

Universidade Federal do Rio de Janeiro

Varição temporal da macrofauna bentônica sublitoral da
praia da Urca (RJ) após a ocorrência de ressacas, com
ênfase na fauna de anelídeos poliquetas

Maria Claudia Rayol Sola

PPGZOO
Julho/2003

Varição temporal da macrofauna bentônica sublitoral da praia da Urca (RJ) após a ocorrência de ressacas, com ênfase na fauna de anelídeos poliquetas

Maria Claudia Rayol Sola

Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Pós-graduação em Ciências Biológicas (Zoologia), Museu Nacional, da Universidade Federal do Rio de Janeiro, como parte dos requisitos necessários à obtenção do título de Mestre em Ciências Biológicas (Zoologia).

Orientador: Paulo Cesar Paiva
Co-orientadora: Cristiana Serejo

Rio de Janeiro
Julho/2003

Variação temporal da macrofauna bentônica sublitoral da praia da Urca após a ocorrência de ressacas, com ênfase na fauna de anelídeos poliquetas

Maria Claudia Rayol Sola

Orientador: Paulo Cesar Paiva

Co-orientadora: Cristiana Serejo

Dissertação de Mestrado submetida ao Programa de Pós-graduação em Ciências Biológicas (Zoologia), Museu Nacional, Universidade Federal do Rio de Janeiro-UFRJ, como parte dos requisitos necessários à obtenção do título de Mestre em Ciências Biológicas (Zoologia).

Aprovada por:



Presidente, Prof.



Prof.



Prof.

Rio de Janeiro
Julho/2003

Ficha Catalográfica

Rayol Sola, Maria Claudia

Varição temporal da macrofauna bentônica/ Maria Claudia Rayol Sola. – Rio de Janeiro: UFRJ/ Museu Nacional, 2003.
i-xiv, 1-53

Orientador: Paulo Cesar Paiva

Dissertação (mestrado) – UFRJ/ Museu Nacional/ Programa de Pós-graduação em Zoologia, 2003.

Referências Bibliográficas: f 46-53

1. Macrofauna. 2. Varição temporal. 3. Ressacas.
4. Poliquetas. 5. Praia Arenosa. 6. Brasil.

I. Rayol Sola, Maria Claudia. II. Universidade Federal do Rio de Janeiro, Museu Nacional, Programa de Pós-graduação em Zoologia. III. Título.

A Natureza, para ser comandada,
precisa ser obedecida.

Francis Bacon

Agradecimentos

Ao meu orientador Paulo Cesar Paiva por todos os ensinamentos, pela confiança, paciência e por todas as oportunidades durante todos esses anos de orientação. Paulinho você é muito querido. Obrigado por tudo !!!

À minha co-orientadora Cristiana Serejo por ter me apresentado aos anfípodas, por todas as boas discussões e conselhos, e pelo convívio sempre agradável. Valeu Cris, te adoro !!!

A todos os amigos do laboratório de Polychaeta da UFRJ: Alejandro, André, Bia, Chris, Edgard, Elisa, Gabi, Gilvan, Joana, Leticia, Priscilla, Ricardo. Rômulo e Vinícius, por todos esses anos de convivência.

Ao Ricardo e ao Edgard um agradecimento todo especial, pela ajuda na triagem do material. Eu não sei o que teria sido de mim sem vocês. Muito Obrigado!!!

Ao Alejandro, à Bárbara e ao Marcelinho pela ajuda nas coletas. À Elisa pela ajuda na identificação dos Sabelídeos.

À Gabriela por todos os bons momentos que passamos, inclusive esse, por todas as importantes conversas, conselhos, ajuda, abstract ... Enfim Gabi, obrigado por tudo, você se tornou uma grande amiga !!! Pode contar comigo sempre que precisar e em qualquer situação.

Ao Gianfranco Gallerani por toda ajuda dada com a área de estudo e pelas boas conversas sobre a Urca.

Um agradecimento todo especial à Andréia Junqueira, Débora Pires, Helena Lavrado e Renato Ventura. Suas contribuições como membros da

banca dos seminários de tese foram de grande importância para o desenvolvimento desta dissertação.

À Márcia Cury, coordenadora do PPGZOO do Museu Nacional, sempre disposta a atender seus alunos.

À secretária da Pós-Graduação, Anete, por toda ajuda dada.

A todos os amigos do PPGZOO do Museu Nacional pelos divertidos momentos que passamos juntos nos churrascos e na 5ª feira em São Januário.

À Mariana Mayer e ao Renza pela nova e divertida amizade. Vocês são adoráveis !!!

Ao meu pai, que enquanto esteve vivo nunca deixou de apostar no meu futuro.

À minha mãe, que continua apostando, com seu amor e apoio incondicional em todos os momentos de minha vida, permitindo mesmo com todas as dificuldades que este Mestrado se realizasse. Mãe, muito obrigado.

Assim como meus irmãos Felipe e Marcos, minhas tias e tios, por toda ajuda e apoio em todos os momentos que passei. Sem vocês esse Mestrado também não teria acontecido. Vocês são muito queridos.

À Amandinha que já sabe responder a pergunta: poli o quê? Poliqueta !!! Filha você é tudo de bom !!! Mamãe te ama e dedica esta dissertação a você.

RESUMO

Varição temporal da macrofauna bentônica sublitoral da praia da Urca após a ocorrência de ressacas, com ênfase na fauna de anelídeos poliquetas

Maria Claudia Rayol Sola

Orientador: Paulo Cesar Paiva

Co-orientadora: Cristiana Serejo

Resumo da Dissertação de Mestrado submetida ao Programa de Pós-graduação em Ciências Biológicas (Zoologia) do Museu Nacional, Universidade Federal do Rio de Janeiro - UFRJ, como parte dos requisitos necessários à obtenção do título de Mestre em Ciências Biológicas.

O objetivo deste estudo é avaliar o papel de ondas excepcionais, usualmente denominadas como ressacas, sobre a macrofauna bentônica da praia da Urca, com principal ênfase na fauna de anelídeos poliquetas. A praia da Urca situa-se no setor oeste da Baía de Guanabara, Rio de Janeiro, RJ. A densidade da macrofauna foi monitorada ao longo de um ano após o início de uma grande ressaca que atingiu a região em 2 de junho de 1997, sendo considerada como uma das mais intensas dos últimos 30 anos na Baía de Guanabara. Durante o período de estudo foram registradas mais três ressacas, porém de menor intensidade. Foram realizadas 28 coletas quinzenais (excetuando-se as três primeiras que foram semanais) de 04/06/1997 à 05/06/1998, em uma área de aproximadamente 200 m², a uma profundidade de 5 metros. Os grupos

taxonômicos mais representativos encontrados foram os poliquetas e crustáceos. Avaliando a resposta da comunidade como um todo após a primeira ressaca, esta não demonstrou variação devido às respostas diferenciadas de cada grupo separadamente. Os poliquetas sofreram uma diminuição na sua densidade após as ressacas, enquanto que por outro lado, os crustáceos sofreram um aumento. Esta diferença esteve relacionada aos diferentes tipos de adaptações morfológicas e estratégias de vida de cada grupo. A estrutura da comunidade de poliquetas da praia da Urca sofreu alteração em relação aos valores de diversidade, riqueza e equitabilidade após as ressacas. Baixos valores de diversidade e riqueza, aliados a uma baixa equitabilidade após a primeira ressaca, podem estar relacionadas a uma maior instabilidade do meio devido ao impacto das ondas e a dominância de poucas espécies. A variação temporal das espécies de poliquetas se deu em função do hábito de vida e da biologia de cada uma das espécies em questão. Dentre as dez espécies dominantes de poliquetas, *P. steenstrupi* se comportou de acordo com as partículas mais finas do sedimento, acompanhando a movimentação hidrodinâmica ocasionada pela ação das ondas, enquanto que *Mooreonuphis lineata*, devido a maior aderência ao substrato desta espécie tubícola, apresentou maior resistência à ação das ondas do que as demais espécies de poliquetas. Este estudo revela que eventos perturbadores de grande intensidade, mas de pouca previsibilidade, tendem a alterar a estrutura da comunidade como um todo.

Palavras-chave: Macrofauna, Variação temporal, Ressacas, Poliquetas, Praia arenosa, Brasil

Rio de Janeiro

Julho/2003

ABSTRACT

Temporal variation of the sublittoral benthic macrofauna in Urca Beach (RJ) after storms, with special reference to the polychaete fauna

Maria Claudia Rayol Sola

Orientador: Paulo Cesar Paiva

Co-orientadora: Cristiana Serejo

Abstract da Dissertação de Mestrado submetida ao Programa de Pós-graduação em Ciências Biológicas (Zoologia) do Museu Nacional, Universidade Federal do Rio de Janeiro - UFRJ, como parte dos requisitos necessários à obtenção do título de Mestre em Ciências Biológicas.

The aim of this study is to evaluate the role of storms on macrobenthic faunal structure of Urca beach, with special emphasis on polychaete fauna. Urca beach is located at the western point of Guanabara bay, situated at Rio de Janeiro state. Density of the macrofauna was monitored along a year, after the beginning of a great storm at that region in 2th July, 1997, being considered the most strong event at the last thirty years. During the period studied, three more storms were registered, although with a minor intensity. Twenty-eight samples were surveyed with intervals of fifteen days each (except the first three samples, which were with weekly intervals), at an area of 200 m² and 5 m depth. The most representative taxonomic groups found were polychaetes and crustaceans. Evaluating the

response of the role community after the storms, it did not show a strong variation, probably due to the different responses of each group separately. Lower densities of polychaetes were registered after the storms. Besides, crustaceans densities were higher after that event. The different response of these groups could be related to the morphologic and behavioral adaptations and life history of each one. The polychaete community structure of Urca beach showed a variation in biological parameters values, such as diversity, richness and evenness after storms. Lower diversity, richness and evenness values after the first storm could be related to a greater instability of the environment, due to wave impact, as could be stated by a dominance of few species. The temporal variation of polychaete species was related to the behavior and biology of each species. The behaviour of the polychaete species *P. steenstrupi* could be related to the sediment dynamics of the finer sediment fraction, as the sediment and the polychaete were revolved due to the wave action caused by the storms. On the other hand, the tubicolous species *Mooreonuphis lineata* presented higher wave resistance when compared with other polychaete species due to its higher substrate adherence. This study reveals that hydrodynamical events of great intensity and less predictability tend to change the community structure of macrobenthic fauna of sand beaches.

Key-words: Macrofauna, Temporal variation, Storms, Polychaeta, Sandy beaches, Brazil

Rio de Janeiro

Julho/2003

ÍNDICE

1. Introdução	1
2. Objetivo	5
3. Área de Estudo	6
4. Material e Métodos	9
4. 1. Tratamento de Dados	10
5. Resultados	13
5.1. Fatores Abióticos	13
5.1.1 Temperatura	13
5.1.2 Granulometria	13
5.2. Macrofauna Bentônica	15
5.3. Variação temporal da Macrofauna Bentônica	16
5.4. Espécies de Anfípodas	22
5.5. Espécies de Poliquetas	23
5.6. Padrões de riqueza, diversidade específica e equitatividade das espécies dominantes de poliquetas	25
5.7. Variação temporal das espécies dominantes de anelídeos poliquetas	27
5.8 Análise de Componentes Principais (ACP)	31
6. Discussão	33
6.1. Macrofauna Bentônica	33
6.2. Variação temporal da Macrofauna Bentônica	33
6.3. Padrões de riqueza, diversidade específica e equitatividade das espécies dominantes de poliquetas	37
6.4. Variação temporal das espécies dominantes de anelídeos poliquetas	38
7. Conclusões	45
8. Referências Bibliográficas	46

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Mapa da area de estudo, mostrando o ponto de coleta na praia da Urca _____	7
Figura 2 – Variação temporal da temperatura da água de fundo ao longo das coletas _____	13
Figura 3 – Composição granulométrica do sedimento ao longo do tempo _____	14
Figura 4 – Densidade total dos grandes grupos taxonômicos _____	15
Figura 5 – Variação temporal da densidade da fauna total _____	16
Figura 6 – Variação temporal da densidade de Polychaeta, Gammaridea, Tanaidacea e Ostracoda _____	20
Figura 7 – Variação temporal da densidade de Caprellidea, Cnidaria e Cumacea _____	21
Figura 8 – Variação temporal da riqueza da fauna de poliquetas _____	26
Figura 9 - Variação temporal da diversidade da fauna de poliquetas _____	27
Figura 10 - Variação temporal da equitatividade da fauna de poliquetas _____	27
Figura11 – Variação temporal da densidade de <i>P. steenstrupi</i> , <i>C. filigera</i> , <i>Tharyx</i> sp.A, <i>T. hyalina</i> , <i>A. longicirrata</i> , <i>G. littorea</i> _____	30
Figura 12 - Variação temporal da densidade de <i>P. australis</i> , <i>G. americana</i> , <i>M.lineata</i> , <i>S. nonatoi</i> _____	31
Figura 13 – Análise dos componentes principais (ACP) com as espécies dominantes de anelídeos poliquetas _____	32

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Data das amostragens	9
Tabela 2 – Grupos taxonômicos mais representativos	15
Tabela 3 – Espécies de Amphipoda	22
Tabela 4 – Espécies de Polychaeta	23

1. Introdução

A macrofauna bentônica, além do seu papel ecológico na cadeia alimentar das populações bentônicas, caracteriza-se por ter uma mobilidade muito restrita fazendo com que seja mantida pelas condições ambientais vigentes e, portanto, funcionando, na maioria dos casos, como um excelente indicador biológico nos estudos de monitoramento ambiental costeiro. Tal mobilidade restrita proporciona que impactos ambientais mais comuns no ambiente costeiro, como a poluição orgânica e inorgânica ou mesmo a construção de marinas e emissários submarinos influenciem diretamente nas comunidades bentônicas do sedimento (Keough & Quinn, 1991).

Segundo Paiva & Paiva (1999), qualquer estudo, seja de cunho ecológico ou de impacto ambiental, deve considerar quais fatores ambientais são responsáveis pela manutenção e alteração da estrutura das comunidades faunísticas, para que se possa discernir entre alterações comuns das comunidades e alterações causadas por algum impacto ambiental. Em estudos de fundos submersos, geralmente os fatores considerados são de dois tipos principais: (1) sedimentológicos (parâmetros granulométricos, % de matéria orgânica) e (2) hidrográficos (temperatura, salinidade, teor de oxigênio dissolvido), embora a batimetria (profundidade local) e alguns fatores bióticos como a predação por peixes também sejam considerados (Lana, 1981). A variação espacial e temporal destes fatores é utilizada na explicação da distribuição faunística e sua variação ao longo do tempo (Paiva & Paiva, *op.cit.*). Não obstante, em estudos ecológicos e oceanográficos de cunho temporal, grandes perturbações hidrodinâmicas tem sido relevadas a um segundo plano. Os padrões de densidade, diversidade, riqueza e variação temporal das principais espécies têm sido avaliados em função de

parâmetros abióticos e bióticos, como temperatura, salinidade e produção primária, entre outros, enquanto o hidrodinamismo é desconsiderado ou indiretamente estimado a partir da profundidade. Tais análises não consideram portanto a ação de ondas de superfície, principalmente quando se considera àquelas geradas por frentes frias de grande intensidade, não previsíveis e com padrão sazonal pouco definido (Paiva, 1996).

