

UNIVERSIDADE SANTA ÚRSULA

Instituto de Ciências Biológicas e Ambientais

Mestrado em Ciências do Mar

Área de Concentração: Oceanografia Biológica

DIVERSIDADE E BIOMASSA NO MAIOR BIÓTOPO BÊNTICO DA BAÍA DE SEPETIBA, RJ: VARIAÇÃO ESPACIAL DA MACROFAUNA DOS SUBSTRATOS INCONSOLIDADOS SUBLITORAIS.

ELIZABETH DE SOUZA MARTINS

Dissertação apresentada
à Coordenação do Mestrado em Ciências do Mar
como parte dos requisitos para obtenção do grau de mestre

Rio de Janeiro

2001

UNIVERSIDADE SANTA ÚRSULA

Instituto de Ciências Biológicas e Ambientais

Mestrado em Ciências do Mar

Área de Concentração: Oceanografia Biológica

DIVERSIDADE E BIOMASSA NO MAIOR BIÓTOPO BÊNTICO DA BAÍA DE SEPETIBA, RJ: VARIAÇÃO ESPACIAL DA MACROFAUNA DOS SUBSTRATOS INCONSOLIDADOS SUBLITORAIS.

ELIZABETH DE SOUZA MARTINS

Banca Examinadora:

Dra. Elaine Figueiredo Albuquerque

Dr. Flávio da Costa Fernandes

Dra. Elianne Omena

Rio de Janeiro

-2001-

Orientador:
Prof. Dr. Marcos Domingos Siqueira Tavares

Este trabalho é dedicado (*In Memoriam*) as
pessoas mais maravilhosas e fantásticas que conheci
Meus Pais, Ayrton & Lêda
e à Vó Rosa

AGRADECIMENTOS

E assim o tempo passou... E constatar que mais uma etapa foi cumprida é muito prazeroso. Mais do que coragem, foi um desafio. Afinal voltar a estudar depois de tanto tempo foi um pouco de audácia. Mas o que seria melhor para minha vida profissional? Me deixar cristalizar por puro comodismo ou tentar mudar? Resolvi tentar a segunda opção. Mas como alcançar os objetivos a que me propus sem a colaboração, a solidariedade, o carinho e a amizade dos amigos e daqueles que torcem verdadeiramente pelo nosso sucesso? Portanto, o meu muito obrigado:

Ao Diretor do Instituto de Estudos do Mar Almirante Paulo Moreira, Contra-Almirante Pedro Fava, pelo apoio constante.

À Associação Universitária Santa Úrsula (AUSU) pela bolsa de estudos e pelo financiamento integral deste trabalho.

Ao Dr. Marcos Domingos Siqueira Tavares por sua dedicada orientação, compreensão, educação e elegância; o meu profundo agradecimento pela confiança depositada no meu trabalho.

À Dra. Jeanete Maron Ramos, Diretora de Pesquisa e Chanceler da Universidade Santa Úrsula, pelas excelentes condições de estudo e de trabalho que me foram concedidas.

O meu agradecimento especial ao Contra-Almirante Napoleão Bonaparte Gomes, então Diretor do Instituto de Estudos do Mar Almirante Paulo Moreira, pela autorização concedida para a realização do curso em regime integral.

Ao Comandante Frederico Corner Montenegro Bentes "O Estrategista", pela amizade e confiança.

À Dra. Eliane Gonzalez Rodriguez, amiga e Chefe do Departamento de Oceanografia do IEAPM por todo o apoio e paciência pelas minhas ausências.

Eu não poderia deixar de mencionar a primeira pessoa que confiou em mim como profissional, aquele que sempre respeitei e que tanta falta faz no nosso laboratório: Pedro Ferreira da

Costa, o "Pedrinho"; mais do que um biólogo, foi um naturalista. Obrigado chefe, esteja você onde estiver.

Ao Dr. Flavio da Costa Fernandes "grande mestre" pelo apoio e incentivo constantes e sem cobranças durante todo este tempo de preparação da dissertação, por toda a amizade e pelo grande conhecimento biológico que tantas vezes me ajudou.

Ao Professor Jean Michel Amouroux, do Observatório Oceanológico de Banyuls-sur-mer (Universidade Pierre et Marie Curie), pelos ensinamentos sempre importantes.

A todos os Professores do Curso de Mestrado da USU especialmente Elaine Albuquerque, Maria Cordélia e Cordélia Gueron, pelo conhecimento e incentivo.

A minha amiga do peito, comadre e companheira de tantos anos, Dra. Maria Helena Baeta Neves que tanta força me deu para fazer o curso. Você tinha razão. Valeu!

À Jurema Quintanilha e Tania Oda, outras grandes amigas do peito, por aturarem todas as minhas neuras e intolerâncias (palavras da Jurema) durante este período conturbado. Obrigado pelo apoio, pelos "toques" e sobretudo por me ouvirem.

Aos amigos Dr. Ricardo Coutinho, Edison Vergara, Maria Fátima Winter, Robison, Eduardo, Karen e a todos os companheiros do IEAPM pela solidariedade e incentivo.

Aos amigos da Oceanografia Química, Pedro Paulo, Dagles, Marcos, Laudemir e Márcia que tanto me apoiaram.

Aos amigos MSc. Wanderson Fernandes de Carvalho, Venina Pires Ribeiro e Rodrigo Melo, garotos maravilhosos e competentes, imprescindíveis na ajuda estatística.

Ao Luciano "Shalam" por me ajudar com a vidraria. Se não fosse você o bicho ia pegar.

A minha turma de 1999, Cristina, Marco André e Alessandra pelo convívio e apoio.

Aos estagiários do Laboratório de Bentos da USU, Marcos e Paulo pela colaboração durante a triagem e Leonardo pela ajuda bibliográfica.

As bibliotecárias Maria das Graças e Marília, do Centro de Documentação e Pesquisas Ambientais da Universidade Santa Úrsula, pelo constante apoio.

À Nilda Fonseca, da USU, por toda colaboração e gentileza.

Ao Professor MSc. Ricardo Pollery, da USU, pelas análises sedimentológicas, pelos esclarecimentos e constante apoio.

Ao Professor MSc. Joel Mendonça, do Laboratório de Bentos da USU, por toda ajuda, disponibilidade e boa vontade durante este trabalho.

Ao Álvaro, da USU e toda a tripulação do "Úrsula", pelo imenso apoio e colaboração durante as Campanhas.

Ao Zé Carlos do IEAPM pelos tantos cafezinhos que me mantinham sempre *on line*.

Ao Professor MSc. Maurício Fragoso do Laboratório de Modelagem de Processos Marinhos e Atmosféricos (LAMMA) da UFRJ pelos dados de corrente e imagem Landsat da Baía de Sepetiba gentilmente cedidos.

Ao Audalio por acreditar no meu profissionalismo, por sempre me lembrar que para frente é que é o caminho, me incentivando e apoiando, pelas concordâncias e discussões, pelos conselhos e principalmente pela paciência e compreensão que me foram dados durante todos os momentos.

À uma pessoa mais do que especial. O meu orgulho maior: minha querida filha Bruna, menina maravilhosa, grande amiga e companheira, que tanto incentivo e tranquilidade me proporcionou; foi dela a força para sempre seguir em frente.



ÍNDICE

	Página
RESUMO.....	i
ABSTRACT.....	iii
INTRODUÇÃO.....	1
JUSTIFICATIVA.....	5
- Objetivos.....	6
ÁREA ESTUDADA.....	7
MATERIAL E MÉTODOS.....	12
- Amostragens.....	12
- Granulometria , Teores de Matéria Orgânica e Carbonatos.....	13
- Macrofauna Bêntica.....	13
- Análise de Agrupamento.....	17
- Análise de Componentes Principais.....	18
RESULTADOS.....	19
- Sedimentologia.....	19
- Macrofauna Bêntica.....	21
- Análise de Componentes Principais.....	33
- Análise de Agrupamento.....	35
DISCUSSÃO.....	38
- Sedimentologia.....	38
- Macrofauna Bêntica.....	40
CONCLUSÕES.....	45
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	47
TABELAS.....	58
FIGURAS.....	84
ANEXO.....	106

RESUMO

Uma análise da distribuição espacial da diversidade e da biomassa da macrofauna dos substratos inconsolidados sublitorais na Baía de Sepetiba, Rio de Janeiro, e uma identificação das principais associações bênticas e suas possíveis correlações com o sedimento local é apresentada. Foram obtidas triplicatas de cada amostra em 26 estações coletadas em duas campanhas realizadas nos períodos de outubro de 1998 e maio de 2000. Foram analisados dados da granulometria, teores de carbonato e matéria orgânica do sedimento. Informações sobre a biomassa, diversidade, frequência, densidade, abundância relativa, riqueza das espécies e equitatividade foram tratadas estatisticamente aplicando técnicas multivariadas.

Três associações bênticas foram identificadas em relação às características sedimentológicas: a primeira constituída pelos organismos encontrados nos sedimentos constituídos exclusivamente por areia muito fina e silte. A segunda caracterizando os sedimentos de areias médias e grossas com teores elevados de carbonatos e a terceira com os organismos característicos de areias finas, muito finas e silte, mas com pequenas proporções de grãos grossos principalmente areia média.

O padrão de distribuição da biomassa revelou a existência de dois núcleos, um próximo ao continente (arredores de Muriqui) e outro a sudeste da Ilha de Jaguanum.

As maiores abundâncias relativas da macrofauna ocorreram nas áreas onde a areia muito fina constitui o grão predominante e os teores de matéria orgânica são relativamente altos.

A abundância relativa da macrofauna aumenta da entrada para a região central da Baía.

As maiores densidades ocorreram nas estações caracterizadas por sedimentos arenosos (areia grossa e média) e teores relativamente altos de carbonatos.

As espécies raras foram localizadas junto a entrada da Baía.

ABSTRACT

A spatial distribution of the benthic macrofauna's diversity and biomass of the soft bottom in the Sepetiba Bay, Rio de Janeiro, and an identification of the major benthic associations and their possible relationship with local sediment are presented. The samples were collected from two oceanographic cruises (october, 1999 and may, 2000). Grain distribution, carbonates and organic matter of the sediment were analyzed. Biomass, diversity, frequency, density, abundance, richness and evenness were statistically analyzed applying multivariate techniques.

The qualitative data analyses using multivariate methods showed the presence of three distinct benthic associations intimately related to substrate. The first one is constituted by organisms were found in sediments constituted by very thin sand and silt. The second is composed by sediments with medium and coarse sand and with large quantities of carbonate content e the last one is characterized by thin, very thin and silt sediments.

The biomass distributions pattern shows two main regions. The first located near the continent (around Muriqui) and the second located southeast of Jaguanum Island.

The greatest macrofauna abundance is observed in areas with very thin sand and large organic matter content. The abundance of macrofauna increases from the mouth to the inner region of the Bay.

The high densities were observed in regions with sand sediment (medium and coarse sand) and large quantities of carbonate content.

The rare species were located near the mouth of the Sepetiba Bay.

INTRODUÇÃO

Com aproximadamente 305 km², a Baía de Sepetiba é uma das mais proeminentes baías brasileiras. Até a década de 60, as atividades sócio-econômicas na Baía de Sepetiba estavam essencialmente ligadas à pesca artesanal e ao turismo (este em menor escala). Esta situação mudou profundamente nos últimos quarenta anos.

Situada estrategicamente nas proximidades dos maiores centros sócio-econômicos do país (Rio de Janeiro, São Paulo, Belo Horizonte e Vitória), a Baía de Sepetiba vem sendo considerada uma área catalisadora de desenvolvimento. A região hoje desponta como um grande pólo industrial e turístico do Estado do Rio de Janeiro.

Em sua bacia de drenagem estão localizados 11 municípios (Vassouras, Miguel Pereira, Engenheiro Paulo de Frontin, Paracambi, Japeri, Nova Iguaçu, Piraí, Queimados, Itaguaí, Mangaratiba e Rio de Janeiro) e um número crescente de indústrias de pequeno, médio e grande porte. Entre as de grande porte estão a COSIGUA (Companhia Siderúrgica da Guanabara), com uma produção de 550 mil toneladas/ano de aço; a Companhia Mercantil e Industrial Ingá, com produção em grande escala de zinco e cádmio ; o Complexo Portuário Industrial da Companhia Docas do Rio de Janeiro, responsável pela exportação 12 milhões de toneladas/ano de minério de ferro e 4 milhões de toneladas de produtos siderúrgicos, e importação de 3 milhões de toneladas de carvão para a Companhia Siderúrgica Nacional, dispondo ainda de um cais para cargas especiais, como gás natural, fertilizantes e enxofre (FEEMA/GTZ 1999).

A urbanização veio na esteira do desenvolvimento industrial; multiplicaram-se os hotéis e as casas de veraneio isoladas ou organizadas em condomínios fechados. O processo foi favorecido pela construção da rodovia Rio-Santos.

Num censo realizado em 1991 pelo IBGE, foram recenseadas 37.469 residências apenas em Mangaratiba, Coroa Grande e Guaratiba, das quais 30,2% (11.331) eram residências de veraneio (FEEMA/GTZ,1999). Nos últimos quinze anos, diversas empresas deram início a empreendimentos turísticos em escala comercial de modo a explorar o potencial turístico da Baía de Sepetiba. Como era de se esperar a região atraiu também infra-estruturas de grande porte (e.g., Porto Real, Portobello, Portogalo, Club Méditerranée, Village Rio das Pedras). Atualmente, dezenas de hotéis e restaurantes e centenas de embarcações de lazer operam na região.

A atividade pesqueira é significativa na Baía de Sepetiba, abrangendo, além da pesca propriamente dita (Silva, 1977), a armação de embarcações e a operação de instalações para conserva e comercialização de pescado. São três grandes colônias de pesca: Pedra de Guaratiba (Z-14), Sepetiba (Z-15) e Itacuruçá (Z-16), com aproximadamente 3.500 pescadores registrados e 1.500 não associados (FEEMA/GTZ,1999).

A Baía de Sepetiba dispõe de três grandes portos, o de Sepetiba, o da MBR (Minerações Brasileiras Reunidas) e o da NUCLEP (Fábrica de Equipamentos da Nuclebrás). Com seu "píer" de 540m de comprimento, o Porto de Sepetiba, localizado na Ilha da Madeira, tem capacidade para receber, simultaneamente, dois navios de 90 mil t e dois de 45 mil t. O porto opera basicamente com carvão, coque, enxofre, alumina e caulim, podendo ainda operar com sucata. O canal de navegação utilizado pelos navios tem profundidade superior a 15m em quase toda a sua extensão. Estão previstas a dragagem do canal de acesso para uma profundidade de 18 m, a implantação de um terminal de minérios e granéis, a construção de um cais de uso múltiplo e de um terminal para grãos. Desde sua inauguração, em 1973, no terminal da MBR é embarcado o minério de ferro destinado à exportação. O porto da NUCLEP será adaptado para a

movimentação de "containers" e o embarque e desembarque de veículos (FEEMA/GTZ, 1999).

