

BIVALVES E GASTROPODES DO SACO DA RIBEIRA, UBATUBA-SÃO
PAULO. II. AVALIAÇÃO DAS ALTERAÇÕES OCORRIDAS NA TAXOCENOSE
DOS BIVALVES DA PRAIA DO SACO DA RIBEIRA

SÔNIA GODDY BUENO CARVALHO LOPES

FAPESP/CAPES, Instituto Oceanográfico da
USP, Atualmente no Instituto de
Ciências da USP, Departamento de
Zoologia, Cidade Universitária, C.P.
20520, 01498, São Paulo, SP

YARA SCHAEFFER-NOVELLI

Instituto Oceanográfico da USP,
Departamento de Oceanografia Biológica,
Cidade Universitária, 01498 São Paulo,
SP. (Recebido em 21.09.1989)

RESUMO: Alterações biológicas que ocorreram durante os anos de 1972 a 1980 na Praia do Saco da Ribeira, Ubatuba, Estado de São Paulo, Brasil (23°30'S e 45°07'W) são discutidas, comparando-se os resultados obtidos no presente estudo, com aqueles obtidos por outros autores para a mesma localidade.

A análise dessas alterações foi feita levando-se em consideração apenas a taxocenose dos bivalves. Os resultados obtidos indicam: alteração na associação das espécies dominantes (*Anomalocardia brasiliana* e *Tellina lineata* continuam presentes, enquanto que *Macoma cleryana* e *Iphigenia brasiliensis* desapareceram); não houve alteração na densidade de *A. brasiliana*, enquanto que a de *T. lineata* quase duplicou; o número de espécies raras aumentou de 6 para 21; a estrutura espacial de *A. brasiliana* passou de casual para agregada na região de areia branca da praia; houve redução no número de indivíduos de maior tamanho de *A. brasiliana*; houve redução nos índices de diversidade e de equidade.

Os dados indicam que a estrutura da taxocenose de bivalves mudou. Não foi possível associar essa mudança às variáveis ambientais conhecidas para a área em estudo. Essa mudança pode estar relacionada a perturbações ecológicas que

estão ocorrendo na área, facilmente observáveis, mas de difícil mensuração.

ABSTRACT: Biological alterations which occurred during the years 1972 to 1980 at Saco da Ribeira Beach, São Paulo State, Brazil (23°30'S e 45°07'W) are discussed, comparing present data to those obtained by other authors for the same locality

The analysis of these alterations was accomplished taking into account the taxocenosis of the pelecypods only. The results obtained revealed: an alteration in the association of dominant species (*Anomalocardia brasiliiana* and *Tellina lineata* are present while *Macoma cleryana* and *Iphigenia brasiliensis* disappeared); no change in the density of *A. brasiliiana* while that of *T. lineata* almost doubled; the number of uncommon species increased from 6 to 21; the spatial structure of *A. brasiliiana* changed from casual to aggregate in the white sand region; a quantitative reduction of the larger sized individuals of *A. brasiliiana*; a reduction in the diversity index and equitability.

These data showed that the structure of the taxocenosis has changed. It was not possible to associate this change with the environmental variables known for the studied area. It may probably be associated with ecological disturbance occurring in the area, easy to be noticed but difficult to be measured.

INTRODUÇÃO

O ambiente natural da região do Saco da Ribeira e, de modo geral, de todo litoral norte do Estado de São Paulo, vem sofrendo alterações cada vez mais acentuadas em virtude de uma ocupação humana desordenada. Essas alterações são facilmente observáveis, embora de difícil mensuração.

O Saco da Ribeira, localizado na Enseada do Flamengo, Município de Ubatuba, apresenta duas praias: Praia do Saco da Ribeira, a oeste, e Praia do Codó, ao norte (Fig. 1). Em virtude de sua localização topográfica, é um local protegido da ação de ondas e ventos, reunindo condições ideais para abrigo de embarcações e, por isto, tem sido utilizado como porto natural. Em meados de outubro de 1978 teve início a construção de um "pier", acompanhado de ampla área de estacionamento, ocupando grande parte do lado esquerdo da Praia do Saco da Ribeira. Essa obra, finalizada em fevereiro de 1980, causou grandes perturbações ambientais durante sua

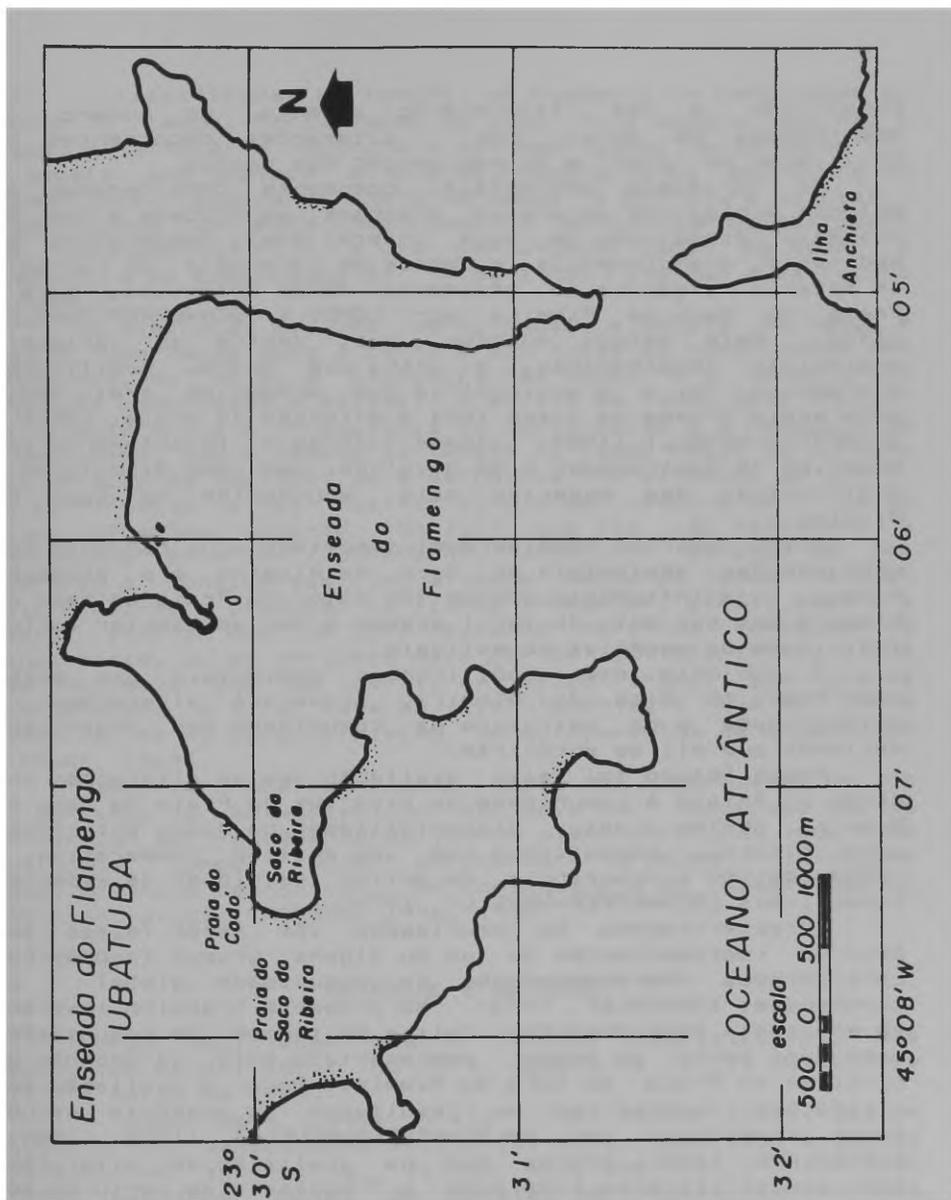


Fig. 1. Mapa da região, mostrando a localização da Enseada do Flamengo, onde situa-se o Saco da Ribeira, com duas praias; Praia do Saco da Ribeira e Praia do Codó.

construção e vem favorecendo aumento no número de embarcações no local, com alterações decorrentes da utilização do "pier" e da manutenção dos barcos.

