

SUPERINTENDÊNCIA DO DESENVOLVIMENTO DA PESCA-SUDEPE

DEPARTAMENTO DE PESQUISA E TECNOLOGIA-DEPET

LEVANTAMENTO BIBLIOGRÁFICO E SELEÇÃO DOS  
PRINCIPAIS RECURSOS VIVOS EXPLOTÁVEIS ANTÁR  
TICOS E SUBANTÁRTICOS

RESPONSÁVEL:

Fuad Alzuguir - SUDEPE

EQUIPE TÉCNICA:

Carlos Fernando A. Fischer - SUDEPE/DEPET

James Carvalho Amaral - SUDEPE/PDP

Lauro Antônio Saint-Pastous Madureira - SUDEPE/CEPSUL

Lúcia Regina Melo Martins - SUDEPE/DEPET

Fernando Starling - SUDEPE/DEPET (estagiário)

**Marco Aurélio Bailon**  
Pesquisador - PDP/SUDEPE  
CPF 024812943-00

#### AGRADECIMENTOS

À CIRM/PROANTAR pela oportunidade;

ao Dr. Fuad Alzuguir pela orientação sempre segura e adequada;

ã todos os colegas que de uma forma ou de outra tornaram possível a realização deste trabalho.

## APRESENTAÇÃO

O presente trabalho é o relatório final do sub-projeto atividade "Levantamento Bibliográfico e Seleção dos Principais Recursos Vivos Exploráveis Antárticos e Subantárticos", sub-projeto este realizado através de convênio SUDEPE/CIRM.

São enfocados os diversos parâmetros bioecológicos do meio ambiente antártico e das principais espécies de crustáceos, moluscos, peixes; sendo a ênfase maior dada às espécies passíveis de exploração. Neste sentido foram abordados os aspectos de sistemática, biomassa, biologia, ecologia, distribuição e atual nível de exploração dos estoques.

As informações apresentadas foram obtidas a partir de uma revisão bibliográfica realizada após pesquisa em bases de dados nacionais e estrangeiras (através do IBICT) e principalmente através de contactos pessoais com os pesquisadores envolvidos com o PROANTAR, tendo sido o material científico mais importante obtido após o 1º Simpósio do Programa Antártico realizado em São Paulo, 1984.

Cabe ressaltar que a dificuldade de recuperação de documentos científicos em bases de dados estrangeiras provocou entraves, o que em parte comprometeu o pleno atingimento dos objetivos iniciais propostos.

## S U M Á R I O

### I - ECOSSISTEMA MARINHO ANTÁRTICO

1. Introdução.....	01
2. Características do Meio Ambiente Marinho Antártico.....	01
2.1. Temperaturas da Superfície.....	04
2.2. Gelo.....	04
2.3. Radiação Solar.....	05
2.4. Nutrientes.....	06
3. Produtividade Primária.....	07
3.1. Biomassa.....	08
3.2. Produção Primária.....	08
4. Zooplâncton.....	10
4.1. Biomassa de Zooplâncton.....	10
4.2. Relações entre Fitoplâncton e Zooplâncton.....	11
4.3. Características do Zooplâncton Antártico.....	15
5. Bentos.....	15
5.1. Ambiente Bêntico.....	16
5.1.a. Grande Variedade na Composição de Espécies....	17
5.1.b. Dominância de Animais Sésseis.....	17
5.1.c. Grande Tamanho das Espécies.....	17
5.1.d. Alta Biomassa.....	18
5.2. Comparações com o Bentos Ártico.....	18
5.3. Periodicidade Sazonal e Ciclos Reprodutivos.....	18
6. Interrelações da Cadeia Alimentar.....	20
6.1. Interrelações da Cadeia Trófica na Zona do "Pack Ice".	21
6.2. Estimativa da Biomassa nos Mares Antárticos.....	22
6.2.a. Zooplâncton - Euphausia.....	23
6.2.b. Invertebrados Bentônicos.....	24

### II - CRUSTÁCEOS

1. Introdução.....	26
1.1. Aspectos Biológicos do Krill.....	26
1.2. Notas Históricas.....	27

2. Distribuição das Espécies no Atlântico Sul - Ocidental.....	29
2.1. Espécies Antárticas e Subantárticas Importantes.....	36
2.2. Morfologia dos Adultos.....	36
2.3. Identificação das Espécies.....	38
2.4. Caracteres Taxonômicos.....	38
3. Ecologia do Krill.....	39
3.1. Alimentação.....	43
3.2. Composição Química.....	45
3.3. Comportamento.....	45
3.3.a. Formação de Concentrações como Comportamento	
Ativo.....	46
3.3.b. Características das Concentrações.....	46
3.3.c. Causas da Formação de Concentrações.....	48
3.3.d. Condições Propícias para a Formação de Con	
centrações.....	49
3.3.e. Proposição para a Formação de Concentrações...	49
3.3.f. Migração Vertical.....	50
4. Reprodução.....	52
4.1. Aparelho Reprodutor Feminino.....	54
4.2. Aparelho Reprodutor Masculino.....	54
4.3. Caracteres Sexuais Externos.....	59
4.4. Fecundação.....	62
4.5. Desova.....	62
4.6. Desenvolvimento Larval.....	65
4.7. Descrição dos Estágios Larvais.....	66
4.8. Distribuição das Larvas.....	80
4.9. Lugares de Desova.....	80
4.10. Recrutamento.....	80
4.11. Desenvolvimento do Ovo.....	82
4.12. Crescimento.....	84
5. Biomassa e Produção.....	88
6. Métodos de Captura Comercial.....	91
7. Propostas e Recomendações.....	91
III - MOLUSCOS	
1. Introdução.....	95
2. Grupos Principais e Distribuição.....	95

3. Biologia.....	99
4. Biomassa e Produção.....	101
5. Dados de Captura e Situação Atual dos Estoques.....	102
6. Propostas e Recomendações.....	103

IV - PEIXES

1. Introdução.....	105
2. Composição e Distribuição da Ictiofauna Marinha Antártica.....	105
2.1. Peixes de Fundo.....	105
2.2. Ictiofauna Batipelágica.....	108
3. Espécies Importantes.....	109
3.1. Informações Gerais.....	109
3.1.a. Grupo Nototheniidae.....	109
3.1.a.1. <i>Notothenia gibberifrons</i> .....	109
3.1.a.2. <i>Notothenia coriiceps</i> .....	109
3.1.a.3. <i>Notothenia neglecta</i> .....	110
3.1.a.4. <i>Notothenia rossi rossi</i> .....	110
3.1.a.5. <i>Notothenia rossi marmorata</i> .....	111
3.1.a.6. <i>Notothenia magellanica</i> .....	111
3.1.a.7. <i>Dissostichus mawsoni</i> .....	111
3.1.a.8. <i>Dissostichus eleginoides</i> .....	112
3.1.a.9. <i>Pleuragrama antarcticum</i> .....	112
3.1.b. Grupo Channichthyidae	
3.1.b.1. <i>Champscephalus gunnari</i> .....	112
3.1.b.2. <i>Channichthys rhinoceratus</i> .....	112
3.1.b.3. <i>Pseudochaenichthys georgianus</i> .....	113
3.1.b.4. <i>Chaenocephalus aceratus</i> .....	113
3.1.c. Grupo Gadidae .....	113
3.1.c.1. <i>Micromesistius australis</i> .....	113
3.2. Alimentação.....	114
3.3. Avaliação dos Estoques e Dados de Captura.....	115
3.3.a. Taxa de Captura.....	118
3.3.b. Biomassa e Produção.....	118
4. Situação Atual dos Estoques	
4.1. Região das Ilhas Georgias do Sul.....	120
4.1.a. <i>Notothenia rossi marmorata</i> .....	120

4.1.b. <i>Notothenia giberifrons</i> .....	120
4.1.c. <i>Champsoccephalus gunnari</i> .....	120
4.1.d. <i>Dissostichus eleginoides</i> .....	121
4.1.e. <i>Pseudochaenichthys georgianus</i> .....	121
4.2. Outras Regiões do Atlântico.....	121
5. Propostas e Recomendações.....	122
V - CONSIDERAÇÕES FINAIS	
1. Conceito Geral do Ecossistema Antártico.....	125
2. Situação Atual e Tendências Existentes no Ecossistema....	125
3. Enfoques Administrativos.....	126
4. Confecção de Modelos.....	127
5. Espécies Indicadoras e Planejamento de Ação.....	128
VI - BIBLIOGRAFIA CONSULTADA.....	131
Anexos.....	137

# I - E C O S S I S T E M A M A R I N H O A N T Á R T I C O

## 1. Introdução

Knox (1970) elaborou um excelente relato sobre o ecosistema marinho antártico, que é tomado como base para este trabalho. O objetivo deste capítulo será o de sumarizar os ambientes mais marcantes deste ecossistema, discutindo principalmente os fatores: características do meio, produtividade e principais interrelações alimentares.

## 2. Características do Meio Ambiente Marinho Antártico

Para o propósito desta discussão, a convergência Antártica pode ser considerada como sendo a fronteira da região Antártica. Vários pesquisadores consideram que a convergência Antártica não deve ser utilizada para designar a fronteira norte do Oceano Antártico, "Southern Ocean", uma vez que parte da corrente do vento oeste "West Wind Drift" precisaria ser excluída. Deste modo, se deveria situar o limite norte na convergência subtropical, ademais, essas convergências são principalmente características superficiais, sendo as partes mais fundas do oceano, na verdade, contínuas com a circulação profunda das bacias dos oceanos ao norte. (33).

A forma quase circular deste continente, a contínua circulação de água e a direção predominante dos ventos oeste, concorrendo para o desenvolvimento dos sistemas de corrente leste de grande parte do continente Antártico, formam a grande corrente do vento oeste "West Wind Drift" (Fig. 1). Observações detalhadas de temperatura, salinidade e da distribuição do oxigênio e outros elementos, tem demonstrado que as águas da "West Wind Drift" movem-se para o oriente por toda a massa do oceano, embora a estrutura da corrente seja complexa e as linhas de corrente estejam grandemente influenciadas pela topografia do fundo do mar. (33).

Perto do continente Antártico, há uma estreita zona na qual ventos lestes prevalecem e na qual a direção da corrente marinha é oeste. Quando a "West Wind Drift" encontra a costa leste da Península Antártica esta é desviada para o norte pelo Arco de Scotia para fluir rumo ao leste através do Atlântico como a corrente de Weddell. A fronteira entre os sistemas de correntes leste e



oeste marcam a posição da divergência Antártica, a qual é caracterizada pela ressurgência da água subsuperficial. A posição dessa divergência e a ocorrência e força da mudança de divergência são variáveis grandemente dependentes das condições meteorológicas reinantes. (33).

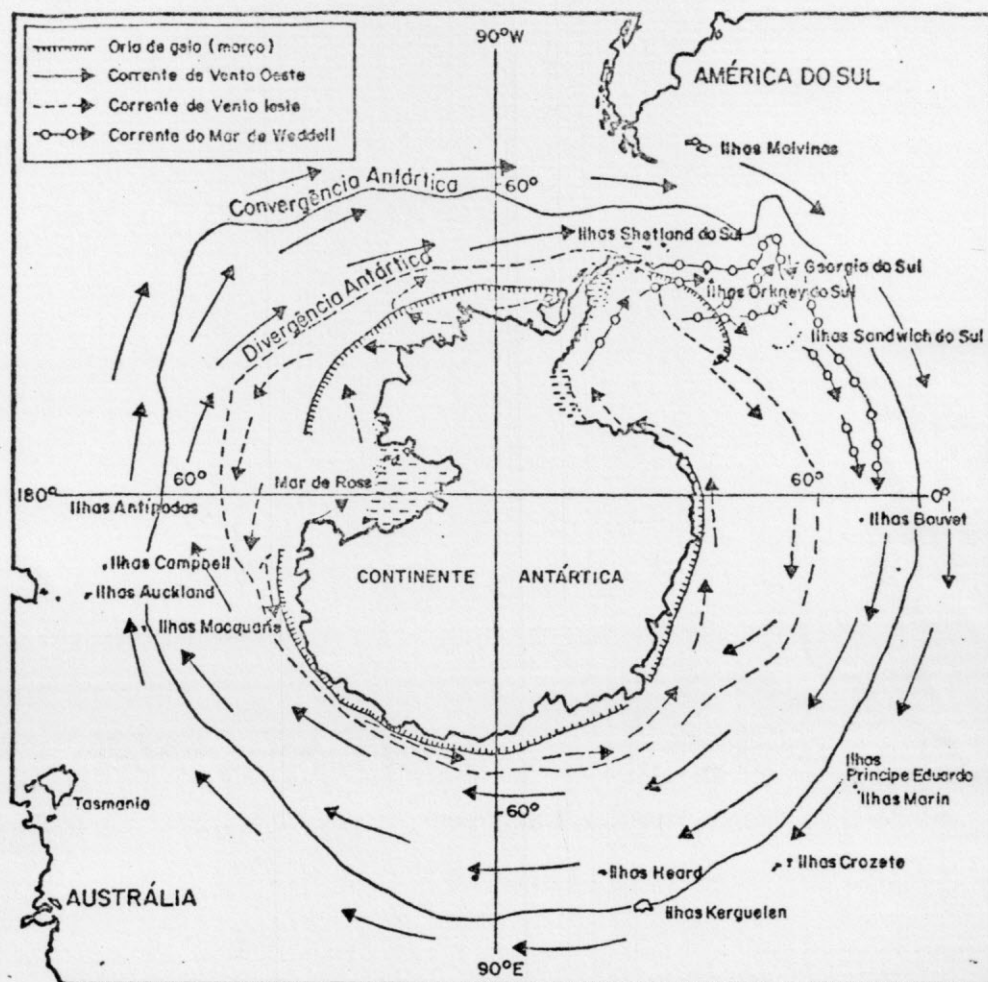


Fig. 1: Antártica: mostrando a posição da Convergência e Divergência Antárticas e das correntes superficiais. (Knox, 1970).

No inverno, a água superficial perto do continente, "Antártic Upper Water", é gelada e de salinidade reduzida como resultado da formação de gelo. À medida que o verão passa, essa água é recoberta por uma água mais quente e de menor salinidade, devido ao derretimento do gelo e neve. Segundo Kort (1962), há distintas massas de água ao sul da Convergência Antártica; enquanto que vários pesquisadores observaram que as características físico-químicas das águas costeiras são diferentes em muitos aspectos importantes. A camada superficial de baixa salinidade, varia consideravelmente em espessura com o grau de estratificação vertical, mostrando uma diferença sazonal e geográfica bem definida. (33).