A navegação na Baía é intensa. Além dos grandes navios para transporte de carga, da frota pesqueira e dos barcos e lanchas de lazer, pessoas e bens de consumo são transportados diurnamente entre as ilhas e o continente. A principal rota regular de transporte entre a Ilha Grande e Mangaratiba é operada pela CONERJ com embarcações com capacidade para 500 passageiros.

Esta imensa pressão urbana colocou a Baía de Sepetiba diante de um processo de degradação sem precedentes.

Efluentes industriais provenientes do entorno da Baía e da sua bacia de drenagem são despejados em níveis desiguais de tratamento. O canal Santo Agostinho, por exemplo, recebe os efluentes da COSIGUA; para o rio da Guarda são conduzidos os efluentes da Casa da Moeda do Brasil e da BASF (Glassurit do Brasil), já os da CSN (Companhia Siderúrgica Nacional) vão parar no canal São Francisco. A Companhia Ingá despeja, há mais de 20 anos cerca de 300 toneladas diárias de resíduos com altos teores de metais pesados numa área pantanosa no Saco do Engenho. Há indícios de que por ocasião das fortes chuvas ou dos grandes ciclos de maré, os rejeitos da Ingá contaminam o ambiente marinho (Dornelles, 1998).

A intensa atividade portuária na Baía requer a dragagem contínua para manter a profundidade adequada nos canais de navegação. As dragagens desestabilizam o sedimento e promovem a ressuspensão dos contaminantes depositados no substrato. Outra atividade impactante no ambiente da Baía de Sepetiba é a liberação da água de lastro dos navios que em regiões portuárias tem sido, em todo o mundo, uma das principais causas de introdução de espécies exóticas com imensos prejuízos potenciais para a biota local (Williamson, 1996). Granéis estocados a céu aberto nos pátios dos portos acabam

sendo lançados no meio marinho pela ação dos ventos ou por ocasião das operações de embarque e desembarque de carga.

Os rios Mazomba-Cação, da Guarda, Itaguaí, Guandu - Canal de São Francisco, Canal de São Fernando, Canal Guandu, Guandu-Mirim, Canal do Itá e Piraquê-Cabuçu respondem pela descarga majoritária de água doce na baía (cerca de 93%). O volume médio diário de água lançada pelos rios atinge $15,3 \times 10^6 \text{ m}^3$. Esgotos sanitários da ordem de $286.900 \text{ m}^3/\text{dia}$ lançados pelas aglomerações urbanas (aproximadamente 1.295.000 habitantes) ao longo de toda a bacia hidrográfica, geralmente, têm a Baía como destino direto ou indireto. O elevado influxo de nutrientes na Baía resultou na eutrofização de suas águas sob maior influência costeira (Tenório, 1999; FEEMA/GTZ, 1999).

Foram detectados altos teores de metais pesados nos compartimentos bióticos e abióticos da Baía, sobretudo cádmio e zinco (Rezende et al., 1991; Carvalho et al., 1990; Dornelles, 1998). Um exemplo eloquente de risco para a saúde humana é o das altas concentrações de metais pesados em peixes e ostras utilizados na alimentação (Pfeiffer et al., 1985).

Embora as estatísticas pesqueiras para a região estejam defasadas, há indícios de que as capturas de pescado contabilizaram reduções nas últimas décadas.

A intensificação da atividade sócio-econômica é acompanhada por uma demanda contínua por mais espaço. Aterros têm sido feitos para ampliar áreas portuárias e industriais, além disso, a região litoral vem sofrendo modificações aceleradas, sobretudo no que se refere à ocupação dos costões rochosos e encostas litorâneas.

Neste contexto, o conhecimento do meio ambiente marinho é de extrema relevância para o monitoramento e controle de impactos naturais ou antropogênicos na região.

Justificativa

Muito embora os substratos inconsolidados sublitorais constituam o maior biótopo bêntico da Baía de Sepetiba, um exame mesmo que breve da literatura revela uma imensa lacuna sobre o conhecimento da sua diversidade biológica (macroinfauna) e dos seus valores de biomassa.

No Brasil, proporcionalmente à dimensão do seu litoral, informações confiáveis e consistentes sobre a densidade, biomassa e variabilidade do macrobentos são escassas ou virtualmente inexistentes (Lana, 1986). A maior parte dos dados qualitativos e quantitativos existentes referem-se à costa sul e sudeste brasileira (Tommasi, 1967; Amaral, 1975; Fernandes, 1977; Capitoli et al., 1978; Benvenuti et al., 1978; Lana, 1981; 1986; Absher, 1982; Absalão, 1986; Gomes, 1989; Gonçalves, 1989; Pires-Vanin, 1989; Alves, 1990; Paiva, 1990; 1996; Sumida, 1994; 1997; Brasil, 1995; Petti, 1997).

Tipicamente, o foco dos estudos sobre o macrobentos da Baía de Sepetiba tem sido centrado nos biótopos localizados às suas margens: praias, manguezais e no entorno de algumas ilhas (e.g., Tavares, comunicação pessoal). São raros os estudos como os de Bronnimann et al. (1981) e Dias-Brito et al. (1988) que tratam dos substratos não consolidados.

Entretanto, a pressão urbana a que está sujeita a Baía de Sepetiba exige, em contrapartida, conhecimentos atualizados sobre os seus principais biótopos. O estabelecimento de estratégias adequadas de monitoramento e conservação depende, na mesma medida, de conscientização política, recursos financeiros e disponibilidade de conhecimentos científicos (Hatcher et al., 1989; Alongi, 1990).

Por ser constituída, na sua maioria, de organismos pouco móveis a macroinfauna tem sido considerada como elemento importante para os estudos de monitoramento ambiental (e.g., Gray & Pearson, 1982; Grémare et al., 1998; Dauer et al.,

2000; Rakocinski et al., 2000; Sommerfield & Gage, 2000). Modificações nos padrões espaciais e temporais de diversidade e biomassa estão frequentemente ligadas a alterações ocorridas no ambiente.

Portanto, este trabalho vem contribuir para o conhecimento das comunidades bentônicas dos substratos não consolidados.

Objetivos

Neste trabalho nos propusemos a cumprir os seguintes objetivos:

- Analisar padrões gerais de variação espacial da diversidade e biomassa da macrofauna bêntica de substrato inconsolidado;
- Estudar as espécies da macrofauna bêntica com vistas a identificar as principais associações bênticas e suas possíveis correlações com a sedimentologia local.

ÁREA ESTUDADA

Situada ao sul do Estado do Rio de Janeiro, a Baía de Sepetiba está localizada entre as latitudes 22°53'S e 23°05'S e as longitudes 043°35'W e 044° 03'W.

Com uma área de aproximadamente 305 km² e um perímetro aproximado de 130 km (FEEMA/GTZ, 1999), a baía encontra-se limitada ao norte pela Serra de Madureira, a nordeste pela Serra do Mar, a sudeste pelo Maciço da Pedra Branca, a oeste pela Baía da Ilha Grande e ao sul pela Restinga da Marambaia, como pode ser observado na composição RGB de uma imagem do satélite LANDAST da região da Baía de Sepetiba, Rio de Janeiro cedida pelo Laboratório de Modelagem de Processos Marinhos e Atmosféricos (LAMMA) da UFRJ (figura 1).

A Baía de Sepetiba é um corpo semiconfinado de águas salinas e salobras que se comunica com o Oceano Atlântico a oeste, entre os cordões de ilhas que fazem limite com a Ponta da Restinga, e a leste, pelo canal que deságua na Barra de Guaratiba. Na Baía existem cerca de 55 praias continentais e 35 a 40 praias insulares e aproximadamente 49 ilhas e ilhotas.

Os ambientes bentônicos na Baía são constituídos principalmente por substrato não consolidado. De origem lagunar, a baía se formou há cerca de 3.500 anos, durante a última regressão do nível do mar, quando a restinga da Marambaia se constituiu (Ponçano, 1976).

A formação da Restinga da Marambaia iniciou-se quando o nível do mar se encontrava em níveis superiores aos atuais, propiciando a formação de um esporão projetado a partir do morro de Guaratiba para oeste. A restinga da Marambaia situa-se entre afloramentos cristalinos, delimitando uma zona lagunar em fase de colmatação. A topografia da restinga é suave, a parte mais elevada (640 m) é o espigão rochoso do pico da Marambaia. O acúmulo de sedimentos nesta região, ocasionado pelas ondas, correntes marinhas e ação eólica sobre

as áreas expostas, possibilitou o crescimento lateral e vertical do esporão, com a formação de dunas. Paralelamente, começaram a emergir coroas arenosas nas proximidades da ilha da Marambaia, originando barras alongadas na direção W-E, cujo desenvolvimento propiciou o aprisionamento de pequenos corpos d'água que, com o passar dos tempos, foram colmatados. Com a transgressão marinha em épocas posteriores, houve um entalhe generalizado dos sedimentos, com a região central da restinga ainda aberta. Na fase anterior ao período atual, foram retomados os processos de assoreamento, com a formação de dunas e, finalmente, o fechamento da abertura central da restinga, unindo os esporões de leste e de oeste, acarretando uma mudança natural nas condições de circulação e obrigando a abertura dos canais da Barra de Guaratiba.

Segundo Ponçano (1976), o sistema hidrográfico que drena a extensa planície de Sepetiba carrega material fino em suspensão, de modo que a cobertura do fundo da baía é predominantemente de siltes; areias são encontradas na entrada da baía e ao longo da restinga da Marambaia. Contudo, segundo o relatório FEEMA/GTZ (1999), a sedimentação na Baía de Sepetiba tem mudado nos últimos 20-30 anos. Hoje em dia, as partículas de argila cobrem uma área muito maior do que a relatada na literatura, observando-se a formação de um extenso assoreamento nas desembocaduras dos rios em direção à Barra de Guaratiba.

A baía é considerada de águas rasas, uma vez que em sua maior parte apresenta profundidades de aproximadamente 6 metros. De um modo geral a batimetria diminui em direção à Barra de Guaratiba, com profundidades em torno de 1 a 2 metros; no canal, que vem da Baía da Ilha Grande, passando entre a Ilha Grande e o continente, penetrando na Baía de Sepetiba por um canal principal, localizado entre as ilhas de Itacuruçá e Jaguanum, as profundidades variam entre 20 e 30 metros.

Segundo Miranda et al.(1977), existem frentes salinas bem delimitadas na região sudeste da entrada da Baía de Sepetiba, indicando que as águas da Baía da Ilha Grande são mais salinas e levemente mais quentes do que as da Baía de Sepetiba.

A Baía de Sepetiba é fortemente influenciada pela descarga de água doce proveniente de canais e rios. O volume médio diário de água lançada pelos rios que deságuam na Baía de Sepetiba atinge $15,3 \times 10^6 \text{ m}^3$. Os rios Mazomba-Cação, da Guarda ou Itaguaí, Guandu - Canal de São Francisco, Canal de São Fernando, Canal Guandu, Guandu-Mirim, Canal do Itá e Piraquê-Cabuçu respondem pela descarga majoritária de água doce na baía, cerca de 93% (FEEMA/GTZ,1999).

Fragoso (1999) considera que a Baía de Sepetiba apresenta como principais características águas menos densas do que a da Ilha Grande e tem a circulação gerada principalmente pela maré. Os ventos predominantes na região são os de quadrante sul, sendo os ventos de quadrante norte menos freqüentes e efetivos. A maré propaga-se sobre a plataforma continental vinda de leste para oeste, quando da sua penetração na baía. Isso se deve à distribuição de profundidades e contornos geográficos. Na Baía de Sepetiba, a maré penetra por um único canal e encontra um forte gradiente batimétrico, que provoca diferença de fase significativa entre a embocadura e o fundo da baía, provocando maiores velocidades de corrente de maré.

As maiores velocidades se encontram sempre no canal localizado entre as Ilhas de Itacuruçá e Jaguanum, tanto nas enchentes quanto nas vazantes. As menores velocidades estão no setor leste da baía. A circulação no sistema estuarino parece acompanhar as isobatimétricas, ou seja, as maiores velocidades acompanham os canais de maiores profundidades (figuras 2a e 2b).

Na Baía de Sepetiba, a maré é o principal mecanismo responsável pela geração de correntes (Signorini, 1980a; 1980b; Fragoso, 1995). Signorini (1980a; 1980b) aponta um

grande contraste entre a circulação gerada pela maré nas baías de Sepetiba e da Ilha Grande. Enquanto na Baía de Sepetiba, o sinal de maré nas correntes é bastante evidente, com velocidades máximas da ordem de 1 m/s, na Baía da Ilha Grande este sinal é muito pequeno. Dois prováveis fatores são apontados como causadores desta diferença. Sendo a Baía da Ilha Grande conectada ao oceano por duas entradas, a onda de maré chegaria em fase nas duas e se dividiria em duas ondas separadas que entrariam na baía propagando-se em direções opostas, tendo seus efeitos parcialmente cancelados. Outro fator estaria relacionado ao comprimento da Baía de Sepetiba que é bastante próximo da Quarta parte do comprimento de onda da componente de maré M_4 (período de 6.21 h), amplificando assim seu sinal. Esse fato foi indicado também por Fragoso (1995), que utilizou um modelo numérico para a análise da circulação da Baía de Sepetiba. O autor apontou ainda a maré como forçante predominante sobre o vento local na geração de correntes na Baía de Sepetiba.

Segundo Tenório (1999), a Baía de Sepetiba apresenta gradientes de salinidade e biomassa clorofiliana que permitem dividi-la em duas regiões: a primeira de forte influência costeira, apresenta menores salinidade e transparência da água e maiores concentração de clorofila a e nutrientes; a Segunda, mais influenciada por águas oceânicas, apresenta salinidades e transparências maiores e menores concentração de clorofila a e de nutrientes. As concentrações não muito elevadas de nutrientes, observadas na região de influência oceânica, mostram que esta área não apresenta grandes fontes de poluição orgânica. As maiores concentrações são encontradas nas regiões de maior influência costeira. A biomassa clorofiliana é constituída de células menores que 10 μm na entrada do estuário. Em seu interior, o domínio é de células fitoplanctônicas maiores que 10 μm , tendendo a diminuir de tamanho no verão. O principal pigmento acessório da biomassa

fitoplanctônica da Baía de Sepetiba é a clorofila *c*, enquanto que, a clorofila *b* está associada às células menores que 10 μm , principalmente picoplâncton.

MATERIAL E MÉTODOS

Amostragens

Foram realizadas duas campanhas oceanográficas a bordo do B/Pq *ÚRSULA* da Universidade Santa Úrsula, com objetivo de se obter amostras da macrofauna bêntica e do sedimento da metade oeste da Baía de Sepetiba, aproximadamente da Ilha da Madeira (Porto de Sepetiba) à Ilha Guaíba (Porto da MBR). As campanhas em questão foram realizadas em outubro de 1998 e maio de 2000.

Com auxílio de um busca-fundo do tipo Van-Veen, com capacidade de 0,1 m² de área, foram obtidas triplicatas de cada amostra em 26 estações de coleta, com espaçamento entre as estações de aproximadamente 2,5 milhas náuticas (figura 3). O posicionamento das estações foi feito a bordo com o auxílio de um sistema GPS (Global Positioning System) integrado com a correção DGPS. A batimetria e a temperatura da água (superficial) em cada estação foram obtidas a bordo com auxílio de uma ecossonda e um sensor de temperatura (tabela 1).

