Maria Carolina Hernandez Ribeiro

**Comunidade bântica da área da plataforma de gelo Larsen
A (Antártica) 17 anos após sua desintegração, com ênfase
na meiofauna**

Dissertação apresentada ao Instituto
Oceanográfico da Universidade de São Paulo,
como parte dos requisitos para obtenção do grau
de Mestre em Oceanografia.

Orientador: Prof. Dr. Paulo Yukio Gomes
Sumida

São Paulo

2015

UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO
INSTITUTO OCEANOGRÁFICO

**Comunidade bêntica da área da plataforma de gelo Larsen A (Antártica) 17
anos após sua desintegração, com ênfase na meiofauna**

MARIA CAROLINA HERNANDEZ RIBEIRO

Dissertação apresentada ao Instituto Oceanográfico da Universidade de São Paulo, como
parte dos requisitos para obtenção do título de Mestre em Ciências, Programa de
Oceanografia, área de Oceanografia Biológica.

Defendida e Julgada em ____/____/____, por:

Prof. Dr. Paulo Yukio Gomes Sumida

(conceito)

Prof. Dr.

(conceito)

Prof. Dr.

(conceito)

SUMÁRIO

SUMÁRIO	i
LISTA DE FIGURAS	ii
LISTA TABELAS	v
AGRADECIMENTOS.....	viii
RESUMO	ix
ABSTRACT	x
1. INTRODUÇÃO	1
2. OBJETIVOS.....	4
3. ÁREA DE ESTUDO	4
4. MATERIAL E MÉTODOS.....	5
4.1. Coleta de amostras	5
4.2. Análise de laboratório.....	6
4.2.1. Parâmetros ambientais.....	6
4.2.2. Fauna.....	10
4.3. Análise dos dados	13
<i>Análises estatísticas</i>	<i>14</i>
5. RESULTADOS.....	15
5.1. Parâmetros ambientais.....	15
<i>Granulometria</i>	<i>16</i>
<i>Pigmentos</i>	<i>21</i>
5.2. Fauna	25
<i>Peneira de 300 µm.....</i>	<i>26</i>
<i>Peneira de 32 µm</i>	<i>34</i>
6. DISCUSSÃO.....	51
7. CONCLUSÕES	63
8. CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	65
9. REFERÊNCIAS	65
10. APÊNDICES.....	77
11. ANEXOS	90

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: (A) Esquema genérico de derretimento das plataformas de gelo influenciadas por padrões de vento e correntes locais na região da plataforma continental, cujas interações condicionam a circulação da água na cavidade basal do gelo. (B) Esquema de uma região de plataforma de gelo representando a condição ambiental propícia à produtividade primária fitoplanctônica, e consequente fluxo de fitodetritos .Adaptado de Gille (2014).....	2
Figura 2: Mapa da área de estudo, Plataforma Larsen A e Mar de Weddell (a leste da Península Antártica), com a indicação das estações de coleta. As linhas coloridas representam os limites da Plataforma de gelo desde 1986 até 2005.....	5
Figura 3: Fluxograma das etapas do trabalho de laboratório.	7
Figura 4: Formato dos copépodes harpacticóides e respectivos fatores de conversão para cálculo do biovolume. Adaptado de Warwick & Gee (1984).	12
Figura 5: Tendência da distribuição das frações granulométricas da área de estudo (Plataforma de gelo Larsen A e Mar de Weddell, Antártica): (A) % areia; (B) % silte; (C) % argila e (D) diâmetro médio do sedimento.	17
Figura 6: Porcentagens médias da coluna sedimentar (0-3 cm) de: (A) areia; (B) silte; (C) argila e (D) diâmetro médio. O eixo x observa a distância das estações de coleta em relação à costa. A linha tracejada próxima à estação 21 indica o local do colapso da plataforma continental e a linha tracejada próxima à estação 28 indica o limite histórico da plataforma de gelo em 1989.	18
Figura 7: Diagramas ternários de Pearson: (A) 0-1 cm; (B) 1-2 cm e (C) 2-3 cm. A posição das amostras dentro dos triângulos está relacionada à porcentagem de cada fração granulométrica do sedimento.	18
Figura 8: Tendência da distribuição das porcentagens de: (A) Matéria orgânica (MO) e (B) carbonato de cálcio (CaCO_3), no sedimento na área de estudo (Plataforma de gelo Larsen A e Mar de Weddell, Antártica).....	20
Figura 9: Porcentagens de matéria orgânica (MO) (A) e carbonato de cálcio (CaCO_3) (B). O eixo x compreende a distância das estações de coleta em relação à costa (a linha tracejada próxima à estação 21 indica o local do colapso da plataforma continental e a linha tracejada próxima à estação 28 indica o limite histórico da plataforma de gelo em 1989). Porcentagens médias relação à profundidade da coluna sedimentar de: (C) Matéria orgânica (MO) e (D) carbonato de cálcio (CaCO_3) da coluna sedimentar.....	20

Figura 10: Tendência da distribuição das concentrações médias de pigmentos totais: (A) de 0-3 cm da amostra e (B) de 0-10 cm da amostra na área de estudo (Plataforma de gelo Larsen A e Mar de Weddell, Antártica).....	22
Figura 11: (A) Concentrações de pigmentos totais. (B) Relação feofitina/clorofila-a. (C e D) Concentrações totais de feofitina e clorofila-a, respectivamente. O eixo x observa a distância das estações de coleta em relação à costa. A linha tracejada próxima à estação 21 indica o local do colapso da plataforma continental e a linha tracejada próxima à estação 28 indica o limite histórico da plataforma de gelo em 1989.....	22
Figura 12: (A) Concentrações médias de pigmentos totais da coluna sedimentar para as estações 21, 24, 28, 32 e 8. (B) Ampliação das concentrações médias de pigmentos totais da coluna sedimentar destacando apenas as estações 21, 24, 28 e 32.....	23
Figura 13: (A) Distribuição espacial das estações sobrepostas à imagem orbital da Produtividade Primária (PP) média obtida através dos sensores orbitais SeaWiFS e AQUA-MODIS para o período de setembro de 1997 a novembro de 2014. As cores em tons de vermelho apontam para os maiores valores de PP, enquanto que, os tons de azul indicam as menores concentrações. As áreas em branco indicam ausência de informação. (B) Gráfico representando o perfil SO-NE da PP na área de estudo (Mar de Weddell). (Fonte: Ocean Color Home Page – NASA, 2014).	24
Figura 14: Porcentagens relativas da macrofauna total por estrato, para cada estação. Plataforma de gelo Larsen A: estações 21 a 28; Mar de Weddell: estações 32 e 8.	27
Figura 15: Densidade dos grupos da macrofauna (Polychaeta, Bivalvia, Scaphopoda, Ophiuroidea, Crustacea e Sipuncula) na coluna sedimentar nas estações: 21 (A), 22 (B), 24 (C), 26 (D) e 28 (E) (Plataforma de gelo Larsen A); 32 (F) e 8 (G) Mar de Weddell).....	29
Figura 16: Análise de agrupamento (CLUSTER) com índice de similaridade de Bray-Curtis das densidades dos principais grupos da macrofauna de cada amostra, transformadas em raiz quarta, mostrando a divisão entre as regiões: plataforma de gelo Larsen A e Mar de Weddell.	30
Figura 17: Porcentagens relativas de Nematoda, Copepoda e Outros (Kinorhyncha, Ostracoda, Turbellaria, Acari, Gastrotricha) por estrato: 0-1 cm, 1-2 cm, 2-3 cm.	32
Figura 18: Densidade de Nematoda e Copepoda da peneira de 300 µm na coluna sedimentar nas estações: 21 (A), 22 (B), 24 (C), 26 (D) e 28 (E) (Plataforma de gelo Larsen A); 32 (F) e 8 (G) Mar de Weddell).	33
Figura 19: Porcentagens relativas da meiofauna total por estrato, para cada estação. Plataforma de gelo Larsen A: estações 21 a 28; Mar de Weddell: estações 32 e 8.	35

Figura 20: Porcentagem relativa dos grandes grupos da meiofauna em cada estrato: 0-1 cm; 1-2 cm; e 2-3 cm.....	36
Figura 21: Densidade de Nematoda nas estações:21 (A), 22 (B), 24 (C), 26 (D) e 28 (E) (Plataforma de gelo Larsen A); 32 (F) e 8 (G) Mar de Weddell).....	38
Figura 22: Densidade de Copepoda Harpacticoida e Nauplii nas estações:21 (A), 22 (B), 24 (C), 26 (D) e 28 (E) (Plataforma de gelo Larsen A); 32 (F) e 8 (G) Mar de Weddell).....	39
Figura 23: Densidade dos grupos da meiofauna (Kinorhyncha, Ostracoda, Bivalvia, Polychaeta, Acoelomorpha, Crustacea, Larva Priapulida, Outros) na coluna sedimentar nas estações: 21 (A), 22 (B), 24 (C), 26 (D) e 28 (E) (Plataforma de gelo Larsen A); 32 (F) e 8 (G)	41
Figura 24: Análise de agrupamento (CLUSTER) com o índice de similaridade de Bray-Curtis sobreposta à de ordenação (nMDS) para as densidades de cada amostra dos principais grupos da meiofauna da peneira de 32 µm, transformadas em raiz quarta.	42
Figura 25: Análise de agrupamento (CLUSTER) com índice de similaridade de Bray-Curtis das densidades dos principais grupos da meiofauna de cada amostra, transformadas em raiz quarta, desconsiderando-se Nematoda e Copepoda Harpacticoida.....	43
Figura 26: Distribuição da biomassa individual (A), biomassa total (B) e abundância média de Nematoda e Copepoda (C) entre as estações: 21, 22, 24, 26 e 28 (Plataforma de gelo Larsen A); 32 e 8 (Mar de Weddell).	45
Figura 27: Frequência das classes de tamanho (C/L) de Nematoda (A) e Copepoda (B) entre as estações: 21, 22, 24, 26 e 28 (Plataforma de gelo Larsen A), 32 e 8 (Mar de Weddell).	47
Figura 28: Porcentagem das formas de corpo de CopepodaHarpacticoida encontradas nas estações.....	48

LISTA TABELAS

Tabela 1: Distância entre os lançamentos do megacorer (réplicas) de cada estação, em relação à posição da embarcação.	16
Tabela 2: Análise de variância PERMANOVA para o diâmetro médio (DM) do sedimento entre as regiões (Larsen A e Mar de Weddell). Onde: df – graus de liberdade; SS – soma dos quadrados; MS quadrado médio; Pseudo-F – variância; P(permanova) – nível crítico $p < 0,05$; DIST – distância euclidiana.	19
Tabela 3: Análise de variância PERMANOVA para as porcentagens de matéria orgânica (MO) e carbonato de cálcio (CaCO_3) do sedimento entre as regiões (Larsen A e Mar de Weddell). Onde: df – graus de liberdade; SS – soma dos quadrados; MS quadrado médio; Pseudo-F – variância; P(permanova) – nível crítico $p < 0,05$; DIST – distância euclidiana.	21
Tabela 4: Análise de variância PERMANOVA para a concentração de pigmento total do sedimento entre as regiões (Larsen A e Mar de Weddell). Onde: df – graus de liberdade; SS – soma dos quadrados; MS quadrado médio; Pseudo-F – variância; P(permanova) – nível crítico $p < 0,05$; DIST – distância euclidiana.	23
Tabela 5: Densidade da macrofauna (ind/m^2) e da meiofauna ($\text{ind}/10 \text{ cm}^2$), médias e desvios-padrão (DP) para cada região estudada: plataforma de gelo Larsen A e Mar de Weddell, Antártica.	25
Tabela 6: Abundância (Ab) e porcentagem relativas dos organismos da macrofauna total retidos na peneira de 300 μm . Para os estratos de: 0-3 cm; 0-1 cm; 1-2 cm; e 2-3 cm, para cada estação. Plataforma de gelo Larsen A: estações 21 a 28; Mar de Weddell: estações 32 e 8.	26
Tabela 7: Abundância (Ab) dos grandes grupos da macrofauna encontrada na peneira de 300 μm , para a coluna sedimentar de 0-3 cm. Seguida da porcentagem relativa dos grandes grupos da macrofauna para as estações 21 a 28 (Plataforma de gelo Larsen A) e 32 e 8 (Mar de Weddell).	27
Tabela 8: Abundância (Ab), porcentagem, média da abundância e desvio padrão (DP) relativos aos grandes grupos da macrofauna encontrados na peneira de 300 μm , para o estrato de 0-3 cm. Seguidos da abundância e porcentagem relativa dos grandes grupos da macrofauna encontrados nos estratos de: 0-1 cm, 1-2 cm e 2-3 cm.	28
Tabela 9: Análise de variância PERMANOVA para a densidade dos grupos mais abundantes da macrofauna, transformadas em raiz quadrada entre as regiões (Larsen A e Mar de Weddell). Onde: df – graus de liberdade; SS – soma dos quadrados; MS quadrado médio;	

Pseudo-F — variância; P(perm) – nível crítico $p < 0,05$; % - porcentagem estimada de explicação da variação dos dados (índice de similaridade de Bray-Curtis).....	30
Tabela 10: Correlação por postos de Spearman entre a densidade dos grupos da macrofauna e as variáveis ambientais.....	31
Tabela 11: Abundância (Ab) de Nematoda, Copepoda Harpacticoida e Outros grupos da meiofauna (Kinorhyncha, Ostracoda, Turbellaria, Acarii, Gastrotricha) encontrados na peneira de 300 μm , para a coluna sedimentar de 0-3 cm. Seguida da porcentagem relativa dos mesmos grupos para as estações 21 a 28 (Plataforma de gelo Larsen A) e estações 32 e 8 (Mar de Weddell).....	31
Tabela 12: Abundância (Ab) e porcentagem relativas dos organismos da meiofauna total retidos na peneira de 32 μm . Para os estratos de: 0-3 cm; 0-1 cm; 1-2 cm; e 2-3 cm, para cada estação. Plataforma de gelo Larsen A: estações 21 a 28; Mar de Weddell: estações 32 e 8....	34
Tabela 13: Abundância (Ab) dos grandes grupos da macrofauna encontrada na peneira de 300 μm , para a coluna sedimentar de 0-3 cm. Seguida da porcentagem relativa dos grandes grupos da macrofauna para as estações 21 a 28 (Plataforma de gelo Larsen A) e 32 e 8 (Mar de Weddell).....	35
Tabela 14: Abundância (Ab), porcentagem, média da abundância e desvio padrão (DP) relativos aos grandes grupos da macrofauna encontrados na peneira de 300 μm , para o estrato de 0-3 cm. Seguidos da abundância e porcentagem relativa dos grandes grupos da macrofauna encontrados nos estratos de: 0-1 cm, 1-2 cm e 2-3 cm.	37
Tabela 15: Análise de variância PERMANOVA para a densidade dos grupos mais abundantes da macrofauna, transformadas em raiz quadrada entre as regiões (Larsen A e Mar de Weddell). Onde: df – graus de liberdade; SS – soma dos quadrados; MS quadrado médio; Pseudo-F – variância; P(perm) – nível crítico $p < 0,05$; t – variância entre regiões; P(MC) – nível crítico de Monte Carlo $p < 0,05$	42
Tabela 16: Correlação por postos de Spearman entre a densidade da meiofauna e as variáveis ambientais.....	44
Tabela 17: Medidas de biomassa individual, biomassa total ($\mu\text{g}/10\text{ cm}^2$), comprimento (C, em μm), largura (L, em μm) e razão C/L de Nematoda para as estações: 21 a 28 (Plataforma de gelo Larsen A), 32 e 8 (Mar de Weddell).....	46
Tabela 18: Medidas de biomassa individual, biomassa total ($\mu\text{g}/10\text{ cm}^2$), comprimento (C, em μm), largura (L, em μm) e razão C/L de Copepoda para as estações: 21 a 28 (Plataforma de gelo Larsen A), 32 e 8 (Mar de Weddell).	46

Tabela 19: Porcentagem relativa dos formatos de corpo de Copepoda Harpacticoida encontrados entre as estações.....	48
Tabela 20: Análise de variância PERMANOVA para as biomassas individual e total de Nematoda e Copepoda ,transformadas em raiz quadrada entre as regiões (Larsen A e Mar de Weddell). Onde: df – graus de liberdade; SS – soma dos quadrados; MS quadrado médio; Pseudo-F– variância; P(perm) – nível crítico $p<0,05$	49
Tabela 21: Correlação por postos de Spearman entre biomassa individual (BI), biomassa total (BT) de Nematoda e Copepoda e as variáveis ambientais.	50

AGRADECIMENTOS

Ao Programa de Pós-graduação em Oceanografia da Universidade São Paulo, pela oportunidade de realização do curso de Mestrado, através de seus professores, funcionários e infraestrutura.

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - CAPES e ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico - CNPq, pela concessão da bolsa de Mestrado.

Ao Laboratório de Dinâmica Bêntica (LBD) da USP, pela utilização de sua infraestrutura, onde foram processados todos os dados.

Ao meu orientador Prof. Dr. *Paulo Yukio Gomes Sumida*, que com a transmissão de seus valiosos conhecimentos, sua amizade, respeito, atenção, generosidade e muita compreensão, aliados à confiança que me depositou, contribuiu decisivamente para o êxito desse trabalho e, principalmente por nos incentivar a busca o melhor de nós.

Ao pessoal técnico do LBD e da USP pela eficiência dos seus trabalhos Arthur e Edilson.

Aos colegas e amigos de laboratório (Sadrinha, Paulinha, Juliana, Izadora, Cau, Maurício, Juan, Romina, Karin, Linda, Marquinhos, Luciana, Felipe, Olívia, Isabela, Giulia, Carol, Miguel e Betina) por proporcionarem um ambiente de trabalho agradável (e pelos cafés!).

As grandes amigas Camila, Carol, Poliana, Thaísa e Camilona, pela valiosa amizade e companheirismo durante a elaboração desse trabalho.

Aos professores da banca, pelas importantes sugestões e contribuições ao meu trabalho.

Ao meu pai Clóvis, pelo amor incondicional e constante apoio e incentivo. Bem como, a minha mãe Patrícia, minha irmã Ana Clara e aos meus avós Noel e Alícia.

Ao meu marido *Anderson Targino*, pelo amor, amizade, companheirismo e apoio durante essa fase. E ao meu enteado, *Pedro Lucas*, motivo de alegria em vários momentos.

E à DEUS, pela fé e proteção.

RESUMO

A desintegração da plataforma de gelo da enseada Larsen A, em 1995, possibilitou uma oportunidade para estudar a comunidade bêntica da região. Foram analisadas a densidade da macrofauna e a densidade e biomassa da meiofauna. Duas estações na região de mar aberto, no Mar de Weddell, também foram coletadas, para comparações entre diferentes ambientes. Parâmetros ambientais também foram analisados, e serviram para tentar explicar a variação da fauna bêntica. Na região do Mar de Weddell as porcentagens de matéria orgânica foram maiores que na enseada Larsen A, provavelmente um reflexo da maior produtividade primária da área, enquanto as porcentagens de carbonato foram mais altas na enseada do que em mar aberto. A granulometria variou entre silte arenoso a areia siltica, sendo as estações no Mar de Weddell tiveram maiores porcentagens de areia. Em relação à fauna, Nematoda foi o táxon mais abundante, seguido por Copepoda e Nauplii dentro da meiofauna, enquanto Bivalvia e Polychaeta foram os mais abundantes dentro da macrofauna. As maiores densidades de meio- e macrofauna foram encontradas nas estações de mar aberto, e apresentaram correlação com as concentrações de pigmentos. A biomassa total dos nemátodes se correlacionou à biomassa individual do grupo, enquanto a biomassa dos copépodes se correlacionou com a densidade do grupo. Através dos resultados obtidos no presente trabalho foi possível observar que as comunidades bênticas das duas regiões estudadas diferem entre si, em termos de densidade e número de grandes grupos encontrados. E que a disponibilidade de alimento é o principal fator estruturados da fauna na região.

Palavras-chave: Meiofauna, macrofauna, densidade, biomassa, plataforma de gelo, Larsen A, Mar de Weddell, Península Antártica.

ABSTRACT

The collapse of the Larsen A ice shelf, in 1995, allowed an opportunity to study the benthic community in the region. The density of macrofauna and the density and biomass of meiofauna were analyzed. Two open water stations in the Weddell Sea were also collected for comparisons between different environments. Environmental parameters were analyzed to look for possible relations with benthic fauna distribution, abundance and biomass. In the Weddell Sea region the percentage of organic matter were higher than in the Larsen A, which was probably a reflection of the higher primary productivity of the area, while the carbonate percentages were higher in the bay than in open water. Particle size ranged from sandy silt to silty sand, with Weddell Sea stations presenting higher sand content. Nematoda was the most abundant meiofauna taxon, followed by copepods and Nauplii, while Bivalvia and Polychaeta were the most abundant macrofauna. The highest densities of meio- and macrofauna were found in the open sea stations, and were correlated with pigment concentrations. The total nematode biomass was correlated with nematode individual biomass of the group, while copepod biomass correlated with its density. We observed that the benthic communities differed between studied areas in terms of density and taxon richness. Food availability appears to be the main factor structuring fauna in the region.

Keywords: Meiofauna, macrofauna, density, biomass, ice-shelf, Larsen A, Weddell Sea, Antarctic Peninsula.

1. INTRODUÇÃO

A Antártica tem uma área total de cerca de 14 milhões de km², sendo que 11% desta encontra-se na forma de plataformas de gelo, que são grandes massas de gelo flutuante (de 200 a 1000 metros de largura), extensões das geleiras continentais. Elas são extremamente sensíveis às mudanças ambientais, como variações de temperatura e na circulação oceânica e atmosférica (VÄLISUO *et al.*, 2014). A principal importância das plataformas de gelo é que elas servem como estabilizadoras das geleiras que as alimentam, retardando sua movimentação e transporte de massas de água congelada para o mar. Com o derretimento dessas geleiras e plataformas de gelo, o nível do mar sofreria um aumento, afetando as populações que vivem em regiões costeiras (BERTOLIN & SCHLOSS, 2009, GILLE, 2014).

Pequenas mudanças na temperatura e na circulação podem alterar a espessura e extensão do gelo marinho, assim como, a estabilidade de todo o ecossistema antártico (ROTT *et al.*, 1996; RIGNOT *et al.*, 2004; BERTOLIN & SCHLOSS, 2009). Por exemplo, os ciclos biogeoquímicos são influenciados principalmente pela sazonalidade da cobertura do gelo marinho no Oceano Austral (BRIERLEY & THOMAS, 2002).

O regime pelagial da região antártica é tipicamente caracterizado por eventos de florescimentos algais súbitos, pronunciados e sazonais, ocorrendo principalmente durante a primavera e o verão. Nesses eventos, grandes quantidades de carbono orgânico, na forma de fitodetritos, afundam até atingir o leito marinho. Durante o processo de afundamento, sofrem decomposição e sua qualidade nutricional muda tornando-os a principal fonte de alimento das comunidades bentônicas, influenciando seu tamanho e estrutura (GRAF, 1992; VANHOVE *et al.*, 1995; 1997; SUMIDA *et al.*, 2008; GUTT *et al.*, 2011; SUMIDA *et al.*, 2014). Durante os períodos mais frios do ano, a cobertura de gelo na superfície da água reduz a penetração da luz e o espaço disponível para o desenvolvimento dos florescimentos algais, dificultando a produção primária e limitando o fluxo da matéria orgânica (*i.e.*, alimento) para o bentos (SAÑÉ *et al.*, 2011).

Outros fatores também controlam a estruturação das comunidades bêmicas nas regiões polares, como: a profundidade, o tipo de substrato, sedimentação, regime de correntes, assim como a perturbação causada pela passagem de icebergs (LEE *et al.*, 2001a, b), além da já citada disponibilidade de alimento. Pode-se incluir ainda as relações de predação, competição e o recrutamento (ARNTZ *et al.*, 1994). Eventos climáticos e geológicos, migração,

dispersão, especiação e extinção também influenciaram a evolução de toda a fauna antártica (DAYTON, 1990).

As regiões polares rasas e profundas podem apresentar tanto valores baixos como altos de abundância e biomassa da fauna bêntica, dependendo da quantidade de alimento vinda da coluna de água acima. Comparado ao bentos de baixas latitudes, a fauna antártica tem frágil recuperação frente às perturbações (ARNTZ *et al.*, 1994; GHELLER, 2007). Segundo Clarke & Johnston (2003) e Gutt *et al.* (2004), o bentos do Mar de Weddell é relativamente diverso, muito embora seja moldado principalmente por perturbações físicas causadas pela passagem de gelo (ARNTZ *et al.*, 1994, GUTT *et al.*, 1996; GUTT & PIPENBURG, 2003; POTTHOFF *et al.*, 2006). Na verdade, o aumento da heterogeneidade devido a essas perturbações pode influenciar positivamente a diversidade local (GUTT & PIPENBURG, 2003; RAES *et al.*, 2010).

O colapso da plataforma de gelo Larsen A, em 1995 (SKVARCA *et al.*, 1999; SCAMBOS *et al.*, 2004, BERTOLIN & SCHLOSS, 2009) mudou as condições ambientais existentes abaixo da sua cobertura, sujeitando a área a uma maior exposição à radiação solar, trocas de gases ar-mar, alterações nas correntes de fundo e aumento na incidência de icebergs perturbando o fundo (GUTT, 2001; GUTT & PIPENBURG, 2003; CLARKE *et al.*, 2007) (Figuras 1- A e B).

Figura 1: (A) Esquema genérico de derretimento das plataformas de gelo influenciadas por padrões de vento e correntes locais na região da plataforma continental, cujas interações condicionam a circulação da água na cavidade basal do gelo. (B) Esquema de uma região de plataforma de gelo representando a condição ambiental propícia à produtividade primária fitoplanctônica, e consequente fluxo de fitodetrítos. Adaptado de Gille (2014).

As plataformas continentais antárticas são até quatro vezes mais profundas (aproximadamente 500 metros) que as plataformas continentais de baixas latitudes, devido ao peso do gelo sobre a terra, em um efeito conhecido como isostasia (BART & IWAI, 2011). Portanto, espécies típicas de mar profundo em outras regiões do mundo são consideradas de plataforma continental na Antártica (BLAKE *et al.*, 2004). Além disso, há um grande número de espécies “raras” nas coletas do bentos antártico (GAGE, 2004).

