntico, com base em todos os organismos observados e demais características de relevância ecológica ou de interesse para a contratante.

2. Área de estudo

A Bacia de Santos está localizada na região sudeste do Brasil e abrange os litorais dos estados do Rio de Janeiro, São Paulo, Paraná e Santa Catarina, com uma área total de mais de 350 mil quilômetros quadrados. Geologicamente, está limitada ao norte com a Bacia de Campos pelo alto de Cabo Frio e a sul com a Bacia de Pelotas pelo alto de Florianópolis (MOREIRA *et al.*, 2007).

A área da atividade localiza-se no Bloco BM-S-40, na Bacia de Santos, na região oceânica denominada Embaiamento de Santos, adjacente aos estados de São Paulo, Paraná e Santa Catarina. Apresentando área total de 113,6 km², o bloco se encontra entre as isóbatas de 200 e 400 metros, a uma distância mínima da costa de aproximadamente 192 km em relação ao litoral sul de São Paulo, município de Cananéia, apresentando um fundo muito homogêneo, com gradientes suaves com mergulho para SE (**Figura 1**). A análise dos dados batimétricos e de atributos sísmicos indicou a ocorrência de pequenas depressões circulares, que se concentram na porção SE do bloco, entre profundidades de 265m a 365m. Estas depressões são semelhantes às feições descritas por MAHIQUES *et al.* (2017) em área contígua ao bloco BM-S-40, na Bacia de Santos. De acordo com SUMIDA *et al.* (2004), observa-se nestas regiões e ou regiões próximas a presença de corais de águas profundas, constituindo áreas ambientalmente sensíveis (PROOCEANO, 2021).

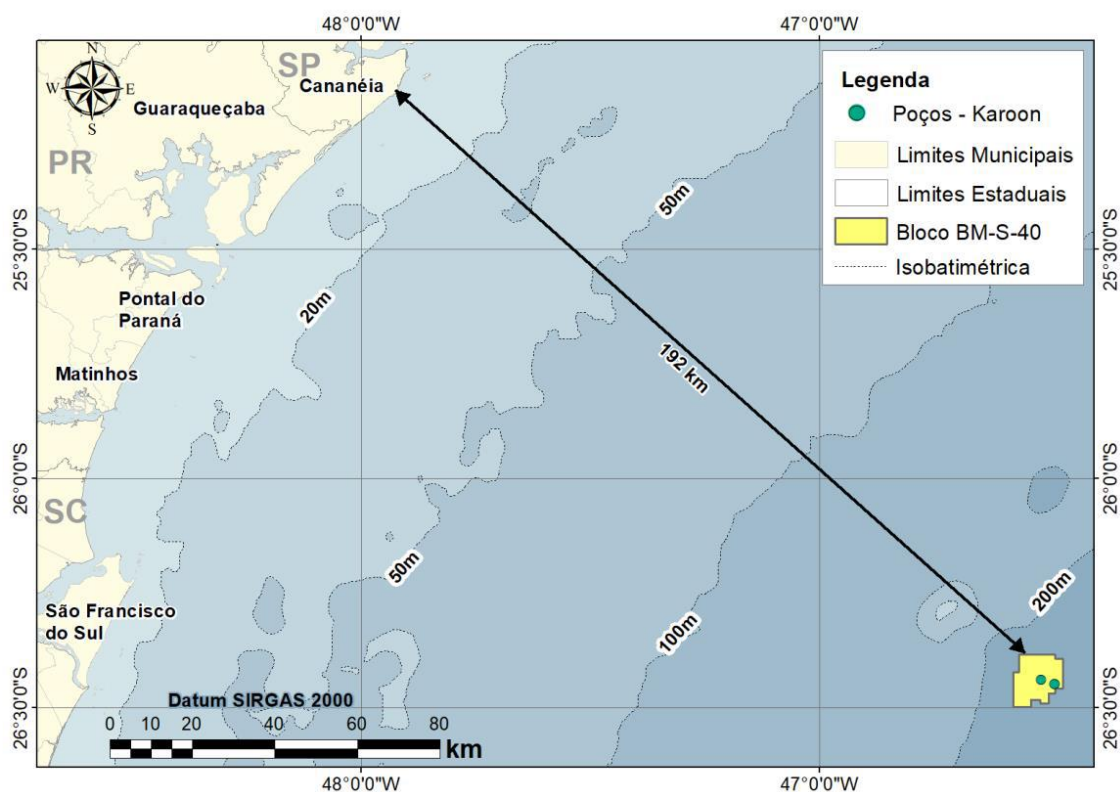


Figura 1. Área de estudo, Bloco BM-S-40, Bacia de Santos. Fonte: EKMAN (2020) – PCA da Acumulação de Patola (BM-S-40).

3. Metodologia

Com o propósito de exploração de petróleo nesta região, foi elaborado um grande estudo de Caracterização Ambiental na área do Bloco BM-S-40, considerando uma série de amostragens com elevado esforço amostral, distintas metodologias e equipamentos de última geração.

Conforme previsto no projeto original e atendendo a NOTA TÉCNICA Nº 1/2019/COEXP/CGMAC/DILIC (IBAMA, 2019), antes do início das amostragens de sedimento, foram realizados esforços para fotografar e/ou filmar o fundo marinho, objetivando um conhecimento

melhor das características do relevo e sua cobertura e, também, para identificar de forma conclusiva a presença, ou não, de ambientes coralíneos de águas profundas ou bancos de algas, possibilitando evitar amostragens em locais com ocorrência de formações biogênicas.

Um protocolo metodológico do levantamento ambiental com R.O.V (veículo operado remotamente) foi elaborado pelos técnicos ambientais responsáveis pelos relatórios finais com base nas filmagens. O protocolo teve como objetivo, padronizar a metodologia utilizada para todos os imageamentos, independente da equipe embarcada. O protocolo metodológico encontra-se descrito no **Anexo I**.

Além disso, a metodologia adotada para o levantamento dos *pockmarks* também foi de responsabilidade da equipe ambiental. Os técnicos responsáveis acompanharam a primeira pernada do Projeto 1 (estações de 1 a 10) e definiram a melhor estratégia amostral para essas estações.

A seguir, são descritas as estratégias de imageamento adotadas para caracterização ambiental do entorno de estações de amostragem (estações #1 a #6, correspondentes áreas 1 a 6), alto-fundos (estação #7, correspondente área 7) e *pockmarks* (estações #8, #9 e #10, correspondente áreas 8, 9 e 10). A posição geográfica e as estações filmadas são apresentadas na **Figura 2** e **Tabela 1** conforme a nomenclatura dos esforços realizados, com sua correspondência considerando o PCA.

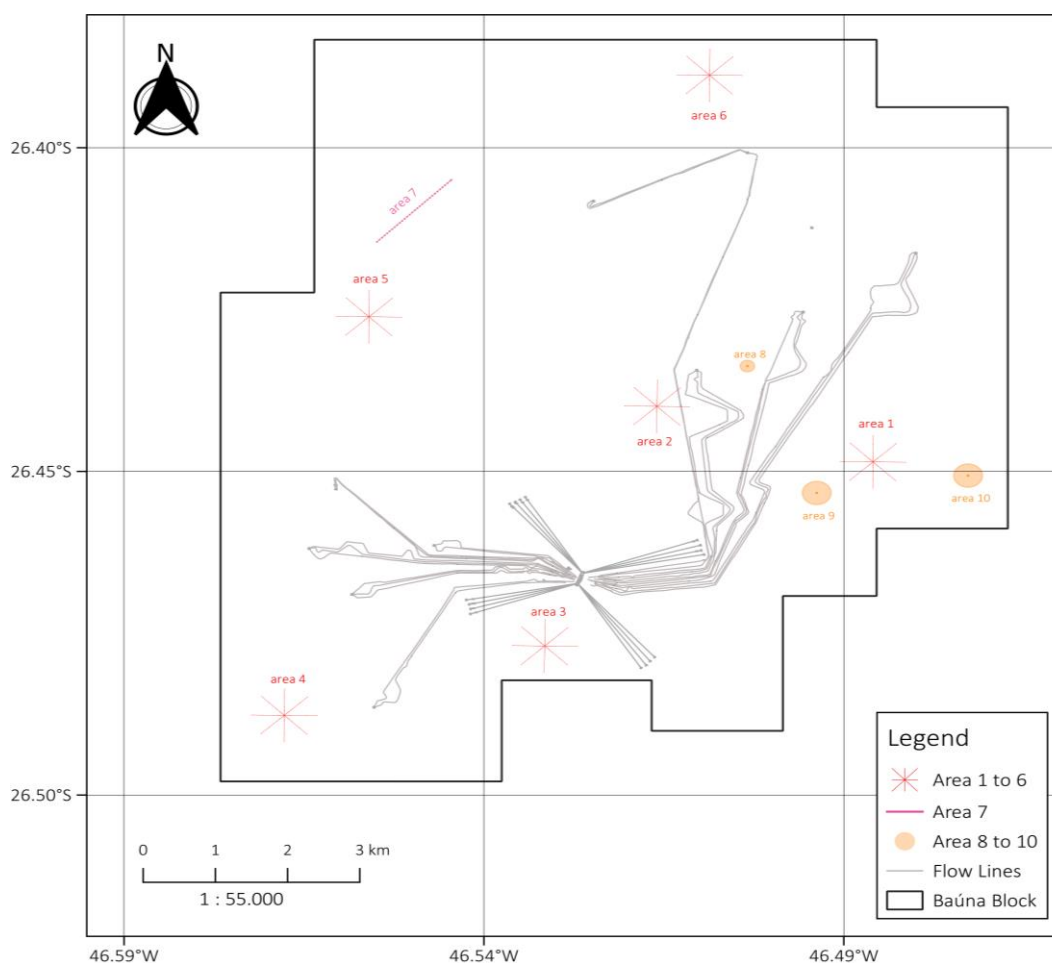


Figura 2. Mapa esquemático de estratégia de imageamento do PCA do Bloco BM-S-40, Bacia de Santos.

Tabela 1. Estações de imageamento do Bloco BM-S-40 na Bacia de Santos com as respectivas coordenadas geográficas (SIRGAS 2000).

identificação	nome no projeto	coordenadas UTM iniciais		coordenadas UTM finais		datum	zona
		N	E	N	E		
estação 1-braço N-S	PROJ 1-PCA-AREA 1-L1	7074234,00	351650,00	7073334,00	351650,00	SIRGAS 2000	23S
estação 1-braço NE-SW	PROJ 1-PCA-AREA 1-L2	7074102,20	351968,20	7073465,80	351331,80	SIRGAS 2000	23S
estação 1-braço E-O	PROJ 1-PCA-AREA 1-L3	7073784,00	352100,00	7073784,00	351200,00	SIRGAS 2000	23S
estação 1-braço SE-NW	PROJ 1-PCA-AREA 1-L4	7073465,80	351968,20	7074102,20	351331,81	SIRGAS 2000	23S
estação 2-braço N-S	PROJ 1-PCA-AREA 2-L1	7075150,00	348645,00	7074250,00	348645,00	SIRGAS 2000	23S
estação 2-braço NE-SW	PROJ 1-PCA-AREA 2-L2	7075018,20	348963,20	7074381,80	348326,80	SIRGAS 2000	23S
estação 2-braço E-O	PROJ 1-PCA-AREA 2-L3	7074700,00	349095,00	7074700,00	348195,00	SIRGAS 2000	23S
estação 2-braço SE-NW	PROJ 1-PCA-AREA 2-L4	7074381,80	348963,20	7075018,20	348326,81	SIRGAS 2000	23S
estação 3-braço N-S	PROJ 1-PCA-AREA 3-L1	7071030,73	347138,70	7070130,73	347138,70	SIRGAS 2000	23S
estação 3-braço NE-SW	PROJ 1-PCA-AREA 3-L2	7070898,93	347456,90	7070262,53	346820,50	SIRGAS 2000	23S
estação 3-braço E-O	PROJ 1-PCA-AREA 3-L3	7070580,73	347588,70	7070580,73	346688,70	SIRGAS 2000	23S
estação 3-braço SE-NW	PROJ 1-PCA-AREA 3-L4	7070262,53	347456,90	7070898,93	346820,51	SIRGAS 2000	23S
estação 4-braço N-S	PROJ 1-PCA-AREA 4-L1	7069800,16	343546,55	7068900,16	343546,55	SIRGAS 2000	23S
estação 4-braço NE-SW	PROJ 1-PCA-AREA 4-L2	7069668,36	343864,75	7069031,96	343228,35	SIRGAS 2000	23S
estação 4-braço E-O	PROJ 1-PCA-AREA 4-L3	7069350,16	343996,55	7069350,16	343096,55	SIRGAS 2000	23S
estação 4-braço SE-NW	PROJ 1-PCA-AREA 4-L4	7069031,96	343864,75	7069668,36	343228,36	SIRGAS 2000	23S
estação 5-braço N-S	PROJ 1-PCA-AREA 5-L1	7076635,08	344636,90	7075735,08	344636,90	SIRGAS 2000	23S
estação 5-braço NE-SW	PROJ 1-PCA-AREA 5-L2	7076503,28	344955,10	7075866,88	344318,70	SIRGAS 2000	23S
estação 5-braço E-O	PROJ 1-PCA-AREA 5-L3	7076185,08	345086,90	7076185,08	344186,90	SIRGAS 2000	23S
estação 5-braço SE-NW	PROJ 1-PCA-AREA 5-L4	7075866,88	344955,10	7076503,28	344318,71	SIRGAS 2000	23S
estação 6-braço N-S	PROJ 1-PCA-AREA 6-L1	7080824,75	349308,42	7079924,75	349308,42	SIRGAS 2000	23S
estação 6-braço NE-SW	PROJ 1-PCA-AREA 6-L2	7080692,95	349626,62	7080056,55	348990,22	SIRGAS 2000	23S
estação 6-braço E-O	PROJ 1-PCA-AREA 6-L3	7080374,75	349758,42	7080374,75	348858,42	SIRGAS 2000	23S
estação 6-braço SE-NW	PROJ 1-PCA-AREA 6-L4	7080056,55	349626,62	7080692,95	348990,23	SIRGAS 2000	23S

identificação	nome no projeto	coordenadas iniciais		coordenadas finais		datum	zona
		N	E	N	E		
transecto A-A'	PROJ 1-PCA-AREA 7-AA'	7077469,48	344733,62	7078542,57	345752,33	SIRGAS 2000	23S

identificação	nome no projeto	coordenadas centrais		raio de buffer (m)	datum	zona
		N	E			
pockmark 3	PROJ 1-PCA-AREA 8-PK1	7075404,00	349890,50	100	SIRGAS 2000	23S
pockmark 8	PROJ 1-PCA-AREA 9-PK2	7073243,00	350877,40	200	SIRGAS 2000	23S
pockmark 13	PROJ 1-PCA-AREA 10-PK3	7073565,00	352970,60	200	SIRGAS 2000	23S

3.1 Estações de amostragem – #1 a #6 (áreas 1 a 6)

O PCA do Bloco BM-S-40 previu imageamento em 6 estações de amostragem, e como verdade de campo, coleta de sedimento através do lançamento do box-corer.

Em cada uma dessas 6 estações foram percorridos, com imageamento de todo o trajeto (em filme), quatro transectos de 900 metros subdivididos em 8 raios de 450 m a partir das coordenadas centrais previstas no projeto para cada estação. Para fins de padronização de nomenclatura, os quatro transectos foram identificados como linhas e correspondem a: linha 1 = radiais N e S; linha 2 = radiais NE e SO; linha 3 = radiais L e O; e linha 4 = radiais SE e NO. Além dos filmes completos, foram obtidos *screen shots* em 16 pontos fixos ao longo dos traçados percorridos pelo R.O.V. e quando necessário e de interesse biológico, foram obtidos *screen shots* extras. A **Figura 3** exibe o traçado de imageamento para estas estações. Os *screen shots* fixos foram obtidos em:

- coordenada central (1)
- 20m a partir da coordenada central, em todas as 8 radiais
- 40m a partir da coordenada central, em todas as 8 radiais
- 60m a partir da coordenada central, em todas as 8 radiais
- 80m a partir da coordenada central, em todas as 8 radiais
- 100m a partir da coordenada central, em todas as 8 radiais
- 150m a partir da coordenada central, em todas as 8 radiais
- 300m a partir da coordenada central, em todas as 8 radiais
- 450m a partir da coordenada central, em todas as 8 radiais

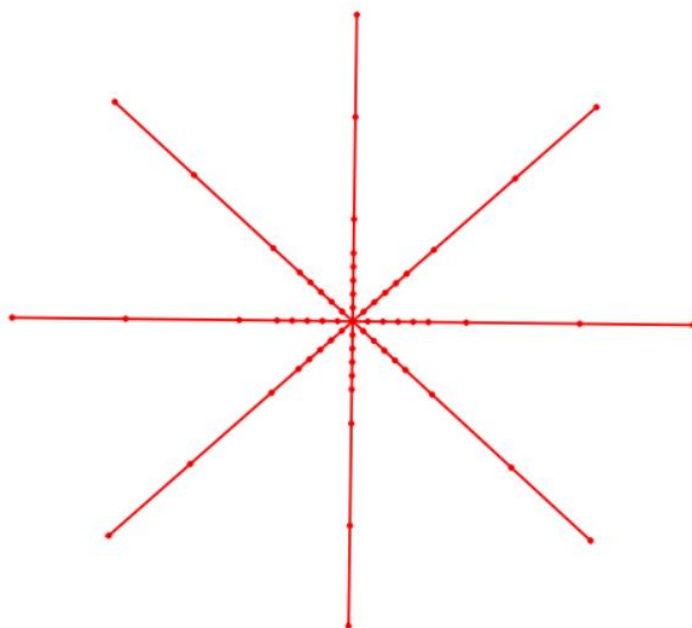


Figura 3. Traçado de imageamento do transecto previsto para analisar os 900m de entorno das estações, indicando os pontos onde foram obtidos os *screen shots* fixos.