Imediatamente após a obtenção das amostras, duas pequenas parcelas foram retiradas: uma para o cálculo dos teores de matéria orgânica e calcário e, outra para os estudos granulométricos. As parcelas destinadas às análises de matéria orgânica foram imediatamente acondicionadas, etiquetadas e mantidas congeladas até o momento da análise. O sedimento restante era então lavado em água do mar do local em peneiras de 0,5 milímetros de malha para obtenção da macrofauna. O material retido nas peneiras era acondicionado em sacos plásticos, preservado com formol a 10% e etiquetado para ser levado ao laboratório para extração da macrofauna (Eleftheriore & Holme, 1984).

Granulometria, Teores de Matéria Orgânica e Carbonatos

As amostras para análise granulométrica foram processadas no laboratório de Ecologia do Bentos da Universidade Santa Úrsula, segundo as técnicas descritas por Suguio (1973). As frações menores do que 63 microns foram separadas por pipetagem, enquanto que as frações maiores foram separadas por peneiramento a seco. Foi adotada a escala de classificação do sedimento de Wentworth (2 mm; 1 mm; 0,5 mm; 0,25 mm; 0,125 mm e 0,063 mm.)

A matéria orgânica foi calculada pela diferença do peso seco e do peso calcinado do sedimento a 450°C durante 6 horas. O percentual de carbonatos foi calculado pela diferença do peso da amostra antes e depois de ser atacada com ácido clorídrico (Suguio, 1973).

Macrofauna

Uma vez no laboratório, as amostras foram submetidas a triagem para separação da macrofauna do sedimento restante. Os animais obtidos foram acondicionados em vidraria própria e conservados em álcool 75% (Gaston et al. 1996). Com auxílio de um microscópio binocular estereoscópico Wild M5, a macrofauna foi separada por grandes grupos taxonômicos para, em seguida, serem identificadas e quantificadas por especialistas até o nível específico, quando possível. Para as determinações ao nível de espécie, as amostras foram confiadas aos seguintes especialistas:

Bryozoa: Laís Vieira Ramalho (Instituto de Estudos do Mar Almirante Paulo Moreira/ Museu Nacional, RJ.);

Crustacea Amphipoda: Yoko Wakabara (então Universidade Santa Úrsula);

Crustacea Decapoda: Marcos Tavares (Universidade Santa Úrsula);

Crustacea Isopoda: Elaine Figueiredo Albuquerque (Universidade Santa Úrsula);

Crustacea Tanaidacea: Kátia Christol dos Santos (Instituto Oceanográfico da Universidade de São Paulo);

Echinodermata: Lucia Campos-Creasey (então Universidade Santa Úrsula).

Mollusca Bivalvia: Flávio da Costa Fernandes (Instituto de Estudos do Mar Almirante Paulo Moreira);

Mollusca Gastropoda: Cordélia de Oliveira Castro Gueron (Universidade Santa Úrsula);

Polychaeta: Jean Michel Amouroux (Laboratoire Arago, Banyuls-sur-mer) e Eliane Omena (então Museu Nacional, Rio de Janeiro).

Biomassa

Neste trabalho os valores de biomassa estão expressos em peso calcinado (g/m^2). O peso calcinado foi calculado do seguinte modo:

Peso calcinado = Peso seco - Peso cinzas (Widbom, 1984).

Antes de cada medida de peso seco, foi obtido o peso úmido das amostras, após retirada do excesso de líquidos dos animais com lenços de papel de filtro.

Para obtenção do peso seco as amostras foram desidratadas em uma estufa a 60°C durante 24 horas, antes de serem pesadas. Finalmente, o peso de cinzas foi obtido calcinando-se as amostras em uma mufla a 450°C por um período de 5 horas.

Uma relação de conversão de peso úmido em peso calcinado foi obtida com o propósito de se calcular a biomassa total sem destruição dos animais por desidratação e calcinação. Assim, os pesos secos e calcinados foram estimados para diversas espécies, de diferentes grupos tróficos (filtradores, carnívoros, depositívoros, etc.), dos vários grupos zoológicos. Deste modo, conhecendo-se o peso úmido de um

animal era possível, por regressão linear, estimar a sua biomassa (grama de peso calcinado).

Todas as pesagens foram efetuadas com auxílio de uma balança digital com 0,0001 g de precisão, marca AND Electronic Balance, modelo fx-40.

Densidade

Neste trabalho a densidade foi expressa em número de indivíduos por m². As estimativas de densidade por m² foram obtidas multiplicando-se o número de indivíduos por 10, posto que a área aproximada do pegador Van Veen utilizado nas amostras foi de 0,1 m (Eleftheriore & Holme, 1984). As densidades médias para cada estação de coleta foram obtidas do seguinte modo:

$$D_m = (vv_1 + vv_2 + vv_3) / 3 \times 10.$$

Onde:

D_m = densidade média

$vv_1 + vv_2 + vv_3$ = somatório das réplicas

3 = número de réplicas

Frequência

A frequência de ocorrência das espécies nas estações de coleta foi calculada utilizando da seguinte fórmula (Guille, 1970): $F(\%) = Pa/P \times 100$, onde:

Pa é o número de estações com presença da espécie "a";

P é o número total de estações de coleta.

Abundância Relativa

A abundância relativa (A) das espécies em cada estação foi calculada aplicando a fórmula :

$$A(\%) = Na/N_t \times 100, \text{ onde:}$$

Na é o número de indivíduos da espécie "a"

Nt é o número total de indivíduos na estação.

Na representação gráfica, consideramos apenas as espécies que apresentaram abundância relativa igual ou superior a 4%. Os valores de abundância total de cada estação foram calculados considerando apenas essas espécies.

Diversidade (H')

Neste trabalho foi utilizado o índice de diversidade de Shannon-Wiener (Shannon & Weaver(1963) apud Magurran(1988)). Dentre os vários índices de diversidade biológica existentes, o índice de Shannon-Wiener está entre os mais utilizados. A escolha de um índice amplamente difundido foi julgada importante de modo a facilitar a comparação dos nossos resultados com os da literatura.

A formulação do índice de Shannon-Wiener é:

$$H' = - \sum_{i=1}^s (p_i \log_2 p_i)$$

Onde:

H' é a diversidade específica

s é o número de espécies

p_i é o peso da espécie i ou o número de indivíduos da espécie (n_i) em relação ao número total de indivíduos da amostra (N), ou seja, p_i = n_i/N.

Equitatividade

Para estimar a uniformidade da distribuição dos indivíduos entre espécies foi utilizado o índice de equitatividade Pielou (1975) apud Magurran (1988). Este índice é expresso pela fórmula:

$E = H' / \log_2 S$, onde:

H' é o índice de diversidade de Shannon-Wiener;

S é o número de espécies na amostra.

Correlação Linear de Pearson

O índice de correlação linear de Pearson foi utilizado para se estimar o grau de dependência entre a biomassa, diversidade, equitatividade e riqueza das espécies encontradas, com as variáveis ambientais. Foram consideradas significativas as correlações a 5%.

Análise de Agrupamento

Para o cálculo das matrizes e dendrogramas foi utilizado o programa FITOPAC, desenvolvido pelo Dr George Shepard da Universidade Estadual de Campinas.

A partir de uma matriz de dados original contendo 190 espécies, foi elaborada uma matriz reduzida composta por 55 espécies. Foram eliminadas da matriz original todas as espécies com frequência inferior a 15% para a análise das associações de espécies (modo r) e de estações (modo q). Para a análise qualitativa, o coeficiente de correlação utilizado foi o de similaridade de Jaccard, pois mede a porcentagem de duplas ocorrências entre dois atributos. Neste caso, a matriz de 55 espécies foi transformada em dados binários de presença e ausência.

O coeficiente de correlação de Jaccard (C_J) foi calculado a partir da equação:

$$C_J = a / a + b + c$$

onde:

C_J é o índice de similaridade entre as amostras 1 e 2;

a é o número de espécies comuns nas estações 1 e 2;

b é o número de espécies presentes na estação 1 e ausentes na estação 2;

c é o número de espécies presentes na estação 2 e ausentes na estação 1.

O método de aglomeração utilizado foi o de UPGMA (Unweighted Pair-Group Method using Arithmetic Averages). (Pielou (1974) apud Magurran (1988); Krebs, 1989).

Análise de Componentes Principais

Os dados foram tratados de forma exploratória através da Análise de Componentes Principais (ACP), com a finalidade de se obter uma visão geral das relações entre as variáveis ambientais e as variáveis biológicas em um plano fatorial multidimensional e da influência dessas relações na distribuição das estações no mesmo plano. Foram aceitas como variáveis significativamente correlacionadas aos eixos aquelas com autovalor igual ou superior a uma distância(d) do centro dos eixos (ponto médio de todas as variâncias no hiperespaço ou centróide), determinada a partir da fórmula estabelecida por Legendre & Legendre, 1983:

$$d = (2/n)^{1/2},$$

onde:

d é a distância do centróide;

n é o número de variáveis consideradas na análise.

No presente trabalho consideramos $d = 0,38$.

Para realização dessas análises, utilizamos uma aplicação computacional estatística, "STATISTICA versão 6.0".

RESULTADOS

Sedimentologia

Granulometria

Sedimentologicamente, a Baía de Sepetiba apresenta-se como um complexo mosaico granulométrico (figura 4). De um modo geral na área estudada predominam as frações arenosas; as áreas com predomínio de siltes e argilas encontram-se bem restritas.

Na entrada da Baía predominam as areias grossas e médias (e.g., estações #13, #12, #11, #26, #8,) diminuindo gradativamente de tamanho até o lado oeste da Ilha de Jaguanum (e.g., #25, #24, #9, #22, #23). Ao sul e a leste da Ilha os grãos maiores voltam a predominar (e.g., #10, #18). A granulometria diminui progressivamente na direção leste quando começam a ocorrer os fundos predominantemente siltosos e argilosos (e.g., #3, #4, #15, #16, #17).

Os sedimentos siltosos predominam também junto à margem continental (e.g., #7, #20, #1).

Carbonatos

A distribuição dos carbonatos (teores $\geq 10,9\%$) na região estudada é bastante localizada. Existem dois núcleos principais de concentração de carbonatos, o maior deles localizado a noroeste da Baía de Sepetiba, aproximadamente da Ponta do Bispo e costa nordeste da Ilha Guaíba até a Ponta do Tingui, como pode ser observado na figura 5 (e.g., #13, #12, #26, #8 e #21). Nesta área os teores de carbonato no sedimento situam-se entre 10,9% e 28,1%.

O outro núcleo de riqueza em carbonatos está localizado a sudeste da Ilha de Jaguanum (#23 e #10) com 26% e 11,7% de carbonato no sedimento, respectivamente.

As frações de carbonatos encontradas nas estações #1, #2, #3, #5, #6, #9, #11, #14, #18, #19, #20, #22, #24 e #25 foram pequenas, variando entre 0,8% (#20) a 3,4% (#3). Não foram encontrados carbonatos nas estações #4, #15 e #16.

Matéria Orgânica

Teores expressivos ($\geq 5,9\%$) de matéria orgânica no sedimento na região estudada ocorrem em dois núcleos principais (figura 6).

O primeiro deles situa-se junto ao continente, aproximadamente de Muriqui ao Canal de Itacuruçá (#1 e #20), com teores de matéria orgânica no sedimento de 7,5% e 9,8% respectivamente.

O segundo núcleo situa-se no extremo leste da região estudada, a oeste da Ponta da Pombaba (#4, 15, #16, e #17). Nesta área os teores de matéria orgânica no sedimento variaram de 5,9% (#15) a 9,9% (#4).

Embora a estação 25 se encontra localizada fora destes dois núcleos de altos teores de matéria orgânica, a estação apresentou valores de 6,5%, destoando das estações circunvizinhas (e.g., #12: 3,0%; #9: 2,2%). Provavelmente a profundidade (13,8 metros) e o relevo na área favorecem o depósito de matéria orgânica no local.

As estações #2, #8, #10, #11, #14, #18, #21, #24 e #26 apresentaram baixos teores de matéria orgânica variando entre 0,49% (#11) e 1,97% (#21).

Como ocorre normalmente, os altos teores de matéria orgânica no sedimento estão associados à predominância dos siltes e, de um modo geral, aumentam com a diminuição do tamanho dos grãos.

As informações sobre as amostras dos sedimentos, carbonatos e matéria orgânica estão listados na tabela 2.

Macrofauna Bêntica

Composição da Comunidade

Nas amostras coletadas na Baía de Sepetiba foram encontradas 190 espécies da macrofauna bêntica sublitoral, durante o período estudado. Foram coletados 4.394 indivíduos, dos quais 4.256 (96,9%) foram identificados ao nível de espécie ou foram tipados.

No conjunto da Baía, poliquetos, crustáceos e moluscos corresponderam a 92% da abundância da macrofauna: poliquetos com 1600 indivíduos (36%), moluscos com 1285 (29%), e crustáceos com 1186 indivíduos (27%).

Polychaeta, Crustacea e Mollusca se destacaram em termos da riqueza de espécies, contribuindo com 89% do total de espécies encontradas (figura 7): 79 de poliquetos (41,6%), 48 de crustáceos (25,3%), e 42 de moluscos (22,1%). Foram identificadas treze espécies de equinodermas (6,8%). Os demais grupos juntos contribuíram com apenas 4,2% do total de espécies: Anthozoa, Brachiopoda, Bryozoa, Cephalocordata, Echiura e Nemertina. Na tabela 3 estão relacionados os taxons encontrados e o número de indivíduos correspondentes.

Frequência

De acordo com a ocorrência nas 26 estações de coleta e as frequências correspondentes (tabela 4), as espécies da macrofauna foram agrupadas do seguinte modo:

- Muito freqüente (> 75%): o bivalve *Nucula semiornata* foi a única espécie a se encaixar nesta categoria, ocorrendo em 76,9% das estações de coleta;
- Freqüente (50%-75%): apenas cinco (2,6%) das 190 espécies encontradas foram consideradas freqüentes: *Mooreonuphis lineata* (poliqueta, 69,2%), *Tellina gibber* (bivalve, 65,4%),

Macoma tenta (bivalve) e *Nereis* sp. (poliqueta), ambos com 61,5%, e *Owenia fusiformis* (poliqueta, 50%);

- Ocasional (25%-49%): 25 espécies da macrofauna (13,1% do total) podem ser consideradas como ocasionais. As espécies ocasionais estão representadas por poliquetos, bivalves, ofiuróides, crustáceos (anfípodes, caprelídeos, braquiúros e carídeos), e pelo cefalocordado *Branchiostoma* sp;

- Esporádica (5%-24%): 78 espécies (41% do total) se enquadram como esporádicas. Entre elas encontram-se poliquetos, crustáceos, moluscos e equinodermas.

- Raras (<5%): foram encontradas 80 espécies raras (42,1% do total).