As comunidades bêmicas sob o gelo da plataforma vivem em um regime extremamente oligotrófico e dependem da advecção horizontal do alimento, vindo da coluna de água, e que já sofreu algum tipo de decomposição durante esse transporte (GUTT *et al.*, 2011), sendo parecidas com comunidades de mar profundo, devido à essa limitação por alimento e à falta de (THISTLE, 2003, GIERE, 2009).

Dentre os prováveis grupos afetados por estas mudanças ambientais está a meiofauna, definida como o conjunto de organismos metazoários bêmicos de tamanho entre 32 µm e 1 mm (GIERE, 1993; VEIT-KÖHLER *et al.*, 2011). São altamente numerosos e estão presentes em todo tipo de sedimento marinho (GHELLER, 2007), desempenhando um papel importante na remineralização da matéria orgânica (ALKEMADE *et al.*, 1992) e na sua disponibilização para organismos de outros níveis tróficos (COULL, 1988). Em termos de abundância, a meiofauna é o grupo de metazoários mais importante nos sedimentos marinhos (GIERE, 1993).

A meiofauna das regiões polares não difere muito em abundância e composição da encontrada em outras latitudes com profundidades e tipo de sedimento semelhantes (GIERE, 2009). Em relação à sua composição, cerca de 80-90% é composta por nemátodes (HERMAN & DAHMS, 1992), seguida por copépodes harpacticóides, ostrácodes e turbelários (GIERE, 2009).

A biomassa da meiofauna também é dominada por nemátodes, que contribuem com no mínimo de 46% da biomassa meiofaunal total (DUPLISEA & HARGRAVE, 1996). Porém, segundo Tietjen (1992) e Seifried (2004) copépodes podem ultrapassar os nemátodes em biomassa em regiões de mar profundo, porque sua biomassa individual é superior à dos nemátodes.

Além da meiofauna, a macrofauna também atua na ciclagem da matéria orgânica e no fluxo de energia (BREY & GERDES, 1998), e também responde às mudanças ambientais. Esse componente foi estudado mais recentemente na região do Mar de Weddell por Galerón *et al.* (1992), Gutt & Starmans (2003), Lins *et al.* (2007) e Blake *et al.* (2004). Porém não se tem conhecimento de outros estudos como Gutt *et al.* (2011) que foram realizados nas enseadas que sofreram os colapsos de suas plataformas de gelo.

O presente estudo analisou amostras de macrofauna e meiofauna coletadas nas áreas antes cobertas pela Plataforma de gelo Larsen A e amostras fora da influência da plataforma de gelo mesmo antes de sua desintegração há 17 anos, no Mar de Weddell, para verificar possíveis alterações na estrutura da fauna bêmica. Além disso, esse é primeiro estudo a

fornecer estimativas de biomassa da meiofauna (para Nematoda e Copepoda) da região da enseada Larsen A.

2. OBJETIVOS

O objetivo do presente trabalho foi analisar a densidade e composição taxonômica em níveis superiores da meiofauna e da macrofauna (grandes grupos) em locais livres da cobertura de gelo (Mar de Weddell), com alta produtividade primária local durante os meses de primavera-verão, e pontos anteriormente cobertos pela plataforma de gelo Larsen A. Uma estimativa da biomassa da meiofauna na camada superficial do sedimento também foi realizada, com a intenção de investigar se essa variação seguiria a tendência da densidade. A desintegração da plataforma em questão proporcionou uma oportunidade rara para estudar a transformação desse ecossistema, 17 anos depois, e entender melhor a estruturação da meiofauna na região. Pretende-se verificar se há correlação entre a comunidade meiofaunística e as variáveis ambientais disponíveis, contribuindo assim para o conhecimento mais aprofundado do bentos antártico. Dentro desse contexto, tem-se como hipótese científica a seguinte: *a abundância da meio- e macrofauna e a biomassa da meiofauna mudam significativamente da área costeira da plataforma Larsen A para a margem do gelo em águas abertas do Mar de Weddell.*

Esse projeto faz parte da Pesquisa Colaborativa no Ano Polar Internacional (2007-2008): Mudança Ambiental Abrupta no sistema da Plataforma Larsen, Abordagem Multidisciplinar, financiada em parte pela National Science Foundation (NSF) dos Estados Unidos e apoio da Universidade do Havaí.

3. ÁREA DE ESTUDO

A área de estudo (Figura 2), abrange duas regiões: a plataforma de gelo Larsen A, que faz parte da Plataforma Larsen e está localizada entre a Península Sobral e a Ilha Robertson; e o Mar de Weddell, que banha a costa leste da Península Antártica, ambas localizadas na porção mais setentrional do continente antártico. Segundo o *Intergovernmental Panel on Climate Change* (IPCC, 2007) esta é uma das três áreas RRR (*Recent Rapid Regional warming*), com aumento de 1,5° C nos últimos 50 anos, comparado à média global de 0,5° C. Essas tendências de aquecimento aliadas à ação de ventos fortes de NE resultaram, para a região de Larsen A, uma redução progressiva de volume e área desde 1940 até o final dos anos 80, e no colapso e perda de aproximadamente 1600 km² entre os meses de janeiro e fevereiro de 1995 (DOAKE, 1982; KING, 1994; DOAKE *et al.*, 1998; ROTT *et al.*, 1998;

SKVARCA *et al.*, 1998, 1999; SCAMBOS *et al.*, 2000, 2004; PUDSEY *et al.*, 2006). A região do Mar de Weddell, que também sofre com o aquecimento de suas águas (RAES *et al.*, 2010), é extremamente importante para o equilíbrio do clima global, pois ele está localizado na principal região responsável pela formação da Água de Fundo Antártica (GORDON *et al.*, 1993; MUENCH & GORDON, 1995; BERTOLIN & SCHLOSS, 2009), essencial para a circulação termohalina do oceanos (ORSI *et al.*, 1993; ROBERTSON *et al.*, 2002).

Figura 2: Mapa da área de estudo, Plataforma Larsen A e Mar de Weddell (a leste da Península Antártica), com a indicação das estações de coleta. As linhas coloridas representam os limites da Plataforma de gelo desde 1986 até 2005.

4. MATERIAL E MÉTODOS

4.1. Coleta de amostras

As amostras foram coletadas entre os meses de março e abril de 2012, a bordo do RVIB *Nathaniel B. Palmer*. Foi feito um transecto na direção costa-mar na enseada onde antes se encontrava a plataforma de gelo, coletando testemunhos em 7. Em cada estação o *megacorer* foi lançado 3 vezes, coletando testemunhos diferentes de 10 cm de diâmetro e área

de 78,53 cm², representando então réplicas verdadeiras (1 lançamento = 1 réplica). A coluna sedimentar foi fatiada em três intervalos: 0-1, 1-2 e 2-3 cm, totalizando **51 amostras**. O sedimento coletado foi fixado em solução de formol salino tamponado a 4% com borato de sódio (bórax) e acondicionado em potes plásticos. Além disso, foram coletadas amostras para análise de pigmentos (clorofila-a e feofitina) do sedimento nas estações 21, 24, 28, 32 e 8 (nos intervalos: 0-0,5; 0,5-1,0; 1,0-1,5; 1,5-2,0; 2-3; 3-4; 4-5; 5-6; 6-7; 7-8 e 8-9 cm). Essas amostras ficaram sob a responsabilidade da Pesquisadora-Chefe da expedição Maria Vernet (Instituto Scripps de Oceanografia - EUA), e os dados foram repassados para a aluna posteriormente.

4.2. Análise de laboratório

4.2.1. Parâmetros ambientais

As análises foram feitas seguindo o fluxograma abaixo (Figura 3), no Laboratório de Dinâmica Bêntica (LDB-IOUSP). Apesar do método de peneiramento e pipetagem de Suguio (1973) ser o mais utilizado para análise granulométrica, não foi possível aplicá-lo nas amostras, uma vez que não foram coletadas amostras exclusivas para essa análise. Sendo assim, foi retirada uma alíquota de cada amostra de sedimento com a fauna, para que esse conjunto de dados também fosse obtido, considerando sua importância para o entendimento da distribuição da fauna.

Figura 3: Fluxograma das etapas do trabalho de laboratório.

Granulometria

As amostras foram pré-tratadas eliminando-se a matéria orgânica (MO) e o carbonato de cálcio biodetrítico (CaCO_3) seguindo o método descrito por Gross (1971), adaptado pela aluna de forma similar ao descrito por Konert & Vanderberghe (1997), nos Apêndices. A exceção foi que no presente trabalho não foi empregada a utilização de pirofosfatotetrassódico hidratado ($\text{Na}_4\text{P}_2\text{O}_7 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$), para dispersão das amostras. No caso, a maceração das amostras foi manual. Esse pré-tratamento é indicado porque o sedimento floculado pode mascarar a leitura do tamanho dos grãos pelo equipamento, sendo um pré-requisito para esse procedimento (KONERT & VANDERBERGHE, 1997).

As alíquotas das amostras foram retiradas após homogeneização das mesmas e pesadas em balança digital Shimadzu de 5 casas em tubos de centrífuga tipo *Falcon* de 50 mL, e

lavadas com água destilada, para retirada do formol. Foram necessários cerca de 6 ciclos de lavagens, seguidos de centrifugação a 3000 rpm por 20 minutos, para que o pH ficasse neutro, *i.e.*, sinalizando de que todo formol fora eliminado. Para a verificação do pH foi utilizado papel de tornassol. O sobrenadante foi então retirado com auxílio de uma bomba de vácuo, tomando-se o cuidado para não perturbar o sedimento, e não perder uma parcela da fração fina.

As amostras foram então passadas para béqueres de vidro de 25 mL de pesos previamente conhecidos, sem desperdiçar. Para remoção da MO foi utilizado peróxido de hidrogênio (H_2O_2) 10%, que é um oxidante empregado para eliminar o material orgânico aderido às partículas de sedimento (FORDE *et al.*, 2012), em banho-maria a 60° C. Foi adicionado o peróxido de hidrogênio até que não houvesse mais formação de espuma nas amostras e elas adquirissem coloração vermelho ferrugem. Para a remoção do $CaCO_3$ foi usado ácido clorídrico (HCl) 10%/0,1 N, em banho-maria a 60° C, até que não fosse mais observada efervescência (reação da eliminação do CO_2 , proveniente do $CaCO_3$). Após cada etapa as amostras foram lavadas com água destilada (eliminação de resíduos, como $CaCl_2$) e secas em estufa a 110° C; para, em seguida, serem resfriadas em dessecador. As massas das amostras nos béqueres de vidro foram anotadas, antes e após todos os passos do processo, e a diferença entre as massas foi usada para calcular a porcentagem de MO e de $CaCO_3$, considerando-se o fator de 0,12 no cálculo da porcentagem de carbonato biodetrítico (GROSS, 1971).

Após o pré-tratamento, as alíquotas das amostras foram analisadas em granulômetro a laser *Malvern Mastersizer Hydro 2000G*, do Departamento de Oceanografia Física do Instituto Oceanográfico da USP. O método de granulometria por difração a laser, conhecido também por LALLS (*Low Angle Laser Light Scattering*) tem sido empregado cada vez mais no estudo de sedimentos marinhos de fração fina (RAMASWAMY & RAO, 2006; SPAGNOLI *et al.*, 2008; FORDE *et al.*, 2012) e pode ser aplicado para partículas entre 0,1 – 3000 μm (argila a areia). Entre as vantagens desse procedimento em relação ao uso de peneiras pode-se listar:

- Análise rápida, facilitando repetições, quando necessário;
- Pouco material representativo necessário para análise (PYE & BLOTT, 2004). O método de pipetagem precisa de no mínimo 10 g de amostra (RAMASWAMY & RAO, 2006);
- Maior precisão para sedimentos finos.

As partículas que passam frente ao feixe de luz irão difratá-la em um determinado ângulo, de acordo com o tamanho dessas partículas (SHILLABEER *et al.*, 1992). E quanto menor a partícula, maior o ângulo de difração. Ao contrário do peneiramento, no qual o resultado é apresentado em distribuição de tamanho (largura do grão) por peso, o método de difração dá uma distribuição do diâmetro médio dos grãos por volume (SHILLABEER *et al.*, 1992).

Esse método se baseia em princípios da física, considerando a Aproximação de Fraunhofer ou a Teoria de Mie como modelo para o cálculo da difração (MALVERN), dependendo do grau de precisão do equipamento, sendo que a Teoria Mie é mais precisa no emprego de materiais mais finos (KONERT & VANDERBERGHE, 1997) pois quando o diâmetro da partícula é próximo do comprimento de onda da luz, a Aproximação de Fraunhofer se torna inapropriada (LOIZEAU *et al.*, 1994)

O programa utilizado junto com o *Malvern* expressa o tamanho das partículas sedimentares na escala ϕ (Phi), seguindo os limites das classes nominais da escala de Wentworth (1922), com separação dos grãos entre areia, silte e argila, sem distinção entre subclasses de cada fração. Os parâmetros estatísticos foram realizados segundo Folk & Ward (1957), para obtenção do diâmetro médio, desvio padrão, assimetria, curtose, e a classificação seguiu a de Shepard (1954).

As porcentagens das frações granulométricas (areia, silte, argila), matéria orgânica (MO) e carbonato de cálcio (CaCO_3) do sedimento nas estações foram plotadas em relação à distância da costa, assim sua distribuição vertical na coluna sedimentar.

Os diagramas triangulares/ternários foram confeccionados para cada estrato, baseados na classificação de Shepard (1954), realizados no ambiente R (pacote Rysgran). Esses diagramas são os mais adequados para demonstrar a distribuição das frações granulométricas de sedimentos com baixas quantidades de cascalho (SARRETTA *et al.*, 2007), como é o caso.

Pigmentos (clorofila-a e feofitina)

As análises de pigmentos foram realizadas pela equipe da Profa Dra Maria Vernet (Instituto Scripps de Oceanografia - EUA), através do método fluorimétrico (HOLM-HANSEN *et al.*, 1965) para análise da biomassa fitoplanctônica e pelo método descrito por Lorenzen (1967) para o sedimento.

O método fluorimétrico é diferente dos métodos utilizados usualmente, que envolvem a absorção de luz, e tem como principais vantagens a maior rapidez e sensibilidade (para

menores volumes de amostras de água), quando comparado ao método convencional (HOLM-HANSEN *et al.*, 1965).

As concentrações de clorofila-a, feofitina, pigmentos totais (clorofila-a + feofitina) foram somadas para os intervalos: 0-1, 1-2 e 2-3 cm, e para toda a coluna sedimentar (0-3 e 0-10 cm) e a razão clorofila-a/feofitina (Clo/Feo) foi calculada para esses mesmos intervalos. Foram calculadas as médias e desvios de cada uma dessas variáveis, e as concentrações foram plotadas em relação à sua distribuição vertical na coluna sedimentar e à distância da costa.

4.2.2. Fauna

Preferiu-se triar as amostras inteiras (78,53 cm²), ao invés do quarteamento das mesmas, para obter dados mais exatos, uma vez que o quarteamento pode levar à perda de organismos, principalmente em relação aos grupos menos abundantes, como Acoelomorpha e larvas de Priapulida, por exemplo.

Após a retirada das alíquotas para a análise granulométrica, as amostras foram lavadas nas peneiras de 300 µm e 32 µm, para a separação dos organismos por tamanho. Para análise da comunidade bentônica foi considerado nesse trabalho como macrofauna os organismos retidos na peneira de 300 µm (com exceção dos grupos característicos da meiofauna – Nematoda, Copepoda Harpacticoida, Kinorhyncha, Ostracoda, Acoelomorpha, Acari, Gastrotricha), e meiofauna os organismos retidos na peneira de 32 µm.

A macrofauna foi triada sob estereomicroscópio e os organismos todos identificados em grandes grupos. A meiofauna foi separada do sedimento que restou na peneira de 32 µm por método de flotação em sílica coloidal (*Ludox* TM 40, densidade específica 1,16 g/mL), em três sessões de 40 minutos cada, sem centrifugação. As amostras foram preservadas em formol 4% até a hora da triagem. A meiofauna também foi triada sob estereomicroscópio, com separação dos organismos em grandes grupos, após as amostras serem coradas com Rosa de Bengala para facilitar a visualização dos organismos.

Foram obtidas as porcentagens relativas, suas médias e desvios-padrão de cada grupo da fauna. Esses valores foram plotados em relação à distribuição espacial entre as estações e estratos do sedimento. As densidades dos grandes grupos da macrofauna foram calculadas para 1 m² e as de meiofauna para 10 cm², para fins de comparação com outros trabalhos, e plotadas em relação à sua distribuição vertical no sedimento em cada estação.

Das amostras da camada superficial (0-1 cm) foram fotografados cerca de 40 nemátodes por amostra e 30 copépodes por amostra, escolhidos de forma randômica (ou a quantidade

encontrada, quando menor), para posterior cálculo do biovolume, através da obtenção das medidas do corpo (comprimento e largura) sob microscópio óptico *Leica DMLB* com câmera digital *Leica* acoplada, com o auxílio do *software LAS (Leica Application Suite) measure* v.3.8 de análise de imagens. Seleciona-se a objetiva utilizada, para fins de escala na obtenção das medidas, e através da aplicação da ferramenta *Segment Line Tool* mede-se o comprimento do indivíduo, e da ferramenta *Distance Line Tool* mede-se sua largura. Todas as fotos tiradas foram arquivadas, para o caso de uma eventual reanálise. Cada foto foi nomeada com um código diferente (número do lançamento_estrato_número da lâmina/número da lamínula/número do indivíduo) seguindo o padrão de Gheller (2014). Indivíduos com o corpo quebrado não foram considerados no cálculo. As medidas são fornecidas em micrômetros (μm) pelo programa, e foram transformadas em milímetros (mm). A equação empregada para o cálculo de biovolume foi a sugerida por Warwick & Price (1979):

$$V = C.L^2.F \quad \text{(Equação 1)}$$

Onde:

V = volume do corpo (nanolitros);

C = comprimento do corpo (mm), desconsiderando a cauda filiforme, quando presente;

L = largura máxima do corpo (mm);

F = fator de conversão de volume - Nematoda: 530 (FELLER & WARWICK, 1988) e

Copepoda: dependente da forma do corpo do animal (Figura 4).

Figura 4: Formato dos copépodes harpacticóides e respectivos fatores de conversão para cálculo do biovolume. Adaptado de Warwick & Gee (1984).

A fixação dos nemátodes é necessária para posterior análise e medição do biovolume. Para isso, seguiu-se o método de Seinhorst (1962), modificado por De Grisse (1965), no qual os nemátodes são colocados em blocos de vidro cavados (“*embryodish*”) para diafanização, com 3 soluções diferentes, sendo:

- 1) Solução I (cerca de 1mL): formol 4% (990 mL) + glicerina ($C_3H_5(OH)_3$) (10 mL), em estufa a 40° C, por aproximadamente 12 horas dentro de um dessecador fechado com álcool 96% no fundo.
- 2) Solução II: álcool P.A. 96% (475 mL) + glicerina (25 mL), preenchendo os blocos de vidro até as bordas. Em estufa a 40° C por 12 horas, fora do dessecador. Nessa etapa é necessária bastante atenção para não deixar a solução II secar completamente.
- 3) Solução III: 250 mL de álcool 96% + 205 mL de glicerina, preenchendo os blocos de vidro novamente até a borda. Em estufa a 40° C por no mínimo 3 horas.

Os blocos de vidro com os nemátodes já diafanizados ficam então armazenados em dessecador com sílica gel até a montagem das lâminas permanentes, para evitar umidade. Para isso, lâminas de vidro foscas lapidadas são previamente lavadas com detergente neutro para remoção de resíduos, e armazenadas em álcool 70%. São feitos dois moldes de parafina

(histológica granulada, 58°-62° C) em formato de círculo em cada lâmina e coloca-se um gotícula de glicerina no meio do molde para concentrar 5 nemátodes em cada molde. Uma lamínula circular de vidro é colocada sobre cada molde de parafina, e as lâminas são então aquecidas em chapa aquecedora (60° C) até derreter a parafina do molde e selar assim a lâmina. Essas mesmas lâminas permanentes poderão ser usadas para posterior identificação dos nemátodes.

Para a medição dos copépodes, os indivíduos foram colocados em lâmina escavada, fotografados e medidos com o mesmo software *LASmeasurev.3.8* e ferramentas do programa, sendo armazenados de volta nos frascos com formol imediatamente após retiradas as fotos dos indivíduos, para posterior identificação. Foi calculada também a porcentagem relativa de cada formato de corpo dos copépodes.

Os valores de biovolume de cada indivíduo foram multiplicados por 1,13, que é o fator de gravidade específica para determinação do peso úmido (PU), e para a obtenção do peso seco (PS) foi utilizada taxa de 25% do peso úmido (WIESER, 1960), chegando ao valor da biomassa individual (BI: $\mu\text{g PS}$). A média de cada réplica foi multiplicada por sua densidade para obtenção da biomassa total (BT: $\mu\text{g PS}/10\text{ cm}^2$) de cada amostra (réplica).

As médias e desvios das biomassas individual e total (para Nematoda e Copepoda) foram calculadas para cada estação e plotadas em relação à sua distribuição espacial horizontal. Os dados de comprimento (C), largura (L) também foram analisados, sendo plotados em histogramas por frequência das classes de tamanho (C/L) (Gheller, 2014).

4.3. Análise dos dados

Com os dados de todas as amostras (réplicas e sub-réplicas, nas três camadas: 0-1, 1-2 e 2-3 cm), os mapas de tendência dos parâmetros coletados (frações granulométricas, MO e CaCO_3 e pigmentos totais do sedimento) foram gerados a partir da análise de tendência linear, através do comando *TREND*, do software *ArcGIS 10.1* da ESRI (2014).

A análise de tendência é um método de interpolação que permite gerar superfícies lisas ou suavizadas ajustando um polinômio que usa o método dos mínimos quadrados dos valores observados, com o valor estimado a partir destes. A variável independente distribui-se no espaço a partir das coordenadas geográficas e a variável dependente é o parâmetro escolhido.

Análises estatísticas

Foram utilizados os pacotes estatísticos PRIMER ® v.6.1 (CLARKE & GORLEY, 2006) com o PERMANOVA (ANDERSON, GORLEY, CLARKE, 2008) e o STATISTICA ® v.12 (STATSOFT, 2014).

Para as análises multivariadas os dados de densidade da meiofauna e das biomassas (individual e total) foram transformados em raiz quarta, as densidades da macrofauna foram transformadas em raiz quadrada e os dados ambientais foram normalizados (caso da granulometria e % de CaCO_3), ou transformados em log (X) (concentrações de pigmentos) ou raiz quadrada (% MO), sendo usados o coeficiente de Bray-Curtis para verificar a similaridade entre as amostras bióticas (densidades da fauna, BI e BT) e a Distância Euclidiana para verificar a similaridade entre os parâmetros ambientais na construção das respectivas matrizes de similaridade. Foram usados os dados de cada réplica, e quando isso não foi possível, usou-se a média de cada estação, exceto para as estações 22 e 26, nas quais não havia réplica e por essa razão foram utilizados os dados absolutos.

A análise PERMANOVA foi realizada para todas as variáveis, testando-se antes a homocedacidade das amostras com a análise PERMDISP ($p > 0,05$). Quando o resultado não era significativo aplicou-se a PERMANOVA em si.

Para as variáveis ambientais usou-se os dados das réplicas de cada estrato, tendo o fator “Região” no desenho. O *main-test* escolhido foi o *Type III* (soma dos quadrados) parcial, com 9999 permutações irrestritas dos dados brutos. Para a densidade de meiofauna foi criado um desenho com dois fatores sendo o outro fator “Estação” aninhado em “Região”. Aqui foi utilizada a mesma análise para o *main-test*, porém com a opção de 9999 permutações dos resíduos em modelo reduzido. E em seguida, foi aplicado o *pair-wise test* (análise par a par) para o fator que apresentou variância significativa ($p < 0,05$). Para a densidade da macrofauna e biomassas (individual e total) foi usada a mesma opção de análise utilizada para as variáveis ambientais, com apenas um fator (“Região”).

Foram utilizadas as densidades médias da coluna sedimentar somada (0-3 cm) nas análises de Agrupamento (CLUSTER), juntamente com o recurso SIMPROF do programa, que permite testes de permutação em todos os níveis do dendrograma, para verificar a significância dos grupos subdivididos (CLARKE & GORLEY, 2006). Com os mesmos dados transformados foram realizadas também análises de ordenação nMDS (modo Q), para verificar o agrupamento das estações em relação aos grupos da meio- e macrofauna.

Foi realizada a análise SIMPER de porcentagens de similaridade, com a região como fator (Larsen A e Mar de Weddell) para determinar quais grandes grupos da meiofauna e da macrofauna tiveram a maior contribuição na similaridade/dissimilaridade das amostras. A análise BIOENV (CLARKE & WARWICK, 2001) também foi aplicada para identificar quais variáveis ambientais explicariam melhor a distribuição da meio- e macrofauna.

A correlação de Spearman foi feita para encontrar a relação entre os parâmetros bióticos (densidade dos grupos da meiofauna e macrofauna, biomassas individual e total de Nematoda e Copepoda) e os parâmetros abióticos. Para essa análise foram utilizados os dados das réplicas normalizados ou transformados, porém, no caso dos pigmentos foram calculadas as médias entre as duas estações mais próximas para serem usadas como valores das estações 22 e 26, já que essa análise de correlação não aceita ausência de dados.

5. RESULTADOS

Alguns dos métodos adotados no projeto, referentes à análise granulométrica do sedimento e extração dos organismos foram modificados para melhor adequação às amostras. Os resultados obtidos referem-se às variáveis ambientais, como dados de granulometria, matéria orgânica (MO), carbonato de cálcio (CaCO_3), pigmentos totais (clorofila-a e feofitina) e razão Clo/Feo do sedimento e triagem da fauna retida nas peneiras de 300 μm e na de 32 μm , de todas as estações e estratos. A biomassa individual e total de Nematoda e Copepoda foi obtida apenas para acamada superficial (0-1 cm).

