

# DISTRIBUIÇÃO VERTICAL NO SEDIMENTO DOS GRUPOS FUNCIONAIS DE ANELÍDEOS POLIQUETAS EM UMA ÁREA DA ENSEADA MARTEL, BAÍA DO ALMIRANTADO, ANTÁRTICA

*Edgard Gil Bessa<sup>1</sup>, Paulo Cesar de Paiva<sup>1\*</sup> & Carlos Alejandro Echeverría<sup>2</sup>*

<sup>1</sup>Laboratório de Polychaeta, Departamento de Zoologia, Universidade Federal do Rio de Janeiro. CCS, bloco A, sala A0 104, subsolo. Ilha do Fundão, S/N, Rio de Janeiro, RJ, Brasil. <sup>2</sup>Laboratório de Pesquisas Costeiras e Estuarinas – LabCoEst – UFRJmar- CT, Universidade Federal do Rio de Janeiro. \*e-mail: pcpaiva@biologia.ufrj.br

## RESUMO

Em ecossistemas marinhos antárticos os estudos sobre estratificação vertical da macrofauna ao longo da coluna sedimentar são escassos. Neste estudo, foi avaliada a distribuição vertical (estratificação) de grupos funcionais de poliquetas na Enseada Martel, Baía do Almirantado em três profundidades: 20, 30 e 60m e em cinco estratos de dois cm cada, até 10cm de coluna sedimentar. Diferenças entre as variáveis sedimentares foram significativas apenas entre profundidades, com mais areia fina e menos argila a 20m. Entre os grupos funcionais, os depositívoros de sub-superfície foram os únicos que apresentaram alguma associação com características do sedimento, com densidades maiores em areias finas, e uma notável variação batimétrica, com densidades maiores a 20m. Quanto à mobilidade no sedimento, os poliquetas discretamente móveis e os sésseis também se distribuíram de acordo com uma variação batimétrica, sendo os sésseis mais abundantes na zona mais rasa (20m). O único grupo que apresentou variação de distribuição entre os estratos foi o dos discretamente móveis que decresceram numericamente ao longo da coluna sedimentar.

**Palavras-chave:** Bentos, Antártica, distribuição, poliqueta, grupos funcionais

## ABSTRACT

**DISTRIBUTION OF POLYCHAETES FEEDING GUILDS ON SEDIMENT COLUMN AT MARTEL INLET, ADMIRALTY BAY, ANTARCTICA.** Studies concerning patterns of vertical stratification of macrofauna in Antarctic ecosystems are uncommon. In this paper, it was assessed the vertical distribution of polychaetes feeding guilds in Martel Inlet, Admiralty Bay in three depths: 20, 30 and 60m in five strata of two cm each up to 10cm of sedimentary column. The pattern of sedimentary variation was significant only for depth, with more fine sand and less clay amount in shallower depths (20m). Among the feeding guilds, deposit feeders were the only group that presented any relation with sedimentary variables, with higher densities in fine sand, besides a bathymetric pattern with higher densities at 20m. Discretely mobile and sessile forms also presented a noticeable bathymetric variation being the sessiles more abundant at 20m. The only guild that presented vertical stratification was discretely mobile, with decreased in number along the sedimentary column.

**Key-words:** Benthos, Antarctica, distribution, polychaetes, feeding guilds

## INTRODUÇÃO

O ambiente bentônico antártico apresenta características físicas notadamente estáveis quando comparados a outros ecossistemas marinhos em escala global (Arntz *et al.* 1994). Esta estabilidade do ambiente físico se reflete nas comunidades bentônicas antárticas que além de estáveis tem uma distribuição ampla com diversas espécies consideradas circumpolares (Knox & Lowry 1977, Cattaneo-Vietti *et al.* 2000). A fauna rasa (acima dos 100m de profundidade) possui características

similares àquelas do período Paleozóico e à fauna moderna de mar profundo (Aronson & Blake 2001). A distribuição batimétrica é ampla e o grau de endemismo é muito alto, resultado da especiação em longos períodos de isolamento, promovendo uma evolução independente (White 1984, Brey *et al.* 1996). Prováveis barreiras ecológicas responsáveis por esse isolamento são a Convergência Antártica, o sistema de correntes circum-antárticas e as baixas temperaturas, impedindo a introdução de espécies de águas temperadas e a dispersão das comunidades planctônicas (Clarke 1996a).

A estrutura da fauna é influenciada por fatores ambientais comuns aos demais ecossistemas bentônicos marinhos; a citar, o tipo e estrutura do substrato, concentração de oxigênio dissolvido, profundidade, grau de hidrodinamismo e padrão de correntes (influentes sobre a disponibilidade de recursos alimentares e características sedimentares) (Echeverría & Paiva 2007). Além destes, fatores diferenciados têm sido considerados responsáveis pela estrutura da fauna bentônica antártica, como o impacto por gelo, caracterizado pelo arrasto de *icebergs* (*ice scouring*) e pela formação de gelo sobre o fundo (*anchor ice*) e a marcada sazonalidade de recursos alimentares em função do ciclo anual de produtividade primária (Gutt 2007). Acredita-se que este caráter sazonal dos recursos alimentares influenciou grande parcela da fauna a desenvolver independência quanto às condições flutuantes de alimento, resultando em um grande número de organismos generalistas ou saprófagos facultativos (Arntz *et al.* 1994). Destacam-se ainda as interações biológicas intra e inter-específicas, que podem atuar na partição vertical e horizontal do espaço (Glasby *et al.* 2000).

Estudos dos ecossistemas marinhos antárticos fornecem dados sobre a distribuição espacial da fauna bentônica, porém poucos provêm informações sobre a distribuição vertical dos organismos na coluna sedimentar e, quando realizados, atêm-se principalmente às zonas marinhas mais profundas, abaixo dos 100m (Gambi & Bussotti 1999). Entretanto, tem sido demonstrado que a estratificação vertical da macrofauna e especialmente de poliquetas é bem acentuada e independe, em muitos casos, de uma estratificação granulométrica (Blake 1994, Flach & Heip 1996).

Entre os grupos dominantes nas comunidades bentônicas antárticas, destacam-se os anélideos poliquetas, dominância esta que ocorre também em diversos ecossistemas bentônicos tropicais e de áreas temperadas. O grupo contribui consideravelmente para produção secundária macrobentônica da plataforma continental (Knox 1977) e desempenha um papel fundamental nas cadeias tróficas marinhas devido ao grande número de estratégias alimentares que exhibe, sendo considerado eficiente descritor das comunidades bentônicas (Bianchi & Morri 1985). Sua grande diversidade e sensibilidade a substâncias químicas possibilitam sua utilização como indicadores biológicos no monitoramento de ambientes poluídos (Amaral &

Nonato 1996). O estado da taxocenose de poliquetas constitui um indicador confiável do estado das comunidades bentônicas como um todo (Belan 2003).

Padrões de distribuição elaborados utilizando agrupamentos, segundo características tróficas, têm provado que estes organismos são sensíveis a diversos fatores, incluindo distúrbios ambientais, disponibilidade de recursos alimentares, tipo de sedimento e hidrodinamismo (Levinton 1972, Paiva 1994, Saiz-Salinas *et al.* 1997, Gambi & Bussotti 1999). Neste contexto, a alimentação e a morfologia destacam-se por sua grande importância dentro do grupo, sobrepondo-se as demais possibilidades de agrupamentos funcionais (padrão reprodutivo, história de vida, etc.) (Fauchald & Jumars 1979). Independente da família a qual pertencem, as espécies de poliquetas com modos de vida similares apresentam morfologia semelhante sem que esta necessariamente reflita as relações filogenéticas do grupo (Woodin 1987). Assim, a classificação segundo o conceito de “guilda trófica”, elaborada por Fauchald & Jumars (1979), é abrangente e funcional, por incluir tanto o grau de mobilidade quanto as estratégias alimentares dos indivíduos, permitindo o agrupamento das espécies segundo “unidades ecológicas”. Esta classificação é bastante útil em se tratando de trabalhos de cunho ecológico (Glasby *et al.* 2000), e pode vir a substituir a abordagem por populações específicas (Muniz & Pires 1999), dado que as múltiplas formas alimentares exibidas pelos poliquetas permitem uma avaliação da estrutura trófica macrobentônica utilizando somente este táxon (Gambi *et al.* 1982). Este tipo de estudo, pode contribuir para uma avaliação rápida e menos onerosa de impactos em ecossistemas bentônicos (Warwick 1988). O uso de agrupamentos funcionais pode ser útil na Antártica, onde estudos ecológicos demonstram que uma abordagem, a nível supra-específico, pode ser suficiente para detectar diferenças em nível local (Thompson *et al.* 2003).

Os ecossistemas costeiros antárticos são considerados frágeis e de recuperação lenta (White 1984, Arnaud *et al.* 1986). Trabalhos têm sido direcionados no sentido de compreender os efeitos causados pela instalação de estações de pesquisa permanentes, pois estas são consideradas de alto risco de impacto (Lenihan & Oliver 1995, Naveen 1996). Resultados preliminares demonstram mudanças ambientais consideráveis nas cercanias

de estações como: McMurdo, Signy, Palmer e Casey (Stark 2000), locais onde emissões de esgoto afetam significativamente a distribuição da fauna bentônica (Conlan *et al.* 2005).