No conjunto da região estudada as espécies raras (42,1%) e esporádicas (41%) correspondem a 83,1% do total de espécies da macrofauna encontradas. As espécies raras parecem estar localizadas mais junto a entrada da Baía (#26 com 17,5% e #12 com 12,5%, ou seja, 30% do total), enquanto que mais para o interior da Baía ou junto ao continente o número de espécies raras parece diminuir (#17, #18 e #20, ou seja 1,2% do total cada uma).

Abundância Relativa

Para cada estação de coleta foi calculada a abundância relativa das principais espécies encontradas.

Das sete espécies mais importantes na estação #1 (abundância relativa $\geq 4\%$), cinco são bivalves. *Tellina gibber* contribuiu com (20,5%), seguida de *Ctena pectinella* e *Nereis* sp., com 12,8% cada, *Nucula semiornata* (10,3%), *Tagelus obliquus* (7,7%), *Macoma tenta* e *Ogyrides alphaerostris* com 5,2% cada. Essas espécies contribuíram juntas com 74,4% da abundância (figura 7a).

A maioria das espécies na estação #2 (figura 7b) são os poliquetas. *Mooreonuphis lineata* foi a mais abundante (31%),

seguida de *Nucula semiornata* (14%), *Tellina gibber* (5,1%), *Ctena pectinella* (12,8%). *Pectinaria gouldii* e *Ampelisca brevismulata* apresentaram uma abundância relativa de apenas 4,3% cada. A abundância das principais espécies foi de 71,5%.

A abundância relativa das principais espécies da estação #3 totalizou 62,2%(figura 7c), sendo que as diferentes espécies contribuíram com valores muito próximos de abundância. *Myniocerus angustus* predominou com 15,2%, seguida por *Macoma tenta* (13,6%) e *Tellina gibber* (10,6%). *Mooreonuphis lineata*, *Poecilochaetus australis* e *Nucula semiornata* contribuíram com 6,1% cada, enquanto que a abundância de *Sthenelanellella* sp. representou 4,5% do total da estação.

Os maiores valores de abundância relativa foram encontrados na estação #5 (92%, figura 7d). O decápoda *Pinnixa sayana* (77,3%) destacou-se como a espécie mais abundante na área. *Notomastus lobatus* e *Nereis* sp. vieram a seguir com apenas 8,4% e 6,5%, respectivamente.

A abundância total na estação #6 foi de 70,3% (figura 8a). As espécies que ocorreram na estação apresentaram valores uniformes de abundância: *Notomastus lobatus* (18,5%); *Sthenelanellella* sp., *Nucula semiornata*, *Pinnixa sayana* e *Alpheus floridanus* apresentaram 11,1% de abundância cada, enquanto que *Speocarcinus carolinensis* contribuiu com 7,4%.

Na estação #7 (figura 8b) destacamos a presença de duas espécies de ofiuróides sendo *Amphiodia atra* (17,7%) a espécie mais abundante; *Amphipholis subtilis* contribuiu com 7,6%. As demais espécies contribuíram com os seguintes valores de abundância relativa: *Nucula semiornata* (12,7%), *Ampelisca paria* (11,4%), *Spiochaetopterus nonatoi* (10,1%) e *Ctena pectinella* (6,3%). A abundância total para a estação foi de 65,8%.

A abundância total para a estação #8 foi de 72,3% (figura 8c), dos quais 32,4% correspondem a contribuição do cefalocordado *Branchiostoma* sp. *Goniadides carolinae* e *Chone*

duneri somaram 11% e 8,3% respectivamente. As menores participações foram de *Ampelisca paria* (6,2%), *Diplodonta punctata*, *Nereis* sp e *Tiburonella viscana* com 4,8% cada.

O poliqueta *Mooreonuphis lineata* (31,7%) se destacou na estação #9 (figura 8d), seguido de *Tellina gibber* (12,7%), *Ctena pectinella* (7,9%) e *Owenia fusiformis* (6,3%). Quatro espécies apresentaram 4,8% de abundância cada: *Sthenelanelia* sp., *Amphiodia atra*, *Ophiophragmus lutkeni* e *Cooperella atlantica*. As oito espécies juntas conferiram a esta estação 77,8% de abundância total.

O organismo mais abundante na estação #10 (figura 9a) foi *Branchiostoma* sp. (35,5%). Seguiram *Goniadides carolinae*, *Chone duneri* e *Owenia fusiformis* com 20,4%, 6,4% e 5,4% de abundância, respectivamente. Por fim, *Nucula semiornata* com 5,4%. Juntas estas cinco espécies foram responsáveis por 73,1% de abundância total.

A abundância relativa da macrofauna na estação #11 (figura 9b) foi baixa. Quatro espécies, com valores uniformes de abundância (8,3% cada) totalizaram apenas 33,2%: *Glycera americana*, *Cooperella atlantica*, *Tellina gibber* e *Ervilia nitens*.

As espécies de poliquetos foram as mais abundantes na estação #12 (figura 9c): *Notomastus lobatus* (25,3%), *Mooreonuphis lineata* (13,5%) e *Goniadides carolinae* (5,3%). *Nucula semiornata* e *Pinnixa* sp. contribuíram com 4,1% cada. As cinco espécies juntas somaram 52,3% de abundância total.

Na estação #13 (figura 9d), destacou-se *Upogebia omissa* (32,1%), seguida de *Mooreonuphis lineata* (7,4%), *Microphoxus cornutus* (6,2%) e *Diplodonta punctata* (4,9%). Juntas essas espécies totalizaram 50,6% da abundância relativa.

Na estação #14 (figura 10a) destacaram-se os bivalves *Nucula semiornata* (39,5%), *Ctena pectinella* (21,5%), *Tellina gibber* (11,9%) e *Corbula caribaea* (8,5%). A abundância relativa da estação foi de 81,4%.

Na estação #18 (figura 10b), a maior abundância relativa foi de *Nucula semiornata* (30,1%), seguida de *Ctena pectinella* (18,3%). As duas espécies juntas representaram 48,4% da abundância da estação, que é de 73,3%. Três outras espécies ocorreram na estação: *Mooreonuphis lineata* (15,1%), *Corbula caribaea* (5,7%) e *Crassinella martinicensis* (4,1%).

As estações #19 (83,1%) e #20 (75,2%) tiveram comportamento semelhante (figuras 10c e 10d). *Mooreonuphis lineata* foi a espécie mais abundante em ambas as estações (46% e 43,8% respectivamente); *Nucula semiornata* foi a Segunda espécie mais abundante (10,9% e 7,8% respectivamente).

Na estação #21 (figura 11a), houve maior abundância do anfípoda *Ampelisca brevismulata* (30,6%). *Mooreonuphis lineata* contribuiu com 12,2% da abundância total da estação; *Corbula caribaea*, *Amphiodia atra* e *Nucula semiornata* contribuíram com 5,8%, 4,5% e 4,1% respectivamente. Essas espécies totalizaram 57,2% da abundância na estação.

Na estação #22 (figura 11b), *Notomastus lobatus* (15,9%) e *Mooreonuphis lineata* (15%) foram as mais abundantes, seguidas por *Saltipedis paulensis* (8,1%), *Axiotella* sp. (6,1%), *Kalliapseudes schubartii* (4,3%) e *Pectinaria goudii* (4,3%). A abundância total na estação foi de 55,5%.

Na estação #23 (figura 11c), a abundância total foi de 74,9%. Ocorreram cinco espécies: *Nucula semiornata* (26%), *Mooreonuphis lineata* (22,4%), *Kalliapseudes schubartii* (14,3%), *Cheiriphotis* sp. (7,6%) e *Corbula caribaea* (4,6%).

Na estação #24 (figura 11d), foram encontradas *Mooreonuphis lineata* (47,9%), *Kalliapseudes schubartii* (20,3%) e *Anachis obesa* (4%). A abundância total para a estação foi de 72,2%.

A abundância total na estação #25 (figura 12a) foi de 90,6%. Foram registradas quatro espécies na estação: *Spiochaetopterus* sp. (39,5%), *Notomastus lobatus* (25,6%), *Tellina gibber* (20,9%) e *Macoma tenta* (4,6%).

Na estação #26 (figura 12b) ocorreram cinco espécies sem grandes diferenças na abundância relativa: *Ampelica cristata* (14,7%), *Caprella dilatata* (12,5%), *Ampelisca brevismulata* (10%), *Branchiostoma* sp (10%) e *Olivella nivea* (4%). A abundância total foi de 72,2%.

As abundâncias relativas nas estações #4, #15, #16 e #17 foram inferiores a 1%.

Três grandes grupos contribuíram com 92% da macrofauna: Polychaeta com 1600 indivíduos (36%), Mollusca com 1285 (29%), e Crustacea com 1186 indivíduos (27%). Os grupos menos abundantes foram: Cephalochordata (3%), Echinodermata (2%) e Sipuncula (2%). Os demais grupos da macrofauna somaram juntos apenas 1% do total.

De um modo geral, o poliqueta *Mooreonuphis lineata* foi a espécie mais abundante (#2, #3, #6, #9, #19, #20, #22, e #24), seguida de *Nucula semiornata* (#14, #15, #17, #18, #23).

As espécies de poliquetas mais abundantes foram *Mooreonuphis lineata*, *Notomastus lobatus*, *Goniadides carolinae*, *Owenia fusiformis*, *Glycinde multidentis*, *Pectinaria gouldii* e *Nereis* sp. *Mooreonuphis lineata* contribuiu com 52% do total, seguida de *Notomastus lobatus* com 8,8% e de *Goniadides carolinae* com 3,8%.

Os bivalves mais abundantes foram *Nucula semiornata* (35,8%), *Ctena pectinella* (12,8%), *Tellina gibber* (11,7%), e *Corbula caribaea* (11%), totalizando 71,3% dos moluscos coletados.

Entre os crustáceos, *Kalliapseudes schubartii* foi o mais abundante (20,4%), seguido de *Ampelisca brevismulata* (17,7%), *Pinnixa sayana* (11,1%) e *Cheiriphotis* sp. (8%).

As demais espécies da macrofauna bêntica estudada contribuíram juntas com 5,3% do total.

As maiores abundâncias da macrofauna ocorreram nas estações #5 (92%), #19 (83,1%) e #25 (90,6%), onde a areia muito fina constitui o grão predominante e os teores de matéria orgânica

estão situados entre 4,26% e 6,49%. A estação #14 (81,4%), entretanto, não se enquadra neste padrão uma vez que nela predominam as areias finas e teores proporcionalmente baixos de matéria orgânica (1,77%).

Os menores valores de abundância foram encontrados nas estações #11 (33,2%), #12 (52,3%) e #13 (50,6%) que se caracterizam por altas proporções de areias grossas e baixos teores de matéria orgânica (0,49%; 2,95%; 1,93% respectivamente).

Assim, a abundância relativa da macrofauna aumenta da entrada para a região central da Baía de Sepetiba.

Diversidade, Equitatividade e Riqueza

Os valores de diversidade variaram entre zero (#4) e 4,65 (#26). De um modo geral, a diversidade na região estudada foi relativamente alta, posto que 65,4% das estações apresentaram valores médios ou altos de diversidade (>3).

Os valores mais altos (>4) foram encontrados nas estações #2, #3, #11, #12, #13, #21, #22 e #26. A diversidade está correlacionada positivamente com o tamanho dos grãos (areia muito grossa, areia grossa, areia média e teor de carbonatos), e negativamente com as frações finas (silte e argila), matéria orgânica e grão predominante (tabela 5). A diversidade é maior nas estações caracterizadas pelo predomínio das areias combinado com teores relativamente altos de carbonatos (figura 13). Neste tipo de ambiente, os teores de matéria orgânica no sedimento são tipicamente baixos.

As estações #1, #6, #7, #8, #9, #10, #18, #20 e #23 apresentaram valores médios (entre 3 e 4) de diversidade, enquanto que valores mais baixos (<3) foram encontrados nas estações #4, #5, #14, #15, #16, #17, #19, #24 e #25 (tabela 6). Nas estações em que a diversidade foi baixa (<3)

predominaram os altos teores de matéria orgânica associados às frações finas (silte) ou às areias muito finas.

As estações com maior diversidade foram também as que apresentaram os menores valores de abundância relativa (#11, #12 e #13). Inversamente, as estações com maiores abundâncias foram as que apresentaram os menores valores de diversidade (#5, #19 e #25).

A equitatividade foi relativamente alta na área estudada. Valores de equitatividade superiores a 0,80 foram encontrados em 45,5% das estações, ou em 77,3%, quando considerados os valores superiores a 0,70 (figura 14).

Os valores altos da equitatividade ($>0,80$) nas estações #1, #3, #6, #7, #9, #11, #12, #13, #22, e #26 indicam que a dominância das espécies que nelas ocorrem não foi particularmente acentuada. Aliás, as menores abundâncias registradas na área estudada ocorreram nas estações #11, #12 e #13.

As mais baixas equitatividades ($<0,56$) foram encontradas em apenas 9% das estações: #5 (0,40) e #24 (0,56). A estação #5 é dominada por *Pinnixa sayana* cuja abundância se aproxima dos 80%, já *Mooreonuphuis lineata* é a espécie dominante na estação #24, onde ela responde por aproximadamente 48% da abundância.

Valores médios de equitatividade (entre 0,60 e 0,77) foram encontrados nas estações #2, #8, #10, #14, #18, #19, #20, #21, #23 e #25.

Os maiores valores de abundância corresponderam aos menores valores de equitatividade (#5) e, inversamente, estações com altos valores de equitatividade mostraram pequenos valores de abundância.

Existe uma correlação linear significativamente positiva da riqueza com a granulometria e com os teores de carbonatos no sedimento. As estações mais ricas em número de espécies (#21, #26, #22, #23, #12, #24, #8, #2, #13 e #18, nesta ordem) se caracterizam por sedimentos arenosos (geralmente areia grossa

e média) e teores relativamente altos de carbonatos (média de 12,5%) (figura 15a). O máximo de espécies (57) foi encontrado na estação #21 (figura 15b). O coeficiente de Pearson também mostrou uma correlação linear significativamente positiva entre a riqueza e a profundidade (tabela 5). Foi observado que 66,6% das estações mais ricas em espécies encontram-se em profundidades iguais ou superiores a 10 metros.

A riqueza apresentou valores baixos nas estações #15, #16, #17 e #25, sendo que o menor valor foi encontrado na estação #4 com apenas 1 espécie.

A correlação da riqueza é negativa com as frações finas do sedimento (silte e argila) e com a matéria orgânica.

Densidade

A densidade total estimada foi de 14.719 indivíduos/m² (doravante designado ind/m²) para o conjunto das 26 estações (tabela 7). A maior densidade foi observada na estação #23, próxima a Ilha de Jaguanum com 2.087 ind/m², seguida da estação #24, localizada nas proximidades da Ilha da Marambaia, com um total de 1.840 ind/m². Estações que também apresentaram densidades expressivas foram a #21 (1.824 ind/m²), #22 (1.143 ind/m²), #18 (1.072 ind/m²) e #26 (922 ind/m²). Juntas as seis estações representam 60,9% da densidade total na região estudada. As maiores densidades (ind/m²) ocorreram nas estações caracterizadas por sedimentos arenosos (geralmente areia grossa e média) e teores relativamente altos de carbonatos (média de 12,5%).