Apenas nas estações 22 e 26 não houve réplicas (para nenhum parâmetro ambiental ou para a fauna), nem coleta para análise dos pigmentos totais, e por essa razão os dados dessas estações são absolutos ao invés de médias, não apresentando desvio padrão.

As estações 21 a 28 referem-se às coletadas na região da extinta plataforma de gelo Larsen A, enquanto a estação 32 e a 8 são as estações em mar aberto, chamadas aqui de Mar de Weddell.

5.1. Parâmetros ambientais

As análises foram realizadas até os 3 primeiros centímetros do sedimento, nos intervalos: 0-1, 1-2 e 2-3 cm, com exceção da concentração de pigmentos totais que foi feita para 0-3 cm, até 10 cm da coluna sedimentar (nos intervalos: 0-0,5; 0,5-1; 1-1,5; 1-2; 2-3; 3-4; 4-5; 5-6; 6-7; 7-8; 8-9; 9-10 cm). Todos os dados estão apresentados por estação, respeitando o esquema de cores (Tabela 1).

Tabela 1: Distância entre os lançamentos do megacorer (réplicas) de cada estação, em relação à posição da embarcação.

Estações		Lançamentos		Distância entre lançamentos (m)
21	21a-21c	CRS 1419 (9)	CRS 1420 (8)	288,39
	21a-21f	CRS 1419 (9)	CRS 1427 (11)	569,38
	21c-21f	CRS 1420 (8)	CRS 1427 (11)	381,96
22a	22a	CRS 1428 (6)		0
24	24a-24e	CRS 1431 (11)	CRS 1435 (5)	778,22
		CRS 1431 (11)	CRS 1438 (5)	966,11
		CRS 1435 (5)	CRS 1438 (5)	702,20
26a	26a	CRS1440 (3)		0
28	28a-28c	CRS1444 (11)	CRS1446 (5)	878,59
	28a-28e	CRS1444 (11)	CRS1450 (5)	656,71
	28c-28e	CRS1446 (5)	CRS1450 (5)	275,77
32	32a-32b	CRS 1455 (6)	CRS 1458 (11)	228,45
	32a-32b	CRS 1455 (6)	CRS 1459 (11)	718,84
	32b-32d	CRS 1458 (11)	CRS 1459 (11)	491,40
8	8a-8d	CRS 1401 (3)	CRS 1402 (6)	726,24
	8a-8e	CRS 1401 (3)	CRS 1405 (11)	1629,72
	8d-8e	CRS 1402 (6)	CRS 1405 (11)	770,46

As posições geográficas e profundidades de cada estação estão tabeladas no Apêndice A.

Granulometria

A maior porcentagem de sedimentos finos (silte e argila) foi observada próximo ao continente (Figuras 5 - B e C). O mapa da Figura 5 - D, que trata da distribuição das frações granulométricas na área de estudo, aponta para uma tendência similar apresentada na Figura 5 (B e C).

Figura 5: Tendência da distribuição das frações granulométricas da área de estudo (Plataforma de gelo Larsen A e Mar de Weddell, Antártica): (A) % areia; (B) % silte; (C) % argila e (D) diâmetro médio do sedimento.

A maior contribuição de sedimentos finos ocorreu nas estações 24 e 26 (Figura 6 - B e C), enquanto que a maior porcentagem de areia foi encontrada nas duas estações do Mar de Weddell (32 e 8), mais distantes da costa (Figura 6 - A). Os valores de diâmetro médio do grão aumentaram com o distanciamento da costa (Figura 6 - D).

Figura 6: Porcentagens médias da coluna sedimentar (0-3 cm) de: (A) areia; (B) silte; (C) argila e (D) diâmetro médio. O eixo x observa a distância das estações de coleta em relação à costa. A linha tracejada próxima à estação 21 indica o local do colapso da plataforma continental e a linha tracejada próxima à estação 28 indica o limite histórico da plataforma de gelo em 1989.

Os diagramas de Pearson foram feitos por estrato, para mostrar a diferença na granulometria entre as camadas sedimentares (Figura 7). As amostras de dentro da enseada Larsen A foram classificadas em sua maioria como silte arenoso. Apenas uma amostra da camada de 1-2 cm (CRS 1420), e três amostras da camada de 2-3 cm (CRS 1419, 1428 e 1450) foram classificadas como areia siltica.

Figura 7: Diagramas ternários de Pearson: (A) 0-1 cm; (B) 1-2 cm e (C) 2-3 cm. A posição das amostras dentro dos triângulos está relacionada à porcentagem de cada fração granulométrica do sedimento.

As duas estações em mar aberto tiveram amostras mais heterogêneas na coluna sedimentar. A estação 32 foi classificada como silte arenoso na superfície do sedimento (0-1 cm), areia siltica na camada de 1-2 cm e silte arenoso na camada de 2-3 cm. A exceção foi a amostra de 2-3 cm do lançamento CRS 1459, que foi também classificada como areia siltica. Já a estação 8 foi classificada como areia siltica em toda a coluna sedimentar, com exceção da amostra de 0-1 cm CRS 1401 que foi classificada como silte arenoso.

A tabela com a classificação de todas as amostras pode ser encontrada no Apêndice B.

A análise PERMANOVA indicou que houve diferença significativa ($p = 0,001$) (Tabela 2) entre as regiões Mar de Weddell e a enseada Larsen A no diâmetro médio dos grãos e nas porcentagens das frações granulométricas, apresentando menores valores de Phi (sedimento mais grosso, mais arenoso) na estação 8.

Tabela 2: Análise de variância PERMANOVA para o diâmetro médio (DM) do sedimento entre as regiões (Larsen A e Mar de Weddell). Onde: df – graus de liberdade; SS – soma dos quadrados; MS quadrado médio; Pseudo-F – variância; P(perm) – nível crítico $p < 0,05$; DIST – distância euclidiana.

DM (normalizado)						
PERMDISP $p = 0,6015$						
Fonte	df	SS	MS	Pseudo-F	P(perm)	DIST
Região	1	16,332	16,332	23,769	0,0001	1,0612
Resíduo	49	33,668	0,6871			

Em relação à porcentagem de matéria orgânica (MO), o mapa de tendência de distribuição da Figura 8 - A mostra que há um gradiente crescente no sentido do continente para o mar aberto. Já para as porcentagens de carbonato de cálcio, os menores valores estiveram mais afastados da costa, ao largo no Mar de Weddell (Figura 8 - B).

Figura 8: Tendência da distribuição das porcentagens de: (A) Matéria orgânica (MO) e (B) carbonato de cálcio (CaCO_3), no sedimento na área de estudo (Plataforma de gelo Larsen A e Mar de Weddell, Antártica).

A exceção foi à estação 26, no interior da enseada, que apresentou a maior porcentagem de CaCO_3 no estrato de 2-3 cm (Figuras 9–B e D). Vale ressaltar aqui que tanto a estação 26 quanto a estação 22 não tiveram réplicas, tornando os resultados dessas estações menos confiáveis.

Figura 9: Porcentagens de matéria orgânica (MO) (A) e carbonato de cálcio (CaCO_3) (B). O eixo x compreende a distância das estações de coleta em relação à costa (a linha tracejada próxima à estação 21 indica o local do colapso da plataforma continental e a linha tracejada próxima à estação 28 indica o limite histórico da plataforma de gelo em 1989). Porcentagens médias relação à profundidade da coluna sedimentar de: (C) Matéria orgânica (MO) e (D) carbonato de cálcio (CaCO_3) da coluna sedimentar.

A PERMANOVA mostrou que não houve diferença significativa entre as regiões Mar de Weddell em relação à porcentagem de MO ($p = 0,0742$), mas houve diferença significativa em relação à porcentagem de CaCO_3 ($p = 0,209$) (Tabela 3), sendo que a região da enseada Larsen A teve valores mais altos que as estações no Mar de Weddell, principalmente na estação 26 que apresentou um pico no intervalo de 2-3 cm do sedimento.

Tabela 3: Análise de variância PERMANOVA para as porcentagens de matéria orgânica (MO) e carbonato de cálcio (CaCO_3) do sedimento entre as regiões (Larsen A e Mar de Weddell). Onde: df – graus de liberdade; SS – soma dos quadrados; MS quadrado médio; Pseudo-F – variância; P(perm) – nível crítico $p < 0,05$; DIST – distância euclidiana.

MO (raiz quadrada)						
PERMDISP $p = 0,1226$						
Fonte	df	SS	MS	Pseudo-F	P(perm)	DIST
Região	1	0,030151	0,030151	3,2339	0,0742	0,12509
Resíduo	49	0,45685	0,093234			
CaCO_3 (normalizado)						
PERMDISP $p = 0,4842$						
Fonte	df	SS	MS	Pseudo-F	P(perm)	DIST
Região	1	3,3103	3,3103	3,4741	0,0209	0,33157
Resíduo	49	46,69	0,95285			

Pigmentos

Observando os mapas de tendência (Figuras 10 - A e B), nota-se que a distribuição da concentração média de pigmentos totais variou um pouco quando se considera toda a coluna sedimentar. Sendo que, na Figura 10 - A é possível verificar um gradiente crescente da concentração de pigmentos de 0-3 cm, semelhante ao observado anteriormente na distribuição de MO (Figura 8 - A). Porém, esse gradiente se torna menos acentuado em direção à península, quando consideradas a soma dos pigmentos totais de toda coluna sedimentar de 0-10 cm (Figura 10 - B).

Figura 10: Tendência da distribuição das concentrações médias de pigmentos totais: (A) de 0-3 cm da amostra e (B) de 0-10 cm da amostra na área de estudo (Plataforma de gelo Larsen A e Mar de Weddell, Antártica).

Há uma baixa concentração de pigmentos totais na parte interna da enseada, que aumenta em direção às áreas de mar aberto (Figura 11 - A). Nota-se que razões maiores de feofitina/clorofila-a (Figura 11 - B) foram encontradas nas estações internas da enseada, o que pode indicar uma menor labilidade do material orgânico, comparada às estações 32 e 8, no Mar de Weddell.

Figura 11: (A) Concentrações de pigmentos totais. (B) Relação feofitina/clorofila-a. (C e D) Concentrações totais de feofitina e clorofila-a, respectivamente. O eixo x observa a distância das estações de coleta em relação à

costa. A linha tracejada próxima à estação 21 indica o local do colapso da plataforma continental e a linha tracejada próxima à estação 28 indica o limite histórico da plataforma de gelo em 1989.

Grandes concentrações de pigmentos na subsuperfície do sedimento foram observadas na estação 32 e, em superfície, na estação 8, todas em mar aberto (Figura 12 - A). A Figura 12 - B mostra em detalhe a distribuição de pigmentos na coluna sedimentar nas estações de dentro da enseada, onde as concentrações médias de pigmentos totais foram inferiores a 35 $\mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$ de sedimento seco.

Figura 12: (A) Concentrações médias de pigmentos totais da coluna sedimentar para as estações 21, 24, 28, 32 e 8. (B) Ampliação das concentrações médias de pigmentos totais da coluna sedimentar destacando apenas as estações 21, 24, 28 e 32.

A análise PERMANOVA indicou diferença significativa entre nas regiões em relação à concentração de pigmentos totais ($p = 0,0071$). Ambas as estações do Mar de Weddell (32 e 8) tiveram valores muito mais altos tanto de clorofila- a quanto de feofitina que as estações na enseada Larsen A.

Tabela 4: Análise de variância PERMANOVA para a concentração de pigmento total do sedimento entre as regiões (Larsen A e Mar de Weddell). Onde: df – graus de liberdade; SS – soma dos quadrados; MS quadrado médio; Pseudo-F – variância; P(perm) – nível crítico $p < 0,05$; DIST – distância euclidiana.

Pigmentos totais (log)						
PERMDISP $p = 0,3348$						
Fonte	df	SS	MS	Pseudo-F	P(perm)	DIST
Região	1	11,057	11,057	8,2856	0,0071	1,5601
Resíduo	28	37,364	1,3344			

A imagem orbital da Figura 13 - A aponta para a distribuição espacial da Produtividade Primária (PP) média obtida através dos sensores orbitais SeaWIFS e AQUA-MODIS para o período de setembro de 1997 a novembro de 2014 (NASA, 2014) (cores variando de tons de azul ao vermelho). A equação da reta sugere um aumento relativo da PP

desde a região da enseada Larsen A, adjacente às estações 24, 26 e 28 até a porção nordeste do Mar de Weddell, próximo à Ilha James Ross (Figura 13–B).

Figura 13: (A) Distribuição espacial das estações sobrepostas à imagem orbital da Produtividade Primária (PP) média obtida através dos sensores orbitais SeaWiFS e AQUA-MODIS para o período de setembro de 1997 a novembro de 2014. As cores em tons de vermelho apontam para os maiores valores de PP, enquanto que, os tons de azul indicam as menores concentrações. As áreas em branco indicam ausência de informação. (B) Gráfico representando o perfil SO-NE da PP na área de estudo (Mar de Weddell). (Fonte: Ocean Color Home Page – NASA, 2014).

5.2. Fauna

Foram contabilizados 200.322 organismos, sendo 7.515 na peneira de 300 μm (0-1, 1-2 e 2-3 cm) e 192.807 na peneira de 32 μm (0-1, 1-2 e 2-3 cm) ($n = 51$ amostras). Os organismos retidos na peneira de 300 μm foram separados em dois grupos: 1) Nematoda, Copepoda Harpacticoida e Outros (Kinorhyncha, Ostracoda, Acoelomorpha, Acari, Gastrotricha), táxons presentes em maiores quantidades na meiofauna; e 2) os táxons característicos de macrofauna, como: Polychaeta, Bivalvia, Scaphopoda, Ophiuroidea, Crustacea e Sipuncula, e Outros (dúvidas somadas), mas que podem aparecer nas peneiras de menor malha, principalmente se tiverem ciclo larval ou nos estágios juvenis. Os organismos do primeiro grupo foram analisados separadamente da meiofauna retida na peneira de 32 μm .

A região da enseada Larsen A apresentou densidades maiores de macrofauna e meiofauna que a região do Mar de Weddell, porém, foi observado que a densidade média da meiofauna diminuiu com a profundidade do sedimento na região da Larsen A, enquanto que na região do Mar de Weddell a densidade da meiofauna foi mais homogênea na coluna sedimentar (Tabela 5).

Tabela 5: Densidade da macrofauna (ind/m^2) e da meiofauna ($\text{ind}/10 \text{ cm}^2$), médias e desvios-padrão (DP) para cada região estudada: plataforma de gelo Larsen A e Mar de Weddell, Antártica.

		Larsen A				Mar de Weddell			Geral
		Estrato	Soma	Média	DP	Soma	Média	DP	
Densidade macrofauna (ind/m^2)		0-1 cm	45927,25	9700,98	6903,61	22539,16	11269,58	4707,62	
		1-2 cm	19270,77	3982,27	2740,67	10314,53	5157,26	1387,36	
		2-3 cm	4032,43	983,99	558,24	3183,50	1591,75	847,55	
		Total	69230,44	4889,08	4428,68	36037,18	6006,20	4894,45	105267,63
Densidade meiofauna ($\text{ind}/10 \text{ cm}^2$)	300 μm	0-1 cm	106,69	12,30	14,41	72,07	36,03	16,15	
		1-2 cm	54,84	7,32	6,65	67,23	33,61	14,22	
		2-3 cm	18,01	1,00	0,82	21,77	10,89	6,73	
		Total	179,54	6,87	5,67	161,07	26,84	13,87	340,61
	32 μm	0-1 cm	7233,19	491,65	202,14	1434,90	717,45	85,69	
		1-2 cm	4443,08	358,67	92,52	1766,42	883,21	243,40	
		2-3 cm	1681,94	165,46	92,94	1257,40	628,70	112,99	
		Total	13358,21	338,59	164,02	4458,72	743,12	129,18	17816,93

A densidade geral da macrofauna obtida foi de $10,5 \times 10^4$ indivíduos/ m^2 , considerando-se as duas regiões. Já a densidade geral dos organismos de meiofauna encontrados na peneira de 300 μm foi de 340,6 indivíduos/ 10 cm^2 , enquanto que a densidade geral da meiofauna retida na peneira de 32 μm foi de $17,8 \times 10^3$ indivíduos/ 10 cm^2 . As tabelas com as densidades

médias (transformadas para indivíduos/m² para a macrofauna e indivíduos/10 cm² para a meiofauna) de cada estação e estrato podem ser encontradas no Apêndice C.

Peneira de 300 µm

A abundância total da macrofauna foi de 1.939 indivíduos, considerando toda coluna sedimentar (0-3 cm). A porcentagem relativa de organismos da macrofauna encontrada na camada superficial do sedimento foi de 66,1%, e diminuiu nas duas camadas mais profundas, com porcentagens iguais a 26,7% (1-2 cm) e 7,2% (2-3 cm) (Tabela 6).

A estação 26 teve a menor porcentagem de macrofauna (3,6%), seguida pela estação 22 com 5% (ambas sem réplicas), enquanto a maior porcentagem foi observada na estação 21, mais próxima à costa, com 29, 9%.

Tabela 6: Abundância (Ab) e porcentagem relativas dos organismos da macrofauna total retidos na peneira de 300 µm. Para os estratos de: 0-3 cm; 0-1 cm; 1-2 cm; e 2-3 cm, para cada estação. Plataforma de gelo Larsen A: estações 21 a 28; Mar de Weddell: estações 32 e 8.

300 µm		0-3 cm		0-1 cm		1-2 cm		2-3 cm	
		Ab	%	Ab	%	Ab	%	Ab	%
Larsen A	Estação 21	580	29,91	380	19,60	179	9,23	21	1,08
	Estação 22	97	5,00	56	2,89	38	1,96	3	0,15
	Estação 24	211	10,88	152	7,84	33	1,70	26	1,34
	Estação 26	71	3,66	52	2,68	17	0,88	2	0,10
	Estação 28	186	9,59	113	5,83	52	2,68	21	1,08
Mar de Weddell	Estação 32	424	21,87	316	16,30	76	3,92	32	1,65
	Estação 8	370	19,08	213	10,99	122	6,29	35	1,81
Total		1939	100,00	1282	66,12	517	26,66	140	7,22

Observa-se na Figura 14 que as estações 32 e 26 tiveram as maiores porcentagens relativas na camada superficial (0-1 cm), com 74,5% e 73,2%, respectivamente, enquanto as menores foram na estação 8 e estação 22, com cerca de 57%. No estrato de 1-2 cm a estação 22 apresentou a maior porcentagem (39,2%), seguida pela estação 8 (33%). Já na camada de 2-3 cm a estação 24 teve a maior porcentagem, com 12,3%, seguida pela estação 28, com 11,3%. As menores porcentagens dessa camada foram observadas na estação 26 (2,8%).

Figura 14: Porcentagens relativas da macrofauna total por estrato, para cada estação. Plataforma de gelo Larsen A: estações 21 a 28; Mar de Weddell: estações 32 e 8.

Entre as estações, considerando-se a macrofauna de 0-3 cm, a maior porcentagem encontrada para os grupos (Polychaeta, Bivalvia, Ophiuroidea, Scaphopoda, Sipuncula) foi na estação 21, com exceção de Crustacea, que teve 45,2% do seu total observado na estação 8 e 29% na estação 32, ambas no Mar de Weddell. Sipuncula foi encontrado somente em outra estação, na 32, com 11,8% (Tabela 7).

Tabela 7: Abundância (Ab) dos grandes grupos da macrofauna encontrada na peneira de 300 µm, para a coluna sedimentar de 0-3 cm. Seguida da porcentagem relativa dos grandes grupos da macrofauna para as estações 21 a 28 (Plataforma de gelo Larsen A) e 32 e 8 (Mar de Weddell).

300 µm	Ab(0-3 cm)	Estação (%)						
		Larsen A					Mar de Weddell	
		21	22	24	26	28	32	8
Polychaeta	1170	28,29	4,53	10,94	3,76	11,97	20,34	20,17
Bivalvia	435	31,95	2,76	11,26	2,76	4,14	26,67	20,46
Ophiuroidea	51	21,57	3,92	5,88	0,00	17,65	37,25	13,73
Scaphopoda	187	35,83	15,51	13,37	6,95	7,49	15,51	5,35
Sipuncula	34	88,24	0,00	0,00	0,00	0,00	11,76	0,00
Crustacea	62	3,23	1,61	9,68	3,23	8,06	29,03	45,16
Total Ab	1939	580	97	211	71	186	424	370

Entre os estratos, Polychaeta também foi o grupo mais abundante, com 60,3% e com maior distribuição vertical, sendo distribuídos em 55,6% na camada superficial, 34,3% na camada de 1-2 cm e 10,2% na camada de 2-3 cm do sedimento (Tabela 8).

No total geral (estações e estratos), Bivalvia foi o segundo grupo mais abundante com 22,4% e Scaphopoda o terceiro, com 9,6%.

Tabela 8: Abundância (Ab), porcentagem, média da abundância e desvio padrão (DP) relativos aos grandes grupos da macrofauna encontrados na peneira de 300 µm, para o estrato de 0-3 cm. Seguidos da abundância e porcentagem relativa dos grandes grupos da macrofauna encontrados nos estratos de: 0-1 cm, 1-2 cm e 2-3 cm.

Total Geral (Estratos e Estações)	0-3 cm				0-1 cm		1-2 cm		2-3 cm	
	Ab	%	Média Ab	DP	Ab	%	Ab	%	Ab	%
Polychaeta	1170	60,34	167,14	105,73	650	55,56	401	34,27	119	10,17
Bivalvia	435	22,43	62,14	52,72	326	74,94	91	20,92	18	4,14
Ophiuroidea	51	2,63	7,29	6,50	50	98,04	0	0,00	1	1,96
Scaphopoda	187	9,64	26,71	19,43	182	97,33	5	2,67	0	0,00
Sipuncula	34	1,75	4,86	11,19	24	70,59	9	26,47	1	2,94
Crustacea	62	3,20	8,86	10,24	50	80,65	11	17,74	1	1,61
Total	1939	100,00	302,29	208,44	1282	66,12	517	26,66	140	7,22

Polychaeta teve sua maior densidade na superfície do sedimento da estação 32 (Figura 15 - G) com $7,3 \times 10^3 \pm 3 \times 10^3$ indivíduos/ m², seguida pela estação 21 (Figura 15 - A), com $6,5 \times 10^3 \pm 2,3 \times 10^3$ indivíduos/ m².

Figura 15: Densidade dos grupos da macrofauna (Polychaeta, Bivalvia, Scaphopoda, Ophiuroidea, Crustacea e Sipuncula) na coluna sedimentar nas estações: 21 (A), 22 (B), 24 (C), 26 (D) e 28 (E) (Plataforma de gelo Larsen A); 32 (F) e 8 (G) Mar de Weddell).

Bivalvia foi mais abundante na estação 21 na camada superficial (Figura 15 - A), com densidade de $5,2 \times 10^3 \pm 2,6 \times 10^3$ indivíduos/ m², e Scaphopoda apresentou maior densidade na estação 22 (Figura 15 - B) com $3,6 \times 10^3$ indivíduos/ m² (sem réplicas) no estrato 0-1 cm da coluna sedimentar.

A análise PERMANOVA realizada com os 6 grupos mais abundantes da macrofauna (Polychaeta, Bivalvia, Scaphopoda, Ophiuroidea, Crustacea, Sipuncula) não revelou diferença significativa entre as estações ($p = 0,0606$) (Tabela 9).

Tabela 9: Análise de variância PERMANOVA para a densidade dos grupos mais abundantes da macrofauna, transformadas em raiz quadrada entre as regiões (Larsen A e Mar de Weddell). Onde: df – graus de liberdade; SS – soma dos quadrados; MS – quadrado médio; Pseudo-F – variância; P(permanova) – nível crítico $p < 0,05$; % – porcentagem estimada de explicação da variação dos dados (índice de similaridade de Bray-Curtis).

Macrofauna (raiz quadrada)						
PERMDISP $p = 0,0592$						
Fonte	df	SS	MS	Pseudo-F	P(permanova)	%
Região	1	3033,7	3033,7	2,8079	0,0606	63,048
Resíduo	49	52940	1080,4			

A análise de agrupamento feita com as densidades dos principais táxons da macrofauna somadas em toda coluna sedimentar (0-3 cm) indicou 2 grupos com mais de 70% de similaridade (Figura 16). A estação 21 ficou agrupada com as duas estações do Mar de Weddell por apresentar maiores valores de densidade, quando comparada com as outras estações da enseada Larsen A.

Figura 16: Análise de agrupamento (CLUSTER) com índice de similaridade de Bray-Curtis das densidades dos principais grupos da macrofauna de cada amostra, transformadas em raiz quarta, mostrando a divisão entre as regiões: plataforma de gelo Larsen A e Mar de Weddell.

A análise SIMPER selecionou os mesmos grupos da macrofauna (Bivalviae Polychaeta) para apontar a similaridade/dissimilaridade entre as regiões. Já a análise BIOENV

apontou que as frações granulométricas, e as porcentagens de MO e CaCO₃ são as variáveis ambientais que mais influenciaram a distribuição da macrofauna.

As densidades dos grupos da macrofauna tiveram correlações positivas com as concentrações dos pigmentos do sedimento, exceto Sipuncula. Em relação às características granulométricas, apenas Scaphopoda apresentou correlação positiva com o desvio do diâmetro médio do grão (Tabela 10).

Tabela 10: Correlação por postos de Spearman entre a densidade dos grupos da macrofauna e as variáveis ambientais.