Neste sentido, este estudo visa à verificação da influência das características físico-químicas do sedimento (composição granulométrica, conteúdo de matéria orgânica total e de carbonato biodetrítico) sobre a distribuição batimétrica e vertical na coluna sedimentar dos anelídeos poliquetas, de acordo com sua densidade e grupos funcionais, na zona costeira rasa da Enseada Martel (Baía do Almirantado). Na referida enseada está localizada a Estação Antártica Brasileira Comandante Ferraz (EACF), e a avaliação do impacto nas comunidades marinhas adjacentes é o objetivo do projeto “Implantação de estratégia de monitoramento de impacto ambiental na fauna bentônica da zona costeira rasa da Baía do Almirantado” do Programa Antártico Brasileiro, da qual este estudo é um dos produtos.

## ÁREA DE ESTUDO

A Baía do Almirantado (Figura 1) é a maior baía da Ilha Rei George (Ilhas Shetlands do Sul, Antártica), apresentando uma área de aproximadamente 122km<sup>2</sup> e profundidade máxima excedendo os 500m,

sendo semelhante a um fiorde com área central em formato de “U”, típico destas regiões. As Enseadas Mackellar e Martel constituem a porção norte da baía e a Enseada Ezcurra corresponde à porção oeste (Rakusa-Suszczewski *et al.* 1993, Bromberg 1999). A ocorrência de plataformas e elevações associadas à presença de fortes ventos pode provocar a formação de vórtices, criando boas condições para ressurgência principalmente na Enseada Ezcurra (Bromberg 1999). Ao sul, a baía abre-se amplamente para o Estreito de Bransfield, através de um canal de 500m de profundidade, recebendo águas de oeste derivadas do Mar de Bellingshausen (Rakusa-Suszczewski 1993). “Pack-ice” e icebergs são trocados, estando seus transportes associados à enorme energia física no ambiente, podendo influenciar o plâncton superficial e o bentos da zona costeira. As marés apresentam um padrão semi-diurno, com variação máxima de 2,5m. Segundo Rakusa-Suszczewski (1993), estas constituem o principal fator responsável pela circulação dentro da baía e mistura de águas com Estreito de Bransfield.

A área de estudo corresponde à zona costeira rasa da Enseada Martel. Esta enseada atinge profundidades entre 70 e 270m, apresentando substratos lamosos ao centro e rochosos na costa. Exibe ainda, grande diversidade topográfica, com o fundo evidenciando fortes modificações através de processos erosivos e

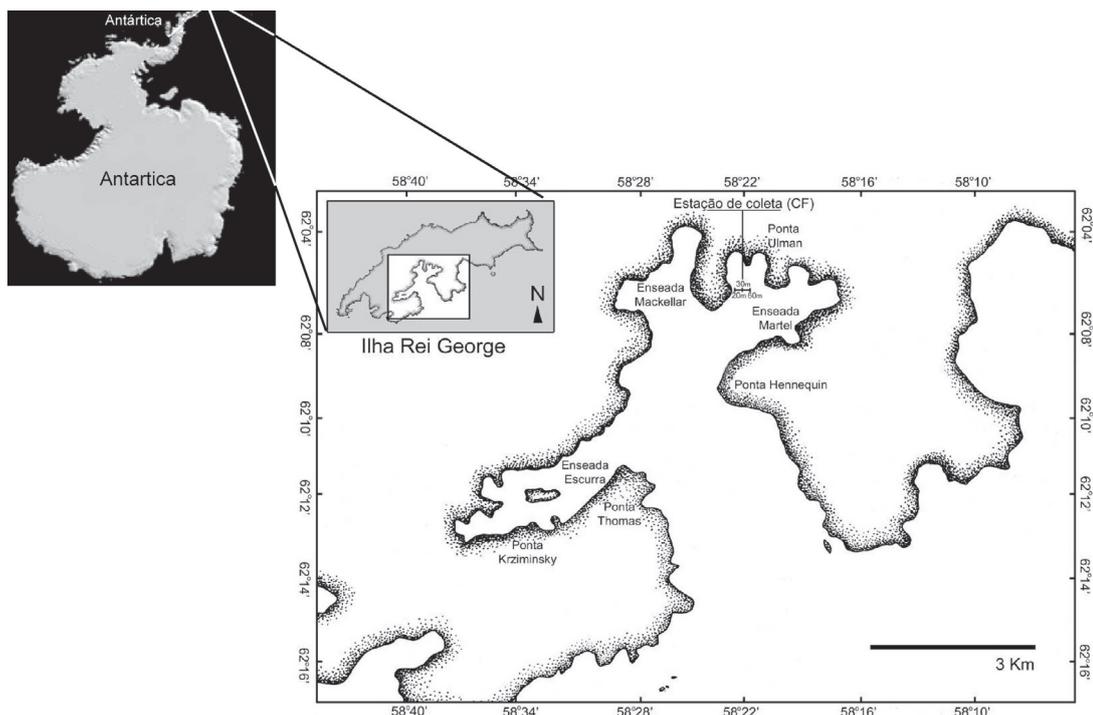


Figura 1. Carta da Baía do Almirantado (Ilha Rei George – Antártica) indicando a área de coleta.

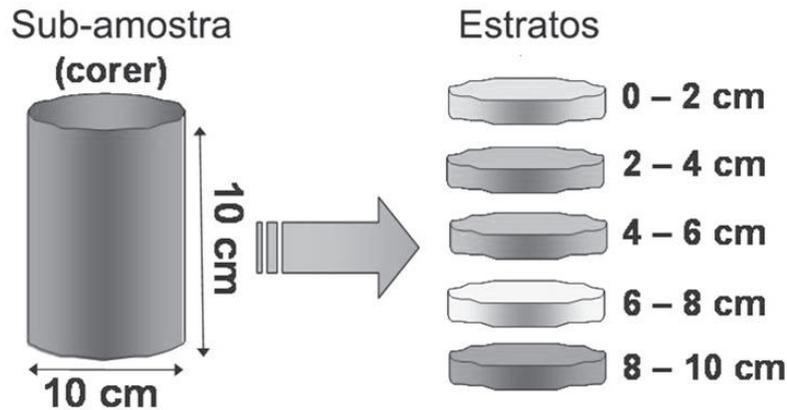


Figura 2. Esquema ilustrando uma sub-amostra e os estratos.

de acúmulos glaciais. Registros batimétricos obtidos na área utilizando ecossonda (Nonato *et al.* 2000), evidenciaram a presença de um declive abrupto situado nos primeiros 30m da costa; a profundidade aumenta rapidamente até alcançar os 10m, a partir deste ponto o declive é mais suave alcançando cerca de 25 a 130m da costa. Esta área corresponde ao transecto ao largo da Estação Antártica Comandante Ferraz (EACF), aonde foram efetuadas as coletas.

## MATERIAL E MÉTODOS

### AMOSTRAGEM

As amostragens foram realizadas na área em frente à Estação Antártica Comandante Ferraz – Brasil (EACF), no decorrer do verão austral de 2003/2004, sendo as coletas efetuadas em profundidades de 20, 30 e 60m ao longo de um transecto. Para tal, foi utilizado um amostrador remoto tipo Mini-Box Corer (Echeverría *et al.* 2007), de área amostral 0,0625m<sup>2</sup>. Em cada profundidade foram tomadas três amostras (três lances de Mini-Box Corer) totalizando nove amostras. Cada amostra foi sub-amostrada, retirando-se da caixa do Mini-Box Corer quatro testemunhos (área de 0,007m<sup>2</sup>), três para a análise da macrofauna e um para a análise sedimentológica. Os testemunhos foram então seccionados em fatias de dois centímetros cada até os 10cm na coluna sedimentar obtida (Figura 2).

### PROCESSAMENTO DAS AMOSTRAS

#### Endofauna

As amostras foram lavadas em malha de 0,5mm para separação da macrofauna, fixadas em formalina

10% e em álcool 70%. Os anelídeos poliquetas foram identificados em nível de família com auxílio de bibliografia pertinente (Hartman 1964, 1966, Fauchald 1977, Amaral & Nonato 1996).

#### Sedimento

O conteúdo de carbonato biodetrítico foi determinado pela diferença de peso antes e depois do ataque com ácido clorídrico (Gross 1971), enquanto que a matéria orgânica foi determinada pela diferença de peso antes e após a ignição das amostras a 400°C por 12 horas, sendo o resultado expresso pela média de duas réplicas. A fração fina dos sedimentos (silte e argila) foi retirada através da lavagem com volume conhecido de oxalato de sódio, segundo o método da pipetagem (Suguio 1973). O restante da análise granulométrica seguiu a metodologia de fracionamento por peneiramento descrita em Suguio (1973), sendo utilizada a escala de Wentworth (1922) para classificação dos grãos e obtendo os seguintes parâmetros sedimentológicos: tamanho médio dos grãos, curtose, mediana, grão predominante, grau de selecionamento, assimetria. Os valores relativos às frações de areia muito grossa e areia grossa foram posteriormente agrupados sendo aqui referidos como areia grossa, enquanto que os de areia fina e areia muito fina são referidos aqui como areia fina.