As variáveis ambientais comumente consideradas em estudos ecológicos em praias arenosas (salinidade e teor de oxigênio dissolvido da água intersticial, temperatura do sedimento, granulometria e teores de carbonato de cálcio e de matéria orgânica do sedimento) foram analisadas para a Praia do Saco da Ribeira por LOPES & SCHAEFFER-NOVELLI (1989). Este estudo mostrou que, dentre as variáveis ecológicas consideradas, a única que sofreu modificação expressiva foi a granulometria que passou de areia média para areia grossa em quase toda a extensão da praia. LOPES & SCHAEFFER-NOVELLI (1989) também fizeram o levantamento das espécies de gastrópodes e de bivalves, bem como discutiram a distribuição das espécies mais abundantes no Saco da Ribeira.

Outro fator de considerável importância no conjunto das perturbações ambientais no Saco da Ribeira é a predação humana, cuja influência sempre foi maior na Praia do Saco da Ribeira por ser esta de fácil acesso e por apresentar muitos indivíduos de espécies comestíveis.

O conjunto das modificações ambientais que estão ocorrendo no Saco da Ribeira, provocará alterações na estabilidade e na estrutura da comunidade dos organismos marinhos que ali se encontram.

Neste estudo foi feita avaliação destas alterações com especial ênfase à comunidade de bivalves da Praia do Saco da Ribeira, devido à maior disponibilidade de dados anteriores para o local, compatíveis com uma análise comparativa, e também devido à ocorrência de muitos indivíduos de espécies comestíveis (SCHAEFFER-NOVELLI, 1976)

Caracterizações de comunidades vêm sendo feitas por meio de representantes de um ou alguns grupos taxonômicos considerados representativos da comunidade global - as taxocenoses (MARGALEF, 1972). No presente trabalho levaram-se em conta considerações feitas em termos de comunidade, para uma parte da mesma, representada pela taxocenose de bivalves da Praia do Saco da Ribeira. Para a avaliação das alterações faunísticas, os resultados do presente estudo foram comparados aos de SCHAEFFER-NOVELLI (1976, 1980). SUTHERLAND (1981) afirma que na avaliação de alterações faunísticas, fatores como tipo e frequência de perturbação, tempo entre uma observação e outra, devem ser analisados. Este autor afirma que as perturbações podem provocar adição ou subtração de espécies e também alterar as densidades daquelas que já estavam presentes no local. SUTHERLAND (1974, 1981) considera três tipos de perturbações (PI, PII e

Bivalves e gastrópodes do Saco da Ribeira. II

PIII), classificadas em função da resposta da comunidade ao longo do tempo. Perturbação do tipo PI é aquela que não é capaz de alterar a estrutura da comunidade; perturbação PII é aquela que provoca alteração temporária da estrutura da comunidade, retornando posteriormente à estrutura inicial - comunidades com este comportamento apresentam estabilidade de ajustamento; PIII é uma perturbação capaz de mudar a estrutura da comunidade de forma a não retornar à estrutura anterior.

Na avaliação de uma perturbação, a escala de tempo é muito importante pois a curto prazo todas as comunidades são estáveis, ou seja, a estrutura não muda, e a longo prazo nenhuma comunidade é estável. A escala de tempo deve incluir a relação entre a frequência da perturbação e a resposta da comunidade, que é medida em função do tempo médio da duração da geração de adultos; se a estrutura for alterada ao sofrer a perturbação e não mostrar sinais de retorno por uma ou duas gerações, pode-se concluir que ela não retornará à estrutura anterior (SUTHERLAND, 1981). A duração de uma geração é considerada como a idade média ao redor da qual distribui-se a produção de filhos (MARGALEF, 1981). Quanto a isto, sabe-se que os invertebrados marinhos reproduzem-se anualmente, ou em períodos mais curtos (SASTRY, 1975), e que os moluscos são em geral, um grupo animal com grande longevidade e alta taxa de recrutamento, o que os torna importantes na caracterização de agrupamentos de organismos (FRANK, 1968).

Além da análise feita sobre os agrupamentos de organismos já estabelecidos, não deve ser esquecido que os moluscos, por apresentarem larvas planctotróficas com vida pelágica longa, podem apresentar grandes flutuações populacionais bentônicas, em consequência de alterações no período larval (THORSON, 1946, 1950).

MATERIAL E MÉTODOS

Foram realizadas quatro coletas quantitativas, nas seguintes datas: abril de 1979, agosto de 1979, outubro de 1979 e março de 1980.

A amostragem nesta praia foi feita sobre quatro transversais denominadas I, II, III e IV, amarradas a pontos notáveis em terra (Fig. 2). Em cada uma das transversais foram marcados pontos de coleta, aos quais denominamos níveis. Os níveis em cada transversal distam 5m um do outro, sendo considerado nível 1 aquele correspondente aos primeiros 5 m, medidos a partir da vegetação psamoalófito.