O efeito das perturbações hidrodinâmicas na macrofauna bentônica tem sido objeto de algumas revisões, destacando-se as de Probert (1984), Butman (1987) e Hall (1994). Diferentes espécies e principalmente diferentes grupos taxonômicos apresentam respostas distintas em função do seu hábito de vida, mobilidade e capacidade de suportar o impacto físico, com algumas espécies do bentos podendo inclusive se manter em suspensão durante o período de maior influência das ondas (Grant, 1980; Tamaki, 1987). Dependendo da intensidade de tais tempestades, estas podem perturbar a estrutura das comunidades faunísticas do sedimento, sendo uma das principais responsáveis pela variação temporal destas comunidades em áreas rasas (Hall, *op.cit.*). Contudo, ainda são escassas as informações sobre alterações na estabilidade estrutural da comunidade refletidas à longo prazo e quais seriam as conseqüências de ressacas extremamente intensas e de longa periodicidade.

No Brasil, poucos trabalhos foram realizados considerando a influência do hidrodinamismo induzido por ondas na estruturação das comunidades bentônicas. Paiva (1993) levantou a hipótese de que a distribuição diferenciada da fauna de poliquetas da plataforma continental do litoral norte paulista seria, entre outros fatores, uma conseqüência da maior ou menor exposição aos sistemas de frentes frias e as ondas a estes associados. Santos (1998) verificou em estudo de estrutura

e dinâmica da macrofauna bentônica na enseada de Ubatuba, litoral norte do Estado de São Paulo, que as variações temporais da macrofauna estiveram correlacionadas com as perturbações no substrato, devido ao aumento da ação das ondas e correntes sobre o fundo, durante a passagem de frentes frias.

No fim do mês de maio de 1997, uma ressaca de grande intensidade adentrou a Baía de Guanabara com ondas de SE de até 2 metros de altura. Estas tempestades que originam as ressacas que atingem a costa brasileira são geradas no Atlântico Sul, nas médias e altas latitudes, nos centros de baixa pressão que vêm da Antártica, associados às frentes frias. Esses centros de baixa pressão podem constituir os chamados ciclones extratropicais explosivos, responsáveis por tempestades intensas. Quando as ondas atingem o litoral sul-sudeste do Brasil, têm direções entre SW e SE. No entanto, tempestades de SE fortes como esta de 1997 não são comuns, sendo observado um intervalo de ocorrência de aproximadamente 10 anos (Candella, 1997).

Durante o período de estudo foram registradas mais três ressacas (9 de agosto e 4 de outubro de 1997 e 26 de abril de 1998), porém de intensidade menor que a de junho. Desta forma, dados pontuais obtidos após a passagem de uma frente fria de grande intensidade e seu posterior acompanhamento permitem uma análise das respostas dos diferentes grupos taxonômicos, das diferentes espécies e dos parâmetros da comunidade a este fator.

Entre os grupos encontrados no bentos, os anelídeos poliquetas são os que constituem freqüentemente a maior fração da macrofauna bentônica de fundos não consolidados, sendo um dos grupos taxonômicos mais importantes tanto em número de indivíduos, como em número de espécies. Os poliquetas constituem, geralmente, mais de 1/3 do número de espécies do macrobentos e metade ou mais

do número de indivíduos, sendo responsáveis por mais de 70% da produtividade bentônica em águas rasas da plataforma continental (Knox, 1977). O papel dos poliquetas na alimentação de organismos demersais e na movimentação, aeração e reciclagem de nutrientes e matéria orgânica em sedimentos marinhos vem sendo gradativamente analisado e reconhecido nos últimos anos (McCall & Tevesz, 1982). Segundo Amaral & Migotto (1980), os poliquetas participam significativamente da cadeia alimentar das populações bentônicas, contribuindo em até 80% do volume de alimento ingerido por algumas espécies de peixes de importância econômica. Além disso, a grande diversidade de formas de alimentação dos poliquetas (Dales, 1963; Fauchald & Jumars, 1979), permite avaliar a estrutura trófica do macrobentos, sendo este tipo de estudo muito comum em fundos inconsolidados (Maurer & Leathem, 1981; Gambi *et al.*, 1982; Dauer, 1984; Bianchi & Morri, 1985).

2. Objetivo

Considerando que estudos sobre a influência do hidrodinamismo induzido por ondas excepcionais na estrutura de comunidades bentônicas são escassos, o presente trabalho tem como objetivo avaliar temporalmente o papel do revolvimento do fundo induzido por ressacas na estrutura da macrofauna de sedimentos, através do monitoramento da abundância dos grandes grupos taxonômicos mais representativos, com principal ênfase na fauna de anelídeos poliquetas.

3. Área de Estudo

Em sua totalidade, a Baía de Guanabara constitui diversos tipos de ambientes costeiros, tais como mangues, planícies de marés, praias, costões rochosos, lagunas, restingas, etc. Dentre estes, as praias, tanto em sua porção interna quanto externa, possuem um grau de diferenciação muito amplo, levando-se em consideração o nível de energia e o padrão sedimentológico (Amador, 1997).

A Praia da Urca está localizada no setor oeste da Baía de Guanabara, no município do Rio de Janeiro, entre as coordenadas 22° 57,1' S e 43° 09,9' W (DHN, 1979; 1985) (Figura 1). De acordo com as cartas da DHN (1979; 1985), a praia da Urca é uma pequena praia com orientação SW ↔ NE, com seu arco praial voltada para noroeste. Possui aproximadamente 150 metros de extensão e é caracterizada como praia de baixa declividade. Em sua porção submersa, não atinge profundidades superiores à 8m. Localiza-se na porção interna da enseada de Botafogo, numa região bem protegida entre os Morros da Urca, Pão de Açúcar e Morro Cara de Cão. Este último localizado à esquerda da praia, na Ponta de São João (DHN, 1985). Devido à sua localização geográfica, a praia da Urca torna-se um local protegido da ação direta das ondas. Contudo, por estar localizada próxima à entrada da Baía, recebe influência de águas costeiras durante os períodos de maré alta (Silva *et al.*, 1980). Essa influência de águas costeiras também foi observada por Contador & Paranhos (1996).

A região da Urca apresenta valores de salinidade que oscilam entre 27 e 34,5 ppm, com valor médio em torno de 33 ppm. Na enseada de Botafogo, o oxigênio dissolvido pode variar entre 6,6 e 11,8 mg/l, com valores médios em torno de 8,4 mg/l (Silva *et al.*, *op.cit.*). Em relação à temperatura da água de fundo, a Urca pode apresentar um quadro um pouco mais complexo com variações intra-anuais muito

grandes, sendo registrado valores em torno dos 23° C ou valores que oscilam entre a mínima de 18° C e a máxima de 28° C (Silva *et al.*, 1980).

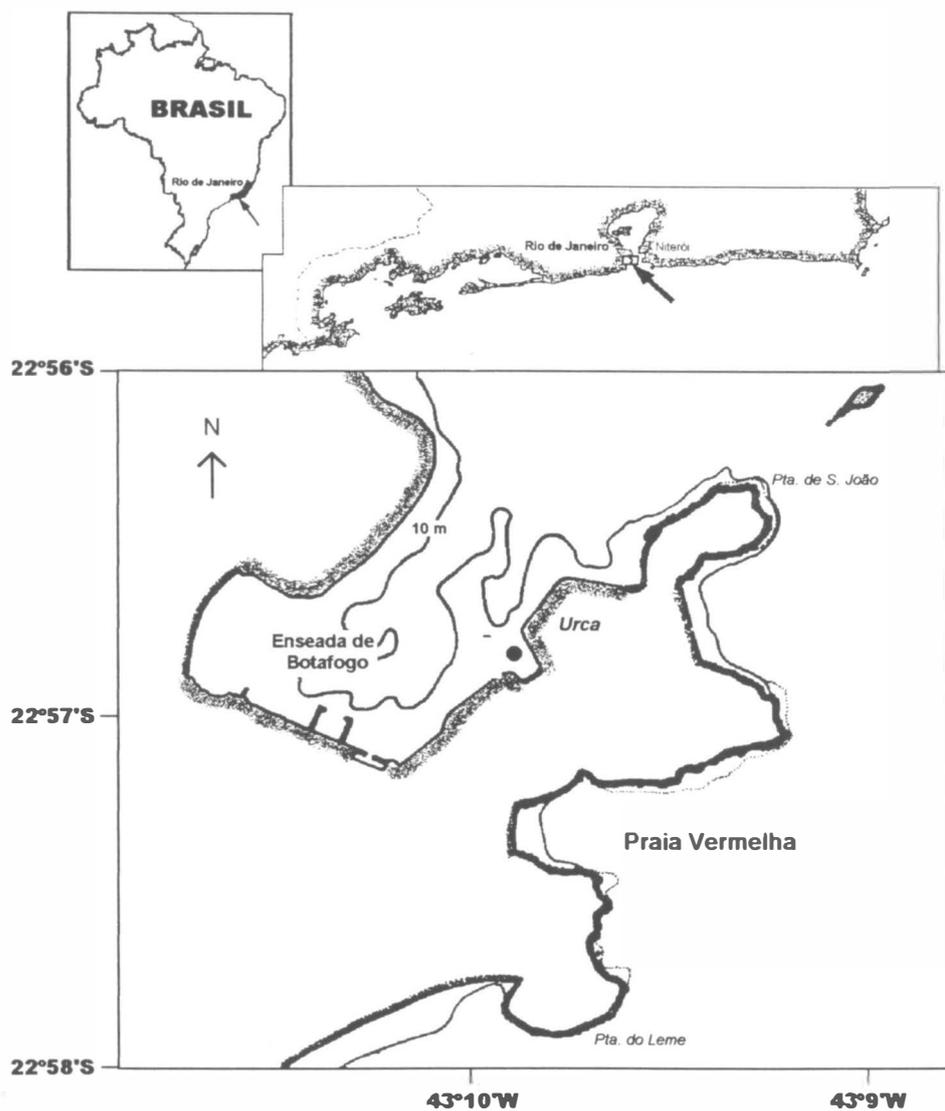


Figura 1. Mapa da área de estudo mostrando o ponto de coleta na praia da Urca. (Modificado de Gallerani, 2003)

Tendências no aumento dos nutrientes, refletindo o crescimento da poluição orgânica na enseada da Urca como o registrado para a maioria da Baía, também foram registradas. Contudo, o aumento dos níveis de oxigênio dissolvido indicaram

que a Urca não apresentou um grau crítico de eutrofização. Esse fenômeno foi atribuído à alta circulação de águas costeiras nessa área e à alta biomassa de populações bentônicas filtradoras existentes (Contador & Paranhos, 1996), já que estas podem atuar sob certas condições, como controladoras naturais do processo de eutrofização (Officer *et al.*, 1982). Isso viria a confirmar o postulado por Silva *et al.* (1980), em que a Urca pode ser considerada como moderadamente poluída, já que os valores de DBO encontrados por estes autores permaneceram em torno de 3,8 mg/l. Segundo Silva (1985), a presença de uma grande variedade de organismos bentônicos filtradores é favorecida pelo grau de eutrofização na região da Urca, já que estes organismos utilizam como alimento o rico material orgânico presente em suspensão. Essas características permitem que a enseada da Urca apresente uma alta biomassa de organismos incrustantes (Omena *et al.*, 1993) e uma alta densidade de organismos bentônicos (Contador & Paranhos, 1996). Em função destes aspectos, a enseada da Urca tem sido local de uma série de estudos experimentais que visam compreender não só a dinâmica das comunidades bentônicas, como também gerar conhecimentos acerca de um sistema que vem sofrendo, cada vez mais, intensos impactos ambientais (Mayr *et al.*, 1989). Segundo Contador e Paranhos (*op.cit.*) a enseada da Urca pode ser considerada como modelo para projetos de recuperação da Baía de Guanabara.

4. Material e Métodos

Foram realizadas 28 coletas quinzenais (excetuando-se as três primeiras que foram semanais) na praia da Urca em uma profundidade de cerca de 5 metros, entre 04 de junho de 1997 a 05 de junho de 1998. A primeira coleta foi realizada dois dias depois de uma ressaca marinha de grande intensidade. As datas de todas as amostragens são apresentadas na tabela I.

Tabela I. Datas das amostragens. As datas em negrito foram coletas pós-ressacas.

COLETA	DATA
1	04/06/97
2	11/06/97
3	18/06/97
4	03/07/97
5	16/07/97
6	30/07/97
7	13/08/97
8	27/08/97
9	10/09/97
10	26/09/97
11	08/10/97
12	21/10/97
13	05/11/97
14	19/11/97
15	03/12/97
16	17/12/97
17	30/12/97
18	14/01/98
19	28/01/98
20	10/02/98
21	25/02/98
22	11/03/98
23	25/03/98
24	09/04/98
25	22/04/98
26	09/05/98
27	24/05/98
28	05/06/98

Em uma área aproximada de 200 m² foram distribuídas 10 réplicas tomadas com um amostrador cilíndrico de 100 mm de diâmetro e 150 mm de altura (perfazendo um volume de 1,2 litro), através de mergulho autônomo, totalizando 280

amostras. Após a lavagem das amostras estas foram peneiradas em malha de 0,5 mm e elutriadas em água do mar para a retirada do sobrenadante, sendo fixadas em formalina a 10% e posteriormente preservadas em álcool a 70%. A temperatura da água de fundo foi medida sempre que possível, a fim de se verificar a influência deste fator na variação temporal da macrofauna.

Além das amostras biológicas foram tomadas amostras de sedimento para análise granulométrica seguindo os procedimentos sugeridos em Suguio (1973). Baseando-se na classificação textural de Shepard & Young (1954 *apud* Suguio, 1973), foram determinadas as frequências granulométricas das coletas 1, 5 e 15, a fim apenas de caracterizar a possível variação do sedimento da região.

No laboratório a macrofauna foi triada em grandes grupos taxonômicos sob microscópio estereoscópico e estes grandes grupos foram quantificados. Os poliquetas foram identificados primeiramente em família com base nas chaves de Fauchald (1977) e Amaral & Nonato (1996), sendo posteriormente contados e identificados em espécie com o auxílio de referências bibliográficas específicas. Os crustáceos foram classificados de acordo com Martin & Davis (2001)

4.1. Tratamento dos dados

Os resultados dos grandes grupos taxonômicos foram analisados através de análise de variância unifatorial (ANOVA) (Sokal & Rohlf, 1995) com a hipótese nula de homogeneidade temporal da densidade dos grupos taxonômicos. As densidades foram logaritimizadas ($\log x + 1$) para normalização.

A densidade de poliquetas foi calculada pelo número de indivíduos por 0.08 m². A riqueza foi determinada pelo número de espécies encontradas em cada

amostragem. A dominância foi ordenada e expressa pela porcentagem das espécies, sendo calculada em relação à densidade total de cada amostra, onde foram consideradas as dez espécies mais abundantes de poliquetas.

Os índices de Shannon-Wiener e Pielou foram utilizados para os cálculos da diversidade específica e equitatividade da fauna, respectivamente (Zar,1996).