As menores densidades ocorreram nas estações #4, #15, #16 e #17 que, juntas, somaram apenas 80 ind/m². Nestas estações ocorreram apenas os bivalves *Macoma tenta* (#4, #15, #16 e #17), *Nucula semiornata* (#15, #16 e #17) e *Abra lioica* (#17) e os crustáceos *Caprella penantis* (#16) e *Kalliapseudes schubartii* (#17).

Em termos gerais, destacaram-se os poliquetas com 38% do total da densidade (figuras 16^a e 16b), principalmente nas estações #19, #20, #22, #24 e #25. Nestas estações, predominaram a areia muito fina e teores relativamente altos de matéria orgânica (4,57%).

Os moluscos contribuíram com 28,9% da densidade total, estando principalmente representados (ind/m²) nas estações #1, #3, #7, #11, #14, #18 e #23. As características sedimentológicas das estações mais densas em moluscos são heterogêneas, variando de areia grossa (#11) ao silte (#1, #3). Os teores médios de carbonatos no sedimento estiveram em torno de 6,1%, mínimo de 0,9% (#14) e máximo de 26% (#23), enquanto que os teores de matéria orgânica tiveram média de 2,9%, mínimo de 0,49% (#11) e máximo de 9,81% (#20).

Os crustáceos foram responsáveis por 25,7% da densidade total. As maiores densidades (ind/m²) ocorreram nas estações #5 (aproximadamente 397 ind/m²), #13 (aproximadamente 213 ind/m²), #21 (aproximadamente 741 ind/m²) e #26 (aproximadamente 477 ind/m²). As estações #13, #21 e #26 representam 78,6% da densidade total e se caracterizam por sedimentos arenosos (sobretudo areia grossa), altos teores médios de carbonatos (21,4%) e baixos teores médios de matéria orgânica (1,6%). A estação #5 (com 21% da densidade total) parece fugir a este padrão. Nela a areia muito fina é o grão predominante e a matéria orgânica (4,72%) apresenta teores superiores aos carbonatos (2,3%).

O anfioxo *Branchiostoma* sp. apresentou densidade bastante modesta (407 ind/m²) quando comparado a *Mooreonuphis lineata* (2.779 ind/m²) e *Nucula semiornata* (1.531 ind/m²). *Branchiostoma* sp. também é pouco frequente (26,0%), comparativamente a *N. semiornata* (76,9%) e a *M. lineata* (69,2%). Por outro lado, poucas espécies da macrofauna bêntica da Baía de Sepetiba mostraram preferências ambientais tão nítidas quanto *Branchiostoma* sp. As maiores densidades de

Branchiostoma sp. (357 ind/m² perfazendo 87% do total) foram encontradas em estações (#8, #10 e #26) caracterizadas por sedimentos cujo grão predominante era a areia grossa, teor médio de carbonatos de 12,1% (mínimo de 11,7% e máximo de 13,7%) e teor médio de matéria orgânica de 0,86% (mínimo de 0,79% e máximo de 0,97%).

Já o poliqueta *Mooreonuphis lineata* e o bivalve *Nucula semiornata* ocorreram em grandes densidades em ambientes bastante diversos. *Mooreonuphis lineata* ocorreu em sedimentos variados (silte, areia muito fina, areia fina, areia grossa) e com teores de carbonatos e matéria orgânica tão baixos quanto 0,8% e 0,79% e tão altos quanto 28,1% e 9,81%, respectivamente. Ainda que fossem consideradas apenas as estações onde *Mooreonuphis lineata* foi encontrada com densidades superiores a 100 ind/m² (#2, #18, #19, #20, #21, #22, #23 e #24), o que corresponderia a 91,7% da densidade total, esse quadro pouco se modificaria. A variedade de sedimentos continuaria grande (silte, areia muito fina, areia fina), os teores de carbonatos situados entre 0,8% a 25,3% e os de matéria orgânica entre 0,81% e 9,81%.

Nucula semiornata também ocorreu em situações ambientais bastante diversas. Nas 20 estações em que esta espécie foi encontrada, a granulometria (grão predominante) variou entre silte e areia grossa, passando por areia muito fina, areia fina e areia média. Os teores de carbonatos estiveram entre zero e 28,1 e os de matéria orgânica entre 0,81% e 9,81%. Limitando-se a análise apenas às estações com densidades superiores a 100 ind/m² (#14, #18 e #23) a granulometria (grão predominante) e os teores de matéria orgânica se comportaram de modo bem mais homogêneo (areia fina e areia média) e 1,26% a 2,54%. Mesmo nestas condições os teores de carbonatos nas estações #14, #18 e #23 continuaram a apresentar grandes variações (0,9% a 26%).

Biomassa

A biomassa total estimada para as 26 estações de coleta foi de 148,1 g/m² de peso calcinado (tabela 8). Poliquetas e moluscos foram os grupos mais importantes em relação à biomassa. Estimou-se que juntos eles representem 72,2% da biomassa total, com 38% e 34,2%, respectivamente. Os equinodermas, apesar da baixa densidade observada, representaram 10,7% da biomassa total. Os crustáceos apresentaram altos valores de densidade e baixos valores de biomassa, ou seja, 8% do total. Os cefalocordados (*Branchiostoma* sp.) correspondem a 4,1% da biomassa, enquanto que os demais grupos reunidos contribuíram com apenas 3,8% do total (figuras 17a e 17b).

A estação #21 figurou entre as estações mais importantes, apresentando o maior valor de biomassa (20,12 g/m² ou 13,6% do total). O ofiuróide *Amphiodia atra* foi responsável por 31,75% da biomassa na estação #21, seguido do poliqueta *Mooreonuphis lineata* (14,3%), dos Sipuncula (9,6%) e dos bivalves *Pitar rostratus* (9,2%) e *Nucula semiornata* (7,1%). Entre os crustáceos destacamos o anfípoda *Ampelisca brevismulata* (4,2%).

As demais estações que se destacaram foram a #2 (7,7 g/m² ou 5,2% do total), #5 (8,6 g/m² ou 5,8% do total), #7 (7,4 g/m² ou 5% do total), #8 (7,4 g/m² ou 5% do total), #18 (10,2 g/m² ou 6,9% do total), #22 (10 g/m² ou 6,7% do total), #23 (15 g/m² ou 10,1% do total), e a #24 (10,8 g/m² ou 7,3% do total).

As estações #2, #5, #7, #8, #18, #21, #22, #23 e #24 correspondem a 65,6% da biomassa total.

Os menores valores de biomassa foram registrados nas estações #4 (0,065 g/m²), #15 (0,089 g/m²), #16 (0,34 g/m²) e #17 (0,192 g/m²). Juntas elas contribuíram com apenas 0,686 g/m², ou seja, 0,5 % do total.

A biomassa total (g/m^2) apresentou padrões espaciais razoavelmente bem marcados. De um modo geral, dois grandes núcleos de biomassa elevada podem ser evidenciados, um próximo ao continente (em frente a Muriqui) e o outro nas proximidades da ilha de Jaguanum (figura 18). Os padrões de distribuição espacial da biomassa por grupos zoológicos de um modo geral, corroboram o padrão geral, mostrando, inclusive alguns refinamentos. Os moluscos por exemplo (figura 19) repetem essencialmente o padrão geral de distribuição espacial da biomassa. A biomassa de equinodermas (figura 20) repete o padrão geral apenas em parte: alta biomassa nas proximidades de Muriqui (não há valores importantes de biomassa nos arredores de Jaguanum). Os poliquetos também repetem o padrão geral de biomassa apenas em parte: alta biomassa nas proximidades de Jaguanum (não há valores importantes de biomassa junto à Muriqui). Os poliquetos mostram ainda um refinamento no padrão geral: um núcleo secundário de biomassa nos arredores da Ponta Mangona (figura 21). A biomassa dos crustáceos segue os mesmos padrões gerais mencionados anteriormente, confirmando porém a existência de um núcleo secundário junto à Ponta Mangona (figura 22) e indicando a presença de um núcleo adicional de biomassa nos arredores da Lage Preta de Fora. O núcleo adicional de biomassa nos arredores da Lage Preta de Fora é confirmado pelo padrão espacial de biomassa mostrado pelos cefalocordados (*Branchiostoma* sp.), figura 23.

Análise de Componentes Principais (ACP)

As análises exploratórias sugerem que as estações estão distribuídas ao longo de um gradiente granulométrico, onde o conjunto geral das estações está disposto em uma matriz de 14 variáveis sendo, 11 ambientais: profundidade (PROF), grão predominante (GP), areia muito grossa (AMG), areia grossa

(AG), areia média (AM), areia fina (AF), areia muito fina (AMF), silte, argila, carbonatos, matéria orgânica (MO) e 3 biológicas: biomassa, riqueza das espécies (R) e diversidade (H'). A análise permitiu distinguir três grandes conjuntos. As estações se reuniram em torno de três variáveis ambientais (granulométricas) principais: areia muito fina (#6, #5, #19, #25 e #9); areias muito grossa a média (#8, #2, #13, #11, #10, #12, #26 e #18); e frações finas (silte e argila) e matéria orgânica (#1, #20, #15, #16, #17 e #4).

O percentual de explicação da variância total nessa matriz de dados na extração de 2 eixos fatoriais (componentes principais) da ACP, foi de 69,66%, onde cada eixo teve a seguinte contribuição:

O eixo I explicou 50,48% da variância total. As variáveis positivamente correlacionadas a ele foram: areia muito grossa, areia grossa, areia média, carbonatos, diversidade, riqueza e biomassa. As variáveis que apresentaram maior afinidade com o eixo I foram: diversidade, areia média e carbonatos, em torno das quais se agruparam as estações com as maiores granulometrias ou as que foram fortemente influenciadas por elas (#8, #2, #13, #11, #10, #12, #26 e #18). Em contra partida, estiveram correlacionados negativamente ao primeiro eixo e, conseqüentemente, numa relação inversa com as variáveis citadas: silte, matéria orgânica, argila, grão predominante e areia muito fina, (tabela 9). O eixo I permite identificar a influência, principalmente dos fatores ambientais, embora exista uma variável biológica (diversidade) com projeção significativa no eixo (figura 24).

O eixo II explicou 19,18% da variância. A variável com maior correlação positiva foi areia fina (#22, #21, #23, #24). Outras variáveis com forte influência sobre o eixo II são: areia muito fina (#5, #6, #19, #7, #25 e #9), biomassa (#21, #23 e #24).

Análise de Agrupamento

Os dendrogramas modo r e q foram confeccionados a partir de uma matriz original onde 55 espécies foram selecionadas com valores de frequência igual ou superior a 15%.

A análise de agrupamento da matriz de associações entre estações (modo q) possibilitou distinguir sete agrupamentos de estações (Figura 25) com base nas características sedimentológicas da região e similaridade entre 20% e 60%.

O agrupamento I formado pelas estações: #24, #22, #23, #21 e #26, apresentou níveis de similaridade um pouco superiores a 50%. Nestas estações predominam as areias muito finas (#22), areias finas (#24, #23 e #21) e as areias grossas (#26) com teores elevados de carbonatos (média de 13,28%).

O agrupamento II (similaridade próxima a 60%) reúne duas estações (#18 e #20) com grãos predominantes bem diferentes, areia média e silte, respectivamente. Uma análise da composição granulométrica das duas estações revela, entretanto, que as altas proporções de areia fina constitui uma característica comum entre elas. Os teores de silte são elevados na estação #20 (9,81%) e reduzidos na #18 (1,26%).

Nas estações #3, #19 e #14 (agrupamento III) predominam o silte (#3), a areia muito fina (#19) e a areia fina (#14). As estações #19 e #14, entretanto, apresentam também proporções elevadas de silte. A média da matéria orgânica encontrada para as três estações foi em torno de 3,4%.

O agrupamento IV reúne as estações: 02, 13, 10, 12 e 08, onde predominam as areias médias e grossas e teores elevados de carbonatos (13,56%).

Nas estações que formam o agrupamento V (#6, #5, #9, #7 e #1) predominam as areias finas e muito finas, sempre com grandes proporções de silte e teores relativamente altos de matéria orgânica (4,49%). Dentro do agrupamento V é possível distinguir ainda um subgrupo (#1 e #7), similaridade próxima a

50%) onde o silte é o grão predominante e a média da matéria orgânica situa-se em torno de 6,1%.

O agrupamento VI (# 11), onde predominam a areia grossa e baixos teores de carbonatos e de matéria orgânica ficou isolada das demais.

O agrupamento VII(#25, #17, #4, #16 e #15) é caracterizado pela predominância das frações finas no sedimento (silte e argila) e altos teores de matéria orgânica (média de 7,26%). As estações #4, #15, #16 e #17 situam-se exatamente na área em que as dragas que fazem a manutenção do canal de navegação do Porto de Sepetiba despejam os sedimentos.

De um modo geral os agrupamentos encontrados refletem um mosaico sedimentológico (granulometria, teores de carbonatos e matéria orgânica) e os complexos padrões hidrológicos existentes na Baía de Sepetiba.

A análise de agrupamento da matriz de associações entre espécies (modo r) possibilitou distinguir três agrupamentos ou associações bênticas (Figura 26), com similaridade entre 38% e 49%.

As três associações de espécies mencionadas a seguir estão muito provavelmente ligadas as características sedimentológicas da região. As demais associações sugeridas pela análise de agrupamento não puderam ser explicadas satisfatoriamente pelos dados disponíveis.

As espécies que constituem o agrupamento A, com similaridade em torno de 45% ocorreram predominantemente nas areias finas, muito finas e silte, mas combinados a proporções mais baixas de grãos grossos (sobretudo areia média e ocasionalmente areia grossa): *Anachis obesa*, *Caprella equilibra*, *Corbula caribaea*, *Poecilochaetos australis*, *Cooperella atlantica*, *Ctena pectinella*, *Tellina gibber*, *Nucula semiornata*, *Nereis* sp. e *Mooreonuphis lineata*.

Uma outra associação (agrupamento B; similaridade próxima a 49%) é a das espécies que ocorrem predominantemente nas areias

médias e grossas com teores elevados de carbonatos (13,56%): *Branchiostoma* sp., *Goniadides carolinae*, *Diplodonta punctata*, *Syllididae* sp., *Chone duneri* e *Upogebia omissa*.

Um grupo reduzido de cinco espécies encontra-se visivelmente destacado dos demais (agrupamento C; similaridade em torno de 38%): *Pinnixa sayana*, *Sthenelanelle* sp., *Pitar rostratus*, *Paraprionospio pinnata* e *Spiochaetopterus nonatoi*. Estas espécies ocorreram frequentemente (>60%) em estações (#1, #5, #6, #7 e #9) caracterizadas pela seguinte combinação sedimentológica: por um lado a predominância de grãos finos (silte, argila e areia muito fina e areia fina) e, por outro lado, pela ausência quase total dos grãos grossos (areias média, grossa e muito grossa). Estas mesmas espécies ocorreram mais frequentemente (>80%) em estações (#5, #7 e #9) com predomínio de areia muito fina e silte, e ausência quase completa de grãos grossos.