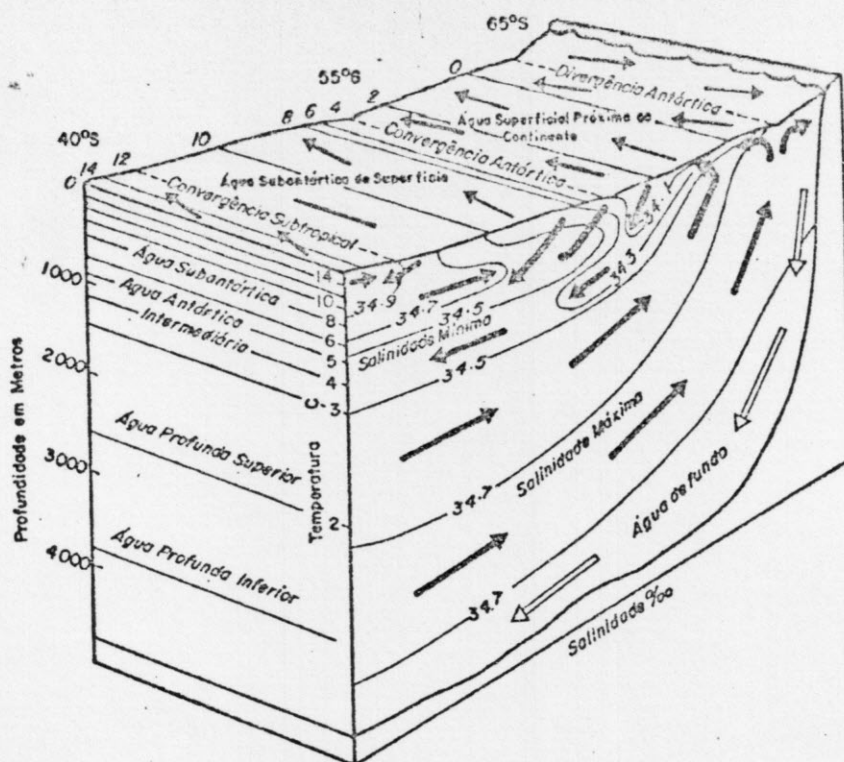


Fig. 2: Diagrama esquemático das Correntes Meridional e Zonal no Oceano Antártico (o diagrama representa as condições do verão). (Knox, 1970).

Em certas áreas, especialmente no Mar. de Weddell, algumas circunstâncias levam à formação de uma água muito fria e de alta densidade que mergulha ao longo da margem continental para formar a água antártica de fundo, "Antartic Bottom Water" com temperaturas inferiores a  $0,5^{\circ}\text{C}$ , a qual então se espalha para o norte e leste ocupando níveis abaixo dos 4.000 metros (fig. 2). Acima desta há a camada até 2.000 m de águas mais quentes que se movimentam para o sul, a corrente profunda e quente "Warm Deep Current" ou água profunda "Deep Water" que é formada no Atlântico Norte ou talvez nos oceanos Índico e Pacífico. Esta água profunda ressurge para tomar o lugar das águas superficiais divergentes, trazendo assim uma quantidade contínua de sais nutrientes para as águas superficiais ao redor do continente. Quando a "Antartic Upper Water" se move para o norte, encontra, na convergência Antártica, a água subantártica de superfície, "Subantartic Surface Water" menos densa, passando deste modo para baixo da superfície e se misturando com as águas imediatamente próximas (acima e abaixo), adquirindo propriedades que permitem a água antártica intermediária, "Antar

tic Intermediate Water" ser reconhecida através de uma vasta ex tensão dos outros oceanos. (Brodie, 1965). (33).

### 2.1. Temperaturas da superfície

A convergência Antártica que marca a fronteira do Oceano Antártico é uma das zonas fronteiriças fundamentais dos oceanos do planeta. Dentro da convergência, a escala termométrica no verão é de 4 a 8° C e no inverno de 1 a 3° C. As águas superficiais imediatamente ao sul da convergência tem uma temperatura média de cerca de 1 a 2° C no inverno e 3 a 5° C no verão, enquanto que, as temperaturas mais ao sul, perto do continente, variam apenas de cerca de 1,0° C a 1,9° C. As diferenças de temperatura entre a superfície gelada, as camadas de fundo e as camadas intermediárias mais quentes é menor que 5° C, deste modo, a escala anual total para toda a área não excede 4 a 5° C, sendo que na sua maioria é consideravelmente menor. (33).

### 2.2. Gelo

O desenvolvimento do gelo superficial tem um grande efeito no ecossistema Antártico. A marcação de estação para estação é tão melhor quanto for a variação anual na área total das águas Antárticas submetidas ao congelamento. Tem sido calculado que os limites estão provavelmente situados entre um máximo de cerca de  $26 \times 10^6$  km<sup>2</sup> para o fim do inverno e  $2,6-3,2 \times 10^6$  km<sup>2</sup> no alto verão. Entre esses limites situa-se a zona do "pack-ice", dentro da qual a distribuição do gelo marinho é grandemente variável, e a proporção das águas abertas igualmente irregular. Esta zona, geralmente tem uma fronteira norte bem definida e sua margem se situa aproximadamente na mesma posição de julho a outubro, já no limite sul os derretimentos e quebras se estendem até fevereiro ou março, mesmo após terminado o verão. Ao redor das proximidades do continente, grandes áreas de "Fast ice" não quebrados podem resistir por vários anos. A densidade do gelo é afetada pela localização geográfica, tão bem quanto pelas flutuações climáticas de ano para ano, e tem-se estimado que a escala de desenvolvimento anual está normalmente entre 1 a 4 metros em regiões costeiras. (33).

A formação do gelo afeta muitos dos processos físicos que determinam produtividade primária. Quando o gelo se forma, este extrai água pura da superfície do mar, levando a água a se tornar mais salina e quando derrete, dilui as águas superficiais. Há

também, devido a presença do gelo, uma redução da turbulência, devido a ação do vento, o que também deve restringir as trocas gasosas com a atmosfera. Acima de tudo, o gelo reduz a penetração de luz no mar. (33).

Com base na distribuição de gelo, 3 zonas concêntricas de diferentes amplitudes podem ser reconhecidas: (33).

- a) Os mares abertos ("ice free")
- b) As zonas de "pack-ice" e
- c) As zonas de "fast-ice"

### 2.3. Radiação solar

No Continente Antártico, a alternância entre escuridão total durante metade do ano e iluminação contínua na outra metade, impõe um regime sazonal de luz em contraste aos ciclos diurnos das baixas latitudes. (33).

De acordo com Kopanev (1962), a duração da luz do sol na Antártica é maior que em latitudes árticas correspondentes, e isto combinado com a grande transparência da atmosfera promove um grande influxo de radiação solar. (33).

Em estações ocupadas durante o cruzeiro Eltanin, foi encontrada uma alta correlação entre a intensidade da radiação solar incidente e taxas de fotossíntese nas zonas eufóticas. Foi encontrada que eram baixas nas águas superficiais e que essas taxas aumentavam com o aumento da profundidade. Por outro lado, quando a luz incidente era baixa, as taxas de fotossíntese se mantinham quase que constantes nas zonas superficiais da zona eufótica ou eram máximas nas águas superficiais. Estes resultados são causados muito provavelmente por foto-inibição, onde a alta intensidade de luz causa um decréscimo nas taxas de fotossíntese. (16).

A penetração de luz nas águas é determinada não apenas pela sua intensidade, ângulo de incidência, reflexão da superfície (acima de 50% de acordo com dados fornecidos por El Sayed, 1966) e absorção de partículas suspensas, mas também pela presença de "Fast ice" e "pack ice". Medições de penetração de luz dentro das zonas de "fast ice" e "sea ice" tem sido feitas por Bunt (1960) em Mawson, por Littlepage (1965) em McMurdo Sound, por Meguro (1962) e Berckholder e Mandelli (1965); na área da Península Antártica, por El Sayed e Mandelli (1965) no mar de Weddell e por El Sayed (1966) no mar de Bellingshausen. (33).

Medições no mar de Bellingshausen em fevereiro de 1965, mostraram que 21% da luz incidente penetrava através de uma camada de gelo de 1 metro de espessura. Não há dúvida que grandes gradientes em intensidade de luz existem por debaixo do gelo. Ademais, cristais de gelo são capazes de polarizar luz e é certo que haja uma absorção diferencial de luz de diferentes comprimentos de onda, embora não se saiba muito a respeito disso. (33).

#### 2.4. Nutrientes

Observações com relação a distribuição de nitratos, fosfatos e silicatos mostram que seus níveis raramente caem abaixo do máximo encontrado nas regiões temperadas e é improvável que sejam fatores limitantes para o crescimento e desenvolvimento de fitoplâncton. O mecanismo que assegura este abundante suprimento de nutrientes, consiste nos movimentos de água descritos acima.

As informações com relação aos sais nutrientes nas águas antárticas mostram que estes sais se apresentam em excesso para as necessidades do fitoplâncton. Isto é devido principalmente, ao mecanismo de ressurgência, o qual fornece um grande suprimento destes sais. Nos picos de crescimento do fitoplâncton, as concentrações de nutrientes tornam-se bem acima dos valores limites necessários. Por exemplo, durante o intenso "Bloom" de fitoplâncton da plataforma de "Ronne Ice", sudoeste do mar de Weddell, os sais nutrientes exibem altas concentrações: Fosfatos (2,02 mg at./l), nitratos (24,9 mg at./l) e silicatos (68 mg at./l), (El Sayed 1971). É improvável que estes sais nutrientes se encontrem em concentrações baixas, o suficiente para servirem de fator limitante ao crescimento do fitoplâncton.

Alguns progressos tem sido feitos em anos recentes com relação aos requerimentos vitamínicos do Fitoplâncton Antártico. Carlucci e Cuhel encontraram que é possível que concentrações de vitamina B<sub>12</sub> possam ter importante efeito na composição do Fitoplâncton Antártico. Contudo, não há nenhuma evidência de que esta vitamina afete a produtividade primária. Os mesmos autores também encontraram que a tiamina é necessária em detectáveis concentrações nas águas Antárticas, embora tenham encontrado que a biotina está presente em altas concentrações. Já que apenas poucas espécies de fitoplâncton requerem estas vitaminas, as suas concentrações não são provavelmente de grande importância ecológica. (16).

Holdgate (1967) resumiu estes fatores gerais nas seguintes palavras:

"O ambiente marinho Antártico é assim um profundo sistema oceânico, com uma circulação fortemente definida. A ressurgência traz nutrientes até as águas superficiais em quantidade considerável. O regime de luz é estacional com abundante luz para fotossíntese no verão, mas com muita pouca iluminação na água. As temperaturas são consideravelmente baixas por toda a zona. Assim, como nos oceanos muito produtivos, há considerável turbulência no verão, mas estabilidade no inverno, dentro de uma cobertura de proteção de gelo. Adaptações fisiológicas às baixas temperaturas ou tolerância a elas e as condições do habitat, favorecem a vida no verão, mas no inverno, devido as baixas densidades de luz, esta tolerância torna-se então marcadamente menor, especialmente ao sul da convergência". (33).

### 3. Produtividade primária

Atualmente, já há uma escala razoavelmente grande de medidas da biomassa de fitoplâncton e produtividade primária ao redor do continente Antártico, desde o "fast ice" até a Convergência Antártica. Em qualquer discussão sobre produção de fitoplâncton nas águas Antárticas é essencial distinguir entre a contribuição dada pelas algas na coluna de água e aquela dada pelas algas epônticas. Bunt foi o primeiro a reconhecer a importância da flora de microalgas do gelo, desenvolvendo trabalhos em McMurdo Sound. Esta flora tem sido também investigada por pesquisadores russos em Mirny (Haswell Islands) e em Molodiozhnaya (Enderby Land). (33).

Bunt distingue dois habitats microflorais no gelo marinho: as comunidades "snow" descritas por Meguro (1962) e Burckholder e Mandelli (1965) na Península Antártica e as comunidades "ice", as quais foram primeiramente descritas por Mawson. (33).

Estas comunidades "ice" formam uma grande faixa, estendendo-se através da camada inferior de gelo "fluffys" até uma espessura de 50 a 100cm. Os grupos representados incluem diatomáceas, Chrysophyceas, dinoflagelados e flagelados verdes, dos quais as formas dominantes são geralmente ubíquas. (33).

As algas epônticas que incluem representantes dos principais grupos taxonômicos são capazes de fotossintetizar em condições de iluminação muito baixa (0,05% da luz incidente na superfície

cie). Se tem destacado também a possível importância dessas algas como fator limitante da luz que chega as algas planctônicas situadas por debaixo do gelo. Sua importância como fonte de alimento para os consumidores primários pode ser muito grandes nos meses de inverno, embora se tenha poucos dados sobre o assunto.(33).

Baseando-se em distintas determinações de fixação de carbono, Currie(1964; El Sayed e Mandelli, 1965; Ryther, 1963)Gulland (1970) chega a uma cifra total para a Antártica de 0,4 a  $2 \times 10^9$  tm/ano. Este dado difere sensivelmente da estimativa de El Sayed que foi de  $3,03 \times 10^9$  tm/ano. Tomando uma relação de 1:10 para converter a massa de carbono fixado a peso vivo, se chega a uma produção, segundo Gulland de 4 a  $20 \times 10^9$  tm/ano (expressa em biomassa), sendo que, segundo El Sayed esta relação é de 1:4, o que daria uma produção de  $12 \times 10^9$  tm/ano. (16).

### 3.1. Biomassa

As tabelas 1 e 2 são baseadas em dados disponíveis de biomassa de fitoplâncton (em termos de clorofila) e produção primária (em termos de demanda de  $C^{14}$ ) nos oceanos Antárticos. (33). Como El Sayed relatou, exceto para áreas relativamente melhor estudadas, como a passagem de Drake, as águas a oeste da Península Antártica e McMurdo Sound, esses dados de produtividade são resultados de observações esporádicas. (16).

A tabela 3, dos apontamentos de Holdgate (1967), resume os dados fornecidos por Hart (1942) em seu exame da biomassa de fitoplâncton na Convergência Antártica. Os resultados dados nessa tabela, juntamente com os mais recentes dados das tabelas 2 e 3, indicam que as águas Antárticas são comparativamente ricas em fitoplâncton, especialmente as águas ao redor da Georgia do Sul. (33).

### 3.2. Produção Primária

Ryther (1963) estimou a produção média anual como sendo da ordem de  $100g C/m^2$  para o oceano Antártico como um todo. Currie (1964) apresentou o valor de  $43g C/m^2$  para produção primária anual e mais recentemente Bunt (1968), encontrou que a produção anual por toda a região pode exceder  $70g C/m^2$ , da qual a contribuição direta dentro da camada de gelo deve ser menor que 2%. (33).

Talvez as características mais notáveis dos dados apresentados nas tabelas 2 e 3 são as variabilidades extremas tanto sazonais quanto geográficas da produtividade das áreas investigadas, ou seja, os estreitos de Bransfield e Gerlache são excessivamente produtivos, quando comparados com a Passagem de Drake e o mar de Weddell. Klyashtorin (1964) com base nos dados colhidos em torno do Continente Antártico, forneceu uma produção média de  $9\text{mg C/m}^3$  por dia. Por outro lado, Sayo e Kawashima (1964) em investigação entre  $40^\circ$  Oeste e  $100^\circ$  Leste e Ichimura e Fukushima (1963) na seção do oceano Índico, deram valores muito baixos para ambos, clorofila *a* e demanda de  $\text{C}^{14}$ . Altos valores por outro lado, tem sido apresentados por Burckholder e Sieburth (1961), Mandelli e Buckholder (1966) e El Sayed (1966) para as águas oeste da Península Antártica, Bunt (1963-1964) apresentou valores altos para McMurdo Sound. (33).

Há aparentemente grandes variações entre águas costeiras e não costeiras numa mesma região. Klyashtorin (1964) registrou valores médios de  $120\text{mg C/m}^3$  e  $61\text{mg/m}^3$  em regiões próximas a costa, em Mirny Station e Ilhas Peter I. (33).

Como Foxton (1964) relatou, a produção é concentrada em aproximadamente seis meses do ano, com dois períodos de acréscimo, através de mergulhos feitos por investigadores dos Estados Unidos abaixo do gelo em McMurdo Sound (Anonymous, 1968) indicaram que diatomáceas, as quais tem sido conspicuamente raras na água nos meses de inverno, tiveram alcançado capacidade máxima de "bloom" em novembro. Volkovinskiy e Fedosov (1965) relataram que fotossíntese intensiva ocorre na orla de derretimento do gelo e que a fotossíntese máxima nas águas Antárticas ocorre nas camadas superficiais, enquanto que nas águas do Hemisfério Norte ela ocorre a 25m de profundidade. Foxton (1964) considera que os fatores físicos do meio ambiente são os mais importantes na determinação da escala e curso dos eventos no ciclo de produção Antártica, enquanto que El Sayed e Mandelli (1965) e El Sayed (1968) tem considerado a possível importância de fatores como: níveis de nutrientes, temperatura, luz e estabilidade nas águas superficiais para explicar as variações que ocorrem. (33).

Bunt (1968) mencionou outro fator que possivelmente seria de significância bem maior do que os citados acima, um fator único para regiões polares, chamado "camadas de gelo na superfície". A camada de gelo com suas algas epônticas, limita severamen



te a luz disponível para fotossíntese na coluna de água, logo os dados de quebra de gelo e derretimento e também o período de tempo para o qual os mares estão livres de gelo, são de importância crítica no controle da taxa de crescimento da biomassa e portanto da produção anual total. Em adição, a quebra da camada de gelo provavelmente libera um "inóculo" de algas na coluna de água, sem o qual um período muito longo teria que ser requerido para construir uma biomassa máxima. (33).

Dados adicionais mais recentes fornecidos por Gulland (1970), El Sayed (1971) e Marschoff e Tomo (1976) indicam uma produção primária de 4 a 20 x 10<sup>9</sup> tm/ano, de 12 x 10<sup>9</sup> tm/ano, respectivamente. (51).

#### 4. Zooplâncton

##### 4.1. Biomassa de Zooplâncton

Foxton (1956) resumiu as informações de biomassa de zooplâncton nas várias zonas latitudinais do Hemisfério Sul (Tabela 4). Nela podemos ver que as águas Antárticas tem uma biomassa significativamente maior que as regiões tropicais e temperadas. Veronina (1966), forneceu detalhes das estimativas de biomassa feitas no primeiro e segundo cruzeiros de Expedição Antártica Soviética. Em um perfil ao longo de 20° E, de 69° 46'S, tomado de 21 de fevereiro até 11 de março de 1957, encontrou-se que os copépodos constituem a maior parte da biomassa nas águas Antárticas. Abaixo de 100 a 200m a quantidade média de zooplâncton foi de 10 a 15 mg/m<sup>3</sup> ao longo da maior parte do contorno, com exceção das estações feitas na Convergência (300 mg/m<sup>3</sup>) e Divergência Antártica (80mg/m<sup>3</sup>). Nas profundidades menores havia um número claramente definido com uma biomassa de mais de 100 mg/m<sup>3</sup>. Os resultados médios de todos os contornos dão estimativas de ordem similar àqueles encontrados por Foxton. Foi encontrado que áreas com alta biomassa formavam zonas cercando o continente, sendo o seu número e posição registrados. Os maiores componentes do zooplâncton eram os copépodos Antárticos das espécies Rhincalanus gigas, Calanus propinquus e Calanoides acutus, contribuindo com 72,8% da biomassa total. Foi encontrado que a composição etária da população dessas 3 predominantes espécies em qualquer período, difere, já que elas passam através dos seus diferentes estágios do ciclo biológico em épocas distintas. Devido a suportarem diferentes estágios de migrações verticais e sazonais, estas espécies desempenham um

importante papel na determinação da biomassa a diferentes níveis e a diferentes épocas do ano. (33).

As estimativas acima da biomassa, contudo, não consideram o grande zooplâncton, especialmente Euphausia superba adultos (Krill), já que estes não são capturados nos modelos de redes usados. De acordo com cálculos de previsão feitos por Klumov (1963), o estoque total de euphausídeos antárticos é de 5 bilhões de toneladas. Holdgate dá o número de 55 mg/m<sup>3</sup> para o zooplâncton marinho que não seja Euphausia, incluindo 5 mg/m<sup>3</sup> de carnívoros. Como foi assinalado, há uma informação quantitativa muito pequena acerca da proporção das espécies carnívoras, embora algumas sejam conhecidas como abundantes (Littlepage, 1964) e o dado de 5 mg é provável ser uma subestimativa. (33).

#### 4.2. Relações entre Fitoplâncton e Zooplâncton

A existência de uma correlação inversa entre densidade de fitoplâncton e número de zooplâncton herbívoro nas águas Antárticas foi demonstrado por Hardy e Gunther (1935). A tabela 5 de Hardy (1967) ilustra a relação entre densidades de Fitoplâncton e aquelas das três espécies de euphausídeos, um amphipoda e um tunicado. De maneira geral pode ser observado que há tendência a haver um número pequeno de animais nas áreas onde o fitoplâncton é mais esparsa (talvez devido a baixa taxa de alimento), por outro lado foi também identificado pequenos números em áreas com os valores mais altos de fitoplâncton. Hart (1942) considerou que a demanda de alimento pelo zooplâncton era o fator principal de controle do fitoplâncton antártico, enquanto Hardy e Gunther (1935) levantaram anteriormente a hipótese da exclusão animal para explicar a relação de distribuição inversa entre o fitoplâncton e o zooplâncton. (33).

Uma sugestão feita por Steeman-Nielsen é que a água emergente pobre em zooplâncton, mas rica em nutrientes, empurra para os lados a água superficial com seu conteúdo de plâncton. Nesta água ressurgente, rapidamente desenvolve-se abundante fitoplâncton na ausência de animais consumidores do mesmo. Desta maneira, uma rica porção de fitoplâncton irá ser consumida nas orlas superficiais das regiões imediatamente ressurgentes. Hardy (1967) acredita que essa é a explicação para a grande quantidade de fitoplâncton encontrada na Georgia do Sul. Aqui, baixos valores de fosfato estavam associados com tais quantidades. (33).

TABELA 3. Biomassa média e mínima calculada em mares Antárticos (De Holdgate, 1967)

MÍNIMO CALCULADO (g/m <sup>3</sup> )		BIOMASSA MÉDIA (g/m <sup>3</sup> )	
MÁXIMO	MÍNIMO	MÁXIMO	MÍNIMO
20.1	1.06	0.48	0.025
61.5	15.5	1.10	0.280
28.9	16.7	0.23	0.13
36.2	10.1	0.14	0.04

TABELA 4. Biomassa de zooplâncton no Southern Ocean (Dados expressos em mg/m<sup>3</sup>) (Knox, 1970)

	ANTÁRTICO	SUBANTÁRTICO	TROPICAL	SUBTROPICAL
0- 50m	55.2	55.8	33.1	40.5
0-1000m	25.6	20.9	9.8	9.0

TABELA 5. Relação entre fitoplâncton e zooplâncton em águas Antárticas ao norte das Georgias do Sul (Knox, 1970)

VALORES MÉDIOS DE FITOPLÂNCTON	EUPHAUSTIA SUPERBA	E. FRÍGIDA	THYSANOESSA	PARATHEMISTO	SALPA FUSIFORMIS
57,500	289	3	17	48	38
290,000	1913	44	57	266	1781
483,000	951	47	94	44	1051
2,064,000	369	76	136	87	675
50,936,500	31	15	138	53	246
315,125,000	41	2	69	45	49

TABELA 2. Variações em concentrações de clorofila a em águas Antárticas (Knox, 1970)

INVESTIGADOR	LOCALIDADE	DATA	mg CLOROFILA a/m <sup>3</sup>
Hart	Mar de Ross	Fev. 1934	0.02-3.60*
Hart	Mar de Bellingshausen	Mar. 1934	0.20-0.50*
Hart	Mar de Bellingshausen	Mar. 1938	0.01-0.37*
C.S.I.R.O.	134 - 158 <sup>o</sup> E	Fev. 1959	0.05-1.45
El Sayed e Kawashima	33 - 72 <sup>o</sup> E	Dez. 1961	0.04-0.36
El Sayed e Mandelli	Mar de Weddell (0-60m)	Jan. 1964	0.14-0.86
Burkholder e Sieburth	Península Antártica	Jan. 1959	0.30-26.80
Bunt	Mawson (0-25m)	Dez. 1955	0.14-3.92
Bunt	McMurdo Sound (3m)	Dez. 1961	Acima de 55
Bunt	McMurdo Sound	Dez. 1962	Acima de 2.5

\* Dados convertidos das unidades de Harvey usando a regra de aproximação:  
 1 unidade Harvey= 0,3mg de clorofila a.

TABELA 1. Carbono Orgânico e Clorofila a em águas Antárticas (valores médios no verão)

ÁREA	CLOROFILA a (mg/m <sup>3</sup> )	CARBONO ORGÂNICO (g/m <sup>3</sup> /dia)	AUTOR
Mar de Bellinshausen	0.36	0.24	El Sayed (1968)
Passagem de Drake	0.73	0.036	El Sayed (1964)
Passagem de Drake	0.78	0.77	El Sayed (1968)
Estreito de Gerlache	11.6	-	Burkholder e Sieburth (1961)
Estreito de Gerlache	-	0.86	Mandelli e Burkholder (1966)
Estreito de Gerlache	6.27	1.31	El Sayed (1968)
Estreito de Bransfield	3.6	-	Burkholder e Sieburth (1961)
Estreito de Bransfield	2.4	0.120	El Sayed, Mandelli e Sigimura (1964)
Estreito de Bransfield	-	0.70	Mandelli e Burkholder (1966)
Estreito de Bransfield	0.86	2.76	El Sayed (1968)
Ne das Ilhas Orkney	4.3	0.215	El Sayed e Mandelli (1965)
Ilhas Deception	14.2	0.710	Burkholder e Sieburth (1961)
Baía de Marguerite	2.73	0.46	El Sayed (1968)
Mar de Weddell	0.61	0.68	El Sayed (1968)
África-Antártica	0.17	0.03	Saijo e Kawashima (1964)
Setor Antártico-Indiano	0.15-0.6	-	Ichimura e Fukushima
Austrália-Antártica	0.28	0.10	Saijo e Kawashima (1964)
Setor Atlântico-Antártico	-	0.145	Volkovinsky (1966)
Mc Murdo Sound	37.5	1.875	Bunt (1964)

Fonte: Knox, 1970

Áreas com muito fosfato estavam associadas com pouco fitoplâncton e com altas densidades de Krill e baleias. (33).

Hardy (1967), também discute outra explicação para a grande quantidade de fitoplâncton, a qual foi primeiramente posta em evidência por Bogorov (1938). O efeito do gelo e suas algas "epônticas" na redução da luz disponível para fotossíntese foi discutido acima. O derretimento do gelo pela hipótese levantada por Bunt (1968) iria desprender as algas "epônticas" espalhando-as na coluna de água e o aumento de luz e abundância de nutrientes, iria provocar a grande produção de diatomáceas que promoveria um aumento do zooplâncton. O "pack ice" não derrete freqüentemente e as zonas mais recentemente cobertas pelo gelo irão ter as maiores densidades de fitoplâncton. Estas irão mais tarde, se tornar as ricas regiões de alimentação do Krill e subseqüentemente das baleias. (33).

#### 4.3. As Características do Zooplâncton Antártico

Há várias características que servem para distinguir o zooplâncton antártico. São elas: (33).

1. Ausência quase completa de formas larvais de animais que vivem nas profundezas;
2. Camadas superficiais pobres em espécies, mas ricas em indivíduos, sendo que o número de espécies cresce com o aumento da profundidade;
3. Além de apresentarem uma migração diurna vertical, as espécies dominantes confinadas na zona antártica performam também uma migração vertical anual (Mackintosh, 1960). Espécies como Rhincalanus gigas, Eukronia hamata e Calanus acutus são levadas por correntes rumo ao norte no verão em águas superficiais, invadindo, no inverno, as profundas e fluentes águas da Região Sul (fig. 2). Apesar de haver uma migração vertical sazonal entre 400 e 600m, essas espécies se mantêm em águas antárticas ao longo da corrente circular, desde que a componente principal do movimento da água se dê para leste. Tanto em massas de águas superficiais quanto profundas, há um constante deslocamento longitudinal.

#### 5. Bentos

Enquanto que a movimentação do gelo ao longo da linha da costa efetivamente restringe a fauna e flora, as regiões benti

cas abaixo da área de abrasão do gelo suportam rica fauna. (33). Deste modo, pode-se considerar que em geral a fauna bêntica é rica, variada e com um considerável grau de uniformidade ao redor do continente.

### 5.1. Ambiente Bêntico

A plataforma Antártica apresenta uma largura média de 64-240 km e tem geralmente uma estrutura complexa, com profundidades de 400-500m nas regiões mais externas, em contraste com a profundidade mais usual de 200 metros. Grandes áreas da plataforma estão cobertas com depósitos de material bastante mesclado, o qual se encontra misturado com seixos de vários tamanhos e cascalho, transportados pelos iceberges (Ushakov, 1963). Devido a superfície do continente ser quase inteiramente coberta de gelo, não há rios ou condução pelos ventos, não havendo portanto sedimentos orgânicos ou inorgânicos adicionados aos depósitos da plataforma. Na região de McMurdo Sound, nas águas rasas com mesmos de 200m há um substrato de rochas vulcânicas, areia e cascalho (Dearborn, 1967), enquanto que a profunda e ondulada plataforma de 200-800m está coberta com sedimentos glaciais de lodo, cascalho e seixos espalhados (Bullivant, 1967). Estes depósitos geralmente tem grandes quantidades de material de origem orgânica como conchas foraminíferas, esponjas, esqueletos de briozoários, tubos de vermes, fragmentos de conchas de moluscos, detritos calcáreos, ocorrendo também em águas profundas, depósitos de lodo. (33).

As características físicas do meio ambiente são relativamente críticas. Dados de Tressler (1964) para um ano inteiro em McMurdo Sound indicam uma média anual de temperatura da água de  $-1,83^{\circ}$  C a 100m, com uma variação máxima de  $0,56^{\circ}$  C, e para águas profundas (585m)  $-1,89^{\circ}$  C, com uma variação máxima de apenas  $0,07^{\circ}$  C. A salinidade das águas profundas é em média, de 34,85% com uma variação de 0,24%. A percentagem de saturação de oxigênio dissolvido média é de 67%, com uma variação de apenas 6%. Desta forma o meio ambiente físico pode ser considerado com bem uniforme. (33).

As pesquisas desenvolvidas neste campo tem validade as generalizações que se seguem com relação as características da fauna bêntica antártica. (33).

### 5.1.a. Grande Variedade na Composição de Espécies

A composição de espécies é bastante variada, provavelmente acima de 500 diferentes espécies de invertebrados que ocorrem no fundo rochoso em ilhas Haswell de acordo com Andriashev (1968). Em McMurdo Sound, em saibros vulcânicos e escombros a uma profundidade inferior a 50-60m, os mais conspícuos invertebrados bênticos são a anêmona Urticinopsis antarctica; um grande nemertino, Lineus corrigatus; um grande e moroso isópodo, Glyptonotus antarcticus; um grande picnogonídeo, Colossendeis megalonyx; um molusco bivalvo, Limatula hodgsoni; os Ofiuróides Odonaster validus e Diplasterias brucei (Dearborn, 1967). (33).

Nos substratos rochosos abaixo de 200m, no mar de Ross, (Dearborn, 1967; Bullivant, 1967) e nas ilhas Haswell (Andriashev, 1968); há crescimento de várias esponjas, numerosas colônias de briozoários encrustados e espessamente ramificadas, hidroídeos, alcionários e poliquetos tubiculosos. Numerosas espécies vivem nessas zonas de crescimento, especialmente equinodermas polinóides, serpulídeos e vermes terebellídeos. Há também grande número de foraminíferos, sendo seu número nos depósitos da plataforma de aproximadamente 20 vezes (formas aglutinadas) e 60 vezes (formas calcáreas) maior que na plataforma da parte noroeste do Oceano Pacífico (Saidova, 1961). (33).

Este quadro é similar àquele apresentado para o setor do Oceano Índico por Propp (1966) e Ushakov (1962). Pasternak e Gruzov (1960) apresentam uma tabela que mostra a redução do número de esponjas, briozoários e ascídeas abaixo de 500m com um relativo aumento no número de poliquetas, crustáceos, moluscos e equinodermas. (33).

### 5.1.b. Dominância de Animais Sésseis

A maior parte dos organismos são sésseis, consumidores de plâncton e detritos, estando concentrados em áreas onde há pouco substrato exposto, especialmente acima de 500m. A abundância de seixos de rochas, favorece o crescimento desses organismos. (33).

### 5.1.c. Grande Tamanho das Espécies

Muitas espécies alcançam um tamanho muito maior do que aquele alcançado por espécies similares em outros oceanos (Andriashev, 1967). Com relação as esponjas, a Rossela sp atinge o



surpreendente comprimento de 130cm e largura de 750cm. Um tamanho muito grande também é alcançado por alguns Alcionários, Pcionogonídeos, Anfipodos (*Eusirus*, *Paramphithoe*), Isópodos (*Glyptonotus*, *Serodideos*), Poliquetas (*Eulagisca gigantea*, *Laetmotonice producta*) e vermes nemertíneos (*Lineus*, acima de 2m de comprimento). (33).

#### 5.1.d. Alta Biomassa

Andriashev publicou interessantes informações quantitativas de biomassa de organismos bênticos. Em águas rasas das Ilhas Haswell e mar de Davis a profundidades inferiores a 50m, as seguintes estimativas de biomassa de animais bênticos foram feitas: (33).

- a) Alcionários com abundante fauna acompanhante  $1a2kg/m^2$ ;
- b) Hidroídeos e poliquetas sedentários  $2 kg/m^2$ ;
- c) Crescimento de esponjas, hidroídeos e briozoários acima de  $6 kg/m^2$ .

No setor do Oceano Índico, Belyaev e Ushakov (1962) indicaram valores de biomassa em profundidades de 200-300m, variando entre 183 a  $1.383 g/m^2$  e valores de 400-500  $g/m^2$  a 100.500m de profundidade (fig. 3). Esses valores diminuem para  $28 g/m^2$  a 2.000m e  $1,4 g/m^2$  a 3.500m. Os valores médios a profundidades superiores a 3.000m eram de 0,8-0,9  $g/m^2$ . Esses valores excedem aqueles de biomassa média a profundidades comparáveis em outras regiões bastante produtivas, os quais eram de 115  $g/m^2$  a 100-200m e de 113  $g/m^2$  a 200-500m. (33).

#### 5.2. Comparações com os Bentos Árticos

A fauna bêntica do oceano ártico é comparativamente pobre, considerando que o ambiente antártico é caracterizado por uma grande diversidade de espécies, com considerável variação sazonal em uma mesma região. O ambiente ártico tem uma pequena diversidade de espécies com uma baixa dominância (Ushakov 1962). Comunidades Árticas (MacGinitie, 1955) se encontram mais ou menos arranjadas regularmente em estreitas zonas, em contraste com o padrão da plataforma antártica. (33).

#### 5.3. Periodicidade Sazonal e Ciclos Reprodutivos

Embora o ambiente marinho antártico seja muito constante, com variações de menos de  $1,0^{\circ} C$  ao longo da maior parte da

zona antártica, as respostas fisiológicas dos animais marinhos à temperatura nesse meio ambiente quase constante, são bastante sensíveis. Em mares temperados e tropicais, como Dearborn (1967) descreveu os processos fisiológicos como iniciação à gametogênese, reprodução ou a deposição de lipídios, requerem maiores mudanças de temperatura do que em águas antárticas. (33).

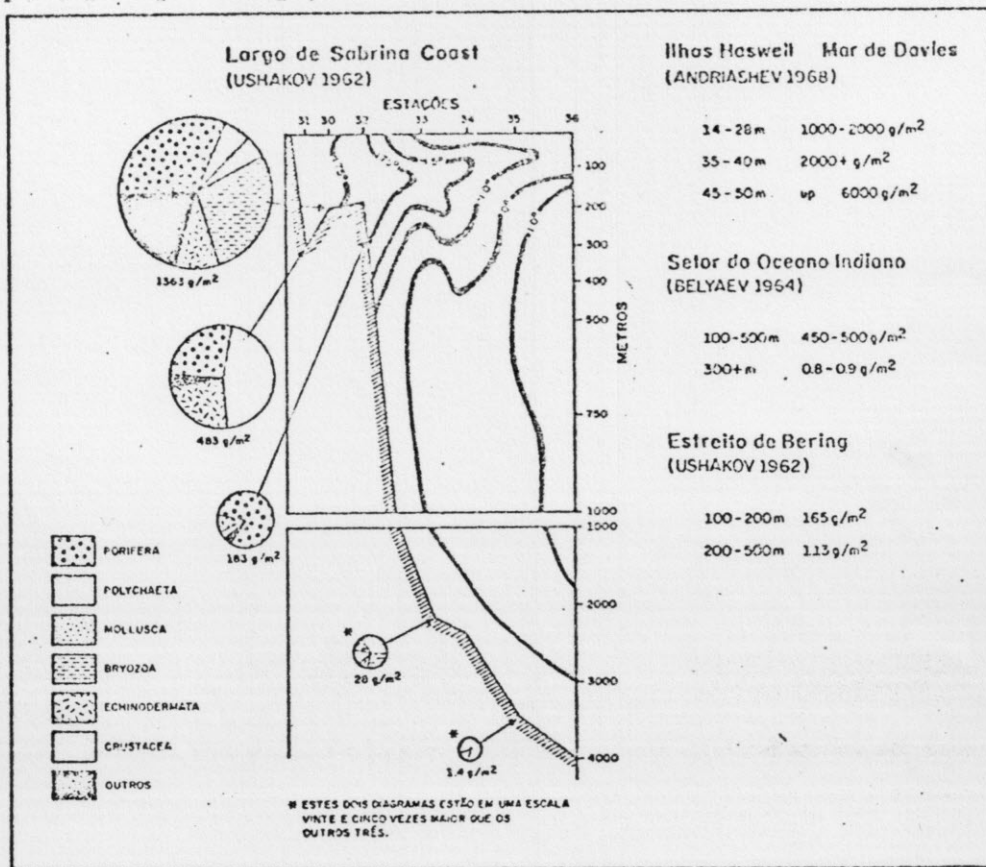


Fig. 3: Biomassa Bêntica na Região Antártica comparada com outras Regiões. (Knox, 1970).

A marcada periodicidade da produção primária é refletida nas mudanças anuais no conteúdo lipídico dos invertebrados antárticos. (33).

Littlepage (1964) encontrou que o euphausídeo, *Euphausia crystallorophias*, um filtrador de fitoplâncton, estoca lipídios ao longo do verão e este decresce à medida que o inverno avança; o copépodo carnívoro, *Euchaeta antarctica*, por outro lado, mantém um alto conteúdo lipídico por todo tempo, desde que o pequeno zooplâncton que lhe serve de alimento, esteja em grande abundância durante os meses de inverno. (33).

Pearse (1963, 1965, 1966), estudou a periodicidade reprodutiva do asteróide comum *Odonaster validus* e do anfípoda

Orchomenella proxima em McMurdo Sound. Foi encontrado que exemplares coletados nas Ilhas Baleares (67° S), Baía de Robertson (71° S) e McMurdo Sound (77° S) mostram padrões reprodutivos semelhantes, indicando assim sincronia reprodutiva em toda Região Antártica. (33).

Os ovários de O. validus indicam o crescimento primário de agosto até fevereiro, atingindo a maturidade em aproximadamente 18 meses. Os embriões necessitam aproximadamente 2 meses para atingir o estágio bipinário demersal. A desova se dá no inverno de julho a novembro, com o desenvolvimento larval de maneira a aproveitar o crescimento fitoplanctônico do verão, sendo que O. validus procria também no inverno. Pearse considera que a periodicidade reprodutiva de O. validus está adaptada e sincronizada com o período do verão, no qual há fitoreprodução e não tanto às condições de luz e temperatura, as quais não tem influência direta no ciclo biológico desta espécie. (33).

Uma percentagem relativamente grande das espécies de invertebrados antárticos são ovovivíparas ou encubam seus filhotes (Dell, 1965), assim como no Ártico são comuns ovos com grande vitelo e curtos ciclos de vida. (33).

## 6. Interrelações da Cadeia Alimentar

A figura 4 mostra as principais relações na cadeia alimentar dos mares antárticos. Esta figura mostra a posição central ocupada pela Euphausia superba (Krill). (33).

Das oito espécies de baleias de barbatanas existentes nas águas antárticas, a azul, fin e humpback são as maiores consumidoras de E. superba, mas suas populações estimadas em 300.000 em 1933-39, foram reduzidas de 80 a 90%. As maiores baleias, acredita-se que consomem mais de 1 tonelada de Krill por dia. (Nemoto, 1968). (33).

O efeito da drástica redução da população de baleias na população de Krill não é ainda conhecido. A foca "Crabeater", muitas espécies de peixes e várias de pássaros, especialmente pinguins, também se alimentam de Krill. (33).

Diferentes espécies possuem diferentes padrões de alimentação e há evidências de que a mesma espécie, dependendo do local, varia tanto o tipo quanto as proporções de zooplâncton em sua alimentação (pinguins de Adelie no Cabo Crozier e Hallett). (33).

A cadeia alimentar que envolve, diatomáceas - Krill - baleias de barbatanas, é uma das mais curtas encontradas nos oceanos e devido a sua importância econômica, tem sido motivo de um número considerável de pesquisas. Por outro lado, muito pouco é conhecido a respeito das cadeias tróficas que envolvem peixes antárticos e cefalópodos, incluindo-se aqui, aproximadamente 90 espécies bentônicas (Marshall, 1964) e 60 espécies pelágicas. (01).

Há poucas informações acerca do regime alimentar destes peixes. Hureau (1964), estudou o nototeneídeo Trematomus bernacchii e encontrou que a alimentação era variada, incluindo algas, crustáceos, moluscos, anelídeos, ovos e exemplares jovens de outras espécies. As espécies pelágicas se alimentam, sem dúvida, de plâncton e grandes concentrações de bacalhau antártico tem sido encontrados. (01).

Muitas espécies bentônicas como Pleuragramma antarcticum, possuem estágios larvais pelágicos que se alimentam sob o gelo (Andriashev, 1968). Algumas espécies bentônicas carnívoras atingem tamanhos consideráveis. Foram encontrados espécimes de Dissostichus mawsoni com mais de 175cm. Ainda menos é sabido acerca do grupo dos cefalópodos no ecossistema antártico. De acordo com Dell (1965), as lulas provavelmente alimentam-se de Krill e outros crustáceos. Infelizmente, apesar de sua grande abundância, são difíceis de capturar. Entretanto, os remanescentes de seus bicos encontrados nos estômagos de baleias, focas e pássaros marinhos, indicam uma relativa abundância. (33).

Lulas formam parte substancial da dieta dos albatrozes (Tickell, 1964) e dos elefantes marinhos (Matthews, 1928). Grandes concentrações de lulas tem sido encontradas nas águas antárticas, mas não há muitas informações quantitativas disponíveis. Sua biomassa pode ser considerável, mas pelo menos por agora, são poucas as estimativas. (33).

#### 6.1. Interrelações da Cadeia Trófica na Zona do "Pack Ice"

A figura 05, baseada em um diagrama de Andriashev, ilustra as relações alimentares na zona do "pack ice". Na base da cadeia trófica, estão as microalgas plantônicas e epônticas. Andriashev (1967), foi o primeiro a se interessar pela, ainda pouco estudada, fauna epôntica que vive sob o gelo. As espécies mais abundantes são os copépodos Harpacticoides e anfíbios do gênero Orchomonopsis. Andriashev (1967), assinalou 3.040 indivíduos por m<sup>2</sup>

com um peso total de 86 gr. Os copépodos juntamente com os alevi-  
nos de peixes nototeneídeos de fundo, especialmente Trematomus  
borchgrevinki, são os principais consumidores de algas epônti-  
cas. (33).

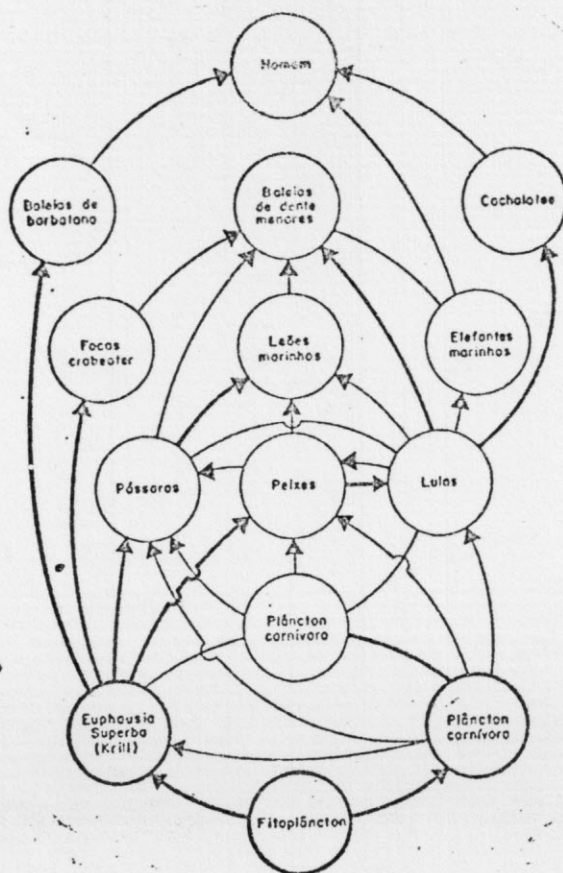


Fig. 4: Cadeia Alimentar na Antártica, baseada no diagrama de Hart (1942). (Knox, 1970).

O fitoplâncton na coluna d'água é filtrado por outras espécies de copépodos, assim como pelo Krill, especialmente Euphausia crystallorophias. Esta última espécie forma densos aglomerados de baixo do gelo marinho. (33).

Outros peixes predadores, focas e Odontocetos, constituem o nível consumidor terciário. (33).

A nível dos detritos, especialmente os resultantes da sedimentação de algas epônticas, estima-se que eles possam constituir um substancial recurso de alimentos no inverno. (33).

## 6.2. Estimativa da Biomassa nos Mares Antárticos

Holdgate (1967), tentou estimar a biomassa de todos os níveis tróficos. Apesar da escassez de dados para muitas espécies, as estimativas de Holdgate estão em geral na grandeza correta e a síntese fornece pela 1ª vez uma base para futuros estudos. (33).

A tabela a seguir sumariza estas estimativas e os comentários a seguir foram feitos baseados em informações fornecidas por El Sayed, (1968). (33).

Biomassa Estimada nos Mares Antárticos (depois de Holdgate, 1967)

. Fitoplâncton.....	320mg/m <sup>3</sup>
. Zooplâncton	
. Euphausia (Krill).....	50,0mg/m <sup>3</sup>
. Outras espécies carnívoras.....	55,0mg/m <sup>3</sup>
. Total.....	105,0mg/m <sup>3</sup>
. Consumidores de zooplâncton	
. Baleias de barbatanas.....	12,8mg/m <sup>3</sup>
. Lobodon.....	1,6mg/m <sup>3</sup>
. Pássaros.....	0,12mg/m <sup>3</sup>
. Peixes.....	não há dados
. Cefalópodos.....	não há dados
. Total menos peixes e cefalópodos.....	14,52mg/m <sup>3</sup>
. Níveis tróficos altos	
. Hidrurga.....	0,026mg/m <sup>3</sup>
. Baleias de dente.....	0,5 mg/m <sup>3</sup>
. Outras focas.....	0,15 mg/m <sup>3</sup>
. Pássaros.....	0,1 mg/m <sup>3</sup>
. Total.....	0,0776mg/m <sup>3</sup>
. Bentos	
. Invertebrados.....	400-500 x 10 <sup>3</sup> mg/m <sup>2</sup>
. Não disponíveis para a cadeia alimentar	
. Aproximada.....	320 x 10 <sup>3</sup> mg/m <sup>2</sup>
. Disponíveis para a cadeia alimentar	
. Aproximada.....	160 x 10 <sup>3</sup> mg/m <sup>2</sup>
. Vertebrados	
. Peixes de fundo.....	não há dados

6.2.a. Zooplâncton - Euphausia

Se aceitarmos a biomassa estimada para as baleias de barbatanas como sendo a razão entre as baleias, a relação entre o Krill é de aproximadamente 1:4. (33).

Por outro lado a relação usual de grandeza entre consumidores primários e secundários é de 1:8 a 1:10. Isto poderia in

dicar uma biomassa de 100-130mg/m<sup>3</sup> consumida pelas baleias. A este dado deve ser adicionado o montante consumido pelas focas, peixes e cefalópodos. (33).

### 6.2.b. Invertebrados Bentônicos

A grande biomassa das regiões bentônicas antárticas tem sido comentada no início deste documento. Como foi indicado na tabela acima, tem sido estimado que aproximadamente 60% desta biomassa não era disponível aos níveis tróficos mais elevados. Por outro lado, outros trabalhos não confirmam isso. (33). Dayton assinalou que as maiores esponjas, características destas comunidades, são consumidas por vários predadores, em especial a estrela do mar. Deve-se acrescentar ainda, que muitos dados quantitativos são necessários antes que o quadro se complete. (33).

O fitoplâncton na coluna d'água é filtrado por outras espécies de copépodos, assim como pelo Krill, especialmente Euphausia crystallorophias. Esta última, forma densos aglomerados debaixo do gelo marinho. (33).

### INTERRELAÇÕES DA CADEIA ALIMENTAR NA ZONA DE GELO COMPACTO

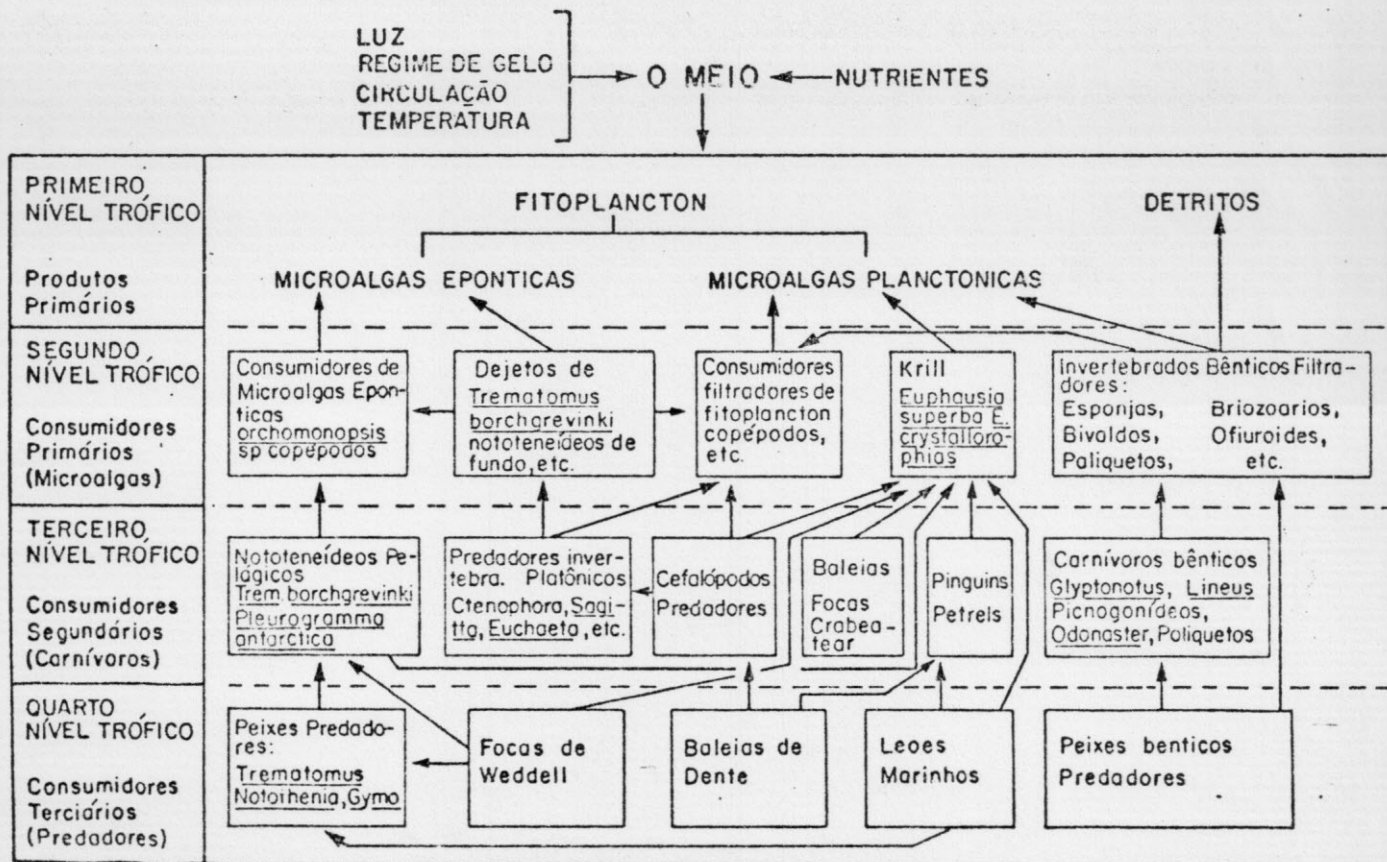


Fig. 5: Relação da Cadeia Alimentar na Zona de Gelo Compacto (Pack-ice). (Knox, 1970).

Andriashev (1968), assinalou que o conteúdo de lipídios desta espécie cresce de dezembro a junho ou julho. Quanto as diatomeas plantônicas nas águas sob o gelo são escassas ou ausentes e deste modo sugere que durante este período utilizam algas epônticas. (33).

Os pequenos consumidores primários, especialmente os copépodos, são consumidos por alevinos de notothenídeos pelágicos, assim como por invertebrados plantônicos predadores. (33).

Os maiores consumidores de grandes crustáceos, especialmente o Krill, são peixes notothenídeos. Quantidades consideráveis são também consumidas por cefalópodos, baleias, focas, pinguins, petrels e outros pássaros. (33).



## II - C R U S T Á C E O S

### 1. Introdução

Dentre todos os crustáceos antárticos, as espécies de Krill se destacam por sua importância econômica, não havendo inclusive, na bibliografia consultada, informações dentro dos objetivos do projeto, acerca de outros tipos de crustáceos que não o Krill.

Assim sendo, nos deteremos apenas neste recurso.

#### 1.1. Aspectos Biológicos do Krill

Euphausia superba e outras espécies de Eufausiáceos.

A palavra Krill é oriunda do norueguês e significa peixe jovem, sendo o termo empregado não só para a espécie Euphausia superba, mas também para outras espécies afins. O Krill é um crustáceo decápoda da ordem Euphausiacea, sub-classe Eucarida e família Euphausiidae, são exclusivamente marinhos e planctônicos. A maioria das espécies são oceânicas podendo ser: epipelágicas (0-400m de profundidade, aproximadamente); mesopelágicas 200-700m, aproximadamente); batipelágicas (700-2.000m, aproximadamente).

A maioria das espécies possuem entre 10 a 30mm de comprimento, motivo pelo qual consideram-se os Eufausídeos como parte do plâncton. Entretanto, algumas espécies pelágicas e batipelágicas alcançam tamanhos de até 150mm e são consideradas como parte do micronecton. O aspecto geral do Krill é de um pequeno camarão, porém diferencia-se deste, principalmente por apresentar brânquias externas, localizadas sobre a coxa das patas torácicas. Possuem a carapaça fundida aos somitos torácicos, coração pequeno no tórax, órgão digestivo grande e ramificado, hepatopâncreas, sendo as fêmeas carentes de oostegitos (lâminas ventrais que formam a bolsa incubadora). Possuem podobrânquias externas (não cobertas pela carapaça), exopodito, maxilar pequeno e fotóforos móveis no abdômen, tórax e pedúnculos oculares e desenvolvimento larval peculiar.(03).

Antigamente as ordens Euphausiacea e Mysidacea confundiam-se na sub-ordem Schizopoda. Recentemente carcinólogos como Calman (1905), Kemp (não publicado), Gurney (1942) e Gordon (1955) justificaram a inclusão dos eufausiáceos entre os decápodos mais

primitivos. Notaram que a presença de fotóforos, redução de patas torácicas posteriores, acompanhada da compressão axial destes segmentos torácicos, bem como a presença de larva nauplius, os assemelhava aos Sergestidae. Manchline e Fischer resumiram estes argumentos em 1969 e Brinton (1966) teorizou que tal semelhança era consequência de adaptações independentes a hábitos pelágicos similares. (03).

A espécie mais abundante de Krill é E. *superba* Dana, que na costa é constituída por E. *crystallorophias* Holt e Tattersall. A primeira constitui o componente macrozooplancctônico mais importante do ecossistema marinho antártico. (51).

O Krill é uma espécie principalmente de distribuição circumpolar (nerítica e oceânica), sendo mais freqüente ao sul da convergência Antártica e parecendo mais abundante no Atlântico Sul. (42).

## 1.2. Notas Históricas

O Krill antártico foi primeiramente avistado por Cook em 1775. Mas há indícios que tenha sido visto antes por caçadores de focas na Georgia do Sul. (51).

Foi novamente avistado em Shetland (1819), por caçadores de focas e Bellingshausen o mencionou pela primeira vez (1820), como organismo importante na cadeia trófica. Sherat em 1821 citou sua importância na alimentação de pinguins e baleias.

Weddell possivelmente avistou concentrações de Krill em 1823. Webster (1834) indicou os pinguins como predadores de Krill e observou grande mortalidade deste crustáceo devido a choques térmicos em águas litorâneas. (51).

MacMab (1839) relacionou a descoloração da água com a presença de baleias nas ilhas Balleny. (51).

Jacquinet (1842), foi o primeiro a reconhecer o Krill como eufausiáceo, indicando-o como pertencente ao gênero Thysanopoda (provavelmente E. *superba*). Indicou seu papel na alimentação de pinguins, baleias e focas. Foi também o primeiro a relacionar a descoloração da água com a aparição de concentrações do Krill. (51).

Wilkes encontrou Krill ao Sul da Austrália e o cita como alimento de pinguins. (51).

Apenas em 1945 o primeiro exemplo de Krill foi descrito cientificamente por Dana, baseado em coleta de 1840 por Totten. (51).

As primeiras coleções de eufauseáceos (entre outros Thysanopoda tricuspidata, Nematoscelis megalops e Stylocheiron carinatum) do Atlântico Sul Ocidental se realizaram (1873-1876) durante a expedição do "H.M.S. Challenger". Em 1893 efetuaram-se as coleções de Ortmann durante a "Plankton Expedition". Durante as 3 primeiras décadas do século XX e até meados da década de 70, grande parte das coleções e resultados da distribuição de eufauseáceos foram obtidas na Antártica e região da Corrente das Malvinas (Stelbing, 1900; Tattersall, 1903, 1924; Zimmer, 1914; Rustad, 1930; John, 1936; Mackintosh, 1934; Baker, 1954; Ramirez, 1971, 1973; Montu, 1977). (03).

Em 1885 Sars publicou dados de captura de estágios larvais e pós-larvas de E. superba e descreveu espécies novas dos gêneros Euphausia e Thysanoessa. (51).

Sörling (1904) reconheceu nas Georgias a grande importância ecológica dos eufauseáceos, em particular E. superba. Notou que em aglomerados de Krill, concentravam-se não só baleias mas também grande quantidade de peixes e aves. (51).

Hansen descreveu originariamente os estágios de furcilia em E. superba e Kull observou que estes surgiam na superfície junto ao continente e eram levados pelas correntes até grupos de ilhas circumpolares. (51).