O índice de diversidade específica é expresso pela seguinte fórmula:

$$H' = - \sum_{i=1}^S (p_i \cdot \log_{10} p_i)$$

onde:

p_i = importância da espécie i na amostra, portanto $p_i = n_i / N$, ou seja, o número de indivíduos da i ésima espécie sobre o número total de indivíduos na amostra.

S = número de espécies na amostra

H' = índice de diversidade de Shannon-Wiener

O índice de equitatividade proposto por Pielou é expresso por:

$$J' = H' / \log S$$

onde:

H' = índice de diversidade de Shannon-Wiener

S = número de espécies na amostra.

A análise de variância unifatorial (ANOVA) também foi utilizada para comparar os descritores da comunidade de poliquetas: densidade, diversidade, equitabilidade e riqueza.

A análise multivariada de componentes principais (ACP) foi utilizada com o intuito de se estabelecer o padrão de distribuição das dez espécies de poliquetas dominantes encontradas neste estudo. A interpretação de uma ACP consiste em tentar definir o que representa cada eixo em termos de fator ecológico, responsável pela ordenação das amostras.

O aplicativo SYSTAT 10 (SPSS') foi utilizado em todas as análises descritas acima.

5. Resultados

5.1. Fatores Abióticos

5.1.1. Temperatura

A temperatura da água de fundo variou muito pouco durante o período de estudo (junho de 97 a junho de 98) na região da Urca, apresentando valores em torno de 23° C e 26° C. Entretanto foi observada uma mínima de 18,5° C na 16ª coleta ocorrida em dezembro de 1997, demonstrando uma oscilação entre 18,5° C e 26° C (Figura 2).

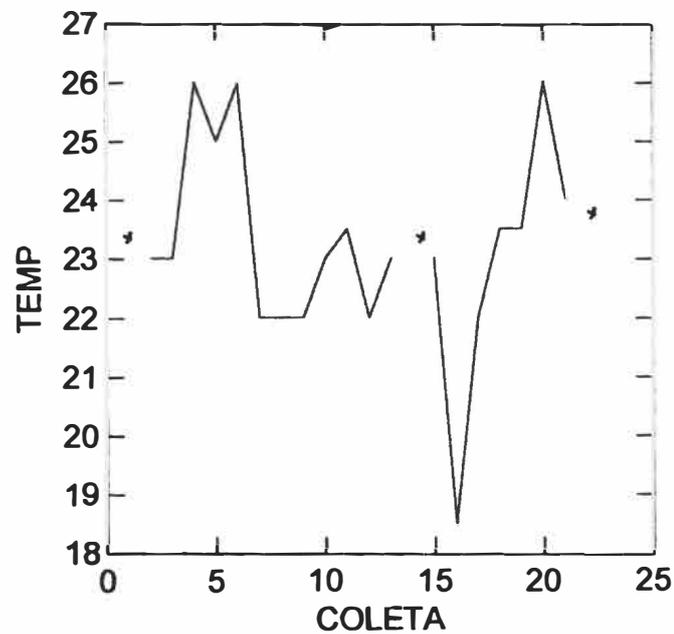


Figura 2. Variação temporal da temperatura da água de fundo ao longo das coletas (. os intervalos correspondem aos valores não medidos) .

5.1.2. Granulometria

Os dados de granulometria analisados foram referentes às coletas 1 (04/06/97) após 1ª ressaca, 5 (16/07/97) e 15 (03/12/97) (Figura 3).

Foram determinadas as freqüências de oito classes granulométricas, aqui

discriminadas: seixo (SX), grânulo (GR), areia muito grossa (AMG), areia grossa (AG), areia média (AM), areia fina (AF), areia muito fina (AMF) e lama (LAM). A fração granulométrica predominante encontrada na praia da Urca foi a areia média, com um percentual superior a 50% em todas as amostras, independente do efeito das ressacas. As frações mais finas do sedimento, representadas pela areia muito fina, obtiveram um aumento relativo ao longo do tempo, após a passagem da 1ª ressaca.

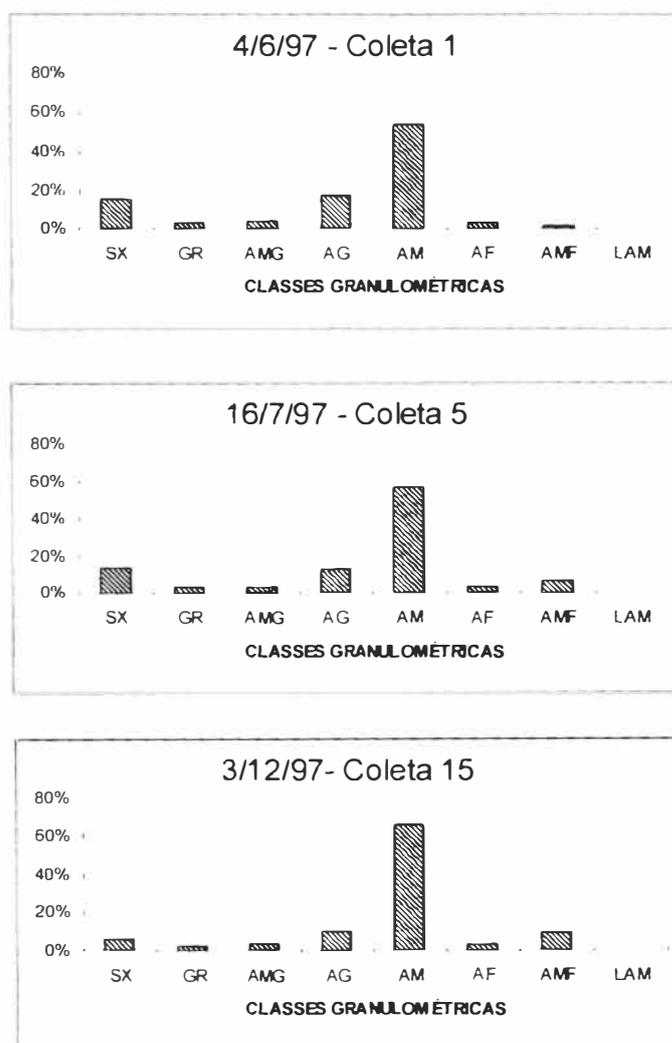


Figura 3. Composição granulométrica do sedimento ao longo do tempo. SX = seixo; GR = grânulo; AMG = areia muito grossa; AG = areia grossa; AM = areia média; AF = areia fina; AMF = areia muito fina; LAM = lama.

5.2. Macrofauna bentônica

Em 28 amostras coletadas no período de 06 /1997 até 06/1998 foram quantificados 21.360 indivíduos/0.08m² referentes aos grupos taxonômicos mais representativos, assim distribuídos: poliquetas (7835), gamarídeos (6443), tanaidáceos (2837), caprelídeos (990), cumáceos (674) e cnidários (491) (Figura 4; Tabela II).

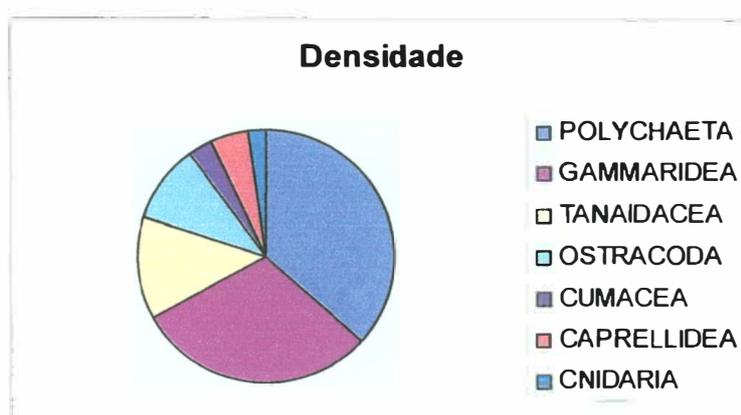


Figura 4. Densidade total ind/0.08m² dos grandes grupos taxonômicos.

Tabela II. Grupos taxonômicos mais representativos coletados na Praia da Urca, Rio de Janeiro.

Filo Annelida
 Classe Polychaeta
 Filo Cnidaria
 Classe Anthozoa
 Subclasse Octocorallia
 Ordem Penatullacea
 Família Renillidae
 Subfilo Crustacea
 Classe Ostracoda
 Classe Malacostraca
 Subclasse Eumalacostraca
 Superordem Peracarida
 Ordem Amphipoda
 Subordem Gammaridea
 Subordem Caprellidea
 Ordem Tanaidacea
 Ordem Cumacea

5.3. Variação temporal da macrofauna bentônica

A macrofauna bentônica da praia da Urca apresentou uma baixa variação da densidade após a 1ª ressaca ($F= 6,45$; $p< 0.001$). A partir da 10ª coleta, a densidade apresentou uma grande variação até a 19ª coleta, sendo observado um pico de densidade na 13ª e na 16ª coleta. Após a 20ª coleta, foi registrada uma queda na densidade, onde o valor mais baixo do período foi observado na coleta 24. Após esta amostragem a densidade voltou a subir, onde a última coleta amostrada apresentou valor similar ao encontrado nas primeiras coletas (Figura 5).

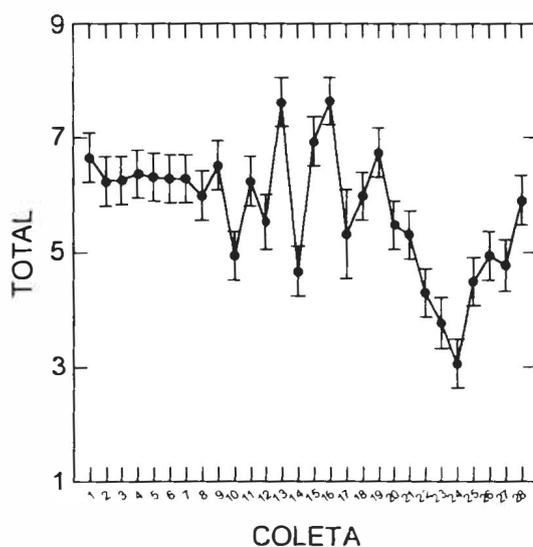


Figura 5. Variação temporal da densidade (06/97a 06/98) log ind/0.08m² da fauna total (Barra de erros = intervalo de confiança).

Os poliquetas apresentaram um acréscimo na sua densidade na 2ª coleta, que aconteceu uma semana após a grande ressaca do dia 02/06/97. As altas densidades de poliquetas permaneceram até a 13ª coleta, onde logo depois foi observada uma queda na 14ª coleta e um pico na 16ª. A partir desta, altos valores de densidade voltaram a ser registrados. Uma nova queda da densidade foi observada a partir da coleta 20, com o menor valor no período de estudo sendo registrado na

24^a coleta. Um novo aumento da densidade foi observado após esta amostragem, onde os valores tornaram a ser similares àqueles das primeiras coletas após a 1^a ressaca. Os valores da variação temporal da densidade de poliquetas foram significativos ($F= 5,68$; $p< 0.001$) (Figura 6 a).

Os anfípodes gamarídeos apresentaram um decréscimo significativo em sua densidade ($F= 13,17$; $p< 0.001$) da 1^a à 10^a coleta. A partir da 11^a coleta foi registrado um acréscimo da densidade, onde os maiores valores foram observados entre a 13^a e a 16^a coleta. A partir da 19^a coleta foi observada uma diminuição significativa até a 23^a coleta, tornando a aumentar até a 28^a, apesar de seus valores terem se estabelecidos em densidades mais baixas em relação à 1^a coleta (Figura 6 b).

Tanaidáceos apresentaram uma grande variação em seus valores de densidade ($F= 19,76$; $p< 0.001$). Ao longo do tempo, foi observada uma oscilação entre valores baixos da 1^a a 10^a coleta e entre valores altos da 11^a a 15^a coleta. A partir daí a densidade sofreu um grande decréscimo se estabilizando em baixíssimos valores entre as coletas 23 a 28 (Figura 6 c).

Ostrácodes obtiveram variação temporal significativa ($F= 14,20$; $p< 0.001$), com valores altos oscilando da 1^a até a 21^a coleta. A partir daí a densidade começou a diminuir, apresentando uma queda significativa depois da 21^a coleta (Figura 6 d).

De uma maneira geral os anfípodes caprelídeos apresentaram baixos valores de densidade ($F= 8,25$; $p< 0.001$), onde foi observado um pico significativo entre as coletas 15 e 19, com o máximo de densidade sendo observado na 16^a coleta (Figura 7 a).

Os cnidários apresentaram uma menor variação de densidade ($F= 5,40$; $p< 0.001$) quando comparado com os demais grupos analisados, oscilando entre baixos valores (Figura 7 b).

Cumáceos apresentaram uma grande variação em seus valores de densidade ($F= 8,48$; $p< 0.001$), assim como tanaidáceos. Ao longo do tempo, foi observada uma oscilação entre valores altos da 1ª a 16ª coleta e entre valores muito baixos da 17ª a 28ª coleta (Figura 7 c).

Comparando a variação temporal da macrofauna bentônica ao longo do período de estudo (06/97 a 06/98), foi observado ao final deste período (28ª coleta) que as densidades de crustáceos (e.g., gamarídeos, tanaidáceos, ostrácodes e cumáceos) se estabeleceram em valores mais baixos do que àqueles encontrados logo após a 1ª ressaca (1ª coleta). Inversamente ao padrão encontrado para crustáceos, as densidades de poliquetas e cnidários se estabeleceram em valores mais altos, enquanto que a densidade de caprelídeos se manteve similar ao final do período estudado. Ou seja, pela comparação entre a última e a primeira coleta, as densidades de gamarídeos, tanaidáceos, ostrácodes e cumáceos, aumentaram após a 1ª ressaca, enquanto que as densidades de poliquetas e cnidários diminuíram e a de caprelídeos praticamente não se alterou.

Avaliando a resposta de cada grupo após a 2ª ressaca ocorrida (7ª coleta), foi observado um aumento na densidade dos poliquetas, gamarídeos e cnidários. Por outro lado, valores mais baixos de densidade foram registrados para caprelídeos, cumáceos, tanaidáceos e ostrácodes, sendo que a maior variação de densidade foi observada para os tanaidáceos. Após a 3ª ressaca (11ª coleta), altas densidades foram registradas para caprelídeos, cumáceos e cnidários, enquanto que densidades mais baixas foram encontradas para poliquetas, tanaidáceos e ostrácodes. A

densidade de gamarídeos se manteve similar. Foi verificado um aumento da densidade de poliquetas e gamarídeos após a 4^a ressaca (26^a coleta). No entanto, a densidade de tanaidáceos, ostrácodes, caprelídeos, cumáceos e cnidários diminuiu. Comparando então a resposta da macrofauna bentônica com relação a cada uma das ressacas, a variação da densidade observada após a ressaca de maior intensidade (1^a coleta) foi maior do que as demais.