### ANÁLISE DOS DADOS

#### Classificação funcional dos poliquetas

Após a quantificação e determinação das famílias, os poliquetas foram agrupados em dois grupos funcio-

nais, categorias tróficas e padrões de mobilidade com base nos trabalhos de Fauchald & Jumars (1979) e Gaston (1987), já utilizados por Bromberg (1999) para fauna da mesma região. Consideram-se quatro categorias tróficas: carnívoros (**C**), depositívoros de superfície (**S**), depositívoros de sub-superfície (**B**) e suspensívoros (**F**) e três padrões de mobilidade: móveis (**Mv**), discretamente móveis (**Dm**) e sésseis (**Ss**).

#### *Análise quantitativa*

O número de indivíduos coletado em cada uma das três sub-amostras (área = 0,007cm<sup>2</sup>) retiradas da mesma réplica foi somado, já que todas as três sub-amostras foram tomadas do mesmo Box-corer, entretanto a análise foi efetuada para cada estrato vertical separadamente. Obteve-se assim um valor de densidade em cada réplica relativo a uma área de 0,021m<sup>2</sup> por estrato. O número de indivíduos foi submetido a uma transformação logarítmica ( $y = \log_{10}(x+1)$ ) e as percentagens das frações sedimentares sofreram transformação arcoseno, buscando a normalização dos dados (Sokal & Rohlf 1995). Diferenças no número de indivíduos de cada grupo funcional e das variáveis sedimentológicas entre as diferentes profundidades e estratos foram investigadas por meio de análise de variância (ANOVA) bifatorial (Zar 1996). Devido ao reduzido número de réplicas (três), foi adotado como nível de significância de erro do tipo I o valor de 0,10 (10%), aumentando o poder da análise e minimizando a probabilidade de erro do tipo II, comum quando o número de réplicas é reduzido (Underwood 1997).

A dependência das categorias tróficas e padrões de mobilidade com relação às variáveis sedimentológicas foi estimada através de uma análise de regressão múltipla passo a passo (Legendre & Legendre 1983). As variáveis independentes incluídas no modelo foram: cascalho, areia grossa, areia média, areia fina, silte, argila, carbonato biodetrítico, conteúdo de matéria orgânica e grau de selecionamento. Esta análise foi aplicada, separadamente, para a densidade total de poliquetas, categorias tróficas (depositívoros de sub-superfície e superfície) e de padrão de mobilidade (variáveis dependentes). A análise de correspondência canônica (ACC; ter Braak 1986) foi realizada, visando obter um panorama geral da distribuição dos organismos bem como a possível influência das variáveis ambientais sobre esta. Para execução das

análises foram utilizados os programas, Microsoft Excel® (Planilha de dados e histogramas), Systat® (ANOVA e Regressão Múltipla) e MVSP® (ACC).

## RESULTADOS

### *COMPOSIÇÃO DA FAUNA*

Os poliquetas compreenderam um total de 461 indivíduos e foram classificados em 16 famílias. As famílias mais abundantes foram Apistobranchidae, Paraonidae, Cirratulidae e Maldanidae, perfazendo 88% do total dos indivíduos coletados (Tabela I). Quanto à frequência de ocorrência, isto é, a porcentagem de réplicas em que ocorreu cada uma das famílias, Cirratulidae, foi a mais frequente ocorrendo em todas as réplicas, seguida por Paraonidae (67%), Maldanidae e Orbiniidae (44%). As demais famílias ocorreram em menos de três réplicas.

Tabela I. Famílias identificadas com os respectivos grupos tróficos, padrões de mobilidade e frequência de ocorrência em função do total de réplicas (n = 9). (C = carnívoros, B = depositívoros de sub-superfície, S = depositívoros de superfície, F = suspensívoros, Mv = móveis, Dm = discretamente móveis e Ss = sésseis).

<b>Família</b>	<b>Grupo trófico</b>	<b>Padrão de mobilidade</b>	<b>FO</b>
Polynoidae	C	Mv	33%
Syllidae	C	Mv	33%
Orbiniidae	B	Mv	44%
Calibregmatidae	B	Mv	11%
Opheliidae	B	Mv	11%
Aldanidae	B	Ss	44%
Paraonidae	S	Mv	67%
Irratulidae	S	Dm	100%
Pistobranchidae	S	Dm	33%
Labelligeridae	S	Dm	11%
Erebllidae	S	Ss	33%
Abellidae	F	Ss	22%

### *VARIAÇÃO HORIZONTAL E VERTICAL DO SEDIMENTO*

As amostras de sedimento foram muito homogêneas quanto à granulometria. Não foram encontradas diferenças significativas entre os estratos, em nenhuma das três profundidades para nenhum dos parâmetros granulométricos, assim como não foram constatadas interações significativas entre estratos e profundidades

(Tabela II). O grau de seleção do sedimento esteve acima de 1,00 (pobremente selecionado) em todas as estações (Figura 3), não sendo encontradas diferenças significativas quanto à profundidade ( $p=0,28$ ;  $F=1,45$ ).

Entre as frações granulométricas, diferenças significativas quanto à profundidade foram observadas apenas para areia fina ( $p<0,01$ ;  $F=110,51$ ) e argila ( $p=0,03$ ;  $F=4,85$ ) (Tabela II e Figura 4). Esta diferenciação no tamanho dos grãos ocorreu principalmente devido à estação de 20m. No entanto o teste *post-hoc* (Bonferroni) revelou comportamentos inversos para estas frações. A fração de areia fina foi maior a 20m (Figura 4E), enquanto que a argila foi menor a 20m do que a 30 ou 60m (Figura 4F).

Os conteúdos de matéria orgânica ( $p<0,01$ ;  $F=11,07$ ) e carbonato de cálcio ( $p=0,05$ ;  $F=3,70$ ) também apresentaram diferenças significativas quanto à profundidade. O teste *post-hoc* mostrou que o percentual de carbonato foi maior a 20m, já o percentual de matéria orgânica foi menor a 20m e maior a 30m e apresentou valores intermediários a 60m (Figura 5).

#### VARIAÇÃO ESPACIAL E VERTICAL DE POLIQUETAS E SEUS GRUPOS FUNCIONAIS

A grande variabilidade entre as réplicas, fruto de agregações em micro-escala, não permitiu uma diferenciação significativa estatisticamente entre as profundidades e estratos, embora uma tendência a redução no número de indivíduos ao longo da coluna sedimentar na estação de 20m possa ser observada na

figura 6, devido a grande variabilidade entre réplicas, fruto de uma distribuição espacial agregada nesta escala espacial. A distribuição dos grupos funcionais de poliquetas nas diferentes profundidades e nos diferentes estratos do sedimento foi avaliada separadamente para categorias tróficas e para mobilidade.

Em relação às categorias tróficas (Figura 7), não foram observados resultados significativos quanto à variação entre estratos para nenhum dos grupos, excetuando-se os discretamente móveis com valores marginais ( $p=0,09$ ;  $F=2,18$ ). Embora os suspensívoros tenham se restringido às camadas superficiais (0-2cm e 2-4cm), a baixa densidade do grupo associada a uma grande variabilidade não permitiu uma diferenciação significativa com os demais estratos. Quanto à profundidade, o único grupo que apresentou valores significativos ( $p<0,01$ ;  $F=24,09$ ) foi o de depositívoros de sub-superfície, que apresentou densidades maiores nas estações de 20m e estatisticamente similares entre 30 e 60m (Figura 7C). Não foram constatadas interações (profundidade  $\times$  estrato) significativas para categorias tróficas.

Em relação aos padrões de mobilidade (Figura 8), foi observada diferença significativa entre os estratos apenas para o grupo dos organismos discretamente móveis ( $p=0,09$ ;  $F=2,18$ ), que apresentaram densidades decrescentes nos estratos de 0 para 10cm (Figura 8B). Diferenças entre profundidades foram encontradas para os grupos discretamente móveis ( $p=0,10$ ;  $F=2,44$ ) e sésseis ( $p<0,01$ ;  $F=11,27$ ) com padrões diferentes. Discretamente móveis foram

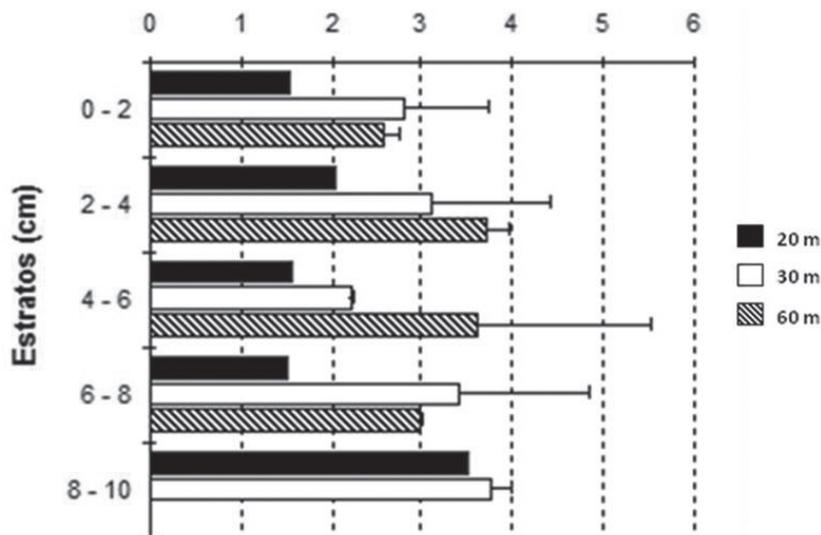


Figura 3. Grau de selecionamento ( $\phi$ ) em cada profundidade e estrato. Enseada Martel, Baía do Almirantado – Ilha Rei George, Antártica. (Média + EP). O grau de selecionamento do estrato 8-10 a 60m não foi exibido.

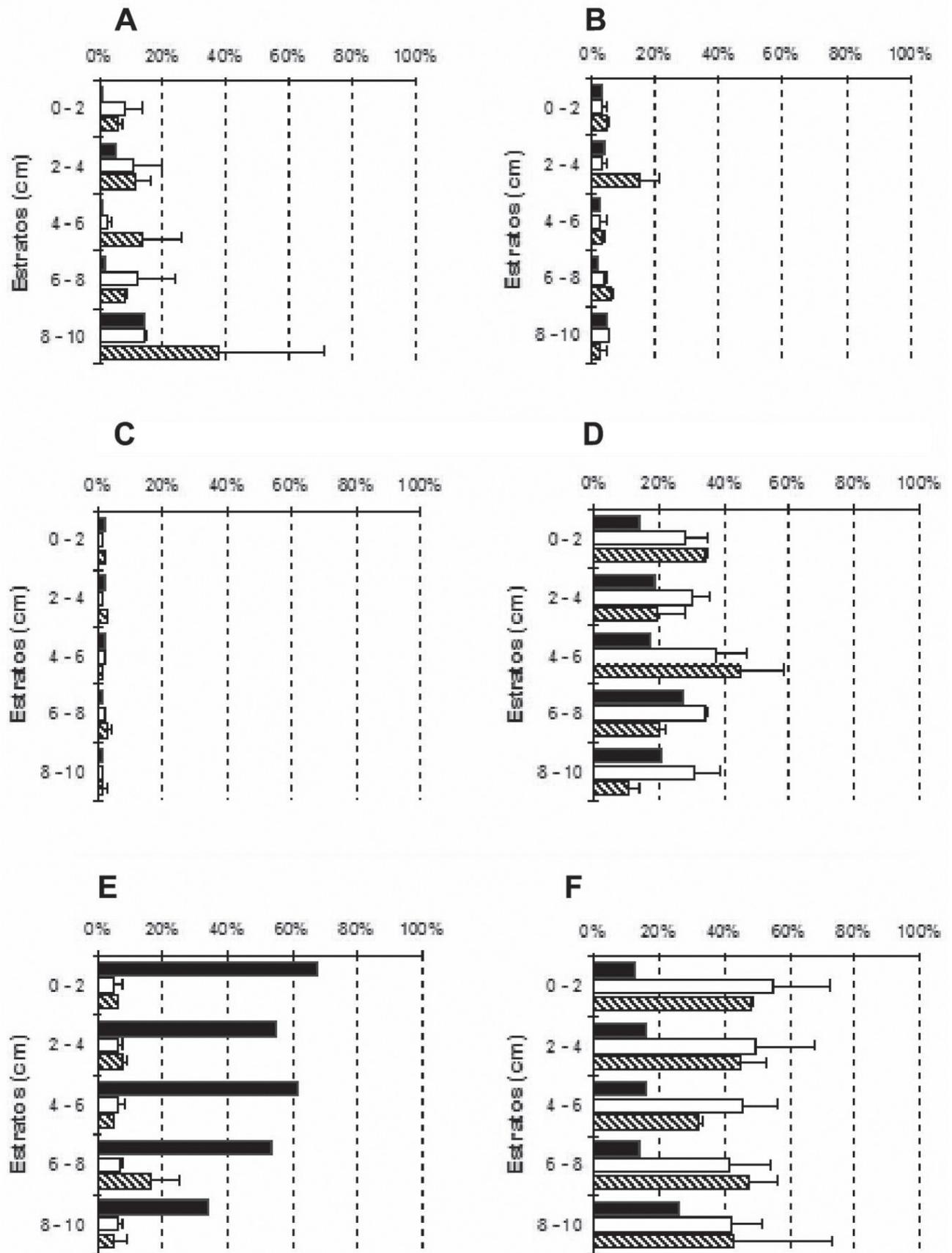


Figura 4. Porcentagens de cascalho (A), areia grossa (B), areia média (C), silte (D), areia fina (E) e argila (F) em cada profundidade e estrato. Enseada Martel, Baía do Almirantado – Ilha Rei George, Antártica. (Média + EP).

menos abundantes a 30m, com valores similares em 20m e 60m conforme demonstrado pelo teste *post-hoc*. Os sésseis foram mais abundantes a 20m, não apresentando diferenças significativas entre 30 e 60m. Não foram constatadas interações (profundidade × estrato) significativas para categorias tróficas.

#### RELAÇÃO ENTRE FAUNA DE POLIQUETA E AS VARIÁVEIS SEDIMENTOLÓGICAS

A análise de regressão múltipla passo a passo foi aplicada para a densidade total de poliquetas nas categorias tróficas e de padrões de mobilidade: depositívoros de sub-superfície (B), depositívoros de superfície (S), móveis (Mv), discretamente móveis (Dm) e sésseis (Ss). Esta análise não foi efetuada para os carnívoros (C) e suspensívoros (F), devido à baixa frequência de ocorrência (uma ou três ocorrências), o que inviabiliza a análise devido às premissas desta. A Tabela III apresenta uma síntese dos resultados

significativos, apresentando as variáveis selecionadas no modelo de regressão múltipla para cada uma das categorias tróficas e padrões de mobilidade.

A densidade total de Polychaeta esteve negativamente associada a sedimentos cascalhosos ou argilosos. Quanto aos grupos funcionais, os depositívoros de sub-superfície (B) foram associados a teores maiores de areia fina e carbonato biodetrítico e negativamente associados ao conteúdo de areia média, argila e ao selecionamento (associados sedimentos melhores selecionados). Os depositívoros de superfície, por sua vez, estiveram negativamente associados a fundos cascalhosos. Quanto ao padrão de mobilidade, os poliquetas móveis apresentaram associação negativa com o conteúdo de cascalho. Indivíduos discretamente móveis apresentaram correlação apenas com o conteúdo do areia grossa. Os poliquetas sésseis correlacionaram-se positivamente com areia fina e conteúdo de carbonato e negativamente com areia média e cascalho.

Tabela II. Resultados da análise de variância para as variáveis sedimentológicas (abióticas). Em negrito destacam-se os valores significativos ( $p < 0,10$ ).

Variável	Profundidade		Estrato		Interação (prof*estrato)		Teste post-hoc (Bonferroni)
	F	p	F	p	F	p	
Cascalho	1,02	0,39	1,07	0,41	0,15	0,99	
Areia grossa	1,33	0,30	0,73	0,58	1,16	0,39	
Areia média	0,44	0,65	0,64	0,64	0,65	0,72	
Areia fina	110,51	<b>&lt;0,01</b>	1,85	0,18	1,72	0,19	Prof: 20>30=60
Silte	2,07	0,17	0,77	0,56	1,01	0,48	
Argila	4,85	<b>0,03</b>	0,09	0,98	0,17	0,99	Prof: 20<30=60
Mat. Orgânica	11,07	<b>&lt;0,01</b>	0,44	0,78	0,35	0,93	Prof: 20<60<30
Carbonato de cálcio	3,60	<b>0,05</b>	0,62	0,65	0,69	0,69	Prof: 20>30=60
Selecionamento	1,45	0,28	0,44	0,78	0,39	0,91	

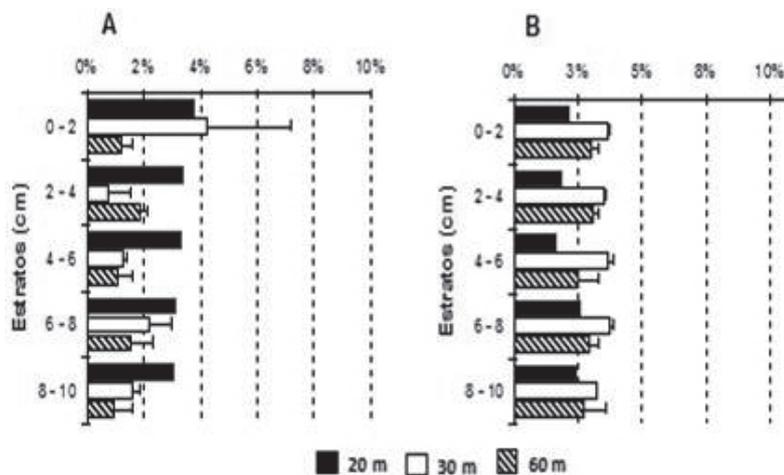


Figura 5. Porcentagens de carbonato (A) e matéria orgânica (B) em cada profundidade e estrato. Enseada Martel, Baía do Almirantado – Ilha Rei George, Antártica. (Média + EP).

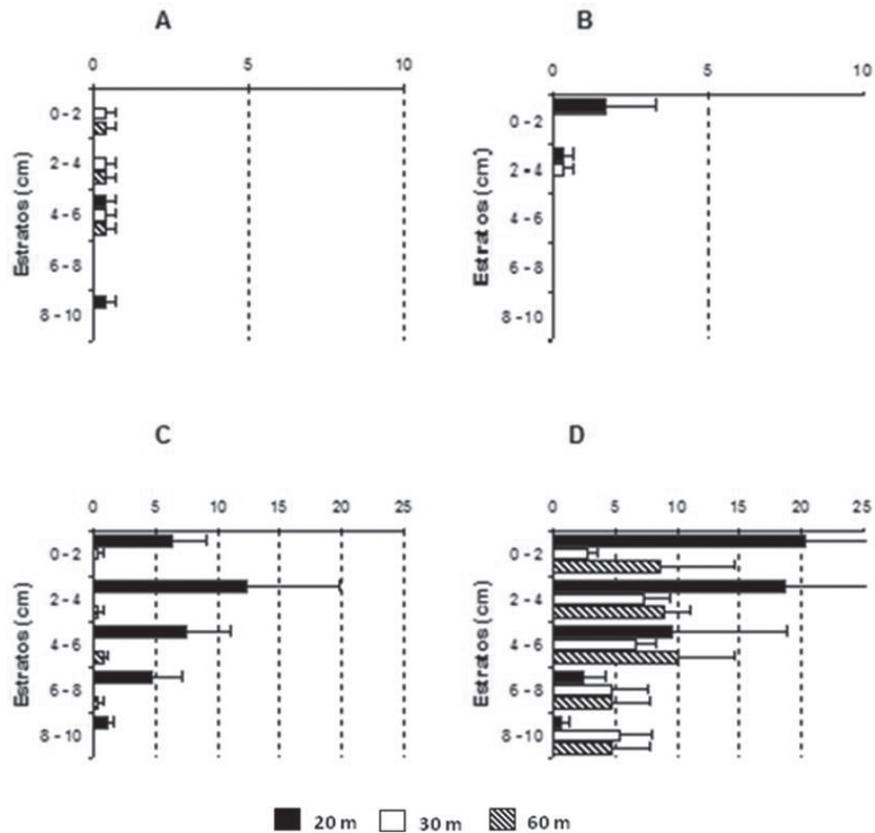


Figura 7. Densidade (ind./0,021m<sup>2</sup>) dos poliquetas segundo a categoria alimentar em cada profundidade e estrato. A = Carnívoros; B = Suspensívoros; C = Depositívoros de Sub-superfície; D = Depositívoros de Superfície. Enseada Martel, Baía do Almirantado – Ilha Rei George, Antártica. (Média + EP).

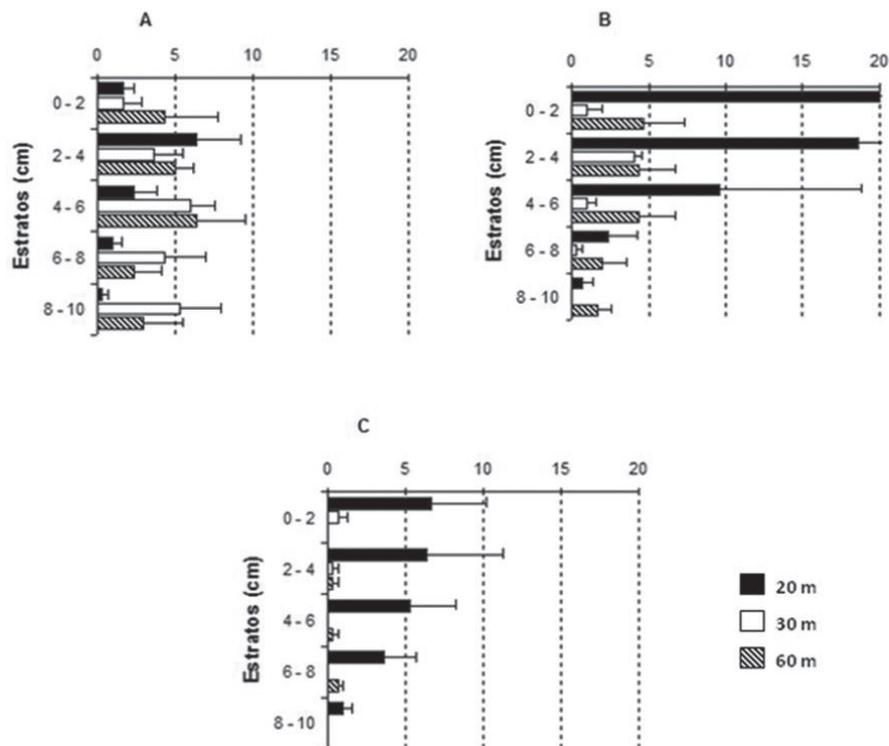


Figura 8. Densidade (ind./0,021m<sup>2</sup>) dos poliquetas segundo o padrão de mobilidade em cada profundidade e estrato. A = Móveis; B = Discretamente móveis; C = Sésseis. Enseada Martel, Baía do Almirantado – Ilha Rei George, Antártica. (Média + EP).

A análise de correspondência canônica (ACC), aplicada de forma exploratória, indicou uma tendência batimétrica clara, com os estratos da estação de 20m negativamente associados ao eixo I (Figura 9). Para esta estação (20m) também foi observado um padrão no eixo II com estratos mais profundos positivamente relacionados a este. Para as demais estações, é perceptível uma redução na amplitude entre os estratos à medida que a profundidade aumenta. Quanto às variáveis ambientais, o eixo I foi associado, positivamente com o conteúdo de areia fina e carbonato biodetrítico e negativamente com argila, matéria orgânica, silte e, em menor grau, areia grossa e selecionamento. No eixo 2, os padrões não foram

tão evidentes, destacando-se silte, positivamente, e areia média negativamente.

Os depositivos de sub-superfície encontram-se associados negativamente ao eixo I, provavelmente em razão dos valores de carbonato e areia fina. Os suspensivos também se encontraram negativamente associados a este mesmo eixo bem como ao eixo II (influência da areia média). Os carnívoros estiveram associados positivamente a ambos os eixos, porém em pequeno grau. Não foi possível detectar a associação clara de nenhum dos eixos pelos depositivos de superfície. Quando considerados os padrões de mobilidade somente os móveis e sésseis apresentaram associação visível,

Tabela III. Síntese dos resultados significativos para a regressão múltipla passo a passo. B = depositivos de sub-superfície. (S = depositivos de superfície, Mv = móveis, Dm = discretamente móveis e Ss = sésseis; Dens. = densidade total de poliquetas; Mat. Org. = Matéria Orgânica; Grau de Seleo. = Grau de Selecionamento). Correlações positivas (+), correlações negativas (-), correlação não significativa (0).

	Cascalho	Areia grossa	Areia média	Areia fina	Silte	Argila	CaCO <sub>3</sub>	Mat, Org.	Grau de Seleo.
<b>B</b>	0	0	-	+	0	-	+	0	-
<b>S</b>	-	0	0	0	0	0	0	0	0
<b>Mv</b>	-	0	0	0	0	0	0	0	0
<b>Dm</b>	0	+	0	0	0	0	0	0	0
<b>Ss</b>	-	0	-	+	0	0	+	0	0
<b>Dens.</b>	-	0	0	0	0	-	0	0	0

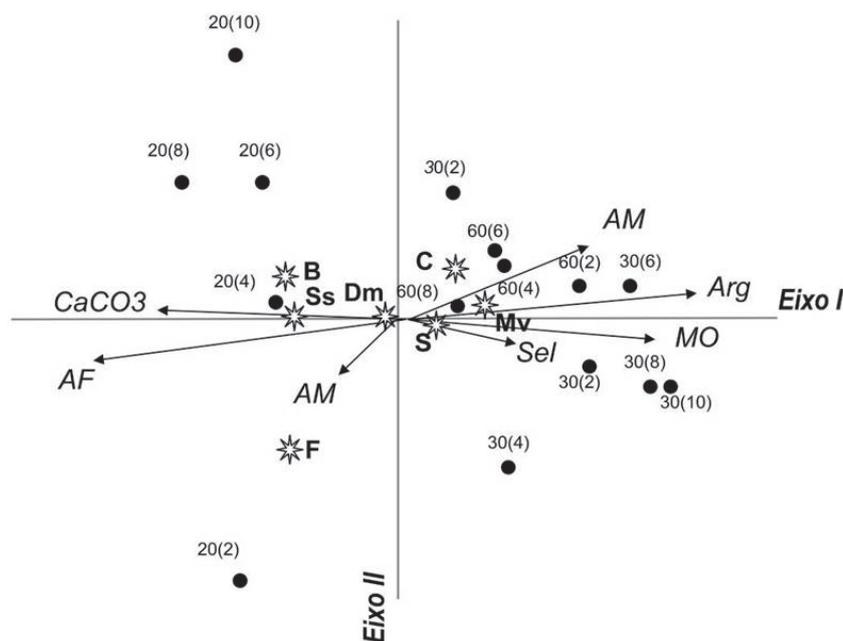


Figura 9. Representação gráfica dos dois primeiros eixos da Análise de Correspondência Canônica. Os círculos escuros representam as estações (20 = 20m, 30 = 30m e 60 = 60m; 2 = estrato de 0-2cm, 4 = 2-4cm, 6 = 4-6cm, 8 = 6-8cm e 10 = 8-10cm). As estrelas representam os escores das categorias tróficas e padrões de mobilidade (C = carnívoros, B = depositivos de sub-superfície, S = depositivos de superfície, F = suspensivos, Mv = móveis, Dm = discretamente móveis e Ss = sésseis). Os eixos estão em escala de 2 vezes e representam as variáveis ambientais: Arg = Argila, AF = Areia Fina, AM = Areia Média, MO = Matéria Orgânica, CaCO<sub>3</sub> = Carbonato biodetrítico e Sel = Selecionamento.

ambos ao eixo I. Os móveis apresentaram pequena correlação positiva com o eixo I, por uma provável relação com o silte, argila e matéria orgânica, enquanto que os sésseis apresentaram associação negativa ao eixo, devido à influência dos valores de carbonato e areia fina.

## DISCUSSÃO

### ZONAÇÃO VERTICAL DA FAUNA ANTÁRTICA

A forte zonação batimétrica das comunidades bentônicas (Clarke 1996b) é evidente no continente antártico graças ao acentuado declive da plataforma continental ao redor deste. Diversos fatores contribuem para esta distribuição, aparentemente governada pela disponibilidade de alimento, impacto do gelo, tipo de substrato e profundidade (Clarke 1996b). Contudo, tal distribuição pode ser consequência indireta do padrão sedimentar batimétrico, confundindo-se assim as relações de causa e efeito fauna-sedimento e fauna-hidrodinamismo (Snelgrove & Butman 1994). Embora no presente trabalho não tenham sido observadas diferenças significativas quanto à densidade de poliquetas entre as profundidades analisadas esta observação deve ser fruto do pequeno esforço amostral, já que uma variabilidade muito alta foi encontrada entre amostras da mesma profundidade. Na mesma área de estudo foram referidos padrões batimétricos claros, com um gradiente crescente dos seis (6) aos 25m e a ausência de variação significativa entre os 30 e 60m (Bromberg 1999). Entretanto, Echeverría & Paiva (2006a) referem uma densidade maior a 12 do que em dois (2) metros. As diferenças observadas entre os trabalhos anteriormente citados e este estudo podem ser fruto de variações locais em escala de metros de distância (Stark 2000), forte ação hidrodinâmica em pequena escala temporal (Echeverría & Paiva 2007) ou mesmo de variações inter ou intra-anuais. Quanto às últimas, a análise comparativa, entre dois verões de anos consecutivos, realizada por Lavrado *et al.* (2005), detectou diferenças intra-anuais que poderiam ser mais efetivas que as variações interanuais.

### RELAÇÃO FAUNA-SEDIMENTO

De uma maneira geral, os anelídeos poliquetas apresentam maiores densidades em fundos lamosos (Soares-Gomes *et al.* 2002). Em estudos pretéritos

realizados na área da Baía do Almirantado foram observadas para o grupo, maiores densidades de poliquetas associadas à areia fina (Jadzewski & Sicinski 1993). Para a mesma área de amostragem (em frente à EACF), trabalhos anteriores verificaram associação de altas densidades de poliquetas com conteúdos de areia muito grossa, areia grossa e silte (Bromberg 1999). No presente estudo foi observada a correlação negativa entre a densidade total e o conteúdo de argila e cascalho, corroborando, portanto, uma preferência pelas frações arenosas e silticas do sedimento. Embora não tenha sido observada diferença significativa da densidade em relação à profundidade, o maior número de indivíduos ocorreu na faixa dos 20m, na qual foram encontrados valores menores para a fração de argila e maiores para areia fina. Quando analisada do ponto de vista das categorias tróficas e padrões de mobilidade, a distribuição dos poliquetas evidenciou poucas relações com faixas batimétricas específicas associadas à características do sedimento. As famílias Maldanidae (65%) e Orbiniidae (25%) foram as que contribuíram em maior número, dentre os depositívoros de sub-superfície, perfazendo 90% destes. A maior abundância de depositívoros de sub-superfície foi encontrada a 20m onde também houve o domínio de sedimentos arenosos finos (34-68%). Também foi observada no presente estudo a correlação positiva entre a densidade dos depositívoros de sub-superfície e a porcentagem de areia fina.

A maior abundância de depositívoros de sub-superfície, em 20m, também é referida para a Enseada Martel, por Bromberg *et al.* (2000), embora estes autores tenham trabalhado em amplitude batimétrica diferente (6-25m). Gambi & Bussotti (1999), referem um alto grau de consistência entre a fauna bentônica e as características sedimentares. Depositívoros de sub-superfície foram encontrados em áreas de sedimento arenoso fino (substrato frouxo), de forma independente quanto à profundidade por Saiz-Salinas *et al.* (1997) durante um estudo conduzido na área do Arquipélago das Ilhas Shetlands do Sul em ampla faixa batimétrica (34 a 100m). A ocorrência deste grupo trófico em áreas de sedimentos arenosos finos é justificável por sua pouca capacidade de seleção das partículas a serem ingeridas e pela necessidade de ingestão de grandes quantidades de sedimento (Fauchauld & Jumars 1979). Portanto, no presente estudo, seria mais provável a ocupação de sedimentos finos não agregados. Em áreas de sedimento

argiloso, embora mais ricas em matéria orgânica, as partículas apresentam um alto grau de adsorção entre si, o que certamente dificulta sua ingestão (e talvez a escavação de galerias), principalmente entre os Maldanidae. Estes integram um grupo de organismos que apresenta uma forma de ingestão do sedimento denominada “esteira rolante” (*conveyor-belt*), forma esta em que o animal se dispõe perpendicularmente no sedimento de ponta-cabeça ingerindo sedimento de camadas profundas provocando grande bioturbação do sedimento (Gambi & Bussotti 1999).

### DISTRIBUIÇÃO BATIMÉTRICA E ESTRATIFICAÇÃO

Os poliquetas sésseis apresentaram distribuição batimétrica semelhante a dos depositívoros de sub-superfície e associações com as características do sedimento muito similares às destes. Contudo, a predominância de poliquetas da família Maldanidae (mais de 90%) dentre os sésseis dificulta inferências acerca do padrão de distribuição para este grupo. Os membros da família Maldanidae são essencialmente depositívoros de sub-superfície, assim a sobreposição das classificações funcionais torna difícil concluir se a distribuição batimétrica diferenciada ocorre realmente devido ao padrão de mobilidade, ou se esta é um reflexo do hábito alimentar.

Excetuando-se as relações acima citadas, as associações dos demais grupos funcionais com as variáveis sedimentares não foram acompanhadas por qualquer variação batimétrica, sendo, portanto, complexas e de difícil explicação.

Trabalhos abordando a distribuição ao longo da coluna sedimentar da macrofauna na área da zona costeira rasa antártica são escassos, não constando dados mesmo em revisões sobre o tema, como Arntz *et al.* (1994) e Clarke (1996a, 1996c). Contudo, são encontrados para áreas marinhas profundas (Hayashi 1991, Blake 1994, Gambi & Bussotti 1999, Thatje & Mutschke 1999). A ocorrência diferenciada de determinados grupos entre as camadas do sedimento pode demonstrar um selecionamento por determinado tipo de substrato, visto que o tipo de grão presente influencia fatores como a capacidade de escavação e fixação da fauna, a oxigenação dos espaços intersticiais e o acúmulo de alimento. A ação hidrodinâmica pode atuar ainda de forma direta pelo revolvimento do fundo e sua

fauna associada ou indiretamente sobre a distribuição da fauna bentônica pela deposição sedimentar diferenciada entre locais (Snelgrove & Butman 1994).

Resultados obtidos por Hayashi (1991) e Gambi & Bussotti (1999), em profundidades entre 100–200m e 450–810m, respectivamente, indicam, que os poliquetas podem ocupar mesmo as camadas mais profundas do substrato (abaixo dos 10cm). Nas áreas das Enseadas Martel e Ezcurra, entre 20 e 60m foi encontrada por Filgueiras *et al.* (2007) uma redução na densidade dos poliquetas nos estratos abaixo dos 6cm quando consideradas ambas as áreas de coleta simultaneamente. Entretanto, no presente trabalho, não foi encontrada diferença quanto à densidade dos poliquetas entre os estratos o que pode ser devido à maior exposição da área de estudo ao impacto de ondas, o que levaria a um revolvimento mais acentuado do fundo e uma homogeneização do substrato e sua respectiva fauna. Esta maior exposição às ondas quando comparadas a outras áreas da Enseada Martel ou a Enseada Ezcurra, se deve a orientação da área costeira, que permite uma longa pista na formação de onda e foi considerada como fator preponderante na variação temporal da fauna bentônica durante o inverno austral (Echeverría & Paiva 2007).

Quanto à associação dos grupos funcionais de poliquetas ao tipo de sedimento, tanto Hayashi (1991), quanto Gambi & Bussotti (1999) verificaram que os suspensívoros e carnívoros concentram-se nas camadas superiores do sedimento em áreas arenosas, enquanto que os depositívoros distribuíam-se por toda coluna sedimentar em áreas onde predominam sedimentos finos arenosos. Não foram encontradas diferenças significativas entre os estratos para as características do sedimento na área de estudo, o que poderia explicar a ausência de zonação dos poliquetas na coluna sedimentar. Contudo, Blake (1994) e Flach & Heip (1996), em estudos a 583-3000m e 185-4460m respectivamente, encontraram diferenças na estratificação da fauna, mesmo quando esta não foi verificada para as variáveis sedimentológicas. Blake (1994) constatou que os depositívoros de sub-superfície, suspensívoros e carnívoros, seriam preferencialmente encontrados acima dos dois centímetros enquanto que os depositívoros de sub-superfície estariam mais profundamente enterrados no sedimento.

No presente trabalho, apenas uma relação de decréscimo na densidade ao longo dos estratos foi

constatada para indivíduos discretamente móveis. Esta pode ser explicada pelo fato de todos os indivíduos discretamente móveis também pertencerem à categoria dos depositívoros de superfície (perfazendo 64% destes), portanto, decrescem numericamente dos estratos superiores aos inferiores não necessariamente por seu padrão de mobilidade.

Através da ACC foi, ainda, observada uma distinção das amostras de 20m em relação às demais, onde provavelmente ocorre uma diferença quanto à composição da fauna. Também foi notada uma diferenciação acentuada entre os estratos a 20m. Esta diferenciação entre os estratos se reduziu com o aumento da profundidade, sendo menor a 30m e menor ainda a 60m. A diferença entre os estratos aparentemente não está relacionada às variáveis sedimentológicas, nem a distribuição dos grupos funcionais. A redução da variação entre os estratos pode estar associada ao grau de distúrbio ambiental que se reduz com o aumento da profundidade. Contudo o número de réplicas obtidas no presente trabalho não permite a discussão desta tendência, pois apenas uma amostra de sedimento foi obtida a 20m.

O reduzido número de indivíduos obtidos e o padrão sedimentar heterogêneo não devem ser atribuídos ao aparelho de coleta empregado (MBC-GEAMB), uma vez que em análise de eficiência realizada por Echeverría *et al.* (2007), este aparelho demonstrou ser um amostrador remoto confiável, coletando amostras íntegras e estratificáveis, mesmo na zona costeira rasa antártica. Contudo, estudos de distribuição do bentos raso antártico, em geral, ainda baseiam-se em métodos destrutivos de amostragem remota, como pegadores de fundo, dragas, entre outros (Clarke 1996c). Equipamentos tipo Box-corer, menos danosos à estrutura original da comunidade bentônica e do sedimento vêm sendo utilizados apenas em áreas antárticas profundas (Gambi & Bussotti 1999, Thatje & Mutschke 1999, Blake & Narayanaswamy 2004, Brandt *et al.* 2004), sendo seu uso limitado por dificuldades logísticas, ligadas principalmente à operação destes a partir de pequenas embarcações como requerido na zona costeira rasa ou a pouca eficiência deste tipo de equipamento em fundos arenosos (Echeverría *et al.* 2007).

Em suma, os grupos funcionais de poliquetas, assim como as variáveis sedimentares não apresentaram uma estratificação notável na área estudada. A

variabilidade maior foi batimétrica, com uma grande diferenciação de alguns grupos funcionais, entre a área mais rasa (20m) e as demais (30 e 60m), padrão este corroborado por outros estudos e associados aos padrões sedimentares. Não obstante, estes padrões podem ocorrer devido ao hidrodinamismo diferenciado, que pode estar ou mascarado pelos padrões sedimentares ou ser fruto de uma interação de fatores físicos, hidrodinamismo e sedimento (Snelgrove & Butman 1994). A discriminação do papel relativo de cada um destes fatores envolveria um esforço amostral mais específico através de experimentos mensurativos ou manipulativos que estão aquém dos objetivos do presente estudo.

## BIBLIOGRAFIA

- AMARAL, A.C.Z. & NONATO, E. F. 1996. Annelida Polychaeta. *Características glossário e chaves para famílias e gêneros da costa brasileira*. Editora da UNICAMP, Campinas.
- ARNAUD, P.M.; JAZDZEWSKI, K.; PRSLER, P. & SICINSKI, J. 1986. Preliminary survey of benthic invertebrates collected by Polish Antarctic Expedition in Admiralty Bay. *Polish Polar Research*, 7: 7-24.
- ARNTZ, W.E.; BREY, T. & GALLARDO, V.A. 1994. Antarctic zoobenthos. *Oceanography and Marine Biology Annual Review*, 32: 241-304.
- ARONSON, R.B. & BLAKE, D.B. 2001. Global climate change and the origin of modern benthic communities in Antarctica. *American Zoologist*, 41(1): 27-39.
- BELAN, T.A. 2003. Marine environmental quality assessment using polychaete taxocene characteristics in Vancouver Harbor. *Marine Environmental Research*, 57: 89-101.
- BLAKE, J. A. 1994. Vertical distribution of benthic infauna in continental slope sediments off Cape Lookout, North Carolina. *Deep-sea Research II*, 41(4-6): 919-927.
- BLAKE, J.A. & NARAYANASWAMY, B.E. 2004. Benthic communities across the Weddell Sea Basin and South Sandwich Slope, Antarctica. *Deep-Sea Research II*, 51: 1797-1815.
- BIANCHI, C. N. & MORRI, C. 1985. I Policheti come descrittore della struttura trofica degli ecosistemi marini. *Oebalia*, 11: 325-349.
- BRANDT, A.; DE BROYER, C.; GOODAY, A.J.; HILBIG, B. & THOMSON, M.R.A. 2004. Introduction to ANDEEP (Antarctic benthic DEEP-sea biodiversity: colonization history and recent community patterns) - a tribute to Howard L. Sanders. *Deep-Sea Research II*, 51(14-16): 1457-1465.
- BREY, T.; DAHM, D.; GORNY, M.; KLAGES, M.; STILLER, M.

- & ARNTZ, W.E. 1996. Do antarctic benthic invertebrates show an extended level of eurybathy? *Antarctic Science*, 8(1): 3-6.
- BROMBERG, S. 1999. *Distribuição dos anelídeos poliquetas na zona costeira rasa da Enseada Martel, Baía do Almirantado (Ilha Rei George – Antártica)*. Dissertação de MSc., Instituto Oceanográfico, Universidade de São Paulo.
- BROMBERG, S.; NONATO, E.F.; CORBISIER, T.N. & PETTI, M.A.V. 2000. Polychaete distribution in the near shore zone of Martel Inlet, Admiralty Bay (King George Island, Antarctica). *Bulletin of Marine Science*, 67(1): 175-188.
- CATTANEO-VIETTI, R.; GAMBI, M. C.; ALBERTELLI, G.; CORMACI, M. & DI GERONIMO, I. 2000. Spatial and vertical distribution of benthic littoral communities in Terra Nova Bay. Pp 503-514. In: F.M. FARANDA, L. GUGLIELMO & A. IONORA (eds.) *Ross Sea Ecology* - Springer-Verlag Berlin Heidelberg..
- CLARKE, A. 1996a. Benthic marine habitats in Antarctica. In: R.M. Ross, E.E. Hofmann and L.B. Quetin (eds). *Foundations for ecological research west of the Antarctic Peninsula. Antarctic Research Series*, 70: 123-133.
- CLARKE, A. 1996b. The distribution of Antarctic marine benthic communities. In: R.M. Ross, E.E. HOFMANN & L.B. QUETIN (eds). *Foundations for ecological research west of the Antarctic Peninsula. Antarctic Research Series*, 70: 219-230.
- CLARKE, A. 1996c. Marine benthic populations in Antarctica: patterns and processes. In: R.M. ROSS, E.E. HOFMANN & L.B. QUETIN (eds). *Foundations for ecological research west of the Antarctic Peninsula. Antarctic Research Series*, 70: 373-388.
- CONLAN, K.; KIM, S.; THURBER, A. & HENDRYCKS, E. 2005. Benthic community changes before and after sewage treatment at McMurdo Station, Antarctica. In: IX SCAR International Biology Symposium - Brazil, Abstracts. pp.: 213-213.
- ECHEVERRÍA, C.A. & PAIVA, P.C. 2006. Macrofaunal shallow benthic communities along a discontinuous annual cycle at Admiralty Bay, King George Island, Antarctica. *Polar Biology*, 29(4): 263-269.
- ECHEVERRÍA, C. A. & PAIVA, P. C. 2007. ¿Idiosincrasias del bentos antártico?. *Oecologia Brasiliensis*, 10(2): 165-176.
- ECHEVERRÍA, C.A.; LAVRADO, H.P.; PAIVA, P.C. & CAMPOS, L. A. 2007. New Mini Box Corer for Sampling Muddy Bottoms in Antarctic Shallow Waters. *Brazilian Archives of Biology and Technology* (in press).
- FAUCHAULD, K. 1977. The Polychaete worms: Definitions and keys to the orders, families and genera. *Natural History Museum of Los Angeles County Science Series*, 28: 1-118
- FAUCHAULD, K. & JUMARS, P. A. 1979. The diet of worms: A study of polychaete feeding guilds. *Oceanography and Marine Biology Annual Review*, 17: 193-284.
- FILGUEIRAS, V.L.; CAMPOS, L.S.; LAVRADO, H.P.; FRENSEL, R. & POLLERY, R.C.G. 2007. Vertical distribution of macrobenthic infauna from the shallow sublittoral zone of Admiralty Bay, King George Island, Antarctica. *Polar Biology* (online first: DOI 10.1007/s00300-007-0305-z)
- FLACH, E. & HEIP, C. 1996. Vertical distribution of macrozoobenthos within the sediment on the continental slope of the Goban Spur area (NE Atlantic). *Marine Ecology Progress Series*, 141: 55-66.
- GAMBI, M.C. & BUSSOTTI, S. 1999. Composition, abundance and stratification of soft-bottom macrobenthos from selected areas of the Ross Sea shelf (Antarctica). *Polar Biology*, 21: 347-354.
- GAMBI, M.C.; GIANGRANDE, A. & FRESI E. 1982. Gruppi trofici dei polichet di fondo mobili: um esempio alla fosse del Tevere. *Bolletino dei Musei e degli Istituti Biologicidella Universita di Genova*, 50(suppl.): 202-207.
- GASTON, G.R. 1987. Benthic Polychaeta of the middle Atlantic Bight: feeding and distribution. *Marine Ecology Progress Series*, 36: 251-262.
- GLASBY, C.; HUTCHINGS, P.; FAUCHAULD, K.; PAXTON, H.; ROUSE, G.W.; RUSSELL, C.W. & WILSON, R.S. 2000. Class Polychaeta. Pp 16-20. In: P.L. BEESLEY, G.J.B. ROSS & C.J. GLASBY, (eds). *Polychaetes & Allies: The Southern Synthesis. Fauna of Australia v. 4A Polychaeta, Myzostomidae, Pogonophora, Echiura & Sipuncula*. CSIRO Publishing, Melbourne.
- GUTT, J. 2007. Antarctic macro-zoobenthic communities: a review and an ecological classification. *Antarctic Science*, 19(2): 165-182.
- GROSS, M.G. 1971. Carbon determination. Pp. 573-596. In: R.E. CARVERS, *Procedures in sedimentary petrology*. Wiley Interscience, New York.
- HARTMAN, O. 1964. Polychaeta Errantia of Antarctica. *Antarctic Research Series*, 3: 1-131p.
- HARTMAN, O. 1966. Polychaeta Myzostomidae and Sedentaria of Antarctica. *Antarctic Research Series*, 7: 1-158.
- HAYASHI, I. 1991. Vertical distribution of macrobenthic organisms in the sediment of Wakasa Bay, Sea of Japan. *Ophelia (supplement)*, 5: 555-564.
- JADZEWSKI, K. & SICINSKI, J. 1993. Zoobenthos (cap. 12). In: RACUKSA--SUSZCZEWSKI, S. (ed.). *The maritime Antarctic Coastal Ecosystem of Admiralty Bay. Polish Academy of Science*, Warsaw. 216p.
- KNOX, G.A. 1977. The role of polychaetes in benthic soft-bottom communities. Pp. 547-604. In: Reish, D. & Fauchald, K. (eds.). *Essays on polychaetous annelids in memory of Olga Hartman*. Allan Hancock foundation, Los Angeles.
- KNOX, G.A. & LOWRY, J.K. 1977. A comparison between

- the benthos of the Southern and the North Polar Ocean with special reference to the Amphipods and Polychaeta. Pp. 423-462. *In: Dunbar, M.J. (ed.). Polar Ocean. Arctic Institute of North America, Calgary.*
- LAVRADO, H.P.; ECHEVERRÍA, C.A.; PAIVA, P.C.; TENENBAUM, D.R.; CARVALHO-CUNHA, P.; COSTA, L.O.; LANGE, P.K.; CARVALHO, A.L.P.S. & CAMPOS, L.S. 2005. Temporal variability of benthic macrofauna from the shallow coastal zone in Admiralty Bay, King George Island, Antarctica. *In: IX SCAR International Biology Symposium - Abstracts - Brazil, July 2005. pp: 217-217.*
- LEGENDRE, L. & LEGENDRE, P. 1983. Numerical Ecology. Developments in Environmental Modeling. Elsevier Science Publ. Company, New York.
- LEVINTON, J. 1972. Stability and trophic structure in deposit-feeding and suspension-feeding communities. *American Naturalist*, 106(950): 472-485.
- LENIHAN, H. S. & OLIVER, J. S. 1995. Anthropogenic and natural disturbances to marine benthic communities in Antarctica. *Ecological Applications*, 5(2): 311-326.
- MUNIZ, P. & PIRES, A. M. S. 1999. Trophic structure of polychaetes in the São Sebastião Channel (Southeastern Brazil). *Marine Biology*, 134: 517-528.
- NAVEEN, R. 1996. Human activity and disturbance: Building an antarctic site inventory. *Antarctic Research Series*, 70: 389-400.
- NONATO, E.F.; BRITO, T.A.S.; PAIVA, P.C.; PETTI, M.A.V.; CORBISIER, T.N. 2000. Benthic megafauna of the nearshore zone of Martel Inlet (King George Island, South Shetland Islands, Antarctica): depth zonation and underwater observations. *Polar Biology*, 23(8): 580-588.
- PAIVA, P.C. 1994. Trophic structure of a shelf polychaete taxocenosis in southern Brazil. *Cahiers de Biologie Marine*, 35: 39-55.
- RAKUSA-SUSZCZEWSKI, S. 1993. The structure and functioning of the nearshore ecosystem. Pp 7-14. *In: S. RACUKSA-SUSZCZEWSKI (ed.). The Maritime Antarctic Coastal Ecosystem of Admiralty Bay. Polish Academy of Science, Warsaw.*
- RAKUSA-SUSZCZEWSKI, S.; BTTKE, Z. & CISAK, J. 1993. Morphometry of the Admiralty Bay shores and basin. Pp 27-30. *In: RACUKSA-SUSZCZEWSKI, S., (ed.). The Maritime Antarctic Coastal Ecosystem of Admiralty Bay. Polish Academy of Science, Warsaw.*
- SAIZ-SALINAS, J.I.; RAMOS, A.; MUNILLA, T. & RAUSCHERT, M. 1997. Quantitative analysis of macrobenthic soft-bottom assemblages in South Shetland waters (Antarctica). *Polar Biology*, 17: 393-400.
- SNELGROVE, P.V.R. & BUTMAN, C.A. 1994. Animal-sediment relationships revised: cause versus effect. *Oceanography and Marine Biology Annual Review*, 32: 111-177.
- SOARES-GOMES, A.; PAIVA, P.C. & SUMIDA, P.Y.G. 2002. Benthos de sedimentos não consolidados. Pp 127-146. *In: Biologia Marinha. R.C. PEREIRA & A. SOARES-GOMES (Eds.). Editora Interciência, Rio de Janeiro.*
- SOKAL, R.R. & ROHLF, F.J. 1995. Biometry, The Principles and Practice of Statistics in Biological Research, 3rd ed. W.H. Freeman & Company, San Francisco.
- STARK, J.S. 2000. The distribution and abundance of soft-sediment macrobenthos around Casey Station, East Antarctica. *Polar Biology*, 23: 840-850.
- SUGUIO, K. 1973. Introdução à Sedimentologia. Editora Edgard Blüncher/EDUSP, São Paulo.
- TER BRAAK, C. J. R. 1986 Canonical correspondence analysis: a new eigenvector technique for multivariate direct gradient analysis. *Ecology*, 67: 1167-1179.
- THATJE, S. & MUTSCHKE, E. 1999. Distribution of abundance, biomass, production and productivity of macrozoobenthos in the sub-Antarctic Magellan Province (South America). *Polar Biology*, 22: 31-37.
- THOMPSON, B. W.; RIDDLE M. J. & STARK, J. S. 2003. Cost-efficient methods for marine pollution monitoring at Casey Station, East Antarctica: the choice of sieve mesh-size and taxonomic resolution. *Marine Pollution Bulletin*, 46(2): 232-243.
- UNDERWOOD, A.J. 1997. Experiments in ecology: Their logical design and interpretation using analysis of variance. Cambridge University Press, Cambridge. 150p.
- WARWICK, R.M. 1988. The level of taxonomic discrimination required to detect pollution effects on marine benthic communities. *Marine Pollution Bulletin*, 19(6): 259-268.
- WENWORTH, C.K. 1922. A scale of grade and class term for clastic sediment. *Journal of Geology*, 30:337-392.
- WHITE, M.G. 1984. Marine Benthos. V.2. pp421-461. *In: R.M. Laws (ed.) Antarctic Ecology. Academic Press, London.*
- WOODIN, S.A. 1987. External Morphology of Polychaeta: Design constrains by life habit? *Bulletin of the Biological Society of Washington*, 7: 295-309.
- ZAR, J. H. 1996. Biostatistical Analysis. Prentice Hall, New Jersey.

Submetido em 27/08/2007.

Aceito em 21/09/2007.