Variáveis	Correlação de Spearman (Macrofauna x Abióticos)									
	MD pairwise deleted									
	Correlações em destaque são significantes em p <0,05									
	Clo	Feo	Pigtotais	% MO	% CaCO ₃	% areia	% silte	% argila	DM	desvio
Polychaeta	0,51	0,59	0,58	0,24	0,00	0,01	-0,04	0,03	-0,01	0,33
Bivalvia	0,63	0,65	0,65	0,33	-0,21	-0,04	-0,03	0,15	0,07	0,48
Ophiuroidea	0,55	0,54	0,56	0,03	-0,27	-0,16	0,13	0,20	0,19	0,45
Scaphopoda	0,50	0,52	0,53	0,01	-0,12	-0,40	0,35	0,43	0,41	0,51
Sipuncula	-0,03	0,05	0,05	0,00	0,06	0,05	-0,13	0,11	-0,01	0,26
Crustacea	0,58	0,53	0,55	0,45	-0,15	-0,16	0,14	0,17	0,17	0,31
Outros	0,48	0,48	0,50	0,28	-0,22	0,00	-0,03	0,05	0,02	0,31

Nematoda e Copepoda foram abundantes na peneira de 300 µm em todas as estações (Tabela 11). A contribuição desses grupos no total de organismos triados nas estações foi alta, principalmente nas estações de mar aberto, onde representaram 63,9% e 76,4% (soma entre as estações), respectivamente. Nematoda foi mais abundante na estação 32, com 44,7%, enquanto Copepoda foi mais abundante na estação 8, com 54,7%.

Outros grupos da meiofauna (Kinorhyncha, Ostracoda, Turbellaria, Acarii, Gastrotricha) encontrados na peneira de 300 µm, com suas densidades somadas, obtiveram as maiores porcentagens nas estações do Mar de Weddell (32 e 8), onde representaram 97,7% entre todas as estações.

Tabela 11: Abundância (Ab) de Nematoda, Copepoda Harpacticoida e Outros grupos da meiofauna (Kinorhyncha, Ostracoda, Turbellaria, Acarii, Gastrotricha) encontrados na peneira de 300 µm, para a coluna sedimentar de 0-3 cm. Seguida da porcentagem relativa dos mesmos grupos para as estações 21 a 28 (Plataforma de gelo Larsen A) e estações 32 e 8 (Mar de Weddell).

Total (Estratos e Estações)	Geral Ab	Larsen A					Mar de Weddell	
		21	22	24	26	28	32	8
Nematoda	4189	21,58	1,36	5,28	1,96	5,87	44,71	19,24
Copepoda	1122	8,11	1,52	7,84	1,69	4,46	21,66	54,72
Outros meiofauna (300 µm)	265	0,00	0,00	1,89	0,38	0,00	21,51	76,23
Total meiofauna (300 µm) Ab	5576	995	74	314	102	296	2173	1622

O grupo Nematoda obteve uma distribuição mais homogênea nas duas camadas mais superficiais do sedimento (0-1 cm: 41,5%, 1-2 cm: 44,6% 2-3 cm: 14%), Copepoda e os outros grupos ficaram mais restritos na camada superficial, com 72,4% e 80%, respectivamente (Figura 17).

Figura 17: Porcentagens relativas de Nematoda, Copepoda e Outros (Kinorhyncha, Ostracoda, Turbellaria, Acari, Gastrotricha) por estrato: 0-1 cm, 1-2 cm, 2-3 cm.

Considerando-se a distribuição vertical no sedimento, as maiores densidades de Nematoda foram observadas nas estações 32 (camada de 0-1 cm: $32,89 \pm 16$ indivíduos/10 cm²) (Figura 18 - F) e 21 (camada de 0-1 cm: $24,15 \pm 22,42$ indivíduos/10 cm²) (Figura 18 - A), enquanto que na estação 8, foi observada a maior contribuição de copépodes com 31,03% (Tabela 11) e densidade de $8,69 \pm 9$ indivíduos/10 cm².

Figura 18: Densidade de Nematoda e Copepoda da peneira de 300 μ m na coluna sedimentar nas estações: 21 (A), 22 (B), 24 (C), 26 (D) e 28 (E) (Plataforma de gelo Larsen A); 32 (F) e 8 (G) Mar de Weddell).

Peneira de 32 µm

Foram triados 192.427 indivíduos da meiofauna, considerando toda coluna sedimentar (0-3 cm). A porcentagem relativa de organismos encontrada em cada estrato foi de: 39,5% na camada superficial (0-1 cm), 37,7% na de 1-2 cm e diminuiu para 22,8% na camada mais profunda, de 2-3 cm (Tabela 12).

As estações 26 e 22 (sem réplicas) tiveram as menores porcentagens relativas da meiofauna, com 4,7% e 5,2%, respectivamente.

Tabela 12: Abundância (Ab) e porcentagem relativas dos organismos da meiofauna total retidos na peneira de 32 µm. Para os estratos de: 0-3 cm; 0-1 cm; 1-2 cm; e 2-3 cm, para cada estação. Plataforma de gelo Larsen A: estações 21 a 28; Mar de Weddell: estações 32 e 8.

32 µm		0-3 cm		0-1 cm		1-2 cm		2-3 cm	
		Ab	%	Ab	%	Ab	%	Ab	%
Larsen A	Estação 21	27623	14,36	16475	8,56	9245	4,80	1903	0,99
	Estação 22	10093	5,25	3185	1,66	3943	2,05	2965	1,54
	Estação 24	19478	10,12	9025	4,69	6317	3,28	4136	2,15
	Estação 26	9144	4,75	5369	2,79	2915	1,51	860	0,45
	Estação 28	21188	11,01	8207	4,26	8545	4,44	4436	2,31
Mar de Weddell	Estação 32	56387	29,30	17454	9,07	24621	12,79	14312	7,44
	Estação 8	48514	25,21	16223	8,43	16980	8,82	15311	7,96
Total		192427	100,00	75938	39,46	72566	37,71	43923	22,83

A estação 32 apresentou porcentagem maior na camada de 1-2 cm (12,8%) que na camada superficial do sedimento, e entre todas as estações a 32 também apresentou a maior porcentagem no estrato de 0-1 c, com 9,1%.

Nematoda teve a maior porcentagem relativa nas duas estações da região do Mar de Weddell, com 30,3% e 24,1% nas estações 32 e 8, respectivamente (Tabela 13). A estação 8 também apresentou as maiores porcentagens de Copepoda, com 31,2% e Nauplii, com 34,4%.

Polychaeta e Bivalvia ocorreram em maiores porcentagens na estação 21, mais próximas da costa. Essa mesma tendência ocorreu para o grupo Outros (32,4%) que inclui Turbellaria, Acari, Gastrotricha e também as dúvidas da triagem.

Tabela 13: Abundância (Ab) dos grandes grupos da macrofauna encontrada na peneira de 300 µm, para a coluna sedimentar de 0-3 cm. Seguida da porcentagem relativa dos grandes grupos da macrofauna para as estações 21 a 28 (Plataforma de gelo Larsen A) e 32 e 8 (Mar de Weddell).

32 µm (0-3 cm)	Geral Ab	Estação (%)						
		Larsen A					Mar de Weddell	
		21	22	24	26	28	32	8
Nematoda	169218	14,51	5,11	9,95	4,85	11,13	30,31	24,13
Copepoda	6706	15,33	9,53	11,96	4,00	10,23	17,73	31,23
Nauplii	12007	11,36	5,24	11,89	4,45	11,37	21,32	34,37
Bivalvia	838	27,33	6,92	15,63	3,82	7,76	26,97	11,58
Polychaeta	629	26,23	7,00	20,67	8,74	17,01	14,79	5,56
Kinorhyncha	1015	0,39	0,49	0,30	0,30	0,59	21,97	75,96
Ostracoda	1181	7,11	1,78	4,74	0,68	3,22	50,13	32,35
Acoelomorpha	329	17,63	6,69	8,21	4,26	6,99	33,74	22,49
Larva priapulida	90	2,22	0,00	1,11	0,00	11,11	55,56	30,00
Crustacea	10	30,00	0,00	10,00	0,00	0,00	20,00	40,00
Outros	404	32,43	8,17	13,86	3,71	11,63	10,64	19,55
Total Ab	192427	27623	10093	19478	9144	21188	56387	48514

As estações 32 e 8, no Mar de Weddell, e as estações 22 e 28, na Larsen A tiveram maiores porcentagens na segunda camada de sedimento (1-2 cm) que na camada superficial (0-1 cm) (Figura 19).

Figura 19: Porcentagens relativas da meiofauna total por estrato, para cada estação. Plataforma de gelo Larsen A: estações 21 a 28; Mar de Weddell: estações 32 e 8.

Ostracoda e Bivalvia foram os grupos que ficaram mais concentrados na camada superficial do sedimento (0-1 cm), com 88,9% e 86,4% respectivamente cm (Figura 20). Já Nematoda foi o táxon que apresentou distribuição mais homogênea entre os estratos, com

maior porcentagem relativa na camada de 1-2 cm (39,9%), e com mais de 25% na camada de 2-3. Kinorhyncha também teve sua maior porcentagem relativa no segundo estrato (1-2 cm), com 48,4%.

Figura 20: Porcentagem relativa dos grandes grupos da meiofauna em cada estrato: 0-1 cm; 1-2 cm; e 2-3 cm.

Entre os organismos retidos na peneira de 32 µm, Nematoda foi o grupo mais abundante, com cerca de 88% de porcentagem relativa, com distribuição mais homogênea na coluna sedimentar, ao contrário da porcentagem dos outros grupos, que diminuiu consideravelmente com a profundidade do sedimento (Tabela 14).

Desconsiderando-se os nemátodes, a porcentagem dos outros grupos da meiofauna totalizou somente 12,2% (em toda coluna sedimentar e estações somadas), concentrando-se na camada superficial do sedimento, com 73,7%. Em relação a todas as estações e estratos, Nauplii e Copepoda foram os segundos grupos mais abundantes, com 6,2% e 3,5%, respectivamente, no geral (0-3 cm).

Tabela 14: Abundância (Ab), porcentagem, média da abundância e desvio padrão (DP) relativos aos grandes grupos da macrofauna encontrados na peneira de 300 µm, para o estrato de 0-3 cm. Seguidos da abundância e porcentagem relativa dos grandes grupos da macrofauna encontrados nos estratos de: 0-1 cm, 1-2 cm e 2-3 cm.

Total Geral (Estratos e Estações)	Geral				0-1 cm		1-2 cm		2-3 cm	
	Ab	%	MédiaAb	DP	Ab	%	Ab	%	Ab	%
Nematoda	169218	87,94	24174,00	16284,94	58822	30,57	67478	35,07	42918	22,30
Copepoda	6706	3,48	958,00	580,94	4665	2,42	1621	0,84	420	0,22
Nauplii	12007	6,24	1715,29	1253,93	9124	4,74	2508	1,30	375	0,19
Bivalvia	838	0,44	119,71	79,98	724	0,38	86	0,04	28	0,01
Polychaeta	629	0,33	89,86	48,11	473	0,25	106	0,06	50	0,03
Kinorhyncha	1015	0,53	144,86	287,92	487	0,25	491	0,26	37	0,02
Ostracoda	1181	0,61	168,29	226,57	1050	0,55	104	0,05	27	0,01
Acoelomorpha	329	0,17	45,43	35,35	222	0,12	75	0,04	32	0,02
Larva priapulida	90	0,05	12,86	19,05	58	0,03	24	0,01	8	0,00
Crustacea	10	0,01	1,14	1,46	8	0,00	2	0,00	0	0,00
Outros	404	0,21	51,14	24,71	305	0,16	71	0,04	28	0,01
Total	192427	100,00	27480,58	18842,96	75938	39,46	72566	37,71	43923	22,83
Total s/ nem	23209	12,22	3369,86	2363,73	17116	73,99	5088	21,76	1005	4,25

Essa distribuição vertical mais homogênea foi mais evidente nas estações 8 (Figura 21 - G) no Mar de Weddell, com densidade média de $577,6 \pm 143,0$ indivíduos/ 10 cm^2 e nas estações 22, 24 e 28 (Figuras 21- B, C e E), com densidades médias de $366,8 \pm 79,3$ indivíduos/ 10 cm^2 , $417,9 \pm 92,9$ indivíduos/ 10 cm^2 e $266,5 \pm 85,4$ indivíduos/ 10 cm^2 , respectivamente.

As maiores densidades de nemátodes na camada superficial foram encontradas nas estações 26 (588 indivíduos/ 10 cm^2 – sem réplicas), 21 ($583 \pm 206,8$ indivíduos/ 10 cm^2) e 32 ($586,6 \pm 41,6$ indivíduos/ 10 cm^2) (Figuras 21 – D, A, G).

Figura 21: Densidade de Nematoda nas estações: 21 (A), 22 (B), 24 (C), 26 (D) e 28 (E) (Plataforma de gelo Larsen A); 32 (F) e 8 (G) Mar de Weddell).

As densidades de náuplios foram elevadas em todas as estações, principalmente na camada superficial do sedimento, com densidade média de $68,3 \pm 4,0$ indivíduos/ 10 cm² (Figura 22). As maiores densidades considerando toda a coluna sedimentar foram observadas na região do Mar de Weddell, na estação 8 com $58,4 \pm 65,5$ indivíduos/ 10 cm² e na estação 32, com $36,2 \pm 34,9$ indivíduos/ 10 cm².

Figura 22: Densidade de Copepoda Harpacticoida e Nauplii nas estações: 21 (A), 22 (B), 24 (C), 26 (D) e 28 (E) (Plataforma de gelo Larsen A); 32 (F) e 8 (G) Mar de Weddell).

Quanto à densidade de copépodes, os maiores valores foram observados na estação 22 (sem réplicas: 42,2 indivíduos/ 10 cm² na camada superficial, 26,9 indivíduos/ 10 cm² na camada de 1-2 cm e 12,2 indivíduos/ 10 cm² na camada de 2-3 cm) (Figura 22 – B) e na

estação 8 ($62,8 \pm 11,0$ indivíduos/ 10 cm^2 na camada superficial e $24,4 \pm 16,9$ indivíduos/ 10 cm^2 na camada de 1-2 cm) (Figura 221 – G).

Kinorhyncha e Ostracoda tiveram maiores densidades médias na região do Mar de Weddell, com $10,9 \pm 8,6$ indivíduos/ 10 cm^2 e $5,4 \pm 6,4$ indivíduos/ 10 cm^2 , respectivamente, na estação 8 (Figura 23 – G) e $3,1 \pm 3,2$ indivíduos/ 10 cm^2 e $8,4 \pm 11,2$ indivíduos/ 10 cm^2 , respectivamente, na estação 32 (Figura 23 – F).

As maiores densidades médias de Bivalvia e Polychaeta foram observadas na estação 21, considerando-se a coluna sedimentar toda (0-3 cm), com $3,2 \pm 4,6$ indivíduos/ 10 cm^2 e $2,3 \pm 2,8$ indivíduos/ 10 cm^2 , respectivamente (Figura 23 – A).

Acoelomorpha apresentou a maior densidade média na estação 32 com $1,6 \pm 1,9$ indivíduos/ 10 cm^2 (0-3 cm) e na estação 8 com $1,0 \pm 1,1$ indivíduos/ 10 cm^2 (Figuras 23 – F e G). Essa mesma tendência foi observada para larvas de Priapulida, com $0,7 \pm 0,7$ indivíduos/ 10 cm^2 na estação 32 e $0,4 \pm 0,5$ indivíduos/ 10 cm^2 na estação 8.

Acari, Gastrotricha e dúvidas, agrupadas como Outros foram mais abundantes nas estações mais próximas da costa, na enseada Larsen A, considerando-se a coluna sedimentar inteira (0-3 cm), com $1,4 \pm 1,2$ indivíduos/ 10 cm^2 na estação 22 e $1,2 \pm 1,8$ indivíduos/ 10 cm^2 na estação 21 (Figura 23 – A).

Crustacea (excluindo-se os copépodes e náuplios) ficaram concentrados na camada superficial do sedimento, principalmente na estação 21, com $1,5 \pm 1,3$ indivíduos/ 10 cm^2 , estação 28, com $0,6 \pm 0,9$ indivíduos/ 10 cm^2 e na estação 32 com $0,5 \pm 0,8$ indivíduos/ 10 cm^2 .

Figura 23: Densidade dos grupos da meiofauna (Kinorhyncha, Ostracoda, Bivalvia, Polychaeta, Acoelomorpha, Crustacea, Larva Priapulida, Outros) na coluna sedimentar nas estações: 21 (A), 22 (B), 24 (C), 26 (D) e 28 (E) (Plataforma de gelo Larsen A); 32 (F) e 8 (G)

A análise PERMANOVA realizada com as densidades dos 11 grupos mais abundantes da meiofauna (Nematoda, Copepoda, Nauplii, Bivalvia, Polychaeta, Kinorhyncha, Ostracoda, Acoelomorpha, Larva de Priapulida, Crustacea e Outros) realizada com dois fatores (Região e Estação – aninhada em Região) revelou diferença significativa entre as regiões ($p = 0,001$), mas não entre as estações ($p = 0,7282$) (Tabela 15).

Tabela 15: Análise de variância PERMANOVA para a densidade dos grupos mais abundantes da macrofauna, transformadas em raiz quadrada entre as regiões (Larsen A e Mar de Weddell). Onde: df – graus de liberdade; SS – soma dos quadrados; MS quadrado médio; Pseudo-F – variância; P(perm) – nível crítico $p < 0,05$; t – variância entre regiões; P(MC) – nível crítico de Monte Carlo $p < 0,05$.

Meiofauna (raiz quarta)					
PERMDISP $p = 0,2886$					
Fonte	Df	SS	MS	Pseudo-F	P(perm)
Região	1	2631,9	2631,9	12,547	0,001
Es(Re)	5	984,02	196,8	0,69173	0,7282
Resíduo	44	12518	284,51		
Par a par para Região	t	P(MC)	%		
Larsen A > Mar de Weddell	3,5422	0,0017	80,219		

O resultados da análise de agrupamento (CLUSTER) sobreposta à análise de ordenação (nMDS) realizada com as densidades dos grupos da meiofauna (peneira de 32 μm) somadas da coluna sedimentar (0-3 cm) (Figura 24) foi igual ao feito com as densidades de Nematoda e Copepoda da peneira de 300 μm . Foi observada uma similaridade de 80% entre todas as estações, e dois grupos com mais de 90% de similaridade, correspondentes às duas regiões estudadas.

Figura 24: Análise de agrupamento (CLUSTER) com o índice de similaridade de Bray-Curtis sobreposta à de ordenação (nMDS) para as densidades de cada amostra dos principais grupos da meiofauna da peneira de 32 μm , transformadas em raiz quarta.

Outras análises de agrupamento foram feitas, primeiramente sem a densidade de nemátodes, e depois sem a densidade dos copépodes e novamente os mesmos grupos foram formados nesses casos, com as mesmas porcentagens de similaridade (Figura 25).

Figura 25: Análise de agrupamento (CLUSTER) com índice de similaridade de Bray-Curtis das densidades dos principais grupos da meiofauna de cada amostra, transformadas em raiz quarta, desconsiderando-se Nematoda e Copepoda Harpacticoida.

A análise SIMPER mostrou que as densidades de Copepoda e Nematoda foram as responsáveis pela similaridade das amostras de uma mesma região, em ambas as regiões, sendo que Outros (Acari, Gastrotricha, dúvidas) foi o principal grupo responsável pela dissimilaridade entre as regiões, sendo mais abundantes na enseada Larsen A. Quando realizada novamente, sem as densidades de nemátodes e copépodes, a SIMPER indicou Kinorhyncha e Ostracoda como os grupos que mais causaram dissimilaridade entre as regiões, sendo que maiores densidades desses dois táxons foram observadas nas estações do Mar de Weddell.

As porcentagens de MO e CaCO_3 , concentração de pigmentos totais, porcentagem de silte e o diâmetro médio (DM) do grão foram apontados pela análise SIMPER como os parâmetros ambientais mais importantes na distribuição da meiofauna.

De acordo com a análise de correlação de Spearman, quase todos os grupos tiveram correlação positiva com alguma concentração (ou todas concentrações) de pigmentos do sedimento, com exceção de Bivalvia, Polychaeta e Crustacea, que não se correlacionaram com nenhuma concentração (Tabela 16). Porém, Polychaeta teve correlação positiva com o desvio do diâmetro médio do grão. A outra correlação indicada pela análise foi Nematoda se correlacionando negativamente com a porcentagem de silte.

Tabela 16: Correlação por postos de Spearman entre a densidade da meiofauna e as variáveis ambientais.

Variáveis	Correlação de Spearman (Meiofauna x Abióticos)									
	MD pairwise deleted									
	Correlações em destaque são significantes em $p < 0,05$									
	Clo	Feo	Pig totais	% MO	% CaCO ₃	% areia	% silte	% areia	DM	desvio
Nematoda	0,57	0,55	0,57	0,43	-0,18	0,47	-0,50	-0,37	-0,45	0,10
Copepoda	0,65	0,68	0,68	0,36	-0,12	-0,14	0,11	0,16	0,13	0,36
Nauplii	0,76	0,77	0,78	0,39	-0,13	-0,16	0,12	0,17	0,16	0,35
Bivalvia	0,48	0,48	0,49	0,27	-0,11	-0,31	0,22	0,41	0,34	0,58
Polychaeta	0,42	0,46	0,47	0,07	0,03	-0,37	0,34	0,39	0,39	0,36
Kinorhyncha	0,64	0,60	0,61	0,33	-0,34	0,24	-0,23	-0,22	-0,23	0,18
Ostracoda	0,68	0,68	0,69	0,28	-0,19	-0,10	0,06	0,14	0,12	0,24
Acoelomorpha	0,55	0,56	0,56	0,25	-0,16	-0,04	0,04	0,05	0,04	0,26
Larva Priapulida	0,52	0,48	0,50	0,27	-0,08	0,13	-0,13	-0,13	-0,11	-0,04
Crustacea	0,34	0,35	0,36	-0,06	-0,27	0,14	-0,20	-0,11	-0,12	0,18
Outros	0,54	0,58	0,58	0,19	-0,10	-0,27	0,21	0,32	0,27	0,46

A estimativa das biomassas individual e biomassa total ($\mu\text{g PS}$) para nemátodes e copépodes (grupos mais abundantes da meiofauna) foi feita apenas para a camada superficial do sedimento (0-1 cm), totalizando 1209 indivíduos fotografados e medidos, sendo 750 nemátodes e 459 copépodes.

A biomassa individual dos copépodes foi maior na estação 24, enquanto que a biomassa individual dos nemátodes foi maior na estação 22 – sem réplicas (Figura 26 – A).

Pela Figura 26 (A, B e C) é possível observar que a nem a biomassa individual nem a biomassa total ($\mu\text{g PS}$) seguem a tendência da abundância de seu respectivo grupo, com exceção da biomassa total dos copépodes que segue a tendência da abundância de Copepoda ao longo das estações. Nem o padrão de biomassa total segue o da biomassa individual o da biomassa total de seu próprio táxon.

Os valores da biomassa individual ($\mu\text{g PS}$) dos nemátodes não variaram muito entre as estações, com exceção da estação 22 (sem réplica) com 0,17 μg de peso seco (PS), que foi maior que o dobro da média na enseada Larsen A (Tabela 17). Relembrando que esse valor é absoluto, pois tanto a estação 22 quanto a estação 26 não tinham réplicas. A estação 28 teve o valor mais baixo de biomassa individual dos nemátodes, com $0,04 \pm 0,01 \mu\text{g PS}$.

Figura 26: Distribuição da biomassa individual (A), biomassa total (B) e abundância média de Nematoda e Copepoda (C) entre as estações: 21, 22, 24, 26 e 28 (Plataforma de gelo Larsen A); 32 e 8 (Mar de Weddell).

Já em relação à biomassa individual dos copépodes, a estação 24 teve os maiores valores ($0,93 \pm 0,37$ µg PS, seguida pela estação 8, com $0,77 \pm 0,08$ µg PS (Tabela 18). A biomassa total dos copépodes foi maior na estação 32, na região do Mar de Weddell, com $48,75 \pm 14,13$ µg PS.

O comprimento (C) médio dos nemátodes foi menor nas duas estações do Mar de Weddell (8: $430,55 \pm 84,22$ µm e, 32: $458,31 \pm 107,26$ µm), e na estação 28, com $457,03 \pm 46,83$ µm. A largura (L) média dos nemátodes seguiu a mesma tendência, sendo menor na estação 28, com $19,12 \pm 1,56$ µm e nas estações 32 ($21,4 \pm 4,55$ µm), 8 ($21,66 \pm 3,63$ µm) e 21 ($21,66 \pm 1,79$ µm).

Tabela 17: Medidas de biomassa individual, biomassa total ($\mu\text{g}/10\text{ cm}^2$), comprimento (C, em μm), largura (L, em μm) e razão C/L de Nematoda para as estações: 21 a 28 (Plataforma de gelo Larsen A), 32 e 8 (Mar de Weddell).

0-1 cm	Larsen A								Mar de Weddell			
	Estação 21		Estação 22	Estação 24		Estação 26	Estação 28		Estação 32		Estação 8	
Nematoda	Média	Desvio		Média	Desvio		Média	Desvio	Média	Desvio	Média	Desvio
Biomassa individual	0,06	0,01	0,17	0,08	0,01	0,05	0,04	0,01	0,06	0,05	0,07	0,07
Biomassa total	33,48	8,73	50,05	25,43	5,43	29,20	11,18	2,67	36,75	30,09	31,28	33,92
Comprimento (μm)	512,77	25,82	646,05	566,39	38,34	510,16	457,03	46,83	458,31	107,26	430,55	84,22
Largura (μm)	21,66	1,79	30,28	22,79	0,54	22,26	19,12	1,56	21,40	4,55	21,66	3,63
C/L	24,11	0,72	21,76	25,53	1,80	23,70	24,06	1,67	22,14	0,71	20,72	0,80

Tabela 18: Medidas de biomassa individual, biomassa total ($\mu\text{g}/10\text{ cm}^2$), comprimento (C, em μm), largura (L, em μm) e razão C/L de Copepoda para as estações: 21 a 28 (Plataforma de gelo Larsen A), 32 e 8 (Mar de Weddell).

0-1 cm	Larsen A								Mar de Weddell			
	Estação 21		Estação 22	Estação 24		Estação 26	Estação 28		Estação 32		Estação 8	
Copepoda	Média	Desvio		Média	Desvio		Média	Desvio	Média	Desvio	Média	Desvio
Biomassa individual	0,66	0,02	0,51	0,93	0,37	0,44	0,63	0,08	0,56	0,06	0,77	0,08
Biomassa total	25,34	16,64	21,38	18,44	15,89	10,57	13,15	5,16	19,34	9,21	48,75	14,13
Comprimento (μm)	351,35	6,42	306,08	387,53	41,15	329,73	356,94	8,87	363,23	14,58	378,00	6,34
Largura (μm)	115,05	3,19	92,96	117,90	9,90	99,66	113,80	3,68	110,34	3,81	117,29	7,71
C/L	3,24	0,13	3,42	3,39	0,06	3,36	3,30	0,12	3,35	0,08	3,33	0,21

Os maiores valores para os copépodes, tanto de comprimento quanto de largura médios foram observados na estação 22, com 646,05 μm de comprimento e 30,28 μm de largura (Tabela 17).