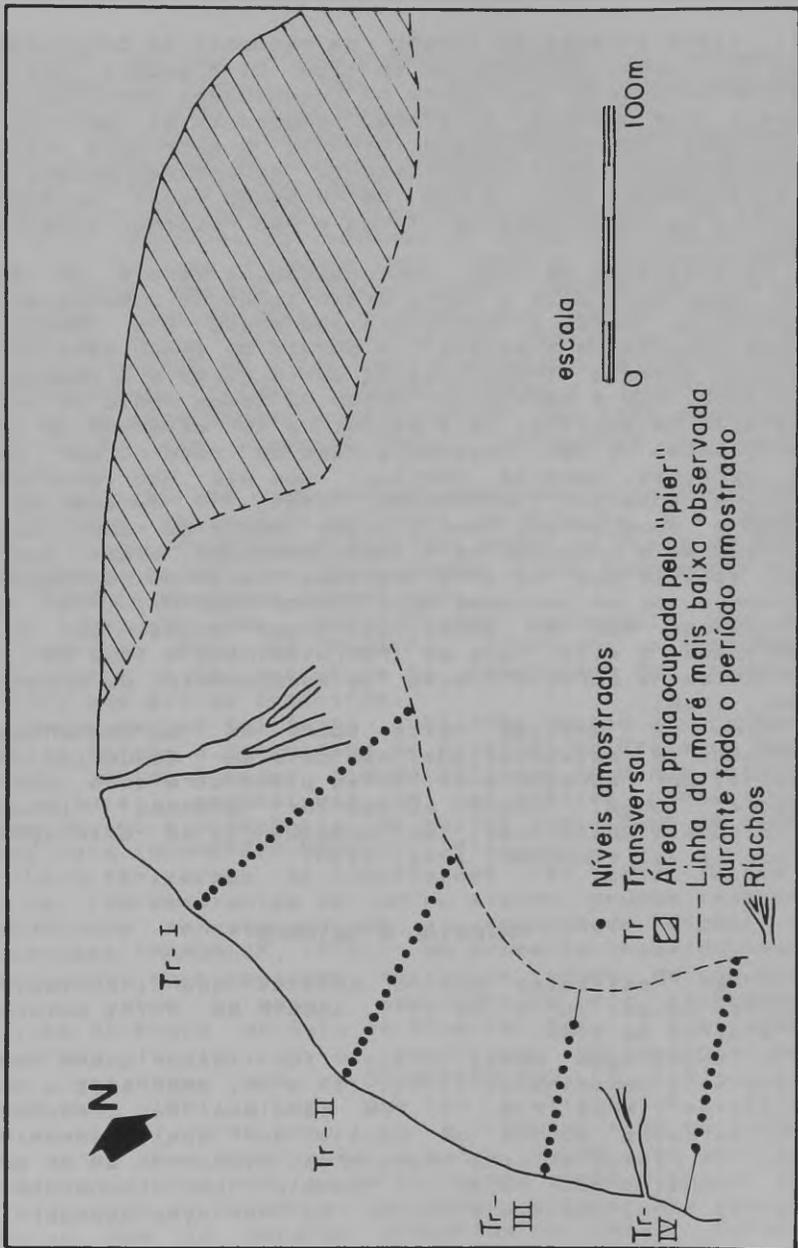


Fig. 2. Praia do Saco da Ribeira - localização das transversais e dos níveis amostrados.

Bivalves e gastrópodes do Saco da Ribeira. II

Em cada nível foram coletadas amostras com delimitador retangular de 0,10 m² de área, amostrando uma coluna de substrato de 10 cm de profundidade. Essas amostras foram colocadas em baldes e levadas ao laboratório para triagem em peneira com malha de 1,0 mm. Os exemplares completos (valva e parte mole) de bivalves encontrados foram imediatamente fixados em álcool a 70%.

A metodologia adotada para as coletas quantitativas nesta praia é a mesma descrita em LOPES E SCHAEFFER-NOVELLI (1989).

Os valores de densidade média foram obtidos por meio de divisão do número total de indivíduos de cada espécie pela área total de amostragem. A fim de avaliar a variação de densidade média dos indivíduos das espécies mais características da Praia do Saco da Ribeira, no período de 1972 a 1980, calculou-se com o mesmo procedimento, a densidade média dos indivíduos das espécies encontradas por SCHAEFFER-NOVELLI (1976) para a mesma praia, e fez-se a comparação com os dados do presente trabalho.

A frequência relativa, que fornece estimativa da dominância das espécies foi calculada dividindo-se a frequência absoluta de cada espécie pelo número total de indivíduos de todas as espécies amostradas. Este procedimento foi adotado para calcular as frequências relativas das espécies de bivalves relatadas no presente estudo e por SCHAEFFER-NOVELLI (1976) para a Praia do Saco da Ribeira, a fim de verificar as alterações na dominância das mesmas nos últimos anos.

A Praia do Saco da Ribeira, conforme descrito em LOPES & SCHAEFFER-NOVELLI (1989), apresenta duas regiões diferentes quanto à cor do sedimento: areia branca e areia preta. Essas regiões são, no entanto, semelhantes quanto às variáveis ambientais medidas.

Determinou-se a estrutura espacial da população de *Anomalocardia brasiliana* (Gmelin, 1791) na Praia do Saco da Ribeira, através do "Índice de Agregação" (Ia), proposto por MORISHITA (1959 apud SANTOS, 1978). Para estes cálculos foram utilizados dados provenientes de cada coleta, para a região de areia branca e de areia preta, a fim de verificar a existência de diferenças expressivas na distribuição dos indivíduos desta espécie, nestas duas regiões da praia. SCHAEFFER-NOVELLI (1980) também calculou, através desse índice, a distribuição de *Anomalocardia brasiliana* para a região de areia preta e de areia branca.

□ tamanho dos indivíduos de *Anomalocardia brasiliana* coletados na Praia do Saco da Ribeira, foi determinado por ser uma variável que reflete alterações no substrato abrigador (MELLO, 1975) e o efeito da predação humana. Esta

espécie foi escolhida por ser a mais abundante nessa praia e sua biometria ser conhecida a partir do estudo de SCHAEFFER-NOVELLI (1980) para o mesmo local. O tamanho foi determinado em função do comprimento, uma vez que existe relação linear entre comprimento, altura e largura (ARRUDA-SOARES et al., 1982).

Com o intuito de verificar variações na diversidade da taxocenose de bivalves da Praia do Saco da Ribeira, determinou-se o índice de diversidade a partir dos dados de SHAEFFER-NOVELLI (1976) e dos atuais.

A medida de diversidade que mais se tem aplicado atualmente é aquela inspirada na teoria da comunicação e informação (MARGALEF, 1981). As medidas de diversidade derivadas dessa teoria independem de qualquer distribuição matemática empírica e são menos afetadas pelo tamanho das amostras (PIELOU, 1966b). Esse índice é dado pela expressão de SHANNON-WEAVER (1963 in PIELOU 1966a), definido estritamente para uma população infinita:

$$H = - \sum_i p_i \cdot \log_2 p_i \text{ bit/indivíduo}$$

O resultado expressa-se em bits, sendo que um bit é a resolução em uma alternativa equiprovável, como cara ou coroa, ao achar uma moeda; um coletivo formado por duas espécies, ambas com a mesma proporção, tem 1 bit de diversidade; em ecossistemas de alta diversidade pode-se ter 5 bits de diversidade, enquanto que naqueles submetidos a flutuações a diversidade é menor (2 a 3 bits ou menos) (MARGALEF, 1981).

A partir da fórmula de Shannon-Weaver pode-se estimar H do seguinte modo (PIELOU, 1966a):

$$H' = - \sum_i \frac{N_i}{N} \log_2 \frac{N_i}{N} \text{ unidades de informação/ind.}$$

- onde H': estimativa da diversidade real da população
 Ni: número de indivíduos da i-ésima espécie
 N: número total de indivíduos
 S: número de espécies

Bivalves e gastrópodes do Saco da Ribeira. II

Como H' é uma estimativa, uma vez que N_i e N são valores amostrais, ele está sujeito a erros de amostragem, sendo que uma estimativa de variância amostral é dada pela expressão (PIELOU, 1966a):

$$\text{var}(H') = \frac{1}{N} \sum_i \frac{N_i}{N} (\log_2 \frac{N_i}{N})^2 - (H')^2$$

Além do índice de diversidade é importante saber o modo como estão distribuídos os indivíduos entre as diferentes espécies encontradas, o que é calculado através da equidade (E). Este índice expressa a relação entre o valor de H' medido e a diversidade máxima esperada através da seguinte equação (PIELOU, 1966a e SHELDON, 1969):

$$E = \frac{H'}{H_{\max}} \quad \text{onde } H_{\max} = \log_2 s$$

A variação de E é dada pela fórmula:

$$\text{var } E = \frac{\text{var } H'}{(\log_2 s)^2}$$

Desta forma quanto, mais próximo de 1 estiver o valor da equidade, melhor será a distribuição dos indivíduos entre as espécies.