3.2 Alto-fundos – estação #7 (área 7)

Ainda como escopo do PCA do Bloco BM-S-40, foi realizado o imageamento de um transecto que passa por dois alto-fundos identificados na análise integrada de dados sísmicos, sedimentológicos e batimétricos, localizados a noroeste do referido bloco, identificado como área 7, conforme ilustrado na **Figura 4**. Este transecto liga pontos A e A' que cruza dois alto-fundos e foi inteiramente imageado com registro completo do trajeto percorrido pelo R.O.V. Ainda, foram obtidos 31 *screen shots*, iniciados no transecto e distanciados 50m entre si, até o final do referido transecto. Ao final do transecto percorrido foi imageado 1.500 metros do fundo marinho destes dois alto-fundos previstos no PCA do Bloco BM-S-40.

Os técnicos, no campo, orientaram a obtenção de *screen shots* extra toda vez que organismos ou estruturas de interesse fossem visualizados, sem mínimo ou máximo de registros-extra previstos. Durante o imageamento da estação 7/PROJ 1-PCA-AREA 7-AA' não foi evidenciado pela equipe técnica ambiental e pelos operados do R.O.V. a variação do relevo dos alto-fundos. Desta forma, foi consultado o relatório da primeira fase do projeto e verificado as coordenadas exatas dos alto-fundos. Logo, as coordenadas exatas dos alto-fundos foram plotadas pelo Surveyor no software de navegação (Navipac) e uma rápida inspeção na direção nordeste para sudoeste foi realizada para garantir o êxito da operação. Foi possível perceber, através dessa nova inspeção, que as elevações são muito sutis e com um ângulo muito suave, sendo imperceptível a localização visual sem ajuda de equipamentos próprios.

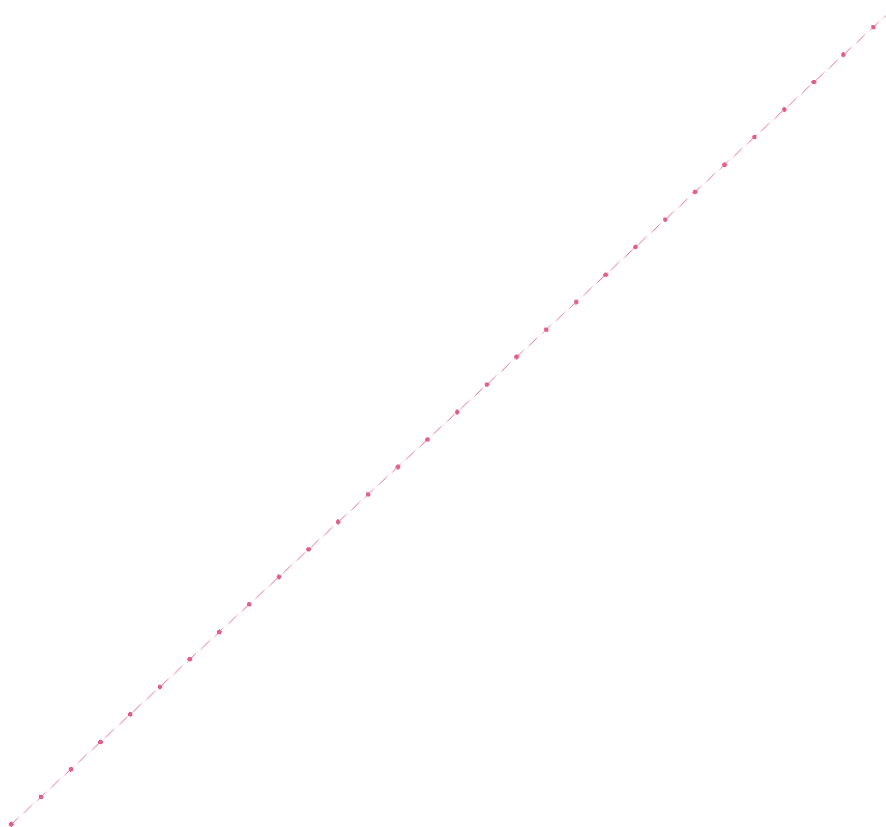


Figura 4. Traçado de imageamento do transecto A-A' (área 7) utilizado para analisar os alto-fundos, indicando os pontos onde foram realizados os *screen shots* fixos.

3.3 Pockmarks – estações #8, #9 e #10 (áreas 8, 9 e 10)

A análise integrada de dados sísmicos, sedimentológicos e batimétricos identificou a ocorrência de 15 *pockmarks* na área do Bloco BM-S-40. Destes, foram selecionados para imageamento como escopo do PCA do Bloco BM-S-40 três *pockmarks*, identificados como 3, 8 e 13.

O esforço amostral realizado nos *pockmarks* (estação #8, estação #9 e estação #10) compreenderam um total de quatro transectos divididos em 8 raios convergentes ao centro dos *pockmarks*. Para fins de padronização de nomenclatura, os quatro transectos foram identificados como linhas e correspondem a: linha 1 = radiais N e S; linha 2 = radiais NE e SO; linha 3 = radiais L e O; e linha 4 = radiais SE e NO.

Para o *pockmark* da estação #8 (*pockmark* 3 identificado na Fase 1 - com 100 metros de diâmetro) foi delimitado um buffer de 100 metros de raio enquanto os *pockmarks* das estações #9 e #10 (*pockmarks* 8 e 13 identificados na Fase 1 – com 300 metros de diâmetro) foi delimitado um buffer de 200 metros de raio, conforme descrito na IT-PO-042 (Plano de Imageamento para o PCA). Em todos os *pockmarks* foi acrescentado mais 50m no buffer em seu entorno. Desta forma foram estabelecidos 8 raios de imageamento com tamanhos distintos, sendo 4 raios maiores e 4 raios menores concentrados no perímetro previamente delimitado. Os 4 raios maiores foram estabelecidos nas coordenadas principais ao norte e sul do centro do *pockmark*, e a leste e oeste, enquanto os 4 raios menores nas coordenadas secundárias nordeste e sudoeste; noroeste e sudeste. No *pockmark* da estação #8 foi percorrido um total de 1.000 metros de imageamento enquanto nos *pockmarks* das estações #9 e #10 foi percorrido um total de 1.800 metros.

Para os *pockmarks* foram previstos obtenção de 9 *screen shots* fixos, sendo um no início de cada raio imageado e um na coordenada central (**Figura 5**). Os técnicos em campo, orientaram a obtenção de *screen shots* extra toda vez que organismos ou estruturas de interesse foram visualizados, sem mínimo ou máximo de registros-extra previstos.

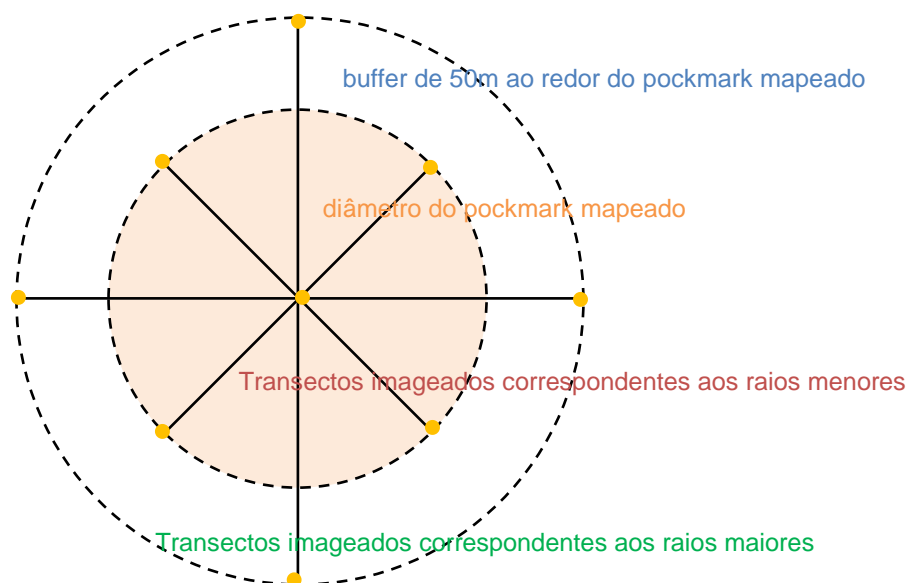


Figura 5. Traçado de imageamento dos pockmarks levando em consideração o raio de cada área.

4. Apresentação dos dados

Para melhor compreensão e apresentação deste estudo, os resultados foram apresentados primeiramente de forma integrada, destacando as diferenças entre as malhas amostrais (estações de monitoramento, alto-fundo e *pockmarks*) e estações (#1 a #10). A análise integrada favorece uma visão geral do ambiente estudado contribuindo para a interpretação e visualização dos dados gerados.

Em seguida os resultados foram apresentados por estação favorecendo a visualização dos resultados em cada estação imageada. Essa metodologia é importante para que os dados sejam analisados com profundidade e explorados de diferentes maneiras gerando um relatório robusto e de qualidade técnica.

5. Resultados

5.1 Megafauna associada ao fundo (imagem ROV).

No imageamento realizado no Bloco BM-S-40 foram observados 1.275 organismos da fauna bêntica distribuídos em 17 táxons e divididos em 5 grupos principais, entre eles Equinodermata (**Figura 6**), Crustacea (**Figura 7**), Mollusca e Cnidaria (**Figura 8**) e Chordata (**Figura 9**). Equinodermata foi o filo mais abundante e representou 60% da fauna observada, seguido pelos crustáceos com 32%, peixes bênticos 3%, molusco 2% e cnidários 1,6%.

A **Figura 10** mostra as demais ocorrências observadas na área imageada, tais como lixos, estruturas metálicas e cavidades no sedimento.



a)



b)



c)

Figura 6. Equinodermata: a) Valvatida; b) Forcipulatida; c) Crinoidea



a)



b)



c)



d)



e)



f)

Figura 7. Crustacea: a) Brachyura; b) Paguridae; c) Galatheaidea (Squat lobster); d) Decapoda Lagosta; e) Squillidae; f) Majidae



a)



b)



c)

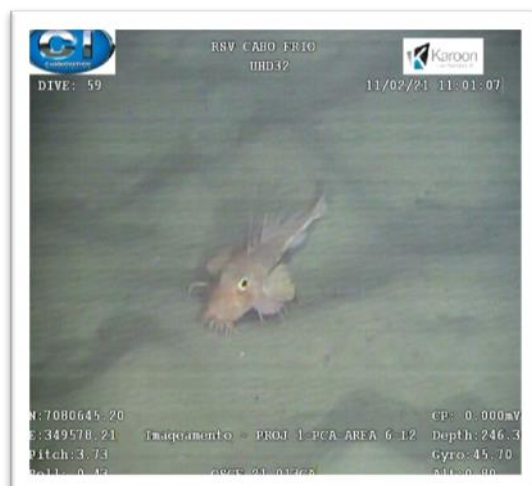


d)

Figura 8. Cnidaria: A: Anthozoa (anêmona); Mollusca: B: Gastrópode; C e D: Bathypolypodidae (polvo).



a)



b)



c)



d)

Figura 9. Chordata: a) Pleuronectiformes (Linguado); b) *Prionotus sp.1*; c) *Prionotus sp.2*; d) Actinopterygii (Moréia)



a)



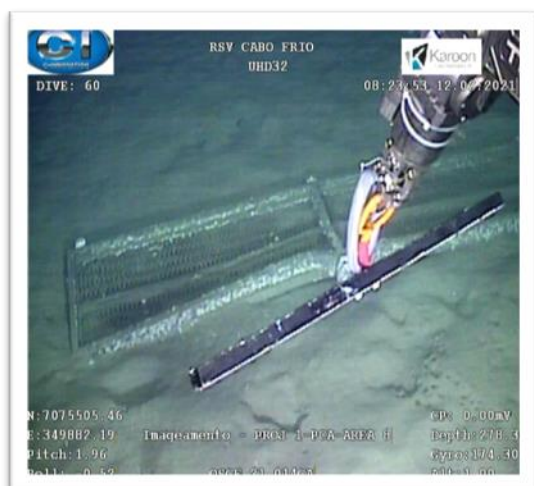
b)



c)



d)



e)

Figura 10. Irregularidades encontradas ao longo das estações imageadas: a) Lata de alumínio (estação 3-braço NE-SO), b) Plástico (estação 3-braço L-O); c) Objeto de metal (estação 3-braço L-O); d) Possível buraco de box corer (estação 2-braço N-S e uma L-O); e) Estrutura de metal de tamanho estimado de 2,5 metros (Estação 8-braço N-S).

5.2 Análise integrada

De modo geral, a densidade entre as estações do Bloco BM-S-40 exibiu diferenças significativas ($p=0,001$). Quando comparado as malhas amostrais (estações de monitoramento de #1 a #6, alto-fundo #7 e *pockmarks* #8, #9 e #10), essas diferenças também foram evidentes ($p=0,001$).

As estações de monitoramento (#1 a #6) exibiram as maiores densidades observadas, principalmente as estações #3 e #5 com valores em torno de 260 indivíduos (**Figura 11**). As demais estações exibiram valores intermediários entre 108 e 165 indivíduos. Menores densidades foram observadas na estação #8 (*pockmark* 3) e na estação #7 (alto-fundo) com valores de 23 e 50 indivíduos respectivamente.

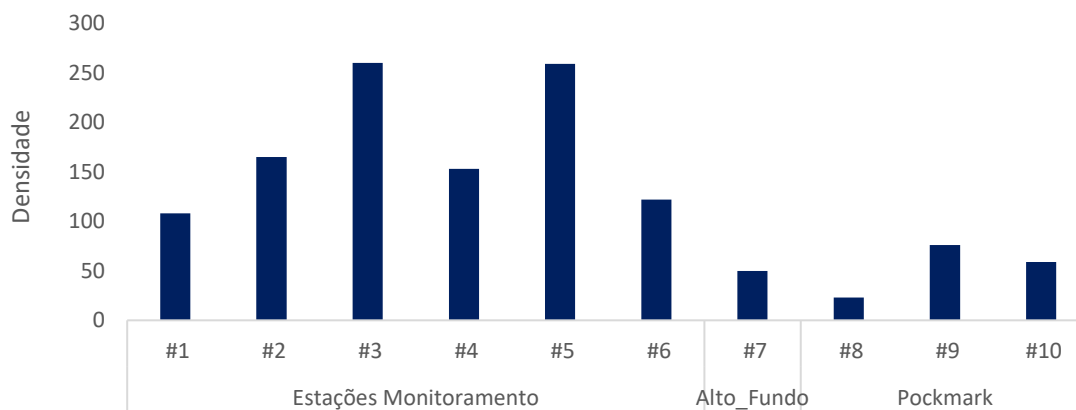
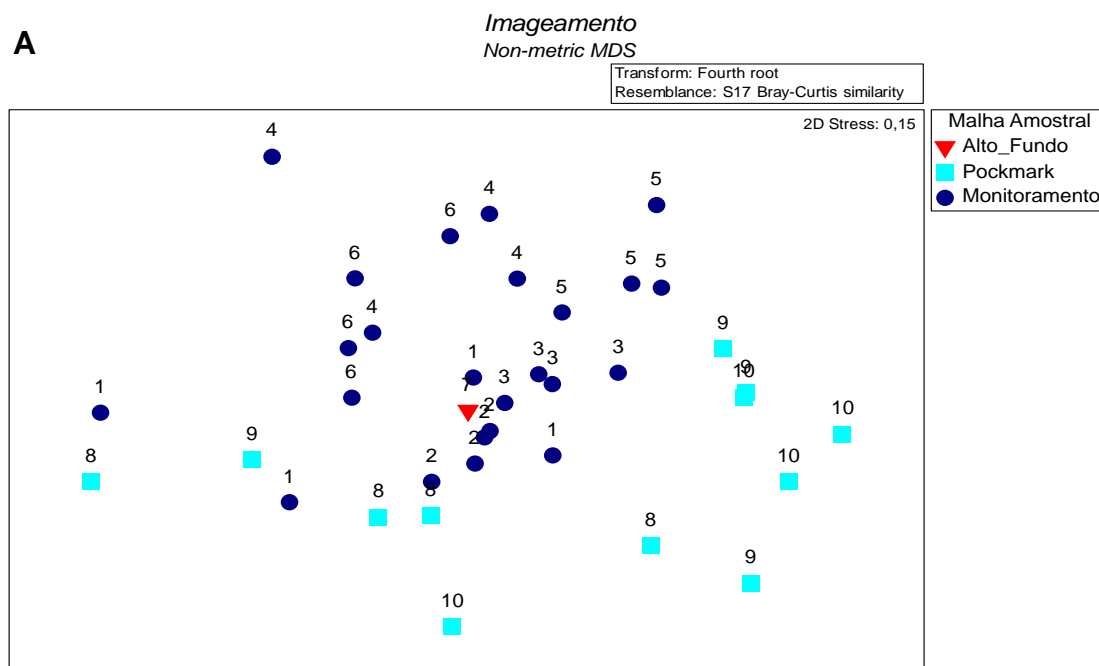


Figura 11. Densidade observada dos organismos bênticos da megafauna ao longo das estações do imageamento realizado no Bloco BM-S-40, Bacia de Santos.