As medidas médias mínimas do corpo (comprimento e largura) dos copépodes foram observadas na estação 22 (sem réplicas: $C = 306,08$ e $L = 92,96 \mu\text{m}$) e máximas na estação 24 ($C = 387,53 \pm 41,15 \mu\text{m}$ e $L = 117,29 \pm 9,90 \mu\text{m}$) (Tabela 18).

Os maiores valores da relação C/L de Nematoda foram encontrados nas estações da enseada Larsen A, sendo que a máxima observada foi $25,53 \pm 1,8$ na estação 24. A maior porcentagem de indivíduos compridos e finos foi observada na estação 8 com 44,4% de indivíduos com relação C/L entre 15 a 20 (Figura 27 - A). A relação C/L média de Copepoda não variou muito entre as estações, sendo menor na estação 21, com $3,24 \pm 0,13$ e maior na estação 22 (sem réplica) com 3,42. As maiores porcentagens de indivíduos com altos valores de C/L foram encontradas na estação 26, com C/L entre 3,5 – 4,0 e na estação 32 com C/L entre 3,0 – 3,05 (Figura 27 – B).

Figura 27: Frequência das classes de tamanho (C/L) de Nematoda (A) e Copepoda (B) entre as estações: 21, 22, 24, 26 e 28 (Plataforma de gelo Larsen A), 32 e 8 (Mar de Weddell).

Entre os copépodes encontrados nas regiões estudadas, o formato de corpo Piriforme foi o mais abundante, com 32,76% na média entre as estações, apresentando 42,31% na estação 22 e 40% na estação 8. Semi-cilíndrico foi o segundo formato de corpo mais encontrado, seguido por Piriforme-depressivo (Tabela 19).

Tabela 19: Porcentagem relativa dos formatos de corpo de Copepoda Harpacticoida encontrados entre as estações.

%	Estação 21	Estação 22	Estação 24	Estação 26	Estação 28	Estação 32	Estação 8	Média
Cilíndrico	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Semi-cilíndrico-compressivo	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Semi-cilíndrico	20,73	23,08	14,47	17,86	20,73	15,29	20,00	18,88
Semi-cilíndrico-depressivo	10,98	7,69	13,16	14,29	20,73	15,29	18,75	14,41
Fusiforme	15,85	3,85	19,74	32,14	12,20	8,24	8,75	14,39
Piriforme	32,93	42,31	35,53	21,43	18,29	38,82	40,00	32,76
Piriforme-depressivo	19,51	19,23	17,11	14,29	25,61	21,18	15,00	18,85
Escuteliforme	0,00	3,85	0,00	0,00	2,44	0,00	0,00	0,90

Não foram encontrados copépodes com corpos totalmente Cilíndricos ou Semi-cilíndricos-compressivos em nenhuma estação, e as quantidades encontradas de copépodes de corpo Escuteliformes foram baixas, nas estações 22 e 28 (Figura 28).

Figura 28: Porcentagem das formas de corpo de Copepoda Harpacticoida encontradas nas estações.

A análise PERMANOVA realizada com a Região como fator não apontou diferença significativa ($p = 0,1259$) entre as biomassas individual e total dos grupos Nematoda e Copepoda (Tabela 20).

Tabela 20: Análise de variância PERMANOVA para as biomassas individual e total de Nematoda e Copepoda ,transformadas em raiz quadrada entre as regiões (Larsen A e Mar de Weddell). Onde: df – graus de liberdade; SS – soma dos quadrados; MS quadrado médio; Pseudo-F– variância; P(perm) – nível crítico $p < 0,05$.

Biomassa (raiz quarta)					
PERMDISP $p = 0,8305$					
Fonte	df	SS	MS	Pseudo-F	P(perm)
Região	6	362,88	60,48	1,758	0,1259
Resíduo	10	344,03	34,403		

A análise SIMPER indicou que a biomassa total dos copépodes foi a principal responsável pela similaridade entre as duas estações do Mar de Weddell, enquanto que a biomassa total dos nemátodes foi a responsável pela similaridade entre as estações da enseada Larsen A.

A análise de correlação de Spearman mostrou que a biomassa total dos nemátodes se correlacionou positivamente com a biomassa individual do mesmo grupo. Já a biomassa individual dos copépodes apresentou forte correlação positiva ($p = 0,95$) com a densidade do grupo, enquanto a biomassa total de copépodes se correlacionou positivamente com a concentração total de pigmentos do sedimento (Tabela 21).

Tabela 21: Correlação por postos de Spearman entre biomassa individual (BI), biomassa total (BT) de Nematoda e Copepoda e as variáveis ambientais.

Variáveis	Correlação de Spearman (Biomassas x Abióticos)																
	MD pairwise deleted																
	Correlações em destaque são significantes em $p < 0,05$																
	Dens Nem	DensCop	BI Nem	BI Cop	BT Nem	BT Cop	% areia	% silte	% argila	DM	desvio	Clo	Feo	Pigtot	Clo/Feo	% MO	% CaCO ₃
Dens Nem	1,00																
DensCop	0,18	1,00															
BI Nem	-0,25	0,11	1,00														
BI Cop	-0,25	0,13	0,11	1,00													
BT Nem	0,34	0,30	0,76	-0,19	1,00												
BT Cop	0,12	0,95	0,15	0,34	0,26	1,00											
% areia	0,53	0,38	-0,21	0,25	0,06	0,39	1,00										
% silte	-0,50	-0,41	0,14	-0,29	-0,12	-0,44	-0,97	1,00									
% argila	-0,39	-0,17	0,26	-0,39	0,07	-0,18	-0,82	0,73	1,00								
DM	-0,50	-0,35	0,20	-0,33	-0,04	-0,38	-0,97	0,93	0,88	1,00							
desvio	0,29	0,07	0,22	-0,27	0,43	0,03	0,02	-0,08	0,34	0,08	1,00						
Clo	0,09	0,40	-0,30	0,07	-0,17	0,26	0,44	-0,34	-0,67	-0,47	-0,46	1,00					
Feo	0,22	0,65	-0,23	0,13	-0,02	0,53	0,51	-0,45	-0,62	-0,56	-0,44	0,87	1,00				
Pigtot	0,27	0,65	-0,27	0,08	-0,01	0,51	0,54	-0,48	-0,65	-0,57	-0,41	0,90	0,98	1,00			
Clo/Feo	-0,01	0,26	-0,34	0,07	-0,30	0,13	0,39	-0,26	-0,59	-0,38	-0,36	0,90	0,67	0,72	1,00		
% MO	0,38	0,08	-0,44	-0,17	-0,31	0,06	0,01	0,07	0,06	0,00	0,05	-0,01	0,02	0,04	0,13	1,00	
% CaCO ₃	-0,02	-0,61	-0,09	-0,13	-0,13	-0,64	-0,60	0,56	0,48	0,60	0,14	-0,46	-0,55	-0,54	-0,39	0,13	1,00

6. DISCUSSÃO

Pouco se sabe sobre a sedimentação moderna na porção leste da Península Antártica (PA), porém o Projeto ANDEEP tem auxiliado na obtenção desse tipo de informação. As estações realizadas no Mar de Weddell revelaram um material fino, lamoso, variando entre silte fino a grosso, moderadamente selecionado (HOWE *et al.*, 2004). No entanto, a respeito da deposição do material biogênico sob as plataformas de gelo, sabe-se que a mesma ocorre por advecção (transporte lateral) das áreas adjacentes (PUDSEY & EVANS, 2001). Sendo que, segundo Reinardy *et al.* (2009) essa transição entre condição de plataforma de gelo para condição de zona livre do gelo pode ser observada nas sequências sedimentares.

Dados de testemunhos da região de Depressão Greenpeace, a 1000 metros de profundidade, revelaram que o primeiro metro da coluna sedimentar é composto basicamente por silte e argila, com pouca areia e cascalho espalhado, com indicativos (^{210}Pb) de sedimentação recente entre 3 e 5 centímetros (BRACHFELD *et al.*, 2003). Os registros de foraminíferos dessa região, compostos por organismos planctônicos, aglutinantes e bênticos calcáreos se limitam aos 10 centímetros do testemunho, sendo que o aumento na abundância desses foraminíferos na camada superficial (0-2 cm) do sedimento sugere um aumento da produtividade bêntica e principalmente fitoplanctônica, e consequente aumento no fluxo de Carbono (C) para o fundo, associada à diminuição da plataforma Larsen A (BRACHFELD *op. cit.*). Portanto, segundo o registro geológico, as regiões de plataforma de gelo apresentaram maiores produtividades planctônicas e bentônicas em períodos nos quais essa cobertura foi menor, como é o caso atual para as enseadas Larsen A e B.

De acordo com Gallardo (1987) uma alta porcentagem (> 70%) do sedimento que chega ao fundo é terrígeno e o resto é biogênico (*e.g.*, carapaças de foraminíferos). O que segue o descrito por Pudsey & Evans (2001) para a área de estudo, composta principalmente por argila siltosa e lama argilosa, com 15 a 25% de carapaças de diatomáceas. Na região da enseada Larsen A e na angra Larsen (Larsen Inlet) o sedimento é silte argiloso, com 0,3 a 0,5% de C_{org} no primeiro metro. Testemunhos do limite da plataforma de gelo histórica (localização da estação 28 no presente trabalho) apresentam sedimentos finos com um pouco de areia e cascalho e C_{org} variando entre 0,6-0,7%, e 10-15% de diatomáceas dentro do primeiro metro da coluna sedimentar

(PUDSEY & EVANS, 2001). Corroborado por Evans *et al.* (2002, 2005) que caracterizara os sedimentos dos três primeiros centímetros como lamosos.

Os dados para as porcentagens de matéria orgânica (MO) e carbonato (CaCO_3) são baixos, comparados com regiões costeiras, tanto de baixas quanto de altas latitudes. Apesar de acreditar que o padrão encontrado esteja correto, pode ser que os valores baixos, tanto para matéria orgânica quanto para carbonato sejam resultado do método escolhido. Quanto à matéria orgânica (indicador quantitativo), os dados geralmente disponíveis na literatura se referem ao carbono orgânico (C_{org}) no sedimento, que juntamente com o nitrogênio orgânico (N_{org}) explicam mais sobre a qualidade do material disponível como alimento. Como o método empregado no presente trabalho não foi a análise de C e N elementar, deve-se tomar algumas precauções nas comparações. C e N orgânicos servem como indicativos dos recursos alimentares possíveis da meiofauna de mar profundo (TIETJEN *et al.*, 1989). Já em relação à porcentagem de carbonato, não há muitos dados sobre os sedimentos antárticos. O CaCO_3 é mais solúvel em temperaturas mais baixas e maiores pressões, o que significa que as regiões de mar profundo polares apresentam menor deposição desse composto, ao contrário das águas costeiras (*e.g.* recifes de corais) de baixas latitudes.

Os valores de porcentagem de C_{org} apresentados por Gheller (2014) em profundidades de plataforma e talude (100 a 1100 metros) não variaram muito entre as estações e foram de uma ordem de magnitude maior que os valores de porcentagem de matéria orgânica obtidos no presente estudo.

O C_{org} descrito por Mackensen *et al.* (1990) na região leste do Mar de Weddell (próximo à Kapp Noruegia) variou entre 0,18% a 0,55% acima dos 1000 metros de profundidade. Nesse trabalho, foram realizados 4 transectos na direção costa-mar, respeitando um gradiente batimétrico. De acordo com Grebmeier & Barry (1991), baixos conteúdos de carbono no sedimento (1-2%) indicam que a oxidação desse elemento é rápida em sedimentos de plataforma polares, como resultado do rápido consumo pelas comunidades limitadas por alimento.

Valores baixos, variando entre 0,14 a 0,87% de carbonato (com pontos discrepantes, entre 5,7 a 9,5%) para a superfície do sedimento foram observados em estações mais rasas por Mackensen *et al.* (1990). De acordo com os autores, a Profundidade de Compensação do Carbonato (do inglês, *Carbonate Compensation Depth* - CCD) está localizada em torno dos 4000 metros na região estudada (sudeste do Mar de Weddell). Porém, a Água Profunda do Mar de Weddell, que segue para o norte

ao longo do talude da Península Antártica, é mais corrosiva ao carbonato que a Água Profunda Circumpolar (HOWE *et al.*, 2004) e ainda recebe a contribuição de outras massas de água corrosivas como a Água Salina de Plataforma (insaturadas em carbonato) e a Água Profundado Mar de Weddell. Por essa razão, a CCD no sul do Mar de Weddell é mais profunda que a CCD no noroeste da Bacia, descrita anteriormente por Anderson (1975) a 250 metros de profundidade na porção sudoeste da bacia e a 550 metros de profundidade no lado leste. Esses valores baixos de carbonato no sedimento, no entanto, podem ser devido à localização da CCD.

A Produtividade Primária (PP) média diária estimada por satélite para a área de estudo entre setembro de 1997 a novembro de 2014 variou entre 139,11 a 1339,83 mg C.m⁻²dia⁻¹, com média de cerca de 167,62 mg C.m⁻²dia⁻¹. Bertolin & Schloss (2009), apontaram para uma variação entre 172,63 a 588,09 mg C.m⁻²dia⁻¹ (média de 426,54 ± 6,63 mg C.m⁻²dia⁻¹ em 1996). Sendo que, El-Sayed & Taguchi (1981), observaram valores entre 230 e 410 mg C.m⁻²dia⁻¹; próximo ao valor obtido por Smith & Nelson (1990), de 490 mg C.m⁻²dia⁻¹, porém abaixo da produtividade primária calculada por Hoppema *et al.* (2000) na região adjacente à plataforma Larsen de 570-1140 mg C.m⁻²dia⁻¹. Apesar da escassez de informação desse parâmetro próximo à costa, esses valores, segundo Bertolin & Schloss (2009), sugerem que essa nova condição da Larsen A seja bastante produtiva.

Park *et al.* (1999) coletaram próximo à Península Antártica e encontraram uma PP média de 553 mg C.m⁻²dia⁻¹ em áreas de mar aberto e uma PP média de 2.629 mg C.m⁻²dia⁻¹ para áreas de plataforma continental; além de apresentar uma tabela com valores de PP em diferentes épocas do ano de outros trabalhos para a região do Mar de Weddell.

Cape *et al.* (2014) estimou a produtividade primária média para as enseadas Larsen A e B em 806,26 mg C.m⁻²dia⁻¹, com um desvio padrão de ± 68,21 mg C.m⁻²dia⁻¹, entre 1997 a 2011. Nesse trabalho o autor sugere que a nova condição ambiental de ausência da plataforma de gelo para essas enseadas, pós-colapso, agem como polínias sazonais bastante produtivas. Fato reforçado pelos dados de concentrações de pigmentos do sedimento apresentados por Sañé *et al.* (2011).

As concentrações de clorofila-a e feofitina no presente trabalho foram muito maiores nas estações do Mar de Weddell que as estações da enseada Larsen A, e a taxa de Clo/Feo também aumentaram na direção costa-mar aberto. Raes *et al.* (2010) e Hauquier *et al.* (2012) também encontraram baixas concentrações de pigmentos na

região da Larsen A. A clorofila-a é utilizada como indicador da sedimentação recente de fitodetritos (PFANNKUCHE, 1993; SHIMANAGA& SHIRAYAMA, 2000) e a taxa Clo/Feo serve para avaliar o estado de preservação da clorofila e podem ajudar a explicar se o fitodetrito no sedimento é recente (material menos degradado, mais lábil) ou não (mais refratário).

Em Sañé *et al.* (2011), o sedimento analisado foi considerado fino, com mais de 80% dos grãos menores que 63 μm , e foram observadas que as concentrações de clorofila-a diminuíram muito com a profundidade da coluna sedimentar. As concentrações observadas de clorofila-a foram de 1,20 $\mu\text{g.g}^{-1}$ e de feofitina foram de 4,5 $\mu\text{g.g}^{-1}$ na camada superficial do sedimento, na estação mais ao norte da Larsen B (portanto mais próxima às estações do presente trabalho). Aqui também não houve correlação entre as concentrações dos pigmentos com o diâmetro médio do sedimento, como no presente trabalho, o que pode indicar que a granulometria não explica a distribuição dos pigmentos (SAÑÉ *et al.*, 2011).

A taxa Clo/Feo ficou em torno de 0,2 na camada superficial, diminuindo com a profundidade do sedimento. Os valores obtidos para essa taxa indicam que no local há mais transporte vertical de fitodetritos do que lateral (SAÑÉ *et al.*, 2011), assim como os outros dados sugerem que a região da Larsen B ainda está em processo de recolonização pela infauna, devido às baixas taxas de bioturbação, comparada às estações de mar aberto. Gilbert & Domack (2003) tiraram fotos das cores de sedimento finos com porcentagens de areia, coletados na mesma região, revelando uma comunidade epibêntica herbívora (“grazers”) e uma infauna pobre, indicativo de baixa bioturbação e pouca mistura sedimentar. Como não foram realizadas coletas na enseada Larsen A, pode-se apenas supor que nessa região os valores para taxas de bioturbação também são baixos, devido às concentrações de pigmentos e à variação da taxa Clo/Feo do sedimento serem parecidas às da estação Larsen B Norte de Sañé *et al.* (2011).

O uso da peneira de 32 μm como limite inferior para a meiofauna se mostrou acertada, uma vez que quase todos os outros trabalhos de meiofauna de regiões polares usam a mesma malha (HERMAN& DAHMS, 1992; FABIANO& DANOVARO, 1999; VANREUSEL *et al.*, 2000; GUTT *et al.*, 2011; FONSECA& SOLTWEDEL, 2007; LIN *et al.*, 2014; GHELLER, 2014) ou a mais parecida, de 38-40-45-63 μm (VANHOVE *et al.*, 1995, VANAVERBEKE *et al.*, 1997; CORNELIUS& GOODAY, 2004; ROSE *et al.*, 2014). Vincx *et al.* (1994) propuseram uma padronização do tamanho da meiofauna de mar profundo, entre 32 μm e 1000 μm , para facilitar a comparação

entre estudos. Porém, a peneira utilizada como limite superior de tamanho da meiofauna difere da maioria dos trabalhos. Sharma *et al.* (2011) trabalhando no Golfo do México, empregou a peneira de 300 µm para separar a macro- da meiofauna, da mesma maneira que ocorreu no presente estudo. Os nemátodes e copépodes das diferentes peneiras foram tratados separadamente, e Sharma *et al.* (2011) discutiram sobre as diferenças funcionais da nematofauna de diferentes tamanhos. Tanto a densidade quanto a diversidade dos grupos da meiofauna podem ser um pouco maior que as encontradas no presente trabalho, devido a diferenças metodológicas com outros trabalhos. Snider *et al.* (1984) também utilizou a peneira de 300 µm para a separação da meio- e da macrofauna. Foi relatado anteriormente (ESCOBAR-BRIONES *et al.*, 2008) que a separação manual da meiofauna, quando comparada com a centrifugação com Ludox, conseguiu mais grupos e maiores abundâncias de nemátodes.

Mesmo empregando a peneira de 300 µm para separar os tipos de fauna, os valores de densidade encontrados no presente trabalho estão dentro ou próximo aos valores descritos por Gutt *et al.* (2011) e Gheller (2014) - para o ano de 2008, porém maiores que os apresentados por Rose *et al.* (2014) na mesma área de estudo do presente trabalho e Cornelius & Gooday (2004) e abaixo dos apresentados por Herman & Dahms (1992), Vanhove *et al.* (1995) e Gheller (2014) - para o ano de 2009. Os valores apresentados por Rose *et al.* (2014) sugerem que a comunidade meiofaunística das regiões anteriormente cobertas por plataformas de gelo não se recuperaram da limitação por alimento. Já a variação interanual obtida da densidade da meiofauna por Gheller (2014) coincidiu com condições climáticas bastante diferentes entre os anos.

As altas densidades na região de mar aberto na Bacia de Weddell se devem provavelmente à maior produtividade primária desse local, comparado à enseada Larsen A (BERTOLIN & SCHLOSS, 2009; CAPE *et al.*, 2014). Os detritos provenientes da produtividade fitoplanctônica são uma importante fonte de alimento para o bentos de mar profundo, e estiveram correlacionados à quase todas as densidades, tanto da meio- quanto da macrofauna. Considerando apenas as estações da enseada Larsen A, a mais próxima da costa foi a que apresentou maiores valores de densidade de meio- e macrofauna. Apesar das porcentagens de MO serem muito baixas, pode-se especular que desde a desintegração da plataforma de gelo o transporte de material terrígeno aumentou consideravelmente em comparação como cenário anterior à quebra da plataforma, quando a única entrada de material era através de advecção horizontal (RAES *et al.*, 2010).

Essas altas densidades nas estações do Mar de Weddell não corresponderam ao descrito por Soltwedel (2000), segundo o qual áreas da margem continental de região polar deveriam apresentar os maiores valores.

Gutt *et al.* (2011) coletaram tanto a meio- como a macroepifauna das extintas plataformas de gelo Larsen A e B. Mesmo utilizando a peneira de 1000 µm como limite superior da meiofauna as densidades da meiofauna nas estações da Larsen A (308 a 859 indivíduos/10 cm²) foram similares aos valores obtidos no presente trabalho, mas a quantidade de táxons encontrada (19) foi maior que a do presente estudo. A análise de ordenação nMDS feita por Gutt *et al.* (2011) mostrou uma separação entre as estações da Larsen A com a da Larsen B (cold seep, e norte/oeste) para a meiofauna, mas para a macroepifauna esse cenário não foi tão aparente. A Larsen A teve densidades maiores que a Larsen B, porém em ambas as enseadas as densidades foram consideradas baixas, devendo-se provavelmente ao alimento como fator limitante que havia na condição oligotrófica anterior à desintegração das plataformas de gelo (GUTT *et al.*, 2011). Infelizmente a meiofauna das estações mais a leste, em direção ao Mar de Weddell, não foi coletada por Gutt *et al.* (2001), diminuindo o poder de comparação entre os trabalhos.

Hauquier *et al.* (2012) investigaram a meiofauna da Larsen B (foco na região de exsudação fria) e A para ver se ela seria menor em termos de densidade e riqueza de espécies devido ao menor aporte de alimento causada pela cobertura de gelo. Eles também encontraram que o número de grupos da meiofauna foi baixo na região da Larsen B, próximo ao local da exsudação, comparado à outras estações das duas enseadas Larsen (A e B) e outras regiões antárticas, e que houve dominância de Nematoda (HERMAN & DAHMS, 1992; FABIANO & DANOVARO, 1999). Na estação ao sul da Larsen A a densidade obtida para a meiofauna nesse trabalho foi inferior a 1000 indivíduos/ 10 cm². De acordo com Raes *et al.* (2014), a estação mais a leste da Larsen B pode representar um estágio a frente de sucessão ecológica na colonização, em termos de diversidade de nemátodes.

A dominância de nemátodes, seguidos por copépodes e náuplios era esperada (HERMAN & DAHMS, 1992; VANHOVE *et al.*, 1995; CORNELIUS & GOODAY, 2004; HAUQUIER *et al.*, 2012; LINS *et al.*, 2014; ROSE *et al.*, 2014; GHELLER, 2014), e o número de grandes grupos encontrado na área de estudo foi baixo. Isso pode ser um reflexo do estágio sucessional em que a região da Larsen A se encontra.

Rose *et al.* (2014) também encontrou maior número de táxons nas estações com sedimentos mais grossos (no Mar de Weddell), que podem ser resultantes do maior hidrodinamismo da região. Apesar disso, a estação mais próxima à costa também teve um número maior de organismos de diferentes táxons da meiofauna que as outras estações da enseada. O mesmo se repetiu também para a macrofauna.

A tendência de diminuição da densidade com a diferença batimétrica, observada por Herman & Dahms (1992), Vanhove *et al.* (1995) e Gheller (2014) também ocorreu regionalmente no presente estudo. As estações do Mar de Weddell são mais rasas (entre 430 e 540 metros), enquanto que as localizadas na enseada Larsen A variam entre 570 a 790 metros de profundidade. Essa separação ficou bastante aparente na análise de agrupamento.

Bivalvia e Ostracoda da meiofauna apresentaram as maiores densidades nas estações mais rasas, o que pode estar relacionado à CCD local. Porém não é tão visível a possível influência da CCD para os organismos da macrofauna (Bivalvia e Ophiuroidea), sendo necessários mais estudos em diferentes regiões do Mar de Weddell.

Os organismos da meiofauna passam sua vida toda no espaço intersticial e respondem às mudanças no diâmetro médio do sedimento, uma vez que essas diferenças podem alterar outros parâmetros como concentração de oxigênio e potencial redox (VINCX, 1996). Apenas a densidade dos nemátodes se correlacionou negativamente com a porção de silte, sendo maior nas estações do Mar de Weddell e na estação mais próxima à costa, exatamente as três com maiores porcentagens de areia. A falta de correlação entre as densidades da meiofauna e as frações granulométricas pode ser um indicativo que, nesse caso, a granulometria não seja um fator estruturador da comunidade. De fato, como somente os pigmentos do sedimento se correlacionaram com as densidades da maioria dos táxons, especula-se que a disponibilidade de alimento é mais importante aqui que a granulometria ou outros possíveis fatores recorrentes em regiões de mar profundo (*i.e.*, topografia e correntes), além da questão da diferença na profundidade observada entre as regiões. Essa constatação corrobora com o descrito anteriormente por Rose *et al.* (2014) sobre a limitação por alimento.

Entre os grupos da meiofauna, nemátodes e copépodes harpacticóides respondem rapidamente ao fluxo de fitodetritos (THIEL *et al.*, 1988; 1989), porém pouco ainda se sabe sobre a resposta da meiofauna em relação aos pulsos sazonais de fitodetritos (SHIMANAGA & SHIRAYAMA, 2000). Nemátodes tendem a ser sensíveis às mudanças na disponibilidade de alimento (FABIANO & DANOVARO, 1999;

VANHOVE *et al.*, 2004, HAUQUIER *et al.*, 2012), o que pode explicar porque as estações de mar aberto apresentaram as maiores densidades para esse grupo.