RESULTADOS

Os resultados referentes às variáveis ambientais medidas estão apresentados e discutidos em LOPES & SCHAEFFER-NOVELLI (1989).

As espécies com maior número de indivíduos foram *Anomalocardia brasiliiana*, com 2052 indivíduos e *Tellina lineata*, com 456 indivíduos. As demais espécies contribuíram com pequeno número de indivíduos (Tab. I). As espécies coletadas por SCHAEFFER-NOVELLI (1976) encontram-se listadas no anexo 1 e as coletadas no presente estudo, no anexo 2.

Pôde-se verificar que, no presente estudo, o número de espécies coletadas foi maior. SCHAEFFER-NOVELLI (1976) obteve um total de 10 espécies, enquanto no presente trabalho foram obtidas 23 espécies de bivalves.

A tabela II apresenta dados sobre o número total de indivíduos por espécie de bivalve coletada na Praia do Saco da Ribeira e suas densidades médias. Na tabela III constam as densidades médias calculadas a partir dos dados de

SCHAEFFER-NOVELLI (1976). A figura 3 mostra a variação das densidades médias das espécies de bivalves mais abundantes, obtidas no presente estudo e no de SCHAEFFER-NOVELLI (1976). Através das referidas tabelas e figura pode-se notar que, das espécies coletadas no presente estudo, a que apresenta densidade mais elevada é *Anomalocardia brasiliiana*, com 134,12 ind/m². Este valor está muito próximo do obtido anteriormente (136,27 ind/m²), com base nos dados de SCHAEFFER-NOVELLI (1976). A segunda espécie em densidade na praia foi *Tellina lineata* com 29,80 ind/m², valor este maior que o obtido através dos dados de SCHAEFFER-NOVELLI (1976) (16,22 ind/m²). Além destas duas espécies apenas *Chione subrostrata* apresentou densidade média superior a 1 ind/m² (1,96 ind/m²), no presente estudo. No estudo realizado por SCHAEFFER-NOVELLI (1976) a densidade média desta espécie foi de 0,31 ind/m².

Quanto as espécies *Macoma cleryana* e *Iphigenia brasiliensis*, pode-se dizer que praticamente desapareceram da praia. A partir dos dados de SCHAEFFER-NOVELLI (1976) obteve-se para essas mesmas espécies, densidades de 29,06 e 25,28 ind/m², respectivamente, enquanto que no presente estudo esse valores foram reduzidos a 0,06 e 0,00 ind/m², respectivamente.

Bivalves e gastrópodes do Saco da Ribeira. II

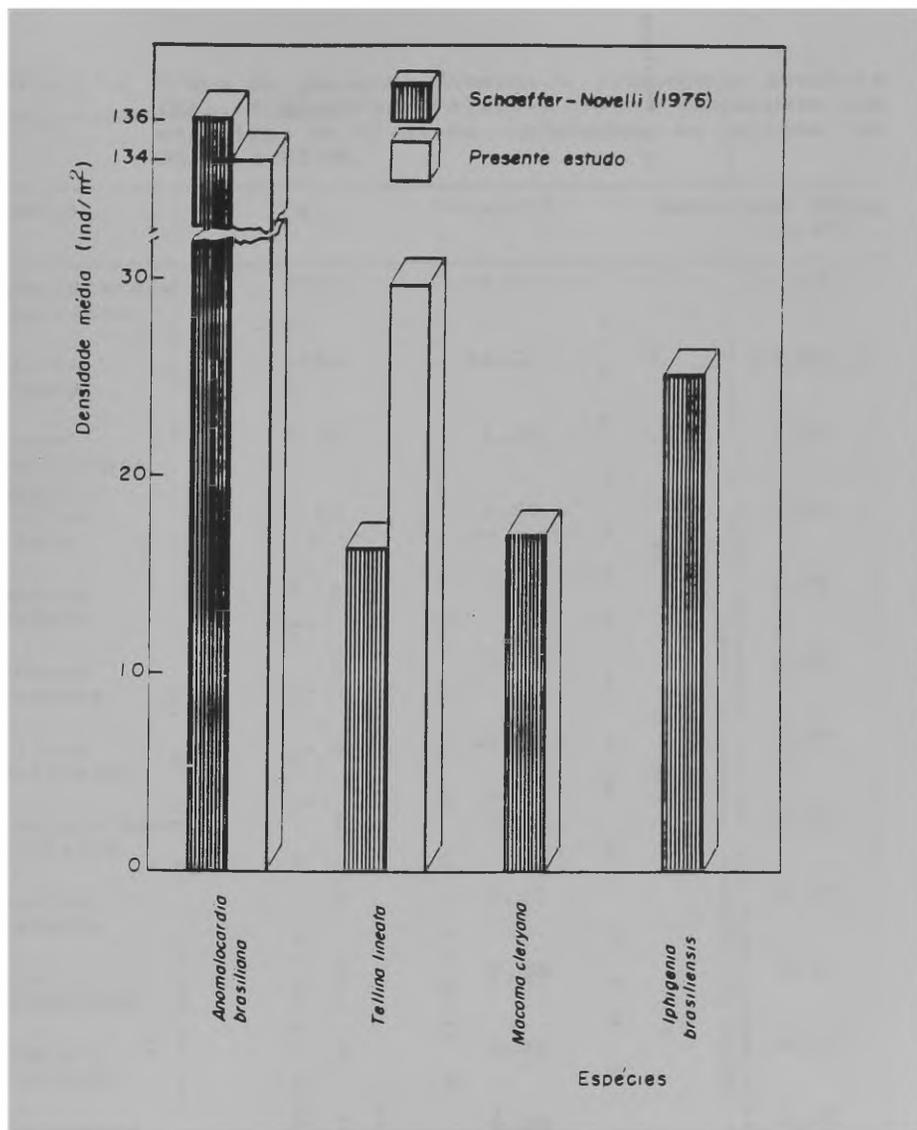


Fig. 3. Praia do Saco da Ribeira - densidade média das espécies de bivalves mais abundantes, durante o período de junho/72 a janeiro/74 (SCHAEFFER-NOVELLI, 1976) e de maio/79 a março/80 (presente estudo).

Bivalves e gastrópodes do Saco da Ribeira. II

Tabela II. Praia do Saco da Ribeira - frequência absoluta (Fa), frequência relativa (Fr) e densidade das espécies de bivalves coletadas no período de 05/79 a 03/80.

Espécie	Fa	Fr ($\times 10^{-2}$)	densidade média (ind/m ²)
<i>Anomalocardia brasiliiana</i>	2052	79,00	134,12
<i>Tellina lineata</i>	456	18,00	29,80
<i>Chione subrostrata</i>	30	1,20	1,96
<i>Ervilia nitens</i>	13	0,50	0,85
<i>Codakia costata</i>	6	0,20	0,39
<i>Corbula caribaea</i>	6	0,20	0,39
<i>Tellina versicolor</i>	6	0,20	0,39
<i>Trachycardium muricatum</i>	5	0,19	0,32
<i>Tagelus plebeius</i>	3	0,12	0,19
<i>Solen tehuatlchus</i>	2	0,08	0,13
<i>Semele proficua</i>	2	0,08	0,13
<i>Diplodonta portesiana</i>	2	0,08	0,13
Outras	12	0,46	0,78
Total	2595	1,00	169,6

Tabela III. Praia do Saco da Ribeira - frequência absoluta (Fa), frequência relativa (Fr) e densidade média das espécies de bivalves coletadas no período de 6/72 a 01/74, por Schaeffer-Novelli (1976).

Espécie	Fa	Fr(x10 ⁻²)	densidade média (ind/m ²)
<i>Anomalocardia brasiliiana</i>	2630	65,00	136,27
<i>Macoma cleryana</i>	561	14,00	29,06
<i>Iphigenia brasiliensis</i>	488	12,00	25,28
<i>Tellina lineata</i>	313	7,80	16,22
<i>Corbula cariobaea</i>	5	0,12	0,26
<i>Tagelus plebeius</i>	5	0,12	0,26
<i>Diplodonta punctata</i>	4	0,09	0,21
<i>Chione subrostrata</i>	6	0,14	0,31
<i>Trachycardium muricatum</i>	1	0,02	0,05
<i>Solen tehuelchus</i>	1	0,02	0,05
Total	4014	1,00	207,98

Bivalves e gastrópodes do Saco da Ribeira. II

A partir dos dados do presente estudo, pode-se dizer que *Anomalocardia brasiliiana* é a espécie dominante na praia, com frequência relativa de 79,0%. A segunda espécie em dominância é *Tellina lineata*, com frequência relativa de 18,0%. As demais espécies apresentaram frequência relativa mais baixa (Tab. II). SCHAEFFER-NOVELLI (1980) também obteve como espécie dominante *Anomalocardia brasiliiana*, com frequência relativa de 65,0%, tendo obtido outras três espécies que apresentaram frequência relativa alta. Essas espécies foram, em ordem decrescente de dominância, *Macoma cleryana*, com 14,0%, *Iphigenia brasiliensis*, com 12,0% e *Tellina lineata*, com 7,8%. As demais espécies apresentaram frequência muito baixa (Tab. III).

Observando-se a figura 4, verifica-se que os valores da frequência relativa de *Anomalocardia brasiliiana* e de *Tellina lineata* foram maiores do que os obtidos por SCHAEFFER-NOVELLI (1976), e que *Macoma cleryana* e *Iphigenia brasiliensis*, que eram abundantes na praia, não o são mais.

Os índices de agregação obtidos para *Anomalocardia brasiliiana*, na Praia do Saco da Ribeira, foram sempre significativamente maiores que 1 ($I_a > 1$, com $n-1$ graus de liberdade e nível de significância $\alpha=0,05$). Deste modo, esta espécie apresenta distribuição agregada tanto na região de areia branca como na região de areia preta, em todas as coletas realizadas. SCHAEFFER-NOVELLI (1976) obteve distribuição agregada na região de areia preta e distribuição casual na região de areia branca.

A figura 5 expressa as variações das frequências absolutas em função do comprimento da concha de *Anomalocardia brasiliiana*, com base nos dados de SCHAEFFER-NOVELLI (1980) e do presente estudo. A análise desse gráfico mostra que até aproximadamente 13 mm de comprimento não houve diferença expressiva entre as duas curvas. A partir dos 13 mm de comprimento, observa-se que a curva construída com os dados do presente estudo, apresenta um pico entre as classes de comprimento de 14 a 21 mm, e que a curva construída com os dados de SCHAEFFER-NOVELLI (1980) apresenta o pico deslocado para as classes de comprimento entre 18 e 25 mm.

O índice de diversidade obtido para o período de 6/72 a 1/74 foi 1,50 bit e a variância foi $\pm 0,18$, enquanto que a equidade foi 0,45, com variância $\pm 0,02$. Para o período do presente estudo (5/79 a 3/80), o índice de diversidade obtido foi 0,98 bit, com variância de $\pm 0,11$ e a equidade foi 0,22, com variância de $\pm 0,005$. Através destes dados pode-se notar que a diversidade, que já era pequena, diminuiu ainda mais, o mesmo acontecendo com a equidade.

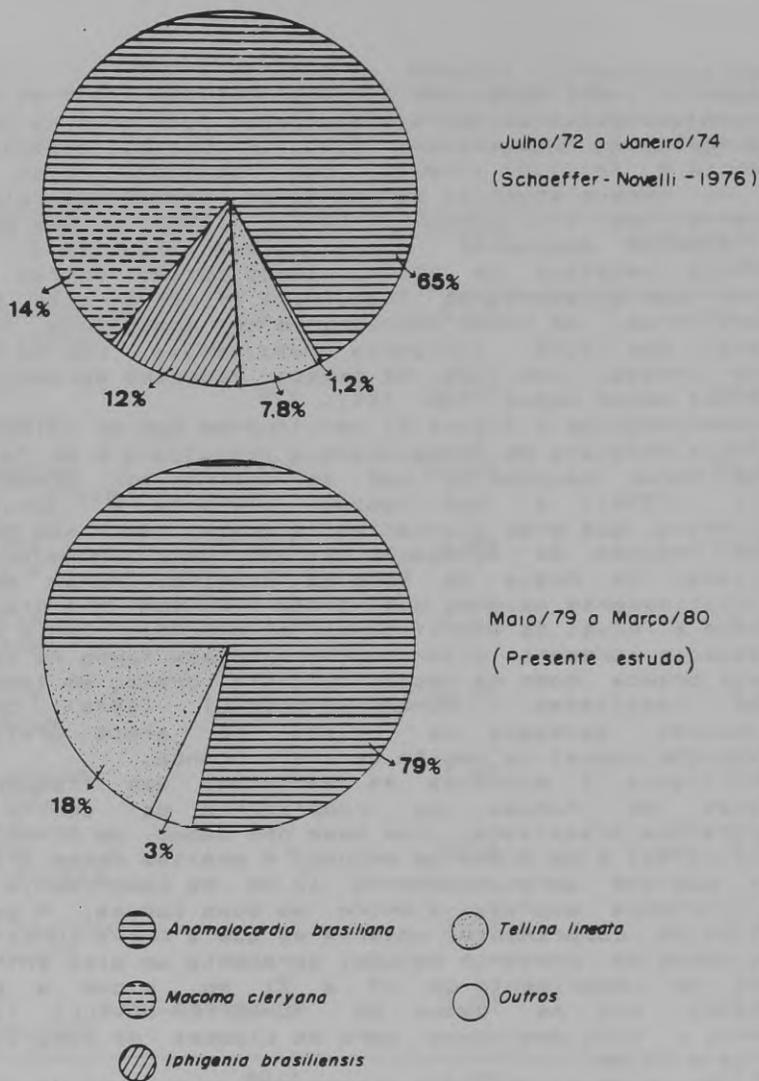


Fig. 4. Praia do Saco da Ribeira - dominância das espécies de bivalves nos períodos de junho/72 a janeiro/74 (SCHAEFFER-NOVELLI, 1976) e de maio/79 a março/80 (presente estudo).

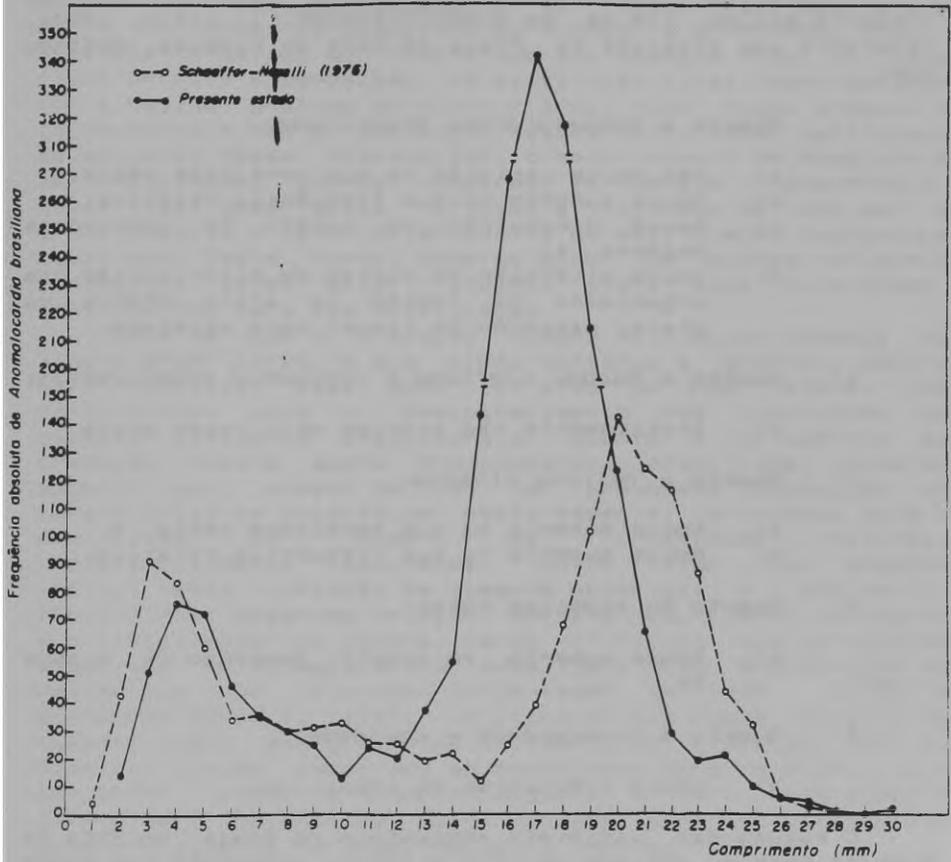


Fig.5 Praia do Saco da Ribeira - variação do comprimento de *Anomalocardia brasiliana* (Gmelin, 1791), nos períodos de junho/72 a janeiro/74 (SCHAEFFER-NOVELLI, 1976) e de maio/79 a março/80 (presente estudo).

DISCUSSÃO

A análise comparativa dos dados apresentados no presente estudo com os de SCHAEFFER-NOVELLI (1976, 1980), referente aos bivalves da Praia do Saco da Ribeira, mostrou que:

- 1) Quanto a *Anomalocardia brasiliensis*:
 - a) Não houve variação na sua densidade média;
 - b) houve aumento na sua frequência relativa;
 - c) houve diminuição no número de indivíduos maiores, e;
 - d) houve alteração no padrão de distribuição dos organismos na região da areia branca da praia, passando de casual para agregado.
- 2) Quanto a *Macoma cleryana* e *Iphigenia brasiliensis*:
 - a) praticamente não ocorrem mais nessa praia.
- 3) Quanto a *Tellina lineata*:
 - a) houve aumento na sua densidade média, e
 - b) houve aumento na sua frequência relativa.
- 4) Quanto às espécies raras:
 - a) houve aumento em número, passando de 6 para 21
- 5) Quanto à diversidade e equidade:
 - a) houve diminuição de ambas.

O estudo das variáveis ambientais da Praia do Saco da Ribeira para o período de 1979 a 1980, comparado com dados de outros autores obtidos em períodos anteriores, em que não ocorria tanta interferência do homem na região, foi feito por LOPES & SCHAEFFER-NOVELLI (1989). Neste estudo, as autoras verificaram que a única variável ambiental que sofreu modificação mais expressiva nessa praia foi a granulometria, que passou de areia média para areia grossa.

A alteração na granulometria, entretanto, não deve ser a responsável pelas alterações faunísticas observadas, pois as espécies que eram abundantes na Praia do Saco da Ribeira e que não foram mais encontradas nesta praia foram coletadas na Praia do Codó, que apresenta sedimento classificado como

Bivalves e gastrópodes do Saco da Ribeira. II

areia (LOPES & SCHAEFFER, 1989). Pode-se verificar também que ao longo dos níveis médios e inferiores da transversal I, traçada na Praia do Saco da Ribeira, a granulometria não sofreu alteração, continuando a ser classificada como areia média. Conforme já discutido em (LOPES & SCHAEFFER, 1989), isto ocorre devido ao riacho que ali desagua (Fig. 2), cujo fluxo permite a deposição de partículas finas, contrastando com a região próxima ao outro riacho, cujo fluxo promove o carreamento e não a deposição dessas partículas. Verificou-se ao longo dessa transversal, o menor número de espécies e de indivíduos, quando comparado às demais transversais. Essas duas observações reforçam a hipótese de não ser a granulometria o fator determinante da modificação faunística observada. Desta forma, pode-se supor que outras variáveis ecológicas devem estar atuando sobre essa taxocenose, contribuindo para sua modificação.

Sabe-se que a predação humana foi muito intensa há alguns anos atrás, e que ainda continua a ocorrer, embora mais reduzida. Este pode ter sido um dos fatores que contribuíram para o desaparecimento dos indivíduos da espécie *Iphigenia brasiliensis*. Quanto à influência da predação humana sobre *Anomalocardia brasiliiana*, pode-se sugerir que, apesar de não ter provocado diminuição no número total de indivíduos desta espécie, contribuiu para a diminuição do número de indivíduos maiores, preferencialmente capturados. Outro fator que poderia influir nesta variação de tamanho observada é o sedimento. MELLO (1975) observou relação entre a natureza do sedimento e o crescimento da concha, tendo verificado que os maiores espécimes de *Anomalocardia brasiliiana* eram encontrados em sedimentos com elevada porcentagem de lama. LOPES & SCHAEFFER-NOVELLI, (1989) verificaram que houve aumento no tamanho médio dos grãos do sedimento da Praia do Saco da Ribeira, quando comparado ao encontrado para a mesma praia por AMARAL (1980) e SCHAEFFER-NOVELLI (1976). Este aumento parece ser, no entanto, muito pequeno para ter interferido substancialmente no crescimento da concha.

Quanto ao desaparecimento de determinadas populações, dentro de uma comunidade, sabe-se que é fato frequente em estágios iniciais de organização de ecossistemas, mas não em estágios posteriores, quando as espécies apropriadas já foram selecionadas. Sabe-se também que, em uma comunidade já organizada, o número de indivíduos das populações flutua dentro de certos limites (MARGALEF, 1981), e que o efeito de perturbações pode provocar adição ou subtração de espécies, bem como mudanças na densidade das que já estavam presentes no local (SUTHERLAND, 1981).

Na Praia do Saco da Ribeira, constatou-se o desaparecimento de duas populações de espécies que eram abundantes no período de 6/72 a 01/74 (*Macoma cleryana* e *Iphigenia brasiliensis*), e que a espécie *Tellina lineata* apresentou aumento na sua densidade média. Estes dados sugerem, conforme resumido acima, que perturbações ecológicas ocorreram no Saco da Ribeira.

As espécies *Macoma cleryana* e *Tellina lineata* apresentam hábitos alimentares semelhantes, podendo ser consideradas competidoras em potencial. O modelo de competição, resumido em MARGALEF (1981), prediz que duas espécies que utilizam o mesmo recurso, só poderão coexistir ao longo do tempo, se apresentarem utilização diferencial do meio. Nesses casos, elas podem coexistir localmente, mas na ausência de uma delas, a outra poderá apresentar aumento no número de indivíduos. Analisando os dados fornecidos por SCHAEFFER-NOVELLI (1976) verifica-se que, durante um período de 19 meses (6/72 a 1/74), *Macoma cleryana* e *Tellina lineata* ocorreram praticamente nos mesmos pontos da praia e a flutuação da população destas duas espécies nesse período apresentou comportamento muito semelhante. Estas observações podem sugerir que essas duas espécies estariam vivendo em equilíbrio dinâmico, que teria sido, no entanto, deslocado a favor de *T. lineata*, devido a perturbações ecológicas que teriam desfavorecido o potencial competitivo de *M. cleryana* em relação ao de *T. lineata*. Neste caso, o desaparecimento de *M. cleryana* nessa praia aparentemente ocorreu devido à exclusão competitiva, decorrente da alteração de variáveis ecológicas.

A alteração na composição taxonômica, com aumento das espécies consideradas raras, pode ter sido casual ou pode sugerir indícios do estabelecimento dessas populações na praia, em função de perturbações ambientais que teriam possibilitado adição de espécies.

Apesar do número de espécies ter aumentado, obteve-se diminuição da diversidade específica. Como a diversidade específica estimada por H' depende não só do número de indivíduos e de espécies, como também da abundância comparativa entre elas (PIELOU, 1966a), pode-se constatar que a diminuição da diversidade verificada deve-se à maior desigualdade na distribuição dos indivíduos entre as espécies, comprovada pela diminuição da equidade.

A diminuição de diversidade e da equidade é mais um reflexo da presença de alterações ambientais no Saco da Ribeira. MARGALEF (1974, 1981) afirma que ambientes submetidos a condições rigorosas ou à influência humana tendem a apresentar diminuição da diversidade, tanto por estabelecer condições que poucas espécies conseguem

Bivalves e gastrópodes do Saco da Ribeira. II

resistir, como, estimular o desenvolvimento de umas poucas, mais resistentes.

Os índices de diversidade obtidos são considerados baixos, o que ocorre geralmente em comunidades onde uma espécie é absolutamente dominante, e o número de indivíduos das espécies que se seguem, ordenados por classes decrescentes de frequências, caem rapidamente (MARGALEF 1972, 1974). No Saco da Ribeira pode-se notar que *Anomalocardia brasiliiana* é uma espécie que pode ser considerada absolutamente dominante, principalmente no censo realizado pelo presente estudo, onde verificou-se que duas espécies com grande número de indivíduos desapareceram, contribuindo para a diminuição da equidade.

Pode-se, então, constatar que a estrutura da taxocenose de bivalves da Praia do Saco da Ribeira mudou. No período de 6/72 a 1/74 a taxocenose era caracterizada por *Anomalocardia brasiliiana*, *Macoma cleryana*, *Tellina lineata* e *Iphigenia brasiliensis* e, no período do presente estudo (4/79 a 3/80), passou a ser caracterizada apenas por *Anomalocardia brasiliiana* e *Tellina lineata*. *Anomalocardia brasiliiana* continua sendo a espécie mais abundante, apresentando, no entanto, aumento na sua frequência relativa devido à eliminação de duas espécies anteriormente abundantes e não ao aumento no número de indivíduos.

De acordo com os tipos de perturbações estabelecidos por SUTHERLAND (1981) poder-se-ia classificar as perturbações ocorridas no Saco da Ribeira como PII ou PIII, mas não como PI, pois houve mudança na estrutura da taxocenose. Como se desconhece a frequência de perturbações e o intervalo de tempo desde a modificação da fauna, não se pode afirmar que esta taxocenose volte a estrutura anterior. Caso retorne, pode-se dizer que a taxocenose de bivalves da Praia do Saco da Ribeira encontra-se em estabilidade de ajustamento e as perturbações classificadas como PII.

No Saco da Ribeira observa-se que, apesar das espécies *Macoma cleryana* e *Iphigenia brasiliensis* não ocorrerem mais na Praia do Saco da Ribeira, ambas ocorrem na Praia do Codó, o que sugere que estas perturbações não estão afetando de forma drástica o estágio larval, composto por larvas planctotróficas com vida pelágica longa (THORSON, 1946, 1950). Se estas larvas têm condições de sobreviver no Saco da Ribeira e de se estabelecer na Praia do Codó, isto sugere que a não ocorrência desta espécie na Praia do Saco da Ribeira pode ser consequente de perturbações que atuam sobre o agrupamento maduro destes organismos nesta praia, e de alterações no substrato, não propiciando o estabelecimento da larva. Uma vez cessadas as perturbações, os indivíduos destas espécies poderiam voltar a se

estabelecer na praia. Apesar destas possibilidades, deve-se levar em conta que a tendência do ambiente natural do Saco da Ribeira é sofrer perturbações cada vez mais frequentes, sugerindo que a estrutura da taxocenose de bivalves da Praia do Saco da Ribeira não retorne mais ao estágio anterior, nem continue por muito tempo com a estrutura descrita no presente estudo.

CONCLUSÕES

- A taxocenose de bivalves da Praia do Saco da Ribeira que era caracterizada em ordem decrescente de abundância, por *Anomalocardia brasiliana*, *Macoma cleryana*, *Iphigenia brasiliensis* e *Tellina lineata*, passou a ser caracterizada apenas por *Anomalocardia brasiliana* e *Tellina lineata*. Um dos fatores que deve ter influído no desaparecimento de *I. brasiliensis*, bivalve comestível, foi a predação humana. Quanto ao desaparecimento de *M. cleryana*, pode-se supor que ocorreu devido à exclusão competitiva, decorrente de alterações ecológicas que favoreceram a população de *T. lineata*, com a qual *M. cleryana* deveria estar vivendo em equilíbrio dinâmico. Outro argumento a favor dessa hipótese de exclusão competitiva é que a densidade média de *T. lineata* praticamente duplicou, o que sugere a ocupação por esta espécie do nicho ocupado anteriormente por *M. cleryana*.

- As alterações faunísticas constatadas, não podem ser atribuídas à modificação na granulometria da praia, que passou de areia média para areia grossa. Assim outras variáveis ecológicas, incluindo as decorrentes da atividade humana, devem estar atuando sobre a taxocenose dos bivalves, contribuindo para sua modificação.

- Houve aumento na frequência relativa de *Anomalocardia brasiliana* e de *Tellina lineata*. Para *A. brasiliana*, que não apresentou alteração na sua densidade, este aumento ocorreu devido ao desaparecimento de duas espécies que eram abundantes na praia (*Iphigenia brasiliensis* e *Macoma cleryana*) e para *Tellina lineata*, além disso, também contribuiu o aumento na sua densidade.

- A estrutura espacial de *Anomalocardia brasiliana*, na Praia do Saco da Ribeira na região de areia branca, passou de casual para agregada, não sendo possível associar este fato à predação ou a outros fatores ambientais medidos.

Bivalves e gastrópodes do Saco da Ribeira. II

- *Anomalocardia brasiliiana* apresentou redução no número de indivíduos com maior tamanho, indicando este fato efeito seletivo da predação humana.

- Houve diminuição da diversidade específica e da equidade. Essas diminuições indicam que, apesar do número de espécies ter aumentado, a maior desigualdade na distribuição dos indivíduos entre as espécies contribuiu para essa alteração. A diminuição nesses valores é mais um reflexo da presença de perturbações ambientais.

- A estrutura da taxocenose de bivalves da Praia do Saco da Ribeira mudou, podendo-se dizer que a perturbação que nela atuou não foi do tipo PI, mas não se pode afirmar que foi do tipo PII ou PIII, pois desconhece-se a frequência das perturbações e o intervalo de tempo desde a modificação dessa fauna.

AGRADECIMENTOS

Agradecemos à Dra. Licia Penna Neme e ao Prof. Dr. Edmundo Ferraz Nonato pelas críticas e sugestões valiosas ao trabalho.

REFERENCIAS

- AMARAL, A.C.Z. 1980. Anelidos poliquetos do infralitoral em duas enseadas da região de Ubatuba. I. Características abióticas das enseadas. *Bolm Inst. oceanogr. S. Paulo* 29(1):19-40
- ARRUDA-SOARES, H.; Y. SCHAEFFER-NOVELLI & J.O. MANDELLI JR. 1982. "Berbigão" (*Anomalocardia brasiliiana* Gmelin, 1791) bivalve comestível da região da Ilha do Cardoso, Estado de São Paulo, Brasil: Aspectos biológicos de interesse para a pesca comercial. *Bolm Inst. Pesca*, 9(único):21-38
- FRANK, P.W. 1968. Life histories and community stability *Ecology* 49:355-57
- LOPES, S.G.B.C. & Y. SCHAEFFER-NOVELLI 1989. Bivalves e Gastrópodes do Saco da Ribeira, Ubatuba, São Paulo. I. Levantamento, distribuição das espécies e características ambientais *Bolm Zool.*, Univ. S. Paulo, 13:11-50.
- MARGALEF, R. 1972. El ecosistema. In: Castellvi, et al, ed *J. Ecologia Marina*, Caracas, Fundación La Salle de Ciencias Naturales, cap. 12. p. 377-453

- MARGALEF, R., 1974. *Ecologia Descritiva*. In: *Ecologia*. Barcelona: Ediciones Omega, 3ª parte, p. 315-432
- MARGALEF, R., 1981. *Ecologia*. 1. ed. Barcelona, Editorial Paneta, 252 p.
- MELLO, R. DE L.S. 1975. *Anomalocardia brasiliiana* (Gmelin, 1791): estudos ecológicos e importância alimentar. (Mollusca:Bivalvia). *Publicações FZB, Fund. Zoolot. R. G. Sul*, (4):169-73.
- PESO, M.C. 1980. Bivalves comestíveis da Baía de Todos os Santos. Estudo quantitativo com especial referência à *Anomalocardia brasiliiana* (Gmelin, 1791) (Bivalvia-Veneridae). São Paulo, USP. (Dissertação de Mestrado), 174 p. Instituto de Biociências
- PIELOU, E. C. 1966a Shannon's formula as a measure of specific diversity: Its use and misuse. *Am. Nat.*, 100:463-65
- PIELOU, E.C. 1966b. Species - diversity and pattern - diversity in the study of ecological succession. *J. Theoret. Biol.* 10:370-83
- SANTOS, E.P. DOS. 1978. Dinâmica de populações aplicada à pesca e à piscicultura. São Paulo, Hucitec/EDUSP, 129 p.
- SASTRY, A.N. 1975. Physiology and ecology of reproduction in marine invertebrates. *Coll. Repr. Grad. School oceanogr. Univ. Rhode Island*, 12(Part 2):279-99.
- SCHAEFFER-NOVELLI, Y. 1976. Alguns aspectos ecológicos e a análise da população de *Anomalocardia brasiliiana* (Gmelin, 1791) (Mollusca-Bivalvia), na praia do Saco da Ribeira, Ubatuba, Estado de São Paulo. São Paulo, USP (Tese de Doutorado). 119 p. Departamento de Oceanografia Biológica, Instituto Oceanográfico da USP
- SCHAEFFER-NOVELLI, Y. 1980. Análise populacional de *Anomalocardia brasiliiana* (Gmelin, 1791), na Praia do Saco da Ribeira, Ubatuba, Estado de São Paulo. *Bolm Inst. oceanogr., S. Paulo*, 29(2):351-5
- SHELDON, A.L. 1969. Equitability indices: dependence on the species count. *Ecology*. 50:466-67
- SUTHERLAND, J.P. 1974. Multiple stable points in natural communities. *Am. Nat.* 108(964):859-73
- SUTHERLAND, J.P. 1981 The fouling community at Beaufort, North Caroline. A study in stability. *Am. Nat.*, 118(4):499-519.
- THORSON, G. 1946. Reproduction and larval development of Danish marine bottom invertebrates. *Medd. Komm. Havundersøgkbh., Plankton*, 4(1):1-523.
- THORSON, G. 1950. Reproductive and larval ecology of marine bottom invertebrates. *Biol Rev.*, 25(1):1-45

Bivalves e gastrópodes do Saco da Ribeira. II

Anexo I

Lista das espécies de bivalves encontradas na Praia do Saco da Ribeira por SCHAEFFER-NOVELLI (1976)

- Diplodonta (Diplodonta) punctata* (Say, 1822)
Trachycardium (Dallocardia) muricatum (Linné, 1758)
- Chione subrostrata* (Lamarck, 1818)
Anomalocardia brasiliana (Gmelin, 1791)
Tellina (Eurytellina) lineata Turton, 1819
Macoma (Psammacoma) cleryana (d'Orbigny, 1846)
Iphigenia brasiliensis (Lamarck, 1818)
Tagelus plebeius (Lightfoot, 1786)
Solen tehuelchus Philippi, 1847
Corbula caribaea d'Orbigny, 1842

Anexo 2

Lista das espécies de bivalves encontradas na Praia do Saco da Ribeira, no presente trabalho:

- Nucula semiornata* d'Orbigny, 1846
Lunarca ovalis (Bruguière, 1789)
Codakia (Codakia) costata (d'Orbigny, 1842)
Diplodonta portesiana (d'Orbigny, 1846)
Diplodonta (Diplodonta) punctata (Say, 1822)
Trachycardium muricatum (Linné, 1758)
Ervilia nitens (Montagu, 1806)
Solen tehuelchus Philippi, 1847
Tellina lineata Turton, 1819
Tellina versicolor De Kay, 1843
Macoma cleryana (d'Orbigny, 1846)
Macoma uruguayensis (E.A. Smith, 1885)
Heterodonax bimaculatus (Linné, 1758)
Semele proficua (Pulteney, 1799)
Abra lioica (Dall, 1881)
Tagelus plebeius (Lightfoot, 1786)
Chione subrostrata (Lamarck, 1818)
Anomalocardia brasiliana (Gmelin, 1791)
Gouldia cerina (C. B. Adams, 1845)
Cyclinella tenuis (Récluz, 1852)
Corbula aequivalvis Philippi, 1836
Corbula caribaea d'Orbigny, 1842
Thracia rugosa Lamarck, 1818