As análises multivariadas da fauna confirmaram os resultados encontrados nas análises anteriores, com a formação de grupos distintos entre as estações e malhas (**Figura 12A**). Isto é particularmente verdadeiro quando observado que as maiores densidades foram observadas nas estações de monitoramento (#1 a #6)

Na **Figura 12B** são plotados os organismos que mais contribuíram na formação destas dissimilaridades, sendo que os principais organismos foram Valvatida (estrela do mar; em azul), Galattheoidea (Squat lobster; em vermelho) e Brachyura (caranguejo; em verde).



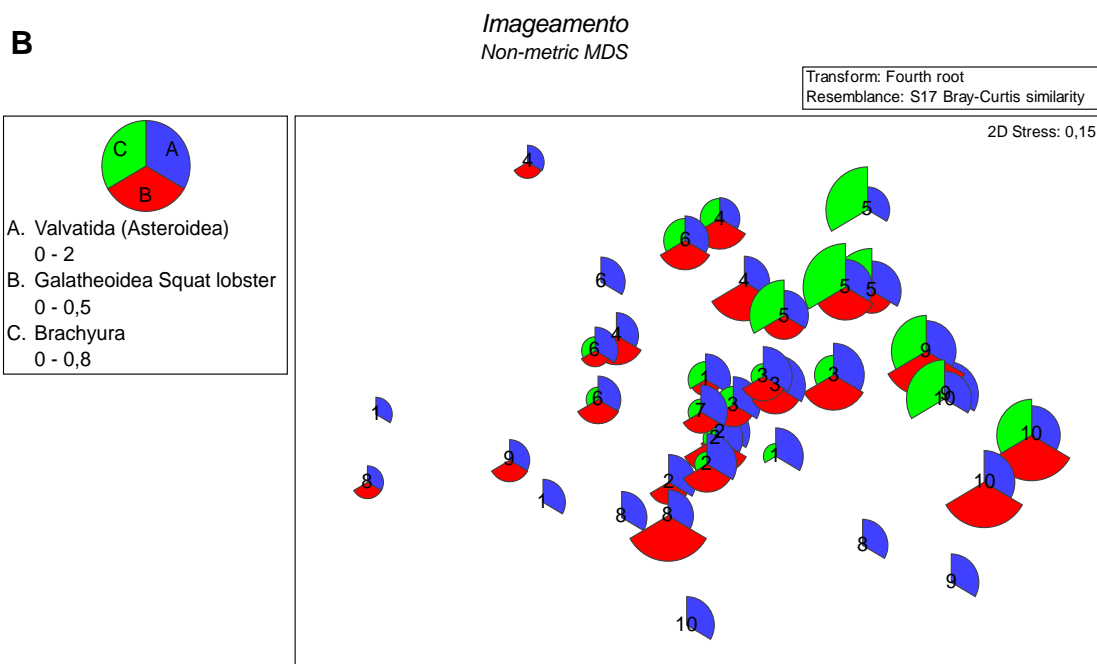


Figura 12. A) Ordenamento espacial dos organismos bênticos da megafauna observados ao longo das estações do imageamento e B) dos principais organismos encontrados no Bloco BM-S-40, Bacia de Santos.

Os equinodermos foram representados principalmente pela classe Asteroidea, sendo uma espécie da ordem Valvatida (**Figura 6A**) a mais abundante, representando 58% do total de organismos observados. Essa ordem (Valvatida) ocorreu em maior número na estação #3 com 170 observações, seguida pelas estações #2 e #5 com 136 e 100 observações respectivamente. Menores observações dessa ordem ocorreram nas estações #8 (*pockmark* 3) e #10 (*pockmark* 13) e valores intermediários nas demais estações (**Figura 13**). Embora em menor densidade, foi observada a ordem Forcipulatida (Asteroidea; **Figura 6B**) nas estações de #1 a #5, assim como, Crinoidea (**Figura 6C**) nas estações #4 e #6 (**Figura 13**).

Em relação aos crustáceos, 7 morfoespécies foram observadas. A infraordem Brachyura (**Figura 7A**) foi a de maior ocorrência com 131 observações, principalmente na estação #5 onde foram observados 95 indivíduos (**Figura 14**). A família Paguridae (**Figura 7B**) também foi abundante com 116 organismos observados, seguido pela ordem Galatheoidea (Squat lobster; **Figura 7C**) com 94 observações (**Figura 14**). Embora em menores densidades, foram observados organismos pertencentes a ordem Decapoda tais como Lagostas (**Figura 7D**), principalmente nas estações #3 e #5 e Penaeidae na estação #3 (**Figura 14**). Squillidae (**Figura 7E**) foram observados em maiores quantidades nas estações #4 e #6 enquanto Majidae (**Figura 7F**) nas estações #1, #9 e #10 (**Figura 14**).

Os grupos de menor ocorrência de observação foram Cnidaria, Mollusca e peixes bênticos. Os moluscos gastrópodes (**Figura 8B**) e Octopus (**Figura 8C e D**) foram mais abundantes nas estações #5 e #6 enquanto os cnidários representados por Anthozoa (**Figura 8A**) foram observados em maior densidade nas estações #4 e #5 (**Figura 15**). Estes organismos em particular foram observados aderidos a conchas de moluscos habitadas por crustáceo Paguridae.

Já os peixes bêmicos, tais como cabrinha (*Prionotus*; **Figura 9A**) e linguado (Pleuronectiformes; **Figura 9B**) foram observados com maior frequência nas estações #6 e #4 (*Prionotus*) e #3 e #4 (Pleuronectiformes). Peixes que fazem tocas, tais como a Moréia (Actinopterygii; **Figura 9C**), foram observados em grande parte das estações, principalmente na estação #4 (**Figura 16**).

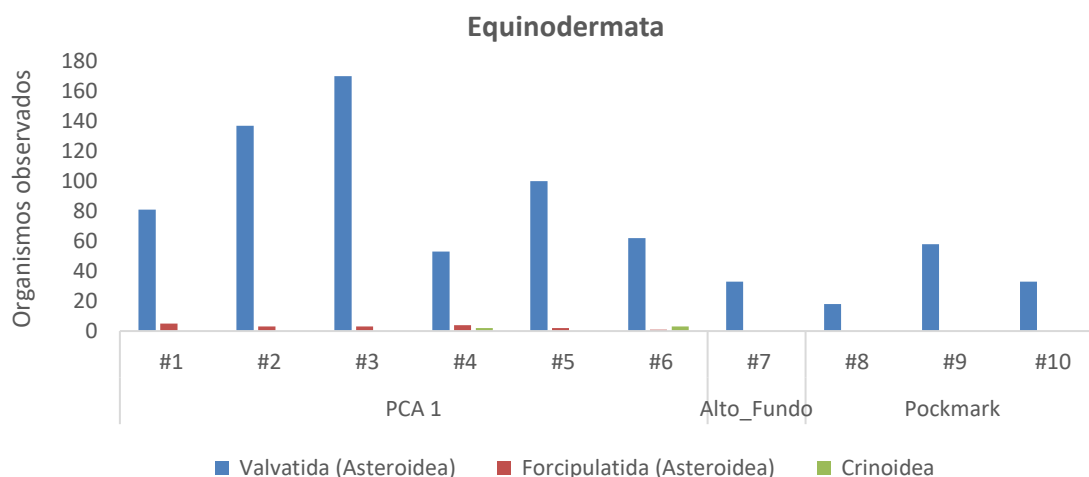


Figura 13. Número de observações do grupo Equinodermata ao longo das estações do imageamento realizado no Bloco BM-S-40, Bacia de Santos.

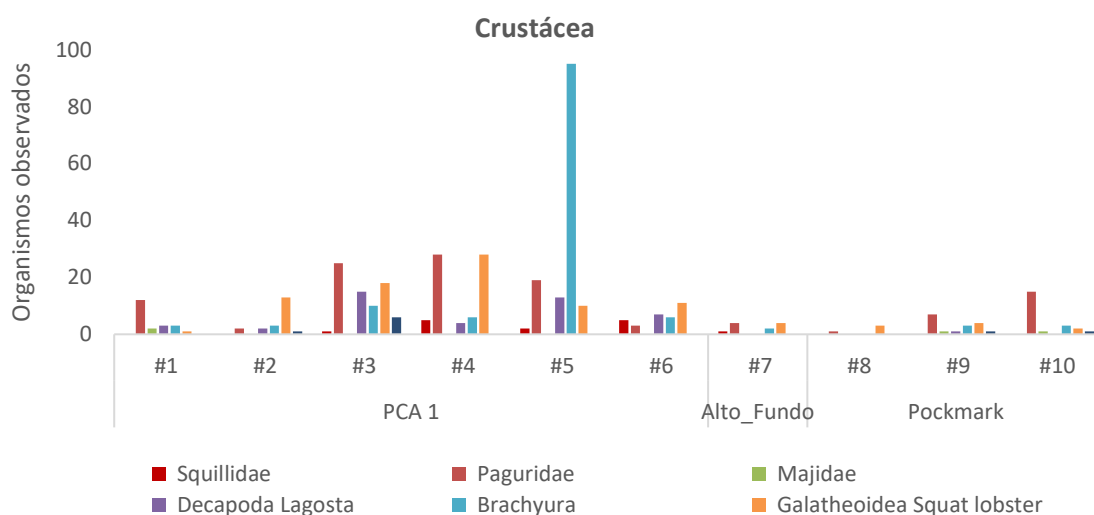


Figura 14. Número de observações do grupo Crustácea ao longo das estações do imageamento realizado no Bloco BM-S-40, Bacia de Santos.

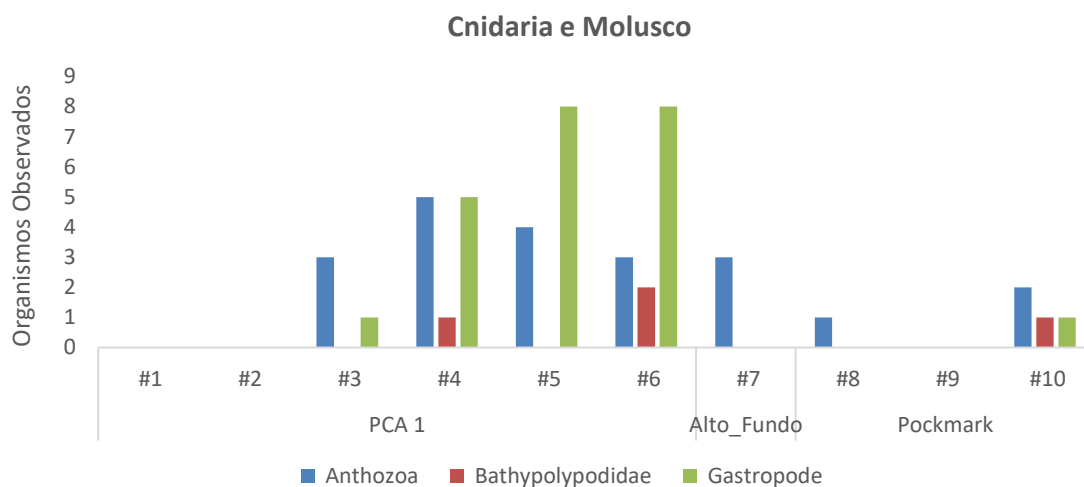


Figura 15. Número de observações dos grupos Cnidaria e Mollusca ao longo das estações do imageamento realizado no Bloco BM-S-40, Bacia de Santos.

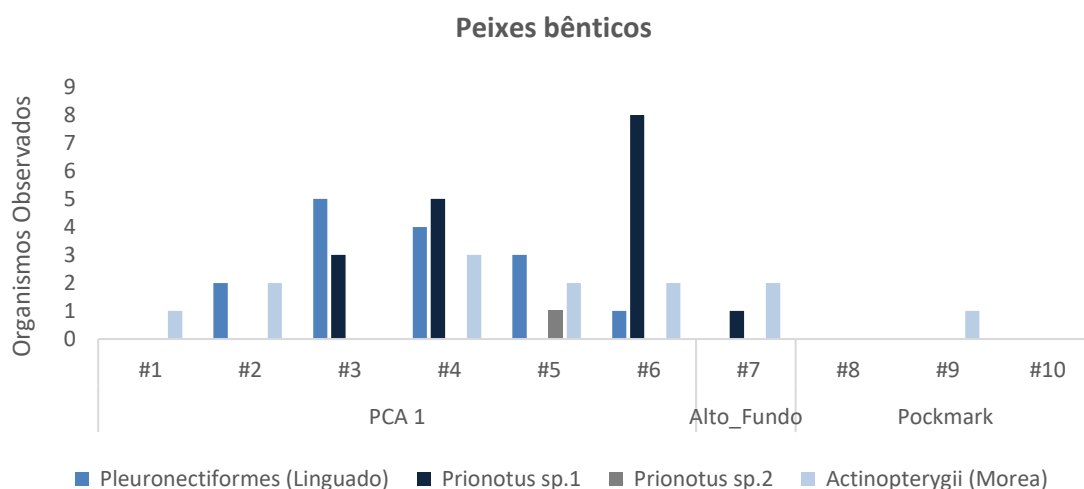


Figura 16. Número de observações do grupo peixes bênticos ao longo das estações do imageamento realizado no Bloco BM-S-40, Bacia de Santos.

Objetos e depressões confirmadas como de origem antrópica também foram registradas nas estações. Objetos tais como roupas, latas, pedaços de ferro e plástico foram caracterizados como lixo e depressões ocasionadas possivelmente por lançamento de box-corer foram nomeados como cavidades (**Figura 10**).

Na **Figura 17** é apresentado o número de visualizações desses objetos. Podemos observar que, com exceção da estação #10 (*pockmark*), em todas as estações foram observados lixo. Na estação #3 foram 11 observações de objetos de origem antrópica enquanto nas demais estações foram observados menos de 5 desses objetos (**Figura 17**). Já as cavidades, possivelmente de amostradores

de sedimento, foram encontradas duas ocorrências de box-corer na estação #2 (**Figura 10D**). Uma estrutura de metal com tamanho aproximado de 2,5 metros de comprimento foi encontrada na estação #8 braço N-S (**Figura 10E**).

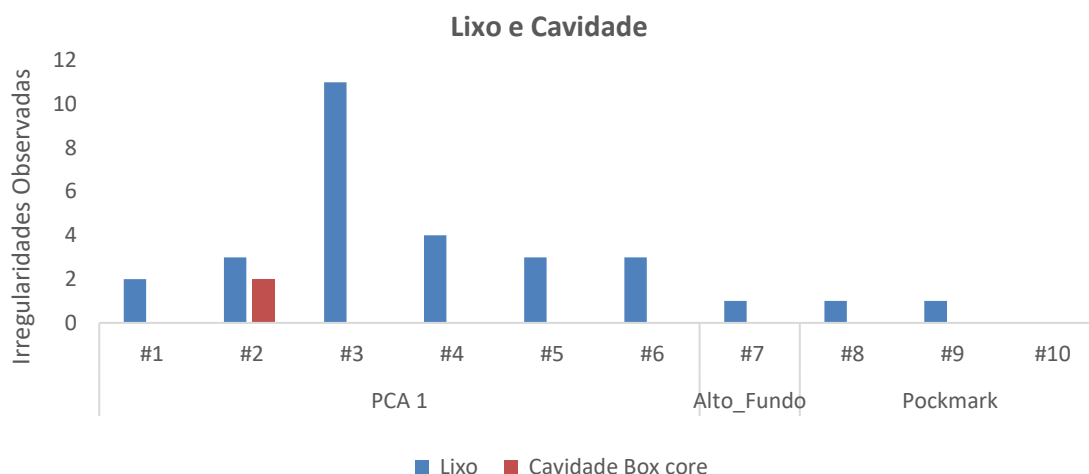


Figura 17. Número de observações de lixo e cavidades de amostradores de sedimento encontrados ao longo das estações do imageamento realizado no Bloco BM-S-40, Bacia de Santos.

5.3 Resultados do imageamento por estação amostral

5.3.1 Estação #1

Na estação #1, composta por 4 linhas de imageamento (N-S; L-O; SO-NE e SE-NO), cujo raio parte do centro da estação, foram observados 108 organismos distribuídos em 8 táxons. O grupo taxonômico mais abundante foi Equinodermata, representados principalmente por estrelas do mar (Asteroidea) da ordem Valvatida que sozinha representou 79% da fauna observada. Os crustáceos, segundo grupo em importância, representaram 19% da densidade observada (**Figura 18**). Esse grupo (crustáceos) exibiu o maior número de morfoespécies, com 5 representantes entre os 7 encontrados ao longo do estudo.

Em relação as linhas L-O e NO-SE, tiveram o maior número de organismos observados, com 6 táxons entre peixes, equinodermos e crustáceos. Já na linha SO-NE apenas estrelas-do-mar da ordem Valvatida foram observadas. Ainda, essa ordem de Asteroidea foi mais abundante nas linhas L-O e NO-SE, ambas com 28 observações (**Figura 18**).

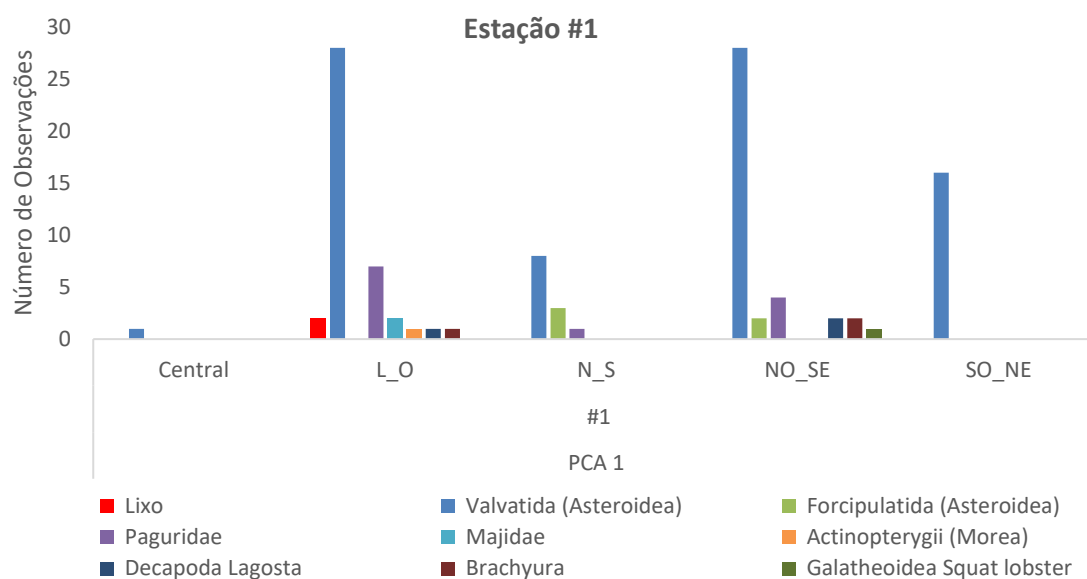


Figura 18. Valor absoluto observado para cada táxon na estação #1 derivado do imageamento realizado no Bloco BM-S-40, Bacia de Santos.

Os valores de densidade por direção (raio) na estação #1 pode ser observado na **Figura 19**. A densidade mais elevada foi na direção sudeste com 22 indivíduos registrados. Na linha L-O os valores foram iguais, com 20 indivíduos em cada. Já na direção sul e na posição central apenas um indivíduo foi observado, sendo o crustáceo da família Paguridae no sul e Asteroidea da ordem Valvatida no ponto central.

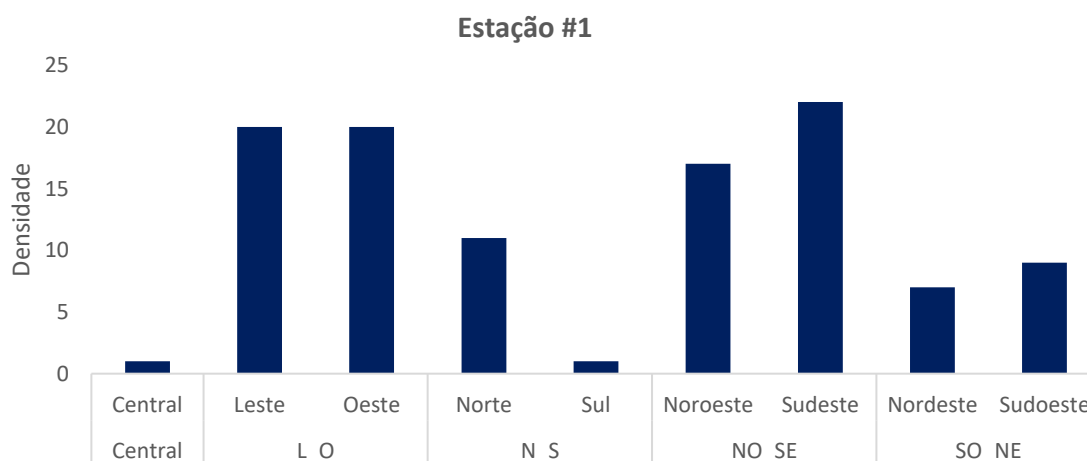


Figura 19. Valor absoluto da densidade encontrada entre as direções que convergem para a posição central da estação #1 derivado do imageamento realizado no Bloco BM-S-40, Bacia de Santos.

5.3.2 Estação #2

Foram observados 165 organismos distribuídos em 9 táxons na estação #2. O grupo taxonômico mais abundante também foi Equinodermata com 84% da fauna, representado principalmente por Asteroidea da ordem Valvatida (83% da fauna observada). Os crustáceos, segundo grupo em importância, representaram 12% da densidade observada com 5 táxons identificados.

Em relação as linhas de referência navegadas, Valvatida foi dominante em todas elas, principalmente na linha SO-NE com 43 indivíduos. A linha SO-NE também teve o maior número de organismos observados, com 8 táxons registrados enquanto na linha N-S foram registrados apenas 3 táxons. Em relação aos crustáceos observados, o Decapoda da ordem Galatheaidea (Squat Lobster) foi o mais abundante, sendo registrado em todas as linhas com densidades que variaram de 6 a 2 indivíduos.

Também foram observados objetos caracterizados como “lixo” na linha NO-SE (2 registros) e na L-O (1 registro) assim como cavidades possivelmente provocadas por lançamento de box-corer nas linhas L-O e SO-NE. Na posição central da estação #2 não foi observado nenhum organismo (Figura 20).

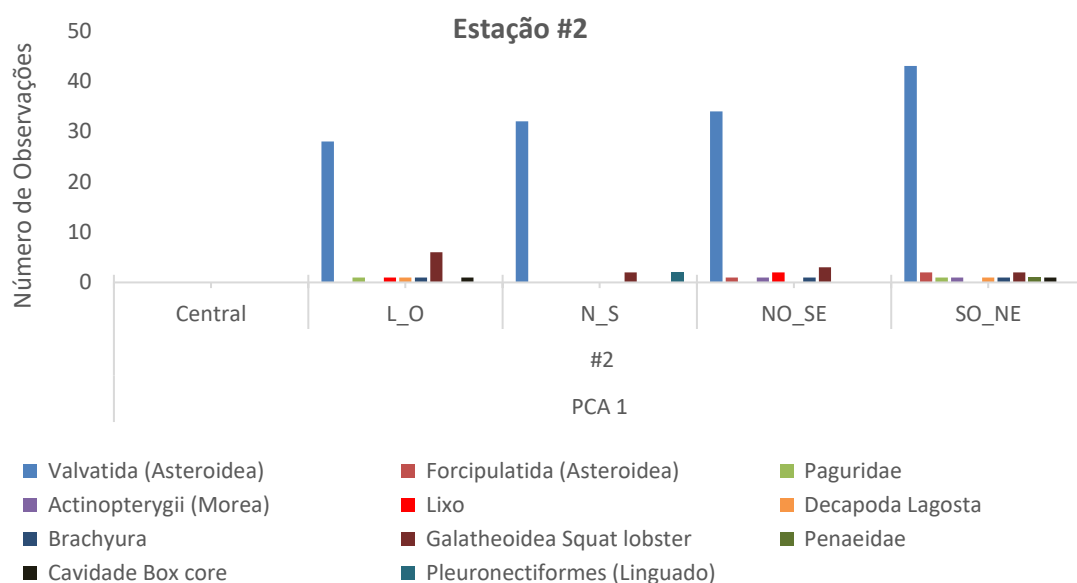


Figura 20. Valor absoluto observado para cada táxon na estação #2 derivado do imageamento realizado no Bloco BM-S-40, Bacia de Santos.

Os valores de densidade por direção (raio) na estação #2 pode ser observado na **Figura 21**. Valores mais elevados foram registrados nas direções leste, sudeste, nordeste e sudoeste, com valores em torno de 25 indivíduos. Menor valor foi registrado na direção oeste com 12 indivíduos enquanto na posição central nenhuma ocorrência foi registrada.

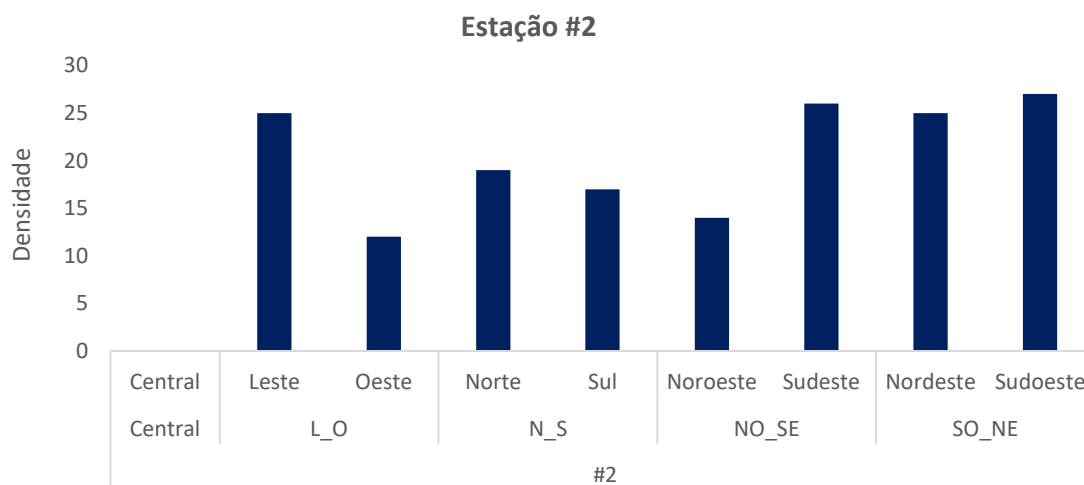


Figura 21. Valor absoluto da densidade encontrada entre as direções que convergem para a posição central da estação #2 derivado do imageamento realizado no Bloco BM-S-40, Bacia de Santos.

5.3.3 Estação #3

Foram observados 260 organismos distribuídos em 12 táxons na estação #3. Equinodermos dominaram a fauna com 66% seguido por crustáceos com 28% e peixes com 3%. Dentre os equinodermos Valvatida exibiu 65% de dominância, seguido pelos crustáceos Paguridae e Galatheaidea (Squat Lobster) com valores em torno de 10% e 7% respectivamente.

Os valores de táxons observados foram igualmente altos entre as linhas, com número de táxons entre 10 na linha L-O e 7 na linha N-S (**Figura 22**). No ponto central foi registrado apenas um organismo. Para todas as linhas imageadas Valvatida (Asteroidea) foi o organismo mais abundante, com valores entre 35 indivíduos (L-O) e 49 indivíduos (NO-SE; **Figura 20**). Entre os crustáceos, Paguridae, Galatheaidea (Squat Lobster) e Decapoda (Lagosta) foram os mais abundantes, com Paguridae sendo mais observado na linha NO-SE e os demais na linha SO-NE (**Figura 22**).

Foram registradas 11 ocorrências de lixo na estação #3, principalmente na linha L-O com 5 observações e SO-NE com 4 ocorrências (**Figura 22**).

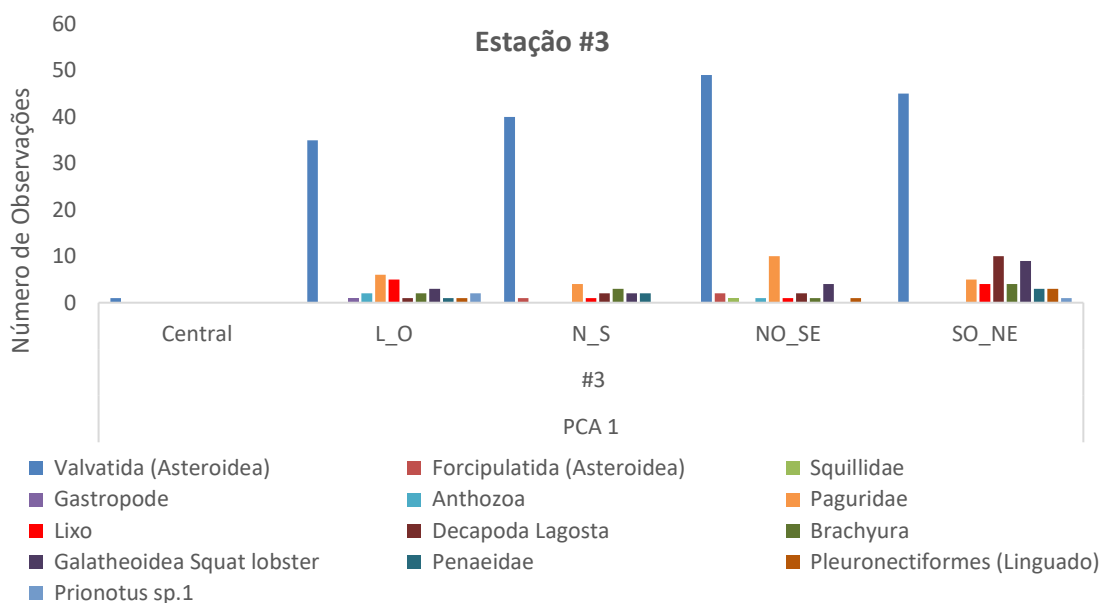


Figura 22. Valor absoluto observado para cada táxon na estação #3 derivado do imageamento realizado no Bloco BM-S-40, Bacia de Santos.

Valores de densidade mais elevados foram registrados nas direções noroeste e principalmente sudeste, com valores de 45 e 60 respectivamente. Norte e nordeste exibiram os menores valores com 21 e 20 indivíduos enquanto o ponto central apenas um organismo (**Figura 23**).

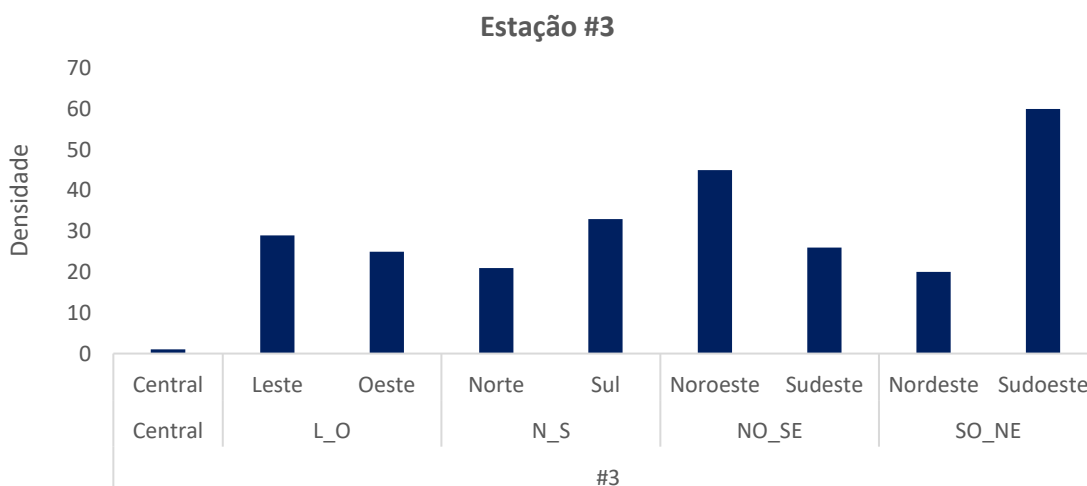


Figura 23. Valor absoluto da densidade encontrada entre as direções que convergem para a posição central da estação #3 derivado do imageamento realizado no Bloco BM-S-40, Bacia de Santos.

5.3.4 Estação #4

Para a estação #4 foram registrados 153 organismos distribuídos em 14 táxons. Diferentemente das estações anteriores, os crustáceos foram numericamente mais importantes nessa estação, com valores em torno de 46% de dominância distribuídos em 6 táxons. Equinodermos seguiram em

importância numérica com 38,5% (3 táxons) enquanto peixes (Chordata) representaram em torno de 8% da fauna observada (3 táxons).

Entre as linhas podemos observar uma dominância de Valvatida (Asteroidea) em L-O, N-S e SO-NE enquanto em NO-SE Paguridae (crustáceo) foi mais representativo. Galatheaidea (Squat Lobster) foi o organismo que seguiu em importância numérica nas linhas, somente com exceção de SO-NE em que *Prionotus sp.1* foi mais abundante (**Figura 24**). O número de táxons variou entre as linhas, com 10 táxons em N-S, 8 táxons em NO-SE e SO-NE, 7 táxons em L-O e 1 no ponto central (**Figura 24**).

No total para esta estação foram registradas 4 ocorrências de lixo, sendo duas ocorrências em NO-SE e 1 em N-S e SO-NE.

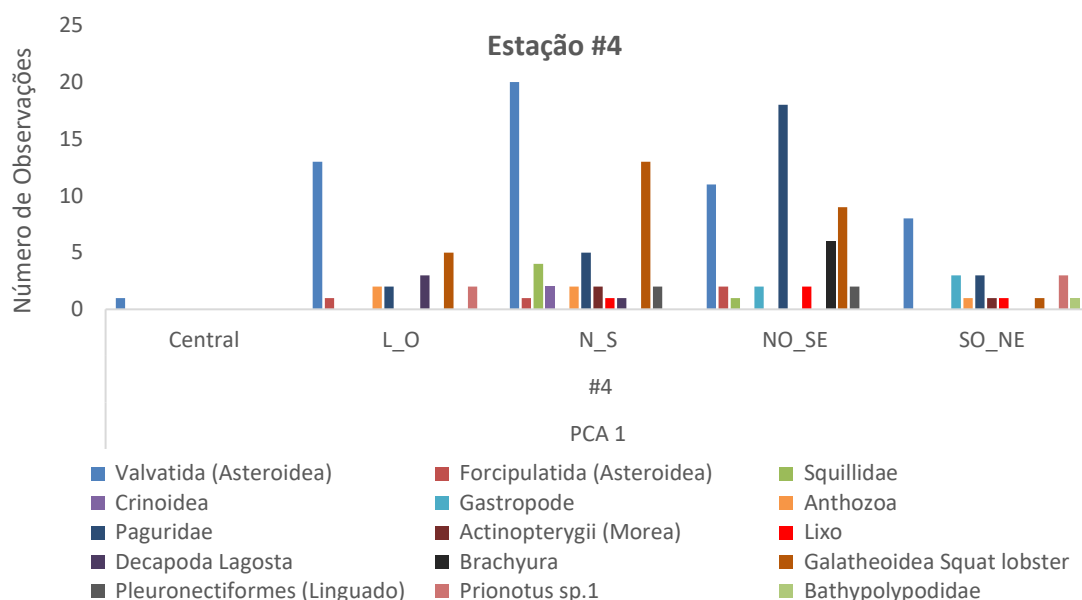


Figura 24. Valor absoluto observado para cada táxon na estação #4 derivado do imageamento realizado no Bloco BM-S-40, Bacia de Santos.

A densidade entre as direções de cada linha exibiu pouca variação para L-O, N-S e SO-NE. Já entre noroeste e sudeste os valores foram bem diferentes, com sudeste exibindo densidade de 43 indivíduos enquanto noroeste de apenas 8 indivíduos (**Figura 25**).

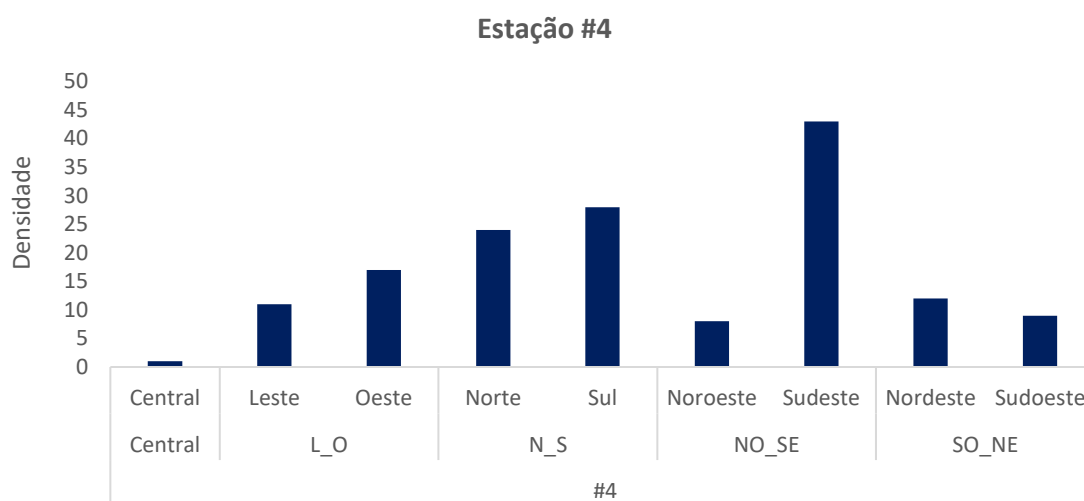


Figura 25. Valor absoluto da densidade encontrada entre as direções que convergem para a posição central da estação #4 derivado do imageamento realizado no Bloco BM-S-40, Bacia de Santos.

5.3.5 Estação #5

Na estação amostral #5 foram registrados 259 indivíduos distribuídos entre 11 táxons. Crustáceos e equinodermos foram os grupos mais representativos com 53,6% e 39,4% de dominância da fauna observada. Entre os crustáceos, Brachyura dominou a fauna com valores em torno de 37% enquanto entre os equinodermos (Valvatida) 38%.

Em relação as linhas navegadas, Brachyura e Valvatida dividiram em dominância numérica as observações, com Valvatida exibindo valores um pouco mais elevados em L-O e N-S enquanto Brachyura em NO-SE e SO-NE (**Figura 26**).

Foram observadas 3 ocorrências de lixo, sendo duas em N-S e uma em SO-NE (**Figura 26**).

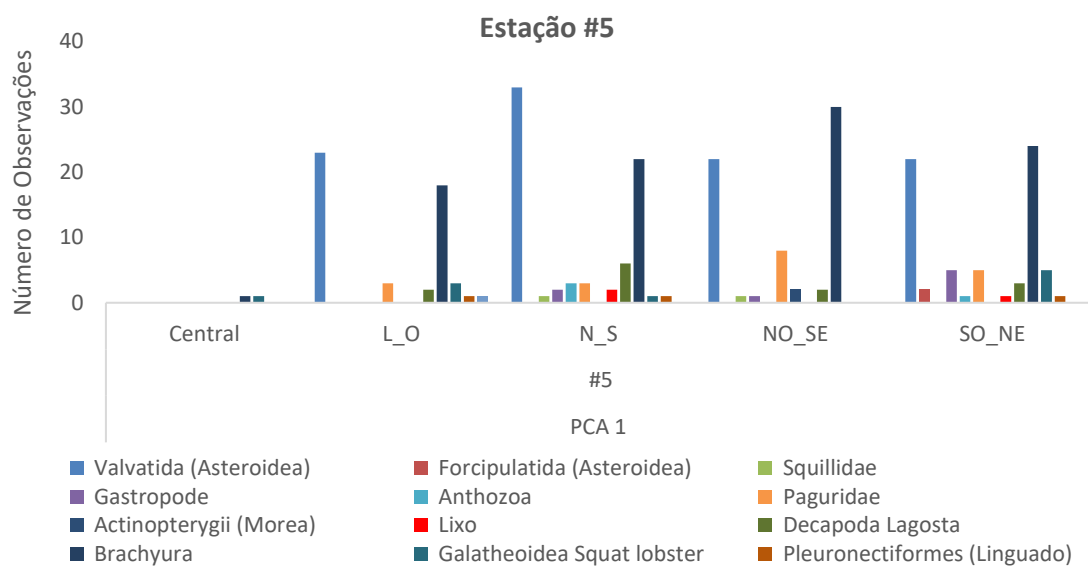


Figura 26. Valor absoluto observado para cada táxon na estação #5 derivado do imageamento realizado no Bloco BM-S-40, Bacia de Santos.

Os valores de densidade nas direções na estação #5 exibiram oscilações entre os sentidos, com exceção de N-S que exibiu pouca diferença. Oeste, sudeste e sudoeste exibiram valores mais baixos enquanto leste, noroeste e nordeste mais elevados (**Figura 27**). O ponto central exibiu um total de 2 organismos, sendo Valvatida e Brachyura.

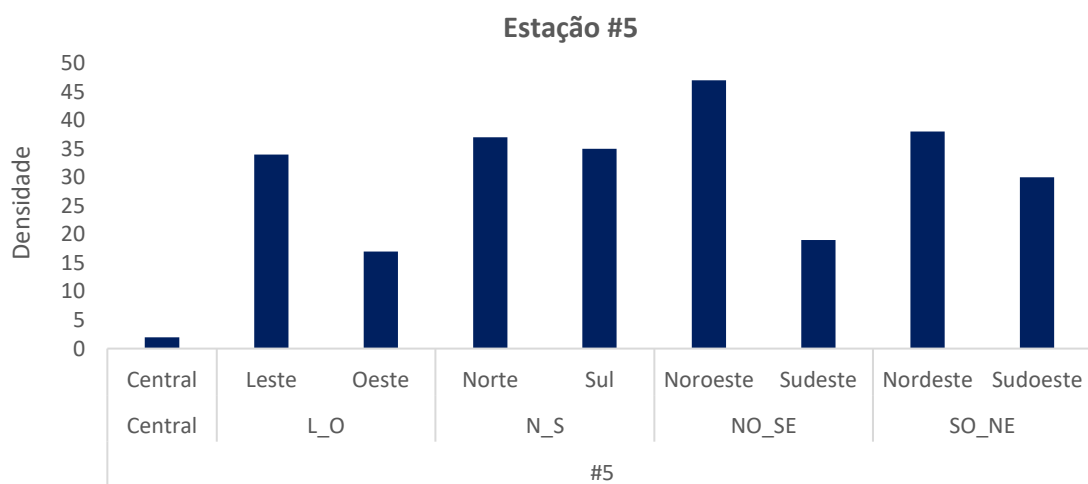


Figura 27. Valor absoluto da densidade encontrada entre as direções que convergem para a posição central da estação #5 derivado do imageamento realizado no Bloco BM-S-40, Bacia de Santos.

5.3.6 Estação #6

Para a estação #6 foram registrados 122 organismos distribuídos em 14 táxons. Equinodermos foram dominantes representando mais de 50% da fauna observada (3 táxons) e foram seguidos em importância numérica pelos crustáceos que representaram 26% da fauna (6 táxons). Peixes (Chordata) também tiveram uma importante contribuição com representatividade de 9% (3 táxons).

Entre as linhas, como observado em grande parte das estações, Valvatida (Asteroidea) foi dominante com valores entre 13 e 19 indivíduos. Em N-S e NO-SE Galatheaidea (Squat Lobster) seguiu em importância numérica, enquanto na linha L-O foi Gastrópode e *Prionotus sp. 1* (peixe) em SO-NE. O número de táxons variou entre as linhas, com 12 táxons em NO-SE e 7 táxons em L-O, N-S e SO-NE (Figura 28).

No total para esta estação foram registradas 3 ocorrências de lixo, sendo duas ocorrências em L-O e uma em N-S (Figura 28).

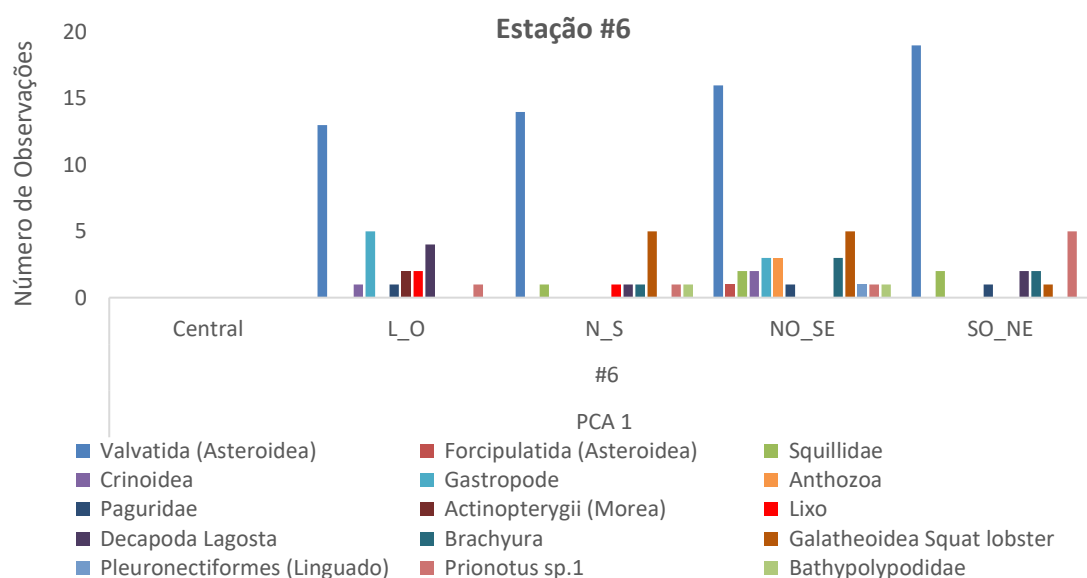


Figura 28. Valor absoluto observado para cada táxon na estação #6 derivado do imageamento realizado no Bloco BM-S-40, Bacia de Santos.

Os valores de densidade por direção na estação #6 exibiram oscilações entre os sentidos. Norte, noroeste e nordeste exibiram os maiores valores de suas respectivas linhas enquanto o oeste maior que o leste. No ponto central não foi registrado organismos da megafauna bêntica (Figura 29).

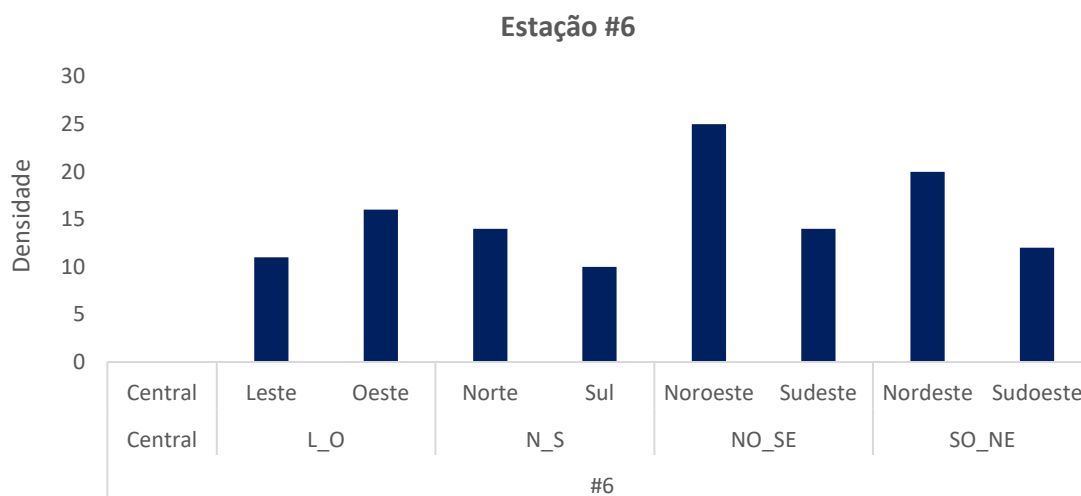


Figura 29. Valor absoluto da densidade encontrada entre as direções que convergem para a posição central da estação #6 derivado do imageamento realizado no Bloco BM-S-40, Bacia de Santos.

5.3.7 Estação #7 – Alto-fundos

Para o imageamento do transecto que passa por dois alto-fundos foram obtidos 31 *screen shots* registrando a fauna encontrada. Esses locais foram identificados na análise integrada de dados sísmicos, sedimentológicos e batimétricos e está localizado a noroeste do referido bloco. Para esta estação foram registrados 50 organismos distribuídos em 8 táxons. Equinodermos foram dominantes representando mais de 66% da fauna observada, com Valvatida (Asteroidea) representando esse filo. Crustáceos representaram 22% da fauna observada e foram divididos em 4 táxons, Paguridae (8%), Galatheaidea (Squat lobster; 8%), Brachyura (4%) e Squillidae (2%). Peixes (Chordata) e cnidários foram responsáveis por 6% de dominância cada.

Foi encontrado maior número de organismos, densidade e táxons, nos *screen shots* de 1 a 10, principalmente de Valvatida (Asteroidea), Paguridae e Brachyura (**Figura 30 e Figura 31**). Nos *screen shots* 16, 18, 22, 23, 26, 28 e 29 também foram registrados Valvatida, Galatheaidea (Squat Lobster) no 22 e *Prionotus sp.1* no 23 (**Figura 30**).

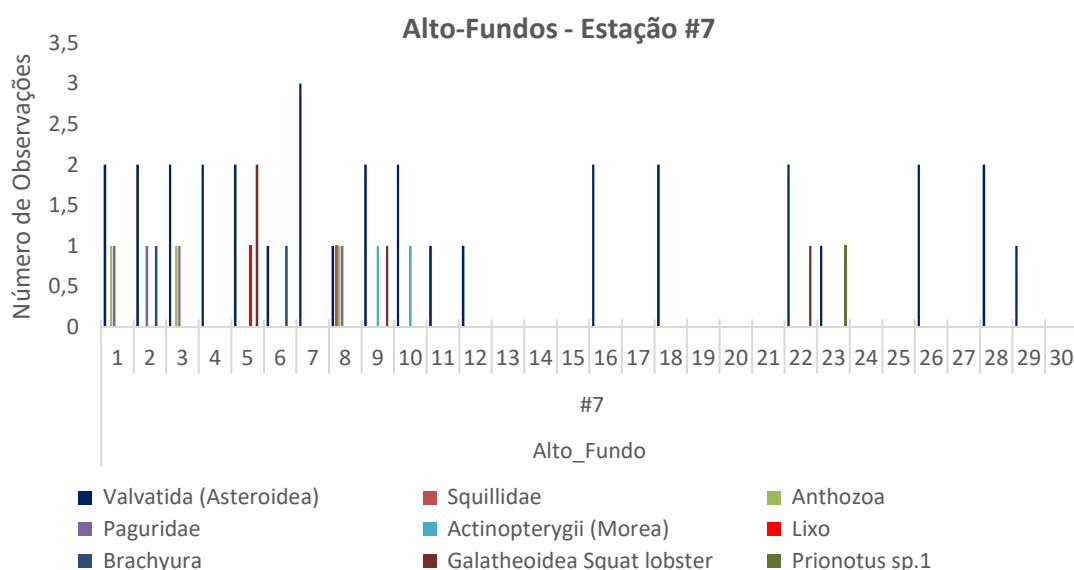


Figura 30. Valor absoluto observado para cada táxon encontrado nos 31 *screen shots* da estação #7 (alto-fundos) derivado do imageamento realizado no Bloco BM-S-40, Bacia de Santos.

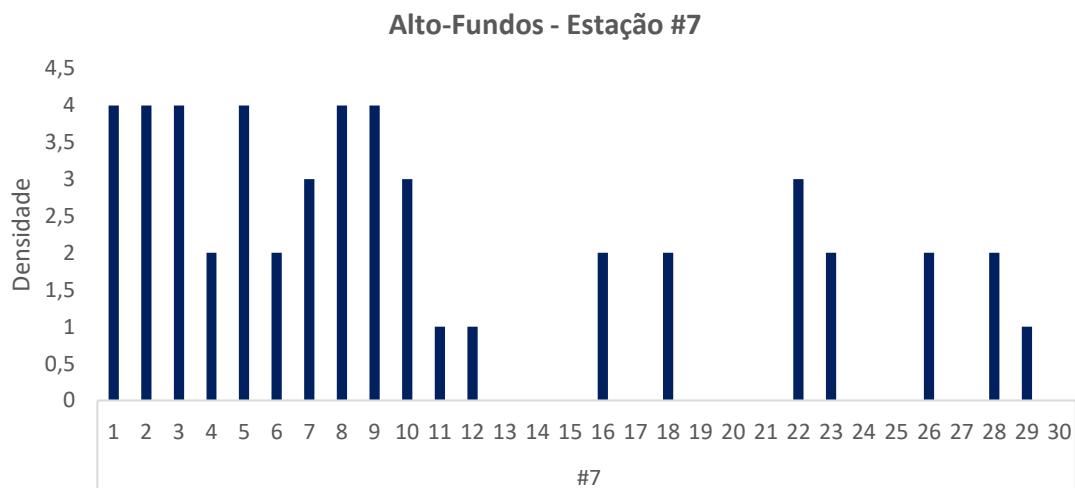


Figura 31. Valor absoluto da densidade encontrada nos 31 *screen shots* no transecto da estação #7 (alto-fundos) derivado do imageamento realizado no Bloco BM-S-40, Bacia de Santos.

5.3.8 Estação #8 – Pockmark 3

Foram observados 23 indivíduos divididos em 4 táxons ao longo das linhas percorridas na estação #8. Valvatida (Asteroidea) foi responsável por 78% dos organismos encontrados seguido pelos crustáceos com 17,3% e Anthozoa (Cnidaria) com 4,3%. Valvatidae foi dominante em todas as linhas percorridas, principalmente na linha N-S onde foram registrados 9 indivíduos (**Figura 32**). Dentre os crustáceos encontrados, Galatheoidea (Squat lobster) representou 13% e foi registrado

nas linhas N-S e SE-NO enquanto Paguridae (4,4%) na linha L-O. A linha L-O exibiu 3 táxons, enquanto as demais entre 2 e 1. Na linha N-S foi registrado uma ocorrência de lixo (plástico; **Figura 32**).

Foi observado uma diferença quanto a densidade observada entre as linhas, com valores muito mais elevados em N-S com 11 indivíduos e L-O com 5 indivíduos (**Figura 33**).

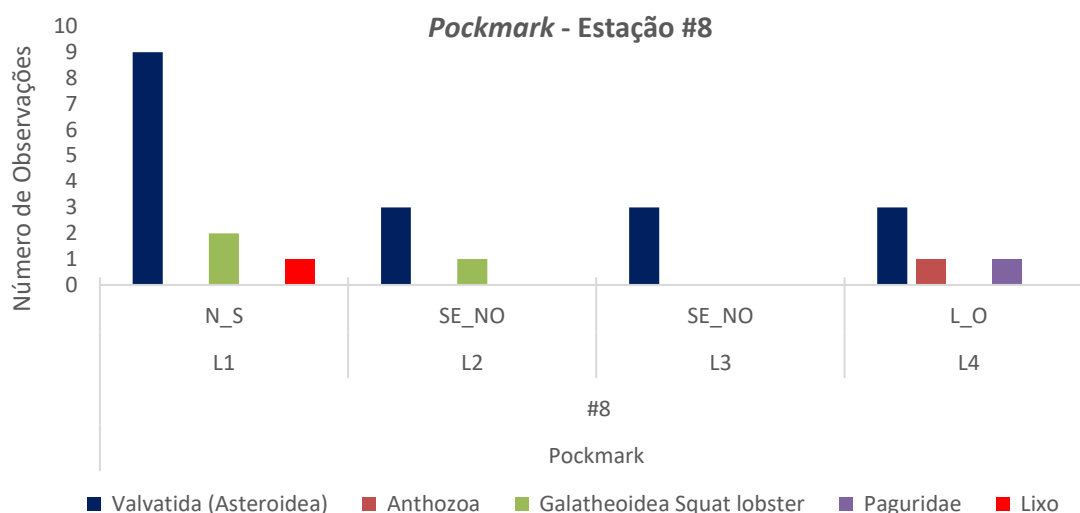


Figura 32. Valor absoluto observado para cada táxon encontrado nas 4 linhas percorridas para a estação #8 (pockmark 3) derivado do imageamento realizado no Bloco BM-S-40, Bacia de Santos.

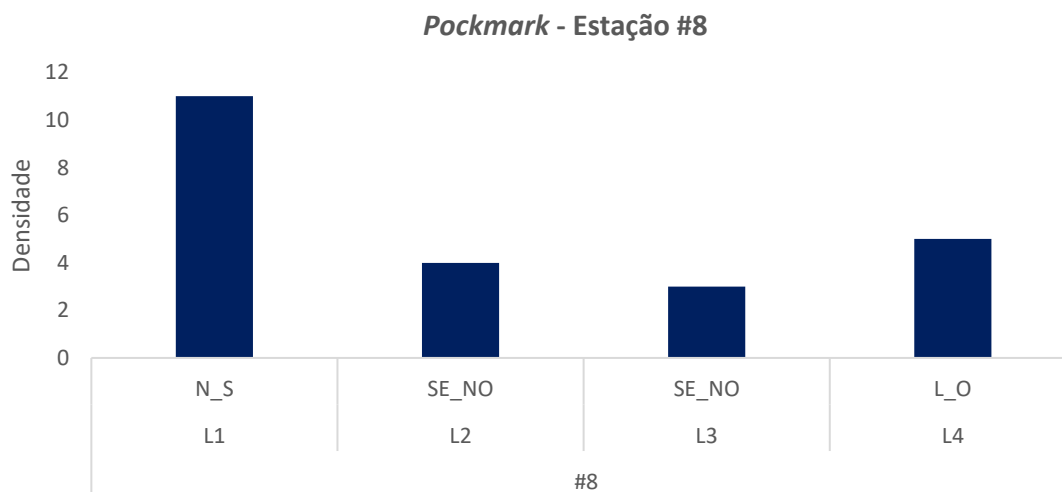


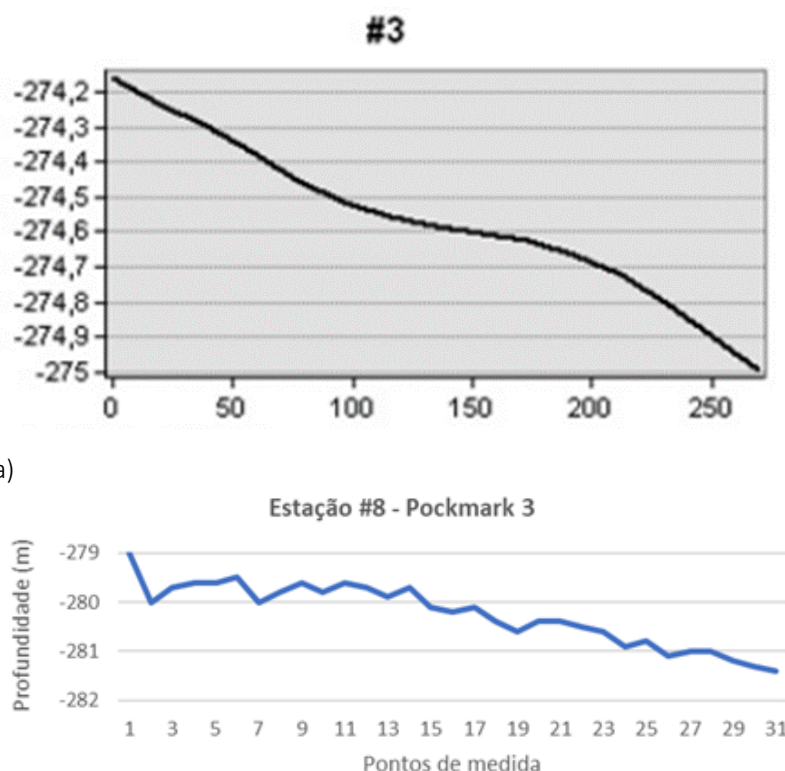
Figura 33. Valor absoluto da densidade encontrada nas 4 linhas percorridas para a estação #8 (pockmark 3) derivado do imageamento realizado no Bloco BM-S-40, Bacia de Santos.

A **Figura 34A**, retirada do primeiro relatório sobre dados batimétricos e de atributos sísmicos (PROOCEANO, 2021) mostra que o *pockmark* da estação #8 encontra-se em um declive. Para poder

identificar esse declive a equipe técnica a bordo tomou a iniciativa de anotar a cada 10 metros as informações provenientes dos equipamentos instalados no R.O.V., que mensuram a profundidade e altitude do R.O.V em relação ao leito marinho. A equipe técnica pode perceber, através dessas informações, que as depressões são muito sutis e com um ângulo muito suave, sendo imperceptível a localização visual sem ajuda de equipamentos próprios.

Já o gráfico da **Figura 34B** mostra o resultado das medições (profundidade e altitude) realizadas pela equipe técnica e que, somadas, dão a profundidade relativa do sedimento observado. Quando comparado os dois gráficos pode-se perceber que as profundidades são distintas, sendo esse uma consequência de mensurações com equipamentos de precisões distintas. A equipe técnica teve como orientação a posição geográfica disponível no relatório da primeira etapa. No relatório sísmico foi observado profundidades do centro do *pockmark* um pouco maior (em torno de 0,75 metros) do que as observadas em campo (em torno de 0,5 metros).

Desta forma é importante em trabalhos de inspeção a utilização de equipamentos precisos na mensuração de profundidade e de relevo instalados no R.O.V. Esses equipamentos podem contribuir na precisão dos dados imageados tendo a garantia de estar observando o alvo objeto do estudo.



a)

b)

Figura 34. a) Gráfico de profundidade retirado do relatório sobre dados batimétricos e de atributos sísmicos (PROOCEANO, 2021); b) Gráfico de profundidade dos dados provenientes dos equipamentos instalados no R.O.V. a bordo da embarcação Cabo Frio, Bloco BM-S-40, Bacia de Santos.

5.3.9 Estação #9 – Pockmark 8

Na estação #9, *pockmark* 8, foram identificados 8 táxons num total de 76 indivíduos ao longo das linhas percorridas com R.O.V. O organismo dominante também foi Valvatida (Asteroídea, Equinodermata) representando sozinho 76% de toda fauna encontrada. Os crustáceos representaram em torno de 22% e organismos como Paguridae e Galatheaidea (Squat lobster) foram dominantes dentro desse grupo.

Valvatidae foi dominante em todas as linhas percorridas, principalmente nas linhas N-S e L-O. Já o número de táxons foi maior nas linhas SE-NO e NE-SO com 5 e 4 táxons respectivamente (**Figura 35**). De maneira geral, a densidade foi mais elevada nas linhas N-S e L-O com valores de 25 indivíduos. Já a linha SE-NO exibiu 15 indivíduos enquanto NE-SO 11 (**Figura 36**).

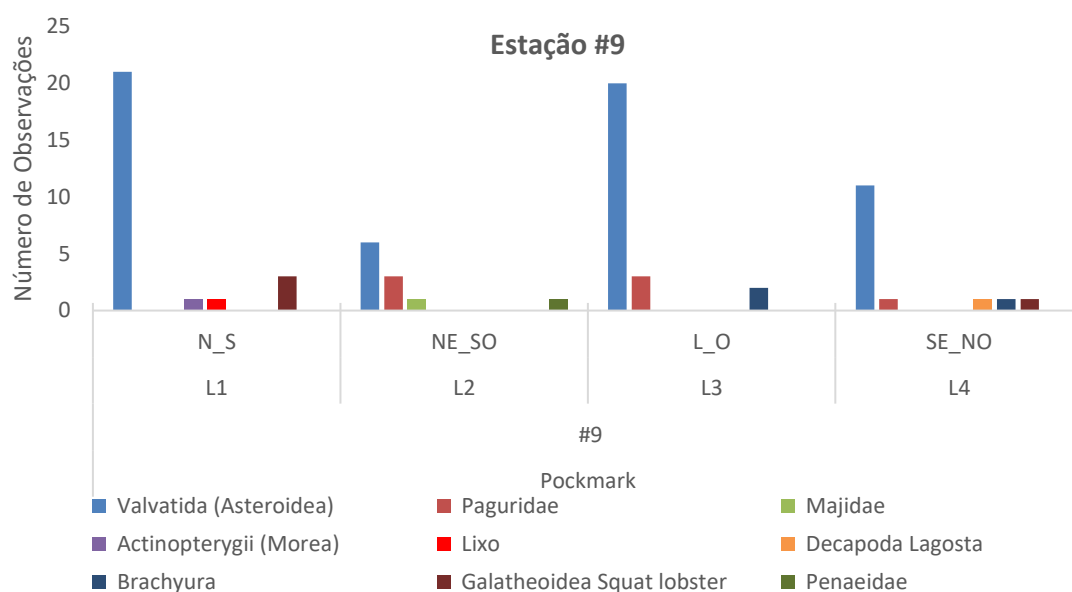


Figura 35. Valor absoluto observado para cada táxon encontrado nas 4 linhas percorridas para a estação #9 (*pockmark* 8) derivado do imageamento realizado no Bloco BM-S-40, Bacia de Santos.

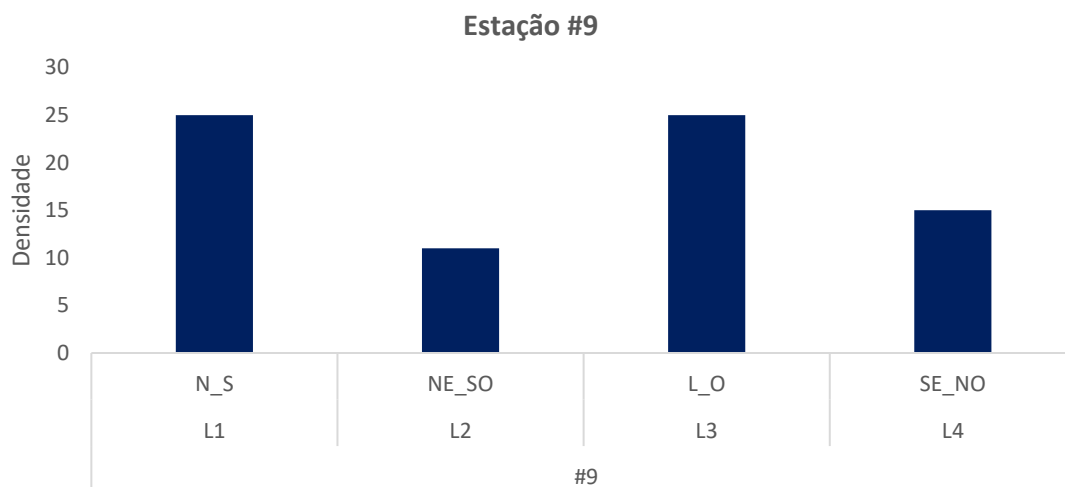
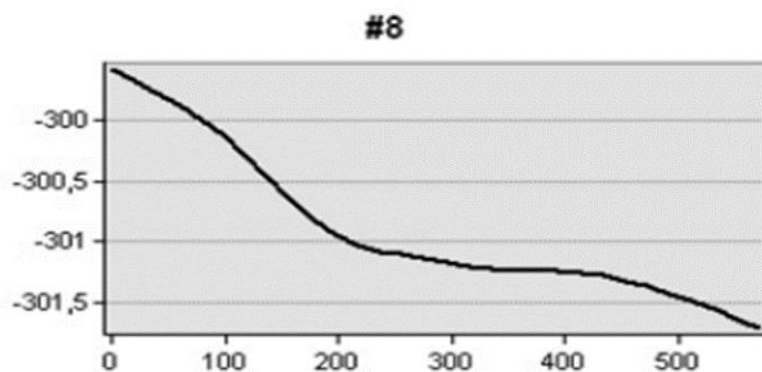
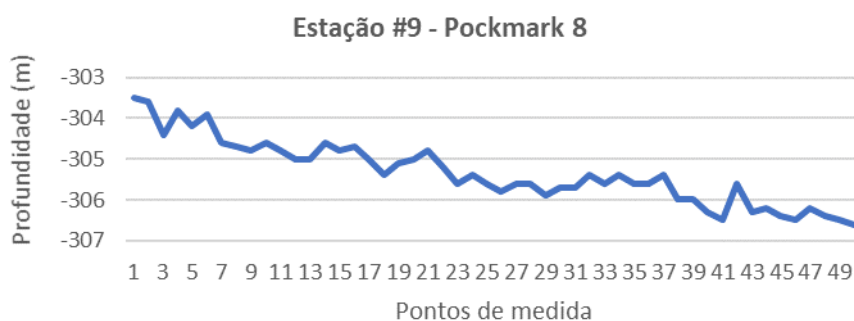


Figura 36. Valor absoluto da densidade encontrada nas 4 linhas percorridas para a estação #9 (*pockmark* 8) derivado do imageamento realizado no Bloco BM-S-40, Bacia de Santos.

O gráfico da **Figura 37A** exibe o resultado dos dados sísmicos enquanto a **Figura 37B** mostra o resultado das medições realizadas pela equipe técnica. Quando comparado os dois gráficos pode-se perceber que as profundidades são distintas, sendo esse uma consequência de mensurações com equipamentos de precisões distintas. A equipe técnica teve como orientação a posição geográfica disponível no relatório da primeira etapa. No relatório sísmico foi observado profundidades do centro do *pockmark* diferentes do que as observadas em campo.



a)



b)

Figura 37. a) Gráfico de profundidade retirado do relatório sobre dados batimétricos e de atributos sísmicos (PROOCEANO, 2021); b) Gráfico de profundidade dos dados provenientes dos equipamentos instalados no R.O.V. a bordo da embarcação Cabo Frio, Bloco BM-S-40, Bacia de Santos.

5.3.10 Estação #10 – Pockmark 13

Foram observados 59 indivíduos pertencentes a 9 táxons ao longo das linhas percorridas na estação #10. Valvatida (Asteroidea) foi o organismo dominante representando 55% de toda fauna imageada, exibindo densidade mais elevada na linha L-O. Entre os crustáceos (37%), Paguridae e Brachyura foram os mais representativos, principalmente nas linhas L-O e SE-NO. Já o número de táxons foi mais elevado na linha NE-SO (7 táxons) seguido por L-O (5 táxons; **Figura 38**).

Foi observado uma diferença quanto a densidade observada entre as linhas, com valores mais elevados em L-O com 22 indivíduos, NE-SO e SE-NO com 15 e N-S com 7 indivíduos (**Figura 39**).

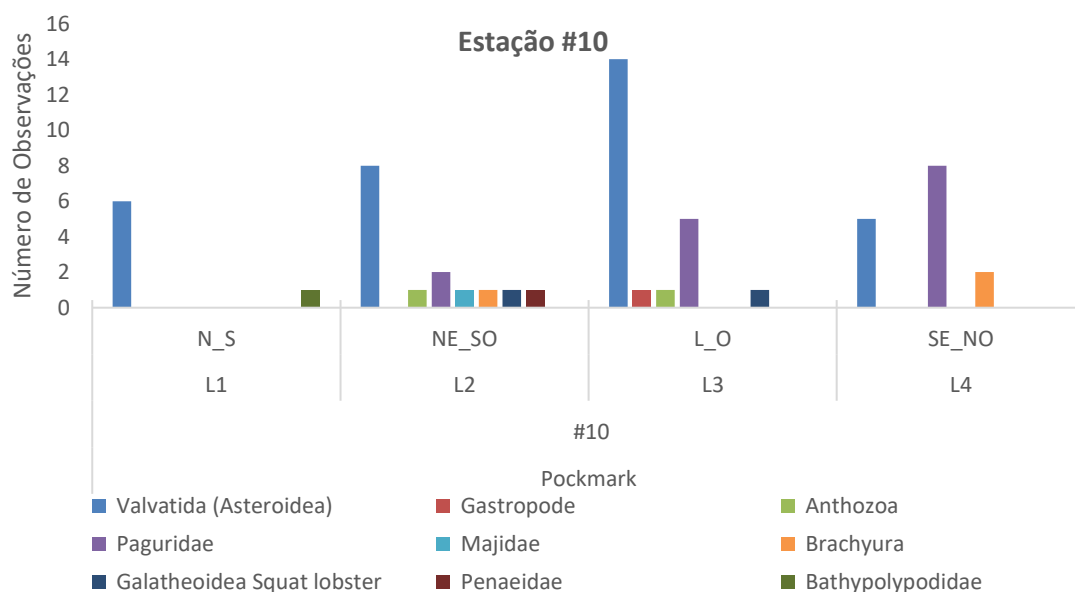


Figura 38. Valor absoluto observado para cada táxon encontrado nas 4 linhas percorridas para a estação #10 (pockmark 13) derivado do imageamento realizado no Bloco BM-S-40, Bacia de Santos.

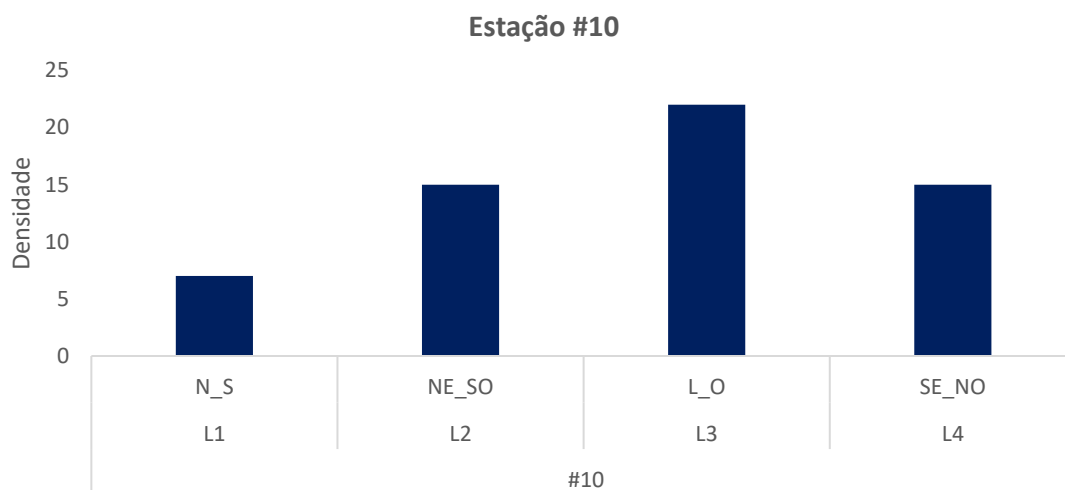


Figura 39. Valor absoluto da densidade encontrada nas 4 linhas percorridas para a estação #10 (*pockmark* 13) derivado do imageamento realizado no Bloco BM-S-40, Bacia de Santos.

Quando comparado os dois gráficos, resultado dos dados sísmicos e resultado das medições realizadas em campo, pode-se perceber profundidades do centro do *pockmark* distintas (**Figura 40**).

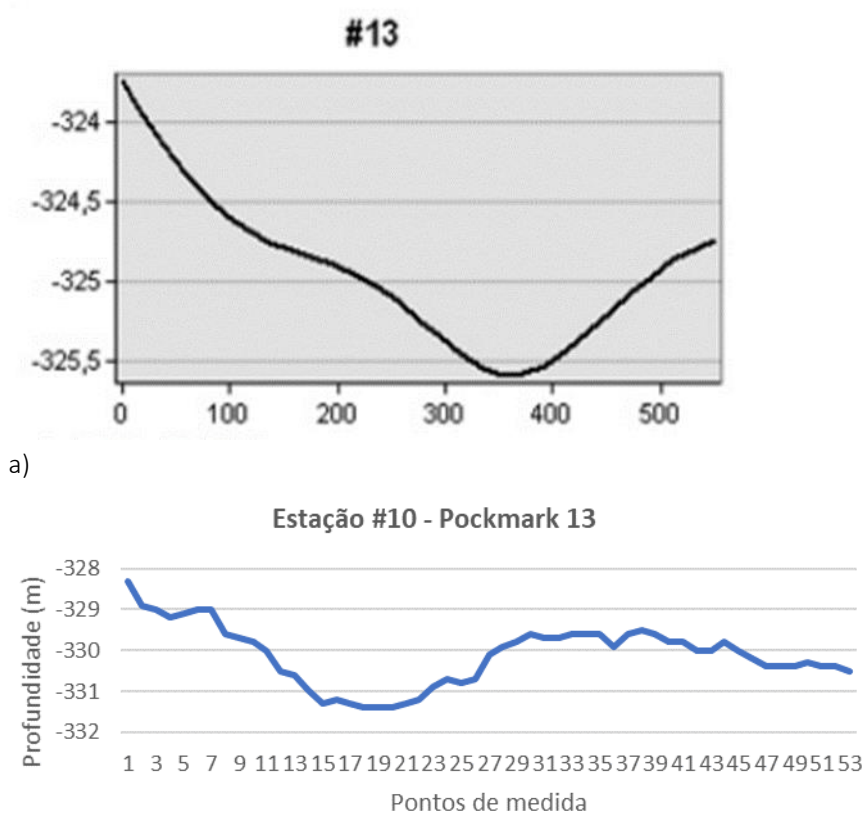


Figura 40. a) Gráfico de profundidade retirado do relatório sobre dados batimétricos e de atributos sísmicos (PROOCEANO, 2021); b) Gráfico de profundidade dos dados provenientes dos equipamentos instalados no R.O.V. a bordo da embarcação Cabo Frio, Bloco BM-S-40, Bacia de Santos.

6. Discussão

Nas imagens captadas pelo R.O.V. foi possível observar representantes de diversos filos que compõem a fauna da superfície do fundo oceânico. A identificação taxonômica realizada através da observação de imagens foi realizada com muita cautela, visto que os organismos não foram coletados para a observação de detalhes morfológicos do espécime. As identificações foram a nível de grandes grupos e quando possível alguns indivíduos foram identificados em menor nível taxonômico. Trabalhos com metodologia similar foram consultados no auxílio da identificação da fauna específica (BORRERO-PEREZ *et al.*, 2020; GATES, 2016; PAWSON *et al.*, 2015; WORMS, 2020). Os organismos filmados pertencem ao componente da fauna bêntica conhecido como megafauna, ou seja, maiores que 2cm.

No imageamento realizado no Bloco BM-S-40 foram observados 1.275 organismos da fauna bêntica distribuídos em 17 táxons e divididos em 5 grupos principais, entre eles Echinodermata, Crustacea, Mollusca, Cnidária e Chordata. O filo com maior frequência de observação foi Echinodermata e representou 60% da fauna observada, seguido pelo Crustacea com 32%. Peixes bênticos, moluscos e cnidários representaram em torno de 8% da fauna imageada.

O Filo Echinodermata é composto por cinco Classes, e reconhecido de 6.500 a 7.000 espécies (BRUSCA & BRUSCA, 2003; PAWSON, 2007), não passando de 350 espécies conhecidas no Brasil (BARBOZA & BORGES 2012; VENTURA *et al.*, 2013). Os equinodermos são importantes componentes dos bentos, sendo predominantemente marinhos e ocupando diversos tipos de substrato, se adaptando para fixar a substratos rochosos, lodosos, arenosos, em madeira submersa ou em epibiose. Embora a grande maioria das espécies seja marinha, algumas toleram a água salobra, podendo ser encontradas em todos os oceanos, latitudes e profundidades, da zona entremarés às regiões abissais, sendo mais abundantes na região tropical do que nas águas polares. São altamente sensíveis a déficit de oxigênio na água do mar, sendo um dos primeiros grupos a serem eliminados por essa situação (DIAZ & ROSEMBERG, 1995). Constituem o grupo com elevada proporção corporal entre os animais dos fundos marinhos, chegando a compor 95% da biomassa total nas regiões abissais (BRUSCA & BRUSCA, 2003).

Neste relatório, a classe Asteroidea foi a mais representativa deste filo, principalmente os organismos da ordem Valvatida. Esses organismos representaram cerca de 60% de toda a fauna imageada e já haviam sido observados em elevada dominância em áreas próxima e similares (LAVRADO *et al.*, 2017). Alguns estudos utilizando o R.O.V. na identificação dessa fauna também registraram essa classe com frequência, e foram utilizados como referência na identificação das imagens geradas neste relatório (BORRERO-PÉREZ *et al.*, 2020; GATES, 2016; PAWSON *et al.*, 2015). Esses organismos alimentam-se de microrganismos e matéria orgânica particulada, associada ao substrato ou a algas. Os organismos desta classe desempenham importante função, sendo capazes de predação esponjas e outros equinodermos, como ouriços-do-mar e estrelas-do-mar, incluindo indivíduos de sua própria espécie. Já os organismos jovens desta ordem podem ser predados por peixes e os adultos por gastrópodes. Além disso, nas comunidades marinhas os equinodermos desempenham importantes papéis ecológicos, pois além de controlar as densidades populacionais de determinadas espécies (predação), atuam na reciclagem de nutrientes e nos processos

bioerosivos (BENITEZ-VILALOBOS, 2001). Embora em baixas densidades, organismos da classe Crinoidea (lírios-do-mar ou crinóides) também foram registrados neste estudo.

Em relação aos crustáceos, 7 morfoespécies foram observadas, com organismos da infraordem Brachyura de maior ocorrência seguido por Paguridae e Galatheaidea. Foram observados organismos pertencentes a ordem Decapoda tais como Lagostas e Majidae, dentre outros crustáceos, tais como, Squillidae. Todos são predadores bentônicos crípticos, que ocupam tocas e fendas intersticiais e subtidais, em todos os tipos de substrato, sendo dificilmente encontrados apesar de sua abundância. Embora vistos raramente, estes animais constituem, frequentemente, uma grande força predatória em comunidades marinhas (TAVARES & MENDONÇA, 2003). Por ser um grupo extremamente diverso, os crustáceos apresentam um importante papel ecológico no ecossistema marinho, reciclando matéria em decomposição, uma vez que são animais detritívoros (BOSCHI, 2000; MARTIN & DAVIS, 2001). Os grupos de menor ocorrência de observação foram Cnidaria, Mollusca e peixes bênticos.

De modo geral, as maiores densidades foram observadas nas estações #3 e #5 com densidade em torno de 260 indivíduos e menores na estação #8 (*pockmark* 3) e #7 (alto-fundos) com valores abaixo de 50 indivíduos. A distribuição da fauna bêntica são principalmente relacionadas a batimetria, disponibilidade de alimento, correntes marinhas, produção primária e morfologia do fundo (BERNARDINO *et al.*, 2016; LAVRADO *et al.*, 2017 (1); LAVRADO *et al.*, 2017 (2); SMTH *et al.*, 2008; WEI *et al.*, 2010). Os habitats bênticos de águas profundas são sensíveis a distúrbios ambientais causados pelas atividades de exploração e produção petrolífera, seja por impactos físicos ou químicos, como o despejo de cascalhos de perfuração (ALMADA & BERNARDINO, 2017). O conhecimento dos habitats bentônicos associados a *pockmarks* ou a corais de águas profundas no sul/sudeste do Brasil ainda é restrito, sendo poucos os trabalhos sobre esses ambientes (BARBOSA *et al.*, 2020; BERTON & VESELY, 2018; KETZER *et al.*, 2019; MAHIQUES *et al.*, 2017; RAMOS *et al.*, 2020; SUMIDA *et al.*, 2004).

Neste relatório de imageamento, parte do PCA do Bloco BM-S-40 - fase 2A, foram percorridos e imageados 27.700 metros do leito marinho ao longo das estações de #1 a #10. Tanto nas estações de monitoramento (#1 a #6) quanto alto-fundos (estação #7) e *pockmarks* (estações #8, #9 e #10) não foram registrados presença de bancos de rodólitos, algas calcárias, corais de profundidade, estruturas recifais ou qualquer outro tipo de substrato de formação biogênica ou feições geomorfológicas relevantes na área inspecionada. Um estudo realizado em 2019 no Bloco de Saturno também não identificou a presença de bancos biogênicos na Bacia de Santos.

Os esforços para o levantamento de fauna bêntica têm melhorado muito nos últimos anos, principalmente em relação a ambientes profundos. O uso de R.O.V. aliado a tecnologias de sensoriamento remoto vêm ganhando notoriedade e seu uso tem aumentado e enriquecido a elaboração de estudos científicos e técnicos, principalmente quando associado ao conhecimento técnico de profissionais da área ambiental (LÓPEZ-GARRIDO, 2020; ROBINSON *et al.*, 2017). As identificações da megafauna realizadas neste relatório por meio de observação da imagem proveem uma importante informação inicial e se torna uma excelente ferramenta no uso de levantamentos

ambientais. No entanto, a taxonomia precisa ser revista quando possível através da captura destes organismos.

A estratégia de associar o imageamento remoto com a presença de técnicos ambientais a bordo, metodologia adotada neste estudo, se mostrou profundamente eficiente. Esse tipo de trabalho agrega valores técnicos e científicos importantes nos levantamentos ambientais, tornando-se de extrema importância para o resultado deste estudo.

7. Conclusão

Mapeamento e imageamento do fundo marinho

mapeamento	estratégia metodológica adotada	mapeamento batimétrico e sedimentológico envolvendo reprocessamento de dados sísmicos 3D
	abrangência	Toda área do bloco BM-S-40
	responsabilidade	Dr. Cleverson Guizan Silva – UFF
	caracterização geral	Identificação de regiões com altos-fundos e pockmarks, indicando possível área biogênica
	observações	Foram imageados 3 pockmarks e 2 alto-fundo (transecto A-A')
imageamento	estratégia metodológica adotada	ROV com capacidade operacional até 3.000m de lâmina d'água
	abrangência	8 radiais de 450 metros para as estações de #1 a #6; um transecto de 1.500 metros passando por 2 alto-fundos na estação #7; 8 radiais em cada um dos 3 pockmarks com distâncias a depender da circunferência inicial de cada estação.
	georreferenciamento	Sistema HIPAP USBL do próprio ROV com registros de coordenadas na tela
	orientação técnica dos registros em campo	Surveyor Adão Calixto (R.O.V) Aline Z. Meurer (Equipe biológica) André Silva Francisco (Equipe biológica)
	caracterização geral	A região do Bloco BM-S-40 está localizada em uma área amplamente reconhecida pela ocorrência de pockmarks na Bacia de Santos (RAMOS <i>et al.</i> , 2020). Todavia, as amostragens superficiais realizadas até então no bloco, bem como o mapeamento dos sedimentos em grande parte do talude e platô de São Paulo na Bacia de Santos, indicam a ocorrência de sedimentos compostos predominantemente por areias e lamas litoclásticas, ou seja, com contribuição biológica de carbonatos inferior a 30% (LARSONNEUR, 1977; DIAS, 1996). Mesmo na região de borda de plataforma, nas 31 proximidades do bloco, a inexistência de sedimentos cascalhosos bioclásticos nos indicam que não existem na área mais rasa do bloco, bioconstruções carbonáticas (Fase 1, Prooceano). Para as 10 estações que compõe o PCA na área não foi encontrado e identificado bancos biogênicos, principalmente corais de profundidade.
	observações	No imageamento realizado foi observado 1.275 organismos da fauna benthica distribuídos em 17 táxons e divididos em 5 grupos principais, entre eles Equinodermata, Crustácea, Mollusca,

Mapeamento e imageamento do fundo marinho

Cnidária e Chordata. Equinodermata foi o filo mais abundante e representou 60% da fauna observada, seguido pelos crustáceos com 32%, peixes bênticos 3%, molusco 2% e cnidária 1,6%. Os equinodermos foram representados principalmente pela classe Asteroidea, sendo uma espécie da ordem Valvatida a mais abundante, representando 58% do total de organismos observados.

Comunidades Marinhas Bênticas no Bloco BM-S-40

Foram identificadas comunidades bênticas bioconstrutoras (algas calcárias e corais de águas profundas, por exemplo)?	Não
Foram identificadas assembléias bênticas de qualquer natureza?	Sim. Foram encontrados 1.275 organismos da fauna bêntica distribuídos em 17 táxons e divididos em 5 grupos principais, entre eles Equinodermata, Crustácea, Mollusca, Cnidária e Chordata. A identificação taxonômica realizada através da observação de imagens foi realizada com muita cautela, visto que os organismos não foram coletados para a observação de detalhes morfológicos do espécime. As identificações foram a nível de grandes grupos e quando possível alguns indivíduos foram identificados em menor nível taxonômico. Trabalhos com metodologia similar foram consultados no auxílio da identificação da fauna específica (BORRERO-PEREZ et al., 2020; GATES, 2016; PAWSON et al., 2015; WORMS, 2020). Os organismos filmados pertencem ao componente da fauna bêntica conhecido como megafauna, ou seja, maiores que 2cm.
Foram identificadas acumulações de detritos orgânicos e/ou minerais?	Não
Foram identificadas emanções frias (<i>cold seeps</i>), exsudações, de gás sulfídrico, metano ou outros compostos hidrocarbônicos?	Não
Foi gerada alguma FNFB (Ficha de Notificação de Formação Biogênica)?	Não
Observações	(sim/não - caso positivo, descrição contendo características principais, presença, ou não, de organismos vivos, metodologia amostral que permitiu a identificação, dentre outras informações)

8. Responsabilidade Técnica

A profissional responsável técnica pela implementação do Projeto de Caracterização Ambiental (PCA) do Bloco BM-S-40, Bacia de Santos para a Karoon Petróleo e Gás Ltda., é a bióloga MSc. Paula Vieira Castellões (CRBio-2 29.526/02-D), conforme respectiva Anotação de Responsabilidade Técnica (ART) registrada junto ao Conselho Regional de Biologia apresentada como anexo deste relatório.

A tabela a seguir apresenta a equipe envolvida na implementação do presente esforço (**Tabela 2**).

Tabela 2. Equipe técnica envolvida (empresa e profissionais) na campanha de imageamento.

empresa/profissional	cargo/formação	registro de classe	CTF AIDA/ IBAMA
PRO-OCEANO Serviço Oceanográfico e Ambiental Ltda.	empresa	CRBio-2 Nº2499 AOCEANO Nº23PJ	201344
Júlio Augusto de Castro Pellegrini, Dr.	Diretor Geral/ Oceanógrafo	AOCEANO Nº666	210325
Paula Castellões, MSc. (Profissional Responsável Técnica)	Gerente de Meio Ambiente/Bióloga	CRBio-2 Nº29526/02-D	216354
Priscilla Barreto Rainha	Suporte técnico (externo)/ Bióloga	CRBio-2 Nº78830/02-D	3241839
Patrícia da Cunha Marroig	Analista de Planejamento/Oceanógrafa	sem registro	5253033
Beatriz Barbosa Machado	Suporte técnico (externo)/ Bióloga	CRBio-2 Nº84295/02-D	5393333
Aline Zaccaron Meurer	Suporte técnico (externo)/ Bióloga	CRBio Nº63025-03D	1932828
André Silva Francisco	Suporte técnico (externo)/ Biólogo	CRBio Nº69241-03D	1720612

9. Bibliografia

- ALMADA, G. V. DE M. B. & BERNARDINO, A. F. 2017. **Conservation of deep-sea ecosystems within offshore oil fields on the Brazilian margin, SW Atlantic.** Biological Conservation, 206, 92–101. doi:10.1016/j.biocon.2016.12.026.
- BARBOZA, R. V., DAVIES, A. J., & SUMDA, P. Y. G. 2020. **Habitat suitability and environmental niche comparison of cold-water coral species along the Brazilian continental margin.** Deep. Res. Part I Oceanogr. Res. Pap. 155, 103147. doi:10.1016/j.dsr.2019.103147.
- BARBOZA, C.A.de M. & BORGES, M. 2012 **A checklist of the extant species of ophiuroids (Echinodermata: Ophiuroidea) from Brazilian waters.** Zootaxa 3447: 1–21.
- BAUM, J.K & MYERS, R.A. 2004. **Shifting baselines and the decline of pelagic sharks in the Gulf of Mexico.** Ecol Lett 7: 135-145
- BENITEZ-VILLALOBOS, F. 2001. **Comparación de la comunidad de Equinodermos, asociada a arrecifes, en dos localidades de las Bahías de Huatulco, Oaxaca, México.** Cienc. Mar. v. 5, n.13, p: 19-24.
- BERNARDINO A.F., BERENGUER V., RIBEIRO-FERREIRA V.P. 2016. **Bathymetric and regional changes in benthic macrofaunal assemblages on the deep Eastern Brazilian margin, SW Atlantic.** Deep Sea Research Part I: Oceanographic Research Papers, 111, pp. 110-120.

- BERTON, F. & VESELY, F. F. 2018. **Origin of buried, bottom current-related comet marks and associated submarine bedforms from a Paleogene continental margin, southeastern Brazil**. Mar. Geol. 395, 347– 362. doi:10.1016/j.margeo.2017.11.015.
- BORRERO-PEREZ, G.H., DUEÑAS L.F, LEÓN J., PUENTES V. 2020. **Deep-sea holothurians (Echinodermata, Holothuroidea) from the Colombian Southern Caribbean Sea**. Check List 16 (3): pp. 535–551.
- BOSCHI, E. E. 2000. **Biodiversity of marine decapod brachyurans of the Americas**. Journal of Crustacean Biology, New York, v. 20, n. 2, p. 337-342. Special number
- BRUSCA, R.C. & BRUSCA, G.J. 2003 - **Invertebrates**. Second Edition. Sinauer Associations, Sunderland, Massachusetts. 880pp.
- DAZ, R. & ROSEMBER, R. 1995. **Marine benthic hypoxia: a review of its ecological effects and the behavioural responses of benthic macrofauna**. Oceanogr. Mar. Biol., Ann. Rev., 33: 245 – 303
- DIAS, G. M. T. (1996). **Classificação de sedimentos marinhos proposta de representação em cartas sedimentológicas**. in Anais do XXXIX Congresso Brasileiro de Geologia Vol. 3.
- EKMAN. 2020. **Projeto de Caracterização Ambiental (PCA) da Acumulação de Patola – BM-S-40**. Processo IBAMA nº 02001.026408/2019-45. 26p.
- GATES, A. 2016. **Deep-Sea life of Tanzania**. National Oceanography Centre, Southampton. ISBN: 0-904175-61-8.
- IBAMA. 2019. **Nota Técnica Nº 1/2019/COEXP/CGMAC/DILIC**. Diretrizes para implementação do Projetos de Caracterização Ambiental - PCA e do Projeto de Monitoramento Ambiental – PMA. 8p.
- KETZER, M., PRAEG, D., PIVEL, M. A. G., AUGUSTN, A. H., RODRGUES, L. F., VIANA, A. R. 2019. **Gas seeps at the edge of the gas hydrate stability zone on Brazil’s continental margin**. Geosci. 9, 1–11. doi:10.3390/geosciences9050193.
- KNOWLTON, N. & JACKSON, J.B. 2008. **Shifting baselines, local impacts and global change on coral reefs**. PloS Biol. 6(2):0215-0220.
- LARSONNEUR, C. 1977. **La cartographie des dépôt meubles sur le plateau continental français: méthode mise au point et utilisée en Manche**. J. Rech. Ocean. 2, 34–39.

- LAVRADO, H.P., BERNARDINO A.F., OMENA E.P. 2017. **Distribuição da comunidade megabêntica ao longo da plataforma e talude continental da Bacia de Campos.** In: Curbelo-Fernandez, M.P., Braga, A.C., editoras. Comunidades Demersais e Bioconstrutores: caracterização ambiental regional da Bacia de Campos, Atlântico Sudoeste. Rio de Janeiro: Elsevier. Habitats, v. 4, pp. 139-166.
- LAVRADO, H.P., S.T. DISARÓ, A.M. ESTEVES, V. FONSÊCA-GENEVOIS, S.H. MELLO E SOUSA, E.P. OMENA, R. PARANHOS, I. SALLORENZO, V.G. VELOSO, V.P. RIBEIRO-FERREIRA, M.P. CURBELO-FERNANDEZ, A.P.C. FALCÃO. 2017. **Comunidades bentônicas dos substratos inconsolidados da plataforma e talude continental da Bacia de Campos: uma visão integrada entre seus componentes e suas relações com o ambiente.** In: Falcão, A.P.C., Lavrado, H.P., editoras. Ambiente Bentônico: caracterização ambiental regional da Bacia de Campos, Atlântico Sudoeste. Rio de Janeiro: Elsevier. Habitats, (2017), v. 3, pp. 307-352.
- MAHIQUES, M. M., SCHATTNER, U., LAZAR, M., SUMIDA, P. Y. G., SOUZA, L. A. P. 2017. **An extensive pockmark field on the upper Atlantic margin of Southeast Brazil: spatial analysis and its relationship with salt diapirism.** *Heliyon* 3. doi:10.1016/j.heliyon.2017.e00257.
- MARTIN, J. L.; DAVIS, G. E. 2001. **An updated classification of recent Crustacea.** Los Angeles: Natural History Museum of Los Angeles County. 124 p. (Science Series 39).
- MCLACHLAN, A., BROWN, A.C., 2006. **The Ecology of Sandy Shores.** Academia, Burlington, MA, USA, 373 pp.
- PAWSON, D.L., NIZINSKI M.S., AMES C.L., PAWSON D.J. 2015. **Deep-sea echinoids and holothurians (Echinodermata) near cold seeps and coral communities in the northern Gulf of Mexico.** *Bulletin of Marine Science*, (2015), 91(2), pp. 167-204.
- PAWSON, D. 2007. **Phylum Echinodermata.** *Zootaxa*. 1668: 749-764.
- PEARSON, T H, ROSENBERG R, 1978. **Macrobenthic succession in relation to organic enrichment and pollution of the marine environment.** *Oceanogr. Mar. Biol. Ann. Rev.* 16:229-311.
- PIRES-VANIN, A.M.S. 2008. **Oceanografia de um ecossistema subtropical: Plataforma de São Sebastiao,** SP. EDUSP.

- RAMOS R. B., DOS SANTOS, R. F., SCHATTNER, U., FGUEIRA, R. C. L., BÍCEGO, M. C., LOBO, F. J. 2020. **Deep pockmarks as natural sediment traps: a case study from southern Santos Basin (SW Atlantic upper slope).** Geo-Marine Lett. doi:10.1007/s00367-019-00617-8.
- SMITH, C.R., DE LEO F.C., BERNARDINO A.F., SWEETMAN A.K., ARBIZU P.M. 2008. **Abyssal food limitation, ecosystem structure and climate change.** Trends in Ecology & Evolution, 23(9), pp. 518-528.
- SUMDA, P. Y. G., YOSHINAGA, M. Y., MADURERA, L. A. S. P., HOVLAND, M. 2004. **Seabed pockmarks associated with deepwater corals off SE Brazilian continental slope, Santos Basin.** Mar. Geol. 207, 159– 167. doi:10.1016/j.margeo.03.006.
- SNELGROVE, P.V.R. 1998. **The biodiversity of macrofaunal organisms in marine sediments.** Biodiversity and Conservation 7 (9): 1123-1132. doi: 10.1023/A:1008867313340.
- TAVARES, MARCOS; AMOUROUX, JEAN-MICHEL. 2003. **First record of the non-indigenous crab, Charybdis hellerii (A. Milne-Edwards, 1867) from French Guyana (Decapoda, Brachyura, Portunidae).** CRUSTACEANA-INTERNATIONAL JOURNAL OF CRUSTACEAN RESEARCH, v. 76, n. 5, p. 625-630.
- VENTURA, C.R.R., M. BORGES, L.S. CAMPOS, L.V. COSTA-LOTUFO, C.A. FREIRE, V.F. HADEL, C.L.C. MANSO, J.R. SILVA, Y. TAVARES, C.G. TIAGO. 2013. **Echinoderm from Brazil: Historical Research and the Current State of biodiversity Knowledge.** pp. 301-344, in Alvarado, J.J. and F.A. Solís-Marín (eds.). Echinoderm Research and Diversity in Latin America. Berlin/Heidelberg: Springer. <http://dx.doi.org/10.1007/978-3-642-20051-99>.
- WEI C., G. T. ROWE. G. F. HUBBARD, A. H. SCHELTEMA, G. D. F. WILSON. I. PETRESCU, J. M. FOSTER, M. K. WICKSTEN, M. CHEN, R. DAVENPORT, Y. SOLIMAN, Y. WANG. 2010. **Bathymetric zonation of deep-sea macrofauna in relation to export of surface phytoplankton production.** Marine Ecology Progress Series, Vol. 399 1-14.
- WORMS, 2020. **World Register of Marine Species.** WORMS Editorial Board. Available from <http://www.marinespecies.org> at VLIZ. Accessed 2014-12-20.
- WORM, B., BARBIER, E. B., BEAUMONT, N., DUFFY, J. E., FOLKE, C., HALPERN, B. S., JACKSON, J. B. C. 2006. **Impacts of biodiversity loss on ocean ecosystem services.** Science, 314: 787–790.

10. Anexo

ANEXO I Protocolo Metodológico

ANEXO II Instrução técnica (IT-PO-042)