As maiores abundâncias de Copepoda nas estações com maior porcentagem de areia conferem com a preferência do grupo com grãos mais grossos (COUL, 1988). Porém, as maiores abundâncias de Kinorhyncha nas estações do Mar de Weddell no presente trabalho não seguiram o esperado para esse táxon, ao contrário do observado por Gheller *et al.* (2014).

Não foram realizados testes de agrupamento com as densidades da meiofauna de cada estrato, porém pelo perfil de densidade dos grupos por profundidade do sedimento é possível observar que apenas Nematoda apresentou uma distribuição mais homogênea entre as camadas sedimentares, encontrada também por Gheller (2014).

A principal diferença entre o presente trabalho e o de Vanhove *et al.* (1995) é que apesar de ambos terem realizado transectos na direção costa-mar, o presente trabalho coletou em uma região que apresentou uma grande mudança na sua condição ambiental nos últimos 20 anos, de plataforma de gelo, para região livre do gelo. Pode-se especular que a diferença na dinâmica do fluxo de detritos e na sedimentação da área estudada após a desintegração da sua plataforma de gelo sejam apenas dois dos fatores estruturadores da comunidade, e precisam ser melhor estudadas, multidisciplinarmente.

Em relação à biomassa da meiofauna antártica, poucos estudos foram realizados. A tendência de diminuição da biomassa com o aumento da profundidade (CARNEY, 2005) não foi observada no presente trabalho, apesar de não ter sido realizada nenhuma análise estatística com a batimetria como parâmetro.

Apesar da nematofauna referente a esse projeto ser discutida mais a fundo em Vanhove *et al.* (1999), valores para as biomassas dos nemátodes são apresentados em Vanhove *et al.* (1995). A biomassa total de nemátodes variou entre $126 \pm 47,2 \mu\text{g}$ peso seco/ 10 cm^2 (561 m) a $966 \pm 698,6 \mu\text{g}$ peso seco/ 10 cm^2 (537 m), estando muito acima dos obtidos no presente trabalho, sendo que os maiores valores para a biomassa foram encontrados em Vanhove *et al.* (1995) nas estações mais próximas da costa e da plataforma de gelo Riiser-Larsen. Foi possível constatar que a tendência da densidade de nemátodes e da biomassa foram a mesma. A biomassa individual dos nemátodes também foi maior mais próximo à costa, com valores médios de $0,23 \mu\text{g}$ PS e o comprimento médio foi de $892 \mu\text{m} \pm 579$. Esses valores indicam que a alta densidade de Nematoda elevou a biomassa total, como o ocorreu no presente estudo. Porém, tanto o

tamanho dos nemátodes quanto as biomassas individuais e totais medidas no presente trabalho foram menores que em Vanhove *et al.* (1995).

Tanto os valores de biomassa individual quanto total ficaram abaixo dos apresentados por Gheller (2014) no estrato de 0-2 cm. E no presente estudo a tendência de redução do corpo dos nemátodes por causa da profundidade (Vanhove *et al.*, 1999) não foi clara. Isso só pode ser observado ao se comparar as regiões, pois as duas estações do Mar de Weddell tiveram comprimentos médios menores que a enseada Larsen A, mas entre as estações da enseada e entre as estações do Mar de Weddell esse padrão não se confirmou. As medidas médias (comprimento e largura) do corpo também ficaram abaixo das encontradas por Gheller (2014).

Vale ressaltar que foi feita apenas a biomassa da camada superficial do sedimento. Pode ser que com os dados das camadas de 1-2 e 2-3 centímetros do sedimento os padrões mudem.

A ligação entre a produtividade primária e a biomassa da meiofauna (nemátodes somente) foi investigada também por Lins *et al.* (2014) em diferentes locais do Oceano Austral. Na estação coletada no Mar de Weddell a densidade média da meiofauna foi de 704,2 indivíduos/10 cm², similar, portanto, à do presente trabalho, sendo que mais de 92% dessa densidade foi de nemátodes (648,4 indivíduos), com a biomassa nessa estação igual a 11,75 µg PS.

Sharma *et al.* (2011) também obteve estimativas de biomassa (peso seco) de Nematoda do Golfo do México, com a mesma taxa do peso úmido (25%), e observou que a amplitude dos valores de biomassa individual variou entre 0,6 a 3,03 (média da biomassa individual: $1,38 \pm 0,78$) µg e as medidas médias de corpo dos nemátodes observadas foram: 300-3500 µm de comprimento e 25-110 µm de largura.

A falta de réplicas nas estações 22 e 26 ficou bastante aparente nos resultados das biomassas individual e total, tanto para nemátodes quanto para copépodes, pois os valores nessas estações foram discrepantes das estações vizinhas.

Tietjen *et al.* (1989) trabalhou em dois ambientes de mar profundo diferentes: a Planície Abissal Hatteras (5411 metros) e a Fossa de Porto Rico (7460 metros). As densidades encontradas no ponto mais profundo (44 ± 10 indivíduos) foram relativamente mais baixas que no outro local (114 ± 26). Essa fossa está numa região de baixa produtividade primária superficial. Nematoda foi o dominante em todas as estações, seguido por Copepoda. O tipo de sedimento na região estudada foi fino,

constituído de argilas siltosas e a peneira empregada na lavagem de sedimento foi a de 44 μm .

Apesar de analisarem as biomassas individual e total por unidades de C convertido, Tietjen *et al.* (1989) observaram que a tendência de biomassa ($\mu\text{g C}/10\text{ cm}^2$) e densidade (indivíduos/ 10 cm^2) foi a mesma entre as estações. Segundo Sebastian *et al.* (2007), Nematoda é mais importante que os outros táxons na meiofauna antártica tanto em termos de densidade quanto de biomassa. Nematoda foi responsável por pelo menos metade da biomassa total nas duas estações da Fossa de Porto Rico, e que os nemátodes na estação mais profunda (8189 m) foram maiores (maior biomassa individual). Já na estação da Planície Abissal Hatteras os copépodes contribuíram mais para a biomassa total, com 85%, do que Nematoda, que respondeu com apenas 13% da biomassa nesse local (TIETJEN *et al.*, 1989). É importante ressaltar que a biomassa de Copepoda não foi determinada pelo mesmo método de biovolume do presente trabalho, sendo realizada por pesagem em eletrobalança Cahn após secagem a 90 °C.

Apenas na estação mais afastada da costa, com maiores concentrações de pigmentos, porcentagem de matéria orgânica e contribuição de areia, é que a biomassa total dos copépodes ultrapassou a biomassa total dos nemátodes no presente estudo, influenciada pela alta densidade de copépodes nessa estação, o que foi mostrado pela análise de correlação. A identificação dos copépodes harpacticóides pode responder melhor sobre a variação da biomassa total entre as estações, pois o formato do corpo é um grande indicativo do seu modo de vida (WELLS, 1988). Além de que existe uma grande possibilidade de encontrar espécies novas, uma vez que cerca de 95% dos copépodes de mar profunda ainda não foram descritos, que podem resultar em incríveis 20 mil espécies (SEIFRIED, 2004).

Tietjen *et al.* (1989) não encontraram correlação entre densidade e biomassa de Nematoda com a profundidade, sendo que a estação mais profunda da Fossa de Porto Rico respondeu por até 4 vezes a biomassa que a outra estação de fossa, a 7460 m.

Em relação à distribuição vertical no sedimento, Tietjen *et al.* (1989) encontraram 92% dos nemátodes nos 2 primeiros cm, e nenhum copépode abaixo disso, na estação de 7460 m. Porém, na estação mais profunda (8189 m) e na mais rasa (5411 m – Planície Abissal Hatteras) tanto nemátodes quanto copépodes foram encontrados até os 6 cm de sedimento, sendo que apenas cerca de 40% da fauna total ficou restrita nos primeiros 2 cm. Os copépodes encontrados na estação da Planície Abissal (5411 m) eram, na sua maioria, de grandes escavadores, observados até os 10 cm de sedimento.

A variação das densidades da macrofauna no presente trabalho não seguiu a das densidades da meiofauna, apesar de também ter se correlacionado com as concentrações de pigmentos. Densidades mostradas em Grebmeier & Barry (1991), numa comparação entre regiões polares indica valores como 2400 a 11 mil indivíduos/m² nas ilhas Geórgia do Sul e Shetland do Sul, respectivamente. Numa comparação, os valores obtidos no presente trabalho ($3225,94 \pm 3620,43$ indivíduos/m² a $6961,25 \pm 6444,20$ indivíduos/m²) estão dentro dessa variação.

Blake *et al.* (2004) divulgaram os resultados do primeiro estudo quantitativo da infauna antártica da região do Mar de Weddell, utilizando peneira de 250 µm, encontrando 311 indivíduos de 9 filos em apenas 20 amostras, com dominância de poliquetas (67%), crustáceos (20%) e a soma dos outros táxons totalizando os 13% restantes. Na estação mais rasa, a 1100 m de profundidade (região de talude), as densidades foram as mais altas, com densidade média de 260 indivíduos/ 0,1 m². Nas outras estações de talude as densidades médias variaram entre 48 e 63 indivíduos/ 0,1 m². Já na central da Bacia de Weddell a densidade média foi baixa, com 39 indivíduos/ 0,1 m².

Nesse estudo dentro de Polychaeta, 64% não puderam ser identificados, sendo provavelmente, espécies novas. Tanaidáceos foram os crustáceos mais abundantes, seguido por isópodas. Também foram encontrados nemérteos, sipúnculas, moluscos aplacóforas, ofiuróides, holotúrias, ascídias e enteropneustas. Esses dados sugerem que a região de talude e mar profundo antárticas são ricas em espécies, apesar da baixa densidade em algumas áreas (BLAKE *et al.*, 2004), e que o alimento talvez não seja o principal fator limitante na Bacia de Weddell, pois uma camada de fitodetritos foi encontrada em todas as estações coletadas.

No presente trabalho, Polychaeta contribuiu com mais de 55% da macrofauna total, seguida por Bivalvia, com 20,5%. Essa dominância de Polychaeta também foi observada por Snider *et al.* (1984) e Blake *et al.* (2004).

Em outro trabalho no Mar de Weddell (LINSE *et al.*, 2007), as estações mais profundas foram as mais diversas em termos de grupos da macrofauna. Polychaeta, Bivalvia e Malacostraca foram mais abundantes, com porcentagens que variaram entre 10 a 30% cada táxon.

Através da análise de agrupamento dois grupos de estações foram criados, baseados nas densidades dos principais táxons: o primeiro formado pelas estações com densidades mais baixas, da região central da enseada Larsen A, e outro, com maiores

densidades, que juntou as estações do Mar de Weddell coma estação mais próxima da costa, onde a plataforma de gelo se desintegrou em 1995. Essa divisão pode ser explicada pela quantidade de alimento disponível nessas estações, mesmo argumento usado para a divisão da meiofauna entre as estações. Pode-se sugerir que a junção da estação 21 no caso se deve ao fato da macrofauna utilizar os recursos alimentares de forma diferente da meiofauna.

Snider *et al.* (1984) analisaram as densidades e biomassas da nanobiota, meiofauna e macrofauna de uma estação de mar profundo (5800 metros) no Pacífico Norte, com a finalidade de comparar as respectivas densidades e biomassas. Em relação à macrofauna, 69% da abundância total foi contribuição de Polychaeta, e a densidade média obtida, de $590 \pm 417 \text{ ind/ m}^2$ é comparável a outro trabalho na mesma região (HESSLER&JUMARS, 1974). Considerando-se apenas os organismos metazoários da meiofauna, nemátodes responderam com 90% da abundância e 55% do volume, enquanto copépodes contribuíram com 9% da abundância e 44% do volume. Tardigrada, Ostracoda, Kinorhyncha e Gastrotricha somaram o 1% restante. Tanto a abundância quanto o biovolume da meiofauna se concentraram nos 2 primeiros centímetros do sedimento assim como o conteúdo de água no sedimento, enquanto a macrofauna foi encontrada somente no primeiro centímetro. Nesse trabalho os autores observaram que as abundâncias e biomassas da nanobiota e meiofauna foram maiores que da macrofauna.

O foco das pesquisas tem sido a epifauna macro- e megabêntica, e não a macrofauna. O pouco conhecimento do bentos de mar profundo antártico dificulta o entendimento dos padrões globais da diversidade (GAGE, 2004) e da origem e história da fauna bêntica (BLAKE *et al.* (2004), assim como a comparação com outras área de mar profundo.

Os resultados obtidos no presente trabalho sugerem que a comunidade bêntica da enseada Larsen A é diferente da comunidade do Mar de Weddell em concordância com os dados encontrados em trabalhos anteriores (RAES *et al.*, 2010, GUTT *et al.*, 2011, HAUQUIER *et al.*, 2012, ROSE *et al.*, 2014), principalmente em termos de densidade da meio- e macrofauna e de riqueza de grupos.

Rose *et al.* (2014) sugerem que a meiofauna das enseadas Larsen (A e B) ainda estão em processo de recuperação (recolonização), após o impacto causado pela desintegração das suas plataformas de gelo. Apesar do fluxo de alimento ter aumentado na região, comparado à condição anterior aos colapsos, a disponibilidade de alimento

ainda pode ser considerado o principal fator estruturador das comunidades na área estudada. Porém a macrofauna precisa ser melhor investigada, para obtenção de resultados mais definitivos.

O presente trabalho foi o primeiro a investigar a variação espacial da biomassa da meiofauna (de nemátodes e copépodes) na área da enseada Larsen A, e avaliou que tanto a biomassa total quanto a individual de Nematoda e Copepoda variaram bastante na área de estudo e a biomassa total dos copépodes foi maior apenas em uma estação do Mar de Weddell.

7. CONCLUSÕES

- Houve uma maior contribuição de sedimentos finos próximos à costa, e maiores porcentagens de areia nas estações do Mar de Weddell. Porém a classificação granulométrica se manteve como silte arenoso e praticamente não teve variação entre os estratos.
- Os valores de % MO e % CaCO_3 encontrados foram muito baixos. No transecto, maiores valores de matéria orgânica foram encontrados mais distantes da costa, provavelmente devido ao maior aporte de fitodetritos; enquanto que os maiores valores de carbonato foram encontrados próximos à costa. Além disso a MO apresentou um “pico” em subsuperfície (1-2 cm) em todas as estações, exceto a 21 (onde a plataforma de gelo se desintegrou em 1995).
- A concentração total dos pigmentos seguiu a tendência da concentração de feofitina, crescente em direção ao Mar de Weddell. Já a clorofila apresentou seu valor mais alto na estação mais distante da costa, com um “pico” em subsuperfície (1-2 cm). Isso pode ser um indicativo de que a deposição nas regiões de mar aberto é mais recente.
- Em termos de porcentagens relativas, Nematoda contribuiu com 88% da meiofauna total, Copepoda com 3,5% e Nauplii com 6,2%, comparável às dominâncias de grupo de outros trabalhos.
- A densidade total da meiofauna seguiu a tendência da densidade dos nemátodes. A menor densidade de copépodes também foi encontrada em uma estação da enseada Larsen A (próxima ao limite histórico do gelo de 1986) e a maior densidade em uma estação do Mar de Weddell (mais distante da costa).

- Nemátoda foi o único grupo a apresentar uma distribuição vertical mais homogênea, em algumas estações, provavelmente à sua maior resistência a menores concentrações de oxigênio no sedimento.
- Houve uma separação muito clara entre as estações da Larsen A e as do Mar de Weddell, baseado nos dados de densidades médias da meiofauna, sendo maiores nas estações de mar aberto.
- Quase todos os grupos da meiofauna tiveram correlação positiva fraca com as concentrações de pigmentos, exceto Polychaeta, Bivalvia e Crustacea. Em relação aos outros parâmetros ambientais, apenas Nematoda se correlacionou negativamente com a porcentagem de silte.
- A biomassa total dos nemátodes seguiu à biomassa individual do grupo e parcialmente à densidade dos nemátodes, e foi maior que a de Copepoda.
- A biomassa individual dos copépodes foi geralmente o triplo da biomassa individual dos nemátodes. Ainda assim a biomassa total dos nemátodes foi maior, com exceção da estação mais distante da costa, que também apresentou maior densidade de copépodes.
- Nemátodes e copépodes da peneira de 300 μm seguiram a tendência de seus similares da peneira de 32 μm .
- Dentro da macrofauna, Polychaeta contribuiu com 55,2% e Bivalvia com 20,5% no geral.
- A densidade total da macrofauna foi maior na estação mais distante da costa, e não seguiu a densidade de nenhum grupo. A densidade de Polychaeta foi menor na estação 24 e maior na estação 21, enquanto que a densidade de Bivalvia foi menor na estação 21 e maior na 28.
- A estação mais próxima da costa se agrupou com as estações do Mar de Weddell, em relação à macrofauna, mas não foi possível identificar o motivo dessa separação.
- A densidades dos grupos mais abundantes (tanto da meiofauna quanto da macrofauna) apresentaram correlações positivas fracas com as concentrações de clorofila-a e feofitina.
- Os dados sugerem que a comunidade bêntica da enseada Larsen A ainda sente a diferença no fluxo de detritos, e que a disponibilidade de alimento é o principal fator estruturador nos dois ambientes estudados.

8. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A aluna pretende concluir o trabalho finalizando a determinação da biomassa da meiofauna e, futuramente identificar os Nematoda. Seria interessante também examinar o “resíduo” das amostras, ou seja, o que sobrou após a elutriação da meiofauna com o Ludox, apenas para verificação do erro desse método.

Pretende-se analisar mais detalhadamente os nemátodes retidos na peneira de 300, além dos de 32, para avaliar se são duas comunidades diferentes, como observado por Sharma et al (2011).

Não existem muitos dados sobre a biomassa dos copépodes de mar profundo. Sendo assim, os dados obtidos nesse trabalho podem servir como base para comparação futura em outros projetos. Mas a identificação desse táxon pode apresentar mais respostas.

Os dados da macrofauna são importantes por se referirem a uma região ainda pouco estudada e merecem mais detalhes, principalmente em relação à identificação de espécies.

Pode-se estimar também a biomassa da macrofauna, caso haja mais amostras coletadas, considerando-se que nesse tipo de análise os organismos são queimados e perdidos para uma futura identificação.

As amostras de pigmentos do sedimento por HPLC ainda estão em processo de análise, e quando prontas serão integradas aos outros parâmetros ambientais.

Uma outra coleta na mesma região (se fosse possível), dentro de mais alguns anos, poderia ajudar a compreender melhor a importância da desintegração da plataforma de gelo na estruturação da comunidade benthica, como também foi sugerido por Rose *et al.* (2014). A mudança na condição ambiental das regiões costeiras onde existia anteriormente uma plataforma de gelo precisa ser melhor investigada.

9. REFERÊNCIAS

- ALKEMADE, R.; WIELEMAKER, A.; DE JONG, S.A.& SANDEE, A.J.J. Experimental evidence for the role of bioturbation by the marine nematode *Diplolaimelladievangatensis* in stimulating the mineralization of *Spartinaanglicadetritus*. *Marine Ecology Progress Series*, v. 90, p. 149-155. 1992.

- ANDERSON, M. J.; GORLEY, R. N.; CLARKE, K. R. **PERMANOVA+ for Primer:** Guide to software and statistical methods. Plymouth: PRIMER-E Ltd., 214 p. 2008.
- ARNTZ, W.E.; BREY, T. & GALLARDO, V.A. Antarctic zoobenthos. *Oceanography and Marine Biology Annual Review*, v. 32, p. 241-304. 1994.
- BART, P.J. & IWAI, M. The overdeepening hypothesis: How erosional modification of the marine-scape during the early Pliocene altered glacial dynamics on the Antarctic Peninsula's Pacific margin. *Paleogeography, Paleoclimatology, Palaeocology* (doi: 10.1016/j.palaeo.2011.06.010). 2011.
- BERTOLIN, M.L. & SCHLOSS, I.R. Phytoplankton production after the collapse of the Larsen A ice shelf, Antarctica. *Polar Biology*, v. 32, p. 1435-1446. 2009.
- BLAKE, J.A. & NARAYANASWAMY, B.E. Benthic infaunal communities across the Weddell Sea Basin and South Sandwich Slope, Antarctica. *Deep-Sea Research II*, v. 51, p. 1797-1815. 2004.
- BRACHFELD, S.; DOMACK, E.; KISSEL, C.; LAJ, C.; LEVENTER, A.; ISHMAN, S.; GILBERT, R.; CARMELENGHI, A. & EGLINTON, L.B. Holocene history of the Larsen-A ice shelf constrained by geomagnetic paleointensity dating. *Geology*. V. 31, n. 9; p. 749-752. 2003.
- BREY, T. & GERDES, D. High Antarctic macrobenthic community production. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*, v. 231, p. 191-200. 1998.
- BRIERLEY, A.S. & THOMAS, D.N. Ecology of Southern Ocean pack ice. *Advances in Marine Biology*, 43, 171–276. 2002.
- CAPE, M.R.; VERNET, M.; KAHRU, M. & SPREEN, G. Polynya dynamics drive primary production in the Larsen A and B embayments following ice shelf collapse. *Journal of Geophysical Research: Oceans*, v. 119, p. 572-594. 2014.
- CARNEY, R. S. Zonation of deep biota on continental margins. *Oceanography and Marine Biology: an Annual Review*, v. 43, p. 211-278, 2005.
- CLARKE, A. & JOHNSTON, N.M. Antarctic marine benthic diversity. *Oceanography and Marine Biology Annual Review*, v. 41, p. 47-114. 2003.
- CLARKE, A.; MURPHY, E.J.; MEREDITH, M.P.; KING, J.C.; PECK, L.S.; BARNES, D.K.A. & SMITH, R.C. Climate change and the marine ecosystem of the western Antarctic Peninsula. *Philosophical Transactions of the Royal Society*, v. 362, p. 149-166. 2007.

- CLARKE, K. R.; WARWICK, R. M. *Change in marine communities: an approach to statistical analysis and interpretation*. 2. ed. Plymouth: PRIMER-E Ltd., 2001.
- CLARKE, K.R. & GORLEY, R.N. Primer v6: User Manual/Tutorial. Plymouth: PRIMER-E, 190 p. 2006.
- CORNELIUS, N. & GOODAY, A.J. 'Live' (stained) deep-sea benthic foraminiferans in the western Weddell Sea: trends in abundance, diversity and taxonomic composition along a depth transect. *Deep-Sea Research*, v. 51, p. 1571-1602. 2004.
- COULL, B. C. Ecology of the marine meiofauna. In: HIGGINS, R.P. & THIEL, H. (Eds). *Introduction to the study of meiofauna*. Smithsonian Institution Press, Washington, 18-38 p. 1988.
- DAYTON, P.K. Polar benthos. In: Smith, W.O. (Ed). *Polar oceanography. Part B. Chemistry, biology and geology*. Academic Press, London. 1990.
- DE GRISSE, A. A labour –saving method for fixing and transferring eelworms to anhydrous glycerin. *LandbHogesch. OpzoekStns – Leerstoel Dierk*, Gent, p. 4, 1965.
- DOAKE, C. S. M. State of balance of the ice sheet in the Antarctic Peninsula. *Annals of Glaciology*.v.3, p. 77–82. 1982.
- DOAKE, C.S.M.; CORR, H.F.J.; ROTT, H.; SKVARCA, P. & YOUNG, N.W. Breakup and conditions for the stability of the northern Larsen Ice Shelf, Antarctica. *Nature*, v. 391, p. 778-780. 1998.
- DUPLISEA, D.E. & HARGRAVE, B.T. Response of meiobenthic size-structure, biomass and respiration to sediment organic enrichment. *Hidrobiologia*, v. 339, n. 1/3, p. 161-170. 1996.
- EL-SAYED, S.Z. & TAGUCHI, S. Primary production and standing crop of phytoplankton along the ice-edge in the Weddell Sea. *Deep-Sea Research*, v. 28A, n. 9, p. 1017-1032. 1981.
- ESCOBAR-BRIONES, E.G.; DIAZ, C. & LEGENDRE, P. Meiofauna community structure of the deep-sea Gulf of Mexico: variability due to the sorting method. *Deep-Sea Research II*, v. 5, p. 2627-2633. 2008.
- ESRI. ArcGIS Resources. Disponível em: <<http://resources.arcgis.com/en/home/>>. Acessado em: 13 de fevereiro de 2014.

- FABIANO, M. & DANOVARO, R. Meiofauna distribution and mesoscale variability in two sites of the Ross Sea (Antartica) with contrasting food supply. *Polar Biology*, v. 22, p. 115-123. 1999.
- FELLER, R.J. & WARWICK, R.M. Energetics. In: HIGGINS, R.P., THIEL, H. (Eds.), *Introduction to the study of meiofauna*. Smithsonian Institution Press, Washington, D.C. London, pp. 181-196. 1988.
- FOLK, L.R. & WARD, W.C. Brazos river bar: a study in the significance of grain size parameters. *Journal of Sedimentary Petrology*, v. 27, n. 1, p. 3-26. 1957.
- FONSECA, G. & SOLTWEDEL, T. Deep-sea meiobenthic communities underneath the marginal ice zone off Eastern Greenland. *Polar Biology*, v. 30, p. 607-618. 2007.
- FORDE, J.; COLLINS, P.C.; PATTERSON, A. & KENNEDY, R. 2012. Comparison of granulometric methods and sampling strategies used in marine habitat classification and Ecological Status assessment. *Marine Pollution Bulletin*, v. 64, p. 1018-1028.
- GÁLERON, J.O.; HERMAN, R.L.; ARNAUD, P.M.; ARNTZ, W.E.; HAIN, S. & KLAGES, M. Macrofaunal communities on the continental shelf and slope of the southeastern Weddell Sea, Antartica. *Polar Biology*, v. 12, p. 283-290. 1992.
- GALLARDO V.A. The sublittoral macrofaunal benthos of the Antarctic shelf. *Environment International*, v. 13, p. 71-81. 1987.
- GAGE, J.D. Diversisty in deep-sea benthic macrofauna: the importance of local ecology, the larger scale, history and the Antartic. *Deep-Sea Research*, v. 51, p. 1689-1708. 2004.
- GHELLER, P.F. *A meiofauna e os Nematoda da enseada Martel (Antártica) e seu uso em monitoramento ambiental*. Dissertação de Mestrado, Instituto Oceanográfico da Universidade de São Paulo, SP, 240 p. 2007.
- GHELLER, P.F. *A meiofauna da baía do Almirantado e áreas adjacentes no estreito de Bransfield (Antártica), com ênfase em Nematoda*. Tese de Doutorado, Instituto Oceanográfico da Universidade de São Paulo, SP, 171 p. 2014.

- GIERE, O. *Meiobenthology, the microscopic fauna in aquatic sediments*. Springer-Verlag, Berlin, 328 p. 1993.
- GIERE, O. *Meiobenthology: The microscopic motile fauna of aquatic sediments*. 2nd ed. Springer, 528 p. 2009.
- GILBERT, R. & DOMACK, E.W. Sedimentary record of disintegrating ice shelves in a warming climate, Antarctic Peninsula. *Geochemistry, Geophysics, Geosystems*, v. 4, n. 4, p. 1-12. 2003.
- GILLE, S. How ice shelves melt. *Science*, v. 346, n. 6214, p. 1180-1181. 2014.
- GRAF, G. Benthic-pelagic coupling: A benthic view. *Oceanography and Marine Biology: Annual Review*, v. 30, p. 149-190. 1992.
- GREBMEIER, J.M.; & BARRY, J.P. The influence of oceanographic processes on pelagic-benthic coupling in polar regions: A benthic perspective. *Journal of Marine Systems*, v. 2, p. 495-518. 1991.
- GROSS, M.G. 1971. Carbon determination. In: Carver, R.E. (Ed). *Procedures in sedimentary petrology*, New York, Wiley-Interscience. p. 573-596.
- GUTT, J., STARMANS, A. & DIECKMAN, G. Impact of iceberg scouring on polar benthic habitats. *Marine Ecology Progress Series*, v. 137, p. 311-316. 1996.
- GUTT, J. On the direct impact of ice on marine benthic communities, a review. *Polar Biology*, v. 24, n. 8, p. 553-564. 2001.
- GUTT, J. & STARMANS, A. Quantification of iceberg impact and benthic recolonization patterns in the Weddell Sea (Antarctica). *Polar Biology*, v. 24, p. 615-619. 2001.
- GUTT, J. & PIEPENBURG, D. Scale-dependent impact on diversity of Antarctic benthos caused by grounding of icebergs. *Marine Ecology Progress Series*, v. 253, p. 77-83. 2003.
- GUTT, J.; SIRENKO, B.I.; SMIRNOV, I.S. & ARNTZ, W.E. How many macrozoobenthic species might inhabit the Antarctic shelf? *Antarctic Science*, v. 16, n. 1, p. 11-16. 2004.
- GUTT, J.; BARRAT, I.; DOMACK, E.; D'ACOS, C.D.; DIMMLER, W.; GRÉMARE, A.; HEILMAYER, O.; ISLA, E.; JANUSSEN, D.; JORGENSEN, E.; KOCK, K.H.; LEHNERT, L.S.; LÓPEZ-GONZÁLEZ, P.; LANGNER, S.; LINSE, K.;

- MANJÓN-CABEZA, M.E.; MEIBNER, M.; MONTIEL, A.; RAES, M.; SCHENKE, H.W.; SEILER, J. & SMITH, C. 2011. Biodiversity change after climate-induced ice-shelf collapse in the Antarctic. *Deep-Sea Research II*, v. 58, p. 74-83. 2011.
- HAUQUIER, F.; INGELS, J.; GUTT, J.; RAES, M. & VANREUSEL, A. Characterization of the Nematoda community of a Low-Activity cold seep in the recently ice-shelf free Larsen B area, eastern Antarctic Peninsula. *PLoS ONE*, v. 6, n. 7: e22240 (p. 1-13). 2012.
- HERMAN, R.I. & DAHMS, H.U. Meiofauna communities along a depth transect off Halley Bay (Weddell Sea – Antarctica). *Polar Biology*, v. 12, p. 313-320. 1992.
- HESSLER, R.R. & JUMARS, P.A. Abyssal community analysis from replicate box corers in the central North Pacific. *Deep-Sea Research*, v. 21, p. 185-209. 1974.
- HOLM-HANSEN, O.; LORENZEN, C.J.; HOLMES, R.W. & STRICKLAND, J.D.H. Fluorimetric determination of chlorophyll. *Journal of Marine Sciences*, v. 30, n. 1, p. 3-15. 1965.
- HOPPEMA, M.; MIDDAG, R.; DE BAAR, H.J.W.; FAHRBACH, E.; VAN WEERLEE, E.M. & THOMAS, H. Whole season net community production in the Weddell Sea. *Polar Biolgy*, v. 31, p.101–111. (doi:10.1007/s00300-007-0336-5). 2007.
- HOWE, J.A.; SHIMMIELD, T.M.; DIAZ, R. Deep-water sedimentary environments of the northwestern Weddell Sea and South Sandwich Islands, Antarctica. *Deep-Sea Research II*, v. 51, p. 1489-1514. 2004.
- IPCC: Climate Change 2007: The 4th assessment report to the intergovernmental panel on climate change. Disponível em: <<http://www.ipcc.ch>>.
- KING, J.C. Recent climate variability in the vicinity of the Antarctic Peninsula. *International Journal of Climatology*, v. 14, n. 4, p. 357-369. 1994.
- KONERT, M. & VANDENBERGHE, J. Comparison of laser grains size analysis with pipette and sieve analysis: a solution for the underestimation of the clay fraction. *Sedimentology*, v. 44, p. 523-535. 1997.
- LEE, H.J., GERDES, D.; VANHOVE, S. VINCX, M. Meiofauna response to iceberg disturbance on the Antarctic continental shelf at Kapp Norvegia (Weddell Sea). *Polar Biology*, v. 24, p. 926-933. 2001a.

- LEE, H.J.; VANHOVE, S.; PECK, L.S. & VINCX, M. Recolonisation of meiofauna after catastrophic iceberg scouring in shallow Antarctic sediments. *Polar Biology*, v. 24, p. 918-925. 2001b.
- LINS, L.; GUILINI, K.; VEIT-KOHLER, G.; HAUQUIER, R.; ALVES, M.S.; ESTEVES, A.M. & VANREUSEL, A. The link between meiofauna and surfasse productivity in the southern ocean. *Deep-Sea Research II* (doi: <http://dx.doi.org/10.1016/j.dsr2.2014.05.003>). 2014.
- LOIZEAU, J.-L.; ARBOUILLE, D.; SANTIAGO, S. & VERNET, J.-P. Evaluation of a wide range laser diffraction grains size analyser for use with sediments. *Sedimentology*, v.41, p. 353-361. 1994.
- LORENZEN, C.J. Determination of chlorophyll and pheo-pigments: Spectrophotometric equations. *Limnology and Oceanography*, v. 12, n. 2, p. 343-346. 1967.
- MACKENSEN, A.; GROBE, H.; KUHN, G. & FÜTTERER, D.K. Foraminiferal assemblages from the eastern Weddell Sea between 68 and 73°S: Distribution, ecology and fossilization potential. *Marine Micropaleontology*, v. 16, p. 241-283. 1990.
- MALVERN. Basic principles of particle size analysis. Application note. Disponível em: <www.malvern.com>. Acessado em: 21 maio de 2014.
- MUENCH, R.D. & GORDON, A.L. Circulation and transport of water along the western Weddell Sea margin. *Journal of Geophysical Research*, v. 100, n. 9, p. 18503-18515. 1995.
- PARK, M.G.; YANG, S.R.; KANG, S.-H.; CHUNG, K.H. & SHIM, J.H. Phytoplankton biomass and primary production in the marginal ice zone of the northwestern Weddell Sea during austral summer. *Polar Biology*, v. 21, p. 251-261. 1999.
- PFANNKUCHE, O. Benthic response to the sedimentation of particulate organic matter at the BIOTRANS station, 47 N, 20 W. *Deep-Sea Research II*, v. 40, p. 135-149. 1993.
- POTTHOFF, M.; JOHST, K. & GUTT, J. How to survive as a pioneer species in the Antarctic benthos: minimum dispersal distance as a function of lifetime and disturbance. *Polar Biology*, v. 29, p. 543-551. 2006.

- PUDSEY, P.J.; EVANS, J.; DOMACK, E.W.; MORRIS, P. & DEL VALLE, A.R. Bathymetric and acoustic facies beneath the former Larsen-A and Prince Gustav ice shelves, north-west Weddell Sea. *Antartic Science*, v. 13, n. 3, p. 312-322. 2001.
- PUDSEY, C.J.; MURRAY, J.W.; APPLEBY, P. & EVANS, J. Ice shelf history and foraminiferal evidence Northeast Antarctic Peninsula. *Quaternary Science Reviews*, v. 25, p. 2357-2379. 2006.
- PYE, K. & BLOTT, S.J. Particle size analysis of sediments, soils and related particulate materials for forensic purposes using laser granulometry. *Forensic Science International*, v. 144, p. 19-27. 2004.
- ORSI, A.H., NOWLIN JR., W.D. & WHITWORTH III, T. On the circulation and stratification of the Weddell Gyre. *Deep-Sea Research*, v. 49, p. 169-203. 1993.
- RAES, M., ROSE, A. & VANREUSEL, A. Response of nematode communities after large-scale ice-shelf collapse events in the Antarctic Larsen area. *Global Change Biology*, v. 16, p. 1618-1631. 2010.
- RAMASWAMY, V. & RAO, P.S. Grain size analysis of sediments from the northern Andaman Sea: Comparison of laser diffraction and sieve-pipette techniques. *Journal of Coastal Research*, v. 224, p. 1000-1009. 2006.
- REINARDY, B.T.I.; PUDSEY, C.J.; HILLEBRAND, C-H.; MURRAY, T. & EVANS, J. Contrasting sources for glacial and interglacial shelf sediments used to interpret changing ice flow directions in the Larsen Basin, Northern Antarctic Peninsula. *Marine Geology*, v. 266, p. 156-171. 2006.
- RIGNOT, E., CASASSA, G., GOGINENI, P., KRABILL, W., RIVERA, A. & THOMAS, R. Accelerated ice discharge from the Antarctic Peninsula following the collapse of Larsen B ice shelf. *Geophysical Research Letters*, v. 31, L18401. 2004.
- ROBERTSON, R., VISBECK, M., GORDON, A.L. & FAHRBACH, E. Long-term temperature trends in the deep waters of the Weddell Sea. *Deep-Sea Research II*, v. 49, p. 4791-4806. 2002.
- ROSE, A.; INGELS, J.; RAES, M.; VANREUSEL, A. & MARTÍNEZ, P.A. Long-term iceshelf-covered meiobenthic communities of the Antarctic continental shelf

- resemble those of the deep sea. *Marine Biodiversity*, (doi: 10.1007/s12526-0284-6). 2014.
- ROTT, H.; SKVARCA, P. & NAGLER, T. Rapid collapse of northern Larsen ice shelf, Antarctica. *Science*, v. 271, p. 788-792. 1996.
- ROTT, H., RACK, W., NAGLER, T. & SKVARCA, P. Climatically induced retreat collapse of northern Larsen Ice Shelf, Antarctic Peninsula. *Annals of Glaciology*, v. 27, p. 86-92. 1998.
- SAÑÉ, E., ISLA, E., GRÉMARE, A., GUTT, J., VÉTION, G. & DEMASTER, D.J. Pigments in sediments beneath recently collapsed ice shelves: The case of Larsen A and B shelves, Antarctic Peninsula. *Journal of Sea Research*, v. 65, p. 94-102. 2011.
- SARRETTA, A.; MASIOL, M. & MOLINAROLI, E. Development of algebra algorithms for automated generation of grains-size distribution maps. *Earth Surface Processes and Landforms*, v. 32, p. 1116-1127. 2007.
- SCAMBOS, T., HULBE, C., FAHNESTOCK, M. & BOHLANDER, R. The link between climate warming and break-up of ice shelves in the Antarctic Peninsula. *Journal of Glaciology*, v. 46, p. 516-530. 2000.
- SCAMBOS, T.A., BOHLANDER, J.A., SHUMAN, C.A. & SKVARCA, P. Glacier acceleration and thinning after ice shelf collapse in the Larsen B embayment, Antarctica. *Geophysical Research Letters*, v. 31, LI8402. 2004.
- SEIFRIED, S. The importance of a phylogenetic system for the study of deep-sea Harpacticoid diversity. *Zoological Studies*, v. 43, n. 2, p. 435-445. 2004.
- SEINHORST, J.W. On the killing and transferring to glycerol of nematodes. *Nematologica*, v. 8, p. 29-32. 1962.
- SHEPARD, F.P. Nomenclature based on sand-silt-clay ratios. *Journal of Sedimentary Petrology*, v. 24, n.3, p. 151-158. 1954.
- SHIMANAGA, M. & SHIRAYAMA, Y. Response of benthic organisms to seasonal change of organic matter deposition in the bathyal Sagami Bay, central Japan. *Oceanologia Acta*, v. 23, n. 1, p. 91-107. 2000.

- SHILLABEER, N.; HART, B. & RIDDLE, A.M. The use of a mathematical model to compare particle size data derived by dry-sieving and laser analysis. *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, v. 35, p. 105-111. 1992.
- SHARMA, J.; BAGULEY, J. BLUHM, B.A. & ROWE, G. Do meio- and macrobenthic nematodes differ in community composition and body weight trends with depth? *PLoS ONE*, v. 6, n. 1: e14491 (doi: 10.1371/journal.pone.0014491). 2011.
- SKVARCA, P., RACK, W., ROTT, H. & DONÁNGELO, T.I. Evidence of recent climatic warming on the eastern Antarctic Peninsula. *Annals of Glaciology*, v. 27, p. 628-632. 1998.
- SKVARCA, P., RACK, W., ROTT, H. & DONÁNGELO, T.I. Climatic trend and the retreat and desintegration of ice shelves on the Antarctic Peninsula: an overview. *Polar Research*, v. 18, n. 2, p. 151-157. 1999.
- SMITH, W.O. & NELSON, D.M. Phytoplankton growth and new production in the Weddell Sea marginal ice zone in the austral spring and autumn. *Limnology and Oceanography*, v. 35, n. 4, p. 809-821. 1990.
- SNIDER, L.J.; BURNETT, B.R. & HESSLER, R.R. The composition and distribution of meiofauna and nanobiota in a central North Pacific deep-sea area. *Deep-Sea Research*, v. 31, n. 10, pp. 1225-1249. 1984.
- SOLTWEDEL, T. Metazoan meiobenthos along continental margins: a review. *Progress in Oceanography*, v. 46, p. 59-84, 2000.
- SPAGNOLI, F.; BARTHOLINI, G.; DINELLI, E. & GIORDANO, P. Geochemistry and particle size of surface sediments of Gulf of Mandredonia (Southern Adriatic Sea). *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, v. 80, p. 21-30. 2008.
- STATSOFT, I. Statistica: data analysis software system. Version 12. **Statsoft**, 2014. Disponível em: <www.statsoft.com>.
- SUGUIO, K. *Introdução à Sedimentologia*. São Paulo. Edgard Blüecher, Editora da Universidade de São Paulo. 317 p. 1973.
- SUMIDA, P.Y.G.; BERNARDINO, A.F.; SMITH, C.R. & STEDALL, V.P. Temporal changes in benthic megafauna across the West Antarctic Peninsula shelf. *Deep-Sea Research II*, v. 55, p. 2465-2477. 2008.
- SUMIDA, P.Y.G.; SMITH, C.R.; BERNARDINO, A.F.; POLITO, P.S. & VIEIRA, D.R. Seasonal dynamics of megafauna on the deep West Antarctic Peninsula

- shelf in response to variable phytodetrital influx. *Royal Society Open Science*, v. 1, 140294. 2014.
- THIEL, H.; PFANNKUCHE, O.; SCRIEVER, G.; LOCHTE, K.; GOODAY, A.J.; HEMLEBEN, C.H.; MANTOURA, R.F.G.; TURLEY, C.M.; PATCHING, J.W. & RIEMANN, F. Phytodetritus on the Deep-Sea floor in a Central Oceanic region of the northeast Atlantic. *Biology and Oceanography*, v. 6, p. 203-239. 1988-1989.
- THISTLE, D. On the utility of metazoan meiofauna for studying the soft-bottom deep sea. *Vie et Milieu*, v. 53, n. 2/3, p. 97-101. 2003.
- TIETJEN, J.H.; DEMING, J.W.D.; ROWE, G.T.; MACKO, S. & WILKE, R. Meiobenthos of the Hatteras Abyssal Plain and Puerto Rico Trench: abundance, biomass and associations with bacteria and particulate fluxes. *Deep-Sea Research*, v. 36, n. 10, p. 1567-1577. 1989.
- VÄLISUO, I.; VIHMA, T. & KING, J.C. Surface energy budget on Larsen and Wilkins ice shelves in the Antarctic Peninsula: results based on reanalyses in 1989-2010. *The Cryosphere*, v. 8, p. 1519-1538. 2014.
- VANAVERBEKE, J.; MARTINEZ, P.A.; DAHMS, H.U. & SCHMINKE, H.K. The metazoan meiobenthos along a depth gradient in the Arctic Laptev sea with especial attention to nematode communities. *Polar Biology*, v. 18, p. 391-401. 1997.
- VANHOVE, S.; WITTOECK, J.; DESMET, G.; VAN DEN BERGHE, B.; HERMAN, R.L.; BAK, R.P.N.; NIEUWLAND, G.; VOSJAN, J.H.; BOLDRIN, A.; RABITTI, S. & VINCX, M. Deep-sea meiofauna communities in Antarctica: structural analysis and relation with the environment. *Marine Ecology Progress Series*, v. 127, p.: 65-76. 1995.
- VANHOVE, S.; WITTOECK, J.; BEGHYN, M.; VAN GANSBEKE, D.; VAN KENHOVE, A.; COOMANS, A. & VINCX, M. Role of the meiobenthos in Antarctic ecosystems. In: CASCHETTO, S. (Ed.) 1997. *Belgian research programme on the Antarctic: scientific results of phase III (1992-1996): 1. Marine biochemistry and ecodynamics*. pp. A3/02/001/1-59 Federal Office for Scientific, Technical and Cultural Affairs: Brussel. 220 pp. 1997.

- VANHOVE, S.; ARNTZ, W. & VINCX, M. Comparative study of the nematode communities on the southeastern Weddell Sea shelf and slope (Antarctica). *Marine Ecology Progress Series*, v. 181, p. 237-256. 1999.
- VANHOVE, S., VERMEERREN, H., VANREUSEL, A. Meiofauna towards the South Sandwich Trench (750-6300 m), focus on nematodes. *Deep-sea Research II*, v. 51, p. 1665-1687. 2004.
- VANREUSEL, A.; CLOUGH, L.; JACOBSEN, K.; AMBROSE, W.; JOVALUK, J.; RYHEUL, V.; HERMAN, R. & VINCX, M. Meiobenthos of the central Arctic Ocean with especial emphasis on the nematode community structure. *Deep-Sea Research I*, v. 47, p. 1855-1879. 2000.
- VEIT-KÖHLER, G.; GUILINI, K.; PEEKEN, I.; SACHS, O.; SAUTER, E.J. & WÜRZBERG, L. Antarctic deep-sea meiofauna and bacteria react to the deposition of particulate organic matter after a phytoplankton bloom. *Deep-Sea Research II*, v. 58, p. 1983-1995. 2011.
- VINCX, M.; BETT, B. J.; DINET, A.; FERRERO, T.; GOODAY, A. J.; LAMBSHEAD, P. D. et al. Meiobenthos of the Deep Northeast Atlantic. *Advances in Marine Biology*, v. 30, p. 1-88, 1994.
- VINCX, M. Meiofauna in marine and freshwater sediments. In: HALL, G. S. (ED). *Methods for the examination of organismal diversity in soils and sediments*, pp. 187-195. 1996.
- WARWICK, R.M., GEE, J.M. Community structure of estuarine meiobenthos. *Marine Ecology Progress Series*, v. 18, p. 97-111. 1984.
- WELLS, J.B.J. Copepoda. In: HIGGINS, R. P. & THIEL, H (Eds). *Introduction to the study of meiofauna*. Smithsonian Institution Press, Washington D.C., London, 488 p. p. 380-388.
- WENTWORTH, C.K. A scale of grade and class terms for clastic sediments. *Journal of Geology*, v. 30, p. 377-392. 1992.
- WIESER, W. Benthic studies in Buzzards Bay. II. The meiofauna. *Limnology and Oceanography*, v. 5, p. 121-137.

10.APÊNDICES

Apêndice: A

- Tabela com as posições e profundidades das estações

Número lançamento	Número estação	Localidade	Latitude	Longitude	Prof. (m)
CRS # 1419	21	Larsen A colapso 1995	-64,738285	-60,589516	684,44
CRS # 1420	21	Larsen A colapso 1995	-64,735674	-60,590537	686,08
CRS # 1427	21	Larsen A colapso 1995	-64,734728	-60,598071	626,96
CRS # 1428	22	Larsen A	-64,776926	-60,497289	626,96
CRS # 1431	24	Larsen A	-64,803415	-60,226751	601,44
CRS # 1435	24	Larsen A	-64,796709	-60,221194	574,2
CRS # 1438	24	Larsen A	-64,799842	-60,208589	600,44
CRS # 1440	26	Larsen A	-64,728753	-60,083515	793,52
CRS # 1444	28	Larsen A limite 1986	-64,706345	-59,597167	601,24
CRS # 1446	28	Larsen A limite 1986	-64,711691	-59,610642	747,28
CRS # 1450	28	Larsen A limite 1986	-64,711218	-59,605098	600,93
CRS # 1455	32	Mar de Weddell	-64,659769	-58,337919	541,25
CRS # 1458	32	Mar de Weddell	-64,655246	-58,348889	548,03
CRS # 1459	32	Mar de Weddell	-64,653222	-58,339919	546,6
CRS # 1401	8	Mar de Weddell	-64,993921	-57,741193	431,07
CRS # 1402	8	Mar de Weddell	-64,994291	-57,756196	431,56
CRS # 1405	8	Mar de Weddell	-64,993100	-57,759130	432,81

Apêndices: B

- Tabela de granulometria

Larsen A	Estação 21					
	1419 (9)		1420 (8)		1427(11)	
Classificação	Shepard (1954)	Folk& Ward (1957)	Shepard (1954)	Folk& Ward (1957)	Shepard (1954)	Folk& Ward (1957)
0-1 cm	silte arenoso	silte médio	silte arenoso	silte grosso	silte arenoso	silte grosso
1-2 cm	silte arenoso	silte grosso	areiasíltica	silte grosso	silte arenoso	silte grosso
2-3 cm	areiasíltica	silte grosso	silte arenoso	silte grosso	silte arenoso	silte grosso
Larsen A	Estação 24					
	1431 (11)		1435 (5)		1438(5)	
Classificação	Shepard (1954)	Folk& Ward (1957)	Shepard (1954)	Folk& Ward (1957)	Shepard (1954)	Folk& Ward (1957)
0-1 cm	silte arenoso	silte médio	silte arenoso	silte grosso	silte arenoso	silte médio
1-2 cm	silte arenoso	silte médio	silte arenoso	silte grosso	silte arenoso	silte médio
2-3 cm	silte arenoso	silte médio	silte arenoso	silte grosso	silte arenoso	silte grosso
Larsen A	Estação 28					
	1444 (11)		1446 (5)		1450(5)	
Classificação	Shepard (1954)	Folk& Ward (1957)	Shepard (1954)	Folk& Ward (1957)	Shepard (1954)	Folk& Ward (1957)
0-1 cm	silte arenoso	silte médio	silte arenoso	silte médio	silte arenoso	silte médio
1-2 cm	silte arenoso	silte médio	silte arenoso	silte grosso	silte arenoso	silte grosso
2-3 cm	silte arenoso	silte grosso	silte arenoso	silte grosso	areiasíltica	silte grosso
Larsen A	Estação 22			Estação 26		
	1428 (6)			1444 (3)		
Classificação	Shepard (1954)	Folk& Ward (1957)		Shepard (1954)	Folk& Ward (1957)	
0-1 cm	silte arenoso	silte médio		silte arenoso	silte médio	
1-2 cm	silte arenoso	silte grosso		silte arenoso	silte médio	
2-3 cm	areiasíltica	silte grosso		silte arenoso	silte grosso	
Mar de Weddell	Estação 32					
	1455 (6)		1458 (11)		1459(11)	
Classificação	Shepard (1954)	Folk& Ward (1957)	Shepard (1954)	Folk& Ward (1957)	Shepard (1954)	Folk& Ward (1957)
0-1 cm	silte arenoso	silte grosso	silte arenoso	silte grosso	silte arenoso	silte médio
1-2 cm	areiasíltica	silte grosso	areiasíltica	silte grosso	areiasíltica	silte grosso
2-3 cm	siltearenoso	silte grosso	siltearenoso	silte médio	areiasíltica	silte grosso
Mar de Weddell	Estação 8					
	1401 (3)		1402 (6)		1405(11)	
Classificação	Shepard	Folk& Ward	Shepard	Folk& Ward	Shepard	Folk& Ward

	(1954)	(1957)	(1954)	(1957)	(1954)	(1957)
0-1 cm	silte arenoso	silte grosso	areiasíltica	silte grosso	areiasíltica	silte grosso
1-2 cm	areiasíltica	areia muito fina	areiasíltica	areia muito fina	areiasíltica	areia muito fina
2-3 cm	areiasíltica	areia muito fina	areiasíltica	areia muito fina	areiasíltica	silte grosso

Apêndices: C

- Tabelas das porcentagens de matéria orgânica (MO) e carbonato (CaCO_3) (0-1, 1-2 e 2-3 cm).

0-1	Estação 21		Estação 22		Estação 24		Estação 26		Estação 28		Estação 32		Estação 8	
	Média	Desvio	Média	Desvio	Média	Desvio	Média	Desvio	Média	Desvio	Média	Desvio	Média	Desvio
% MO	0,06	0,02	0,04	0,00	0,05	0,02	0,05	0,00	0,05	0,01	0,09	0,02	0,06	0,08
% CaCO_3	0,11	0,01	0,08	0,00	0,10	0,01	0,16	0,00	0,12	0,01	0,10	0,01	0,06	0,01

1-2	Estação 21		Estação 22		Estação 24		Estação 26		Estação 28		Estação 32		Estação 8	
	Média	Desvio	Média	Desvio	Média	Desvio	Média	Desvio	Média	Desvio	Média	Desvio	Média	Desvio
% MO	0,05	0,03	0,09	0,00	0,10	0,01	0,10	0,00	0,13	0,02	0,12	0,02	0,17	0,00
% CaCO_3	0,12	0,01	0,14	0,00	0,13	0,02	0,14	0,00	0,13	0,01	0,11	0,01	0,09	0,01

2-3	Estação 21		Estação 22		Estação 24		Estação 26		Estação 28		Estação 32		Estação 8	
	Média	Desvio	Média	Desvio	Média	Desvio	Média	Desvio	Média	Desvio	Média	Desvio	Média	Desvio
% MO	0,02	0,02	0,01	0,00	0,04	0,01	0,03	0,00	0,03	0,02	0,04	0,01	0,04	0,01
% CaCO_3	0,10	0,03	0,08	0,00	0,10	0,01	0,53	0,00	0,11	0,00	0,10	0,01	0,08	0,00

Apêndices: D

- Tabelas de concentrações de pigmentos no sedimento ($\mu\text{g.g}^{-1}$) e razão clorofila-a/feofitina (0-1, 1-2 e 2-3 cm).

0-1	Estação 21		Estação 24		Estação 28		Estação 32		Estação 8	
	1419,000	1427,000	1431,000	1435,000	1444,000	1446,000	1455,000	1458,000	1401,000	1402,000
Clorofila	0,779	1,651	2,095	2,555	2,310	3,657	9,989	3,975	32,387	63,412
Feopigmentos	8,903	20,008	18,310	18,907	12,030	24,233	25,000	22,295	69,801	242,710
Pigmentos totais	9,682	21,660	20,405	21,462	14,340	27,890	34,989	26,270	102,188	306,122
Clo/Feo	0,087	0,083	0,114	0,135	0,192	0,151	0,400	0,178	0,464	0,261

1-2	Estação 21		Estação 24		Estação 28		Estação 32		Estação 8	
	1419,000	1427,000	1431,000	1435,000	1444,000	1446,000	1455,000	1458,000	1401,000	1402,000
Clorofila	0,170	1,483	0,758	0,539	0,783	0,893	27,476	4,079	0,930	1,314
Feopigmentos	2,424	18,346	7,421	5,008	6,297	12,095	63,612	22,572	8,062	9,982
Pigmentos totais	2,593	19,829	8,179	5,548	7,080	12,988	91,088	26,650	8,992	11,295
Clo/Feo	0,070	0,081	0,102	0,108	0,124	0,074	0,432	0,181	0,115	0,132

2-3	Estação 21		Estação 24		Estação 28		Estação 32		Estação 8	
	1419,000	1427,000	1431,000	1435,000	1444,000	1446,000	1455,000	1458,000	1401,000	1402,000
Clorofila	0,053	0,296	0,269	0,226	0,380	0,471	14,281	1,527	0,317	0,637
Feopigmentos	0,453	3,489	3,065	2,034	3,528	6,352	34,221	7,192	4,369	3,643
Pigmentos totais	0,505	3,785	3,334	2,260	3,908	6,824	48,502	8,719	4,686	4,280
Clo/Feo	0,117	0,085	0,088	0,111	0,108	0,074	0,417	0,212	0,073	0,175

Apêndice: E

- Tabelas das densidades da peneira de 300 µm (0-1, 1-2, 2-3 e 0-3 cm)

TOTAL 0-1 cm	Estação 21		Estação 22		Estação 24		Estação 26		Estação 28		Estação 32		Estação 8	
	Méd	DP	Méd	DP	Méd	DP	Méd	DP	Méd	DP	Méd	DP	Méd	DP
Bivalvia	5263,38	2601,39	1018,72	-	1697,86	1060,32	1273,40	-	509,36	127,34	3480,62	1756,80	2122,33	514,64
Ophiuroidea	466,91	409,34	254,68	-	127,34	127,34	0,00	-	382,02	336,91	764,04	220,56	297,13	73,52
Scaphopoda	2716,58	1719,48	3692,86	-	1061,17	1112,56	1655,42	-	594,25	147,04	1146,06	994,56	424,47	194,51
Sipuncula	1018,72	891,38	0,00	-	0,00	0,00	0,00	-	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Total dúvidas	2122,33	921,20	1018,72	-	466,91	194,51	636,70	-	339,57	265,08	2589,24	1300,70	1400,74	835,02
Total Crustacea	84,89	147,04	127,34	-	169,79	147,04	254,68	-	84,89	73,52	636,70	254,68	1018,72	891,38
Total Polychaeta	6579,23	2310,91	2037,44	-	3395,73	1990,47	3438,18	-	3225,94	640,93	7385,71	3090,45	5178,49	847,87
TOTAL (s/ meiofauna)	18336,94	7832,18	8277,09	-	6918,80	4124,97	7258,37	-	5136,04	1097,88	15323,23	1571,67	7215,93	1907,27
Nematoda	24,15	22,42	2,55	-	5,05	3,54	6,37	-	5,86	2,23	32,89	16,02	2,80	2,22
Copepoda	2,55	1,84	0,76	-	2,08	0,89	1,40	-	1,61	0,60	8,57	8,11	18,93	6,32
Total outros meio	0,00	0,00	0,00	-	0,08	0,15	0,13	-	0,00	0,00	2,25	0,92	6,62	3,47
TOTAL MEIOFAUNA (300)	26,70	24,19	3,31	-	7,22	3,68	7,89	-	7,47	2,21	43,72	19,26	28,35	10,19
TOTAL	45035,87	31262,48	11587,93	-	14134,73	6708,04	15153,44	-	12606,65	3303,48	59043,25	20176,57	35570,27	11224,22

TOTAL 1-2 cm	Estação 21		Estação 22		Estação 24		Estação 26		Estação 28		Estação 32		Estação 8	
	Méd	DP	Méd	DP	Méd	DP	Méd	DP	Méd	DP	Méd	DP	Méd	DP
Bivalvia	594,25	514,64	509,36	-	297,13	320,46	254,68	-	254,68	220,56	1146,06	891,38	1315,85	447,20
Ophiuroidea	0,00	0,00	0,00	-	0,00	0,00	0,00	-	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Scaphopoda	127,34	220,56	0,00	-	0,00	0,00	0,00	-	0,00	0,00	84,89	147,04	0,00	0,00
Sipuncula	212,23	265,08	0,00	-	0,00	0,00	0,00	-	0,00	0,00	169,79	294,08	0,00	0,00
Total dúvidas	382,02	459,13	0,00	-	551,81	73,52	0,00	-	169,79	73,52	848,93	447,20	1697,86	1256,31
Total Crustacea	0,00	0,00	0,00	-	84,89	73,52	0,00	-	127,34	127,34	84,89	73,52	169,79	73,52
Total Polychaeta	6664,12	574,21	4329,56	-	1018,72	127,34	1910,10	-	1825,20	194,51	1740,31	447,20	3692,86	1764,47
TOTAL (s/ meiofauna)	7979,97	1067,94	4838,92	-	1910,10	336,91	2164,78	-	2377,01	73,52	4074,88	1087,99	6239,65	336,91
Nematoda	13,41	10,71	4,71	-	3,01	1,11	2,29	-	3,82	1,63	38,37	20,00	18,29	6,74
Copepoda	1,32	0,87	1,40	-	1,53	1,09	0,89	-	0,51	0,51	1,66	0,77	7,00	3,45
Total outros meio	0,00	0,00	0,00	-	0,13	0,22	0,00	-	0,00	0,00	0,13	0,00	1,78	0,92
TOTAL MEIOFAUNA (300)	14,73	10,03	6,11	-	4,67	0,32	3,18	-	4,33	2,13	40,15	19,23	27,08	2,70
TOTAL	22708,94	10442,90	10951,23	-	6579,23	265,08	5348,27	-	6706,57	2058,55	44229,38	19395,97	33320,60	2746,92

TOTAL 2-3 cm	Estação 21		Estação 22		Estação 24		Estação 26		Estação 28		Estação 32		Estação 8	
	Méd	DP	Méd	DP	Méd	DP	Méd	DP	Méd	DP	Méd	DP	Méd	DP
Bivalvia	42,45	73,52	0,00	-	84,89	73,52	0,00	-	0,00	0,00	297,13	194,51	339,57	265,08
Ophiuroidea	0,00	0,00	0,00	-	0,00	0,00	0,00	-	0,00	0,00	42,45	73,52	0,00	0,00
Scaphopoda	0,00	0,00	0,00	-	0,00	0,00	0,00	-	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Sipuncula	42,45	73,52	0,00	-	0,00	0,00	0,00	-	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Total dúvidas	169,79	147,04	0,00	-	297,13	194,51	0,00	-	0,00	0,00	127,34	127,34	212,23	367,60
Total Crustacea	0,00	0,00	0,00	-	0,00	0,00	0,00	-	0,00	0,00	42,45	73,52	0,00	0,00
Total Polychaeta	806,49	482,10	382,02	-	1018,72	441,12	254,68	-	891,38	555,06	976,27	194,51	1146,06	661,68
TOTAL (s/ meiofauna)	1061,17	514,64	382,02	-	1443,19	447,20	254,68	-	891,38	555,06	1485,63	320,46	1697,86	1288,17
Nematoda	0,81	1,18	0,00	-	1,32	0,60	1,78	-	0,76	0,34	8,23	6,93	13,11	6,40
Copepoda	0,00	0,00	0,00	-	0,13	0,13	0,13	-	0,00	0,00	0,08	0,15	0,13	0,13
Total outros meio	0,00	0,00	0,00	-	0,00	0,00	0,00	-	0,00	0,00	0,04	0,07	0,17	0,29
TOTAL MEIOFAUNA (300)	0,81	1,18	0,00	-	1,44	0,72	1,91	-	0,76	0,34	8,36	6,92	13,41	6,80
TOTAL	1867,65	1612,41	382,02	-	2886,37	294,08	2164,78	-	1655,42	795,24	9847,62	7222,91	15111,00	8088,17

TOTAL 0-3 cm	Estação 21		Estação 22		Estação 24		Estação 26		Estação 28		Estação 32		Estação 8	
	Méd	DP	Méd	DP	Méd	DP	Méd	DP	Méd	DP	Méd	DP	Méd	DP
Bivalvia	1966,69	2815,99	509,36	509,36	622,55	968,63	509,36	673,82	254,68	254,68	1641,27	1737,20	1259,25	855,28
Ophiuroidea	155,64	310,47	84,89	147,04	42,45	90,04	0,00	0,00	127,34	254,68	268,83	389,61	99,04	153,04
Scaphopoda	947,97	1585,51	1230,9 5	2132,0 7	353,72	768,74	551,81	955,76	198,08	306,09	410,32	747,35	141,49	233,46
Sipuncula	424,47	649,31	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	56,60	169,79	0,00	0,00
Total dúvidas	891,38	1063,50	339,57	588,16	438,62	181,33	212,23	367,60	169,79	201,34	1188,51	1295,49	1103,61	1032,55
Total Crustacea	28,30	84,89	42,45	73,52	84,89	110,28	84,89	147,04	70,74	92,51	254,68	318,35	396,17	650,69
Total Polychaeta	4683,28	3151,36	2249,6 7	1982,3 1	1811,0 6	1567,0 8	1867,6 5	1592,1 7	1980,8 4	1106,6 7	3367,43	3411,61	3339,13	2046,15
TOTAL (s/ meiofauna)	9126,02	8507,98	4499,3 4	3958,4 7	3424,0 3	3353,0 8	3225,9 4	3620,4 3	2801,4 8	1964,5 0	6961,25	6444,20	5051,15	2802,92
Nematoda	12,79	16,03	2,42	2,36	3,13	2,48	3,48	2,51	3,48	2,62	26,50	19,22	11,40	8,33
Copepoda	1,29	1,50	0,72	0,70	1,24	1,12	0,81	0,64	0,71	0,82	3,44	5,65	8,69	8,99
Total outros meio	0,00	0,00	0,00	0,00	0,07	0,14	0,04	0,07	0,00	0,00	0,81	1,18	2,86	3,42
TOTAL MEIOFAUNA (300)	14,08	17,26	3,14	3,06	4,44	3,13	4,33	3,15	4,19	3,29	30,74	21,94	22,95	9,53
TOTAL	23204,1 5	24935,7 7	7640,3 9	6293,9 9	7866,7 7	5995,3 9	7555,5 0	6769,8 0	6989,5 4	5145,6 4	37706,7 5	26202,8 2	28000,6 2	12005,8 7

- Tabelas das densidades da peneira de 32 µm (0-1, 1-2, 2-3 e 0-3 cm)

TOTAL 0-1 cm	Estação 21		Estação 22		Estação 24		Estação 26		Estação 28		Estação 32		Estação 8	
	Méd	DP	Méd	DP	Méd	DP	Méd	DP	Méd	DP	Méd	DP	Méd	DP
Nematoda	583,84	206,76	291,45	-	308,13	45,04	588,89	-	270,87	74,83	586,56	41,58	453,71	85,95
Copepoda	37,94	24,20	42,27	-	19,99	12,49	24,19	-	21,65	11,43	33,49	12,45	62,77	11,03
Náuplio	52,93	13,95	56,53	-	41,76	24,62	56,02	-	46,01	13,96	73,64	32,01	135,39	48,48
Bivalvia	9,34	0,64	4,58	-	4,54	4,52	3,18	-	2,46	0,64	8,74	2,25	3,06	0,83
Polychaeta	5,64	2,28	3,31	-	4,03	3,36	6,62	-	3,61	0,83	2,55	0,13	0,93	0,48
Kinorhyncha	0,13	0,13	0,64	-	0,08	0,07	0,25	-	0,25	0,13	6,83	2,17	13,03	5,22
Ostracoda	3,48	1,11	2,04	-	2,04	1,55	1,02	-	1,53	1,17	23,13	3,84	13,37	2,70
Acoelomorpha	1,57	0,82	2,16	-	0,68	0,37	1,66	-	0,34	0,29	3,01	2,52	2,46	0,32
Larva priapulida	0,08	0,07	0,00	-	0,00	0,00	0,00	-	0,25	0,25	1,44	0,63	0,68	0,59
Crustáceos	1,53	1,35	0,00	-	0,08	0,07	0,00	-	0,59	0,92	0,51	0,77	0,04	0,07
Outros	3,27	1,85	2,55	-	1,74	0,99	1,78	-	1,36	0,82	1,32	0,57	3,06	1,13
Total	702,72	243,20	409,61	-	385,08	69,25	685,79	-	349,77	63,93	742,24	39,86	692,66	122,17
Total s/ nem	118,88	42,10	118,16	-	76,95	46,91	96,90	-	78,90	26,23	155,68	51,15	238,95	65,05

TOTAL 1-2 cm	Estação 21		Estação 22		Estação 24		Estação 26		Estação 28		Estação 32		Estação 8	
	Méd	DP	Méd	DP	Méd	DP	Méd	DP	Méd	DP	Méd	DP	Méd	DP
Nematoda	380,29	90,53	449,59	-	235,98	119,74	354,23	-	346,80	19,61	997,40	197,31	635,54	156,63
Copepoda	4,88	1,08	26,87	-	12,39	6,41	5,60	-	4,84	3,21	11,46	7,65	24,40	15,92
Náuplio	4,54	2,03	19,35	-	16,72	8,36	10,19	-	9,34	4,41	28,99	17,41	37,01	24,56
Bivalvia	0,21	0,15	2,55	-	0,72	0,60	0,64	-	0,21	0,07	0,59	0,70	0,85	0,45
Polychaeta	1,02	0,67	1,53	-	1,10	1,47	0,25	-	0,42	0,27	1,02	0,34	0,34	0,37
Kinorhyncha	0,00	0,00	0,00	-	0,04	0,07	0,00	-	0,00	0,00	1,95	2,15	18,84	4,26
Ostracoda	0,04	0,07	0,38	-	0,25	0,00	0,00	-	0,08	0,15	1,27	0,80	2,63	2,67
Acoelomorpha	0,25	0,44	0,25	-	0,25	0,34	0,13	-	0,55	0,15	1,40	1,56	0,47	0,39
Larva priapulida	0,00	0,00	0,00	-	0,04	0,07	0,00	-	0,13	0,00	0,47	0,70	0,38	0,46
Crustáceos	0,00	0,00	0,00	-	0,00	0,00	0,00	-	0,00	0,00	0,00	0,00	0,08	0,15
Outros	0,30	0,32	1,53	-	0,59	0,51	0,13	-	0,30	0,19	0,42	0,32	0,13	0,13
Total	391,83	86,75	503,58	-	268,70	103,14	371,29	-	362,97	15,60	1045,62	170,18	720,80	200,07
Total s/ nem	11,54	4,31	53,99	-	32,72	16,63	17,06	-	16,17	4,02	48,21	29,15	85,27	48,62

TOTAL 2-3 cm	Estação 21		Estação 22		Estação 24		Estação 26		Estação 28		Estação 32		Estação 8	
	Méd	DP	Méd	DP	Méd	DP	Méd	DP	Méd	DP	Méd	DP	Méd	DP
Nematoda	78,05	13,13	359,32	-	170,75	63,34	102,88	-	181,99	52,48	593,26	129,83	643,43	123,94
Copepoda	0,81	0,48	12,22	-	1,66	0,44	4,33	-	2,63	1,08	5,52	5,73	1,70	0,72
Náuplio	0,42	0,27	4,20	-	2,12	1,02	1,78	-	2,59	0,19	6,03	1,69	2,76	1,97
Bivalvia	0,17	0,15	0,25	-	0,30	0,15	0,25	-	0,08	0,15	0,25	0,22	0,21	0,27
Polychaeta	0,34	0,15	0,76	-	0,38	0,13	0,13	-	0,51	0,25	0,38	0,22	0,21	0,19
Kinorhyncha	0,00	0,00	0,00	-	0,00	0,00	0,13	-	0,00	0,00	0,68	1,07	0,85	0,89
Ostracoda	0,04	0,07	0,25	-	0,08	0,15	0,00	-	0,00	0,00	0,72	0,82	0,08	0,15
Acoelomorpha	0,17	0,19	0,38	-	0,21	0,27	0,00	-	0,08	0,15	0,30	0,15	0,21	0,15
Larva priapulida	0,00	0,00	0,00	-	0,00	0,00	0,00	-	0,04	0,07	0,21	0,07	0,08	0,15
Crustáceos	0,00	0,00	0,00	-	0,00	0,00	0,00	-	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Outros	0,04	0,07	0,13	-	0,04	0,07	0,00	-	0,34	0,39	0,08	0,15	0,17	0,07
Total	80,09	13,26	377,65	-	175,58	64,23	109,50	-	188,61	54,03	607,52	124,32	649,88	122,95
Total s/ nem	2,04	0,13	18,34	-	4,84	1,68	6,62	-	6,62	2,05	14,26	8,85	6,45	3,08

TOTAL 0-3 cm	Estação 21		Estação 22		Estação 24		Estação 26		Estação 28		Estação 32		Estação 8	
	Méd	DP	Méd	DP	Méd	DP	Méd	DP	Méd	DP	Méd	DP	Méd	DP
Nematoda	347,39	247,70	366,79	79,33	238,29	92,93	348,67	243,05	266,55	85,37	725,74	236,43	577,56	143,04
Copepoda	14,54	21,40	27,12	15,03	11,35	10,63	11,37	11,12	9,71	10,80	16,82	14,98	29,62	28,44
Náuplio	19,30	26,25	26,70	26,93	20,20	21,70	22,66	29,19	19,31	21,52	36,22	34,92	58,39	65,53
Bivalvia	3,24	4,59	2,46	2,17	1,85	3,05	1,36	1,59	0,92	1,20	3,20	4,33	1,37	1,38
Polychaeta	2,33	2,77	1,87	1,31	1,84	2,48	2,33	3,71	1,51	1,63	1,32	0,99	0,50	0,46
Kinorhyncha	0,04	0,09	0,21	0,37	0,04	0,06	0,13	0,13	0,08	0,14	3,15	3,25	10,91	8,65
Ostracoda	1,19	1,81	0,89	0,99	0,79	1,22	0,34	0,59	0,54	0,95	8,38	11,25	5,36	6,39
Acoelomorpha	0,66	0,83	0,93	1,07	0,38	0,36	0,59	0,92	0,33	0,27	1,57	1,90	1,05	1,10
Larva priapulida	0,03	0,06	0,00	0,00	0,01	0,04	0,00	0,00	0,14	0,16	0,71	0,73	0,38	0,46
Crustáceos	0,01	0,04	0,00	0,00	0,01	0,04	0,00	0,00	0,00	0,00	0,03	0,08	0,06	0,09
Outros	1,20	1,81	1,40	1,21	0,79	0,94	0,64	0,99	0,66	0,70	0,61	0,65	1,12	1,56
Total	391,55	299,00	430,28	65,46	276,46	114,68	388,86	288,54	300,45	94,24	798,46	221,96	687,78	135,92
Total s/ nem	44,15	60,05	63,49	50,59	38,17	40,14	40,19	49,38	33,90	36,52	72,72	70,52	110,22	110,17

11. ANEXOS

Eliminação da matéria orgânica (MO) e carbonato (CaCO_3), seguindo Gross (1971), adaptado de Konert & Vanderberghe (1997), apêndice C.

Maceração das amostras, no lugar da utilização do pirofosfatotetrassódico hidratado ($\text{Na}_4\text{P}_2\text{O}_7 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$) para dispersão das amostras e impedir que o sedimento floculado dificulte a leitura do real tamanho dos grãos pelo equipamento, dando resultados inexatos.

O método escolhido analisa apenas qualitativamente a matéria orgânica, estimando sua abundância, sem avaliar a porcentagem de cada elemento.

A matéria orgânica é degradada através do emprego de peróxido de hidrogênio (H_2O_2). A vantagem do uso do peróxido de hidrogênio é que alguns minerais podem ser afetados pela combustão em altas temperaturas. A desvantagem é que a oxidação da matéria orgânica é geralmente incompleta, pois apenas os compostos mais volúteis são destruídos.

Dessa forma, essa técnica não apresenta uma reprodutibilidade relativa alta. Juntamente com a determinação da matéria orgânica pode-se realizar a análise de carbonato, através da determinação do peso antes e depois da adição de ácido diluído. O ácido reage no sedimento, eliminando o CO_2 do carbonato.

Deve-se, primeiramente pesar os béqueres (já limpos e secos) que serão utilizados nas análises, anotando seu número e peso, antes e durante as etapas do processo.

- Oxidação da MOT por H_2O_2 :

- 1) Transferir aproximadamente 2 g (para sedimento contendo menos que 2,5% de carbono orgânico) da amostra seca a 110°C em um béquer de forma alta previamente pesado de 250 mL, coberto com um vidro de relógio ou placa de Petri. Amostras menores podem ser usadas se carbono orgânico exceder 2,5%.
- 2) Adicionar 30 mL de H_2O_2 10% (1 parte de H_2O_2 30% misturada com 2 partes de água destilada) e começar o aquecimento. Prestar atenção quando a reação começar, para evitar que a amostra transborde.
- 3) Continuar aquecimento até a reação acabar.
- 4) Enxaguar as paredes laterais do béquer com 5 mL adicionais de H_2O_2 (30%), e aquecer novamente.
- 5) Continuar adicionando H_2O_2 até que não haja mais perda de peso ou até o caráter da reação mudar de violenta ebulição para uma produção estável de pequenas bolhas sem formação de

espuma. Evaporar até a secar. A amostra geralmente muda sua coloração, para um vermelho ferrugem a essa altura.

6) Resfriar o béquer em dessecador

7) Calcular o resultado da seguinte forma:

$$\% \text{ MO (H}_2\text{O}_2) = 100 \times (\text{perda de peso/peso inicial após seco a } 110^\circ \text{ C})$$

Acurácia pode ser melhorada aplicando-se (se necessário) uma correção para qualquer resíduo remanescente após a evaporação de um volume conhecido do reagente H_2O_2 a 110°C .

- Carbonato por perda de peso após acidificação:

1) Para sedimentos contendo cerca 1% de CaCO_3 em sedimento seco a 110°C , transferir aproximadamente 2 g da amostra para um béquer de forma alta previamente pesado de 250 mL, coberto com um vidro de relógio ou placa de Petri. Para sedimentos com mais 1% de CaCO_3 , amostras menores podem ser usadas.

2) Adicionar 10 mL de água destilada e 5 mL de HCl 0,1 N e mexe para promover a reação. Após a reação inicial ter acabado, adicione 2 mL a mais de HCl 0,1 N e continue a adição de ácido até que nenhuma reação seja mais observada, ou então até que a solução esteja fortemente acidificada, o que pode ser feito com papel indicador de pH.

3) Esperar decantar e retire o excesso de ácido com cuidado e lave a amostra com água destilada para remover o CaCl_2 .

4) Evaporar até secar e aqueça a 110°C antes de transferir para dessecador para resfriar.

5) Pesar novamente e calcule a perda de peso

6) Os resultados são calculados e reportados da seguinte maneira:

$$\% \text{ C como carbonato} = 100 \times (\text{perda de peso/ peso inicial da amostra}) \times 0,12$$

Assumindo-se que todo o carbonato ocorra como CaCO_3 .

OBS: Derivação do fator: $0,12 = (\text{peso do carbono} / \text{peso do } \text{CaCO}_3) = 12/100$

Referências:

- GROSS, M. G. Carbon determination. In: Carver, R.E. (Ed). *Procedures in sedimentary petrology*, p. 573-596. 1971.
- KONERT, M. & VANDENBERGHE, J. Comparison of laser grains size analysis with pipette and sieve analysis: a solution for the underestimation of the clay fraction. *Sedimentology*, v. 44: 523-535. 1997.