DISCUSSÃO

Sedimentologia

Sedimentologicamente, a Baía de Sepetiba apresenta-se como um complexo mosaico granulométrico. Este padrão de mosaico textural também tem sido encontrado em outras Baías, como na Baía de Paranaguá (Lana, 1986) e em Botany Bay, Austrália (Morrissey et al., 1992). Na área estudada predominam as frações arenosas; as áreas com predomínio de siltes encontram-se espacialmente bastante limitadas. A tendência geral encontrada, na área estudada, parece prevalecer para a Baía como um todo (Coutinho, 1965; Ponçano, 1976; Moura et al., 1982; FEEMA/GTZ, 1999).

O predomínio das areias na entrada da Baía, sua diminuição gradativa de tamanho até o lado oeste da Ilha de Jaguanum, e o aumento na proporção dos grãos maiores ao sul e a leste da Ilha de Jaguanum parece ser um padrão geral bem estabelecido para esta parte da Baía. A granulometria diminui progressivamente na direção leste quando começam a ocorrer os fundos predominantemente siltosos e argilosos. Os sedimentos siltosos predominam também junto à margem continental. Resultados semelhantes podem ser retirados dos mapas granulométricos efetuados a partir de dados obtidos em fevereiro de 1996 pela FEEMA/GTZ (1999: 74, figuras 7, 7.1, 8 e 9).

A distribuição do sedimento está ligada a uma série de fatores, entre eles o padrão de circulação local. A circulação na Baía de Sepetiba é gerada principalmente pela maré (Fragoso, 1999). Na baía, a maré penetra por um único canal e encontra um forte gradiente batimétrico, que provoca diferença de fase significativa entre a embocadura e o fundo da baía, provocando maiores velocidades de corrente de maré. As maiores velocidades se encontram sempre no canal localizado entre as

Ilhas de Itacuruçá e Jaguanum, tanto nas enchentes quanto nas vazantes. As menores velocidades estão no setor leste da baía.

Uma comparação entre os mapas de distribuição espacial dos tipos de sedimento (figura 4) e dos mapas de velocidade de correntes encontrados em Fragoso (1999) (figuras 2a e 2b), revela, como era de se esperar, o predomínio dos maiores diâmetros de grão nas regiões mais energéticas situadas ao longo dos canais de corrente de maré. Nestes canais se encontram as maiores velocidades de correntes geradas tanto pela maré enchente quanto pela maré vazante.

Da mesma forma, as regiões deposicionais, ricas em frações finas e em matéria orgânica, estão associadas as menores velocidades de correntes de maré. O coeficiente de correlação entre os teores de matéria orgânica e a porcentagem de argila no sedimento é elevada ($r = 0,84$).

A distribuição dos carbonatos na região estudada está associada basicamente aos sedimentos arenosos. Foram encontrados dois núcleos principais de concentração de carbonatos, fora dos quais os teores de carbonatos são baixos. Valores baixos de carbonatos são comuns ao longo das costas lateríticas, graníticas ou argilosas (Ottman, 1967; Lana, 1981). Assim sendo, o esperado é que os teores mais elevados sejam encontrados em fundos ricos em restos calcários. É flagrante a superposição das localizações das áreas com altos teores de carbonatos (figura 5) e das áreas com maior biomassa de moluscos e equinodermas (figuras 19 e 20), principais grupos produtores de carbonato da macrofauna bêntica local. Os teores de carbonato de cálcio encontrados por Coutinho (1965) em sedimentos finos na porção leste da Baía de Sepetiba foram baixos e exclusivamente de origem orgânica.

Quantidades expressivas de matéria orgânica foram encontradas em duas regiões principais, uma delas junto ao continente (figura 6). É interessante notar que os máximos de biomassa total e por grupos zoológicos (figuras 18, 17a e 17b)

não coincidem com os picos de matéria orgânica no sedimento. Seria interessante um estudo da razão carbono/nitrogênio (C/N) nos sedimentos para determinar o predomínio de uma fonte marinha ou terrestre para a matéria orgânica. No momento, porém, é plausível supor que os grandes valores de matéria orgânica no sedimento próximo ao continente (Muriqui) possam advir principalmente de uma fonte terrestre. São escassos os estudos sobre a distribuição da matéria orgânica na Baía de Sepetiba. Os dados atuais não permitem a formulação de hipóteses para explicar os grandes valores de matéria orgânica no extremo leste da região estudada.

Macrofauna Bêntica

Na Baía como um todo, Polychaeta, Crustacea e Mollusca, nesta ordem, foram nitidamente os taxons mais importantes na comunidade macrobentônica, se destacando em termos de abundância, densidade e riqueza de espécies.

A importância relativa destes grupos de organismos também foi evidenciada por diversos autores (e.g., Paiva, 1996; Karakassis & Eleftheriou, 1997; Mannino & Montagna, 1997; Petty, 1997; Flach & Bruin, 1999; Dittmann, 2000). Os poliquetos despontam, via de regra, como o grupo mais importante; moluscos e crustáceos se alternam em importância relativa segundo a situação local. Ocasional e localizadamente, os equinodermas podem predominar (Tommasi, 1967; Sumida, 1997).

A diferença relativa na riqueza de espécies entre poliquetos, crustáceos e moluscos na Baía de Sepetiba assemelha-se àquela encontrada por outros autores em ambientes costeiros (e.g., Tommasi, 1967; Dauvin, 1988; Paiva, 1996; Karakassis & Eleftheriou, 1997; Petty, 1997). Entretanto, os valores de abundância relativa podem estar mais sujeitos a condições locais. Assim, Mannino & Montagna (1997), por

exemplo, encontram na Baía de Nueces (Texas) valores de abundância para os poliquetos em torno de 71,8% (moluscos, 14%; crustáceos, 11%). Aumentos substanciais na densidade de algumas espécies podem levar a modificações importantes na composição da abundância relativa da comunidade (Grémare et al., 1998).

A abundância, a diversidade e a riqueza da macrofauna na Baía de Sepetiba variaram segundo a sedimentologia. São inúmeros os trabalhos correlacionando os padrões espaciais de abundância, diversidade e riqueza do macrobentos com o sedimento (e.g., Petersen, 1913; Ford, 1923; Davis, 1925; Tommasi, 1967; Fernandes, 1977; Lana, 1981; Shin & Thompson, 1982; Alongi, 1990; Mannino & Montagna, 1997). A relação entre a macroinfauna e o sedimento foi objeto de várias revisões (Thorson, 1957; Gray, 1974; 1981; Rhoads, 1974; Pérès, 1982; Hall, 1994) e, recentemente, foi revista num estudo realizado por Snelgrove & Butman (1994).

Na Baía de Sepetiba, as maiores abundâncias da macrofauna ocorreram nas estações onde a areia muito fina constitui o grão predominante e os teores de matéria orgânica são relativamente altos.

A diversidade e a riqueza de espécies, estão correlacionadas positivamente com o tamanho dos grãos (areia muito grossa, areia grossa, areia média e teor de carbonatos). Diversidade e riqueza foram maiores nas estações caracterizadas pelo predomínio das areias. As maiores densidades (ind/m^2) ocorreram também nas estações caracterizadas por sedimentos arenosos (geralmente areia grossa e média) e teores relativamente altos de carbonatos. A correlação da diversidade e da riqueza é negativa com as frações finas do sedimento (silte e argila) e com a matéria orgânica. É flagrante a dificuldade em se formular padrões para além de escalas locais (Snelgrove & Butman, 1994). Entretanto, parece ser uma tendência geral que, para uma mesma

área, a macrofauna dos sedimentos ricos em areias seja, comparativamente, mais diversa e rica do que a fauna dos sedimentos predominantemente siltosos e argilosos (Lana, 1981; Datta & Sarangi, 1987; Gomes, 1989; Paiva, 1996; Mannino & Montagna, 1997; Petty, 1997).

As estações com maior diversidade foram também as que apresentaram os menores valores de abundância. Inversamente, as estações com maiores abundâncias foram as que apresentaram os menores valores de diversidade. A relação diversidade-abundância tem sido utilizada por diversos autores para estimar os efeitos da eutrofização sobre a fauna bêntica (Clark, 1997); áreas com alta diversidade relativas à abundância têm sido interpretadas como estando livres dos efeitos da eutrofização.

A abundância da macrofauna aumenta da entrada para a região central da Baía de Sepetiba. Resultados semelhantes foram encontrados por Bemvenuti et al. (1978) na região estuarial da Lagoa dos Patos.

Diversos autores salientam o predomínio de espécies raras. Esta proporção elevada de espécies raras e esporádicas pode ser tomada como indício de heterogeneidade espacial acentuada. (Lana, 1981; Field et al., 1982; Milligan & Cooper, 1987; Sumida, 1994; Paiva, 1996). Na Baía de Sepetiba as espécies raras estão localizadas mais junto a entrada, enquanto que mais para o interior da Baía ou junto ao continente o número de espécie raras diminui. Infelizmente, a ausência de estudos considerando os padrões de frequência da macrofauna bêntica da baía, como um todo, limita a comparação dos nossos resultados.

O anfioxo *Branchiostoma* sp. apresentou baixas densidades em relação a *Mooreonuphis lineata* e a *Nucula semiornata*. *Branchiostoma* sp. também foi pouco frequente, comparativamente a *N. semiornata* e a *M. lineata*. Entretanto, poucas espécies da macrofauna bêntica da Baía de Sepetiba mostraram preferências ambientais tão nítidas quanto *Branchiostoma* sp.

As maiores densidades de *Branchiostoma* sp. foram encontradas em estações caracterizadas por sedimentos cujo grão predominante era a areia grossa. Segundo Yamaguchi & Kikuchi (1985), em termos granulométricos, o habitat da espécie japonesa *Branchiostoma belcheri* é bastante restrito (areia grossa); já *Branchiostoma floridae* parece estar limitado aos fundos compostos predominantemente de areia fina (Stokes, 1996).

Poliquetas e moluscos foram os grupos mais importantes em relação a biomassa, enquanto que os crustáceos apresentaram altos valores de densidade e baixos valores da biomassa total. Os equinodermas apesar da baixa densidade observada, apresentaram expressivos valores de biomassa total. Esta ausência de correspondência direta entre biomassa e densidade também foi assinalada por Petty, 1997.

De um modo geral, os conjuntos revelados pela análise de agrupamento refletem o mosaico sedimentológico e os complexos padrões hidrológicos existentes na Baía de Sepetiba.

As associações de espécies da macrofauna bêntica com preferências por tipos sedimentares tem sido reconhecidas por diversos autores, havendo, naturalmente, uma grande variação entre regiões (e.g., Gomes, 1989; Alves, 1990; Brasil, 1995; Paiva, 1996; Petty, 1997; Sumida, 1994; 1997). Na Baía de Sepetiba, provavelmente três das associações bênticas encontradas estão ligadas às características sedimentológicas da região:

(1) areia muito fina e silte, e ausência quase completa de grãos grossos: *Pinnixa sayana*, *Sthenelanelia* sp., *Pitar rostratus*, *Paraprionospio pinnata* e *Spiochaetopterus nonato*;

(2) areias médias e grossas com teores elevados de carbonatos: *Branchiostoma* sp., *Goniadides carolinae*, *Diplodonta punctata*, *Syllididae* sp., *Chone duneri* e *Upogebia omissa*;

(3) areias finas, muito finas e silte, combinados a proporções mais baixas de grãos grossos (sobretudo areia média e ocasionalmente areia grossa): *Anachis obesa*, *Caprella equilibra*, *Corbula caribaea*, *Poecilochaetus australis*, *Cooperella atlantica*, *Ctena pectinella*, *Tellina gibber*, *Nucula semiornata*, *Nereis* sp. e *Mooreonuphis lineata*.

As demais associações sugeridas pela análise de agrupamento não puderam ser explicadas satisfatoriamente pelos dados disponíveis.

CONCLUSÕES

As seguintes conclusões foram obtidas a partir da análise dos resultados:

Três associações bênticas foram identificadas na região em relação às características sedimentológicas:

- areia muito fina e silte, e ausência quase completa de grãos grossos constituída por: *Pinnixa sayana*, *Sthenelanelia* sp., *Pitar rostratus*, *Paraprionospio pinnata* e *Spiochaetopterus nonatoi*);
- areias médias e grossas com teores elevados de carbonatos: *Branchiostoma* sp., *Goniadides carolinae*, *Diplodonta punctata*, *Syllididae* sp., *Chone duneri* e *Upogebia omissa*;
- areias finas, muito finas e silte, combinados a proporções mais baixas de grãos grossos (sobretudo areia média e ocasionalmente areia grossa): *Anachis obesa*, *Caprella equilibra*, *Corbula caribaea*, *Poecilochaetus australis*, *Cooperella atlantica*, *Ctena pectinella*, *Tellina gibber*, *Nucula semiornata*, *Nereis* sp. e *Mooreonuphis lineata*.

Diversidade e riqueza foram maiores nas estações caracterizadas pelo predomínio das areias. As estações com maior diversidade foram também as que apresentaram os menores valores de abundância. Inversamente, as estações com maiores abundâncias foram as que apresentaram os menores valores de diversidade.

O padrão de distribuição da biomassa revela a existência de dois núcleos bem individualizados, um próximo ao continente (arredores de Muriqui), outro a sudeste da Ilha de Jaguanum. Poliquetas e moluscos foram os grupos que mais contribuíram.

As maiores abundâncias da macrofauna ocorreram nas áreas onde a areia muito fina constitui o grão predominante e os teores de matéria orgânica são relativamente altos. A abundância da macrofauna parece aumentar da entrada para a região central da Baía de Sepetiba.

As maiores densidades ocorreram também nas estações caracterizadas por sedimentos arenosos (geralmente areia grossa e média) e teores relativamente altos de carbonatos.

As espécies raras parecem estar localizadas mais junto à entrada da Baía, enquanto que mais para o interior da Baía ou junto ao continente o número de espécie raras parece diminuir.

Foram identificados dois núcleos bem distintos com altos teores de carbonato; os núcleos de máxima de carbonatos coincidem com a maior biomassa de moluscos e equinodermas.

Também foram determinados duas áreas com teores máximos de matéria orgânica, sem que essas áreas pudessem ser correlacionadas com os máximos de biomassa total ou por grupos zoológicos. É possível que os grandes valores de matéria orgânica no sedimento próximo ao continente (Muriqui) possam ser ocasionadas por fatores antropogênicos.