Em 1913, Zimmer fez os primeiros trabalhos anatômicos de E. superba e Raab encontrou diferenças e semelhanças entre Krill do Norte e Sul. (51).

Rustad indicou a distribuição circumpolar para E. Superba e Trysanoessa macrura. (51).

Em 1932 Rund indicou os hábitos superficiais de E. superba e o importante papel da corrente Weddell na distribuição dos adultos e larvas no setor Atlântico. Foi também o primeiro a notar a ausência de ovos nas suas amostras de Krill e supôs que a desova se fazia debaixo do gelo compacto (pack ice). (51).

Mackintosh (1934) observou (no mar de Weddell) que cardumes de Krill podiam ser encontrados na superfície tanto de dia quanto a noite. (51).

Lowakina (1964), Ramires (1971, 1973) e Gopalakrishnan (1974) estenderam as observações fora e sobre a plataforma continental da Argentina e Brasil. Os registros publicados sobre Stylocheiron/exceto S. carinatum, S. abbreviatum e S. maximum não são confiáveis devido a confusões que existiam entre S. suhmii, S. affine e S. longicorne. A única forma de S. affine que foi observada no Pacífico Sul Ocidental é a forma central (segundo critério de Brinton, 1962). Os registros de Nematoscelis, nesta região, anteriores a Gopalakrishnan (1974) são também pouco confiáveis (exceto N. tenella e N. megalops). (03).

## 2. Distribuição das espécies no Atlântico Sul-Occidental

A lista inclui todas as espécies de Euphausiacea citadas para o Atlântico Sul-Occidental, bem como 5 espécies que, por seus hábitos de distribuição, se espera encontrar (Bentheuphausia amblyops, Thysanopoda pectinata, T. cornuta, T. egregia e T. spinicuada).

Para cada espécie se indica:

1. Nome específico completo, com o autor e ano da descrição.
2. Referências bibliográficas que incluem descrições e sinônimas.
3. Distribuição global da espécie.

Os respectivos itens estão separados por barras (/). Em algumas espécies, mais informações são dadas em parágrafos subsequentes. (51).

### Ordem Euphausiacea

- . Família Bentheuphausiidae Colosi, 1917.
- . Gênero Bentheuphausia G. O. Sars, 1885.
- . Único gênero da família.
- . Bentheuphausia amblyops (G. O. Sars, 1883)/G. O. Sars, 1883 (como Thysanopoda (?) amblyops 1885/Einarso, 1942; Boden et al., 1955; Brinton, 1975/Batipelágica cosmopolita.
- . Família Euphausiidae: Holt e Tattersall, 1905.
- . Gênero Euphausia Dana, 1952.

- . Euphausia americana: Hansen, 1911/Hansen, 1911/Epipelágica tropical e endêmica no Atlântico.
- . Euphausia brevis: Hansen, 1905/Ortmann, 1893 (como E. pullicida); Hansen, 1905, 1912; Boden et al., 1955/Epipelágica biantitropical no Pacífico e Atlântico e Subtropical-tropical no Índico. (03).
- . E. crystallorophias (não aparece na lista de Antezana e Brinton, 1981).

Comprimento: até 30mm.

Distribuição: é a única espécie nerítica do gênero na Antártica. Ocorre ao Sul dos 65° S. É considerada uma espécie de importância primária do ponto de vista tanto econômico como ecológico. (51).

- . Euphausia frigida - Hansen, 1911/Calman, 1901 (como E. splendens); Tattersall, 1908 (como Euphausia sp); Hansen, 1911; Dzik e Jazdzewski, 1978/Epipelágica antártica entre a convergência e a borda de gelo compacto ("pack ice"), simpátrica com E. superba. É encontrada também mais ao norte da convergência, na altura das Malvinas. (03).
- . Euphausia gibboides Ortmann, 1893; Esterly, 1914 (como E. gibba) Torelli, 1934 (como E. sanzoi)/Epipelágica subtropical. Não invade a costa do Pacífico.
- . Euphausia hemigibba Hansen, 1910/Hansen, 1910; Boden et al., 1955/Epipelágica subtropical.
- . Euphausia longirostris, Hansen, 1908/Hansen, 1908, 1913; Zimmer, 1914/Epipelágica subantártica. Estende-se entre 40° e 55° C (encontrados exemplares até 60° S). Seu limite sul coincide com o limite norte de E. triacantha. Não é encontrado ao sul da convergência Antártica (Manchiline e Fischer, 1969) e que Lomakina (1964) registra como sendo seu limite. Espécie de relativa pouca abundância. (51).
- . Euphausia lucens - Hansen 1905/G. O. Sars, (como E. splendens) (partim); Hansen, 1905, 1911; Colosi, 1917 (como E. uncinata)/Epipelágica subantártica.  
Comprimento: até 22mm.  
Faltam dados sobre sua distribuição Manchiline, (1969). Raramente chega à convergência antártica, sempre em latitudes mais baixas. (51).
- . Euphausia pseudogibba - Ortmann, 1893/Ortmann, 1893; Hansen, 1910; Boden et al., 1955/Epipelágica tropical.
- . Euphausia recurva, Hansen, 1905/Hansen, 1905, 1912; Brinton, 1975/Epipelágica subtropical; afastada da costa no Pacífico e no Atlântico.

- . Euphausia similis G. O. Sars, 1883/G. O. Sars, 1883, 1885/Epipelágica de transição subantártica-subtropical. Afastada da costa do sul da América. Entre 23° e 35° S, nas proximidades do talude, habita uma forma costeira, possui espinho conspícuo pós-ocular. Tomo e Marschoff (1976), a citam em águas subantárticas entre 30 e 55° S. Distribuição vertical: entre 0 e 300m de profundidade, não parece ter interesse econômico.
- . Euphausia spinifera - G. O. Sars, 1883/G. O. Sars, 1883, 1885; Ortmann, 1893 (como E. schotti)/Epipelágica subantártica temperada.
- . Euphausia superba Dana, 1850/G. O. Sars, 1883 (como E. antarctica e E. murrugi), 1885 (como E. superba e E. antarctica); Dana, 1850, 1852; Hodgson, 1902 (como E. glacialis e E. australis); Antezana et al., 1976; Dzik e Jazdzewski, 1978/Epipelágica antártica (fig. 1). (03). Comprimento: adultos de 60-70mm (existem discrepâncias segundo o autor com relação ao comprimento máximo). Trata-se da espécie mais importante do ponto de vista econômico e ecológico das que compõem o Krill. Ocorre em grandes concentrações: na corrente de deriva do vento leste antártico; corrente de Weddell; Estreito de Gerlache; e Georgias do Sul. (51).

#### Distribuição vertical (E. superba)

Marr (1962) indica o acúmulo de concentrações de E. superba ao anoitecer na camada entre 0 e 5m e particularmente nas horas escuras entre 22:00 e 04:00 horas. No entanto, Marr (sem data), Solianik (1960) e Naumore (1962/63) observam que o Krill forma também concentrações superficiais durante as horas de luz, porém não na mesma proporção que a noite. Aparentemente há migração durante o dia, dispersando-se em níveis mais profundos em toda a coluna d'água.

#### Distribuição horizontal (E. superba)

Circumpolar apresentando a particularidade de formar concentrações de alta densidade (até 15 kg/m<sup>3</sup>). (51).

- . Euphausia tenera - Hansen, 1905/G. O. Sars, 1885 (como E. gracilis); Hansen, 1905, 1910/Epipelágica tropical.
- . Euphausia triacantha - Holt e Tattersall, 1906/Holt e Tattersall, 1906; Tattersall, 1908; Hansen, 1913; Dzik e Jazdzewski, 1978/Epipelágica subantártica da frente polar. (Antezana e Brinton, 1981). Comprimento: entre 28 e 32mm. Espécie circumpolar com li

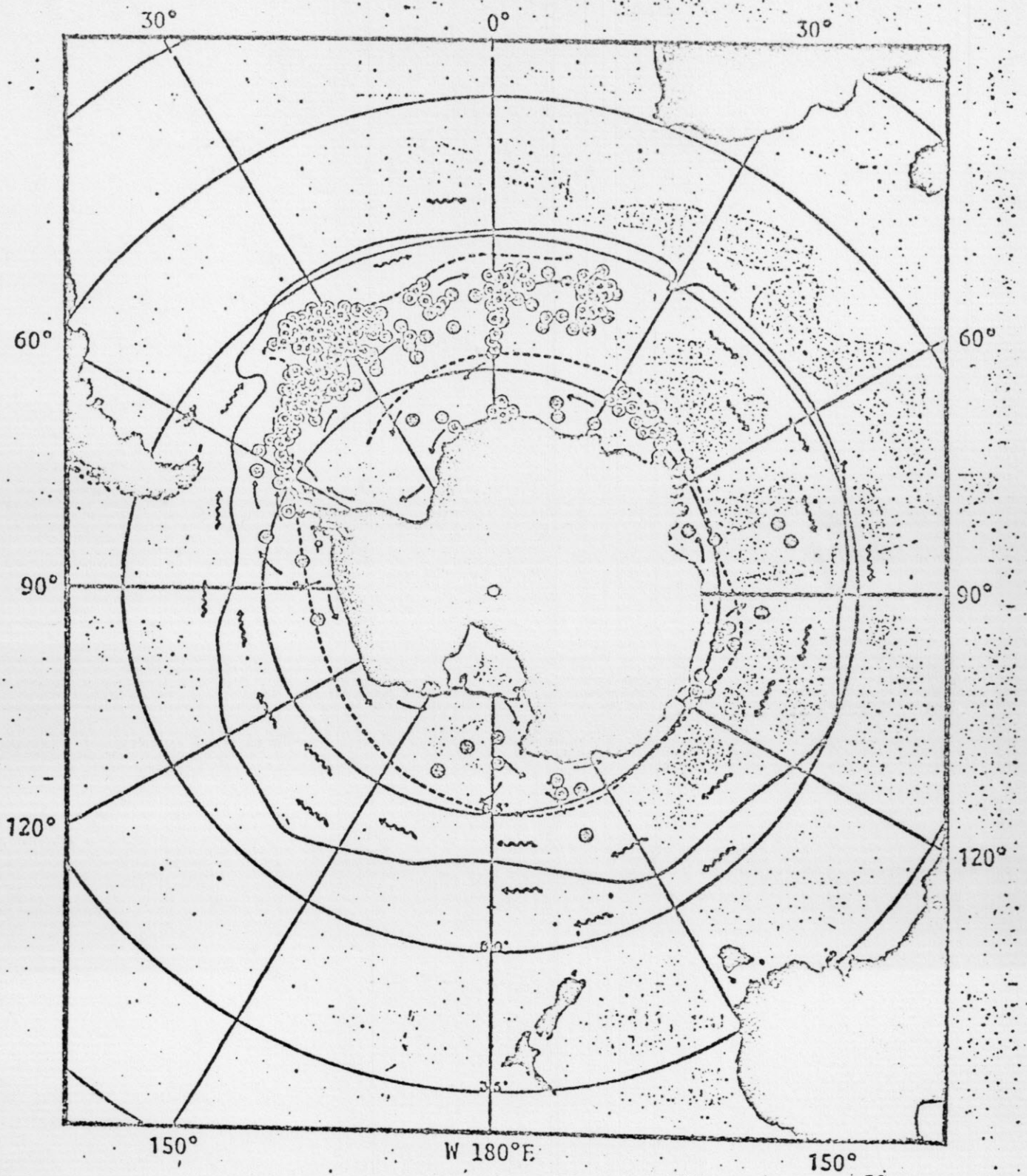


FIG. 01 - Principais Concentrações de *E. superba*, Segundo Marr, 1962.

(Fonte: Tomo e Marschoff, 1976).

mite N de 50° S, sendo o limite S aproximadamente o limite N de E. superba (Baker, 1959).

#### Distribuição vertical

Entre 250 e 750m durante o dia e em camadas mais superficiais durante a noite. Não apresenta grandes concentrações. (51).

- . Euphausia vallentini - Stebbing, 1900/G. O. Sars, (como E. Splendens); Stebbing, 1900; Colosi, 1917 (como E. patachonica)/ circumpolar epipelágica subantártica. Ao N de 40° S observou-se somente a forma sem espinho. Comprimento: até 28mm. (03).

Encontra-se entre as convergências subtropical e antártica. É encontrada nos limites da distribuição de E. superba chegando até as Georgias do Sul. A noite pode chegar à superfície, permanecendo normalmente entre 100 e 250 metros. Não possui importância econômica do ponto de vista pesqueiro. (51).

#### Gênero Nematobranchion Calman, 1896

- . Nematobranchion boopis Calman, 1905/Calman, 1896 (como Nematodactylus boopsis), 1905; Brinton, 1975/mesopelágica cosmopolita.
- . Nematobranchion flexipes (Ortmann, 1893)/Ortmann, 1893 (como Stylocheiron flexipes); Calman, 1896 (como Nematodactylus flexipes), 1905; Brinton, 1915/Epipelágica subtropical-tropical.
- . Nematobranchion sexspinosum Hansen, 1811/Hansen 1911, 1912; Tattersall, 1927; Boden et al., 1955/Mesopelágica subtropical-tropical.

#### Gênero Nematoscelis G. O. Sars, 1883

- . Nematoscelis atlantica Hansen, 1910/Hansen, 1910; Brinton, 1975, Gopalakrishnan, 1974/Epipelágica subtropical-tropical no Atlântico e Subtropical no Pacífico e Índico.
- . Nematoscelis megalops G. O. Sars, 1883/G. O. Sars, 1883, 1885/Epipelágica de transição subtropical-subantártica.
- . Nematoscelis microps G. O. Sars, 1883/G. O. Sars, 1883 (como N. microps e N. rostrata), 1885; Hansen, 1910, 1912; Boden et al., 1955; Gopalakrishnan, 1974/Epipelágica subtropical-tropical.
- . Nematoscelis tenella G. O. Sars, 1883/G. O. Sars, 1883, 1885; Chun, 1896 (como N. mantis); Brinton, 1975/mesopelágica subtropical-tropical.

#### Gênero Stylocheiron G. O. Sars, 1883

- . Stylocheiron abbreviatum G. O. Sars, 1883/G. O. Sars, 1883, 1885;



- Chun, 1896 (como S. chelifera); Brinton, 1975/Epipelágica subtropical-tropical.
- . Stylocheiron affine Hansen, 1910, forma central/Hansen, 1910, Brinton, 1962, 1975/Epipelágica subtropical.
  - . Stylocheiron carinatum G. O. Sars, 1883/G. O. Sars, 1883, 1885, Brinton, 1975/Epipelágica tropical-subtropical.
  - . Stylocheiron elongatum G. O. Sars, 1883/G. O. Sars, 1883, 1885, Brinton, 1975/mesopelágica tropical-subtropical. Não é encontrada no Pacífico Equatorial Oriental e Mediterrâneo.
  - . Stylocheiron longicorne G. O. Sars, 1883, forma larga/G.O.Sars, 1883, 1885, Chun, 1887 (como S. mastigophorum) (partim); Brinton; 1962, 1975/Epipelágica subtropical.
  - . Stylocheiron maximum Hansen, 1908/Hansen, 1908, 1910, Brinton, 1975/mesopelágica cosmopolita, exceto nas regiões polares. Comprimento: 25 a 30mm (fêmeas) 20 a 25mm (machos). Oceanos Índico e Pacífico até 60° S (Manchiline, 1969). Lomakina (1964) a cita para o norte das Malvinas. Espécie sem importância econômica. (03).
  - . Stylocheiron suhmii G. O. Sars, 1883/G. O. Sars, 1883; 1885; Chun, 1896 (como S. mastigophorum) (partim) Hansen, 1912; Boden et al., 1955/Epipelágica subtropical-tropical. (03).