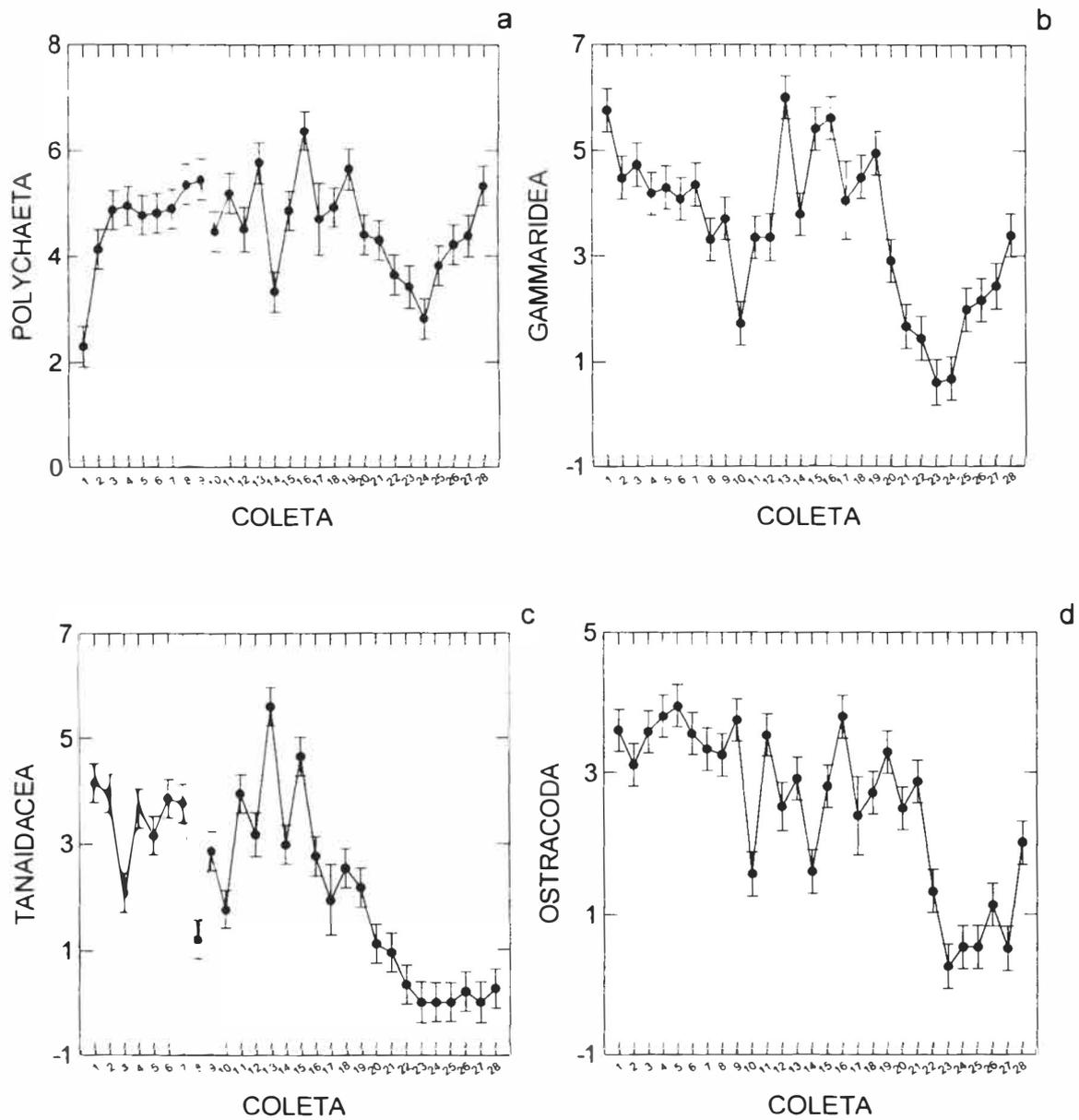


Figura 6. Variação temporal (06/97a 06/98) da densidade log (ind/0.08m²) de a. Polychaeta. b. Gammaridea, c. Tanaidacea e d. Ostracoda (Barra de erros = intervalo de confiança).

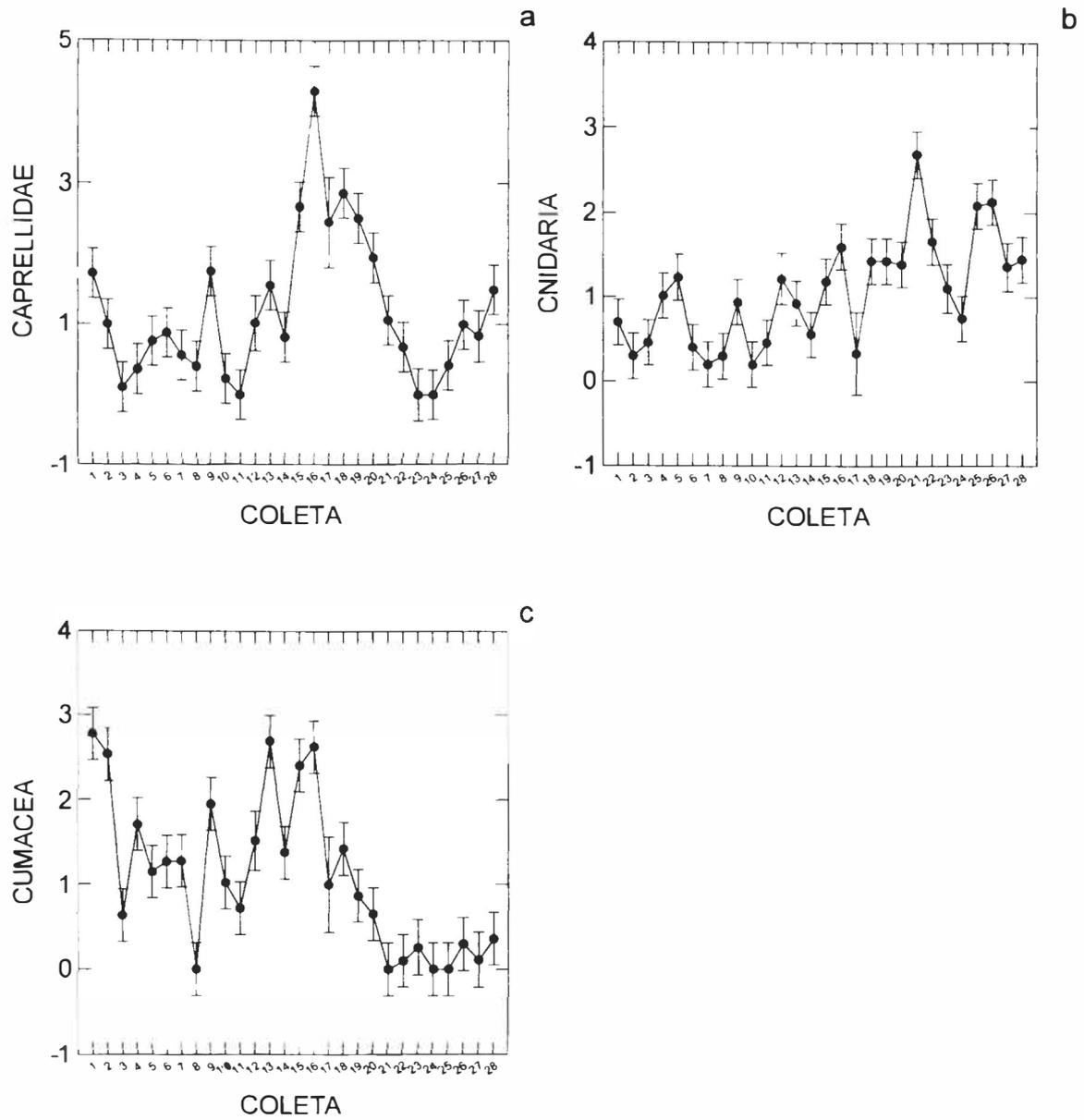


Figura 7. Variação temporal (06/97a 06/98) da densidade log (ind/0.08m²) de a. Caprellídea, b. Cnidária, c. Cumacea (Barra de erros = intervalo de confiança).

5.4. Espécies de anfípodos

Os anfípodos gamarídeos e caprelídeos foram identificados em espécie, mas estas espécies não foram analisadas quantitativamente devido a grande quantidade de indivíduos encontrada e ao tempo que teria que ser dispensado para tal quantificação. A listagem destas espécies encontra-se na tabela III.

Tabela III. Espécies de Amphipoda coletadas na Praia da Urca, Rio de Janeiro.

Ordem Amphipoda
Subordem Gammaridea
Familia Isaeidae
<i>Photis longicaudata</i> (Bate & Westwood, 1862)
Familia Liljeborgiidae
<i>Listriella titinga</i> Wakabara et al, 1988
Familia Platyschnopidae
<i>Eudevenopus</i> sp.
Familia Ampeliscidae
<i>Ampelisca cristata</i> Holmes, 1908
Familia Corophiidae
<i>Corophium acherusicum</i> (Costa, 1851)
Familia Megalurotidae
<i>Gibberosus myersi</i> (McKinney, 1980)
Subordem Caprellidea
Familia Phtisicidae
<i>Phtisica marina</i> Slabber, 1769
Familia Protellidae
<i>Monoliropus enodis</i> Rayol & Serejo (no prelo)

As espécies de anfípodos encontradas neste estudo, segundo Barnard (1976), podem estar divididas quanto ao hábito de vida em:

Epifauna tubícola: São os anfípodos que têm a capacidade de fazerem tubos domiciliares a partir da areia, pedaços de algas e outros fragmentos do fundo. Geralmente formam agregados em algas, esponjas e mexilhões. São importantes componentes na fauna incrustante (Bousfield, 1982). As espécies dos gêneros *Corophium* e *Photis* fazem parte deste grupo.

Endofauna tubícola: Estes animais constroem tubos em forma de saco, que ficam em posição vertical dentro de fundos moles de lama ou areia (Bousfield, *op.cit.*). A espécie *Ampelisca cristata* faz parte deste grupo.

Cavador: São anfípodos que cavam livremente em fundos arenosos, mas, não fazem tubos. Possuem normalmente o corpo robusto, com pereópodos muito cerdosos que auxiliam na escavação. São também chamados de fessoriais (Bousfield, 1973). As espécies do gênero *Eudevenopus* estão incluídas neste grupo.

Epifauna nidícola: Estas espécies fazem ninhos em diferentes substratos no fundo, acumulando sedimento. Não possuem glândula de seda para construir seus tubos (Barnard, 1976). *Listriella titinga* e *Gibberosus myersi* foram os nidícolas encontrados.

De vida livre: Vivem agarrados ao substrato, se alimentando de detritos ou material em suspensão. Utilizam os pereópodos 5-7 para se agarrarem a diversos substratos do fundo, deixando os gnatópodos livres para captura de alimento (Barnard *et al.*, 1988). As espécies de caprelídeos estão incluídas neste grupo.

5.5 Espécies de poliquetas

Foram identificadas 44 espécies de anelídeos poliquetas, pertencentes a 26 famílias. A listagem destas espécies encontra-se na tabela IV e segue a ordem evolutiva proposta por Hartman (1965).

Tabela IV. Espécies de Polychaeta coletadas na Praia da Urca, Rio de Janeiro.

Classe Polychaeta
Família Polynoidae
Polynoidae gen. Sp.
Família Phyllodocidae
<i>Eteone</i> sp.
<i>Phyllodoce</i> sp.
Família Hesionidae
<i>Gyptis</i> cf. <i>callithrix</i> Nonato, 1981
Família Syllidae
<i>Exogone</i> sp.
<i>Pionosyllis pectinata</i> Temperini, 1981
<i>Typosyllis hyalina</i> (Grube, 1863)
Família Nereididae

Continuação

-
- Neanthes caudata* Delle Chiaje, 1841
Nereididae gen.sp.
- Familia Glyceridae
Glycera americana Leidy, 1855
Glycera oxycephala Ehlers, 1877
Hemipodia californiensis (Hartman, 1938)
- Familia Goniadidae
Goniada littorea Hartman, 1950
Goniada maculata Oersted, 1843
Goniadides carolinae Day, 1973
- Familia Onuphidae
Diopatra cuprea (Bosc, 1802)
Diopatra sp.
Mooreonuphis lineata Lana, 1991
- Familia Eunicidae
Marphysa sanguinea (Montagu, 1815)
- Familia Dorvilleidae
Protodorvillea sp.
- Familia Orbiniidae
Naineris setosa (Verrill) 1900
Scoloplos sp.
- Familia Paraonidae
Aricidea taylori Pettibone, 1965
Aricidea longicirrata Hartman-Schröder, 1965
- Familia Spionidae
Dipolydora socialis (Schmarda, 1861)
Prionospio steenstrupi Malmgreen, 1867
- Familia Poecilochaetidae
Poecilochaetus australis Nonato, 1963
- Familia Chaetopteridae
Spiochaetopterus nonatoi Petti & Bhaud, 2001
- Familia Cirratulidae
Cirriiformia cf. *filigera* (Delle Chiaje, 1825)
Tharyx sp.A
- Familia Opheliidae
Armandia maculata (Webster) 1884
- Familia Capitellidae
Mediomastus californiensis Hartman, 1947
- Familia Maldanidae
Axiothella brasiliensis (Mangum, 1966)
- Familia Oweniidae
Owenia fusiformis Delle Chiaje, 1844
- Familia Pectinariidae
Pectinaria sp.
- Familia Ampharetidae
Isolda pulchella Fritz Müller, 1858
- Familia Terebellidae
Pista sp.
- Familia Trichobranchidae
-

Continuação

	<i>Terebellides</i> sp.
Familia Sabellidae	
	<i>Chone</i> sp.
	<i>Dialychone</i> sp.
	<i>Megalomma</i> sp.
	<i>Megalomma bioculatum</i> (Ehlers, 1887)
	Sabelininae gen. Sp.
Familia Serpulidae	
	<i>Hydroides</i> sp.

5.6. Padrões de riqueza, diversidade específica e equitatividade das espécies dominantes de poliquetas

A riqueza (Figura 8) expressa em termos de número de espécies por amostragem apresentou seus menores valores nas coletas após a 1ª e 2ª ressacas (3.0; 0.5, respectivamente). A variável diversidade (Figura 9) também apresentou seus menores valores após estas mesmas coletas (0.23; 0.07, respectivamente), sendo ambas variações significativas ($F= 5,69$; $p < 0.001$; $F= 4,20$; $p < 0.001$). Os maiores valores de riqueza e diversidade foram observados na coleta 16 (9.5 e 0.93, respectivamente).

A equitatividade (Figura 10) foi a componente que apresentou menor variação ($F= 2,76$; $p < 0.001$) ao longo das 28 coletas, sendo os seus maiores valores registrados nas coletas 7 (1.02) e 17 (1.08).

Os baixos valores de diversidade observados nas coletas após as duas primeiras ressacas estiveram relacionados a baixos valores de riqueza específica registradas no mesmo período. No entanto, a alta equitatividade observada nas mesmas coletas, nos mostrou que poucas espécies dominaram com valores de densidades semelhantes. Entretanto, nas coletas 16 e 17 os altos valores de

equitatividade (0.95 e 1.08, respectivamente) estiveram relacionados a altos valores de diversidade e riqueza de espécies (0.93 e 0.93; 9.5 e 8.5, respectivamente).

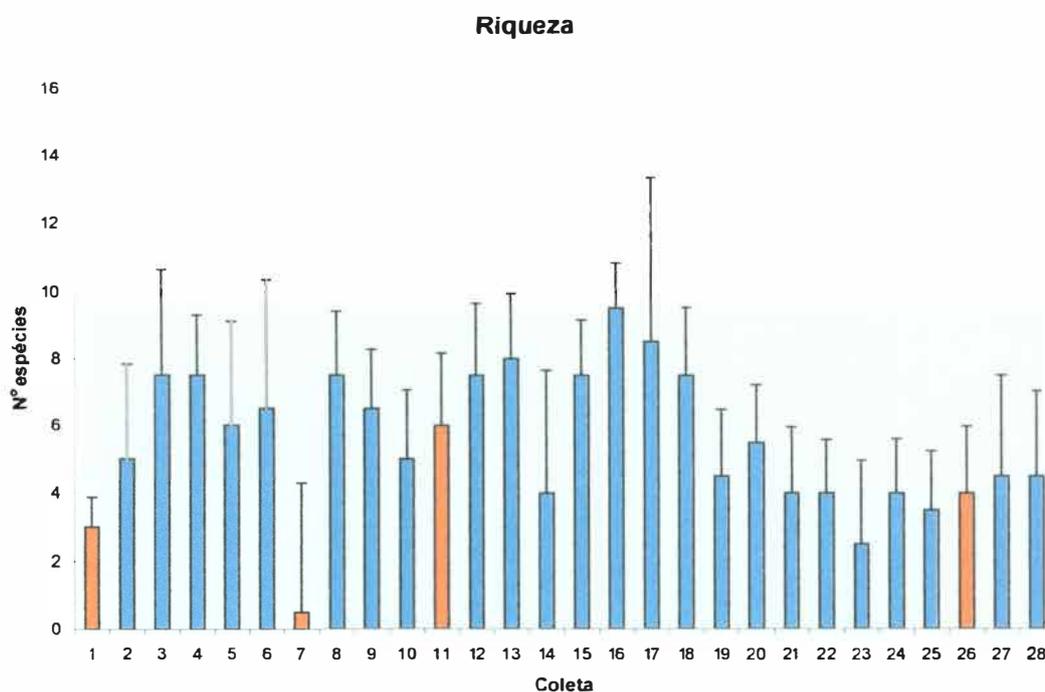


Figura 8. Variação temporal da riqueza da fauna de poliquetas. (As coletas em laranja ocorreram após ressacas)

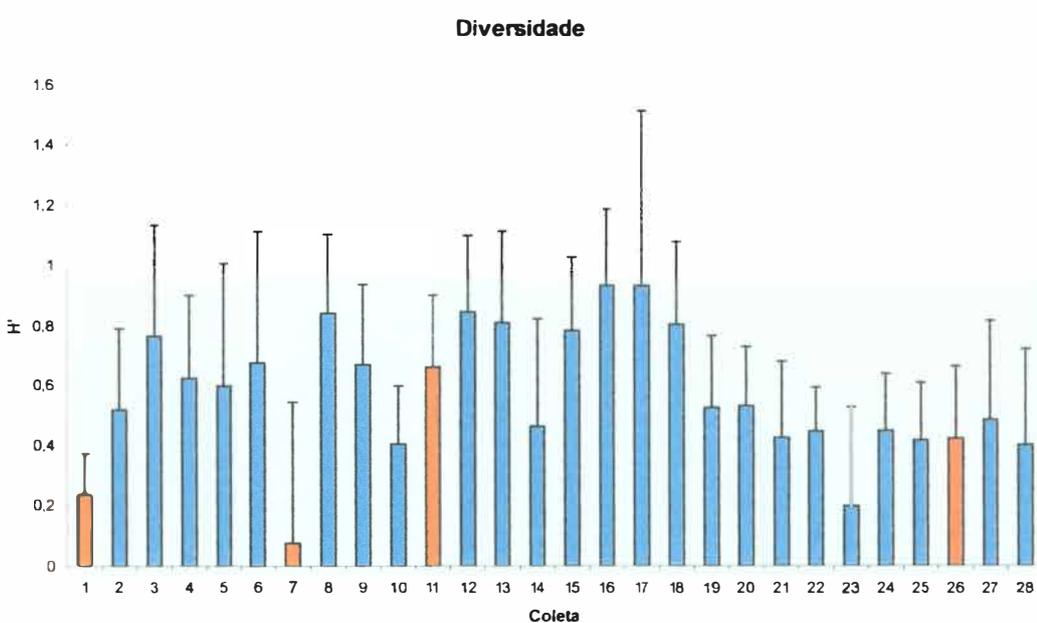


Figura 9. Variação temporal da diversidade da fauna de poliquetas. (As coletas em laranja ocorreram após ressacas)

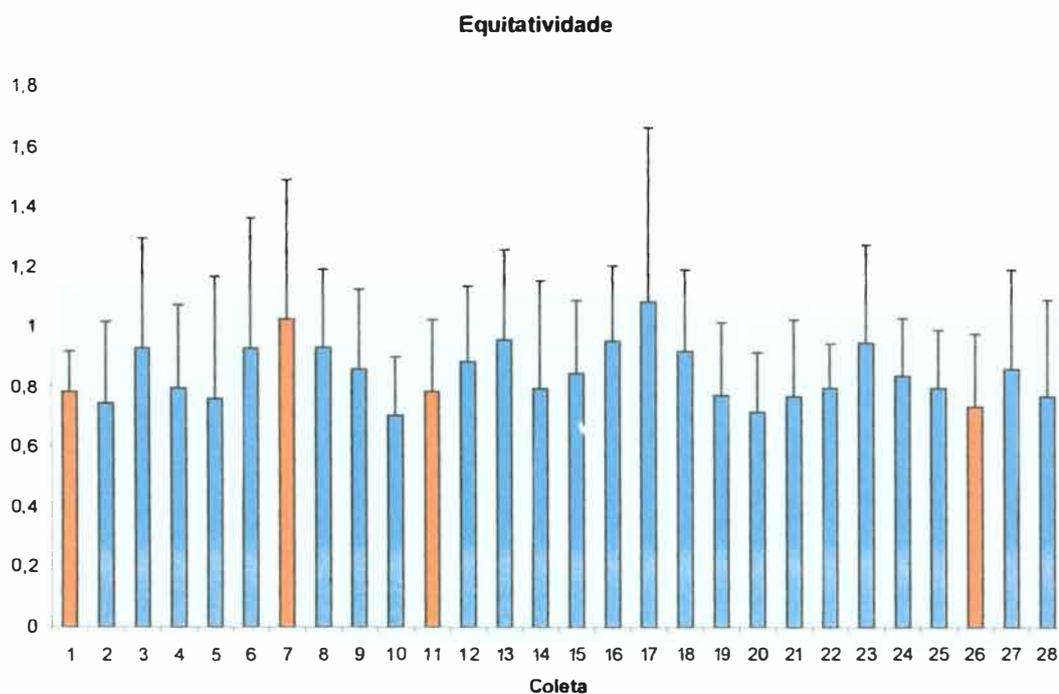


Figura 10. Variação temporal da equitatividade da fauna de poliquetas. (As coletas em laranja ocorreram após ressacas)

5.7. Variação temporal das espécies dominantes de anelídeos poliquetas

As espécies de poliquetas dominantes foram as seguintes: *Prionospio steenstrupi*, *Cirriformia cf. filigera*, *Tharyx sp. A*, *Typosyllis hyalina*, *Aricidea longicirrata*, *Goniada littorea*, *Poecilochaetus australis*, *Glycera americana*, *Mooreonuphis lineata* e *Spiochaetopterus nonatoi*.

Observações da variação temporal destas espécies indicaram que: *Prionospio steenstrupi* esteve ausente logo após a primeira ressaca e a partir daí apresentou um aumento significativo ($F= 9,96$; $p < 0.001$) de suas densidades até a 6ª coleta. Na 7ª coleta (após 2ª ressaca) seus valores tomaram a decrescer, já demonstrando na coleta seguinte a esta uma recuperação, apresentando um pico de densidade na 16ª

coleta. A partir desta foi observado um decréscimo até a coleta 22, seguido por um aumento sucessivo até a 28ª coleta (Figura 11a).

Cirriiformia cf filigera apresentou padrão de variação temporal significativo ($F=9,61$; $p < 0.001$), semelhante a *Prionospio steenstrupi*, com relação às duas primeiras ressacas (antes da 1ª e 7ª coleta, respectivamente), sendo que na 1ª coleta *C. filigera* não foi ausente, apesar de seus valores terem sido baixos. A densidade oscilou da 7ª a 21ª coleta, onde a partir desta foi observada uma estabilização em baixos valores até a coleta 28 (Figura 11b).

Com relação à variação da densidade após as ressacas, *Tharyx sp.A* apresentou resposta similar à de *C. filigera*. Mesmo que a densidade tenha oscilado em torno de baixos valores, a variação temporal desta espécie foi significativa ($F=3,90$; $p < 0.001$) (Figura 11c).

Typosyllis hyalina, assim como *P. steenstrupi*, também apresentaram respostas similares com relação à variação da densidade após as ressacas. *T. hyalina* esteve ausente após a 1ª ressaca, onde a partir daí foi observado um aumento em seus valores ($F=8,95$; $p < 0.001$). Após a 2ª ressaca, a densidade desta espécie apresentou nova queda. Da coleta 18 até a coleta 28 suas densidades se estabeleceram em baixos valores, sendo que a coleta 26 (após 4ª ressaca) apresentou um pequeno acréscimo nesta variável (Figura 11d).

Aricidea longicirrata rara na 1ª coleta, apresentou uma variação temporal significativa ($F=2,35$; $p < 0.001$), apesar desta ter oscilado em torno de baixos valores. Um aumento na densidade só foi observado após a 3ª coleta, onde a partir daí foi verificada uma oscilação em baixos valores até a coleta 17. A coleta 18 apresentou um pico de densidade, sendo que a partir daí seus valores decresceram até a coleta 20 e se estabilizaram em valores muito baixos (Figura 11e).

Goniada littorea apresentou baixíssimos valores de densidade após a primeira ressaca. Os dois únicos picos de densidade observados para esta espécie ocorreram nas coletas 4 e 20, sem qualquer relação aparente com a ocorrência das ressacas. Mesmo que a densidade tenha oscilado em torno de baixos valores, a variação temporal desta espécie foi significativa ($F= 4,34$; $p < 0.001$) (Figura 11f).

Poecilochaetus australis esteve ausente na 1ª coleta e foi a espécie que apresentou a menor variação temporal ao longo do período de estudo ($F= 2,07$; $p < 0.002$), visto pelos menores valores significativos de F registrados. Um pequeno acréscimo na densidade desta espécie foi observado somente na coleta 12 (Figura 12a).

Glycera americana foi ausente e rara após a 1ª e 2ª ressacas respectivamente. Picos de densidade desta espécie foram somente observados nas coletas 8 e 20, sendo que nas demais coletas valores extremamente baixos foram registrados. No entanto, a variação temporal de *G. americana* foi significativa ($F= 5,89$; $p < 0.001$) (Figura 12b).

A variação temporal de *Mooreonuphis lineata* não apresentou significância ($F= 1,41$; $p > 0.05$). Embora presente na 1ª coleta, sua densidade foi extremamente baixa ao longo do estudo (Figura 12c).

Spiochaetopterus nonatoi foi rara na 1ª coleta, demonstrando pequena variação temporal ao longo do período amostrado ($F= 3,99$; $p < 0.001$). Um pequeno aumento na sua densidade foi somente observado nas coletas 2 e 12 (Figura 12d).

De uma maneira geral, a variação temporal das espécies *P. steenstrupi*, *P. australis* e *T. hyalina* demonstrou uma resposta mais acentuada às ressacas de maior intensidade, quando comparado com as demais espécies.

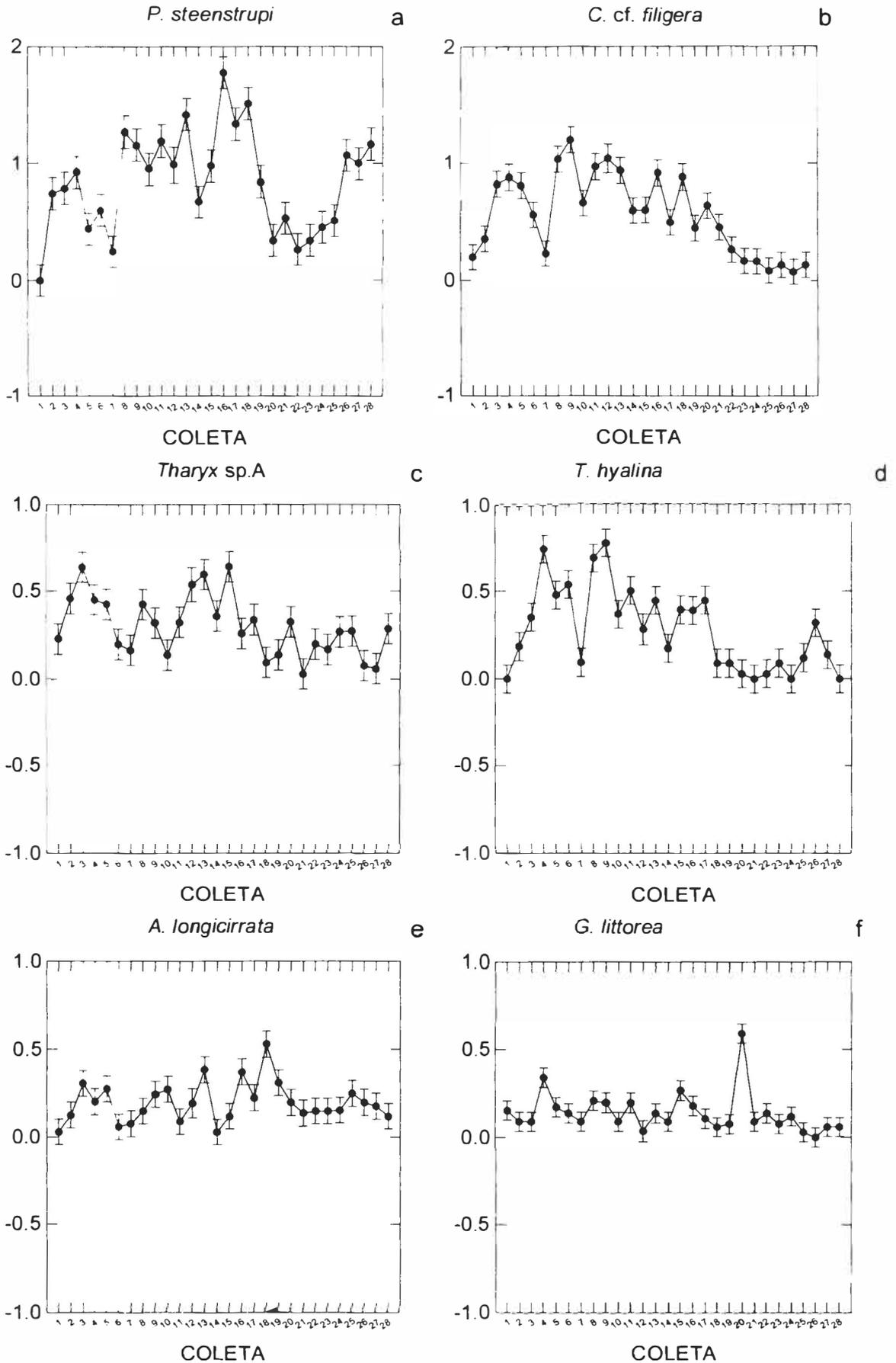


Figura 11. Variação temporal da densidade log (ind/0.08m²) de a. *P. steenstrupi*, b. *C. filigera*, c. *Tharyx sp.A*, d. *T. hyalina*, e. *A. longicirrata*, f. *G. littorea* (Barra de erros = intervalo de confiança).

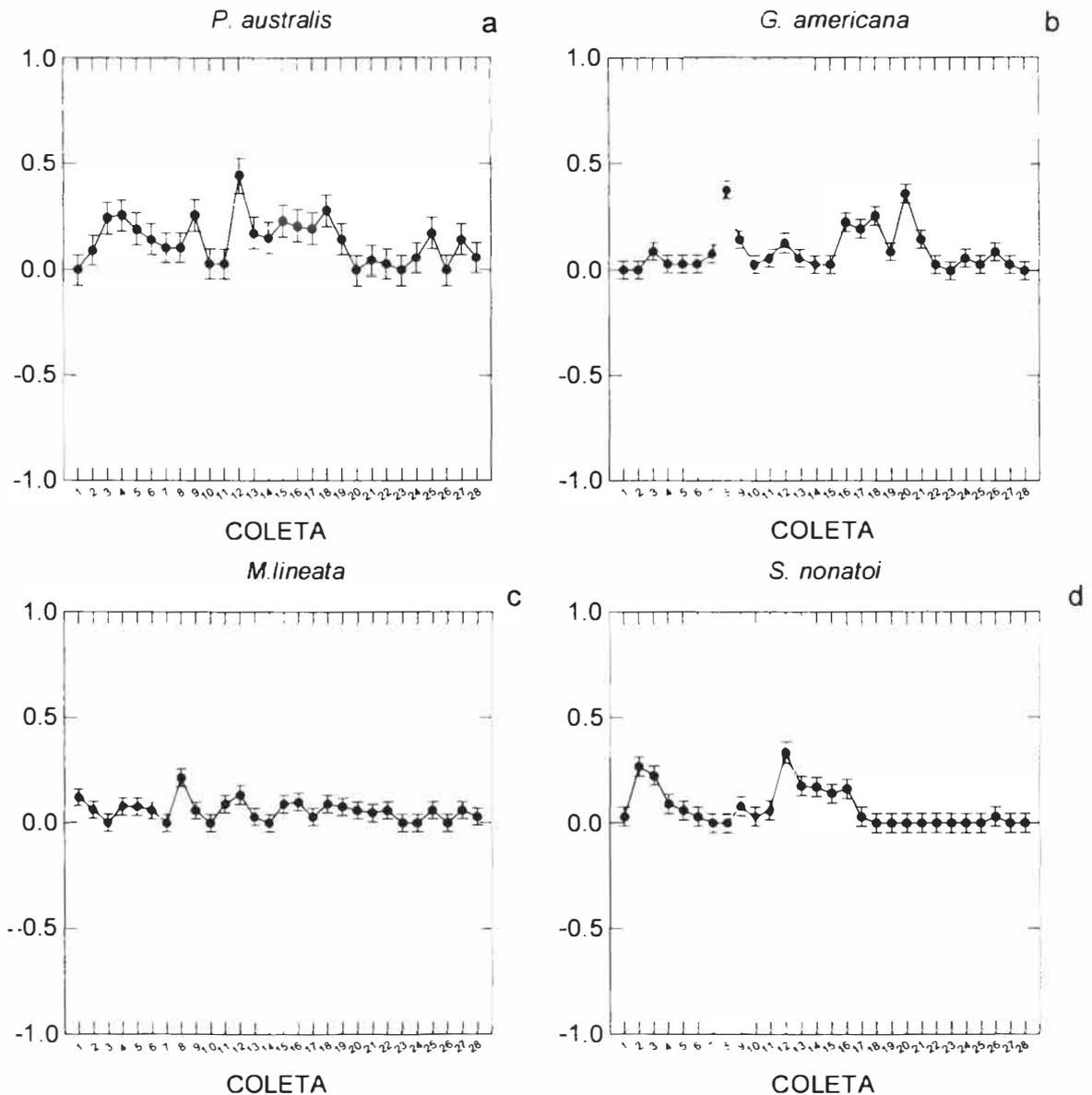


Figura 12. Variação temporal da densidade log (ind/0.08m²) de a. *P. australis*, b. *G. americana*, c. *M. lineata*, d. *S. nonatoi* (Barra de erros = intervalo de confiança).

5.8. Análise de componentes principais (ACP)

O eixo 1 é formado pelas espécies que obtiveram respostas semelhantes em relação às ressacas, explicando 30% da variância (Figura 13). As espécies *Prionospio steenstrupi* e *Typosyllis hyalina* se relacionaram negativamente ao eixo 1, pois estiveram ausentes na coleta 1, que aconteceu 2 dias após as ressaca de grande intensidade e foram praticamente raras na 7^a coleta (após 2^a ressaca). Em

oposição, projetaram-se positivamente no eixo 1, as espécies *Cirriformia* cf. *filigera*, *Tharyx* sp. A, *Goniada littorea*, *Glycera americana* e *Mooreonuphis lineata*. Todas estas espécies estiveram presentes nas coletas após as ressacas.

O eixo 2, correspondente à temperatura da água de fundo, explica 22% da variância. As espécies *Aricidea longicirrata* e *Glycera americana* apresentaram uma correlação positiva com o eixo 2, indicando uma relação com a baixa temperatura de (18,5° C) registrada no período de estudo. Em oposição, *T. hyalina* e *S. nonatoi* contribuíram negativamente para a formação deste eixo não apresentando relação com esta baixa de temperatura.

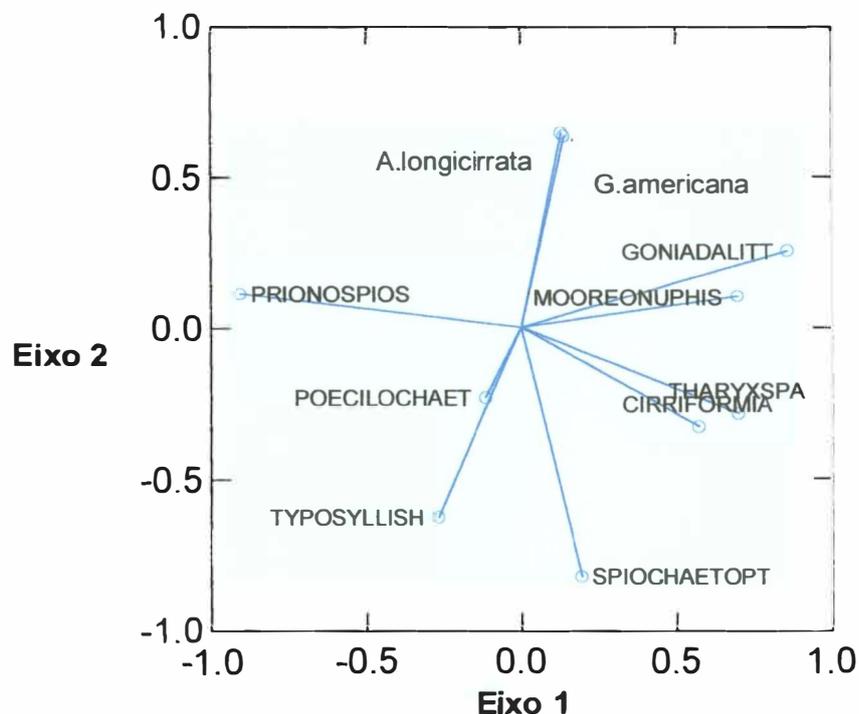


Figura 13. Análise dos componentes principais (ACP) com as espécies dominantes de anelídeos poliquetas. Prionospios = *P.steenstrupi*; Poecilochaet = *P. australis*; Typosyllish = *T. hyalina*; A. longicirrata = *A. longicirrata*; G. americana = *G. americana*; Goniadalitt = *G. littorea*; Mooreonuphis = *M. lineata*; Tharyxspa = *Tharyx* sp. A.; Cirriformia = *C. filigera*; Spiochaetopt = *S. nonatoi*.

6. Discussão

6.1. Macrofauna bentônica

Em diversos estudos abordando o percentual de dominância da macrofauna bentônica nos mais diversos ambientes, como regiões entre marés e infralitoral de praias arenosas, estuários e plataforma continental, os poliquetas, crustáceos e moluscos estão entre os grupos taxonômicos mais representativos (McLachlan, 1983; Sovierzoski, 1991; Borzone & Souza, 1997; Petti, 1997; Paiva, 2001). Sola & Paiva (2001) em estudo preliminar na praia da Urca, analisaram a variação da macrofauna bentônica ao longo de quatro meses (06 a 10/1997) e observaram a dominância de poliquetas e crustáceos. Dando continuidade a este estudo preliminar, o período amostral foi ampliado para um ano (06/97 a 06/98) e, no entanto, este padrão de dominância para poliquetas e crustáceos não foi alterado.

6.2. Variação temporal da macrofauna bentônica

Baseado na variação temporal anual da macrofauna bentônica da praia da Urca, a primeira ressaca, que ocorreu apenas 2 dias antes da primeira coleta pode ter sido um dos fatores determinantes ao incremento da densidade de alguns grupos de crustáceos como gamarídeos, tanaidáceos, ostrácodes e cumáceos, com exceção dos caprelídeos que não demonstraram alteração na sua densidade. Valério-Berardo (1992) sugeriu que uma maior estabilidade ambiental não é fundamental para a abundância de indivíduos da taxocenose Amphipoda. Em praias expostas, que exigem maiores adaptações dos organismos devido às condições ambientais adversas, tais como o impacto das ondas e maior instabilidade do substrato, os crustáceos são os organismos mais frequentes, pois suportam melhor o impacto das ondas e apresentam maior mobilidade e habilidade para se enterrarem

(Nybbaken, 1993). Segundo Grant (1980) os gamarídeos deixam o sedimento por duas razões: (1) por processos físicos como ondas e correntes e (2) por processos biológicos que englobam uma variedade de fatores como alimentação, reprodução, dispersão e competição. Corroborando tais observações, um padrão comum entre os crustáceos peracáridos (e.g., gamarídeos, caprelídeos, cumáceos, tanaidáceos) foi observado por Colman & Segrove (1955) e Jansson & Kallander (1968) os quais constataram uma abundância de formas bentônicas destes grupos tomadas na coluna d'água, embora não tenham sugerido nenhum fator causal para tal migração. Portanto a alta densidade de crustáceos no local de estudo pode ser devido ao transporte induzido pelas ondas de grande intensidade trazendo para a superfície do sedimento formas que também habitam camadas sub-superficiais, tais como os gamarídeos tubícolas da infauna, representados na área pela espécie *Ampelisca cristata* (Bousfield, 1982). Este incremento pode também ter se dado pelos organismos que apresentam grande plasticidade em seu hábito de vida, e que podem viver tanto associados à fauna incrustante quanto ao sedimento, como *Corophium acherusicum* e *Photis longicaudata* (Bousfield, *op.cit.*; Valério-Berardo, 1992). Estes organismos foram encontrados no sedimento na área de estudo e podem ter vindo dos costões rochosos adjacentes, também afetados pela ressaca, tendo sido colocados em suspensão na coluna d'água, depositando-se posteriormente no sedimento.

Os poliquetas apresentaram resposta inversa àquela observada para os crustáceos com relação a primeira grande ressaca. Em estudos anteriores realizados no litoral norte do Estado de São Paulo, Paiva (1990) e Valério-Berardo (*op.cit.*) encontraram padrão inverso de densidade para anfípodes e poliquetas. No entanto, o transporte induzido pelas ondas também demonstrou ser o fator determinante na

estruturação da comunidade de poliquetas. Neste caso, a resposta dos poliquetas ao hidrodinamismo, é diferente dos crustáceos devido as diferentes adaptações fisiológicas e comportamentais exibidas por este grupo. Segundo Tamaki (1987), o transporte passivo pela ação das ondas e a influência das correntes foram examinados como fatores físicos determinantes na distribuição de alguns grupos habitantes de sedimento, principalmente poliquetas. Oliver et al. (1980 apud Hall, 1994) realizaram um estudo na costa da Califórnia (EUA) sobre a influência de distúrbios causados pela ação de ondas e correntes na distribuição da fauna bentônica, especialmente de poliquetas. Tais autores concluíram que no inverno ocorre um decréscimo no número destes animais, pois é quando a atividade das ondas é mais intensa. Hall (*op.cit.*) mencionou que a zona do infralitoral pode alargar o seu tamanho durante o período de tempestades, e o sedimento assim como a macrofauna associada, pode ser colocado em suspensão e ser eficientemente dispersado para fora dos limites da zona de quebra de ondas. Em condições inversas, durante períodos de calmaria, este movimento tenderia a ser contrário, com o retorno do material em suspensão de volta para a praia.

Paiva (1993) levantou a hipótese de que a distribuição diferenciada da fauna de poliquetas da plataforma continental do litoral norte paulista seria, entre outros fatores, uma consequência da maior ou menor exposição aos sistemas de frentes frias e as ondas à estes associados. Considerou ainda que áreas mais profundas da plataforma continental são menos sujeitas à ação de ondas, já que estes fundos só são revolvidos por ondas de grande comprimento, permitindo também uma comunidade faunística mais estável, não variável ao longo do tempo. Embora a profundidade da área de estudo não ultrapasse 7 metros, a mesma apresenta condições de estabilidade ao hidrodinamismo muito próximas a regiões mais

profundas da plataforma continental, especialmente por estar direcionada para o lado oposto de onde as frentes frias chegam na costa do Rio de Janeiro. Ainda segundo Paiva (*op. cit.*), em áreas rasas, o freqüente revolvimento do fundo faz com que haja uma dominância de formas pequenas de superfície, as quais colonizariam estas áreas no intervalo entre tempestades. O mesmo autor relacionou o revolvimento do fundo a posição que as diversas espécies ocupam dentro do substrato.

A diminuição da densidade de cnidários pertencentes à família Renillidae após a 1ª ressaca pode ser devido à remoção destes organismos pedunculados da superfície do sedimento com a ação das ondas.

A resposta de cada grupo da macrofauna bentônica às demais ressacas de menor intensidade foi bastante variada, não sendo permitido se estabelecer padrões para estas respostas. Este fato pode estar relacionado a diferente intensidade dos distúrbios, neste caso induzido pelas ressacas.

Os poliquetas e caprelídeos apresentaram um pico de densidade na 16ª coleta que pode estar relacionada à temperatura de 18,5° C, a mais baixa registrada no período de estudo. Baixos valores de temperatura da água são comuns no verão da costa sudeste brasileira, e são uma consequência da entrada da Água Central do Atlântico Sul (ACAS), a qual tem um papel marcante na estruturação da macrofauna bentônica (Pires-Vanin, 1993). A ACAS se origina da convergência subtropical e é caracterizada por águas mais frias de salinidade relativamente baixas (Emilsson, 1959). Segundo Petti (1997) a entrada de águas mais frias durante o verão leva a um consequente aumento na quantidade de nutrientes e transporte de larvas e jovens pelas correntes de maior competência. As variações temporais na densidade observada para os grandes grupos que não puderam ser relacionadas às ressacas e

a temperatura, podem ter ocorrido devido à dinâmica das populações que compõe os grupos taxonômicos. Neste caso, a história de vida das espécies assim como as interações biológicas entre grupos podem ser responsáveis pela grande oscilação nos valores de densidade observados. Variações anuais da densidade têm sido verificadas para diferentes espécies de poliquetas, sendo atribuídas a numerosos fatores ambientais, tais como salinidade, temperatura, sedimentação, anoxia, condições hidrográficas e atmosféricas, que atuam tanto sobre os processos reprodutivos quanto sobre o estabelecimento de larvas (Shimizu, 1997).

6.3. Padrões de riqueza, diversidade e equitatividade das espécies dominantes de poliquetas

A estabilidade do meio foi sugerida por Dexter (1984) como uma das causas para a diversidade das comunidades. A baixa diversidade e riqueza observadas após a 1ª e 2ª ressacas podem estar relacionadas a maior instabilidade do meio devido ao impacto das ondas. Hall (1994) mencionou que a severidade do distúrbio em comunidades bentônicas pode ser indicada por uma mudança na diversidade de espécies. Neste estudo foi observada a dominância de poucas espécies após a 1ª ressaca, concomitantemente com valores praticamente nulos das demais. Apesar de ter sido observada após a 2ª ressaca a dominância de *P. steenstrupi* e *C. filigera*, o maior número de espécies encontradas com proporções baixas e semelhantes levou aos altos valores de equitatividade registrados. Paiva (1990) verificou que a frequência de distúrbios pode inibir o crescimento de uma série de espécies e permitir a proliferação de espécies oportunistas, elevando a dominância (refletida por baixos valores de equitatividade) e conseqüentemente levando a menores valores de diversidade específica. No entanto, os altos valores de equitatividade aqui

registrados após a 2ª ressaca estiveram relacionados à co-dominância de *P. steenstrupi* e *C. filigera*. Porém, é importante ressaltar que a dominância de *P. steenstrupi* ocorreu mesmo diante de baixos valores de densidade, valores estes que sofreram um grande decréscimo em consequência da ação das ondas resultante desta 2ª ressaca. Petti (1997) observou altos valores de diversidade e equitatividade como resposta da comunidade bentônica à maior ação hidrodinâmica ocorrida no inverno, pela entrada de frentes frias de maior intensidade, em enseadas no litoral norte do Estado de São Paulo. Como resposta a baixas temperaturas (18,5° C), observou-se altos valores de riqueza e diversidade, verificados na coleta 16. Como discutido anteriormente, a baixa temperatura registrada em dezembro de 1997, relacionada à entrada da ACAS, pode ter ocasionado um incremento na quantidade de nutrientes e aporte de larvas para o local.

6.4. Variação temporal das espécies dominantes de anelídeos poliquetas

A espécie *Prionospio steenstrupi* tem sido freqüentemente encontrada em sedimentos compostos por uma mistura de frações granulométricas que variam de areia a silte (Blake, 1996). Espécies do gênero *Prionospio* muitas vezes apresentam pequeno tamanho e mobilidade restrita (Fauchald & Jumars, 1979), dominando em ambientes de infralitoral, que contenham uma fração mais fina do sedimento (Blake, *op.cit.*). Neste estudo, observamos após a 1ª ressaca (1ª coleta) a ausência de *P. steenstrupi* e logo após, quando houve a calmaria das ondas (2ª coleta), o reestabelecimento da população desta espécie. Após a 2ª ressaca (7ª coleta) esta densidade populacional tornou a decrescer, evidenciando a influência hidrodinâmica sobre esta espécie que habita a camada mais superficial do sedimento. Avaliando dados da granulometria local, observamos que em períodos de menor ação

hidrodinâmica (após as ressacas), ocorreu a deposição gradativa de frações mais finas do sedimento, como areia muito fina. Brazeiro & Defeo (1996) e Giménez & Yannicelli (1997) postularam que o transporte passivo pelo espraiamento das ondas deve ser o principal fator que determina a distribuição de organismos pequenos e de pouca movimentação. Em um trabalho de revisão sobre a relação animal-sedimento, Snelgrove & Butman (1994) concluíram que a distribuição dos organismos deve ser relacionada aos processos hidrodinâmicos e de transporte de sedimento que são responsáveis pela distribuição do sedimento nos ambientes. De fato, altas densidades de *P. steenstrupi* aliadas a maior deposição de frações mais finas do sedimento, pode ser um indício de que a distribuição desta espécie esteja relacionada ao transporte das ondas, fazendo com que ela tenha um comportamento hidrodinâmico, semelhante às frações mais finas do sedimento. Shimizu (1997) evidenciou que o regime de fluxo e refluxo das marés parece ser a força propulsora que determina a distribuição de *Scolelepis squamata* (Muller, 1808), outra espécie de espionídeo habitante da região entre marés de praias arenosas. A análise multivariada de componentes principais também evidenciou a relação entre *P. steenstrupi* e as ressacas ocorridas. Ambrogi *et al.* (1993) verificaram que a variação temporal e produção secundária de *Prionospio caspersi* durante dois anos consecutivos foi atribuída a um estresse ambiental.

O aporte de nutrientes disponibilizado pela entrada da ACAS na área de estudo, pode ter sido responsável pelas altas densidades de *P. steenstrupi* observadas e que não estiveram relacionadas a nenhum evento hidrodinâmico. Blake (1996) verificou que a resposta de espionídeos a um incremento na quantidade de nutrientes, disponibilizadas pelo aumento da temperatura na primavera em ambientes temperados, é de início da gametogênese e produção de

cápsulas de ovos. Shimizu (1997) também observou um aumento na frequência de espionídeos da espécie *Scolelepis squamata* em processo de gametogênese principalmente no período mais frio do ano, verificando uma correlação positiva entre fêmeas ovadas e baixa temperatura. Souza & Borzone (2000) relacionaram o aumento na frequência de fêmeas ovadas de *S. squamata* com características sedimentares e morfodinâmicas peculiares encontradas no inverno na praia de Atami, localizada no Estado do Paraná, Sul do Brasil.

A espécie *T. hyalina* também apresentou correlação negativa em relação à ressaca, evidenciada pela análise multivariada de componentes principais (ACP), demonstrando um comportamento semelhante ao de *P. steenstrupi* em relação às duas primeiras ressacas. Os silídeos são formas não tubícolas (Fauchald & Jumars, 1979) de tamanho bastante reduzido, sendo a maior parte destes organismos habitantes da meiofauna do infralitoral raso e região entre marés (San Martin, 1984). Devido ao seu tamanho diminuto e hábito de vida, *T. hyalina* pode ter sido facilmente revolvida do sedimento pela ação hidrodinâmica das ondas.

Apesar da relação entre *P. australis* e as ressacas não ter sido evidenciada pela análise multivariada de componentes principais (ACP), esta espécie também apresenta grande susceptibilidade à ação das ondas. Os poecilóquetídeos constroem seu tubo em formato de 'U' no sedimento utilizando o cirro parapodial e a cerda cefálica do primeiro segmento do corpo. O movimento ondulatório que estes organismos desempenham no interior do tubo com o auxílio da movimentação dos parapódios e cerdas são responsáveis por promover a circulação da água para dentro do tubo (Blake, 1996). A morfologia e a disposição superficial no sedimento do tubo de *P. australis*, pode facilitar o arrancamento deste organismo pela ação das ondas.

Os cirratulídeos são formas tipicamente cavadoras que habitam a camada superficial do sedimento onde estendem suas brânquias a fim de promover as trocas gasosas. Espécies desta família são também encontradas sobre rochas, entre conchas ou em tufo de algas na zona entre marés (Blake, 1996). George (1964) observou que a distribuição de *Cirriformia tentaculata* em planícies de marés esteve mais fortemente correlacionada com a ação das ondas ou movimento das águas. No presente estudo foi observada a ocorrência de *Cirriformia* cf. *filigera* em tubos calcários de outros organismos, o que pode vir a ser uma estratégia desta espécie para se fixar no substrato, minimizando o revolvimento pela ação das ressacas. Apesar de *Tharyx* sp. A não ter sido observada sob a proteção de tubos de outros organismos, esta espécie apresentou comportamento semelhante à *C. filigera* em relação às ressacas. Fauchald & Jumars (1979) observaram que espécies do gênero *Tharyx* podem ser extremamente abundantes em áreas eutrofizadas. No entanto a grande variação temporal de *C. filigera* e *Tharyx* sp. A pode ter sido relacionada a fatores populacionais intrínsecos relativos a história de vida de cada uma das espécies.

Como observado pela análise multivariada de componentes principais (ACP), as espécies *A. longicirrata* e *G. americana* apresentaram resposta positiva semelhante em relação à baixa temperatura da água de fundo ocorrida em dezembro de 1997, que foi relacionada com a entrada da ACAS na área de estudo. Em resposta semelhante, uma outra espécie do gênero *Aricidea*, *Aricidea (Acmira) simplex*, apresentou correlação positiva com baixas temperaturas ocorridas no verão, relacionadas à presença da ACAS (Paiva, 1990). Com relação à resposta de *A. longicirrata* às ressacas, foi observado uma alta susceptibilidade desta espécie aos distúrbios, evidenciado por sua baixa densidade após as ressacas, já que *A.*

longicirrata, assim como outras espécies de paraonídeos, são habitantes das camadas mais superficiais do sedimento. Paiva (1990) verificou que *A. (acmira) simplex* foi mais freqüente em setores rasos da plataforma continental no período do verão, quando a freqüência e intensidade de distúrbios são menores.

G. americana ocorreu em baixas densidades ao longo de todo estudo, inclusive após as ressacas. Existem poucos estudos relacionados ao comportamento de glicerídeos. No entanto, é conhecido que estas espécies são cavadoras ativas do substrato, que se utilizam de suas probóscides desenvolvidas para se ancorarem ao substrato. Uma vez no interior de suas galerias, elas se movem de forma vagarosa, ditada por movimentos peristálticos de sua forte musculatura corporal (Hilbig, 1997). Desta forma, a baixa susceptibilidade desta espécie à ação hidrodinâmica das ondas está relacionada a sua capacidade de se enterrar e se fixar em camadas mais profundas do sedimento, evitando assim o seu revolvimento.

Os goniadídeos apresentam ampla distribuição, ocorrendo desde a zona entre marés até grandes profundidades, no entanto são raramente encontrados em altas densidades. Assim como os glicerídeos, eles utilizam-se da sua probóscide musculosa para auxiliar na construção de galerias no interior do sedimento (Hilbig, 1997). Matson (1981) em um estudo sobre a atividade cavadora e alimentar de *Goniada maculata*, observou que esta espécie constrói galerias não permanentes de onde ela captura suas presas. De fato, ao longo deste estudo foram observadas baixas densidades de *G. littorea*; mesmo padrão observado na literatura para a família. Assim como *G. americana*, *G. littorea* apresenta capacidade de se enterrar e se fixar em camadas mais profundas do sedimento, evitando assim o seu revolvimento.

Os chaetopterídeos, representados por *Spiochaetopterus nonatoi*, apresentaram densidades extremamente baixas ao longo de todo estudo, embora tenham sido encontradas grandes quantidades de tubos vazios após a primeira ressaca, assim como ao longo de todo o período amostrado, porém em menores quantidades. Os tubos de chaetopterídeos são membranosos e ramificados, se dispondo de forma agregada no sedimento. Eles são freqüentes habitantes da infauna, ocupando desde camadas superficiais do sedimento até camadas mais profundas (Blake, 1996). O tubo dos chaetopterídeos é relativamente estreito e é orientado verticalmente no substrato. Espécies do gênero *Spiochaetopterus* apresentam perfurações internas na porção inferior do tubo, que pode ter função de modificar e controlar a pressão da água ao longo de todo o tubo. Os chaetopterídeos apresentam corpo pequeno e delicado; modificado para bombear a água para dentro de seus tubos, que levam oxigênio e partículas alimentares para o seu interior e removem os excretas (Blake, *op.cit*). Petti (1997) e Lana (1991) observaram no litoral norte de São Paulo uma maior quantidade de tubos vazios no outono e no inverno, época de maior revolvimento do fundo na região, o que poderia ser devido ao revolvimento pela ação das ondas e morte de grande parte destes organismos por entupimento destes tubos.

Os onufídeos apresentam em sua maioria tubos fixos (Fauchald & Jumars, 1979). O tubo de *M. lineata* é formado por matrizes hialinas rígidas, revestida de grãos de areia e fragmentos calcários grosseiros fortemente aderidos. A extremidade é habitualmente protegida por uma concha não fragmentada (Lana, 1984). Estas espécies são desta forma ancoradas ao sedimento, sendo formas tipicamente tubícolas. A variação temporal da densidade de *M. lineata* não foi significativa ao longo de todo período estudado. Suas densidades foram extremamente baixas,

independentes do efeito das ressacas. Desta forma, acreditamos que as baixas densidades encontradas estiveram relacionadas ao hábito de vida da espécie, já que é improvável que esta tenha sofrido o impacto das ondas, devido aos seus rígidos tubos serem fortemente aderidos ao substrato.

De acordo com o hábito de vida de cada espécie de poliqueta, a resposta destas com relação às ressacas foi diferenciada. Contudo, ficou evidente a partir deste estudo, que aspectos do hidrodinamismo local devem ser levados em consideração em estudos de comunidades bentônicas, uma vez que tal variável abiótica se mostrou importante e determinante nos aspectos de distribuição da macrofauna bentônica da praia da Urca.

7. Conclusões

~ Os poliquetas apresentaram comportamento inverso aos crustáceos com relação à resposta às ressacas devido às diferentes adaptações morfológicas apresentadas pelos grupos em questão.

~ A entrada da Água Central do Atlântico Sul (ACAS) provocou alterações na estrutura das populações de poliquetas e crustáceos.

~ O efeito das ressacas provocou alterações na estrutura da comunidade de poliquetas, evidenciado por diferenças nos valores de diversidade, riqueza e equitatividade após as ressacas.

~ A variação temporal das espécies de poliquetas se deu em função do hábito de vida e da biologia de cada uma das espécies em questão.

~ A espécie *P. steenstrupi* se comportou de acordo com as partículas mais finas do sedimento, acompanhando a movimentação hidrodinâmica ocasionada pela ação das ondas.

~ Devido a sua maior aderência ao substrato, a espécie de poliqueta tubícola *Mooreonuphis lineata* apresentou maior resistência à ação das ondas do que as demais espécies, sofrendo menor influência das ressacas.

~ Eventos perturbadores de grande intensidade mas de pouca previsibilidade tendem a alterar a estrutura da comunidade como um todo.