Sedimentologicamente, a Baía de Sepetiba apresenta-se como um complexo mosaico granulométrico. Há um predomínio das areias na entrada da Baía; a granulometria diminui gradativamente até o lado oeste da Ilha de Jaguanum, aumentando novamente ao sul e a leste da Ilha. A granulometria diminui progressivamente na direção leste quando começam a ocorrer os fundos siltosos e argilosos. Os sedimentos siltosos predominam em boa parte da margem continental.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Absalão, R.S., 1986. Discriminação ambiental entre associações de moluscos macro bentônicos ao largo de Rio Grande, RS, Brasil. Situação inverno - primavera. *Dissertação de Mestrado*, Fundação Universidade do Rio Grande, Oceanografia Biológica. 126 p.
- Absher, T.M., 1982. Aspectos oceanográficos e malacofauna bêntica da Enseada das Palmas, Ilha Anchieta, São Paulo. *Dissertação de Mestrado*, Universidade de São Paulo, Instituto Oceanográfico. 110 p.
- Alongi, D.M., 1990. The ecology of tropical soft-bottom benthic ecosystems. *Oceanography Marine Biology: an Annual Review*, 28: 381-496.
- Alves, A.F.S., 1990. Associações de moluscos e equinodermas da plataforma continental interna entre Cabo Frio e Saquarema (RJ) e suas características ambientais. *Dissertação de Mestrado*, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Instituto de Geociências. 127 p.
- Amaral, A.C.Z., 1975. Ecologia e contribuição dos anelídeos poliquetos para a biomassa bêntica da zona das marés no litoral norte do Estado de São Paulo. *Dissertação de Mestrado*, Universidade de São Paulo, Instituto Oceanográfico. 104 p.
- Bemvenuti, C.E.; Capitoli, R.R. & Gianuca, N.M., 1978. Estudos de ecologia bentônica na região estuarial da Lagoa dos Patos. II - Distribuição quantitativa do macrobentos infralitoral. *Atlântica*, Rio Grande, 3: 23 - 32.

- Brasil, A.C.S., 1995. Distribuição Espacial dos Annelida - Polychaeta em Substratos Não Consolidados do Saco do Céu - Ilha Grande - Angra dos Reis - RJ. *Dissertação de Mestrado*. Museu Nacional. Universidade Federal do Rio de Janeiro, 149 p.
- Bronnimann, P.; Moura, J.A. & Dias-Brito, D., 1981. Estudos ecológicos na Baía de Sepetiba, Rio de Janeiro, Brasil: foraminíferos. In: *ANAIS DO II CONGRESSO LATINO-AMERICANO DE PALEONTOLOGIA*, Porto Alegre, 861-875.
- Capitoli, R.R.; Bemvenuti, C.E. & Gianuca, N.M., 1978. Estudos de ecologia bentônica na região estuarial da Lagoa dos Patos. I - As comunidades bentônicas. Rio Grande: *Atlântica*, , 3: 5-22.
- Carvalho, C.E.; Lacerda, L.D. & Gomes, M.P., 1990. Heavy metal contamination of the marine biota along the Rio de Janeiro Coast - SE, Brasil. *Review Water Oil and Soil Pollution*, 645 - 653.
- Clark, R.B., 1997. *Marine Pollution*. Fourth edition. Oxford University Press Inc., New York, 161 p.
- Coutinho, P.N., 1965. Contribuição à sedimentologia e microfauna da Baía de Sepetiba. *Trabalhos do Instituto Oceanográfico*, Universidade Federal de Pernambuco, 7(8): 115-122.
- Datta, N.C. & Sarangi, N., 1987. Benthic macroinvertebrate community of estuarine waters of West Bengal, India. *Biology of Benthic Marine Organisms Techniques and Methods as applied to the Indian Ocean*. A.A.Beukema/ Rotterdam, 247-255.

- Eleftheriøre, A. & Holme, D.J., 1984. The macrobenthic infauna of the offshore northern North Sea. *Journal of Marine Biological Association United Kingdom* 69: 123-143.
- FEEMA/GTZ, 1999. Avaliação da qualidade da água da Baía da Baía de Sepetiba(1995-1998). Relatório de Resultados.177 p.
- Fernandes, F.C., 1977. Contribuição à ecologia dos bivalves do infralitoral de fundos moles da região de Ubatuba (São Paulo). *Dissertação de Mestrado*, Universidade de São Paulo, Instituto Oceanográfico. 70 p.
- Field, J. D.; K. R. & Warwick, R.M., 1982. A practical strategy for analysing multispecies distribution patters. *Marine Ecology Progress Series*, 8: 37 - 52.
- Flach, E. & de Bruin. W., 1999. Diversity patterns in macrobenthos across a continental slope in the NE Atlantic. *Journal of Sea Research*, 42: 303 - 323.
- Ford, E., 1923. Animal communities of the level sea-bottom in the waters adjacent to Plymouth. *Journal of the Marine Biological Asociation of the United Kingdom*, 13, 164-224.
- Fragoso, M.R., 1995. Estimativa do Padrão de Circulação da Baía de Sepetiba (RJ) Através de Modelagem Numérica. *Monografia de Graduação*, Depto. Oceanografia - UERJ, Rio de Janeiro, 84 p.
- Fragoso, M.R., 1999. Estudo numérico da circulação marinha da região das Baías de Sepetiba e Ilha Grande. *Dissertação de Mestrado*. Instituto Oceanográfico da Universidade de São Paulo. 120 p.

- Gaston, G.R.; J.h.W. Bartlett; McAllister, A . P. & Heard, R.W., 1996. Biomass variations of estuarines preserved in ethanol and formalin. *Estuaries*, 19(3): 674 - 679.
- Gomes, A.S., 1989. Distribuição espacial dos moluscos bivalves na região da Plataforma continental do Cano Frio, Praia de Massambaba, Estado do Rio de Janeiro, Brasil. *Dissertação de Mestrado*, Museu Nacional UFRJ, RJ. 121 p.
- Gonçalves, E.M., 1989. Padrões de distribuição de Bivalvia e Gastropoda na plataforma continental da costa sudeste do Brasil (24° 08' S - 27° 23'S). *Dissertação de Mestrado*, Universidade Federal do Paraná, Ciências Biológicas. 76 p.
- Gray, J.S., 1974. Animal-sediment Relationships. *Oceanographie and Marine Biology: An Annual Review*. 12, 223-261.
- Gray, J.S., 1981. *The Ecology of Marine Sediments. An Introduction to the Structures and Function of Benthic Communities*. Cambridge: Cambridge University Press. 185 p.
- Gray, J.S. & Pearson, T.H., 1982. Objective selection of sensitive species indicative of pollution-induced change in benthic communities. I. Comparative methodology. *Marine Ecology Progress Series*, 9(2): 111-119.
- Grémare, A.; Amouroux, J.M. & Vétion, G., 1998. Long-term comparison of macrobenthos within the soft bottoms of the Bay of Banyuls-sur-mer. (northwestern Mediterranean Sea). *Journal of Sea Research*, 40: 281 - 302.
- Guille, A., 1970. Benthic bionomy of continental shelf of the french catalane coast. II. Benthic communities of the macrofauna. *Vie Milieu*, 21(8): 149 - 280.

- Hall, S.J., 1994. Physical disturbance and marine benthic communities: life in unconsolidated sediments. *Oceanography and Marine Biology: An Annual Review*. 32, 179-239.
- Hatcher, B.G.; Johannes, R.E. & Robertson, A.I., 1989. Review of research relevant to the conservation of shallow tropical marine ecosystems. *Oceanographic Marine Biology Annual Review*, 27: 337-414.
- Karakassis, I. & Eleiftheriou, A., 1997. The continental shelf of Crete: structure of macrobenthic communities. *Marine Ecology Progress Series*, 160: 185 - 196.
- Krebs, C.J., 1989. *Ecological methodology*. Harper Collins, New York, 654 p.
- Lana, P.C., 1981. Padrões de distribuição e diversidade de anelídeos poliquetos na região de Ubatuba, Estado de São Paulo. *Dissertação de Mestrado*. Instituto Oceanográfico da Universidade de São Paulo. 111 p.
- Lana, P.C., 1986. Macrofauna benthica de fundos sublitorais não consolidados da Baía de Paranaguá (Paraná). *Nerítica*, 1(3): 79 - 89.
- Legendre, L. & Legendre, P., 1983. *Numerical Ecology*, Elsevier, New York, 420 p.
- Magurran, A.E., 1988. *Ecological Diversity and Its Measurement*. Princeton University Press. Princeton, New Jersey.

- Pérès, J.M., 1982. Major benthic assemblages. In *Marine Ecology, volume V, Ocean management, Part I*, O.Kinne(es.). Chichester, England: John Wiley, 373-522.
- Petersen, C.G.J., 1913. Valuation of the sea. II. The animal communities of the sea-bottom and their importance for marine zoogeography. *Report of the Danish Biological Station to the Board of Agriculture*, 21: 1-44.
- 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. 79 p.
- Pfeiffer, W.C., Lacerda, L.D.; Fiszman, M. & Lima, T.J.M., 1985. Metais pesados no pescado da Baía de Sepetiba, estado do Rio de Janeiro, RJ. *Ciência e Cultura*, 37 (2): 297 - 302.
- Pires-Vanin, A.M.S., 1989. Estrutura e dinâmica da megafauna bêmica na plataforma continental da região norte do Estado de São Paulo. *Tese de livre-docência*, Universidade de São Paulo, Instituto Oceanográfico. São Paulo, 172 p.
- Ponçano, W.L., 1976. Sedimentação atual na Baía de Sepetiba, Estado do Rio de Janeiro. Um estudo para a avaliação da viabilidade geotécnica de implantação de um porto. *Dissertação de Mestrado*, Instituto de Geociências, Universidade de São Paulo, 44 p.
- Rakociński, C.F.; Brown, S.S.; Gaston, G.R.; Heard, R.W.; Walker, W.W. & Summers, J.K., 2000. Species-abundance-biomass responses by estuarine macrobenthos to sediment

- chemical contamination. *Journal of Aquatic Ecosystem Stress and Recovery*, 7: 201 - 214.
- Rezende, C.E.; Lacerda, L.D. & Pfeiffer, W.C., 1991. Evolution of heavy metal contamination (1980-1989) of the Sepetiba Bay determined using beach sands as monitors. *Ciência e Cultura*, 43(1): 61-63.
- Rhoads, D.C., 1974. Organism-Sediment Relations on the Muddy seafloor. *Oceanographie and Marine Biology: An Annual Review*. 12, 263-300.
- Shin, P.K.S. & Thompson, G.B., 1982. Spatial distribution of the infaunal benthos of Hong Kong. *Marine Ecology Progress Series*, 10(1): 37 - 47.
- Signorini, S.R., 1980a. A Study of The Circulation in Bay of Ilha Grande and Bay of Sepetiba Part I, A Survey of the Circulation Based on Experimental Field Data. *Boletim Instituto Oceanográfico de São Paulo*, 29(1): 41-55.
- Signorini, S.R., 1980b. A Study of the Circulation in Bay of Ilha Grande and Bay of Sepetiba Part II, An Assessment to the Tidally and Wind-Driven Circulation Using a Finite Element Numerical Model. *Boletim Instituto Oceanográfico de São Paulo*, 29(1): 57-68.
- Silva, S.H.G., 1977. Anfioxos da Marambaia, RJ: Aspectos taxonômicos e ecológicos. *Dissertação de Mestrado*, Universidade Federal do Rio de Janeiro, 84 p.

- Silva, S.H.G., 1980. Uma nova espécie do gênero *Branchiostoma* da costa brasileira (Cephalochordata). *Revista Brasileira de Biologia*, 40 (2): 361 - 365.
- Snelgrove, P.V.R. & Butman, C.A., 1994. Animal-sediment relationships revisited: cause versus effect. *Oceanography and Marine Biology: An Annual Review*. 32, 111-177.
- Somerfield, P.J. & Gage, J.D., 2000. Community structure of the benthos in Scottish Sea-lochs, IV. Multivariate spatial pattern. *Marine Biology*, 136:1133 - 1145.
- Stokes, M.D., 1996. Larval settlement, post-settlement growth and secondary production of the Florida lancelet (= amphioxus) *Branchiostoma floridae*. *Marine Ecology Progress Series*, 130: 71 - 84.
- Suguio, K., 1973. *Introdução à Sedimentologia*. São Paulo, Edgard Blücher, 317 p.
- Sumida, P.Y.G., 1994. Associações bênticas da quebra da plataforma e talude superior ao largo de Ubatuba-SP, Brasil. *Dissertação de Mestrado*. Instituto Oceanográfico da Universidade de São Paulo, 102 p.
- Sumida, P.Y.G. & Pires-Vanin, A.M.S., 1997. Benthic associations of the shelfbreak and upper slope off Ubatuba-SP, south-eastern Brazil. *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, 44, 779 - 784.
- Tenório, M.M.B., 1999. Caracterização e distribuição da biomassa fitoplanctônica por classe de tamanho na Baía de Sepetiba, RJ. *Dissertação de Mestrado*, Instituto de

Ciências Biológicas e Ambientais , Universidade Santa Úrsula, 158 p.

Thorson, G., 1957. Bottom communities(sublittoral or shallow shelf). *Geological Society of America Memoir*, 67: 461-534.

Tommasi, L.R., 1967. Observações preliminares sobre a fauna bêntica de sedimentos moles da Baía de Santos e regiões vizinhas. *Boletim do Instituto Oceanográfico da Universidade de São Paulo*, 16: 43 - 65.

Yamaguchi, T. & Kikuchi, T., 1985. Representative shore animals in the Amakusa Islands (2). The amphioxus *Branchiostoma belcheri*. *Calanus*, 9: 21 - 32.

Widbom, B., 1984. Determination of average individual dry weights and ash-free dry weights in different sieve fractions of marine meiofauna. *Marine Biology*, 84: 101 - 108.

Williamson, M., 1996. *Biological invasions*. Published by Chapman and Hall, London, 244 p.

TABELAS

Tabela 1: Data, localização , valores de temperatura (0°C) e profundidade (m) das estações de coleta

Data	Estação	Latitude	Longitude	T°C(fundo)	Prof. (m)
06/10/98	1	22° 55'58"	043° 55'06"		2.5
06/10/98	2	22° 57'51"	043° 53'31"		16.9
06/10/98	3	22° 59'51"	043° 51'38"		7.5
06/10/98	4	23° 01'48"	043° 49'48"		6.0
06/10/98	5	23° 01'12"	043° 53'36"		2.8
06/10/98	6	22° 57'36"	043° 51'20"		11.5
06/10/98	7	22° 57'20"	044° 00'54"		3.7
06/10/98	8	22° 59'10"	043° 59'14"		8.0
06/10/98	9	23° 01'06"	043° 57'34"		9.5
06/10/98	10	23° 01'49"	043° 56'15"		3.6
06/10/98	11	23° 02'42"	043° 59'36"		4.2
06/10/98	12	23° 00'48"	044° 01'18"		24.8
06/10/98	13	22° 59'00"	044° 03'12"		7.5
28/05/00	14	22° 58'10"	043° 51'42"	22.9	9.1
28/05/00	15	22° 59'59"	043° 49'32"	22.7	7.4
28/05/00	16	23° 01'50"	043° 47'58"	22.8	7.4
28/05/00	17	23° 01'32"	043° 51'26"	22.8	6.0
28/05/00	18	22° 59'36"	043° 53'28"	22.9	10.6
28/05/00	19	22° 57'34"	043° 55'44"	23.0	14.0
28/05/00	20	22° 56'06"	043° 56'54"	23.0	4.3
28/05/00	21	22° 57'18"	043° 59'12"	23.1	7.8
28/05/00	22	22° 59'00"	043° 57'18"	23.0	19.5
28/05/00	23	23° 01'00"	043° 55'42"	23.1	14.3
28/05/00	24	23° 01'58"	043° 57'58"	23.2	6.7
28/05/00	25	23° 00'42"	043° 59'30"	23.2	13.8
28/05/00	26	23° 59'12"	044° 00'54"	23.2	11.0

Tabela 2: Características sedimentológicas, porcentagem de carbonatos e matéria orgânica das estações estudadas.