#### Gênero Trysanoessa - Brandt, 1851

- . Trysanoessa gregaria G. O. Sars, 1883/G. O. Sars, 1883, 1885/Epipelágica de transição subtropical-subantártica. Comprimento: entre 11 e 16mm. Circumpolar aproximadamente de 20° S a 60° S no Oceano Atlântico.

#### Distribuição vertical

Normalmente acima de 500m, mas chega até os 1.000m de profundidade. Espécie de pouca importância econômica. (51).

- . Thysanoessa macrura G. O. Sars, 1883/G. O. Sars, 1883, Dzik e Jazdzewski, 1978/Epipelágica antártica. (03). Comprimento: até 30mm. Circumpolar desde 50° S até a borda do gelo compacto. Existem registros muito mais ao Norte (Lomakina, 1964). Espécie de importância primária (Manchiline e Fischer, 1969) por sua abundância e papel na cadeia trófica. Faz parte da alimentação de baleias (Nemoto e Nasu, 1958).
- . Thysanoessa vicina Hansen, 1911/Hansen, 1911; Dzik e Jazdzewski, 1978/Epipelágica antártica da frente polar. Comprimento: 17mm. Não atinge regiões tão ao sul (quanto T. macrura).

Gênero *Thysanopoda* -- Milne -- Edwards, 1830

- . *Thysanopoda acutifrons* Holt e Tattersall, 1905/Holt e Tattersall, 1905; Hansen, 1905 (como *T. pectinata*); Sheard, 1942 (como *T. johnstoni*); Banner, 1950 (como *T. dubia*); Brinton, 1975/mesopelágica de transição subtropical-subantártica. (03).

Presume-se que seja uma espécie bipolar:

- No Hemisfério Norte entre 30 e 70° N;
- No Hemisfério Sul até 60° S, no Pacífico. (51).
- . *Thysanopoda aequalis* Hansen, 1905/LoBianco, 1901, (como *T. obtusifrons*), 1903 (como *T. microphthalma*); Hansen, 1905, 1910, Colosi, 1916 (como *T. aequalis* var. *latifrons*); Boden et al., 1955/Epipelágica subtropical-tropical. Não é encontrada no Pacífico Equatorial Oriental.
- . *Thysanopoda cornuta* Illig, 1905/Illig, 1905; Hansen, 1905 (como *T. insignis*); Boden et al., 1955; Brinton 1975/Batipelágica cosmopolita.
- . *Thysanopoda cristata* G. O. Sars, 1883/G. O. Sars 1883/G.O.Sars, 1883, 1885; Ortmann, 1893 (como *T. biproducta*); Boden et al., 1955/mesopelágica tropical-subtropical. Não é encontrada no Pacífico Oriental.
- . *Thysanopoda egregia* Hansen, 1905/Hansen, 1905; Illig 1908 (como *T. megapops*); Brinton, 1953, 1975; Boden et al., 1975/Batipelágica cosmopolita.
- . *Thysanopoda monacantha* Ortmann 1893/Ortmann, 1893, 1894 (como *T. agassizi*); Hansen, 1905 (como *T. lateralis*); Illig, 1908 (como *T. ctenophora*); Marukawa, 1928 (como *T. mansui*); Brinton, 1975/mesopelágica subtropical-tropical. Não é encontrada no Pacífico Norte Oriental e Sul Oriental.
- . *Thysanopoda obtusifrons* G. O. Sars, 1883, 1885; Hansen, 1905 (como *T. vulgaris* e *T. distinguenda*); Brinton, 1975/Epipelágica subtropical-tropical. Não é encontrada no Pacífico Equatorial e Oriental.
- . *Thysanopoda orientalis* Hansen, 1910/Hansen, 1910; Brinton, 1975/mesopelágica subtropical-tropical. Não é encontrada na Corrente da Califórnia e Chile-Peru e Atlântico Equatorial e Norte.
- . *Thysanopoda pectinata* Ortmann, 1893/Ortmann, 1893; Illig, 1909 (como *Parathysanopoda foliifera*); Hansen, 1905, 1912/mesopelágica subtropical-tropical. Não é encontrada no Pacífico Oriental.
- . *Thysanopoda spinicauda* Brinton, 1953/Brinton, 1953, 1962, 1975/Batipelágica, possivelmente cosmopolita.

- . Thysanopoda tricuspidata Milne - Edwards, 1830- Milne Edwards, 1830 (como T. tricuspide), 1837 (como T. tricuspidata); Dana, 1852 (como Cyrtopia rostrata); G. O. Sars, 1885; Hansen, 1910, 1912; Boden et al., 1955/Epipelágica tropical. Não é encontrada no Pa-  
cífico Oriental. (03).

## 2.1. Espécies antárticas e subantárticas importantes

(Segundo Manchiline e Fischer, 1969; Lomakina, 1964 e outros)

- . Euphausia superba Dana, 1850
- . E. vallentini Stebbing, 1900
- . E. lucens Hansen, 1905
- . E. frigida Hansen, 1911
- . E. crystallorophias Holt e Tattersall, 1906
- . E. triacantha Holt e Tattersall, 1906
- . E. congirostris Hansen, 1908
- . E. similis Sars, 1883
- . Thysanoessa macrura Sars, 1883
- . T. vicina Hansen, 1911
- . T. gregaria Sars, 1883
- . Stylocheiron maximum Hansen, 1908
- . Thysanopoda acutifrons Holt e Tattersall, 1905

## 2.2. Morfologia dos adultos

O corpo é diferenciado em duas partes: anterior ou cefalotórax e posterior ou abdomen (fig. 2). O cefalotórax está co-  
berto em toda sua extensão por uma delgada capa quitinosa ou carapaça, cuja parte anterior de forma triangular chama-se placa fron-  
tal. Esta pode estar limitada posteriormente por uma fenda ou sul-  
co cervical. A placa frontal projeta-se para formar o rostro mais  
ou menos prolongado e sobre ela, em certas espécies, levanta-se  
uma quilha média. Em cada bordo inferior da carapaça ou próximo  
do mesmo, pode existir um ou dois denticulos laterais. (03).

O cefalotórax está provido de olhos e apêndices, que  
expressam exteriormente seu metamerismo. Os olhos são compostos e  
pedunculados. (03).

Os apêndices cefálicos do extremo anterior são: os dois  
pares de antenas e os apêndices bucais. As primeiras antenas ou  
antênulas são compostas de um pedúnculo triarticulado provido de  
lôbulos, quilhas e espinhos e de um par de flagelos multiarticula

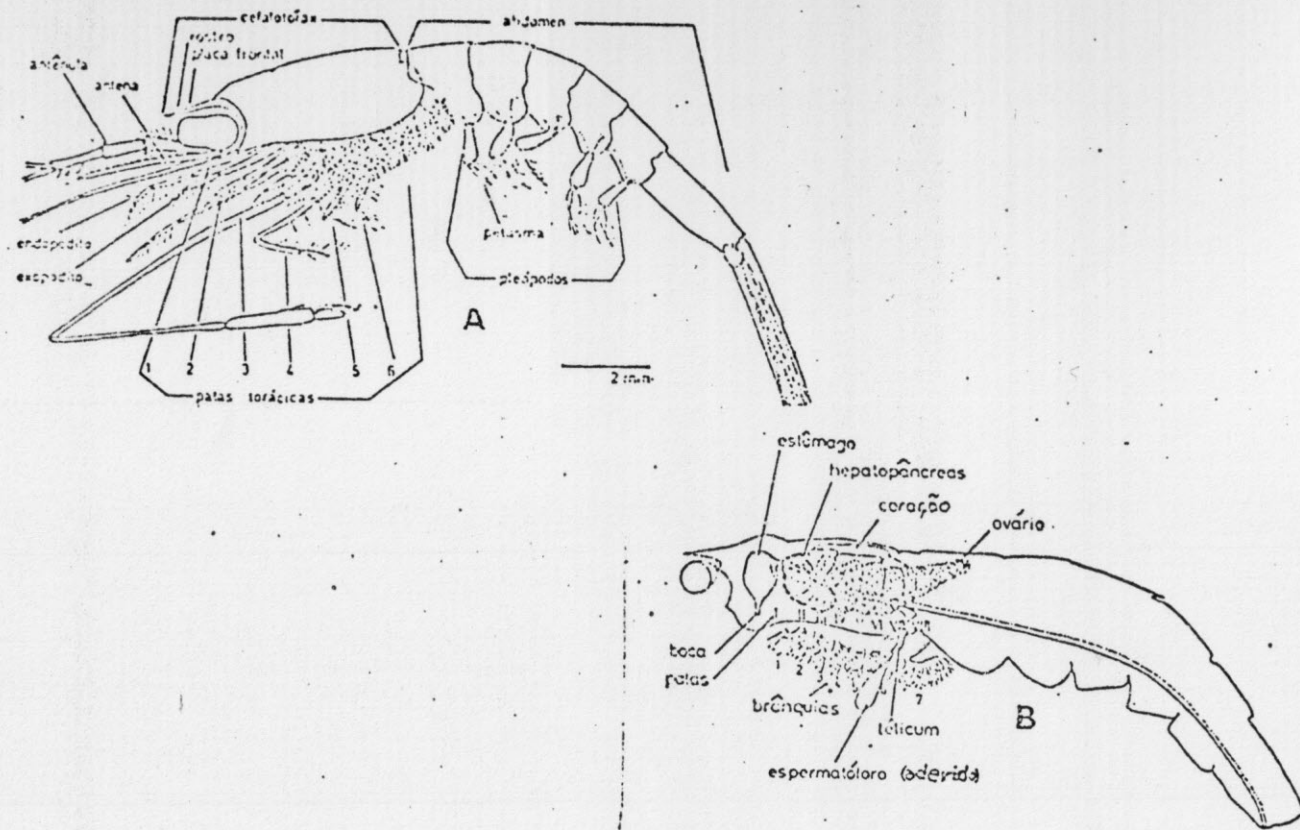


FIG. 02 - Características Morfológicas Gerais de Um Eufausiáceo

A: Morfologia Externa

B: Anatomia Interna

(Fonte: Antezana e Brinton, 1981).

dos; as segundas antenas ou antenas estão compostas de um "basicerito", provido de um espinho lateral mais ou menos prolongado ou "estilocerito", e de uma escama antenal e um flagelo multiarticulado que nascem no basicerito. Os apêndices seguintes constituem o aparelho bucal que, com os apêndices torácicos, formam um "cesto" para filtrar o alimento. O aparelho bucal é constituído por: "labrum", um par de mandíbulas providas de um palpo, lábio, um par de maxílulas (ou primeiras maxilas) e um par de maxilas (ou segundas maxilas). (03).

Os apêndices torácicos, "cormopodatos" ou patas toráxicas são de seis a oito pares e seu desenvolvimento é diferente para cada gênero; cada um está composto por coxopodito provido de epipoditos (podobrânquias), basopodito, exopodito e endopodito, os quais se assentam no basopodito. (03).

O abdomen é mais delgado que o cefalotórax, sendo composto por seis segmentos e telson. Este último está provido de dois pares de urópodos com os quais formam o leque caudal. Os somitos abdominais apresentam espinhos e quilhas dorsais, pleuras muito desenvolvidas e apêndices birramosos, ou pleópodos (nos cinco primeiros). Os endopoditos dos primeiros pares de pleópodos, nos machos adultos, estão transformados em órgãos copuladores ou petasmas (com exceção do gênero Bentheuphausia); os endopoditos do primeiro par estão compostos de vários lóbulos e processos cujas formas e estruturas são fundamentais para a diagnose específica. (03).

Com exceção do gênero Bentheuphausia os eufausiáceos possuem órgãos luminosos ou fotóforos nos pedúnculos oculares, sobre o segundo e último apêndice torácico e entre os pleópodos; seu número e desenvolvimento não é uniforme para todos os gêneros. (03).

### 2.3. Identificação das espécies

Está baseada nas publicações de Manchiline e Fischer (1969); Lomakina (1964), Ramirez (1971), Nomoto (1966) e outros. (51).

### 2.4. Caracteres taxonômicos

Quanto mais consistente e/ou conspícuo for um caracter taxonômico, maior sua utilidade. Apesar da forma geral do corpo e o desenvolvimento dos apêndices torácicos serem de importância

genética, estes caracteres não são comumente usados para a classificação de eufausiáceos. Isto se deve a:

- . patas torácicas (modificadas e alongadas), se quebram ou desprenderem do corpo facilmente;

- . o grupo genérico ou subgenérico é usualmente identificável com base em caracteres especializados mais óbvios (forma do olho, pedúnculo, antenulas, rostro e quilha da carapaça). (03).

O petasma dos machos é o caracter diagnóstico mais confiável para a determinação de espécies (exceto em Stylocheiron, onde é muito pequeno e de difícil exame). (03).

A listagem a seguir apresenta os caracteres taxonômicos considerados de importância primária e secundária para determinar a espécie de três importantes gêneros de eufausiáceos:

#### Thysanopoda

Primário: pedúnculo da primeira antena (exceto nas espécies gêmeas: T. acutifrons, T. orientalis, T. microphtkalma e T. aequalis, T. astylata); petasma rostro-placa frontal.

Secundário: rostro; armadura abdominal; tamanho e pigmentação do olho.

#### Euphausia

Primário: pedúnculo da antena (exceto em E. gibba); petasma.

Secundário: rostro; quilha dorsal da carapaça; tamanho e pigmentação do olho.

#### Thysanoessa

Primário: forma e tamanho do olho; pedúnculo antenular; armadura abdominal; petasma.

Secundário: Proporções do corpo. (03).

### 3. Ecologia do Krill

A figura 4 (a e b) mostra as relações tróficas entre os componentes bióticos do ecossistema marinho antártico. Tomo (1970) comprovou este esquema também para águas costeiras. (51).

O Krill apresenta-se então como uma das maiores fontes de proteína que a natureza oferece e um dos principais recursos

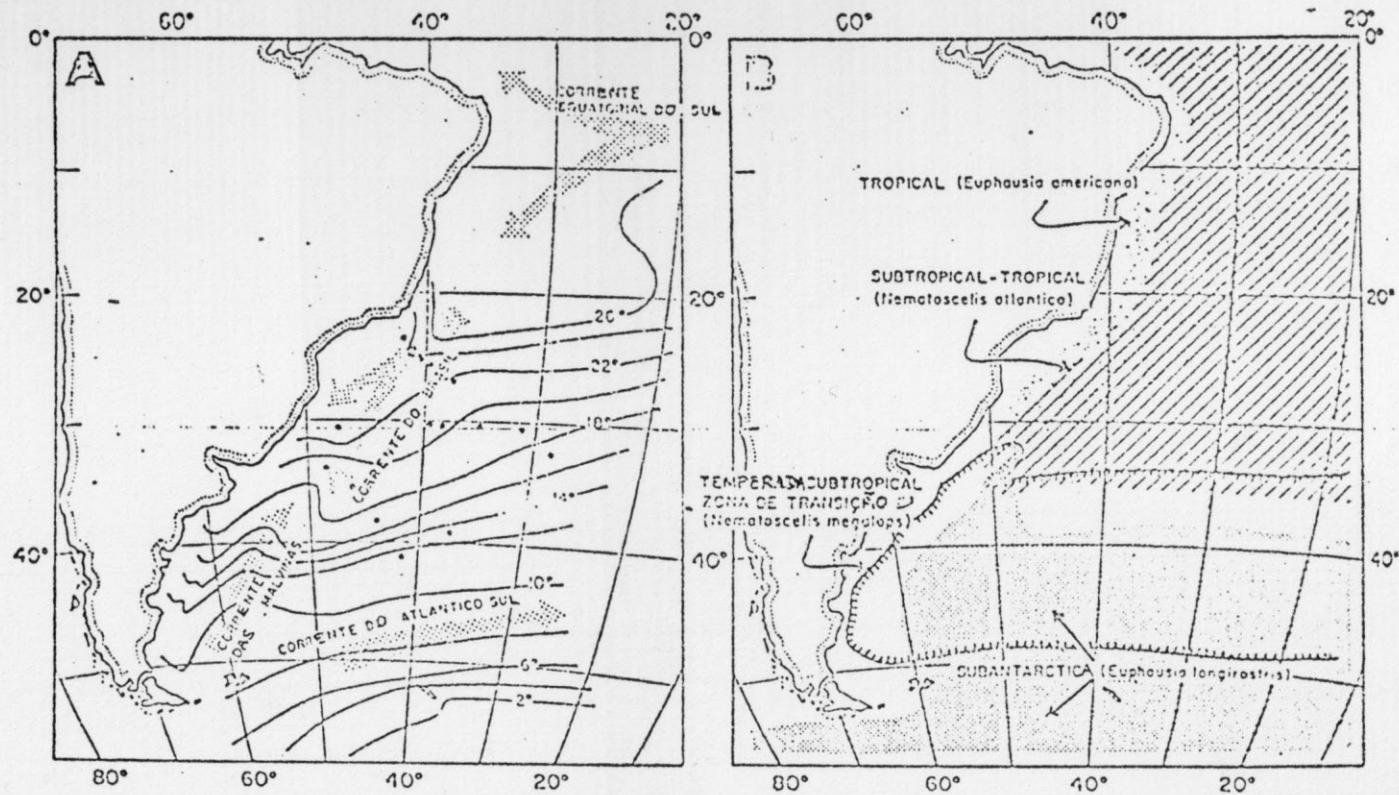


FIG. 03 - A: Correntes Oceânicas e Isotermas (segundo dados da expedição "Cato", 1972.

B: Zonas Biogeográficas e Espécies de Eufausiáceos que as Caracterizam, no Atlântico Sul-Occidental.

(Fonte: Antezania e Brinton, 1981).

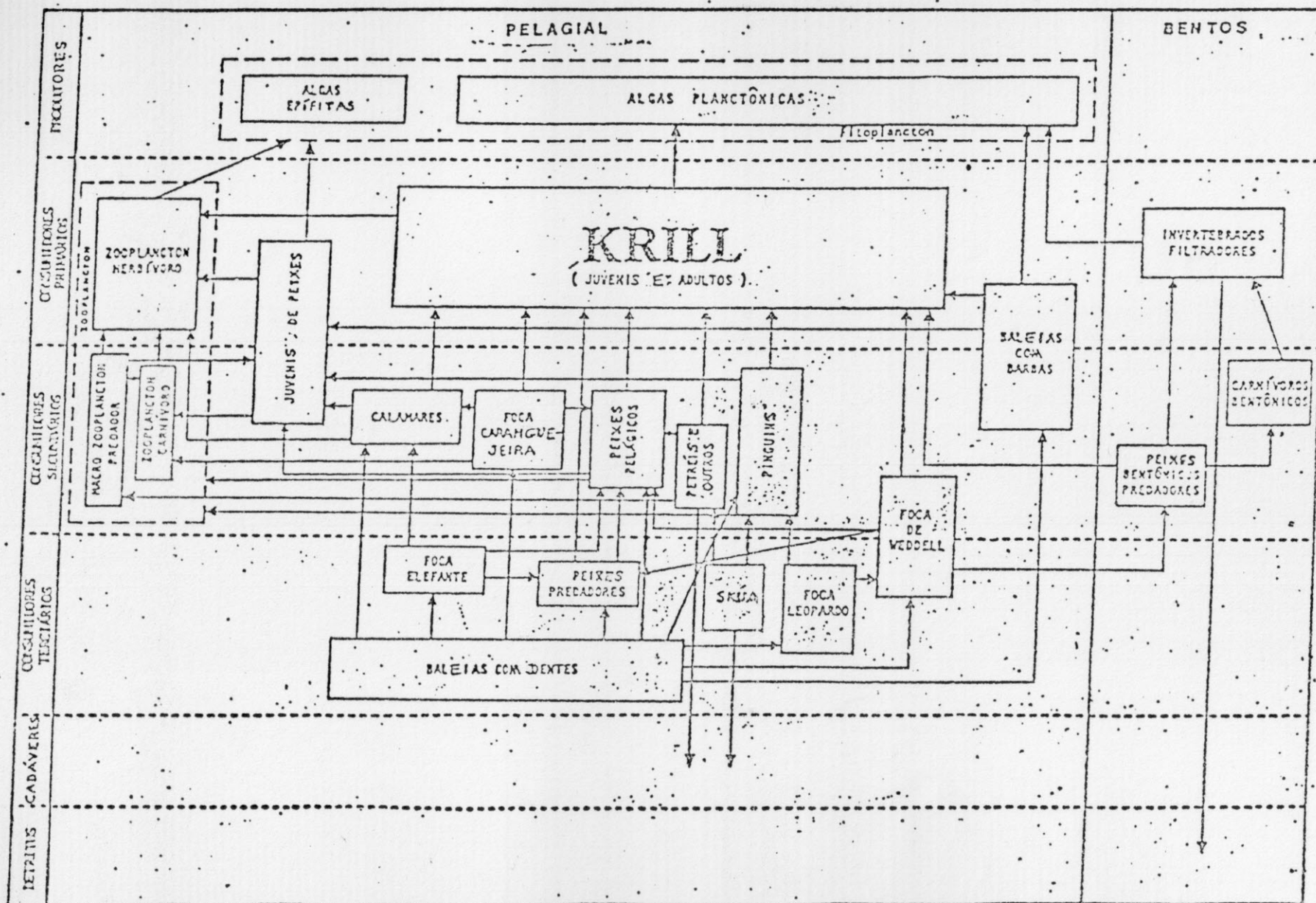
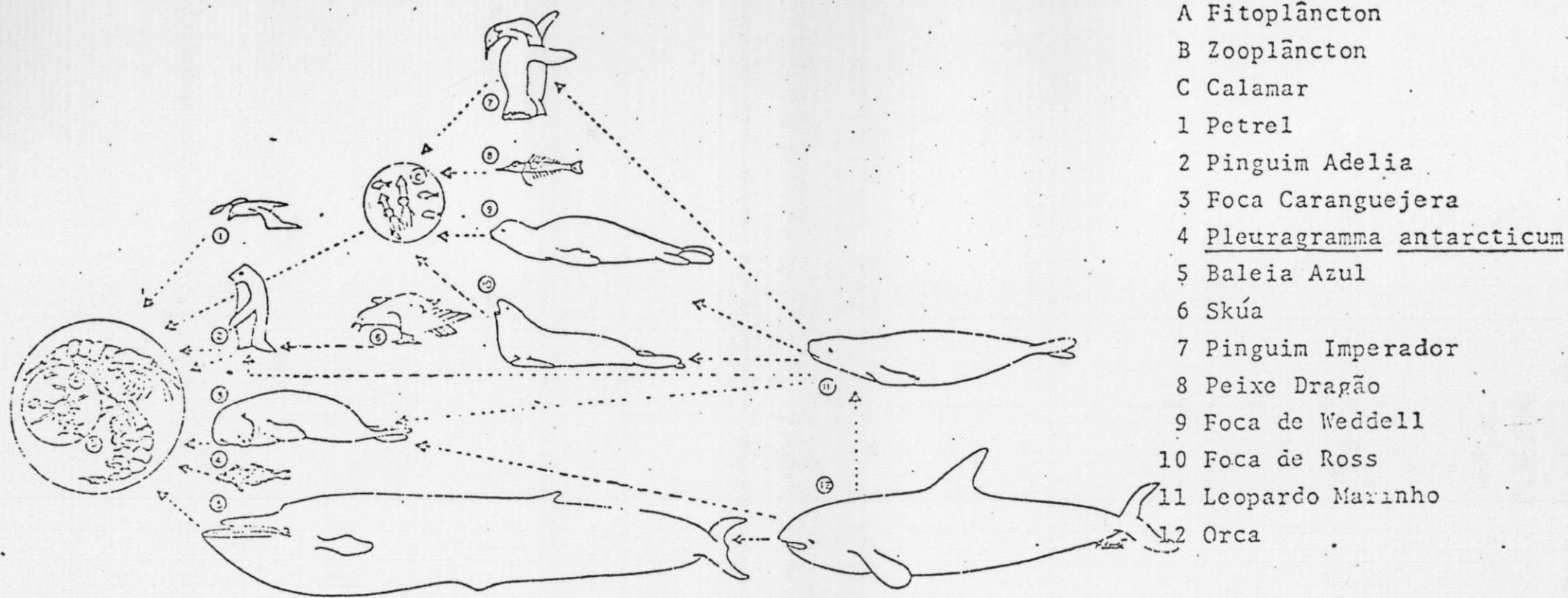


FIG. 04A - (Fonte: Tomo e Marschoff; 1976).





A Fitoplâncton

B Zooplâncton

C Calamar

1 Petrel

2 Pinguim Adelia

3 Foca Caranguejera

4 Pleuragramma antarcticum

5 Baleia Azul

6 Skúa

7 Pinguim Imperador

8 Peixe Dragão

9 Foca de Weddell

10 Foca de Ross

11 Leopardo Marinho

12 Orca

FIG. 04B - (Fonte: Antezana e Brinton, 1981.)

naturais renováveis. É consumido em enormes quantidades por quase todos os integrantes da fauna marinha antártica. (51).

Principal elo na rede alimentar suboceânica, produz o principal alimento para:

- . cinco espécies de baleias;
- . três espécies de focas;
- . vinte espécies de peixes;
- . três espécies de lulas;
- . numerosas espécies de pássaros, (42).

As baleias, por exemplo, são consumidores importantes. A população original desses cetáceos era responsável pela depleção de 75 milhões de tons/ano, (190 milhões tons/ano, segundo Mitchell e Tinker, 1980). Hoje estima-se que este consumo esteja na faixa dos 50 milhões tons/ano. (51).

Os cefalópodos também são importantes consumidores de Krill, além de outros planctontes. (51).

Os peixes do terceiro nível alimentam-se em sua maioria de Krill e zooplâncton. O Krill tem sido encontrado nos estômagos de um grande número de espécies: pelágicas, bentônicas, demersais, batipelágicas e epipelágicas (Lomberg, Gunther, Tattersall, Marr, Nybelin, Olsen, Andriashev, Tomo e outros). (51).

Segundo Permitin (1970) o Krill resulta num alimento importante nos meses quentes para as espécies de fundo. Nybelin (1947) cita que a ascensão à superfície de peixes demersais está dirigida a aproveitar a alta produtividade dessa zona, uma vez que 60-90% do bentos não serve como alimento para os peixes (Belyaev e Ushakov, 1957). (51).

Permitin (1970) destaca migrações tróficas de alguns peixes da região epipelágica subantártica e subtropical, que aparecem em águas antárticas, associadas a grandes concentrações de Krill. (51).

Segundo Gulland, a sobrepesca de Krill pode ter efeitos drásticos nas populações de peixes, aves, baleias, focas e mesmo sobre todo o ecossistema marinho antártico. (51).

### 3.1. Alimentação

Basicamente o Krill é um consumidor primário que se alimenta de diatomáceas pequenas. Além de fitoplâncton, também

faz parte de sua alimentação: o zooplâncton pequeno (Lasper, 1966, Weigmann, 1970, Roger, 1973), a matéria orgânica particulada (Wiksted, 1961) e não se descarta a alimentação microbiana e o canibalismo. (03).

É sabido que os eufausiáceos realizam movimentos verticais cíclicos de dia e a noite (Banse, 1964). Durante a noite a população estratifica-se perto da superfície, alimentando-se de microplâncton. Durante o dia realizam movimentos de submersão até águas profundas e concentram-se a níveis e por períodos que provavelmente correspondem, em cada espécie, a quantidade de luz e as características físicas, alimentares e profundidade da coluna d'água. Em águas profundas tem acesso e ingerem matéria orgânica particulada proveniente da camada de mistura (Antezana, 1978). Vários autores (Hersey e Moore, 1948; Moore, 1950; Saito e Mishima, 1952; Boden, 1962; Boden e Kampa, 1965) assinalaram que os eufausiáceos contribuem efetivamente ao efeito conhecido como capas difusoras profundas (Deep Scattering Layers) que são possíveis seguir por períodos de vários dias (Kalinowski, 1978). (03).

Segundo Manchiline (1967) os alimentos básicos do Krill são:

- . Thysanopoda acutifrons: diatomáceas e crustáceos.
- . Stylocheiron maximum: detritos (Ponomareva, Naumov e Zernova, 1962).
- . Euphausia lucens: dinoflagelados e crustáceos (Nepgen, 1957).
- . E. similis: tintinídeos e cocolitoforídeos (Ponomareva, Naumov e Zernova, 1962).
- . E. superba: algas, dinoflagelados, diatomáceas, tintinídeos, radiolários, foraminíferos e crustáceos (Barkley, 1940 e Marr, 1962). Entre estes o fitoplâncton praticamente tem a maior proporção. Marr (1962) lista as espécies de diatomáceas sobre as quais esta espécie se alimenta. Fragillariopsis antarctica se destaca. Porém são dados para meses de verão, faltando os mesmos para os meses de outono-inverno. Outros alimentos foram listados para o Krill que segundo Manchiline e Fischer (1969) teriam grande importância no inverno, quando decresce a disponibilidade de fitoplâncton. Entre os crustáceos pode-se citar as larvas de copépodos. (51).

É notória a dependência do Krill ao fitoplâncton para as funções de reprodução e crescimento; Manchiline e Fischer