8. Referências Bibliográficas:

- Amador, E. da S. 1997. Baía de Guanabara e Ecossistemas Periféricos: Homem e Natureza. REPROARTE Gráfica e Editora Ltda., Rio de Janeiro, 539p.
- Amaral, A. C. Z. & Migotto, A. E. 1980. Importância dos anelídeos poliquetas na alimentação da macrofauna demersal e epibentônica da região de Ubatuba. Bolm. Inst. Oceanogr., São Paulo, 29(2): 31-35.
- 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. 124p.
- Ambrogi, R., Fontana, P. & Ricobene, P. 1993. Population dynamics and secondary production of the spionid polychaeta *Prionospio caspersi* in front of the Po River Delta. Vie Milieu 43:165-172.
- Barnard, J. L. 1976. Amphipoda (Crustacea) from the Indo-Pacific: a review. Micronesica, Guam, 12(1):169-181.
- Barnard, J. L., Thomas, J.D. & Sandved, K. B. 1988. Behavior of gammaridean Amphipoda: *Corophium*, *Grandidierella*, *Podocerus*, and *Giberosus* (American Megaluropus) in Florida. Crustaceana, Leiden, Suppl. 13: 234-244.
- Bianchi, C. N. & Morri, C. 1985. I Policheti come descrittori della struttura trofica degli ecosistemi marini. Oebalia, 11: 203-214.
- Blake, J. A. 1996. Family Chaetopteridae Malmgren, 1867. In Taxonomic Atlas of the Benthic Fauna of the Santa Maria Basin and Western Santa Barbara Channel. Vol. 6. The Annelida Part 3. Eds Blake, J. A.; Hilbig, B. & Scott, P. H. Santa Barbara Museu of Natural History. pp. 233-249.
- Blake, J. A. 1996. Family Cirratulidae Ryckholdt, 1851. In Taxonomic Atlas of the Benthic Fauna of the Santa Maria Basin and Western Santa Barbara Channel.

- Vol. 6. The Annelida Part 3. Eds Blake, J. A.; Hilbig, B. & Scott, P. H. Santa Barbara Museu of Natural History. pp. 263-376.
- Blake, J. A. 1996. Family Poecilochaetidae Hannerz, 1956. In Taxonomic Atlas of the Benthic Fauna of the Santa Maria Basin and Western Santa Barbara Channel. Vol. 6. The Annelida Part 3. Eds Blake, J. A.; Hilbig, B. & Scott, P. H. Santa Barbara Museu of Natural History. pp. 225-230.
- Blake, J. A. 1996. Family Spionidae Grube, 1850. In Taxonomic Atlas of the Benthic Fauna of the Santa Maria Basin and Western Santa Barbara Channel. Vol. 6. The Annelida Part 3. Eds Blake, J. A.; Hilbig, B. & Scott, P. H. Santa Barbara Museu of Natural History. pp. 81-206.
- Borzone, C. A. & Souza, J. R. B. 1997. Estrutura da macrofauna bentônica no supra, meso e infralitoral de uma praia arenosa do sul do Brasil. Em Ecologia de praias arenosas do litoral brasileiro, Oecologia Brasiliensis, III. Eds. Absalão, R. S. & Esteves, A. M. UFRJ. pp:197-211.
- Bousfield, E.L. 1973. Shallow-water gammaridean Amphipoda of New England., Cornell University Press, Ithaca. 312 p.
- Bousfield, E.L. 1982. Amphipoda - Gammaridea: In: S.P. Parker (ed.). Synopsis and classification of living organisms, McGraw Hill, New York. 2:254-285
- Brazeiro, A. & Defeo, O. 1996. Macrofauna zonation in microtidal sandy beaches: Is it possible to identify patterns in such variable environments? Estuar. Coast. Shelf Sci. 42: 523-536.
- Butman, C.A. 1987. Larval settlement of soft-sediment invertebrates: the spatial scales of pattern explained by active habitat selection and the emerging role of hydrodynamical processes. Oceanogr. Mar. Biol. Ann. Rev., 25:113-165.

- Candella, R. N. 1997. Estudos de casos de ondas no Atlântico Sul através de modelagem numérica. Dissertação de Mestrado. COPPE. UFRJ. 84p.
- Colman, J.S. & Segrove, F. 1955. The tidal plankton over Stoupe Beck Sands, Robin Hood's bay (Yorkshire, North Riding). *J. Anim. Ecol.*, 24(2):445-462.
- Contador, L. & Paranhos, R. 1996. Water Quality trends in Urca inlet (Guanabara Bay, Brazil) from 1986 to 1992. *Arq. Biol. Tecnol.*, 39 (3):735-744.
- Dales, R. P. 1963. *Annelids*. London, Hutchinson & CO., 200p.
- Dauer, D. M. 1984. The use of polychaete feeding guilds as biological variables. *Mar. Pollut. Bull.*, 15(8):301-305
- Dexter, D.M. 1984. Temporal and Spatial Variability in the Community Structure of the fauna for four sandy beaches in southeastern New South Wales. 35: 663-672
- DHN – Diretoria de Hidrografia e Navegação – 1979 – Carta Náutica n.º 1501 – Brasil – Costa Sul – Baía de Guanabara – Escala Natural: 1:50000 – (Lat. 22º52',8).
- DHN – Diretoria de Hidrografia e Navegação – 1985 – Carta Náutica n.º 1511 – Brasil – Costa Sul – Barra do Rio de Janeiro – Escala Natural: 1:19989 – (Lat. 22º56',00).
- Emilsson, I. 1959. Alguns aspectos físicos e químicos das marinhas brasileiras. *Ciên. Cult.*, São Paulo, 11(2): 44-54.
- Fauchald, K. 1977. The polychaete worms. Definitions and keys to the orders, families and genera. *Nat. Hist. Mus.*, Los Angeles. 28: 188p.
- Fauchald, K. & Jumars, P.A. 1979. The diet of worms: a study of polychaete feeding guildes. *Oceanogr. Mar. Biol. Ann. Rev.*, 17:193-284.
- Gambi, M. C. , Giangrande, A. & Fresi, E. 1982. Grupi trofici dei policheti di fondo mobili: un esempio alla Foce del Tevere. *Boll. Mus. Ist. biolo. Univ. Genova*, 50:202-207.

- George, J. D. 1964. The life history of the cirratulid worm, *Cirriiformia tentaculata* on an intertidal mudflat. Jour. Mar. Biol. Ass.UK. 44: 47-65.
- Giménez, L. & Yannicelli, B. 1997. Variability of Zonation Patterns in Temperate Microtidal Uruguayan Beaches with Different Morphodynamic Types. 160:197-207
- Grant, J. 1980. A Flume study of drift in marine infaunal amphipods (Haustoriidae). Mar. Biol. 56(1):79-84.
- Hall, S.J. 1994. Physical disturbance and marine benthic communities: life in unconsolidated sediments. Oceanogr. Mar. Biol. Ann. Rev., 32:179-239.
- Hartman, O. 1965. Deep water benthic polychaetous off new England to Bermuda and other North Atlantic areas. Occ. Pap. Allan Hancock Fdn., 28: 1-378.
- Hilbig, B. 1997. Family Glyceridae Grube, 1850. In Taxonomic Atlas of the Benthic Fauna of the Santa Maria Basin and Western Santa Barbara Channel. Vol. 4. The Annelida Part 1. Eds Blake, J. A.; Hilbig, B. & Scott, P. H. Santa Barbara Museum of Natural History. pp. 187-202.
- Hilbig, B. 1997. Family Goniadidae Kinberg, 1866. In Taxonomic Atlas of the Benthic Fauna of the Santa Maria Basin and Western Santa Barbara Channel. Vol. 4. The Annelida Part 1. Eds Blake, J. A.; Hilbig, B. & Scott, P. H. Santa Barbara Museum of Natural History. pp. 207-220.
- Jansson, B.O.& Kallander, C. 1968. On the diurnal activity of some littoral peracarid crustaceans in the Baltic Sea. J. Exp. Mar. Biol. Ecol., 2:24-36.
- Keough, M. J. & Quinn, G.P. 1991. Causality and the choice of measurements for detecting human impacts in marine environments. Aust. J. Mar. Fresh. Res.,42(5):539-554.

- Knox, G.A. 1977. The role of polychaetes in benthic soft-bottom communities, p547-604. In: Essays on polychaetous annelids in memory of Dr. Olga Hartman. Allan Hancock Foundation.
- Lana, P.C. 1981. Padrões de distribuição e diversidade específica de anelídeos poliquetas na região de Ubatuba, Estado de São Paulo. Dissertação de Mestrado. Instituto Oceanográfico, Universidade de São Paulo. 111p.
- Lana, P. C. 1984. Anelídeos poliquetas errantes do litoral do Estado do Paraná. Tese de Doutorado. Universidade de São Paulo, Instituto Oceanográfico. São Paulo. 275p.
- Lana, P. C. 1991. Onuphidae (Annelida: Polychaeta) from southern Brazil. Bull. mar. Sci., 48:280-295.
- Martin, J. W. & G.E. Davis. 2001. An updated classification of the recent Crustacea. Natural History Museum L.A. County Science Series 39: 1-124.
- Matson, S. 1981. Burrowing and feeding of *Goniada maculata* Oersted (Polychaeta). Sarsia 66:49-51.
- Maurer, D. & Leathem, W. 1981. Polychaete feeding guilds from George Bank, USA. Mar. Biol., 62:161-171.
- Mayr, L. M. ; Tenenbaun, D. R. ; Villac, M. C. ; Paranhos, R. ; Nogueira, C.R.; Bonecker, S. L. C. & Bonecker, A. C. 1989. Hydrobiological characterization of Guanabara Bay. In: Neves, C. & Magoon, O. (Eds.); Coastlines of Brazil. American Society of Civil Engineers, New York, pp.124-139.
- McCall, P. L. & Tevesz, M. J. S. 1982. Animal-sediment relations. New York, Plenum Press. 336p.
- McLachlan, A. 1983. Sandy Beach Ecology: a review. pp: 321-380.

- Nybakken, J. W. 1993. *Marine Biology: An Ecological Approach*. Ed. Harper & Collins, N. Y. 462p.
- Officer, C.B.; Smayda, T.J. & Mann, R. 1982. Benthic filter feeding: a natural eutrophication control. *Mar. Ecol. Prog. Ser.* 9(2): 203-210.
- Omena, E. P.; Zalmon, I. R. & Barreto, C. C. 1993. Fouling community of Urca beach, Guanabara Bay (RJ), Brazil: A descriptive approach. *Acta Biol. Leopold.* 2: 37-49.
- Paiva, P.C. 1990. Padrões de distribuição e estrutura trófica dos Anelídeos Poliquetas da plataforma continental do litoral norte do Estado de São Paulo. Dissertação de Mestrado. Universidade de São Paulo, Instituto Oceanográfico. 144p.
- Paiva, P.C. 1993. Trophic structure of a shelf polychaete taxocenosis in southern Brazil. *Cah. Biol. Mar.* 35(1):39-55.
- Paiva, P.C. 1996. Variação espacial e temporal da macrofauna bentônica da enseada de Picinguaba, Ubatuba, SP: relevância no planejamento amostral em estudos oceanográficos e de monitoramento ambiental de fundos marinhos inconsolidados. Tese de Doutorado. Universidade de São Paulo, Instituto Oceanográfico. 140p.
- Paiva, P. C & Paiva, A. E. 1999. Variação temporal da fauna de sedimentos do litoral norte do Estado de São Paulo e sua possível relação com a ocorrência de grandes tempestades. *Rev. Monte Serrat, Santos.* 1(1):17-23.
- Paiva, P. C. 2001. Spatial and temporal variation of a nearshore benthic community in southern Brazil: Implications for the design of monitoring programs. *Est. Coast. Shelf Sci.* 52:423-433.
- Petti, M. A. V. 1997. Macrofauna bentônica de fundos inconsolidados das enseadas de Picinguaba e Ubatumirim e Plataforma Interna Adjacente, Ubatuba, São Paulo. Tese de doutorado. Universidade de São Paulo, Instituto Oceanográfico. 143 p.

- Pires-Vanin, A. M. S. 1993. A macrofauna bêntica na plataforma continental ao largo de Ubatuba, São Paulo, Brasil. *Publção esp. Inst. oceanogr.*, São Paulo, (10):137-158.
- Probert, P.K. 1984. Disturbance, sediment stability and trophic structure of soft-bottom communities. *J.mar. Res.* 42(4):893-921.
- San Martín, G. 1984. Biogeography of the Syllidae (Polychaeta) from the Spanish Mediterranean coasts. *Proceedings of the First International Polychaete Conference, Sydney*, edited by P. A. Hutchings, published by The Linnean Society of New South Wales. pp.303-322
- Santos, M. F. L. 1998. Estrutura e dinâmica da macrofauna bêntica da enseada de Ubatuba, litoral norte do Estado de São Paulo, Brasil. Tese de Doutorado. Universidade de São Paulo, Instituto Oceanográfico. 155p.
- Shimizu, R.M. 1997. Ecologia populacional de *Scolelepis squamata* (Müller, 1808) (Polychaeta: Spionidae) e *Callichirus major* (Say, 1818) (Crustacea: Decapoda: Thalassinidea) da Praia de Barequeçaba (São Sebastião, SP). Dissertação de Mestrado. Instituto de Biociências. Universidade de São Paulo. 49p.
- Silva, S.H.G.; Nunes, A.J.B.; Alves, M.C. de S. & Lage, V.A. 1980. Contribuição ao estudo de comunidades incrustantes que ocorrem na Baía da Guanabara, Rio de Janeiro, Brasil, resultados preliminares. *Ver. Brasil. Biol.*, 40 (2):367-382.
- Silva, S. H. G. 1985. Estudo experimental sobre a infestação de perfurantes marinhos de madeira da costa do estado do Rio de Janeiro. Tese de Doutorado. Universidade de São Paulo, Instituto de Biociências. 231p.
- Snelgrove, P.V.C. & Buttman, C.A. 1994. Animal-sediment relationships revisited: cause versus effect. *Oceanogr. Mar. Biol. Ann. Rev.* 32: 111-177.

- Sokal, R.R. & Rohlf, F.J. 1995. Biometry: the principles and practice of statistics in geological research. New York, W. H. Freeman and Company. 887p.
- Sola, M. C. R. & Paiva, P. C. 2001. Variação temporal da macrofauna bentônica sublitoral da praia da Urca (RJ) após a ocorrência de ressacas. Rev. bras. oceanogr. 49(1/2):137-142.
- Souza, J.R.B & Borzone, C.A. 2000. Population Dynamics and Secondary production of *Scolelepis squamata* (Polychaeta: Spionidae) in an Exposed Sandy beach of Southern Brazil. Bull. Mar. Scie. 67(1): 221-233
- Sovierzoski, H. H. 1991. Estrutura temporal da comunidade macrobentônica da Foz do Rio Maciel, Baía de Paranaguá, Paraná. Dissertação de mestrado, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, Departamento de Zoologia. 97p.
- Suguio, K. 1973. Introdução a sedimentologia. São Paulo, Blücher/EDUSP, 317p.
- Tamaki, A. 1987. Comparision of resistivity to transport by wave action in several polychaete species on an intertidal sand flat. Mar. Ecol. Prog. Ser., 37(2-3):181-189.
- Valério-Berardo, M. T. 1992. Composição e distribuição da fauna de Amphipoda de fundos não consolidados da região de Ubatuba (SP, Brasil). Tese de doutorado, Universidade de São Paulo, Instituto Oceanográfico, São Paulo, 148 p.
- Zar, J.H. 1996. Bioestatistical Analysis. Prentice Hall, New Jersey. 662p.