Estações	Prof.	G Pred	G Médio	AMG	AG	AM	AF	AMF	Silte	Argila	MO	Carbon.	Grau de Seleção
1	2.5	5	4,6	0,0	0,1	0,0	0,0	17,9	61,7	6,0	7,5	1,6	Pobrememente selecionado
2	16.9	2	1,2	14,3	22,5	0,0	0,0	0,6	6,0	1,5	0,8	3,2	Pobrememente selecionado
3	7.5	5	3,2	8,8	0,0	0,0	22,4	18,1	24,0	2,4	4,3	3,4	Muito pobre/ selecionado
4	6.0	5	5,9	0,0	0,0	0,0	1,1	5,3	83,4	9,8	9,9	0,0	Pobrememente selecionado
5	2.8	4	3,5	0,0	0,2	0,7	24,4	51,9	19,0	3,8	4,7	2,3	Pobrememente selecionado
6	11.5	4	3,7	0,1	0,6	0,2	45,1	29,0	21,1	4,0	3,4	3,1	Pobrememente selecionado
7	3.7	5	4,0	0,2	0,2	1,1	8,8	39,4	47,2	3,2	4,8	23,2	Pobrememente selecionado
8	8.0	1	0,8	20,8	40,0	28,5	8,1	0,2	1,1	1,2	0,8	13,7	Moderadamente selecionado
9	9.5	4	4,1	0,0	0,1	0,2	26,5	48,8	0,0	0,0	2,2	2,5	Pobrememente selecionado
10	3.6	1	0,6	19,2	53,6	22,5	2,0	0,3	0,0	0,0	0,8	11,7	Moderadamente selecionado
11	4.2	1	0,7	15,2	59,3	15,1	9,2	0,2	0,0	0,0	0,5	1,7	Moderadamente selecionado
12	24.8	2	1,4	8,9	21,7	33,9	18,2	1,1	0,0	0,0	3,0	11,1	Pobrememente selecionado
13	7.5	1	2,3	5,0	31,1	24,0	16,3	1,8	16,3	5,5	1,9	28,1	Muito pobre/ selecionado
14	9.1	3	2,4	4,9	13,1	22,7	31,1	10,2	16,1	1,8	1,8	0,9	Pobrememente selecionado
15	7.4	5	4,0	0,2	0,0	0,1	12,7	33,9	45,7	7,4	5,9	0,0	Pobrememente selecionado
16	7.4	5	4,5	0,0	0,2	0,3	0,7	11,0	75,3	12,6	8,0	0,0	Moderadamente selecionado
17	6.0	5	4,5	0,2	0,3	0,5	0,9	10,8	79,0	8,4	6,1	0,4	Moderadamente selecionado
18	10.6	2	1,6	11,5	19,4	28,1	24,1	9,1	5,4	1,4	1,3	3,1	Pobrememente selecionado
19	14.0	4	3,6	0,4	1,1	4,2	22,7	34,2	33,2	4,1	4,3	1,7	Pobrememente selecionado
20	4.3	5	4,5	0,0	0,0	0,0	0,0	3,0	87,3	9,8	9,8	0,8	Moderadamente selecionado
21	7.8	3	2,5	4,5	9,4	13,4	43,7	13,4	11,2	4,3	2,0	25,3	Pobrememente selecionado
22	19.5	4	3,2	0,1	0,9	2,9	36,3	41,3	15,1	3,5	2,3	0,9	Moderadamente selecionado
23	14.3	3	2,5	5,6	14,7	16,5	22,3	16,2	19,1	4,9	2,5	26,0	Pobrememente selecionado
24	6.7	3	2,5	3,0	15,2	7,5	40,6	16,7	11,2	4,6	1,5	3,3	Pobrememente selecionado
25	13.8	4	3,6	1,5	0,7	0,7	27,6	31,6	29,9	7,7	6,5	1,9	Pobrememente selecionado
26	11.0	1	1,1	13,0	35,1	33,4	15,3	0,3	1,2	1,2	1,0	10,9	Pobrememente selecionado

Nota: Prof.= profundidade (metros), G Pred= grão predominante, G Médio= grão médio, AMG= areia muito grossa, AG= areia grossa, AM= areia média, AF= areia fina, AMF= areia muito fina, MO= matéria orgânica (%), Carbon= carbonatos (%).

Tabela 3: Número total de indivíduos da macrofauna benthica encontrada em cada estação.

ESTAÇÕES																										
ORGANISMOS	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26
POLYCHAETA																										
Terebellides anguicomus								1	1			3										2	7			
Pectinaria gouldii	6								1			2									5	15	5	9		1
Glycinde multidentis	1			1				1				2	3					6		2	7	6				1
Poecilochaetus australis		4			1			3	2			2	2					4	1	3			1	1		1
Moorenuphis lineata	1	36	4	2		2	20	2			23	6	2				48	93	67	65	52	147	259		5	
Nereis sp.	5	3	1	12		2	7				1	2	1						2	3	3	1	2		1	
Nereis succinea		1																					4			
Nereis oligohalina																						2				
Scoloplos(Scoloplos) sp.					1							2	2					2			6		2			
Scoloplos johnstonei								1				3														
Scoloplos uniramus											2		1													
Spionidae sp.																										
Owenia fusiformis	2						1	4	5	1	2	1	1					1		1	1	1	1	8		1
Parandalia americana												2	2													
Laonice branchiata																		3	7	2	1	1	11			
Laonice cirrata																		1								
Marphysa sp.																										
Marphysa sanguinea	2							1				1								1	1	1	1	2		
Marphysa bifurcata																										3
Lumbrineris tetraura																		1		4	1	1				1
Clymenella brasiliensis	1																									
Sthenelais sp.											1															
Sthenelais sp.																										
Sthenelais sp.	3			1	3	2	3													3	2	5				
Halosydnella brasiliensis																										
Spiochaetopterus sp.																										
Spiochaetopterus nonatoi	1	2					8	1			2															
Notomastus lobatus					13	5		1			43										7	55	1	3	11	2
Paraprionospio pinnata	1	2	2	1		3		1												4					1	
Lepidonotus caerolus		2		1		1					1	1								2	4				1	
Goniadides caroliniae	1	2	2				16	19			9	1							1		6				4	
Goniada littorea									1																	
Ninco brasiliensis																				2	3					
Axiotella sp.																				1	21	2				
Aonides sp.							2				3															2
Euphrosine sp.																										
Sigambra grubii																										
Glycera americana	1						2		3	2	1														5	

Continuação da tabela 3

ORGANISMOS	ESTAÇÕES																									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26
Sabellidae sp.																						1				
Piromis arenosus											2												5	5		1
Pista sp.																							1			
Syllis sp.																							1			3
Eulalia sp.																							1			
Cirriformia tentaculata																										
Mediomastus sp.																										
Kimbergonuphis orensanzi																										1
Diopatra cuprea	1										1															
Chone sp.																										
Chone duneri	1							12		6			2													
Prionospio sp.	2																									
Prionospio steenstrupi								2																		
Prionospio heterobranchia																						1				4
Spio sp.																										2
Chaetozone setosa																										1
Protomystides sp.																										3
Branchioma sp.																										1
Isolda pulchella								1																		1
Fiabelligeridae sp.			1																							
Fiabelligeridae sp.	1									1		1	1													
Lumbrineris sp.	1							1				2														
Phyllodoce sp.	1									1																
Spio filicornis	1																									
Spiophanes sp.	1	1																								
Spiophanes soederstromi																										
Spiophanes bombyx	1																									
Loimia medusa			1																							
Myriochelle sp.	1							1			1															
Pilargidae sp.					1																					
Haploscoloplos sp.								1																		
Leitoscoloplos robustus						1																				
Pseudeurythoe sp.								1																		
Boccardia sp.								1																		
Terebellidae sp.												1														
Scolaricia sp.								1																		
Cirratulide sp.												1														
Hesionidae sp.													1													
Dialychone sp.																										

Continuação da tabela 3.

ORGANISMOS	ESTAÇÕES																									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26
Tharyx sp.												1														
Magelona sp.												1														
Polyophthalmus pictus												1														
Syllidae sp.	1						2					4	3													
BIVALVIA																										
Nucula semiornata	4	16	4	1	3	10	1		5			7	3	70	2	2	4	96	22	12	22		171			5
Ctena pectinella	5	5	1			5			5					38				58	12	1	12	1	22			
Solen obliquus	1						3																			
Cardiomya cleryana	1											1	1				1			2	1					
Pitar rostratus					1	1	2	1															1			1
Pitar fulminatus														2		2	9	3		7	5	5				1
Abra lioica	1	2																								1
Chione latilirata							1													1	1		1			
Chione subrostrata												1														
Chione sp A																										
Chione sp B							1														1					2
Tagelus diviseus	3																									
Limopsis janeiroensis												1														
Laevicardium sp.	1																									
Mactra janeiroensis	1													1				13		1	2		23			1
Crassinella martinicensis																										
Trachycardium muricatum																										
Cooperella atlantica	1						1	1	3		2							3	1	1	4	1	1			
Diplodonta punctata						1	7		1			2	4													
Felaniella vilardeboana																										
Macoma tenta	2	1	9	3	1									1	1	3	3	4	11	3		6	1			2
Macoma tageliformis																										
Tellina gibber	8	6	7				2	4	8		2			21			6	21	9	19	8	15	5	9	0	
Tellina exerytha	1		2														3	1		1					1	
Tellina versicolor	1						1													2						
Codakia costata																					2		1			
Gouldia cerina																					1					
Corbula caribaea	1																									5
Ervilia nitens														4	15					10	31	11	30	5		
Ervilia concentrica																										
Transenella stimpsoni																		4			2					3

Continuação da tabela 3.

ORGANISMOS	Estações																									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26
<i>Cyclinella tenuis</i>								1														1				
<i>Asthenothaerus rushii</i>																										
GASTROPODA																										
<i>Anachis obesa</i>				2		2							1				1	1				2	12	21		1
<i>Calyptraea centralis</i>									1				1										3			6
<i>Olivella nivea</i>								5													17		2			13
<i>Olivella floralia</i>																										
<i>Natica pusilla</i>											1	1		1								1		3		
<i>Epitonium</i> sp.																				2						
<i>Solariorbis bartschi</i>																										1
<i>Nassarius vibex</i>																										
SCAPHOPODA																										
<i>Dentalium americanum</i>							1									1										
CRUSTACEA																										
DECAPODA																										
<i>Upogebia omisa</i>		1						2	1	1			6		26											
<i>Upogebia</i> sp.																										1
<i>Pinnixa chaetopterana</i>																										
<i>Pinnixa sayana</i>	1				119	3	2		1	1			5						1		4	5	6	4		1
<i>Pinnixa cristata</i>																										
<i>Pinnixa</i> sp.										2	1	7														
<i>Minyocerus angustus</i>																										
<i>Persephona mediterranea</i>													1													
<i>Specoarcinus cardinensis</i>															2											
<i>Micropanope nuttingi</i>													1													
<i>Micropanope seulptipes</i>																										
<i>Hepatus</i> sp.																										
<i>Hepatus pudibundus</i>													1													
<i>Paguroidea</i> juv.																				10		3	10			2
<i>Pagurus leptonyx</i>										2	1	6	1													
<i>Caridea</i> juv.	1	1					1	2	1			2	26													
<i>Leptochela serratorbita</i>																										
<i>Alpheus floridanus</i>															3											
<i>Ogyrides alphaerostris</i>	3						12						1													
<i>Processa hemphilli</i>																										
AMPHIPODA																										
<i>Elamopus pecteniscrus</i>																1			1							6
<i>Ampelisca cristata</i>								1		1		2													1	40

Continuação da tabela 3.

ORGANISMOS	Estações																									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26
<i>Cyclinella tenuis</i>																					1					
<i>Aethenochaerus rushii</i>								1																		
GASTROPODA																										
<i>Anachis obesa</i>				2		2							1					1	1			2	12	21		1
<i>Calyptraea centralis</i>									1			1											3			6
<i>Olivella nivea</i>									1			1									17			2		13
<i>Olivella floralia</i>							5		1																	
<i>Natica pusilla</i>										1	1	1		1								1		3		
<i>Epitonium</i> sp.																					2					
<i>Solariorbis bartschii</i>																										1
<i>Nassarius vibex</i>					3																					
SCAPHOPODA																										
<i>Dentalium americanum</i>							1						1													
CRUSTACEA																										
DECAPODA																										
<i>Upogebia omisssa</i>	1							2	1	1		6	26													
<i>Upogebia</i> sp.																					1					
<i>Pinnixa chaetoptera</i>								1																		
<i>Pinnixa sayana</i>	1				119	3	2		1	1		5														
<i>Pinnixa cristata</i>																		1		4	5	6		4		1
<i>Pinnixa</i> sp.	1								2	1	7															
<i>Minyocerus angustus</i>	10																									
<i>Persephona mediterranea</i>												1														
<i>Specoarcinus cardinensis</i>						2																				
<i>Micropanope nuttingi</i>												1														
<i>Micropanope seulptipes</i>													1													
<i>Hepatus</i> sp.													1													
<i>Hepatus pudibundus</i>																										
<i>Paguroidea</i> juv.																				10			3	10		2
<i>Pagurus leptonyx</i>										2	1	6	1													
<i>Caridea</i> juv.	1	1					1	2	1			2	26													
<i>Leptochela serratorbita</i>																										
<i>Alpheus floridanus</i>						3																				
<i>Ogyrides alphaerostis</i>	3						12						1													
<i>Processa hemphilli</i>									1																	
AMPHIPODA																										
<i>Elasmopus pecteniscus</i>														1												6
<i>Ampelisca cristata</i>								1		1		2													1	40

Continuação da tabela 3.

ORGANISMOS	Estações																									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26
Amphipholis subtilis						1	6														1					
Amphipholis januarii																										
Amphipholis gracilima																						4				
Hemipholis elongata						2						2														1
Ophiophragmus lutkeni									3																	
Ophiophragmus cubanus																						1				
Echinoidea							1				2															
CEPHALOCHORDATA																										
Branchiostoma sp.	1						47		33			5	2								7					27
BRYOZOA																										
Discoporella umbellata																										5
NEMERTINA sp 1	1																									
NEMERTINA sp 2			1																							
SIPUNCULA	1				1	1	1			1	1			1												
ANTHOZOA																										
Actiniaria indet.												1	1							2				1		
Edwardsia sp.													3	1							8	1		11		4
BRACHIOPODA																										1
ECHIURA			1																							

ERROR: undefined
OFFENDING COMMAND: here

STACK: